

مجله مخاطرات محیط طبیعی

(علمی – پژوهشی)

دوره نهم

شماره بیست و سوم

بهار ۱۳۹۹

هیأت تحریریه فصلنامه

صاحب امتیاز: دانشگاه سیستان و بلوچستان

مدیر مسئول: دکتر حسین نگارش

سردبیر: دکتر محمود خسروی

مدیر داخلی: دکتر صمد فتوحی

۱- دکتر عیسی ابراهیم‌زاده	**استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه سیستان و بلوچستان**
۲- دکتر سعید جهانبخش	**استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه تبریز**
۳- دکتر محمود خسروی	**استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان**
۴- دکتر محمدحسین‌رامشت	**استاد ژئومورفولوژی دانشگاه اصفهان**
۵- دکتر علی عسگری	**دانشیار برنامه‌ریزی مخاطرات محیطی دانشگاه یورک (تورنتو) کانادا**
۶- دکتر بهلول علیجانی	**استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه تربیت معلم**
۷- دکتر حسنعلی غیور	**استاد هیدرومتئورولوژی دانشگاه اصفهان**
۸- دکتر حسین نگارش	**استاد ژئومورفولوژی دانشگاه سیستان و بلوچستان**
۹- دکتر سید ابوالفضل مسعودیان	**استاد اقلیم شناسی دانشگاه اصفهان**
۱۰- دکتر احمد اکبری	**استاد اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان**
۱۱- دکتر علیرضا شهریاری	**دانشیار منابع طبیعی دانشگاه سیستان و بلوچستان**
۱۲- دکتر صمد فتوحی	**دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه سیستان و بلوچستان**

همکاران علمی این شماره

محمود خسروی، دانشگاه سیستان و بلوچستان- **ابوذر پایدار**، دانشگاه سیستان و بلوچستان- **علی گلی**، دانشگاه شیراز- **غریب فاضل نیا**، دانشگاه زابل- **عیسی ابراهیم‌زاده**، دانشگاه سیستان و بلوچستان- **مسعود صفایی پور**، دانشگاه شهید چمران اهواز- **نوراله نیک‌پور**، دانشگاه سیستان و بلوچستان- **رضا دهمرده‌بهروز**، دانشگاه زابل- **علیرضا شهریاری**، دانشگاه سیستان و بلوچستان- **ملیحه عرفانی**، دانشگاه زابل- **عبدالرضا پرتابیان**، دانشگاه سیستان و بلوچستان- **محسن جامی**، دانشگاه علم و صنعت خاش- **داریوش رحیمی**، دانشگاه اصفهان- **سیدآرمان هاشمی‌منفرد**، دانشگاه سیستان و بلوچستان- **کوهزاد رئیس‌پور**، دانشگاه زنجان- **علیرضا راشکی**، دانشگاه فردوسی مشهد- **سمیه سلطانی‌گردفرامرزی**، دانشگاه اردکان- **مجید منتظری**، دانشگاه اصفهان- **عباسعلی آروین**، دانشگاه پیام نور اصفهان- **مرتضی اسمعیل‌نژاد**، دانشگاه بیرجند- سیروس قنبری، دانشگاه سیستان و بلوچستان- **محمدعلی زنگنه‌اسدی**، دانشگاه حکیم سبزواری- **صمد فتوحی**، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

ویراستار ادبی فارسی: ادهم سیدزاده

ویراستار ادبی انگلیسی: دکتر زادمهر ترابی و مرضیه دارائی

مدیر اجرایی: مسعود سعیدی

کارشناس مجله: مرضیه دارائی

ویرایش و صفحه‌آرایی: مرضیه دارائی

مجله مخاطرات محیط طبیعی

مجله *مخاطرات محیط طبیعی* طی ابلاغیه شماره ۳/۱۸/۴۲۱۶ مورخ ۱۳۹۵/۰۱/۱۷ در کمیسیون بررسی نشریات علمی کشور از درجه *علمی – پژوهشی* برخوردار گردید.

دوره نهم

شماره بیست و سوم

بهار ۱۳۹۹

چاپ و لیتوگرافی: انتشارات دانشگاه سیستان و بلوچستان

شماره شاپا چاپی: ۴۳۷۷-۲۶۷۶ شماره شاپا الکترونیکی: ۴۳۸۵-۲۶۷۶

آدرس: استان سیستان و بلوچستان، زاهدان، خیابان دانشگاه، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، کدپستی ۹۸۱۶۷۴۵۶۳۹،

صندوق پستی، ۹۸۷-۹۸۱۳۵

تلفن: ۳۱۱۳۶۷۹۹-۰۵۴، دورنگار: ۳۳۴۱۶۱۴۱-۰۵۴

آدرس سامانه: http://jneh.usb.ac.ir

آدرس پست الکترونیک:

Ehazards@usb.ac.ir و Ehazards@hotmail.com

لیست کامل مقاله های مجله در پایگاه‌های اطلاع رسانی زیر نمایه می شود:
پایگاه استنادی علوم جهان اسلام – www.isc.gov.ir
پایگاه اینترنتی جهاد دانشگاهی – www.sid.ir
بانک اطلاعاتی نشریات کشور – www.magiran.com

راهنمای تدوین و نحوه ارسال مقاله برای مجله مخاطرات محیط طبیعی

۱- پذیرش مقاله صرفاً از طریق سایت مجله jenh.usb.ac.ir امکان‌پذیر می‌باشد و برای ثبت نام در سایت مجله مخاطرات محیط طبیعی و ارسال مقاله لطفاً مراحل زیر را اجرا فرمائید.

- به سایت jenh.usb.ac.ir وارد شوید. به سایت مجله مخاطرات محیط طبیعی خوش آمدید.

- روی گزینه (ارسال و پیگیری مقالات) کلیک کنید، سپس روی کلمه (ثبت نام) کلیک کنید. صفحه ثبت نام ظاهر خواهد شد. پس از تکمیل صفحه ثبت نام روی گزینه ثبت نام (Submit) در پایین صفحه کلیک کنید، آنگاه به Email خود مراجعه فرمائید و روی آدرسی که در نامه الکترونیکی درج شده، کلیک نمایید تا مجدداً به سایت مجله متصل شوید و ثبت نام شما تکمیل شود.

- این بار Username و Password خود را که قبلاً ثبت شده مجدداً وارد نمایید و از خدمات online مجله استفاده نمایید.

یادآوری: قابل ذکر است که از این اسم شناسه و کلمه عبور هم برای انجام داوری و هم برای ارسال مقالات خود می‌توانید استفاده نمایید.

۲- مجله مخاطرات محیط طبیعی به دلیل تخصصی بودن فقط در موضوعات مرتبط با مخاطرات محیط طبیعی پذیرای مقالات می‌باشد.

۳- مقالهٔ ارسال شده برای این نشریه همزمان برای سایر مجلات ارسال نشده باشد.

۴- زبان رسمی مجله، فارسی است، اما چکیده مقالات به زبان انگلیسی نیز ضروری است.

۵- مقاله علاوه بر چکیده فارسی (حداقل ۲۰۰ و حداکثر ۳۰۰ کلمه، معادل حداکثر ۱۵ سطر)، بایستی دارای واژه‌های کلیدی، مقدمه، داده‌ها و روش‌ها، نتیجه‌گیری و فهرست منابع و مآخذ و همه منابع فارسی باید ترجمه شوند و به همراه منابع انگلیسی در فایل جداگانه آورده شود.

۶- مقاله علمی ـ پژوهشی لزوماً دارای اجزای ساختاری زیر است که به‌ترتیب عبارتند از: چکیده (۲۰۰ تا ۳۰۰ کلمه) به زبان فارسی ، واژگان کلیدی، مقدمه نظری و توجیهی، روش تحقیق، یافته‌های تحقیق، تجزیه و تحلیل، نتیجه‌گیری، قدردانی، فهرست منابع و چکیده انگلیسی (ترجمه صحیح). رعایت این ساختار از سوی ارائه‌کنندگان مقاله ضروری است.

۷- مقالاتی که توسط دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری با همکاری استادان راهنما و یا مشاور تهیه می شود، ضرورتاً باید با امضای استاد مربوطه به فصلنامه ارسال گردد؛ در غیر این صورت در هیأت تحریریه قابل طرح نخواهد بود. در عین حال نویسنده مسئول و ترتیب اسامی نویسندگان به همان ترتیبی که در سایت ثبت شده باشد، در مقاله خواهد آمد و پس از آن غیر قابل تغییر خواهد بود.

۱-۷- تمام مقالات ارسالی در صورتیکه دانشجو یا غیر عضو هیأت علمی نیز جزو نویسندگان آن باشند می‌بایست صرفاً توسط یکی از نویسندگان که عضو هیأت علمی است به مجله ارسال گردد؛ در غیر اینصورت مقاله قابل بررسی نخواهد بود.

۲-۷- با توجه به مصوبات هیأت تحریریه مجله، چنانچه نویسنده یا نویسندگان، مقاله دیگری در مراحل داوری در مجله داشته باشند، لذا تا زمان روشن شدن نتایج داوری آن مقاله، مجله از پذیرش همزمان مقالات متعدد معذور می‌باشد.

بدیهی است، با توجه به تأکید کمیسیون نشریات بر تنوع جغرافیایی نویسندگان و جلوگیری از ادامه فرآیند داوری نویسنده تکراری، می‌توانید مقاله خود را به مجلات دیگر ارسال نمائید و یا منتظر روشن شدن نتایج مقالات قبلی خود یا همکاران باشید.

۸- مقالات ارسالی به مجله، در محیط Word با قلم B Nazanin نازک فونت ۱۳ نازک و لاتین Times New Roman فونت ۱۱ نازک، فاصله تقریبی میان سطور، یک (۱) حروفچینی و تایپ گردد. حاشیه از بالا ۴، از پایین ۲،۵، از راست ۲،۵ و حاشیه چپ ۲،۵ سانتیمتر باشد. عنوان مقاله با فونت تیتر ۱۶، مشخصات نویسنده یا نویسندگان با فونت تیتر ۱۲، چکیده فارسی با فونت B Nazanin سیاه ۱۰، فهرست عناوین متن با فونت BNazanin سیاه ۱۳، منابع و مآخذ با فونت BNazanin نازک ۱۱ و لاتین با فونت Times New Roman نازک ۹ نگاشته شود.

۹- مقاله در چهار فایل اصلی (ضروری) جداگانه شامل؛ یک فایل صفحه مشخصات نویسنده یا نویسندگان مقاله در محیط Word به شرح بند ۱۰ این راهنما، فایل دوم حاوی مقاله اصلی در محیط Word بدون مشخصات نویسندگان، فایل سوم: فرم تعهد باید توسط عضو هیأت علمی تکمیل و نام همه نویسندگان طبق فرمت فایل مشخصات و سامانه، امضا شده باشد و این فایل را می‌تواند به فرمت Pdf و یا Jpg ارسال نماید، فایل چهارم: ترجمه منابع فارسی و انگلیسی فایل تکمیلی حاوی مقاله اصلی Pdf شده بدون صفحه مشخصات نویسندگان باشد.

۱۰- مقالات ارسال شده باید دارای بخش‌های زیر باشد:

فایل اول: (فرم مشخصات نویسندگان)

- رتبه علمی و نام مؤسسه یا محل اشتغال نویسنده یا نویسندگان به فارسی و انگلیسی.

- نشانی کامل نویسندهٔ عهده‌دار مکاتبات: شامل نشانی پستی، شماره تلفن و همراه، شماره دورنگار و نشانی پیام‌نگار (پست الکترونیکی- حتماً ایمیل دانشگاهی نویسنده مسئول) به فارسی و انگلیسی در محیط **Word**، از ذکر مشخصات فوق در سایر صفحه‌های مقاله باید خودداری شود.

- چنانچه مخارج مالی تحقیق یا تهیه مقاله توسط مؤسسه‌ای تأمین شده یاشد باید نام مؤسسه در پاورقی صفحه اول درج شود.

بدیهی است صفحه اول باید حتی الامکان در محیط Word و در فایل جداگانه بصورت Cover letter ارسال گردد.

فایل دوم: (فایل اصلی مقاله بدون نام نویسندگان): عنوان کامل مقاله به فارسی، چکیده فارسی (حداقل ۲۰۰ تا حداکثر ۳۰۰ کلمه)، کلید واژگان فارسی (حداقل ۳ و حداکثر ۷ واژه که با ویرگول (،) جدا شده اند)، در صفحه اول و

از صفحهٔ دوم: به بعد متن اصلی مقاله خواهد آمد. مقاله اصلی حتماً در محیط word ارسال شود. از مقالاتی که در محیط Pdf فرستاده شده باشند، در اولویت داوری قرار نخواهند گرفت.

در انتهای مقاله، چکیده (Abstract) به انگلیسی آورده شود. (حداقل ۲۰۰ و حداکثر ۳۰۰ کلمه).

فایل سوم(ترجمه منابع فارسی و انگلیسی): همه منابع فارسی باید ترجمه و طبق فرمت (ترجمه فارسی جدا و انگلیسی جدا) در فایل جداگانه آورده شود.

فایل چهارم(فرم تعهد): فرم تعهد باید توسط عضو هیأت علمی تکمیل و نام همه نویسندگان طبق فرمت فایل مشخصات و سامانه، امضا شده باشد و این فایل را می‌تواند به فرمت Pdf و یا Jpg ارسال نماید.

۱۱- مأخذ در متن مقاله، داخل پرانتز با ذکر نام خانوادگی نویسنده و سال انتشار آورده شود.

مثال نحوهٔ ارجاع در داخل متن: (نگارش، ۱۳۹۰)

۱۲- معادل های انگلیسی در هر صفحه با علامت شماره‌گذاری مستقل برای هر صفحه، در پاورقی آورده شود.

۱۳- روش ارائه منابع و مآخذ در انتهای مقاله:

۱-۱۳- نام خانوادگی، نام نویسنده یا نویسندگان به صورت کامل، (سال انتشار). عنوان کتاب. شماره جلد. نوبت چاپ، محل انتشار، نام ناشر، تعداد صفحه.

نحوهٔ درج در فهرست منابع و مأخذ به ترتیب حروف الفبا خواهد بود.

مثال برای کتاب: امیدوار، کمال، (۱۳۹۰). مخاطرات طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد، جلد اول، چاپ اول، ۳۶۰ صفحه.

۲-۱۳- مثال برای نشریه: نام خانوادگی، نام نویسنده یا نویسندگان به صورت کامل، (سال انتشار). عنوان مقاله، نام نشریه، دوره، محل انتشار، صص ۲۵-۲۰.

۱۴- حداقل منابع مورد استفاده نباید از ۲۰ منبع کمتر باشد.

۱۵- واحدهای استفاده شده در مقاله بایستی در سیستم متریک باشد.

۱۶- در متن مقاله به شماره عکس‌ها، جداول و نمودارها اشاره شود و محل تقریبی آنها مشخص گردد.

در تنظیم جداول، منحنی‌ها، اشکال و تصاویر، رعایت نکات زیر الزامی است:

الف- اطلاعات جداول نباید به صورت منحنی و یا به شکل دیگر در مقاله تکرار شوند. شماره و عنوان در بالای جدول ذکر گردد.

ب- هر ستون جدول باید دارای عنوان و واحد مربوط به خود باشد، چنانچه تمام ارقام جدول دارای واحد یکسان باشند، می‌توان واحد را در عنوان جدول ذکر نمود.

ج- توضیحات اضافی عنوان و متن جدول، به صورت زیرنویس ارائه گردد. نتایج بررسی‌های آماری، باید به یکی از روش‌های علمی در جدول منعکس شود و در هر صفحه نباید بیش از دو جدول آورده شود.

د- شکل‌های هر مقاله شامل منحنی، نمودار، عکس و نقشه بوده و همه بطور یکسان به عنوان شکل شماره‌گذاری می‌شوند.

شکل‌ها باید بصورت رنگی یا سیاه و سفید و با کیفیت مناسب و مطلوب تهیه شده و شماره و عنوان آنها در پایین بیاید. عکس‌ها باید واضح، مطالب آنها خوانا و دارای مقیاس باشند. ذکر مأخذ عکس‌ها یا شکل‌هایی که از منابع دیگر اقتباس شده‌اند الزامی است.

۱۷- اعداد در متن فارسی باید حتما به فارسی و در متن لاتین به انگلیسی، باشند.

۱۸- مقاله‌های رسیده توسط سه الی چهار نفر از استادان متخصص به صورت محرمانه داوری خواهد شد.

۱۹- مسؤولیت صحت و سقم مقاله به لحاظ علمی و حقوقی به عهده نویسنده عهده‌دار مکاتبات است.

۲۰- مقالات ترجمه اصولاً پذیرفته نمی‌شود.

۲۱- حداکثر حجم مقالات، شامل جدول‌ها و منحنی‌ها ۲۰ صفحه A4 باشد.

۲۲- مجله حق رد یا قبول و نیز ویراستاری مقالات را برای خود محفوظ می‌دارد و از بازگرداندن مقالات دریافتی معذوراست.

۲۳- پس از چاپ مقاله یک نسخه از مجله حاوی مقاله نویسندگان به آنان اهدا خواهد شد.

۲۴- اصل مقالات رد یا انصراف داده شده پس از سه ماه از مجموعه آرشیو مجله خارج خواهد شد و مجله مخاطرات محیط طبیعی هیچگونه مسؤولیتی در این ارتباط نخواهد داشت.

نشانی: زاهدان، خیابان دانشگاه، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی

صندوق پستی : ۹۸۷-۹۸۱۳۵، تلفن: ۳۱۱۳۶۷۹۹- ۰۵۴۱ ، نمابر: ۰۵۴-۳۳۴۱۶۱۴۱

سایت: **http://jenh.usb.ac.ir**

یادداشت سردبیر و دعوت از اساتید برجسته برای ارسال مقالات ویژه تغییرات اقلیمی

گرمایش جهانی و تغییر اقلیم تأثیرات غیرقابل‌انکاری را بر رویدادهای حدی اقلیمی و مخاطرات محیطی دارد. این پدیده فراوانی و شدت مخاطراتی مانند سیلاب،خشکسالی،امواج گرمایی و سرمایی ،ریزش تگرگ، بارش‌های سنگین، آلودگی هوا و گسترش بیماری‌های عفونی و غیره را تشدید می‌کند.

تغییر اقلیم، تغییر در الگوهای آب و هوایی درازمدت است که در مناطقی از جهان نمودی بارز دارد. شواهد تغییر اقلیم کنونی را می‌توان در بسیاری از مکان‌ها مشاهده نمود. بالا آمدن سطح آب دریاها، افزایش دمای سیاره زمین، گرمایش اقیانوس‌ها، ازهم‌گسیختگی صفحات یخی، کاهش گستره و ضخامت یخ دریایی در قطب شمال، پسروی یخچال‌ها، اسیدی شدن اقیانوس‌ها، ذوب یخ و برف و تغییر الگوهای آب و هوایی نمودهای بارز این پدیده هستند.

اقلیم سیاره زمین در طول تاریخ تغییر کرده است. سیاره زمین، فقط در ۶۵۰۰۰۰ سال اخیر، هفت سیکل از پیشروی و پسروی یخچال‌ها را تجربه نموده است. پایان ناگهانی آخرین عصر یخبندان در حدود ۷۰۰۰ سال پیش بوده است که نشانه آغاز عصر اقلیمی مدرن و تمدن بشری می‌باشد. بسیاری از این تغییرات اقلیمی در تاریخ سیاره زمین به تغییرات بسیار اندک در مدار زمین مربوط می‌شود که مقدار انرژی خورشیدی دریافتی سیاره زمین را تغییر داده است. تغییرات اقلیم طی دهه‌های گذشته در مقایسه با آنچه در تاریخ سیاره زمین رخ‌داده است بی‌سابقه نیست اما شدت و سرعت این گرمایش در طول تاریخ زمین کم‌سابقه است و برای سیاره زمین یک تهدید جدی محسوب می‌شود.

اثرات قابل‌توجه بشر بر اقلیم جهانی به اثبات رسیده است. طی ۱۵۰ سال اخیر، سرعت انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی تشدید گردیده است. غلظت جوی گازهای دی‌اکسید کربن، متان و اکسید نیتروژن از سال ۱۷۵۰ تا ۲۰۰۰ به ترتیب ۳۱، ۱۵۱ و ۱۷ درصد رشد داشته است. پیامد ملموس افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو، گرمایش جهانی می‌باشد. دی‌اکسید کربن به‌عنوان مهم‌ترین عامل گرمایش جهانی اخیر به بالاترین تراکم خود یعنی 411 ppm رسیده که در طی ۱۵ میلیون سال گذشته بی‌سابقه است به‌گونه‌ای که میانگین دمای سطح در مقیاس جهانی از سال ۱۸۸۰ تاکنون ۱درجه سلسیوس افزایش داشته است. دانشمندان به صراحت گرمایش سیاره زمین را تأیید می‌کنند. تغییرات طبیعی اقلیم، به تنهایی قادر به تبیین روند گرمایش سیاره زمین نمی‌باشد. مدل‌ها و پیش‌بینی‌ها نشان‌دهنده تغییرات دمای کره زمین بین ۱/۷ تا ۵/۸ درجه سلسیوس تا سال ۲۱۰۰ می‌باشد. از سال ۲۰۰۰ تاکنون بارها رکورد ثبت‌شده دمای کره زمین افزایش یافته است و گرم‌ترین سال‌های کره زمین از ۱۲۰۰۰۰ سال گذشته تاکنون در حال وقوع است. سال ۲۰۱۸ به عنوان چهارمین سال گرم جهان به شمار می‌رود.

تغییر اقلیم، یک بحران فزاینده است که اقتصاد، بهداشت و ایمنی، تولید غذا، امنیت و سایر ابعاد را درگیر و بر اکوسیستم‌ها، منابع آب شیرین و سلامت انسان تأثیر می‌گذارد. این تغییر الگوهای آب و هوایی، برای مثال، تولید غذا را از طریق افزایش پیش‌بینی‌ناپذیری بارش تهدید می‌کند. افزایش جمعیت و نیاز به غذای بیشتر فشار بر منابع آب را تشدید نموده و بحران آب و معضلات زیست‌محیطی با افزایش دمای کره زمین تشدید می‌شود.

بالا آمدن سطح آب دریا (به‌طور متوسط ۳/۲ میلی‌متر در سال)، منابع آب شیرین ساحلی را تهدید و خطر سیل‌های فاجعه‌بار را افزایش می‌دهد. گرمایش جو به گسترش آفات و بیمارهای گرمسیری کمک می‌کند. متأسفانه، شرایط تا به امروز بد و وخیم‌تر شده است. هشدار اساسی این است که احتمالاً بسیاری از اکوسیستم‌های مهم و ازجمله سیستم

اقلیم از آستانه تغییرات برگشت‌ناپذیر عبور نموده باشند. برای نمونه، پسروی یخچال‌های کوهستانی، اکوسیستم جنگل بارانی آمازون و توندرای قطب شمال یک تهدید اساسی می‌باشند.

هرچند تغییر اقلیم به‌طور کامل اجتناب‌ناپذیر است، امّا تأثیرات بسیار شدید تغییر اقلیم را می‌توان از طریق کاهش قابل‌ملاحظه مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای کاست. با این‌حال، زمان کافی برای آغاز اقدام جدی در جلوگیری از پیامدهای شدید جهانی بسیار کوتاه است. طرح‌های بسیاری توسط سازمان‌ها و کشورهای مختلف مانند کنوانسیون سازمان ملل متحد درباره تغییرات اقلیمی(UNFCCC)، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد(UNEP) و مجمع بین‌المللی تغییر آب و هوا(IPCC) در راستای کاهش و سازگاری با تغییرات اقلیمی انجام شده است. به‌طورکلی، تدوین یک برنامه جامع و اقدام عملی، جهت انطباق با این پدیده و کاهش اثرات سوء ناشی از آن ضروری است.

در کنار همه اینها سیاست و تأثیر نظام‌های حاکم بر کشورها در مقابله با انتشار گازهای گلخانه و تعدیل گرمایش جهانی باعث شده که افق روشنی از توافق بین‌المللی درزمینهٔ حل این مشکل وجود نداشته باشد.

هرچند اجماع کلی دانشمندان علوم اقلیمی در رابطه با علل انسانی گرمایش جهانی اخیر وجود دارد اما برخی نظریات که به نفی این پدیده می‌پردازند و به دلایل انسانی ایجاد آن باور ندارند، وجود دارد.

بر اساس تصمیم هیأت تحریریه، مجله مخاطرات محیط طبیعی آمادگی دارد با توجه به اهمیت حیاتی موضوع گرمایش جهانی، تغییرات اقلیمی و آشکارسازی علل و اثرات آن با تأکید بر نقش فعالیت‌های انسانی و طبیعی مقالات مروری (Review Article) و پژوهشی اساتید صاحب‌نظر و برجسته در این زمینه را به‌صورت ویژه بر اساس موافقت هیأت تحریریه چاپ و منتشر نماید. این مقالات بایستی حاصل اندیشه‌ها و نظریات اساتید محترم باشد و در این رابطه نظرات موافقین و مخالفین اثر فعالیت‌های انسانی و همچنین الزامات پیوستن یا نپیوستن به توافقات بین‌المللی ازجمله توافق‌نامه تغییرات اقلیمی پاریس و لهستان می‌تواند موضوع مقالات ارسالی باشد. بر این اساس از کلیه اساتید برجسته دانش اقلیم‌شناسی و سایر علوم وابسته دعوت می‌شود مقالات خود را برای بررسی و چاپ در مجله ارسال فرمایند.

دکتر محمد خسروی

سردبیر مجله مخاطرات محیط طبیعی و

استاد اقلیم شناسی، مخاطرات آب و هوایی دانشگاه سیستان و بلوچستان

فهرست مطالب

تحلیل میزان تاب آوری اجتماعات روستایی سیستان دربرابر مخاطرات محیطی

زهرا کیخا، جواد بذرافشان*، سیروس قنبری، عالمه کیخا ۱

شناسایی و تعیین پهنه‌های مناسب مخاطرات محیطی مؤثر در توسعه کالبدی شهر ایلام

پاکزاد آزادخانی*، جعفر حسین‌زاده، روح‌الله صیدی..... ۱۹

ارزیابی ریسک و درجه‌بندی پایداری محیط‌زیستی تالاب‌های بین‌المللی سواحل جنوبی ایران

سمیرا جعفری آذر، غلامرضا سبزقبایی*، مرتضی توکلی، سولماز دشتی..... ۴۱

کاربرد آنالیز فرکتال سطحی (SFA) در تحلیل ناهنجاری های سطحی و رابطه آن با تغییرات زونهای مورفوتکتونیک در حاشیه کمربند زاگرس مرتفع (HZB)

مهناز شیران، محمد علی زنگنه اسدی*، پائولو موتزی، حامد ادب، ابوالقاسم امیراحمدی..... ۶۳

اولویت‌بندی حوزه آبخیز سردآبرود از نظر سیل‌خیزی با استفاده از مدل SWAT

بهناز سرایی، علی طالبی*، احمد مزیدی، سارا پرویزی..... ۸۵

بررسی برخی خصوصیات شیمیایی و میزان برخی عناصر غذایی همراه با گرد و غبار دشت سیستان

مسعود علی‌صوفی، علی شهریاری*..... ۹۹

ارزیابی اثرات بحران ریزگردها بر تولیدات بخش‌های مختلف کشاورزی در استان خوزستان با استفاده از روش تحلیل استراتژیک-سلسله مراتبی (SWOT-AHP)

نسیم منجزی*..... ۱۱۷

واکاوی تغییرات مقادیر حدی بارش در گستره ی ایران زمین

زهرا حجازی زاده*، امیرحسین حلبیان، علیرضا کربلائی درئی، میثم طولابی نژاد..... ۱۳۵

تبیین تاب آوری مناطق روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تاکید بر سیلاب

مهدی مودودی ارخودی*، ریحانه برومند، ابراهیم اکبری..... ۱۵۱

نقش تکتونیک در تکامل آتشفشان تفتان، جنوب شرق ایران

عبدالرضا پرتابیان*، مهدیه فتاحی مقدم، علی اصغر مریدی، حبیب بیابانگرد..... ۱۷۳

شناسایی کانون‌های گرد و غبار و آنالیز فیزیکوشیمیایی ذرات آن در منطقه دزفول

برومند صلاحی*، محمود بهروزی ۱۸۷

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۰۳

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۰۱/۱۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۲۰

صفحات: ۱۸ - ۱

تحلیل میزان تاب آوری اجتماعات روستایی سیستان دربرابر مخاطرات محیطی

زهرا کیخا[۱]، جواد بذرافشان*[۲]، سیروس قنبری[۳]، عالمه کیخا[۴]

چکیده

وقوع مخاطرات طبیعی مانند سیل، زلزله، خشک‌سالی وغیره؛ در فضاهای جغرافیایی به ویژه نواحی روستایی در بیشتر موارد خسارات فراوان و غیرقابل جبرانی باقی می‌گذارد و مانع جدی در راه توسعه پایدار جوامع انسانی به‌حساب می‌آید. هدف پژوهش حاضر، سنجش و تحلیل میزان تاب آوری اجتماعات روستایی دربرابر مخاطرات محیطی وعوامل مؤثر بر آن در نواحی روستایی سیستان می‌باشد. روش پژوهش حاضر به لحاظ ماهیت کاربردی-توسعه ای و از حیث روش توصیفی-تحلیلی با رویکرد کمی-پیمایشی بود. جامعه آماری پژوهش برابر با ۳۷۳(روستاهای بالای ۵۰ خانوار) بود که با استفاده از فرمول کوکران حجم نمونه‌ای به تعداد ۱۸۹نفر به روش تصادفی طبقه‌ای متناسب با حجم جامعه آماری به عنوان نمونه آماری انتخاب گردیدند. در ابتدا با استفاده از روش کتابخانه‌ای، شاخص‌ها و عوامل تاثیرگذار بر تاب آوری روستاییان منطقه سیستان شناسایی شده سپس تهیه اطلاعات به وسیله پرسشنامه و عملیات میدانی انجام شد. یافته ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد واکاوی قرار گرفت. با توجه به مقدار β حاکی از آن است که عوامل مدیریتی، عوامل نهادی، عوامل اقتصادی و عوامل کالبدی که به ترتیب برابر ۰/۰۷۹ و ۰/۰۷۵ و ۰/۰۱۲ و ۰/۰۲۴ با سطح معنی‌داری ۰/۳۱۳ و ۰/۳۲۷ و ۰/۸۶۸ و ۰/۷۴۳ که بزرگ‌تر از ۰/۰۵، ($P > ۰/۰۵$) به‌دست‌آمده است؛ پیش‌بینی کننده تاب آوری روستاییان منطقه سیستان نمی‌باشند و تنها عوامل اجتماعی توان پیش‌بینی یا به عبارتی تأثیرگذاری بر تاب آوری روستاییان سیستانی را دارند.

واژگان کلیدی: تاب آوری، مخاطرات محیطی، اجتماعات روستایی، ناحیه سیستان

۱- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی روستایی دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان Zahrakeikha741@Gmail.com

۲- دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی روستایی دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان(نویسنده مسئول) Bazrafshan@gep.usb.ac.ir

۳- دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی روستایی دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان Ghanbari@gep.usb.ac.ir

۴- استادیار مدیریت آموزشی دانشگاه سیستان و بلوچستان aleme.keikha@entp.usb.ac.ir

مقدمه

حوادثی که به طور ناگهانی روی می دهند و موجب وارد آمدن خسارات به انسان و محیط می شوند، به عنوان مخاطرات طبیعی شناخته می شوند. این مخاطرات به دلیل ماهیت غیر منتظره خود، در بیشترین موارد خسارات مالی و جانی بسیاری برجای می گذارند(رجبی و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین تحلیل و افزایش تاب آوری نسبت به سوانح طبیعی به حوزه ای مهم و گسترده تبدیل شده است. اگرچه استفاده از مفهوم تاب آوری سابقه طولانی در مهندسی، روان شناسی و ادبیات دارد(Matyas& Pelling,2014) اما اغلب صاحبنظران مقاله تاب آوری سیستم های اکولوژیک هالینگ[1](۱۹۷۳) را به عنوان خاستگاه نظریه تاب آوری مدرن ذکر می کنند(Newell,2015).

با توجه به اینکه خشکسالی وضعیتی ناشی از کمبود بارندگی است که در هر اقلیمی ممکن است رخ دهد اما تعریف خشکسالی و چگونگی ارتباط آن با پدیده های هیدرولوژیکی بسیار مشکل است(علیزاده، ۱۳۸۱). شایان ذکر است که میزان اثرپذیری روستاها از مخاطره خشکسالی به میزان تاب آوری اجتماعات روستایی بستگی دارد، بنابراین برای مقابله با خشک‌سالی و کاهش اثرات آن، بررسی عمیق ابعاد آسیب‌پذیری و مقاومت افراد برای افزایش آستانه تحمل و انعطاف‌پذیری آنان از اهمیت بسزایی برخوردار است. لازم به ذکر است این مساله در بیشتر کشورها از جمله ایران و علی الخصوص منطقه سیستان مورد غفلت واقع شده است.

سیستان با وسعت تقریبی ۱۵۱۹۷کیلومترمربع در جنوب شرقی ایران و در شمال سیستان و بلوچستان واقع شده است. اقلیم حاکم بر این منطقه گرم و خشک می‌باشد. طبق سرشماری رسمی سال ۱۳۹۵، نقاط روستایی سیستان (زابل)دارای ۱۰۶۵۵۶ نفر جمعیت می باشد، یعنی ۴۱/۳ درصد مردم ساکن روستاهای این ناحیه می‌باشند و میانگین دمای سالانه ۲۱درجه سانتی‌گراد و میزان بارش سالیانه آن ۱۶۴میلی‌مترمی‌باشد(مرکز آمار ایران،۱۳۹۵). خشک‌سالی‌های پی‌درپی که در این منطقه رخداده است سبب خشک شدن رودخانه هیرمند و هامون، شریان‌های اصلی حیات منطقه شده است. بادهای ۱۲۰روزه که از آن به عنوان شاخص‌ترین پدیده جوی منطقه با جهت شمال غرب به جنوب شرق یاد می‌شود نیز در چند دهه اخیر افزایش‌یافته است. این بادها بر این ناحیه تسلط کامل داشته و زندگی ساکنان مورد مطالعه را با مشکلات متعددی روبه‌رو ساخته است.

مخاطرات محیطی و پیامدهای آن، سبب بروز آسیب‌های زیست‌محیطی، ایجاد هزینه‌های کلان در بعد فردی تا فراملی، ناآرامی‌های اجتماعی و شکست ساختارهای کالبدی سکونتگاه‌ها گردیده است. می‌توان این تأثیرات را در مجموع ناپایداری ابعاد مختلف زیست پذیری سکونتگاه‌های روستایی عنوان کرد که در میزان و نحوه تحمل‌پذیری و برگشت به شرایط اولیه اجتماعات انسانی تأثیر بسزایی داشته است. مخاطرات محیطی منطقه سیستان، شامل خشک‌سالی و طوفان‌های مکرری است که باعث پراکندگی ریز گردها در این ناحیه علی‌الخصوص روستاها شده است و به‌تبع آن کشاورزی و دام پروی که شغل اصلی روستاییان می‌باشد، دستخوش تغییرات اساسی و گاها به نابودی کشیده شده است که باعث مهاجرت‌های روستایی و تخلیه روستاها گردیده است. یکی از عمده‌ترین مشکلات

[1] Holling

ایجادشده که بقا و زندگی اجتماعات روستایی سیستان را به مخاطره انداخته است، مشکلات زیست‌محیطی و به خصوص آلودگی هوا و به تبع آن تغییرات اقلیمی و مشکلات ناشی از آن است. لذا ضروری به نظر می رسد که با تاب آور کردن روستاها و روستائیان در مقابل مشکلات زیست محیطی، هم از ادامه این مخاطرات تا حدی جلوگیری شود و هم پیامدهای نامطلوب ناشی از آن تخفیف و تسکین یابد. طبق بررسی های انجام شده، مشخص گردید تا کنون پژوهشی کاربردی مبنی بر تحلیل میزان تاب آوری اجتماعات روستایی در مقابل مخاطرات محیطی در ناحیه سیستان انجام نگرفته است. با توجه به جدید بودن موضوع پژوهش در محدوده مورد مطالعه، سعی برآن شده است که روش های مقابله با مخاطرات این ناحیه شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرد و راهکارهای علمی و عملی جهت افزایش میزان تاب آوری روستاییان ارائه گردد. با توجه به این مساله که مشکل اساسی زیست محیطی این ناحیه، کمبود یا نبود آب می باشد که تاب آوری روستاییان روستاهای منتخب سیستان را در زمینه های مختلف زندگی تحت تاثیر مستقیم خود قرار داده است. لذا با بررسی عمیق و چاره جویی در این مهم، خدمتی به روستاییان رنج دیده ناحیه سیستان می گردد. بنابراین در این پژوهش " تحلیل میزان تاب آوری اجتماعات روستایی سیستان دربرابر مخاطرات محیطی"؛ مورد مطالعه و واکاوی قرار گرفت. امید آن است که نتایج پژوهش حاضر بتواند اطلاعات دست اول برای تصمیم‌گیری مدیران و دست‌اندرکاران در سطح ملی و منطقه‌ای در جهت بهبود سطح معیشت و زندگی مردم سیستان را فراهم آورد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

اصطلاح **مخاطرات** محیطی به معنای وقوع یک پدیده یا شرایط طبیعی است که در زمان و مکان معین تهدید ایجاد کند و مخاطره‌آمیز شود(Oliveria,2008). پژوهش‌های آکادمیک در مورد مخاطرات محیطی از دهه پایانی قرن بیستم آغاز گردید و در ایران مطالعات در این زمینه مربوط به دهه ۴۰ بعد از وقوع زلزله بوئین‌زهرامی‌باشد. طبق گزارش جهانی مخاطرات، روزانه به‌طور متوسط ۱۳۰۰ نفر بر اثر مخاطرات طبیعی کشته می‌شوند که ۹۸درصد این رقم مربوط به کشورهای درحال‌توسعه و به ویژه عرصه روستایی است(Red Cross,2001). پیوند توسعه جامعه، مدیریت و مدیریت سوانح برای ایجاد جامعه تاب آور در برابر مخاطرات ضروری است(Wikstrom,2013). از جمله برنامه های پیشنهادی در جهت کاهش مخاطرات سازمان‌های بین المللی، ایجاد و ارتقای تاب آوری جوامع در مقابل بلایای طبیعی می باشد لذا این سازمانها اهداف خود را در چارچوب (HAF)[1]برای سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۱۵ مد نظر قرار داده اند(Mileti,1999).

بریتون[2] مخاطرات طبیعی را یک اختلال غیرمنتظره، نسبتاً ناگهانی و جدی در ساختار عادی یک نظام اجتماعی می‌داند که ممکن است به عنوان یک انحراف جدی از وضعیت عادی در یک‌زمان و مکان خاص در نظر گرفته

[1] Hyogo Framework for Action
[2] Britton

شود(Britton,1986). لذا یکی از مسائل مهم در زمینه سکونتگاه‌های روستایی که برنامه‌ریزی و پیش‌بینی دقیق‌تری را می‌طلبد، مدیریت پایدار مخاطرات و بحران‌های محیطی است(Lewis,2003). یار احمدی و شرفی(۱۳۹۵)، در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که منطقه مورد مطالعه به دلیل قرار گرفتن در یکی از مناطق زلزله خیز ایران، باعث ناپایداری ها و رخداد مخاطرات طبیعی مانند زلزله، زمین لغزش و...در سطح دشت شده است. بررسی مخاطرات طبیعی دشت سیلاخور نشان می دهد به دلیل زلزله خیز بودن منطقه، احتمال رخداد مخاطرات طبیعی در منطقه بالا می باشد. علوی و همکاران(۱۳۹۴)، در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که روستاهای در معرض مخاطرات محیطی باید شناسایی گردد و راه کارهایی در جهت کاهش مخاطرات و متناسب با منطقه تنظیم گردد. صادقی و همکاران(۱۳۹۴)، در تحقیق خود در خوزستان به این نتیجه رسیدند که کل منطقه دارای نقاط قوی، ضعیف و متوسط در برابر مخاطرات محیطی است پس باید نقاط قوت را شناخت و آن ها را تقویت کرد و جلوگیری از حوادث را در سرلوحه کار برنامه ریزان قرار داد. عزمی و همکاران(۱۳۹۴)، در تحقیق خود به این نتیجه رسید که تفاوت معنی داری بین اثربخشی دانش بومی و نوین در کاهش آسیب پذیری مخاطرات طبیعی وجود دارد و دانش بومی سهم بیشتری در مدیریت مخاطرات طبیعی در نواحی روستایی داشته است. افراخته(۱۳۹۳)، در تحقیق خود به این نتیجه رسید که دستاورد توسعه جاری روستای ماکلوان ایجاد شرایطی است که وقوع و بروز مخاطرات محیطی را تقویت کرده است.

واژه تاب آوری[1] نیز به معنی جهش کردن یا به جای اول برگشتن است(Norman,2012). برونیو[2] این واژه را در مدیریت بحران کوتاه مدت به کار گرفت(Bruneau,2003).(Bujones et al,2013) . واژه تاب آوری، اولین بار در سال ۱۹۷۳ مطرح گردید (Karrholm et al,2014) .تاب آوری و پایداری بر وضعیت یک سیستم یا مجموعه در طول زمان اشاره دارد که با تمرکز بر مقاومت این سیستم در شرایط مختلف و در پاسخ به اختلالات عمل می کند. Marchese) (et al,2018. تاب آوری عبارت است از؛ قدرت یا توانایی یک سیستم در بازگشت به موقعیت، ساختار و عملکرد اولیه پس از آن که تحت تاثیر شوک یا نظمی قرار گرفت(Contreras et al,2017) . تاب آوری یکی از مهم‌ترین عوامل تحقق پایداری است. انجمن بین المللی طرح‌های محیط‌زیست، تاب آوری را ظرفیت و توانایی یک جامعه و مقاومت در برابر استرس، زنده ماندن، انطباق، بازگشت به عقب از یک بحران یا یک فاجعه تعریف می‌کند (Stampp,2013). اصطلاح تاب آوری در علوم مختلف به طور گسترده به کار گرفته می شود، اما تاب آوری یک بعد جدید تحلیلی از واژگان فاجعه است که هنوز تعریف مورد قبول همگان برای آن وجود ندارد. تاب آوری می تواند هم مفهومی هنجاری و هم مفهومی توصیفی باشد در حالی که پایداری به عنوان مفهومی هنجاری است که در واقع از ایده اساسی عدالت درون نسلی و برون نسلی نشئت گرفته است (Speranza et al,2014). تعاریف مختلف تاب آوری در قبل، حین و بعد از سانحه موجب ایجاد تفاوت های بنیادی موجود در رویکردها و دیدگاه های مطرح در این حوزه است(yoon,2012). که در جستجوی راه‌های مدیریت مخاطرات در یک جامعه نامتعادل است(Zoli,2012). بنابراین در قلب تفکر تاب

[1] Resilire
[2] Bruneau

آوری مفهومی بسیار ساده نهفته است؛ شرایط متغیر و مقاومت در برابر تغییرات (pisano,2012). انتقال تاب آوری از یک مفهوم توصیفی به یک دستور کاری اصولی، چالش ها و فرصت هایی را فراهم می کند که برای افزایش تاب آوری هر دو مفهوم مورد نیاز است(Weichselgratner,2014).

بررسی اسناد نشان می دهد که تاب آوری روستایی به عنوان یک موضوع و رویکرد نسبـــتاً جدیدی محسوب می شود؛ لذا بررسی ادبیات موجود در مورد تاب آوری روستایی نشان می دهد هنوز بسیاری از ابعاد مربوط به ادبیات و جنبه های کاربردی این مساله بررسی نشده و نیازمند بررسی و تحقیق است. با این حال می توان گفت که تاب آوری روستایی رویکردی اجتماع محور، برای ارتقای آمادگی اجتماعات روستایی در برابر ناپایداری های ناشی از مخاطرات، با هدف زیست پذیرکردن سکونتگاه های روستایی است(Tonts et al,2014). دوغلو و همکاران(۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان چگونه بازماندگان زلزله سال۲۰۱۱ در وان ترکیه تاب آوری اجتماعی را چگونه درک کرده اند؟ با روش تحقیق کیفی نشان دادند که تاب آوری به عنوان ارایه توزیع منصفانه خدمات به موقع و حکمروایی خوب، منابع مالی، همچنین به آگاهی، آمادگی و همبستگی اجتماعی قبل از زلزله کمک فراوانی می کند (Dogulu et al,2016). آریرویی و همکاران(۲۰۱۵) در سطح روستایی، به بررسی بلایای طبیعی (طوفان-سیل-خشکسالی)، رفاه خانگی و تاب آوری در بین خانوارهای روستایی ویتنام پرداختند و نتایج پژوهش ایشان نشان دهنده تاثیرگذاری ویژگی های خانوار بر تاب آوری است به طوری که ویژگی های خانواده و جامعه توانسته تاب آوری به بلایای طبیعی را تقویت کند(Arouri et al,2015) .

در خصوص مخاطره خشک‌سالی نیز در ایران تحقیقات متعددی به صورت کلان(عام) و به تفکیک مناطق جغرافیایی صورت گرفته است. جان پرور و همکاران(۱۳۹۶)، پیری و انصاری(۱۳۹۲)، یارقلی و همکاران(۱۳۹۳)، افشاری(۱۳۹۳) و.... پژوهش‌های داخلی به طور عمده به بررسی وسعت، شدت و دوره‌های خشک‌سالی از ابعاد فنی پرداخته‌اند و کمتر به راهکارهای تطبیق و تاب آوری جامعه در معرض مخاطرات توجه نشان داده‌اند اما مطالعات خارجی در این زمینه غنای کافی دارند. در حال حاضر بسیاری از سازمان‌های دولتی و غیردولتی تقویت تاب آوری گروه‌ها و جوامع را در اولویت قرار داده و این امر از طریق تحقیق، تهیه و توسعه برنامه‌ها، سیاست‌گذاری‌ها و همچنین از طریق اقدامات آموزشی به مدیریت سوانح پرداخته‌اند. در این زمینه سازگاری و توانایی ذی‌نفعان در سیستم برای افزایش حداکثری تاب آوری مطرح می‌شود.

توانایی جوامع روستایی برای کاهش خطر شامل تأثیرات مخاطره و انجام عملیات بهسازی برای به حداقل رساندن اختلالات در جامعه کنونی سیستان است که اثرات مخرب مخاطرات را بر جامعه آینده کاهش خواهد داد. در این زمینه اعتقاد بر این است که تاب آوری جامعه زمانی رخ می‌دهد که منابع کافی برای خنثی کردن سریع اثرات مخرب بحران وجود داشته باشد. به عبارت دیگر تاب آوری زمانی شکل می‌گیرد که منابع بسیار قوی و اضافی بر احتیاج وجود داشته باشد و به سرعت در مقابل تأثیرات عمل کند یا عمل متقابل نشان دهد(Rede,2001). در کمیته کاهش مخاطرات (SDR,2005)، ویژگی‌های جوامع تاب آور چنین بیان می شود: ۱- مخاطرات مناسب و مرتبط را شناسایی و درک می کنند؛۲-جوامع در خطر می‌دانند که چه موقع خطر زود هنگام است؛۳- افراد در خطر از مخاطرات در

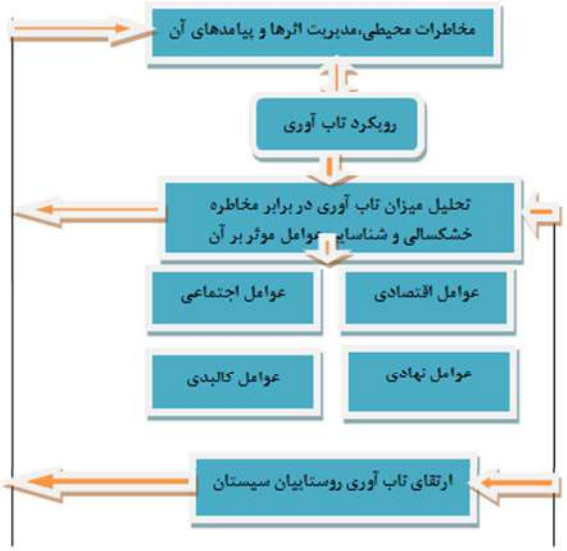
امان هستند؛ ۴- جوامع تاب آور حداقل اختلال را در جریان زندگی و شرایط اقتصادی‌شان پس از گذر از حوادث تجربه می‌کنند(نوری و سپهوند، ۱۳۹۵).

با وجود این که تعاریف زیادی از تاب آوری شده است چون در علوم و حوزه های مختلف علمی به کار گرفته شده است، اندیشمندان به تعریف جامعی از مفهوم تاب آوری دست نیافته اند. نتیجه حاصل یک فرهنگ مبهم معنایی و رویکردهایی برای درک تاب آوری نسبت به شوک های خارجی یا مخاطرات طبیعی است. تاب آوری ابزاری است برای کاهش اثرات سوانح طبیعی و ظرفیت سازگاری را نیز فراهم می کند. تاب آوری یک شیوه ای از تفکر است که دیدگاه هدایت و سازمان دهی تفکر را ارائه کرده و به عبارت دیگر یک محتوای ارزشمند برای تحلیل سیستم های اجتماعی_اکولوژیکی فراهم می کند. لذا در یک نتیجه‌گیری کلی بر اساس آنچه مطرح شد باید اذعان داشت بررسی تاب آوری یکی از رویکردهای مطرح در مدیریت آثار و پیامدهای بلایای طبیعی محسوب می‌شود. دراین‌باره در راستای ارتقای تاب آوری جوامع روستایی در برابر این مخاطرات محیطی تحلیل میزان تاب آوری و نیز شناسایی عوامل مؤثر بر آن از گام‌های اساسی به شمار می‌آید. نتایج گردآوری مبانی نظری در قالب مدل مفهومی زیر قابل مشاهده است(شکل شماره ۱).

تعاریف، ابعاد و شاخص های تاب آوری

جدول۱: ابعاد و شاخص های تاب آوری (منبع: نویسندگان،۱۳۹۷)

ابعاد	تعریف	شاخص ها
اجتماعی	تفاوت ظرفیت اجتماعی بین جوامع پس از وقوع بحران	میزان مشارکت، ساختار خانوادگی، اعتقادت، گرایش ها، درک محلی، اعتماد، آموزش افراد در مقابله با سوانح و بازتوانی پس از آن
اقتصادی	سیستم پشتیبانی برای ارتقاء بعد از رویدادها و سوانح	اشتغال، درآمد، توانایی جبران خسارت، برگشت به شرایط قبل از وقوع مخاطره، درآمد مکفی
نهادی	کاهش خطر و برنامه ریزی برای حوادث قبل از وقوع مخاطره	بستر نهادی، روابط نهادی، عملکرد نهادی
کالبدی-محیطی(زیرساختی)	طراحی کالبدی قبل و بعد از حوادث	شریان های حیاتی، دسترسی ها، راه ها، بناها، کاربری مسکونی-تجاری-عمومی، مالکیت، کیفیت زیرساخت های حیاتی



شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

زمین ساخت و لرزه زمین ساخت منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق در این پژوهش از نظر ماهیت کاربردی-توسعه ای و از حیث روش توصیفی-تحلیلی با رویکرد کمی-پیمایشی می‌باشد. برای جمع‌آوری اطلاعات لازم از دو روش اسنادی و میدانی (پرسشنامه) استفاده شده است. ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی تحقیقات پیشین انجام‌شده در رابطه با موضوع تحقیق مبانی نظری و با استفاده از زوش میدانی و ابزار پرسشنامه داده های پژوهش جمع آوری گردید. روایی صوری و محتوایی پرسشنامه‌های پژوهش، بر اساس نظرات صاحب‌نظران مورد تأیید قرارگرفت. پایایی پرسشنامه‌ها نیز با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ در نرم‌افزارSPSS مورد سنجش قرار گرفت و با اعتبار ۰,۷۳ و ۰,۸۵ مورد تأیید قرار گرفت(جدول شماره۲).

جدول۲: بررسی ضریب پایایی متغیرهای تحقیق

متغیر	تعداد سؤالات	آلفای کرونباخ
مخاطرات محیطی	۴۶	۰,۷۳
تاب آوری	۲۵	۰,۸۵

جامعه آماری تحقیق شامل کلیه سرپرستان خانوار در روستاهای بالاتر از ۵۰ نفر خانوار در منطقه سیستان به تعداد ۳۷۳ می‌باشد(مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵)که جهت تعیین حجم نمونه آماری چون واریانس جامعه آماری در دست نبود، ابتدا یک مطالعه مقدماتی بر روی۵۰ نفر از افراد جامعه انجام و با محاسبه واریانس(۰/۱۱۹)حجم نمونه با روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای متناسب با حجم جامعه برابر با ۱۸۹ نفر(سرپرست خانوار) محاسبه گردید(جدول شماره

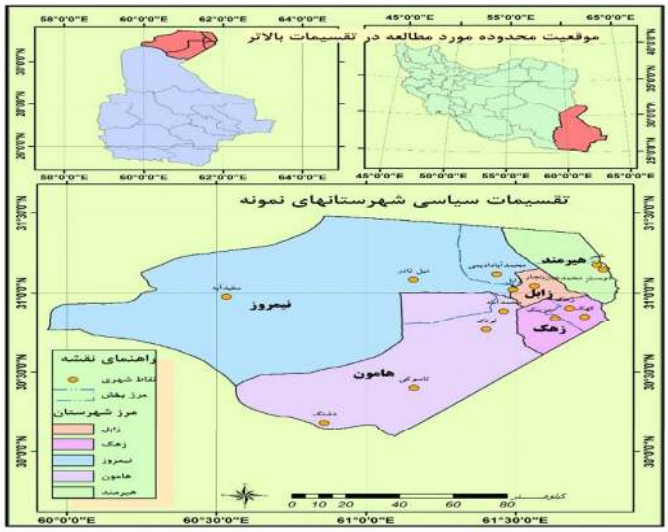
۳). جهت تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده نیز از نرم‌افزارSPSS23 و از آزمون‌های آماری کولموگروف-اسمیرنوف جهت تعیین سطح نرمال بودن داده‌ها و آزمون‌های میانگین یک جامعه(T تک نمونه‌ای) و همبستگی پیرسون و رگرسیون چندگانه جهت پاسخ به فرضیات پژوهش استفاده گردید.

جدول۳: توزیع حجم نمونه در جامعه آماری

نام منطقه	حجم جامعه	حجم نمونه
زابل	۴۴	۲۳
زهک	۹۴	۴۸
نیمروز	۶۴	۳۲
هامون	۷۱	۳۶
هیرمند	۱۰۰	۵۰
تعداد کل	۳۷۳	۱۸۹

منبع: (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵)

در خصوص وضعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه لازم به ذکر است که سیستان کنونی در شرق ایران و در شمال استان سیستان و بلوچستان در دشت پست و هموار‌ی در ۳۰ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی، نسبت به نیمروز گرینویچ قرار دارد. از شمال به استان خراسان جنوبی، از جنوب تا نزدیک دشتک، از شرق به کشور افغانستان و از غرب به کویر کرمان محدود است. مساحت دشت سیستان ۱۵۱۹۷کیلومترمربع است که ۵۵۶۰کیلومترمربع آن را دریاچه هامون و اراضی مشرف به دریاچه هامون تشکیل می‌دهد(سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۷۶). سیستان دارای ۵ بخش(زابل، زهک، نیمروز، هامون، هیرمند)، ۱۷ دهستان و ۸۸۵ آبادی دارای سکنه است(سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان سیستان و بلوچستان،۱۳۹۷). سیستان با ظرفیت‌های متعدد یک نقطه استراتژیک در منطقه شرق کشور می‌باشد که دارای قدمتی چند هزارساله می‌باشد و به عنوان یک منطقه سوق الجیشی، استراتژیک و ژئوپولتیک از اهمیت به سزایی برخوردار است.



شکل۲: موقعیت جغرافیایی و تقسیمات سیاسی سیستان و بخش‌های آن
(منبع: نویسندگان،۱۳۹۸)

داده ها

دراین قسمت به تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از مطالعه و بررسی توصیفی و استنباطی جامعه آماری مورد نظرپرداخته می‌شود. با استفاده از روش‌های آماری مناسب تجزیه و تحلیل اطلاعات انجام می‌گیرد. این عمل هنگامی که اطلاعات اولیه جهت مقایسه و تحلیل فرضیات پژوهش جمع‌آوری شد انجام می‌شود. پس ازجمع‌آوری داده‌ها، آنها را خلاصه می‌کنیم تا بتوان به داده‌ها و اطلاعات نظم داد و به معیارهای موردنظر دست یافت. سپس پارامترهای مورد نظر (با توجه به فرضیه‌های موجود) از بین داده‌های توصیفی، استخراج شده و نتایج جهت مقایسه و تجزیه و تحلیل در مورد فرضیات پژوهش آماده می‌گردد(جاوری و صابری فر، ۱۳۹۱).

تحلیل توصیفی

در این قسمت، به بررسی آمار توصیفی متغیرهای جمعیت شناختی پرداخته می‌شود. در ادامه آمار توصیفی متغیرهای سن، جنسیت، وضعیت تاهل، مذهب، مدت زمان سکونت، تعداد اعضای خانوار، میزان تحصیلات، نهاد حمایتی، وضعیت شغلی، میزان درآمد، میزان پس انداز، نوع بیمه، نوع مالکیت، میزان زیربنا، تعداد اتاق، ارزش تقریبی واحد مسکونی، کیفیت بنا و نوع مصالح آمده است.

توصیف شاخص های دموگرافیک

یافته‌های توصیفی جامعه مورد مطالعه نشان می‌دهد در توزیع فراوانی افراد نمونه بر اساس سن، بیش‌ترین فراوانی مربوط به سرپرستان خانوار بالاتر از ۵۱ سال می‌باشد که ۹۵،۸ درصد سرپرستان خانوار در روستاهای مورد بررسی

مرد و۲,۴درصد زن می‌باشند.۷۷/۲ درصد این افراد اهل تشیع و۲۲/۸ درصد اهل تسنن می‌باشند. بر اساس مدت زمان سکونت۲۸ درصد خانوارها به مدت ۴۱ تا ۵۰ سال ساکن روستاهای خود بوده‌اند که بیش‌ترین فراوانی نیز مربوط به روستاهای با تعداد ۵۰ تا ۱۰۰ خانوار می‌باشد. ۴۵ درصد سرپرستان خانوار بی‌سواد می‌باشند که۵۱,۹ درصد آن‌ها تحت پوشش هیچ سازمان حمایتی نمی‌باشند و ۴۵,۵ درصد نیز تحت پوشش کمیته امداد امام خمینی (ره) هستند. ۸۸,۹ درصد سرپرستان خانوارهای مورد مطالعه به کشاورزی و دامداری مشغول می‌باشند که بر اساس نظرات ایشان در شرایط کنونی تقریباً فاقد درامد ماهیانه(۹۸,۴)، فاقد پس‌انداز(۹۸,۹)و فاقد بیمه(۸۸,۹)می‌باشند. در توزیع فراوانی اعضای نمونه بر اساس نوع مالکیت مسکن ۹۲,۶ درصد روستاییان مالک، ۱/۱ درصد مسکن رهنی یا اجاره‌ای و ۶/۳ درصد نیز دارای مسکن رایگان می‌باشندکه بیش‌ترین فراوانی نیز مربوط به پاسخگویان مالک می‌باشد. زیربنای مسکن ۳۱,۷ درصد آن‌ها ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر می‌باشد و دارای ارزش تقریبی ۱ تا ۱۰ میلیون تومان(۹۳,۷) و دارای وضعیت مرمتی(۴۰,۷) و ۲۰-۳۰ سال ساخت و از نوع مصالح و اسکلت‌بندی خشت و گل(۲۵,۴) می‌باشد.

بررسی شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی

بر اساس نتایج جدول شماره۴، شاخص‌های آماری متغیرهای تحقیق که شامل شاخص‌های گرایش مرکزی (نما، میانه و میانگین) و شاخص‌های گرایش پراکندگی (دامنه، چولگی، کشیدگی، واریانس و انحراف معیار) می‌باشند، مقدار میانگین کل نمرات متغیرهای مؤثر بر تاب آوری برابر ۳/۰۶ (نزدیک به میانگین) و تاب آوری روستاییان برابر ۲/۳۵ می‌باشد. میانگین امتیاز تمامی متغیرهای مؤثر بر تاب آوری بیشتر از حد متوسط ۳ به دست آمد اما برای متغیر تاب آوری پایین‌تر از حد متوسط می‌باشد که حاکی از تاب آوری پایین‌تر از حد متوسط روستاییان منطقه سیستان می‌باشد.

جدول۴: شاخص‌های آماری مرتبط با بررسی متغیرها در تحقیق

متغیر		میانگین	میانه	نما	انحراف معیار	واریانس	کشیدگی	چولگی	دامنه تغییرات
عوامل مؤثر بر تاب آوری	عوامل مدیریتی	۳/۰۵	۳/۰۰	۲/۷۰	۰/۴۷۴	۰/۲۲۵	۰/۰۳۳	-۰/۰۳۰	۲/۶۰
	عوامل نهادی	۳/۳۷	۳/۴۲	۳/۴۳	۰/۵۶۸	۰/۳۲۳	-۰/۹۵۴	۴/۰۰	۴/۲۹
	عوامل اجتماعی	۴/۲۸	۴/۳۰	۴/۵۰	۰/۳۲۸	۰/۱۰۸	-۱/۰۸	۳/۲۳	۲/۴۰
	عوامل اقتصادی	۱/۵۶	۱/۶۶	۱/۶۷	۰/۳۳۳	۰/۱۱۱	-۰/۰۵۶	۸/۳۴	۳/۰۰
	عوامل کالبدی- محیطی	۳/۰۲	۳/۰۰	۲/۸۰	۰/۵۷۷	۰/۳۳۴	۱/۸۹	۱۰/۰۹	۵/۲۰
	کل	۳/۰۶	۳/۰۶	۳/۳۷	۰/۲۵۴	۰/۰۶۵	۰/۰۵۸	۰/۵۸۲	۱/۷۹
تاب آوری		۲/۳۵	۲/۳۶	۲/۱۶	۰/۳۶۷	۰/۱۳۵	۰/۵۴۰	۱/۹۲	۲/۵۲

تحلیل استنباطی

آزمون نرمال بودن داده‌ها

جهت اطمینان در فرض نرمال بودن هر یک از متغیرهای پژوهش(عوامل مدیریتی، نهادی، اجتماعی، اقتصادی، کالبدی – محیطی و تاب آوری)، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده گردید.

جدول۵: نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌های متغیرها

متغیـرها		df تعدادنمونه درجه آزادی	کولموگروف-اسمیرنوف	
			آماره Statistic	معناداری Sig*
متغیرهای پیش بین	عوامل مدیریتی	۱۸۹	۰/۰۶۸	۰/۰۸۴
	عوامل نهادی	۱۸۹	۰/۰۶۴	۰/۲۰۰
	عوامل اجتماعی	۱۸۹	۰/۰۷۸	۰/۰۹۹
	عوامل اقتصادی	۱۸۹	۰/۰۸۴	۰/۰۵۶
	عوامل کالبدی- محیطی(زیرساختی)	۱۸۹	۰/۰۷۷	۰/۱۲۹
متغیرملاک	تاب آوری	۱۸۹	۰/۰۷۳	۰/۲۰۰
سطح۰/۰۵ معنی‌دار		*. Lilliefors Significance Correction		

بر اساس نتایج جدول فوق در خصوص نرمال بودن داده‌های پژوهش، ازآن جا که سطح خطای در نظرگرفته شده برای نرمال بودن توزیع داده‌ها، بیشتر از مقدار ۰/۰۵ می‌باشد و مقدار معناداری به‌دست‌آمده از جدول فوق، برای کلیه متغیرها بیش از ۰/۰۵(Sig≥۰/۰۵) به دست آمد؛ بنابراین فرض نرمال بودن داده ها پذیرفته می‌گردد و می‌توان از آزمون‌های پارامتریک برای آزمون فرضیه‌ها استفاده نمود.

ارزیابی وضعیت تاب آوری و عوامل مؤثر بر تاب آوری در منطقه سیستان

جهت ارزیابی وضعیت تاب آوری و عوامل مؤثر بر آن از آزمون میانگین یک جامعه (t تک نمونه‌ای) استفاده گردید که نتایج در خصوص میزان تاب آوری خانوارهای روستایی منطقه سیستان در برابر مخاطرات محیطی نشان می‌دهد که ۴۸ ۰/۰ خانوارهای روستایی دارای سطح تاب آوری کم، ۵۰ ۰/۰ دارای سطح تاب آوری متوسط و تنها کمتراز یک درصد خانوارها دارای سطح تاب آوری بالامی‌باشند.

جدول۶: نتایج آزمون t تک نمونه‌ای در خصوص وضعیت تاب آوری روستاییان

متغیر	میانگین	تفاوت میانگین	انحراف معیار	آماره t	درجه آزادی	sig
تاب آوری	۲,۳۵	-۰,۶۴	۰/۳۶۷	-۲۴/۲۵	۱۸۸	۰/۰۰۰
عوامل مدیریتی	۳,۰۵	۰,۰۵۸	۰/۴۷۴	۱/۷۰	۱۸۸	۰/۰۹۱
عوامل نهادی	۳,۳۷	۰,۳۷	۰/۵۶۸	۹/۰۸	۱۸۸	۰/۰۰۰
عوامل اجتماعی	۴,۲۸	۱,۲۸	۰/۳۲۸	۵۳/۷۰	۱۸۸	۰/۰۰۰
عوامل اقتصادی	۱,۵۶	-۱,۴۳	۰/۳۳۳	۵۹/۰۶	۱۸۸	۰/۰۰۰
عوامل کالبدی	۳,۰۲	۰,۰۲	۰/۵۷۷	۰/۶۹	۱۸۸	۰/۴۸۹
عوامل مدیریتی	۳,۰۵	۰,۰۵۸	۰/۴۷۴	۱/۷۰	۱۸۸	۰/۰۹۱

برای ارزیابی شاخص تاب آوری و عوامل مؤثر بر آن در بخش‌های پنج‌گانه سیستان، از آزمون T تک نمونه‌ای استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد آماره t محاسبه‌شده در متغیر تاب آوری ومؤلفه‌های نهادی، اجتماعی و اقتصادی با درجه آزادی ۱۸۸ و سطح معنی‌داری(sig=۰,۰۰۰) از مقدار بحرانی در سطح ۹۵ درصد (۱/۹۶) بزرگ‌ترمی‌باشند، بنابراین تفاوت مشاهده‌شده بین میانگین مبنا و میانگین جامعه به لحاظ آماری معنادار می‌باشد و می‌توان استنباط نمود که مقدار میانگین محاسبه‌شده متفاوت از مقدار متوسط است. بنابراین نتایج حاصل را می‌توان به کل جامعه

تعمیم داد. با توجه تفاوت‌های میانگین و علامت آن‌هامی‌توان گفت که با در نظر گرفتن یک درصد خطای نوع اول توزیع آماری در عوامل نهادی، اجتماعی و کالبدی در حد بیشتر از متوسط و در عوامل اقتصادی کمتر از حد متوسط می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از دیدگاه روستاییان و سرپرستان خانوار عوامل فوق‌الذکر بر تاب آوری روستاییان تأثیر دارد. همچنین لازم به ذکر است که در خصوص متغیر تاب آوری و مؤلفه عوامل اقتصادی تفاوت معنادار است اما میزان توزیع میانگین به میزان قابل‌توجهی پایین‌تر از حد متوسط است و قابل تأمل می‌باشد. بنابراین با توجه به اینکه هدف رویکرد تاب آوری، کاهش میزان آسیب‌پذیری افراد در مواجهه با بحران پیش رو می‌باشد. با توجه به اینکه پدیده خشک‌سالی یکی از بحران‌های پیش روی ذینفعان محلی مخصوصاً در مناطق خشک سیستان است، درنتیجه ارتقای تاب آوری این افراد در مواجهه با این بحران یک ضرورت محسوب می‌شود. همچنین نتایج آزمون میانگین و آماره t محاسبه‌شده در خصوص عوامل مدیریتی و عوامل کالبدی- محیطی حاکی از آن است که t محاسبه‌شده با درجه آزادی ۱۸۸ و سطح معنی‌داری بالاتر از(۰،۰۵) از مقدار بحرانی در سطح ۹۵ درصد (۱/۹۶) کوچک‌ترمی‌باشند. بنابراین تفاوت مشاهده‌شده بین میانگین مبنا و میانگین جامعه به لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از دیدگاه روستاییان و سرپرستان خانوار عوامل مدیریتی و کالبدی- محیطی بر تاب آوری روستاییان منطقه سیستان، تأثیر معناداری ندارند و این عوامل از وضعیت مطلوبی برخوردار نمی‌باشند.

نتایج آزمون رگرسیون در خصوص عوامل مؤثر بر تاب آوری اجتماعات روستایی سیستان

جهت تعیین میزان تأثیر عوامل پنج‌گانه(مدیریتی، نهادی، اجتماعی، اقتصادی، کالبدی- محیطی) بر تاب آوری اجتماعات روستایی سیستان از آزمون رگرسیون چندگانه استفاده گردید

جدول۷: ماتریس ضرایب همبستگی پیرسون مربوط به روابط بین متغیرهای پیش بین و تاب آوری

متغیر	مؤلفه‌ها	تاب آوری اجتماعات روستایی منطقه سیستان			
		ضریب همبستگی پیرسون	معنی‌داری	وجود رابطه معنادار	نوع رابطه
عوامل مؤثر بر تاب آوری	عوامل مدیریتی	-۰/۱۰۴	۰/۱۵۵	ندارد	-
	عوامل نهادی	-۰/۰۱۷	۰/۸۲۲	ندارد	-
	عوامل اجتماعی	-۰/۲۶۵	۰/۰۰۰	دارد	معکوس
	عوامل اقتصادی	-۰/۰۵۷	۰/۴۳۷	ندارد	-
	عوامل کالبدی- محیطی	-۰/۰۳۲	۰/۶۶۰	ندارد	-
	کل	-۰/۱۴۴	۰/۰۴۸	دارد	معکوس

متغیرهای پیش بین: عوامل مدیریتی، نهادی، اجتماعی، اقتصادی، کالبدی- محیطی.

متغیر ملاک: تاب آوری

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که ضریب همبستگی پیرسون بین عوامل اجتماعی و تاب آوری برابر ۰/۲۶۵ با سطح معنی‌داری ۰/۰۰۱>می‌باشد. بنابراین رابطه بین متغیر پیش بین (عوامل اجتماعی) با تاب آوری، در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار (Sig≤۰/۰۱) و با توجه به منفی بودن علامت ضریب همبستگی، نوع رابطه به صورت معکوس می‌باشد. یعنی اینکه افزایش در متغیر عوامل اجتماعی، سبب کاهش تاب آوری روستاییان منطقه سیستان و یا

بالعکس می‌شود. همچنین رابطه بین عوامل «مدیریتی»، «نهادی»، «اقتصادی»، «کالبدی- محیطی» با تاب آوری روستاییان منطقه سیستان در برابر مخاطرات محیطی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار (P>۰/۰۵) نمی‌باشد. بنابراین می‌توان ادعا نمود که بین مؤلفه‌های ذکرشده با تاب آوری روستاییان با اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنادار و مستقیم وجود ندارد.

جدول۸: خلاصه مدل رگرسیون برای پیش‌بینی تاب آوری روستاییان

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی Df	میانگین مربعات	آماره F	ضریب همبستگی R	ضریب تعیین R^2	ضریب تعیین تعدیل‌شده R^2_{adj}	معناداری Sig
رگرسیون خطی	۱/۹۹۷	۵	۰/۳۹۹	۳/۱۲۶	۰/۲۸۱	۰/۰۷۹	۰/۰۵۴	<۰/۰۱۰
باقیمانده	۲۳/۳۸۷	۱۸۳	۰/۱۲۸					
کل	۲۵/۳۸۴	۱۸۸						

بر اساس نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون خطی چندگانهt مطابق جدول شماره۸، مقدار ضریب همبستگی چندگانه r = ۰/۲۸۱به دست آمد که نشان‌دهنده میزان رابطه عوامل پنج‌گانه مدیریتی، نهادی، اجتماعی، اقتصادی و کالبدی با تاب آوری اجتماعات روستاییان منطقه سیستان می‌باشد و با توجه به اینکه مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شدهR^2_{adj}، برابر با ۰/۰۵۴ می‌باشد، پس کلیه متغیرهای پیش بین وارد شده در این مدل تنها ۰/۰۵ درصد از واریانس تاب آوری روستاییان را تبیین می‌کنند. با توجه به این‌که مقدار معنی‌داری محاسبه‌شده از آزمون (p<۰/۰۱۰) که کمتر از سطح معنی‌داری ۰/۰۱ است، لذا مدل رگرسیون در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد.

جدول۹: خلاصه نتایج ضرایب رگرسیون برای پیش‌بینی تاب آوری روستاییان منطقه سیستان

متغیرها- مؤلفه‌های پیش بین		ضریب استاندارد نشده		ضریب	آماره	معناداری
		ضریبB	خطای معیار	استانداردشدهBeta	T	Sig
مؤلفه‌ها	ثابت	۳/۶۴۵	۰/۳۷۶		۹/۶۸۳	<۰/۰۰۰
	عوامل مدیریتی	-۰/۰۶۱	۰/۰۶۰	-۰/۰۷۹	-۱/۰۱۲	۰/۳۱۳
	عوامل نهادی	۰/۰۴۹	۰/۰۵۰	۰/۰۷۵	۰/۹۸۳	۰/۳۲۷
	عوامل اجتماعی	-۰/۳۰۳	۰/۰۸۴	-۰/۲۷۱	-۳/۶۲۰	۰/۰۰۰
	عوامل اقتصادی	-۰/۰۱۳	۰/۰۸۰	-۰/۰۱۲	-۰/۱۶۷	۰/۸۶۸
	عوامل کالبدی- محیطی	۰/۰۱۶	۰/۰۴۷	۰/۰۲۴	۰/۳۲۹	۰/۷۴۳

متغیر ملاک: تاب آوری

با توجه به مقادیر β و همچنین مقدار معنی‌داری به‌دست‌آمده برای عوامل اجتماعی که کمتر از مقدار ۰/۰۵، (Sig≤۰/۰۵) می‌باشد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که عوامل اجتماعی می‌تواند تاب آوری روستاییان منطقه سیستان را پیش‌بینی کند. همچنین با توجه به مقدار β برای عوامل مدیریتی، عوامل نهادی، عوامل اقتصادی و عوامل کالبدی که به ترتیب برابر ۰/۰۷۹ و ۰/۰۷۵ و۰/۰۱۲ و ۰/۰۲۴ با سطح معنی‌داری ۰/۳۱۳ و ۰/۳۲۷ و۰/۸۶۸ و ۰/۷۴۳ که بزرگ‌تر از ۰/۰۵، (P>۰/۰۵) به‌دست‌آمده است؛ می‌توان نتیجه گرفت که مؤلفه‌های فوق پیش‌بینی کننده تاب آوری روستاییان منطقه سیستان نمی‌باشند و تنها عوامل اجتماعی توان پیش‌بینی یا به عبارتی تأثیرگذاری بر تاب آوری روستاییان را دارد (جدول۹).

نتیجه گیری

خشک‌سالی‌های منطقه سیستان منجر به تأثیرات منفی فراتر از حالت عادی و وقوع مخاطره خشک‌سالی در بین روستاییان شده است که می‌تواند منجر به پایین آمدن سطح تاب آوری آن‌ها در برابر این مخاطره گردد. بر اساس آزمون میانگین یک جامعه سطح هر یک از عوامل و همچنین میزان تاب آوری در منطق سیستان مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد بیشتر متغیرها از شرایط مطلوب برخوردار نبوده است و سطح تاب آوری روستاییان مناطق مختلف سیستان از حد متوسط پایین‌تر و در مرحله بحرانی قرار دارد. همچنین نتایج آزمون رگرسیون نشان داد که تنها عوامل اجتماعی می‌تواند بر تاب آوری روستاییان تأثیرگذار باشد و سایر عوامل هیچ تأثیری بر سطح تاب آوری روستاییان ندارد. نتایج تحقیقات محققان در پژوهش حاضر همسو و همراستا با پژوهش‌های مظفری(۱۳۹۳)، پیری(۱۳۹۲)، حلبیان و همکاران(۱۳۹۱) احمدی و همکاران(۱۳۹۱)، مقصودی و همکاران(۱۳۹۱)، رنجبر و همکاران(۱۳۸۴)، بریمانی و همکاران(۱۳۸۹)، سلیقه و همکاران(۱۳۸۷)، کریمی نظر و همکاران(۱۳۸۹)، ایرانمنش و همکاران(۱۳۸۴)، بیک محمدی و همکاران(۱۳۸۴) می باشد. در تبیین نتیجه پژوهش حاضر لازم به ذکر است با توجه به آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها و فضاهای انسانی و قرارگیری این سکونتگاه‌ها در معرض مخاطرات طبیعی، این امر سبب کاهش کیفیت زندگی انسانی این افرادگردیده است و مانعی برای رشد و توسعه‌ی فضایی و زمینه‌ساز ناپایداری‌های فضایی نظیر مهاجرت و تخلیه روستاها گردیده است. همچنین با افزایش میزان آسیب‌پذیری ساکنین این روستاها، میزان تاب آوری آن‌ها نیز در برابر مخاطرات به شدت کاهش‌یافته است.

با توجه به اینکه تاب آوری ساکنین اجتماعات روستایی می‌تواند رویکردی تسهیل‌کننده برای دستیابی به توسعه و به عبارتی بهبود شرایط زیستی ساکنین و بهبود کیفی شرایط زندگی در منطقه سیستان باشد لذا لازم است تا برنامه ریزی های اساسی برای این امر از ابعاد مختلف صورت پذیرد و مد نظر مدیران و مسئولان و برنامه ریزان مربوطه قرار گیرد. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که جوامع روستایی سیستان توانسته‌اند در مقابله و انطباق با اختلالات و تغییرات ایجاد شده ناشی از خشک‌سالی موفق عمل کنند و ظرفیت خود را در سازمان‌دهی، تنظیم تنش‌ها و افزایش ظرفیت برای یادگیری و انطباق افزایش دهند. با توجه به اینکه این عوامل وابسته به ترکیب جمعیتی مردم سیستان ازجمله جنس، سن، نژاد، وضعیت اجتماعی و سرمایه‌های اجتماعی این مردم است لذا می‌توان همبستگی عمیق و همدلی حاکم بین این مردم و حس تعلق قوی آن‌ها به منطقه سیستان را از عوامل مؤثر در افزایش سطح تاب آوری ایشان ذکر کرد(عوامل اجتماعی). اما بر اساس نتایج حاصله از پژوهش حاضر می‌توان گفت که عوامل مدیریتی، نهادی، زیرساختی و اقتصادی هیچ تأثیرمعنی‌داری در ارتقای سطح تاب آوری این جوامع نداشته است و آن‌ها را در شرایط مخاطره قرار داده است. در نهایت می توان چنین بیان کرد که گسترش مطالعات همه جانبه و هماهنگ برای شناخت مخاطره موجود، بهبود بسترهای مدیریتی-نهادی، اتخاذ راهکارهای مدیریت بحران، توانمند سازی روستاییان از طریق آگاهی بخشی و آموزش های مهارتی و... می تواند راهکارهای موثر در افزایش تاب اوری روستاییان باشد.

لذا با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان پیشنهاد کرد که مدیران و مسئولان استانی و منطقه‌ای در رده‌های مختلف شاخص‌ها و معیارهایی که منجر به افزایش سطح تاب آوری این جوامع می‌گردد را شناسایی و در اولویت فعالیت‌ها و اقدامات کوتاه مدت خود قرار دهند و سعی در جذب بودجه‌های لازم جهت تقویت زیرساخت‌های محیطی، اجتماعی

و فرهنگی منطقه، توسعه وضعیت معیشتی مردم و همچنین ظرفیت‌سازی جهت اشتغال و فعال نمودن گروه‌های مدنی جهت مطالبه حقوق به حق شهروندان منطقه داشته باشند. در این ارتباط نقش دولت و حمایت‌های همه‌جانبه به خصوص در مسئله حق آبه سیستان، حل معضل ریز گردها و منطقه آزاد مرزی بسیار قابل‌توجه و تأثیرگذار است.

منابع

احمدی محمود، قویدل رحیمی یوسف و خه بات درفشی(۱۳۹۱)، تاثیر خشکسالی در امنیت مرزی منطقه سیستان طی سال هـای ۱۹۹۸ الی ۲۰۱۰، همایش ملی شهرهای مرزی و امنیت، چالش ها و رهیافت ها، صص ۱۰-۹.

افراخته، حسن(۱۳۹۳)، تشدید مخاطرات محیطی روستای ماکلوان به دلیل ارتقای موقعیت سیاسی آن، نشریه تحلیـل فضـایی مخـاطرات محیطی، سال (۱)، شماره پیاپی، صص۲۹-۱۵.

افشاری اعظم(۱۳۹۳)، ا ثرات اقتصاد-اجتماعی پروژه بین المللی منارید بر شاخص هـای زیسـت محیطـی بیابـان زدایی(مطالعـه مـوردی: هامون شهر سیستان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، راهنمایی: بهزاد صاحب زاده و مشاوره: حسین سرگزی، دانشـگاه زابـل، دانشـکده آب و خاک، گروه مرتع و آبخیز داری.

ایراسما آپیلا(۱۳۸۹)، ژئومورفولوژی و مخاطرات طبیعی، مجله رشد آموزش جغرافیا، سال(۸۹)، شماره(۱۴)،۲-۲۳.

ایرانمنش فاضل، عرب خدری محمود و اکرم مجتبی(۱۳۸۴)، بررسی مناطق برداشت ذرات گردو غبار و ویژگی هـای انتشـارات آن هـا در طوفان های منطقه سیستان با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای، نشریه پژوهش و سـازندگی در منـابع طبیعـی، شـماره(۶۷)، تهـران، صص۳۳-۲۵.

بریمانی فرامرز، اصغری لفمجانی صادق(۱۳۸۹)، تعیین شدت ناپایداری زیست محیطی سکونتگاه های روستایی سیستان با استفاده از مدل ارزیابی چند معیاری، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره(۱۹)، صص۱۴۴-۱۲۷.

بیک محمدی، حسن؛ نوری، سیدهدایت الله و جـواد بذرافشـان(۱۳۸۴). اثـرات خشکسـالی ۸۳-۱۳۷۷ بـر اقتصـاد روسـتایی سیسـتان و راهکارهای مقابله با آن، مجله جغرافیا و توسعه، صص۷۲-۵۳.

پیری حلیمه، انصاری حسین(۱۳۹۲)، بررسی خشکسالی دشت سیستان و تاثیر آن بر تالاب بین المللی هامون، فصـلنامه علمـی پژوهشـی تالاب-دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال چهارم، شماره۱۴، صص۷۴-۶۳.

جان پرور محسن، صالح آبادی ریحانه و مطهره زرگری(۱۳۹۶)، پیامدهای بحران مهاجرت ناشی از خشکسالی های کوتاه مـدت در اسـتان سیستان و بلوچستان، جغرافیا(فصلنامه علمی پژوهشی و بین المللی انجمن جغرافیای ایران، دوره جدیـد، سـال (۱۵)، شـماره(۱۸۴)،۵۲-۱۹۵.

جاوری مجید، صابری فر رستم(۱۳۹۱)، روش تحقیق در جغرافیا، تهران، انتشارات پیام نور، صص۱۸-۲۱.

حلبیان امیرحسین، ابراهیمی منیژه و نرگس خسروی نسب(۱۳۹۱)، تحلیل فضایی و زمانی خشکسالی در اسـتان سیسـتان و بلوچسـتان، اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، صص۱۶۶-۱۵۱.

رجبی معصومه، حجازی میراسدلله، روستایی شهرام، عالی نگین(۱۳۹۷)، پهنه بندی آسیب پذیری مخـاطرات محیطـی و ژئومورفولـوژیکی سکونتگاه های روستایی شهرستان سقز(مطالعه موردی: سیل و زلزله)، پژوهش های ژئومورفولوژیکی سال(۷)، شماره(۲)، صص۱۹۵-۱۸۳.

رنجبر محسن، ایرانمنش فاضل و علی رضا دهقان(۱۳۸۴)، نقش بلایاهای سیستان در گسترش طوفان هـای غبارزا(بـا اسـتفاده از تصـاویر ماهواره ای)جغرافیا(نشریه علمی پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران)، سال (۳)، شماره (۶ و۷)، تهران.۳۰-۱۷.

رضایی محمدرضا، سرایی، محمدحسین و امیر بسطامی نیا(۱۳۹۵)، تبیین و تحلیل مفهوم تاب آوری و شاخص ها و چارچوب آن در سوانح طبیعی، فصلنامه دانش پیگیری و مدیریت بحران، دوره(۶)، شماره (۱)، صص۴۶-۳۲.

سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان سیستان و بلوچستان، (۱۳۹۷).

سلیقه محمد، بریمانی فرامرز و مرتضی اسماعیل نژاد(۱۳۸۷)، پهنه بندی اقلیمی استان و بلوچستان، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره (۱۲)، صص۱۱۶-۱۰۱.

علوی سیدعلی، رمضان زاده یاسر، فتاحی احدالله و ابراهیم خلیفه(۱۳۹۴)، پهنه بندی فضایی سکونتگاه های روستایی در معرض مخاطرات محیطی با استفاده از تکنیک چند معیاره ویکور(مطالعه موردی: شهرستان تالش)، فصلنامه برنامه ریزی منطقه ای، سال(۵)، شماره (۲۰)، صص۱۳۶ -۱۲۵.

علیزاده امین(۱۳۸۱)، اصول هیدرولوژی کاربردی، آستان قدس رضوی، چاپ چهاردهم، ص۲۶۷.

صادقی حجت الله؛ سیف یعقوب، صیدایی اسکندر و مریم صالحی کاخکی(۱۳۹۴)، بررسی و اولویت بندی آسیب پذیری سکونتگاه های روستایی استان خوزستان در برابر مخاطرات طبیعی، مجله جغرافیا و پایداری محیط، شماره (۱۷)، صص ۸۷-۱۰۷.

کریمی نظر مریم؛ مقدم نیا علی رضا و ابوالفضل مساعدی(۱۳۸۹)، بررسی عوامل اقلیمی مؤثر بر وقوع خشکسالی(مطالعه موردی: منطقه زابل)، مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد هفدهم، شماره(۱)، صص ۱۵۸-۱۴۵.

مرکز آمار ایران، (۱۳۹۵)، سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان سیستان و بلوچستان.

مقصودی مهران، نگهبان سعید و سجاد باقری(۱۳۹۱)، تحلیل مخاطرات ناشی از ماسه های روان بر سکونتگاه های غرب دشت لوت(مطالعه موردی: روستای حجت آباد-شرق شهداد)، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره (۱)، صص ۸۳-۹۶.

مظفری غلامعلی، شفیعی، شهاب و زهرا تقی زاده(۱۳۹۳)، ارزیابی خشکسالی در استان سیستان و بلوچستان طی(۱۳۹۱-۱۴۱۰)، با استفاده از ریز مقیاس نمایی داده های مدل گردش عمومی جو، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دوره (۲۴)، شماره(۹۳)، صص ۱۱۴-۱۰۳.

یارقلی محمود، غلامی، نرگس و حسن اصغری(۱۳۹۳)، خشکسالی و مهاجرت، (مطالعه موردی: شهرستان زابل، شمال استان سیستان و بلوچستان)، دومین همایش ملی بحران آب(تغییر اقلیم، آب و محیط زیست)، شهرکرد، دانشگاه شهرکرد.

یار احمدی داریوش، شرفی سیامک(۱۳۹۵)، عوامل محیطی مؤثر بر شکل گیری و رخداد مخاطرات طبیعی سکونتگاه های روستایی دشت سیلاخور استان لرستان، مجله مخاطرات محیطی، سال(۵)، شماره(۸)، ۱۳۶-۱۲۳.

Anderson,M. (1990), Analyzing the Cost and benefits Of natural disaster responses in the context of development. Environment working paper 29.washington DC, United States World Bank.

Arouri,M.C& Youssef,A,B.(2015), Natural disaster, household welfare, and resilience: evidence from rural Vietnam. World development, 70.59-77.

Britton,N,A., (1986), Development and understanding of the disaster.Journal Of Sociology,vol,22,2. 254-274.

Rourker,T.,Reinborn,A.,Shinozuka,M.,Tierncy,K.,Wallace,W., Von,W. (2003), A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. Earthquake spectra, 19.733-752.

Busapathumrong,P. (2013), Disaster Management: Vulnerability and Resilience in Disaster Recovery in Thailand Journal of social work in disability & rehabilitation,12, (1-2). 67-83.

Bujones, A., K., Jaskiewicz, K.,Linakis,.L.& Mcgirr,M. (2013), A framework for analyzing resilience fragile and Conflict-affected situation, USAID, 1-16.

Cutter,G.,Burton and Christopher T. (2010), Disaster resilience indicator for benchmarking baseline conditions, Journal of homeland security and emergency management.7,1,Economics3(2).235-239.

Contreras,D.,Blaschke,T.&Hodgson,M. (2017),lack of spatial resilience in a recovery process:case laquila, Italy".tecnological forecasting and social change 121. 76-88.

Downing,t,e,.& bakker,K. (1998), Drought discourse and Vulnerability,environmental chenge unit,university of oxford,oxford OX13tb,uk,retrieved form world wide web:http//www.eciox.ac.uk/vulnerablecommuniyies/discourse-and-vulnerable-htm.

Dogulu, C, Karanica, A.N & Ikizer,G,T. (2016), How do survivors perceive community resilience?the case of the2011 earthquakes in van,turkey. International journal of the sister risk reduction 16.108-114.

Daniel,N.,Charles,P. (2014), Disaster and development: The public dimension of resilience IN Natural disaster management: Sweden's Gudrun and per storms. Environmental hazard. Pp. 235-253.

Djalante, R. (2012), Adaptive governance and resilience:The role of the multi-stakeholder platform in disaster risk reduction.Nat.hazards earth syst.sci.,12.2923-2942.

Hutter,G,.Christian K;Thomas G & Carsten F. (2011), Natural hazards and resilience:Exploring institutional and organizational dimensions of social resilience,natural hazard,Springer Science&business media B.V, Indonesia,journal of business continuity&emergency planning,5,4.316-326.

Timmerman,p. (1981), Vulnerability,resilience and the collapse of society:A review of the model and possible climatic applications,institute for environmental studies,Canada: University of Toronto.
Tonts,M.P.,& Argent,.A. (2014), Path dependence, resilience and the evolution of new rural economies: a perspective from rural western Australia. Journal of rural studies 36.362-375.
Karrholm, M,.nylund,K.&Fuente,P. (2014), Spatial resilience and urban planning:addressing the interdependence of urban retail areas". Cities.36.121-130.
Klein R J T.,Nicholls R J &Thomalla F. (2003), Resilience to natural hazards:How useful is this concept? Environmental Hazards,5. 35-45.
Lamanna Z,Kim,H, & Caral C. (2012), An assessment of resilience disaster management and recovery for greater new orders,hotels,.journal of human resources in hospitality&tourism,11,3. 210-224.
Lewis,J., (2003), Housing construction in earthquake-prone place: perspectives, priorities, and projections for development, The Australian journal emergency management,2.18.35-44.
Marchese,d,e.,Bates,m.,Morgan,h.,Clark,s.&linkov,I. (2018), Resilience and sustainability: similarities and differences in environmental management applications", the science of the total environment,10.613-614.
Mileti,D. (1999), Disaster by design:A reassessment of natural hazards in the united states,joseph henry Press,Washington DC.
Manyena,S.,Bernard. (2014), Disastre resilience:A question of multiple faces and multiple spaces?.International journal of disaster risk reduction,8. 210-224.
Norman,W. (2012), Adapting to change: The role of community resilience.Young foundation,5-55...
Newell, J. P., & Cousins, J. J. (2015). The boundaries of urban metabolism: Towards apoliticalindustrial ecology. Progress in Human Geography, 39 (6), 702-728. http://dx.doi.org/ 10.1177/0309132514558442.
Oliveria,C,S,.Roca,A,.Goula,x. (2008), Assessing and managing earthquake risk,geo-scientific and engineering knowledge for earthquake risk mitigation:development,tools,techniques,Springer.
Pisano,U. (2012), Resilience and sustainable development: Theory of Resilience, systems thinking and adaptive governess. European sustainable development network (ESDN) Quarterly report 26, 50.
Varnes,D.J. (1984), International association of engineering geology on commission on landslides and other mass movements on slopes:landslide hazard zonation:a review of and practice,UNESCO,Paris.63pp.
Wilhite,D,A,Svoboda,M.D.&Hayes,M,J, (2007), Understanding the complex impacts of drought:A Key to enhancing drought mitigation and preparedness,water resource manager,21.763-774.
Red, C. (2001), World disaster report,red crescent publication.
Rose,A. (2011), Resilience and sustainability in the race of disaster environmental innovation and societal transitions,19,1. 96-100.
Rose H &carter R W. (2011), Natural disasters and community resilience. Australasian Journal of environmental management, 18, 1.1-5.
Victoria,L,P. (2012), Community capacity and disaster resilience disaster management knowledge quarterly, (2),1. 300-322.
Spernaza I,.Wiesmann U&Rist s. (2014), An indicator framework for assessing livelihood resilience in the context of social-ecological dynamics,global environmental change,28.109-119.
Stumpp E M. (2013), Newintown?On resilience and"Resilient cities".cities,32,164-166.
Warner R. (2013), Resilience or relife: Canada's response to global disasters.Canadian foreign policy journal,19, 2.223-235.
Wikstrom A. (2013), The challenge of change: planning for social urban resilience: An analysis of contemporary planning aims and practices,1-60.
Zolli A. (2012), Learning to bounce back, in New York Times"(2012, Novmber2).

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۳۰

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۲۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۲۶

صفحات: ۴۰ - ۱۹

شناسایی و تعیین پهنه‌های مناسب مخاطرات محیطی مؤثر در توسعه کالبدی شهر ایلام

پاکزاد آزادخانی[۱]*، جعفر حسین‌زاده[۲]، روح‌الله صیدی[۳]

چکیده

مخاطرات طبیعی حوادثی تهدیدآمیز هستند که خسارات جانی و مالی فراوانی به دنبال دارند. بنابراین مطالعات و پژوهش‌های علمی در این زمینه ضروری است. پژوهش حاضر با هدف شناسایی و پهنه‌بندی مخاطرات محیطی اثرگذار بر توسعه کالبدی شهر ایلام به شیوه توصیفی – تحلیلی و مشاهدات میدانی صورت گرفته است. محدوده موردمطالعه آن شهر ایلام و جامعه آماری آن کارشناسان مدیریت شهری و مدیریت بحران هستند که از نظرات آن‌ها در تعیین اوزان معیارهای موردبررسی استفاده شده است. روش تجزیه و تحلیل اطلاعات در این پژوهش تلفیق لایه‌های رقومی GIS، تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و تاپسیس است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که شهر ایلام از میان تمامی مخاطرات طبیعی معمول در بخش زاگرس میانی بیشتر تحت تأثیر مخاطره سیلاب می‌باشد. با بررسی اراضی اطراف محدوده شهری ایلام مشاهده می‌شود که مسیر توسعه‌ای که شهر ایلام در دهه‌های اخیر طی کرده است بدون در نظر گرفتن این پدیده بسیار مهم بوده است و توسعه کالبدی شهر در جهت مناطق با ریسک بالای سیلاب صورت پذیرفته است. دو نقطه از مناطق با خطر بسیار زیاد با مساحت ۵/۳۳ و ۲/۱۸ هکتار دقیقاً بر مناطقی از شهر منطبق شده‌اند که در آخرین سیلاب، خسارت شدیدی را متحمل دیده بودند و دارای ریسک خطر سیلاب بالایی هستند. ایمن‌ترین مناطق برای توسعه شهر ایلام مناطق جنوبی شهر (به سمت روستای چشمه کبود) هستند که علاوه بر داشتن وضعیت فیزیوگرافی مطلوب، از نظر ایمنی ریسک سیلاب نیز در محدوده مناسبی قرارگرفته‌اند..

واژگان کلیدی: مخاطرات محیطی، توسعه کالبدی، سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، شهر ایلام.

[۱]- استادیار گروه معماری و جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه باختر ایلام(نویسنده مسئول) d.rp.azadkhani@bakhtar.ac.ir

[۲]- دانشیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام j.hoseinzadeh@gmail.com

[۳]- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه باختر ایلام pakzad540azad@yahoo.com

مقدمه

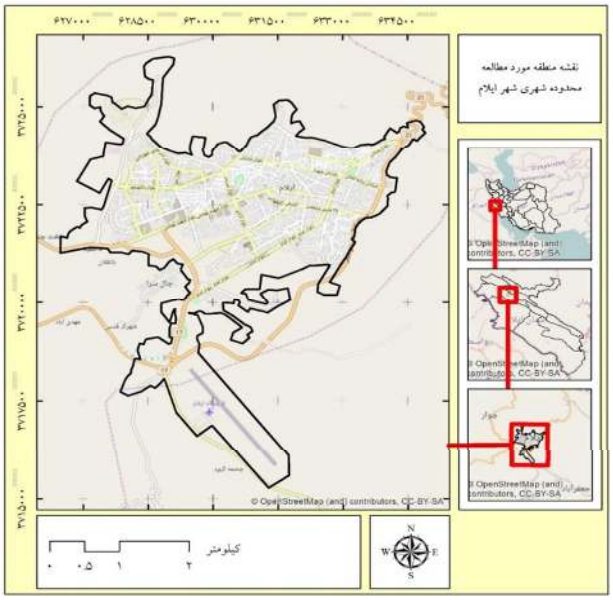
توسعه کالبدی شهر فرایندی پویا و مداوم است که طی آن محدودهٔ کالبدی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهت‌های عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابد (فردوسی، ۱۳۸۴) که این روند توسعه شهرنشینی و گسترش شهرها درجه آسیب‌پذیری جوامع شهری را نسبت به مخاطرات محیطی حاصل از توسعه شهرها بر روی مناطق پرخطر افزایش داده است (سپهر و کاویان‌آهنگر، ۱۳۹۳). هر اندازه که شهرها گسترش پیدا کنند، برخورد آنها با واحدهای گوناگون توپوگرافی و ژئومورفولوژی زیادتر می‌شود و در نتیجه با پدیده‌های ژئومورفولوژی تلاقی می‌کند و تعادل مورفودینامیک محیط به هم می‌خورد (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین همواره بشر در ارتباط و در جدال با محیط طبیعی بوده و لذا در حیات شهرها از ابتدا رابطه متقابل بین انسان و محیط وجود داشته و محیط بعنوان پدیده‌ای تعیین‌کننده عمل کرده است. با آنکه در طی سال‌های اخیر در برنامه‌ریزی برای توسعه فیزیکی شهرها اقداماتی جهت کاهش سوانح طبیعی انجام گرفته است ولی رشد سریع اغلب شهرها به افزایش میزان سوانح طبیعی در محدوده شهرها منجر شده است. میزان آسیب‌پذیری این شهرها در مقابل خطرات و بلایای طبیعی بسیار متفاوت بوده است. طوری که شهرهایی که محدوده توسعه و گسترش کالبدی آنها بر روی نواحی آسیب‌پذیر از قبیل بستر با توپوگرافی پر شیب، نزدیک به خط گسل، نواحی در معرض ریزش سنگ و سیل بوده بصورت زیادتری آسیب‌پذیر بوده‌اند (طالب‌زاده، ۱۳۸۸).

اینکه اکثر شهرها در معرض مخاطرات محیطی هستند، توجه بسیاری از دولت‌ها و برنامه‌ریزان را به خود جلب کرده است (Wisner & Walker, 2005). اما برای کاهش آسیب‌پذیری مخاطرات محیطی، علاوه بر شناخت اجزای تشکیل‌دهنده‌ای که علوم طبیعی به آن می‌پردازد، باید تفاوت‌های اجتماعی – فضایی آسیب‌پذیری جوامع و دلایل آن را نیز شناخت. زیرا مخاطرات به خودی‌خود به نتایج زیان‌بار منجر نمی‌شوند، بلکه فقط نشان‌دهنده امکان وقوع آسیب‌اند (قدیری، ۱۳۹۲).

شهر ایلام به عنوان منطقه مورد مطالعه، با محدودیت توسعه‌ی فضای شهری به دلیل تنگناها و محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی و نبود فضای مناسب برای توسعه شهر مشکلاتی را ایجاد کرده است (ساخت‌و ساز بر روی شیب‌های تند و مخاطره‌آمیز) و گسترش شعاعی شهر، سالهاست که با برخورد موانع ژئومورفولوژیکی، به بن‌بست رسیده است و شهر اجباراً به توسعه در کنار دامنه‌های کوه‌ها شده است. بنابراین سوالاتی که در اینجا مطرح است این است که توسعه فیزیکی شهر ایلام و ویژگی‌های بستر طبیعی آن در طی سال‌های گذشته به چه صورت می‌باشد؟ مخاطرات طبیعی تهدید کننده شهر ایلام کدامند؟ پهنه‌های مخاطرات طبیعی با ریسک بالا در محدوده شهر ایلام کدامند؟ پهنه‌های مناسب جهات توسعه کالبدی شهر برای جلوگیری و کاهش خسارت‌های ناشی از مخاطرات طبیعی در شهر ایلام کدامند؟ و آیا شناسایی پهنه‌ها مخاطرات طبیعی می‌تواند در کاهش مشکلات این مخاطرات و توسعه کالبدی مناسب شهر ایلام موثر است؟

منطقه مورد مطالعه

شهر ایلام در بخش مرکزی شهرستان ایلام براساس طرح جامع شهری در سال ۱۳۹۵ با مساحتی حدود بر ۳۱۵۰ هکتار بین طول‌های جغرافیایی "۲۸ '۲۲ °۴۶ تا "۰۱ '۲۷ °۴۶ و عرض‌های جغرافیایی "۳۱ '۳۶ °۳۳ تا "۳۴ '۳۹ °۳۳ قرار گرفته است. ارتفـاع متوسـط ایـن شهر از سطح دریا ۱۴۴۰ متر می‌باشد. موقعیت جغرافیایی شهر ایلام در تقسیم‌بندی سیاسی کشور به شکل جز به جز در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی شهر ایلام، *منبع: نگارنده، ۱۳۹۶.*

داده ها

الف- روش‌شناسی پژوهش

روش تحقیق حاضر توصیفی-تحلیلی و از نوع کاربردی است. در این پژوهش به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و تهیه نقشه‌ها جهت دست‌یابی به اهداف تحقیق که شناسایی و پهنه‌بندی مخاطرات محیطی در شهر ایلام است از سامانه اطلاعات جغرافیای (GIS)، تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و منطق فازی و تاپسیس (TOPSIS) استفاده شده است. تلفیق لایه اطلاعاتی در هر مدل بدون در نظر گرفتن ارزش و اولویت هریک از لایه‌های اطلاعاتی و واحدهای مربوط به آن‌ها نمی‌تواند نتایج درستی را در بر داشته باشد. بنابراین، به‌منظور شناسایی میزان اهمیت و اولویت هر یک از شاخص‌ها پرسشنامه‌هایی در اختیار ۱۵ نفر از کارشناسان ذی‌ربط قرار گرفت تا به هر یک از کارکردهای تعریف شده در شاخص‌های موردنظر امتیازاتی از سوی کارشناسان تعلق یابد. در این مرحله با بهره‌گیری از تکنیک فازی و تاپسیس اولویت‌بندی هز یک از شاخص‌ها فراهم گردید. در منطق فازی، هر منطقه با توجه به مقداری که معیار

موردنظر را رعایت می‌کند، مقدار عضویتی می‌گیرد که بیان‌کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه می‌باشد. بدین‌معنی که هر ناحیه، با مقدار عضویت بالاتر از مطلوبیت بالاتری برخوردار است. اصل اساسی تاپسیس نیز این است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله از وضعیت ایده آل (بهترین حالت) و دورترین فاصله از وضعیت ایده آل منفی (بدترین حالت) را داشته باشد و این خود معیار درجه‌بندی و اولویت‌بندی عوامل است. در تحقیق حاضر نیز لایه‌ها با استفاده از توابع فازی، در محیط نرم‌افزار Arc gis10.2 فازی سازی گردید که نتایج آن در نقشه‌های شکل شماره (۹) نشان داده شده است.

ب- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در تعریف مخاطره، می‌توان گفت که مخاطره عبارت است از حوادث طبیعی، تکنولوژیک و یا با منشاء انسانی که خسارات فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی به انسان‌ها وارد می‌کند (اوزی، ۱۳۹۰). به سبب تنوع زیاد علل و تأثیرات، تعدادی از نویسندگان مخاطرات محیطی را از سایر تهدیدها متمایز کرده‌اند. اسمیت[1] (۱۹۹۲) دایره‌ی مخاطرات محیطی را به وقایعی محدود می‌کند که مستقیماً زندگی انسان را به‌واسطه‌ی صدمات حاد فیزیکی و شیمیایی تهدید می‌کند. بنابراین مخاطرات محیطی می‌توانند بدین‌شکل تعریف می‌شوند: «وقایع شدید جغرافیایی و حوادث مهم فناورانه که تهدیدی غیرمنتظره را برای زندگی انسان ایجاد می‌کنند و می‌توانند خسارات قابل توجهی را به کالاها و محیط وارد کنند» (Smith, 1992). بررسی دیدگاه‌های آسیب‌پذیری نشان می‌دهد. که هر چند شباهت‌هایی با هم دارند، بعضاً به دلیل تعلق به حوزه پژوهشی خاص، تفاوت‌هایی با هم دارند.

دیدگاه اقتصاد سیاسی که توسط سانتوس و هاروی[2] (۱۹۷۰) مطرح شد، در مقابل اکولوژی انسانی، با ساختارهای اجتماعی، اقتصادی و سیاسی که آسیب‌پذیری را تحت تأثیر قرار می‌دهند مرتبط است و بر نقش کانونی قدرت اقتصادی و سیاسی در تعیین آسیب‌پذیری افراد و گروه‌ها تاکید دارد (Ford, 2002).

انراسن[3] (۲۰۰۰) به چگونگی تأثیر مستقیم و غیرمستقیم جنسیت بر شکل‌دهی واکنش‌های انسانی در برابر بحران‌ها و نیز چگونگی افزایش نامتناسب ریسک بحران برای زنان می‌پردازد و ویزنر[4] (۱۹۹۸) به تأثیر باورهای مذهبی بر آمادگی در برابر بحران، انطباق با آن و پیشگیری از آن می‌پردازد (Ford, 2002).

دیدگاه اکولوژی سیاسی، ریشه در تلاش‌های بین‌رشته‌ای برای یکپارچه‌سازی اکولوژی انسانی فرهنگی با اقتصاد سیاسی دارد (به نقل از Stonich, 2000). و به تحلیل تعاملات پیچیده انسانی محیطی به‌ویژه آنهایی که با توسعه اقتصادی و تخریب محیطی در کشورهای درحال توسعه مرتبط هستند، علاقه دارد (Stonich, 2000).

1. Smith
2. Santos & Harvey
3. Anrsen
4. Wisner

در اکولوژی انسانی، سیستم‌های انسانی در داخل فرایندهای اکولوژیکی (Stonich, 2000) و در واقع مکان جمعیت‌ها و در معرض بودنشان نسبت به مخاطرات طبیعی بررسی می‌شود (Jessamy, 2002) مطابق این دیدگاه، آسیب‌پذیری در نتیجه تعامل بین گروه‌های انسانی و محیط پدید می‌آید که در منظر خود اساساً نگرشی غیرسیاسی است (Stonich, 2000).

در بخش اعظم قرن بیستم، دیدگاهی فن‌محور به آسیب‌پذیری غلبه داشت که اساساً مبتنی بر پنداشت‌های مادی‌گرا، اثبات‌گرا، جبرگرا و تقلیل‌گرای مبتنی بر تجربه‌گرایی منطقی (فلسفه عملی) بود (Trondheim, 2000). دیدگاه مذکور بر طبیعت خطر فیزیکی، شیوه استقرار جوامع در معرض آن و در نتیجه، عواقب آن برای واحد در معرض خطر بر حسب «درجه آسیب محتمل» و ایده‌های زیان فیزیکی تمرکز می‌کند، یعنی بیشتر روی مخاطرات طبیعی، زوال محیط-زیستی فیزیکی و آثار و زیان‌های مالی و جانی حاصل از آنها بر ساکنان توجه می‌کند(Stonich, 2000). جلوه و نمود جغرافیایی این مفهوم از آسیب‌پذیری، تحلیل موقعیت‌محور بر اساس نزدیکی به منبع تهدید می‌باشد (Cutter et al, 2000). بر اساس این دیدگاه حوادث جغرافیایی علت عمده آسیب‌پذیری و بحران هستند. این دیدگاه بر حسب نوع مخاطرات به حوزه‌های پژوهشی اصلی ذیل تقسیم می‌گردد: ۱- حوزه مخاطرات طبیعی و ۲- حوزه تغییرات محیطی-اقلیمی. در حوزه مخاطرات طبیعی، آسیب‌پذیری به عنوان پژوهش ریسک در معرض بر توزیع بعضی شرایط خطرناک، اشتغال انسانی این مناطق خطرناک (بطور مثال دشت‌های سیلابی، مناطق زلزله‌خیز) و درجه زیان جانی پیوسته با وقوع یک حادثه خاص متمرکز است (Ford, 2002).

امینی و همکاران (۱۳۹۳) در زمینه‌ی آسیب‌پذیری شهری سه دیدگاه را ارائه می‌دهد: دیدگاه نخست نگرش متخصصان پدافند غیرعامل و مدیریت بحران است که بیشتر تأکید بر کاربری‌های خطرزای شهری و زیرساخت‌های شهری دارد؛ دیدگاه دوم نگرش متخصصان جغرافیا - مخاطرات محیطی است که بیشتر بر عوامل طبیعی تأکید دارد؛ و دیدگاه سوم نگرش شهرسازی -جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری است که بیشتر بر مؤلفه‌های سازه‌ای، بافت و تراکم شهر تأکید دارد (امینی و همکاران، ۱۳۹۳).

بنابراین لازم است تا مطالعه مخاطرات به صورت همه‌جانبه و براساس دیدگاه‌های مرتبط با موضوع صورت گیرد و با توجه به مطالبی که در این بخش بیان شد رویکردی که در این مطالعه مورد توجه است رویکرد مخاطرات محیطی است که بیشتر بر عوامل طبیعی اشاره دارد. یکی از نقاط قوت این دیدگاه تولید نقشه‌های آسیب‌پذیری و برآوردهای عددی آسیب‌پذیری است که از طریق آن می‌توان به کنترل توسعه نواحی از نظر زیستی - فیزیکی آسیب‌پذیر، پیش-بینی شروع یک حادثه زیان‌بار، شناسایی آسیب‌پذیری‌های آن و هدف‌گیری عوامل تعدیل‌کننده شروع وضعیت‌های خطرناک پرداخت و علاوه بر آن قائل شدن اهمیت ویژه برای وقایع نادر ولی مفرط و نیز تمرکز بر مشخص کردن آسیب‌پذیری‌های خطرمحور می‌باشد (Ford, 2002). این دیدگاه همیشه عمل‌گرا و به انتخاب دانش موجود برای پیشگیری و کاهش آثار بحران راغب بوده و در زمینه‌هایی که چارچوبی را برای پیشگیری و کاهش عملی آثار خطر فراهم می‌سازد، قابل دفاع است (Smith, 2000).

مطالعاتی در زمینه بررسی میزان آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات و نحوه توسعه کالبدی شهرها صورت گرفته است از جمله پژوهش‌های خارجی می‌توان به پژوهش باگان و یاماگاتا[1] (۲۰۱۲) که روند رشد فضایی و زمانی شهر توکیو را در طی ۴۰ سال گذشته با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای لندست بررسی نمودند اشاره کرد. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که همبستگی مثبت قوی بین رشد و گسترش شهر و تغییرات تراکم جمعیتی وجود است. جیانگ و همکاران[2] (۲۰۱۳) بیان داشتند که گسترش شهری منابع طبیعی اطراف و حومه شهر را به شدت تحت فشار قرار داده و در آینده نیز این فشار تداوم خواهد داشت.

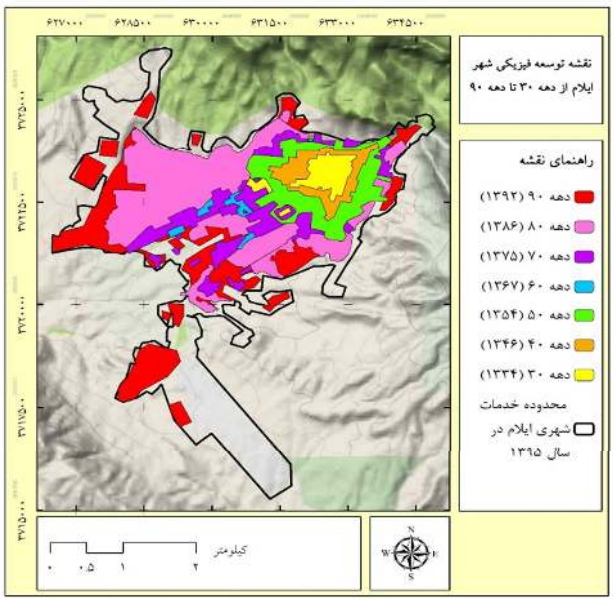
از جمله پژوهش‌های داخلی می‌توان به مواد ذیل اشاره نمود: طیبی و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از شبکه‌های عصبی، GIS و پارامترسازی شعاعی، مدلی طراحی نمودند که در آن با استفاده از هفت متغیر پیش‌بینی کننده هندسه مرزی شهر شامل جاده‌ها، فضاهای سبز، شیب، جهت شیب، ارتفاع، مراکز خدماتی و اراضی ساخته شده توانستند ۸۰-۸۴ درصد رشد مرزی شهر تهران را پیش‌بینی نمایند و پیش‌بینی نمودند که رشد مرزی شهر در تمامی جهات اصلی تقریباً برابر خواهد بود. قرخلو و همکاران (۱۳۹۰) باتوجه به محصور بودن بابلسر در اراضی کشاورزی، به این نتیجه رسیدند که دو گزینه برای توسعه فیزیکی شهر وجود دارد: اول، توسعه شهر از درون که با تخصیص تراکم ساختمانی بیشتر به ساختمان‌های شهر امکان‌پذیر است و دوم، توسعه به سمت بیرون است. امانپور و همکاران (۱۳۹۲)، عوامل محیطی را در بحث مکان‌یابی جهات بهینه توسعه فیزیکی شهر اردبیل مهم دانستند. علی‌الحسابی و مولائی (۱۳۹۱) پایداری فضاهای زیرسطحی شهر تهران را در برابر مخاطرات طبیعی و غیرطبیعی بالا عنوان کردند. احمدی و همکاران (۱۳۹۲) به این نتیجه رسیدند که خطرات احتمالی، بیشترین تأثیرگذاری را در اولویت‌بندی مناطق جهت سکونت و توسعه شهر داشته است. اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که توسعهٔ شهر گرمی به سمت شمال شرق به علت برخورد با زمین‌های مرغوب کشاورزی، بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی و نزدیکی به خطوط گسل با محدودیت مواجه است. سرور و ملکان (۱۳۹۳) نشان دادند که ویژگی‌های طبیعی منطقه، فرصت‌های زیادی را برای توسعه فیزیکی شهر فراهم نموده است اما در عین حال، توسعه فیزیکی شهر به سمت شمال باعث ایجاد مسائلی مانند برخورد با واحدهای ژئومورفولوژیکی نامناسب از نظر توسعه شهری، شده است...

یافته‌های تحقیق

وضعیت توسعه فیزیکی شهر ایلام از دهه ۳۰ تا دهه ۹۰ (۱۳۹۲)

شهر ایلام در طول دهه‌ها اخیر از نظر توسعه فیزیکی روند پرفراز و نشیبی را سپری کره است به‌طوری که محدوده شهری آن در دهه ۳۰ با مساحتی حدود ۱۰۲ هکتار به مساحتی بالغ بر ۲۴۶۰ هکتار در سال ۱۳۹۲ رسیده است که روند کلی این توسعه در شکل (۲) نشان داده شده است.

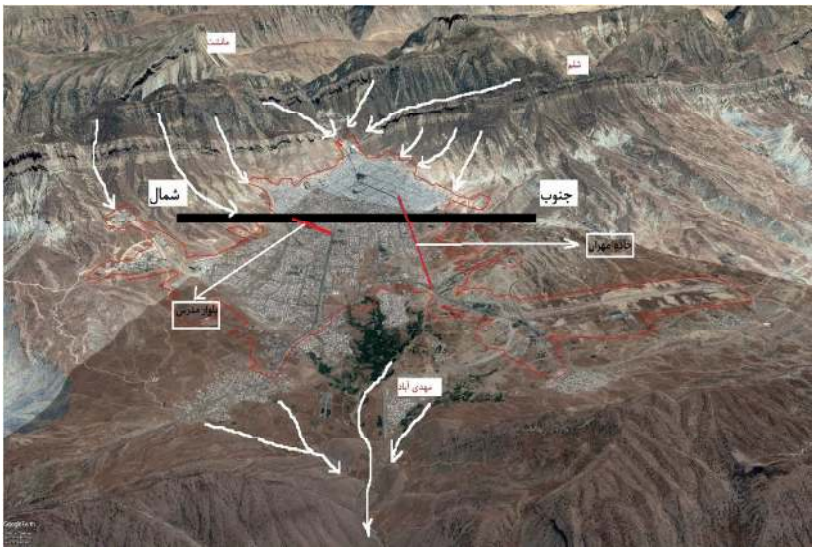
1. Bagan and Yamagata
2. Jiang, et al



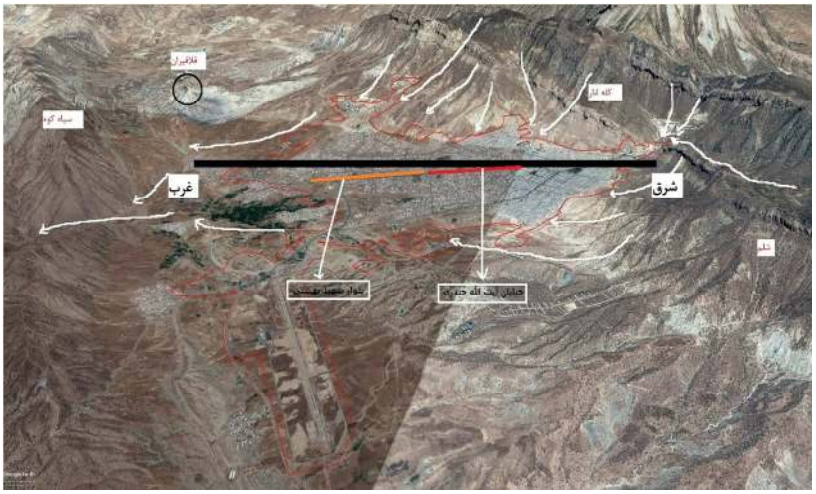
شکل ۲: وضعیت توسعه فیزیکی شهر ایلام از دهه ۳۰ تا دهه ۹۰، *منبع: نگارنده، ۱۳۹۶.*

شناسایی ویژگی‌های بستر طبیعی شهر ایلام

با استفاده از نقشه‌های سه‌بعدی ویژگی‌های بستر طبیعی شهر ایلام (شکل ۳) مشخص شد که محور شمالی شهر ایلام به ارتفاعات بلند کله انار و گاوراه ختم شده که این وضعیت در هنگام بارندگی باعث سرازیرشدن آب به مناطق شمالی شهر می‌شود. مناطق جنوبی شهر را دشت‌ها و تپه‌ها تشکیل داده است که توسعه شهر در این جهت را به دنبال داشته است. در محور شرقی-غربی بستر طبیعی شهر ایلام وجود ارتفاعات بسیار بلند مانشت و دامنه‌های پرشیب دره ارغوان و همچنین مناطق مرتفع در دامنه‌های شرقی کوه کله‌انار همواره باعث تشکیل جریان‌های هیدرولوژیکی قدرتمند در هنگام بارندگی شده و نتیجه آن ایجاد سیلاب‌های متعدد در سطح شهر ایلام بوده است.



شکل ۳: وضعیت بستر طبیعی شهر ایلام در محور محور شمالی - جنوبی (جاده مهران – بلوار مدرس)، *منبع: نگارنده، ۱۳۹۶*



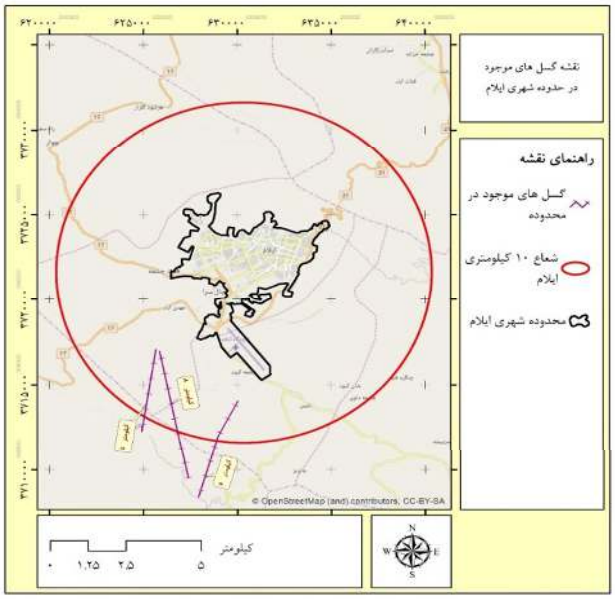
شکل ۴: وضعیت بستر طبیعی شهر ایلام در محور شرقی - غربی (خیابان آیت‌الله حیدری – بلوار شهیدبهشتی)، *منبع: نگارنده، ۱۳۹۶.*

همچنین رشد ساختاری شهر ایلام به‌صورت قطاعی و در امتداد محورهای حرکتی و خدماتی اصلی، به‌ویژه در جهت غربی هسته مرکزی اتفاق افتاده است. این قطاع از دو حلقه بسته درهم‌تنیده (خیابان آیت‌الله حیدری و بلوار شهید بهشتی، بلوار مدرس و همچنین جاده مهران) و عناصر شهری مجاور آن تشکیل شده است.

شناسایی مخاطرات طبیعی تهدیدکننده شهر ایلام

زمین‌لرزه: زلزله یکی دیگر از فرآیندهای ژئومورفیک درونی است که آثار تخریبی زیادی دارد و برخی از شهرهای کشور ما را نیز تهدید می‌کند و بی‌توجهی به آن در مکان‌گزینی شهرها و عدم رعایت نکات فنی و ایمنی در ساخت تأسیسات و ساختمان‌ها می‌تواند اثرات زیان‌باری را به بارآورد (کیهان، ۱۳۷۹) زلزله دارای اثرات ژئومورفولوژی بسیاری نظیر ایجاد گسل‌ها، جابجایی افقی و عمودی، ایجاد شکاف‌هایی به ابعاد مختلف، تحریک و تشدید حرکت مواد بر روی دامنه، انسداد و تغییر مسیر رودها، باز و بسته شدن چشمه‌ها، وقوع تسونامی، ... است. بنابراین زلزله به طور مستقیم و غیرمستقیم موجب ناپایداری محیط می‌شود که در مکان‌گزینی شهرها باید به آن توجه فراوان کرد (زمردیان، ۱۳۷۸).

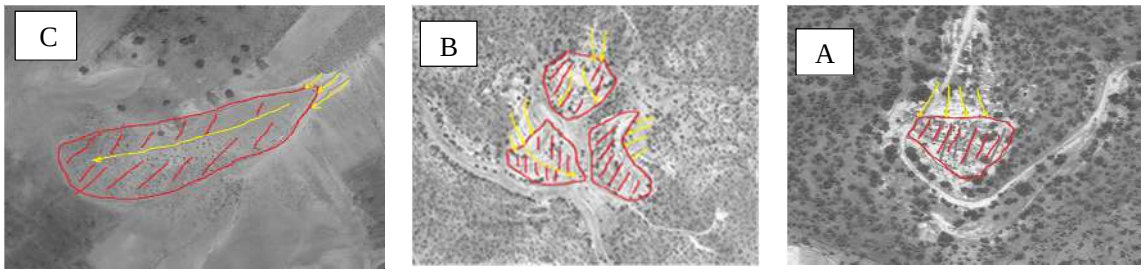
با توجه به شکل (۵) شهر ایلام تمامی مراکز زلزله‌های رخ داده در شهر ایلام خارج از شعاع مورد مطالعه بوده‌اند و تاکنون زمین‌لرزه‌ای با مرکزیت شهر و حاشیه شهر ایلام رخ نداده است. اگرچه زلزله پدیده‌ای غیرقابل پیش‌بینی است ولی براساس نتایج می‌توان به این نکته پی برد که شهر ایلام از نظر مخاطرات لرزه‌ای در منطقه ایمنی واقع شده است.



شکل ۵: گسل‌های موجود در اطراف محدوده شهر ایلام، *منبع: نگارنده، ۱۳۹۶*

زمین‌لغزش[1]: و دیگر انواع حرکات توده‌ای[2] دامنه یکی از مخاطرات محیطی عمده محسوب می‌گردند که غالباً در عرصه‌های کوهستانی کشور، سکونتگاه‌های شهری و روستایی و دیگر سازه‌های عمرانی را مورد تهدید قرار داده‌اند. ساز و کارهای وقوع لغزش‌ها و مکانیزم‌های اصلی آنها علاوه بر اثر فعالیت‌های درونی و بیرونی متأثر از فعالیت‌های انسانی نیز می‌باشد (بهنیافر و همکاران، ۱۳۸۸).

بررسی و پایش حوزه مورد بررسی برای یافتن هرگونه از اثرات زمین‌لغزش، تنها سه مورد زمین‌لغزش تاریخی در محدوده اطراف شهر ایلام دیده شد که عبارت‌اند از: ۱- کوه کله انار واقع در بخش شرقی شهر ایلام، ۲- دامنه‌های جنوبی گاوراه واقع در بخش شمالی شهر ایلام و ۳- دامنه‌های جنوب شرقی قلاقیران. به‌طورکلی با بررسی‌های انجام گرفته و تفسیر دقیق عکس‌های هوایی در محدوده شهری ایلام مشخص شد که اراضی نزدیک به حوزه شهری ایلام به‌هیچ‌وجه در معرض مخاطرات طبیعی لغزش زمین نیستند و در چند مورد اراضی لغزیده شده مقیاس جابه‌جایی توده‌ای آن به حدی نبوده که اراضی شهری را تحت تأثیر خود قرار دهد. لذا براساس نتایج و تحلیل‌های صورت گرفته می‌توان بیان داشت که شهر ایلام از نظر مخاطرات طبیعی از نوع زمین‌لغزش در منطقه ایمنی قرار گرفته است.



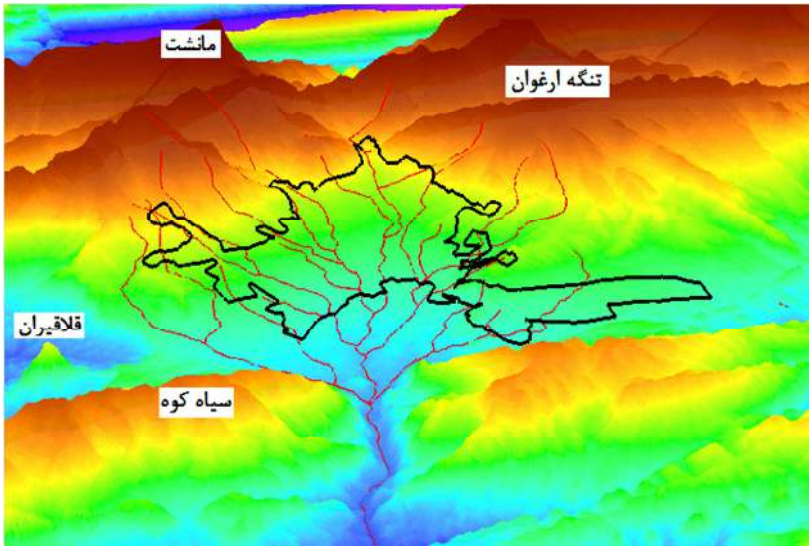
شکل ۶: A: **زمین‌لغزش کوه کله انار**، B: **زمین‌لغزش دامنه‌های جنوبی گاو راه**، C: **زمین‌لغزش دامنه‌های شرقی قلاقیران و حجم توده‌های جابه‌جا شده**، *منبع: نگارنده، ۱۳۹۶.*

سیل: سیل در واقع حرکت شدید آب در زمان کوتاه است که در مناطق خشک و نیمه خشک احتمال وقوع آن بیشتر است. سیل و سیلاب همه ساله جان و مال مردم محروم مناطق شهری و روستایی ایران را تهدید می‌کند و خسارات هنگفتی را به بار می‌آورد (روزنامه‌کیهان، ۱۳۷۹). نمونهٔ آن سیل ویرانگر منطقه «موئیل» مشکین‌شهر در استان اردبیل است که به مرگ ده‌ها نفر و خسارات هنگفتی منجر شد (روزنامه‌اطلاعات، ۱۳۸۰). و همچنین سیل استان گلستان و سیل‌های نکا، ماسوله، گناوه، خوزستان، ایلام، آذربایجان شرقی از جمله سیل‌های مخرب هستند که جمعًا میلیاردها تومان خسارت به اقتصاد کشور وارد کردند و جان چندین نفر انسان بی‌گناه را هم گرفتند.

1. Landslides

2. Mass Movement

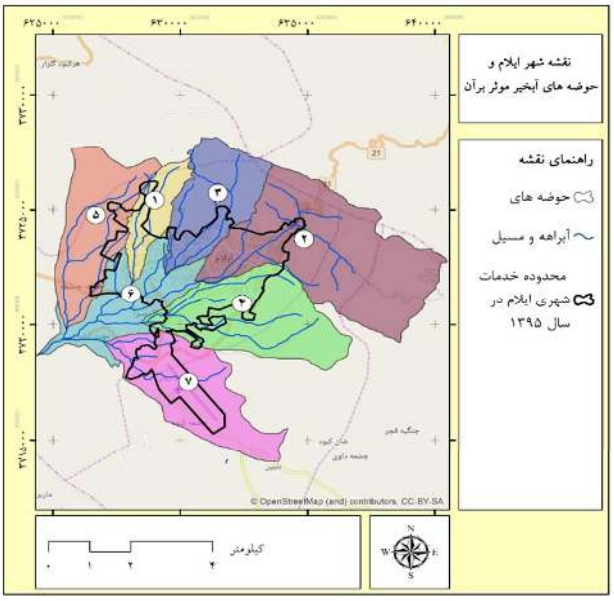
شهر ایلام به علت وضعیت توپوگرافی که دارد و همچنین به علت قرارگیری در میان رشته‌کوه‌هایی که بخش اعظمی از اطراف شهر را احاطه کرده است، در موقعیتی قرار گرفته که با افزایش بارندگی‌ها، روان‌آب‌ها و سیلاب‌های حاصله راهی جز ورود به شهر ایلام برای آن‌ها وجود ندارد. به‌علت وجود ارتفاعات زیاد در بخش‌های شرقی و شمالی شهر این منطقه در هنگام بارش‌های رگباری به عنوان یک آبگیر با شیب بالا عمل کرده و حجم زیادی از آب را به دامنه‌های پایین‌دست روانه می‌کند. چنانچه در اکتبر سال ۲۰۱۵ بارش ۴۰۱/۶ میلیمتری باران راهی جز ورود به شهر نداشت و سیل مخربی را سبب شد که خسارات زیادی را به بار آورد. در سال‌های ۲۰۱۰ تا قبل از بارش سنگین سال ۲۰۱۵ بارش‌ها در حد پایین‌تری قرار داشت، به‌طوری‌که بیشترین بارش در این سال‌ها در نوامبر ۲۰۱۳ با ۱۶۲/۱ میلیمتر ثبت شد. وضعیت فیزیوگرافی اطراف شهر ایلام به همراه شبکه زهکشی آن در شکل (۷) نشان داده شده است.



شکل ۷: وضعیت فیزیوگرافی حوزه اطراف محدوده شهری ایلام، *منبع: نگارنده، ۱۳۹۶*

پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی در محدوده مورد مطالعه با استفاده از (GIS)سیستم اطلاعات جغرافیایی

با توجه به خسارات ناشی از پدیده سیل در شهر ایلام به صورت دوره‌ای در این مطالعه شهر ایلام از نظر مخاطرات پدیده سیل مورد پهنه‌بندی قرار گرفت. نخستین گام در راستای هدف مذکور بررسی وضعیت هیدرولوژیکی منطقه بود. بدین‌منظور پس از تهیه نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و در نهایت تهیه مدل رقومی ارتفاع منطقه، اقدام به استخراج حوضه‌های آبخیز مؤثر بر پهنه شهر ایلام شد. برای این منظور با استفاده از تحلیلگر Arc Hydro در محیط نرم‌افزار ArcGIS حوضه‌های آبخیز منطقه استخراج شد. نتایج نشان داد که منطقه مورد مطالعه تحت تأثیر هفت حوضه آبخیز قرار گرفته که در شکل (۸) نشان داده شده است.



شکل ۸: نقشه پهنه شهر ایلام و حوضه‌های آبخیز، *منبع: نگارنده، ۱۳۹۶*

به‌منظور یکسان‌سازی مقیاس‌ها برای ترکیب معیارهای مختلف به فازی تبدیل شدند. به علت اینکه تعداد نقشه‌های خروجی زیاد بود لذا در این پژوهش نقشه‌های مرحله فازی ارائه شده‌اند.

معیار ارتفاع

پارامتر ارتفاع با اثر بر روی عوامل دیگر نظیر بارش، دما، پوشش اراضی و غیره به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در وقوع پدیده سیل عمل می‌کند به‌نحوی‌که برای مثال افزایش ارتفاع باعث کاهش دما و افزایش بارندگی می‌شود که این خود سبب افزایش رواناب در حوضه‌های بالادست و ایجاد سیلاب در حوضه‌های پایین‌دست می‌شود. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد تغییرات ارتفاعی در منطقه بسیار زیاد بوده به‌طوری که از کمترین ارتفاع در حوالی مهدی‌آباد شروع شده و تا حداکثر ارتفاعات قلندر ادامه دارد. این تغییرات ارتفاعی باعث ایجاد تغییرات منطقه از نظر پوشش اراضی شده و تأثیر بسیاری بر رواناب منطقه دارد. به علت اینکه اثر ارتفاع بر روی بحران سیل براساس نظر کارشناسان و مطالعات مشابه به شکل خطی است لذا برای فازی‌سازی معیار ارتفاع از تابع عضویت فازی Linear استفاده شد.

معیار شیب

ارتباط معیار شیب با پدیده سیل به این صورت است که دامنه‌های پرشیب معمولاً به دلیل فرسایش دارای بافتی نسبتاً سست هستند که این عامل باعث می‌شود در صورت عدم وجود پوشش مناسب در سطح زمین، با وقوع یک رگبار باران جریان آب بر روی سطح به راه افتند و هرچه شیب بیشتر باشد به علت نیروی ثقل زمین، خاک فرصت

کمتری برای جذب آب سطحی داشته و این باعث ایجاد رواناب و وقوع سیل می‌شود. براساس نتایج دامنه تغییرات شیب در محدوده مورد مطالعه از مناطق تقریباً مسطح تا شیب‌های بیش از ۷۰ درجه می‌باشد. براساس این نقشه بخش نسبتاً زیادی از منطقه به دلیل کوهستانی بودن عرصه دارای شیب بسیار زیادی بوده که این عامل تأثیر زیادی بر رواناب و وقوع سیل دارد. معیار شیب نیز همانند ارتفاع با استفاده از تابع عضویت فازی Linear فازی‌سازی شد.

معیار جهت جغرافیایی

این عامل بر روی پارامترهای سطحی خاک نظیر پوشش گیاهی و رطوبت تأثیر بسزایی دارد به‌طوری که برای مثال در دامنه‌های شمالی و جنوبی با در نظر گرفتن ثابت بودن مابقی پارامترهای مؤثر، وضعیت پوشش و رطوبت اختلاف فاحشی را نشان می‌دهد. در منطقه مورد بررسی دامنه‌های شمالی در معرض تشعشعات خورشیدی کمتری هستند و در واقع مدت زمان کمتری در معرض نور خورشید قرار می‌گیرند، این پدیده باعث می‌شود که خاک در دامنه‌های شمالی رطوبت بیشتری داشته باشد و این عامل باعث رشد بیشتر پوشش گیاهی در سطح زمین می‌شود. با ایجاد پوشش انبوه‌تر در سطح زمین خاک فرصت بیشتری برای جذب آب حاصل از بارش داشته و این عامل مانع ایجاد رواناب می‌شود. به علت اینکه معیار جهت برخلاف معیارهای ارتفاع و شیب دارای ماهیت گسسته است قبل از فازی سازی نیاز به اولویت‌بندی براساس هدف پژوهش دارد. برای فازی‌سازی این معیار ابتدا میزان تأثیر جهت‌های مختلف جغرافیایی بر مسئله بحران سیل بررسی شد و براساس آن طبقه‌بندی مجدد صورت گرفت و در نهایت نتایج حاصله با تابع عضویت فازی Linear فازی شد. میزان تأثیر و اهمیت هرکدام از جهت‌های مختلف جغرافیایی بر مسئله بحران سیل در جدول (۱) نشان داده شده است. رتبه‌بندی انجام شده در این جدول براساس نظر کارشناسان مرتبط با این حوزه و پژوهش‌های مختلف است. برای مثال همان‌گونه پیش‌تر نیز عنوان شد جهت شمالی به علت اینکه در معرض نور کمتری قرار می‌گیرد رطوبت بیشتر داشته و این عامل باعث رویش پوشش گیاهی بیشتر می‌شود. وجود پوشش گیاهی انبوه‌تر باعث جذب بیشتر آب شده و این عامل باعث به حداقل رسیدن رواناب می‌شود.

جدول ۱: اهمیت جهت‌های مختلف جغرافیایی در مسئله بحران سیل

جهت جغرافیایی	میزان تأثیر در بحران سیل	رتبه
شمال	کم	۴
شرق	نسبتاً کم	۳
جنوب	زیاد	۱
غرب	نسبتاً زیاد	۲

معیار فاصله از آبراهه‌ها

در مواقع بارش در صورت ادامه بارش‌ها در سطح حوضه با هدایت شدن آب به سمت رودخانه‌ها و آبراهه‌های اصلی، این رودخانه‌ها به علت عدم ظرفیت در امر هدایت آب در اصطلاح طغیان کرده و اراضی مجاور را تحت تأثیر قرار

می‌دهند. بنابراین میزان دوری یا نزدیکی به شبکه آبراهه می‌تواند عاملی مؤثر در وقوع بحران سیلاب باشد که هرچه جاده به آن‌ها نزدیک‌تر باشد احتمال قرارگیری در وضعیت بحرانی نیز بیشتر است. به علت اهمیت بسیار زیاد این معیار، شبکه آبراهه با توجه به اتصال آبراهه‌های دیگر و میزان قدرت زهکشی در حوضه در سه دسته آبراهه‌های درجه ۱، آبراهه‌های درجه ۲ و آبراهه‌های درجه ۳ تقسیم‌بندی شدند. به علت اینکه آبراهه‌های مختلف تأثیر متفاوتی بر وقوع سیلاب دارند و میزان اهمیت آن‌ها متفاوت است لذا نقشه فاصله از آبراهه‌ها برای هر آبراهه به شکل جداگانه محاسبه شد. برای نیل به این هدف از تابع Euclidean Distance موجود در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. فاصله از آبراهه‌های اصلی و فرعی نیز به‌عنوان یک عامل بسیار مؤثر در امر بحران سیل است. نکته‌ای که در این مهم وجود دارد این است که فاصله‌های نزدیک‌تر به آبراهه‌ها بسیار مؤثرتر از فاصله‌های دورتر عمل می‌کنند و این عامل باعث می‌شود فازی سازی لایه به روش Linear کارایی مناسبی نداشته باشد. بدین منظور در این بررسی برای فازی سازی معیارهای فاصله از آبراهه‌های درجه ۱، درجه ۲ و درجه ۳ از تابع عضویت فازی Small بهره‌گیری شد که مقادیر نزدیک به رودخانه دارای عدد عضویت بالاتری را به خود اختصاص می‌دهند.

معیار پوشش گیاهی

تقویت پوشش گیاهی همواره باعث حفاظت خاک و افزایش نفوذپذیری آب در خاک و در نتیجه کاهش پتانسیل سیل‌خیزی در منطقه می‌شود. در نتیجه می‌توان چنین استنباط کرد که پوشش گیاهی رابطه مستقیمی با بحران سیل دارد. بدین منظور در این مطالعه برای استخراج پوشش گیاهی شاخص NDVI محاسبه شد. به‌طورکلی به دلیل اینکه پوشش‌های گیاهی دارای ویژگی‌های طیفی منحصربه‌فرد در طیف الکترومغناطیس هستند، با استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی نظیر NDVI به شکل چشمگیری قابل بارز سازی هستند. این شاخص مقادیری بین -۱ و ۱ داشته و از رابطه (۱) به دست می‌آید:

$$\mathrm{NDVI} = \frac{\mathrm{NIR}-\mathrm{Red}}{\mathrm{NIR}+\mathrm{Red}} \qquad (۱)$$

براساس نقشه NDVI حاصله منطقه مورد مطالعه دارای تغییرات متنوعی از پوشش است به‌نحوی‌که از مناطق شهری و بایر شروع شده و تا اراضی جنگلی انبوه در شرق ادامه میابد. برای یکسان‌سازی مقیاس‌ها با تابع عضویت فازی Linear فازی سازی شد. به علت اینکه مقادیر پایین‌تر شاخص NDVI نشان دهنده پوشش گیاهی کمتر است و پوشش گیاهی کمتر نشان دهنده حساسیت بیشتر به فرسایش و ایجاد رواناب سطحی است لذا در این بررسی برای شاخص NDVI فازی سازی با تابع خطی و به شکل معکوس انجام شد.

معیار زمین‌شناسی

نقشه زمین‌شناسی بیانگر نوع سازندها و به طبع آن ماهیت خاک‌های سطحی را بیان می‌کند. داشتن آگاهی از این معیار کمک زیادی در پیش‌بینی و مدیریت سیلاب می‌کند به‌نحوی‌که سازندهای سست نسبت به فرسایش حساسیت

بالایی داشته و در هنگام سیلاب عامل اصلی ایجاد جریان گل‌ولای و رواناب هستند. معیار زمین‌شناسی نیز همانند معیار جهت جغرافیایی به علت ماهیت گسسته ابتدا رتبه‌بندی و سپس با استفاده از تابع Linear به صورت فازی درآمد. نتایج مربوط به میزان اهمیت هریک از سازندهای زمین‌شناسی در امر مدیریت بحران سیلاب در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲: اهمیت سازندهای مختلف زمین‌شناسی در مسئله بحران سیل

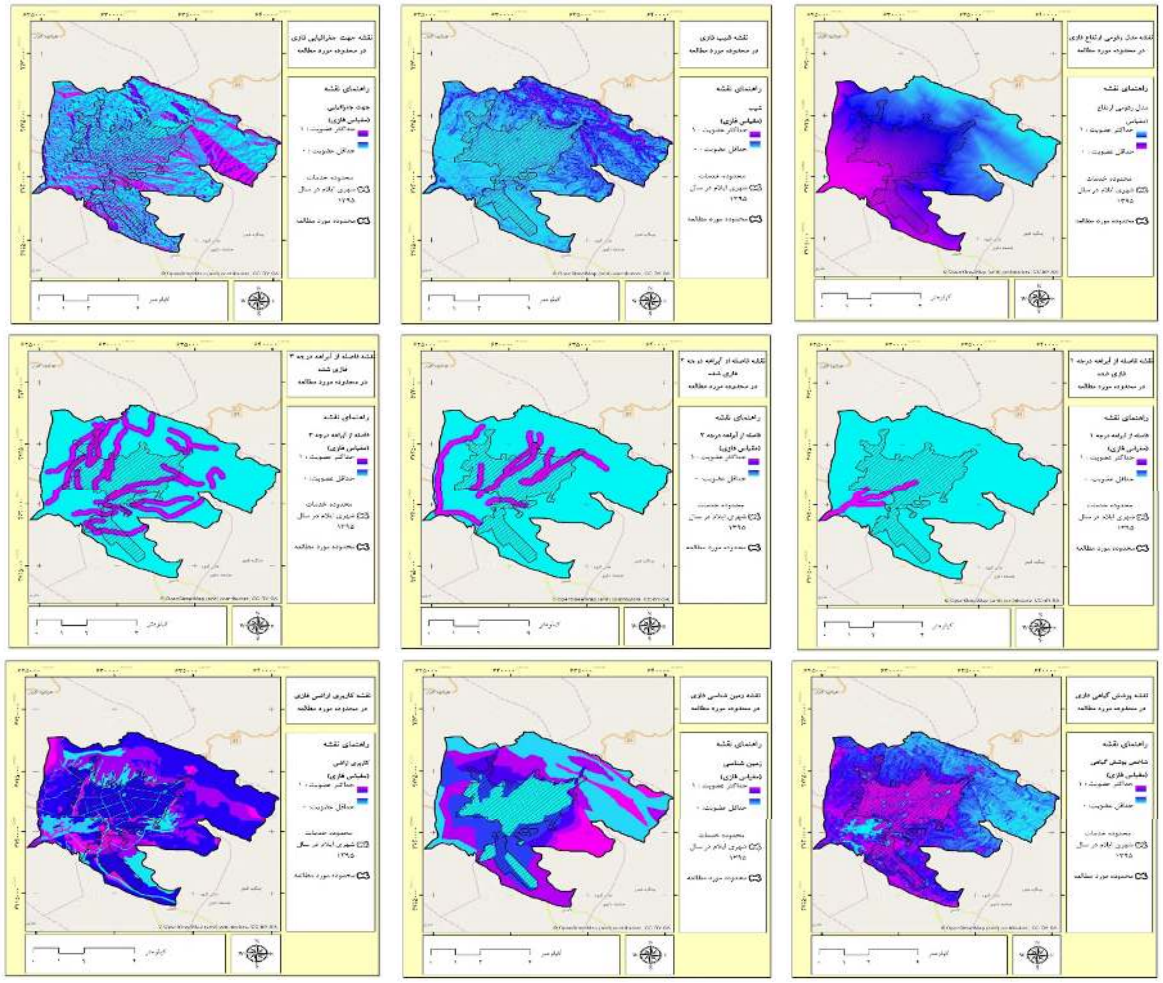
سازند زمین‌شناسی	میزان حساسیت به فرسایش در زمان سیلاب	رتبه
پادگانه‌های جوان و مخروط افکنه آبرفتی	متوسط	۴
پادگانه‌های قدیمی و مخروط افکنه آبرفتی	زیاد	۳
سازند آسماری	خیلی کم	۵
سازند پابده	زیاد	۲
سازند گچساران	خیلی زیاد	۱
مناطق شهری	خیلی کم	۶

معیار کاربری اراضی

کاربری اراضی و نوع استفاده از زمین بیانگر پوشش سطحی زمین است. به‌عنوان‌مثال اراضی با کاربری کشاورزی حساسیت بیشتری نسبت به اراضی جنگلی در مقابل فرسایش دارند. برای به دست آوردن نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده OLI حاصل از ماهواره لندست ۸ استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد، منطقه دارای تنوع کاربری بالا با ۱۲ کاربری کلی می‌باشد که هر کدام از آن‌ها به شکل خاصی بر روی بحران سیل اثر می‌گذارند. نقشه کاربری اراضی نیز مانند نقشه‌های زمین‌شناسی و جهت جغرافیایی گسسته بوده و بعد از رتبه‌بندی و تعیین میزان اهمیت آن‌ها در بحران سیل به استفاده از تابع عضویت Linear به شکل فازی تبدیل شد. نتایج مربوط به میزان اهمیت هریک از طبقات کاربری اراضی در امر مدیریت بحران سیلاب در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳: اهمیت طبقات مختلف کاربری اراضی در مسئله بحران سیل

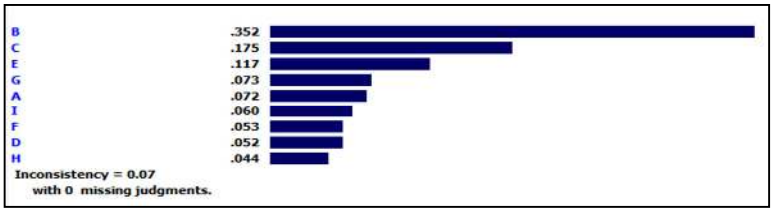
کاربری	میزان حساسیت به فرسایش در زمان سیلاب	رتبه
اراضی بایر	خیلی زیاد	۱
اراضی کشاورزی	زیاد	۳
باغ	خیلی کم	۴
بیرون‌زدگی سنگی	خیلی کم	۲
جنگل تنک و درخت‌زار	متوسط	۳
جنگل نیمه انبوه	متوسط	۳
جنگل‌کاری	متوسط	۵
فضای سبز شهری	خیلی کم	۵
کشاورزی زیر آشکوب	کم	۴
نواحی شهری و ساخت‌وساز	متوسط	۳



شکل ۹: نقشه مدل رقومی معیارهای فازی شده در منطقه مورد مطالعه

منبع: نگارنده، ۱۳۹۶

به علت تأثیر متفاوت معیارها در امر پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی لازم است که ابتدا میزان تأثیر هر کدام از معیارها محاسبه شود. پس از جمع‌آوری پاسخ‌ها مقادیر نهایی وارد نرم‌افزار شد و وزن‌های نهایی هر یک از لایه‌ها محاسبه شد که نتایج آن در شکل (۱۰) و جدول ۴ و ۵ نشان داده شده است. در شکل (۱۰) هر یک از حروف عنوان شده به ترتیب معرف معیارهای زیر می‌باشند.



شکل۱۰: نتایج تحلیل سلسله مراتبی، *منبع: نگارنده، ۱۳۹۶*

جدول ۴: وزن‌های نهایی محاسبه شده برای هریک از معیارها

ارتفاع	شیب	جهت	فاصله از آبراهه درجه ۱	فاصله از آبراهه درجه ۲	فاصله از آبراهه درجه ۳	پوشش گیاهی	زمین شناسی	کاربری اراضی
A	B	C	D	E	F	G	H	I
۰/۰۷۲	۰/۳۵۲	۰/۱۷۵	۰/۰۵۲	۰/۱۱۷	۰/۰۵۳	۰/۰۷۳	۰/۰۴۴	۰/۰۶۰

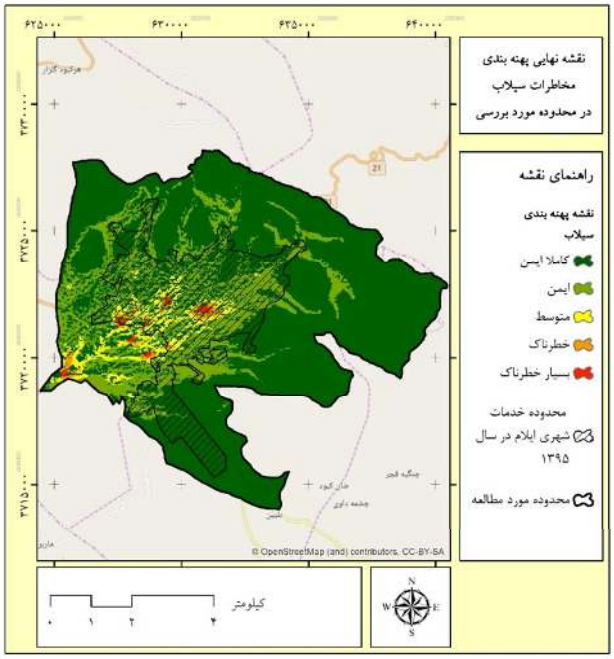
جدول ۵: اولویت‌بندی هر یک از معیارها بر اساس مدل تاپسیس

شاخص	C_I	رتبه	سطح
ارتفاع	۰/۱۶۲	۴	ضعیف
فاصله از آبراهه درجه ۳	۰/۱۴۹	۵	ضعیف
کاربری اراضی	۰/۰۴۸	۷	ضعیف
فاصله از آبراهه درجه ۱	۰/۱۳۶	۶	ضعیف
فاصله از آبراهه درجه ۲	۰/۱۹۸	۳	متوسط
پوشش گیاهی	۰/۱۹۸	۳	متوسط
زمین‌شناسی	۰/۰۴۸	۷	ضعیف
شیب	۰/۵۱۴	۱	بسیار خوب
جهت	۰/۳۰۲	۲	بسیار خوب

براساس نتایج ارائه شده از جدول ۴ می‌توان به این مهم دست‌یافت که معیار شیب با وزن ۰/۳۵۲ بیش‌ترین و معیار زمین‌شناسی نیز با وزن ۰/۰۴۴ کمترین وزن و اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین براساس مدل تاپسیس و جدول شماره ۵ می‌توان اشاره کرد که معیار شیب با میزان اهمیت ۰/۵۱۴ اولویت اول و کاربری اراضی و زمین-شناسی با درجه اهمیت ۰/۰۴۸ آخرین اولویت‌ها را به خود اختصاص دادند. لذا می‌توان گفت که تأثیرگذارترین متغیر از میان معیارهای مورد بررسی به‌منظور پهنه‌بندی مخاطرات سیلاب، معیار شیب می‌باشد.

پس از روی‌هم‌گذاری لایه‌ها با عملگر گامای فازی نقشه فازی بحران سیلاب حاصل شد. به‌منظور نشان دادن پهنه‌های خطرناک و ایمن بر روی نقشه، نقشه حاصله از روی‌هم گذاری لایه‌ها با توجه به حد آستانه مناسب مورد

طبقه‌بندی مجدد قرار گرفت و با انطباق محدوده شهری ایلام بر روی آن مناطقی که تحت خطر سیلاب قرار دارند شناسایی شد. پهنه‌بندی مخاطرات سیلاب در شکل (۱۱) نشان داده شده است.



شکل۱۱: نقشه پهنه بندی مخاطرات سیلاب در شهر ایلام، *منبع: نگارنده، ۱۳۹۶.*

جدول ۶: طبقات خطر سیلاب شهر ایلام براساس مساحت و درصد مساحت

طبقات خطر سیلاب	مساحت به هکتار	درصد مساحت
کاملا ایمن	۳۲۲/۵۸	۷۵/۰۵
ایمن	۸۴/۷۱	۱۹/۷۱
متوسط	۱۵/۰۰	۳/۴۹
خطرناک	۵/۳۳	۱/۲۴
بسیار خطرناک	۲/۱۸	۰/۵۱

براساس نقشه نهایی پهنه‌بندی مخاطرات سیلاب در حوضه شهر ایلام مشاهده می‌شود که شهر ایلام دقیقاً در مسیر سیلاب قرار گرفته و مناطق با پتانسیل بالا (نقاط قرمزرنگ) دقیقاً در محدوده بافت شهری ایلام جای گرفته‌اند. چنانچه جدول (۶) نشان می‌دهد مساحت نقاط خطرناک و بسیار خطرناک شهر به ترتیب ۵/۳۳ و ۲/۱۸ هکتار هستند که دارای ریسک خطر سیلاب بالایی هستند و می‌بایست این نقاط را با تغییر کاربری به پوشش گیاهی و فضای سبز ایمن نمود و سایر کاربری‌های این نقاط را به مناطق امن انتقال داد.

نتیجه گیری

هدف از انجام این پژوهش بررسی مخاطرات محیطی اثرگذار بر توسعه کالبدی شهر ایلام بود که با استفاده از روش توصیفی و تحلیلی و مطالعات میدانی صورت گرفته است. برای این منظور لازم بود ابتدا نحوه توسعه کالبدی شهر ایلام در دهه‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد، سپس بستر محیطی شهر مورد ارزیابی قرار گیرد و در نهایت پهنه-های مخاطره‌آمیز در شهر شناسایی شود. براساس نتایج به‌دست آمده می‌توان به این نکته مهم پی برد که شهر ایلام در طول دهه‌ها اخیر از نظر توسعه فیزیکی روند پرفراز و نشیبی را سپری کره است به‌طوری که محدوده شهری آن در دهه ۳۰ با مساحتی حدود ۱۰۲ هکتار به مساحتی بالغ بر ۲۴۶۰ هکتار در سال ۱۳۹۲ رسیده است که این روند در طول زمان با سرعت ثابتی انجام نگرفته است. این نتیجه با پژوهش‌های باگان و یاماگاتا (۲۰۱۲)، جیانگ و همکاران (۲۰۱۳) و سرور و ملکان (۱۳۹۳) به لحاظ اهمیت جهت توسعه فیزیکی شهر و جلوگیری از خسارات احتمالی هم‌راستا می‌باشند.

طبق مطالعات انجام گرفته مهم‌ترین مخاطرات محیطی که شهر ایلام را تهدید می‌کند زمین‌لرزه، زمین‌لغزش و سیلاب بود. اما با توجه به مطالعات دقیق‌تر و استفاده از نقشه‌ها و لایه‌های رقومی مشخص شد که شهر ایلام در مقایسه با مخاطرات زمین‌لرزه و زمین‌لغزش در معرض خطر سیلاب قرار دارد که در سال‌های اخیر بیشتر محسوس بوده و خساراتی را به بار آورده است و خطرات ناشی از زمین‌لرزه و زمین‌لغزش چندان محسوس نبوده است. با بررسی وضعیت فیزیوگرافی محدوده با افزایش بارندگی‌ها، روان‌آب‌ها و سیلاب‌های حاصله راهی جز ورود به شهر ایلام برای آن‌ها وجود ندارد. لذا باید برنامه جامعی به‌منظور مدیریت این بحران در سطح شهر ایلام صورت پذیرد. این نتیجه با پژوهش‌های اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۲)، امینی و همکاران (۱۳۹۳) و سرور و ملکان (۱۳۹۳) به لحاظ تعیین نوع مخاطرات تهدیدکننده برای هر یک از محدوده‌های موردمطالعه خود هم‌راستا می‌باشد.

براساس نقشه نهایی پهنه‌بندی مخاطرات سیلاب در حوضه شهر ایلام مشاهده شد که شهر ایلام دقیقاً در مسیر سیلاب قرار گرفته و مناطق با پتانسیل بالا دقیقاً در محدوده بافت شهری ایلام جای گرفته‌اند. چنانچه در سال ۱۳۹۴ و وقوع سیلاب شدید در شهر ایلام مناطق مشخص شده بیشترین خسارات را متحمل شدند. نتایج پژوهش قرخلو و همکاران (۱۳۹۰)، علی‌الحسابی و مولائی (۱۳۹۱) و احمدی و همکاران (۱۳۹۲) به لحاظ تعیین پهنه‌های مخاطره-آمیز محدوده موردمطالعه با این پژوهش هم راستا هستند. با بررسی اراضی اطراف محدوده شهری ایلام مشاهده می‌شود که مسیر توسعه‌ای که شهر ایلام در دهه‌های اخیر طی کرده است بدون در نظر گرفتن این پدیده بسیار مهم بوده است و توسعه کالبدی شهر در جهت مناطق با ریسک بالای سیلاب صورت پذیرفته است.

ایمن‌ترین مناطق برای توسعه شهر ایلام مناطق جنوبی شهر (به سمت روستای چشمه‌کبود) هستند که علاوه بر داشتن وضعیت فیزیوگرافی مطلوب، از نظر ایمنی ریسک سیلاب نیز در محدوده مناسبی قرارگرفته‌اند. قرخلو و همکاران (۱۳۹۰)، امانپور و همکاران (۱۳۹۲)، اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۲) و سرور و ملکان (۱۳۹۳) به لحاظ تعیین پهنه‌های ایمن محدوده موردمطالعه با این پژوهش هم راستا هستند.

در آخر می‌توان گفت که روش مورد استفاده در پژوهش حاضر و استفاده از منطق فازی به جای روش‌های سنتی پهنه‌بندی دارای پتانسیل بالایی به‌منظور پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی می‌باشد و این روش می‌تواند از بروز مشکلات و بحران‌های ناگهانی و خطرناک تا حدودی جلوگیری کند یا حداقل میزان شدت مشکلات و تخریب را کاهش دهد. سرور و ملکان (۱۳۹۳)، طیبی و همکاران (۲۰۱۱) به لحاظ پیشنهاد استفاده از روش‌های جدید پهنه‌بندی و تعیین مخاطرات با این پژوهش هم راستا هستند.

پیشنهاد می‌شود در زمینه کاهش خسارات ناشی از مخاره سیل و جلوگیری از حوادث ناگوار در آینده اقدامات زیر صورت گیرد:

- هدایت مسیل‌های آب قبل از ورود به شهر در ابتدای دامنه کوه‌ها و ارتفاعات
- افزایش پوشش گیاهی در اطراف شهر و در امتداد کمربندی شهر
- توسعه فیزیکی و کالبدی شهر به سمت پهنه‌های ایمن‌تر طبق نقشه‌های به دست آمده و جلوگیری از ساخت و سازهای غیرمتعارف و غیراصولی در نقاط آسیب‌پذیر شهر
- ایمن‌سازی مسیل‌ها و آبراهه‌های داخل شهر
- توسعه درونزای شهر در مناطق ایمن شهر و جایگزینی پوشش گیاهی و فضای سبز در مناطقی که به عنوان نقاط خطرزا شناسایی شده است.
- توسعه کالبدی – فضایی شهر از لحاظ خدمات شهرداری به طرف نقاط ایمن (به سمت روستای چشمه‌کبود)

منابع

احمدی، طیبه؛ زنگنه اسدی، محمدعلی؛ رامشت، محمدحسین؛ مقصودی، اکبر، (۱۳۹۲). محدودیت‌ها و قابلیت‌های فرآیندهای ژئومورفیک در توسعه و برنامه‌ریزی شهر خرم‌آباد، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال سوم، شماره ۱۱، صص ۳۴-۱۹.

اسفندیاری درآباد، فریبا؛ جدی، صغری؛ ریحان، محبوب؛ (۱۳۹۲). بررسی تنگناهای طبیعی و انسانی برای توسعهٔ فیزیکی- کالبدی شهرها درشهرستان گرمی با استفاده از GIS، جغرافیا و آمایش شهری-منطقه‌ای، شماره ۶، صص ۹۶-۸۵.

امانپور، سعید؛ علیزاده، هادی؛ قراری، حسن؛ (۱۳۹۲)، تحلیلی بر مکانیابی جهات بهینه توسعه فیزیکی شهر اردبیل با استفاده از مدل AHP، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال سوم، شماره ۱۰، صص ۹۶-۸۳.

امینی‌ورکی، سعید؛ مدیری، مهدی؛ شمسایی زفرقندی، فتح‌الله؛ قنبری‌نسب، علی؛ (۱۳۹۳). شناسایی دیدگاه های حا کم بر آسیب پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو، دو فصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت بحران، ویژه‌نامه هفته پدافند غیرعامل، صص ۱۸-۵.

اوزی، رمضان. (۱۳۹۰). جغرافیای مخاطرات (مخاطرات انسانی و طبیعی). ترجمه: محمد ظاهری. تبریز: دانشگاه تبریز. ۴۵۴ ص.

بهنیافر، ابوالفضل؛ قنبرزاده، هادی؛ منصوری دانشپور، محمدرضا. (۱۳۸۸). پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش و ناپایداری دامنه‌ای به روش‌های AHP و احتمال «مطالعه موردی: حوضه آبریز رودخانه کنگ، دامنه‌های شمالی بینالود». مجله علمی – پژوهشی فضای جغرافیایی، سال نهم، شماره ۲۷، صص ۷۸-۵۵.

زمردیان، محمدجعفر. (۱۳۷۸). کاربرد جغرافیای شهری در برنامه‌ریزی شهری و روستایی. تهران: انتشارات سازمان سمت. چاپ سوم. ۲۷۶ ص.

سپهر، عادل، کاویان‌آهنگر، راحیل. (۱۳۹۳). طبقه‌بندی تحمل‌پذیری مناطق شهری کلان‌شهر مشهد به مخاطرات محیطی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی تناوبی سیموس (SIMUS). جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۹، صص ۱۴۱-۱۲۵.

سرور، هوشنگ؛ خیری‌زاده آروق، منصور؛ لاله‌پور، منیژه. (۱۳۹۳). نقش عوامل محیطی در امکان‌سنجی توسعه فیزیکی بهینه شهر ملکان، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال پنجم، شماره ۱۸، صص ۱۱۴-۹۵.

طالب‌زاده، میرحیدر. (۱۳۸۸). توسعه فیزیکی ناپایدارشهرها و آسیب‌پذیری آنها در برابر سوانح طبیعی نمونه موردی: شهر ماکو در آذربایجان غربی. مجله مسکن و محیط روستا، صص ۱۱۱-۹۸.

علی‌الحسابی، مهران؛ مولائی، اصغر. (۱۳۹۱). ارتقاء پایداری شهرهای بزرگ در برابر مخاطرات محیطی با رویکرد توسعه زیرسطحی (نمونه موردی شهر تهران). فصلنامه آمایش محیط، شماره ۲۲، صص ۶۱-۳۹.

فردوسی، بهرام. (۱۳۸۴). امکان‌سنجی و کاربرد سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری در توسعه فیزیکی شهر، نمونه موردی شهر سنندج، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

قدیری، محمود؛ رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا. (۱۳۹۲). رابطه ساخت اجتماعی شهرها و میزان آسیب‌پذیری در برابر خطر زلزله، مطالعه موردی: محلات کلانشهر تهران. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دوره ۲۴، شماره ۲، صص ۱۷۴-۱۵۳.

قرخلو، مهدی؛ داوودی، محمود؛ زندی، سیدمجدالدین؛ جرجانی، حسن‌علی. (۱۳۹۰). مکان‌یابی مناطق بهینه توسعه فیزیکی شهر بابلسر بر مبنای شاخص‌های طبیعی، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۳، صص ۱۲۲-۹۹.

روزنامه اطلاعات، (۱۳۸۰)، چرا در خشکسالی، خطر سیل تشدید می‌شود؟ ۸ مرداد ماه.

روزنامه کیهان، (۱۳۷۹)، جلوی حوادث طبیعی را نمی‌توان گرفت اما آثار ویرانگر آن را می‌توان کاهش داد، ۲۶ مهرماه.

Bagan H and Yamagata Y., 2012, Landsatanalysis of urban growth: How Tokyobecame the world's largest megacity duringthe last 40 years. Remote Sensing of Environment 127. pp: 210–222.

Champman, C.B.& Ward, S. 1997, Project Risk Management: Process, Techniques, and insights, John Wiley and Sons, Chichester.

Cutter, S.L, Mitchell, J.T., and Scott, M.S., 2000, Revealing the Vulnerability of People and Places: A case study of Georgetown County, South Carolina, annals of association of American geogromreh's.90, mm713-737.

ECHO, 1999, The Geography of Disasters,Geography in Humanitarian Assistance. EuropeanCommunity Humanitarian Office, available on:http://membres.lycos.fr/dloquercio /knowhow/

Ford., 2002, Vulnerability: Concepts and Issues; A literature review of the concept of vulnerability, its definition, and application in studies dealing with human-environment interactions, part of PhD Scholarly Field Paper For course Geog*6100, University of Guelph.

Jessamy, V.R., 2000, Program of Vulnerability of OECS, a historical analysis of root causes, The society for Caribbean studies annual conference paper, edited by Sandra courtman, v0l.3, ISSN 1471-2024, http://www.scsonline. Freeserve.co.uk/o1vo3.html.

Jiang, L., Deng, X., Seto, K.C., 2013, The impact of urban expansion onagricultural land use intensity in China.Land Use Policy 35, pp: 33–39.

Tayyebi, A., Pijanowski, B.C., Tayyebi, A.H.2011, An urban growth boundary model using neural networks, GIS and radial parameterization: An application toTehran, Iran. Landscape and Urban Planning, 100. pp: 35–44.

Trondheim, R.J, 2000, Reducing Disaster Vulnerability Through Local Knowledge and Capacity: The Case Earthquake prone Rural Communities in India and Nepal, Dr. ing Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Architecture and Fine Art Department of Town and Regional Planning.42, pp 92–111

Smith K., 2000, Environmental hazards: Assessing risk and reducing disaster, 3rd Ed, Routledge, New York.

Smith, K. 1992, Environmental Hazards: AssessingRisk and Reducing Disaster. Routledge, London.

Stonich, S., 2000, The Human Dimensions of Climate Change, The Political Ecology of Vulnerability, available on: http://www.isodarco.it/ courses/candriao1/paper candria01 stonich.html.

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۱۵
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۳۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۱۸
صفحات: ۶۲ - ۴۱

ارزیابی ریسک و درجه‌بندی پایداری محیط‌زیستی تالاب‌های بین‌المللی سواحل جنوبی ایران

سمیرا جعفری آذر[۱]، غلامرضا سبزقبایی[۲*]، مرتضی توکلی[۳]، سولماز دشتی[۴]

چکیده

تالاب‌ها اکوسیستم‌های حساس و بسیار ارزشمندی هستند اما امروزه امنیت و پایداری آن‌ها از طریق عوامل مختلف طبیعی و انسانی به شدت تحت تاثیر قرار گرفته است. بنابراین، استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک محیط‌زیستی یکی از ابزارهای مهم در پژوهش‌های مدیریت محیط‌زیست، شناسایی و کاهش عوامل بالقوه آسیب‌رسان محیط‌زیستی برای دست‌یابی به توسعه پایدار است. این پژوهش به‌منظور شناسایی، ارزیابی ریسک‌های تهدیدکننده و درجه‌بندی پایداری محیط‌زیستی تالاب‌های بین‌المللی سواحل جنوبی ایران واقع در استان‌های خوزستان و هرمزگان به انجام رسید. بر این اساس برای شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها از روش شناسی دلفی، به منظور اولویت‌بندی و محاسبه وزن شاخص‌ها از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و برای رتبه‌بندی تالاب‌های مورد مطالعه بر اساس پایداری محیط‌زیستی آن‌ها از تکنیک ELECTRE استفاده شد. بر اساس یافته‌های حاصل از بررسی‌ها در مجموع، ۲۷ عامل فشار و تهدید شاخص برای تالاب‌های شادگان، خورالامیه و خورموسی، خورخوران، رودهای شور، شیرین و میناب، رودهای گز و حرا و تالاب جزیره شیدور شناسایی شد که رتبه‌های اول تا پنجم مربوط به تخلیه و دفع زباله در محدوده تالاب، تغییرات اقلیم و خشکسالی‌های مداوم، آلودگی نفتی، احداث سد، بهره‌برداری بی‌رویه از پوشش گیاهی می‌باشد. در نهایت تحلیل و مقایسه برای رتبه‌بندی تالاب‌های مورد مطالعه بر اساس روش ELECTRE نشان داد که به نسبت تالاب‌های مورد مطالعه، تالاب شادگان، خورالامیه و خورموسی دارای بیشترین تهدید و فشار بوده و تالاب بین‌المللی جزیره شیدور از وضعیت محیط‌زیستی مطلوب‌تری برخوردار می‌باشد.

واژگان کلیدی: تالاب بین‌المللی، سواحل جنوب ایران، ارزیابی ریسک محیط‌زیستی، ELECTRE

[۱]- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان samirajafari1392@gmail.com
[۲]- استادیار گروه محیط زیست دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان(نویسنده مسئول) sabzghabaei@bkatu.ac.ir
[۳]- دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس، تهران tavakoly52@gmail.com
[۴]- استادیار گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir

مقدمه

تالاب‌ها از حاصل‌خیزترین و پر مولدترین اکوسیستم‌ها در روی زمین هستند (Ghermandi et al., 2008) و مراکزی ارزشمند برای تنوع زیستی و معیشت انسان به شمار می‌روند که خدمات بسیاری را به جوامع انسانی ارائه می‌دهند (Ten Brink et al., 2012). همچنین کالاها و خدمات آن‌ها به خارج از سیستم تالابی نیز خدمات‌رسانی می‌کند. تالاب‌های ساحلی چهار درصد از کل مساحت زمین و ۱۱ درصد از اقیانوس‌های جهان را تشکیل می‌دهند. بیش از یک سوم جمعیت جهان در این مناطق زندگی می‌کنند و ۹۰ درصد محصولات شیلاتی از این مناطق تأمین می‌شود (Barbier, 2013) و از مهم‌ترین اکوسیستم‌هایی هستند که دارای ارزش‌های زیباشناختی، تفرجی، اقتصادی، اجتماعی و بسیاری از ارزش‌های دیگر هستند که دخالت عوامل طبیعی و غیرطبیعی می‌تواند این انسجام و پایداری را برهم زند (Elmberg et al., 1994؛ Zedler and Kercher, 2005؛ Kim et al., 2011). به‌طورکلی امروزه این سیستم‌های با ارزش تحت فشار فوق‌العاده‌ای به دلیل فشارهای انسانی، افزایش شهرنشینی، صنعتی شدن و تشدید کشاورزی و گردشگری نابخردانه و بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی می‌باشند که سبب کاهش در عملکرد هیدرولوژیکی، اقتصادی و زیست‌محیطی آن‌ها شده است (Bassi et al., 2014) که این روند تخریب تالاب در بسیاری از کشورها چه توسعه یافته و چه در حال توسعه پدیدار گشته است. بطوری که امروزه حدود نیمی از تالاب‌های جهانی از بین رفته است و تالاب‌های آب شیرین اغلب به شدت مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند (Molur et al., 2011). مروری بر وضعیت موجود تالاب‌های ایران نشان می‌دهد که در دهه‌های اخیر بسیاری از تالاب‌ها دچار تغییرات نامطلوب محیط‌زیستی شده و موجودیت و پایداری آن‌ها در خطر نابوی قرار گرفته است. آنالیز مقایسه‌ای فشارها و تهدیدات تالاب‌های گرمسیری استان خوزستان با استفاده از روش‌شناسی ارزیابی سریع و اولویت‌بندی ابزار مدیریت منطقه حفاظت‌شده (RAPPAM[1]) (Sabzghabaei et al., 2015) و بررسی تطبیقی- مقایسه‌ای تالاب‌های استان هرمزگان با تلفیق روش‌های سیستم رده‌بندی تالاب‌های مدیترانه‌ای (Medwet[2]) و مناطق مهم پرندگان (IBA[3]) (اسفنده و دانه‌کار، ۱۳۹۳) مؤید این امر می‌باشد. بطور کلی امروزه اساسی‌ترین چالش پیش روی مدیریت اکوسیستم‌های تالابی عدم دانش کافی در خصوص ارتباط بین تغییرات ایجاد شده در ساختار اکوسیستم و عملکرد این اکوسیستم‌ها در ارائه خدمات می‌باشد. بر این اساس، پایش روند تغییرات تالاب‌ها و اراضی پیرامونی آن‌ها به کمک ابزار و روش‌های دقیق می‌تواند در مدیریت این اکوسیستم‌های ارزشمند راهگشا باشد (Ozesmi and Bauer, 2002). طیف گسترده‌ای از انواع و روش‌های مختلف ارزیابی تالاب‌ها وجود دارد که ارزیابی ریسک زیست‌محیطی یکی از آن‌هاست. به عبارتی ارزیابی ریسک زیست‌محیطی (ERA)[4] به عنوان یک جزء مهم و از روش‌های فنی مناسب، در ارزیابی اثرات زیست-محیطی(EIA)[5] می‌باشد. در نتیجه به منظور بررسی، پیشگیری و کاهش اثرات بسیار نامطلوب زیست‌محیطی می‌تواند

1. Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management (RAPPAM)
2. Mediterranean Wetlands Initiative Medina(Med wet)
3. Important Bird Area(IBA)
4. Environmental Risk Assessment(ERA)
5. Environmental Impact Assessment(EIA)

تواند مورد استفاده قرار گیرد (Kankan and Luoping, 2014). به عبارتی بررسی ریسک زیست‌محیطی ابزاری مناسب برای ارزیابی و کسب اطمینان از درک روابط بین عوامل استرس‌زا و اثرات زیست‌محیطی به ویژه در اکوسیستم تالابی است (Paustenbach, 2002). عوامل استرس‌زا می‌تواند بیولوژیکی، فیزیکی و یا دارای ماهیت شیمیایی باشد. ارزیابی ریسک بر روی عوامل استرس‌زایی که به سبب فعالیت‌های انسانی بروز و تحت تأثیر آن می‌باشد، تمرکز دارد. با این حال پدیده‌های طبیعی نیز می‌تواند سبب القا استرس‌هایی باشد که منجر به عوارض جانبی زیست‌محیطی شوند و باید در فرایند ارزیابی ریسک گنجانده شوند (Damian and Waverly, 2012). برای ارزیابی یک سایت خاص شناخت ویژگی‌های جامعه بیولوژیکی (ساختار، عملکرد، حساسیت، آسیب‌پذیری و ارزش‌های طبیعی و غیره) که در معرض خطر می‌باشند ضروری است (De Lange et al., 2010). امروزه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره جهت ارزیابی ریسک در بسیاری از مطالعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)[1] یکی از گسترده‌ترین روش‌ها در زمینه‌های مختلف از جمله انرژی و محیط‌زیست، توریسم کسب و کار، اقتصاد، تولید و ... به‌کار می‌روند (Zavadskas et al., 2015؛ Rajesh and Ravi, 2015؛ Monghasemi et al., 2015؛ Ilangkumaran, 2015؛ Akincilar and Dagdeviren, 2014). این تکنیک و رویکرد آن کیفیت تصمیم‌گیری را با ایجاد توسعه کارآمد، منطقی و صریح بهبود می‌بخشد (Mardani et al., 2015). بررسی سابقه استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در ارزیابی ریسک نشان می‌دهد که این روش‌ها به تنهایی یا با روش‌های دیگر برای ارزیابی ریسک در موارد مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در بررسی ریسک زیست‌محیطی نصب و استقرار مخازن نفتی در اسکله صادراتی بندر ماهشهر در مجاورت خورموسی (منوری و رحیمی، ۱۳۸۹)، ارزیابی ریسک محیط‌زیستی تالاب شیرین‌سو در استان همدان با استفاده از روش‌های TOPSIS[2] و EFMEA[3] (مکوندی و همکاران، ۱۳۹۱)، ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی تالاب بین‌المللی شادگان براساس شاخص‌های عملکرد اکولوژیکی با هدف شناسایی مهم‌ترین عوامل تنش‌زای تهدیدکننده تالاب شادگان برای ارائه راهکارهای کنترل و کاهش آن‌ها، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP)[4] (رحیمی‌بلوچی و ملک‌محمدی، ۱۳۹۲)، اولویت‌بندی ریسک‌های محیط‌زیستی فاز ساختمانی سد رودبار لرستان به روش SAW و ELECTRE (انوشه و همکاران، ۱۳۹۰)، ارزیابی و تحلیل ریسک‌های زیست‌محیطی تالاب بین‌المللی خورخوران با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (جعفری‌آذر و همکاران، ۱۳۹۶)، بررسی ارزیابی ریسک اکولوژیکی تالاب‌های Lower Burdekin با هدف توسعه چارچوبی پایدار برای پروژه‌های آتی آبیاری شمال استرالیا به منظور ارائه فرایندی برای ایجاد رویکرد پایدار اکولوژیکی، علمی و شفاف برای مدیریت ریسک‌های محیط‌زیستی برای صنایع آبیاری استرالیا (kellet et al., 2005)، بررسی روش‌های ارزیابی مناطق

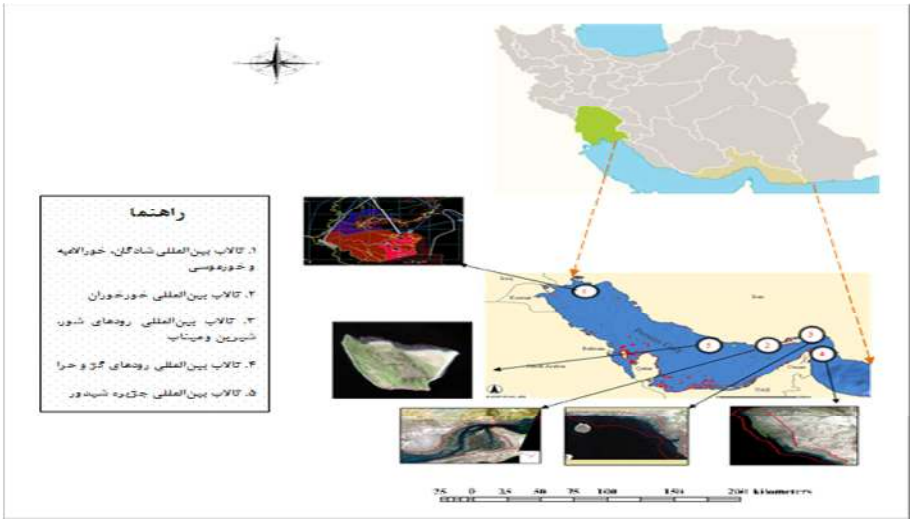
1. Multiple Criteria Decision Making
2. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) (روشهای ترجیح براساس مشابهت به راه حل ایده‌آل)
3. Environmental Failure Mode and Effect Analyses (EFMEA) (تجزیه و تحلیل حالات خطا و آثار آن)
4. Analytic Hierarchy Process (AHP)

حفاظت شده اروپا جهت مدیریت بهینه توسط دانشگاه کوئینزلند استرالیا، صندوق جهانی طبیعت (WWF[1])، مرکز نظارت بر حفظ محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP- WCMC[2])، فدراسیون طبیعت و پارک‌های ملی اروپا (Europarc Federation) (Hockingset et al., 2010)، ارزیابی و تحلیل ریسک زیست‌محیطی سد کارون ۳، در استان خوزستان با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (Rezaian and Jozi, 2011)، شناسایی کلیه تهدیدات وارده بر مناطق حفاظت‌شده که به نوعی برکارکردها و خدمات ارائه شده توسط آنها تأثیر می‌گذارد با استفده از یک مدل فازی (Prato, 2012) و شناسایی ریسک‌های پروژه‌های برق آبی با روش AHP و توسعه آن با روش TOPSIS در یک محیط فازی (Zhang et al., 2013)؛ از جمله مطالعات داخلی و خارجی در این خصوص می-باشند. این پژوهش با هدف شناسایی و بررسی مهم‌ترین عوامل ریسک و فشار تالاب‌های بین‌المللی سواحل جنوب ایران واقع در استان‌های خوزستان و هرمزگان، با رویکرد نوینی در چارچوب دیدگاه اکوسیستمی به منظور درجه‌بندی پایداری زیست‌محیطی تالاب‌های مورد مطالعه جهت تعیین اولویت مدیریتی برای حصول به توسعه پایدار صورت پذیرفت.

داده‌ها و روش‌ها

استان هرمزگان با مساحتی در حدود ۷۱۱۹۳ کیلومتر مربع در جنوب کشور در شمال خلیج فارس و دریایی عمان واقع شده است. در استان هرمزگان شش منطقه تحت مدیریت با عنوان تالاب وجود دارد که مجموع آنها وسعتی حدود ۱۹۵۴۶۶ هکتار را در بر می‌گیرد. از این تعداد پنج منطقه در قالب چهار تالاب بین‌المللی با وسعت ۱۶۰۸۷۰ هکتار در کنوانسیون رامسر به ثبت رسیده است. که معادل ۱۰/۷ درصد تالاب‌های بین‌المللی کشور می‌باشد. وجود ۲۰ هزار هکتار از جنگل‌های مانگرو که زیستگاه انواع پرندگان آبزی و کنار آبزی، انواعی از سخت پوستان، ماهیان، نرمتنان صدف دار می‌باشد و ارزش‌های زیباشناختی این تالاب‌ها و تأمین بسیاری از نیازهای اقتصادی جوامع محلی ساکن اطراف این تالاب‌ها نشان دهنده اهمیت تالاب‌های استان هرمزگان می‌باشد (اسفنده و دانه‌کار، ۱۳۹۳). همچنین، استان خوزستان با مساحتی حدود ۶۳۶۳۳/۶ کیلومتر مربع در جنوب‌غربی ایران قرار دارد. ۲۶/۹ درصد از مساحت کل تالاب‌های بین‌المللی ایران در این استان وجود دارد که تمامی آن مربوط به تالاب بین‌المللی شادگان، خورالامیه و خورموسی است (دیناروند و اسدی، ۱۳۹۰). موقعیت تالاب‌های مورد مطالعه در شکل (۱) و وسعت محدوده مطالعاتی در جدول (۱) ارائه شده است (Ramsar Convention Official Website, 2017).

1. World Wide life Fund (WWF)
2.United Nations Environment Programe World Conservation Monitoring Center



شکل ۱: موقعیت محدوده مطالعاتی تالاب‌های بین‌المللی سواحل جنوب ایران *(منبع: نگارندگان)*

جدول۱: موقعیت و وسعت محدوده مطالعاتی تالاب‌های بین‌المللی سواحل جنوب ایران

تالاب	استان	موقعیت جغرافیایی		مساحت تالاب (هکتار)
		طول شرقی	عرض شمالی	
شادگان، خورالامیه و خورموسی	خوزستان	´۱۷، °۴۸ تا ´۵۰، °۴۸	´۱۷، °۳۰ تا ´۵۸، °۳۰	۴۰۰۰۰۰
خورخوران	هرمزگان	´۲۱، °۵۵ تا ´۵۲، °۵۵	´۴۰، °۲۶ تا °۲۷	۱۰۰۰۰۰
مصب رودخانه‌های شور، شیرین و میناب		´۲۱، °۵۶ تا ´۵۹، °۵۶	´۰۵، °۲۷ تا ´۱۱، °۲۷	۴۵۰۰۰
مصب رودهای گز و حرا		´۴، °۵۷ تا ´۸، °۵۷	´۱۵، °۲۶ تا ´۲۵، °۲۶	۱۵۰۰۰
جزیره شیدور		°۲۵ ۵۳ تا °۲۳ ´۵۳	°۴۸ ۲۶ تا ´ ۴۷ °۲۶	۸۷۰

پژوهش حاضر از نظر روش بررسی توصیفی- تحلیلی، مبتنی بر مطالعات میدانی و بر اساس نظرات کارشناسی است. در این تحقیق با تمرکز بر شرایط محیط‌زیستی تالاب‌های بین‌المللی مورد مطالعه سواحل جنوبی ایران، مهم‌ترین عوامل تنش‌زا و فشارهایی که باعث برهم خوردن تعادل بوم‌شناختی و همچنین به خطر افتادن وضعیت و امنیت اکولوژیکی و بوم‌شناختی تالاب می‌شود؛ مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله اول، برای شناسایی و غربال معیارهای اصلی و ریسک‌های تهدیدکننده تالاب‌های بین‌المللی، پس از بازدید میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با کارشناسان و جوامع محلی، از شیوه دلفی استفاده شد. این شیوه یکی از روش‌های کسب دانش گروهی است که این فرایند دارای ساختاری برای پیش‌بینی و کمک به تصمیم‌گیری در طی مراحل پیمایشی، جمع‌آوری اطلاعات و در نهایت، اجماع گروهی است (Kennedy, 2004؛ Dunham, 1996). هوگارت معتقد است ۶ تا ۱۵ عضو برای شیوه دلفی ایده‌ال است (Hogarth, 1978). اما طبق نظر کلینتون چنان‌چه ترکیبی از خبرگان با تخصص‌های گوناگون استفاده شود بین ۵ تا ۱۰ عضو کافی است (Clayton, 1997). در این مطالعه به‌منظور کاهش خطا و افزایش درستی

نتایج، بر اساس ترکیبی از خبرگان با تخصص‌های گوناگون تعیین و از نمونه‌ای به حجم ۱۵ الی ۳۵ نفر استفاده شد که در آن اعضا به هر معیار بر اساس طیف لیکرت از ۱ تا ۵ نمره‌ای اختصاص می‌دهند (جبل‌عاملی و همکاران، ۱۳۸۶) که برای درستی نتایج این روش دوبار تکرار گردید. در نهایت پس از تجمیع نتایج دلفی، ۲۷ ریسک به عنوان مهم‌ترین ریسک‌های تهدید کننده تالاب‌ها، شناسایی و به منظور تجزیه و تحلیل وارد مرحله دوم شدند (برخی از ریسک‌ها در تالاب‌ها مشترک بوده و برخی فقط در بعضی از تالاب‌ها وجود داشتند). امروزه استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به‌منظور تجزیه و تحلیل و رتبه‌بندی ریسک‌ها کاربرد فراوانی دارد (Walaszczyk, 2016). در نتیجه این مرحله با تمرکز بر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره انجام شد. به طور کلی این مرحله از مطالعه شامل چند بخش می‌باشد:

۱. به‌دست آوردن وزن شاخص‌ها (ریسک‌ها)، با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP): امروزه برای ارزیابی تعداد زیادی از معیارها و حل مسائل چند متغیره، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به صورت گسترده به کار می‌رود و این مدل به گروه تصمیم گیرندگان اجازه می‌دهد عضو هر گروهی که باشند از آزمون‌پذیری این مدل استفاده کنند و مسئله را به کمک آن حل کنند (Saaty and Vargas, 1991). فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را آسان می‌کند. همچنین، میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد (قدسی‌پور، ۱۳۸۹). بنابراین، برای تعیین وزن شاخص‌های تالاب (ریسک‌ها)، بر اساس نظر کارشناسان پرسشنامه تکمیل و داده‌های پرسش‌نامه به منظور تجزیه و تحلیل وارد نرم‌افزار Expert Choice11شدند. انجام مقایسات بر اساس مقیاس نه کمیتی ساعتی (Saaty, 2008) صورت پذیرفت (جدول ۲).

۲. به‌دست آوردن میزان ریسک هر کدام از معیارها (ریسک‌ها) با قیاس شرایط هر پنج تالاب محاسبه گردید. عدد میزان ریسک برای هر معیار با در نظر گرفتن سه شاخص شدت اثر ریسک، حساسیت محیط پذیرنده ریسک و احتماع وقوع ریسک براساس مقیاس نه کمیتی ساعتی محاسبه شد.

جدول۲: مقیاس نه کمیتی ساعتی برای مقایسه زوجی معیارها

امتیاز	تعریف	توضیح
۱	**ترجیح یکسان**[1]	در تحقق هدف دو معیار اهمیت مساوی دارند.
۳	**کمی مرجح**[2]	تجربه نشان می‌دهد برای تحقق هدف اهمیت i نسبتاً بیشتر از j می‌باشد.
۵	**خیلی مرجح**[3]	تجربه نشان می‌دهد برای تحقق هدف اهمیت i بیشتر از j می‌باشد.
۷	**خیلی زیاد مرجح**[4]	تجربه نشان می‌دهد برای تحقق هدف اهمیت i خیلی بیشتر از j می‌باشد.
۹	**کاملا مرجح**[5]	اهمیت خیلی بیشتر i نسبت به j به طور قطعی به اثبات رسیده است.
۲،۴،۶،۸	**ترجیحات بینابین**[6]	هنگامی که حالت‌های میانه وجود دارد.

1. Preferred Equally
2. Preferred moderately
3. Preferred Strongly
4. very strongly Preferred
5. Extremely Preferred
6. Intermediate values

در دهه‌های اخیر روش ELECTRE کاربرد زیادی در مسائل تصمیم‌گیری داشته است (Zhang and Yuan, 2005؛ Beccali et al., 2003؛ Georgopoulon et al., 1997؛ Almeida, 2007؛ Papadopoulos and Karagiannidis, 2008). در این روش هر مسئله تصمیم‌گیری به دو مرحله اصلی تقسیم می‌شود. مرحله اول یا مرحله ارزیابی است. در این مرحله شاخص‌های کلیدی ارزیابی گزینه‌ها تعیین می‌شوند. این مرحله در حد بالایی وابسته به نظر تصمیم-گیرندگان جهت ارزیابی کمی و کیفی گزینه‌ها (در این مطالعه تالاب‌های مذکور) بر مبنای شاخص‌های مذکور (ریسک‌های تهدیدکننده تالاب‌ها) می‌باشد. به‌طوری که با مقایسه‌های دو وجهی میان گزینه‌ها، رتبه‌بندی آن‌ها به-دست می‌آید. نتیجه این مرحله تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری است. مسائل چند شاخصه به‌صورت قراردادی با یک مجموعه از گزینه‌ها، شاخص‌ها و مقادیر برتری بیان می‌شوند. در این مسائل باید مجموعه‌ای از گزینه‌ها $A= \{ai| (i= 1,2,\ldots,m)\}$ ارزیابی شوند که ارزیابی مورد نظر با مجموعه‌ای از شاخص‌ها $\{gi(a)= 1,2,\ldots n\}$ صورت می‌پذیرد. $gi(a)$ یک عدد حقیقی است (حتی اگر نشان‌دهنده یک ارزیابی کیفی باشد) که در روش‌های غیر رتبه‌ای مقایسه‌ها با روابط دوگانه (باینری) بیان می‌شود (بدری و همکاران، ۱۳۹۲). مرحله دوم نیز مرحله ارزیابی و انتخاب می باشد که اساس آن رتبه‌بندی گزینه ها توسط ماتریس تصمیم‌گیری است. به طور کلی انجام تکنیک ELECTRE مستلزم اجرای مراحل ذیل است:

۱- محاسبه ماتریس تصمیم نرمال (ماتریس بی‌مقیاس)؛ ۲- محاسبه ماتریس تصمیم نرمال وزن‌دار؛ ۳- مشخص کردن مجموعه‌های هماهنگ و ناهماهنگ؛ ۴- محاسبه ماتریس هماهنگی؛ ۵- محاسبه ماتریس ناهماهنگی؛ ۶- تعیین ماتریس هماهنگ مؤثر؛ ۷- تعیین ماتریس ناهماهنگ مؤثر؛ ۸- محاسبه ماتریس کلی مؤثر و رتبه‌بندی گزینه‌ها.

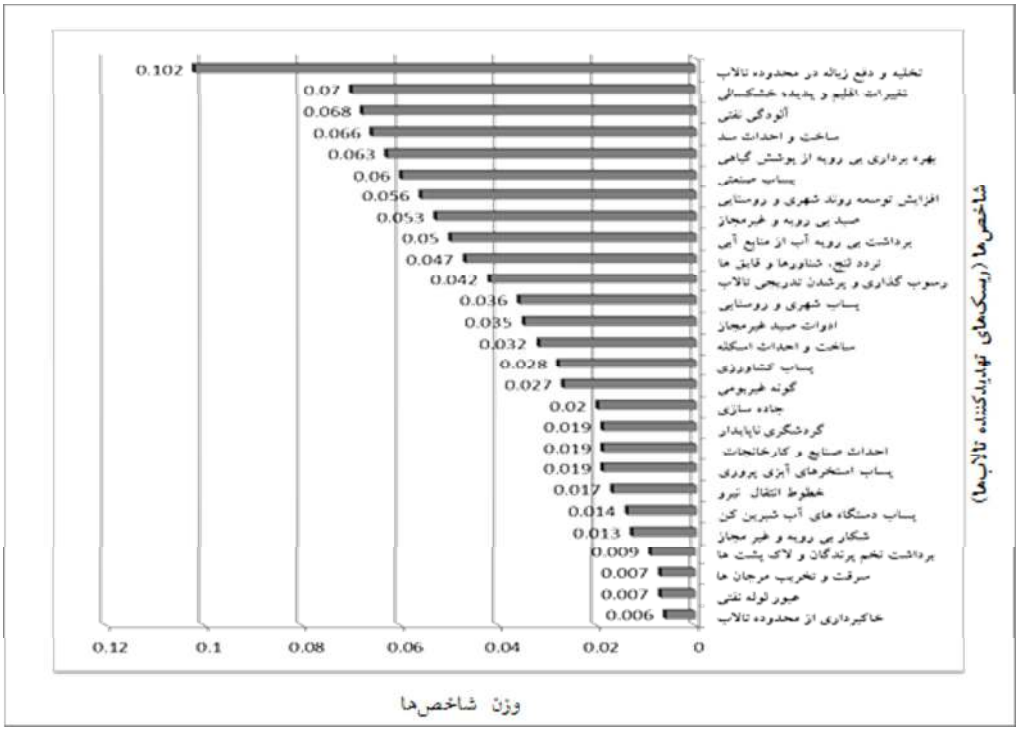
یافته‌های تحقیق

الف. نتایج حاصل از شیوه دلفی و مقایسات زوجی (AHP) و تعیین وزن شاخص‌ها

از تجمیع نتایج حاصل از پرسشنامه دلفی برای پنج تالاب مورد مطالعه بر اساس مشاهدات میدانی، نظرات خبرگان و کارشناسان، ۲۷ عامل ریسک (شاخص) به عنوان مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده تالاب‌های مورد مطالعه شناسایی که در گروه‌های مختلف دسته‌بندی شدند. با توجه به جدول (۳) برخی عوامل تهدیدکننده در هر پنج تالاب مشترک می‌باشند اما شدت اثر و احتمال وقوع آنها در هرکدام متفاوت است و برخی عوامل ریسک با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط اکولوژیکی هر تالاب فقط در برخی تالاب‌های مذکور مشاهده می‌شود و در سایر تالاب‌ها شدت و احتمال وقوع آن بسیار کم و یا در حال حاضر وجود ندارد.

جدول۳: دسته‌بندی عوامل تهدید تالاب‌ها حاصل از شیوه دلفی

نوع ریسک		موارد (شاخص‌ها)	مناطق دارای ریسک (با شدت ریسک متفاوت)				
			تالاب شادگان خورالامیه و خورموسی	تالاب خورخوران	تالاب رودهای شور، شیرین و میناب	تالاب رودهای گزو حرا	تالاب جزیره شیدور
ریسک‌های فیزیکو شیمیایی	آلودگی آب و خاک و کاهش کیفیت آنها	آلودگی نفتی	*	*	*	*	*
		پساب استخرهای آبزی پروری	*	*	*	*	-
		پساب‌های صنعتی	*	*	-	-	-
		پساب‌های کشاورزی	*	-	*	-	-
		پساب‌های شهری و روستایی	*	*	*	*	-
		تخلیه و دفع زباله	*	*	*	_	-
		پساب‌های آب شیرین کن	-	*	-	-	-
ریسک‌های فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی	تصرف و تغییر کاربری سرزمین، بهره‌برداری بی-رویه از منابع تالابی، تغییر دررژیم هیدرولوژیکی	احداث و ساخت اسکله	*	*	*	*	
		تردد لنج ها و قایق های موتوری	*	*	*	*	*
		جاده سازی	*	*	*	*	-
		افزایش روند توسعه شهری و روستایی	*	*	*	*	-
		عبور لوله‌های نفتی	*	-	-	-	-
		خطوط انتقال نیرو	*	*	-	-	-
		احداث صنایع و کارخانجات	*	*	*	-	-
		خاکبرداری از محدوده تالاب	*	*	*	*	*
		احداث سد در بالادست	*	*	*	-	-
		بهره برداری بی رویه از منابع آبی	*	*	*	-	-
		به کارگیری ادوات غیرمجاز صید	*	*	*	*	*
		گردشگری ناپایدار	*	*	*	*	*
		بهره‌برداری بی‌رویه پوشش گیاهی	*	*	*	*	-
		صید بی رویه و غیرمجاز	*	*	*	*	*
		شکار بی رویه و غیر مجاز	*	-	-	-	*
		سرقت و تخریب مرجان‌ها	-	-	-	-	*
		برداشت تخم پرندگان	*	*	_	-	*
ریسک‌های بیولوژیکی	برهم خوردن تعادل بیولوژیکی	وجود گونه غیر بومی	*	*	_	-	-
مخاطره‌های طبیعی		خشکسالی و تغییرات اقلیم	*	*	*	*	*
		رسوب‌گذاری غیرعادی	*	*	*	*	-



شکل ۲: نمودار مقایسات زوجی شاخص‌ها (ریسک‌های تهدیدکننده تالاب‌های بین‌المللی) براساس تکنیک AHP*(منبع: نگارندگان)*

در نهایت ریسک‌های شناسایی شده وارد فرایند تحلیل سلسله مراتبی گردید. نتایج حاصل از مقایسات زوجی بین ریسک‌های تهدیدکننده تالاب‌های مورد مطالعه با ضریب ناسازگاری کمتر از ۰/۱ نشان می‌دهد که رتبه‌های اول تا پنجم مربوط به تخلیه و دفع زباله در محدوده تالاب، تغییرات اقلیم و خشکسالی‌های مداوم، آلودگی نفتی، احداث سد، بهره‌برداری بی‌رویه از پوشش گیاهی می‌باشد و سایر شاخص‌ها در رتبه‌های بعدی جای دارند (شکل ۲). در نهایت این اوزان وارد ماتریس تصمیم‌گیری جهت رتبه‌بندی تالاب‌ها می‌شود.

ب. رتبه‌بندی تالاب‌های بین‌المللی سواحل جنوبی ایران با استفاده از تکنیک ELECTRE بر اساس پایداری زیست‌محیطی

در نهایت برای رتبه‌بندی تالاب‌های مورد مطالعه با استفاده از تکنیک ELECTRE، ابتدا میزان ریسک شاخص‌ها (ضرب سه عامل شدت اثر، احتمال وقوع و حساسیت محیط‌پذیرنده) در هر تالاب محاسبه و مقدار وزن شاخص‌ها با مقایسه زوجی (AHP) بین ۲۷ شاخص (ریسک‌ها) به‌دست آمد. در نهایت با در نظر گرفتن اینکه کلیه شاخص‌ها نامساعد هستند؛ با تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری (جدول۴) و ماتریس نرمالیزه شده (جدول۵) و به‌دست آوردن ماتریس وزن‌دهی‌شده (جدول ۶)، ماتریس‌های هماهنگ و ناهماهنگ مؤثر را تشکیل (جدول ۷ و ۸) و برای به‌دست

آوردن ماتریس چیرگی نهایی (جدول۹) درایه‌های ماتریس هماهنگ مؤثر را در درایه‌های ماتریس ناهماهنگ مؤثر ضرب کرده و در آخر رتبه‌بندی نهایی تالاب‌ها (جدول ۱۰) به‌دست آمد.

جدول ۴: ماتریس تصمیم‌گیری تالاب‌های بین‌المللی سواحل جنوب ایران

ردیف	شاخص‌ها (ریسک‌ها)	وزن شاخص‌ها (AHP)	گزینه‌ها				
			میناب	خورخوران	خورآذینی	شیدور	شادگان
			میزان ریسک محاسبه شده				
۱	آلودگی نفتی	۰/۰۶۸	۱۵۰	۲۱۰	۲۱۶	۱۰۰	۲۹۴
۲	پساب صنعتی	۰/۰۶	۱۲۰	۱۷۵	۳۶	۱۲	۳۴۳
۳	پساب شهری	۰/۰۳۶	۱۵۰	۱۲۰	۴۸	۲	۱۷۵
۴	پساب کشاورزی	۰/۰۲۸	۸۰	۹	۱	۰	۱۸۰
۵	پساب استخرهای آبزی پروری	۰/۰۱۹	۲۱۰	۲۴	۹	۰	۴۸
۶	پساب دستگاه آب شیرین کن	۰/۰۱۴	۱	۷۵	۱	۰	۰
۷	ساخت و احداث سد	۰/۰۶۶	۱۸۰	۱۰۰	۱	۰	۵۱۲
۸	صید بی‌رویه و غیرمجاز	۰/۰۵۳	۱۸۰	۳۹۲	۲۱۰	۸۰	۲۴۰
۹۰	برداشت بی‌رویه آب از منابع آبی	۰/۰۵	۲۳۰	۲۰۰	۱	۰	۴۴۸
۱۰	تردد لنج، شناورها و قایق‌ها	۰/۰۴۷	۲۱۶	۳۳۶	۱۵۰	۷۵	۲۹۴
۱۱	احداث صنایع و کارخانجات	۰/۰۱۹	۸۰	۲۰۰	۱	۱	۱۹۰
۱۲	ساخت و احداث اسکله	۰/۰۳۲	۸۰	۱۷۵	۱۰۰	۰	۲۱۰
۱۳	جاده سازی	۰/۰۲	۱۰۰	۷۰	۵۰	۰	۱۸۰
۱۴	شکار بی‌رویه و غیر مجاز	۰/۰۱۳	۱	۱	۱	۳۶	۱۰۰
۱۵	خطوط انتقال نیرو	۰/۰۱۷	۱	۵۰	۱	۰	۱۰۰
۱۶	عبور لوله نفتی	۰/۰۰۷	۰	۰	۰	۰	۸۰
۱۷	خاکبرداری در محدوده تالاب	۰/۰۰۶	۱۵۰	۸۰	۶۰	۵۰	۱۷۰
۱۸	تغییرات اقلیم و پدیده خشکسالی	۰/۰۷	۱۵۰	۱۲۰	۹۶	۸۰	۲۵۲
۱۹	رسوب‌گذاری و پرشدن تدریجی تالاب	۰/۰۴۲	۶۰	۸۰	۱۵۰	۱	۱۲۰
۲۰	تخلیه و دفع زباله در محدوده تالاب	۰/۱۰۲	۸۰	۱۰۰	۴۸	۱۲	۱۲۵
۲۱	افزایش توسعه روند شهری و روستایی	۰/۰۵۶	۱۷۵	۱۸۰	۷۵	۰	۲۴۵
۲۲	ادوات صید غیرمجاز	۰/۰۳۵	۱۲۰	۲۱۰	۱۴۴	۳۶	۱۰۰
۲۳	برداشت تخم پرندگان و لاک‌پشت‌ها	۰/۰۰۹	۱	۱۰۰	۱	۱۵۰	۸۰
۲۴	گردشگری ناپایدار	۰/۰۱۹	۱۰۰	۱۷۵	۸۰	۶۰	۸۰
۲۵	سرقت و تخریب مرجان‌ها	۰/۰۰۷	۰	۰	۰	۴۸	۰
۲۶	بهره‌برداری بی‌رویه از پوشش گیاهی	۰/۰۶۳	۱۸۰	۲۵۰	۱۵۰	۱	۲۲۰
۲۷	وجود گونه غیربومی	۰/۰۲۷	۱	۱۰۰	۱	۱	۱۹۰

جدول ۵: ماتریس نرمالیزه شده تالاب‌های بین‌المللی سواحل جنوب ایران

ردیف	شاخص‌ها (ریسک‌ها)	وزن شاخص‌ها (AHP)	گزینه‌ها				
			میناب	خورخوران	خورآذینی	شیدور	شادگان
۱	آلودگی نفتی	۰/۰۶۸	۰/۳۲۷۵	۰/۴۵۸۵	۰/۴۷۱۶	۰/۲۱۸۳	۰/۶۴۲۰
۲	پساب صنعتی	۰/۰۶	۰/۲۹۶۲	۰/۴۳۱۹	۰/۰۸۸۸	۰/۰۲۹۶	۰/۸۴۶۶
۳	پساب شهری	۰/۰۳۶	۰/۵۶۷۰	۰/۴۵۳۶	۰/۱۸۱۴	۰/۰۰۴۵۳	۰/۶۶۱۵
۴	پساب کشاورزی	۰/۰۲۸	۰/۴۰۵۷	۰/۰۴۵۶	۰/۰۰۵	۰	۰/۹۱۲۸
۵	پساب استخرهای آبزی پروری	۰/۰۱۹	۰/۹۶۸۰	۰/۱۱۰۶	۰/۰۴۱۴	۰	۰/۲۲۱۲
۶	پساب دستگاه آب شیرین کن	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳۳	۰/۹۹۹۸	۰/۰۱۳۳	۰	۰
۷	ساخت و احداث سد	۰/۰۶۶	۰/۳۲۶۱	۰/۱۸۱۲	۰/۰۰۱۸	۰	۰/۹۲۷۷
۸	صید بی‌رویه و غیرمجاز	۰/۰۵۳	۰/۳۳۱۸	۰/۷۲۲۷	۰/۳۸۷۱	۰/۱۴۷۵	۰/۴۴۲۵
۹۰	برداشت بی‌رویه آب از منابع آبی	۰/۰۵	۰/۴۲۴۴	۰/۳۶۹۱	۰/۰۰۱۸	۰	۰/۸۲۶۷
۱۰	تردد لنج، شناورها و قایق‌ها	۰/۰۴۷	۰/۴۱۲۵	۰/۶۴۱۷	۰/۲۸۶۵	۰/۱۴۳۳	۰/۵۶۱۵
۱۱	احداث صنایع و کارخانجات	۰/۰۱۹	۰/۲۷۸۵	۰/۶۹۶۳	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۳۴	۰/۶۶۱۴
۱۲	ساخت و احداث اسکله	۰/۰۳۲	۰/۲۶۵۰	۰/۵۷۹۷	۰/۳۳۱۲	۰	۰/۶۹۵۶
۱۳	جاده سازی	۰/۰۲	۰/۴۴۸۱	۰/۳۱۳۶	۰/۲۲۴۰	۰	۰/۸۰۶۵
۱۴	شکار بی‌رویه و غیر مجاز	۰/۰۱۳	۰/۰۰۹۴	۰/۰۰۹۴	۰/۰۰۹۴	۰/۳۳۸۶	۰/۹۴۰۷
۱۵	خطوط انتقال نیرو	۰/۰۱۷	۰/۰۰۸۹	۰/۴۴۷۱	۰/۰۰۸۹	۰	۰/۸۹۴۳
۱۶	عبور لوله نفتی	۰/۰۰۷	۰	۰	۰	۰	۱
۱۷	خاکبرداری در محدوده تالاب	۰/۰۰۶	۰/۵۹۳۳	۰/۳۱۶۴	۰/۲۳۷۳	۰/۱۹۷۷	۰/۶۷۲۵
۱۸	تغییرات اقلیم و پدیده خشکسالی	۰/۰۷	۰/۴۴۰۳	۰/۳۵۲۳	۰/۲۸۱۸	۰/۲۳۴۸	۰/۷۳۹۸
۱۹	رسوب‌گذاری و پرشدن تدریجی تالاب	۰/۰۴۲	۰/۲۷۷۰	۰/۳۶۹۴	۰/۶۹۲۶	۰/۰۰۴۶۱	۰/۵۵۴۱
۲۰	تخلیه و دفع زباله در محدوده تالاب	۰/۱۰۲	۰/۴۳۰۸	۰/۵۳۸۵	۰/۲۵۸۵	۰/۰۶۴۶	۰/۶۷۳۲
۲۱	افزایش توسعه روند شهری و روستایی	۰/۰۵۶	۰/۴۸۷۸	۰/۵۰۱۷	۰/۲۰۹۰	۰	۰/۶۸۲۹
۲۲	ادوات صید غیرمجاز	۰/۰۳۵	۰/۳۹۸۸	۰/۶۹۷۹	۰/۴۷۸۵	۰/۱۱۹۶	۰/۳۳۲۳
۲۳	برداشت تخم پرندگان و لاک‌پشت‌ها	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۵۰۷۰	۰/۰۰۵	۰/۷۶۰۵	۰/۴۰۵۶
۲۴	گردشگری ناپایدار	۰/۰۱۹	۰/۳۴۷۰	۰/۶۰۷۳	۰/۲۷۷۶	۰/۲۰۸۲	۰/۶۲۴۶
۲۵	سرقت و تخریب مرجان‌ها	۰/۰۰۷	۰	۰	۰	۱	۰
۲۶	بهره‌برداری بی‌رویه از پوشش گیاهی	۰/۰۶۳	۰/۴۴۲۰	۰/۶۱۳۹	۰/۳۶۸۳	۰/۰۰۲۴	۰/۵۴۰۲
۲۷	وجود گونه غیربومی	۰/۰۲۷	۰/۰۰۴۶	۰/۴۶۵۷	۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۴۶	۰/۸۸۴۸

جدول ۶: ماتریس وزن‌دهی شده تالاب‌های بین‌المللی سواحل جنوب ایران

ردیف	شاخص‌ها (ریسک‌ها)	وزن شاخص‌ها (AHP)	گزینه‌ها				
			میناب	خورخوران	خورآذینی	شیدور	شادگان
۱	آلودگی نفتی	۰/۰۶۸	۰/۰۲۲۲	۰/۰۳۱۱	۰/۰۳۲۰	۰/۰۱۴۸	۰/۰۴۳۶
۲	پساب صنعتی	۰/۰۶	۰/۰۱۷۷۷	۰/۰۲۵۹	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۱۷	۰/۰۵۰۷
۳	پساب شهری	۰/۰۳۶	۰/۰۲۰۴	۰/۰۱۶۳	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۱۶	۰/۰۲۳۸
۴	پساب کشاورزی	۰/۰۲۸	۰/۰۱۱۳	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۱۴	۰	۰/۰۲۵۵
۵	پساب آبزی پروری	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸۳	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۰۷	۰	۰/۰۰۴۲
۶	پساب آب شیرین کن	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۱۸	۰/۰۱۳۹	۰/۰۰۰۱۸	۰	۰
۷	احداث سد	۰/۰۶۶	۰/۰۲۱۵	۰/۰۱۱۹	۰/۰۰۰۱۱	۰	۰/۰۶۱۲
۸	صید بی‌رویه و غیرمجاز	۰/۰۵۳	۰/۰۱۷۵	۰/۰۳۸۳	۰/۰۲۰۵	۰/۰۰۷۸	۰/۰۲۳۴
۹۰	برداشت آب از منابع آبی	۰/۰۵	۰/۰۲۱۲	۰/۰۱۸۴	۰/۰۰۰۰۹	۰	۰/۰۴۱۳
۱۰	تردد لنج، شناورها و قایق‌ها	۰/۰۴۷	۰/۰۱۹۳	۰/۰۳۰۱	۰/۰۱۳۴	۰/۰۰۶۷	۰/۰۲۶۳
۱۱	احداث صنایع و کارخانجات	۰/۰۱۹	۰/۰۰۵۲	۰/۰۱۳۲	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۱۲۵
۱۲	ساخت و احداث اسکله	۰/۰۳۲	۰/۰۰۸۴	۰/۰۱۸۵	۰/۰۱۰۵	۰	۰/۰۲۲۲
۱۳	جاده سازی	۰/۰۲	۰/۰۰۸۹	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۴۴	۰	۰/۰۱۶۱
۱۴	شکار بی‌رویه و غیر مجاز	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۰۴۴	۰/۰۱۲۲
۱۵	خطوط انتقال نیرو	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰۱۵	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۰۱۵	۰	۰/۰۱۵۲
۱۶	عبور لوله نفتی	۰/۰۰۷	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۷
۱۷	خاکبرداری	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۴۰۳
۱۸	اقلیم و پدیده خشکسالی	۰/۰۷	۰/۰۳۰۸	۰/۰۲۴۶	۰/۰۱۹۷	۰/۰۱۶۴	۰/۰۵۱۷
۱۹	رسوبگذاری غیر عادی	۰/۰۴۲	۰/۰۱۱۶	۰/۰۱۵۵	۰/۰۲۹۰	۰/۰۰۰۱۹	۰/۰۲۳۲
۲۰	تخلیه و دفع زباله	۰/۱۰۲	۰/۰۴۳۹	۰/۰۵۴۹	۰/۰۲۶۳	۰/۰۰۶۵	۰/۰۶۸۶
۲۱	افزایش توسعه روند شهری و روستایی	۰/۰۵۶	۰/۰۲۷۳	۰/۰۲۸۰	۰/۰۱۱۷	۰	۰/۰۳۸۲
۲۲	ادوات صید غیرمجاز	۰/۰۳۵	۰/۰۱۳۹	۰/۰۲۴۴	۰/۰۱۶۷	۰/۰۰۴۱	۰/۰۱۱۶
۲۳	برداشت تخم پرندگان و لاک‌پشت‌ها	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۳۶
۲۴	گردشگری ناپایدار	۰/۰۱۹	۰/۰۰۶۵	۰/۰۱۱۵	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۳۹	۰/۰۱۱۸
۲۵	سرقت و تخریب مرجان‌ها	۰/۰۰۷	۰	۰	۰	۰/۰۰۷	۰
۲۶	کاهش تراکم پوشش گیاهی	۰/۰۶۳	۰/۰۲۷۸	۰/۰۳۸۶	۰/۰۲۳۲	۰/۰۰۰۱۵	۰/۰۳۴۰
۲۷	گونه غیربومی	۰/۰۲۷	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۱۲۵	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۲۳۸

جدول۷: ماتریس هماهنگ مؤثر

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		۱	۰	۰	۱
A2	۰		۰	۰	۱
A3	۱	۱		۰	۱
A4	۱	۱	۱		۱
A5	۰	۰	۰	۰	

جدول۸: ماتریس ناهماهنگ مؤثر

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		۰	۰	۰	۱
A2	۰		۰	۰	۱
A3	۰	۱		۰	۱
A4	۱	۱	۱		۱
A5	۰	۰	۰	۰	

جدول۹: ماتریس چیرگی

	A1	A2	A3	A4	A5	جمع سطرها
A1		۰	۰	۰	۱	۱
A2	۰		۰	۰	۱	۱
A3	۰	۱		۰	۱	۲
A4	۱	۱	۱		۱	۴
A5	۰	۰	۰	۰		۰
جمع ستون‌ها	۱	۲	۱	۰	۴	

در نهایت آنالیز و مقایسه جهت رتبه‌بندی تالاب‌های مورد مطالعه با استفاده از تکنیک ELECTRE نشان می‌دهد که از لحاظ مطلوبیت زیست‌محیطی به ترتیب تالاب جزیره شیدور، تالاب رودهای گز و حرا، تالاب رودهای شور، شیرین و میناب، تالاب خورخوران و تالاب شادگان، خورالامیه و خورموسی به ترتیب در رتبه‌های اول تا پنجم قرار دارد (جدول۱۰). بنابراین براساس نتایج حاصل، به جهت وضعیت نامطلوب زیست‌محیطی تالاب شادگان، خورالامیه و خورموسی، این تالاب در اولویت مدیریتی قرار دارد و سایر تالاب‌ها در اولویت‌های بعدی جای دارند.

جدول ۱۰: رتبه‌بندی نهایی تالاب‌های بین‌المللی مورد مطالعه از نظر مطلوبیت زیست‌محیطی

گزینه‌ها		جمع سطرها	جمع ستون‌ها	تفاضل	رتبه
A1	تالاب رودهای شور، شیرین و میناب	۱	۱	۰	۳
A2	تالاب خورخوران	۱	۲	-۱	۴
A3	تالاب رودهای گزو حرا	۲	۱	۱	۲
A4	تالاب جزیره شیدور	۴	۰	۴	۱
A5	تالاب شادگان، خورالامیه و خور موسی	۰	۴	-۴	۵

نتایج و بحث

باتوجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه، تالاب شادگان، خورالامیه و خورموسی نسبت به سایر تالاب‌ها دارای وضعیت نامطلوبی می‌باشند و بسیاری از ریسک‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، فیزیکوشیمیایی و ریسک‌های طبیعی این تالاب‌ها را دچار بحران کرده است. تالاب شادگان، خورالامیه و خورموسی به دلیل دارا بودن شرایط خاص و منحصر به فرد که بخشی از تالاب در محیط خشکی و بخشی تحت تأثیر دریا و جریانات دریایی است سبب شده است که اکوسیستم این تالاب دارای شرایط پیچیده و در برگیرنده ریسک‌های متعدد از سوی خشکی و دریا باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، آلودگی‌های نفتی، پساب‌های صنعتی، کشاورزی، شهری و آلودگی ناشی از پساب‌های ناشی از استخرهای آبزی‌پروری از جمله عوامل آلوده کننده تالاب می‌باشند. مطالعات مشابه بسیاری در زمینه‌های مختلف بر روی تالاب مذکور صورت گرفته است که از جمله می‌توان به مطالعات محمدی روزبهانی و همکاران (۱۳۹۲)، سبزعلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۸)، رحیمی‌بلوچی و ملک‌محمدی (۱۳۹۱)، کفاشی و یاوری (۱۳۸۵)، حسونی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹)، فعال (۱۳۸۷) و قدرجانی و همکاران (۱۳۹۳) اشاره کرد که نتایج این مطالعات همانند مطالعه حاضر حاکی از آن است که تالاب شادگان، خورالامیه و خورموسی از لحاظ کیفیت آب به جهت ورود بسیاری از آلاینده‌های ناشی از صنایع، پساب‌های شهری و روستایی و آلودگی‌های نفتی در سطح بسیار خطرناک می‌باشد و حیات بسیاری از آبزیان تالاب و اکوسیستم تالاب در معرض آسیب می‌باشد. همچنین مطالعات افشاری و حمیدیان (۱۳۸۵) و رحیمی بلوچی و همکاران (۱۳۹۱)، جعفری‌آذر و همکاران (۱۳۹۶) و قنبرزاده (۱۳۹۲) که همسو با تحقیق حاضر می‌باشند؛ نشان می‌دهند که توسعه طرح‌های بزرگ آبیاری و احداث سد و عدم تأمین حق‌آبه اکوسیستم تالاب شادگان، خورالامیه و خورموسی را دستخوش تغییر کرده است. علاوه بر موارد اشاره شده بررسی‌های بیات و همکاران (۱۳۹۳)، کوچک‌زاده و همکاران (۱۳۹۰)، رحیمی‌بلوچی و همکاران (۱۳۹۱) و غزالی‌فر و زارعی (۱۳۹۱) حاکی از آن است که در سال‌های اخیر کاهش پوشش گیاهی تالاب به جهت بهره‌برداری بی‌رویه و وقوع خشکسالی‌های مداوم و همچنین صید بی‌رویه و غیراصولی آبزیان و شکار بی‌رویه پرندگان تالابی از جمله عوامل تهدید کننده تالاب محسوب می‌شوند. بعلاوه از مهم‌ترین معضلات تالاب شادگان، خورالامیه و خورموسی تغییرکاربری اراضی تالابی است. تمام ساخت و سازهای انسانی سبب تکه‌تکه شدن زیستگاه و به اصطلاح خردانگی در زیستگاه شده است (جعفری‌آذر، ۱۳۹۴).

در تالاب‌های مورد مطالعه استان هرمزگان نیز عوامل تهدیدکننده بسیاری موجودیت و امنیت این اکوسیستم‌ها را دچار تنش و بحران کرده است. نتایج مطالعات صورت گرفته بر روی پوشش گیاهی منطقه (که بیشتر درختان مانگرو و گاهاً درختان چندل هستند) نشان می‌دهد که بهره‌برداری بی‌رویه و غیراصولی و همچنین تردد قایق‌های موتوری و لنج‌ها به جهت از بین بردن سطح اتکای درختان و آلودگی‌های نفتی بر روی پوشش گیاهی تأثیرات مخرب داشته است (دهقانی، ۱۳۹۲). همچنین باتوجه به اینکه استان هرمزگان با دارا بودن ۲۲ بندر و اسکله صیادی رتبه اول صید آبزیان را در بین استان‌های ساحلی به خود اختصاص داده است صید بیش از حد و با ادوات غیراستاندارد همانند تور ترال و صید خارج فصل و همچنین صیادی در مناطق ممنوعه خسارات جبران‌ناپذیری به حیات آبزیان وارد آورده است (جعفری‌آذر و همکاران، ۱۳۹۶). علاوه بر بهره‌برداری بی‌رویه از منابع فون و فلور تالابی موضوع حائز اهمیت دیگر که بیشتر در بخش شرقی استان مشهود است، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی می‌باشد. در استان هرمزگان حدود ۱۵ هزار حلقه چاه مجاز و شش هزار حلقه چاه غیرمجاز وجود دارد که با توجه به اضافه برداشت، باعث افت شدید منابع آب زیرزمینی شده‌اند. بر اثر برداشت‌های بی‌رویه در دشت‌های استان، افت آب‌های زیرزمینی از هفت تا ۳۲ متر کاملا مشهود است. درحوزه آبخوان میناب بررسی تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی در طی دوره ۲۰ ساله نشان دهنده میزان افت در اثر برداشت در طی این دوره می‌باشد. روند تغییرات برداشت در محدوده آبخوان میناب به نحوی است که از شمال و شرق به سمت جنوب آبخوان بر میزان این اختلاف افت افزوده شده و در بخش جنوب آبخوان بیشترین میزان افت اتفاق می‌افتد. در محدوده آبخوان میناب براساس آمار حجم برداشتی از آب برای مصارف کشاورزی و شرب ۱۲۶ میلیون مترمکعب و برای صنعت ۳۹/۳ میلیون مترمکعب می‌باشد. با توجه به این که در میناب حدود ۳۴۶ چاه عمیق و ۲۰۱۶ چاه نیمه‌عمیق وجود دارد (جعفری‌آذر، ۱۳۹۴)، بیش از ۳۰ سال برداشت بیش از حد مجاز از منابع زیرزمینی با حفر چاه‌های غیرمجاز یا اضافه برداشت چاه‌های مجاز برای کشاورزی، سبب فرونشست زمین در بسیاری از روستاها شده است. از طرفی سد استقلال که ۳۲ درصد از منابع آبی را تامین می‌کند، ۹۰ میلیون مترمکعب آب ذخیره دارد که با توجه با ۴۲ میلیون حجم مرده و تبخیر ۱۲ میلیون، فقط ۳۵ میلیون مترمکعب آن قابل استفاده است و سد شمیل و نیان نیز ۷۳ میلیون مترمکعب آب ذخیره دارد. از آن‌جا که سطح آب تالاب‌ها بسته به سطح ایستابی آبخوان منطقه دارد، هرگونه افزایش یا کاهش سطح آبخوان بر سطح تالاب تأثیرگذار خواهد بود. بنابراین با توجه به کمبود آب در استان برداشت از آب زیرزمینی و احداث سد و عدم رعایت حق‌آبه تالاب باعث پیشروری آب شور دریا به آبخوان‌های دشت شده و نابودی و برهم زدن تعادل هیدروژیکی تالاب را در پی خواهد داشت (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان هرمزگان، ۱۳۹۳). تمرکز شدید فعالیت‌های صنعتی، معدنی، خدماتی، تجاری و اجتماعی در استان هرمزگان به خصوص غرب مرکز استان (غرب شهرستان بندرعباس) در یک محدوده ۱۰۰ کیلومترمربع و بالا بودن ضریب تخریب منطقه و متنوع بودن عوامل تخریب و آلودگی ازجمله آلودگی تالاب‌ها و سواحل و محیط‌زیست دریایی به گونه‌ای است که براساس نتایج مطالعات طرح بررسی اثرات توسعه بر محیط‌زیست استان هرمزگان، نیز منطقه مزبور دارای بالاترین ضریب تخریب و آلودگی در استان هرمزگان می‌باشد و در زمره مناطق با درجه آسیب‌پذیری شدید محسوب می‌گردد (جعفری‌آذر، ۱۳۹۴). طبق نتایج این مطالعه در تالاب‌های استان هرمزگان نیز همانند تالاب بین‌المللی شادگان، خورالامیه و خور موسی عوامل بسیاری سبب آلودگی

آب تالاب‌های بین‌المللی استان شده است از جمله می‌توان به آلودگی ناشی از صنایع، ورود پساب‌های کشاورزی به ویژه در محدوده تالاب میناب، حمل و نقل‌های دریایی، قاچاق سوخت و آلودگی ناشی از سکونت‌گاه‌های انسانی به جهت نبود سیستم‌های تصفیه فاضلاب و دفن پسماند اشاره کرد. نتایج مطالعات میرزا اسماعیلی (۱۳۹۰)، قنواتی‌اصل (۱۳۸۰)، پوررحیم نجف‌آبادی و همکاران (۱۳۸۸)، معظمی (۱۳۸۹)، قدوسی بهبهانی (۱۳۹۰) و جعفری‌آذر و همکاران (۱۳۹۶) نیز مؤید همین امر است. علاوه بر موارد فوق در محدوده تالاب‌های استان هرمزگان به ویژه تالاب میناب آنچه بسیار مشهود است، وجود واحدهای استخر پرورش میگو می‌باشد. در سیستم‌های پرورش میگوی ایران، مجتمع‌ها در کنار خوریات و جنگل‌های حرا واقع شده‌اند و با آن‌ها تبادلات آبی به خوبی صورت می‌گیرد. ورود پساب‌های مزارع پرورش میگو به داخل آب‌های ساحلی و خوریات می‌تواند این اکوسیستم‌ها را در مدت زمان طولانی که در شرایط الیگوتروفی به سر می‌برند تغییر داده و آن‌ها را به حالت تروفی تبدیل نمایند. در ایران نیز مطالعاتی در زمینه اثرات آبزی‌پروری بر محیط‌زیست و خصوصیات پساب‌های خروجی مزارع پرورش میگو انجام شده است از جمله می‌توان به مطالعات امیدی (۱۳۸۳) در منطقه بوشهر، اکبرزاده (۱۳۸۳) و استکی (۱۳۸۳) در منطقه تیاب اشاره کرد. به‌طور کلی نتایج نشان داده که غلظت عوامل آلوده‌کننده موجود در پساب‌های خروجی به مراتب بیشتر از آب‌های ورودی به مزارع پرورشی بوده است (جعفری‌آذر، ۱۳۹۴). نتایج مطالعات محققین در استان‌های مختلف در سال‌های گذشته نشان داد که در تمامی موارد زهکش‌های مزارع پرورش میگو از شوری بالایی برخوردار بوده‌اند (اکبرزاده، ۱۳۸۳؛ امیدی، ۱۳۸۸). باید توجه داشت که سطح زیر کشت و مدیریت پرورش مزارع سال به سال در حال توسعه و افزایش می‌باشد و ممکن است این توسعه‌ها موجب شود که افزایش بار پساب حاصله به حدی برسد که از توان تصفیه بیولوژیک خوریات بیشتر شود و ماهیت اکوسیستم تالاب را با خطر جدی مواجه کند.

مقایسه نتایج مطالعه حاضر با سایر مطالعات از جمله حسن‌زاده کیانی و همکاران (۱۳۸۳) باعنوان معیارهای پیشنهادی برای ارزیابی جایگاه حفاظتی تالاب‌های ایران، نشان داد که به ترتیب تالاب شادگان، خورالامیه و خورموسی، خورخوران، دلتای شور و شیرین میناب، شیدور، رودگز و حرا با امتیاز ۹۸، ۷۰، ۶۱، ۵۱، ۴۲ در رده‌های ۱ تا ۵ قرار دارند که همپوشانی بسیاری با نتایج مطالعه حاضر دارد. همچنین بررسی‌های اسفنده و دانه‌کار (۱۳۹۳) بر روی تالاب‌های استان هرمزگان، نشان می‌دهد که همانند پژوهش حاضر، آلودگی‌های نفتی، فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی، ترددهای آبی، صیدغیرمجاز و برداشت بی‌رویه از پوشش گیاهی، از مهم‌ترین عوامل تهدید کننده در این مناطق هستند. همچنین طبق مطالعات رحیمی‌بلوچی و ملک‌محمدی (۱۳۹۲) بر روی تالاب بین‌المللی شادگان و سبزقبایی و همکاران (۲۰۱۵) بر روی تالاب‌های گرمسیری استان خوزستان، تغییرات فیزیکی مانند تغییر کاربری زیستگاه‌های طبیعی، تغییر در رژیم آب تأمین کننده تالاب مانند سدسازی، آلودگی آب ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌ها به درون تالاب و بهره‌برداری بی‌رویه از تولیدات بیولوژیکی تالاب، صنایع اکتشاف و بهره‌برداری نفت و همچنین وقوع پدیدهٔ خشکسالی مهم‌ترین ریسک‌های تهدید کننده در این تالاب‌ها می‌باشند. مطالعه مکوندی و همکاران (۱۳۹۲) در شمال کشور نیز حاکی از آن است که آلودگی آب تالاب ناشی از فاضلاب‌های صنعتی و غنی شدن تالاب بارزترین عوامل تهدید تالاب انزلی هستند. به‌عبارتی نتایج مطالعات مشابه در اکوسیستم‌های تالابی همانند این مطالعه حاضر

حاکی از آن است که بسیاری از اکوسیستم‌های طبیعی و به‌ویژه تالاب‌ها در معرض طیف وسیعی از عوامل تنش و تهدید بوده و نیازمند مدیریت صحیح در جهت کاهش اثرات و نیل به توسعه پایدار می‌باشند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی روش‌های متنوعی برای ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک محیط‌زیستی وجود دارد که هر یک دارای مزایا و معایبی وابسته به محیط مورد مطالعه‌اند. با به‌کارگیری روش‌های نوین در ارزیابی ریسک‌ها می‌توان تا حدود قابل ملاحظه‌ای از شدت بروز ریسک‌ها و به تبع آن از خسارات و زیان‌های وارده بر محیط‌زیست کاست و در راستای نیل به توسعه پایدار حرکت کرد. نتایج به‌دست آمده در این مطالعه نشان‌می‌دهد که براساس مقایسات زوجی بین ریسک-های تهدیدکننده تالاب‌های مورد مطالعه، تخلیه و دفع زباله در محدوده تالاب، تغییرات اقلیم و خشکسالی‌های مداوم، آلودگی نفتی، احداث سد و بهره‌برداری بی‌رویه از پوشش گیاهی دارای رتبه‌های اول تا پنجم می‌باشد و سایر شاخص‌ها در رتبه‌های بعدی جای دارند. به‌طور کلی نتایج بدست آمده از آنالیز و مقایسه جهت رتبه‌بندی تالاب‌های مورد مطالعه نشان داد که به نسبت تالاب‌های مورد مطالعه، تالاب شادگان، خورالامیه و خورموسی دارای بیشترین تهدید و فشار بوده و تالاب بین‌المللی جزیره شیدور از وضعیت زیست‌محیطی مطلوب‌تری برخوردار می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده اولویت‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی در جهت کاهش اثرات و پیامدهای عوامل تهدید که تأثیرات جبران‌ناپذیری بر محیط‌زیست و عملکرد تالاب دارند، می‌بایست مورد توجه جدی قرار گیرند. به منظور رفع مخاطرات مذکور، لزوم برنامه‌ریزی و اجرای طرح مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی- دریایی به ویژه تالاب‌های ساحلی- دریایی، آموزش و به کارگیری از ظرفیت جوامع بومی جهت حفظ، حراست و احیای تالاب‌ها، استفاده از ظرفیت‌های منطقه جهت ایجاد اشتغال مناسب و بهبود معیشت جوامع محلی در راستای فرایندهای حمایتی از تالاب برای کاهش بهره‌برداری بی‌رویه از منابع تالابی، لزوم درنظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی و مدیریت هماهنگ در کاهش آلودگی‌های آلی، اصلاح فرایند برنامه‌ریزی و مدیریت تالاب، آموزش کارشناسان، برنامه‌ریزان و مدیران تالاب، تشویق گروه‌های اثرگذار و اثرپذیر به منظور مشارکت در امر حفاظت و افزایش ظرفیت‌های نظارتی و اجرایی سازمان-های مربوطه در حفاظت از تالاب را طلب می‌کند.

منابع

استکی، عباسعلی (۱۳۸۳). بررسی مستمر اثرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت و توسعه پرورش میگو در منطقه تیاب، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، بندرعباس.

اسفنده، سرور؛ دانه‌کار افشین (۱۳۹۳). بررسی تطبیقی- مقایسه‌ای تالاب‌های استان هرمزگان با تلفیق روش‌های MedWet و IBA. دومین همایش ملی مدیریت و مهندسی تالاب‌ها، کرج، ۲۵-۲۶ خرداد ماه.

افشاری، مارال؛ حمیدیان مرجان (۱۳۸۵). بررسی زیست‌محیطی طرح آبیاری و زهکشی دشت شادگان بر اکوسیستم تالاب شادگان، همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب، ۷ص.

اکبرزاده، غلامعلی (۱۳۸۳). بررسی اثرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت کارگاه‌های پرورش میگو در منطقه تیاب (استان هرمزگان)، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، بندرعباس، ۱۴۵ ص.
امیدی، سهیلا (۱۳۸۳). بررسی اثرات آبزی‌پروری بر محیط‌زیست در مناطق حله و دلوار بوشهر، پژوهشکده میگوی کشور، ۱۹۵ص.
انوشه، زهرا؛ سلماسی، سعید؛ جوزی علی (۱۳۹۰). اولویت‌بندی ریسک‌های محیط‌زیستی فاز ساختمانی سد رودبار لرستان به روش SAW و ELECTRE، اولین کنفرانس بین‌المللی و سومین کنفرانس ملی سد و نیروگاه‌های برق‌آبی، تهران، ۱۳ص.
بدری، علی؛ سلمانی، محمد؛ قصابی، محمدجواد؛ عشورنژاد غدیر (۱۳۹۲). درجه‌بندی سکونتگاه‌های روستایی برای توسعه گردشگری بیابان با استفاده از روش ELECTERE III، (مطالعه موردی: خور و بیابانک)، جغرافیا و پایداری محیط، ۳ (۶)، صص. ۲۲-۱.
بیات، رضا؛ جعفری، سمیه؛ چرخایی امیرحسین (۱۳۹۳). پایش تغییرات سطح خاک، پوشش گیاهی و آب تالاب شادگان با استفاده از فن-آوری سنجش از دور، دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه سمنان، ۲۰ و ۲۱ آبان ماه.
پوررحیم نجف‌آبادی، زهرا؛ دهرآزما، بهناز؛ قاسمی، حبیب‌اله؛ مرتضوی، محمدصدیق؛ تقی‌پور بتول (۱۳۸۸). بررسی ویژگی‌های رسوب-شناختی و آلودگی رسوبات سطحی بنادر سیریک و جاسک به آرسنیک و جیوه، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه اصفهان، ۲۵ (۲)، صص. ۴۷-۶۴.
جبل‌عاملی، محمد سعید؛ رضایی‌فر، آیت؛ لنگرودی علی (۱۳۸۶). رتبه‌بندی ریسک پروژه با استفاده از فرایند تصمیم‌گیری چندشاخصه، نشریه دانشکده فنی، ۴۱(۷)، صص ۸۶۳-۸۷۱.
جعفری‌آذر، سمیرا (۱۳۹۴). ارزیابی ریسک زیست‌محیطی تالاب‌های بین‌المللی سواحل جنوبی ایران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد محیط-زیست، ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان. ۱۳۷ص.
جعفری‌آذر، سمیرا؛ سبزقبایی، غلامرضا؛ توکلی، مرتضی؛ دشتی سولماز (۱۳۹۶). به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی مخاطرات زیست‌محیطی تالاب بین‌المللی شادگان، خورالامیه و خورموسی، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۶ (۲۴)، صص. ۱۱۹-۹۷.
جعفری‌آذر، سمیرا؛ سبزقبایی، غلامرضا؛ توکلی، مرتضی؛ دشتی سولماز (۱۳۹۶). ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های زیست‌محیطی تالاب بین‌المللی مصب رودهای گز و حرا، بوم‌شناسی کاربردی، ۶ (۳)، صص. ۸۶-۷۱.
جعفری‌آذر، سمیرا؛ سبزقبایی، غلامرضا؛ توکلی، مرتضی؛ دشتی سولماز (۱۳۹۶). ارزیابی و تحلیل ریسک‌های زیست محیطی تالاب بین-المللی خورخوران با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، علوم و مهندسی آبیاری، ۴۰ (۳)، صص. ۷۵-۶۳.
حسن‌زاده‌کیابی، بهرام؛ منصوری، جمشید؛ گشتاسب میگوئی، حمید؛ مجنونیان هنریک (۱۳۸۳). معیارهای پیشنهادی برای ارزیابی جایگاه حفاظتی تالاب‌های ایران، محیط‌شناسی، ۳۳، صص. ۸۹-۷۴.
حسونی‌زاده، هوشنگ؛ صادقی، لیلا؛ جامعی، نازنین؛ محمدی‌بهبهانی مریم (۱۳۸۹). بررسی کیفیت آب تالاب شادگان با استفاده از شاخص WQI، همایش ملی آب پاک، تهران، ۱۱ و ۱۲ اسفند ماه.
دهقانی، محسن (۱۳۹۲). استفاده مستقیم از جنگل‌های مانگرو در ذخیره‌گاه زیست‌کره، سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، دانشگاه تهران. ۵ آذر ماه.
دیناروند، مهری؛ اسدی مصطفی (۱۳۹۰). نگرشی بر تیره‌های گیاهی غوطه‌ور و شناور در تالاب‌های استان خوزستان، اکوبیولوژی تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد، ۲ (۸)، صص. ۹۴-۸۷.
رحیمی‌بلوچی، ل؛ زرع کار، آزاده؛ ملک‌محمدی بهرام (۱۳۹۱). بررسی تغییرات زیست‌محیطی با استفاده از سنجش از دور و شاخص کیفیت آب (مطالعه موردی: تالاب بین‌المللی شادگان)، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۳ (۴)، صص. ۵۵-۴۳.
رحیمی‌بلوچی، لیلا؛ ملک‌محمدی بهرام (۱۳۹۲). ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی تالاب بین‌المللی شادگان بر اساس شاخص‌های عملکرد اکولوژیکی، محیط‌شناسی، ۳۹ (۱)، صص. ۱۱۲-۱۰۱.
سبزعلی‌زاده، سارا؛ خلفه نیل‌ساز، منصور؛ رحیم مغینمی رحیم (۱۳۸۸). بررسی کیفیت آب تالاب شادگان بر اساس پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، اکوبیولوژی تالاب، ۱(۲)، صص. ۳۶-۲۰.

سبزقبایی، غلامرضا؛ منوری، مسعود؛ ریاضی، برهان؛ خراسانی، نعمت‌اله؛ کرمی محمود (۱۳۹۱). آنالیز مقایسه‌ای فشارها و تهدیدات تالاب-های گرمسیری با استفاده از روش‌شناسی RAPPAM (مطالعه موردی: تالاب‌های استان خوزستان)، اکوبیولوژی تالاب، ۴ (۲)، صص. ۶۸-۵۵.

شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان هرمزگان (۱۳۹۳). مطالعات غیرتفضیلی منابع آب، محدوده‌های مطالعاتی میناب- بمانی و شمیل-تخت، مقایسه تغییر تراز سطح آب زیرزمینی(۱۳۹۲-۱۳۷۲) در آبخوان میناب، گزارش جلد چهارم.

غزالی‌فر، نرگس؛ زارعی حمید (۱۳۹۱). ارزش‌های زیست‌محیطی و ویژگی‌های بوم‌شناختی تالاب‌های استان خوزستان (مطالعه موردی: تالاب شادگان)، مجموعه مقالات سومین همایش ملی مقابله با بیابان‌زایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران، اراک، صص. ۹۲-۸۸.

فعال، زینب (۱۳۸۷). بررسی منابع آلاینده و کیفیت آب تالاب شادگان براساس نظام شاخص کیفیت آب، اولین همایش ملی تالاب‌های ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۱۴و ۱۵ اسفندماه.

قدرجانی، راضیه؛ قیطرانی، نیما؛ خانیان، مجتبی؛ معصومی‌جویا فاطمه (۱۳۹۳). بررسی عوامل آلودگی آب تالاب بین‌المللی شادگان، اولین کنگره تخصصی مدیریت شهری و شوراهای شهر.

قدسی پور، حسن (۱۳۸۹). فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP). چاپ هشتم. دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

قدوسی‌بهبهانی، آرزو (۱۳۹۰). بررسی میزان آلاینده‌های نفتی در خورآذینی و ارایه راهکار مدیریت زیست‌محیطی جهت تقلیل و پایش آن. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، رشته مدیریت محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس. ۱۲۸ص.

قنبرزاده، لیلا (۱۳۹۲). بررسی پتانسیل‌ها و طبقه‌بندی حساسیت‌پذیری تالاب شادگان، اولین همایش ملی حفاظت از تالاب‌ها و اکوسیستم‌های آبی، همدان، ۲۹ فروردین ماه.

قنواتی‌اصل، علی (۱۳۸۰). بررسی وضعیت زیست‌محیطی جنگل‌های حرا (منطقه لافت- قشم). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم تحقیقات تهران. ۸۹ص.

کفاشی، سارا؛ یاوری ماندانا (۱۳۸۵). برآورد خسارت ناشی از آلودگی آب بر تالاب شادگان، سومین همایش ملی بحران‌های زیست‌محیطی ایران و راهکارهای بهبود آنها، اهواز، ۶ دی ماه.

کوچک‌زاده، احمد؛ شریفی‌حسینی، سارا؛ یزدی‌پور، عبدالرحمن؛ شهبازی علی (۱۳۹۰). بررسی تأثیر زه‌آب‌های مزارع نیشکر بر کیفیت آب و بیوماس پوشش‌گیاهی تالاب شادگان، اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار، دانشگاه پیام نور خوزستان، ۵ و ۶ خرداد ماه.

محمدی‌روزبهانی، مریم؛ راسخ، عبدالرحمن؛ جعفرآقایی حدیث (۱۳۹۲). ارزیابی زیستی تالاب شادگان با استفاده از شاخص هیلسنهوف (HFBI)، اکوبیولوژی تالاب، ۵ (۱۷)، صص. ۸۶-۷۵.

معظمی، آرزو (۱۳۸۹). بررسی میزان آلاینده‌های نفتی (TPHs) در خور تیاب و ارایه برنامه مدیریت زیست‌محیطی جهت تقلیل و پایش اثرات، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، رشته مدیریت محیط‌زیست، استاد راهنما: محمدصدیق مرتضوی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس. ۱۳۰ص.

مکوندی، رقیه؛ آستانی، سجاد؛ انوشه زهرا (۱۳۹۱). ارزیابی ریسک محیط‌زیستی تالاب‌ها با استفاده از روش‌های TOPSIS و EFMEA (مطالعه موردی: تالاب شیرین‌سو در استان همدان)، اکوبیولوژی تالاب، ۳ (۱۲)، صص. ۴۰-۲۵.

مکوندی، رقیه؛ آستانی، سجاد؛ چراغی مهرداد (۱۳۹۲). ارزیابی ریسک محیط‌زیستی تالاب‌ها با استفاده از روش‌های SAW و EFMEA (مطالعه موردی: تالاب بین‌المللی انزلی)، اکوبیولوژی تالاب، ۵ (۱۷)، صص. ۷۴-۶۱.

منوری، مسعود؛ رحیمی راضیه (۱۳۸۹). کاربرد ارزیابی ریسک زیست‌محیطی طرح‌های توسعه برای حفاظت تالاب‌ها، اولین همایش ملی مقابله با بیابان‌زایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران، اراک، سازمان جنگلها و مراتع کشور، ۱۶ص.

میرزا اسماعیلی، فاطمه (۱۳۹۰). بررسی میزان آلاینده‌های نفتی خورخوران و ارائه راهکارهای مدیریتی جهت تقلیل و پایش اثرات، پایان-نامه کارشناسی‌ارشد، رشته مدیریت محیط‌زیست، استاد راهنما: محمدصدیق مرتضوی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس. ۱۳۲ص.

Akincilar, A., Dagdeviren, M., (2014), A hybrid multi-criteria decision making model to evaluate hotel websites, International Journal of Hospitality Management, 36, pp. 263-271.
Almeida, A. T. D., (2007), Multi-Criteria Decision Model for Outsourcing Contracts Selection Based on Utility Function and ELECTRE Method, www.elsevier.com.
Barbier, E.B., (2013), Valuing Ecosystem Services for Coastal Wetland Protection and Restoration, Progress and Challenges, Department of Economics and Finance, University of Wyoming, 1000 E, University Ave., Laramie.
Bassi, N., Dinesh Kumai, M., Sharma, A., Pardha- Saradhi, P., (2014), Status of wetlands in India: A review of extent, ecosystem benefits, threats and management strategies, Journal of Hydrology: Regional Studies 2, pp. 1-19.
Beccali, M., Cellura, M., Mistretta, M., (2003), Decision Making in Energy Planning, Application of the ELECTRE Method at Regional Level for the Diffusion of Renewable Energy Technology. www.elsevier.com.
Clayton, M. J., (1997), Delphi: A technique to harness expert opinion for critical decision-making tasks in education, Educational Psychology, 17(4), pp. 373-384.
Damian, Sh., Waverly, Th., (2012), Ecological Risk Assessment, Department of Biology, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA, Progress in Molecular Biology and Translational Science, 112, pp.1877-1173.
De Lange, H.J., Sala, S., Vighi, M., Faber, J.H., (2010), Ecological vulnerability in risk assessment: A review and perspectives, Science of the Total Environment, 408, pp. 3871–3879.
Dunham, R., (1996), The Delphi technique Cited 2002 Mar 24. Retrieved from http://www.medsch.wisc.edu/adminmed/2002/orgbehav/delphi.pdf.
Elmberg, J., Nummi, H., Poeysae, A., Sjoeberg, k., (1994), Relatronships between species number, lake size and resource diversity in assemblesay of breeding water fowl, Biogeogr, 21 (1), pp. 75-84.
Georgopoulon, E., Lalas, D., Papagiannakis, L., (1997), A Multi-Criteria Decision Aids Approach for Energy Planning Problems: The Case of Renewable Energy Option, European Journal of Operational Research, 103 (1), pp. 38-54.
Ghermandi, A., J.C.J.M. Van den Bergh, L.M., Brander, and P.A.L.D. Nunes., (2008), The Economic Value of Wetland Conservation and Creation: A Meta-Analysis. Working Paper 79, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milan, Italy.
Hockingset, M., Sue, S., Fiona, L., Nigel, D., José, C., Peter, V., (2010), Evaluating Effectiveness a framework for assessing management effectiveness of protected areas 2nd Edition, IUCN. Rue Mauverney 28. 1196 Gland, Switzerland.
Hogarth, R.M., (1978), A note on aggregating opinions, Organizational Behavior and Human Performance, 21(1), pp. 40–46.
Ilangkumaran, M., Karthikeyan, M., Ramachandran, T., Boopathiraja, M., Kirubakaran, B. (2015): Risk analysis and warning rate of hot environment for foundry industry using hybrid MCDM technique, Safety Science, 72, pp.133-143.
Kankan, Wu., Luoping, Zh., (2014), Progress in the Development of Environmental Risk Assessment as a Tool for the Decision-Making Process, Journal of Service Science and Management, 7, pp.131-143.
Kellett, B.M., Walse, T., Baristow, K.L., (2005), Ecological Risk Assessment for the Wetlands of the Lower Burdekin, CSIRO Land and Water Technical Report 26/05, Pp.34.
Kennedy, H. P., (2004), Enhancing Delphi research: Methods and results, Journal of Advanced Nursing, 45(5), pp.195-200.
Kim, K.G., Lee, H., Lee, D.H., (2011), Wetland restoration to enhance biodiversity in urban areas – a comparative analysis, Landscape and Ecological Engineering, 7, pp. 27–32.
Mardani, A., Jusoh, A., MD nor, K., Khalifah, Z., Zakwan, N., Valipour, A., (2015), Multiple criteria decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014, Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 28 (1), pp. 516-571.
Molur, S., Smith, K.G., Daniel, B.A., Darwall, W.R.T., (2011), the Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in the WesternGhats, India, International Union for Conservation of Nature, Publisher: IUCN: Cambridge, UK and Gland, Switzerland, and Zoo. 130pp.
Monghasemi, S., Nikoo, M. R., Khaksar Fasaee, M. A., Adamowski, J., (2015), A novel multi criteria decision making model for optimizing time-cost-quality trade-off problems in construction projects, Expert Systems with Applications, 42 (6), pp. 3089-3104.
Ozesmi, S.L., Bauer, E.M., (2002), Satellite remote sensing of wetlands, Wetlands Ecology and Management, 10 (5), pp. 381-402.
Papadopoulos, A., Karagiannidis, A., (2008), Application of the Multi-Criteria Analysis Method ELECTRE III for the Optimization of Decentralized Energy Systems, Omega, 36 (5), pp. 766-776.
Paustenbach, D.J., (2002), Human & Ecological Risk Assessment, Theory & Practice New York: John Wiley & Sons. 1556pp
Prato, T., (2012), Increasing resilience of natural protected areas to future climate Change: A fuzzy adaptive management approach, Ecological Modelling, 242(1), pp. 46-53.
Rajesh, R., Ravi, V., (2015), Supplier selection in resilient supply chains: A grey relational analysis approach, Journal of Cleaner Production, 86, pp. 343-359.
Ramsar Convention Official Website., (2017), WWW.RAMSAR.ORG

Rezaian, S., Jozi, S. A., (2011), Environmental Risk Analysis by Using Multi-Criteria Decision-Making Method (Case Study: Karoon 3 Dam of Iran), 2nd International Conference on Environmental Engineering and Applications IPCBEE, 17, IACSIT Press, Singapore.

Saaty, T.L., (2008), Decision making with the analytic hierarchy process, Services

Saaty, T.L., Vargas, L.G., (1991), Prediction, Projection and Forecasting. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 251 p.

Sabzghabaei, G.R. Monavari, S. M. Biazi, B. Khorasani, N. and M. Karami., (2015), Analysing pressures and threats on the Southern Wetlands of Iran with the application of RAPPAM methodology (Case study: Khuzestan Province), Global NEST Journal, 17(2), pp. 344-356.

Ten Brink, P., Badura, T., Farmer, A., Russi, D., (2012), The Economics of Ecosystem and Biodiversity for Water and Wetlands: ABriefing Note, Institute for European Environmental Policy, London. 84pp.

Walaszczyk, Ludmita., (2016), Project Risk Assessment in Enterprises with the Use of TOPSIS Method in the 2014–2020 Perspective, Studia Materialy, 1(2), pp. 71– 79.

Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Bagočius, V., (2015), Multi-criteria selection of a deep-water port in the Eastern Baltic Sea, Applied Soft Computing, 26, pp. 180‑192.

Zedler, J.B., Kercher, S., (2005), Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability, Annual Review of Environment and Resources, 15(30), pp. 39–74.

Zhang, sh., Sun, B., Yan, L., Wang, Ch., (2013), Risk identification on hydropower project using the IAHP and extension of TOPSIS methods under interval-valued fuzzy environment, Natural Hazards, 65 (1), pp.359-373.

Zhang, T., Yuan, J., (2005), Decision-aid for Power Distribution System Planning Problems Using ELECTRE III, The 7th International Conference of Power Engineering.

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۰۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۰۷

صفحات: ۸۴ - ۶۳

کاربرد آنالیز فرکتال سطحی (SFA) در تحلیل ناهنجاری های سطحی و رابطه آن با تغییرات زونهای مورفوتکتونیک در حاشیه کمربند زاگرس مرتفع (HZB)

مهناز شیران[۱]، محمد علی زنگنه اسدی*[۲]، پائولو موتزی[۳]، حامد ادب[۴]، ابوالقاسم امیراحمدی[۵]

چکیده

هندسه فرکتال روشی برای توصیف کمی ویژگی خود متشابهی یا خود الحاقی در زمین‌ریخت‌های پیچیده و توضیح پیچیدگی‌ها و ناهمواری‌های سطحی است. در این مطالعه از روش تحلیل فرکتال سطحی در غالب یک مدل سلولی به روش تقسیم‌بندی پوششی استفاده شد. نتایج نشان داد فرایندهای زمین‌شناسی و زمین ریخت شناسی باعث تغییر ویژگی بعد فرکتال زمین ریخت‌ها می‌شوند. تغییر مرزهای سنگ شناسی و گسل‌ها بر تغییرات بعد فرکتال اثر می‌گذارند و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها با توجه به شرایط ناهمواری مثل بسامد، دامنه و جنس سازندها متفاوت است. در واحدهای لیتولوژیک با سازندهای سخت آهکی، بعد فرکتال پایین است و در سازندهای سست آبرفتی بعد فرکتال افزایش پیدا می‌کند. فراوانی آبراهه‌ها و حاشیه آن‌ها نیز بر بعد فرکتال تأثیر می‌گذارد، همچنین همگنی واحدهای سنگ‌شناسی باعث کاهش بعد فرکتال می‌شود. در این مطالعه نیز کمترین بعد فرکتال مربوط به واحدهای یکپارچه آهک اوربیتولین دار مزوزوئیک در مرز بین دو زون ساختاری سنندج سیرجان و زاگرس مرتفع است. ولی سازندهای نا مقاوم و حساس به فرسایش کواترنری باعث افزایش بعد فرکتال می‌شوند. تناوب لایه‌های سخت و سست نیز در مقیاس محلی بر بعد فرکتال مؤثر است همچنین ارتفاعات نسبت به زمین‌های پست بعد فرکتال پایین‌تری دارند. بین بعد فرکتال و ارتفاع به شکل کلی رابطه معکوس دیده می‌شود و این رابطه در مورد شاخص زبری ناهمواری نیز در این حوضه وجود دارد. نتایج این تحقیق نشان داد، تغییرات بعد فرکتال سطح به مجموعه‌ای از عوامل سنگ شناسی، تکتونیکی و ژئومورفولوژیکی وابسته است، همچنین در مناطق پیچیده توپوگرافی، بررسی تغییرات بعد فرکتال میتواند در آشکار سازی و بررسی ناهنجاری های سطحی زمین، ابزار مفید و موثری باشد.

واژگان کلیدی: آنالیز فرکتال سطح، مورفوتکتونیک (ریخت زمین ساخت)، ناهنجاریهای سطحی، کمربند زاگرس مرتفع

۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار m.shiran@ hsu.ac.ir

۲- دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار(نویسنده مسئول) ma.zanganehasadi@hsu.ac.ir

۳- استاد زمین شناسی، دانشگاه پادوا، ایتالیا paolo.mozzi@unipd.it

۴- استادیار سنجش از دور، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار h.adab@hsu.ac.ir

۵- استاد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار a.amirahmadi@hsu.ac.ir

مقدمه

تئوری فرکتال روشی کمی برای توصیف یک پدیده طبیعی یا یک شیء با توزیع نامنظم یا ناهنجار است، درواقع فرکتالها مانند سایر مفاهیم ریاضی تجریدی هستند و برای توصیف مفاهیمی چون خود متشابهی[۱] و خود الحاقی[۲] در ریاضیات به کار می‌روند (Xie و Wang، ۱۹۹۹). در ریاضی اقلیدسی بعد توپولوژیک (مکان شناختی) یک خط با بعد یک، صفحه با بعد دو و مکعب با بعد سه بیان می‌شود. اما بعد فرکتال عددی بین این مقادیر است و نشان‌دهنده ماهیت طبیعی پدیده‌ها در پر کردن فضا است (Culling و Datko، ۱۹۸۷). در علوم زمین از هندسه فرکتال برای مدل‌سازی و کمی سازی الگوهای پیچیده طبیعی که ویژگی فرکتالی دارند استفاده می‌شود. هندسه فرکتال راهی برای توصیف کمی ویژگی خود متشابهی یا خود الحاقی در زمین ریختهای[۳] پیچیده است و بعد فرکتال بیان‌کننده طبیعت زمین‌ریخت به شیوه سیستماتیک و راهی برای توصیف کمی زمین‌ریخت است (Bi و همکاران، ۲۰۱۲) اما با توجه به روش‌های استفاده شده برای محاسبه بعد فرکتال، نتایج متفاوتی برای هر زمین‌ریخت حاصل می‌شود (Fox و Hayes، ۱۹۸۵؛Laverty، ۱۹۸۷). در مطالعات اولیه، کاربرد فرکتال در ژئومورفولوژی تنها به ساختارهای خطی مانند رودخانه‌ها، سواحل و خطواره‌ها معطوف بود (مانند مطالعه روی شبکه رودخانه‌ها توسط Hjelmfelt، ۱۹۸۸؛ La Barbera و Rosso، ۱۹۸۹؛ Schuller و همکاران، ۲۰۰۱ و در ایران می توان به مطالعات مقصودی و همکاران، ۱۳۹۵؛ علیمزاده و ماه پیکر، ۱۳۹۶ اشاره کرد) با گسترش تحلیل‌های دیجیتالی روش‌های برآورد بعد فرکتال سطح گسترش پیدا کردند که ازجمله آن‌ها می‌توان به روش واریوگرام[۴]، طیف توان دوبعدی[۵] و روش تقسیم‌بندی پوششی[۶] اشاره کرد (Huang و Turcotte، ۱۹۸۹؛ Skoda، ۱۹۸۷) در مدل‌های سنتی فرکتالی معمولاً زمین ریختها به شکل همگن فرض شده و ابعاد فرکتالی آن‌ها به‌صورت یکنواخت توصیف می‌شود درحالی‌که زمین ریختها توسط فرآیندهای تکتونیکی و سطحی پیچیده شکل‌گرفته‌اند (Sung و همکاران، ۱۹۹۸). روش‌های خطی و روش جعبه شمار[۷] به‌خوبی می‌توانند برای تعیین بعد فرکتال پدیده‌های خطی مورد استفاده قرار گیرند و نتایج معناداری در مورد پدیده‌هایی که کاملاً خودمتشابه هستند نشان می‌دهند اما این روشها در توضیح پدیده‌های توپوگرافیک که عموماً خود الحاقی بوده و توسط شبکه‌های مبتنی بر مدل رقومی ارتفاعی[۸] توصیف می‌شوند کارایی زیادی ندارد (Gilbert، ۱۹۸۹). بیشتر مطالعات، نظیر مطالعات Pentland (۱۹۸۴)، Lovejoy و Schertzer (۱۹۸۸) وClarke (۱۹۸۶)، نشان داده‌اند که تغییرات بعد فرکتال سطح زمین محلی بوده و علاوه بر آن به مقیاس وابسته است. ولی در سال‌های اخیر مدل‌های سلولی نتایج بهتری برای تجزیه‌وتحلیل تغییرات ویژگی‌های فرکتال در زمین ریختها نشان داده‌اند. مدل‌های سلولی فرکتالی مشکل تخصیص یک بعد فرکتال واحد برای واحدهای توپوگرافیک که بزرگ و ناهمگن (مانند مطالعه

1- Self-similar
2- Self-affine
3- Landform
4- Variogram
5- Two-dimensional power spectral
6- Covering divider
7- Box counting
8- DEM

حاضر) هستند را حل می‌کنند و ازاین‌رو می‌توانند تغییرات مکانی ویژگی فرکتال برای واحدهای ژئومورفولژیک را به‌صورت کمی نشان دهند (Bi و همکاران، ۲۰۱۲). مدل سلولی می‌تواند شکل شبکه‌ای در قالب ساختار مدل رقومی ارتفاعی را حفظ کند، ضمن اینکه می‌تواند یک منطقه بزرگ را به هزاران واحد کوچک‌تر تبدیل کند که ویژگی چند فرکتالی زمین ریختها را به ساختارهای ساده تبدیل کند (Bi و همکاران، ۲۰۱۲). از مطالعاتی که به این شیوه توسط افراد متعدد انجام‌شده است می‌توان به مطالعات Outcalt و همکاران (۱۹۹۴)، Sung و Chen (۲۰۰۴)، Bi و همکاران (۲۰۱۲) اشاره کرد. سیمای توپوگرافیک ناشی از تأثیر فرایندهای زمین‌شناسی، تکتونیکی و ژئومورفولوژیکی است. فرآیندهای تکتونیکی ممکن است نشانه‌های قابل‌توجهی روی سطح زمین داشته باشند ولی تشخیص تغییر شکل‌های ناشی از تکتونیک از طریق توپوگرافی کار پیچیده‌ای است زیرا ناهمواری‌های سطح زمین از یک‌سو منعکس‌کننده تغییر شکل‌های تکتونیکی و از دیگر سو نتیجه پاسخ به فرآیندهای سطحی هستند (Faghih و Nourbakhsh، ۲۰۱۵). ازآنجاکه توصیف کمی و طبقه‌بندی ناهمواری‌های سطحی نقش مهمی در تحلیل‌های ژئومورفولوژیکی زمین ریختها دارد لذا هدف اصلی این پژوهش مشخص کردن الگو های تغییر شکل سطحی ژئومورفولوژیکی و زمین‌شناسی بر اساس تحلیل فرکتال سطحی توپوگرافی است. برای این هدف و برای مطالعه تغییر شکل‌های سطحی زمین در اثر فرآیندهای تکتونیکی می‌توان به نشانه‌ها و شواهد ژئومورفیک که در اثر تغییر شکل‌های[1] سطحی جابه‌جاشده‌اند استناد کرد. بهترین این نشانه‌ها که در ژئومورفولوژی و زمین ریختها به شکل سطحی قابل شناسایی هستند خطوط و روند آن‌ها در سطح است (Willett، ۱۹۹۹). روندهای خطی اغلب به خطواره‌ها[2] معروفند. یک خطواره یک خط قابل ترسیم و ردیابی با سیمایی مستقیم یا خمیده است که منعکس‌کننده الگوهایی از سطح زمین است که خط سیر مستقیم و یا منحنی دارند (Mwaniki و همکاران، ۲۰۱۵). یک خطواره در علوم زمین به‌عنوان یک عنصر ژئومورفولوژیکی تلقی می‌شود که نشان‌دهنده ساختارهای زمین‌شناسی خطی، مرزهای سنگ شناسی و گسله است. سایر خطوط دست‌ساخته انسانی مانند جاده و خطوط ریلی نیز خطواره محسوب می‌شوند (Leech و همکاران، ۲۰۰۳). سنجش‌ازدور به‌عنوان یک منبع ارزشمند در مطالعات خطواره‌ها کاربرد دارد و در پژوهش‌های متعددی مورداستفاده قرارگرفته که از آن میان می‌توان به مطالعات Masoud و Koike (۲۰۱۱)، Rajesh (۲۰۰۸)، Saadi و همکاران (۲۰۱۱)، Qari (۱۹۹۰)، اشاره کرد. گسل‌ها به‌عنوان ساختارهای خطی شناخته می‌شوند که عمق آن نسبت به پوسته زمین در شناسایی آن به شکل اتوماتیک و توسط داده‌های سنجش‌ازدور تأثیرگذار است. در داده های سنجش از دور اپتیکی، گسل‌هایی که نزدیک سطح زمین هستند با کنتراست بالا در تصاویر با قدرت تفکیک خوب مشخص می‌شوند، ولی در مورد گسل‌هایی که عمق بیشتری دارند بازتاب آن‌ها در تصاویر مبهم است و اغلب خطواره آن چندان قابل‌تشخیص نیست، به‌ویژه در تصاویری که قدرت تفکیک مناسبی ندارند، شناسایی آن‌ها بسیار دشوار می‌شود (Flores-Prieto و همکاران، ۲۰۱۵). در این پژوهش برای بالا بردن قدرت آشکارسازی خطواره‌ها توسط

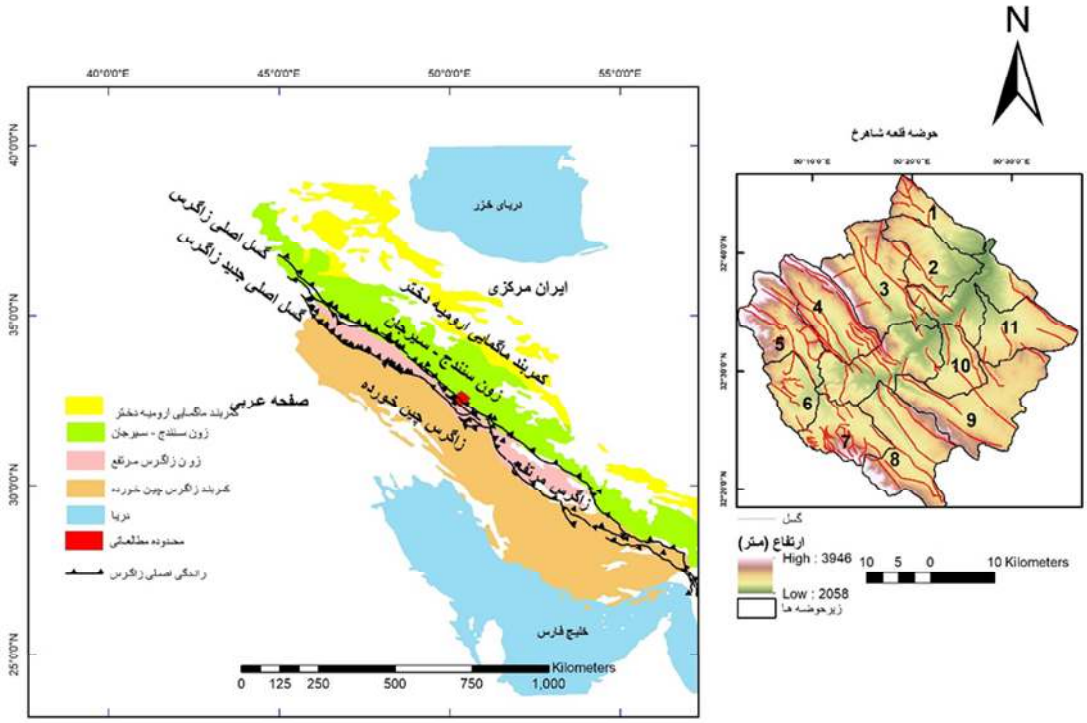
1- Deformation
2- lineament

داده‌های سنجش‌ازدور، از دو دسته داده اپتیکی و راداری با روزنه مصنوعی[1] با قدرت‌های تفکیک، طول‌موج و قطبش‌های مختلف استفاده‌شده است. سپس برای مشخص کردن الگوهای تغییر شکل سطحی و طبقه‌بندی آن‌ها با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی به تحلیل فرکتال سطحی توپوگرافی در منطقه پیچیده زاگرس پرداخته‌شده است.

منطقه موردمطالعه

حوضه موردمطالعه، قلعه شاهرخ – چلگرد در بخش شمال شرق استان چهارمحال و بختیاری قرار دارد (مرز حوضه توسط نرم افزارTec DEM (Shazad و Gloaguen، ۲۰۱۱) به شکل اتوماتیک تعیین شده است. این نرم افزار یک جعبه ابزار اجرایی در نرم‌افزار MATLAB است و برای بررسی مورفوتکتونیک در حوضه از مدل رقومی ارتفاع به‌عنوان ورودی استفاده می‌کند). خط راندگی اصلی زاگرس با امتداد شمال غربی- جنوب شرقی از بخش غربی این حوضه می‌گذرد. این خط زون زاگرس مرتفع را از زون سنندج سیرجان جدا می‌کند، به این شکل بخش شرقی حوضه در زون سنندج - سیرجان و بخش غربی در زون زاگرس مرتفع قرارگرفته‌اند. موقعیت این حوضه از جهت قرارگیری در کمربند فرورانش صفحه عربی به زیر خرده صفحه ایران مرکزی از یک‌سو و تفاوت‌های ساختارهای تکتونیکی، توپوگرافی، لیتولوژیک و زمین‌شناسی در دو بخش این حوضه، آن را برای بررسی تغییرات الگوهای سطحی قابل‌توجه می‌سازد. همچنین یازده زیر حوضه در منطقه موردمطالعه وجود دارد که در شکل ۱ مشخص‌شده است.

1- SAR



شکل ۱: موقعیت محدوده مطالعاتی (قلعه شاهرخ – چلگرد در بخش شمال شرق استان چهارمحال و بختیاری) در زون‌های ساختاری ایران و موقعیت یازده زیرحوضه در حوضه قلعه شاهرخ – چلگرد

داده‌ها و روش‌ها

در این پژوهش از دو دسته داده‌های سنجش‌ازدور اپتیکی شامل لندست ۸ و تصاویر راداری با روزنه مصنوعی شامل sentinel 1،ALOS PALSAR و Terasar جهت بررسی و آشکارسازی خطواره‌ها و از مدل رقومی ارتفاعی جهت تحلیل فرکتال سطحی توپوگرافی استفاده شد. مدل رقومی ارتفاعی مورداستفاده با دقت تقریبی ۱۲/۳۲ متر (Logan و همکاران، ۲۰۱۴) درنظرگرفته شد. برای بررسی‌های زمین‌شناسی و تکتونیک منطقه از نقشه‌های زمین‌شناسی برگه‌های یک‌صد هزار چادگان و فریدون‌شهر و برگه ۲۵۰ هزارم شهرکرد استفاده شد. به دلیل مشکل بودن صعود و دسترسی به مناطق کوهستانی زاگرس مرتفع و گستردگی منطقه مبنای کار بر اساس کنترل‌های لازم از طریق تصاویر گوگل ارث با تأکید بر داده‌های سنجش‌ازدور صورت گرفت.

استخراج خودکار خطواره‌ها

الف- استفاده از داده‌های اپتیکی لندست ۸: تصویر لندست منطقه در تاریخ ۲-۱۰-۲۰۱۳ انتخاب شد (با توجه به کوهستانی و برف‌گیر بودن منطقه در زمستان و پوشش گیاهی نسبتاً انبوه در فصل رویش که امکان شناسایی

عوارض سطحی را محدود می‌کند، مناسب‌ترین زمان برای اخذ تصویر پاییز در نظر گرفته شد). پس از تصحیحات اتمسفری به روش تفریق تاریک شی[1] و تبدیل داده‌های تابندگی باندها به انعکاسی و اعمال الگوریتم گرام اشمیت از باند ۸ با دقت ۱۵ متر برای فیوژن باندهای مرئی ۳۰ متر استفاده شد. سپس با اعمال آنالیز مؤلفه‌های اصلی[2] باندی که دارای بیشترین اطلاعات بود انتخاب شد.

ب- استفاده از داده‌های راداری با روزنه مصنوعی: این داده‌ها با ویژگی‌های مشخص‌شده در جدول ۱ پس از اعمال تصحیحات رادیومتریک و هندسی جهت استخراج اتوماتیک خطواره‌ها در ژئومتیکا مورداستفاده قرار گرفت.

جدول ۱: ویژگی‌های تصاویر SAR مورداستفاده برای استخراج اتوماتیک خطواره‌ها

سنجنده SAR	نوع باند	گذر و زاویه تابش	قطبش
Mosaicked TerraSAR	X	ascending pass	Stripmap (HH)
Sentinel1	C	ascending pass	Level-1 Ground Range Detected (GRD)
Sentinel1	C	descending pass	Level-1 Ground Range Detected (GRD)
ALOS PALSAR	L	ascending pass	Fine Beam (HV)
ALOS PALSAR	L	ascending pass	Fine Beam (HH)

برای استخراج خطواره‌ها از تصاویر ماهواره‌ای سه روش وجود دارد: استخراج دستی، روش نیمه اتوماتیک و روش اتوماتیک. دو روش اولی نیاز به تحلیلهای تجربی دارد ولی در روش اتوماتیک توسط الگوریتم اعمال‌شده در نرم‌افزار و با توجه به کیفیت تصویر، خطواره‌ها استخراج می‌شوند (Mostafa و Bishta، ۲۰۰۵). از مزایای روش اتوماتیک صرفه‌جویی در زمان است همچنین امکان تشخیص خطواره‌هایی که در روش دستی قابل‌شناسایی نیستند را فراهم می‌کند به‌ویژه وقتی منطقه تحت مطالعه وسیع یا صعب‌العبور مانند مناطق کوهستانی در مطالعه حاضر باشد. بااین‌وجود نواقصی نیز دارد زیرا کیفیت تصاویر و زمان برداشت تصاویر و درنتیجه زاویه تابش نور خورشید بر کیفیت تشخیص در آن اثر می‌گذارد (علی پور و همکاران، ۱۳۸۷). با توجه به وسعت منطقه مبنای استخراج خطواره‌ها برای شناسایی گسل‌های منطقه به روش اتوماتیک در نظر گرفته شد. روش‌های مختلفی برای استخراج اتوماتیک خطواره‌ها معرفی شده است، ازجمله: تبدیل هاگ[3]، تبدیل هار[4] و الگوریتم(STA)[5] (Lee و Moon، ۲۰۰۲). در این مطالعه از مدل خطی[6] توسط نرم‌افزار ژئومتیکا استفاده شد. این مدل مبتنی بر الگوریتم STA است. در این روش یک خط از پیکسل‌ها به‌عنوان یک عنصر برداری به‌وسیله تغییرات محلی در باند خاکستری تصاویر رقومی، برآورد می‌شود (Koike و همکاران، ۱۹۹۸). با توجه به‌دقت بالای تصاویر راداری، تفسیر بصری و دستی روی تصاویر و خطوط استخراج‌شده انجام گرفت. تغییرات بافت و تن تصویر همچنین تغییرات ناگهانی در الگوهای توپوگرافی و زهکشی

1- Dark-object subtraction technique
2- PCA
3- Hough Transform
4- Haar Transform
5- Segment Tracing Algorithm
6- LINE

مبنای چنین تفسیرهای بصری هستند. سپس نتایج حاصل از استخراج دستی و اتوماتیک با نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه مطابقت داده شد (برگه‌های یک‌صد هزار چادگان و فریدون‌شهر و برگه ۲۵۰ هزارم شهرکرد). نقشه نهایی گسلهای منطقه در شکل ۳ (ب) نشان داده شده است.

تحلیل فرکتال سطحی

فرکتالها خود الحاق یا خود متشابه هستند. اگر هر قطعه از شکل مشابه کل آن شکل باشد، آن شکل خود متشابه است. در یک شکل خود متشابه تغییرات در هر جهت فضای مختصات اقلیدسی یکسان است، حتی اگر جسم چرخانده شوند، ولی اگر تغییرات یک شکل در هر جهت متفاوت باشد آن شکل خود الحاق است (Xu و همکاران، ۱۹۹۳). ویژگی فرکتالی سطح توپوگرافی زمین از هر دو نوع است. توپوگرافی زمین در سطح افقی از نوع خود متشابه است و در مورد خطوط تراز می‌توان ازروشهای خطی مثل شمارش جعبه استفاده کرد ولی در سطح ارتفاعی اغلب از نوع خود الحاق است (Turcotte، ۱۹۹۷) برای فرکتالهای خود الحاق رابطه قوی بین انحراف استاندارد ارتفاع سطح و طول پنجره نمونه وجود دارد (Rahman و همکاران، ۲۰۰۶). در این پژوهش از روش تقسیم پوششی به‌منظور بررسی پیچیدگی‌های سطحی و بررسی ناهمسانگردی زمین ریختها استفاده شده است، این روش ابزاری معمول و متداول در تعیین ابعاد فرکتال در ساختارهای فرکتالی زمین ریختها است. در این روش، بعد فرکتالی بر اساس مدل زبری - سطح[1] طبق روابط زیر محاسبه می‌شود (Faghih و Nourbakhsh ، ۲۰۱۵):

$$\sigma = \tau^H \quad (۱)$$

در این رابطه σ میانگین انحراف استاندارد اطلاعات در زیربخش سطح (در اینجا اطلاعات توپوگرافی) با مساحت τ است. H به‌عنوان توان هرست[2] در نظر گرفته می‌شود که طی رابطه (۲) با بعد فرکتال سطح (D_{surf}) رابطه دارد:

$$D_{surf} = 3 - H \quad (۲)$$

اگر رابطه (۱) را به‌صورت نمودار Log-Log در نظر بگیریم رابطه (۱) به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$log\sigma = log\tau^H \quad (۳)$$

برای محاسبه σ در هر محله از معادله (۴) استفاده می‌شود:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n}} \quad (۴)$$

که در آن X ارزش عددی توپوگرافی و n تعداد داده‌ها است. در ابتدا τمساوی سطح کل پنجره هدف بوده و به‌طور متوالی با فاکتور ۴ در هر مرحله کاهش پیدا می‌کند. همان‌طور که سطح پنجره (τ) کاهش پیدا می‌کند، σ یا میانگین انحراف معیار داده‌ها در زیربخشهای سطح به‌صورت ۱، ۴، ۱۶، ۶۴ و غیره محاسبه می‌شود. بعد فرکتال از شیب

1- Roughness-Surface
2- Hurst

رگرسیون لگاریتم مساحت فضای تقسیم‌شده (τ) در برابر لگاریتم σ محاسبه‌شده در همان فضای تقسیم‌شده به دست می‌آید. اگر نمودار log-log ترسیم‌شده خطی باشد داده‌ها توزیع فرکتالی دارند و شیب آن‌ها نشان‌دهنده H است که با استفاده از آن می‌توان بعد فرکتال سطح را تعیین کرد (Faghih و Nourbakhsh، ۲۰۱۵). در این پژوهش با استفاده از داده‌های مدل رقومی ارتفاعی با دقت ۱۲/۳۱ متر استفاده شد. به این صورت با توجه به‌دقت مدل رقومی ارتفاعی، طول ضلع کوچک‌ترین پنجره معادل ۳ پیکسل و با مساحت ۳۶/۹۳× ۳۶/۹۳ در نظر گرفته شد که شامل ۹ پیکسل صحیح از داده‌های رقومی ارتفاعی بود. به همین ترتیب اندازه ضلع ۴ پنجره بعدی به ترتیب معادل ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ در نظر گرفته شد که پنجره هدف با اندازه ضلع ۴۸ پیکسل و مساحت پنجره هدف ۵۹۰/۸۸× ۵۹۰/۸۸ مترمربع و در حدود ۲۳۰۴ پیکسل در نظر گرفته شد و برای کل منطقه تعداد ۴۳۶۶ پنجره هدف به دست آمد تا کل منطقه را تحت پوشش قرار دهد. برای انجام تحلیل‌های رستری از نرم‌افزار GIS و برای محاسبات این تعداد پنجره هدف و برازش نمودارها از نرم‌افزار متلب استفاده شد. برای مشخص شدن وضعیت سنگ شناسی و واحدهای زمین ریختی از نقشه زمین‌شناسی منطقه و نقشه لند فرم استخراج‌شده از الگوریتم طبقه‌بندی سطح زمین[1] که توسط Iwahashi و Pike (۲۰۰۷) معرفی‌شده و مبتنی بر مدل رقومی ارتفاعی است، استفاده‌شده است، در این روش از بافت[2]، تحدب[3] و شیب دامنه‌ها برای طبقه‌بندی زمین ریختها استفاده می‌شود. سپس این دو نقشه با نقشه فرکتال تطبیق داده شد و برحسب درصد مساحت بیشینه هر واحد سنگ شناسی و زمین ریختی با هر کلاس بعد فرکتال، وضعیت غالب سنگ شناسی و زمین ریختی آن واحد مشخص شد.

روش تبدیل موجک پیوسته[4]

توپوگرافی در طول یک پروفیل یا نیمرخ می‌تواند به‌عنوان یک سری زمانی از اعداد تلقی شود. مؤلفه‌های طیفی برای یک سری زمانی می‌توانند توسط تحلیل‌هایی مثل تبدیل فوریه[5] و تبدیل موجک[6] انجام شوند. تحلیل موجک برای تحلیل مؤلفه‌های طیفی و جداسازی آن‌ها با توجه به حفظ اندازه رزولوشن یا قدرت تفکیک بسیار کارآمد است و در دهه گذشته کاربردهای وسیعی در پردازش سیگنال داشته است. پرکاربردترین ویژگی تبدیل موجک در ارائه هم‌زمان جداسازی فضایی و طیفی است (Malamud و Turcotte، ۲۰۰۱). تبدیل موجک درواقع یک فیلتر است که توسط تابع پیوسته $\varphi[(x-X)/a]$ که به‌عنوان تابع موجک مادر شناخته می‌شود، روی سری اعداد اعمال می‌شود. تابع موجک مادر برای ایفای نقش در معادله باید شرایط رابطه زیر را برآورده نماید (Malamud و Turcotte، ۲۰۰۱):

$$\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x)dx = 0 \qquad (۵)$$

1- Terrain surface classification
2- Texture
3- Convexity
4- Continuous wavelet transform (CWT)
5- Fourier transform
6- Wavelet transform

در این پژوهش یک نیمرخ روی توپوگرافی به‌عنوان h(x) در نظر گرفته می‌شود که x بیان‌کننده نقطه و محل در طول پیمایش روی رستر است. تبدیل موجک از طریق رابطه زیر انجام می‌شود:

$$w(x,a_n)=\frac{1}{\sqrt{a_n}}\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(\frac{x-X}{a_n})h(x)dx \qquad (۶)$$

که در آن a_n پارامتر مقیاس، X پارامتر انتقال و برای هر مقیاس ثابت a_n تبدیل موج متناسب با دامنه توپوگرافی $h(x)$ خواهد بود. این تابع تبدیل، واحد طول داشته (با توجه به موضوع زمین‌شناسی طول جانشین واحد زمان شده است) و پارامترهای ذکرشده همه واحد طول دارند . مقاس با بسامد رابطه معکوس داشته و قابل تبدیل است و در این پژوهش مقادیر مقیاس به بسامد تبدیل شده است. انواع مختلفی از توابع موجک مادر وجود دارند. در مورد توپوگرافی نوع کلاه مکزیکی[1] با توجه به هموار بودن و پاسخ‌های معقول در مقیاس‌های بالا و بسامدهای پایین بیشتر مورد استفاده قرارگرفته و به‌صورت مشتق دوم تابع گوسی توسط رابطه زیر بیان می‌شود (Malamud وTurcotte، ۲۰۰۱):

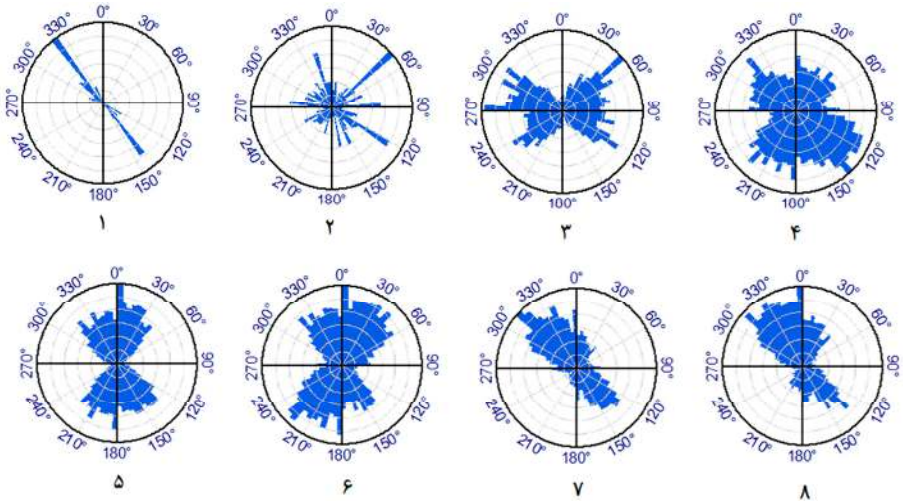
$$\varphi(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}(1-x^2)e^{\frac{-x^2}{2}} \qquad (۷)$$

نتایج و بحث

تحلیل خطواره‌ها

نتایج استخراج اتوماتیک خطواره‌ها توسط نرم‌افزار ژئومتیکا پس از پردازش در GIS و ترسیم نمودارهای گل رز مربوط به تصاویر راداری و تصویر لندست ۸ در شکل ۲ آمده است همچنین نمودارهای رز مربوط به خطواره‌های گسلی اصلاح‌شده توسط روش دستی (با تطبیق و بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه، خطواره‌های حاصل از روش اتوماتیک و کنترل تصاویر در گوگل ارث) و توزیع خطواره‌های مربوط به شبکه زهکشی و آبراهه‌ها به روش دستی نیز در شکل ۲ آمده است.

[1]- Mexican Hat



شکل ۲: نمودار رز خطواره‌ها: گسل‌ها ۱- به روش دستی، ۲- شبکه زهکشی، ۳- لندست ۸، ۴- تراسار[1] x (HH)، ۵- سنتینل[2] ۱ بالاگذر، ۶- سنتیل ۱ پایین گذر، ۷- الوس پالسار (HV)، ۸- الوس پالسار (HH)

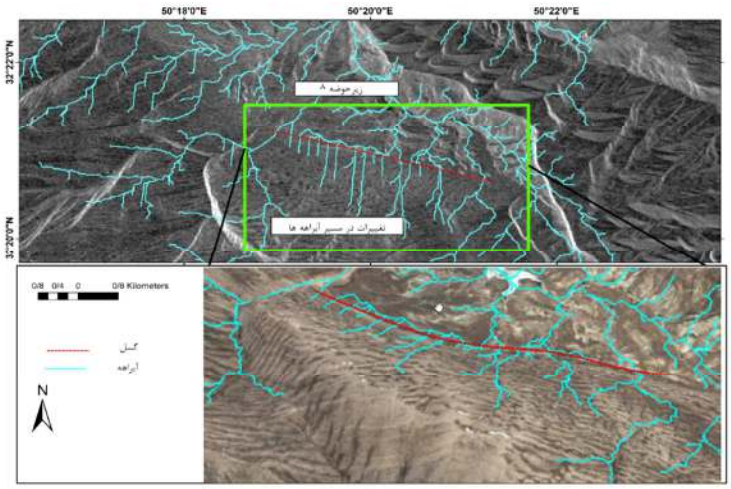
جدول ۲ تعداد خطوط استخراج‌شده به روش اتوماتیک با تصاویر راداری، لندست ۸ و روش دستی را نشان می‌دهد. تفاوت تعداد خطوط برداشت‌شده در روش اتوماتیک مربوط به قدرت تفکیک این تصاویر است و با توجه به قدرت تفکیک بالاتر تصویر تراسار تعداد خطوط بیشتری توسط روش اتوماتیک با این تصویر شناسایی‌شده است زیرا خطوطی که در روش اتوماتیک به دست می‌آیند شامل همه الگوهای خطی از پوشش گیاهی تا ساختارهای توپوگرافی و ژئومورفولوژیکی همچون آبراهه‌ها و سازه‌های خطی دست‌ساز انسانی مثل خطوط ارتباطی جاده‌ها را شامل می‌شود. تصاویر تراسار به‌ویژه از چنین ساختارهای خطی به‌شدت متأثر می‌شوند که به دلیل قدرت تفکیک بالاتر و حساسیت بالای باند X به پوشش گیاهی است، در عوض طول‌موج‌های باندهای بلندتر نظیر C و L حساسیت کمتری دارند. از طرفی طول خطوط در روش اتوماتیک نسبت به روش دستی کوتاه‌تر است زیرا الگوریتم خطی در نرم‌افزار ژئومتیکا توانایی ترکیب قطعات خطوط را ندارد (Flores-Prieto و همکاران، ۲۰۱۵) لذا طول کل خطوط در روش اتوماتیک نسبت به روش دستی بیشتر است بااین‌وجود میانگین طول خطواره‌ها در روش دستی از روش اتوماتیک بیشتر است؛ اما در نهایت توزیع فضایی خطوط در هر دو روش تقریباً مشابه است و در جهت شمال غرب – جنوب شرق است.

1- Trasar
2- Sentinel

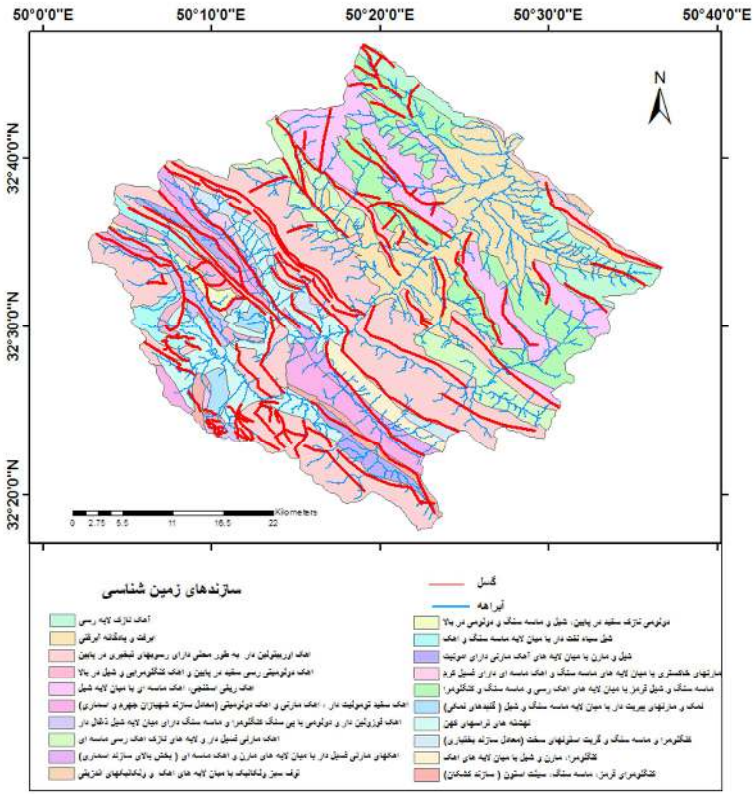
جدول ۲: مشخصات خطواره‌های استخراج‌شده به روش دستی و اتوماتیک

مأخذ خطواره‌ها	تعداد خطواره‌ها	میانگین طول خطوط (متر)
Mosaicked TerraSAR	۲۹۹۴۳	۲۰۶/۶۳
sentinel1 ascending pass	۱۷۷۵۷	۲۰۱/۷۷
sentinel1 descending pass	۱۵۶۳۰	۱۹۲/۸۹
ALOS PALSAR Fine Beam (HV)	۸۶۲۰	۲۳۸/۴۶
ALOS PALSAR Fine Beam (HH)	۷۸۶۹	۲۳۱/۸۲
Landsat8 OLI	۲۹۳۲	۶۲۴/۸۴
گسل‌ها به روش دستی	۱۰۸	۳۷۳۶/۱۸
آبراهه‌ها	۶۵۰	۲۰۲۹/۵۳

جهت‌گیری خطوط گسلی به روش دستی در جهت شمال غرب – جنوب شرق و منطبق بر جهت‌گیری کمربند زاگرس و دو گسل بزرگ و عمده یعنی گسل اصلی و گسل جدید زاگرس است. محور اصلی شبکه زهکشی حوضه در جهت شمال شرق- جنوب غرب است و زیرحوضه ها در دو سوی شمال و جنوب آن با محورهایی که موازی با الگوی گسلی منطقه است توسعه پیداکرده‌اند و آبراهه‌های فرعی از الگوی شاخه درختی، موازی و راست‌گوشه تبعیت کرده‌اند. این جهت‌گیری در شناسایی اتوماتیک خطواره‌ها تأثیر گذاشته و دو جهت غالب در نمودار رز آن‌ها دیده می‌شود، الگوی شمال غرب- جنوب شرق که روند غالب گسل‌های حوضه است و الگوی شمال شرق- جنوب غرب که منطبق بر الگوی زهکشی است بااین‌وجود غلبه با الگوی جهتی شمال غرب – جنوب شرق است، به‌ویژه این دو الگو در تصاویر مربوط به دو سنجنده سنتینل۱ و تراسار با قدرت تفکیک بالاتر و وضوح بیشتری دیده می‌شود. لذا در نتیجه‌گیری نهایی می‌توان جهت عمده خطواره‌های گسلی را در راستای شمال غرب- جنوب شرق ارزیابی کرد. در تفسیر بصری خطواره‌ها تغییرات بافت و تن تصویر همچنین تغییرات ناگهانی در الگوهای توپوگرافی و زهکشی مبنای چنین تفسیرهای بصری قرارگرفته‌اند که شکل ۳ (الف) نمونه‌ای از این تفسیر بصری در زیرحوضه ۸ توسط تصویر TerraSAR را نشان می‌دهد، در این تصویر تغییرات رنگ و بافت و تغییر الگوی زهکشی کاملاً مشخص است و آبراهه‌های قطع‌شده توسط گسل، الگوی مشخص موازی و قائم‌الزاویه یا راست‌گوشه دارند. نقشه نهایی گسل‌های منطقه با توجه به اصلاحات انجام‌شده از روش اتوماتیک و دستی، زهکشی و سازندهای زمین‌شناسی حوضه در شکل ۳ (ب) آمده است.



شکل ۳: (الف)



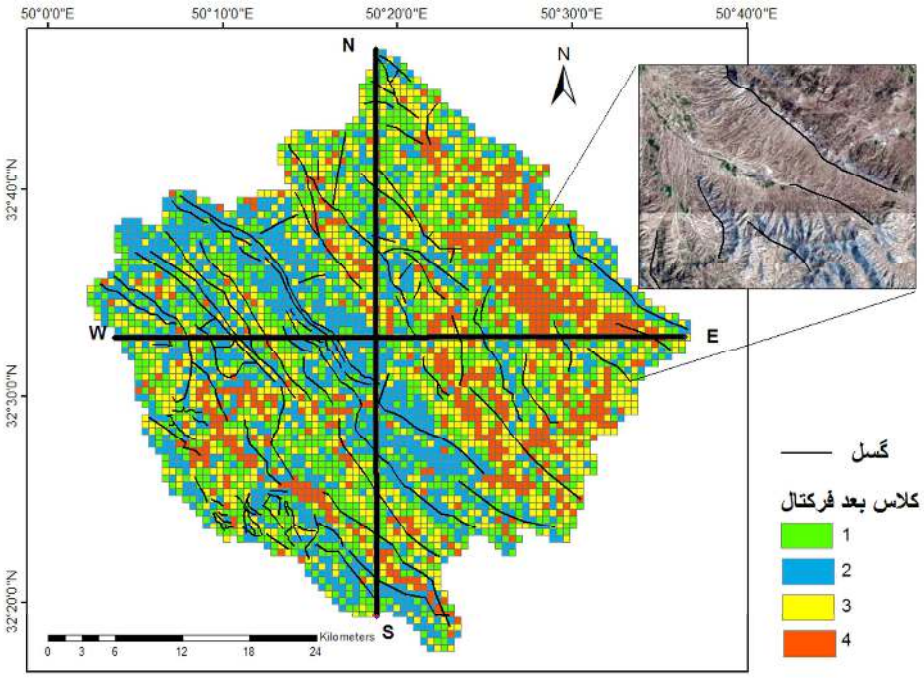
شکل ۳: (ب)

شکل ۳: (الف) برشی از تصویر تراسار در محدوده زیرحوضه ۹ که انحراف آبراهه‌ها توسط گسل را نشان می‌دهد، (ب). نقشه نهایی گسل‌های منطقه، زهکشی و سازندهای زمین‌شناسی

تحلیل فرکتال سطح و الگوهای تغییر سطح

رابطه بعد فرکتال سطح و زمین ریختها

نقشه توزیع فرکتالی سطح حوضه در شکل ۴ نشان داده‌شده است. این توزیع نشان می‌دهد که بعد فرکتال به شکل ناحیه‌ای تغییر کرده است و این تغییرات با زمین ریختهای منطقه ارتباط دارد. به‌ویژه روند پراکنش شمال غربی – جنوب شرقی واحدهایی با بعد فرکتال یکسان، تأثیرپذیری آن‌ها از روند غالب تکتونیکی منطقه را نشان می‌دهد. در این شکل تغییرات بعد فرکتال سطح، در ۴ کلاس مطابق الگوریتم K-Means طبقه‌بندی‌شده است. جدول ۳ خلاصه‌ای از وضعیت غالب سنگ شناسی – زمین ریختی واحدها، میانگین و انحراف معیار بعد فرکتال در هر واحد را نشان می‌دهد.



شکل ۴: نقشه توزیع بعد فرکتال حوضه و دو پروفیل شمال – جنوب و غرب – شرق

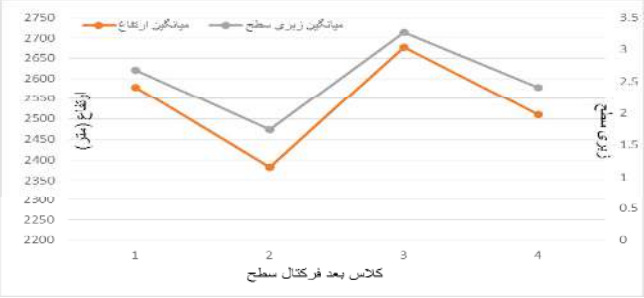
جدول ۳: خلاصه‌ای از وضعیت غالب سنگ شناسی – زمین ریختی واحدها، میانگین و انحراف معیار بعد فرکتال در هر واحد

کلاس بعد فرکتال سطح	وضعیت غالب سنگ شناسی- زمین ریختی	انحراف معیار	میانگین	محدوده تغییرات بعد فرکتال
۱	آهک اوربیتولین دار به‌طور محلی دارای رسوب‌های تبخیری در پایین، شیب‌های متوسط حول راندگی قدیم و جدید زاگرس و به‌طور پراکنده ارتفاعات جنوب شرق و جنوب و شمال غرب حوضه، بافت نرم، تحدب زیاد دامنه‌ها	۰/۲۰۹	۲/۵۲۰	۲/۴۳ -۲/۵۵
۲	کنگلومرا، مارن و شیل با میان لایه‌های آهک، شیب‌های تند، بافت خشن و تحدب بالا	۰/۰۱۸	۲/۵۸۳	۲/۵۵ -۲/۶۱
۳	آبرفت و پادگانه آبرفتی و ماسه‌سنگ و شیل قرمز با میان لایه‌های آهک‌رسی و ماسه‌سنگ و کنگلومرا، شیب‌های تند، بافت نرم و تحدب پایین	۰/۰۲	۲/۶۵	۲/۶۱ -۲/۶۸
۴	آبرفت و پادگانه‌های آبرفتی واقع در بخش سنندج سیرجان حوالی رودخانه اصلی و محل فرسایش‌های شدید شیاری و گالی در زیرحوضه‌های پایین‌دست و تراکم زهکشی بالا، شیب‌های تند، بافت نرم و تحدب پایین	۰/۰۲۹	۲/۷۲۴	۲/۶۸ -۲/۸۴

بررسی جدول نشان می‌دهد در واحدهای لیتولوژیک با سازندهای سخت آهکی، بعد فرکتال پایین است و در سازندهای سست آبرفتی بعد فرکتال افزایش پیدا می‌کند. بافت نرم در شیب‌های تند، زمینه را برای فرسایش‌های شدید گالی و شیاری در این مناطق فراهم کرده و ناهنجاری‌های سطحی را افزایش داده لذا بعد فرکتال در این مناطق بیشتر است. شکل ۴ بخشی از فرسایش شدید زیرحوضه ۱۱ را نشان می‌دهد. تحقیقات Faghih و (Nourbakhsh۲۰۱۵) و Bi و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان می‌دهد پدیده‌های فرسایشی باعث افزایش ناهمگنی در سطح شده و بعد فرکتال را افزایش می‌دهد برعکس فرایندهای نهشته‌گذاری ناهمگنی سطح را کاهش داده و باعث کاهش بعد فرکتال می‌شوند. کم بودن بعد فرکتال در دامنه‌های محدب حوضه این موضوع را تائید می‌کند. همچنین همگنی واحدهای سنگ‌شناسی باعث کاهش بعد فرکتال می‌شود چنانچه در این حوضه نیز کمترین بعد فرکتال مربوط به واحدهای یکپارچه آهک اوربیتولین دار مزوزوئیک در مرز بین دو زون ساختاری سنندج سیرجان و زاگرس مرتفع است ولی سازندهای نا مقاوم و حساس به فرسایش کواترنری باعث افزایش بعد فرکتال می‌شوند. فراوانی آبراهه‌ها و حاشیه آن‌ها نیز بر بعد فرکتال تأثیر می‌گذارد. تناوب لایه‌های سخت و سست نیز در مقیاس محلی بر بعد فرکتال مؤثر است و در این بخش‌ها بعد فرکتال مقدار متوسط را نشان میدهد. همچنین ارتفاعات نسبت به زمین‌های پست بعد فرکتال پایین‌تری دارند.

رابطه بعد فرکتال و توپوگرافی و شاخص زبری ناهمواری[1]

نقشه شاخص زبری ناهمواری توسط روش Riley و همکاران (۱۹۹۹) با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی محاسبه می‌شود که در هر پیکسل ناهمگنی توپوگرافی با در نظر گرفتن همسایگی ۸ پیکسل مجاور به دست می‌آید. برای بررسی ارتباط بین بعد فرکتال، توپوگرافی و شاخص زبری ناهمواری، میانگین پیکسل‌ها در پنجره‌های ۴۸×۴۸ برای نقشه زبری سطح و مدل رقومی ارتفاعی استفاده شد. به این شکل هر واحد پیکسلی در نقشه بعد فرکتال با واحدهای نظیر در نقشه‌های شاخص زبری و مدل رقومی ارتفاعی، قابل تطبیق هستند. شکل (۵) میانگین این مقادیر در ۴ کلاس بعد فرکتال را نشان می‌دهد. وضعیت کلاس ۴ و کلاس ۱ کاملاً برعکس یکدیگر است یعنی در بعدهای فرکتالی بالا ارتفاع و زبری سطح کمتر بوده و در بعدهای فرکتالی پایین زبری سطح و ارتفاع بیشتر بوده است. در کلاس ۳ میانگین زبری سطح و ارتفاع بیشینه بوده است. بااین‌وجود به نظر می‌رسد بعد فرکتال سطح به دلیل تغییرات تکتونیکی و تغییر مرزهای سنگ شناسی، زمین ریختی و حتی عبور بستر اصلی آبراهه‌ها تغییرات یکدستی ندارد و آنومالی‌های زیادی در آن به چشم می‌خورد. لذا برای تحلیل دقیق‌تر نیازمند بررسی تغییرات طیفی توپوگرافی، نسبت به تغییرات زبری سطح و بعد فرکتال هستیم.



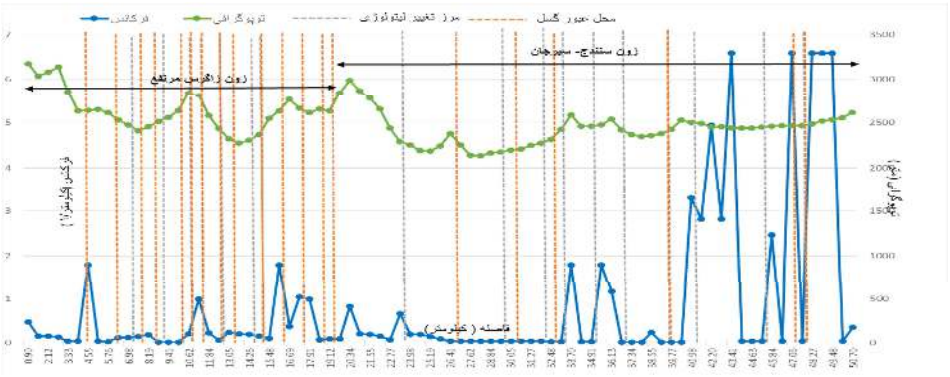
شکل ۵: میانگین ارتفاع و شاخص زبری ناهمواری در ۴ کلاس بعد فرکتال

به این منظور دو خط پروفیل یکی از غرب به شرق حوضه و دیگری از شمال به جنوب روی رستر مدل رقومی ارتفاعی اعمال شد. این دو نیمرخ به‌عنوان دو پروفیل نمونه که بازتابی از شرایط تغییر توپوگرافی کل حوضه در امتداد آن‌ها منعکس است موردتوجه قرار گرفت و تغییرات طیفی توپوگرافی در سراسر این دو پروفیل موردبررسی قرار گرفت. شکل ۶ تغییرات بسامد و دامنه مربوط به پروفیل اول با جهت غربی – شرقی را نشان می‌دهد.

[1]- Terrain Ruggedness Index (TRI)



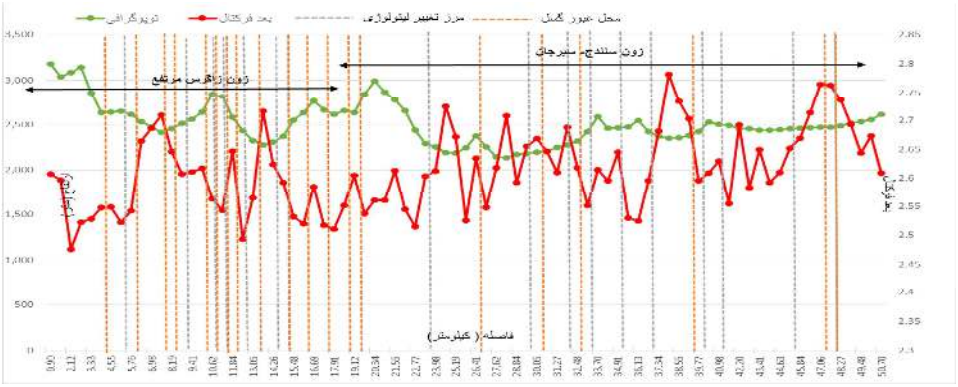
شکل ۶ (الف): تغییرات پروفیل توپوگرافی و دامنه توپوگرافی در پروفیل غرب- شرق



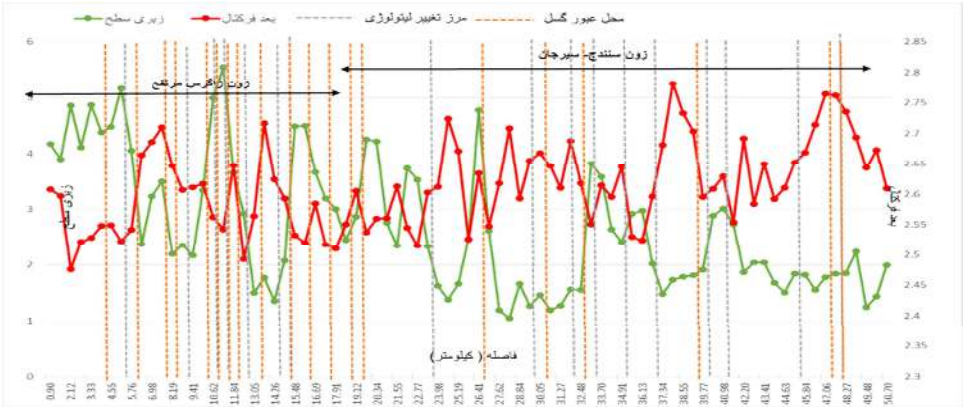
شکل ۶ (ب): تغییرات پروفیل توپوگرافی و بسامد توپوگرافی در پروفیل غرب- شرق

مطابق شکل ۶ (الف) که تغییرات دامنه توپوگرافی را نشان می‌دهد، در مناطق با ارتفاع زیاد، دامنه به‌طور نسبی مقدار کمتری دارد و مناطق دشتی و هموارتر دامنه‌های بزرگ‌تری مشاهده می‌شود. در انتهای بخش شرقی پروفیل به‌طور چشمگیری کاهش دامنه دیده می‌شود و نیمرخ توپوگرافی هم بخش هموارتر را در این قسمت نشان می‌دهد. در تغییرات دامنه بی‌نظمی‌هایی دیده می‌شود که شدت این بی‌نظمی‌ها در مناطق عبور گسل یا تغییر مرز لیتولوژیک بیشینه هستند. شکل ۶ (ب) تغییرات بسامد توپوگرافی را نشان می‌دهد. در بعضی قسمت‌ها با افزایش ارتفاع شاهد افزایش بسامد هستیم و در برخی قسمت‌ها افزایش بسامد در منطقه عبور گسل یا تغییر لیتولوژیک دیده می‌شود ولی به‌طور چشمگیر بخش شرقی پروفیل، تغییرات وسیع بسامد را نشان می‌دهد که در بخش هموار زون سنندج سیرجان و حوالی آبراهه اصلی زیرحوضه۱۱ اتفاق افتاده است جایی که فرسایش‌های شدید گالی و شیاری دیده می‌شود. شکل ۷ الف تغییرات نیمرخ توپوگرافی را نسبت به بعد فرکتال نشان می‌دهد. به‌طور مشخص در قسمت‌های مرتفع‌تر بعد فرکتال پایین‌تر بوده و در بخش‌هایی که توپوگرافی هموارتر بوده یا ارتفاع کمتری دارد بعد فرکتال بالاتر است. تغییرات بعد فرکتال در بعضی قسمت‌های پروفیل مثل زون زاگرس مرتفع نشان می‌دهد جهش‌های بزرگ مرتبط با مرزهای تغییر لیتولوژیک یا عبور گسل بوده‌اند این موضوع در پهنه سنندج سیرجان نیز صدق می‌کند ولی در کل پروفیل بی‌نظمی‌های دیگری در قسمت میانی پروفیل، جایی که تغییر مرز لیتولوژیک و عبور گسل کمتر است نیز

دیده می‌شود. با بررسی مجدد شکل شماره ۷ الف مشخص می‌شود در این بخش که مرز عبور از زون زاگرس مرتفع به سمت سنندج سیرجان است، با کاهش ناگهانی ارتفاع، بی‌نظمی‌ها و جهش‌های ناگهانی بعد فرکتال در میانه پروفیل دیده می‌شود که مربوط به افزایش بعد فرکتال در عبور از منطقه مرتفع به سمت توپوگرافی با ارتفاع کمتر در زون سنندج سیرجان است. همچنین مقایسه دو شکل ۶ الف و ۷ الف نشان می‌دهد به‌طور مشخص در بخش غربی که بعد فرکتال پایین است، دامنه‌های بالاتری مشاهده می‌شود و در بخش شرقی پروفایل که بیشینه مقدار فرکتال دیده می‌شود، دامنه کاهش چشمگیری نشان می‌دهد. با مقایسه شکل ۶ (ب) و ۷ (الف) ارتباط افزایش بعد فرکتال با افزایش بسامد توپوگرافی در زون سنندج سیرجان به‌ویژه در شرقی‌ترین بخش پروفیل کاملاً مشخص است ولی در بخش غربی تعدد مرزهای لیتولوژیک و گسل‌ها مانع از ایجاد روند منظمی بین بسامد توپوگرافی و بعد فرکتال شده است.



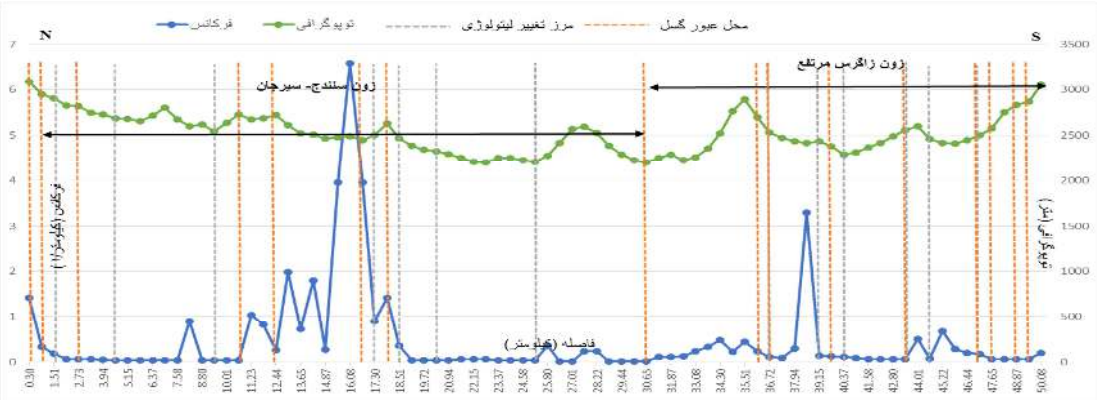
شکل ۷ (الف): تغییرات نیمرخ توپوگرافی نسبت به بعد فرکتال در پروفیل غرب- شرق



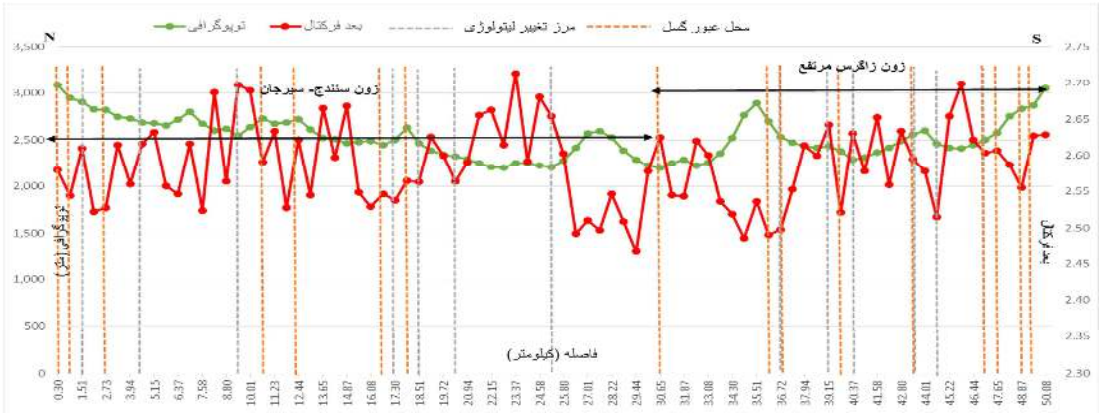
شکل ۷ (ب): تغییرات شاخص زبری سطح نسبت به بعد فرکتال در طول توپوگرافی در پروفیل غرب- شرق

شکل ۷ ب تغییرات شاخص زبری سطح نسبت به بعد فرکتال در طول توپوگرافی را نشان می‌دهد. به‌طورکلی رابطه معکوسی بین بعد فرکتال و شاخص زبری سطح در طول نیمرخ دیده می‌شود ولی به‌طور مشخص در میانه پروفیل و در محل عبور گسل هماهنگی بین افزایش بعد فرکتال و زبری سطح دیده می‌شود. همچنین تغییراتی در بعد فرکتال

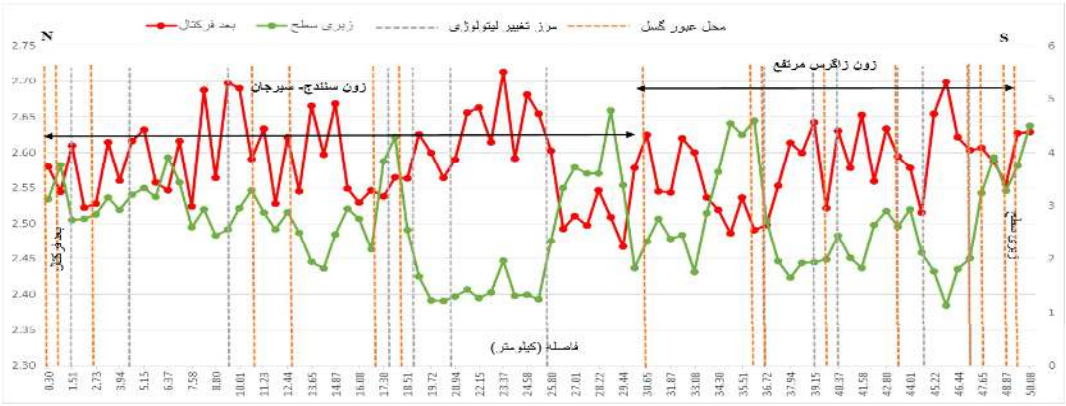
نسبت به عبور خطوط گسل و مرزهای لیتولوژیک در پروفیل مشاهده می‌شود. شکل ۸ الف پروفیل دوم در راستای شمال به جنوب روی مدل رقومی ارتفاعی و بسامد را نشان می‌دهد. تغییرات شدید بسامد مربوط به حوالی تغییر مرزهای لیتولوژیک و گسل است. شکل ۸ ب نشان می‌دهد در این پروفیل نیز مانند پروفیل غربی- شرقی ارتباط معکوس بین بعد فرکتال و ارتفاع دیده می‌شود. همین‌طور جهش‌های مشخصی در نمودار بعد فرکتال دیده می‌شود که مرتبط به مرزهای گسل یا سنگ شناسی است. همچنین بیشینه مقادیر بعد فرکتال مربوط به بخش‌هایی با ارتفاع کمتر است و ارتفاعات بلند بعد فرکتال کمتری دارند. شکل ۸ ج نیز ارتباط معکوس بین شاخص زبری ناهمواری و بعد فرکتال را به شکل کلی نشان می‌دهد. نتایج تحقیقات Bi و همکاران (۲۰۱۲) و Faghih و Nourbakhsh (۲۰۱۵) نیز نشان می‌دهد بعد فرکتال با افزایش ارتفاع کاهش نشان می‌دهد. شکل ۹ نمونه ای از مناطقی که محل عبور گسل بوده و باعث بروز ناهنجاری سطحی شده اند را در مرز زیرحوضه های ۱۰ و ۱۱ نشان می دهد.



شکل ۸ (الف): تغییرات پروفیل توپوگرافی و بسامد توپوگرافی در پروفیل شمال-جنوب



شکل ۸ (ب): تغییرات نیمرخ توپوگرافی نسبت به بعد فرکتال در پروفیل شمال-جنوب



شکل ۸ (ج): تغییرات شاخص زبری ناهمواری نسبت به بعد فرکتال در طول توپوگرافی در پروفیل شمال-جنوب



شکل ۹. ارتباط گسل با افزایش آنومالی های سطحی در مرز زیرحوضه های ۱۱ و ۱۰

Xu و همکاران (۱۹۹۳) و Bi و همکاران (۲۰۱۲) به این نکته اشاره دارند که بعد فرکتال اطلاعات تازه‌ای نسبت به پارامترهای سنتی مورفوتکتونیک ارائه می‌کند، همچنین بعد فرکتال تنها به تبیین و تمایز ناهنجاری‌ها یا زبری سطح نمی‌پردازد. Chase (۱۹۹۲) و Bi و همکاران (۲۰۱۲) به این نکته اشاره می‌کنند که بعد فرکتال توپوگرافی با تغییر فاصله کنترل می‌شود و بعد پایین فرکتال نشان‌دهنده وابستگی قوی توپوگرافی در بسامدهای بزرگ (طول‌موج‌های کوچک) و وابستگی کم در بسامدهای کوچک (طول‌موج‌های بزرگ) است، به همین دلیل است که معناداری بعد فرکتال از منظر موج بررسی می‌شود. Bi و همکاران (۲۰۱۲) به این نکته اشاره می‌کنند که بعد فرکتال بالا تغییر معنادار ناهمواری در مقیاس محلی و تغییر تدریجی ناهمواری در فواصل بالا را نشان می‌دهد درحالی‌که بعد فرکتال پایین تغییرات کم ناهمواری در مقیاس محلی و تغییرات بزرگ ناهمواری در فواصل بزرگ را نشان می‌دهد. در مورد ارتباط زمین ریختها با بعد فرکتال Chase (۱۹۹۲) بیان می‌کند که هندسه فرکتال زمین ریختها بازتابی از تعادل بین ناهمواری ناشی از فرآیند فرسایش و مسطح شدگی ناشی از فرآیند نهشته‌گذاری و پخشیدگی رسوبات است. Sung و Chen (۲۰۰۴) به این نکته اشاره می‌کنند که تکتونیک بر توپوگرافی در طول‌موج‌های بلند (بسامدهای کم)

اثر می‌گذارد و لذا بررسی بین ارتباط بعد فرکتال و تغییرات زمین‌شناسی و تکتونیکی در بررسی تغییرات سطحی مفید است.

نتیجه‌گیری

هندسه فرکتال روشی نوین در بررسی کمی و توضیح پیچیدگی‌ها و ناهمواری‌های سطحی در زمین ریختهای خود الحاق است. بعد فرکتال به شناسایی طبیعت زمین ریختها به شکل سیستماتیک کمک زیادی می‌کند. در این مقاله به بررسی بعد فرکتال سطح در غالب یک مدل سلولی در یک حوضه پیچیده ازنظر ساختارهای تکتونیکی، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی پرداخته شد و نتایج نشان داد فرایندهای زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی باعث تغییر ویژگی بعد فرکتال زمین ریختها می‌شوند. تغییر مرزهای سنگ شناسی و گسل ها بعد فرکتال را تغییر می‌دهند و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها با توجه به شرایط ناهمواری مثل بسامد، دامنه و جنس سازندها متفاوت است. همگنی واحدهای سنگ‌شناسی باعث کاهش بعد فرکتال می‌شود. واحدهای آهک اوربیتولین دار مزوزوئیک کمترین بعد فرکتال را دارند. همچنین لیتولوژی بر فرسایش اثر می‌گذارد و زمین‌های پست و کم ارتفاع که با سازندهای سست کواترنری پوشیده شده‌اند بعد فرکتال بالاتری نشان می‌دهند. سطوح در معرض فرایندهای فرسایشی در حاشیه آبراهه‌ها نیز بعد فرکتال بالاتری دارند. همچنین تراکم آبراهه ها بعد فرکتال را افزایش می دهد. تناوب لایه های سخت و نرم بعد فرکتال را تغییر می دهد. بین بعد فرکتال و ارتفاع به شکل کلی رابطه معکوس دیده می‌شود و مناطق مرتفع تر بعد فرکتال پایین تری دارند. بین بعد فرکتال و شاخص زبری ناهمواری نیز در این حوضه رابطه معکوس وچود دارد، درحالی‌که به شکل کلی انتظار می‌رود که زبری سطح با بعد فرکتال رابطه مستقیم داشته باشد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد تغییرات بعد فرکتال به مجموعه‌ای از عوامل سنگ شناسی، تکتونیکی و ژئومورفولوژیکی وابسته است و در مناطق پیچیده از نظر توپوگرافی می توان از تحلیل فرکتال برای بررسی ناهنجاری های سطحی استفاده کرد.

منابع

علمیزاده، هیوا، ماه پیکر، امید (۱۳۹۶). بررسی نظریه فرکتال در رودخانه زرینه رود با استفاده از روش شمارش جعبه ای، مجله فضای جغرافیایی، جلد ۱۷، شماره ۵۹، صص ۲۷۰-۲۵۵.

علی‌پور رضا، پورکرمانی محسن، زارع مهدی، اسپندار رادین (۱۳۸۹). استخراج اتوماتیک خطواره های مرتبط با زون گسلی جوان اصلی زاگرس در جنوب لرستان و مقایسه آن با برداشت های صحرایی، مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، شماره ۷۷، صص ۱۸۴-۱۷۳.

مقصودی، مهران، شایان، سیاوش، گل علیزاده، موسی، شریفی کیا، محمد، نوربخش، سید فاطمه (۱۳۹۵). تحلیل فضایی لندفرمهای بادی با استفاده از نظریه فرکتالی، مجله تحقیقات جغرافیای طبیعی، جلد ۴۸، شماره ۲، صص ۲۳۱-۲۴۵.

Bi, L., He, H., Wei, Z., & Shi, F. (2012).Fractal properties of landforms in the Ordos Block and Surrounding areas, China. Geomorphology, 175, 151-162.

Chase, C. G. (1992). Fluvial land sculpting and the fractal dimension of topography. Geomorphology, 5(1-2), 39-57.

Clarke, K. C. (1986). Computation of the fractal dimension of topographic surfaces using the triangular prism surface area method. Comp. Geosci., 12(5), 713-722.

Culling, W. E. H., & Datko, M. (1987).The fractal geometry of the soil—covered landscape. Earth Surface Processes and Landforms, 12(4), 369-385.

Faghih, A., & Nourbakhsh, A. (2015).Implication of surface fractal analysis to Evaluate the relative sensitivity of topography to active tectonics, Zagros Mountains, Iran. Journal of Mountain Science, 12(1), 177.
Flores-Prieto, E., Quénéhervé, G., Bachofer, F., Shahzad, F., & Maerker, M. (2015).Morphotectonic interpretation of the Makuyuni catchment in Northern Tanzania using DEM and SAR data. Geomorphology, 248, 427-439.
Fox, C. G., & Hayes, D. E. (1985).Quantitative methods for analyzing the roughness of the seafloor. Reviews of Geophysics, 23(1), 1-48.
Gesch, D., Oimoen, M., Greenlee, S., Nelson, C., Steuck, M., & Tyler, D. (2002).The national elevation dataset. Photogrammetric engineering and remote sensing, 68(1), 5-32.
Gilbert, L. E. (1989). Are topographic data sets fractal Pure and Appl. Geophysics, 131(1), 54-66.
Hjelmfelt Jr, A. T. (1988). FRACTALS AND THE RIVER-LENGTH CATCHMENT-AREA RATIO 1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 24(2), 455-459.
Huang, J., & Turcotte, D. L. (1989). Fractal mapping of digitized images: application to the topography of Arizona and comparisons with synthetic images. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 94 (B6), 7491-7495.
Iwahashi, J., & Pike, R. J. (2007).Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature. Geomorphology, 86(3), 409-440.
Koike, K., Nagano, S., & Kawaba, K. (1998). Construction and analysis of interpreted fracture planes through a combination of satellite-image derived lineaments and digital elevation model data. Computers & Geosciences, 24(6), 573-583.
La Barbera, P., & Rosso, R. (1989). On the fractal dimension of stream networks. Water Resources Research, 25(4), 735-741.
Laverty, M. (1987).Fractals in karst. Earth Surface Processes and Landforms, 12(5), 475-480.
Lee, T. H., & Moon, W. M. (2002).Lineament extraction from Landsat TM, JERS-1 SAR, and DEM for geological applications.In Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2002.IGARSS'02.2002 IEEE International (Vol. 6, pp. 3276-3278).IEEE.
Leech, D. P., Treloar, P. J., Lucas, N. S., & Grocott, J. (2003). Landsat TM analysis of fracture patterns: a case study from the Coastal Cordillera of northern Chile. International Journal of Remote Sensing, 24(19), 3709-3726.
Logan, T. A., Nicoll, J., Laurencelle, J., Hogenson, K., Gens, R., Buechler, B., ...& Guritz, R. (2014, December). Radiometrically Terrain Corrected ALOS PALSAR Data Available from Alaska Satellite Facility. In AGU Fall Meeting Abstracts
Lovejoy, S., & Schertzer, D. (1988). Extreme variability, scaling, and fractals in remote sensing- Analysis, and simulation. Digital image processing in remote sensing(A 89-29064 11-43). London and Philadelphia, PA, Taylor and Francis, 1988, 177-212.
Malamud, B. D., & Turcotte, D. L. (2001). Wavelet analyses of Mars polar topography. Journal of Geophysical Research: Planets, 106(E8), 17497-17504.
Masoud, A. A., and Koike, K. (2011).Auto-detection and integration of tectonically significant lineaments from SRTM DEM and remotely-sensed geophysical data. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote sensing, 66(6), 818-832.
Mostafa, M. E., & Bishta, A. Z. (2005). Significance of lineament patterns in rock unit classification and designation: a pilot study on the Gharib-Dara area, northern Eastern Desert, Egypt. International Journal of Remote Sensing, 26(7), 1463-1475.
Mwaniki, M. W., Moeller, M. S., & Schellmann, G. (2015). A comparison of Landsat 8 (OLI) and Landsat 7 (ETM+) in mapping geology and visualizing lineaments: A case study of central region Kenya. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences.
Outcalt, S. I., Hinkel, K. M., & Nelson, F. E. (1994). Fractal physiography Geomorphology, 11(2), 91-106.
Pentland, A. P. (1984). Fractal-based description of natural scenes. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, (6), 661-674.
Qari, M. Y. H. (1990, May). Application of Landsat Tm Data To Lithological And Lineament Studies, Southern Arabian Shield. In Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1990. IGARSS'90.'Remote Sensing Science for the Nineties'., 10th Annual International (pp. 997-997). IEEE.
Rahman, Z., Slob, S., & Hack, R. (2006, September). Deriving roughness characteristics of rock mass discontinuities from terrestrial laser scan data. In Proceedings of 10th IAEG Congress: Engineering geology for tomorrow's cities, Nottingham, United Kingdom.
Rajesh, H. M. (2008). Mapping Proterozoic unconformity-related uranium deposits in the Rockhole area, Northern Territory, Australia using Landsat ETM+. Ore Geology Reviews, 33(3-4), 382-396.
Riley, S.J., De Gloria, S.D., Elliot, R. (1999).Index that quantifies topographic heterogeneity.Intermountain Journal of Sciences, 5(1-4), 23-27.
Saadi, N. M., Zaher, M. A., El-Baz, F., & Watanabe, K. (2011).Integrated remote sensing data utilization for investigating the structural and tectonic history of the Ghadames Basin, Libya. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 13(5), 778-791.
Schuller, D. J., Rao, A. R., & Jeong, G. D. (2001). Fractal characteristics of dense stream networks. Journal of Hydrology, 243(1-2), 1-16.

Shahzad, F., & Gloaguen, R. (2011). TecDEM: A MATLAB based toolbox for tectonic geomorphology, Part 1: Drainage network preprocessing and stream profile analysis. Computers & Geosciences, 37(2), 250-260.
Skoda, G. (1987). Fractal dimension of rainbands over Hilly terrain Fraktale Dimension von Niederschlagsbändern über hügeligem Gelände. Meteorology and Atmospheric Physics, 36(1-4), 74-82.
Sung, Q. C., Chen, Y. C., & Chao, P. C. (1998).Spatial variation of fractal parameters and its geological implications. Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, 9(4), 655-672.
Turcotte, D. L. (1997). Fractals and chaos in geology and geophysics.Cambridge university press.
Willett, S. D. (1999). Orogeny and orography: The effects of erosion on the structure of mountain belts. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 104(B12), 28957-28981.
Xie, H., & Wang, J. A. (1999). Direct fractal measurement of fracture surfaces. International Journal of Solids and Structures, 36(20), 3073-3084.
Xu, T., Moore, I. D., & Gallant, J. C. (1993).Fractals, fractal dimensions, and landscapes - a review. Geomorphology, 8(4), 245-262.

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۰۶

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۲۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۲۰

صفحات: ۹۸ - ۸۵

اولویت‌بندی حوزه آبخیز سردآبرود از نظر سیل‌خیزی با استفاده از مدل SWAT

بهناز سرایی[۱]، علی طالبی[۲]*، احمد مزیدی[۳]، سارا پرویزی[۴]

چکیده

سیلاب یک پدیده طبیعی است که هر ساله باعث به وجود آمدن خسارات سنگین جانی و مالی می‌شود و جوامع بشری آن را به عنوان یک واقعه اجتناب ناپذیر پذیرفته‌اند. در این تحقیق برای پیش‌بینی سیل‌خیزی حوزه آبخیز سردآبرود از مدل هیدرولوژیکی SWAT استفاده شد. هدف اصلی در این تحقیق، بررسی کارایی مدل SWAT در پیش‌بینی سیلاب و اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها در حوزه آبخیز سردآبرود می‌باشد. برای واسنجی مدل از برنامه SUFI2 استفاده شد. بعد از اتمام واسنجی و بهینه شدن مدل در منطقه مطالعاتی اقدام به اعتبارسنجی مدل گردید. واسنجی مدل برای سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۹، و اعتبارسنجی نیز بر اساس آمار سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ انجام پذیرفت. جهت تجزیه و تحلیل نتایج از شاخص‌های آماری R2، bR2 و ضریب نش ساتکلیف استفاده گردید. پس از واسنجی مدل این ضرایب به‌ترتیب ۰/۷۷، ۰/۶۳، ۰/۷۷ و برای مرحله اعتبارسنجی آن ۰/۷۹، ۰/۷۶ و ۰/۷۱ برآورد گردید. نتایج آنالیز حساسیت، ۳۱ پارامتر مؤثر بر رواناب نشان داد پارامترهای ثابت تخلیه آب زیرزمینی، زمان تأخیر آب زیرزمینی و حداقل مقدار ذخیره آب لازم برای ایجاد جریان پایه به ترتیب حساسیت بیش‌تری دارند. برای بررسی سیل‌خیزی، حوزه آبخیز سردآبرود به ۲۴ منطقه یا زیرحوضه تقسیم گردید. با توجه به نتایج حاصل از اجرای مدل SWAT و تغیر CN برای هر یک از زیرحوزه‌ها، زیر حوزه شماره ۶ با مقدار رواناب ۱۲۳/۰۵ رتبه اول و هم‌چنین زیرحوزه شماره ۱۰ با مقدار ۱۲۲/۸۶ رتبه دوم را از نظر سیل‌خیزی دارا می‌باشد و زیرحوزه شماره ۱ با مقدار ۱۲/۳۳ کم‌ترین مقدار تولید رواناب را دارا می‌باشد.

واژگان کلیدی: سیل‌خیزی، مدیریت سیلاب، مدل SWAT، حوزه آبخیز سردآبرود.

[۱]- کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه یزد saraei.behnaz@gmail.com

[۲]- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد (نویسنده مسئول) talebisf@yazd.ac.ir

[۳]- دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد mazidi@yazd.ac.ir

[۴]- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه یزد saraparvizi90@yahoo.com

مقدمه

زیان‌های ناشی از سیلاب علاوه بر تهدید جان انسان‌ها به طرق مختلف منابع اقتصادی، زمین‌های کشاورزی و خاک حاصلخیز منطقه را مورد حمله قرار می‌دهد. تخریب دیواره‌های ساحلی، پوشیده شدن مزارع توسط گل و لای، حمل رسوبات و پر شدن مخازن سدها خسارات دیگر ناشی از سیل است. چگونگی توزیع طبیعی جریان‌های سطحی در بیش‌تر نقاط ایران، با نیازهای زمانی آب منطبق نبوده، ضرورت مهار کردن جریان‌های سطحی، تقریبا در همه موارد وجود دارد. آگاهی از میزان جریان(حجم رواناب) ناشی از نزولات جوی و تغییرات کمی و کیفی آن در زمان و مناطق مختلف یکی از پایه‌های مهم برنامه‌ریزی منابع آب می‌باشد. ضرورت آگاهی از وضعیت منابع آب و نزولات جوی در حوزه‌های آبخیز مختلف برای اجرای طرح‌های آبی از یک‌سو و عدم وجود شبکه قابل قبولی از ایستگاه‌های اندازه‌گیری پارامترهای هواشناسی و آبشناسی از سوی دیگر اهمیت استفاده از روش‌های غیرمستقیم نظیر استفاده از مدل‌های هیدرولوژیک برای شبیه‌سازی جریان و محاسبه حجم رواناب در حوزه‌های آبخیز را بیش از پیش آشکار می‌سازد (زائری و شفاعی‌بجستان، ۱۳۹۷).

ایران از جمله کشورهایی است که با دو مسئله کمبود آب و طغیان آب مواجه است اغلب در یک مدت کوتاه از سال، طغیان و فراوانی آب و هرز و هدر رفتن و خسارات ناشی از آن‌ها، و از طرف دیگر کمبود آب و احتیاج مبرم به آب در زمینه‌های مختلف، کشاورزی، صنعت و شرب ایجاب می‌کند که اقدامات لازم در جهت مهار کردن آب‌ها و جلوگیری از هدر رفتن آن‌ها و هم‌چنین ذخیره و بهره‌برداری صحیح از آب‌ها به‌عمل آید. مدل ارزیابی آب و خاک سیلاب یکی از گسترده‌ترین مخاطراتی است که عمدتاً انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد به این دلیل که انسان نواحی مستعد سیل را برای زندگی انتخاب نموده است (دهمرده‌قلعه‌نو، ۱۳۹۲؛ کریمی، ۱۳۹۴). در طی نیم قرن اخیر از نظر تعداد حجم رواناب جاری شده و خسارات وارده روند افزایشی داشته است در طی چهل سال گذشته بیش از ۳۷۰۰ واقعه مهم سیل در کشور ثبت شده است که ۵۲ درصد آن مربوط به ۱۰ سال اخیر می‌باشد. تعداد سیل در دهه ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۰، حدود ۵ برابر دهه ۱۳۳۰ تا ۱۳۴۰ بوده است (شریفی و نوروزی،۱۳۸۱). ابعاد وقوع این پدیده در منطقه مورد مطالعه نیز شناخته شده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به رخداد سیلاب‌های مهرماه ۱۳۷۳ و ۱۳۸۳ اشاره نمود. لذا کنترل سیل و جلوگیری از خسارات احتمالی آن از دیرباز مورد توجه بوده است. در دهه‌های اخیر، مدل‌های هیدرولوژیکی به‌طور وسیعی توسط هیدرولوژیست‌ها و مدیران منابع آب به‌عنوان ابزاری به‌منظور آنالیز سیستم‌های مدیریت منابع آبی به‌کار برده می‌شود.

ژی و همکاران (۲۰۱۰) اثرات تغییرات آب و هوا بر روی منابع آب را در حوزه Heihe در فلات Loess در چین بررسی نمودند و برای شبیه‌سازی پاسخ هیدرولوژیکی حوزه نسبت به تغییرات آب و هوا از مدل سوات استفاده کردند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تعدیل الگوی کاربری اراضی قابلیت تنظیم منابع آب را دارد و هم‌چنین می‌تواند به منظور تعدیل و تسکین اثرات زیانبار تغییر اقلیم مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه‌ای که توسط بتری و همکاران (۲۰۱۱) بر روی حوضه رودخانه نیل به‌ویژه در شرق رود نیل (اتیوپی، سودان، مصر) فرسایش و رسوب یکی از مشکلاتی بودند که توسعه منابع آب را در این مناطق تهدید می‌کرد. در اینجا از مدل ارزیابی آب و خاک، SWAT برای مدل کردن فرسایش خاک استفاده شده است. در این شرایط، نتایج نشان داده شده که مشاهدات روزانه به ثبت

رسیده شده بسیار به نتایج شبیه‌سازی شده با نرم‌افزار SWAT نزدیک می‌باشد. گونزالزلموس (۲۰۱۵) در اسپانیا به مطالعه تأثیر سیل‌های شدید بر استالاگمیت‌ها پرداخت، که در بخش‌های کنار رودخانه غار، سیلاب منجر به دفن استالاگمیت بیش‌تر از ۳۰ سانتی‌متر از شن و ماسه در بخش مرکزی شده بود نتایج نشان داد که رشد استالاگمیت در کانال‌ها باعث کاهش بروز سیل شده است. عباسپور و همکاران (۲۰۱۵) در اروپا به مطالعه کالیبراسیون و عدم قطعیت با رزولوشن بالا مدل SWAT در مقیاس بزرگ پرداختند. در این پژوهش ساخت و کالیبره کردن مدل هیدرولوژیکی یکپارچه از اروپا با استفاده از (SWAT) و اجزای مختلف از منابع آب شبیه‌سازی شده و عملکرد محصول و کیفیت آب در واحد پاسخ هیدرولوژیکی سطح در نظر گرفته شد منابع آب در سطح زیرحوضه با فواصل زمانی ماهانه تعیین گردید. مدل کالیبره شده و نتایج ارائه پشتیبانی از اطلاعات به این دستورالعمل چارچوب آب اروپا و ذخیره کردن پایه و اساس ارزیابی بیش‌تر از تأثیر تغییرات آب و هوا در دسترس بودن آب و کیفیت رویکرد و روش‌های توسعه یافته به‌طور کلی است و می‌تواند به هر منطقه بزرگ در سراسر جهان استفاده کرد. سعادتی و همکاران (۱۳۸۵) اثر تغییر کاربری اراضی بر رواناب سطحی حوزه کسیلیان را با استفاده از مدل سوات شبیه‌سازی نمودند. نتایج نشان‌دهنده قابلیت مناسب این مدل درشبیه‌سازی اثر تغییرکاربری اراضی بر رواناب حوزه و افزایش قابل توجه میزان رواناب سالانه و ماهانه در اثر تبدیل اراضی جنگلی به دیم‌زار می‌باشد. کارآموز و همکاران (۱۳۸۷)، به مدل‌سازی حوزه آبخیز اهرچای در شمال غربی ایران با استفاده از سوات پرداختند و ورود بار فسفر حوزه (که وابسته به بار رسوب می‌باشد)، به مخزن سد ستارخان را به‌منظور تأثیر بهترین راهکارهای مدیریتی، واسنجی و صحت‌سنجی کردند، نتایج نشان‌دهنده کارایی مدل سوات در ارزیابی گزینه‌های مدیریت حوزه‌ای جهت بهبود شرایط کیفی مخزن سد ستارخان می‌باشد. طالبی‌زاده و مرید (۱۳۸۷)، از مدل سوات به منظور برآورد غلظت رسوب در حوزه جنگلی کسیلیان استفاده کردند که پس از واسنجی و آنالیز عدم قطعیت مدل، نتایج حاصل از مدل تطابق خوبی با آمار مشاهده شده غلظت رسوب داشتند و ۷۲ درصد از مقادیر مشاهده شده غلظت رسوب در داخل باندهای اطمینان در سطح ۹۵ درصد قرار گرفتند. هم‌چنین بر اساس نتایج حاصل از مدل پارامترهای شماره منحنی، فرسایش‌پذیری کانال و پوشش کانال به‌عنوان حساس‌ترین پارامترها در واسنجی مدل برای غلظت رسوب شناخته شدند. در مطالعه‌ای در حوزه‌ی آبخیز اهرچای واقع در آذربایجان شرقی، توسط علوی‌نیا و نصیری‌صالح (۱۳۸۹) توانایی دو مدل HSPF و SWAT را در شبیه‌سازی رسوب خروجی از حوضه آبریز ابرو در بالا دست سد اکباتان همدان ارزیابی کردند و نتایج نشان دادند که مدل سوات تغییرات فصلی رسوب را بهتر از مدل HSPF[1] شبیه‌سازی کرد. امیراحمدی و همکاران (۱۳۹۱) با تهیه ۶ لایه‌ی مختلف مطالعاتی از قبیل فاصله از رودخانه، تراکم مسکونی، تراکم جمعیتی، شیب، ضریب رواناب و ضریب CN، برای ترسیم نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر سیل مدل سلسله مراتبی و روش وزن‌دهی سوات را با نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی تلفیق کرد نقشه پهنه‌بندی خطر سیل نشان می‌دهد حدود ۱۵ درصد از شهر در پهنه‌ی خطر خیلی زیاد، ۴۵ درصد در پهنه‌ی خطر زیاد، ۲۵ درصد در پهنه‌ی خطر

1- Hydrological Simulation Program-FORTRAN

متوسط و ۱۵ درصد در پهنه‌ی کم خطر از لحاظ سیل‌گیری قرار دارد. علیزاده و همکاران (۱۳۹۲) به برآورد تبخیر_تعرق واقعی در مقیاس سالانه با استفاده از مدل سوات در حوزه آبریز نیشابور پرداختند با استفاده از جریان رودخانه و عملکرد گیاه برای دوره ۷ ساله (مهر ۷۹ تا شهریور ۸۶) و ۳ساله (مهر ۸۶ تا شهریور ۸۹) به‌ترتیب واسنجی و صحت‌سنجی شد و نتایج نشان داد عملکرد مدل جهت پیش‌بینی جریان رودخانه و عملکرد گیاه کاملاً رضایت بخش بود. رئوف و همکاران (۱۳۹۵) به تخمین پارامترهای هیدرولوژیکی و هیدروژئولوژیکی حوزه آبخیز بالخلوچای اردبیل با استفاده از مدل سوات پرداختند. آن‌ها مقادیر برخی از این پارامترها را مانند شماره منحنی، زمان تاخیر در تغذیه آبخوان، و هدایت هیدرولوژیکی اشباع به‌ترتیب ۷۰ تا ۸۰، ۳۰ روز و ۱۲ تا ۲۴ میلی‌متر در ساعت تخمین زدند. هم‌چنین مقادیر R2، RMSE و RE را برای دوره واسنجی به‌ترتیب ۰/۸۱، ۰/۹۸ و ۰/۰۷ و برای دوره اعتبارسنجی به‌ترتیب ۰/۶۳، ۰/۸۹ و ۰/۰۸ به‌دست آوردند و اعلام کردند که مدل SWAT جریان رودخانه را به خوبی شبیه‌سازی می‌کند. کوچک‌زاده و نصیری‌صالح(۱۳۹۳) برای شبیه‌سازی رواناب سطحی با استفاده از مدل هیدرولوژیکی SWAT برای مقادیر تغذیه، تبخیر و تعرق و توزیع آن‌ها در افزایش دقت شبیه‌سازی جریان آب زیرزمینی در منطقه مطالعاتی بررسی شد. بر این اساس، میانگین خطای مطلق تراز آب دیده شده و محاسبه شده در شبیه‌سازی جریان آب زیرزمینی با استفاده از مدل ترکیبی SWAT-MODFLOW در ۲۰ چاه پیزومتری موجود در منطقه کم‌تر از ۱متر و مجذور میانگین خطاها در حدود۱متر به‌دست آمد. نتایج کلی این کاربرد نشان داد که استفاده از نتایج حاصل از مدل سطحی سوات در مدل آب زیرزمینی دشت سیلاخور کارایی مناسبی در افزایش دقت شبیه‌سازی در ماه‌های با بارش زیاد دارد. بر اساس نتایج هرچه دوره آماری طولانی‌تری باشد سبب بهبود دقت شبیه سازی می‌گردد. این مدل در برآورد دبی رودخانه عملکرد مناسبی داشته و مقادیر سالانه را بهتر از ماهانه و ماهانه را بهتر از روزانه شبیه‌سازی می‌نماید. ولی ، توانایی مناسبی در پیش‌بینی دبی اوج سیلاب نداشته است. مساحتی که در واقع حجم سیلاب را تأمین می‌کند، از مساحتی که این مدل را در نظر می‌گیرد، بیش‌تر است. این ضعف در اکثر مطالعات مدل مشاهده شده است. کارایی این مدل در حوزه‌های برف‌گیر نامناسب بوده است. در مجموع مدل رواناب را بهتر از رسوب شبیه‌سازی نموده است.

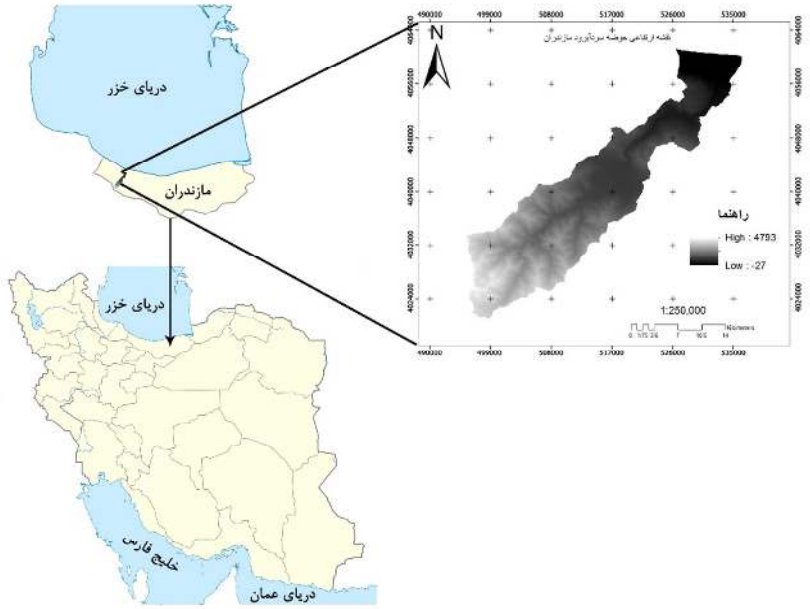
بدین ترتیب و با توجه به استفاده از مدل‌های مختلف در بررسی سیل‌خیزی زیرحوزه‌ها، هدف از تحقیق حاضر، اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر سیل‌خیزی با استفاده از مدل SWAT در حوزه‌ی آبخیز سرد آبرود است که برای نخستین بار انجام می‌شود. با توجه به کاربرد وسیع این مدل در مقیاس جهانی، دستیابی به این هدف می‌تواند مبنایی برای اولویت‌بندی زیرحوزه‌های آبخیز به منظور اجرای پروژه‌های مرتبط باشد و از صرف هزینه‌های زیاد در مناطق غیرضروری جلوگیری کند.

داده ها

الف- موقعیت عمومی حوزه آبخیز سردآبرود

حوزه آبخیز سردآبرود در شمال ایران و در غرب استان مازندران واقع شده است. این حوزه بین مختصات جغرافیایی طول شرقی "۰۰ ´۱۲ °۵۱ و "۰۰ ´۱۵ °۵۱ مختصات عرض شمالی"۰۰ ´۳۷ °۳۶ و "۰۰ ´۴۰ °۳۶ واقع شده،

مساحت این حوزه ۴۶۱/۶ کیلومتر مربع معادل ۴۶۱۶۰ هکتار می‌باشد. حداقل ارتفاع از سطح دریا در این آبخیز در مناطق شمالی (محدوده شهر چالوس) ۲۱ متر می‌باشد و حداکثر ارتفاع در مناطق جنوبی حوزه ۱۷۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. این منطقه از لحاظ تقسیمات کشوری در محدوده شهرستان چالوس قرار دارد. در شکل ۱ موقعیت حوزه آبخیز سردآبرود در ایران و استان مازندران ارائه شده است.



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز سردآبرود

ب- مدل SWAT

SWAT که مخفف عبارت Soil and Water Assessment Tool می‌باشد، مدلی در مقیاس آبخیز بزرگ و یا زیرحوزه می‌باشد مدل SWAT نمونه‌ای از مدل‌های با مبنای فیزیکی است زیرا براساس راه حل معادلات اساسی فیزیک به شبیه‌سازی در مقیاس بزرگ و مطالعه‌ی فرآیندهای سیستم اصلی می‌پردازد.

کوچک‌ترین واحد کاری در این مدل واحدهای پاسخ هیدرولوژیکی یا HRU می‌باشد که از ترکیب نقشه‌های طبقات شیب، کاربری اراضی و خاک حاصل می‌شود. بر این اساس باید SWAT را یک مدل نیمه‌توزیعی به شمار آورد. از نظر زمانی نیز فرایندهای مختلف بیان شده را می‌توان در مقیاس زمانی روزانه، ماهانه و یا سالانه شبیه‌سازی کرد. روندیابی جریان توسط روش‌های ذخیره متغیر و ماسکینگام قابل محاسبه است. رواناب سطحی از بارندگی روزانه توسط روش شماره منحنی اصلاح شده محاسبه می‌شود.

معادله بیلان آب در مدل SWAT:

$$SW_t = SW_0 + \Sigma\left(R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw}\right) \quad (۱)$$

که در آن SW_t محتوای آب نهایی در خـاک، t زمـان (روز)، SW_0 مقـدار آب اولیـه موجـود در خاک، R_{day} مقدار بارش در هر روز، Q_{surf} مقدار رواناب سـطحی در هـر روز، E_a مقـدار تبخیـر و تعرق روزانه، W_{seep} مقدار آب نفوذ کرده بـه منطقـه زیرقشـری و Q_{gw} مقـدار نفـوذ بـه سـفره زیرزمینی می‌باشد.

ج- آمار و اطلاعات

مدل SWAT نیازمند آمار و اطلاعات جامع از حوزه مورد مطالعه مانند داده‌های روزانه بارندگی، دمای حداکثر و حداقل، متوسط رطوبت نسبی، متوسط سرعت باد و انرژی تابش خورشیدی، در طی دوره زمانی مورد نظر می‌باشد. جهت اجرای مدل، از داده‌های روزانه بارندگی ۴ ایستگاه باران‌سنجی و ۲ ایستگاه سینوپتیک واقع در محدوده حوزه استفاده گردید که مشخصات آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
نوشهر	کلیماتولوژی	۵۱ ۳۹ ۰۰	۳۶ ۳۹ ۰۰	-۲۱
رامسر	کلیماتولوژی	۵۰ ۴۰ ۰۰	۳۶ ۵۴ ۰۰	-۲۰
توسکاتوک	باران‌سنجی	۵۱ ۴۸ ۰۰	۳۶ ۳۷ ۰۰	-۱۰
دراسرا	باران‌سنجی	۵۱ ۰۶ ۰۰	۳۶ ۳۸ ۰۰	۴۵۰

در این تحقیق برای شروع کار با مدل ابتدا نقشه DEM و نقشه‌های زیرحوزه‌ها و شبکه آبراهه‌ای کـه قـبلاً آماده شده بودند، به محیط نرم افزار مدل فراخوانده شدند. در این مرحله محدوده آبخیز و زیرحوزه‌ها و خصوصیات فیزیکی آبخیز توسط مدل محاسبه می‌شود.

در مرحله بعد با استفاده از نقشه‌های خاک، کاربری اراضی و طبقات شیب، واحدهای پاسـخ هیدرولوژیکی(HRU ها) تعریف شدند. برای اینکار دو نقشه اول از قبل آماده شده بودنـد و نقشـه طبقات شیب نیز در همین مرحله با استفاده از نقشه DEM و در پـنج طبقـه با استفاده از مدل SWAT و در محیط ArcGIS تهیه شدند. سپس هر سه نقشه با هم و در محیط نرم افزار مدل ترکیب شدند. پس از تهیه نقشه HRU ها، داده‌های هواشناسی وارد مدل شدند. در این مرحله مشخصـات ایستگاه مرجع یعنی ایستگاه نوشهر، به همراه مشخصات و داده‌های ایستگاه کوهستانی کلیماتولوژی دانای علیا و ایستگاه سینوپتیک رامسر به عنوان ایستگاه مجاور به مدل معرفی شد.

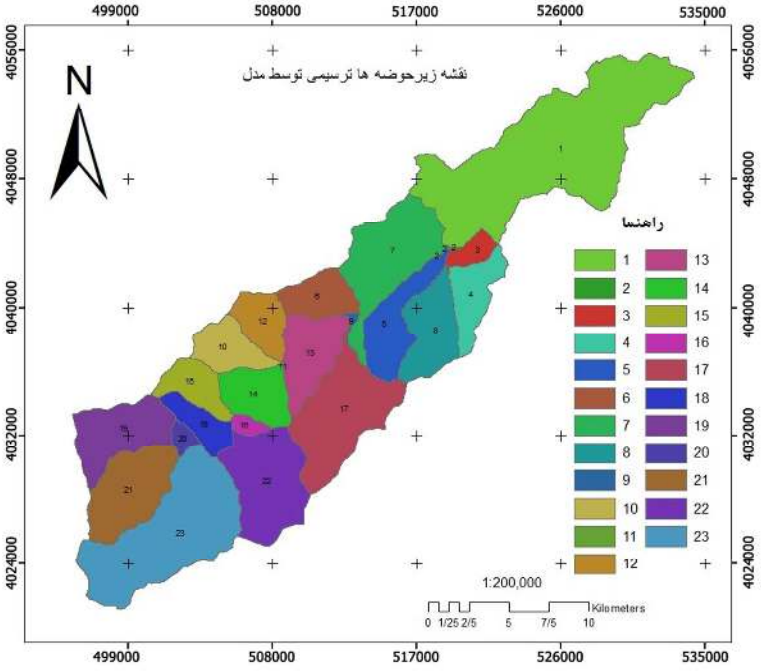
در ادامه، سایر اطلاعات مورد نیاز به صورت دسـتی و در جداول نرم افزار وارد شدند. پـس از ایـن مرحله دستور اجرای مدل داده شد و نتایج استخراج گردید.

Q_{surf} = رواناب سطحی (میلیمتر)، R_{day} = عمق بارش روزانه (میلیمتر) و S = پارامتر نگهداشت رطوبت (میلی‌متر) می‌باشد. پارامتر نگهداشت رطوبت به صورت مکانی با تغییرات خاک، کاربری اراضی، مدیریت و شیب و به صورت زمانی با تغییرات رطوبت خاک تغییر می‌کند. پارامتر نگهداشت رطوبت به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$S = 25.4\ (\frac{1000}{CN} - 10) \quad (۳)$$

که در آن: CN = شماره منحنی (عدد صفر تا ۱۰۰) مربوط به حوزه که به خصوصیات فیزیکی حوزه بستگی دارد و S = پارامتر نگهداشت رطوبت (میلیمتر) می‌باشد.

لذا در این تحقیق برای بررسی سیل خیزی حوزه آبخیز ارازکوسه از پارامتر شماره منحنی استفاده گردید. بعد از واسنجی و اعتبارسنجی مدل و بدست آمدن مقادیر بهینه پارامترهای حساس، با استفاده از مقادیر بهینه بدست آمده پارامترها که در مرحله واسنجی مدل تعیین گردید، مدل دوباره اجرا شد. در ادامه در فایل دیتابیس مدل SWAT عدد شماره منحنی هر کدام از زیرحوزه‌ها به ترتیب با حداقل ممکن عدد CN (۳۰) جایگزین و شماره منحنی سایر زیرحوزه‌ها ثابت فرض شد و مدل برای هر زیرحوزه جداگانه اجرا گردید. در نهایت بعد از اینکه مدل برای کل زیرحوزه‌ها اجرا شد و نتایج ثبت گردید، با مقایسه هیدروگراف خروجی اثر هر زیرحوزه بر منحنی هیدروگراف مقایسه و پتانسیل سیل‌خیزی هر زیرحوزه مشخص گردید.



شکل ۲: نقشه زیرحوزه‌ها ترسیمی توسط مدل SWAT

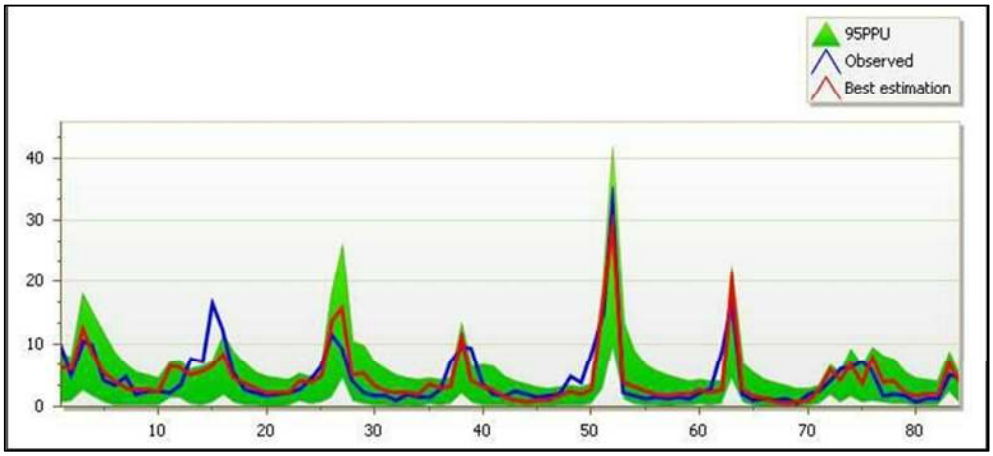
نتایج و بحث

واسنجی مدل SWAT

پس از اجرای مدل SWAT، واسنجی مدل با استفاده از برنامه SUFI2 در قالب نرم افزار SWAT-CUP به مدل سوات لینک شده است جهت واسنجی از آمار هفت ساله اندازه‌گیری (۲۰۰۹-۲۰۰۳) بارندگی، دما و دبی روزانه

استفاده شد سپس نتایج مورد ارزیابی قرار داده شد با توجه به نتایج آنالیز حساسیت مدل پارامترهای مؤثر شناسایی شد و در بهینه کردن مدل مورد استفاده قرار گرفت در جدول(۱) و شکل(۳) نمودار و مقادیرنتایج واسنجی آورده شده است.

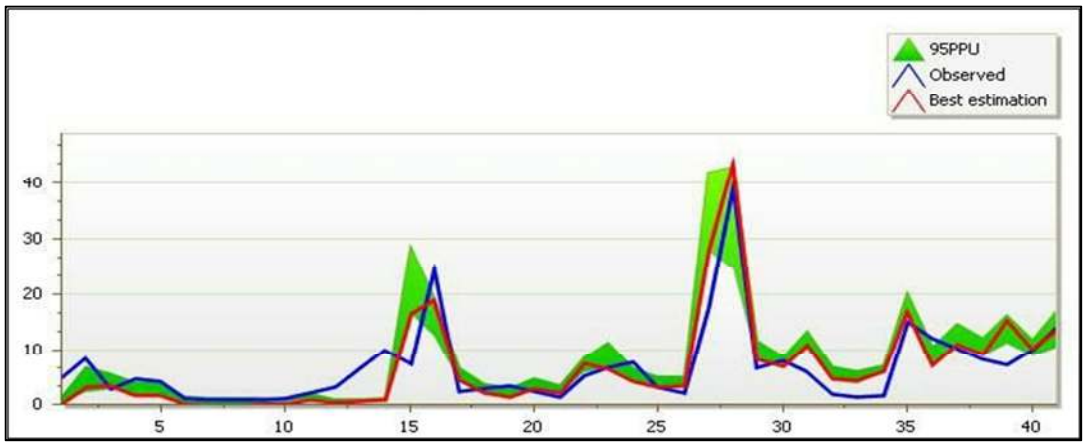
به‌طور کلی نتایج به‌دست آمده قابل قبول و کارایی مدل SWAT در شبیه‌سازی دبی رواناب ماهانه حوزه آبخیز رودخانه سردآبرود رضایت‌بخش می‌باشد.



شکل ۳: نمودار مقایسه مقادیر ماهانه رواناب مشاهده شده و شبیه‌سازی شده پس از واسنجی مدل SWAT حوزه آبخیز سردآبرود

اعتبارسنجی

بعد از مرحله واسنجی مدل به ارزیابی مدل پرداخته شد ارزیابی مدل نیز نتایج قابل قبولی را نشان داد. در این مرحله با توجه به نتایج بهینه مرحله واسنجی شده با استفاده از داده سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۰ اقدام به شبیه‌سازی جریان رودخانه شد و به عنوان نتایج نهایی اعتبار سنجی مدل در جدول(۱) و شکل(۴) ذکر شده است.



شکل ۴: نمودار مقادیر ماهانه رواناب مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده حوزه آبخیز سردآبرود طی دوره اعتبارسنجی

جدول ۱: مقادیر شاخص‌های ارزیابی مدل‌سازی رواناب در مراحل مختلف اجرای مدل SWAT

شاخص‌های ارزیابی و مراحل اجرای مدل	مرحله واسنجی	مرحله اعتبارسنجی
ضریب تبیین (R^2)	۰/۷۷	۰/۷۶
ضریب نش- ساتکلیف (NS)	۰/۷۷	۰/۷۱
ضریب br^2	۰/۶۳	۰/۷۹

برای انجام آنالیز حساسیت از روش "یک پارامتر در هر بار" (OAT) کـه متعارف‌ترین روش می‌باشد استفاده شد. در روش OAT در هر بار اجرای مدل یک پارامتر تغییـر کرده و بقیه ثابت می‌مانند و اثر آن تغییر بر تابع هـدف، حساسـیت پـارامتر را مشـخص مـی‌کنـد. مقادیر بهینه پارامترهای حساس در جدول (۲) آورده شده است.

جدول۲: مقادیر بهینه پارامترهای حساس بعد از واسنجی برای منطقه مطالعاتی

ردیف	نام پارامتر	مقدار بهینه	حداقل	حداکثر
۱	r__CN2.mgt	-۰/۰۳۱۱۰۳	-۰/۲۲۱۰۴۸	۰/۰۷۳۴۴۰
۲	v__ALPHA_BF.gw	۰/۴۶۵۲۷۳	-۰/۰۴۵۰۶۳	۰/۵۸۸۸۹۵
۳	v__GW_DELAY.gw	۲۵۵/۶۰۹۹۲۴	۸۸/۷۳۵۷۷۹	۳۲۵/۴۳۶۷۰۷
۴	v__GWQMN.gw	۰/۹۶۰۷۶۴	۰/۳۴۴۹۱۷	۱/۷۲۸۸۴۳
۵	v__GW_REVAP.gw	۰/۰۸۰۱۷۱	۰/۰۵۴۲۴۲	۰/۱۷۴۸۴۲
۶	v__ESCO.hru	۰/۷۷۴۸۱۱	۰/۶۹۱۹۳۶	۰/۸۳۶۰۶۶
۷	v__CH_N2.rte	۰/۰۴۵۱۸۲	۰/۰۳۰۸۷۳	۰/۲۹۱۰۲۹
۸	v__CH_K2.rte	۸۶/۸۹۷۲۸۵	۶۰/۵۲۸۵۲۲	۱۲۵/۶۳۶۵۸۱
۹	v__ALPHA_BNK.rte	۰/۳۷۱۸۵۷	۰/۰۰۸۹۴۹	۰/۴۵۹۷۶۷
۱۰	r__SOL_AWC(1).sol	۰/۰۱۷۰۱۷	-۰/۱۱۰۷۷۱	۰/۱۲۳۷۰۳
۱۱	r__SOL_K(1).sol	۰/۴۲۸۴۶۶	-۰/۲۱۲۷۸۳	۰/۶۲۵۴۵۱
۱۲	r__SOL_BD(1).sol	-۰/۱۸۰۶۱۷	-۰/۸۸۲۹۱۵	-۰/۱۳۹۷۴۳
۱۳	v__SFTMP.bsn	-۲/۷۲۹۵۷۹	-۹/۲۳۷۹۴۴	-۲/۲۷۷۱۲۶
۱۴	v__SNOCOVMX.bsn	۲۹۰/۸۰۹۹۰۶	۲۰۲/۹۹۱۰۲۸	۴۳۱/۰۹۱۹۸۰
۱۵	v__SNO50COV.bsn	۰/۱۹۷۱۱۳	۰/۰۳۱۳۸۱	۰/۶۳۴۰۴۳
۱۶	v__SNO_SUB.sub	۰/۵۹۷۷۸۹	-۸/۳۳۱۶۷۶	۹۶/۷۲۰۸۴۰
۱۷	v__TLAPS.sub	۷/۴۶۳۵۶۷	۵/۳۰۰۸۷۰	۴۴/۶۲۲۶۴۳
۱۸	v__OV_N.hru	-۰/۰۶۴۴۳۰	-۰/۳۳۴۴۸۴	۰/۱۶۱۰۲۸
۱۹	v__SMTMP.bsn	-۲/۱۷۸۸۸۵	-۳/۸۵۹۸۹۳	۰/۷۴۵۶۰۹
۲۰	v__SMFMX.bsn	۸/۶۷۱۳۶۰	۳/۹۲۳۴۵۰	۹/۶۷۸۴۹۳
۲۱	v__SMFMN.bsn	۵/۲۵۶۸۵۵	۱/۴۶۲۷۷۶	۸/۲۹۸۹۵۴
۲۲	v__HRU_SLP.hru	۰/۴۰۶۶۶۶	۰/۲۰۵۳۷۸	۰/۴۶۸۵۰۰
۲۳	v__SURLAG.bsn	۵/۹۱۴۰۵۱	۳/۸۰۱۰۹۴	۲۳/۹۲۴۴۹۰
۲۴	v__PLAPS.sub	۹۱/۴۱۸۴۳۴	۰/۱۸۸۱۳۸	۹۳/۷۵۷۶۷۵
۲۵	v__CH_COV.rte	۰/۵۵۷۸۷۵	۰/۲۴۰۹۵۳	۰/۶۰۳۱۴۹
۲۶	v__EPCO.hru	۰/۴۶۱۱۹۰	۰/۰۸۴۰۶۳	۰/۵۳۰۳۶۷

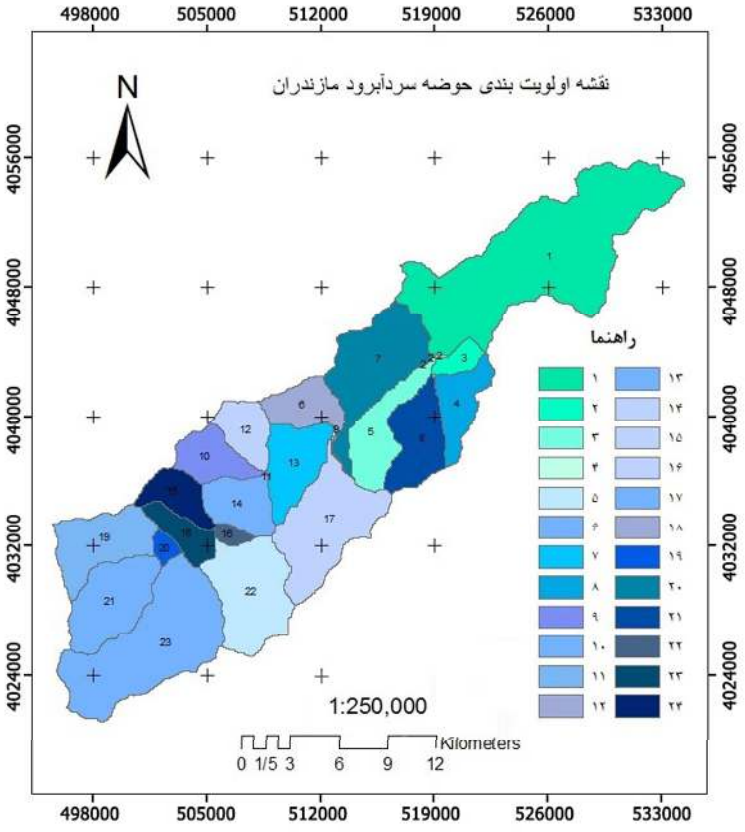
۲۷	v__SOL_CBN().sol	۱۵/۳۰۴۹۰۵	۹/۵۲۰۳۸۳	۱۸/۹۲۶۱۰۹
۲۸	v__SOL_ALB().sol	۰/۱۷۸۴۹۴	۰/۱۶۱۲۷۲	۰/۲۹۹۰۵۰
۲۹	v__USLE_K().sol	۰/۲۹۴۹۳۹	۰/۱۲۲۷۲۸	۰/۴۰۷۳۷۴
۳۰	v__SOL_Z().sol	۳۶۲/۰۵۴۱۰۸	۲۳۹/۷۴۴۱۱۰	۴۶۴/۱۶۶۱۰۷
۳۱	v__SLSUBBSN.hru	۹۴/۲۶۰۱۳۲	۶۸/۴۳۰۷۴۰	۱۳۰/۶۷۰۲۴۲

بررسی این نمودارها نشان می‌دهد که مدل زمان وقوع مقادیر دبی اوج و دبی‌های پایه را به خوبی مدل‌سازی نموده است اما مقادیر دبی اوج را بیش‌تر از مقادیر واقعی برآورد نموده است، که متوسط دبی ماهانه شبیه‌سازی شده در طول دوره‌های واسنجی و اعتبارسنجی نیز مؤید این مطلب است. متوسط دبی ماهانه شبیه‌سازی شده در طول دوره‌های واسنجی و اعتبارسنجی به‌ترتیب برابر ۷/۶۱ و ۶/۲۰ مترمکعب در ثانیه می‌باشند، در حالی‌که این مقادیر برای داده‌های واقعی در این دو دوره به‌ترتیب برابر ۶/۳۹ و ۴/۸ مترمکعب در ثانیه می‌باشند. به‌عبارت دیگر، در مجموع مدل در دوره واسنجی دبی متوسط ماهانه را ۱۹/۰۹ درصد و در دوره اعتبارسنجی، ۲۲/۵۸ درصد بیش‌تر از مقادیر واقعی شبیه‌سازی نموده است. هم‌چنین در انتها نقشه اولویت‌بندی زیرحوزه‌های حوزه آبخیز سردآبرود نیز ترسیم شد که در شکل ۵ ارائه گردیده است.

بررسی سیل‌خیزی در حوزه آبخیز سردآبرود این نتیجه را نشان می‌دهد که با توجه به میزان دبی خروجی در هر زیرحوزه، بالابودن میزان رواناب در هر زیرحوزه نشانه سیل‌خیزی آن منطقه نمی‌باشد. با توجه به اینکه در روش شماره منحنی پارامتر نگهداشت رطوبت به‌صورت مکانی با تغییرات خاک، کاربری اراضی و شیب و به‌صورت زمانی با تغییرات رطوبت خاک تغییر می‌کند. لذا مناطقی که دارای کاربری نظیر جنگل و مراتع متراکم می‌باشند، میزان جذب تاج پوشش زیادی دارند و همچنین مناطقی که دارای شیب کم هستند دارای پتانسیل سیل‌خیزی کمتری نسبت به سایر مناطق می‌باشند.

جدول۳: اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی

نام زیرحوزه	درصد پتانسیل رواناب	رتبه سیلخیزی	نام زیرحوزه	درصد پتانسیل رواناب	رتبه سیلخیزی
۱	۱۲/۳۳	۱	۱۳	۹۳/۴۴	۷
۲	۱۸/۹۵	۴	۱۴	۷۶/۶۳	۱۳
۳	۲۹/۷۰	۲	۱۵	۷۶/۸۵	۲۴
۴	۱۸/۸۶	۸	۱۶	۹۴/۷۷	۲۲
۵	۹۹/۰۸	۳	۱۷	۹۵/۱۶	۱۶
۶	۱۲۳/۰۵	۱۸	۱۸	۷۱/۴۷	۲۳
۷	۷۶/۸۵	۲۰	۱۹	۹۴/۸۷	۱۱
۸	۲۹/۴۹	۲۱	۲۰	۷۲/۰۲	۱۹
۹	۷۶/۵۸	۱۲	۲۱	۷۲/۳۲	۱۷
۱۰	۱۲۲/۸۶	۹	۲۲	۹۴/۲۵	۵
۱۱	۹۴/۸۷	۱۴	۲۳	۹۴/۸۱	۱۰
۱۲	۷۶/۳۴	۱۵	۲۴	۹۴/۱۷	۶



شکل ۵: نقشه اولویت‌بندی زیرحوزه‌های حوزه آبخیز سردآبرود

نتیجه گیری

نقشه اولویت‌بندی خطر سیل می‌تواند در تعیین مکان‌های توسعه استفاده شود تا از رسیک آسیب‌پذیری مردم و خسارت کاربری‌ها بکاهد. و بیان می‌کند که در مناطقی که آسیب‌پذیری درجه بالایی دارد، عملیات کنترل سیلاب و سیستم‌های هشدار دهنده سیلاب در نظر گرفته شود.

درانجام پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه مسایل مربوط به برآورد حجم رواناب معمولاً به لحاظ نبود آمار و اطلاعات کافی ودقیق درحوضه‌های آبریز، محققان مجبور به تهیه مدل‌های تجربی یکپارچه می‌باشند که عملاً دقت کافی را نداشته و نمی‌تواند تمامی عوامل مؤثر مکانی حوضه در ایجاد رواناب را مورد مطالعه قرار دهد. در این پژوهش، کارایی استفاده از نتایج شبیه‌سازی آب سطحی با استفاده از مدل هیدرولوژیکی SWAT برای اولویت‌بندی زیرحوزه‌های، حوزه آبخیز سردآباد بررسی شد. جهت تجزیه و تحلیل نتایج از شاخص‌های آماری R^2، bR^2 و ضریب نش ساتکلیف استفاده گردید. که پس از واسنجی مدل این ضرایب به‌ترتیب ۰/۷۷، ۰/۶۳، ۰/۷۷ و برای مرحله اعتبارسنجی آن ۰/۷۹، ۰/۷۶ و ۰/۷۱ برآورد گردید. نتایج آنالیز حساسیت، ۳۱ پارامتر موثر بر رواناب نشان داده شد و هم‌چنین پارامترهای ثابت تخلیه آب زیرزمینی، زمان تأخیر آب زیرزمینی و حداقل مقدار ذخیره آب لازم برای ایجاد جریان

پایه به‌ترتیب حساسیت بیش‌تری دارند. برای سیل‌خیزی حوزه آبخیز سردآبرود از پارامتر شماره منحنی استفاده گردید. حوزه آبخیز سردآبرود به ۲۴ منطقه یا زیرحوزه تقسیم گردید، زیر حوزه شماره ۶ با مقدار رواناب ۱۲۳/۰۵ رتبه اول و هم‌چنین زیرحوزه شماره ۱۰ با مقدار ۱۲۲/۸۶ رتبه دوم را از نظر سیل‌خیزی دارا می‌باشد و زیرحوزه شماره ۱ با مقدار ۱۲/۳۳ کم‌ترین مقدار تولید رواناب را دارا می‌باشد. بررسی سیل‌خیزی در حوزه آبخیز سردآبرود این نتیجه را نشان می‌دهد که با توجه به این‌که در روش شماره منحنی پارامتر نگهداشت رطوبت به صورت مکانی با تغییرات خاک، کاربری اراضی و شیب و به‌صورت زمانی با تغییرات رطوبت خاک تغییر می‌کند، لذا زیرحوزه شماره ۵، ۲۳، ۶، ۱۰ و ۱۹ که در مناطق جنوبی حوزه و در ارتفاعات قرار دارند و از لحاظ کاربری اراضی، اکثر اراضی دارای کاربری مرتع از نوع متوسط و فقیر و مناطق مسکونی حاشیه رودخانه هستند، لذا ضریب جذب رواناب توسط پوشش گیاهی نسبت به سایر مناطق حوزه که اغلب دارای پوشش جنگلی و باغات هستند کم‌تر می‌باشد و همین امر سبب افزایش ارتفاع رواناب و احتمال وقوع سیلاب نسبت به سایر مناطق شده است. هم‌چنین زیرحوزه‌های شماره ۱، ۲ و ۴ که اکثرا در ارتفاع پایین قرار دارند و دارای پوشش جنگلی هستند با افزایش جذب رواناب توسط تاج پوشش جنگلی و هم‌چنین کاهش شیب دارای پتانسیل سیل‌خیزی پایین‌تری نسبت به سایر مناطق می‌باشند.

به‌طور کلی می‌توان اظهار داشت که نقشه‌های پهنه‌بندی خطرات طبیعی به مدیریت غیرسازه‌ای سیل کمک می‌کنند و به برنامه‌ریزان این امکان را می‌دهند تا بخش‌های امن‌تر از نظر سیل‌خیزی را برای توسعه انتخاب کنند. با استفاده از ایجاد دیوارهایی مناسب جهت کاهش خطر می‌توان اقدام نمود. یکی دیگر از پیشنهادات مقاوم سازی ساختمان‌های اطراف رودخانه برای کاهش خسارات ناشی از سیل می‌باشد.

منابع

امیراحمدی ابوالقاسم، بهنیافر ابوالفضل، ابراهیمی مجید (۱۳۹۱)، ریز پهنه‌بندی خطر سیلاب در محدوده شهر سبزوار در راستای توسعه پایدار شهری، فصلنامه آمایش محیط، دوره ۵، شماره ۱۶، صص ۳۲-۱۷.

دهمرده‌قلعه‌نو محمد رضا، شهریاری علیرضا، صابری مرتضی، خطیبی رسول (۱۳۹۲)، بررسی چگونگی بهره‌برداری از منابع طبیعی و اثر آن بر بیابان‌زایی (مطالعه موردی: منطقه هامون سیستان)، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، دوره ۲۰، شماره ۴، صص ۶۷۹-۶۸۵.

رئوف مجید، عزیزی‌مبصر جوانشیر، سلحشور آیت (۱۳۹۵)، تخمین پارامترهای هیدرولوژیکی و هیدروژئولوژیکی حوزه آبخیز با استفاده از مدل SWAT (مطالعه موردی: حوضه بالخلوچای)، نشریه دانش آب و خاک، دوره ۲۶، شماره ۴/۲، صص ۱۸۵-۱۷۳.

زایری محمدرضا، شفاعی بجستان محمود (۱۳۹۷)، بررسی تأثیر حذف پیچانرود بر الگوی جریان و رسوب رود کارون با استفاده از نرم‌افزار CCHE2D، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی منابع آب، دوره ۱۱، شماره ۳۸، صص۱۰۶-۹۵.

سعادتی، حسین. (۱۳۸۱). بررسی اثرات کاربری اراضی بر روی شبیه سازی دبی روزانه با استفاده از مدل SWAT (مطالعه موردی: حوزه معرف کسیلیان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۱۲۱.

شریفی فرود، نوروزی غلامرضا (۱۳۸۱)، مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، کلید توسعه منابع زیستی، مجله جنگل و مرتع، شماره ۵۶، صص ۳۳-۲۲.

طالبی‌زاده، منصور. مرید، سعید. (۱۳۸۷)، کالیبراسیون وآنالیز عدم قطعیت یک مدل هیدرولوژی (SWAT) با روش SUFI در برآورد غلظت رسوب. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب. دانشگاه تبریز، ۲۳ تا ۲۵ مهر ۱۳۸۷، صص ۷-۱.

علوی‌نیا، مرتضی. نصیری‌صالح، فرزین. (۱۳۸۹)، «مقایسه مدل HSPF و مدل SWAT در شبیه‌سازی رسوب (مطالعه موردی: حوضه آبریز ابرو) ». پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۴ تا ۱۶ اردیبهشت ۱۳۸۹، صص ۸-۱.

علیزاده امین، ایزدی عزیزاله، داوری کامران، ضیایی علینقی، اخوان سمیرا، حمیدی زهرا (۱۳۹۲)، برآورد تبخیر- تعرق واقعی در مقیاس سال - حوضه با استفاده از SWAT، مجله آبیاری و زهکشی ایران، دوره ۷، شماره ۲، صص ۲۵۸-۲۴۳.

کارآموز محمد، احمدی آزاده، طاهریان مسعود (۱۳۸۸)، ارزیابی اثرات بهترین راهکارهای مدیریتی در حوزه‌ی آبخیز بر بهره‌برداری کمی و کیفی مخزن، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دوره ۳، شماره ۹، صص ۱۷-۹.

کریمی صادق (۱۳۹۴)، شبیه‌سازی رواناب با استفاده از شبکه عصبی موجکی (مطالعه‌ی موردی: حوزه‌ی آبخیز رود خرسان۳)، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی منابع آب، دوره ۸، شماره ۲۴، صص ۱۴-۱.

کوچک‌زاده محمدحسین، نصیری‌صالح فرزین (۱۳۹۳)، بررسی کارایی استفاده از نتایج شبیه سازی آب سطحی در افزایش دقت شبیه‌سازی جریان آب زیرزمینی در آبخوان کم عمق دشت سیلاخور در استان لرستان، مهندسی عمران مدرس، دوره ۱۴، شماره ۳، صص ۱۳۸-۱۲۹.

Abbaspour, K.C., Rouholahnejad, E., Vaghefi, S., Srinivasan, R., Yang H, & Kløve, B. (2015). A continental-scale hydrology and water quality model for Europe: Calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model. Journal of Hydrology, 524, 733-752.

Arnold, J.G., (2001). Soil and water Assessment tool (Appendix A: Model fact sheets), http://www.brc.tamus.edu/SWAT/index.htm.

Betrie, G.D., Mohamed, Y.A., Van Griensven, A., & Srinivasan, R. (2011).Sediment management modeling in the Blue Nile Basin using SWAT model. Hydrology and Earth System Sciences,15(3), 807-818.

Gonz´alez-Lemos, S., Jim´enez-S´anchez M, M., & Stoll, H. (2015). Sediment transport during recent cave flooding events and characterization of speleothem archives of past flooding. Geomorphology, 1-50.

Nash, J.E., & Sutcliffe, T.E. (1970). River flow forecasting through Conceptual model, Part I. A discussion of principles.Journal of Hydrology, 10(3), 282-290.

Omani, N., Tajrishy, M., & Abrishamchi, A. (2007). Modeling of a river basin using the SWAT model and SUFI-2, 4th International Conference of SWAT Model. UNESCO-IHE Delft, Netherlands 4-6 July, 1-8.

Zhi, L., WenZhao, L., XunChang, Z.H., & FenLi, Z.H. (2010). Assessing and regulating the impacts of climate change on water resources in the Heihe watershed on the Loess Plateau of China. Science China Earth Sciences,53(5), 710-720.

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۱۹
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۳۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۲۳
صفحات: ۱۱۶ - ۹۹

بررسی برخی خصوصیات شیمیایی و میزان برخی عناصر غذایی همراه با گرد و غبار دشت سیستان

مسعود علی‌صوفی[۱]، علی شهریاری*[۲]

چکیده

تخریب اراضی یکی از مخاطرات جدی زیست بوم‌های طبیعی بخصوص در مناطق خشک زمین در اثر خشکسالی و فرسایش بادی است. خصوصیات گرد و غبار می‌توانند نشان‌دهنده میزان تخریب اراضی و سرزمین باشند. هدف از این تحقیق بررسی خصوصیات فیزیک وشیمیایی و مقادیر برخی عناصر غذایی همراه با گرد و غبار حمل شده در دشت سیستان است. به این منظور تعداد ۲۵ رسوبگیر نیم‌دوکی شکل در شهرهای منطقه سیستان نصب گردید و نمونه‌برداری این رسوبگیرها به صورت ماهیانه طی دوره طوفان‌های گرد و غبار منطقه از اردیبهشت تا پایان مهر ماه سال ۱۳۹۴ به صورت ماهانه انجام گرفت. از خاک سطحی مناطق تحت فرسایش یا مستعد فرسایش در تالاب‌های هامون (۲۰ نقطه) نمونه‌برداری انجام شد. سپس pH، EC، ماده آلی، بافت خاک و مقادیر عناصر غذایی خاک شامل: فسفر، پتاسیم، سدیم، کلسیم و منیزیم در نمونه‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. بیشترین میزان عناصر غذایی همراه با گرد و غبار در کل منطقه مربوط به کلسیم (با میانگین کل mg/kg ۷۰۰/۲۸)و کمترین مربوط به فسفر (با میانگین کل mg/kg ۳۳/۷۶) بود. بیشترین میانگین مجموع (فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سدیم) عناصر غذایی (mg/kg ۴۶۱/۴۳) در گرد و غبار شهریور و کمترین (mg/kg ۳۵۳/۷۸) در خرداد مشاهده شد. در بین شهرهای مورد مطالعه بیشترین میزان ماده آلی، فسفر، پتاسیم و منیزیم در گرد و غبار حمل شده از روی شهرستان زابل (به ترتیب mg/kg ۲۵/۸۸، mg/kg ۴۵/۷۵، mg/kg ۳۶۵/۸ و mg/kg ۶۶۷/۳۲)، بیشترین مقدار کلسیم در شهر هامون (mg/kg ۸۱۳/۰۶) و سدیم در شهر نیمروز (mg/kg ۶۲۹/۴۸) مشاهده شد. بیشترین نسبت غنی‌شدن در کل مناطق مربوط به فسفر (۶/۰۰۲) و کمترین نسبت غنی‌شدن مربوط به سدیم (۰/۷۰۷) بود، که نسبت غنی‌شدن برای فسفر، پتاسیم و ماده‌آلی (مقادیر بالاتر از یک) نشان‌دهنده غنی شدن آن عنصر در گرد و غبار می‌باشد و هدر رفت و فرسایش انتخابی آن عنصر را از خاک‌های محل برداشت (منشأ گرد و غبار) نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که خاک بستر تالاب‌های هامون (مناطق مورد مطالعه) به لحاظ بافت مساعد فرسایش هستند و خصوصیات شیمیایی آن نشان‌دهنده شور و قلیایی شدن و از بین رفتن پوشش گیاهی می‌باشد. خصوصیات گرد و غبار حمل شده از روی شهرهای دشت سیستان نیز منعکس کننده شرایط منشأ برداشت این رسوبات بودند و گسترش تخریب اراضی در این مناطق را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: طوفان‌های گرد و غبار، تخریب اراضی، عناصر غذایی خاک، تالاب‌های هامون.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل masout69@yahoo.com
۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل shahriari.ali@uoz.ac.ir

مقدمه

طوفان‌های گرد و غبار یک فرآیند طبیعی در مناطق بیابانی و صحراهاست که در اثر عملکرد بادهای قوی بر سطح خاک رخ داده و سبب معلق شدن ذرات ریز خاک در فضای نزدیک سطح زمین می‌شود. باید توجه کرد که فعالیت انسانی نیز می‌توانند باعث تشدید گرد و غبار در اتمسفر شود (زوبک و آمانتارزکو، ۲۰۰۱). فرسایش بادی یک از جنبه‌های مهم تخریب اراضی در مناطق خشک ونیمه‌خشک محسوب می‌شود (کوپینگر و دیگران، ۱۹۹۱)، به طوری که حدود یک ششم مساحت اراضی دنیا را تحت تأثیر خود قرار داده است (اسکیدمور، ۲۰۰۰). تخریب سرزمین به معنای کاهش قابلیت منابع سرزمین در اثر فرایند یا ترکیبی از فرآیندهایی نظیر فرسایش تشدیدی خاک توسط آب یا باد، رسوبگذاری، کاهش میزان و تنوع پوشش گیاهی طبیعی، کاهش مواد مغذی خاک، افزایش خشکی و شوری و سدیمی شدن خاک است (ارنولد، ۱۹۹۲).

برای کاهش اثرات محیط زیستی و سلامتی گرد و غبار می‌بایست خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن را مورد بررسی قرار داد (راشکی و دیگران، ۲۰۱۳). رسوبات ناشی از خاک‌های فرسایش‌یافته براساس مقدار مواد و عناصر همراه خود اثرات متفاوتی بر محیط فرسایش، حمل و رسوبگذاری دارند. در اغلب موارد فرسایش تنها از نظر هدر رفت خاک در منطقه فرسایش دیده، پرشدن مخازن، از کار افتادگی سیستم‌های آبیاری و برنامه‌ریزی به‌منظور اقدامات آبخیزداری مهم می‌باشد (نور و دیگران، 2010). فرایندهای بادی نقش مهمی را در هدررفت عناصر غذایی بازی می‌کند و آسیب قابل توجهی روی بیابان‌زایی در مناطق خشک و نیمه خشک دارند (سودربرگ و کامپتون،۲۰۰۷؛ اوکین و دیگران، 2004؛ فرسنگ و دیگران، 2012). استوروگل و اسمالینگ (۱۹۹۰) هدر رفت سالانه عناصر غذایی را در بورکینافاسو به ترتیب ۱۰، ۱۴ و ۲ کیلو گرم بر هکتار برای پتاسیم، نیتروژن و فسفر برآورد کردند. برونینگ مدسن و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی که بر روی بادهای موسمی در کشور غنا انجام دادند مقادیر عناصر غذایی (فسفر، کلسیم، پتاسیم و منیزیم) اضافه‌شده به خاک از طریق بادهای موسمی را با مقادیری از این عناصر که از طریق بارندگی به خاک اضافه شده‌اند مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که ورود عناصر بوسیله گرد و غبار برای کلسیم، منیزیم و پتاسیم مقادیر ۱۰ یا کمتر از ۱۰ درصد و برای فسفر تقریباً ۲۰ تا ۴۰ درصد نسبت به بارندگی محاسبه شد. مطالعات لانگ و دیگران (۲۰۱۵) نشان داد که نتیجه فرایندهای بادی خروج مقدار زیادی از عناصر غذایی از خاک می‌باشد و نتیجتاً خطر بیابان‌زایی را در اکوسیستم‌های خشک و نیمه خشک افزایش می‌دهد. دهمرده بهروز و دیگران (۲۰۱۷) با مطالعه یون‌های محلول همراه با گرد و غبار منطقه سیستان دریافتند که کاتیون‌های غالب آن عبارت از کلسیم، سدیم، پتاسیم، منیزیم و آمونیوم بودند و آنیون‌های غالب آن عبارت از کلرید، نیتریت، نیترات و سولفات بودند. این محققین نتیجه گرفتند که حضور این یون‌ها نشان‌دهنده وجود طوفان‌های گرد و غبار شور[1] در نتیجه وزش بادهای موسوم به یکصد و بیست روزه و یا لوار در دمای بسیار گرم تابستان موجب بالا آمدن و افزایش کانی‌های تبخیری در مناطق برداشت گرد و غبار می‌شود.

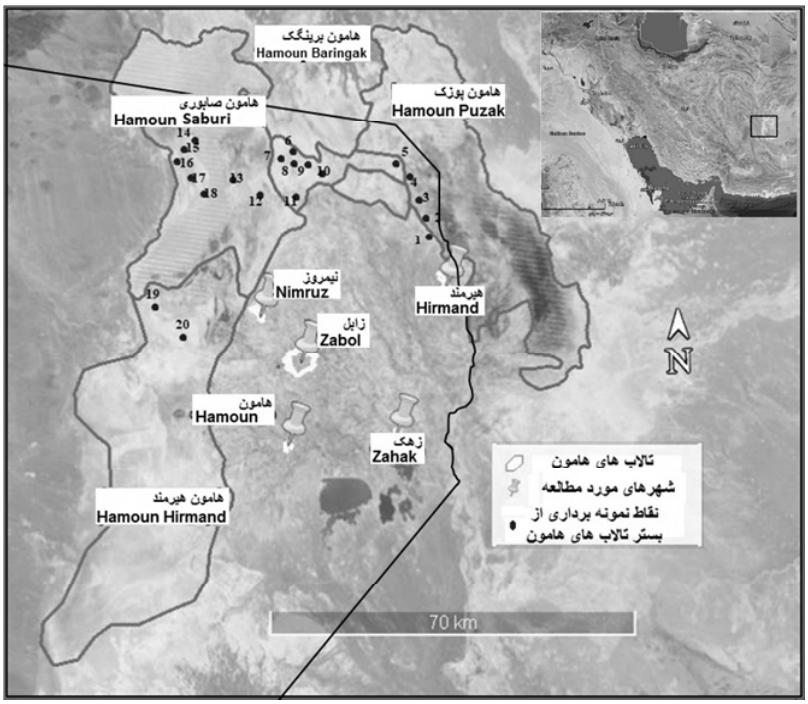
1- Saline Dust Storms

همانطور که پیش‌تر اشاره شد باد عامل اصلی در فرسایش بادی است. در بین بادهای محلی ایران، بادهای ۱۲۰ روزه سیستان شهرتی خاص دارند که در بخش شرقی ایران برای مدتی از سال حاکمیت می‌یابند (حسین‌زاده، ۱۳۷۶). این بادها از اوایل خرداد ماه تا اواخر شهریور ماه با جهت شمال غربی تا شمال شرقی در منطقه وسیعی از استان‌های سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی و خراسان رضوی می‌وزند و باعث بروز طوفان‌های شدید گرد و غبار در این مناطق می‌شوند (گندمکار و کیارسی، ۱۳۸۵).

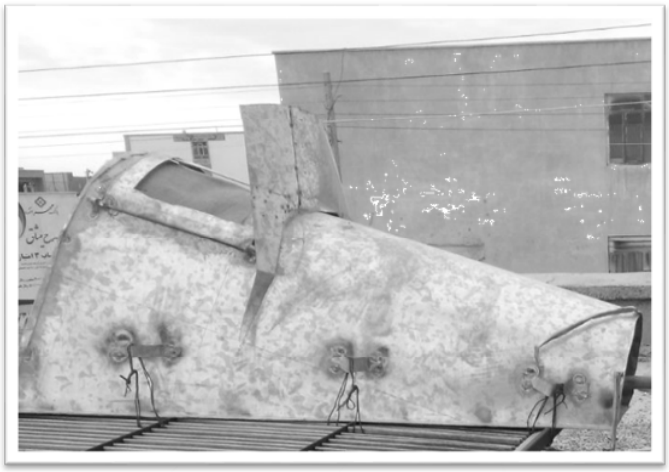
با توجه به خشکسالی‌های اخیر، از بین رفتن پوشش گیاهی و اهمیت فرسایش بادی در منطقه سیستان و اثر آن بر روی جابجایی عناصر غذایی و تخریب خاک در مناطق برداشت و فقدان اطلاعات در این زمینه، در این تحقیق تلاش شده است برخی خصوصیات شیمیایی و میزان برخی عناصر غذایی همراه گرد و غبار حمل شده از روی شهرهای واقع در دشت سیستان که منعکس کننده شرایط تخریب اراضی در مناطق منشأ (تالاب‌های هامون) گرد و غبار هستند، بررسی شود.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرقی ایران و در شمال شرق دشت بزرگ سیستان و درجنوب غربی مرز مشترک ایران و افغانستان قرار دارد (شکل ۱) و از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین°۱۵ '۶۱ تا °۵۱ '۶۱ طول شرقی و °۴۸ '۳۰ تا °۲۶ '۳۱ عرض شمالی واقع شده است (میرک‌زهی و همکاران،۲۰۱۸).



شکل ۱: موقعیت شهرهای مورد مطالعه و نقاط نمونه برداری از تالاب‌های هامون



شکل ۲: نمونه‌گیر استفاده شده در این تحقیق

داده ها

در این تحقیق از رسوبگیر نیم‌دوکی شکل (شکل۲) که شهریاری و دیگران (۲۰۱۶) در منطقه سیستان به طور موفقیت آمیزی مورد استفاده قراردادند، استفاده شد. به این منظور تعداد ۲۵ رسوبگیر بر روی پشت‌بام‌های منازل ویلایی و در ارتفاع تقریبی ۴ متری از سطح زمین در شهرستان‌های زابل (۷رسوب‌گیر)، زهک (۴ رسوب‌گیر)، هیرمند (۵ رسوب‌گیر)، نیمروز (۴ رسوب‌گیر) و هامون (۵ رسوب‌گیر) نصب گردید. نمونه‌برداری به صورت ماهیانه طی دوره طوفان‌های گرد و غبار منطقه از اردیبهشت سال ۱۳۹۴ به صورت ماهانه انجام شد. این نمونه‌های به عنوان گرد و غبار عبوری از منطقه در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به اینکه در مطالعات متعددی تالاب‌های بین المللی هامون به عنوان منشأ گرد و غبار در دشت سیستان شناخته شده‌اند (راشکی و دیگران، ۲۰۱۳)، طی پیمایش‌های صحرایی در بستر خشک تالاب‌های هامون، از مناطقی که متأثر و یا مستعد فرسایش بادی بودند (۲۰ نقطه) از عمق ۵-۰ سانتیمتری خاک نمونه‌برداری انجام شد. وسعت تالاب هامون در مواقع پرآبی حدود ۴۸۰۰ کیلومتر مربع آورد شده است. ارتفاع دریاچه از سطح دریای آزاد ۴۸۰ متر می‌باشد. این دریاچه از شمال به کشور افغانستان، از شرق به شهرستان هیرمند، از جنوب به دو شهرستان نیمروز و هامون به دشت ماورای رودخانه شیله محدود شده و سه قسمت یا حوضچه بزرگ به نام‌های هامون پوزک، صابری و هامون هیرمند قابل تفکیک بوده که به ترتیب در شمال‌شرق، شمال و غرب سیستان می‌باشد (ضیاء توانا،۱۳۷۱).

بافت خاک به روش پیپت (کارشناسان ارزیابی خاک، ۲۰۰۴) اندازه‌گیری شد و به دلیل حجم کم گرد و غبار اردیبهشت و مهر توزیع اندازه ذرات گرد و غبار در این دو ماه گزارش نشد. pH و EC نمونه‌های مورد مطالعه در عصاره اشباع به‌ترتیب به کمک دستگاه pH متر و هدایت‌سنج اندازه‌گیری شد (هالوسچک، ۲۰۰۶). مقدار ماده آلی به روش تیتراسیون (والکی و بلک، ۱۹۳۴) و فسفر قابل جذب به روش اولسن و با دستگاه اسپکتوفوتومتر اندازه‌گیری شد. غلظت پتاسیم قابل جذب و سدیم محلول با دستگاه فلیم فتومتر و غلظت دو عنصر کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد (مهندسین مشاور رویان. ۱۳۸۷).

با توجه به جهت وزش باد غالب منطقه، نقاط اول تا پنجم تالاب هامون منشأ رسوبات شهرستان هیرمند، نقاط ششم تا هجدهم تالاب هامون منشأ رسوبات شهرستان‌های زابل و زهک، نقاط دوازدهم تا هجدهم تالاب هامون منشأ رسوبات شهرستان نیمروز و نقاط دوازدهم تا بیستم تالاب منشأ رسوبات شهرستان هامون در نظر گرفته شد لذا جهت تعیین نسبت غنی شدن برای هر شهرستان از نقاط مربوط به هر شهرستان طبق نسبت زیر استفاده شد (ماسی و جکسون، ۱۹۵۲؛ پالیس و دیگران، ۱۹۹۰).

مقدار عنصر در خاک تالاب (mg/kg) / مقدار عنصر در گرد و غبار (mg/kg)= نسبت غنی شدن

اگر مقدار نسبت غنی شدن بیشتر از یک باشد نشان می‌دهد آن عنصر در رسوبات فرسایش یافته نسبت به خاک محل برداشت، بیشتر شده و فرسایش انتخابی عناصر و میزان هدر رفت آن عنصر از خاک منشأ را نشان می‌دهد (ماسی و جکسون، ۱۹۵۲؛ پالیس و دیگران، ۱۹۹۰).

بررسی اختلاف میانگین عناصر غذایی بین شهرها توسط آزمون تحلیل واریانس یک راهه (ANOVA) در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد و با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

کلاس بافت خاک نقاط تالاب هامون (جدول ۱) نشان می‌دهد که به‌ترتیب بیشترین کلاس بافتی لوم سیلتی (نقاط پنجم، هفتم، یازدهم، چهاردهم، هفدهم و بیستم)، پس از آن کلاس بافتی لوم سیلتی (نقاط ششم، دوازدهم، سیزدهم و پانزدهم)، کلاس بافتی رس سیلتی (نقاط اول، هشتم و شانزدهم)، کلاس‌های بافتی لومی (نقاط سوم و نوزدهم)، رسی (نقاط دوم و نهم) و لوم رسی سیلتی (نقاط دهم و هجدهم) و در انتها کمترین کلاس بافتی لوم رسی شنی (نقطه چهارم) می‌باشند. لارنی و دیگران (۱۹۹۸) معتقدند که با تداوم فرسایش بادی به مرور بافت خاک منطقه برداشت درشت‌تر شده و حاصلخیزی خاک کاهش می‌یابد. البته در تالاب‌های هامون تداوم رسوب‌گذاری مانع از بروز این حادثه می‌شود. مطالعات اوپ و دیگران (۲۰۱۶) نشان داد که بخش عمده ذرات خاک سطحی در بستر دریاچه آرال (منشأ گرد و غبار) در اندازه ذرات سیلت (به‌صورت غالب) و رس بودند. یکی از عوامل اصلی مؤثر بر شدت فرسایش بادی فراهمی ذرات فرسایش‌پذیر (همچون سیلت) است.

بررسی خصوصیات شیمیایی و میزان برخی عناصر غذایی در نمونه‌های تالاب‌های هامون (جدول ۱ و شکل ۳) نشان داد که بیشترین و کمترین درصد ماده آلی به‌ترتیب در نقطه دوازدهم ۲/۲۵ درصد و در نقطه ششم ۰/۰۳ درصد به‌دست آمد. میانگین بدست آمده برای درصد کربن آلی در نقاط نمونه‌برداری شده از تالاب هامون ۰/۶۲ درصد به‌دست آمد که این مقدار ماده آلی خاک‌های بستر تالاب‌های هامون تقریباً مشابه میانگین این فاکتور در خاک‌ها دشت سیستان (کمتر از ۰/۵ درصد) است (غلامعلی‌زاده آهنگر و دیگران، ۱۳۹۳؛ میر و دیگران، ۱۳۹۴) که نشان از هدر رفت مواد آلی از منطقه می‌باشد و در کل، درصد ماده آلی اندازه‌گیری شده برای تمامی نقاط نمونه‌برداری از تالاب‌های هامون مقدار بسیار ناچیزی بود. بریانت و دیگران (۲۰۰۸) با مطالعه خصوصیات خاکی تالاب‌های مناطق خشک اظهار داشتند که مقدار کربن آلی این خاک‌ها بسیار ناچیز و کمتر از ۰/۵ درصد می‌باشد. در تحقیقی که

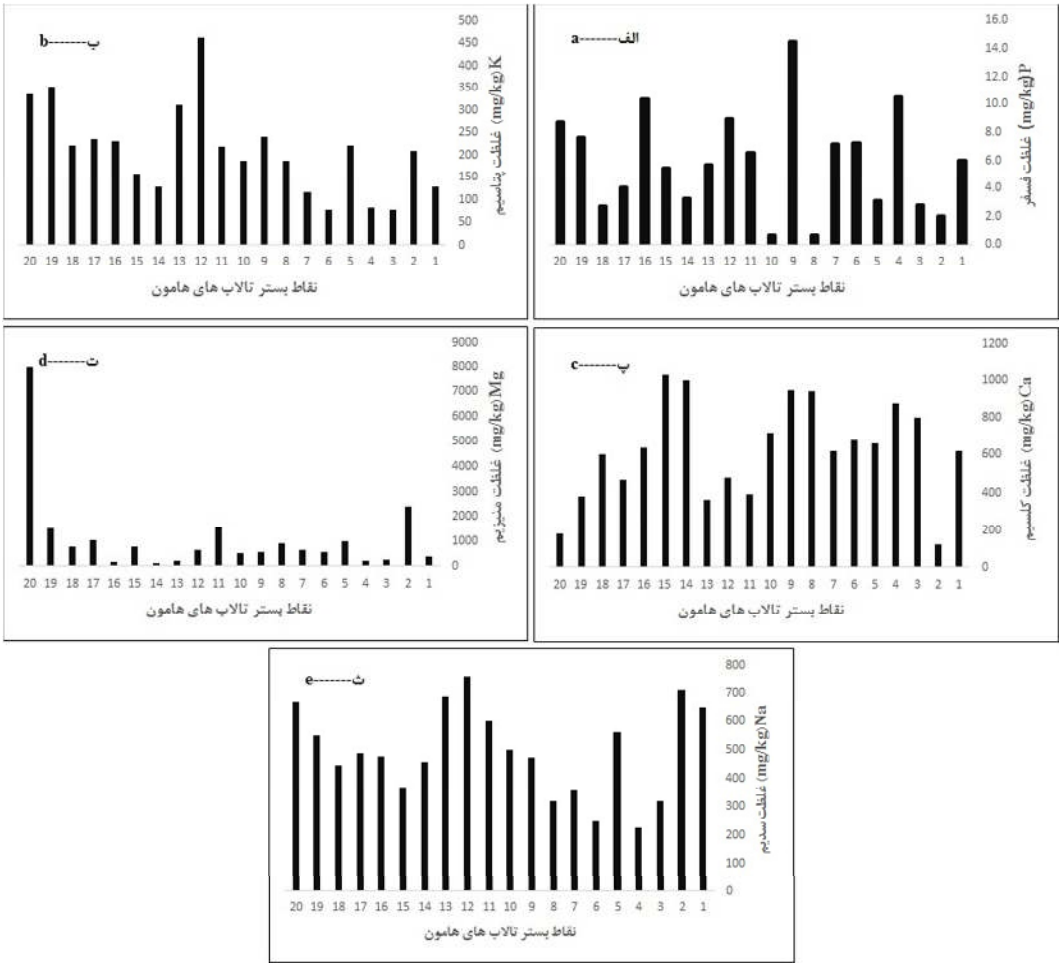
غلامعلی‌زاده‌آهنگر و دیگران (۱۳۹۳) در منطقه سیستان انجام دادند به این نتیجه رسیدند که ذخایر کربن آلی و به تبع آن مواد آلی در خاک‌های مناطق خشک (دشت سیستان) بسیار کم می‌باشد (0/45 درصد) و این به دلیل اقلیم خشک حاکم، پوشش گیاهی فقیر و شدت فعالیت عوامل فرسایشی بخصوص عامل فرسایش بادی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

جدول۱: خصوصیات شیمیایی و فیزیکی نمونه‌های بستر تالاب‌های هامون

شماره نمونه	واکنش خاک pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	ماده آلی OM (٪)	کلاس بافت Texture class
		۲۹/۴	۱/۳۴	رس سیلتی[1]
		۵۳/۵	۰/۹۴	رسی[2]
۳	۸/۶۹	۸/۴۵	۰/۵	لومی[3]
۴	۹/۱	۲۷/۶	۰/۴۴	لوم رسی شنی[4]
۵	۹/۲۶	۲۵/۷	۰/۷۴	لوم رسی[5]
۶	۹/۰۵	۲۰/۰۴	۰/۰۳	لوم سیلتی[6]
۷	۸/۶۵	۱۲/۰۲	۰/۱۳	لوم رسی[7]
۸	۸/۹۶	۱۸/۰۸	۰/۱۰	رس سیلتی
۹	۹/۰۸	۱۹/۶۹	۱/۲۱	رسی
۱۰	۸/۲۶	۷/۱	۰/۳۷	لوم رسی سیلتی[8]
۱۱	۹/۰۳	۱۹/۵۸	۰/۲۰	لوم رسی
۱۲	۸/۴۶	۹/۱۵	۲/۲۵	لوم سیلتی
۱۳	۸/۸۳	۱۵/۲۷	۰/۵۷	لوم سیلتی
۱۴	۹/۱۵	۲۵/۳	۰/۲۰	لوم رسی
۱۵	۹/۲۷	۳۰/۲	۰/۲۷	لوم سیلتی
۱۶	۹/۴۶	۳۸/۱	۰/۱۷	رس سلتی
۱۷	۹/۰۲	۲۰/۵	۰/۶۷	لوم رسی
۱۸	۸/۱۶	۲/۸۸	۰/۸۱	لوم رسی سیلتی
۱۹	۹/۳۴	۳۹/۶	۰/۸۱	لومی[9]
۲۰	۸/۶۱	۹/۸۳	۰/۵۴	لوم رسی
میانگین	**۸/۹۵**	**۲۱/۶۰**	**۰/۶۲**	-

1- Silt Clay
2- Clay
3- Loam
4- Sandy Clay Loam
5- Clay Loam
6- Silt Loam
7- Clay Loam
8- Silt Clay Loam
9- Loam

همچنین اخضری و دیگران (۲۰۱۵) اظهار داشتند که در دسترس بودن آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک باعث فعالیت بیولوژیک گیاهان می‌شود و باران مهمترین محرک برای فعالیت‌های بیولوژیک در این مناطق است، این محققین اظهار داشتند که بروز خشکسالی در مناطق منبع گرد و غبار باعث تخریب پوشش گیاهی و تشدید طوفان‌های گرد و غبار می‌شود. با توجه به خشکسالی شدید حاکم در منطقه که باعث خشکی تالاب‌های هامون شده (راشکی و دیگران، 2012؛ راشکی و دیگران، ۲۰۱۳)، نتیجتاً این شرایط کاهش پوشش گیاهی و ماده آلی را همراه دارد.



شکل ۳: مقادیر عناصر غذایی درنمونه‌های بستر تالاب‌های هامون؛ الف: فسفر، ب: پتاسیم، پ: کلسیم، ت: منیزیم، ث: سدیم

بیشترین میزان فسفر در نقطه شماره ۹ (۱۴/۴۷mg/kg) و کمترین مقدار در نقاط ۸ و ۱۰ (۰/۷۳mg/kg) مشاهده شد و میانگین فسفر در تالاب‌های هامون ۵/۹۱ mg/kg محاسبه شد. بیشترین مقدار پتاسیم در نقطه ۱۲ (mg/kg ۴۶۱) و کمترین مقدار در نقطه ۳ (۰/۷۷ mg/kg) وجود داشت و میانگین پتاسیم منطقه ۲۰۸/۷۷mg/kg بود (شکل

۳). در تحقیقی که بصیرانی (۱۳۷۱) روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه سیستان انجام داد مقادیر فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب را به ترتیب 1/65 mg/kg و۹۰ mg/kg گزارش کرد و نتیجه گرفت خاک‌های منطقه از نظر فسفر قابل جذب کاملاً فقیر هستند. مطالعه میر و دیگران (۱۳۹۴) نشان داد که در دشت سیستان میانگین فسفر ۲۰/۰۳ mg/kg می‌باشد که میانگین فسفر در مناطق مستعد فرسایش تالاب‌های هامون بسیار کمتر از میانگین فسفر در دشت سیستان می‌باشد. بیشترین مقدار کلسیم در نقطه ۱۵ (۱۰۳۰mg/kg) و کمترین مقدار آن در نقطه ۲ (۱۲۰ mg/kg) دیده شده و میانگین کلسیم ۶۲۶ mg/kg است (شکل ۳). همچنین بیشترین مقدار منیزیم در نقطه ۲۰ (۷۹۹۲ mg/kg) و کمترین مقدار در نقطه ۱۴ (۱۲۰ mg/kg) و میانگین آن ۱۱۲۲ mg/kg بدست آمد (شکل ۳).

در اراضی پست و دشت‌های سیلابی با توجه به نزدیک بودن آب زیرزمینی غنی از کربنات‌ها به سطح خاک، تجمع و فراهمی آن در خاک طبیعی است (اسچتزل و اندرسون، ۲۰۰۵) که یکی از رایج‌ترین آن کربنات کلسیم می‌باشد و باعث افزایش غلظت کلسیم در این مناطق می‌شود. رینولد و دیگران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که گرد و غبار علاوه بر حمل عناصر غذایی اصلی (مانند فسفر، نیتروژن) و ماده آلی همچنین عوامل مؤثر بر فراهمی این عناصر غذایی را (مانند کربنات‌ها) نیز به همراه دارد. این محققین معتقدند که در خاک‌های مناطق بیابانی فسفر یک عنصر غذایی محدود کننده است که می‌تواند بر کنترل رشد گیاهان تأثیر زیادی همچون نیتروژن و ماده آلی بگذارد و همچنین پتاسیم و منیزیم عناصر غذایی که تأثیر گذار بر روی ترکیب جمعیتی گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک هستند.

بیشترین مقدار سدیم در نقطه ۱۲ (۷۶۰ mg/kg) و کمترین مقدار آن در نقطه ۴ (۲۲۶/۵ mg/kg) مشاهده شد و میانگین سدیم ۴۹۳/۷۸ mg/kg بود (شکل ۳) که این مقادیر سدیم خاک‌های بستر تالاب‌های هامون بسیار کمتر از میانگین سدیم محلول در خاک‌ها دشت سیستان (۹۲۲/۳ mg/kg) است (سارانی و دیگران، ۲۰۱۶). بیشترین و کمترین مقدار pH به‌ترتیب در نقاط شانزدهم (۹/۴۶) و هجدهم (۸/۱۶) به‌دست آمد (جدول ۱). میانگین مقدار pH نیز در نقاط نمونه‌برداری شده تالاب‌های هامون ۸/۹۵ به دست آمد (جدول ۱) و در کل مقدار pH در همه‌ی نقاط نمونه‌برداری شده بالا بوده و نشان از قلیایی بودن مناطق برداشت گرد و غبار دارد. شایان ذکر است مقادیر بدست آمده بسیار مشابه میانگین واکنش خاک‌های دشت سیستان می‌باشد (غلامعلی زاده آهنگر و دیگران، ۱۳۹۳؛ میر و دیگران، ۱۳۹۴؛ هاشمی و دیگران، ۱۳۹۵؛ سارانی و دیگران، ۲۰۱۶). پژوهش‌های متعددی نشان‌دادند که میانگین pH در نقاط برداشت (منشأ) گرد و غبار به علت قلیایی بودن خاک این مناطق بالا می‌باشد (لیث صفار و دیگران، ۱۳۹۴؛ محمودی و خادمی، ۱۳۹۳؛ برونینگ مدسن و دیگران، 2015) که نشان از قلیایی شدن و تخریب خاک در این مناطق می‌باشد. مقدار شوری خاک به‌ترتیب در نقطه دوم (۵۳/۵ dS/m) بیشترین مقدار و در نقطه هجدهم (2/88 dS/m) کمترین مقدار و میانگین مقدار شوری خاک نیز در نقاط نمونه‌برداری شده تالاب‌های هامون (dS/m ۲۱/۶۰) به دست آمد (جدول ۱). مقادیر بدست آمده برای EC بسیار بیشتر از میانگین EC خاک‌های دشت سیستان می‌باشد (غلامعلی زاده آهنگر و دیگران، ۱۳۹۳؛ هاشمی و دیگران، ۱۳۹۵؛ سارانی و دیگران، ۲۰۱۶) و نشان از شور بودن خاک در مناطق برداشت رسوبات گرد و غبار در تالاب‌های هامون دارد.

شور بودن خاک‌ها در منطقه برداشت باعث به‌هم ریختن ساختمان خاک و در نتیجه مستعد شدن خاک برای برداشت و حمل توسط فرسایش بادی می‌شود. لیث صفار و دیگران در سال ۱۳۹۴ و موداهیش و مهجوب در سال ۲۰۱۳ بیان داشتند که نمونه‌های خاک مناطق برداشت شور می‌باشند. همچنین با افزایش میزان یون‌های منیزیم و سدیم در سطح خاک فرایند شورشدن تشدید می‌شود. بالا رفتن مقدار سدیم باعث پراکنش رس‌ها و تخریب ساختمان خاک شده (اسچتزل و اندرسون، ۲۰۰۵) و نتیجتاً میزان فرسایش‌پذیری بادی افزایش می‌یابد (تاجیک و دیگران، ۱۳۸۱). شوری خاک یک معضل محیط زیستی جدیدی است که می‌تواند توانایی استقرار گیاه را تحت تأثیر قرار دهد و شورشدن خاک رشد گیاهان را کاهش و یا سبب از بین رفتن آن‌ها می‌شود (اخزری و دیگران ۲۰۱۵). با توجه به مقادیر بالای هدایت الیکتریکی، pH و سدیم در نقاط مختلف تالاب‌های هامون به نظر می‌رسد فرایند هالومورفیک در بستر تالاب‌ها در حال وقوع است و نیز مقادیر پایین عناصر غذایی و ماده آلی در تالاب‌های هامون نشان دهنده تخریب شدید پوشش گیاهی و خاک‌های تالاب‌های هامون است. ویسر و استرک (۲۰۰۷) معتقدند که تولیدکنندگی و حاصلخیزی خاک در مناطق برداشت (منشأ گرد و غبار) کاهش و در مناطق فرونشست رسوبات، افزایش می‌یابد.

جدول ۲: خصوصیات شیمیایی و میزان برخی عناصر غذایی در نمونه‌های گرد و غبار

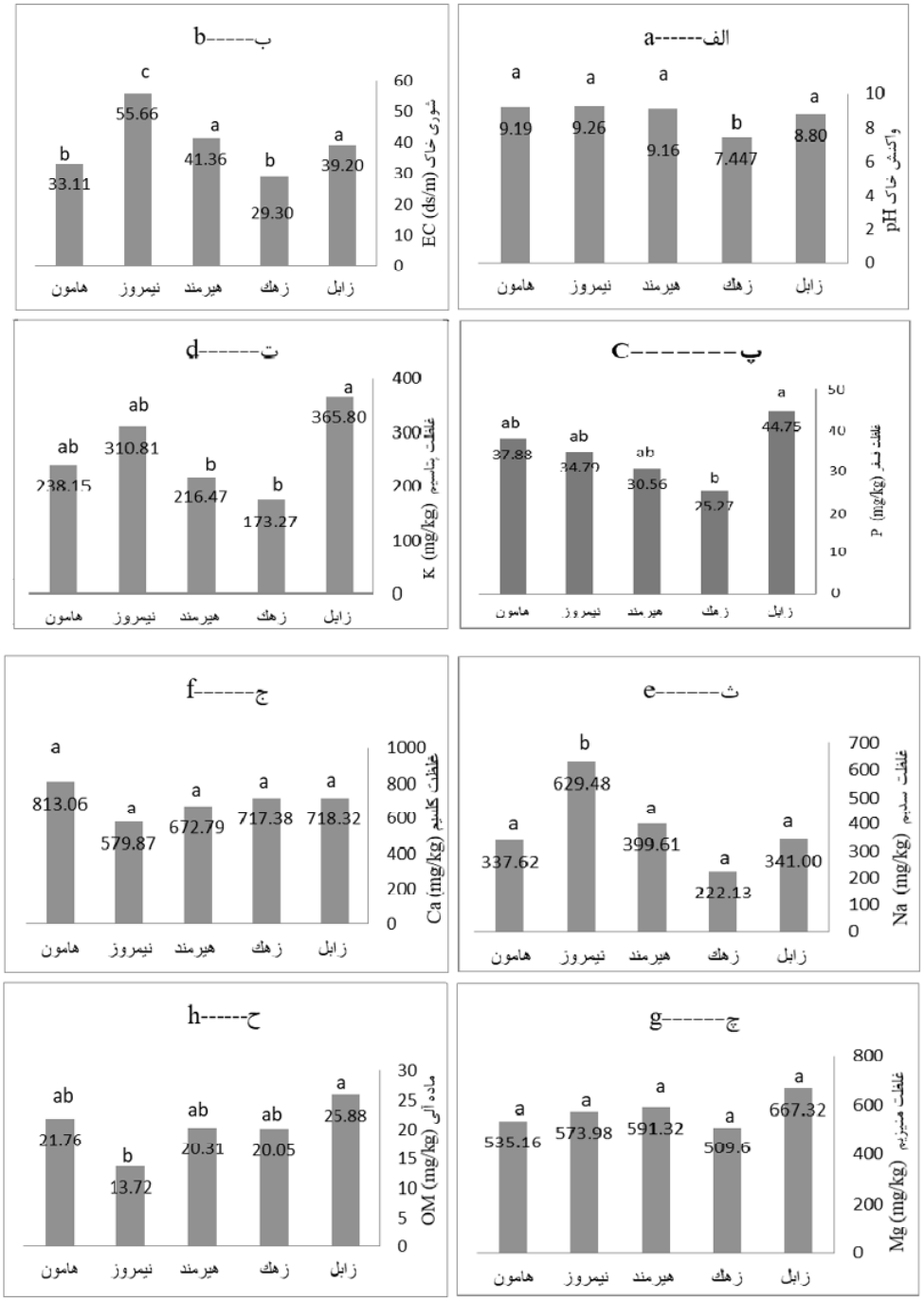
	اردیبهشت April-May	خرداد May-June	تیر June-July	مرداد July-August	شهریور August-September	مهر September-Octobr	میانگین کل Total Average
واکنش خاک pH	۸/۸ ^{a}	۹/۰۴ ^{a}	۸/۶۴ ^{a}	۹/۰۶ ^{a}	۸/۳۸ ^{a}	۸/۷۱ ^{a}	**۸/۷۷**
هدایت اکتریکی EC (dS.m^{-1})	۴۲/۷۶ ^{a}	۴۰/۶۰ ^{a}	۳۶/۸۸ ^{a}	۴۰/۱۳ ^{a}	۴۱/۷۷ ^{a}	۳۶/۲۵ ^{a}	**۳۹/۷۳**
فسفر(mg/kg) P	۴۳/۱۴ ^{ac}	۲۷/۴۹ ^{ab}	۳۴/۷۲ ^{ab}	۲۶/۴۳ ^{b}	۵۲/۷۴ ^{c}	۱۸/۰۳ ^{b}	**۳۳/۷۶**
پتاسیم(mg/kg) K	۲۸۹/۹۴ ^{ab}	۱۹۷/۹۴ ^{a}	۲۰۷/۵۸ ^{a}	۱۷۸/۲۱ ^{a}	۴۱۹/۲۰ ^{b}	۲۷۲/۴۹ ^{a}	**۲۶۰/۸۹**
سدیم(mg/kg) Na	۳۷۰/۴۶ ^{a}	۳۴۰/۲۸ ^{a}	۳۲۶/۳۰ ^{a}	۳۴۶/۸۴ ^{a}	۷۰۴/۶۷ ^{b}	۲۲۷/۲۳ ^{a}	**۳۸۵/۹۶**
کلسیم(mg/kg) Ca	۶۵۳/۷۷ ^{a}	۷۰۶/۶۰ ^{ab}	۸۱۸/۰۸ ^{bd}	۷۵۳/۶۴ ^{ab}	۳۷۲/۴۹ ^{c}	۸۹۷/۰۹ ^{d}	**۷۰۰/۲۸**
منیزیم(mg/kg) Mg	۴۶۶/۵۸ ^{a}	۴۹۶/۶۰ ^{a}	۵۱۵/۸۳ ^{a}	۶۱۸/۴۰ ^{ab}	۷۵۸/۰۴ ^{b}	۵۹۷/۳۸۴ ^{ab}	**۵۷۵/۴۷**
ماده آلی OM (mg/kg)	۲۵/۳۴ ^{a}	۱۶/۳۳ ^{a}	۲۱/۵۸ ^{a}	۱۸/۵۲ ^{a}	۱۷/۳۱ ^{a}	۲۳ ^{a}	**۲۰/۳۵**
میانگین عناصر غذایی (P,K,Na,Ca,Mg)	**۳۶۴/۷۸**	**۳۵۳/۷۸**	**۳۸۰/۵۰**	**۳۸۴/۷۰**	**۴۶۱/۴۳**	**۴۰۲/۴۵**	**۳۹۱/۲۷**

*در سطرها (میانگین هر خصوصیت) حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف آماری (در سطح ۹۵ درصد) است.

کلاس بافت رسوبات گرد و غبار جمع شده در تله‌های رسوبگیر در بازه مطالعاتی، برای شهرستان‌های زابل، هیرمند، هامون و نیمروز لوم سیلتی می‌باشد. محمودی و خادمی (۱۳۹۳) و موداهیش و محجوب (۱۹۹۷) بیان داشتند که بافت غالب ذرات گرد و غبار لوم سیلتی می‌باشد، ولی کلاس بافت رسوبات گرد و غبار جمع شده در تله‌های رسوبگیر شهرستان زهک لوم شنی به‌دست آمد. الاوادهی و الشوئیبی (۲۰۱۳) و باتیچین و دیگران (۲۰۱۵) بیان داشتند که بافت خاک در اکثر نمونه‌های مورد مطالعه لوم شنی به‌دست آمد.

بیشترین میزان عناصر مورد بررسی در دوره مورد مطالعه (جدول ۲) و در کل منطقه مربوط به کلسیم (با میانگین کل ۷۰۰/۲۸) و کمترین مقدار مربوط به ماده آلی (با میانگین کل ۲۰/۳۵ mg/kg) است که با توجه به خشک بودن دشت و فقدان ماده آلی دور از انتظار نیست و پس از آن فسفر (۳۳/۷۶ mg/kg) کمترین مقدار را دارا است.

بیشترین میانگین واکنش خاک (۹/۰۶) گرد و غبار در مرداد و بیشترین شوری در اردیبهشت (۴۲/۷۶ dS/m) و کمترین میانگین این مقادیر به ترتیب در شهریور (۸/۳۸) و مهر (۳۶/۲۵ dS/m) مشاهده شد که این اختلاف‌ها به لحاظ آماری معنی‌دار نبودند (جدول ۲). بیشترین میانگین فسفر (۵۲/۷۴ mg/kg)، پتاسیم (۴۱۹/۲۰ mg/kg)، سدیم (۷۰۴/۶۷ mg/kg) و منیزیم (۷۵۸/۰۴ mg/kg) در شهریور و کلسیم (۸۹۷/۰۹ mg/kg) در مهر و ماده آلی (۲۵/۳۴ mg/kg) در گرد و غبار اردیبهشت مشاهده شد (جدول ۲). کمترین میانگین فسفر (۱۸/۰۳ mg/kg) و سدیم (۲۲۷/۲۳ mg/kg) در گرد و غبار مهر، پتاسیم (۱۷۸/۲۱ mg/kg) در مرداد، کلسیم (۳۷۲/۴۹ mg/kg) در شهریور و منیزیم (۴۶۶/۵۸ mg/kg) در اردیبهشت و ماده آلی (۱۶/۳۳ mg/kg) در گرد و غبار خرداد مشاهده شد (جدول ۲) که اختلافات اشاره شده (به غیر از ماده آلی) به لحاظ آماری معنی‌دار بوند. بیشترین میانگین عناصر غذایی (mg/kg ۴۶۱/۴۳) در گرد و غبار شهریور و کمترین (۳۵۳/۷۸ mg/kg) در خرداد مشاهده شد (جدول ۲) که این موضوع نشان‌دهنده شدت هدررفت عناصر (فرسایش انتخابی) در شهریور در منطقه است.



شکل :۴ مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی و عناصر غذایی همراه با گرد و غبار هر شهر؛ الف: واکنش خاک، ب: شوری خاک، پ: فسفر، ت: پتاسیم، ث: سدیم، ج: کلسیم، چ: منیزیم و ح: ماده آلی

مطالعات مشابه در نقاط مختلف جهان نتایج این مطالعه را تائید می‌کند (اسکیدمور،2000؛ برونینگ مدسن و دیگران، 2015). کلسیم اغلب با بخش‌های ریزتر خاک همبستگی داردکه این اجزا بیشتر مستعد فرسایش هستند (نیف و دیگران، ۲۰۰۵). مطالعات دهمرده بهروز و دیگران در سال ۲۰۱۷ نیز نشان داد که کلسیم بیشتر مقدار را در گرد و غبار منطقه سیستان دارد. همچنین با توجه به قلیایی بودن خاکهای تالاب‌های هامون و مقادیر بالای عنصر کلسیم و مقادیر کم فسفر در تالاب‌ها و چون خاک این مناطق منبع اصلی گرد و غبار منطقه است لذا این نتایج منطقی است.

شکل ۴ مقادیر خصوصیات شیمیایی و عناصر غذایی در شهرستان‌های منطقه سیستان ارائه شده است. بیشترین میزان ماده آلی (شکل ۴، ح) در گرد و غبار حمل شده در شهرستان زابل (۲۵/۸۸ mg/kg) و کمترین میزان در شهرستان نیمروز (۱۳/۷۲mg/kg) مشاهده شد که این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار بود. شایان ذکر است که مقادیر ماده آلی گرد و غبار بسیار بیشتر از میانگین این فاکتور در خاک‌ها دشت سیستان (کمتر از ۵ mg/kg) است (غلامعلی‌زاده آهنگر و دیگران، ۱۳۹۳؛ میر و دیگران، ۱۳۹۴) که نشان از هدر رفت مواد آلی از منطقه می‌باشد. طبق آنالیز pH در منطقه میانگین واکنش خاک (شکل ۴، الف) گرد و غبار بالای ۸ بدست آمد که مقادیر بدست آمده بسیار مشابه میانگین واکنش خاک‌های دشت سیستان می‌باشد (غلامعلی‌زاده آهنگر و دیگران، ۱۳۹۳؛ میر و دیگران، ۱۳۹۴؛ هاشمی و دیگران، ۱۳۹۵؛ سارانی و دیگران، ۲۰۱۶). بیشترین pH مربوط به شهرستان نیمروز (۹/۲۶) و کمترین pH مربوط به شهرستان زهک (۷/۴۵) بود. تجزیه آماری نتایج نشان‌داد مقادیر شهرستان زهک با سایر شهرستان‌ها اختلاف معنی‌داری دارد، و بین سایر شهرستان اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بیشترین مقدار EC (شکل ۴، ب) در شهرستان نیمروز (۲۹/۳dS/m) و کمترین مقدار آن در شهرستان زهک (۵۵/۶۶dS/m) مشاهده شد. بررسی آماری نشان داد نتایج شهرستان نیمروز با سایر شهرستان‌ها اختلاف معنی‌داری دارد، شهرستان‌های زابل و هیرمند با هم اختلاف معنی‌داری ندارند ولی با سایر شهرستان‌ها اختلاف معنی‌داری دارند، شهرستان‌های زهک و هامون نیز با هم اخلاف معنی‌داری ندارند ولی با سایر شهرستان ها اختلاف معنی‌داری دارند. شایان ذکر است مقادیر بدست آمده برای EC بسیار بیشتر از میانگین EC خاک‌های دشت سیستان می‌باشد (غلامعلی‌زاده آهنگر و دیگران، ۱۳۹۳؛ هاشمی و دیگران، ۱۳۹۵؛ سارانی و دیگران، ۲۰۱۶). مقادیر بالای pH و EC در گرد و غبار منطقه به دلیل مقادیر بالای pH و EC در نقاط برداشت از تالاب‌های هامون است چنانچه در جدول (۱) ملاحظه شد. زیاد بودن میزان هدایت الکتریکی دلیلی است بر این مطلب که ذرات گرد و غبار از منطقه‌ای با خاک‌های شور منشأ می‌گیرند (محمودی و خادمی، ۱۳۹۳؛ نادری‌زاده و دیگران، ۱۳۹۵). این مسئله حائز اهمیت است که مقادیر pH، EC و سدیم گرد و غبار منطقه نشان‌دهنده طوفان‌های گرد و غبار شور است. این طوفان‌ها نوعی طوفان شیمیایی هستند که منشأ آنها بستر خشک دریاچه‌ها (تالاب‌ها) در مناطق خشک و عاری از پوشش گیاهی بوده و مقدار قابل توجهی مواد ریز شور و قلیا مانند سولفات سدیم و کلرید سدیم به همراه دارند و یک تهدید بسیار مهم برای امنیت اکولوژیکی در مناطق خشک محسوب می‌شوند (عبدووالی و دیگران، 2010). مطالعه دهمرده بهروز و دیگران (۲۰۱۷) نیز حضور طوفان‌های گرد و غبار شور را در منطقه سیستان تائید می‌کند و دلیل آنرا حضور کانی‌های تبخیری و نتیجتاً یون‌های مربوطه در گرد و غبار منطقه در اثر خشکسالی و شرایط اقلیمی (دما و وزش باد دائمی) می‌دانند.

بیشترین میزان فسفر (۴۴/۷۷mg/kg) (شکل ۴، پ) و پتاسیم (۳۶۵/۸mg/kg) (شکل ۴، ت) در گرد و غبار حمل شده از روی شهرستان زابل و همچنین کمترین مقدار فسفر (۲۵/۲۷mg/kg) و پتاسیم (۱۷۳/۲۷mg/kg) در شهرستان زهک مشاهده شد. با توجه بررسی آماری میزان فسفر در شهرستان زابل اختلاف معنی‌داری با شهرستان زهک دارد و با سایر شهرستان‌ها اختلاف کمی دارد و همچنین مقدار پتاسیم در زابل اختلاف معنی‌داری با مقدار آن در شهرستان‌های زهک و هیرمند دارد و با سایر شهرستان‌ها اختلاف کمی دارد. یکی از دلایل عمده برای مقادیر بالای فسفر و پتاسیم در شهرستان زابل مقادیر زیاد ماده آلی در گرد و غبار این شهرستان است. چنانچه میر و دیگران (۱۳۹۴) به همبستگی مثبت بین ماده آلی خاک و مقدار فسفر اشاره کرده‌اند؛ و نیز مقدار کم فسفر و پتاسیم در شهرستان زهک به دلیل بافت سبک‌تر این شهرستان نسبت به سایر نقاط است. البته باید توجه داشت که میانگین فسفر گرد و غبار (۳۳/۷۶ mg/kg) بسیار بیشتر از میانگین فسفر (۲۰/۰۳ mg/kg) خاک‌های دشت سیستان (میر و دیگران، ۱۳۹۴) می‌باشد که نشان از غنی شدن و هدر رفت شدید این عنصر مهم غذایی می‌باشد.

بیشترین مقدار کلسیم (شکل ۴، ج) در شهرستان هامون (۸۱۳/۰۶ mg/kg) و منیزیم (شکل ۴، چ) در شهرستان زابل (۶۶۷/۳۲mg/kg) و کمترین مقدار کلسیم در شهرستان نیمروز (۵۷۹/۸۷mg/kg) و همچنین کمترین مقدار منیزیم در شهرستان زهک (۵۰۹/۶mg/kg) مشاهده شد. بیشترین مقدار سدیم (شکل ۴، ث) در شهرستان نیمروز (۶۲۹/۴۸mg/kg) و کمترین مقدار آن در شهرستان زهک (۲۲۲/۱۳ mg/kg) مشاهده شد. شایان ذکر است که این مقادیر سدیم گرد و غبار بسیار کمتر از میانگین سدیم در خاک‌ها دشت سیستان (۹۲۲/۳ mg/kg) است (سارانی و دیگران، ۲۰۱۶). با توجه به تجزیه آماری نتایج شهرستان نیمروز با سایر شهرستان‌ها اختلاف در خصوص مقدار سدیم معنی‌داری دارد. چنانچه ملاحظه می‌شود شهرستان نیمروز بیشترین مقدار را در واکنش خاک و هدایت الکتریکی را دارد و از سوی دیگر کمترین ماده آلی همراه با گرد و غبار را در منطقه دارد. شور شدن خاک منطقه برداشت باعث از بین رفتن پوشش گیاهی می‌شود (اخضری و دیگران .2015) و زیتوده کاهش یافته و در نتیجه مقدار ماده آلی منطقه برداشت کمتر بوده و در پی آن مقدار این پارامتر همراه گرد و غبار نیز کم است. شهرستان زهک کمترین مقدار واکنش خاک، هدایت الکتریکی و سدیم را دارد چنانچه پیشتر اشاره شد اندازه ذرات گرد و غبار شهرستان زهک ابعاد رس شنی است (CEC کمتر نسبت به لومی یا لوم سیلتی) و با اندازه ذرات دیگر شهرستان‌ها متفاوت است لذا ذرات شن که بار ندارند و در ارتباط با عناصر غذایی نیستند ازاین‌رو مقادیرش کمتر از دیگر نقاط بود. دانش‌شهرکی و دیگران (۱۳۹۵) نیز اظهار داشت که گرد و غبار زهک علاوه بر تالاب هامون منشأ دیگری نیز دارد لذا خصوصیاتش کمی متفاوت تر است. این محقق معتقد به نقش تپه‌های شنی اطراف زهک و خاک دشت سیستان به عنوان منشأ فرعی گرد و غبار در این شهر است که دورترین شهر از تالاب‌های هامون در دشت سیستان می‌باشد.

بیشترین نسبت غنی‌سازی (جدول ۳) در کل مناطق مربوط به فسفر (6/002) و پس از آن بیشترین نسبت غنی‌سازی را مواد آلی (3/232) داشت. کمترین نسب غنی‌سازی مربوط به سدیم (۰/۷۰۷) و منیزیم (۰/۷۳۴) است. مقادیر نسبت غنی‌سازی شدن بالاتر از یک نشان‌دهنده غنی شدن آن عنصر در گرد و غبار می‌باشد و هدر رفت و فرسایش

انتخابی آن عنصر را از خاک‌های محل برداشت (منشأ گرد و غبار) نشان می‌دهد که این مورد در مطالعه حاضر برای ماده آلی و عناصر غذایی اصلی فسفر و پتاسیم رخ داده است. مسلماً تخلیه عناصر غذایی اصلی و مواد آلی خاک به تخریب خاک منطقه برداشت (مناطق مورد مطالعه در بستر تالاب‌های هامون) منتج خواهد شد.

جدول ۳: میانگین نسبت غنی شدن عناصر غذایی همراه گرد و غبار در منطقه سیستان

شهر City	فسفر P	پتاسیم K	سدیم Na	کلسیم Ca	منیزیم Mg	ماده آلی OM
زابل Zabol	۷/۵۱۸	۱/۶۵۳	۰/۶۷۳	۰/۸۰۰	۰/۷۹۴	۴/۸۱۳
زهک Zahak	۴/۲۴۵	۰/۸۱۴	۰/۴۱۸	۰/۷۹۴	۰/۵۴۷	۳/۷۲۹
هیرمند Hirmand	۶/۲۳۵	۱/۰۹۴	۰/۶۶۰	۰/۷۶۱	۰/۷۸۶	۲/۵۶۰
نیمروز Nimrouz	۶/۰۱۳	۱/۲۶۸	۱/۱۵۳	۱/۰۸۷	۰/۸۹۹	۱/۹۴۴
هامون Hamoun	۵/۹۹۶	۱/۰۷۷	۰/۶۳۳	۰/۶۶۵	۰/۶۴۶	۳/۱۱۶
میانگین Average	۶/۰۰۲	۱/۱۸۱	۰/۷۰۷	۰/۸۲۱	۰/۷۳۴	۳/۲۳۲
انحراف معیار Standard deviation	۱/۱۶۶	۰/۳۱۰	۰/۲۷۰	۰/۱۵۸	۰/۱۳۸	۱/۱۰۳

لی و دیگران (۲۰۰۷) در مطالعه خود نسبت غنی شدن برای کربن آلی را بین ۳/۲ تا ۶ برآورد کردند. همچنین نادری زاده و همکاران (۱۳۹۵) دریافتند که مقدار ماده آلی در گرد و غبار ۳ برابر خاک منطقه مطالعاتی‌شان است و این افزایش به این دلیل است که ذرات ریزگرد نسبت به خاک ریزتر هستند و ذرات ریز تمایل بیش تری به جذب مواد آلی دارند. علاوه براین بخشی از آلاینده‌های ترافیک شهری، ترکیبات آلی است که وارد اتمسفر می شوند و ذرات ریزگرد به عنوان هسته مرکزی عمل کرده و این مواد را موقع فرونشست، همراه خود منتقل می کنند.

زوبک و فرایریر (۱۹۸۶) در مطالعه برخی عناصر غذایی (سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و ماده آلی) نسبت غنی شدن را بین ۱ تا ۳ عنوان کردند. همچنین رینولد و دیگران (۲۰۰۱) این نسبت را برای فسفر (۳)، پتاسیم (۱/۲)، منیزیم (۴/۴)، سدیم (۳/۸) و کلسیم (۱۰/۵) برآورد کردند.

با توجه به اختلافات در نسبت غنی شدن در مطالعات مختلف به نظر می‌رسد که این پارامتر یک عامل خاص منطقه‌ای بوده که ممکن است به شدت باد، عمق خاک سطحی که به عنوان نمونه منشأ برداشته می‌شود و اندازه ذرات در ارتفاعی که نمونه‌های گرد و غبار جمع آوری می‌شوند، بستگی داشته باشد (لی و دیگران، 2007).

باید توجه داشت که در مناطق خشک که فراهمی عناصر غذایی محدود می‌باشد، هدر رفت آن‌ها می‌تواند تأثیر اکولوژیک شدیدی بگذارد. مقدار بالای عناصر در دشت سیستان نشان دهنده تخریب خاک‌های مناطق بالادست (خاک‌های خارج از مرزهای کشور و بخشی از خاک‌های دشت سیستان) و تالاب‌های هامون است. لی و دیگران (۲۰۰۷) معتقدند که میزان هدررفت عناصر غذایی از خاک در اثر فرسایش بادی از میزان هدررفت خاک به تنهایی مهم‌تر است. لذا مقادیر سدیم بالایی که در گرد و غبار همراه با شوری بالا مشاهده شده و همچنین مقدار بسیار زیادی از عناصر مفید خاک که طی هر دوره طوفان گرد و غبار از دسترس خارج می‌شوند، نشان‌دهنده تخریب اراضی دشت سیستان بوسیله فرسایش بادی است.

عبدووالی و دیگران (۲۰۱۰) معتقدند شرایط تبخیری بالا به‌دلیل تابش شدید خورشید و سطح زیاد آب و عمق کم آن در دریاچه‌های مناطق خشک و از سوی دیگر با توجه به نزاع‌های اجتماعی و منطقه‌ای که در مناطق خشک برای گسترش و توسعه آنها وجود دارد، انتقال یا حفاظت آب برای افزایش ورودی جریان به اینگونه دریاچه‌ها جهت کاهش فرسایش بادی و تخریب اراضی اقدامی ناپایداری است. این محققین معتقدند پژوهش‌ها باید بر روی بهبود خصوصیات خاک، شرایط مناسب برای زیست گیاهان بومی و احیای طبیعی سیستم دریاچه‌ها در این مناطق برای کاهش طوفان‌های گرد و غبار و فرسایش، تمرکز داشته باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات نشان داد که خاک بستر تالاب‌های هامون به لحاظ بافت مساعد فرسایش هستند و خصوصیات شیمیایی آن نشان‌دهنده شور و قلیایی شدن و از بین رفتن پوشش گیاهی می‌باشد. خصوصیات گرد و غبار حمل شده از روی شهرهای دشت سیستان در دوره مطالعاتی نیز نشان داد که این خصوصیات منعکس کننده شرایط منشأ برداشت این رسوبات (بستر تالاب‌های هامون و خاک‌های مناطق بالادست آن) می‌باشد. از سوی دیگر چون گرد و غبار عمدتاً حاوی ذرات ریز خاک هستند، لذا مقادیر عناصر غذایی همراه با آنها بسیار بالاست که نسبت‌های بالای غنی‌شدن این مسئله را نشان می‌دهند. باید توجه داشت که در تالاب‌های هامون و سایر مناطق برداشت به علت فراهمی رسوبگذاری آبی (رودخانه‌های فراه رود، هیرمند و سایر خشکه رودها) معضل اصلی تخریب اراضی در اثر خشکسالی، شور و سدیمی شدن خاک، فرسایش بادی و هدررفت عناصر غذایی و در نتیجه آن کاهش حاصلخیزی و پوشش گیاهی می‌باشد که با گذشت زمان خطر اکولوژیک این موضوع برای ساکنان و محیط زیست منطقه سیستان با بروز طوفان‌های گرد و غبار شور به‌سرعت افزایش خواهد یافت.

سپاسگزاری

این مطالعه با حمایت مالی (شماره پژوهانه: UOZ-GR-9618-80) دانشگاه زابل انجام شده است. بدین وسیله، نویسندگان مراتب سپاس خود را از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه زابل برای حمایت مالی انجام شده اعلام می‌دارند.

منابع

بصیرانی نصرالله (۱۳۷۱). بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و خاک‌های دشت سیستان، جموع مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران.

تاجیک فواد؛ رحیمی حسن؛ پذیرا ابراهیم (۱۳۸۱). اثر مواد آلی خاک، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم بر مقاومت کششی خاکدانه‌ها، مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۳، صص ۱-۱۵.

حسین‌زاده سید رضا (۱۳۷۶). بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۴۶، صص ۱۰۳-۱۲۸.

دانش شهرکی مهدی؛ شهریاری علی؛ گنجعلی مجتبی؛ بامری ابوالفضل (۱۳۹۵). تغییرات فصلی و مکانی نرخ گرد و غبار حمل شده از روی شهرهای دشت سیستان و ارتباط آن با برخی پارامترهای اقلیمی، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۶ (۲۳): صص ۱۹۹ تا ۲۱۵.

ضیاءتوانا محمدحسن (۱۳۷۱). ویژگیهای محیط طبیعی چاله سیستان، جشن نامه گنجی، گیتاشناسی، ۱۸۵، صص ۲۱۷ تا ۲۱۳.

غلامعلی‌زاده‌آهنگر احمد؛ سارانی فریدون؛ هاشمی مسعود؛ شعبانی، اسماء (۱۳۹۳). مقایسه روش‌های رگرسیون خطی، زمین آماری و شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی کربن آلی در اراضی خشک دشت سیستان، نشریه آب و خاک، ۶(۲۸)، صص ۱۲۵۰-۱۲۶۰.

گندمکار امیر؛ کیارسی، فرینوش (۱۳۸۵). ارزیابی انرژی پتانسیل باد در کشور ایران، کنفرانس بین المللی انرژی برق،پژوهشگاه نیرو، تهران، ۲۱، صص ۲۰۹۴-۲۰۸۴.

لیث صفار یونس؛ جلالیان احمد؛ هاتفی امید (۱۳۹۴). بررسی کاربرد بنتونیت در جلوگیری از ریزگردها و گسترش بیابان زایی در خاک هایی با بافت لومی شنی، اولین کنفرانس بین المللی گرد و غبار، اهواز، دانشگاه شهید چمران، صص ۴۸۴ تا ۴۹۰.

محمودی زهره؛ خادمی حسین (۱۳۹۳). تشخیص منابع گرد و غبار اتمسفری اصفهان با استفاده از خصوصیات شیمیایی و کانی‌شناسی آن، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۱(۲۱): صص ۲۳۳ تا ۲۱۷.

مهندسین مشاور رویان. (۱۳۸۷). دستورالعمل تجزیه‌های آزمایشگاهی برای مطالعات خاکشناسی. نشریه شماره ۴۶۷، دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت کاربردی رئیس جمهور. صص ۲۵۵.

میر حمزه؛ غلامعلی‌زاده احمد؛ شعبانی اسماء (۱۳۹۴). تعیین مهمترین پارامتر های موثر خاک بر فراهمی فسفر در دشت سیستان، نشریه آب و خاک،۶(۲۹)، صص ۱۶۷۴ تا ۱۶۸۷.

نادری‌زاده زینب؛ خادمی حسین؛ ایوبی شمس اله (۱۳۹۵). تعیین غلظت و میزان آلودگی فلزات سنگین در ریز گردهای بخشی از استان بوشهر، نشریه پژوش‌های حفاظت آب و خاک، ۳(۲۳)، صص ۱۸۷ تا ۱۷۱.

هاشمی مسعود: غلامعلی زاده آهنگر احمد: بامری ابوالفضل: سارانی فریدون: حجازی زاده ابوالفضل، (۱۳۹۵)، شناسایی و پهنه‌بندی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با استفاده از روشهای زمین آماری در GIS (مورد مطالعاتی: منطقه میانکنگی؛ سیستان). نشریه آب و خاک، ۳۰ (۲)، صص ۴۴۳-۴۵۸.

Abuduwaili, J., Liu, D., Wu, G, (2010), Saline dust storms and their ecological impacts in arid regions, Journal of Arid Land, 2(2), pp 144–50.

Akhzari, D., Farokhzadeh, B., Saeedi, C, I., Goodarzi, M, (2015), Effects of Wind Erosion and Soil Salinization on Dust Storm Emission in Western Iran, Journal of Rangeland Science, 5(1), pp 36-48.

Al-Awadhi, J.M., AlShuaibi, A.A. (2013), Dust fallout in Kuwait city: Deposition and characterization, Science of the Total Environment, 461-462, pp 139-148.

Arnold, E, (1992), United Nations environment programme, World atlas of desertification, DOI: 10.1002/ldr.3400030407

Bhattachan, A., D'Odorico, P., Okin, G.S, (2015), Biogeochemistry of dust sources in Southern Africa, Journal of Arid Environments, 117, pp 18-27.

Breuning-Madsen, H., Awadzi, T W., Lyngsie, G, (2015), Deposition of Nutrients From Harmattan Dust in Ghana, West Africa, Pedosphere. 25(4), pp 613–621.

Bryant, K.L., Wilson, P.R., Biggs, A.J.W., Brough, D.M., Burgess, J.W, (2008), Soil Indicators of Queensland Wetlands: Statewide assessment and methodology, Department of Natural Resources and Water, Brisbane, pp 89.

Coppinger, K.D., Reiners, W.A., Burke, I.C., Olson, R.K, (1991), Net erosion on a sagebrush steppe landscape as determined by cesium 137 distribution. Soil Sci, Soc, Am, J, 55, pp 254-258.

Dahmardeh Behrooz, R, Esmaili-Sari, A, Bahramifar, N, Kaskaoutis, D.G, (2017), Analysis of the TSP, PM10 concentrations and water-soluble ionic species in airborne samples over Sistan, Iran during the summer dusty period. Atmospheric Pollution Research, 8 (3), pp 403-417.

Farsang, A.H., Bartus M., Négyesi, G, (2012), Estimation of nutrient movement caused by wind erosion on chernozems based on wind channel experiments, Geophysical Research Abstracts, 14, pp13798.

Haluschak, P, (2006), Laboratory Methods of soil analysis. Canada-Manitoba soil survey, April, pp 561.

Lang, L., Wang, X., Wang, G., Hua, T., Wang, H, (2015), Effects of aeolian processes on nutrient loss from surface soils and their significance for sandy desertification in Mu Us Desert, China: a wind tunnel approach, Journal of Arid Land, 7(4), pp 421–428.

Larney FJ, Bullock MS, Janzen HH, Ellert BH, Olson ES, (1998), Wind erosion effects on nutrient redistribution and soil productivity, J Soil Water Conserv 53(2), pp 133–140.

Li, J., Okin, G.S., Alvarez, L., Epstein, H, (2007), Quantitative effects of Vegetation cover on wind erosion and soil nutrient loss in a desert grassland of southern New Mexico, USA. Biogeochemistry, 85, pp 317–332.

Massey, H.F., Jackson, M.L., (1952), Selective erosion of soil fertility constituents. Soil Science Society of America Proceedings 16, pp 353-356.

Mirakzehi, K., Pahlavan-Rad, M., Shahriari, A., Bameri, A., (2018) Digital soil mapping of deltaic soils: a case of study from Hirmand (Helmand) River delta, Geoderma, 313: 233-240.

Modaihsh, A. S., Mahjoub, M.O, (2013). Falling Dust Characteristics in Riyadh City, Saudi Arabia During Winter Months, APCBEE Procedia, 5, pp 50–58.

Neff, J. C., Reynolds, R. L., Belnap, J., Lamothe, P, (2005), Multidecadal impacts of grazing on soil physical and biogeochemical properties in southeast Utah, Ecol, Appl, 15, pp 87–95.

Negaresh, h.v., Latifi, l, (2009), Origination of Wind Deposits in the East of Zabol Using Of Morphoscopy and Physical & Chemical Analysis of Sediments, Geography, and Environmental Planning, 1, pp 1-22

Noor, H., Mirnia, S.KH., Fazli, S., Raisi, M-B., Vafakhah, M, (2010), Application of MUSLE for the Prediction of phosphorus losses, Water Science and Technology, 62(4), pp 809-815.

Okin, G S., Mahowald, N., Chadwick, O A, (2004), Impact of desert dust on the biogeochemistry of phosphorus in terrestrial ecosystems. Global Biogeochemical Cycles, 18, GB2005, DOI: 10.1029/2003GB002145.

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A, (1954), Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, U.S. Dept, of Agric, Circ, pp 939.

Opp, C., Groll, M., Aslanov, I., Lotz, T. Vereshagina, N, (2016), Aeolian dust deposition in the Southern Aral Sea Region (Uzbekistan): Ground-based monitoring results from the LUCA project. Quaternary International, (In press), http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.103.

Palis, R, Okwach, G, Rose, C, Saffigna, P, (1990), Soil Erosion processes, and nutrient loss. I. The interpretation of enrichment ratio and nitrogen loss in runoff sediment. Australian Journal of Soil Research, 28, pp 623-639.

Rashki, A., Kaskaoutis, D. G., Rautenbach, C. J dew., Eriksson, P. G., Qiang, M., Gupta, P, (2012), Dust storms and their horizontal dust loading in the Sistan region, Iran, Aeolian Research, 5, pp 51-62.

Rashki, A., Eriksson, P. G., Rautenbach, C.J.de W., Kaskaoutis, D. G., Grote, W., Dykstra, J, (2013) an Assessment of chemical and mineralogical characteristics of airborne dust in the Sistan region, Iran. In Chemosphere 90 (2), pp. 227-236

Rashki, A., Kaskaoutis, D. G., Goudie, A. S., Kahn, R. A, (2013) b, Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity, The case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. In Science of The Total Environment 463-464, pp. 552-564

Reynolds, R., Belnap, J., Reheis, M., Lamothe, P., Luiszer, F, (2001), Aeolian dust in Colorado Plateau soils: Nutrient inputs and a recent change in source, Proc Natl Acad Sci USA, 98 (13), pp 7123–7127.

Sarani, F., Ahangar, A.G., Shabani, A. (2016) Predicting ESP and SAR by artificial neural network and regression models using soil pH and EC data (Miankangi Region, Sistan and Baluchestan Province, Iran). Archives of Agronomy and Soil Science, 6 (1) pp 1-12. DOI: 10.1080/03650340.2015.1040398

Schaetzl, R. J., Anderson, S, (2005. Soils: Genesis and Geomorphology, Cambridge University Press, pp 833.

Shahriari, A., Danesh Shahraki., Ganjali, M., Bameri, A, (2016), The relationship between climate conditions and airborne dust abundance in Zabol and Hirmand cities, First International Conference on Dust, Ahwaz, Iran

Skidmore, E.L, (2000), Air, soil, and water quality as influenced by wind erosion and strategies for mitigation, SecondInternational Symposium of New Technologies for Environmental Monitoring and Agro-Applications Proceedings, Tekirdag, Turkey, pp 216-221.

Soderberg, K., Compton, J.S, (2007), Dust as a nutrient source for fynbos ecosystems, South Africa, Ecosystems, 10, pp 550–561.

Soil Survey Staff, (2004), Soil Survey Laboratory Methods Manual, Version No. 4.0.USDA-NRCS.

Stoorvogel, J J., Smaling, E. M. A, (1990), Assessment of soil nutrient depletion in Sub-Saharan Africa 1983–2000, Report 28, Winand Staring Centre, Wageningen.

Stoorvogel, J J., Van Breemen, N., Janssen B H, (1997), The nutrient input by Harmattan dust to a forest ecosystem in Cˆote d'Ivoire, Africa.Biogeochemistry. 37, pp 145–157.

Visser, S.M., Sterk, G, (2007.Nutrient dynamics wind and water erosion at the village scale in the Sahel, Land Degradation and Development, 18, pp 578–588.

Walkley A., Black, l.a, (1934), Chromic acid titration for determination of soil organic matter, Soil Science, 63, pp 251Pp.

Zobeck, T. M., Amantarozko, A, (2001), Effect of dust source clay and carbonate content on fugitive dust emissions, Proceedings of the US-EPA 10th Annual Emission Inventory, 89, pp 114-131.

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۱/۲۰

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۲۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۰۳

صفحات: ۱۳۴ - ۱۱۷

ارزیابی اثرات بحران ریزگردها بر تولیدات بخش‌های مختلف کشاورزی در استان خوزستان با استفاده از روش تحلیل استراتژیک–سلسله مراتبی (SWOT-AHP)

نسیم منجزی[1]*

چکیده

توفان گردوغبار زیان‌های هنگفتی در ایران، به‌ویژه استان خوزستان به‌وجود آورده است. بخش کشاورزی استان نیز از این امر مستثنی نیست. روش تجزیه و تحلیل استراتژیک، مدل تحلیلی مفیدی برای شناسایی قوت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدهای موجود در منطقه به‌منظور کنترل اثرات بحران ریزگردها می‌باشد؛ بنابراین شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای بحران ریزگردها بر بخش کشاورزی استان خوزستان و تدوین راهبردهای مناسب جهت ارائه راهکارهای مدیریتی، از اهداف اصلی این پژوهش محسوب می‌شوند. برای جمع‌آوری داده‌ها از مطالعه کتابخانه‌ای، پرسشنامه و مصاحبه با افراد خبره (۳۴ کارشناس) استفاده شد. مؤلفه‌های عوامل درونی شامل نقاط قوت (۱۰ قوت)، نقاط ضعف (۱۸ ضعف) و عوامل بیرونی شامل تهدیدها (۲۰ تهدید) و فرصت‌های عمده (۱۱ فرصت) تعیین گردید. جهت ارزش‌گذاری و تعیین وزن نهایی هر یک از نقاط با استفاده از روش AHP شدّت وزن نهایی هر عامل مشخص گردید. نتایج حاصل از مطالعه، وجود آب‌های سطحی و روان آب‌ها جهت تامین آب تالاب‌های منطقه را به عنوان مهم‌ترین نقطه قوت با وزن نهایی ۰/۸۰۷، شرایط نامساعد اقلیمی (تغییرات آب و هوایی و خشکسالی دوره‌ای) را به عنوان مهم‌ترین نقطه ضعف با وزن نهایی ۰/۱۴۵، اجرای طرح‌های مدیریت بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی (تالاب‌ها و ...) را به عنوان مهم‌ترین فرصت با وزن نهایی ۰/۷۶۵ و عدم همکاری بین‌المللی و ملی برای مقابله با ریزگردها را به عنوان مهم‌ترین تهدید با وزن نهایی ۰/۱۴۰ نشان داد. همچنین بر اساس نتایج، نمره نهایی ماتریس ارزیابی عوامل داخلی برابر ۲/۴۳۲ و نمره نهایی ماتریس ارزیابی عوامل خارجی برابر ۲/۶۲۹ به‌دست آمد که در نهایت از برآیند نمره نهایی این ماتریس‌ها، راهبرد تدافعی به عنوان راهبرد اصلی پژوهش معرفی گردید

واژگان کلیدی: گرد و غبار، فرصت‌ها، نقاط قوت، نقاط ضعف، تهدیدها، کشاورزی.

[1]- استادیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده مسئول) n.monjezi@scu.ac.ir

مقدمه

بخش کشاورزی استان خوزستان به عنوان یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین تولیدکنندگان محصولات کشاورزی کشور با برخورداری از ظرفیت‌ها و توانمندی‌های وسیع با بیش ۱۲۶۶۱۷۰ هکتار سطح زیر کشت انواع محصولات زراعی و باغی و بیش از ۱۲۱۴۷۴ تن گوشت قرمز و مرغ جایگاه تعیین کننده‌ای در اقتصاد ملی و استان داشته و نقش مهمی در تأمین نیازهای حیاتی جامعه، امنیت غذایی تأمین مواد اولیه مورد نیاز صنایع و ایجاد اشتغال ایفا نموده است (سالنامه آماری جهاد کشاورزی استان خوزستان، ۱۳۹۵). وجود موانع و مشکلات متعدد در این بخش، لزوم کاربرد برنامه‌ریزی صحیح در جهت بهبود پویایی عملکرد این بخش را فراهم می‌کند. مخاطرات محیطی همواره یکی از مهم‌ترین موضوعات مطرح در بخش کشاورزی به شمار می‌آید و برنامه‌ریزی برای مقابله و پیشگیری از این مخاطرات و آثار زیانبار آن‌ها در زمره اهداف بلند مدت جوامع بوده است (پورطاهری و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از مهم‌ترین مخاطرات، پدیده گرد و غبار است. پدیده گرد و غبار در استان خوزستان بویژه در سال‌های اخیر به یکی از معضلات زیست محیطی تبدیل شده است که بسیاری از مکانیزم‌های اجتماعی، اقتصادی و حتی اداری را دچار اختلال نموده است. به‌طورکلی طوفان‌های گرد و غبار خسارت فراوانی به بخش کشاورزی وارد می‌کنند و می‌توانند باعث از بین رفتن اقتصاد مناطق روستایی شوند (وانگ و همکاران، ۲۰۰۶؛ انگلستیتر و همکاران[1]، ۲۰۰۶). همان‌طور که برآوردها نشان می‌دهد پدیده گرد و غبار موجب ایجاد خسارتی در حدود ۷ الی ۱۷ میلیون تن به تولیدات زراعی و باغی استان خوزستان در سال ۱۳۸۸ گردیده است و در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ گرد و غبار به محصولات کشاورزی استان شامل گندم آبی، گندم دیم، جو آبی، جو دیم، کلزای آبی و کلزای دیم بیش از ۱۸۸۲ میلیارد ریال خسارت وارد نمود و ۴۶۸۴۱۶ تن محصول کشاورزی را از بین برد (خمان، ۱۳۹۲). در تحقیقی گوهر دوست (۱۳۹۴) به بررسی تأثیر گرد وغبار بر روند رشد گیاه نیشکر در جنوب استان خوزستان پرداخت. نتایج نشان داد که پدیده گرد و غبار هم به لحاظ کمی و هم به لحاظ کیفی بر روی رشد گیاه نیشکر و میزان قند و کیفیت آن تأثیرات منفی دارد و باعث کاهش عملکرد در هکتار مزارع نیشکر و همچنین باعث کاهش تولید و کیفیت شربت استخراج شده می‌شود. پدیده ریزگردها در سال‌های اخیر در افزایش خسارت آفات و پوسیدگی میوه خرما نیز تأثیر داشته است. با نشستن گرد و غبار بر روی میوه‌های خرما در نخلستان‌ها در شرایط نسبتاً مرطوب، شدّت خسارت پوسیدگی به مقدار ۸/۵۳ و ریزش ۱۳/۴۳ درصد افزایش می‌یابد (امانی، ۱۳۹۴). همچنین گرد و غبار باعث هجوم انواع آفت به نخلستان‌های استان‌های جنوبی شده است به‌طوری‌که حجم و کیفیت خرمای صادراتی کشور را کاهش داده است (دلخواه و همکاران،۱۳۹۴). گرد و غبار بر سلامت حیوانات و دام‌ها نیز اثرگذار است. این پدیده باعث مرگ و میر دام‌ها می‌شود (انگلستیتر و همکاران، ۲۰۰۶). شمار زیادی از مرگ‌ومیر دام‌ها بر اثر استنشاق گرد و غبار گزارش شده است (منگ و ژنگ[2]، ۲۰۰۷). به‌علاوه این پدیده، آسیب‌های زیادی به صنایع زنبورداری وارد می‌سازد. چرا که علاوه بر مرگ‌ومیر و کاهش تعداد کندوهای عسل، نشست این ذرات بر گل‌ها مانع شهدگیری و تولید عسل می‌شود (زرافشانی و همکاران، ۱۳۹۳). در این شرایط،

1- Engelstaedter
2- Meng and Zhang

کشاورزی زمانی می‌تواند به حیات خود ادامه دهد که کشاورز استراتژی‌های سازگاری مفید را تشخیص دهد و آن‌ها را در مواجهه با گرد و غبار به‌کار گیرد (قمبرعلی و همکاران، ۱۳۹۱). از این رو، شناخت ضعف‌ها[۱]، قوت‌ها[۲]، فرصت‌ها[۳] و تهدیدهای[۴] پیش‌رو و در نهایت، تدوین راهبرد مدون که بتواند بخش کشاورزی را در مقابله با بحران ریزگردها یاری دهد، بسیار مهم و اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. روش‌ها و تکنیک‌های زیادی برای تحلیل استراتژیک در فرآیند مدیریت استراتژیک می‌تواند به کار برده شود که در این میان تحلیل SWOT[۵] که فرصت‌ها، تهدیدها، نقاط قوّت و ضعف را ارزیابی می‌کند، متداول‌ترین است (محمود[۶] و همکاران، ۲۰۱۴). تحلیل SWOT یک ابزار مهم حمایت‌کننده برای تصمیم‌گیری می‌باشد و به‌صورت معمول به عنوان ابزاری برای تحلیل سیستماتیک محیط داخلی و خارجی یک سامانه به کار برده می‌شود (لارچه[۷] و همکاران، ۲۰۱۸).

افزایش تعداد معیارهای دارای وابستگی متقابل در فرآیندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری موجبات پیچیده‌تر شدن آن را فراهم می‌سازد و در نتیجه میزان کارآیی و سودمندی مدل SWOT کاهش می‌یابد (لی و والش[۸]، ۲۰۱۱). چنانچه این روش با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی تلفیق گردد، نتایج معتبرتری حاصل می‌شود (لی و والش، ۲۰۱۱). در پژوهش حاضر نیز جهت رفع نواقص مذکور با توجه به نوع مساله از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده گردید.

تاکنون مطالعات زیادی در زمینه‌ی استفاده از روش‌های مدیریتی برای شناسایی مشکلات و رفع آن‌ها انجام شده است. محققین در تحقیقات خود توانستند با استفاده از روش تحلیل استراتژیک (SWOT) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، پتانسیل چراگاه جنگلی در جنوب فلوریدای مرکزی را از نظر قوت، ضعف، فرصت و تهدید شناسایی و وزن‌دهی کنند (شرستا و همکاران، ۲۰۰۴). نمونه‌هایی از سایر کاربردهای روش تحلیل استراتژیک –سلسله مراتبی را می‌توان در تولید بیوگاز در کشور چین (گوتفرید[۹] و همکاران، ۲۰۱۸)، مدیریت منابع جنگلی در ایالات متحده آمریکا (ستار[۱۰] و همکاران، ۲۰۱۹)، انتخاب الگوی کشت بالقوه محصولات زراعی دشت تربت جام (محمدیان و همکاران، ۱۳۸۹)، اولویت‌بندی کشت محصولات استراتژیک زراعی استان البرز (شریفی و همکاران، ۱۳۹۴) و ارزیابی و انتخاب مکان‌های مناسب برای انبار کردن محصولات کشاورزی (گارسیا[۱۱] و همکاران، ۲۰۱۴) را نام برد. همچنین، سجاسی قیداری و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی به ارائه راهبردهای توسعه کارآفرینی کشاورزی در مناطق روستایی با استفاده از روش تحلیل استراتژیک–سلسله مراتبی پرداختند. نتایج نشان داد که راهبرد تهاجمی به عنوان اولویت اول و مناسب‌ترین راهبرد در منطقه مورد مطالعه است. رام[۱۲] و همکاران (۲۰۰۴)، در پژوهشی به بررسی پتانسیل ناحیه

1- Weaknesses
2- Strengths
3- Opportunities
4- Threats
5- Strengths, weaknesses, opportunities, threats
6- Mehmood
7- Laroche
8- Lee and Walsh
9- Gottfried
10- Starr
11- Garcia
12- Ram

مرتعی-جنگلی در جنوب مرکز فلوریدا به کمک تحلیل تلفیقی سلسله مراتبی و SWOT پرداخته و توانستند محل‌های مناسب از این نظر را شناسایی کنند.

بنابراین پژوهش حاضر به عنوان اولین مطالعه جامع در این زمینه در استان خوزستان می‌کوشد تا بحران ریزگردها را با بهره‌گیری از مدل ترکیبی SWOT-AHP[1] ارزیابی نموده و سپس به اولویت‌بندی راهکارهای موجود و در نتیجه ارائه بهترین راهبردها و استراتژی‌های اجرایی در جهت مقابله با ریزگردها در بخش کشاورزی اقدام نماید.

داده‌ها و روش‌ها

الف- جمع‌آوری داده:

هدف پژوهش حاضر، تعیین راهبردهای مناسب برای مدیریت و کنترل اثرات بحران ریزگردها در بخش کشاورزی استان خوزستان است. تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی با رویکرد میدانی است. اطلاعات مورد نیاز با استفاده از روش کتابخانه‌ای، اسنادی و میدانی (مشاهده، مصاحبه و پرسشنامه) در سال ۹۸-۱۳۹۷جمع‌آوری شد. نمونه آماری کارشناسان، گروهی از متخصصین دارای تجربه مدیریتی و تخصص علمی در زمینه مربوطه در سازمان‌های مرتبط مانند سازمان جهاد کشاورزی، شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اداراه کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان، اداره کل هواشناسی استان خوزستان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، اداره کل محیط زیست استان خوزستان و اداره کل شیلات خوزستان به‌طور هدفمند و در دسترس انتخاب شد. انتخاب افراد پرسش‌شونده به‌صورت تعمدی، طبقه‌ای و سهمیه‌ای بود. در این روش از انتخاب تصادفی افراد پرهیز شده و چگونگی انتخاب بدین شکل بود که در ابتدا با توجّه به هدف پژوهش و همچنین کمی یا کیفی بودن معیارها و گزینه‌ها، طبقه‌بندی انجام گرفت، سپس به تناسب تعداد معیارها با گزینه‌های قرار گرفته در هر طبقه، سهمیه مناسبی از پرسش‌شوندگان به آن‌ها اختصاص داده شد و در نهایت، از میان افرادی که دارای اطلاعات کارشناسی مناسب در مورد معیارها و گزینه‌ها و از جهت نوع کار و تخصص نیز ترجیحاً درگیر فعالیت‌های مرتبط با آن می‌باشند، سهمیه‌های اختصاصی به هر طبقه از معیارها و گزینه‌ها را تکمیل نمودند. با انجام این اقدام‌ها، مجموعه افرادی که از آنان پرسش شد و همچنین تعداد و نوع پرسش‌ها مشخص گردید. در نهایت برای شناسایی عوامل تحلیل استراتژیک از جامعه آماری ۳۴ نفره استفاده شد. سپس با استفاده از مدل تحلیلی SWOT، نقاط قوت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدهای پیش روی بخش کشاورزی استان با استفاده از نظر کارشناسان خبره (در زمینه کشاورزی و بحران ریزگردها) شناسایی گردید. بعد از شناسایی این نقاط، راهبردهایی هم‌سو با شرایط منطقه و وضع بحران ریزگردها ارائه شد، در نهایت با استفاده از روش AHP و نظر کارشناسان در محیط نرم‌افزارهای EXCEL و Expert choice استراتژی‌های برتر از میان سایر استراتژی‌های ارائه شده تعیین گردید.

1- Analytic hierarchy process

ب- روش تجزیه و تحلیل استراتژیک:

تجزیه و تحلیل SWOT از طریق شناسایی فرصت‌های اصلی بیرونی و تهدیدها به‌صورت سیستماتیک با نقاط قوت و ضعف درونی و مقایسه آن‌ها در یک رویکردی ساختاری شده در تصمیم‌گیری‌های مربوط به انتخاب استراتژیک می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (عبدل-باست[1] و همکاران، ۲۰۱۸). منطق رویکرد مذکور آن است که راهبرد تأثیرگذار باید قوت‌ها و فرصت‌های هر مجموعه را حداکثر سازد و ضعف‌ها و تهدیدها را به کمترین میزان برساند (زار و همکاران، ۲۰۱۵).

ج- مراحل ماتریس SWOT:

در این مطالعه ابتدا عوامل داخلی و خارجی که شامل تمامی نقاط قوّت، ضعف، تهدیدها و فرصت‌های بحران ریزگردها بر بخش کشاورزی استان خوزستان می‌باشند، با استفاده از مطالعات گذشته و نظر کارشناسان و نخبگان و استفاده از پرسشنامه و مطالعه و بررسی آمار و داده‌های موجود شناسایی شدند و پس از استخراج داده‌ها، نقاط قوّت، ضعف، تهدیدها و فرصت‌ها، امتیازات و اهمیّت نسبی نقاط مختلف و اولویت‌بندی آن‌ها، ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (IFE[2]) و ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE[3]) تشکیل شد.

د- تشکیل ماتریس ارزیابی عوامل خارجی:

پس از استخراج داده‌ها و اطلاعات از پرسشنامه‌ها و منابع دیگر که در بالا ذکر شده است، نقاط فرصت و تهدید تعیین و در ماتریس عوامل خارجی قرار گرفتند. سپس شمای کلی این ماتریس رسم گردید. پس از بررسی عوامل خارجی، عمده‌ترین آن‌ها، به عنوان عوامل فرصت و تهدید انتخاب شدند که این عوامل با استفاده از پرسشنامه به دست آمد و بر اساس میزان اهمیّت این عوامل ضریب صفر (بی‌اهمیّت) تا یک (بسیار مهم) به آن‌ها اختصاص داده شد، به گونه‌ای که مجموع این ضرایب باید مساوی عدد یک شود. جهت انجام این کار به هر عامل عددی بین ۱ تا ۹ اختصاص داده شد و سپس ستون نرمالیزه گردید تا وزن‌های بین صفر تا یک برای هر عامل به دست آید و مجموع اوزان نیز در این شرایط یک خواهد شد. در واقع ضرایب، نشان‌دهنده اهمیّت نسبی عوامل در موضوع مورد بررسی خواهند بود و به همین دلیل به آن ضریب اهمیّت می‌گویند. سپس با توجّه به شرایط و وضعیت منطقه نسبت به عوامل انتخابی، امتیازی بین یک تا چهار به هر یک از عوامل انتخابی داده شد که بیانگر میزان اثربخشی راهبردهای کنونی در نشان دادن واکنش به عوامل مزبور است. به عنوان مثال "اجرای طرح‌های مدیریتی بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی (تالاب‌ها و ...)" یکی از فرصت‌های منطقه است که نسبت به فرصت‌های مورد بررسی دیگر ضریب اهمّیت نسبی خاصی می‌گیرد. سپس منطقه مورد مطالعه از نظر این عامل ارزیابی شد و به منطقه از نظر این عامل، امتیازی از یک تا چهار داده شد. بدین صورت که برای فرصت عالی: ۴، فرصت قوی: ۳، فرصت ضعیف: ۲ و فرصت خیلی ضعیف: ۱ و برای تهدید خیلی جدی: ۱، تهدید جدی: ۲، تهدید ضعیف: ۳ و تهدید خیلی ضعیف: ۴ اختصاص داده شد. این

1- Abdel-Basset
2- Internal Factor Evaluation
3- External Factor Evaluation

عوامل به‌صورت کمی بیان شد تا از هرگونه سوء تعبیر و قضاوت‌های شهودی پرهیز گردد. آنگاه با ضرب کردن وزن نسبی در امتیاز هر عامل، امتیاز نهایی به دست آمد که با استفاده از آن، مجموع نمره‌های سیستم که عددی بین حداقل یک تا حداکثر چهار است، به دست آمد. اگر میانگین امتیازات نهایی فرصت‌ها بیشتر از میانگین امتیازات نهایی تهدیدها باشد، یعنی سیستم از مزایای فرصت‌های خارجی به درستی استفاده کرده و از تهدیداتی که منطقه مورد بررسی با آن روبه‌رو است پرهیز می‌گردد. هر چقدر این اختلاف بیشتر باشد، بهتر است.

ه- تشکیل ماتریس ارزیابی عوامل داخلی:

این ماتریس نیز مانند ماتریس ارزیابی عوامل خارجی تهیه گردید و حاصل بررسی راهبردی عوامل داخلی منطقه مورد مطالعه (قوت‌ها و ضعف‌های منطقه در موضوع مورد بررسی) است. ضریب‌دهی به عوامل داخلی مشابه روش ضریب‌دهی به عوامل خارجی می‌باشد. در مورد امتیازدهی نیز بدین گونه عمل شد که نقاط ضعف فقط امتیاز ۱ (خیلی ضعیف) و ۲ (ضعیف) را دریافت کردند و نقاط قوت امتیاز ۳ (قوی) و ۴ (خیلی قوی) را به خود اختصاص دادند. با ضرب کردن وزن نسبی در امتیاز هر عامل، امتیاز نهایی به دست آمد. از مجموع امتیازهای وزنی در هر ماتریس IFE، نمره کل مربوط به عوامل داخلی حاصل گردید. اگر میانگین آن‌ها کمتر از ۲/۵ باشد یعنی سامانه از نظر عوامل داخلی دچار ضعف و اگر نمره میانگین بیشتر از ۲/۵ باشد سازمان دارای قوّت است، یعنی منطقه مورد مطالعه از نقطه نظر عوامل داخلی در شرایط مطلوبی قرار دارد.

و- ماتریس داخلی و خارجی (IE[1]):

با استفاده از نتایج ماتریس‌های EFE و IFE ماتریس داخلی خارجی IE ایجاد شد، شمای کلی این ماتریس در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: ماتریس داخلی و خارجی *منبع: (کنعانی و شکرچی‌زاده، ۱۳۹۵)*

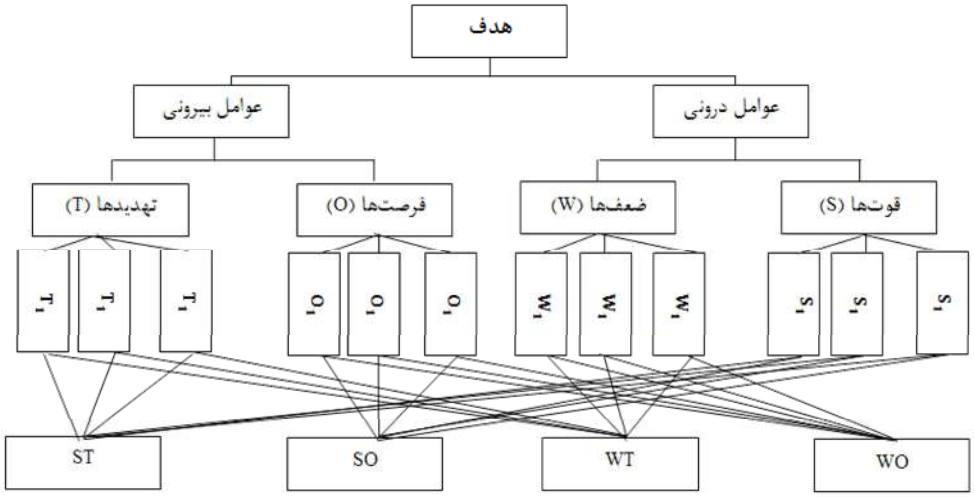
نمره نهایی ماتریس ارزیابی عوامل داخلی			
		۱	۲/۵	۴
نمره نهایی ماتریس ارزیابی عوامل خارجی	۱ تا ۲/۵	راهبرد محافظه‌کارانه	راهبردهای تهاجمی
	۲/۵ تا ۴	راهبردهای تدافعی	راهبردهای رقابتی

ماتریس داخلی خارجی IE شامل چهار ناحیه راهبردهای تهاجمی، محافظه‌کارانه، رقابتی و تدافعی است. در واقع با استفاده از جمع نمره‌های ماتریس‌های EFE و IFE ناحیه مورد نظر انتخاب شد. در ماتریس IE جمع نمره‌های EFE در محور عمودی و جمع نمره‌های IFE در محور افقی قرار گرفت. از تلاقی این دو نقطه در محور مختصات نقطه‌ای به دست آمد که موقعیت استراتژیک را نشان داد. در واقع ماتریس IE نشان می‌دهد که وضعیت موجود در کدام ناحیه ماتریس SWOT قرار دارد و بر کدام راهبردها باید تمرکز بیشتری کرد.

1- Internal and Evoluation

د- روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP):

روشAHP بر مبنای سه اصل تجزیه، مقایسه جفتی و جمع‌بندی و اولویت‌بندی گزینه‌ها استوار است. بر مبنای اصل تجزیه یک مسئله پیچیده با در نظر گرفتن معیارهای مورد نظر به‌منظور حل مسئله به‌طور متوالی به زیرشاخه‌هایی تقسیم شده و به این ترتیب ساختار درخت تصمیم‌گیری شکل می‌گیرد (شکل ۱). بر مبنای اصل دوم، معیارها با استفاده از جدول وزن‌دهی دو به دو با هم مقایسه می‌شوند و وزن آن‌ها مشخص می‌گردد. در مرحله نهایی، اولویت‌بندی گزینه‌ها بر مبنای معیارها و وزن آن‌ها انجام می‌گیرد (قدسی پور، ۱۳۸۵).



شکل ۱: نمودار جریانی آنالیز نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید (SWOT)

از نرم‌افزار اکسپرت چویس[1] جهت تحلیل مسائل استفاده شد. پس از شناسایی نقاط قوّت، ضعف، فرصت و تهدید، توسط جامعه آماری با روش سلسله مراتبی عوامل مهم انتخاب شدند.

یافته‌های تحقیق

بررسی عوامل داخلی

در بررسی عوامل داخلی در واقع نقاط قوت و ضعف موجود در منطقه در بحث آثار زیان‌بار ریزگردها بر بخش‌های مختلف کشاورزی ارزیابی شد، عوامل داخلی عواملی هستند که می‌توان برعکس عوامل خارجی بر بروز آن دخالت داشت. برای تشکیل ماتریس ارزیابی عوامل داخلی، پس از این‌که نقاط قوت و ضعف دسته‌بندی شد، اوزان و امتیاز هر یک از این شاخص‌ها از پرسشنامه‌ها استخراج گردید.

1- Expert Choice

اولویت‌بندی عوامل مربوط به معیار قوت

ده عامل در معیار قوت توسط کارشناسان شناسایی و اولویت‌بندی شد. در نقاط قوت عامل "وجود آب‌های سطحی و روان آب‌ها جهت تامین آب تالاب‌های منطقه" با ۰/۲۱۱ بیشترین وزن نسبی را نسبت به سایر عوامل دارد (شکل ۲) و بیشترین امتیاز نیز به همین عامل (۳/۸۲۷) تعلق گرفت. در حالی که عامل "در دسترس بودن منابع مالچ نیشکری به مقدار مناسب در منطقه جهت تثبیت شن‌های روان" با ۰/۰۳۲ کمترین وزن نسبی را نسبت به دیگر عوامل در منطقه دارد. بر اساس جدول ۲ پس از آن‌که وزن نسبی و امتیاز هر یک از عوامل مشخص گردید، وزن نهایی محاسبه شد که با جمع وزن نهایی عوامل نمره‌ای تحت عنوان IFE به دست آمد و مقدار آن ۳/۵۳۰ می‌باشد. نرخ ناسازگاری در مقایسات زوجی نیز برابر ۰/۰۰۷۲۲ شد که از مقدار مجاز ۰/۱ کمتر می‌باشد و نشان‌دهنده این است که در مقایسات انجام شده توسط کارشناسان خبره، حداقل تناقضات وجود دارد.



شکل۲: وزن نسبی زیرمعیارهای نقاط قوت

جدول ۲: عوامل قوت شناسایی شده در آنالیز SWOT و اولویت‌بندی آن‌ها

فاکتور SWOT	عوامل موجود	رتبه	امتیاز (۴-۳)	وزن نهایی
قوت‌ها (S)	S_1: ویژگی‌های فیزیوگرافی، اقلیمی و ژئومورفولوژیکی منطقه	۵	۳/۳۸۲	۰/۳۱۱
	S_2: مشخص بودن عوامل و منابع ایجاد ریزگردها	۴	۳/۴۵۰	۰/۴۱۰
	S_3: ظرفیت بالای سطح زیرکشت محصولات کشاورزی و گیاهان در منطقه	۶	۳/۲۱۲	۰/۲۴۰
	S_4: وجود گونه‌های گیاهی قابل پرورش و توسعه در منطقه جهت کاهش ریزگردها	۸	۳/۱۷۹	۰/۱۵۲
	S_5: وجود امکانات و منابع مناسب مالی جهت مقابله با ریزگردها	۲	۳/۷۰۸	۰/۶۶۰
	S_6: وجود آب‌های سطحی و روان آب‌ها جهت تامین آب تالاب‌های منطقه	۱	۳/۸۲۷	۰/۸۰۷
	S_7: آمادگی جوامع علمی، دانشگاهی، دولتی و غیر دولتی جهت کاهش ریزگردها	۷	۳/۲۰۴	۰/۱۷۹
	S_8: در دسترس بودن منابع آبی کافی جهت ایجاد کمربندهای سبز برای کاهش ریزگردها	۳	۳/۶۵۹	۰/۵۵۹
	S_9: در دسترس بودن منابع مالچ نفتی و استفاده از آن جهت تثبیت شن‌های روان	۹	۳/۱۶۸	۰/۱۱۴
	S_{10}: در دسترس بودن منابع مالچ نیشکری به مقدار مناسب در منطقه جهت تثبیت شن‌های روان	۱۰	۳/۰۸۸	۰/۰۹۸
	جمع (IFE)			**۳/۵۳۰**

اولویت‌بندی عوامل مربوط به معیار ضعف

در بین نقاط ضعف، عامل "شرایط نامساعد اقلیمی (تغییرات آب و هوایی و خشکسالی دوره‌ای در سطح منطقه)" با ۰/۱۳۲ بیشترین وزن نسبی را نسبت به سایر عوامل دارد و بسیار مهم می‌باشد (شکل ۳). پس از آن‌که وزن نسبی و امتیاز هر یک از عوامل مشخص گردید، وزن نهایی محاسبه شد که با جمع وزن نهایی عوامل نمره‌ای تحت عنوان

IFE به دست آمد و در جدول ۳ نشان داده شده است و مقدار آن ۱/۳۳۷ می‌باشد. در بررسی عوامل داخلی، نقاط قوت و نقاط ضعف با هم یک IFE دارند در حالی که فرصت‌ها و تهدیدها هر یک به‌صورت مجزا یک IEF دارند.

با توجّه به این‌که میانگین وزن نهایی نقاط قوت و ضعف ۲/۴۳۳ شد (جدول ۳) و از ۲/۵ کمتر می‌باشد پس می‌توان نتیجه گرفت که منطقه از نظر عوامل داخلی در شرایط مطلوبی قرار ندارد و به این معنی است که تأثیر منفی نقاط ضعف بیشتر از تأثیر مثبت نقاط قوت می‌باشد. پس باید عوامل "وجود آب‌های سطحی و روان آب‌ها جهت تأمین آب تالاب‌های منطقه، وجود امکانات و منابع مناسب مالی جهت مقابله با ریزگردها و در دسترس بودن منابع آبی کافی جهت ایجاد کمربندهای سبز برای کاهش ریزگردها" که در نقاط قوت، وزن نهایی بالاتری نسبت به سایر عوامل دارند، حفظ و تقویت شوند و در عوامل نقاط ضعف، شاخص‌های "شرایط نامساعد اقلیمی (تغییرات آب و هوایی و خشکسالی دوره‌ای در سطح منطقه)، تخریب زیست‌گاه‌ها و از بین رفتن گونه‌های جانوری و گیاهی، آشفتگی و به خطر انداختن گونه‌های گیاهی و جانوری در معرض خطر در منطقه و حساسیت و آسیب‌پذیری حیوانات و گیاهان تحت تأثیر ریزگردها" که وزن نهایی بالاتری نسبت به سایر عوامل دارند، رفع شوند و راهکاری برای آن‌ها در نظر گرفته شود. هر چند سایر عوامل در نقاط ضعف نیز مهم می‌باشند ولی شاخص‌های ذکر شده از اهمیّت بیشتری برخوردار می‌باشند. نرخ ناسازگاری در این مقایسه‌ها برابر ۰/۰۰۳۳۱ شد که مقدار قابل قبولی می‌باشد.



شکل ۳: وزن نسبی زیر معیارهای نقاط ضعف

جدول ۳: عوامل ضعف شناسایی شده در آنالیز SWOT و اولویت‌بندی آن‌ها

فاکتور SWOT	عوامل موجود	رتبه	امتیاز (۲-۱)	وزن نهایی
ضعف‌ها (W)	W_1: شرایط نامساعد اقلیمی (تغییرات آب و هوایی و خشکسالی دوره‌ای در سطح منطقه)	۱	۱/۱۰۳	۰/۱۴۵
	W_2: حساسیت و آسیب‌پذیری حیوانات و گیاهان تحت تاثیر ریزگردها	۴	۱/۱۴۰	۰/۱۰۴
	W_3: آسیب‌پذیری سازه‌ها، اماکن، تجهیزات و ماشین‌آلات کشاورزی تحت تاثیر ریزگردها	۱۲	۱/۷۲۵	۰/۰۵۶
	W_4: آشفتگی و به خطر انداختن گونه‌های گیاهی و جانوری در معرض خطر در منطقه	۳	۱/۱۳۸	۰/۱۱۸
	W_5: تخریب زیست‌گاه‌ها و از بین رفتن گونه‌های جانوری و گیاهی	۲	۱/۱۲۲	۰/۱۲۴
	W_6: ضعف عمومی از نظر مدیریت، گسترش و بهینه‌سازی زیرساخت‌ها در منطقه	۸	۱/۵۰۵	۰/۰۷۹
	W_7: فرسایش بادی و از بین رفتن حاصل‌خیزی خاک کشاورزی	۱۶	۱/۸۰۹	۰/۰۳۶
	W_8: کاهش دریافت تشعشعات خورشیدی توسط گیاهان، کاهش ساعات آفتابی و تاثیر سوء بر پدیده فتوسنتز	۱۳	۱/۷۸۰	۰/۰۴۹
	W_9: هجوم آفات به باغ‌ها، مزارع و نخلستان‌ها	۵	۱/۱۵۶	۰/۰۹۱
	W_{10}: شیوع بیماری‌ها و مرگ و میر در دام‌ها و آبزیان	۶	۱/۲۳۲	۰/۰۸۸

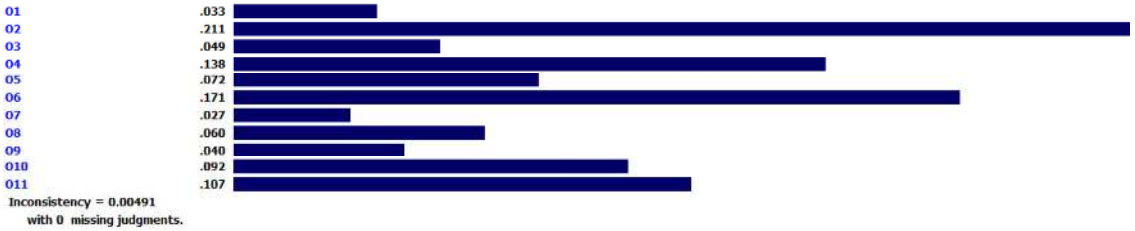
فاکتور SWOT	عوامل موجود	رتبه	امتیاز (۱-۲)	وزن نهایی
	W_{11}: ارتباط ضعیف و غیر منسجم بین حوزه‌های درگیر در معضل (مثل سازمان جهاد کشاورزی، سازمان محیط زیست، مدیریت بحران استان، مراکز تحقیقات کشاورزی، شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی و...)	۹	۱/۵۶۹	۰/۰۸۳
	W_{12}: عدم تخصیص اعتبارات کافی، محدودیت‌ها و موانع مالی و اعتباری	۷	۱/۴۴۹	۰/۰۹۱
	W_{13}: افزایش تعطیلی واحدهای اداری، صنعتی، بخش خصوصی، بازار، تجارت و صادرات مرتبط با کشاورزی	۱۵	۱/۸۰۱	۰/۰۴۱
	W_{14}: تأثیر سوء بر عملیات گرده‌افشانی در گیاهان زراعی و باغی و کاهش تولید و در معرض خطر قرار گرفتن زنبورهای عسل	۱۰	۱/۶۱۴	۰/۰۶۶
	W_{15}: ایجاد حساسیت و بیماری در دام‌ها به دلیل استفاده از علوفه مراتع آلوده	۱۷	۱/۸۱۳	۰/۰۳۲
	W_{16}: کمبود بارش و کاهش سطح آب زیرزمینی	۱۱	۱/۶۷۳	۰/۰۶۱
	W_{17}: افزایش میزان لایروبی کانال‌های انتقال آب در اثر تجمع ذرات گرد و غبار	۱۴	۱/۷۸۰	۰/۰۴۴
	W_{18}: افزایش میزان کود و سم مصرفی	۱۸	۱/۸۴۷	۰/۰۲۹
	جمع (IFE)			**۱/۳۳۷**
	میانگین وزن نهایی نقاط قوت و ضعف			**۲/۴۳۳**

بررسی عوامل خارجی

هدف از این گام، شناسایی و ارزیابی تغییرات و روندهای محیطی پیرامون پدیده ریزگردها می‌باشد که ممکن است اثرات قابل ملاحظه‌ای بر بخش‌های مختلف کشاورزی منطقه داشته باشد. این گام مهم‌ترین قسمت برنامه‌ریزی استراتژیک بوده و بر عواملی تأکید دارد که ظهور و بروز آن‌ها در اختیار مدیریت و سازمان نمی‌باشد.

اولویت‌بندی عوامل مربوط به معیار فرصت‌ها

در فرصت‌های مورد بررسی عامل "اجرای طرح‌های مدیریتی بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی (تالاب‌ها و ...)" با متوسط ۰/۲۱۱ بیشترین وزن نسبی رو به خود اختصاص داده است (شکل ۴). یعنی این عامل نسبت به عوامل دیگر از اهمیّت بیشتری برخوردار است و در منطقه باتوجّه مدیریتی بیشتر به استفاده بهینه از منابع آبی، می‌توان فرصت خوبی در کاهش اثرات ریزگردها به وجود آورد. در حالی که "در اولویت بودن کشاورزی از منظر امنیت غذایی در برنامه‌های ملی" با وزن نسبی ۰/۰۲۷ کمترین اهمیت را از نظر کارشناسان در منطقه دارد که به این معنی است که در بین عوامل، "در اولویت بودن کشاورزی از منظر امنیت غذایی در برنامه‌های ملی" زیاد نمی‌تواند به بهبود وضعیت موجود کمک کند و فرصت کم اهمیتی می‌باشد. بیشترین امتیاز نهایی با ۳/۶۳۰ متعلق به عامل "اجرای طرح‌های مدیریتی بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی (تالاب‌ها و ...)" می‌باشد (جدول ۴) و به این معنی است که این عامل با توجّه به شرایط منطقه بسیار مهم می‌باشد. چرا که از فاکتورهای مهم در بحران ریزگردها، خشک شدن تالاب‌های بزرگ منطقه می‌باشد که این تالاب‌ها تأثیر بسزایی در مهار ریزگردها در سطح منطقه دارند. یکی دیگر از فرصت‌های مهم، امکان ایجاد بادشکن زنده و غیرزنده (مکانیکی) در منطقه جهت کاهش ریزگردها است. در یک سیاست کلی با استفاده مناسب و مثبت از این فرصت می‌توان این فرصت مهم را به یک نقطه قوت و در نهایت به سرمایه تبدیل کرد و پشتوانه خوبی برای بخش کشاورزی ایجاد کرد. همچنین در این مجموعه از مقایسات زوجی انجام شده، نرخ ناسازگاری محاسبه شده توسط نرم‌افزار برابر ۰/۰۰۴۹۱ شد که مقدار قابل قبولی می‌باشد.



شکل ۴: وزن نسبی زیرمعیارهای فرصت‌ها

جدول ۴: عوامل فرصت شناسایی شده در آنالیز SWOT و اولویت‌بندی آن‌ها

فاکتور SWOT	عوامل موجود	رتبه	امتیاز (۱-۴)	وزن نهایی
فرصت‌ها (O)	O_1: انجام مطالعات ارزیابی و تحقیقات زیست محیطی در محدوده منطقه	۱۰	۲/۵۸۰	۰/۰۸۵
	O_2: اجرای طرح‌های مدیریتی بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی (تالاب‌ها و ...)	۱	۳/۶۳۰	۰/۷۶۵
	O_3: اجرای برنامه‌های مدیریت حفاظتی در سطح ملی و بین‌المللی	۸	۳/۱۰۶	۰/۱۵۲
	O_4: امکان عملیات توام مالچ‌پاشی و نهال‌کاری در عرصه‌های دارای تپه‌های ماسه‌ای کاملا فعال	۳	۳/۵۹۶	۰/۴۹۶
	O_5: اقداماتی جهت کاهش ریزگردها در مناطق شهری (توسعه فضای سبز درون شهری و ایجاد پوشش سبز)	۶	۳/۳۷۹	۰/۲۴۳
	O_6: امکان ایجاد بادشکن زنده و غیرزنده (مکانیکی) در منطقه جهت کاهش ریزگردها	۲	۳/۶۰۲	۰/۶۱۵
	O_7: در اولویت بودن کشاورزی از منظر امنیت غذایی در برنامه‌های ملی	۱۱	۲/۲۵۱	۰/۰۶۰
	O_8: امکان بهره‌برداری از خدمات و توانمندی‌های بخش خصوصی و سمن‌ها به‌منظور انتقال دانش فنی به بهره‌برداران بخش خصوصی	۷	۳/۲۱۲	۰/۱۹۲
	O_9: تنوع اقلیم آب، خاک، پوشش گیاهی و تنوع محصولات کشاورزی (ارقام زراعی و نژادهای حیوانی)	۹	۲/۸۶۵	۰/۱۱۴
	O_{10}: نگاه ویژه حاکمیت به رفع معضل ریزگردها	۵	۳/۴۴۰	۰/۳۱۶
	O_{11}: نیاز منطقه و کشورهای همسایه به رفع معضل ریزگردها	۴	۳/۴۷۲	۰/۳۷۱
	جمع			**۳/۴۰۹**

اولویت‌بندی عوامل مربوط به معیار تهدیدها

در تهدیدهای مورد بررسی، عامل "عدم همکاری بین‌المللی و ملی برای مقابله با ریزگردها" با ۰/۱۲۶ بیشترین وزن نسبی را نسبت به سایر عوامل دارد (شکل ۵)؛ یعنی از نظر کارشناسان "عدم همکاری بین‌المللی و ملی برای مقابله با ریزگردها" مهم‌ترین تهدید نسبت به سایر تهدیدات می‌باشد. در حالی که "عدم امکان توسعه سرمایه‌گذاری خارجی" با ۰/۰۱۲ کم‌ترین اهمیّت را نسبت به سایر عوامل دارد ولی از دیدگاهی دیگر، توسعه سرمایه‌گذاری خارجی بخصوص در بخش کشاورزی در منطقه می‌تواند یک فرصت به حساب آید. همچنین وزن نهایی هر یک از عوامل از ضرب وزن نسبی آن‌ها در امتیاز مربوطه به‌دست آمد و در جدول ۵ به نمایش در آمد. لطفی و ابوالفتحی (۱۳۹۶) نیز با استفاده از مدل SWOT به دسته‌بندی عوامل مهم درونی و بیرونی اثرگذار بر معضل ریزگردها و شناسایی توانایی‌ها، کاستی‌ها، فرصت‌ها و تهدیدات ریزگردها برای مناطق غربی کشور در راستای ارائه یک مدل راهبردی پرداختند. نتایج

این مطالعه نشان داد که بخش قابل توجّهی از معضل ریزگردها ریشه خارجی دارد و این‌که ناامنی به وجود آمده در اثر بحران‌های ژئوپلیتیک منطقه خلیج فارس مقابله با بحران ریزگردها را سخت نموده است.



شکل ۵: وزن نسبی زیرمعیارهای تهدیدها

جدول ۵: عوامل تهدید شناسایی شده در آنالیز SWOT و اولویت‌بندی آن‌ها

فاکتور SWOT	عوامل موجود	رتبه	امتیاز (۱-۴)	وزن نهایی
تهدیدها (T)	T_1: آلودگی ریزگردها با مواد شیمیایی، باکتری‌ها و قارچ‌های ترکیب شده با ریزگردها	۱۰	۲/۴۹۲	۰/۱۱۷
	T_2: عدم همکاری بین‌المللی و ملی برای مقابله با ریزگردها	۱	۱/۱۱۵	۰/۱۴۰
	T_3: از بین رفتن زیباشناختی منطقه و ایجاد آلودگی	۸	۱/۹۰۸	۰/۱۰۶
	T_4: تخریب محیط، کاهش ارزش‌ها، جاذبه‌ها و تهدیدهای زیست محیطی در منطقه	۹	۲/۲۰۸	۰/۱۱۹
	T_5: عدم مدیریت صحیح برای حل چالش ریزگردها در منطقه	۲	۱/۱۳۲	۰/۱۱۶
	T_6: مهاجرت یا عدم تمایل کشاورزان جهت ادامه فعالیت‌های کشاورزی در منطقه	۱۱	۲/۷۰۴	۰/۰۹۷
	T_7: آثار ریزگردها بر کاهش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی زراعی و باغی	۳	۱/۱۴۷	۰/۱۱۲
	T_8: کاهش کیفیت خاک مزارع کشاورزی در اثر انباشته شدن حجم زیادی از ماسه و از بین رفتن قابلیت کشاورزی در آن‌ها	۱۲	۲/۹۵۵	۰/۰۹۴
	T_9: تغییر اقلیم و وقایع حاد و تنش‌های محیطی حاصل از آن (مانند ریزگردها)	۴	۱/۲۱۷	۰/۱۰۷
	T_{10}: اثرات مخرب آلودگی محیط زیست ریزگردها بر تولید محصولات دام، طیور و آبزیان	۵	۱/۳۸۹	۰/۱۰۸
	T_{11}: ناکافی بودن سهم اعتبارات تخصیصی به ارگان‌های مربوطه جهت مقابله با ریزگردها	۶	۱/۶۲۰	۰/۱۱۳
	T_{12}: کاهش کیفیت آب و آلودگی منابع آب	۱۳	۳/۲۰۱	۰/۰۸۹
	T_{13}: افزایش هزینه‌های تولید، بازاریابی، حمل و نقل، فروش و کاهش درآمد خالص بهره‌برداران	۱۷	۳/۴۰۳	۰/۰۵۷
	T_{14}: تهدید سلامت و بهداشت حرفه‌ای بهره‌برداران بخش کشاورزی	۱۹	۳/۶۱۱	۰/۰۵۰
	T_{15}: عدم امکان توسعه سرمایه‌گذاری خارجی	۲۰	۳/۶۴۲	۰/۰۴۳
	T_{16}: ایجاد اختلال در نظم و ترتیب فعالیت‌های کاشت، داشت و برداشت	۱۶	۳/۳۸۳	۰/۰۶۴
	T_{17}: کاهش درآمد بهره‌برداران	۱۵	۳/۳۵۰	۰/۰۷۳
	T_{18}: خسارت به تأسیسات کشاورزی	۷	۱/۸۱۷	۰/۱۱۰
	T_{19}: خسارت به صنایع کشاورزی	۱۴	۳/۳۲۵	۰/۰۸۳
	T_{20}: تشدید بیابانزایی، تخریب سرزمین وخشکسالی	۱۸	۳/۵۱۰	۰/۰۵۲
	جمع			**۱/۸۵**

بررسی ماتریس SWOT

شناسایی ماتریس SWOT یک سیستم از این نظر اهمیّت دارد که مراحل و گام‌های بعدی برنامه‌ریزی جهت حصول به اهداف منتخب را می‌توان از ماتریس SWOT استخراج کرد. با توجّه به تعاریف، نظر کارشناسان، شاخص‌ها و شرایطی که در منطقه موجود است، راهبردهای مهمی که به کنترل اثرات بحران ریزگردها در منطقه کمک می‌کند، در جدول ۶ آورده شده است. در ارائه راهبردهای کاربردی از گزارش‌های سازمان جهاد کشاورزی، کارگروه راهبری آب و ریزگرد نیز استفاده گردید (خسرو شاهی و سید اخلاقی، ۱۳۹۳). همچنین با توجّه به نظرات کارشناسان و بررسی‌های صورت گرفته، انواع راهبردها و راهکارهای کنترل اثرات بحران ریزگردها بر بخش کشاورزی به شرح جدول ۶ استخراج گردید.

جدول ۶: ماتریس SWOT

معیار	نقاط قوت	نقاط ضعف
فرصت‌ها	• تشکیل کمیته بحران بیابان‌زایی و خشکسالی در شورای امنیت ملی • انسجام بخشی و ارتقاء سطح هماهنگی‌های درون و بین‌سازمانی • تشکیل شورای راهبردی به منظور سیاست‌گذاری، ارتقای هماهنگی و هم‌افزایی در بخش‌های مختلف کشور • تقویت نقش مناطق در برنامه‌ریزی با هدف تمرکززدایی و انطباق برنامه‌های اجرایی با توان اکولوژیکی مناطق • بازنگری و همسوسازی برنامه اقدام ملی و راهبرد ده ساله کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی با کلیه برنامه‌های توسعه ملی، بخشی و فرابخشی کشور • تدوین و تصویب مقررات و قوانین حفاظت خاک و یا اصلاح ادواری قوانین موجود در بهره برداری‌های کشاورزی و منابع طبیعی • تدوین لوایح مناسب و تنظیم آیین‌نامه‌های لازم برای ایجاد تعاملات بین وزارتخانه‌های مرتبط، تبیین وظیفه‌مندی، حدود اختیارات و مسئولیت‌های هر یک از دستگاه‌های اجرایی • ایجاد و تقویت جایگاه قانونی وزارت جهاد کشاورزی و سایر سازمان‌های متولی حفاظت و مدیریت منابع خاک و آب • ایجاد دستگاه عالی نظارتی ویژه برای برای اطمینان از رعایت استانداردها در فعالیت‌های مرتبط با منابع آب وخاک • ایجاد دستگاه عالی نظارتی ویژه برای برای اطمینان از رعایت استانداردها در فعالیت‌های مرتبط با منابع آب وخاک • تجدیدنظر اساسی در همه پروژه‌های سدسازی، مدیریت منابع آب، جلوگیری از اجرای پروژه‌های انتقال آب بین‌حوزه‌ای و افزایش حقابه تالاب‌ها	• فراهم آوردن زیرساخت‌های مناسب دولت و شهر الکترونیک برای کاهش حضور مردم در مکان‌های عمومی- اداری و نیز مراکز آموزشی برای تقویت زیرساخت‌ها به واسطه تعطیلی‌های متعدد • رایزنی فعالانه با کشورهای عراق، عربستان سعودی و سوریه برای تثبیت کانون‌های فعال در این کشورها • اتخاذ دیپلماسی فعال و اثرگذار منطقه‌ای و بین‌المللی • احداث کارخانجات صنعتی در مسیر وزش باد در مبادی شهرها • ایجاد و حفظ نظام حقوقی حقابه زیست‌محیطی رودخانه‌ها، تالاب‌ها، دریاچه‌ها و چالاب‌های بیابانی • توسعه تحقیقات و فناوری با رویکرد مدیریت دانش محور • ارتقاء ظرفیت‌های سازگاری و کاهش اثرات ریزگرد • هماهنگ‌سازی و سازگاری طرح‌های عمرانی و توسعه منابع آب با شرایط زیست محیطی و اکوسیستم مناطق
تهدیدها	• تدوین نظام جامع ارزیابی بیابان‌زایی، تخریب سرزمین و خشکسالی • تشکیل ستاد ویژه و دائمی، تصمیم‌گیری در شرایط اضطرار و تقویت مراکز منطقه‌ای پژوهشی ریزگردها در در استان‌های درگیر	• اطلاع‌رسانی علمی، دقیق و شفاف در مورد آثار و عواقب این بحران برای ساکنان مناطق درگیر • آموزش و ارتقاء آگاهی و فرهنگ عمومی

معیار	نقاط قوت	نقاط ضعف
	• شناسایی سریع کانون‌های بالفعل و بالقوه شروع ریزگرد و مهار آن از طریق مالچ‌پاشی و جنگل‌کاری مصنوعی توسط نیروهای مردمی بومی، نیروی مقاومت بسیج و سپاه و ارتش به صورت ضربتی • تأمین بودجه لازم برای ایجاد کمربند سبز حاشیه شهرهای درگیر • ایجاد معاونت ریاست جمهوری در امور بیابان‌زدایی یا قائم مقام در بحرانی‌ترین کانون بیابان‌زایی کشور • بازنگری مطالعات زیست محیطی در پروژه‌های کلان در حال اجرا توسط گروه‌های پژوهشی دانشگاهی • تجهیز هلال احمر استان‌های بحرانی با اقلام بهداشتی، توزیع ماسک‌های استاندارد و شیر رایگان در ایام بحرانی • تدوین و اجرای برنامه آمایش سرزمین	• تثبیت کانون‌های داخلی با رهاسازی آب سدها، مهار سیلاب و حفاظت آب و خاک و استفاده از روش‌هایی هم چون تثبیت بیولوژیک، شیمیایی و مالچ پاشی • پرداخت خسارات ناشی از این پدیده به کشاورزان، صنعت‌گران و سایر مشاغل آزاد • تجهیز مراکز بهداشتی درمانی و اورژانس، تقویت زیرساخت‌های بیمارستانی ویژه برای بیماران تنفسی و بیماران خاص و تخفیف تعرفه بیماران مبتلا به بیماری‌هایی با منشاء آلودگی هوا • تقویت زیرساخت‌های بیمارستانی ویژه برای بیماران تنفسی و بیماران خاص و تخفیف تعرفه بیماران مبتلا به بیماری‌هایی با منشاء آلودگی هوا • تجدیدنظر در راهبردهای توسعه بخش کشاورزی و تغییر الگوی کشت • تعیین ردیف بودجه سنواتی برای مهار ریزگردها و بیابان‌زدایی و توجه ویژه به این مساله در تدوین برنامه ششم توسعه • هدفمند کردن اعتبارات و بسیج منابع مالی طرح‌ها و پروژه‌ها • جلب مشارکت و حمایت کلیه ذینفعان با رویکرد تقویت ساختار سازمانی صف و ستاد و سازمان‌های مردم نهاد جهت پاسخ به ماموریت‌ها • کنترل سرعت باد در سطح زمین از طریق کشت گیاهان، کنترل عملیات شخم، روش‌های مکانیکی کشت گیاهان و...

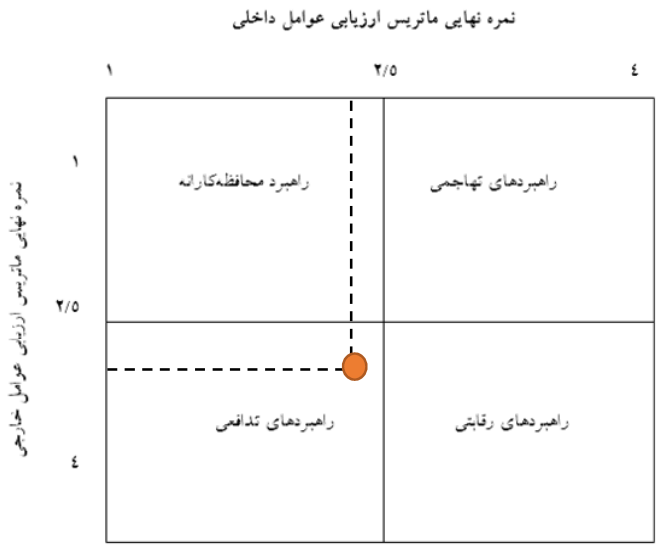
بررسی ماتریس داخلی و خارجی

شمای کلی این ماتریس در جدول ۷ نشان داده شده است. در جدول ۷ مرزهایی به صورت عددی و قراردادی برای هر یک از ماتریس‌های عوامل داخلی و خارجی در نظر گرفته شده است و هر یک از نمرات نهایی ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی در بین این مرزها قرار می‌گیرند.

در این ماتریس نیز مانند ماتریس SWOT، از نتایج ماتریس‌های ارزیابی عوامل خارجی و داخلی استفاده گردید و جهت راهبردی منطقه مورد مطالعه در ماتریس SWOT مشخص شد. ماتریس داخلی و خارجی شامل چهار ناحیه تهاجمی، محافظه‌کارانه، رقابتی و تدافعی است. با توجّه به این‌که نمره نهایی ماتریس ارزیابی عوامل داخلی برابر با ۲/۴۳۳ به دست آمد، راهبرد به سمت راهبرد محافظه‌کارانه میل می‌کند. نمره نهایی که برای ماتریس ارزیابی عوامل خارجی به‌دست آمد برابر با ۲/۶۲۹ بود که نشان می‌دهد برای این عوامل باید یک راهبرد تدافعی لحاظ گردد. در نهایت از برآیند نمره نهایی ماتریس‌های داخلی و خارجی، راهبرد تدافعی به عنوان راهبرد اصلی پژوهش معرفی

می‌گردد. در تحقیقی مشابه، اردو و عوفی (۱۳۹۲) بر اساس نتایج به‌دست آمده از تحلیل مدیریتی بررسی چالش ریزگردهای خاورمیانه با به کارگیری روش ترکیبی FAHP-SWOT پیشنهاد کردند که تنظیم تفاهم‌نامه منطقه‌ای بین دولت‌های ایران، عراق، عربستان سعودی و کویت به‌منظور برنامه‌ریزی و استفاده از اعتبارات جهانی بیابان‌زدایی وابسته به سازمان ملل و کنوانسیون بین‌المللی بیابان‌زدایی بسیار ضروری و لازم‌الاجرا می‌باشد. به‌طوری‌که با توجّه به وسعت اراضی بیابانی جنوب کشور عراق که غالباً پهنه‌های رسی با خاک‌های دانه‌ریز هستند، لازم است فعّالیت‌های مشترک در مناطق بحرانی بیابان‌های جنوبی و نوار مرزی درون خاک عراق به مرحله اجرا درآید.

جدول ۷: ماتریس داخلی و خارجی



نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر، مطالعه‌ای جامع در ارتباط با ارزیابی بحران ریزگردها در بخش کشاورزی استان خوزستان با استفاده از اصول مدیریت استراتژیک و تحلیل سلسله مراتبی است که در نوع خود جزء اولین مطالعات جامع در سطح استان در رابطه با نقش ریزگردها بر جنبه‌های مختلف بخش کشاورزی است. بر اساس نتایج، نمره نهایی ماتریس ارزیابی عوامل داخلی برابر ۲/۴۳۲ و نمره نهایی ماتریس ارزیابی عوامل خارجی برابر ۲/۶۲۹ به‌دست آمد که در نهایت از برآیند نمره نهایی این ماتریس ها، راهبرد تدافعی به عنوان راهبرد اصلی پژوهش معرفی گردید. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در راستای انتخاب استراتژی مناسب، ارائه راه‌حل‌های مناسب و مدیریت این بحران مفید باشد.

تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی از محل اعتبارات پژوهانه مرکز پژوهشی منطقه‌ای ریزگردها و معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز می‌باشد؛ بنابراین نویسنده از دانشگاه شهید چمران اهواز بابت تأمین هزینه‌های این پژوهش سپاسگزاری می‌نماید.

منابع

لطفی حیدر، ابوالفتحی مجید (۱۳۹۶)، تحلیل معضل ریزگردها از منظر بحران‌های ژئوپلیتیک منطقه خلیج فارس در راستای ارائه یک مدل کاربردی برای مناطق جنوب کشور، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۴۰، صص ۱۶۱-۱۸۲.

اردو سمیه، عوفی فریدون (۱۳۹۲)، بررسی چالش‌های ریزگردهای خاورمیانه با به کارگیری روش ترکیبی FAHP-SWOT (مطالعه موردی: استان خوزستان)، اولین کنفرانس علوم و مهندسی محیط زیست و توسعه پایدار، ۱۶-۱۷ بهمن ماه، انجمن علمی آموزش محیط زیست و توسعه پایدار ایران، تهران.

اژدری علی (۱۳۹۴)، شناسایی کانون‌های منشاء ریزگردها در استان خوزستان. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ادراه کل زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی منطقه جنوب باختری (اهواز).

امانی مجید (۱۳۹۴)، بررسی اثرات ریزگردها بر شدت پوسیدگی میوه خرما در خوزستان. اولین کنفرانس بین المللی گرد و غبار، ۱۲-۱۴ اسفند ماه، دانشگاه شهید چمران اهواز.

سالنامه آماری جهاد کشاورزی استان خوزستان (۱۳۹۵)، در دسترس: http://www.ajkhz.ir.

پورطاهری مهدی، سبحانی قیداری حمدالله، صادقلو طاهره (۱۳۹۰)، ارزیابی تطبیقی روش‌های رتبه‌بندی مخاطرات محیطی در مناطق روستایی (مطالعه مورد: استان زنجان)، فصلنامه پژوهش‌های روستایی، دوره۲، شماره ۷، صص ۳۱-۵۴.

خسرو شاهی محمد، سید اخلاقی جعفر (۱۳۹۳)، راهبرد آینده آب و ریزگرد در ایران. گزارش کارگروه راهبری آب و ریزگرد، وزارت جهاد کشاورزی، در دسترس: http://rifr-ac.ir/wp-content/uploads/2018/02/sanadabrizgard.pdf.

خمان آزاده (۱۳۹۲)، بررسی آسیب ناشی از گرد و غبار در بخش کشاورزی (مطالعه موردی: استان خوزستان)، کنفرانس ویژه گرد و غبار و نظارت، اثرات و راهبردهای مدیریت گرد و غبار، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی تهران، ۲۵ تیرماه.

دلخواه حسین، محبی غلامحسین، حسن زاده نوشین، کهن غلامرضا، طهماسبی رحیم، صدری سوسن، رضایی یحیی، وحدت کتایون، حسن زاده امینه، دارابی حسین (۱۳۹۴)، تأثیر گرد و غبار بر کیفیت شیمیایی و میکروبی میوه خرما در استان بوشهر، نشریه طب جنوب، دروه ۱۸، شماره ۱، صص ۸۰-۹۱.

شریفی محمد، اکرم، اسدالله، رفیعی شاهین، سبزپرو مجید (۱۳۹۴)، اولویت‌بندی محصولات کشاورزی استراتژیک استان البرز با استفاده از روش دلفی و فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی فازی (AHP)، نشریه ماشین‌های کشاورزی، جلد۴، شماره ۱، صص ۱۱۶-۱۲۴.

قدسی پور حسن (۱۳۸۵)، فرآیند تحیل سلسله مراتبی AHP، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ص ۲۲۲.

قمبرعلی رضوان، پاپ زن عبدالحمید، افشار زاده نشمیل (۱۳۹۱)، بررسی دیدگاه کشاورزان در خصوص تغییرات آب و هوا و استراتژی‌های سازگاری (مطالعه موردی: شهرستان کرمانشاه)، فصلنامه پژوهش‌های روستایی، دوره ۳، شماره۱۱، صص ۱۹۲-۲۱۳.

کنعانی نیره، شکرچی زاده احمد رضا (۱۳۹۵)، ارائه یک روش‌شناسی برای استخراج استراتژی‌های صادراتی شرکت‌های صنایع غذایی و آشامیدنی ایران، همایش بین‌المللی انسجام مدیریت و اقتصاد در توسعه شهری، تهران.

گوهر دوست اعظم (۱۳۹۴)، بررسی تأثیر گرد و غبار بر روند رشد گیاه نیشکر جنوب خوزستان، اولین کنفرانس بین المللی گرد و غبار، ۱۲-۱۴ اسفند ماه، دانشگاه شهید چمران اهواز.

محمدیان فرشاد، شاهنوشی ناصر، قربانی محمد، عاقل حسن (۱۳۸۹)، انتخاب الگوی کشت بالقوه محصولات زراعی بر اساس روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، مطالعه موردی: دشت تربت جام، مجله دانش کشاورزی پایدار، دوره ۱۹/۱، شماره ۱، صص ۱۶۹-۱۸۷.

زرافشانی کیومرث، کشاورز مرضیه، ملکی طاهره (۱۳۹۳)، سنجش توان سازگاری خانوارهای کشاورز در برابر خشکسالی (مورد: دهستان درودفرامان در شهرستان کرمانشاه)، نشریه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۷، صص ۱۳۸-۱۲۳.

Abdel-Basset, M., Mohamed, M., Smarandache, F., (2018), An Extension of Neutrosophic AHP–SWOT Analysis for Strategic Planning and Decision-Making, Symmetry, Vol. 10, No. 116, pp. 1-18.

Engelstaedter, S., Tagen, I., Washington, R., (2006), North African dust emissions and transport. Earth-Science Reviews, Vol. 79, No. 1-2, pp. 73-100.

Garcia, J.L., Alvarado, A., Blanco, J., Jimenez, E., Maldonado, A.A., Cortes, G., (2014), Multi-attribute evaluation and selection of sites for agricultural product warehouses based on an Analytic Hierarchy Process, Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 100, 60–69.

Gottfried, O., De Clercq, D., Blair, E., Weng, X., Wang, C., (2108), SWOT-AHP-TOWS analysis of private investment behavior in the Chinese biogas sector, Journal of Cleaner Production, DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.02.173.

Laroche, G., Domon, G., Gelinas, N., Doyon, M., (2018), Integrating Agroforestry Intercropping Systems in Contrasting agricultural landscapes: a SWOT-AHP analysis of stakeholders' perceptions, Agroforest Syst, pp. 1-13.

Lee, S., Walsh, P., (2011), SWOT and AHP hybrid model for sports marketing outsourcing, Sport Management Review, Vol. 14, No. 4, 361-369.

Meng, Z., Zhang, Q., (2007), Damage effects of dust storm PM2.5 on DNA in alveolar macrophages and lung cells of rats, Food and Chemical Toxicology, Vol. 45, 1368–1374.

Mehmood, F., Hassannezhad, M., Abbas, T., (2014), Analytical investigation of mobile NFC adaption with SWOT-AHP approach: A case of Italian Telecom, Procedia Technology, Vol. 12, 535 – 541.

Ram, K.S., Janaki, R.R., Robert, S.K., (2004), Exploring the potential for Silvopasture Adoption in south-central Florida: an application of SWOT-AHP method, Agricultural Systems, Vol. 81, No. 3, 185-199.

Shrestha, R.K., Alavalapati, J.R., Kalmbacher, R. S., (2004), Exploring the potential for silvopasture adoption in south-central Florida: An application of SWOT–AHP method, Agricultural Systems, Vol. 81, No. 3, 185-199.

Starr, M., Joshi, O., Chris, R.E.W., Zou, B., (2019), Perceptions regarding active management of the Cross-timbers forest resources of Oklahoma, Texas, and Kansas: A SWOT-ANP analysis, Land Use Policy, Vol. 81, 523-530.

Zare, K., Mehri-Tekmeh, J., Karimi, S., (2015), A SWOT framework for analyzing the electricity supply chain using an integrated AHP methodology combined with fuzzy-TOPSIS, International Strategic Management Review, Vol. 3, 66–80.

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۳۰
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۰۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۰۳
صفحات: ۱۵۰ - ۱۳۵

واکاوی تغییرات مقادیر حدی بارش در گستره ی ایران زمین

زهرا حجازی زاده*[۱]، امیرحسین حلبیان[۲]، علیرضا کربلائی درئی[۳]، میثم طولابی نژاد[۴]

چکیده

هدف از این پژوهش واکاوی و شناسایی تغییرات مقادیر حدی بارش به عنوان نشانه هایی از تغییرات اقلیمی در گستره ی ایران می باشد. برای انجام این تحقیق از داده های روزانه بارش، ۷۶ ایستگاه همدید در دوره ی ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ استفاده شد. نتایج نشان داد، روند تعداد روزهـای همـراه بـا بـارش سـنگین درحدود ۷ درصد از پهنهٔ ایران منفی و در ۹۳ درصد آن روندی مشاهده نشد. روند روزهای متوالی خشک در ۲۸ درصد از گسترهٔ ایران روند مثبت و در ۳۷ درصد دیگرآن روند منفی وجود دارد. روزهای متوالی مرطوب در اکثر گستره ی ایران فاقد روند است. روند مقدار کلّ بارش روزهای مرطوب سالانه در حـدود ۹۹ درصد از گسترهٔ ایران منفی است. حداکثر شیب منفی بارش سالانه ی ایران در ایستگاه مسجد سلیمان با شیب ۸/۲۶ - مشاهده شد و روند مثبت درایستگاه بندر انزلی وجود دارد. روند روزهای خیلی مرطوب در حدود ۷۸ درصد از گسترهٔ ایـران منفی و در حدود ۱۴ درصد روند مثبت و نیز ۸ درصد از آن بدون روند است. رونـد روزهـای بسـیار مرطـوب درحـدود ۷۰ درصد از گسترهٔ ایران منفی است. بیشترین روند افرایشی روزهـای بسـیار مرطـوب در خرم آباد با شیب ۱,۴ و بیشترین روند کاهشی در سر پل ذهاب با شیب ۲,۷۸- مشاهده می گردد و همچنین در ۲۲ درصد از گستره ایران روند خاصی مشاهده نمی شود. روند مقدار بـارش یـک روزه در حـدود ۴۷ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۴۷ درصد آن بدون روند و ۶ درصد از آن با روند مثبت است. روند بیشترین مقدار بارش ۵ روزه در حـدود ۷۳ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۲ درصد آن مثبت و ۲۵ درصد از آن بدون روند است بیشترین شیب روند کاهشی مربوط به ایستگاه های فسا و مسجد سلیمان که به ترتیب برابر ۲,۴- و ۱,۹- است.

واژگان کلیدی: بارش، صدک ۹۵، شاخص حدی، روند، R Climdex.

۱- استاد آب و هواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران(نویسنده مسئول) hejazizadeh@khu.ac.ir
۲- دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، ایران halabian_a@yahoo.com
۳- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران Std_karbalaee@khu.ac.ir
۴- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران Meysam.toulabi@gmail.com

مقدمه

امروزه رخدادهای فرین آب و هوایی به دلیل اثرات مهم در زندگی بشر، اکوسیستم های طبیعی و پیامدهای اقتصادی-اجتماعی اهمیت زیادی پیدا کرده است(جیانگ و همکاران،۲۰۱۱). از اثرات تغییر اقلیم افزایش تکرار رویدادهای فرین است. تغییرات در تکرار و شدت رویدادهای فرین آثار شدیدتری بر فعالیت‌های انسانی و محیط زیست آن نسبت به تغییرات در متوسط اقلیمی در کوتاه مدت خواهد داشت(اسدی و مسعودیان،۱۳۹۳). تغییرات اقلیمی از بزرگ ترین چالش هایی است که جهان در قرن بیست ویکم با آن مواجه شده است (پورتینگا و همکاران، ۲۰۱۱). مشاهدات نشان می دهد که دمای سطح زمین در حدود ۰/۷۵ درج سانتی گراد در طی قرن بیست و یکم افزایش یافته و روند گرمایش در پنجاه سال گذشته شدید شده است(یان و ژنگ ، ۲۰۱۵) وقوع مداوم اینگونه از رخدادهای فرین مانند امواج گرما و سرما، بارش سنگین، تگرگ، طوفان، سیل و خشکسالی در سراسر جهان گزارش شده است که تغییرات آن ها ناشی از تغییرات جهانی آب وهواست(هو و همکاران ، ۲۰۱۲). بنابراین می توان گفت که اثر تغییر اقلیم در ویژگی های مکانی و زمانی بارش مناطق و رخدادهای فرین مرتب با آن دارای اثراتی است که پیامد آن زندگی انسان ها را تحت تأثیر قرار داده است؛ از این رو، بررسی تغییرات و روند فرین های بارش می تواند احتمال رخداد هر یک از مخاطرات مرتب با بارش را آشکار ساخته(محمدی و همکاران،۱۳۹۶) وگرایش به تحقیقات فرین های آب و هوایی در مقیاس های مختلف در طی سال های اخیر بیشتر گردد(علیجانی و فرج زاده، ۱۳۹۴). رویداد فرین، عبارت است از پدیده‌ی نادری که از دیدگاه آماری در ناحیه‌های بالا و پایین توزیع آماری قرار گیرد و از این‌رو، احتمال وقوع آن رویداد خیلی کم است. برای مثال، کلمه نادر می‌تواند به مفهوم مقادیر پایین و بالای صدک‌های (۹۵ و ۵)، (۹۰ و ۱۰) و یا به‌صورت مقادیر بالاتر از یک آستانه و یا تداوم یک شرایط ویژه تعریف شود. نمایه‌های فرین ساده و شفاف مبتنی بر داده‌های بلندمدت و همگن، وضعیت رویدادهای فرین را بیان می‌کنند. این نمایه‌ها باید جنبه‌هایی از رویداد تغییر اقلیم و آثار آن را نمایش دهند (رحیم‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸).

به دنبال طرح جدی مسأله تغییر اقلیم و افزایش گرمایش جهانی در چند دهه اخیر ضرورت مطالعاتی در این زمینه در کشور بیش از پیش احساس شده است. در این راستا مطالعات بسیار وسیعی در سطح ملی و بین المللی صورت گرفته است؛ که می توان. سو و همکاران(۲۰۰۶)، روند دما و بارش فرین در حوضه رودخانه یانگ تسه‌ی چین را بررسی کردند. آنها از آزمون من- کندال و رگرسیون خطی ساده جهت شناسایی روند فرین‌های سالانه و فصلی بهره بردند. نتایج نشان داد که میانگین دمای حداقل و حداکثر در منطقه مورد مطالعه، دارای روند مثبت می‌باشد. چی-کائو و گانگولی(۲۰۱۱)، شدت، تداوم و فراوانی بارش های حدی را در ارتباط با سناریوهای گرمایش جهانی قرن بیستم مطالعه و بررسی کردند. آن ها دریافتند که روندهای بارش های حدی در مقیاس جهانی به شدت در حال افزایش است؛ به طوری که این روند افزایشی اثرهای درخور توجهی در منحنی های شدت، تداوم و فراوانی داشته است. وارنر و همکاران (۲۰۱۲)، به بررسی رخداد بارش های حدی زمستانه در امتداد سواحل شمال غرب امریکا و سواحل شرقی اقیانوس آرام پرداختند. نتایج تحلیل های همدیدی و نقشه های ترکیبی آنان نشان داد که آنومالی های منفی در فشار سطح دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح بالا در مرکز اقیانوس آرام، آنومالی های فشار در جنوب غرب امریکا، آنومالی های مثبت درجه حرارت سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در امتداد ساحل و آب قابل بارش زیاد و

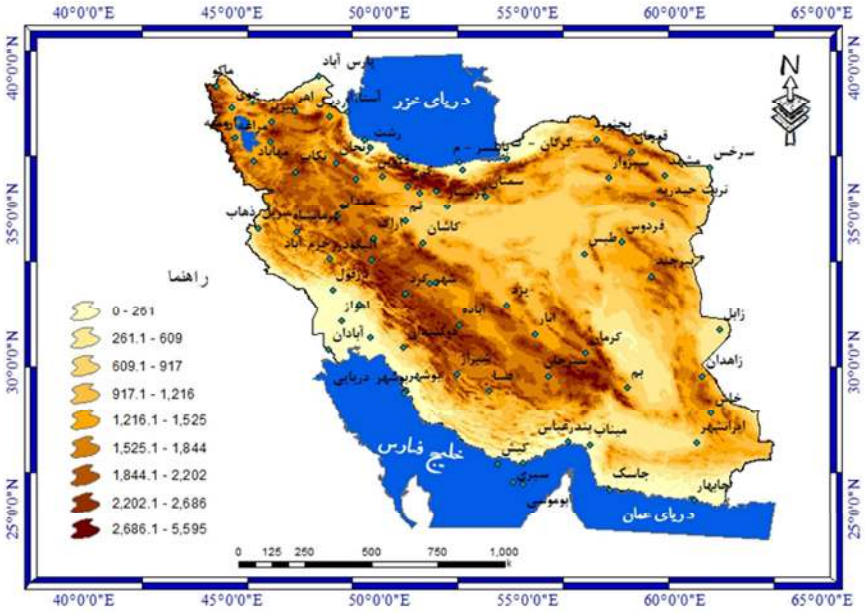
شارش بخار آب روی جنوب غرب باعث ریزش بارش های حدی در مناطق مورد مطالعه می شود. انسیناس و همکاران (۲۰۱۳)، با استفاده از مدل Rclimdex به تجزیه و تحلیل آماری از سری زمانی مربوط به اطلاعات آب و هوا در اسپانیا طی دوره ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۸ پرداخته و به این نتیجه رسیدند که گرمترین سال ۱۹۹۵ با دمای ۱۱/۱درجه سانتیگراد و سردترین سال نیز سال ۱۹۹۹ با دمای ۹/۳ درجه سانتی گراد بوده است. از لحاظ بارش نیز بهترین سال، سال ۱۹۹۶ با ۱۷۳۵ میلی‌متر و کمترین مقدار بارندگی در سال ۲۰۰۵ با ۸۴۸/۹ میلیمتر رقم خورده است. از نظر بارش فصلی نیز بارش ها در طول تابستان و بهار افزایش نشان می دهند. بیگی و همکاران(۲۰۱۸) به بررسی روند بارش با استفاده مدل Rclimdex در سواحل آفریقای غربی در ایستگاه نیامی پرداخته اند، آنان داده های بارش روزانه را در دوره آماری ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۹ را مورد ارزیابی قرار دادند، نتایج این پژوهش نشان داد یک روند کاهشی در میزان بارش در کل در دوره زمانی ۱۹۵۰-۲۰۰۹ و یک روند مثبت برای داده هایی که در طول دوره ۱۹۸۰-۲۰۰۹ است را تأیید می کند و بهبود بارش پس از دوره خشک (۱۹۶۸ -۱۹۸۵) را نشان می دهد. رحیمی و همکاران(۲۰۱۸) به بررسی روند شاخص های دما و بارش شدید در ایران طی دوره زمانی ۱۹۶۰-۲۰۱۴ پرداخته اند، آنان از ۳۳ ایستگاه همدید استفاده نموده نتایج این مطالعه نشان داد در اکثر ایستگاه ها روندهای منفی در R10mm، R20mm، R25mm، CDD، PRCPTOT، FD، TN10p، TX10p، CSDI و روند مثبت در Rx1DAY، SDII، SU25، TR20، TXx، TNn، TNx، TN90p، TX90p و WSDI وجود دارد. مثبوث و همکاران (۲۰۱۸) تغییرات مشاهداتی در بارش های حدی را در مقیاس سالانه در مدیترانه شرقی در طول سالهای ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۲ مورد بررسی قرار دادند، آنان ۷۰ ایستگاه همدید را با استفاده از مدل Rclimdex مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند؛ حوادث حدی و بارش های شدید نشان داد که کاهش قابل توجهی در مدیترانه شرقی و در قسمت های جنوبی در کل بارش وجود دارد و نیز روند کاهشی عموماً بیشتر از روند افزایشی در این منطقه وجود دارد. سین و همکاران(۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی روند و تغییرات دما و شاخص های حدی بارش در طول دوره ی ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۵ در میانمار پرداختند؛ آنان از مدل RClimDex 1.1 استفاده نمودند. نتایج این بررسی نشان داد که روند افزایشی در ناهنجاری بارش در طول سال ۱۹۸۱-۱۹۸۵ معنی دار نبوده و در مقابل، روند افزایشی اندکی نسبت به شرایط مرطوب تر با نرخ ۷۶،۵۲ میلی متر در دهه در طول دوره مطالعه وجود دارد. وی و همکاران(۲۰۱۸) به بررسی ویژگی های زمانی مکانی بارش های حدی در شرق چین در دوره زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۵ پرداخته اند، آنان با استفاده از مدل Rclimdex 344 ایستگاه همدید را مورد بررسی قرار دادند نتایج این مطالعه نشان داد که تقریباً کلیه شاخص های بارش منطقه ای مربوط به فراوانی یا شدت بارش های حدی در ۵۵ سال گذشته روند افزایشی داشته است و شاخص های Rx1day، Rx5day، R95p، R99P، SDII و R25mm به طور قابل توجهی افزایش یافته اند. افزایش شاخص های PRCPTOT، SDII، R95p، R20mm و R25mm به طور عمده در مناطق جنوبی و میانی شرق چین وجود دارد. رحیمی و فاطمی (۲۰۱۹) به بررسی روند بارش در دوره ی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷ در گستره ایران پرداخته اند، در این مطالعه از ۳۳ ایستگاه همدید در یک دوره آماری ۵۸ ساله بهره گرفته شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشتر مناطق در مقادیر شدید بارش و فراوانی بارندگی، روند افزایشی چشمگیری داشته اند. در این مطالعه روند مثبت معنی داری در مناطق جنوب غربی ایران و سواحل خلیج فارس برای شاخص های حدی بارش مشاهده شد. به طور کلی در رابطه با فرین های اقلیمی در

نقاط مختلف دنیا می توان از تحقیقات محققانی نظیر: پترسون و همکاران، ۲۰۰۲؛ ماکسیت، ۲۰۰۳؛ استرلینگ، ۲۰۰۳؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ الکساندر، ۲۰۰۶؛ یانگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ یو و همکاران، ۲۰۱۰؛ انسیناس و همکاران، ۲۰۱۳؛ وی و همکاران، ۲۰۱۸؛ سین و همکاران، ۲۰۱۸ و... نام برد.

طی دهه اخیر در ایران نیز تحقیقاتی در زمینه بارش های حدی به انجام رسیده است. همانند پژوهش عساکره و همکاران(۱۳۹۱)، مشخصات زمانی – مکانی بارش‌های روزانهٔ فرین بالا در شمال غرب ایران را مطالعه نمودند. نتایج تحلیل بارش‌های فرین نشان داد که به جز برای گسترهٔ تحت تأثیر ۷۰-۶۰ درصد، بیش‌ترین دفعات وقوع بارش‌های فرین در ماه آوریل بوده است. دومین ماه به لحاظ فراوانی بیشینه برای گستره‌های ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰ و نیز ۴۰-۳۰ درصد از مساحتِ زیرِ پوششِ بارش‌های فرین، ماه می است. در گسترهٔ ۴۰-۵۰، ۵۰-۶۰، ماه مارس به لحاظ فراوانی رخداد بارش‌های فرین در مقام دوم قرار دارد. در حالتی که ۷۰-۶۰ درصد گسترهٔ مورد مطالعه زیر پوشش بارش‌های فرین باشد، ماه‌های مارس، می و اکتبر با فراوانی‌های برابر (۲ بار برای هرماه)، فراوانی بیشینه را به خود اختصاص داده‌اند. دارند(۱۳۹۳)، با بررسی تغییرات مقادیر حدی بارش و دما در ارومیه دریافت که بر پایه دو دوره قبل و بعد از سال جهش نمایه های فرین دما، نمایه های فرین گرم (روزهای تابستانی (SU25)، روزهای گرم (TX90p) امواج گرما(WSDI))، طی دوره مورد پژوهش روند صعودی و نمایه های فرین سرد روزهای یخبندان (FD کوچک ترین دمای بیشینه(TXn) شب های سرد (TN10p)) روند نزولی را تجربه کرده اند. تغییرات بیش تر و نمایه های بارش فرین طی دوره مورد مطالعه روند نزولی معناداری را نشان می دهند. طی چند سال اخیر از بسامد رخداد بارش های سنگین، ابرسنگین و میزان کل بارش سالانه ارومیه به شدت کاسته شده است. محمدی و همکاران(۱۳۹۶)، با استفاده از شاخص‌های ETCCDI و نرم‌افزار RclimDex به تحلیل روند شاخص‌های حدی بارش روزانه در ایران پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که در دورهٔ مورد مطالعه همهٔ شاخص‌های حدی بارش در ایران دارای تغییر و روند است. در بیشتر ایستگاه‌ها، بارش سالانه کاهش(شامل حدود ۹۲ درصد از ایستگاه‌ها) و تعداد روزهای خشک (CDD) افزایش یافته است (شامل حدود۷۲درصد از ایستگاه‌ها) و فقط در برخی از ایستگاه‌ها در نواحی مرکزی و دامنه‌های زاگرس تعداد روزهای خشک روند کاهشی دارد. از نظر بارش‌های سنگین و نیمه‌سنگین و همچنین روزهای مرطوب و فوق‌العاده مرطوب، سهم تغییرات در ایستگاه‌های واقع در سواحل شمال و جنوب بیشتر است. RClimDex توسط بسیاری از نویسندگان مورد استفاده قرار گرفته است؛ از جمله منتوم و همکاران(۲۰۰۱)؛ بایدیا و همکاران(۲۰۰۸)؛ ایزلام(۲۰۰۹)؛ ون و همکاران(۲۰۱۳)؛ وانگ و همکاران(۲۰۱۸)؛ بوستیا و همکاران(۲۰۱۹) لذا در این پژوهش از این مدل استفاده خواهد شد. با توجه مطالب فوق هدف از طرح این پژوهش واکاوی و شناسایی تغییرات مقادیر حدی بارش به عنوان نشانه هایی از تغییرات اقلیمی در گستره ی ایران می باشد؛ تفاوت این پژوهش با سایر پژوهش های انجام شده در طول دوره آماری و تعداد ایستگاه های مورد استفاده جهت هر چه بهتر نشان دادن این تغییرات می باشد.

داده ها

منطقه موردمطالعه پهنه وسیع جمهوری اسلامی ایران است، بـا وسعـتی معادل ۱،۶۴۰،۱۹۵ کیلومتر مربع که در نیمـه جنـوبی منطقه معتدل شمالی بین ´۰۳، °۲۵ و ´۴۷، °۳۹ عرض شمالی از خط استوا و ´۱۴، °۴۴ و ´۲۰، °۶۳ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ، در جنوب غربی آسیا (خاورمیانه) واقع‌شده است. برای واکاوی تغییرات مقادیر حدی بارش در کشور ایران از داده های روزانه بارش در ۷۶ ایستگاه همدید (شکل۲) که دارای آمار بلندمدت (۳۰ ساله) و قابل اطمینان بودند، استفاده شد. دورهٔ زمانی مورد مطالعه در این پژوهش سالهای بین ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ (۱۰۹۵۷روز متوالی) است.



شکل۱: پراکندگی و موقعیت ایستگاه های مورد مطالعه

برای استخراج روند بارش روزانه از نرم‌افزار RClimDex استفاده شده است. RClimDex به وسیله ژانگ و یانگ در شعب تحقیقات اقلیمی سرویس هواشناسی کانادا توسعه‌یافته است. توسعه اولیه آن در آژانـس توسـعه ملـی کانـادا از طریق پروژه همکاری تغییرات اقلیمی کانادا–چین انجام‌گرفته است. این نرم‌افزار برای محاسبه روند شاخص‌های حـدی دما و بارش توسعه‌یافته است (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ ژانگ و یانگ،۲۰۰۴). تـیم کارشناسـی آشکارسـازی و نمـایش تغییر اقلیم و شاخص‌ها(ETCCDI[1]) بر اساس مجموع استاندارد ۲۷ شاخص حدی در زبـان برنامه نویسی R که یک‌زبان، محاسبه، وگرافیکی آماری است(ژانگ و یانگ،۲۰۰۴) و بر اسـاس الگوریتم‌های بهبودیافتـه و کـاهش خطای عددی طراحی کرده است. ETCCDI به‌صورت مشترک به‌وسیله کمیسـیون اقلیم‌شناسی، سـازمان جهـانی

1.expert team on climate change detection, monitoring and indices

هواشناسی و برنامه جهانی دیدبانی داده‌ها و تغییرپذیری و پیش‌بینی اقلیم (CLIVAR) حمایت می‌شود (سیلمن و روکنر، ۲۰۰۸). در نرم افزار RClimDex شاخص های حدی در ۵ دسته شامل شاخص های حدی مبتنی بر صدک ها، شاخص های حدی مطلق، شاخص های آستانه ای، شاخص های حدی دوره ای و سایر شاخص ها مانند دامنه تغییرات می باشد(الکساندر و همکاران، ۲۰۰۶)؛ این شاخص ها در سطح معنی داری ۰،۰۵ برآورد می گردد. در این پژوهش از شاخص‌های حدی بارش که در جدول ۱ مشخصات آن‌ها آورده شده، استفاده‌شده است. نرم‌افزار RClimDex بر اساس آستانه‌های تعریف‌شده برای هر شاخص میزان شیب آن‌ها را در طی دورهٔ آماری بر اساس شیب سن محاسبه می‌کند. برای بررسی وجود روند خطی از آزمون ناپارامتریک من کندال استفاده می شود(sneyers, 1990). در این آزمون در صورتیکه سری زمانی y_i جای خود را به رتبه های متعلق به خود یعنی i دهند آنگاه در مقایسه هر رتبه با سایر رتبه های سری مورد نظر در صورتیکه به ازای $i > j$ ، $y > y_j$ باشد یک واحد به مقدار اولیه t اضافه می شود، این کار از مقایسه رتبه سایر داده ها آغاز و تا مقایسه رتبه های دو مقدار انتهایی ادامه می یابد. در پایان مقادیر بزرگ $|t| = |\sum n|$ نشان دهنده روند افزایشی یا کاهشی در سری خواهند بود. با استفاده از قضیه حد مرکزی آماره فوق به Z با توزیع نرمال تبدیل می شود و در این حالت کافیست مقدار آن با مقدار $z_{a/2}$ ه از جدول نرمال مربوط به سطح معنی داری α استخراج می شود، مقایسه شود. مبانی مقایسه برای سطح ۰،۰۵ برابر با ۱،۹۶ $\pm$ است(عسگری و همکاران، ۱۳۸۶). جهت ترسیم نقشه ها از نرم افزار ARCGIS ورژن ۶ استفاده شده است و نیز با روش کریجینگ پهنه بندی صورت گرفته است.

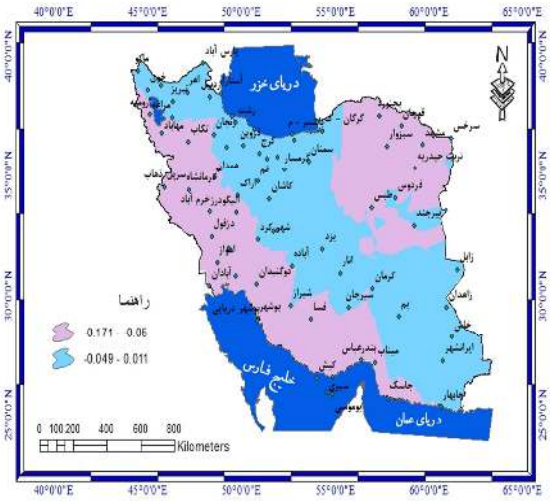
جدول ۱: شاخص‌های حدی بارش

ردیف	شاخص	واحد
۱	تعداد روزهای با بارش سنگین(R10)	روز
۲	تعداد روزهای با بارش خیلی سنگین (R20)	روز
۳	روزهای خیلی مرطوب (R95p) مجموع بارش روزهای متوالی با میزان بارش بیش از صدک ۹۵ ام دورهٔ پایه(۱۹۹۹-۲۰۱۵)	میلی‌متر
۴	روزهای فوق‌العاده مرطوب (R99p) مجموع بارش روزهای متوالی با میزان بارش بیش ازصدک ۹۹ ام دورهٔ پایه (۱۹۹۹-۲۰۱۵)	میلی‌متر
۵	حداکثر طول دورهٔ مرطوب(CWD)، طول حداکثر روزهای متوالی که بارش بیشتر از و مساوی با ۱ میلی‌متر است.	روز
۶	حداکثر طول دورهٔ خشک(CDD)، طول حداکثر روزهای متوالی که بارش کمتر از ۱ میلی‌متراست.	روز
۷	حداکثر بارش ۲۴ ساعته (Rx1 day)	میلی‌متر
۸	حداکثر بارش پنج روزه (Rx5day)	میلی‌متر
۹	کل بارش سالانه در روزهای مرطوب (PRCPTOT)	میلی‌متر

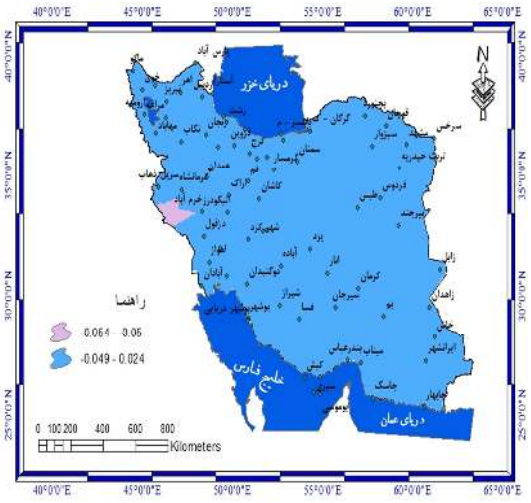
نتایج و بحث:

در شکل (۲) بر اساس ضرایب معنی داری نمایه تعداد روزهای همراه با بارش سنگین (R10mm) نشان داده شده است، این اشکال از نظر معنی داری در سه دسته در گستره ی ایران طبقه بندی شده است. اگر روند شبیب کمتر از

۰,۰۵ – باشد نزولی است. اگر روند شیب در محدوده ۰,۰۵ – تا ۰,۰۵ + باشد فاقد روند می باشد؛ و نیز اگر بیش از ۰,۰۵ + باشد روند شیب صعودی خواهد بود. با توجه به شکل (۲) تعداد روزهـای همـراه بـا بـارش سـنگین در نواحی غرب ، جنوب غربی و شمال شرقی کشور دارای روند نزولی معنادار می باشد. درحدود ۴۹ درصد از پهنهٔ ایران روند منفی معنا دار و در ۵۱ درصد بدون روند می باشد. بیشترین شیب نزولی روند تعـداد روزهـای همراه با بارش سنگین در ایستگاه های سرپل ذهاب، مسجد سلیمان با مقدار ۰,۲۴– مشاهده می شود؛ ایستگاه های خرم آباد و تکاب در رده های بعدی قرار می گیرند(با مقدار ۰,۲۳-). بیشترین شیب صعودی در ایستگاه پارس آباد با مقدار ۰,۱۵ وجود دارد. ضرایب معنی داری تعداد روزهای همراه با بارش ابر سنگین (R20mm) در شکل (۳) نشان داده شده است، سطح معناداری نشان می دهد در گسترهٔ ایـران نمایه تعداد روز های همراه با بارش ابرسنگین تقریبا بدون روند معنادار است؛ تنها منطقه کوچکی در غرب کشور روند معنی داری مثبت مشاهده می شود.



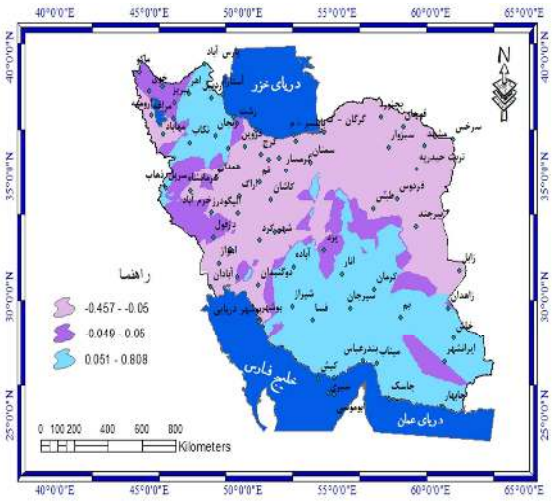
شکل ۲: نمایه تعداد روزهای همراه با بارش سنگین(R10mm)



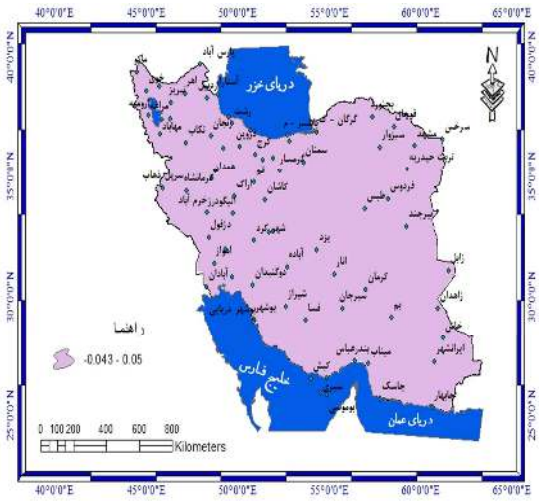
شکل۳: نمایه تعداد روزهای همراه با بارش ابر سنگین (R20mm)

سطح معناداری روند روزهای متوالی خشک(CCD) در شکل (۴) نشان داده شده است. در نواحی جنوبی (کرانه های دریای عمان و خلیج فارس) و قسمت هایی از غرب و جنوب غرب دریای خزر روند مثبت روز های توالی خشک مشاهده می گردد و در نواحی شمال، شمال شرق و مرکزی روند منفی روز های متوالی خشک وجود دارد. روند روزهای متوالی خشک نشان می دهد که در 39 درصد از گسترهٔ ایران روند مثبت معنی دار و در ۴۵ درصد از گسترهٔ ایـران روند منفی معنی دار وجود دارد و همچنین در ۱۵ درصد از گستره ی ایران روند معنا داری وجود ندارد. بیشترین شیب نزولی روند در طبس (۲,۳۹-)، خاش(۱,۴-) و کرج (۱,۱۶-) وجود دارد. بیشترین صعودی روند مربوط به جزیره ابوموسی(۲,۴۳)، یزد(۱,۶۷)، بندرعباس(۱,۲۲) می باشد جدول (۲). سطح معنی داری نمایه روزهای

متوالی مرطوب(CWD) در شکل (۵) حاکی از آن است که روزهای متوالی مرطوب در اکثر گستره ی ایران بدون روند معنادار است؛ به عبارت دیگر بالاتر از ± 0.05 نمی باشد.

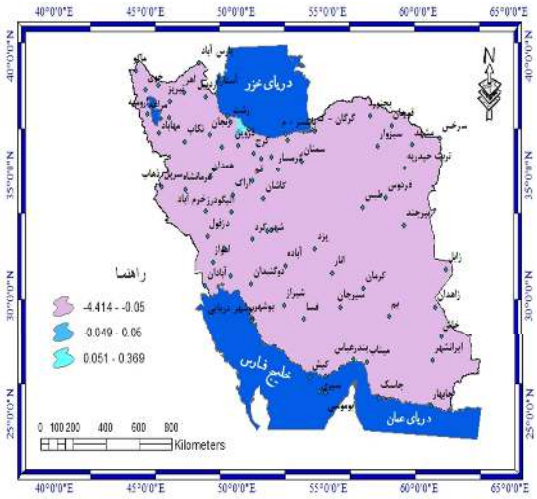


شکل ۴: نمایه روزهای متوالی خشک(CCD)

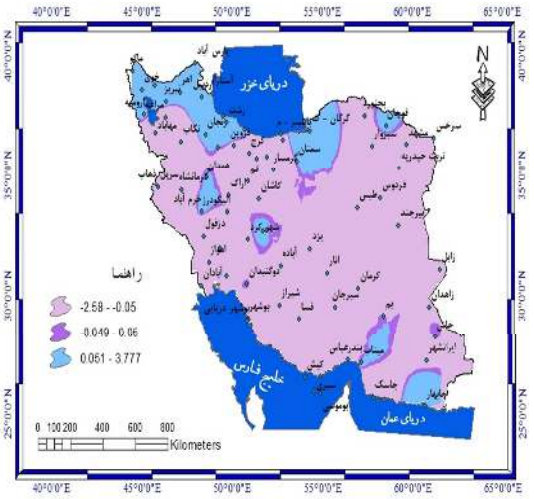


شکل۵: نمایه روزهای متوالی مرطوب(CWD)

روند منفی معنادار نمایه مقدار کلّ بارش روزهای مرطوب سالانه (PRCPTOT) در حـدود 99 درصد از گسترهٔ ایران را شامل می شود؛ که بیانگر آن است این نمایه تقریبا در کل کشور روند نزولی معناداری را داشته است تنها روند مثبت در قسمتی ناچیزی از بندر انزلی وجود دارد، بیشترین شیب نزولی بارش سالانه در گستره ی ایران زمین در ایستگاه مسجد سلیمان با شیب ۸,۲۶- و سرپل ذهاب با شیب ۶,۳- وجود دارد، بیشترین روند مثبت بارش سالانه در ایستگاه انزلی و رامسر به ترتیب با شیب ۳,۱ و ۳ مشاهده می شود جدول (۲). روزهای خیلی مرطوب (R95p) بیانگر مجموع مقدار بارش روزهایی از سال است که مقدار بارش بیش از صدک ۹۵ باشد. بررسی معنی داری روند با ایـن نمایـه بـرروی ایران نشان داد که در نواحی شمال غرب کشور، جنوب شرق دریای خزر و جنوب شرق ایران میزان بارش ناشی از روزهای خیلـی مرطـوب روبـه افزایش است. بیشترین شیب روند کاهشی این نمایه در مسجد سلیمان و سپس فسا به ترتیب با مقدار۴,۳- و ۳,۱۷- وجود دارد، بیشترین شیب روند افزایشی روزهای خیلی مرطوب در آستارا با مقدار ۶ مشاهده می شود جدول (۲). روند منفی معنا دار در روزهای خیلی مرطوب در حدود ۷۸ درصد از گسترهٔ ایـران و در حدود ۱۴ درصد دارای روند مثبت معنا دار و ۸ درصد از گستره ایران بدون روند معنا داری است شکل (۷).

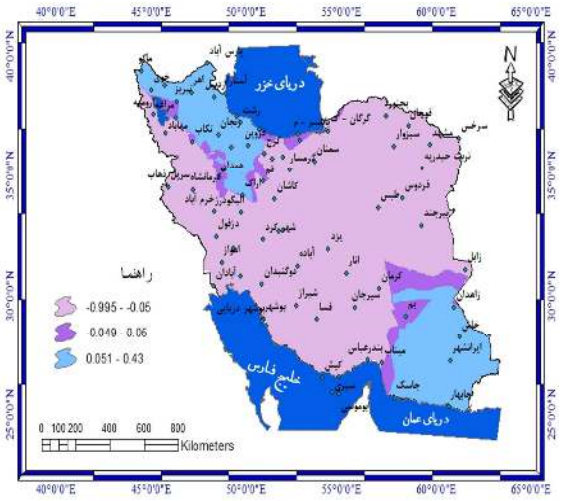


شکل ۶: نمایه مقدار کلّ بارش روزهای مرطوب سالانه (PRCPTOT)

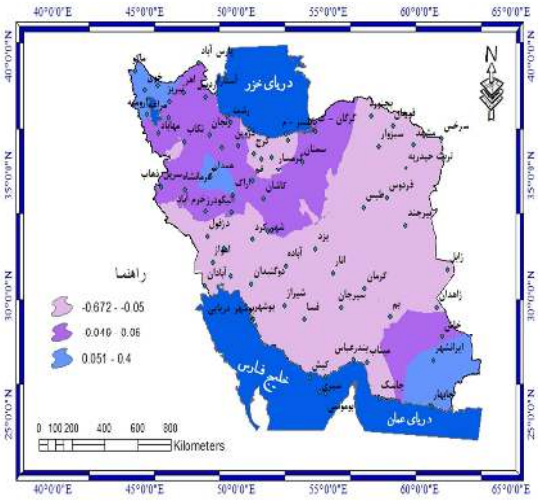


شکل ۷: نمایه روزهای خیلی مرطوب (R95p)

رونـد روزهـای بسـیار مرطـوب (R99p) درحـدود ۷۰ درصد از گسترهٔ ایران منفی معنا دار است، که بیشتر بر روی منـاطق جنـوب غـرب، غـرب کشـور، مرکزی، شرقی و شمال شرقی قـرار دارد. در این نمایه در حدود ۸ درصد ازگستره ی ایران روندی مثبت معنا دار دارد، نواحی شمال غربی کشور و جنوب شرقی کشور دارای روند مثبت می باشد، بیشترین روند افزایشی روزهـای بسـیار مرطـوب در خرم آباد با شیب ۱,۴ و بیشترین روند کاهشی در سر پل ذهاب با شیب ۲,۷۸- مشاهده می گردد جدول (۲) و همچنین در ۲۲ درصد از گستره ایران روند معنا دار خاصی مشاهده نمی شود شکل (۸). بیشترین مقدار بارش یک روزه(RX1day) به نوعی بیانگر شدت بـارش روزانـه است. معنا داری روند این نمایه در شکل(۹) آمده است. روند مقدار بـارش یـک روزه در منـاطق جنـوب غـرب وشمال شرق ایران طی بازه زمانی مورد مطالعه کاهشی است. درحالیکه مناطق جنوب شرقی، شمال غربی دارای روند افزایشی است. بیشترین شیب روند کاهشی مقدار بـارش یـک روزه مربـوط به مسجد سلیمان با مقدار ۱,۳۴- و بیشترین شیب روند افزایشی این نمایه مربوط به چابهار با مقدار ۱,۲۳ است جدول (۲). روند مقدار بـارش یـک روزه در حـدود ۴۷ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۴۷ درصد آن بدون روند و ۶ درصد از آن با روند مثبت است شکل (۹).

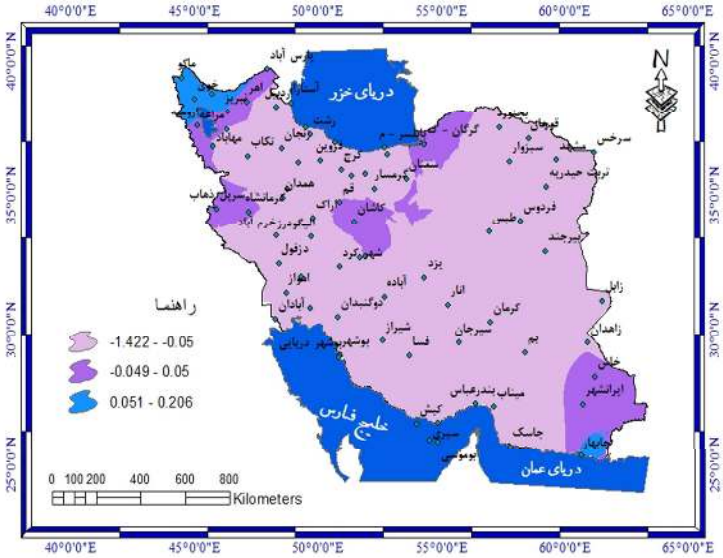


شکل ۸: نمایه رونـد روزهـای بسـیار مرطـوب (R99p)



شکل ۹: نمایه مقدار بارش یک روزه(RX1day)

بیشترین مقدار بارش5 روزه (RX5day) بیانگر شدت بارش در موج بارش هـایی است که 5 روز دوام دارند. مناطق دارای روند از لحاظ پراکنش مکانی تقریباً همانند نمایهٔ بیشتـرین مقدار بارش یک روزه است درحالی که از گسترش روند مثبت آنها کاسته شده است. بیشترین شیب روند کاهشی مربوط به ایستگاه های فسا و مسجد سلیمان که به ترتیب برابر ۲,۴- و ۱,۹- است. بیشترین شیب روند افزایشی مربوط به چابهار با مقدار ۰,۵ می باشد، روند بیشترین مقدار بارش5 روزه در حـدود ۷۳ درصد از گسترهٔ ایران منفی معنادار و در ۲ درصد آن مثبت معنا دار و ۲۵ درصد از آن بدون روند است شکل(۱۰).



شکل ۱۰: نمایه مقدار بارش۵ روزه(RX5day)

جدول ۲: شیب خط روند نمایه های حدی بارش در ۷۶ ایستگاه همدید

ردیف	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	r10mm	r20mm	R86mm	cdd	cwd	r95p	r99p	prcptot
۱	(آبعلی) تهران	۵۱/۸۸	۳۵/۷۵	۰/۰۶	-۰/۰۳	۰	-۰/۸۲	۰/۰۵	-۱/۲۴	-۰/۳۹	۰/۳
۲	آباده	۵۲/۶۷	۳۱/۱۸	۰	-۰/۰۳	۰	-۰/۵۸	۰	-۰/۶۱	-۰/۶	-۰/۷۱
۳	آبادان	۴۸/۲۵	۳۰/۳۷	-۰/۰۸	-۰/۰۶	-۰/۰۱	-۰/۱۵	-۰/۰۲	-۱/۷۵	-۰/۵۵	-۳/۰۶
۴	اهر	۴۷/۰۷	۳۸/۴۳	-۰/۰۶	۰/۰۴	-۰/۰۱	-۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۹۶	۰/۵۶	-۰/۶۴
۵	الیگودرز	۴۹/۷	۳۳/۴	۰/۰۲	۰/۰۳	۰	-۱/۰۵	-۰/۰۲	۰/۷۴	۰/۲۱	-۰/۱۴
۶	اهواز	۴۸/۶۷	۳۱/۳۳	-۰/۱۵	-۰/۰۱	۰	۰/۷۸	-۰/۰۳	-۰/۶۴	-۰/۴۸	-۳/۱۳
۷	ابوموسی	۵۴/۸۳	۲۵/۸۳	-۰/۰۸	-۰/۰۴	۰/۰۱	۲/۴۳	-۰/۰۳	-۰/۳۵	-۰/۱۳	-۲/۲
۸	اردبیل	۴۸/۲۸	۳۸/۲۵	-۰/۰۱	-۰/۰۲	۰	-۰/۰۲	۰	-۰/۱۵	۰/۱۲	-۰/۶۲
۹	اراک	۴۹/۷۷	۳۴/۱	۰/۰۱	-۰/۰۳	۰	-۰/۲۵	-۰/۰۳	-۰/۹۱	-۱/۰۷	-۱/۳
۱۰	انار	۵۵/۲۵	۳۰/۸۸	-۰/۰۱	-۰/۰۱	۰	۱/۱۵	-۰/۰۵	-۰/۶۱	-۰/۲	-۱/۳۳
۱۱	آستارا	۴۸/۸۷	۳۸/۴۲	-۰/۰۴	۰/۱۵	۰	۰/۵	-۰/۰۴	۶/۳۱	۱/۲۹	۲/۷۹
۱۲	بابلسر - م	۵۲/۶۵	۳۶/۷۲	-۰/۰۶	-۰/۰۶	۰	۰/۴۹	-۰/۰۷	-۰/۶۳	-۰/۴۹	-۲/۴۶
۱۳	بم	۵۸/۳۵	۲۹/۱	-۰/۰۲	۰/۰۱	۰	۰/۲۹	-۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۳۸	-۰/۰۱
۱۴	بندرعباس	۵۶/۳۷	۲۷/۲۲	-۰/۰۹	-۰/۰۵	۰	۱/۲۲	-۰/۰۴	-۱/۱۲	۰/۵۹	-۳/۳۴
۱۵	بندر انزلی	۴۹/۴۷	۳۷/۴۷	۰/۰۳	۰/۱	۰	۰/۳۵	۰/۰۱	۲/۷۹	۰/۷۹	۳/۱
۱۶	بندرلنگه	۵۴/۸۳	۲۶/۵۳	-۰/۱۲	-۰/۰۸	۰	-۰/۰۵	-۰/۰۲	-۱/۳	-۰/۲۵	-۳/۶
۱۷	بجنورد	۵۷/۳۲	۳۷/۴۷	-۰/۰۴	-۰/۰۲	۰	-۰/۴۶	-۰/۰۳	-۰/۳۹	-۰/۶۲	-۱/۱۹
۱۸	بیرجند	۵۹/۲	۳۲/۸۷	-۰/۰۷	-۰/۰۲	۰	۰/۳۴	-۰/۱۱	-۰/۴۹	-۰/۰۸	-۲/۶۷
۱۹	بوشهر دریایی	۵۰/۸۲	۲۸/۹	-۰/۱۱	-۰/۰۲	۰	۰/۳۳	-۰/۰۳	-۰/۲۳	-۰/۰۴	-۲/۱۳
۲۰	بوشهر	۵۰/۸۳	۲۸/۹۸	-۰/۰۷	-۰/۰۵	۰	۰/۲۳	-۰/۰۴	-۱/۲۲	۰/۰۵	-۳/۱۶
۲۱	دوگنبدان	۵۰/۷۷	۳۰/۴۳	-۰/۱۷	۰/۰۱	۰	-۰/۹۷	۰/۰۱	۰/۲۷	-۱/۰۳	-۳/۲۷
۲۲	چابهار	۶۰/۶۲	۲۵/۲۸	-۰/۰۷	۰	۰/۰۱	-۰/۷۸	-۰/۰۴	۲/۱۵	۰/۹۱	-۰/۴۹
۲۳	فردوس	۵۸/۱۷	۳۴/۰۲	-۰/۱۵	-۰/۰۵	۰	-۰/۳۹	-۰/۰۳	-۱/۳۶	-۰/۵۸	-۳/۲۶
۲۴	اصفهان (ازن)	۵۱/۶۷	۳۲/۶۲	۰/۰۷	۰/۰۳	۰	-۰/۵۶	۰/۰۴	۱/۱	۰/۳۸	۱/۴۳
۲۵	شرق اصفهان	۵۱/۸۷	۳۲/۶۷	-۰/۰۳	-۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۹۸	۰/۰۴	-۰/۰۸	۰/۰۴	-۰/۲۵
۲۶	فسا	۵۳/۶۸	۲۸/۹۷	-۰/۱۱	-۰/۰۸	-۰/۰۱	۰/۹۹	-۰/۰۱	-۳/۱۷	-۱/۹۶	-۴/۸۶
۲۷	قراخیل - م	۵۲/۷۷	۳۶/۴۵	-۰/۰۷	۰/۰۱	۰	۰/۲۳	-۰/۰۳	-۰/۷۴	-۱/۵	-۲/۲۵
۲۸	گرمسار	۵۲/۲۷	۳۵/۲	-۰/۰۹	۰	۰	۰/۱۸	۰/۰۱	-۰/۴۴	-۰/۱۲	-۱/۳۲
۲۹	گرگان - گ	۵۴/۲۷	۳۶/۸۵	-۰/۱	۰/۰۱	۰	۰/۵۵	-۰/۰۱	۲/۸۸	۱/۲۷	-۲
۳۰	همدان	۴۸/۵۳	۳۴/۸۷	-۰/۰۲	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۱۱	-۰/۰۵	۰/۵۱	۰/۷۷	-۱/۳۱
۳۱	جلفا	۴۵/۶۷	۳۸/۷۵	۰/۰۸	۰/۰۱	۰	-۰/۵۷	۰/۰۱	۰/۹۹	۰/۲	۲/۶۴
۳۲	ایرانشهر	۶۰/۷	۲۷/۲	۰	-۰/۰۱	۰	۰/۴۹	-۰/۰۲	-۰/۳۷	۰/۱۳	-۱/۳۲

۳۳	جاسک	۵۷/۷۷	۲۵/۶۳	-۰/۱	-۰/۰۴	۰	-۰/۹۲	-۰/۰۴	-۱/۹۴	-۱/۲۸	-۳/۷
۳۴	کرج	۵۰/۹	۳۵/۹۲	۰/۰۳	۰	۰	-۱/۱۶	۰/۰۴	-۰/۴۲	۰/۲۸	۰/۷۵
۳۵	کرمانشاه	۴۷/۱۵	۳۴/۳۵	-۰/۱۶	-۰/۰۸	-۰/۰۱	-۰/۴۴	-۰/۰۲	-۱/۳	-۰/۵۱	-۵/۰۲
۳۶	کاشان	۵۱/۴۵	۳۳/۹۸	۰/۰۱	-۰/۰۲	۰	-۰/۵۴	۰/۰۴	-۰/۶۵	-۰/۷۵	-۰/۴۹
۳۷	کرمان	۵۶/۹۷	۳۰/۲۵	۰/۰۵	-۰/۰۲	۰	۰/۹۱	-۰/۰۵	-۰/۷۵	-۰/۷۶	-۱/۱۲
۳۸	خوی	۴۴/۹۷	۳۸/۵۵	-۰/۰۲	۰/۰۲	۰	-۰/۸۲	۰/۰۲	۰/۸	۱/۱	۱/۰۲
۳۹	خرمدره	۴۹/۱۸	۳۶/۱۸	۰/۰۱	۰	۰	-۰/۸۳	۰/۰۱	-۰/۳۳	۰/۲۶	-۰/۸۴
۴۰	خرم آباد	۴۸/۲۸	۳۳/۴۳	-۰/۲۳	-۰/۰۹	۰/۰۱	-۰/۵۶	-۰/۰۱	۰/۸۳	۱/۴۷	-۴/۰۲
۴۱	خاش	۶۱/۲	۲۸/۲۲	۰/۰۱	-۰/۰۴	۰	-۱/۴	۰	۰/۱۵	۰/۲۹	-۰/۶۷
۴۲	کیش	۵۳/۹۸	۲۶/۵	-۰/۱۲	-۰/۰۸	۰	۰/۹۱	-۰/۰۳	-۲/۲۹	-۱/۰۶	-۴/۲۶
۴۳	پارس آباد	۴۷/۹۲	۳۹/۶۵	۰/۱۵	۰	۰	۰/۳۹	-۰/۰۴	-۰/۱۱	-۰/۰۵	۱/۰۸
۴۴	ارومیه	۴۵/۰۸	۳۷/۵۳	-۰/۱۶	۰/۰۳	۰	-۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۳۵	-۰/۱۵	-۲/۵
۴۵	رشت	۴۹/۶۵	۳۷/۲	-۰/۰۹	-۰/۱۱	۰	۰/۳۳	-۰/۰۸	۱/۵۴	-۰/۱۷	-۴/۰۴
۴۶	قزوین	۵۰/۰۵	۳۶/۲۵	-۰/۰۱	-۰/۰۳	۰	-۰/۰۶	-۰/۰۳	-۰/۶۹	۰/۱۴	-۱/۵
۴۷	رامسر - م	۵۰/۶۷	۳۶/۹	۰	۰/۰۵	-۰/۰۱	۰/۴	۰/۰۱	۰/۳۴	۱/۲۹	۳/۰۲
۴۸	قوچان	۵۸/۵	۳۷/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۲	۰	-۰/۷۴	-۰/۰۱	۰/۸۳	۱/۰۲	۰/۹۴
۴۹	سبزوار	۵۷/۷۲	۳۶/۲	-۰/۱۳	-۰/۰۲	۰	-۰/۳۲	-۰/۰۵	-۱	-۰/۴۹	-۲/۲۷
۵۰	قم	۵۰/۸۵	۳۴/۷	۰	-۰/۰۱	۰	-۰/۰۶	-۰/۰۳	-۰/۳۵	۰/۱۲	-۰/۷۲
۵۱	سرخس	۶۱/۱۷	۳۶/۵۳	۰/۰۶	-۰/۰۱	۰	-۰/۳۸	-۰/۰۳	-۰/۴۳	-۰/۳۵	۰/۱۸
۵۲	سمنان	۵۳/۵۵	۳۵/۵۸	-۰/۰۳	-۰/۰۲	۰/۰۱	-۰/۵۷	۰/۰۲	-۰/۱۵	-۰/۰۶	-۰/۶۴
۵۳	سرپل ذهاب	۴۵/۸۷	۳۴/۴۵	-۰/۲۴	-۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۵	-۰/۰۳	-۱/۸۵	-۲/۷۸	-۶/۴
۵۴	تبریز	۴۶/۲۸	۳۸/۰۸	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰	۰/۵۴	-۰/۰۱	۰/۶۷	۰/۰۳	-۰/۵۳
۵۵	تکاب	۴۷/۱۲	۳۶/۳۸	-۰/۲۳	-۰/۰۶	۰	۰/۹۳	-۰/۰۶	-۲/۵۱	-۲/۰۳	-۴/۹۲
۵۶	طبس	۵۶/۹۲	۳۳/۶	-۰/۰۷	-۰/۰۲	۰	-۲/۳۹	-۰/۰۱	-۰/۵۹	-۰/۲۷	-۱/۳۲
۵۷	شهر کرد	۵۰/۸۵	۳۲/۲۸	-۰/۰۳	-۰/۰۱	۰	-۰/۳	-۰/۰۲	-۰/۳۲	-۰/۲۶	-۱/۲۵
۵۸	سیرجان	۵۵/۶۸	۲۹/۴۷	۰/۰۱	-۰/۰۲	۰	۰/۲	-۰/۰۳	-۱/۰۳	۰/۰۳	-۰/۷
۵۹	سیری	۵۴/۴۸	۲۵/۸۸	-۰/۱	-۰/۰۷	۰	-۰/۲۷	-۰/۰۱	-۱/۳۶	۰/۰۱	-۲/۴۶
۶۰	زنجان	۴۸/۴۸	۳۶/۶۸	۰/۰۹	۰/۰۱	۰	۰/۲۵	-۰/۰۱	۱/۱	۰/۱۵	۰/۸۶
۶۱	تهران مهرآباد	۵۱/۳۲	۳۵/۶۸	۰	-۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۶	۰	-۱/۲	-۰/۲۸	-۱/۱۹
۶۲	تربت حیدریه	۵۹/۲۲	۳۵/۲۷	-۰/۱۳	-۰/۰۴	۰	-۰/۸۶	-۰/۰۴	-۱/۵۶	-۰/۶	-۲/۹۴
۶۳	یزد	۵۴/۲۸	۳۱/۹	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	۱/۶۷	۰	-۰/۳۷	-۰/۲۷	-۰/۶۴
۶۴	زابل	۶۱/۴۸	۳۱/۰۳	-۰/۰۵	-۰/۰۲	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۸۲	-۰/۲۵	-۱/۱۵
۶۵	زاهدان	۶۰/۸۸	۲۹/۴۷	-۰/۰۲	۰	۰	۰/۲۵	۰/۰۲	-۰/۰۷	-۰/۰۵	-۰/۰۲
۶۶	مراغه	۴۶/۲۷	۳۷/۴	-۰/۲۱	-۰/۰۶	۰	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۱/۲۷	-۰/۰۶	-۵/۲۲
۶۷	مشهد	۵۹/۶۳	۳۶/۲۷	-۰/۱۳	-۰/۰۳	۰	۰/۱۸	-۰/۰۵	-۰/۶۸	-۰/۴۹	-۲/۲۷
۶۸	دوشان تپه	۵۱/۳۳	۳۵/۷	۰/۰۴	-۰/۰۳	۰/۰۱	-۰/۲۵	۰/۰۲	-۰/۵۴	-۰/۰۳	-۰/۱۹
۶۹	همدان نورژه	۴۸/۷۲	۳۵/۲	-۰/۱۳	-۰/۰۱	۰	۰/۸۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۵۳	-۳/۳۸
۷۰	دزفول	۴۸/۳۸	۳۲/۴	-۰/۱۶	-۰/۱۱	۰	۰/۴۲	-۰/۰۳	-۱/۵۴	۰/۴۲	-۵/۷۲

۷۱	مسجدسلیمان	۴۹/۲۸	۳۱/۹۳	-۰/۲۴	-۰/۱۲	۰	-۰/۵۱	-۰/۰۵	-۴/۳۳	-۲/۷۷	-۸/۲۶
۷۲	امیدیه پایگاه	۴۹/۶۵	۳۰/۷۷	-۰/۰۵	۰	۰	۱/۰۴	-۰/۰۳	۰/۲۵	-۱/۱۶	-۲/۰۶
۷۳	شیراز	۵۲/۶	۲۹/۵۳	-۰/۱۲	-۰/۰۴	-۰/۰۱	-۱/۰۷	-۰/۰۶	-۰/۸۸	-۲/۰۹	-۳/۵۵
۷۴	میناب	۵۷/۰۸	۲۷/۱	-۰/۰۵	-۰/۰۲	۰	۰/۲۵	-۰/۰۲	۱/۰۵	۱/۲۳	-۱/۲
۷۵	ماکو	۴۴/۴۳	۳۹/۳۳	۰/۰۷	۰/۰۲	۰	-۰/۷۳	۰/۰۴	۱/۳۷	۰/۶۱	۲/۱۶
۷۶	مهاباد	۴۵/۷۲	۳۶/۷۷	-۰/۱۳	-۰/۰۵	۰	-۰/۲۹	-۰/۰۱	-۱/۰۳	۰/۰۷	-۲/۸۴

نتیجه گیری

تغییرات آب و هوایی در مناطق گوناگون جهان اثر گذار است که در هر منطقه به صورت متفاوتی نمود می یابد. یکی از این اثرات تغییر رفتار بارش است که می تواند بصورت فرین های بارشی نقشی مخرب در زندگی انسان ها داشته باشد؛ بنابراین پرداختن به فرین های بارشی از نظر هیدرو-اقلیم اهمیت زیادی در مطالعات اقلیمی دارد. برای واکاوی تغییرات مقادیر حدی بارش در کشور ایران از داده های روزانه مربوط در ۷۶ ایستگاه همدید در دوره ی ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ (۱۰۹۵۷روز متوالی) استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد، روند تعداد روزهـای همـراه بـا بـارش سـنگین درحدود ۷ درصد از پهنهٔ ایران منفی و در ۹۳ درصد از پهنهٔ ایران بدون روند است. نرخ کاهشی تعـداد روزهـای همراه با بارش سنگین در نواحی غربی کشور مشاهده می شود. در سایر مناطق روندی در بارش سنگین مشاهده نمی گردد. بیشترین شیب روند کاهشی مربوط به ایستگاه های مسجد سلیمان، سرپل ذهاب، خرم آباد است. بنابراین می توان گفت در اکثر مناطق کشور سهم بارش های سنگین بشدت کاهش یافته و روبه نزول است و وقوع این رویداد می تواند در مناطق پربارش کشور نظیر شمال و مناطقی که سرچشمه رودخانه های اصلی کشور هستند مشکل آفرین باشد. همچنین روند تعداد روزهای همراه با بـارش ابرسنگین نشان میدهد در گسترهٔ ایـران بدون روند است. این اتفاق بدلیل این است که در منطقه گرم و خشکی نظیر ایران بارش های ابرسنگین به ندرت و نامتوازن بوقوع می پیوندد. روند روزهای خشک متوالی نشان میدهد که در ۲۸ درصد از گسترهٔ ایران شامل نواحی جنوبی (کرانه های دریای عمان و خلیج فارس) و قسمت هایی از غرب و جنوب غرب دریای خزر روندی مثبت و رو به افزایش دارند و در ۳۷ درصد از پهنه ایـران شامل مناطق شمال، شمال شرق و نواحی مرکزی روند روزهای خشک متوالی منفی و کاهشی است. همچنین در ۳۵ درصد از گستره ی ایران روند خاصی وجود ندارد. بنابراین نواحی ساحلی و غراب ایران به سمت کاهش روزهای بارشی پیش می روند که بر وخامت اوضاع هیدرولوژیکی کشور خواهد افزود.

روند مقدار کلّ بارش روزهای مرطوب سالانه در حـدود۹۹ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۰/۵ درصد آن مثبت و ۰,۵درصد از آن بدون روند است. روند مثبت در قسمتی ناچیزی از بندر انزلی وجود دارد، بیشترین روند منفی بارش سالانه در گستره ی ایران زمین در ایستگاه مسجد سلیمان با شیب ۸,۲۶- و سرپل ذهاب با شیب ۶,۳- وجود دارد، بیشترین روند مثبت بارش سالانه در ایستگاه انزلی و رامسر به ترتیب با شیب ۳,۱ و ۳ مشاهده می شود. بررسی روزهای متوالی مرطوب نشان می دهد که وقوع این پدیده در ایران بدلیل موقعیت قرارگیری ایران در منطقه جنب حاره از روند خاصی پیروی نمی کند و تنها در صورت روزهای مرطوب متوالی در ایران افزایش می باید که سامانه‌های

پرقدرتی وارد منطقه شوند که آن هم بصورت ناپیوسته در مناطق شمالی کشور که تحت حاکمیت پرفشار قرار ندارند اتفاق می افتد. روند روزهای خیلی مرطوب در حدود ۷۸ درصد از گسترهٔ ایـران منفی و در حدود ۱۴ درصد دارای روند مثبت و ۸ درصد از گستره ایران بدون روند است. رونـد روزهـای بسـیار مرطـوب درحـدود ۷۰ درصد از گسترهٔ ایران منفی است، که بیشتر بر روی منـاطق جنـوب غـرب، غـرب کشـور، مرکزی، شرقی و شمال شرقی قـرار دارد. در این نمایه در حدود ۸ درصد ازگستره ی ایران روندی مثبت دارد، نواحی شمال غربی کشور و جنوب شرقی کشور دارای روند مثبت می باشد، بیشترین روند افرایشی روزهـای بسـیار مرطـوب در خرم آباد با شیب ۱,۴ و بیشترین روند کاهشی در سر پل ذهاب با شیب ۲,۷۸- مشاهده می گردد و همچنین در ۲۲ درصد از گستره ایران روند خاصی مشاهده نمی شود. بنابراین می توان گفت که پهنه کشور با کاهش ورود توده های مرطوب به کشور مواجه بوده است و در آینده شرایط خشکسالی تشدید خواهد شود. روند مقدار بـارش یـک روزه در حـدود ۴۷ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۴۷ درصد آن بدون روند و ۶ درصد از آن با روند مثبت است. روند بیشترین مقدار بارش ۵ روزه در حـدود ۷۳ درصد از گسترهٔ ایران منفی و در ۲ درصد آن مثبت و ۲۵ درصد از آن بدون روند است. بیشترین شیب روند کاهشی مربوط به ایستگاه های فسا و مسجد سلیمان که به ترتیب برابر ۲,۴- و ۱,۹- است. بیشترین شیب روند افزایشی مربوط به چابهار با مقدار ۰,۵ می باشد. بدین ترتیب نتایج نشان دادند که شرایط بارشی کشور و به تبع آن وضعیت آبی کشور رو به وخامت گذاشته که این شرایط خشک شدن بیشتر دریاچه های داخلی، کاهش هر چه بیشتر رطوبت سطحی خاک، کاهش جنگل ها و مراتع، کاهش سطوح زیر کشت، در نتیجه گسترش پهنه های گردو غبار خیز داخلی کشور را به همراه خواهد داشت.

منابع

اسدی، اشرف و ابوالفضل مسعودیان، (۱۳۹۳)، بررسی پراکنش زمانی- مکانی دماهای فرین گرم در ایران، نشریه پژوهش‌های محیط‌زیست، ۵(۹): ۵۹- ۷۲.

دارند، محمد، (۱۳۹۳)، واکاوی تغییرات مقادیر حدی بارش و دما در ارومیه به‌عنوان نشانه‌هایی از تغییر اقلیم، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۲۱(۲): ۱ – ۳۰.

رحیم زاده، فاطمه؛ عسگری، احمد؛ فتاحی، ابراهیم؛ محمدیان، نوشین و افسانه تقی‌پور، (۱۳۸۸)، روند نمایه‌های حدی اقلیمی دما در ایران طی دوره ۲۰۰۳-۱۹۵۱، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۴(۲): ۱۱۹-۱۴۴.

عساکره، حسین؛ ترکارانی، فاطمه و صغری سلطانی، (۱۳۹۱)، مشخصات زمانی – مکانی بارش‌های روزانهٔ فرین بالا در شمال غرب ایران، نشریه تحقیقات منابع آب ایران، ۸(۳): ۳۹-۵۳.

عسگری، احمد؛ رحیم زاده، فاطمه؛ محمدیان، نوشین؛ فتاحی، ابراهیم(۱۳۸۶). تحلیل روند نمایه های بارش های حدی در ایران، تحقیقات منابع آب. ۳(۳): ۵۵-۴۲.

علیجانی، بهلول؛ فرج زاده، حسن، (۱۳۹۴). تحلیل روند شاخص های دمای فرین در شمال ایران. نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، ۱۹(۵۲), ۲۵۶-۲۲۹.

محمدی، حسین؛ عزیزی، قاسم؛ خوش اخلاق، فرامرز و فیروز رنجبر، (۱۳۹۶)، تحلیل روند شاخص‌های حدی بارش روزانه در ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۹(۱): ۲۱-۳۷.

Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G. & Tagipour, A. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 111(D5). DOI: 10.1029/2005JD006290.

Baidya, S. K., Shrestha, M. L., & Sheikh, M. M. (2008).Trends in daily climatic extremes of temperature and precipitation in Nepal. Journal of Hydrology and Meteorology, 5(1), Pp. 38-51.

Bautista, F., Pacheco, A., & Dubrovina, I. (2019). Climate change indicators software for computing climate change indices for agriculture. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 6(17), 343-351. DOI: 10.19136/era.a6n17.1770

Bigi, V., Pezzoli, A., & Rosso, M. (2018). Past and Future Precipitation Trend Analysis for the City of Niamey (Niger): An Overview. Climate, 6(3), 73.https://doi.org/10.3390/cli6030073

Easterling, D. R., Alexander, L. V., Mokssit, A., & Detemmerman, V. (2003). CCI/CLIVAR workshop to develop priority climate indices. Bulletin of the American Meteorological Society, 84(10), 1403-1407. DOI:10.1175/BAMS-84-10-1403

Encinas, A. H., Dios, A. Q., Encinas, L. H., & Martínez, V. G. (2013). Statistical analysis from time series related to climate data. International Journal of Applied Physics and Mathematics, 3(3), 203.DOI: 10.7763/IJAPM.2013.V3.206.

Hu, Y., Maskey, S., & Uhlenbrook, S. (2012). Trends in temperature and rainfall extremes in the Yellow River source region, China. Climatic Change, 110(1-2), 403-429. DOI: 10.1007/s10584-011-0056-2.

Islam, N. (2008). Understanding the Rainfall Climatology and Detection of Extreme Weather Events in SAARC Region. SAARC Meteorology. Research Centre (SMRC).

Jiang, D., Wang, K., Li, Z., & Wang, Q. (2011).Variability of extreme summer precipitation over the Circum-Bohai-Sea region during 1961–2008. Theoretical and Applied Climatology, 104(3-4), 501-509. DOI: 10.1007/s00704-010-0369-5.

Kao, S. C., & Ganguly, A. R. (2011).Intensity, duration, and frequency of Precipitation Extremes under 21st-century warming scenarios. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 116(D16). DOI:10.1029/2010JD015529.

Manton, M. J., Della-Marta, P. M., Haylock, M. R., Hennessy, K. J., Nicholls, N., Chambers, L. E., ...& Inape, K. (2001). Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961–1998. International Journal of Climatology, 21(3), 269-284. https://doi.org/10.1002/joc.610

Mathbout, S., Lopez-Bustins, J. A., Royé, D., Martin-Vide, J., Bech, J., & Rodrigo, F. S. (2018). Observed Changes in Daily Precipitation Extremes at Annual Timescale Over the Eastern Mediterranean During 1961–2012. Pure and Applied Geophysics, 175(11), 3875-3890. DOI:10.1007/s00024-017-1695-7

Mokssit, A. (2003). Development of Priority Climate Indices for Africa: A CCl. In CLIVAR Workshop of the World Meteorological Organization. In: Bolle, Hans-Jurgen (pp. 115-123). https://doi.org/10.1007 / 978-3-642-55657-9_5.

Peterson, T. C., Taylor, M. A., Demeritte, R., Duncombe, D. L., Burton, S., Thompson, F., ...& Klein Tank, A. (2002). Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 107(D21), ACL-16. https://doi.org/10.1029/2002JD002251

Poortinga, W., Spence, A., Whitmarsh, L., Capstick, S., & Pidgeon, N. F. (2011). Uncertain climate: An investigation into public scepticism about anthropogenic climate change. Global environmental change, 21(3), 1015-1024.https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.03.00.

Rahimi, M., & Fatemi, S. S. (2019). Mean versus Extreme Precipitation Trends in Iran over the Period of 1960–2017. Pure and Applied Geophysics, 1-19.https://doi.org/10.1007/s00024-019-02165-9

Rahimi, M., Mohammadian, N., Vanashi, A. R., & Whan, K. (2018). Trends in Indices of Extreme Temperature and Precipitation in Iran over the Period 1960-2014. Open Journal of Ecology, 8(07), 396.https://doi.org/10.4236/oje.2018.87024

Sein, K., Chidthaisong, A., & Oo, K. (2018).Observed trends and changes in Temperature and Precipitation Extreme indices over Myanmar. Atmosphere, 9(12), 477.https://doi.org/10.3390/atmos9120477

Sillmann, J., & Roeckner, E. (2008). Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. Climatic Change, 86(1-2), 83-104. https://doi.org/10.1007/s10584-007-9308-6

Su, B. D., Jiang, T., & Jin, W. B. (2006). Recent trends in observed temperature and precipitation extremes in the Yangtze River basin, China. Theoretical and Applied Climatology, 83(1-4), 139-151. DOI:10.1007/s00704-005-0139-y.

Wang, L., Wang, W. J., Wu, Z., Du, H., Shen, X., & Ma, S. (2018). Spatial and temporal variations of summer hot days and heatwaves and their relationships with large-scale atmospheric circulations across Northeast China. International Journal of Climatology, 38(15), 5633-5645. https://doi.org/10.1002/joc.5768

Warner, M. D., Mass, C. F., & Salathé Jr, E. P. (2012). Wintertime Extreme Precipitation Events along the Pacific Northwest coast: Climatology and synoptic evolution. Monthly Weather Review, 140(7), 2021-2043. DOI: 10.1175/MWR-D-11-00197.1.

Wei, P., Shi, J., Cui, L., & Zhang, B. (2018).Spatio-temporal characteristics of extreme precipitation in East China from 1961 to 2015. Meteorologische Zeitschrift.https://dx.doi.org/10.1127/metz/2018/0849

Whan, K., Alexander, L. V., Imielska, A., McGree, S., Jones, D., Ene, E., ...& Laurent, V. (2014). Trends and variability of temperature extremes in the tropical Western Pacific.International Journal of Climatology, 34(8), 2585-2603. https://doi.org/10.1002/joc.3861

Yan, L., & Zheng, M. (2015). Influence of climate change on saline lakes of the Tibet Plateau, 1973–2010. Geomorphology, 246, 68-78. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.06.006

Yang, J., Ren, C., & Jiang, Z. (2008).Characteristics of Extreme Temperature Events and its response to regional warming in Northwest China in the past 45 years. Chinese Geographical Science, 18(1), 70-76. DOI:10.1007/s11769-008-0070-0.

You, Q., Kang, S., Pepin, N., Flügel, W. A., Yan, Y., Behrawan, H., & Huang, J. (2010).Relationship between temperature trend magnitude, elevation and mean temperature in the Tibetan Plateau from homogenized surface stations and reanalysis data. Global and Planetary Change, 71(1-2), 124-133. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2010.01.020.

Zhang, X., & Yang, F. (2004).Climate Research Branch Environment Canada, Downsview, Ontario, Canada.Manual de usuario RClimdex. Versión en Español por: José Luis Santos. Centro Internacional Para la Investigación del Fenómeno de El Niño CIIFEN Septiembre, 20.

Zhang, X., Aguilar, E., Sensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., ...& Albert, P. (2005). Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 110(D22). DOI:10.1029/2005JD006181.

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۳۰

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۰۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۱۴

صفحات: ۱۷۲ - ۱۵۱

تبیین تاب آوری مناطق روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تاکید بر سیلاب

مهدی مودودی ارخودی[۱]*، ریحانه برومند[۲]، ابراهیم اکبری[۳]

چکیده

هدف از پژوهش، شناسایی عوامل موثر برشگل گیری سیلاب و پهنه بندی خطر وقوع سیل حوضه آبریز قائن به همراه تبیین تاب آوری مناطق روستایی در مواجهه با سیلاب است. رویکرد کلی پژوهش، از نوع پژوهش‌های کمی و از نظر شیوه گردآوری داده ها، مبتنی بر داده‌های کتابخانه‌ای و میدانی می‌باشد. جامعه آماری شامل ۱۲ روستای حوضه مرکزی شهرستان قائن که در معرض خطر بالای سیلاب قرار دارند، می باشد. نمونه آماری پژوهش، مشتمل بر ۱۰ نفر از متخصصان حوزه مخاطرات طبیعی و ۳۳۵ نفر از ساکنان روستاهای مورد مطالعه است. در این تحقیق به منظور پهنه بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب، از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تکنیک AHP استفاده شد که در نتیجه آن معیار شیب زمین با وزن ۰,۲۸۰ مهمترین عامل و معیارهای نقطه تمرکز و ارتفاع هرکدام با وزن های۰,۲۲۴ و ۰,۱۵۰ از اصلی ترین عوامل شگل گیری و وقوع سیلاب در محدوده مورد مطالعه قرار گرفتند. همچنین جهت تحلیل داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی همچون توزیع فراوانی و آزمون‌های آماری استنباطی از جمله آزمون تی تک نمونه‌ای، خی‌دو و کروسکال والیس استفاده شده است. به‌طورکلی نتایج نشان می‌دهد که تاب آوری روستاهای مورد مطالعه در سطح متوسط می باشد. با این حال، تاب آوری روستاها با یکدیگر متفاوت است؛ به طوریکه روستاهای ورزگ در بعد زیرساختی و اجتماعی و روستای علی آباد در بعد اقتصادی دارای بیشترین تاب آوری می باشند. همچنین روستاهای علی زنگی و فتح آباد، با قرارگیری در منطقه پرخطر، دارای کمترین تاب آوری می‌باشند.

واژگان کلیدی: تاب آوری، روستا، مخاطرات طبیعی، سیلاب. حوضه آبریز مرکزی قائن.

[۱]- عضو هیات علمی گروه جغرافیا دانشگاه بزرگمهر قائنات(نویسنده مسئول) mododi@buqaen.ac.ir

[۲]- دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز reyhane.boroumand@gmail.com

[۳]- کارشناس ارشد سنجش از دور، دانشگاه تبریز e.akbari.2791@gmail.com

مقدمه

همواره وقوع حوادث طبیعی مانند سیلاب و زلزله در عرصه های جغرافیایی، به ویژه در مناطق روستایی تاثیرات مخربی بر جای می گذارد. حوادث طبیعی اغلب با تخریب منابع اقتصادی و امکانات رفاهی و زیستی، سلامت ساکنان را به خطر می اندازند و همیشه خطر جدی برای توسعه بویژه در کشورهای در حال توسعه به شمار می روند (برقی و همکاران، ۱۳۹۶). لذا توجه به نواحی روستایی که به دلیل ضعف در امکانات و سطح اجتماعی- اقتصادی، آن ها را در برابر بلایا آسیب پذیر ساخته، اهمیت بسیاری دارد (شایان و همکاران، ۱۳۹۶). دو نوع راهبردبرای مقابله با سانحه ها وجود دارد که مشتمل بر راهبردهای آینده نگری و تاب آوری است. راهبرد اول برای مواجهه با مشکلات و راهبرد دوم برای مقابله با آن اتخاذ می گردد. (Normandin et al,2011).

سنجش میزان تاب آوری در برابر حوادث طبیعی جهت کاهش اثرات آن اهمیت فراوانی دارد. اتخاذ این رویکردها جهت مقابله با خطرات احتمالی و تقویت مردم برای مقابله با آن است. در واقع اشتهار واژه تاب آوری بیانگر قدرت هماهنگی آن با تمام مراحل حادثه و مدیریت آن است (Davis et al.,2006).

اولین بار تاب آوری توسط هالینگ در دهه ۷۰ میلادی مطرح شد. تعاریف متفاوتی از تاب آوری ارائه شده است که ناشی از زوش های گوناگون و تفاوت های بنیادی موجود رویکردها و دیدگاههای مطرح در این حوزه است(Yoon,2013). تابآوری، توان سیستم برای جذب نا آرامی ها و سازماندهی دوباره آن است(دلاکه و همکاران، ۱۳۹۶) و نکته‌ی مهم این است که تغییرات به‌شیوه ای باشد که عملکرد، چارچوب، اصالت و بازخوردها را حفظ نماید (Folke et al., 2010 and Chelleri,2012). مفهوم تاب آوری اجتماعی مرهون اندیشه های علوم اکولوژیک دهه میلادی است (Chia Sui,2011). بانک جهانی تاب آوری را ظرفیت افراد درون اجتماع و یا جامعه را برای از عهده خطر برآمدن تعریف کرده است ودر تعریف دیگر؛ تابآوری؛ ظرفیت جوامع برای مقابله و تطبیق با تغییرات گسترده است(world bank,2012).

تاب آوری در برابر شرایط بحرانی بـر جنبـه هـای مثبت تأکید دارد و امـروزه دولن ها و دست اندرکاران سعی می‌کنند با افزایش تاب آوری در برابر شرایط بحرانی، منجر به بهبود زندگی مناطق بالقوه آسیب پذیر شوند(Gaillard,2007)

بنابراین در مهم ترین موضوع مطرح شده در تاب آوری؛ وجود شرایط متفاوت و توانایی مقاومت در برابر این تغییرات است(Pisano,2012). تاب‌آوری در حوزه‌های گوناگون به‌ویژه در مدیریت سوانح بکار گرفته می‌شود. همچنین تاب آوری در ابعـــاد اجتمـــاعی، اقتصادی، کالبدی (زیر سـاختی) و نهادی و اکولوژیک تعریف می شود(Rose,2004)

به طور کلی تاب آوری یکی از مهم ترین عوامل تحقق پایداری است(Nelson et al.,2008)

در ارتباط با تاب آوری تحقیق های فراوانی در داخل و خارج صورت پدیرفته است که میزان تاب آوری را بر اساس شاخص های مختلفی مورد ارزیابی قرار داده اند؛ گرچه پژوهشی که مبتنی بر سنجش میزان تاب آوری در مواجهه با سیلاب باشد کمتر مورد توجه محققان قرار گرفته است، از اینرو مطالعه حاضر بدنبال بررسی میزان تاب آوری جامعه

مورد مطالعه در مواجهه با خطر سیلاب با استفاده از معیارهای موثر است که در ادامه به مطالعات مشابه اشاره شده است:

صالحی و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای با عنوان "بررسی میزان تاب‌آوری محیطی با استفاده از مدل شبکه علیت" بدنبال تعیین ابعاد شاخص های تاب آوری بوده اند و در نهایت مدلی پیشنهادی ارائه کرده اند

رمضان زاده لسبوئی و همکاران (۱۳۹۱) با بکارگیری مدل ORESTE به رتبه بندی تاب آوری روستاهای نمونه گردشگری چشمه کیله تنکابن و سردآبرود کلاردشت پرداختند. نتایج نشان داد که روستای لتاک در رتبه اول تاب آوری قرار دارد. پیران و همکاران(۱۳۹۶) در تحقیق با عنوان بررسی نقش تابآوری اجتماعی در موفقیت فرایند بازسازی مطالعه موردی: جوامع روستایی درب آستانه و باباپشمان پس از زلزله سال ۱۳۸۵ دشت سیلاخور، استان لرستان)، به بررسی جایگاه مفهوم تاب آوری در موفقیت برنامه های بازسازی پس از زلزله پرداخته اند. نتایج بیانگران است دانش بومی به عنوان یکی از اهرمهای مواجهه و مقابله با این نوع از بحران ها است.

فرزاد بهتاش و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با عنوان "ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز" با استفاده از مؤلفه‌های مختلف، بیانگر شرایط نامطلوب تاب آوری شهر تبریز است

بذر افشان و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله ای با عنوان تحلیل فضایی تفاوت های تاب آوری در نواحی شهری و روستایی در برابر مخاطرات طبیعی (موردمطالعه: شهرستان پل دختر)، به دنبال سنجش تفاوت های تاب آوری نقاط شهری و روستایی بودند که نتایج بیانگر آنست تفاوت معنا داری بسن نقاط شهری و روستایی وجود دارد صادق لو و سجاسی قیداری (۱۳۹۳) با بررسی تاب آوری کشاورزان در برابر سوانح طبیعی به این نتیجه رسیدند که عوامل موثر در افزایش تاب آوری در بین کشاورزان در سطح پایینی قرار دارد و همچنین توسعه بیمه محصولات کشاورزی بیشترین تاثیر را بر تاب آوری داشته است. صادق لو و سجاسی قیداری (۱۳۹۳الف) همچنین با بررسی رابطه زیست پذیری سکونتگاه های روستایی بر تاب آوری روستاییان در برابر مخاطرات طبیعی نواحی روستایی دهستان مراوه تپه و پالیزان به این نتیجه رسیدند که با افزایش زیست پذیر بودن سکونتگاه های روستایی میزان تاب آوری اجتماعات نیز ارتقاء می یابد. رکن الدین افتخاری و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی نقش تنوع معیشتی در تاب آوری خانوارهای روستایی در شرایط خشکسالی استان اصفهان به این نتیجه دست یافتند که اتخاذ رویکرد تنوع معیشتی منجر به تاب آوری بیشتر خانواده ها در شرایط خشکسالی شده است؛ در روستاهایی که در شرایط خشکسالی شدیدتری قرار داشتند، این تنوع معیشتی بیشتر به چشم می خورد. آزاده و تقوایی (۱۳۹۳) با تحلیل فضایی آسیب پذیری سکونتگاه ها در برابر مخاطره زلزله به این نتیجه دست یافتند که از مجموع ۲۹۲۵ سکونتگاه روستایی، ۱۳۵۰ روستا در پهنه با خطر بالای زلزله ساکن هستند. نوری و سپهوند (۱۳۹۵) به تحلیل تاب آوری سکونتگاه های روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تاکید بر زلزله پرداختند. یافته ها نشان از آن دارد که وضعیت تاب آوری روستاهای مورد بررسی در برابر زلزله پایین تر از سطح متوسط قرار دارد و تفاوت معناداری در بین روستاها وجود داشت. همچنین در بین ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیرساختی و سرمایه اجتماعی نواحی روستایی دهستان شیروان واقع در شهرستان بروجرد، بعُد سرمایه اجتماعی سهم و تأثیر بیشتری در میزان تاب آوری سکونتگاه های روستایی ایفا می کند.

حاجی‌زاده و ایستگلدی (۱۳۹۷) به بررسی تاب آوری سکونتگاه های روستایی دهستان حومه واقع در شهرستان لامرد با تاکید بر زلزله پرداختند. نتایج نشان از تاب آوری پایین روستاهای مورد مطالعه داشت به گونه ای که شاخص اجتماعی در بیشترین حد و شاخص های اقتصادی، زیرساختی و مدیریتی- نهادی در رتبه های بعدی قرار گرفتند.

وانگ و همکاران[1] (۲۰۰۸) با مدل سازی اثر گزینه های مختلف کاربری اراضی در حوضه ای در چین به این نتیجه رسیدند که تبدیل اراضی مرتعی به اراضی جنگلی در حوضه منجر به افزایش میزان رواناب سالانه و کاهش آب زیر زمینی در اثر کاهش نفوذپذیری خاک و کاهش تعرق در حوضه می شود. کالتن و همکاران[2] (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای به طور مشخص، ویژگی‌های جوامع تاب آور را مورد مطالعه قرار داده و آمادگی در برابر حوادث، پاسخگویی مناسب و بازتوانی سریع پس از تهدیدات متعدد و متنوع و همچنین کاهش آسیب‌پذیری فیزیکی جوامع شهری را با استفاده از تهیه استانداردهای ساخت‌وساز مقاوم شهری را موجب تاب‌آوری شهرها در برابر حوادث می‌دانند. آجین و همکاران[3] (۲۰۱۳) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، خطر ریسک سیلاب را در رودخانه وامانا پورام در ایالت کرالا بررسی کردند. این تحقیق به بررسی نقش عواملی محدود از جمله توزیع بارندگی، تراکم زهکشی، کاربری اراضی، نوع خاک، اندازه حوضه، شیب و جاده ها در هر زیر حوضه پرداخته است. در نهایت به کمک نقشه خطر به دست آماده، پنج منطقه با میزان خطر پذیری خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد نسبت به سیلاب تفکیک شدند. آرویری و همکاران[4] (۲۰۱۵) به بررسی بلایای طبیعی، رفاه خانگی و تاب آوری در بین خانواده های روستایی ویتنام پرداختند. نتایج نشان دهنده تاثیرگذاری ویژگی های خانوار بر تاب آوری است به طوری که ویژگی های خانواده و جامعه توانسته تاب آوری در برابر بلایای طبیعی را تقویت کند. چنانکه با وجود تاثیر منفی مخاطرات طبیعی بر روی درآمد خانوار و هزینه ها، خانواده های با میانگین هزینه، تحصیلات و درآمد بالاتر و توزیع درآمدی مناسب تر، در برابر بلایای طبیعی مقاوم تر بودند. همچنین دسترسی به اعتبارات خرد، وجوه ارسالی داخلی و کمک هزینه های اجتماعی توانسته به خانواده ها جهت تقویت تاب آوری، کمک نماید.

در مجموع بر اساس مطالب فوق به منظور کاهش آسیب‌پذیری، ضروری است که اقدامات لازم در خصوص تقویت تاب‌آوری در عناصر مختلف سکونتگاه های روستایی صورت پذیرد. تقویت تاب‌آوری می‌بایست به عنوان بخشی از طراحی و برنامه‌ریزی و استراتژی‌های دست‌یابی به توسعه پایدار باشد. در این خصوص خطر غفلت از کاهش آسیب‌پذیری بلایا می‌تواند به وخامت جدی در اقتصاد و اکوسیستم و از دست رفتن اعتماد مردم و سرمایه‌گذاران منجر شود. حوادث مکرر می‌تواند شریان‌های حیاتی جامعه از جمله سیستم‌های توزیع غذا، آب‌رسانی، بهداشت و درمان و حمل‌ونقل را مختل کنند. بنابراین تقویت تاب‌آوری به منظور کاهش آسیب‌پذیری باید بخشی جدایی‌ناپذیر از طرح‌های توسعه روستاها باشد. در این زمینه، از بین انواع مخاطرات محیطی سه مخاطره ی سیل، زلزله و خشکسالی بیشترین تعداد رخداد را در کشور ما داشته است. گرچه پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی با رویکرد تحقق توسعه در

1. Wang et al
2. Colten et al
3. Ajin et al
4. Arouri et al

کشورهای جهان سوم همانند ایران مورد توجه کمتری قرار گرفته است، لکن لزوم مدیریت و کنترل اثرات ابعاد و مؤلفه‌های توسعه‌ی پایدار بیش از بیش به‌منظور شناسایی و پهنه‌بندی مخاطرات محیطی و نقش آن در تاب‌آوری باید موردتوجه قرارگیرد. از آن‌جا که در نواحی کوهستانی و پرشیب دخالت عوامل آنتروپوژنیک (فعالیت‌های انسانی) بدون برنامه‌ریزی افزایش یافته است، مخاطرات ناشی از سیلاب‌ها نیز گسترش بیشتری داشته است. در این میان، شهرستان قائن گرچه دارای میزان بارندگی کم (میانگین سالانه ۱۳۵ میلیمتر در دهه ۱۳۹۷-۱۳۸۷ مطابق با جدول ۱) می باشد، اما به واسطه وجود خشکسالی های چندساله و عدم رعایت مباحث مربوط به آبخوان داری و آبخیز داری، منجر به از بین رفتن پوشش گیاهی و نتیجتا افزایش ضریب رواناب گردیده است به طوری که با وجود بارندگی کم، وجود باران های رگباری منجر به شکل گیری سیلاب می گردد. از این رو این پژوهش به دنبال شناسایی و تحلیل فضایی عوامل موثر بر وقوع رخداد سیلاب و همچنین بررسی میزان تاب آوری روستائیان در مقابله با این مخاطره می باشد. از این رو، فرضیه های زیر در این مطالعه مدنظر می باشد:

فرضیه اول: به نظر می رسد تاب آوری روستاهای مورد مطالعه در مواجهه با خطر وقوع سیلاب، کم می باشد.

فرضیه دوم: به نظر می رسد میزان تاب آوری در روستاهای مورد مطالعه یکسان است.

داده‌ها و روش‌ها

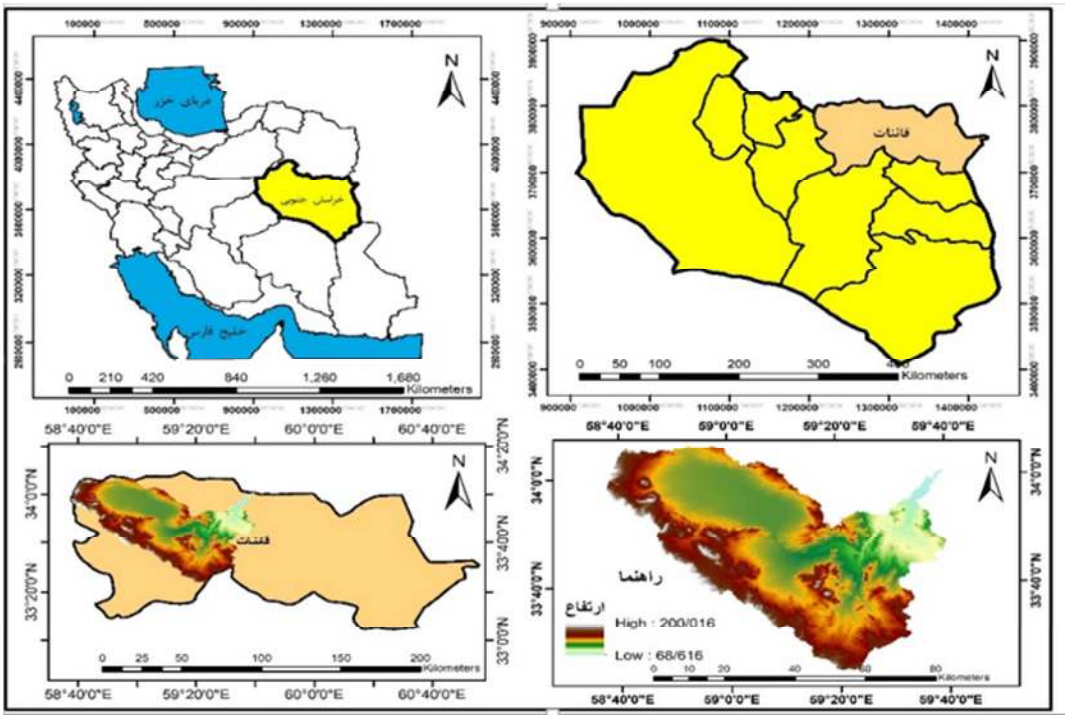
الف- روش شناسی:

رویکرد کلی پژوهش، از نوع پژوهش‌های کمی و از نظر شیوه گردآوری داده‌ها، مبتنی بر داده‌های کتابخانه‌ای و پیمایشی (از طریق پرسشنامه) می باشد. مطالعات میدانی تحقیق در تابستان ۱۳۹۷ انجام پذیرفته است. جامعه آماری شامل ساکنان ۱۲ روستای حوضه مرکزی شهرستان قائن می باشد. جهت شناسایی روستاهای نمونه؛ پرسشنامه ای بین ده نفر از متخصصان این حوزه ارائه گردید که مولفه های مهم در شکل گیری سیلاب را تبین نمودند به وسیله مدل تحلیل سلسله مراتبی وزن هر یک از معیار ها مشخص شد. سپس نقشه پهنه بندی خطر سیلاب ترسیم و روستاهایی که در مناطق پر خطر بودند مشخص گردید و پرسشنامه ساکنین به تعداد ۳۳۵ پرسشنامه از روستاهای مورد مطالعه جمع آوری گردید. جهت توزیع پرسشنامه میان متخصصان، از روش نمونه گیری هدفمند و در دسترس استفاده شده است. همچنین به منظور توزیع پرسشنامه در میان ساکنان روستاها، از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شده است. در تحقیق حاضر جهت تعیین روایی پرسش‌نامه ساکنان، از روایی محتوایی استفاده گردید. به‌این‌ترتیب که سؤالات پرسشنامه پس از بررسی ادبیات موضوع و تحقیق‌های مرتبط و با توجه به نحوه طرح سؤالات در پرسشنامه‌های استاندارد، طراحی شد و سپس به تائید ۱۰ نفر از کارشناسان و متخصصان این حوزه رسید. به منظور سنجش پایایی پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است. با توجه به اینکه ضریب آلفای محاسبه‌شده بیشتر از ۰/۷ می‌باشد نشان می‌دهد که پرسشنامه‌های مذکور دارای پایایی قابل قبولی می‌باشد.

با توجه به اینکه مبنای انتخاب روستاهای مورد مطالعه در این پژوهش، روستاهای در معرض خطر سیلاب می باشد، لذا در ابتدا با استفاده از معیارهای مورد نظر به پهنه بندی منطقه مورد مطالعه به لحاظ شدت خطر سیلاب پرداخته شد. به این منظور، وزن معیارهای مورد نظر از طریق نظرسنجی از متخصصان و با استفاده از تکنیک AHP و با نرم افزار Exspeart choic تعیین گردید؛ در مرحله بعد، از طریق همپوشانی لایه های اطلاعاتی در محیط GIS به پهنه بندی خطر سیلاب در منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. در نهایت، ۱۲ روستا که در معرض بیشترین خطر سیلاب قرار دارند، در این پژوهش جهت بررسی تاب آوری در برابر سیلاب انتخاب گردیدند. با توجه به اینکه داده های پژوهش به صورت فراوانی می باشد و از متغیرهای اسمی استفاده شده است، لذا به منظور تحلیل داده ها آزمون خی دو به کار گرفته شده است. همچنین به منظور بررسی تفاوت یا عدم تفاوت بین میانگن محاسبه شده و میانگین نظری، از آزمون تی تک نمونه ای استفاده می شود. در پایان نیز، آزمون کروسکال والیس برای مقایسه میانگین رتبه ای روستاهای مورد مطالعه، بکار گرفته شده است.

ب- شناخت محدوده مورد مطالعه:

شهرستان قائن در استان خراسان جنوبی و در مختصات ۵۹ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۴۴۰ متری از سطح دریا واقع شده است. محدوده مطالعاتی پژوهش، شامل یک حوضه آبخیز می باشد که از طریق نرم افزار GIS با استفاده از DEM30M استخراج شده و در حوضه مرکزی شهرستان قائن واقع شده است. شکل (۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد. همچنین جدول (۱) نیز میزان بارندگی در ایستگاه قائن در طی دهه ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۷ را نشان می دهد.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه (منبع: نگارنگان)

جدول ۱: میزان بارندگی سالانه در ایستگاه قائن (میلیمتر) (منبع: سازمان هواشناسی کشور http://www.irimo.ir)

سال	مجموع سالانه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
۲۰۰۸	۹۵,۲	۳۵,۹	۱۷,۳	۰,۲	۱۵,۱	۰,۲	۰	۰	۰	۰	۴,۸	۵,۲	۱۶,۵
۲۰۰۹	۱۴۵,۸	۱۶	۳۰,۷	۲۶,۲	۴۲,۹	۲	۰	۰	۰	۰	۰,۲	۹,۴	۱۸,۴
۲۰۱۰	۱۲۳,۸	۲۲,۴	۴۰,۴	۲۳,۵	۱۴	۲۱,۶	۱	۰	۰	۰	۰,۲	۰	۰,۷
۲۰۱۱	۱۶۷,۹	۱۱,۲	۵۱,۷	۳۶,۲	۲۱,۱	۲۱,۹	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵,۶	۰,۲
۲۰۱۲	۱۵۶,۳	۱۲,۷	۴۴,۳	۱,۴	۳۶,۲	۳,۷	۲۵,۲	۰	۰	۰	۸,۵	۷,۴	۱۶,۹
۲۰۱۳	۱۲۶,۵	۶	۵۳,۸	۱۸,۷	۱۱	۰,۲	۰	۰	۴	۰	۱۰,۶	۲۲	۰,۲
۲۰۱۴	۱۴۱,۱	۱۴,۷	۷,۸	۵۰,۳	۷,۵	۱۷,۷	۰	۰	۰	۰	۰	۴۰	۳,۱
۲۰۱۵	۱۶۷,۴	۲۰,۵	۳۲,۷	۲۳,۴	۸,۷	۳۵,۹	۰	۰	۰	۰	۲,۳	۳۶	۷,۹
۲۰۱۶	۶۴,۵	۱۳,۲	۰,۲	۱۸,۲	۱۴,۲	۱۶,۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۷	۱,۱
۲۰۱۷	۱۵۸,۴	۳۵,۵	۷۵,۷	۲۵,۸	۱۱,۹	۶	۲	۰	۰	۰	۰	۰,۵	۱
۲۰۱۸	۱۴۱,۵	۱۱,۵	۱۴,۷	۴۱,۴	۲۶	۱۹,۳	۰	۰	۰	۰	۲۰,۴	۴,۲	۴

نتایج و بحث

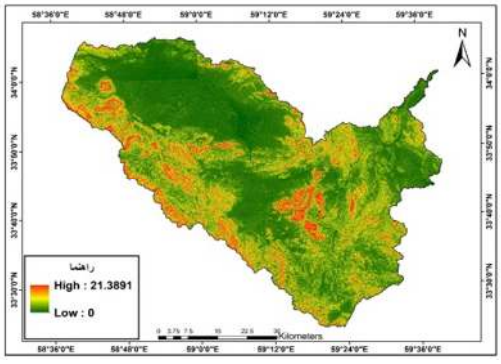
پهنه بندی خطر سیلاب در منطقه مورد مطالعه جهت انتخاب روستاهای در معرض سیلاب

در این پژوهش با استفاده از نظر متخصصان و تکنیک AHP به اولویت دهی و وزن دهی معیار ها موثر بر وقوع سیلاب پرداخته شد (جدول ۲). بر این اساس، معیار شیب بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داده است که می توان از آن به عنوان مهم ترین عامل خطر وقوع سیلاب نام برد. همچنین معیارهای نقطه تمرکز و ارتفاع، به ترتیب امتیازهای بعدی را به خود اختصاص داده اند.

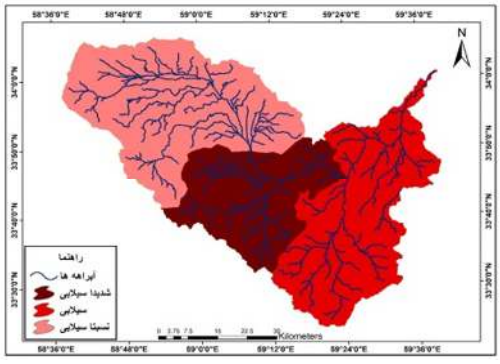
جدول ۲: وزن نهایی معیارهای موثر بر وقوع سیلاب (منبع: نگارندگان)

نام لایه	وزن
شیب	۰/۲۸۰
نقطه تمرکز	۰/۲۲۴
ارتفاع	۰/۱۵۰
کاربری اراضی	۰/۱۳۷
پوشش گیاهی	۰/۱۰۵
شبکه زهکشی	۰/۰۳۶
زمین شناسی	۰/۰۳۴
بارش	۰/۰۲۵
فاصله از رودخانه اصلی	۰/۰۱۰

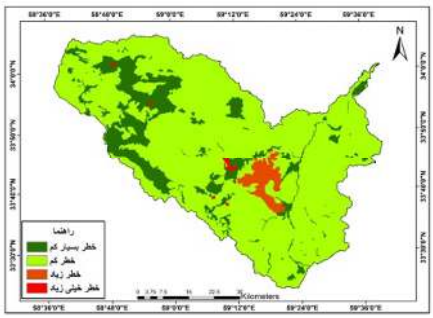
در ادامه، پهنه بندی منطقه مورد مطالعه بر مبنای معیار های شیب، نقطه تمرکز، ارتفاع، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، شبکه زهکشی، زمین شناسی، بارش و فاصله از رودخانه اصلی پرداخته شد (شکل ۲).



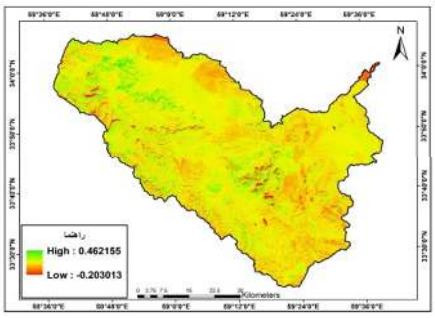
شیب



نقطه تمرکز



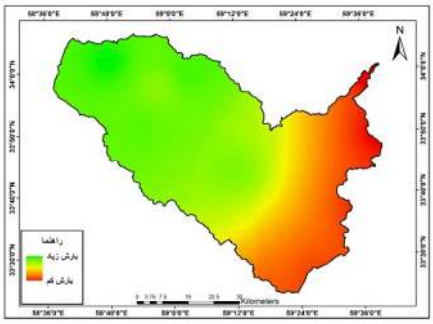
کاربری اراضی



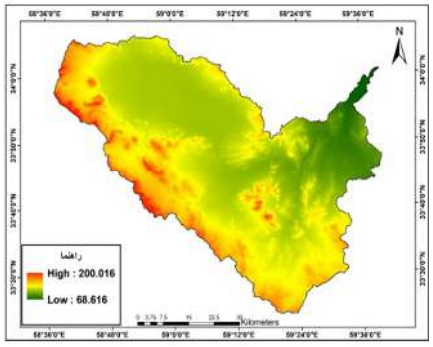
پوشش گیاهی



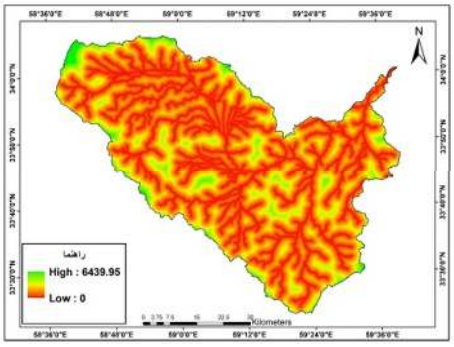
زمین شناسی



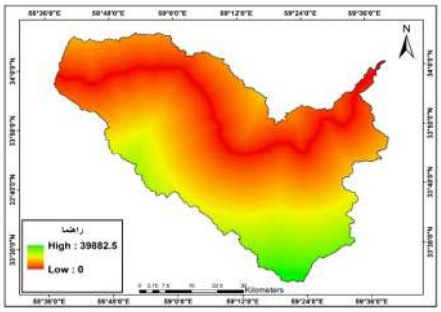
بارش



ارتفاع



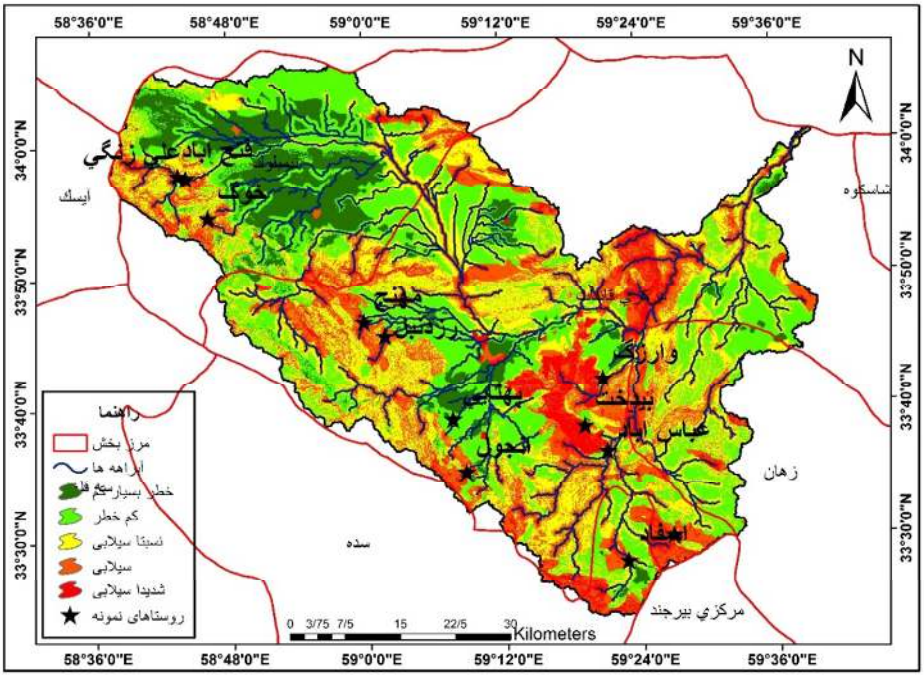
شبکه زهکشی



فاصله از رودخانه

شکل ۲: پهنه بندی منطقه مورد مطالعه بر مبنای معیارهای مدنظر

نتیجه نهایی پهنه بندی خطر وقوع سیلاب در منطقه ی مورد مطالعه در شکل(۳) نشان داده شده است. همانطور که در شکل (۳) مشاهده می شود قسمت های مرکزی حوضه و همچنین ارتفاعات با شیب زیاد بیشترین خطر وقوع سیلاب را دارند.



شکل ۳: نقشه پهنه بندی خطر وقوع سیلاب در منطقه مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)

مطابق با شکل (۳)، روستاهای اسفاد، بن خونیک، انجیل، پهنایی، رزدمبل، مهنج و خونگ در طبقه سیلابی و روستاهای وارزگ، بیدخت، عباس آباد و فتح آباد در طبقه شدیدا سیلابی قرار گرفته اند. لذا ۱۲ روستای مذکور به عنوان روستاهای منتخب این پژوهش، جهت بررسی تاب آوری در برابر سیلاب انتخاب گردیدند (روستاهای منتخب با علامت ستاره روی شکل ۳، مشخص شده اند).

تبیین تاب آوری روستاهای منتخب در برابر سیلاب

یافته های توصیفی

مطابق با جدول (۳)، از مجموع (۳۳۵ نفر) پاسخگویان در منطقه مورد مطالعه، ۷۴/۳ درصد آن ها، مرد و ۲۵/۷ درصد آن ها زن هستند. ۳۶/۴ درصد از نمونه مورد مطالعه دارای تحصیلات دیپلم می باشد که بیشترین فراوانی در بین سطوح تحصیلی را به خود اختصاص داده است. در این میان، ۳۸/۵ درصد از نمونه مورد مطالعه دارای شغل کشاورزی هستند.

جدول ۳: آمار توصیفی پاسخ‌دهندگان (منبع: نگارندگان)

پارامتر		درصد
جنسیت	مرد	۷۴/۳
	زن	۲۵/۷
شغل	کشاورزی	۳۸/۵
	دامداری	۶/۹
	کارمند	۱۵/۸
	کارگر	۸/۱
	آزاد	۱۴
میزان تحصیلات	فوق دیپلم به بالا	۲۴/۲
	دیپلم	۳۶/۴
	راهنمایی	۱۶/۴
	ابتدایی	۱۱/۶
	بی سواد	۹/۹

یافته های تحلیلی

در این بخش، به تحلیل آماری وضعیت زیرساختی، اقتصادی و اجتماعی در منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است.

تحلیل وضعیت زیرساختی

وجود زیرساخت های مناسب جهت مواجه در برابر خطرات طبیعی احتمالی از جمله سیلاب از اهمیت زیادی برخوردار است. برای سنجش توانایی مواجه با خطر سیلاب از منظر توان زیر ساختی از ۷ گویه استفاده شده است که با استفاده از آزمون خی دو، مبادرت به تحلیل آنها گردیده است که نتایج آن در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴: نتایج آزمون خی دو در ارتباط با تاب آوری زیر ساختی روستاهای مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)

گزینه ها	حفظ حریم بستر رودخانه	دسترسی به جاده اصلی	دسترسی به آب و برق و تلفن	مقاومت مساکن	مصالح مقاوم	عملکرد سازمان های اداری	محل اسکان پس از وقوع سیل
خیلی کم	۳۹	۱۸	۱۹	۲۲	۱۹	۱۷	۶۱
کم	۶۶	۷۸	۵۲	۷۵	۶۰	۷۴	۷۹
متوسط	۱۲۷	۱۲۵	۱۴۶	۱۲۲	۱۴۸	۱۳۵	۱۳۰
زیاد	۸۰	۱۰۰	۹۳	۸۱	۷۷	۷۹	۴۲
خیلی زیاد	۲۳	۱۴	۲۵	۳۵	۳۱	۳۰	۲۳
مجموع	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵
Chi-Square	۹۶/۸۶۶	۱۴۶/۰۳۰	۱۶۷/۳۱۳	۹۴/۵۳۷	۱۵۳/۸۸۱	۱۲۹/۶۴۲	۱۰۰/۱۴۹
Df	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
Asymp. Sig.	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

همان طور که در جدول (۴) نشان داده شده است بیشترین فراوانی مشاهده شده در گویه های مورد بررسی رضایت از زیر ساخت ها، در سطح متوسط می باشد. سطح معنی داری محاسبه شده (sig=0.000) نیز این مهم را تایید می کند.

تحلیل وضعیت اقتصادی

برای سنجش میزان توان اقتصادی و به تبع آن تاب آوری روستاهای مورد مطالعه از ۵ گویه استفاده شده است که با استفاده از آزمون خی دو تحلیل شده است که نتایج آن در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول ۵: نتایج آزمون خی دو در ارتباط با تاب آوری اقتصادی روستاهای مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)

گزینه ها	پس انداز	کمک مالی سازمان ها	تنوع شغلی درآمدی	کمک مالی اقوام	آسیب پذیری دارایی و اموال
خیلی کم	۱۱۶	۴۲	۴۵	۴۵	۳۷
کم	۸۰	۹۷	۸۱	۸۱	۷۱
متوسط	۹۵	۱۰۱	۱۵۷	۱۵۷	۱۰۴
زیاد	۳۹	۷۴	۳۲	۳۲	۶۱
خیلی زیاد	۵	۲۱	۲۰	۲۰	۶۲
مجموع	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵
Chi-Square	۱۱۹/۱۳۴	۷۲/۳۲۸	۱۲۷/۳۴۳	۱۸۲/۲۹۹	۳۵/۰۱۵
Df	۴	۴	۴	۴	۴
Asymp. Sig.	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

همان طور که در جدول (۵) نشان داده شده است بیشترین میزان فراوانی های مشاهده شده، در گویه میزان پس انداز خانواده ها در مواجهه با بلایای طبیعی، در سطح خیلی کم مشاهده شده است و با توجه به سطح معنی داری محاسبه شده با ۹۹ درصد از درجه اطمینان می توان عنوان نمود که میزان پس انداز نمونه مورد مطالعه در سطح بسیار پایین می باشد. همچنین می توان عنوان نمود که تنوع شغلی و درآمدی و کمک مالی اقوام در صورت بروز حادثه و آسیب پذیری اموال و دارایی ها، در سطح متوسط می باشد. با توجه به اینکه میزان فراوانی های مشاهده شده در گویه آسیب پذیری اموال و دارایی ها در سطح زیاد و خیلی زیاد قابل توجه می باشد جهت اطمینان به نتایج آزمون خی دو، اقدام به انجام آزمون تی تک نمونه ای گردید که نتایج آن در جدول (۶) نشان داده شده است. میانگین محاسبه شده این گویه ۳/۱۱ می باشد.

جدول ۶: نتایج آزمون تی تک نمونه ای گویه آسیب پذیری اموال و دارایی (منبع: نگارندگان)

	میانه نظری (۳)			
	آماره تی	درجه آزادی	سطح معنی داری	اختلاف میانگین
آسیب پذیری دارایی و اموال	۱/۷۴۶	۳۳۴	۰/۰۸۲	۰/۱۱۹۴۰

همان طور که در جدول (۶) نشان داده شده است سطح معنی داری محاسبه شده بیش از ۰/۰۵ است لذا تفاوت معنی داری بین میانگن محاسبه شده و میانه نظری وجود ندارد. بنابراین نتایج آزمون خی دو تایید می گردد.

تحلیل وضعیت اجتماعی

برای سنجش میزان توان اجتماعی و به تبع آن تاب آوری روستاهای مورد مطالعه از ۸ گویه استفاده شده که با استفاده از آزمون خی دو تحلیل شده است. نتایج درجدول (۷) نشان داده شده است.

جدول ۷: تحلیل وضعیت اجتماعی (منبع: نگارندگان)

گزینه ها	مشارکت	همکاری با سازمان ها	آگاهی از وقوع	آگاهی از جهت مقابله	رضایت از آموزش	تمایل به عضویت امدادگری	رضایت از اطلاع رسانی رسانه	رضایت از عملکرد خویش
خیلی کم	۳۶	۸	۴۸	۴۰	۶۸	۱۹	۲۷	۷
کم	۴۱	۶۲	۸۴	۸۹	۹۴	۴۶	۶۲	۴۲
متوسط	۱۴۱	۱۱۷	۱۱۷	۱۰۳	۱۲۰	۱۱۲	۱۳۳	۱۵۲
زیاد	۸۵	۸۶	۶۳	۸۹	۲۷	۷۹	۷۲	۸۷
خیلی زیاد	۳۲	۵۲	۲۳	۱۴	۲۶	۷۹	۴۱	۴۷
مجموع	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵	۳۳۵
Chi-Square	۱۲۹/۲۸۴	۱۰۵/۵۵۲	۷۶/۱۴۹	۸۶/۵۹۷	۱۰۱/۷۹۱	۷۵/۴۹۳	۹۹/۷۳۱	۱۸۲/۸۳۶
Df	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
Asymp. Sig.	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

همان طور که در جدول (۷) نشان داده شده است بیشترین میزان فراوانی های مشاهده شده در تمام گویه های مربوط به مولفه وضعیت اجتماعی، در سطح متوسط می باشد. با توجه به اینکه سطوح فراوانی های مشاهده شده در سطوح زیاد و خیلی زیاد، قابل توجه می باشد، جهت اطمینان بیشتر به نتایج آزمون خی دو، از آزمون تی تک نمونه ای نیز استفاده گردیده که نتایج آن در جدول (۹) نشان داده شده است.

جدول ۸: میانگین گویه های مولفه اجتماعی (منبع: نگارندگان)

مولفه	تعداد	تعداد گویه ها	میانگین
زیر ساختی	۳۳۵	۷	۳/۰۱۷۱
اقتصادی	۳۳۵	۵	۲/۶۳۰۴
اجتماعی	۳۳۵	۸	۳/۰۷۴۶
کل	۳۳۵	۲۰	۲/۹۴۳۴

جدول ۹: نتایج آزمون تی تک نمونه ای مولفه اجتماعی (منبع: نگارندگان)

	میانه نظری (۳)			
	آماره تی	درجه آزادی	سطح معنی داری	اختلاف میانگین
مشارکت	۱/۸۱۱	۳۳۴	۰/۰۷۱	۰/۱۰۷۴۶
همکاری با سازمان ها	۶/۴۷۸	۳۳۴	۰/۰۰۰	۰/۳۶۴۱۸
آگاهی از وقوع	-۳/۴۷۶	۳۳۴	۰/۰۰۱	-۰/۲۱۱۹۴
آگاهی از جهت مقابله	-۲/۶۴۳	۳۳۴	۰/۰۰۹	-۰/۱۵۵۲۲
رضایت از آموزش	-۷/۲۸۰	۳۳۴	۰/۰۰۰	-۰/۴۵۰۷۵
تمایل به عضویت امدادگری	۷/۲۲۵	۳۳۴	۰/۰۰۰	۰/۴۵۶۷۲
رضایت از اطلاع رسانی رسانه	۱/۸۹۳	۳۳۴	۰/۰۵۹	۰/۱۱۳۴۳
رضایت از عملکرد خویش	۷/۲۲۶	۳۳۴	۰/۰۰۰	۰/۳۷۳۱۳

مطابق با جداول (۸) و (۹) میانگین گویه مشارکت ۳/۱۰ می باشد و با توجه به این که سطح معنی داری محاسبه شده (۰/۰۷۱) بیش از ۰/۰۵ می باشد، بنابراین تفاوت معنی داری بین میانگین جامعه و میانه نظری (۳) وجود ندارد. لذا توزیع فراوانی ها در سطح متوسط به استناد آزمون تی تک نمونه ای و آزمون خی دو، قابل پذیرش است. در گویه همکاری با سازمان ها بیشترین فراوانی مشاهده شده در سطح متوسط با ۱۱۷ فراوانی قرار دارد، اما نتایج آزمون تی تک نمونه ای بیانگر اختلاف معنا دار بین میانگین محاسبه شده (۳/۳۶) و میانه نظری است. لذا می توان عنوان نمود که میزان همکاری با سازمان ها از متوسط به بالاتر می باشد. اگرچه بیشترین فراوانی مشاهده شده در گویه میزان آگاهی از وقوع و تکرار وقوع، آگاهی از جهت مقاله و رضایت از برنامه های آموزش در سطح متوسط می باشد اما با اسناد به آزمون تی تک نمونه ای و میانگین محاسبه شده که به ترتیب ۲/۷۸، ۲/۸۴ و ۲/۵۴ است با توجه به اینکه سطح معنی داری محاسبه شده در هر سه گویه کمتر از ۰/۰۵ می باشد و بیانگر تفاوت معنی دار بین میانگین محاسبه شده و میانه نظری است لذا می توان عنوان نمود که میزان تاب آوری این گویه ها در سطح کمتر از متوسط قرار دارد. در گویه های تمایل به عضویت در امدادگری و رضایت از عملکرد خویش در مواجهه با خطر سیلاب، گرچه بیشترین فراوانی مشاهده شده آن، درسطح متوسط است اما میانگین محاسبه شده آن ها به ترتیب ۳/۴۵ و ۳/۳۷ می باشد و با توجه به اینکه سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ محاسبه شده است لذا با اطمینان ۹۹ درصدی می توان عنوان نمود که میزان تاب آوری در گویه های مذکور بالاتر از سطح متوسط است. اما در گویه رضایت از اطلاع رسانی رسانه ها در زمان وقوع سیلاب، گرچه میانگین آن بالاتر از میانه نظری است (۳/۱۱) اما این مورد توسط آزمون آماری تی تک نمونه ای به اثبات نرسیده است.

آزمون فرضیه ها

فرضیه اول: به نظر می رسد تاب آوری روستاهای مورد مطالعه در مواجهه با خطر وقوع سیلاب، کم می باشد.

برای آزمودن این فرضیه از داده های جمع آوری شده جوامع روستایی استفاده شده است. با توجه به اینکه ابعاد تاب آوری در این تحقیق در سه مولفه زیر ساختی، اقتصادی و اجتماعی می باشد، لذا در این فرضیه ابتدا میزان تاب آوری به ترتیب مولفه های مذکور و در نهایت به صورت کلی محاسبه شده است. آزمون آماری مورد استفاده در این آزمون، تی تک نمونه ای می باشد که نتایج آن در جداول (۱۱) مندرج گردیده است.

جدول ۱۰: میانگین مولفه های تاب آوری (منبع: نگارندگان)

مولفه	تعداد	میانگین
زیر ساختی	۳۳۵	۳/۰۱۷۱
اقتصادی	۳۳۵	۲/۶۳۰۴
اجتماعی	۳۳۵	۳/۰۷۴۶
کل	۳۳۵	۲/۹۴۳۴

جدول ۱۱: نتایج آزمون تی تک نمونه ای مولفه های تاب آوری (منبع: نگارندگان)

مولفه	میانه نظری (۳)			
	آماره تی	درجه آزادی	سطح معنی داری	اختلاف میانگین
زیر ساختی	۰/۴۸۹	۳۳۴	۰/۶۲۵	۰/۰۱۷۰۶
اقتصادی	-۱۰/۹۲۷	۳۳۴	۰/۰۰۰	-۰/۳۶۹۵۵
اجتماعی	۲/۲۵۰	۳۳۴	۰/۰۲۵	۰/۰۷۴۶۳
کل	-۲/۳۵۲	۳۳۴	۰/۰۱۹	-۰/۰۵۶۵۷

همان طور که در جدول (۱۰) نشان داده شده است میانگین مولفه زیرساختی ۳/۰۱، اقتصادی ۲/۶۴ و اجتماعی ۳/۰۷ و میانگین کلی تاب آوری جامعه مورد مطالعه ۲/۹۴ می باشد.

با توجه به نتایج آزمون تی تک نمونه ای (جدول ۱۱)، سطح معنی داری مولفه زیرساختی (sig=0.625)می باشد که بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار بین میانگین مولفه مورد مطالعه و میانه نظری (۳) می باشد. لذا می توان عنوان نمود که میزان تاب آوری زیر ساخت ها در جامعه مورد مطالعه در سطح میانه نظری یا به عبارتی در سطح متوسط می باشد. سطح معنی داری محاسبه شده مولفه اقتصادی (sig=0.000) می باشد که بیانگر وجود تفاوت معنی داری بین میانگین مولفه اقتصادی (۲/۶۳) و میانه نظری است. بنابراین میزان تاب آوری جامعه مورد مطالعه از نظر مولفه اقتصادی کمتر از حد متوسط برآورد می شود. سطح معنی داری محاسبه شده مولفه اجتماعی (sig=0.025) می باشد که بیانگر وجود تفاوت معنی دار بین میانه نظری و میانگین محاسبه شده روستاهای مورد مطالعه است، بر این اساس با توجه به میانگین جامعه که ۳/۰۷ می باشد، روستاهای مورد مطالعه از نظر تاب آوری در مولفه اجتماعی در سطح بالاتر از متوسط برآورد می گردند.

در ارتباط با مجموع تاب آوری روستاهای مورد مطالعه، همان طور که در جدول (۱۰) نشان داده است میانگین روستاهای مورد مطالعه ۲/۹۴ است و با توجه به سطح معنی داری محاسبه شده (sig=0.019) تفاوت معنی داری بین میانگین جامعه مورد مطالعه و میانه نظری وجود ندارد. بنابراین میزان تاب آوری روستاهای مورد مطالعه در مواجهه با خطر سیلاب در سطح متوسط برآورد می گردد. بنابراین فرضیه اول مبتنی بر تاب آوری در سطح کم، تایید نمی گردد.

فرضیه دوم: به نظر می رسد میزان تاب آوری در روستاهای مورد مطالعه یکسان است.

برای آزمون این فرضیه از آزمون تی تک نمونه ای و کروسکال والیس استفاده شده است که نتایج آن در جدول (۱۲) مندرج گردیده است.

جدول ۱۲: نتایج آزمون تی تک نمونه ای در ارتباط با میزان تاب آوری به تفکیک روستاها (منبع: نگارندگان)

روستا	میانگین	میانه نظری (۳)			
		آماره تی	درجه آزادی	سطح معنی داری	تفاوت میانگین
اسفاد	۲/۹۶۰۳	-۰/۸۱۹	۳۸	۰/۴۱۸	-۰/۰۳۹۷۴
بن خونیک	۲/۶۵۴۵	-۳/۱۸۷	۱۰	۰/۰۱۰	-۰/۳۴۵۴۵
انجول	۲/۶۲	-۴/۵۲۰	۹	۰/۰۰۱	-۰/۳۸۰۰۰
عباس آباد	۲/۹۳۵	-۰/۸۵۹	۹	۰/۴۱۳	-۰/۰۶۵۰۰
بیدخت	۳/۱۰۵	۰/۹۲۴	۹	۰/۳۸۰	۰/۱۰۵۰۰
پهنایی	۳/۰۰۴۹	۰/۱۲۳	۱۳۱	۰/۹۰۲	۰/۰۰۴۹۲
ورزگ	۳/۳۱۹۵	۷/۱۷۸	۴۰	۰/۰۰۰	۰/۳۱۹۵۱
رزدنبل	۲/۸۲	-۲/۶۸۱	۲۴	۰/۰۱۳	-۰/۱۸۰۰۰
مهنج	۲/۶۸۲	-۳/۰۴۶	۲۴	۰/۰۰۶	-۰/۳۱۸۰۰
خونگ	۲/۶۲۹۲	-۲/۶۰۱	۱۱	۰/۰۲۵	-۰/۳۷۰۸۳
علی زنگی	۲/۷۴۵	-۳/۱۵۷	۹	۰/۰۱۲	-۰/۲۵۵۰۰
فتح آباد	۲/۵۵	-۷/۴۳۲	۹	۰/۰۰۰	-۰/۴۵۰۰۰

همان طور که در جدول (۱۲) نشان داده شده است در روستای اسفاد، بیدخت و پهنایی، میزان تاب آوری در سطح متوسط است، میزان تاب آوررری در روستاهای بن خونیک، انجول، رزدنبل، مهنج، خنگ، علی آباد و فتح آباد در سطح کمتر از متوسط می باشند. میزان تاب آوری در روستای ورزگ بالاتر از سطح متوسط برآورد شده است. با توجه به نتایج فوق می توان عنوان نمود که می توان تاب آوری در روستاهای مورد مطالعه از الگوی یکسانی پیروی نمی کند. جهت اثبات نتایج فوق از آزمون کروسکال والیس نیز استفاده شده است که نتایج آن در جداول (۱۳) و (۱۴) مندرج گردیده است:

جدول ۱۳: نتایج آزمون کروسکال والیس در ارتباط با مولفه تاب آوری (منبع: نگارندگان)

مولفه	روستا	تعداد	میانگین رتبه ای	مولفه	روستا	تعداد	میانگین رتبه ای	مولفه	روستا	تعداد	میانگین رتبه ای
زیرساخت	اسفاد	۳۹	۲۰۳/۳۵	اقتصادی	اسفاد	۳۹	۱۷۶/۲۴	اجتماعی	اسفاد	۳۹	۱۴۵/۰۶
	بن خونیک	۱۱	۱۰۷/۱۸		بن خونیک	۱۱	۱۵۷/۹۱		بن خونیک	۱۱	۱۲۲/۰۵
	انجول	۱۰	۵۶/۲۵		انجول	۱۰	۱۸۹/۸۰		انجول	۱۰	۱۱۵/۹۰
	عباس آباد	۱۰	۷۳/۲۵		عباس آباد	۱۰	۲۶۱/۴۵		عباس آباد	۱۰	۲۰۱/۷۰
	بیدخت	۱۰	۱۹۲/۳۰		بیدخت	۱۰	۲۲۷/۹۰		بیدخت	۱۰	۱۵۴/۸۰
	پهنایی	۱۳۲	۱۸۰/۵۶		پهنایی	۱۳۲	۱۷۵/۵۷		پهنایی	۱۳۲	۱۷۱/۶۹
	ورزگ	۴۱	۲۵۴/۳۲		ورزگ	۴۱	۲۰۴/۷۲		ورزگ	۴۱	۲۲۳/۵۰
	رزدنبل	۲۵	۱۶۴/۹۴		رزدنبل	۲۵	۱۱۳/۰۸		رزدنبل	۲۵	۱۵۶/۷۴
	مهنج	۲۵	۷۲/۶۴		مهنج	۲۵	۱۴۷/۶۰		مهنج	۲۵	۱۷۸/۹۴
	خونگ	۱۲	۹۳/۰۰		خونگ	۱۲	۹۱/۳۳		خونگ	۱۲	۱۶۲/۲۱
	علی زنگی	۱۰	۱۴۹/۳۰		علی زنگی	۱۰	۶۴/۷۰		علی زنگی	۱۰	۱۵۴/۸۵
	فتح آباد	۱۰	۱۱۴/۳۰		فتح آباد	۱۰	۱۰۴/۹۵		فتح آباد	۱۰	۸۴/۲۰
	کل	۳۳۵			کل	۳۳۵			کل	۳۳۵	
Kruskal-Wallis H	۱۰۳/۳۱۰			Kruskal-Wallis H	۵۳/۵۷۷			Kruskal-Wallis H	۳۱/۱۲۲		
Df	۱۱			Df	۱۱			Df	۱۱		
Asymp. Sig.	۰/۰۰۰			Asymp. Sig.	۰/۰۰۰			Asymp. Sig.	۰/۰۰۱		

همان طور که در جدول (۱۳) نشان داده شده است، بالاترین میزان میانگین رتبه ای در مولفه زیر ساخت، متعلق به روستای ورزگ است و با توجه به اینکه سطح معنی داری محاسبه شده (sig=0.000) کمتر از ۰/۰۵ است، بنابراین با ۹۹ درصد از درجه اطمینان می توان عنوان نمود که میزان تاب آوری روستاهای مورد مطالعه از نظر زیر ساختی، از الگوی یکسانی پیروی نمی کند. همچنین بالاترین میانگین رتبه ای در مولفه اقتصادی متعلق به روستای عباس آباد با میانگین ۲۶۱/۴۵ است و با توجه به اینکه سطح معنی داری محاسبه شده (sig=0.000) کمتر از ۰/۰۵ است بنابراین با ۹۹ درصد از درجه اطمینان می توان عنوان نمود که میزان تاب آوری روستاهای مورد مطالعه از نظر اقتصادی یکسان نمی باشد. در خصوص مولفه اجتماعی نیز، بالاترین میانگین رتبه ای متعلق به روستای ورزگ با میانگین ۲۲۳/۵ است و با توجه به اینکه سطح معنی داری محاسبه شده (sig=0.000) کمتر از ۰/۰۵۰ است، بنابراین با ۹۹ درصد از درجه اطمینان می توان عنوان نمود که میزان تاب آوری روستاهای مورد مطالعه از نظر اجتماعی یکسان نمی باشد.

در ادامه، نتایج آزمون کروسکال والیس در ارتباط با تاب آوری روستاهای مورد مطالعه در جدول (۱۴) نشان داده شده است.

جدول ۱۴: نتایج آزمون کروسکال والیس در ارتباط با رتبه بندی تاب آوری روستاهای مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)

مولفه	روستا	تعداد	میانگین رتبه ای
کل	اسفاد	۳۹	۱۶۷/۸۷
	بن خونیک	۱۱	۹۳/۰۹
	انجول	۱۰	۸۲/۳۰
	عباس آباد	۱۰	۱۵۷/۵۰
	بیدخت	۱۰	۲۰۰/۴۰
	پهنایی	۱۳۲	۱۸۴/۱۱
	ورزگ	۴۱	۲۵۶/۸۲
	رزدنبل	۲۵	۱۳۳/۳۴
	مهنج	۲۵	۱۲۲/۱۲
	خونگ	۱۲	۱۱۳/۴۶
	علی زنگی	۱۰	۱۱۰/۶۵
	فتح آباد	۱۰	۶۲/۱۰
	کل	۳۳۵	
Kruskal-Wallis H	۸۱/۹۹۹		
Df	۱۱		
Asymp. Sig.	۰/۰۰۰		

همان طور که در جدول (۱۴) نشان داد شده است بالاترین میانگین رتبه ای متعلق به روستای ورزگ با میانگین ۲۵۶/۸۲ است و با توجه به اینکه سطح معنی داری محاسبه شده (sig=0.000) کمتر از ۰/۰۵۰ است بنابراین با ۹۹ درصد از درجه اطمینان می توان عنوان نمود که میزان تاب آوری روستاهای مورد مطالعه یکسان نمی باشد. با توجه به نتایج آزمون تی تک نمونه ای و آزمون کروسکال والیس می توان عنوان نمود که میزان تاب آوری در روستاهای مورد مطالعه یکسان نمی باشد. بنابراین با استناد به نتایج این دو آزمون فرضیه دوم تایید نمی گردد.

نتیجه‌گیری

مقابله با خطرهای طبیعی به واسطه قابلیت پیشی بینی پایین آن، اغلب امری دشوار و پیچیده است. اما در این میان، سیلاب ها به واسطه احتمال وقوع آن در فصول خاصی از سال تا حدودی قابل پیش بینی می باشند. در این راستا، این پژوهش با هدف شناسایی عوامل موثر بر تاب آوری روستاها در مواجهه با خطر سیلاب انجام گردید. بر این اساس، به ارزیابی معیارهای موثر بر وقوع و شدت شکل گیری سیلاب در منطقه مورد مطالعه با استفاده از تکنیک AHPپرداخته شد. در این خصوص، معیار شیب با امتیاز ۰/۲۸۰ بیشتر وزن را داشت. همچنین با استفاده از آزمون

های آماری مختلف به تحلیل داده های جمع آوری شده از ساکنان روستاها پرداخته شد. به طور کلی، روستای اسفاد دارای بیشترین تاب آوری و روستای فتح آباد دارای کم ترین تاب آوری در برابر سیلاب می باشند. نتایج نشان داد که میزان تاب آوری روستاهای مورد مطالعه بر اساس آزمون خی دو در سطح متوسط می باشد. همچنین بر اساس آزمون خی دو میزان تاب آوری روستاهای مورد مطالعه از منظر اقتصادی نیز در سطح متوسط قراردارد. میزان تاب آوری روستاهای مورد مطالعه از نظر اجتماعی نیز نشان داد که تاب آوری منطقه مورد مطالعه از نظر گویه همکاری با سازمان ها و میزان رضایت از عملکرد خویش بالاتر در سطح متوسط می باشد. همچنین گویه های میزان آگاهی از وقوع و تکرار وقوع، آگاهی از جهت مقابله و رضایت از برنامه های آموزش، در سطح متوسط قرار دارند. این یافته ها با نتایج پژوهش های حاجی زاده و ایستگلدی (۱۳۹۷) و همچنین نوری و سپهوند (۱۳۹۵) مبنی بر پایین بودن میزان تاب آوری در مناطق، همخوانی ندارد؛ به طوریکه در محدوده مورد مطالعه پژوهش حاضر، تاب آوری در سطح متوسط ارزیابی شده است.

براساس آزمون کروسکال والیس میزان تاب آوری روستاهای مورد مطالعه از منظر زیر ساختی با یکدیگر متفاوت است، به طوریکه روستای ورزگ که از نظر پهنه بندی خطر سیلاب در گروه روستاهای شدیدا سیلابی قرار دارد با میانگین رتبه ای ۲۵۴/۳۲ دارای بالاترین میانگین رتبه ای در این مولفه می باشد که این امر با ۹۹ درصد از درجه اطمینان به اثبات رسید. همچنین بر اساس آزمون کروسکال والیس میزان تاب آوری روستاهای مورد مطالعه از منظر اقتصادی نیز با یکدیگر متفاوت است، به طوریکه روستای عباس آباد که از نظر پهنه بندی خطر سیلاب در گروه روستاهای شدیدا سیلابی قرار دارد با میانگین رتبه ای ۲۶۱/۴۵ دارای بالاترین میانگین رتبه ای است. نتایج آزمون کروسکال والیس نشان از تفاوت میان میزان تاب آوری اجتماعی روستاهای مورد مطالعه با یکدیگر دارد، به طوریکه روستای ورزگ دارای بالاترین میانگین رتبه ای (۲۳۵/۵) می باشد. به طور کلی میزان تاب آوری روستای ورزگ بر اساس هر سه مولفه مورد مطالعه با میانگین رتبه ای ۲۵۶/۸۲ بالاتر از سایر روستاها می باشد. این یافته ها با نتایج پژوهش نوری و سپهوند (۱۳۹۵) مبنی بر تفاوت تاب آوری در بین مناطق، همسو است.

با توجه به نتایج آزمون کروسکال والیس و نقشه پهنه بندی خطر سیلاب، بایستی عنوان نمود که علی رغم اینکه روستاهای بیدخت، فتح آباد، علی زنگی و عباس آباد در محدوده خطر بسیار بالا هستند اما میزان تاب آوری آن ها پایین می باشد. هرچند روستای عباس آباد از منظر مولفه اقتصادی وضعیت مطلوبی دارد.

جهت مقاله با خطرات احتمالی سیلاب موارد زیر پیشنهاد می گردد:

استقرار بناهای مسکونی و دامی در نقطه مناسب و دور از بروز احتمالی سیل

استفاده از مصالح باداوام

تنوع سازی درآمد روستاییان

تاکید و توانمند نمودن اقتصاد بومی و محلی با ارائه خدمات مشاوره ای مرتبط و ایجاد کانال های مالی و ارائه تسهیلات با بهره پایین

تشکیل تشکل های آگاهی بخش جهت مقابله با بروز و وقوع احتمالی سیلاب

منابع

آزاده، سیدرضا و تقوایی، مسعود (۱۳۹۶)، تحلیل فضایی آسیب پذیری سکونتگاه های شهری و روستایی در برابر مخاطره زلزله مطالعه موردی استان گیلان، مجله تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، شماره ۴(۳): ۸۴-۷۱.

بذر افشان، جواد، طولابی نژاد، مهرشاد و طولابی نژاد، میثم(۱۳۹۷)، تحلیل فضایی تفاوت های تاب آوری در نواحی شهری و روستایی در برابر مخاطرات طبیعی (موردمطالعه: شهرستان پل دختر)، فصلنامه پژوهش های روستایی، دوره ۹(۱):۱۱۹-۱۳۵.

برقی، حمید؛ هاشمی، صدیقه و جعفری، نسرین (۱۳۹۶)، سنجش تاب آوری محیطی روستاهای در معرض خطر زلزله مطالعه موردی دهستان معجزات در شهرستان زنجان. مجله پژوهش و برنامه ریزی روستایی، شماره ۱: ۹۷-۸۱.

پیران، پرویز، اسدی، سعیده و دادگر، نیکو(۱۳۹۶)، بررسی نقش تاب آوری اجتماعی در موفقیت فرایند بازسازی (مطالعه موردی: جوامع روستایی درب آستانه و باباپشمان پس از زلزله سال۱۳۸۵ دشت سیلاخور، استان لرستان)، فصلنامه مسکن و محیط روستا، شماره ۵۷: ۱۰۰-۸۷

حاجی زاده، فاضل و ایستگلدی، مصطفی (۱۳۹۷)، تحلیلی بر تاب آوری سکونتگاه های روستایی با تاکید بر زلزله مطالعه موردی دهستان حومه شهرستان لامرد .مجله مدیریت مخاطرات محیطی، شماره ۱: ۸۳-۶۷.

دلاکه حسن، ثمره محسن بیگی، حسین و شاهیوندی، احمد(۱۳۹۶)، سنجش میزان تاب آوری در مناطق شهری اصفهان، جامعه شناسی نهادهای اجتماعی،۴(۹): ۲۵۲-۲۲۷.

رکن الدین افتخاری، عبدالرضا؛ موسوی، سید محمد؛ پورطاهری، مهدی و فرج زاده اصل، منوچهر (۱۳۹۳)، تحلیل نقش تنوع معیشتی در تاب آوری خانوارهای روستایی در شرایط خشکسالی مطالعه موردی مناطق در معرض خشکسالی استان اصفهان، مجله پژوهش های روستایی، شماره ۵(۳): ۶۶۲-۶۳۹.

رمضان زاده لسبوئی، مهدی؛ بدری، سید علی؛ عسگری، علی؛ سلمانی، محمد و قدیری معصوم، مجتبی (۱۳۹۱)، تاب آوری روستاهای مناطق نمونه گردشگری در حوضه های سیل خیز بر اساس روش تصمیم گیری چند شاخصه مطالعه موردی روستاهای چشمه کیله تنکابن و سردآبرود کلاردشت، مجله برنامه ریزی و توسعه گردشگری، شماره ۳(۱): ۹۷-۷۸.

شایان، محسن؛ پایدار، ابوذر و بازوند، سجاد (۱۳۹۶)، تحلیل تاثیرات ارتقای شاخص های تاب آوری بر پایداری سکونتگاه های روستایی در مقابل سیلاب مورد مطالعه نواحی روستایی شهرستان زرین دشت، مجله مدیریت مخاطرات محیطی، شماره ۴: ۱۲۱-۱۰۳.

صادقلو، طاهره و سجاسی قیداری، حمداله (۱۳۹۳)، اولویت بندی عوامل موثر بر افزایش تاب آوری کشاورزان در برابر مخاطرات طبیعی با تاکید بر خشکسالی، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱۰: ۱۵۴-۱۲۹.

صادقلو، طاهره و سجاسی قیداری، حمداله (۱۳۹۳)، بررسی رابطه زیست پذیری سکونتگاه های روستایی بر تاب آوری روستاییان در برابر مخاطرات طبیعی نواحی روستایی دهستان مراوه تپه و پالیزان، دوفصلنامه مدیریت بحران، شماره ۶: ۴۴-۳۷.

صالحی اسماعیل، آقابابایی محمدتقی، سرمدی هاج، فرزادبهتاش محمدرضا (۱۳۹۰)، بررسی میزان تاب‌آوری محیطی با استفاده از مدل شبکه علیت، مجله محیط شناسی، شماره ۱۱۲:۵۹-۹۹.

فرزادبهتاش محمدرضا، کی نژاد محمدعلی، پیربابایی محمدتقی، عسگری علی (۱۳۹۲)، ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز، مجله هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، شماره ۳: ۴۲-۳۳.

نوری، سید هدایت اله و سپهوند، فرخنده (۱۳۹۵)، تحلیل تاب آوری سکونتگاه های روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تاکید بر زلزله مورد مطالعه دهستان شیروان شهرستان بروجرد، مجله پژوهش های روستایی، شماره ۲: ۲۸۵-۲۷۵.

Amaratunga D, Haigh, R, (2011), Post-Disaster Reconstruction of the Built Environment Building for Resilience, Wiley-Blackwell, U.K.

Arouri, M., Nguyen, C., & Youssef, A. B. (2015). Natural disasters, household welfare, and resilience: evidence from rural Vietnam. World Development, 70,pp: 59-77.

Chelleri, L., Kunath, A., Minucci, G., Olazabal, M., Waters, J. J. & Yumalogava, L. (2012).Multidisciplinary perspectives on urban resilience. BC3, Basque Centre for Climate Change.

Chia Sui, H. (2011). Resilience in Space: An experimental analysis of Resilience in urban flood management in the Taipei Basin. (Doctora), Lund University, pp:1-47

Colten, C. E., Kates, R. W., & Laska, S. B. (2008). Community resilience: Lessons from New Orleans and Hurricane Katrina. Community and Regional Resilience Initiative (CARRI) Research Report, 3.

Davis, I., & Izadkhah, Y. O. (2006), Building resilient urban communities. Open House International, 31(1),pp: 11-21.

Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability, and Transformability. Ecology and Society, 15(4), pp:1-9

Gaillard, (2007), "Resilience of traditional societies in facing natural Hazards", Disaster Prevention and Management, Vol. 16 Issus: 4, pp:522 –544.

Normandin J.-M, Therrien M.-C, Tanguay G.A, (2011), City strength in times of turbulence: strategic resilience indicators, Urban Affairs Association 41st Conference, New Orleans.

Pisano, U. (2012). Resilience and sustainable development: Theory of resilience, systems thinking, and adaptive governance. European Sustainable Development Network (ESDN) Quarterly Report, pp: 26, 50

Wang, S., Kang, S., Zhang, L., & Li, F. (2008). Modeling hydrological response to different land□use and climate change scenarios in the Zamu River basin of northwest China. Hydrological Processes: An International Journal, 22(14), 2502-2510.

World, B(2013). Building Urban Resilience: Principles, tools, and practice. Washington, D.C: World Bank

Yoon, D(2013). Assessment of social vulnerability to natural disasters: a comparative study. Natural Hazards, 63(2), pp: 823-843.

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۱۶

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۰۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۲۵

صفحات: ۱۸۶ - ۱۷۳

نقش تکتونیک در تکامل آتشفشان تفتان، جنوب شرق ایران

عبدالرضا پرتابیان[۱]*، مهدیه فتاحی مقدم[۲]، علی اصغر مریدی[۳]، حبیب بیابانگرد[۴]

چکیده

مطالعه عوامل کنترل‌کننده آتشفشان‌ها می تواند به تحلیل خطرات ناشی از فعالیت مجدد آنها کمک کند. آتشفشان تفتان یک آتشفشان کواترنری در جنوب شرق ایران است که براثر فرورانش صفحه اقیانوسی عمان به زیر پوسته قاره‌ای ایران در مجموعه‌ای چین و گسل خورده شامل فلیش‌های ائوسن و افیولیت‌های کرتاسه نفوذ کرده است. این آتشفشان دارای چندین مرکز فورانی است که با امتداد شمالغرب-جنوب شرق از قدیم به جدید قرارگرفته‌اند. به‌منظور تعیین نقش رژیم تکتونیکی درروند تکامل آتشفشان تفتان عناصر ساختاری مانند، وضعیت فضایی دایک‌ها، شکستگی‌ها، هندسه فروریزش جانبی دهانه انجرک، روند دهانه‌های قدیمی و روند چشمه‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. اطلاعات به‌دست‌آمده از این ساختارها نشان‌دهنده یک تنش کششی با امتداد شمال شرق- جنوب غرب در مجموعه آتشفشان است که باعث به وجود آمدن یک منطقه کششی در جهت شمالغرب-جنوب شرق شده است. اما اطلاعات به‌دست‌آمده از زلزله‌ها و عناصر ساختاری در مجموعه‌ای که آتشفشان بر روی آن قرارگرفته است، جهت فشارش منطقه‌ای را در امتداد شمال شرق- جنوب غرب نشان می‌دهند. آنالیز ساختاری، مدل‌سازی تجربی و داده‌های میدانی نشان می‌دهد که آتشفشان‌ها می‌توانند در محیط‌های تکتونیکی فشارشی وابسته به گسل‌های تراستی شکل بگیرند. بر اساس این اطلاعات یک مدل که در آن گسلهای تراستی (به‌عنوان مسیر ماگما) بعد از رسیدن به سطح در زیر آتشفشان به شاخه‌های مجزایی تقسیم می‌شوند ارائه شد. در این مدل یک شاخه از این گسل‌ها با شیب کم و مکانیسم معکوس، به سمت پهلوی آتشفشان پیشرفت و شاخه دیگر با شیب زیاد و مکانیسم نرمال، به سمت بالا حرکت می‌کنند و باعث شکل‌گیری یک منطقه کششی شمالغرب-جنوب شرق در امتداد دهانه‌ها و به‌موازات گسل‌های تراستی شده است، ارائه شد. این مدل فوران بعدی آتشفشان را در قسمت جنوب شرقی دهانه فعال فعلی پیشنهاد می‌دهد.

واژگان کلیدی: آتشفشان، تکتونیک فشارشی، گسل‌های معکوس، دایک، خطر.

[۱]- استادیار، تکتونیک، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان (نویسنده مسئول) Partabian_reza@science.usb.ac.ir

[۲]- دانش آموخته کارشناسی ارشد، تکتونیک، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان m.fatahi7118@yahoo.com

[۳]- استادیار، تکتونیک، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان aamoridi@yahoo.com

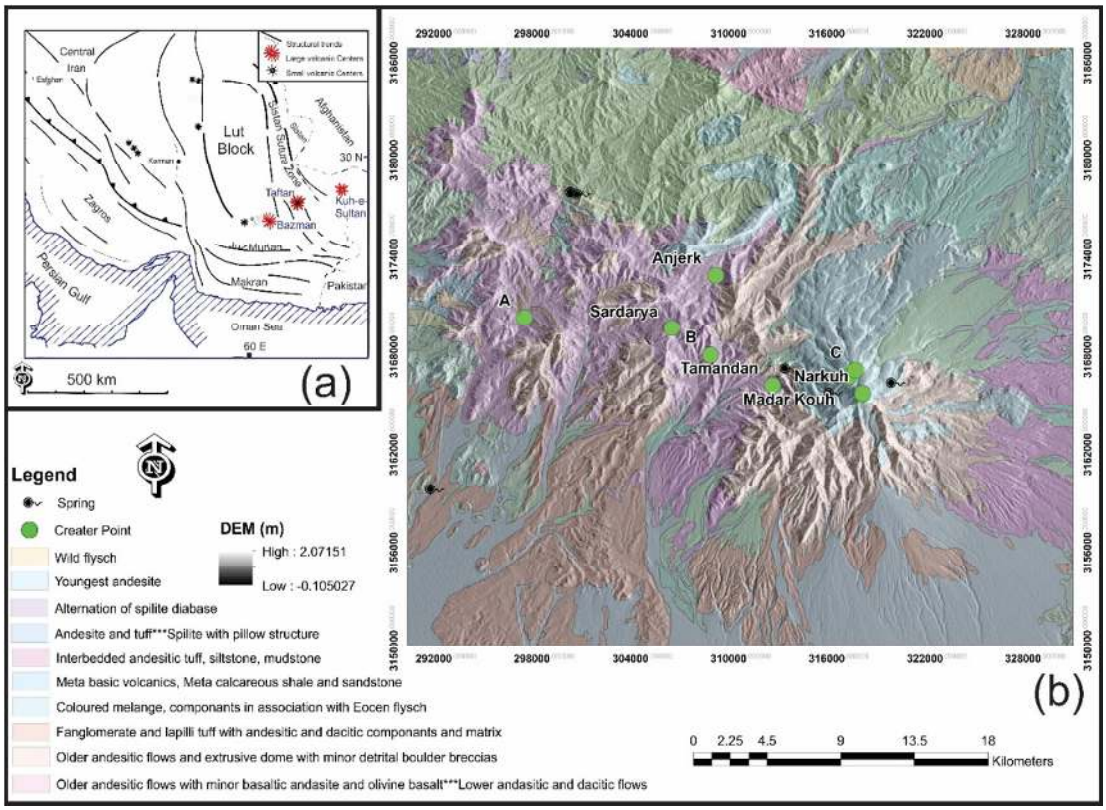
[۴]- استادیار، پترولوژی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان h.biabangard@science.usb.ac.ir

مقدمه

یکی از مسائل اساسی تکتونیک حاشیه قاره‌ای ارتباط بین فرایندهای دگرشکلی و جابجایی ماگما در لیتوسفر است (Petford et al., 2000; Hutton, 1988; Vigneresse, 1999). دگرشکلی باعث شکل‌گیری شبکه‌ای از گسل‌ها و شکستگی‌های می‌شود که به‌عنوان مسیری برای جابجایی، ذخیره و درنهایت فوران مواد آتشفشانی از سطح زمین می‌شود (Clemens and Mawer, 1992; Petford et al., 2000; Hill, 1977). بنابراین وضعیت تنش لیتوسفر در زمان فرایند ماگمایی می‌تواند کنترل‌کننده انتشار فضایی پلوتون‌ها، دسته دایک‌ها و مراکز آتشفشانی باشد (Nakamura, 1977; Nakamura et al., 1978; Delaney et al., 1986; Hutton, 1988; Takada, 1994; Glazneret al., 1999). اغلب مطالعات صورت گرفته جهت شناخت منشأ سنگ‌های آتشفشانی، بدون در نظر گرفتن نقش فعال دگرشکلی در جابجایی ماگما می‌باشد. ولی تاکنون مطالعات متعددی نیز در رابطه با ارتباط تنش‌های محلی و منطقه‌ای در شکل‌گیری آتشفشان‌ها در محیط‌های تکتونیکی کششی (به‌طور مثال Stromboli در ایتالیا)، امتدادلغز (به‌طور مثالPinatubo در فیلیپین)، محیط‌های فشارشی (به‌طور مثال Mt Etna در ایتالیا) انجام‌گرفته است. در این مطالعات از ساختارهای آتشفشانی مانند دایک‌ها، فرو ریزش‌های جانبی دهانه‌ها، مورفولوژی و همچنین از اطلاعات پترولوژی جهت تعیین تنش‌های موجود در زمان فوران و نفوذ ماگما در پوسته زمین پرداخته‌شده است (Tibaldi et al., 2017). برای دهه‌های متمادی محیط‌های تکتونیکی کششی به‌عنوان مناطق مساعد جهت نفوذ و حرکت ماگما به سمت بالا در نظر گرفته می‌شد (به‌طور مثال Anderson, 1951; Cas and Wright, 1987; Watanabe et al., 1999) ولی امروزه مطالعات صحرایی و مدل‌های تجربی نشان‌دهنده این است که رژیم‌های تکتونیکی فشارشی می‌توانند به‌عنوان مکانیسم مناسب جهت حرکت ماگما در لیتوسفر نقش ایفا کنند (Saint Blanquat et al., 1998; Galland et al., 2003; Galland et al., 2007; Tibaldi, 2005; Tibaldi, 2008;Gonzalez et al., 2009).

آتشفشان تفتان یک آتشفشان فعال کواترنری در جنوب شرق ایران و قسمتی از کمان آتشفشانی بزمان کوه سلطان می‌باشد که در حال حاضر در یک مرحله فومارولیک۱ می‌باشد (Gansser, 1971). این آتشفشان دارای فوران‌های قدیمی است که اولین فوران آن در حدود ۲۵ کیلومتری شمال شرقی دهانه امروزی آن قرارگرفته و دهانه‌های جدیدتر در همین امتداد (شمال غربی- جنوب شرقی) تا دهانه امروزی امتداد دارند (Biabangard and Moradian, 2008; Gansser, 1971). مجموعه‌ای که آتشفشان تفتان در آن نفوذ کرده عبارت است از یک مجموعه به‌شدت تکتونیزه (چین و گسل خورده) با سن ائوسن تا کرتاسه که شامل رسوبات فلیش گونه هم‌زمان با کوهزایی با یک زونی از افیولیت‌های قدیمی‌تر (Gansser, 1971) که امروزه تحت عنوان زون زمین‌درز سیستان نامیده می‌شود (شکل ۱). با توجه به احتمال فعالیت تفتان در آینده، مطالعه عوامل کنترل کننده آتشفشان و روند دهانه‌های آن می‌تواند به تحلیل خطر و ریسک این پدیده طبیعی به محققان کمک کند. بنابراین هدف از این مطالعه تعیین نقش ساختارهای دگرشکلی متأثر از تنش‌های تکتونیکی در جایگیری آتشفشان تفتان در محیط تکتونیکی فشارشی (زمین‌درز سیستان) و پیشنهاد محل فوران احتمالی آینده است.

1- Fumarolic



شکل ۱: آتشفشان تفتان (a): کمان آتشفشانی بزمان- سلطان و دیگر آتشفشانهای کواترنری و امتداد ساختارهای اصلی منطقه. (b): نقشه زمین‌شناسی آتشفشان تفتان با پس زمینه تصویر DEM که محل دهانه‌ها و چشمه‌ها روی آن مشخص‌شده است.

زمین‌شناسی و جایگاه ساختاری تفتان:

نخستین فوران تفتان شامل گدازه‌ها و سنگ‌های پیروکلاسیک با ترکیب داسیت و ریوداسیت است که در ۲۰ کیلومتری غرب و شمال غرب قله کنونی دیده می‌شود (دهانه A)(Gansser,1971)(شکل ۱). فعالیت دوباره‌ی تفتان، گدازه‌های داسیتی و آندزیتی پایان پلیوسن و در ۱۰ کیلومتری شمال غرب بوده است که لایه‌های آگلومرایی گسترده‌ای را بر جای می‌گذارد. مرکز آتشفشان در حال حاضر شامل سه دهانه اصلی (نرکوه۱، مادر کوه۲ و C شکل ۱) و دو دهانه کوچک‌تر ثانویه که همه‌ی آن‌ها در ارتفاع ۴۱۰۰ واقع هستند، است. ازنظر Gansser(1971) تاریخچه‌ی فوران این آتشفشان شامل پنج مرحله است. درحالی‌که مطالعات اخیر نشان می‌دهد که این آتشفشان دارای بیش از ۵ مرحله فوران بوده است (بیابان‌گرد،۱۳۸۶). به نظر می‌رسد که این آتشفشان دارای دهانه‌های متعدد

1- Narkoh
2- Madarkoh

بوده که تعدادی از آن‌ها پرشده و حتی ازنظرها مخفی مانده‌اند. فیروزکوهی، ۱۳۹۶ با مطالعه بر روی گدازه‌های آتشفشان تفتان، ۶ مرحله فوران را شناسایی کرده که به ترتیب سنی عبارت‌اند از دهانه A، دهانه سردریا۱، دهانه انجرک۲، دهانه مادر کوه، دهانه C و دهانه نر کوه که دارای روند تقریبی شمال غرب - جنوب شرق می‌باشند (شکل ۱). لیتولوژی‌های اطراف تفتان که اغلب مشتمل بر واحدهایی کرتاسه پسین، نهشته‌های فلیش، واحدهای شیلی و ماسه‌سنگی ائوسن، آمیزه‌های رنگین، آهک‌های پلاژیک می‌باشد. (بیابان‌گرد،۱۳۸۶).

داده‌ها و روش‌ها

مطالعه ساختاری

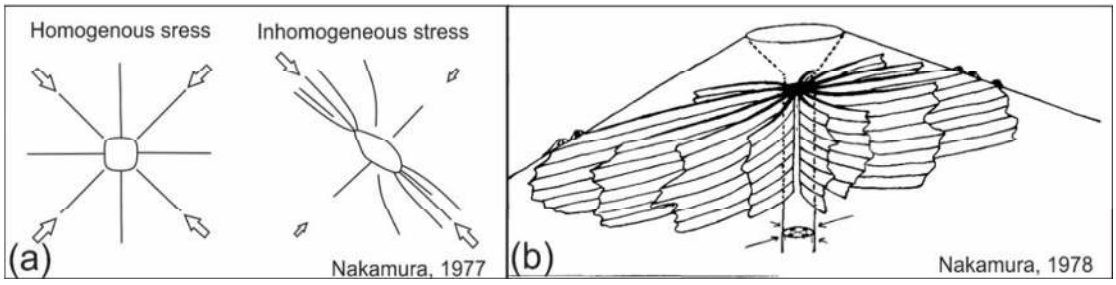
(۱) دهانه انجرک:

فوران‌های متعدد خیلی از عناصر ساختاری مانند دایک‌ها، به‌خصوص در اطراف مخروط اصلی و دهانه‌های جدید را پوشانده‌اند. دهانه انجرک (شکل ۱ و ۴) یکی از دهانه‌های قدیمی‌تر است که با توجه به فرسایش قابل توجه و ایجاد کراتر، آن را برای مطالعه ساختارهای تکتونیکی ازجمله دایکها، شکستگی‌ها و فروریزش جانبی مناسب کرده است. در اطراف دهانه انجرک پرتگاه‌های گسلی متعددی مشاهده می‌شود که به موازات تغییر روند دهانه انجرک دچار تغییر روند می‌شوند. این پرتگاه‌های گسلی که نشان دهنده‌ی گسل نرمال هستند حکایت از ایجاد کالدرا در دهانه انجرک دارد (شکل ۳ و ۴).

(۲) دایکها:

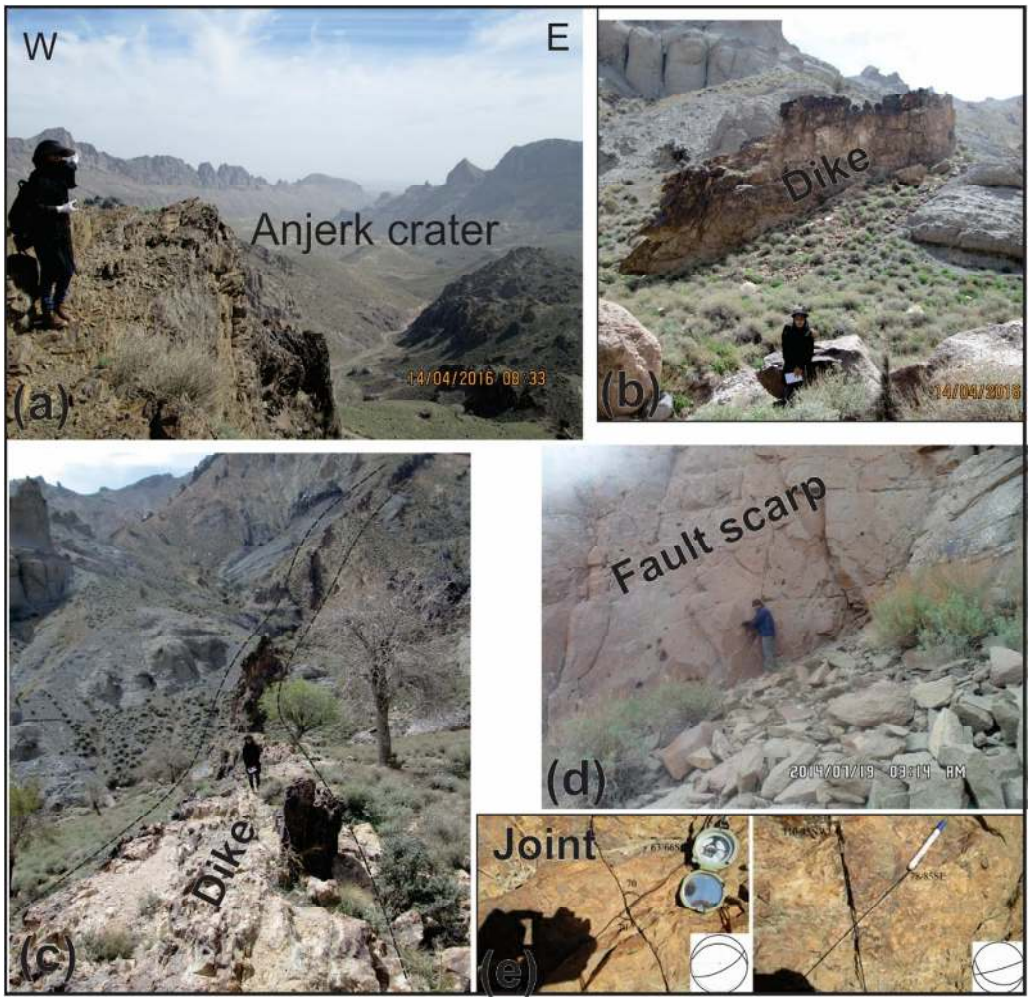
مطالعات دو دهه‌ی گذشته نشان داده است که پراکندگی و امتداد دایکها در سنگ‌های میزبان تا حد زیادی توسط تکتونیک حاکم بر سنگ‌های میزبان کنترل می‌شود که می‌تواند به‌عنوان یک مکانیسم احتمالی برای حمل‌ونقل ماگما در پوسته‌ی زمین مورد بررسی قرار گیرد (Petford et al., 2000). نفوذ دایکها در یک محیط تنشی هموژن باعث شکل‌گیری دایکهایی با الگوی شعاعی می‌شود (شکل ۲). ولی اگر این محیط تحت تأثیر سیستم تنشی غیر هموژن (تنش تفریقی) باشد آنگاه دایکها در جهت حداکثر تنش افقی یا عمود بر تنش حداقل به‌صورت جهت‌گیری شده آرایش پیدا می‌کنند (شکل۲). (Nakamura, 1977,1978; Geshi 2005; Yamaji and Sato, 2011).

1- Sardarya
2- Anjerk



شکل ۲: نقش تنش در شکل‌گیری دایکها در سنگ‌های میزبان. (a) الگوی دایکها در یک محیط تنشی هموژن و غیر هموژن. (b) شکل‌گیری دایکها در اطراف دهانه‌ی تحت تأثیر تنش جهت‌دار.

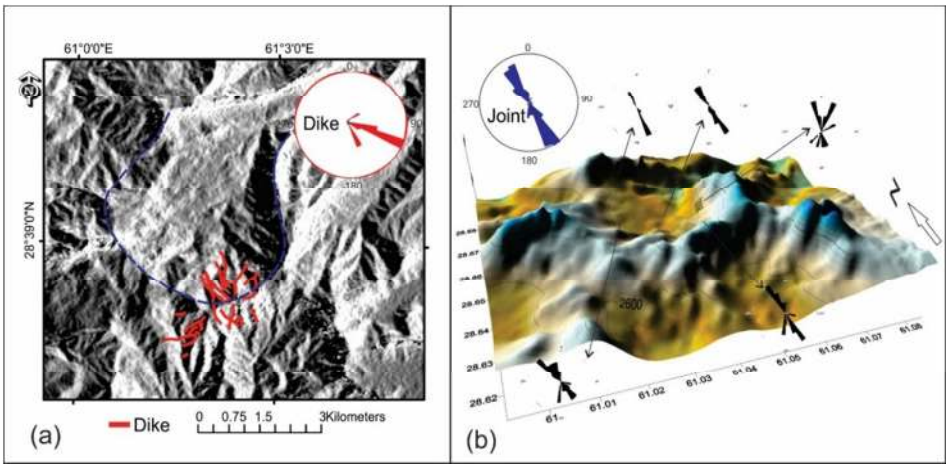
مطالعه صحرایی و پتروگرافی نشان‌دهنده وجود دایکهای متعدد در قسمت جنوب شرقی دهانه انجرک است. پهنای این دایکها بین ۱ تا ۳ متر متغیر است (شکل ۳ b و c). شواهد صحرایی و مقاطع میکروسکوپی تهیه شده از دایکها نشان می‌دهد که اغلب ترکیب آندزیتی دارند. روند کلی این ساختارها، شمال شرق- جنوب غرب می‌باشد. به طورکلی دایک‌های انجرک نشان‌دهنده‌ی یک جهت‌گیری ترجیحی می‌باشند که نشان دهنده‌ی وجود یک میدان تنشی غیر همگن در هنگام جایگیری این دایک‌ها می‌باشد که با توجه به روند غالب این دایک‌ها می‌توان جهت حداکثر تنش افقی در هنگام جایگیری آن‌ها را شمال غرب- جنوب شرق تعیین کرد.



شکل ۳: دهانه انجرک و ساختارهای برداشت‌شده از این دهانه. (a) کراتر انجرک. (b و c) دایکهای نفوذ کرده در دهانه انجرک. (d) پرتگاه‌های گسلی اطراف دهانه انجرک (e) شکستگی‌های مزدوج برداشت‌شده از دهانه انجرک.

(۳) شکستگی‌ها:

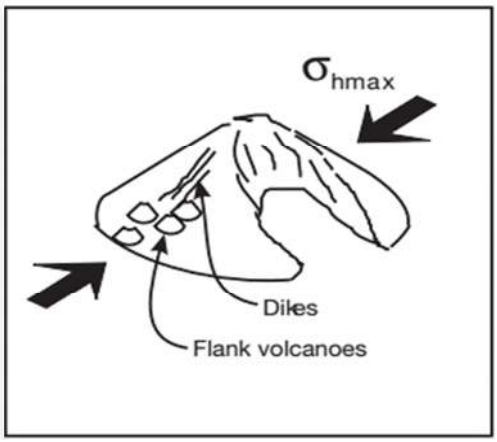
شکستگی‌های مزدوج ازجمله ساختارهای شکنایی هستند که می‌توان از آن‌ها برای تعیین جهت تنش‌ها استفاده کرد (Belayneh and Cosgrove, 2010) به این صورت که نیمساز زاویه حاده بین آن‌ها نشان‌دهنده تنش حداکثر است. در این مطالعه سعی شد از قسمت‌های متفاوت دهانه انجرک این شکستگی‌ها برداشت شود (شکل e۳). سپس با ترسیم رزدیاگرام مربوطه به مطالعه آماری آن‌ها پرداخته شد (شکل b۴). اطلاعات به‌دست‌آمده از این ساختارها جهت حداکثر تنش را شمال غرب – جنوب شرق نشان می‌دهد.



شکل ۴: دهانه انجرک. (a) محل قرارگیری دایکها و رزدیاگرام آن‌ها. (b) تصویر سه‌بعدی از دهانه انجرک که فروریزش جانبی در قسمت شمال شرقی آن مشخص است. رزدیاگرامهای سیاه‌رنگ محل برداشت شکستگی‌ها و رز دیاگرام آبی‌رنگ امتداد کلی آن‌ها را نشان می‌دهد.

(۴) فروریزش جانبی

مدل‌های متعدد بارگذاری آتشفشانی و تنش‌های تکتونیکی نشان‌دهنده ارتباط تنش‌ها و فرو ریزش‌های جانبی دهانه‌ها است (Moriya,1980; Francis and Self,1987; Francis and Wells,1988; Lagmay et al., 2006). تمام این مدل‌ها ارتباطی بین تنش افقی ماکزیمم و فروریزش جانبی کراترها را به نمایش می‌گذارند. یکی از این مدل‌ها نشان‌دهنده ارتباط فروریزش جانبی با امتداد دایکها است. در این مدل فروریزش جانبی عمود بر دایک‌ها به‌عنوان امتداد تنش حداکثر و در راستای تنش‌های کششی رخ می‌دهد (Moriya,1980 شکل ۵) به عبارتی جهت دایک‌ها در یک منطقه آتشفشانی معرفی از شکاف‌های بستر آتشفشانی است که به ساختارهای زیرزمین و بستر آتشفشان مرتبط است (Tibaldi et al., 2005).



شکل ۵: مدل Moriya (1980). فروریزش جانبی عمود بر دایک ها و در جهت حداکثر تنش افقی منطقه شکل می‌گیرد.

همانطور که در معرفی دهانه انجرک عنوان شد، در واقع این دهانه یک کراتر است که قسمت شمال شرقی آن دچار فروریزش شده است که می‌توان آن را متأثر از عواملی مانند بستر آتشفشان، ارتباط آن‌ها با تنش‌های محلی و دایکها دانست (Walter and Troll, 2003). روند ساختارهای تکتونیکی بستر آتشفشان مانند گسل‌ها و لایه‌بندی به‌موازات دایکهای مخروط آتشفشان است. با توجه به این شواهد می‌توان یک تنش کششی در امتداد شمال شرق- جنوب غرب را پیشنهاد داد که این تنش باعث جایگیری دایک‌ها با امتداد شمال غرب- جنوب شرق شده و در ادامه بعد از شکل‌گیری کراتر، وجود این تنش کششی عمود بر این دایک‌ها (به‌عنوان ساختارهای صفحه‌ای مقاوم‌تر) باعث فروریختن دیواره در راستای شمال شرقی (به‌موازات کشش) شده است.

(۵) امتداد چشمه‌ها

چشمه‌ها معمولاً متأثر از عوارض تکتونیکی مانند گسل‌ها شکل می‌گیرند (Curewitz and Karson, 1997). بررسی روند چشمه‌های اطراف مخروط تفتان، قرارگیری آن‌ها را در یک امتداد شمال غرب- جنوب شرق نشان می‌دهد. با توجه به اینکه این روند به‌موازات ساختارهای اصلی منطقه است می‌توان نتیجه گرفت گسل‌هایی در این امتداد باعث شکل‌گیری آن‌ها شده است.

نتایج و بحث:

(۱) ارتباط ساختارها و جهت تنش افقی حداکثر

روند کلی دایک‌های مطالعه شده در دهانه انجرک یک امتداد شمال غرب- جنوب شرق را به‌موازات امتداد کلی تفتان نشان می‌دهد. با توجه به اینکه به‌طورکلی این ساختارها عمود برجهت کشش شکل می‌گیرند، بنابراین حکایت از جهت کشش در امتداد شمال شرق- جنوب غرب هستند و نشان‌گر شکستگی‌های کششی هستند که در آن‌ها نفوذ

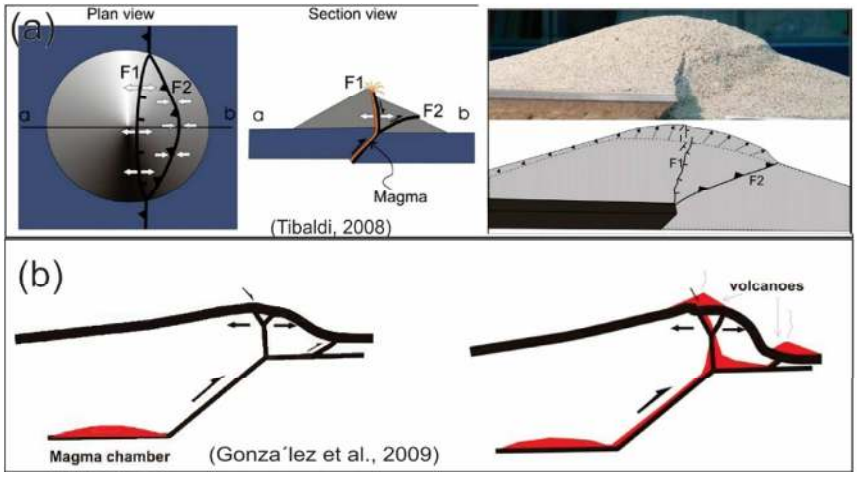
کرده‌اند. ازآنجایی‌که روند دایک‌های دهانه انجرک شمال غرب- جنوب شرق و جهت فروریزش جانبی آن در جهت شمال شرقی آن قرار دارد علاوه بر آن امتداد دهانه‌های قدیمی تا جدید یک‌روند شمال غرب- جنوب شرق را نشان می‌دهد همچنین روند چشمه‌های آبگرم روند شمال غرب- جنوب شرق را نشان می‌دهند که به‌طورکلی با ساختارهای اصلی منطقه مانند گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها مجموعه زیرین آتشفشان هم‌راستا هستند. ولی در این قسمت باید به این نکته اشاره کرد که ساختارهای اصلی منطقه (چین‌ها و گسل‌ها) متأثر رژیم تنش تکتونیکی فشارشی زمین‌درز سیستان با امتداد شمال شرق – جنوب غرب هستند (شکل ۵. Moinvaziri and Aminsobahani, 1987). علاوه بر این ساختارها جهت تنش‌های منطقه‌ای امروزی که بر اساس مطالعات لرزه‌ای فوکال مکانیسم و همچنین مقدار جابجایی که توسط GPS اندازه‌گیری شده است نیز همین موضوع را تأیید می کند (Zarifi et al., 2007). در این قسمت باید به این شواهد در کنار شواهد برداشت‌شده از دایک‌ها، روند چشمه‌های آبگرم امروزی و فروریزش دهانه انجرک و نیز توجه کرد که همگی آن‌ها یک‌جهت کشش عمود بر فشارش منطقه‌ای را نشان می‌دهند.

(۲) ارتباط آتشفشان‌ها و تکتونیک فشارشی (ساختارهای دگرشکلی فشارشی)

به‌طورکلی فرض بر این است که آتشفشان‌ها به یک رژیم تکتونیکی کششی وابسته هستند. این رژیم تنشی یک موقعیت مناسب را برای بالا آمدن ماگما در طول شکستگی‌های عمودی که عمود برجهت تنش کششی شکل می‌گیرند فراهم می‌کند (Anderson, 1951). مطالعات صحرایی بر روی سنگ‌های درونی نقش تکتونیک فشارشی به عنوان یک مکانیسم مناسب برای بالا آمدن ماگما در لیتوسفر را به اثبات رسانده است (Saint Blanquat et al., 1998). چگونگی بالا آمدن ماگما در امتداد گسل‌های تراستی در یک محیط فشارشی در پوسته شکننده توسط Galland et al (2003) مورد آزمایش قرار گرفته است ارائه کرده است. این آزمایش نشان دهنده حرکت به سمت بالای ماگما در امتداد گسل‌های تراستی در کمربندهای کوهزایی است. به‌طور مثال مطالعات صحرایی و اطلاعات ساختاری ارتباط بین ولکانیسم و گسل های تراستی را در منطقه Mojave آمریکا (Glazner and Bartley, 1994) Tromen در آرژانتین (Marques and Cobbold, 2002) و شمال ژاپن (Yoshida, 2001) نشان داده است.

بر اساس مطالعات Tibaldi(2008) آتشفشان‌های Trohunco، Reventador، Los carelos.centinda در یک رژیم تکتونیکی فشارشی جایگیری کرده‌اند. این آتشفشان‌ها بر روی یک گسل تراستی شکل گرفته‌اند که توسط آن‌هم قطع شده‌اند. Tibaldi (2008) یک مدل کلی را برای حرکت ماگما در امتداد گسل تراستی در پوسته ارائه کردند که حکایت از این دارد که ماگما می‌تواند در یک رژیم تکتونیکی فشارشی که به‌وسیله یک دگرشکلی فشارشی نمود پیداکرده است نفوذ کند (شکل ۶(a)). این مدل کلی بر اساس اطلاعات میدانی و مدل‌سازی تجربی به‌دست‌آمده است. در این مدل گسل تراستی (سیستم فشارشی) که در زیر یا پی مجموعه آتشفشانی قرار دارد در امتداد گسترش خود به سمت بالا به دوشاخه تقسیم می‌شود که یکی از آن‌ها دارای شیب کم و حرکت معکوس(F2) و گسل دوم (F1) به‌صورت عمودی مرکز مخروط را قطع کرده و به‌صورت محلی در این قسمت از مخروط یک منطقه کشش را ایجاد می‌کند (به‌عبارت‌دیگر این گسل عمودی با این جهت برش تبدیل به یک گسل نرمال می‌شود و یک منطقه

کششی را ایجاد می‌کند). با توجه به این هندسه گسل (F1) یک منطقه کششی مناسب جهت نفوذ ماگما به سمت بالا ایجاد می‌کند. به طور کلی ماگما در ابتدا در امتداد گسل تراستی اصلی به سمت بالا حرکت کرده و سپس در امتداد گسل عمودی نفوذ می‌کند. مدل تجربی دیگری هم توسط Gonza´lez et al (2009) برای منطقه مرکزی‌اند که در آن قسمت آتشفشان‌ها در یک رژیم تکتونیکی فشارشی و بر روی یک مجموعه چین و تراست شکل‌گرفته‌اند ارائه کرده‌اند که شبیه به مدل قبلی حرکت ماگما در امتداد تراست‌ها و درنهایت ایجاد یک محیط کششی را در امتداد دهانه آتشفشان نشان می‌دهند (شکل ۶ (b)).

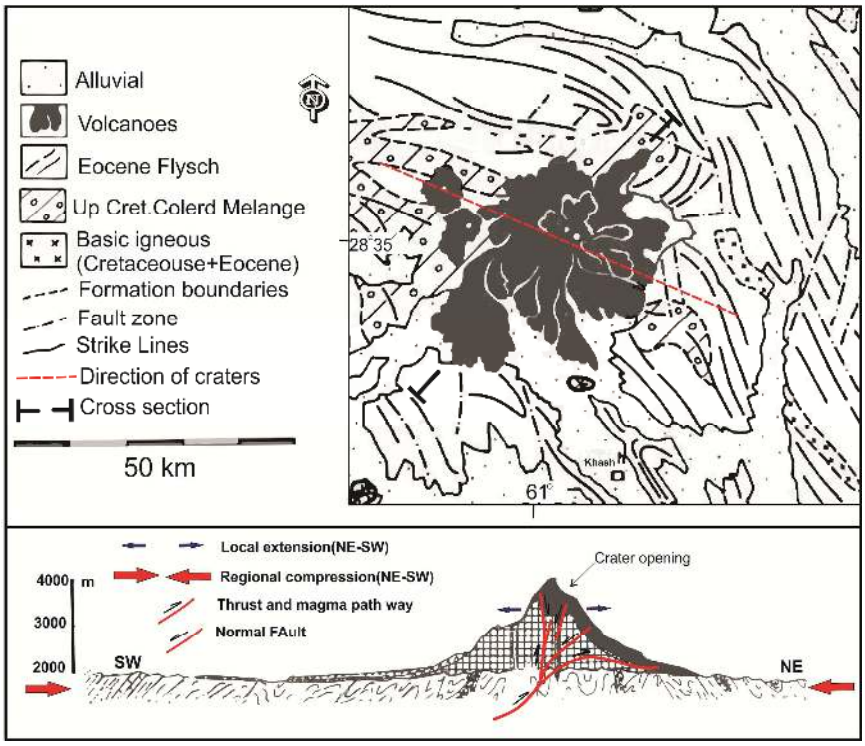


شکل ۶: (a) دید سطحی (plan view) و مقطع(section view) ارتباط گسل تراستی و مسیر نفوذ ماگما در یک آتشفشان بر اساس مدل تجربی (Tibaldi, 2008). مدل González et al (2009) نفوذ ماگما در یک دگرشکلی فشارشی و ایجاد منطقه کشش محلی در امتداد مخروط آتشفشان را نشان می‌دهد.

(۳) نقش تکتونیک در شکل‌گیری و تکامل آتشفشان تفتان

به‌طورکلی امتداد دایکها، روند دهانه‌های قدیم به جدید و روند چشمه‌ها همگی از ساختارهایی مانند روند چین‌خوردگی‌ها و امتداد گسل‌هایی که آتشفشان تفتان در آن‌ها نفوذ کرده تبعیت می‌کنند که می‌تواند شاهدی بر تأثیر این ساختارها در نفوذ ماگما و شکل‌گیری آتشفشان تفتان باشد. علاوه بر آن با توجه به جهت‌گیری ساختارهای تکتونیکی بستر آتشفشان مانند چین‌ها و گسل‌ها همچنین اطلاعات به‌دست‌آمده از زلزله‌ها و GPS همگی جهت فشارش منطقه‌ای را شمال شرق- جنوب غرب نشان می‌دهند درصورتی‌که اطلاعات به‌دست‌آمده از بنای آتشفشان در این مطالعه، شامل بررسی روند دایکها، روند دهانه‌ها از قدیم به جدید و روند چشمه‌ها (که می‌تواند شاهدی بر گسل‌هایی باشد که در امتداد آن شکل‌گرفته‌اند) همگی یک تنش کششی با امتداد شمال شرق- جنوب غرب را نشان می‌دهند (شکل ۷) که باعث شکل‌گیری دایکها و جهت‌گیری دهانه‌ها در این امتداد شده‌اند و فرآیندهای بعدی مانند فروریزش جانبی دهانه انجرک نیز از این الگو تبعیت کرده‌اند. با توجه به این اطلاعات تنش‌ها به دو دسته محلی مربوط به بنای آتشفشان (کشش در جهت شمال شرق- جنوب غرب) و منطقه‌ای مربوط به بستر آن (فشارش در جهت شمال شرق- جنوب غرب) تقسیم می‌شوند. اطلاعات به‌دست‌آمده نشان‌دهنده تنش فشارشی محلی و منطقه‌ای

در امتداد هم ولی در خلاف جهت هم هستند. با توجه به مدل‌های تجربی و مطالعات میدانی Tibaldi et al (2008) و González et al (2009) پیشنهاد می‌گردد که این سیستم کشش محلی خود ناشی از سیستم فشارش ناحیه‌ای با نفوذ ماگما در امتداد گسلهای تراستی و ایجاد یک منطقه کششی محلی در امتداد دهانه‌های قدیمی تا جدید می‌باشد (شکل ۷).



شکل ۷: مدل تکتونیکی که نشان‌دهنده نقش تنش‌ها در شکل‌گیری آتشفشان تفتان است. نقشه ساختاری کلی منطقه (با تغییرات از Gansser,, 1971) مورد مطالعه به همراه مقطع عرضی(با تغییرات از معین وزیری و امین سبحانی، ۱۳۵۷) که مسیر حرکت مواد ماگمایی را در امتداد گسلهای تراستی نشان می‌دهد. پیکان‌های آبی‌رنگ نشان‌دهنده کششی محلی در امتداد مخروط و پیکان‌های قرمزرنگ نشان‌دهنده جهت فشارش.

نتیجه‌گیری

گسلهای تراستی با امتداد شمال غرب – جنوب شرق در پهنه زمین درز سیستان فضای مناسب را جهت صعود ماگما به سمت بالا (در یک محیط فشارشی) فراهم نموده و باعث شکل‌گیری آتشفشان تفتان در این امتداد شده است. توسعه گسلهای تراستی و تغییر شیب آنها در بنای آتشفشان باعث شکل‌گیری یک فضای کششی در امتداد شمال غرب – جنوب شرق (به موازات فشارش ناحیه‌ای) شده و باعث شکل‌گیری ساختارهای کششی مانند دایکها و

فروریزش جانبی شده است. با توجه به روند دهانه‌های قدیمی و جوانتر شدن آنها از شمال غرب به جنوب شرق و مدل پیشنهادی (کنترل کننده روند دهانه‌ها) می‌توان فوران بعدی آتشفشان تفتان را در قسمت جنوب شرقی دهانه فعال فعلی پیشنهاد داد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله از تمام عزیزانی که ما را در عملیات صحرایی همراهی کردند تشکر و قدردانی می کنند. این تحقیق از پشتیبانی مالی و معنوی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره برده است.

منابع

بیابان‌گرد حبیب؛ عباس مرادی (۱۳۸۶). ژئوشیمی، ژئوکرونولوژی و نحوه تشکیل آتشفشان تفتان واقع در نوار مکران، استان سیستان و بلوچستان. پایان‌نامه دکتری، ۲۳۲ صفحه.

معین وزیری حسین؛ امین سبحانی ابراهیم؛ (۱۳۵۷). آتشفشان تفتان، انتشارات دانشگاه تربیت معلم ۴۴ صفحه.

Anderson, E.M., (1951), The Dynamics of Faulting. Oliver and Boyd, Edinburgh.

Belayneh, M. and Cosgrove, J.W., (2010), Hybrid Vveins from the southern margin of the Bristol Channel Basin, UK.Journal of Structural Geology, 32(2), pp.192-201.

Biabangard, H. and Moradian, A., (2008), Geology and geochemical evaluation of Taftan Volcano, Sistan and Baluchestan Province, southeast of Iran. Chinese Journal of Geochemistry, 27(4), p.356.

Cas, R.A.F., Wright, J.V., (1987), Volcanic Successions. Allen & Unwin, London. 528 pp.

Clemens ،J.C. ،Mawer،C.K., (1992), Granitic mMagma tTransport by Ffracture pPropagation.Tectonophysics 204،339-360

Curewitz, D., and Karson, J.A., (1997), Structural settings of hydrothermal outflow: fracture permeability maintained by fault propagation and interaction. J. Volcanol. Geotherm. Res., 79, 149-168.

Delaney, P.T., Pollard, D.D., Ziony, J.I., McKee, E.H., (1986), Field relations between dikes and joints; emplacement processes and paleo stress analysis. Journal of Geophysical Research 91, 4920–4938

Francis, P., Self, S., (1987), Collapsing volcanoes. Scientific American 256, 72–90.

Francis, P., Wells, A., (1988), LANDSAT thematic mapper observations of debris-avalanche deposits in the central Andes. Bulletin of Volcanology 50, 258–278.

Galland, O., Cobbold, P.R., de Bremond d'Ars, J., Hallot, E., (2007), Rise and emplacement of magma during horizontal shortening of the brittle crust: insights from experimental modeling. J. Geophys. Res. 112, B06402. DOI:10.1029/2006JB004604.

Galland, O., J. de Bremond d’Ars, P. R. Cobbold, and Hallot, E., (2003), Physical models of magmatic intrusion during thrusting, Terra Nova, 15, 405–409.

Galland, O., P. R. Cobbold, J. de Bremond d’Ars, and E. Hallot., (2007), Rise and emplacement of magma during horizontal shortening of the brittle crust: Insights from experimental modeling, J. Geophys.

Galland, O.,deBremondd'Ars, J., Cobbold, P.R., Hallot, E., (2003), Physical models of magmatic intrusion during thrusting. Terra Nova 1–5. DOI:10.1046/j.1365-3121.2003.00512.x.

Gansser, A., (1971), The Taftan volcano (SE Iran)., Eclogue Geol. HELV., CHE., 1971, VOL. 64, NUM. 0002, P. 319A 334.

Geshi, Nobuo., (2005), Structural development of dike swarms controlled by the change of magma supply rate: the cone sheets and parallel dike swarms of the Miocene Otoge igneous complex, Central Japan. Journal of Volcanology and Geothermal Research 141, 267-281.

Glazner, A.F., Bartley, J.M., Carl, B., (1999), Oblique opening and noncoaxial emplacement of the Jurassic Independence dike swarm, California. Journal of Structural geology 21, 1275–1283.

González, G., Cembrano, J., Aron, F., Veloso, E.E. and Shyu, J.B.H., (2009), Coeval compressional deformation and volcanism in the central Andes, case studies from northern Chile (23 S–24 S). Tectonics, 28(6.(

Hill،D.P. (1977), A model for earthquake swarm. Journal of Geophysical Research 82،347-352.

Hutton, D.H.W., (1988), A tectonic model for the emplacement of the Main Donegal Granite, NW Ireland. Journal of the Geological Society of London 139, 615–631

Hutton, D.H.W., (1988), A tectonic model for the emplacement of the Main Donegal Granite, NW Ireland. Journal of the Geological Society of London 139, 615–631
Lagmay, A.M.F., Valdivia, W., (2006), Regional stress influence on the opening direction of crater amphitheaters in Southeast Asian volcanoes. J. Volcanol. Geotherm.Res.
Marques, F.O., Cobbold,.P., (2002), Topography as a major factor in the development of arcuate thrust belts: insights from sandbox experiments. Tectonophysics 348, 247-268.
Moriya, I., (1980), Bandaian eruption and landforms associated with it: a collection of articles in memory of retirement of Prof. K. Hishimura, vol. 66. Tohoku University, pp. 214–219.
Nakamura, K, (1977), Volcanoes proposal, Journal of volcanology and Geothermal Research 2:1-16.
Nakamura, K., (1961), Stratigraphic studies of pyroclastic of Oshima vVolcano, Izu, deposited during the last fifteen centuries, II. The activity of the parasitic volcano.Sci. paP. Geol. Gen.Edue., Unive. Tokyo, 11: 281-319.
Nakamura, K., Jacob, K.H., Davies, J.N., (1978), Volcanoes as possible indicators of tectonic stress orientation-Aleutians and Alaska. Pageoph 115, 87–112.
Petford, N., Cruden, A.R., McCaffrey, K.J.W., Vigneresse, J.L., (2000), Granite mMagma formation, transport and emplacement in the Earth's crust. Nature 408, 669–673.
Saint Blanquat, M., Tikoff, B., Teyssier, C., Vigneresse, J.L., (1998), Transpressional kinematics and mMagmatic arcs. In: Holdsworth, R.E., Strachan, R.A., Dewey, J.F. (Eds.), Continental Transpressional and Transtensional Tectonics. Geological Society of London, Special Publications, vol. 135, pp. 327–340.
Takada, A., (1994), The influence of regional stress and magmatic input on styles of monogenetic and polygenetic volcanism. Journal of Geophysical Research 99, 13,563–13,573.
Tibaldi, A., (2008), Contractional tectonics and magma paths in volcanoes, J. Volcanol.Geotherm.Res., 176, 291–301, DOI:10.1016/j.jvolgeores.2008.04. 008.
Tibaldi, A., Bonali, F.L. and Corazzato, C., (2017), Structural control on volcanoes and magma paths from local-to orogen-scale: The central Andes case. Tectonophysics, 699, pp.16-41.
Tibaldi, A., Lagmay, A.M.F., Ponomareva, V.V., 2005. Effects of basement structural and stratigraphic heritages on volcano behavior and implications for human activities. Episodes 28 (3), 158–170.
Vigneresse, J.L., (1999), Intrusion level of granitic massifs along the Hercynian belt: balancing the eroded crust. Tectonophysics 307, 277–295.
Walter, T.R., Troll, V., (2003), Experiments on rift zone evolution in unstable volcanic edifices. J. Volcanol. Geotherm. Res. 127, Pp. 107–120.
Watanabe, T., Koyaguchi, T., Seno, T., (1999), Tectonic stress controls on ascent and emplacement of magmas. J. Volcanol. Geotherm. Res. 91, 65–78.
Yamaji, A., and Sato, K., (2011), Clustering of fFracture Oorientations using a mixed Bingham dDistribution and its application to paleo stress analysis from dike or vein orientations. J. Struct. Geol. 33, 1148–1157.
Yoshida, T., (2001), The evolution of arc magmatism in the NE Honshu arc Japan. Tohoku Geophys Journal. 32, 131-149.

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و سوم، بهار ۱۳۹۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۱۹

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۳۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۱۴

صفحات: ۲۰۸ - ۱۸۷

شناسایی کانون‌های گرد و غبار و آنالیز فیزیکوشیمیایی ذرات آن در منطقه دزفول

برومند صلاحی[۱*]، محمود بهروزی[۲]

چکیده

به‌منظور شناسائی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و شرایط اتمسفری توفان‌های گرد و غبار در ایستگاه دزفول (به عنوان نماینده‌ی منطقه‌ی دزفول)، ابتدا فراوانی پدیده گرد و غبار در ایستگاه دزفول طی ۲۰ سال (۲۰۱۳-۱۹۹۴) بررسی شد. سپس طی روزهای ۲۴ ژوئن، ۲۱ و ۲۸ ژولای ۲۰۱۸، نمونه‌های گرد و غبار با تله‌های رسوب‌گیر جمع‌آوری و شرایط فیزیکی آن با دستگاه پراش اشعه ایکس و آنالیز شیمیایی عناصر محلول و فلزات سنگین آن با دستگاه جذب اتمی به روش شعله انجام شد و با شاخص آلودگی Igeo ارزیابی شد؛ هم‌چنین گردش اتمسفری در تراز میانی جو و سطح زمین که منجر به گرد و غبار شد با استفاده از داده‌های روزانه تحلیل مجدد مرکز پیش‌بینی اروپا (ECMWF ERA-Interim)و پراکندگی ذرات با عمق اپتیکی نور و خط سیر گرد و غبار با مدل HYSPLIT بررسی شد. نتایج بررسی فراوانی گرد و غبار در دزفول بیانگر روند افزایشی گرد و غبار است که منجر به کاهش دید افقی شده است. بیشینه گرد و غبار در فصل تابستان و جولای (تیرماه) و کمینه آن در پائیز و ژانویه (دی‌ماه) است. نتایج حاصل از میانگین توزیع اندازه ذرات غبار در دزفول نشان داد PM10 اندازه غالب ذراتی بود که از بافت سیلتی تشکیل شده است. منگنز، روی، سرب و کادمیوم به ترتیب با میانگین ۴۹۱، ۳۱۱، ۳۲/۹ و ۱/۴۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم فلزات غالب در گرد و غباری بودند که بیانگر آلودگی متوسط تا شدید آن نسبت به حد استاندارد است. در بین عناصر محلول، کلسیم، پتاسیم، سدیم و منیزیوم به ترتیب بیش‌ترین غلظت را داشتند که حضور این عناصر دلیلی بر بیابانی‌بودن ذرات غباری است که ردیابی و محاسبه مسیر برگشت آن نشان داد رسوبات آبرفتی دجله و فرات در عراق کانون اصلی آن است.

واژگان کلیدی: غبار بیابانی، جذب اتمی، پراش اشعه ایکس، بادهای شمال، دزفول.

[۱]- استاد اقلیم شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی (نویسنده مسئول) salahi@uma.ac.ir

[۲]- دکتری اقلیم‌شناسی، پژوهشکده انگور و کشمش، گروه علوم محیطی دانشگاه ملایر behrouzimahmoud@gmail.com

مقدمه

توفان‌های گرد و غبار یکی از مخاطرات محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که اغلب در نیمه گرم سال اتفاق می‌افتد (مدرس و صادقی[۱]، ۲۰۱۸) و جامعه انسانی و طبیعی مناطق نزدیک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (خان و استراند[۲]، ۲۰۱۸) (دراک و وازکوس[۳]، ۲۰۱۸). این توفان‌ها با ناپایداری هوا و توربولانس شدید باد همراه است که در صورت عدم وجود رطوبت برای انرژی ترمودینامیک و صعود آدیاباتیک هوا، عبور بادهای توفانی از سطح بیابان، ذرات خاک سطحی را از روی بیابان‌ها روبیده و با نشر آن تا ارتفاع حدود ۳۰۰۰ متری، به‌صورت توده عظیم گردوخاک به مسافت‌های طولانی از منشأ آن انتقال می‌دهد (ذوالجودی[۴] و همکاران، ۲۰۱۳) که متعاقب آن، دید افقی به کمتر از ۱۰۰۰ متر کاهش می‌یابد (کائو[۵] و همکاران، ۲۰۱۵). این پدیده همچون کمربند غبار از بیابان صحرا در آفریقا شروع شده و با عبور از شبه‌جزیره عربستان، ایران و آسیای مرکزی به چین می‌رسد (دیمیتریو و کاسومنوس[۶]، ۲۰۱۸). در نیم‌کره جنوبی، بیابان مرکزی استرالیا یکی از کانون‌های عمده گرد و غبار است (وگنر[۷] و همکاران، ۲۰۰۸). کاهش بارندگی و خشک‌سالی‌های اخیر باعث گسسته شدن بافت نرم و سیلتی رسوبات آبرفتی در عراق (ماشات و آواد[۸]، ۲۰۱۰) و سیستان (هایکی و گودی[۹]، ۲۰۰۷) شده که در کنار بیابان ربع‌الخالی در عربستان و بیابان صحرا در آفریقا بزرگ‌ترین کانون گرد و غبار در خاورمیانه را تشکیل می‌دهند (لابان[۱۰]، ۲۰۱۶). ذرات غبار در سطوح مختلف جو با مدل‌های جوی ردیابی شده که در شناسایی کانون آن نقش مهمی دارد. در خاورمیانه مطالعات مهمی در این زمینه انجام شده و با مدل های‌اسپلیت[۱۱] که ذرات خاک جوی را در ساعات قبل از ورود به منطقه موردنظر در ارتفاعات مختلف اتمسفر ردیابی می‌کند، بسیاری از توفان‌های گرد و غبار آشکار شده است. توفان‌های گرد و غبار به‌طور ناگهانی در سال ۲۰۰۸ به بیشترین وقوع در قرن ۲۱ رسید.

وانگ[۱۲] و همکاران (۲۰۱۱) با مدل های‌اسپلیت توفان‌های به وقوع پیوسته در جهان را ردیابی کرده و بیابان شمال آفریقا، خاورمیانه، مغولستان و شمال غربی چین را به‌عنوان کانون عمده گرد و غبار در سال ۲۰۰۸ اعلام نمودند. نتایج مدل های‌اسپلیت نشان داد رسوبات آبرفتی حوزه رودخانه‌ای دجله و فرات در سوریه و عراق در بیش از ۷۰٪ توفان‌های گرد و غباری آسیای غربی نقش دارد (کائو[۱۳] و همکاران، ۲۰۱۵). ردیابی ذرات غبار جوی جنوب غربی

1 -Modarres and Sadeghi
2 -Khan and Strand
3 -Drack and Vázquez
4 -Zoljoodi
5 -Cao
6 -Dimitriou and Kassomenos
7 -Wagener
8 -Mashat and Awad
9 -Hickey and Goudie
10 -Labban
11- HYSPLIT
12 -Wang
13 -Cao

ایران با مدل های‌اسپلیت در ارتفاع ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر بیانگر این است که گرد و غبار عمدتاً از بیابان مرز عراق و سوریه و همچنین رسوبات آبرفتی دجله و فرات نشأت می‌گیرد (برومندی[۱]، ۲۰۱۷)؛ اما در کویت که در مجاورت با جنوب غربی ایران است، کانون عمده گرد و غبار جوی آن بیابان صحرا در آفریقا و ربع‌الخالی در عربستان است (یاسین[۲] و همکاران، ۲۰۱۸)؛ بنابراین نزدیکی با مناطق خشک و بیابانی نمی‌تواند کانون عمده گرد و غبار آن منطقه باشد، احتمال این می‌رود که گرد و غبار از مناطق دور تحت شرایط اتمسفری و گردش‌های جوی در مقیاس سینوپتیک وارد یک منطقه شده است. با این شرایط، گردش سیستم‌های جوی نقش مهمی در وقوع توفان گرد و غباری در مناطق مختلف دارند که از داده‌های NCEP/NCAR برای بررسی وضعیت اتمسفر در زمان وقوع پدیده-های اقلیمی استفاده می‌شود (جیش پراکاش[۳] و همکاران، ۲۰۱۴) (الیحیای و چارابی[۴]، ۲۰۱۴). یکی از شرایط سینوپتیکی که دلیل عمده توفان‌های گرد و غبار در آسیای غربی است، بادهای شمال بوده که با وزش بادهای گرم و خشک از پرفشار آفریقا و شبه‌جزیره عربستان به سمت سیستم کم‌فشار سطحی در خلیج فارس ایجاد می‌شود (اوزدمیر کوکماز،[۵] و همکاران، ۲۰۱۸) (دسوزا[۶] و همکاران، ۲۰۱۱). استقرار سامانه کم‌فشار موسمی در جنوب ایران و شبه‌جزیره عربستان در تابستان به همراه سیستم پرفشار شمال آفریقا، یکی از عوامل عمده سینوپتیکی در تشکیل سامانه‌های گرد و غباری جنوب غربی آسیا و به‌خصوص عربستان است (هرمیدا[۷] و همکاران، ۲۰۱۸). در شبه‌جزیره عربستان (یمن، امارات، قطر، بحرین و عربستان سعودی)، بادهای شمال و جبهه‌های سطحی دلیل عمده توفان گرد و غبار هستند (بگوم[۸] و همکاران، ۲۰۱۸).

ورود توده‌های گرد و غبار همراه با عناصر سمی و غیر سمی به منطقه میزبان، می‌تواند اثرات جدی بر جامعه انسانی و حتی گیاهی آن وارد کند. شناخت عناصر موجود و اندازه ذرات غبار معدنی که از بیابان‌ها نشأت می‌گیرد، در پیشگیری از عوارض ناشی از آن مؤثر است. عنصر غالب در ذرات غبار بیابانی، سیلیکا با ۵۹/۹ و اکسید آلومینیوم با ۱۴/۱۳ درصد است (گودی و میدلتون، ۱۳۹۱). بیابان شنی قره‌قوم با مساحتی حدود ۳۵۰ هزار کیلومترمربع در کشور ترکمنستان در شرق دریای خزر قرار گرفته که ذرات غبار بیابانی آن با عناصر غالب آلومینیوم، آهن، کلسیت و ژیپس تحت تأثیر گردش چرخندی هوا در مرکز بیابان به سمت چین حرکت می‌کند (کروتز و شولکوویتز[۹]، ۲۰۰۰). گرادیان فشار بین فرابار عربستان و فروبار دریای خزر منجر به تشدید بادهای سطحی شده و توده عظیم گردوغبار با

1 -Broomandi
2 -Yassin
3 -Jish Prakash
4 -Al-Yahyai and Charabi
5 -Özdemir, Korkmaz
6 -Desouza
7 -Hermida
8 -Beegum
9 -Kreutz and Sholkovitz

کربنات کلسیم و کوارتز از سمت عربستان و بیابان‌های مرکزی ایران وارد نیمه شمالی ایران و تهران شده است (دهقانی[1] و همکاران، ۲۰۱۸).

کانی‌های عمده در ذرات گرد و غبار شهر اهواز و بندر ماهشهر کلسیت، کوارتز و فلدسپات و فلزات سنگین آن شامل کادمیوم، کرمیت، نیکل و سلنیوم است که غلظت آن‌ها در آذرماه به حداکثر می‌رسد (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۵؛ غریب رضا و لک، ۱۳۹۴). اما در مسجدسلیمان ترکیب شیمیایی ریزگردهای بیابانی عمدتاً سیلیسیم و آلومینیوم و اندازه ذرات شامل ۱۰ درصد پی‌ام[2] ۲/۵ و ۶۰ درصد پی‌ام ۱۰ است (برومندی و بختیارپور، ۱۳۹۵). فلزات سنگین موجود در توفان‌های گرد و غبار ایستگاه‌های سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک مس است که بیش از آرسنیک و روی در گرد و غبار هر سه ایستگاه بود. عمده کانی‌های موجود در ذرات غبار بیابانی، کانی‌های سیلیکاته (کوارتز) و کربناته (کلسیت) بود (رجبی و صوری، ۱۳۹۴).

رسوب ذرات ریزگرد بر سطح برگ درختان در رویشگاه مله سیاه ایلام شامل سرب، کادمیوم و نیکل بود که سلامت درختان را تحت تأثیر قرار داد (نوری و همکاران، ۱۳۹۴). کانی غالب در ذرات ریزگرد استان کردستان عمدتاً کوارتز و کلسیت است و غلظت فلزات سنگین در آن بیش از حد مجاز بوده و بر سلامت انسان خطرناک است (بشیری خوزستانی و سوری، ۱۳۹۵). موسوی و پورخباز (۱۳۹۶) ذرات گرد و غبار شهرستان بیرجند را منشایابی نموده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها را مورد بررسی قرار دادند.

استان خوزستان به دلیل شرایط ژئومورفولوژی و هم‌جواری با بیابان‌های عراق و عربستان در معرض توفان‌های گرد و غباری قرار دارد و سامانه‌های اتمسفری که منجر به این توفان‌ها در منطقه می‌شود شناسایی شده است؛ به‌طوری‌که در روزهای سرد، سیستم‌های مهاجر بادهای غربی با ایجاد فرود عمیق بر روی بیابان‌های کشورهای همجوار و رودباد جبهه قطبی همراه آن در تراز میانی جو با ایجاد ناپایداری در سطح زمین منجر به خیزش گردوغبار و انتقال آن به استان خوزستان می‌شود. در روزهای گرم سال، باد شمال دلیل اصلی شکل‌گیری پدیده گردغبار در استان خوزستان است (طاووسی و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین تصاویر ماهواره‌ای نیز بیانگر انتقال گرد و غبار از بیابان‌های جنوبی عراق، شمال عربستان، جنوب شرقی سوریه و تا اندازه‌ای شمال صحرای آفریقا می‌باشد. در استان خوزستان، روزهای گرد و غباری در دوره گرم سال بیش از دوره سرد سال است و اوج آن در فصل بهار و ماه ژوئیه است که از لحاظ پراکنش مکانی نیز از غرب به شرق استان، تعداد روزهای گردغباری کاهش می‌یابد. روند سالانه این پدیده نیز افزایشی بوده و هر ساله بر فراوانی آن افزوده می‌شود (طاووسی و همکاران، ۱۳۹۰). در پژوهش‌های انجام شده گرد و غبار در استان خوزستان، هدف پژوهشگران بیشتر به تحلیل آماری- همدیدی گرد و غبار معطوف شده است. پژوهشگران دیگری نظیر عزیزی و همکاران (۱۳۹۱)، قربانیان و کردوانی (۱۳۹۳)، ناصرپور و همکاران (۱۳۹۴)، درگاهیان و همکاران (۱۳۹۶)، حیدریان و همکاران (۱۳۹۶) نیز با بررسی منشأ و آنالیز پدیده گرد و غبار در غرب و جنوب غرب ایران پرداختند. مطالعات محدودی در ارتباط با سنجش فلزات سنگین و مواد سمی در خاک‌های اطراف

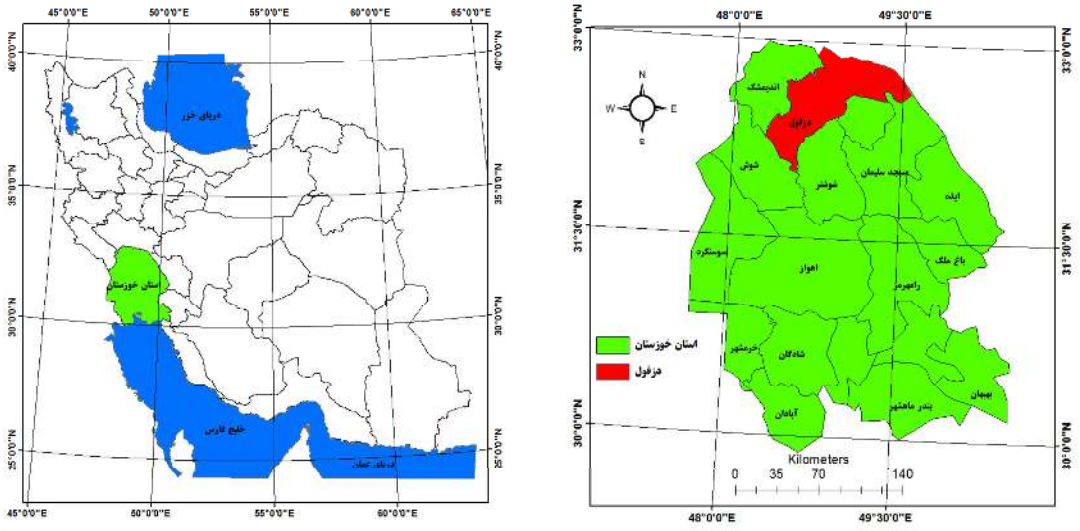
1 -Dehghani

2 - PM

مراکز صنعتی و پالایشگاه‌های نفت در نواحی جنوبی استان انجام شده است. اما ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ذرات غبار بیابانی در اتمسفر شمال استان ناشناخته مانده است که در این پژوهش به سنجش عناصر محلول و فلزات سنگین در توفان‌های گرد و غبار جوی در ایستگاه دزفول در ناحیه شمالی استان پرداخته شده است.

داده‌ها و روش‌ها

شهر دزفول با موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی، ۳۲ درجه ۲۲ دقیقه شمالی و ۱۴۳ متر ارتفاع از سطح دریا در استان خوزستان قرار دارد (شکل ۱) و مرز بین کوهستان و جلگه در شمال استان خوزستان از این منطقه آغاز می-شود. شهر دزفول با میانگین دمای سالانه ۲۳ درجه سلسیوس و بارندگی ۵۹۰ میلی‌متر در سال و میزان رطوبت نسبی ۴۴/۵ درصد به‌عنوان پهنه اقلیمی معتدل در استان خوزستان به شمار می¬آید (موحدی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه. *منبع: (نویسندگان)*

در این پژوهش ابتدا کدهای هواشناسی مربوط به گرد و غبار (۰۶، ۰۷، ۰۸، ۰۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵ و ۹۸) در طول سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۳ استخراج و به‌صورت ماهانه، فصلی و سالانه بررسی شد. میانگین دید افقی در زمان وقوع گرد و غبار برای سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۳ به‌صورت نمودار نشان داده شد. در ادامه به‌منظور شناسایی ویژگی-های فیزیکی و شیمیایی ذرات غبار بیابانی در جنوب غرب ایران، ذرات غبار از توفان‌های گرد و غباری که در ایستگاه دزفول (به عنوان نماینده‌ی منطقه‌ی دزفول) اتفاق افتاد، نمونه‌برداری و ویژگی‌های آن بررسی شد. در تاریخ ۲۴ ژوئن، ۲۱ و ۲۸ جولای ۲۰۱۸، توفان‌های گرد و غباری با غلظت بیش از ۱۰۰۰ میکروگرم بر مترمکعب (ug/m^{-3}) در

شمال استان خوزستان اتفاق افتاد که معادل هشت برابر حد مجاز بود و دید افقی را به کمتر از ۵۰۰ متر کاهش داد. نمونه‌برداری ذرات غبار در این توفان‌ها با استفاده ۱۰ تله رسوب‌گیر در ارتفاع ۱۵ متری از سطح زمین بر پشت‌بام ساختمان در سه نقطه از شهر دزفول انجام شد. تله‌ها در اوایل ماه ژوئن ۲۰۱۸ نصب و پس از وقوع توفان گرد و غباری، ذرات غبار جمع شده در تله‌های هر ساختمان مخلوط و پس از تخلیه به آزمایشگاه دانشگاه ملایر انتقال داده شد؛ دوباره تله‌های تخلیه شده بر روی پشت‌بام نصب شد. این فرایند برای سه توفان گرد و غباری شدید در شهر دزفول تکرار و پس از هر توفان، ذرات غبار تخلیه و به آزمایشگاه انتقال داده شد. در آزمایشگاه، نمونه‌های غبار بیابانی جمع‌شده با تله‌های رسوب‌گیر در آون با دمای ۵۰ درجه سلسیوس خشک شده و مقدار واقعی آن به دست آمد. سپس برای شناسایی اندازه ذرات گرد و غبار، درادامه، ۰/۵ گرم از ذرات غبار با ترازوی دقت یک‌صدم توزین و به مدت یک ساعت با ۵ میلی‌لیتر با هگزا متا فسفات سدیم ترکیب شد تا ذرات غبار ازهم جدا شده و اندازه واقعی آن نمایان شود. الگوی پراکندگی اندازه و اکسیدهای ذرات غبار در هر بار نمونه‌برداری با دستگاه طیف‌سنج پراش پرتوایکس[1] انجام شد. برای اندازه‌گیری عناصر موجود در ذرات غبار همچون سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیوم و فلزات سنگین سرب، روی، کادمیوم و منگنز، یک گرم از ذرات غبار به همراه اسید نیتریک و اسیدکلریدریک (۱:۳) مخلوط و در لوله‌های هضم به مدت چهار ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. سپس محلول با کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرومتر صاف شده و با آب دی یونیزه شده به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانیده شد (سلگی و سلگی، ۱۳۹۴) و عصاره به‌دست‌آمده حاوی عناصر و فلزات سنگین بود که آنالیز آن با دستگاه HR-CS AAS ساخت شرکت analytikjena AG با استفاده از دستگاه جذب اتمی به روش شعله انجام شد. همچنین مقادیر فلزات سنگین در نمونه‌های گرد و غبار با شاخص I_{geo}[2] ارزیابی شد که این شاخص بر طبق معادله ۱ آلودگی به فلزات سنگین را با توجه به نسبت غلظت هر فلز سنگین در نمونه موردبررسی به غلظت زمینه‌ای (زوان[3] و همکاران، ۲۰۰۴) آن فلز در پوسته زمین محاسبه می‌کند:

$$I_{geo} = Log_2 (C_n / 1.5 \times B_n) \quad (۱)$$

که در آن، C_n غلظت اندازه‌گیری شده فلز سنگین در نمونه و B_n غلظت زمینه‌ای همان فلز سنگین در پوسته زمین است. ضریب ۱/۵ نیز برای کمینه کردن تغییرات احتمالی در غلظت‌های زمینه‌ای ناشی از فعالیت‌های زمین‌شناسی اعمال می‌شود. این شاخص برای میانگین غلظت فلزات سنگین برای سه توفان گرد و غبار محاسبه و به‌صورت نمودار نشان داده شد.

به‌منظور شناسایی علت وقوع توفان‌های گرد و غباری در ژوئن و جولای ۲۰۱۸، شرایط اتمسفری منطقه بررسی شد و ذرات غبار از ۲۴ ساعت قبل از اینکه در ایستگاه دزفول توفان گرد و غبار گزارش شود با مدل های‌اسپلیت شناسایی شد. برای دست‌یابی به این رهیافت‌ها، داده‌های جوی تراز میانی جو (تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) به همراه فشار سطح

1 - xrd- xmd-300 Unisantis Germany
2 - Geo-Accumulation Index
3 - Xuan

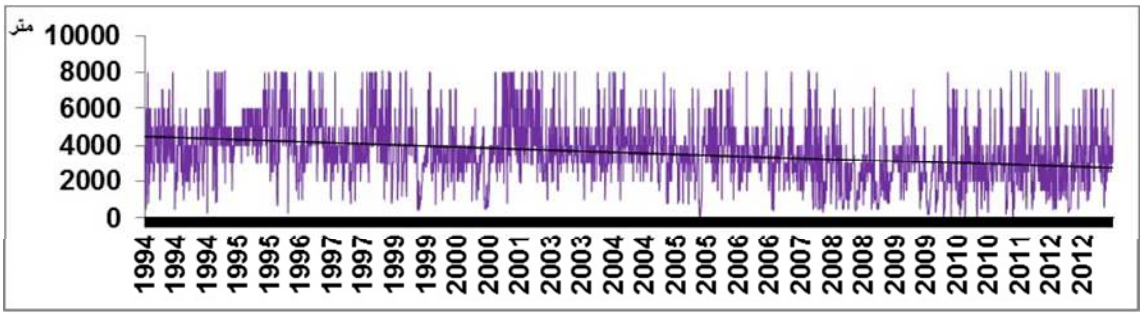
دریا از داده‌های روزانه تحلیل مجدد مرکز پیش‌بینی اروپا[1] برای روزهای ۲۴ ژوئن، ۲۱ و ۲۸ جولای ۲۰۱۸ استخراج و نقشه‌های ترکیبی ارتفاع ژئوپتاسیل‌متر و جهت باد با برنامه‌نویسی در محیط گردس ترسیم شد. برای محاسبه مسیرهای برگشت، ردیابی و شناسایی کانون ذرات گرد و غبار در روزهای مذکور از مدل های‌اسپلیت استفاده شد که مدلی دوگانه برای محاسبات خط سیر حرکت گردوخاک، پراکندگی و شبیه‌سازی ته‌نشینی آن با استفاده از رویکرد PUFF و ذرات است (دراکسلر[2] و همکاران، ۲۰۱۴) مدل های‌اسپلیت در آزمایشگاه منابع هوا[3] برای ردیابی و پیش-بینی آلاینده‌های جوی، ردیابی ذرات و دودهای ناشی از آتش‌سوزی جنگل توسعه یافته است. روش محاسبه مدل ترکیبی از اویلری و لاگرانژی است که انتقال ذرات جوی از کانون گردوغبار (مبدأ) تا مکان نمونه‌گیری (مقصد) را ردیابی نموده و به‌صورت برگشت در زمان محاسبه می‌کند (دراکسلر و هس[4]، ۱۹۹۷). طیف وسیعی از محصولات آماده مربوط به اتمسفر، زمین و اقیانوس به همراه تصاویر خام به‌طور رایگان در دسترس عموم است[5]. یکی از محصولات اتمسفری سنجنده مودیس[6] تصاویر عمق اپتیکی نور[7] از زیرمجموعه محصولات آئروسل است و در پژوهش حاضر به دلیل پوشش غالب بیابانی منطقه از تصاویر عمق اپتیکی نور با الگوریتم دیپ بلو[8] استفاده شد که برای استخراج عمق اپتیکی آئروسل از فراز مناطق بیابانی به دلیل بازتاب زیاد نور در طول‌موج‌های بلندتر طیف مرئی و فروسرخ مناسب است (بیلال[9] و همکاران، ۲۰۱۶).

یافته‌های تحقیق

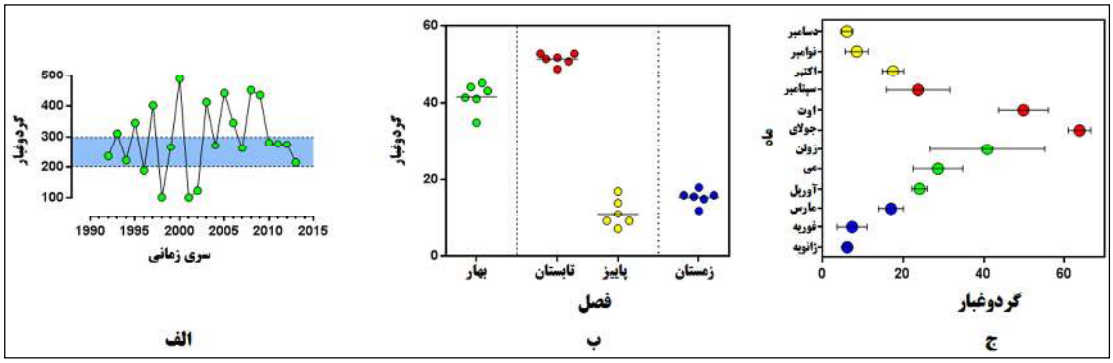
دید افقی در زمان وقوع گرد و غبار در سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۳ کاهش یافته است (شکل ۲)؛ به‌طوری‌که از ۴۱۰۲ متر در ده سال اول (۲۰۰۳-۱۹۹۴) به ۳۱۰۱ متر در ده سال دوم (۲۰۱۳-۲۰۰۴) رسید. تأثیر عواملی که منجر به خشکی سطح زمین و اتمسفر در آسیای غربی شده است را در کاهش دید افقی ایستگاه دزفول می‌توان مشاهده نمود. فراوانی وقوع گرد و غبار طی بازه زمانی مربوطه افزایش یافته و تناوب بین سال‌ها متفاوت بوده که الگوی زمانی مشخصی برای آن وجود ندارد و فرکانس کدهای مربوط به گرد و غبار از سالی به سال دیگر متغیر بود (شکل ۳، الف). در سال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ بین ۴۳۵ تا ۴۵۰ بار کدهای دیده‌بانی مربوط به گرد و غبار گزارش شد که نسبت به دیگر سال‌های آماری، بیش‌ترین تکرار گرد و غبار را داشت، اما در سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ کمتر از ۱۵۰ بار این کد گزارش شد که ایستگاه دزفول در این سال‌ها کمترین وقوع گرد و غبار را تجربه کرد. وقوع توفان‌های گرد و غبار در ایستگاه دزفول موازی با مناطق خشک و بیابانی خاورمیانه رو به افزایش است. کاهش بارندگی و رطوبت سطحی

1 - ECMWF ERA-Interim
2 -Draxler
3 - ARL NOAA
4 -Draxler and Hess
5 -https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataprod
6 - MODIS
7 - AOD
8 - Deep Blue
9 -Bilal

خاک به همراه خروج سامانه‌های بارشی از عرض‌های جغرافیایی جنب‌حاره در نیمه گرم سال و شرایط جوی مناسب همچون کم‌فشار حرارتی در دریای خلیج‌فارس برای تشدید بادهای سطحی در مناطق بیابانی خاورمیانه در نیمه گرم سال، زمانی مناسب برای وقوع توفان‌های گرد و غبار در جنوب غرب ایران است که شکل (۳، ب) بیانگر همین موضوع است و حداکثر وقوع گرد و غبار در فصول تابستان (۵۴ وقوع گرد و غبار) و بهار (۴۲ وقوع گرد و غبار) و نمودار ماهانه (شکل۳، ج) بیانگر فراوانی پدیده گرد و غبار در ماه جولای، اوت و ژوئن است که با سرد شدن اتمسفر منطقه در پاییز و ورود بادهای غربی و موج‌های کوتاه و بلند مدیترانه و سامانه‌های بارشی نیمه سرد سال به منطقه موجب کاهش توفان‌های گرد و غباری از ماه سپتامبر تا اواخر فصل زمستان (فوریه) می‌شود.



شکل ۲: میزان دید افقی ایستگاه دزفول در زمان وقوع توفان گرد و غباری (۲۰۱۳-۱۹۹۴)

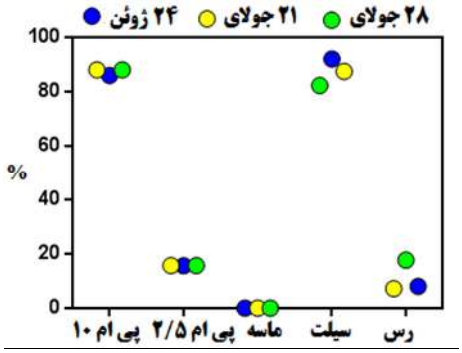


شکل ۳: الف) نمودار سالانه، ب) فصلی و ج) ماهانه کدهای روزانه هواشناسی مربوط به گرد و غبار در ایستگاه دزفول طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۲. (باند آبی مشخص کننده‌ی محدوده میانگین متحرک است)

اندازه ذرات غبار و عناصر محلول در آن

نتایج حاصل از اندازه‌گیری بافت و اندازه ذرات غبار با استفاده از دستگاه پراش اشعه ایکس در طول سه بار نمونه‌برداری از توفان گرد و غبار در ۲۴ ژوئن، ۲۱ و ۲۸ جولای ۲۰۱۸ به‌صورت نمودار در شکل ۴ ارائه شد. میانگین اندازه ذرات در طول سه بار نمونه‌برداری نشان داد بیش از ۸۰ درصد از ذرات پی‌ام ۱۰ و کمتر از ۱۵ درصد جزء پی‌ام ۲/۵ بود. اکسیدهای اصلی غالب در نمونه‌های گرد و غبار سیلیس و سولفات سدیم بود. غالب ذرات اندازه‌ای بین ۲ تا

۲۰ میکرومتر داشته که به‌عنوان ذرات سیلت شناخته شد؛ اما درصد اندکی از ذرات اندازه‌ای بزرگ‌تر از ۲۰ میکرومتر بود (ذرات شن یا ماسه) که دلیل اصلی آن طی مسیر طولانی ذرات از بیابان عراق بوده که ذرات درشت ماسه با کاهش سرعت باد در طول مسیر رسیدن به استان خوزستان رسوب کرده و ذرات ریز شامل سیلت و رس وارد اتمسفر شهرهای شمالی خوزستان شد. ذرات رس که قطری کمتری از ۲ میکرومتر دارد نیز کمتر از ۲۰ درصد ذرات غبار را تشکیل داد. با این شرایط ذرات غبار در توفان‌های گرد و غباری شهر دزفول دارای بافت سیلتی است.



شکل ۴: میانگین ذرات پی‌ام ۲/۵ و ۱۰ و اجزای ذرات و بافت رسوبات فرونشسته در سه توفان گرد و غباری شهر دزفول در سال ۲۰۱۸

میزان غلظت عناصر محلول و فلزات سنگین در نمونه‌های گرد و غبار در جدول ۱ ارائه شد که بر اساس آن، بیشترین ضریب تغییرات در کادمیوم، منگنز و روی مشاهده شد که تغییرات آن‌ها بیش از ۱۰ درصد بود. در بین عناصر محلول در ذرات غبار، کلسیم و در بین فلزات سنگین منگنز بیش‌ترین غلظت را داشت و کمترین عنصر محلول، منیزیوم و کمترین فلز سنگین، کادمیوم بود. میانگین غلظت عناصر نشان داد که به ترتیب منگنز، روی، سرب، کلسیم، پتاسیم، سدیم، منیزیوم و کادمیوم بیشترین غلظت ذرات غبار در دزفول را تشکیل دادند.

جدول ۱: مقادیر عناصر محلول و فلزات سنگین (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در نمونه‌های گرد و غبار ایستگاه دزفول

	عناصر محلول				فلزات سنگین			
ایستگاه	**سدیم**	**پتاسیم**	**کلسیم**	**منیزیوم**	**روی**	**سرب**	**کادمیوم**	**منگنز**
۲۴ ژوئن ۲۰۱۸	۷/۲	۱۲/۴	۲۸/۸	۴/۴	۳۴۵	۳۱/۲	۱/۴۱	۵۱۲
۲۱ جولای ۲۰۱۸	۶/۸	۱۱/۸	۲۶/۳	۴/۲	۲۶۷	۳۳	۱/۱۴	۴۲۲
۲۸ جولای ۲۰۱۸	۶/۳	۱۳/۲	۳۲/۷	۳/۹	۳۲۱	۳۴/۶	۱/۶۸	۵۳۹
میانگین	۶/۷	۱۲/۴	۲۹/۲	۴/۱	۳۱۱	۳۲/۹	۱/۴۱	۴۹۱
ضریب تغییرات (٪)	۵/۴	۴/۶	۹	۵	۱۰/۵	۴/۲	۱۵/۶	۱۰/۲

نتایج حاصل از مقادیر کمی شاخص I_{geo} محاسبه‌شده برای فلزات سنگین روی، سرب و کادمیوم در طول نمونه-برداری از سه توفان گرد و غباری سال ۲۰۱۸ در جدول ۲ نشان داده شد که بر اساس آن، فلز کادمیوم با شاخص ۲/۲ دارای آلودگی متوسط تا شدید بود و همچنین فلز روی با شاخص ۱/۵ دارای آلودگی متوسط بود؛ اما میزان

شاخص فلز سرب کمتر از یک بود که میزان آلودگی آن قابل‌چشم‌پوشی است؛ بنابراین وجود فلزات سمی روی و کادمیوم با آلودگی متوسط و شدید در ذرات غبار نمونه‌برداری‌شده از توفان‌های گرد و غبار بیانگر آلودگی اتمسفر شهر دزفول در زمان وقوع توفان است.

جدول ۲: مقادیر شاخص I_{geo} برای فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در ایستگاه دزفول

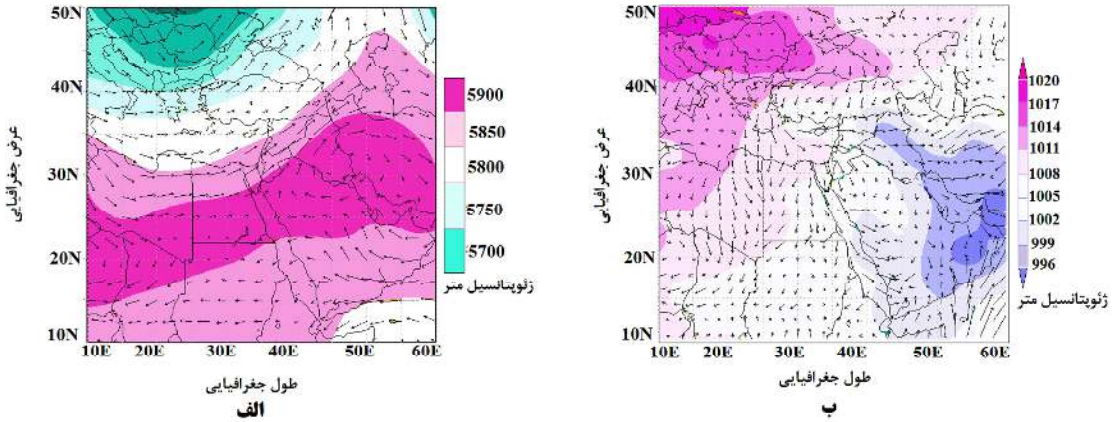
فلز سنگین	شاخص I_{geo}	آلودگی
روی	۱/۱	آلودگی متوسط
سرب	۰/۵	غیر آلوده تا آلودگی متوسط
کادمیوم	۲/۲	آلودگی متوسط تا شدید

توفان گرد و غباری ۲۴ ژوئن ۲۰۱۸

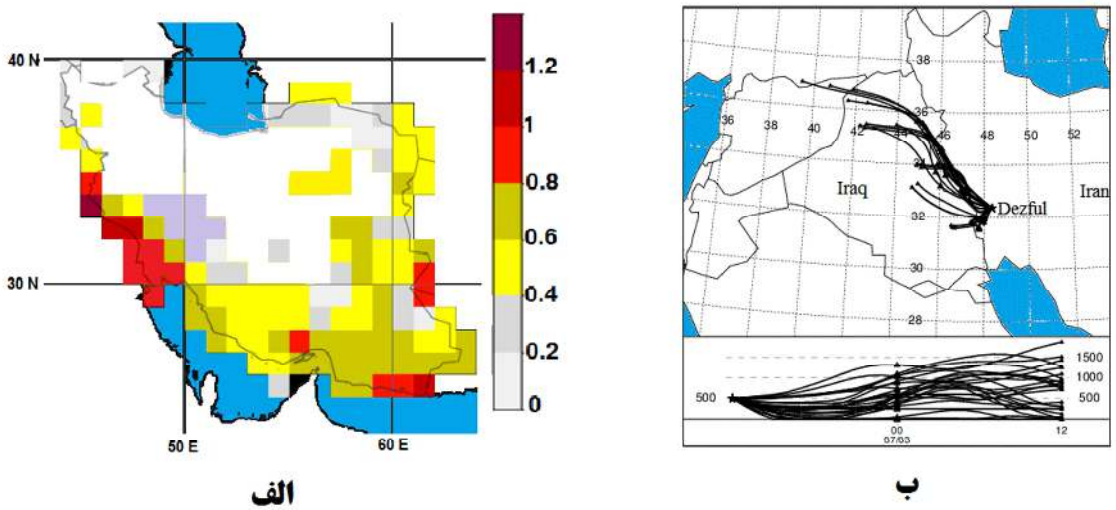
تقویت پرفشار آزور و گرمایش اتمسفر جنب حاره در تابستان باعث عقب‌نشینی بادهای غربی به سمت عرض‌های جغرافیایی بالاتر و افزایش فشار در شمال آفریقا و مدیترانه در عرض‌های ۱۵ تا ۳۰ درجه عرض جغرافیایی و تشکیل پشته با ارتفاع ۵۹۰۰ هکتوپاسکال در خاورمیانه و به‌ویژه ایران شد (شکل ۵، الف) که هوای سرد به‌صورت واچرخندی به ارتفاعات زیرین نزول کرد و به‌صورت افتاهنگ آدیاباتیکی دمای آن افزایش یافته و به‌صورت باد گرم و خشک جریان یافت. اما بالاتر از عرض جغرافیائی ۳۰ درجه، بادهای غربی منجر به تشکیل فرود بلند مدیترانه شد و در جلوی فرود، توده هوا به صورت همگرائی در تراز میانی جو منجر به ناپایداری سطوح زیرین آن شده و با عبور از بیابان‌های سوریه و عراق، به دلیل عدم رطوبت کافی برای صعود هوا تضعیف شده و به صورت بادهای خشک همراه با گرد و غبار به سمت شمال غربی ایران حرکت کرده است.

استقرار پرفشار آزور در تراز میانی و بالائی جو باعث پایداری هوای سطوح زیرین جو می‌شود. در این روز به دلیل پایداری هوا و افزایش درجه حرارت سطح زمین، کم‌فشار حرارتی با فشار کمتر از ۱۰۰۰ میلی‌بار در خلیج‌فارس تشکیل شد که شارش بادهای سطحی از سیستم پرفشار جنوب اروپا را جذب نمود و به‌عنوان بادهای شمال شناخته شد (شکل ۵، ب). ناپایداری هوای سطح زمین در ایران باعث مکش هوای بیابان‌های شبه‌جزیره عربستان شد. اگرچه فروبار حرارتی در سطح زمین تشکیل شد، اما به دلیل استقرار پرفشار دینامیکی آزور در تراز میانی و بالائی جو و عدم حضور موج کوتاه در تراز میانی جو، توده هوای سطحی ناپایداری تا ارتفاع معینی صعود کرده و مجدداً حالت پایدار گرفته است. به‌هرحال، گرادیان فشار بین فروبار حرارتی خلیج‌فارس و فرابار جنوب اروپا منجر به افزایش شدت باد شده و عبور بادهای شمال از سطح بیابان‌های سوریه و عراق باعث نشر و انتقال گرد و غبار در جنوب غرب ایران شد؛ بادهای خروجی از پرفشار اروپا با عبور از رسوبات آبرفتی دجله و فرات، ذرات خاک سطحی را روبیده و به سمت جنوب غرب ایران جریان یافت که ایستگاه‌های ایلام و دزفول در شمال استان خوزستان، اولین گیرنده غبار بیابانی بودند که از ساعت ۰۴:۰۰ بامداد تا ۱۳:۰۰ بعدازظهر پدیده غالب در ایستگاه دزفول بود و با غلظت ۱۱۰۰ میکروگرم بر مترمکعب منجر به کاهش دید افقی تا ۱۵۰ متر شد. شدت این توفان گرد و غباری را می‌توان با عمق اپتیکی نور بیان کرد که میزان آن به بیش از ۱/۲ رسید و بیانگر غلظت بالای آئروسل‌های جوی بوده و الگوریتم دیپ بلو که برای

مناطق خشکی طراحی شده به‌وضوح وجود ذرات غبار را بازگو می‌کند (شکل ۶، الف). مسیر برگشتی ذرات غبار حاصل از خروجی مدل های‌اسپلیت نشان داد مکان همگرایی مسیرهای غبار در ارتفاعات ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر در مرز غربی ایران با عراق بود که بیان‌گر وجود مکان چشمه گرد و غبار در پشت این منطقه هم‌گرایی در بیابان‌های شرقی عراق است (شکل ۶، ب). نتایج مدل های‌اسپلیت به‌گونه‌ای است که برای مسیریابی ذرات هوا از ترکیب مدل لاگرانژی و اویلری استفاده می‌کند و باتوجه به مسیر حرکت باد در منطقه، ذرات معلق موجود در جو را ردیابی می-کند. در جائی‌که مسیرهای مدل بهم نزدیک شوند، بیانگر گرادیان شدید باد و همگرایی توده هوا است و اگر این همگرایی مسیرها بر روی بیابان باشد، بیانگر برداشت ذرات غبار سطحی و تعلیق ذرات غبار در توده هوای جوی است. نتایج این پژوهش نیز نشان داد در روز ۲۴ ژوئن ۲۰۱۸، توده هوای ورودی به ایستگاه دزفول از سمت سوریه و عراق حرکت کرده و خطوط مسیر شبیه‌سازی مدل های‌اسپلیت در بیابان شرق عراق در مرز با جنوب غربی ایران بهم نزدیک شده و باعث ناپایداری هوای سطحی و وقوع توفان گرد و غبار در دزفول شده است.



شکل ۵: نقشه‌های جوی در روز ۲۴ ژوئن ۲۰۱۸ الف: نقشه ارتفاعی و جهت باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ب: نقشه فشار سطح دریا و جهت باد

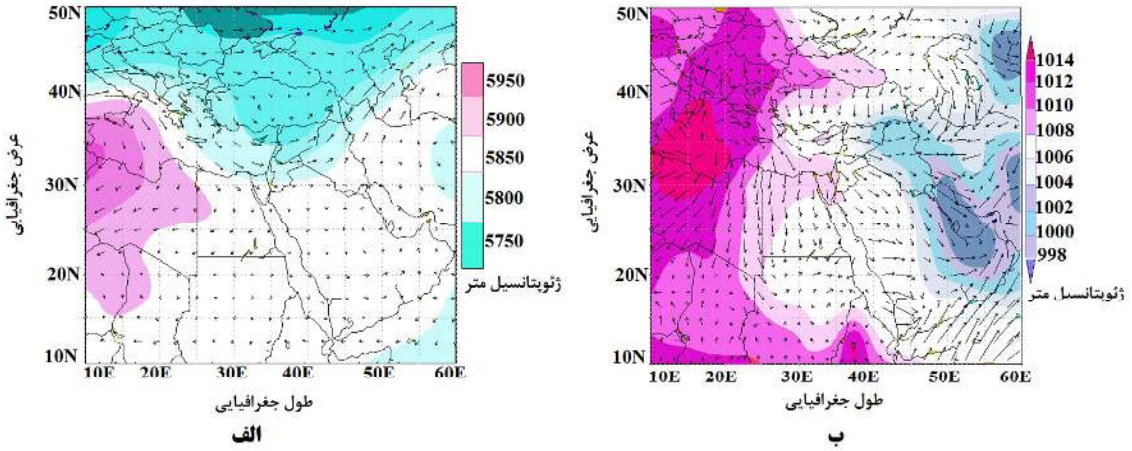


شکل ۶: الف: نقشه میزان عمق اپتیکی نور (AOD) و ب: خروجی مدل های‌اسپلیت در روز ۲۴ ژوئن ۲۰۱۸

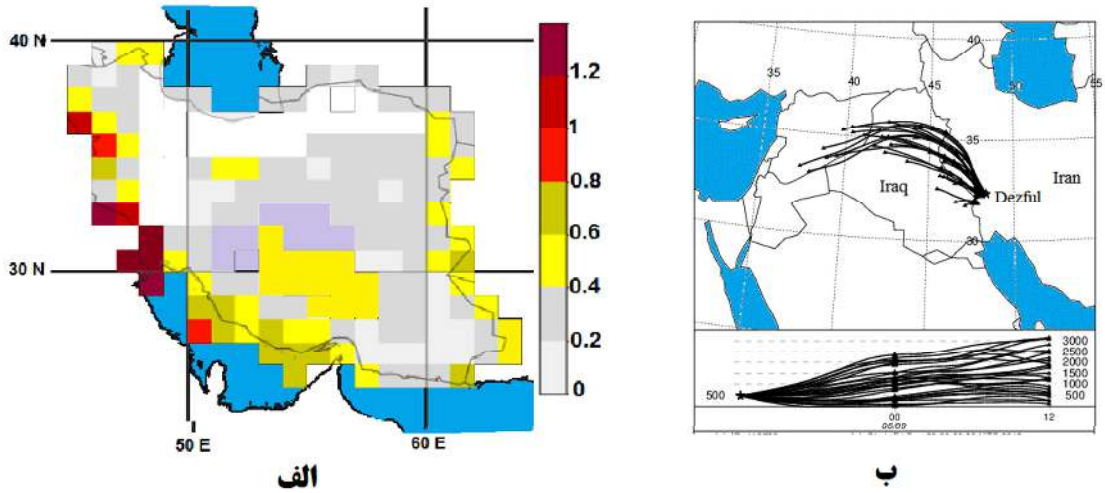
توفان گرد و غبار ۲۱ جولای ۲۰۱۸

در این روز از ماه جولای که اوج گرمایش اتمسفر منطقه خاورمیانه می‌باشد و گسترش سیستم پرفشار آزور منجر به خروج بادهای غربی از عرض‌های پائین جغرافیائی و کشیده‌شدن آن به عرض‌های بالای ۴۰ درجه شده است، عمق ناوه اروپای شرقی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال تا شمال صحرای سینا گسترش یافت و با حرکت چرخندی به سمت عرض‌های بالاتر حرکت کرد و سیستم پرفشار آزور نیز بر روی شمال آفریقا مستقر بود (شکل ۷، الف). در تراز زیرین جو، سیستم آنتی‌سیکلون دینامیکی قوی در شمال آفریقا تحت تأثیر پرفشار آزور تشکیل شد که زبانه‌های آن تا شرق اروپا و از سمت جنوب شرق تا عربستان گسترش یافت. اما در ایران، پایداری و سکون هوا منجر به گرمایش اتمسفر زیرین آن شد و تقویت کم‌فشار حرارتی با رطوبت دریای خلیج‌فارس باعث ناپایداری همرفتی اتمسفر منطقه شد. گرادیان فشار بین آنتی‌سیکلون شمال آفریقا و کم‌فشار خلیج‌فارس (شکل ۷، ب) منجر به وزش بادهای غربی در سطح خشکی بین آفریقا و ایران شد که عبور این بادها از بیابان‌های مرکز و جنوب عراق، باعث انتقال ذرات خاک خشک و گسسته سطحی این بیابان‌ها به توده‌هوا شده و به سمت ایران جریان یافت. بادهای شمال ناشی از گرادیان فشار بین پرفشار نیمه دائمی در عربستان و کم‌فشار خلیج‌فارس شناخته می‌شود، اما نتایج این پژوهش اختلاف فشار بین پرفشار شمال شرق آفریقا که زبانه آن تا شبه‌جزیره عربستان گسترش یافته و کم‌فشار خلیج‌فارس را که باعث وزش بادهای غربی سطح زمین در عراق و ایران می‌شود را نیز به‌عنوان بادهای شمال معرفی نمود. از طرف دیگر، وزش بادهای شرقی از ایران مرکزی به سمت غرب ایران، در برخورد با بادهای غربی باعث تشکیل جبهه سطحی و تغییر جهت وزش و تشدید بادها در غرب ایران شد و با برداشت ذرات خاک محلی، غلظت توفان گرد و غباری در غرب ایران را افزایش داد. در این روز به دلیل وجود ذرات غبار بیابانی در اتمسفر جنوب غربی ایران و غلظت ۱۲۰۰ میکروگرم بر مترمکعب، دید افقی به ۴۰۰ متر کاهش یافت. شاخص عمق اپتیکی نور بیانگر تراکم بالای ذرات غبار در

اتمسفر استان خوزستان است که شاخص ۱/۲ وضعیت خطرناک و غلظت زیاد آئروسل‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۸، الف). گرادیان شدید فشار در بیابان‌های عراق و سوریه باعث تشدید بادهای سطحی شده و عبور بادهای گرم و خشک از بیابان مرز بین ایران و عراق، باعث انتقال ذرات خاک به سمت جنوب غرب ایران شد که ردیابی ذرات غبار با مدل های‌اسپلیت و محاسبه مسیر برگشتی آن نشان داد مکان همگرایی مسیرهای غبار در ارتفاعات ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر در خاک ایران بود که بیان‌گر وجود مکان چشمه گرد و غبار در پشت این منطقه هم‌گرایی در بیابان‌های مرزی با عراق است (شکل ۸، ب).



شکل ۷: نقشه‌های جوی در روز ۲۱ جولای ۲۰۱۸ الف: نقشه ارتفاعی و جهت باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ب: نقشه فشار سطح دریا و جهت باد

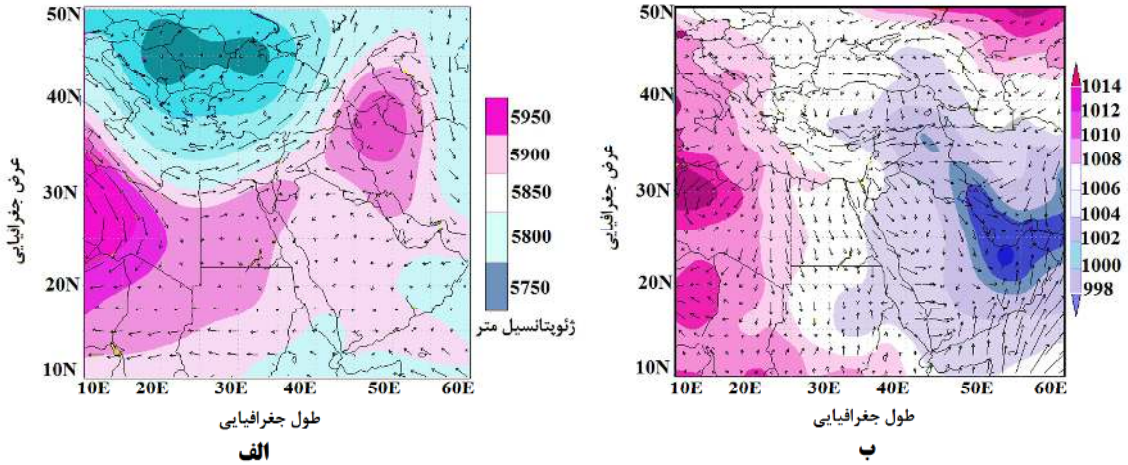


شکل ۸: الف: نقشه میزان عمق اپتیکی نور (AOD) و ب: خروجی مدل های‌اسپلیت در روز ۲۱ جولای ۲۰۱۸

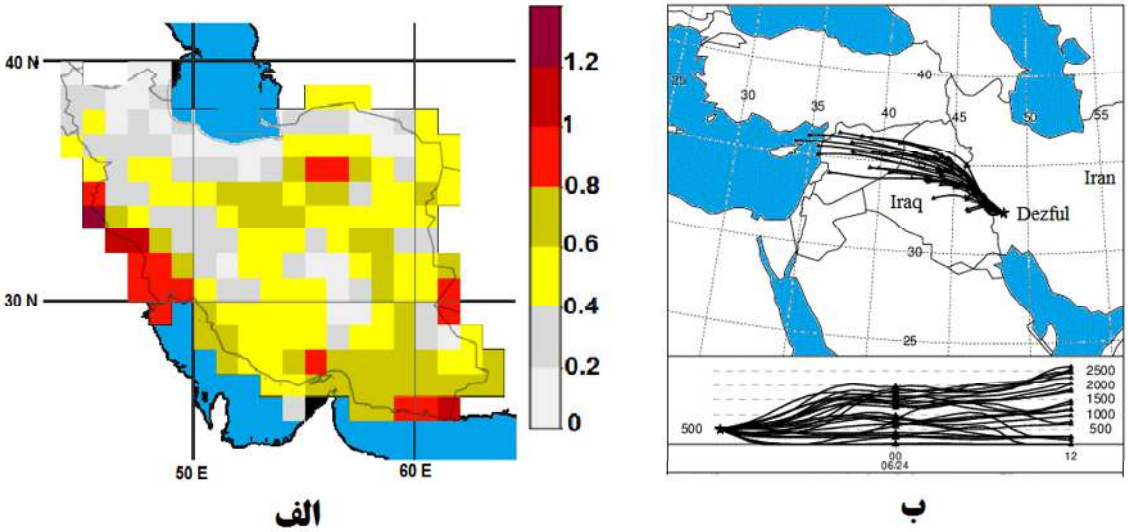
توفان گرد و غباری ۲۸ جولای ۲۰۱۸

در ماه جولای ۲۰۱۸ دو توفان گرد و غبار با غلظت بیش از ۱۲۰۰ میکروگرم بر مترمکعب در شمال استان خوزستان اتفاق افتاد که دید افقی را به کمتر از ۴۰۰ متر کاهش داد. هفت روز پس از وقوع توفان گرد و غباری ۲۱ جولای ۲۰۱۸، در روزهای آخر این ماه، پدیده نادر اتمسفری بلوکینگ به شکل سامانه بریده پرفشار در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر فراز ایران تشکیل شد که هسته مرکزی آن بیش از ۵۹۵۰ هکتوپاسکال بود و بیانگر گرمایش اتمسفر در این زمان از سال است (شکل ۹، الف). این پدیده که در ایالت متحده به‌عنوان حلقه آتش جریان شکن معروف است، در فصل تابستان اتفاق افتاده و روزهای متوالی استمرار می‌یابد که در کلاهک لبه‌های این سامانه، بعدازظهرها پدیده همرفت اتفاق می‌افتد که با توفان تندری همراه است؛ اما در این روز بر فراز خاورمیانه، این پدیده ارتباط خود را با پرفشار آزور حفظ کرده و سامانه بریده کم‌فشار در جنوب اروپا بین این دو بریده پرفشار قرار گرفت. در سطح زمین دو سیستم فشاری مختلف به‌صورت جبهه روبروی هم قرار گرفت که پرفشار آزور در تراز میانی جو باعث تشکیل آنتی سیکلون دینامیکی با شرایط پایدار در آفریقا شد؛ اما بریده پرفشار در ایران باعث ناپایداری حرارتی سطوح زیرین و سیستم کم‌فشار حرارتی قوی با هسته مرکزی کمتر از ۹۹۸ میلی‌بار در خلیج‌فارس شد که زبانه‌های آن آسیای غربی را پوشش داد (شکل ۹، ب). بادهای خرجی از آنتی‌سیکلون، بیابان‌های سوریه و عراق را درنوردیده و به‌سوی کم‌فشار خلیج‌فارس جریان یافت که گرمای بیابان‌ها به همراه ناپایداری اتمسفر منطقه به دلیل وجود فشار کم منطقه باعث انتقال عمودی گرد و غبار بیابان سوریه و عراق به درون اتمسفر شده و همراه با بادهای شدید به‌صورت توده عظیم گرد و غبار به سمت هسته کم‌فشار حرکت کرده و به‌صورت توفان گرد و غبار مناطق شمالی استان خوزستان را تحت تأثیر قرار داد. از طرف دیگر، نزول هوا از بریده پرفشار به ارتفاعات زیرین اتمسفر در ایران مرکزی باعث وزش بادهای شدید از مناطق خشک در دشت کویر و بیابان لوت به سمت غرب ایران شد که عبور آن از ماسه‌زارها باعث وقوع توفان گردوخاک در غرب ایران شد؛ بنابراین دو توده‌هوای گرد و غباری از جهات مخالف، اتمسفر استان خوزستان را آلوده به ذرات غبار نمود که نتایج آن در میزان عمق اپتیکی نور در ایران مشهود. بیشترین غلظت و تراکم گرد و غبار در استان خوزستان، ایلام و دشت کویر در ایران مرکزی مشاهده شد که ایستگاه دزفول در شمال استان خوزستان غلظت بالایی از گرد و غبار را تجربه کرد (شکل ۱۰، الف). ردیابی و محاسبه مسیر برگشت ذرات غبار از ۲۴ قبل مؤید شرایط جوی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین است که دلیل اصلی توفان گرد و غباری در استان خوزستان را بریده پرفشار ایران در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و سیستم کم‌فشار حرارتی خلیج‌فارس معرفی کرد. از آنجاییکه مدل های‌اسپلیت از شبیه‌سازی لاگرانژی و اویلری بسته هوا برای مسیریابی ذرات غبار در اتمسفر استفاده می‌کند. در خروجی مدل های‌اسپلیت، خطوط بیانگر مسیر حرکت بسته هوا است و در شبیه‌سازی مسیر برگشت این مدل (Backward Trajectory)، زمانی‌که خطوط بهم نزدیک می‌شوند، بیانگر تشدید ناپایداری هوا و روبش ذرات غبار از سطوح بیابانی است. خروجی مدل های‌اسپلیت از شبیه‌سازی لاگرانژی و اویلری بسته هوا برای مسیریابی ذرات غبار نشان داد توده هوا از دریای مدیترانه، سوریه و عراق به سمت ایران جریان یافته و با همگرایی خطوط مسیر توده هوا در شرق عراق، ناپایداری شدیدی در سطوح زیرین اتمسفر عراق به وجود آمده و منجر به وزش باد شدید از سطح بیابانی جنوبی و دشت آبرفتی فرات شده و منجر به تشکیل توده عظیم گرد و غبار

شده و به سمت جنوب غربی ایران و شهر دزفول حرکت کرد و گرد و غبار در ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سمت دشت کویر و در ارتفاعات پایین‌تر از سمت عراق وارد استان خوزستان شد (شکل ۱۰، ب).



شکل ۹: نقشه‌های جوی در روز ۲۸ جولای ۲۰۱۸ الف: نقشه ارتفاعی و جهت باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، ب: نقشه فشار سطح دریا و جهت باد.



شکل ۱۰: الف: نقشه میزان عمق اپتیکی نور (AOD) و ب: خروجی مدل های‌اسپلیت در روز ۲۸ جولای ۲۰۱۸

نتایج و بحث

بیش‌ترین فراوانی توفان‌های گرد و غبار در ایران، گرد و غبار معلق در هواست که دارای منشأ خارجی بوده (کد ۰۶) و از نقاط دور وارد ایستگاه می‌شود و بیش‌ترین فراوانی آن در تیرماه (ژوئن) و کمترین آن در ماه‌های آذر و دی‌ماه است. ایستگاه دزفول با میانگین ۹۵ روز توفان گرد و غبار پس از ایستگاه‌های جنوب و جنوب شرقی ایران، در طبقه دوم از فراوانی گرد و غبار قرار دارد که به دلیل موقعیت جغرافیایی، ویژگی‌های طبیعی و نزدیکی با بیابان‌های کشورهای مجاور مانند عراق، سوریه و عربستان در معرض سامانه‌های گرد و غباری با منشأ خارجی (کد ۰۶) در نیمه گرم سال قرار دارد (زنگنه، ۱۳۹۳). پراکندگی بیابان‌ها و ماسه‌زارهای استان خوزستان از سمت شمال غربی، ادامه رسوبات آبرفتی نواحی بیابانی مرکز عراق است و بخش اعظم دشت آزادگان و مارون را شامل شده و نهایتاً به امیدیه و آغاجاری ختم می‌شود که نقش مهمی در تغلیظ توفان‌ها دارند (آرامی و همکاران، ۱۳۹۷). باد شمال به‌عنوان مهم‌ترین دلیل وقوع توفان گرد و غباری در آسیای غربی است (الجمیلی و ابراهیم[1] و همکاران، ۲۰۱۳) که پرفشار شمال آفریقا و عربستان منجر به جریان بادهای سطحی شده و استقرار سیستم کم‌فشار حرارتی در خلیج‌فارس گرادیان فشار و دما را در عراق افزایش داده که این اختلاف فشار بین دو سیستم سطحی باعث وزش بادهای شدید در عربستان، عراق، سوریه و ایران می‌شود و باوجود خشک بودن سطوح بیابانی در سوریه و عراق، بادها با برداشت گرد و غبار از رسوبات آبرفتی بخش‌های مرکزی و جنوبی عراق، حجم عظیمی از گرد و غبار را به اتمسفر جنوب غربی ایران تزریق می‌کند (ابوبکر و شاناس[2] و همکاران، ۲۰۱۸؛ طاووسی و همکاران، ۱۳۸۹) که نتایج این پژوهش نیز بیانگر وقوع توفان‌های گرد و غبار در ایستگاه دزفول تحت تأثیر بادهای شمال بود. ردیابی ذرات غبار با مدل های-اسپلیت بیانگر ورود توده گرد و غبار از بیابان‌های عربستان، آفریقا، اردن، سوریه، عراق و بیابان‌های داخلی از قبیل هورالعظیم به سمت اهواز است (گودرزی[3] و همکاران، ۲۰۱۸). بیابان عراق و عربستان از منابع عمده گرد و غبار در دزفول است که بادهای شدید حاصل از ناپایداری هوا باعث انتقال ذرات غبار همراه با فلزات سنگین از رسوبات آبرفتی و مناطق بیابانی به دزفول می‌شود (نوروزی‌راد[4] و همکاران، ۲۰۱۸). نتایج این پژوهش نشان داد ذرات غبار به‌واسطه بادهای شمال از بیابان مرکزی و جنوبی عراق به اتمسفر دزفول تزریق می‌شود که نتایج احمدی و داداشی-رودباری[5] (۲۰۱۷) نیز بیانگر ورود توده عظیم گرد و غبار از بیابان جنوبی عراق و شمال شرقی عربستان به سمت استان خوزستان است. بافت سیلتی و رسی بیابان‌های مرکزی و جنوبی عراق (لابان[6]، ۲۰۱۶) تحت تأثیر بادهای شمال به‌صورت ذرات غبار معلق در جو شده و به شکل توده‌ای به سمت استان خوزستان حرکت می‌کند (آرکیان و نیکولسون[7]، ۲۰۱۸). ذرات سیلت که قطری کمتر از ۲۰ میکرومتر دارند، با بادهای با سرعت بیش از ۱۰ متر در ثانیه از سطح بیابان جدا شده و با طی مسیری ۴۰۰ کیلومتری به مرز ایران در خوزستان رسیده که با کاهش سرعت باد،

1 -Al-jumaily and Ibrahim
2 -Aboobacker and Shanas
3 -Goudarzi
4 -Norouzirad
5 -Ahmadi and DadashiRoudbari
6 -Labban
7 -Arkian and Nicholson

ذرات درشت در مناطق مرزی رسوب کرده، اما ذرات پی‌ام ۲/۵-۱۰همچنان به‌صورت معلق وارد مناطق داخلی استان خوزستان شده که تپه‌های بادی در شمال غرب خوزستان نیز به غلظت ذرات غبار افزوده و هوای شهر دزفول را آلوده می‌کند. هسته توفان‌های گرد و غبار بین مناطق اهواز و دزفول است که در شرق استان از تعداد آن کاسته می‌شود که دلیل عمده آن دور شدن از منابع گرد و غباری است (یاراحمدی و خوش کیش، ۱۳۹۲). توزیع اندازه ذرات غبار شاخص مناسبی در ارزیابی منشأ این ذرات و فاصله انتقال آن تا ایستگاه گیرنده است (مک تانیش[1] و همکاران، ۲۰۱۸). در این مطالعه بیش از ۸۰ درصد از قطر ذرات پی‌ام ۱۰ و عمدتاً شامل ذرات سیلت بود که بیانگر انتقال ذرات غبار از مسیرهای طولانی به ایستگاه دزفول است و ذرات شن یا ماسه در آن دیده نشد که دلیل اصلی آن پوشش گیاهی و کشت محصولات صیفی و زراعی در اطراف دزفول است که مانع برداشت ذرات شن از سطح زمین محلی می‌شوند؛ بنابراین اندازه ذرات کمتر از ۲۰ میکرومتر دلیلی بر فرامحلی بودن توفان‌های گرد و غبار در دزفول است که نتایج ردیابی مدل های‌اسپلیت و شرایط اتمسفری در زمان وقوع توفان نیز مؤید آن بود. مطالعات نشان داده‌اند که ذرات سیلت فراوان‌ترین کلاس اندازه ذرات در نمونه‌های گرد و غبار است (گودی[2]، ۲۰۱۸) (منندز[3] و همکاران، ۲۰۰۷) (گیلد[4] و همکاران، ۲۰۱۸). در آسیای مرکزی ذرات غبار از کانی کوارتز در اندازه سیلت هستند که از سواحل بیابانی دریاچه آرال نشأت می‌گیرند (لی و سوکولیک[5]، ۲۰۱۸). بادهای شدید با عبور از سطوح خشک مناطق مرکزی آریزونا، ذرات سطحی با اندازه کمتر از ۴۰ میکرومتر را روبیده و به‌صورت توفان گرد و غباری به سمت مناطق پرجمعیت جریان یافته که میانگین قطر ذرات ۱۱ میکرومتر بوده که اندازه آن‌ها در کلاس سیلت قرار گرفت (کیم[6] و همکاران، ۲۰۱۷). در استان خوزستان و نزدیکی تالاب هورالعظیم نیز ذرات سیلت و کانی‌های کوارتز و کلسیت در آن غالب بود (بیت لفته و همکاران، ۱۳۹۴). الگوی توزیع اندازه ذرات ترسیب یافته در دزفول با خاک‌های محلی اطراف آن هماهنگی ندارد و جهت باد در زمان وقوع توفان گرد و غبار در ژوئن و جولای ۲۰۱۸ در دزفول بیانگر انتقال گرد و غبار از بیابان مرکزی و جنوبی عراق به دزفول است. شهر دزفول به دلیل قرارگیری در مسیر بادهای شمال غربی از عراق، دارای بیشترین غلظت گرد و غبار در روزهای توفانی است که این توده عظیم گرد و غبار دارای عناصر محلول و فلزات سنگین همچون سرب، روی، کادمیوم و منگنز است. میزان کادمیوم و روی در ذرات غبار بیش از حد استاندارد بوده و شاخص I_{geo} بیانگر آلودگی متوسط تا شدید این فلزات در توفان‌های گرد و غبار دزفول است. در ذرات گرد و غبار باریده بر شهر سنندج، عنصر قلیایی غالب کلسیم است (بشیری خوزستانی و سوری، ۱۳۹۵) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد؛ همچنین آن‌ها فلزات آهن و منیزیوم در ذرات غبار را اندازه-گیری کرده و غلظت بالای آهن را نشان دادند. وجود فلزات کلسیم، پتاسیم، منیزیوم و سدیم در ذرات غبار دلیلی بر

1 -McTainsh
2 -Goudie
3 -Menéndez
4 -Gild
5 -Li and Sokolik
6 -Kim

بیابانی بودن آن است (وانگ[1] و همکاران، ۲۰۱۰) که در این پژوهش نیز این فلزات از فراوانی بالایی برخوردار بودند. غلظت فلزات سنگین همچون سرب، روی و کادمیوم در گرد و غبارهای کنار جاده‌ای در کنیا (قاره آفریقا) بیش از استاندارد آن بود که دلیل عمده آن ذرات معلق ناشی از ترافیک و تردد خودروها بود (ماینا[2] و همکاران، ۲۰۱۸)؛ اما در پژوهش حاضر دو عنصر روی و کادمیوم بیش از حد استاندارد که ناشی از توفان گرد و غبار بود. در اصفهان غلظت فلزات سنگین کادمیوم، آرسنیک، نیکل، مس و کرم در ذرات غبار شهری بیش از حد استاندارد بود که ترافیک شهری و توفان‌های گرد و غبار دلیل عمده آن است (سلیمانی[3] و همکاران، ۲۰۱۸). میزان سرب در توفان‌های گرد و غبار زاهدان حدود ۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (عبداللهی[4] و همکاران، ۲۰۱۸) که حدود سه برابر غلظت این فلز در توفان گرد و غباری دزفول بود؛ اما در اهواز (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۵) فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم تقریباً غلظت یکسانی با نتایج این پژوهش داشت.

نتیجه‌گیری

علاوه بر منابع احتراقی انتشار ذرات معلق، گرد و غبار بیابانی نیز یکی از عوامل آلودگی هوا در استان خوزستان است که وجود فلزات سنگین در آن می‌تواند بر سلامت اکوسیستم‌های محیطی آسیب برساند. فلزات سرب، روی، کادمیوم و منگنز در ذرات غبار ناشی از توفان‌های گرد و غباری در دزفول ناشی از رسوبات سیلتی در آبرفت‌های دجله و فرات، می‌تواند بر جامعه زیستی مناطق شمالی استان خوزستان تأثیر بگذارد. میزان این فلزات بیش از استاندارد بوده که بر اساس شاخص‌های ارزیابی آلودگی، شرایط آلودگی متوسط تا شدید را نشان داد. عناصر قلیایی محلول در غبار همچون سدیم، کلسیم، پتاسیم و منیزیوم دلیلی بر بیابانی بودن ذرات غبار ایستگاه دزفول است که در توفان‌های گرد و غبار ژوئن و جولای ۲۰۱۸ اندازه‌گیری شد. اندازه ذرات در سه توفان گرد و غباری در دزفول کمتر از ۲۰ میکرومتر بود که ۸۰ درصد آن به‌عنوان ذرات پی‌ام ۱۰ شناخته شد و حاوی غلظت بالای فلزات سنگین بود و این ذرات ریز می‌تواند به‌صورت مستقیم وارد سیستم تنفسی انسان شده و موجب تشدید بیماری‌های ریوی شود؛ بنابراین نتایج حاصل از شناخت غلظت و وجود فلزات سنگین در توفان‌های گرد و غباری می‌تواند برای پیش‌گیری از عوارض آن در اختیار متخصصین بهداشت محیط قرار بگیرد. محاسبه مسیر بازگشت بسته‌هوا با مدل های‌اسپلیت مسیر ورود غبار و چشمه توفان را مناسب ارزیابی نمود و رسوبات آبرفتی در عراق کانون عمده گرد و غبار ایستگاه دزفول بود که بادهای شمال با عبور از سطح آن ذرات سیلت را جدا نموده و به‌صورت توده عظیم گرد و غبار در ضخامت ۳۰۰۰ متر به اتمسفر شهر دزفول تزریق نمود و عمق اپتیکی نور، حجم بالای گرد و غبار در استان خوزستان را نشان داد. الگوهای غبار نشان داد رسوبات آبرفتی دجله و فرات پتانسیل بالایی برای فرسایش در زمان وزش بادهای شمال دارند

1 -Wang
2 -Maina
3 -Soleimani
4 -Abdollahi

و ذرات سیلت با خیزش از سطح آن به‌صورت توفان گرد و غباری در شمال استان خوزستان نمایان می‌شود. شناخت چشمه ذرات بیابانی، در برنامه‌ریزی محیطی مناسب علیه بیابان‌زایی کمک فراوانی می‌کند.

تقدیر و تشکر

از مدیر محترم گروه رشته¬های منابع طبیعی و خاک¬شناسی و مسئول آزمایشگاه خاک¬شناسی دانشگاه ملایر که در آزمایش¬ ویژگی¬های فیزیکی و شیمیایی ذرات گرد و غبار با اینجانبان همکاری نمودند تقدیر و تشکر می¬نماییم.

منابع

آرامی سیدعبدالحسین؛ اونق مجید؛ محمدیان بهبهانی علی؛ اکبری مهری؛ زراسوندی علیرضا (۱۳۹۷). تحلیل مخاطره گرد و غبار در جنوب غرب ایران در دوره ۲۲ ساله (۲۰۱۷-۱۹۹۶)، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال پنجم، شماره ۱، صص ۶۶-۳۹.

برومندی پریا؛ بختیارپور اسماء (۱۳۹۵). منشایابی ذرات گرد و غبار با بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها و مدل‌سازی عددی در شهرستان مسجدسلیمان، مجله سلامت و محیط‌زیست، دوره ۹، شماره ۴، صص ۵۱۷-۵۲۶.

بشیری خوزستانی رضا؛ سوری بابک (۱۳۹۵). بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ذرات معلق بزرگتر از ۱۰ میکرومتر در استان کردستان، غرب ایران، مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۱۸، شماره ۳، صص ۷۹-۷۰.

بیت لفته رضا؛ لندی احمد؛ حجتی سعید؛ صیاد غلامعباس (۱۳۹۴). نرخ ترسیب، کانی شناسی و الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار در اطراف تالاب هورالعظیم در استان خوزستان، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۹، شماره ۳، صص ۷۰۷-۶۹۵.

حیدریان پیمان؛ اژدری علی؛ جودکی محمد؛ درویشی خاتونی جواد؛ شهبازی رضا (۱۳۹۶). شناسایی منشأهای داخلی توفان‌های گرد و غبار با استفاده از سنجش از دور،GIS و زمین‌شناسی (مطالعه موردی: استان خوزستان)، فصلنامه علمی-پژوهشی علوم زمین، دوره ۲۷، شماره ۱۰۵، صص ۴۶-۳۳.

درگاهیان فاطمه؛ لطفی نسب اصل سکینه؛ خسروشاهی محمد؛ گوهردوست آزاده (۱۳۹۶). تعیین سهم منابع داخلی و خارجی گرد و غبار در خوزستان، طبیعت ایران، جلد ۲، شماره ۵، صص ۴۱-۳۶.

رجبی، مهدی؛ سوری بابک (۱۳۹۴). ارزیابی مقادیر فلزات سنگین در ذرات گرد و غبار باریده بر شهرهای سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک در غرب ایران ۱۳۹۲-۱۳۹۱، مجله سلامت و محیط، دوره ۸، شماره ۱، صص ۲۲-۱۱.

زنگنه معصومه (۱۳۹۳). آب و هواشناسی توفان‌های گرد و غبار در ایران، دو فصلنامه آب و هواشناسی کاربردی، دوره ۱، شماره ۱، صص ۱۲-۱.

طاووسی، تقی؛ خسروی، محمود؛ رئیس‌پور، کوهزاد (۱۳۸۹). تحلیل همدیدی سامانه‌های گرد و غباری در استان خوزستان، نشریه جغرافیا و توسعه، شماره ۲۰، صص ۱۱۸-۹۷.

طاووسی، تقی؛ خسروی، محمود؛ رئیس‌پور، کوهزاد (۱۳۹۰). تحلیل آماری پدیده گرد و غباری در استان خوزستان طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۶، مجله علمی و فنی نیوار، شماره‌های ۷۴ و ۷۵، صص ۲۶-۱۷.

عزیزی قاسم؛ میری مرتضی؛ نبوی سید امید (۱۳۹۱). ردیابی پدیده گرد و غبار در نیمه غربی ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، شماره ۲، صص ۶۳-۸۱

غریب‌رضا محمدرضا؛ لک راضیه (۱۳۹۴). برخاستگاه و ژئوشیمی ریزگردهای استان خوزستان (مطالعه موردی: طوفان ریزگرد بهمن ۱۳۹۳)، سی و چهارمین گردهمایی و دومین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین، تهران، ایران.

قربانیان جبرائیل؛ کردوانی پرویز (۱۳۹۳). آنالیز بافت ریز گردهای شهر اهواز به روش پرتوایکس و رابطه تشدید این طوفان‌ها با تخریب تالاب هورالعظیم، نشریه علمی اکو بیولوژی تالاب، جلد ۶ شماره ۲ صص ۹۳-۱۰۲.

کریمیان بهناز؛ لندی احمد؛ حجتی سعید؛ احدیان جواد (۱۳۹۵). بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی گرد و غبار شهر اهواز، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۷، شماره ۱، صص ۱۷۳-۱۵۹.

گودی آاس؛ میدلتون ان جی (۱۳۹۱). ریزگرد بیابانی در سیستم جهانی، (ترجمه: آذرنیوند حمید؛ غلامی حسن؛ خسروی حسین)، تهران: انتشارات دانشگاه تهران (۲۰۰۶).

موحدی سعید؛ حیدری ناصرآباد بهروز؛ هاشمی عنا سیدکرامت؛ رنجبر فیروز (۱۳۹۱). پهنه‌بندی نواحی اقلیمی استان خوزستان، فصلنامه فضای جغرافیایی، دوره ۱۲، شماره ۴۰، صص ۷۳-۶۴.

موسوی حوریه سادات؛ پورخباز علیرضا (۱۳۹۶). منشایابی ذرات گرد و غبار با بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها در شهرستان بیرجند، فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست، سال یازدهم، شماره ۸۳، صص ۹-۱.

ناصرپور سمیه؛ علیجانی بهلول؛ ضیائیان پرویز (۱۳۹۴). منشأیابی توفان‌های گرد و غبار در جنوب غرب ایران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های هوا، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دورهٔ ۴۷، شماره ۱، صص ۳۶-۲.

نوری الهام؛ متینی‌زاده محمد؛ مشکی علیرضا؛ انصافی‌مقدم طاهره؛ رحیمی محمد (۱۳۹۴). ارزیابی برخی فلزات سنگین در ریزگردها و روند جذب آن‌ها توسط برودار (مطالعه موردی: رویشگاه ملەسیاه ایلام)، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، دوره ۲۳، شماره ۴، صص ۶۱۶-۶۰۵.

یاراحمدی داریوش؛ خوش کیش اسداله (۱۳۹۲). پهنه‌بندی پدیده گرد و غبار در نیمه غربی ایران در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، دوره ۱۳، شماره ۳۱، صص ۲۱۱-۲۲۵.

Abdollahi, S., Madadi, M., Ali-Askari, K.O., Singh, V.P., (2018).Lead Concentration in Dust Fall in Zahedan, Sistan and Baluchistan Province, Iran. Journal of Geography and Cartography, 1(2):1-6. DOI:10.24294/jgc.v1i2.601.

Aboobacker, V., Shanas, P., (2018). The climatology of shamals in the Arabian Sea—Part 1: Surface winds. International Journal of Climatology, 38(12): Pp. 4405-4416.

Ahmadi, M., DadashiRoudbari, A., (2017).Regional modeling of dust storm of February 8, 2015, in the southwest of Iran. Arabian Journal of Geosciences, 10(21): 459.

Al-Jumaily, K. J. Ibrahim, M.K., (2013). Analysis of synoptic situation for dust storms in Iraq. Int. J. Energ. Environ, 4(5): 851-858.

Al-Yahyai, S. Charabi, Y., (2014).Trajectory calculation as a forecasting support tool for dust storms.Advances in Meteorology, 2014, http://dx.doi.org/10.1155/2014/698359.

Arkian, F. Nicholson, S., (2018).Long-term variations of Aerosol optical depth and Aerosol radiative forcing over Iran based on satellite and AERONET data. Environmental monitoring and assessment 190(1): 1, DOI: 10.1007/s10661-017-6336-1.

Beegum, S. N., Gherboudj, I., Chaouch, N., Temimi, M., Hosni Ghedira, H., (2018). Simulation and analysis of synoptic-scale dust storms over the Arabian Peninsula. Atmospheric Research, 199: 62-81.

Bilal, M., Janet E. Nichol, J.E., Nazeer, M., (2016).Validation of Aqua-MODIS C051 and C006 operational aerosol products using AERONET measurements over Pakistan. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 9(5): 2074-2080.

Broomandi, P., Dabir, B., Bonakdarpour, B., Rashidi, Y., (2017). Identification of the sources of dust storms in the City of Ahvaz by HYSPLIT. Pollution, 3(2): 341-348.

Cao, H., Amiraslanid, F., Liub, J., Zhouec, N., (2015).Identification of dust storm source areas in West Asia using multiple environmental datasets. Science of the Total Environment, 502: 224-235.

Dehghani, S., Moore, F., Vasiluk, L., A.Hale, B.A., (2018). The geochemical fingerprinting of geogenic particles in road deposited dust from Tehran metropolis, Iran: Implications for provenance tracking. Journal of Geochemical Exploration, 190: 411-423.

Desouza, N. D., Simon, B., Qureshi, M.S., (2011). Evolutionary characteristics of a dust storm over Oman on 2 February 2008. Meteorology and Atmospheric Physics, 114(3-4): 107.

Dimitriou, K., Kassomenos, P., (2018). Day by day evolution of a vigorous two-wave Saharan dust storm - Thermal and air quality impacts. Atmósfera, 31(2): 105-124.

Drack, J.M.E., Vázquez, D.P., (2018). Morphological response of a cactus to cement dust pollution. Ecotoxicology and Environmental Safety, 148: 571-577.

Draxler, R., Stunder, B., Rolph, G., Stein, A., Taylor, A., (2014). HYSPLIT4 User's Guide Version 4.9, 254p.

Draxler, R.R., Hess, G., (1997). Description of the HYSPLIT4 modeling system, 27p.

Gild, C., Geitner, C., Sanders, D., (2018). Discovery of a landscape-wide drape of late-glacial aeolian silt in the western Northern Calcareous Alps (Austria): First results and implications. Geomorphology, 301: 39-52.

Goudarzi, G., (2018). Ambient particulate matter concentration levels of Ahvaz, Iran in 2017. Environmental Geochemistry and health: 1-9. DOI:10.1007/s10653-018-0182-0.

Goudie, A., (2018). Dust storms and ephemeral lakes. Desert, 23(1): 153-164.

Hermida., L., A.Merino, A., Sánchez, J.L., Fernández-González, S., García-Ortega, E., López, L., (2018). Characterization of synoptic patterns causing dust outbreaks that affect the Arabian Peninsula. Atmospheric Research, 199: 29-39.

Hickey, B. Goudie, A., (2007). The use of TOMS and MODIS to identify dust storm source areas: the Tokar delta (Sudan) and the Seistan basin (southwest Asia). Geomorphological variations, Pp. 37-57.

Jish Prakash, P., Stenchikov, G., Kalenderski, S., Osipov, S., Bangalath, H., (2015).The impact of dust storms on the Arabian Peninsula and the Red Sea. Atmospheric Chemistry and Physics, Atmos. Chem. Phys, 15: 199-222.

Khan, R. K. Strand, M. A., (2018). Road dust and its effect on human health: a literature review. DOI: 10.4178/epih.e2018013

Kim, D., Chin, M., Kemp, E.M., Tao, Z., Peters-Lidardd, C.D., Ginouxe, P., (2017).Development of high-resolution dynamic dust source function-A case study with a strong dust storm in a regional model. Atmospheric Environment, 159: 11-25. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.03.045

Kreutz, K.J., Sholkovitz, E.R., (2000). Major element, rare earth element, and sulfur isotopic composition of a high elevation firn core: Sources and transport of mineral dust in central Asia." Geochemistry, Geophysics, Geosystems 1(11). https://doi.org/10.1029/2000GC000082.

Labban, A., (2016). Dust storms over Saudi Arabia: temporal and spatial characteristics, climatology, and synoptic case studies. A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, RMIT University.

Li, L., Sokolik., I.N., (2018). The Dust Direct Radiative Impact and Its Sensitivity to the Land Surface State and Key Minerals in the WRFChemDuMo Model: A Case Study of Dust Storms in Central Asia. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 123(9): 4564-4582.

Maina, E.G., Gachanja, AN., Gatari, MJ., Price, H., (2018). Demonstrating PM 2.5 and road-side dust pollution by heavy metals along Thika superhighway in Kenya, sub-Saharan Africa. Environmental monitoring and assessment, 190(4): 251. DOI:10.1007/s10661-018-6629-z

Mashat, A., Awad, A., (2010). Classification of the dusty areas over the Middle-East." Bull Fac Sci Cairo Univ, 78(A): 1-19.

McTainsh, G.H., Nickling, W.G., Lynch, A.W., (1997). Dust deposition and particle size in Mali, West Africa. CATENA 29(3-4): 307-322.

Menéndez, I., Díaz-Hernández, J.L., Mangas,J., Alonso, I., Sánchez-Soto, P.J., (2007). Airborne dust accumulation and soil development in the North-East sector of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). Journal of Arid Environments, 71(1): Pp. 57-81. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.03.011.

Modarres, R., Sadeghi, S., (2018).Spatial and temporal trends of dust storms across desert regions of Iran. Natural Hazards, 90(1): Pp. 101-114.

Norouzirad, R., González-Montaña, JR., Martínez-Pastor, F., Hosseini, H., Shahrouzian, A., Khabazkhoob, M., Ali Malayeri, F., Moallem Bandani, H., Paknejad, M., Foroughi-Nia, B., Fooladi Moghaddam, A., (2018).Lead and cadmium levels in raw bovine milk and dietary risk assessment in areas near petroleum extraction industries. Science of the Total Environment, 635: 308-314.

Özdemir, E.T., Fatih M. Korkmaz, F.M., Veli Yavuz, V., (2018). Synoptic analysis of dust storm over the Arabian Peninsula: a case study on February 28, 2009. Natural Hazards, 92(2): 805-827.

Soleimani, M., Amini, N., Sadeghian, B., Wang, D., Fang, L., (2018).Heavy metals and their source identification in particulate matter (PM2. 5) in Isfahan City, Iran. Journal of Environmental Sciences. 72: 166-175. https://doi.org/10.1016/j.jes.2018.01.002

Wagener, T., Guieu, C. Losno, R. Bonnet, S., Mahowald, N., (2008), Revisiting atmospheric dust export to the Southern Hemisphere ocean: Biogeochemical implications, Global Biogeochem. Cycles, 22, GB2006, DOI:10.1029/2007GB002984.

Wang, X., Huang, N., Dong, Z., Zhang, C., (2010). Mineral and trace element analysis in dustfall collected in the Hexi Corridor and its significance as an indicator of environmental changes. Environmental Earth Sciences, 1: Pp. 1-10.

Wang, Y., Stein, A.F., Draxler, R.R., de la Rosa, J.D., Zhang, X., (2011). Global sand and dust storms in 2008: Observation and HYSPLIT model verification. Atmospheric Environment, 45(35): 6368-6381. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.08.035

Xuan, J., Sokolik, I.N., Hao, J., Guo, F., Mao, H., Yang, G., (2004). Identification and characterization of sources of atmospheric mineral dust in East Asia. Atmospheric Environment, 38(36): 6239-6252. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.06.042

Yassin, M. F., Almutairi, S.K., Al-Hemoud, A., (2018). Dust storms backward Trajectories' and source identification over Kuwait. Atmospheric Research. 212: 158-171. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.05.020

Zoljoodi, M., Didevarasl, A., Saadatabadi, A., (2013). Dust Events in the Western Parts of Iran and the Relationship with Drought Expansion over the Dust-Source Areas in Iraq and Syria, Atmospheric and Climate Sciences, 3(3): Pp. 321-336. DOI: 10.4236/acs.2013.33034.

English

Abstracts

Research Article

Analysis of Resilience of Sistan Rural Communities Against Environmental Hazards

Zahra Keihka[1], Javad Bazrafshan*[2], Sirous Ghanbari[3], Aleme Keikha[4]

Received: 24-12-2018 Revised: 07-04-2019 Accepted: 11-11-2019

Abstract

Natural hazards such as flooding, earthquakes, droughts, etc., in geographic areas, especially rural areas, in most cases cause plenty of irreparable damage and seriously impede the sustainable development of human societies. The purpose of this study is to measure and analyze the resilience of rural communities against environmental hazards and effective factors on it in rural areas of Sistan. The research method is applied-developmental and descriptive-analytical with a quantitative survey approach. The statistical population of this study was 373 people (from villages over 50 households) by using Cochran formula 189 people were selected by stratified random sampling in proportion to the size of the population. At first, using the library method, indicators and factors affecting rural resilience of the Sistan area were identified and then the information was collected by questionnaire and field operations. Findings were analyzed by SPSS software and show that amount of β indicates that the Managerial factors, institutional factors, Economic factors and physical factors that were equal to 0.079., 0.075., 0.122 and 0.024 respectively with a significant level of 0.331, 0.327, 0.886 and 0.743, greater than 0.05, (0.05<P); do not predict the resilience of the villagers in the Sistan region and only social factors can predict or in other words effect on resilience of rural residents of Sistan.

Keywords: Resilience, Environmental hazards, rural communities, Sistan area.

[1]- Phd Student of Geography and Rural Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

[2]*- Associate Professor of Geography and Rural Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
Email: Bazrafshan@gep.usb.ac.ir

[3]- Associate Professor of Geography and Rural Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

[4]- Assistant Professor of Education Management, University of Sistan and Baluchestan. Iran

References

References (in Persian)

Afshari, A. (2014), Economic-Social Effects of the International Menarid Project on Environmental Indicators of Desertification (Case Study: Hamoon City of Sistan), MSc Thesis,supervisor: Behzad Sahebzadeh and advisor: Hosein Sergei, Zabol University, Faculty of Water and Soil, Rangeland and Watershed Management Department.[In Persian]

Ahmadi, M., Ghavidel, R., Y, & Khat Batt D., (2012), Impact of Drought on Sistan Border Security from 1998 to 2010, National Conference on Border Cities and Security, Challenges and Approaches, pp. 9–9.[In Persian]

Alizadeh, A., (2002), Principles of Applied Hydrology, Astan Quds Razavi, Fourteenth Edition, p. 267.[In Persian]

Beik Mohammadi, H., Nouri, S., & Bazrafshan, J., (2005), The Impacts of Drought on Sistan's Rural Economy and the Coping Strategies of 1997-83, Journal of Geography and Development, pp. 72-53.[In Persian]

Barimani, F., Asghari Lafmjani., S, (2010), Determination of Sustainability of Environmental Sustainability of Sistan Rural Settlements Using Multi-Criteria Evaluation Model, Geography and Development Quarterly, No (19), pp. 144-127.[In Persian]

Halbian, A., Ebrahim, M., & Khosravi Nasab, N. (2012), Spatial and temporal analysis of drought in Sistan and Baluchestan province, First National Conference on Sustainable Development Strategies, pp. 166-151.[In Persian]

Iranmanesh, F., Arab Khedri, M., & Akram M., (2005), Investigation of Walnut Dust Removal Areas and Properties of their Publications in Sistan Storms Using Satellite Imaging Processing, Journal of Research and Construction in Natural Resources, Issue (67), Tehran, pp. 25-33.[In Persian]

Irasma, A., (2010), Geomorphology and Natural Hazards, Journal of Geography Education Growth, Volume 89, Issue (14),pp. 2-23.[In Persian]

Javari, M., Saberi Far, R., (2012), Research in Geography, Tehran, Payam Noor Publications, pp. 18-21.[In Persian]

John Parvar, M., Abadi, S.,R& Zargari, M., (2017), Consequences of the Migration Crisis Due to Short-term Droughts in Sistan and Baluchestan Province, Geography (Iranian Journal of Geography Society International Journal, New Period, 15), No (184), Pp. 52-195.[In Persian]

Karimi Nazar, M., Moghadam Nia, A, R., & Mosaadi, A., (2010), Investigation of Climate Factors Influencing Droughts (Case Study: Zabol Region), Journal of Water and Soil Protection Research, Volume (17), Number (1), pp. 158- 145.[In Persian]

Maghsoudi, M., Negahban, S., & Bagheri, S., (2012), Analysis of Hazards caused by Fluid Sand on West Habitats of Lut Plain (Case Study: Hojjat Abad Village - East Shahdad), Journal of Geography and Environmental Hazards, Issue (1), pp. 83-96.[In Persian]

Management and Planning Organization of Sistan and Baluchestan Province (2018).[In Persian]

Mozafari, Gh., Shafiei, Sh., & Taghizadeh, Z., (2014), Evaluation of drought in Sistan and Baluchestan province during (1410- 1391), using micro-scale exponential data of atmospheric general circulation model, Journal of Geographical Information, Vol. (24), No. 93, pp. 114-103.[In Persian]

Piri, H., Ansari H., (2013), Investigation of Drought in Sistan Plain and its Impact on Hamoon International Wetland, Islamic Azad University of Ahvaz Branch, Quarterly, No(14), pp. 74-63.[In Persian]

Rajabi, M., Hejazi, M., Rurali., Sh., Aali,N., (2018), Environmental Hazards and Geomorphological Vulnerability Zoning of Saghez Rural Settlements (Case Study: Flood and Earthquake), Geomorphological Research Year 2 (7), Pp. 195-183.

Ranjbar, M., Iranmanesh, F., & Dehghan, A,R., (2005), The Role of Sistan Disasters in the Development of Dust Storms (Using Satellite Images) Geography (Iranian Journal of Geographical Association), Volume(3), Number 6 (7), Tehran,pp.30-17.[In Persian]

Rezaei, M, R., Sarai, M, H., & Bastamnia Nia, A. (2016), Explaining and Analyzing the Concept of Resilience and Its Indicators and Framework in Natural Disasters, Quarterly Journal of Crisis Management and Management, Volume (6), Number (1), pp.46- 32.[In Persian]

Sadeghi, H., Saif, Y., Saeedai, E.,& Salehi Kakhki,M., (2015), Investigation and Prioritization of Vulnerability of Rural Settlements in Khuzestan Province against Natural Hazards, Journal of Geography and Environmental Sustainability, No. 17, pp. 87-107.[In Persian]

Saliqeh, M., Barimani, F., & Esmaeil Nejad, M., (2008), Provincial and Baluchistan Climate Zoning, Geography and Development Quarterly, Issue (12), pp. 116-101.[In Persian]

Seyed Alavi, A., Ramazan Zadeh, Y., Fatahi, A., & Khalifa, E., (2015), Spatial Zoning of Rural Habitats at Environmental Hazards Using Multi-Criterion Vicor Technique (Case Study: Talesh County), Regional Planning Quarterly, Vol. 5, No. (20), pp. 136 -125.[In Persian]

Statistical Center of Iran, (2016), General Census of Population and Housing of Sistan and Baluchestan Province.

Yar Ahmadi, D., Sharafi, S., (2016), Environmental Factors Affecting the Formation and Occurrence of Natural Hazards in Rural Settlements of Silakhor Plain of Lorestan Province, Journal of Environmental Hazards, Volume (5), Number (8), 136-123.[In Persian]

Yargholi, M., Gholami, N., & Asghari, H., (2014), Drought and Migration, (Case Study: Zabol County, North of Sistan and Baluchestan Province), Second National Conference on Water Crisis (Climate Change, Water and Environment), Shahrekord, University Shahr e Kord.[In Persian]

References (in English)

Anderson,M. (1990), Analyzing the Cost and benefits Of natural disaster responses in the context of development. Environment working paper 29.washington DC, United States World Bank.

Arouri,M.C& Youssef,A,B.(2015), Natural disaster, household welfare, and resilience: evidence from rural Vietnam. World development, 70.59-77.

Britton,N,A., (1986), Development and understanding of the disaster.Journal Of Sociology,vol,22,2. 254-274.

Rourker,T.,Reinborn,A.,Shinozuka,M.,Tierncy,K.,Wallace,W., Von,W. (2003), A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. Earthquake spectra, 19.733-752.

Busapathumrong,P. (2013), Disaster Management: Vulnerability and Resilience in Disaster Recovery in Thailand Journal of social work in disability & rehabilitation,12, (1-2). 67-83.

Bujones, A., K., Jaskiewicz, K.,Linakis,.L.& Mcgirr,M. (2013), A framework for analyzing resilience fragile and Conflict-affected situation, USAID, 1-16.

Cutter,G.,Burton and Christopher T. (2010), Disaster resilience indicator for benchmarking baseline conditions, Journal of homeland security and emergency management.7,1,Economics3(2).235-239.

Contreras,D.,Blaschke,T.&Hodgson,M. (2017),lack of spatial resilience in a recovery process:case laquila, Italy".tecnological forecasting and social change 121. 76-88.

Downing,t,e,.& bakker,K. (1998), Drought discourse and Vulnerability,environmental chenge unit,university of oxford,oxford OX13tb,uk,retrieved form world wide web:http//www.eciox.ac.uk/vulnerablecommuniyies/discourse-and-vulnerable-htm.

Dogulu, C, Karanica, A.N & Ikizer,G,T. (2016), How do survivors perceive community resilience?the case of the2011 earthquakes in van,turkey. International journal of the sister risk reduction 16.108-114.

Daniel,N.,Charles,P. (2014), Disaster and development: The public dimension of resilience IN Natural disaster management: Sweden's Gudrun and per storms. Environmental hazard. Pp. 235-253.

Djalante, R. (2012), Adaptive governance and resilience:The role of the multi-stakeholder platform in disaster risk reduction.Nat.hazards earth syst.sci.,12.2923-2942.

Hutter,G,.Christian K;Thomas G & Carsten F. (2011), Natural hazards and resilience:Exploring institutional and organizational dimensions of social resilience,natural hazard,Springer Science&business media B.V, Indonesia,journal of business continuity&emergency planning,5,4.316-326.

Timmerman,p. (1981), Vulnerability,resilience and the collapse of society:A review of the model and possible climatic applications,institute for environmental studies,Canada: University of Toronto.

Tonts,M.P.,& Argent,.A. (2014), Path dependence, resilience and the evolution of new rural economies: a perspective from rural western Australia. Journal of rural studies 36.362-375.

Karrholm, M,.nylund,K.&Fuente,P. (2014), Spatial resilience and urban planning:addressing the interdependence of urban retail areas". Cities.36.121-130.

Klein R J T.,Nicholls R J &Thomalla F. (2003), Resilience to natural hazards:How useful is this concept? Environmental Hazards,5. 35-45.

Lamanna Z,Kim,H, & Caral C. (2012), An assessment of resilience disaster management and recovery for greater new orders,hotels,.journal of human resources in hospitality&tourism,11,3. 210-224.

Lewis,J., (2003), Housing construction in earthquake-prone place: perspectives, priorities, and projections for development, The Australian journal emergency management,2.18.35-44.

Marchese,d,e.,Bates,m.,Morgan,h.,Clark,s.&linkov,I. (2018), Resilience and sustainability: similarities and differences in environmental management applications", the science of the total environment,10.613-614.

Mileti,D. (1999), Disaster by design:A reassessment of natural hazards in the united states,joseph henry Press,Washington DC.

Manyena,S.,Bernard. (2014), Disastre resilience:A question of multiple faces and multiple spaces?.International journal of disaster risk reduction,8. 210-224.

Norman,W. (2012), Adapting to change: The role of community resilience.Young foundation,5-55...

Newell, J. P., & Cousins, J. J. (2015). The boundaries of urban metabolism: Towards apoliticalindustrial ecology. Progress in Human Geography, 39 (6), 702-728. http://dx.doi.org/ 10.1177/0309132514558442.

Oliveria,C,S,.Roca,A,.Goula,x. (2008), Assessing and managing earthquake risk,geo-scientific and engineering knowledge for earthquake risk mitigation:development,tools,techniques,Springer.

Pisano,U. (2012), Resilience and sustainable development: Theory of Resilience, systems thinking and adaptive governess. European sustainable development network (ESDN) Quarterly report 26, 50.

Varnes,D.J. (1984), International association of engineering geology on commission on landslides and other mass movements on slopes:landslide hazard zonation:a review of and practice,UNESCO,Paris.63pp.

Wilhite,D,A,Svoboda,M.D.&Hayes,M,J, (2007), Understanding the complex impacts of drought:A Key to enhancing drought mitigation and preparedness,water resource manager,21.763-774.

Red, C. (2001), World disaster report,red crescent publication.
Rose,A. (2011), Resilience and sustainability in the race of disaster environmental innovation and societal transitions,19,1. 96-100.
Rose H &carter R W. (2011), Natural disasters and community resilience. Australasian Journal of environmental management, 18, 1.1-5.
Victoria,L,P. (2012), Community capacity and disaster resilience disaster management knowledge quarterly, (2),1. 300-322.
Spernaza I,.Wiesmann U&Rist s. (2014), An indicator framework for assessing livelihood resilience in the context of social-ecological dynamics,global environmental change,28.109-119.
Stumpp E M. (2013), Newintown?On resilience and"Resilient cities".cities,32,164-166.
Warner R. (2013), Resilience or relife: Canada's response to global disasters.Canadian foreign policy journal,19, 2.223-235.
Wikstrom A. (2013), The challenge of change: planning for social urban resilience: An analysis of contemporary planning aims and practices,1-60.
Zolli A. (2012), Learning to bounce back, in New York Times"(2012, Novmber2).

Research Article

Identifying and Determining Suitable Zoning of Environmental Hazards Influencing the Physical Expansion of Ilam City

Pakzad Azadkhani*[1], Jaafar Hosseinzadeh[2], Rohollah Seyedi[3]

Received: 20-01-2019 Revised: 19-06-2019 Accepted: 17-09-2019

Abstract

Natural hazards are threatening events which result in a large number of casualties and major financial losses. Therefore, it is necessary to carry out scientific studies and research on this subject. The current study aims at identifying and zoning the environmental hazards influencing the physical expansion of Ilam City based on a descriptive analytical methodology and field observations. The area selected for the study is the City of Ilam and the statistical population of the study includes the experts of urban management and crisis management whose comments and opinions will be used for determining the importance of the selected criteria. The data analysis methodology in this study involves combining digital layers in GIS, fuzzy hierarchical analysis, and TOPSIS. The results of the study show that among all the natural hazards common to the middle section of the Zagros Mountains, Ilam City is mainly influenced by the danger of flooding. After evaluating the lands in the urban area of Ilam, it is observed that the expansion path Ilam City has gone through during the recent decades has beenwithout any consideration for this major phenomenon and the physical expansion of the city has been in the areas with a high risk of flooding. Two areas with very high risk, with the total area of 5.33 and 2.18 hectares, are the regions of the city which suffered severe damages in the recent flooding and they are still facing a very high risk of flooding. The safest areas for expansion in Ilam City are the southern zones of the city (towards Cheshmeh Kaboud Village) which have a desirable physiographical state and acceptable risk level against flooding.

Keywords: environmental hazards, physical expansion, the geographic information system (GIS), Ilam City.

[1]*- Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Architecture & Geography and Urban Planning, Non-Profit University of Bakhtar, Ilam, Iran. Email: d.rp.azadkhani@bakhtar.ac.ir

[2]- Associate prof, Department of Forest Sciences, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

[3]- Graduate Student of Geography and Urban Planning, Non-Profit University of Bakhtar, Ilam, Iran.

References

References (in Persian)

Aiala, Irasma, 2010, Geomorphology of Natural Hazards, Translation by Reza Khoush Raftar; Journal of Development of Geography Studies, No. 2, 14-23. [In Persian]

Ahmadi, Tayebeh; Zangeneh Asadi, Muhammad Ali; Ramesht, Muhammad Hussein; Maghsoudi, Akbar 2013, Limitations and Capabilities of Geomorphological Processes in the Development and Planning of Khoramabad City, Geographical Studies of Arid Regions, 3 (11), 19-34. [In Persian]

Esfandiari Dorabad, Fariba; Jedi, Soghra; Reyhan, Mahboub, 2013, Evaluating the Natural and Human Restriction for the Physical Expansion of Cities in Garmi City using GIS, Journal of Geography and Urban-Regional Survey, No. 6, 85-96. [In Persian]

Amanpour, Saeed; Alizadeh, Hadi; Gharari, Mohsen, 2013, Analyzing the Location of Optimal Directions for the Physical Expansion of Ardabil City Using AHP Model, Periodical of Regional Planning, 3(10), 83-96. [In Persian]

Amini Varaki, Saeed; Modiri, Mahdi; Shamsaee Zafarghandi, Fathollah; Ghanbari Nasab, Ali 2014, Identifying Theories Governing the Vulnerability of Cities to Environmental Hazards and Extracting Effective Components Using the Q Methodology; Scientific and Research Periodical of Crisis Management, Special Issue for the Week of Passive Defense, 5-18. [In Persian]

Avazi, Ramazan 2011, Geography of Hazards (Human and Natural Hazards), Translated by Muhammad Zaheri, Tabriz: University of Tabriz. [In Persian]

Behniafar, Abolfazl; Ghanbarzadeh, Hadi; Mansouri Daneshpour, Muhammad Reza, 2009, Zoning of Landslide Dangers and Hillside Instability Using AHP and Probability Methods, Case Study: Kang River Basin, Northern Slopes of Binaloud, Scientific and Research Journal of Geographical Space, 9 (27), 55-78. [In Persian]

Rajaee, Abdolhamid, 2003, Application of Geomorphology in Land Survey and Environmental Management, Ghumes Publications. [In Persian]

Zomorodian, Muhammad Jafar, 1999, Application of Urban Geography in Urban and Rural Planning, Tehran: SAMT Publications, Third Edition. [In Persian]

Sarvar, Houshang; Kheiri Zadeh Arough, Mansour; Laleh Pour, Manizheh, 2014, Role of Environmental Factors in Measuring the Feasibility of Optimal Physical Expansion of Malekan City, Journal of Urban Research and Planning, 5 (18), 95-114. [In Persian]

Saeednia, Ahmad, 1999, the Green Book, Application of Urban Land, Tehran: Publications of the Center for Urban Studies and Planning of the Ministry of Internal Affairs, Second Edition. [In Persian]

Talebzadeh, Mir Heydar, 2009, Unstable Physical Expansion of Cities and Their Vulnerability to Natural Hazards, Case Study: Maku City in Western Azerbaijan Province, Journal of Rural Residency and Environment, 98-111. [In Persian]

Alalhesabi, Mehran; Molaee, Asghar, 2012, Improving the Stability of Large Cities against Natural Hazards Using Substructure Development Approach (Case Study: Tehran City), Periodical of Environmental Survey, No. 22, 39-61. [In Persian]

Gharakhlou, Mahdi; Davoudi, Mahmoud; Zandi, Sayed Majdodin; Jorjani, Hasan Ali, 2011, Locating Optimal Zones of Physical Development in Babolsar City Based on Natural Measures; Journal of Geography and Development, No. 23, 99-122. [In Persian]

Muhammadkhani, Mozafar; Salmanian, Maryam, 2010, Role of Rural Planning and Crisis Management in Mitigating Natural Hazards; the Fourth International Congress of Geographers of the Islamic World, Zahedan, University of Sistan and Baluchestan, http://www.civilica.com/Paper-ICIWG04-ICIWG04_129.html[In Persian]

Motalebi, Fatemeh, 2011, Evaluating Geomorphological Hazards of Shahr Kosar (Givi) Region Using Geographical Information System (GIS), MSc Dissertation, Department of Geography, Faculty of Humanities and Literature, University of Mohaghegh Ardabili. [In Persian]

Etilaat Newspaper, 2001, Why does the danger of flood increasse in droughts? July 30, 2001. [In Persian]

Keyhan Newspaper (2000), Natural disasters are inevitable, but their devastating effects can be mitigated, October 17, 2000. [In Persian]

References (in English)

Bagan H and Yamagata Y., 2012, Landsatanalysis of urban growth: How Tokyobecame the world's largest megacity duringthe last 40 years. Remote Sensing of Environment 127. pp: 210–222.

Champman, C.B.& Ward, S. 1997, Project Risk Management: Process, Techniques, and insights, John Wiley and Sons, Chichester.

Cutter, S.L, Mitchell, J.T., and Scott, M.S., 2000, Revealing the Vulnerability of People and Places: A case study of Georgetown County, South Carolina, annals of association of American geogromreh's.90, mm713-737.

ECHO, 1999, The Geography of Disasters,Geography in Humanitarian Assistance. EuropeanCommunity Humanitarian Office, available on:http://membres.lycos.fr/dloquercio /knowhow/

Ford., 2002, Vulnerability: Concepts and Issues; A literature review of the concept of vulnerability, its definition, and application in studies dealing with human-environment interactions, part of PhD Scholarly Field Paper For course Geog*6100, University of Guelph.

Jessamy, V.R., 2000, Program of Vulnerability of OECS, a historical analysis of root causes, The society for Caribbean studies annual conference paper, edited by Sandra courtman, v0l.3, ISSN 1471-2024, http://www.scsonline. Freeserve.co.uk/o1vo3.html.

Jiang, L., Deng, X., Seto, K.C., 2013, The impact of urban expansion onagricultural land use intensity in China.Land Use Policy 35, pp: 33–39.

Tayyebi, A., Pijanowski, B.C., Tayyebi, A.H.2011, An urban growth boundary model using neural networks, GIS and radial parameterization: An application toTehran, Iran. Landscape and Urban Planning, 100. pp: 35–44.

Trondheim, R.J, 2000, Reducing Disaster Vulnerability Through Local Knowledge and Capacity: The Case Earthquake prone Rural Communities in India and Nepal, Dr. ing Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Architecture and Fine Art Department of Town and Regional Planning.42, pp 92–111

Smith K., 2000, Environmental hazards: Assessing risk and reducing disaster, 3rd Ed, Routledge, New York.

Smith, K. 1992, Environmental Hazards: AssessingRisk and Reducing Disaster. Routledge, London.

Stonich, S., 2000, The Human Dimensions of Climate Change, The Political Ecology of Vulnerability, available on: http://www.isodarco.it/ courses/candriao1/paper candria01 stonich.html.

Research Article

Risk Assessment and Grading of Environmental Sustainability of the International Wetlands of Southern Coasts of Iran

Samira Jafariazar[1], Gholam Reza Sabzghabaei*[2], Mortaza Tavakoly[3], Soolmaz Dashti[4]

Received: 05-01-2019 Revised: 19-02-2019 Accepted: 08-06-2019

Abstract

Wetlands are sensitive and valuable ecosystems but today their safety and their sustainability have been harshly influenced by various natural and human factors. Using environmental risk assessment is an important tool in studies of environmental management and recognition and reduction of the potentially harmful environmental factors to achieve sustainable development. This research was conducted to identify and assess the risks and grading of environmental sustainability of the international wetlands of the southern coast of Iran in the provinces of Khuzestan and Hormozgan. Accordingly, to identify and prioritize the risks the Delphi methodology, to prioritize and calculate the weight of the indicators the Analytical Hierarchy Process (AHP) process, and the ELECTRE technique were used to rank the wetlands based on unfavorable environmental conditions. The results showed that 27 factors of pressure and threat were identified for The International Wetland of Shadegan, Khur_e_ Omayyeh and Khur_e_Mousa Estuary, Khur-e-khuran International wetland, Salty, Sweet and Minab Rivers International Wetlands, Gaz and Hara Rivers Estuary International wetland and Shidvar International Wetland. The results of the paired comparisons between the threats of the studied wetlands show that the first to fifth ranking threats are related to the discharge and disposal of waste in the wetland, climate change and drought, oil pollution, dam construction, and the reduction of vegetation density, and other indicators are in the next ranks. Finally, the analysis and comparison for the ranking of the studied wetlands based on the ELECTRE method showed that The International Wetland of Shadegan, Khur_e_ Omayyeh and Khur_e_Mousa Estuary suffer the highest threat and pressure and Shidvar International Wetland has a more favorable ecological condition.

Keywords: International Wetlands, Southern Coast of Iran, Environmental Risk Assessment, ELECTRE.

[1]- Master Degree Assessment and Land use of Bebahan khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.

[2]*- Assistant Professor, Department of Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.

Email: sabzghabaei@bkatu.ac.ir

[3]- Associate Professor, Department of Geography, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

[4]- Assistant Professor, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

References

References (in Persian)

Afshari, M., Hamidian, M., (2006), Environmental study of Shadegan plain irrigation and drainage project on Shadegan wetland ecosystem, National Conference on Irrigation and Drainage Networks Management, Shahid Chamran University of Ahwaz, Faculty of Water Engineering, 7p. [In Persian]

Akbarzadeh, gh., (2004), Investigation of the environmental impacts of shrimp breeding workshops in the Tiba region (Hormozgan province), Iran Fisheries Research Institute, Persian Gulf and Ocea Oceanology Institute, Bandar Abbas,P. 145. [In Persian]

Anusheh, Z., Salmasi, s., Jozi, A., (2011), Prioritizing Environmental Risks of Construction Phase of Roudbar Dam Lorestan by SAW and ELECTRE Method, First International Conference and Third National Conference on Dam and Hydroelectric Power Plants, Tehran, 13 p. [In Persian]

Badri, A., Salmani, M., Ghassabi, M.J., & AShur nezhad, Gh., (2013), Ranking of rural settlements for the development of desert tourism using ELECTERE III method (case study: Khur and Biabanak), geography and environmental stability, 3 (6), pp. 22-1. [In Persian]

Bayat, R., Jafari, S., & Charkhaei, A. H. (2014). Monitoring of changes in soil, vegetation and water in Shadegan Wetland using remote sensing technology. Proceedings of the Second National Wildlife Conservation Conference with Arid and Desert Rangeland Approach, Semnan University, November 11-12. [In Persian]

Dehghani, M., (2013), Direct Use of Mangrove Forests in Biosphere Reserve, Third International Conference on Environmental Planning and Management, Tehran University. November 26th. [In Persian]

Dinarvand, M., & Asadi, M., (2011), An Attitude toward Submerged and Floating Plant Families in Khuzestan Province Wetlands, Wetland Ecobiology, Islamic Azad University, 2 (8), pp. 94-87. [In Persian]

Esfandeh, S., & Danehkar, A. (2014).A comparative study of Hormozgan province wetlands by combining Med Wet and IBA methods. Science and Environmental Engineering, 2(5), 1-9. [In Persian]

Estaki, A.B., (2004), AContinuous study of environmental impacts of shrimp activity and development in Tiyab region, Iran Fisheries Research Institute, Persian Gulf Ecology Research Institute and Oman Sea, Bandar Abbas. [In Persian]

Faal, Z. (2009). An investigation of pollutant sources and water quality in Shadegan wetland based on water quality index system.Proceedings of the First National Conference of Iranian wetlands, Ahvaz Islamic Azad University. March 4-5. [In Persian]

Ghadrjani, R., Gheytarani, N., Khanian, M., Masumi juya, F., (2014), Investigating the Contamination Factors of Shadegan International Wetland, The First Congress of Urban Management and City Councils. [In Persian]

Ghanavati asl, A., (2001),Investigation of Environmental Status of Hara Forests (Laft-Qeshm Area). (Unpublished master's thesis): Islamic Azad university. Tehran Science Research Branch. P. 89 [In Persian]

Ghanbarzadeh, L. (2013). Prediction of predictability and classification of sensitivity of Shadegan wetland. The First National Conference on the Conservation of Wetlands and Aquatic Ecosystems, Hamedan, 18 April. [In Persian]

Ghazali Far, N., & Zarei, H. (2012). Environmental values and ecological features of Khuzestan wetlands (Case study: Shadegan wetland). Proceedings of the Third National Conference on Combating Desertification and Sustainable Development of Iran's Desert Lagoon, Arak. [In Persian]

Ghoddusi bebahani, A., (2011), Investigation of oil pollution in Khur_e_Azini and providing an environmental management plan for its reduction. (Unpublished master's thesis): Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch. 128 p. [In Persian]

Ghodsipur, H., (2010), Analytical Hierarchy Process (AHP). Eighth edition Amir Kabir University of Technology. [In Persian]

Hasanzadeh kiyabi, B., Mansuri, J., Ghashtasb meyguni, H., & Majnunian, H., (2004), Proposed criteria for assessing the conservation status of Iranian wetlands, ecology, 33, pp. 89-74. [In Persian]

Hassounizadeh, H., Sadeghi, L., Jamei, N., & Mohammadi Behbahani, M. (2011).Water quality assessment of Shadegan wetland using WQI index. Proceedings of National Clean Water Conference, Tehran, March 2. [In Persian]

Hormozgan Regional Water Authority (2014), Non-specific studies of water resources, Minab-Bemani and Shamil-Takht study areas, Comparison of groundwater level change (1993-2013) in Minab aquifer, Volume 4 report.

Jabal Ameli, M. H., Rezaie Far, A., & Langroudi, A. S. (2007).Project risk ranking using multi-purpose decision making process. Journal of Technical School, 41(7), 863-871. [In Persian]

Jafari Azar, S. (2015). Environmental risk assessment of international wetlands of southern coast of Iran (Unpublished master's thesis).Khatam- Alanbia University of Technology Behbahan. [In Persian]

Jafariazar, S., Sabzghabaei, Gh., Tavakoly, M., & Dashti, S., (2017),Assessment and Analysis of Khur-e-khuran International Wetland Environmental Risks Using Multi-Criteria Decision-Making Methods, Irrigation Science and Engineering, 40 (3), pp. 75-63. [In Persian]

Jafariazar, S., Sabzghabaei, Gh., Tavakoly, M., & Dashti, S., (2017), Assessment and Prioritization of Environmental Risks in Gaz and Hara Rivers Estuary International Wetland. Applied Ecology 6 (3), pp. 71-87. [In Persian]

Jafariazar, S., Sabzghabaei, Gh., Tavakoly, M., & Dashti, S., (2016), Application of Multi-Criteria Decision-Making Methods in Environmental Risk Assessment (Case Study: The International Wetland of Shadegan, Khur_e_ Omayyeh and Khur_e_Mousa Estuary), Geography and Environmental Hazards, 6(24), pp.97-119. [In Persian]

Kafashi, S., & Yawari, M. (2006).Estimation of damage caused by water pollution on Shadegan wetlands. Proceedings of the Third National Conference on Iran's Environmental Crises and their Improvement Strategies, Ahvaz, November 27. [In Persian]

Kuchakzadeh, A., Sharifi Hosseini, S., Yazdipour, A., Shahbazi, A., & Shayan M. (2011). Investigation on the effect of cane sugar waters on water quality and biomass of vegetation in Shadegan wetland. Proceedings of The First National Conference on Strategies for Achieving Sustainable Agriculture, Payame Noor University, Khuzestan, May 26-27. [In Persian]
Makvandi, R., Astani, S., & Anousheh, Z. (2012). The environmental risk assessment of wetlands using TOPSIS and EFMEA (Case study: Shirin Sou wetland in Hamadan province). Wetland Ecobiology, 3(12), 25-40. [In Persian]
Makvandi, R., Astani, S., & Cheraghi, M. (2013). Environmental risk assessment of wetlands using SAW and EFMEA methods Case study: Anzali International Wetland. Wetland Ecobiology, 5(17), 61-74. [In Persian]
Mirzaesmaili, F., (2011), Investigating the amount of petroleum contaminants and providing management solutions for reducing impacts. (Unpublished master's thesis): Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch. 132 p. [In Persian]
Moazzami, A., (2010), Assessing the amount of oil pollution (TPHs) in Khur_e_Tiyab and presenting the Environmental Management Plan to reduce impacts. (Unpublished master's thesis): Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch. 130 p. [In Persian]
Mohammadi Roozbahani, M., Rasekh, A., & Jafar Aghaee, H. (2013).Biological evaluation of Shadegan wetland using Hillsbowl index (HFBI).Wetland Ecobiology, 5(17), 86-75. [In Persian]
Monavvari, M., Rahimi, R., (2010), Application of environmental risk assessment Development plans to protect the wetlands. The first national conference on desertification and sustainable development of Iran's desert lagoons, Arak, the organization of forests and rangelands of the country, 16 p. [In Persian]
Omidi, s., (2004), Investigating the effects of aquaculture on the environment in Helleh and Delvar areas of Bushehr, Shrimp Research Institute of Iran, 195 p. [In Persian]
Pur rahim najaf abadi, Z., Dahr azma, B., Ghasemi, H., Mortazavi, M.S., & Taghipur, B., (2009), Investigating the Cognitive Sediment Properties and Contamination of Surface Sediments of Ports Sirik and Jask to Arsenic and Mercury, Stratigraphy and Sedimentology Studies, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan 25 (2), pp. 47-64. [In Persian]
Rahimi Baluchi, L., & Malek Mohammadi, B. (2013). An assessment of environmental risks of Shadegan international wetland based on ecological performance indicators. Ecology, 39(1), 101-112. [In Persian]
Rahimi Baluchi, L., Zara' Kar, A., & Malek Mohammadi, B. (2013). Environmental impact assessment using remote sensing and water quality index (Case study: Shadegan international wetland). Journal of Remote Sensing and GIS in Natural Resources Science, 3(4), 43-55. [In Persian]
Sabzalizadeh S., Khalafeh Nilazar, N., & Rahim Moghinamimi, S.A. (2009). Investigation of water quality of Shadegan Wetland based on physical and chemical parameters, Southern Aquaculture Research Institute, Ahvaz, p. 98 [In Persian]
Sabzghabaei, G.R., Monavari, M., Riazi, B., Khorasani, N. A., & Karami, M. (2012). Analysis pressures and threats on the southern wetlands of Iran with the application of RAPPAM methodology (Case study: Khouzestan province). Wetland Ecobiology, 4(2), 68-55. [In Persian]

References (in English)

Akincilar, A., Dagdeviren, M., (2014), A hybrid multi-criteria decision making model to evaluate hotel websites, International Journal of Hospitality Management, 36, pp. 263‑271.
Almeida, A. T. D., (2007), Multi-Criteria Decision Model for Outsourcing Contracts Selection Based on Utility Function and ELECTRE Method, www.elsevier.com.
Barbier, E.B., (2013), Valuing Ecosystem Services for Coastal Wetland Protection and Restoration, Progress and Challenges, Department of Economics and Finance, University of Wyoming, 1000 E, University Ave., Laramie.
Bassi, N., Dinesh Kumai, M., Sharma, A., Pardha- Saradhi, P., (2014), Status of wetlands in India: A review of extent, ecosystem benefits, threats and management strategies, Journal of Hydrology: Regional Studies 2, pp. 1-19.
Beccali, M., Cellura, M., Mistretta, M., (2003), Decision Making in Energy Planning, Application of the ELECTRE Method at Regional Level for the Diffusion of Renewable Energy Technology.www.elsevier.com.
Clayton, M. J., (1997), Delphi: A technique to harness expert opinion for critical decision-making tasks in education, Educational Psychology, 17(4), pp. 373-384.
Damian, Sh., Waverly, Th., (2012), Ecological Risk Assessment, Department of Biology, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA, Progress in Molecular Biology and Translational Science, 112, pp.1877-1173.
De Lange, H.J., Sala, S., Vighi, M., Faber, J.H., (2010), Ecological vulnerability in risk assessment: A review and perspectives, Science of the Total Environment, 408, pp. 3871–3879.
Dunham, R., (1996), The Delphi technique Cited 2002 Mar 24.Retrieved from http://www.medsch.wisc.edu/adminmed/2002/orgbehav/delphi.pdf.
Elmberg, J., Nummi, H., Poeysae, A., Sjoeberg, k., (1994), Relatronships between species number, lake size and resource diversity in assemblesay of breeding water fowl, Biogeogr, 21 (1), pp. 75-84.
Georgopoulon, E., Lalas, D., Papagiannakis, L., (1997), A Multi-Criteria Decision Aids Approach for Energy Planning Problems: The Case of Renewable Energy Option, European Journal of Operational Research, 103 (1), pp. 38-54.
Ghermandi, A., J.C.J.M. Van den Bergh, L.M., Brander, and P.A.L.D. Nunes., (2008), The Economic Value of Wetland Conservation and Creation: A Meta-Analysis. Working Paper 79, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milan, Italy.
Hockingset, M., Sue, S., Fiona, L., Nigel, D., José, C., Peter, V., (2010), Evaluating Effectiveness a framework for assessing management effectiveness of protected areas 2nd Edition, IUCN. Rue Mauverney 28. 1196 Gland, Switzerland.
Hogarth, R.M., (1978), A note on aggregating opinions, Organizational Behavior and Human Performance, 21(1), pp. 40–46.

Ilangkumaran, M., Karthikeyan, M., Ramachandran, T., Boopathiraja, M., Kirubakaran, B. (2015): Risk analysis and warning rate of hot environment for foundry industry using hybrid MCDM technique, Safety Science, 72, pp.133‑143.
Kankan, Wu., Luoping, Zh., (2014), Progress in the Development of Environmental Risk Assessment as a Tool for the Decision-Making Process, Journal of Service Science and Management, 7, pp.131-143.
Kellett, B.M., Walse, T., Baristow, K.L., (2005), Ecological Risk Assessment for the Wetlands of the Lower Burdekin, CSIRO Land and Water Technical Report 26/05, Pp.34.
Kennedy, H. P., (2004), Enhancing Delphi research: Methods and results, Journal of Advanced Nursing, 45(5), pp.195-200.
Kim, K.G., Lee, H., Lee, D.H., (2011), Wetland restoration to enhance biodiversity in urban areas – a comparative analysis, Landscape and Ecological Engineering, 7, pp. 27–32.
Mardani, A., Jusoh, A., MD nor, K., Khalifah, Z., Zakwan, N., Valipour, A., (2015), Multiple criteria decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014, Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 28 (1), pp. 516-571.
Molur, S., Smith, K.G., Daniel, B.A., Darwall, W.R.T., (2011), the Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in the WesternGhats, India, International Union for Conservation of Nature, Publisher: IUCN: Cambridge, UK and Gland, Switzerland, and Zoo. 130pp.
Monghasemi, S., Nikoo, M. R., Khaksar Fasaee, M. A., Adamowski, J., (2015), A novel multi criteria decision making model for optimizing time‑cost‑quality trade-off problems in construction projects, Expert Systems with Applications, 42 (6), pp. 3089‑3104.
Ozesmi, S.L., Bauer, E.M., (2002), Satellite remote sensing of wetlands, Wetlands Ecology and Management, 10 (5), pp. 381-402.
Papadopoulos, A., Karagiannidis, A., (2008), Application of the Multi-Criteria Analysis Method ELECTRE III for the Optimization of Decentralized Energy Systems, Omega, 36 (5), pp. 766-776.
Paustenbach, D.J., (2002), Human & Ecological Risk Assessment, Theory & Practice New York: John Wiley & Sons. 1556pp
Prato, T., (2012), Increasing resilience of natural protected areas to future climate Change: A fuzzy adaptive management approach, Ecological Modelling, 242(1), pp. 46-53.
Rajesh, R., Ravi, V., (2015), Supplier selection in resilient supply chains: A grey relational analysis approach, Journal of Cleaner Production, 86, pp. 343‑359.
Ramsar Convention Official Website., (2017), WWW.RAMSAR.ORG
Rezaian, S., Jozi, S. A., (2011), Environmental Risk Analysis by Using Multi-Criteria Decision-Making Method (Case Study: Karoon 3 Dam of Iran), 2nd International Conference on Environmental Engineering and Applications IPCBEE, 17, IACSIT Press, Singapore.
Saaty, T.L., (2008), Decision making with the analytic hierarchy process, Services
Saaty, T.L., Vargas, L.G., (1991), Prediction, Projection and Forecasting. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 251 p.
Sabzghabaei, G.R. Monavari, S. M. Biazi, B. Khorasani, N. and M. Karami., (2015), Analysing pressures and threats on the Southern Wetlands of Iran with the application of RAPPAM methodology (Case study: Khuzestan Province), Global NEST Journal, 17(2), pp. 344-356.
Ten Brink, P., Badura, T., Farmer, A., Russi, D., (2012), The Economics of Ecosystem and Biodiversity for Water and Wetlands: ABriefing Note, Institute for European Environmental Policy, London. 84pp.
Walaszczyk, Ludmita., (2016), Project Risk Assessment in Enterprises with the Use of TOPSIS Method in the 2014–2020 Perspective, Studia Materialy, 1(2), pp. 71– 79.
Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Bagočius, V., (2015), Multi-criteria selection of a deep-water port in the Eastern Baltic Sea, Applied Soft Computing, 26, pp. 180‑192.
Zedler, J.B., Kercher, S., (2005), Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability, Annual Review of Environment and Resources, 15(30), pp. 39–74.
Zhang, sh., Sun, B., Yan, L., Wang, Ch., (2013), Risk identification on hydropower project using the IAHP and extension of TOPSIS methods under interval-valued fuzzy environment, Natural Hazards, 65 (1), pp.359-373.
Zhang, T., Yuan, J., (2005), Decision-aid for Power Distribution System Planning Problems Using ELECTRE III, The 7th International Conference of Power Engineering.

Research Article

Applying Surface Fractal Analysis (SFA) in analysis of surface anomalies and its relation with changes in morphotectonic zones in the margin of the High Zagros Belt (HZB)

Mahnaz Shiran[1], Mohammadali Zangeneh Asadi *[2], Paolo Mozzi[3], Hamed Adab[4], Abolghasem Amirhmadi[5]

Received: 16-01-2019 Revised: 24-05-2019 Accepted: 29-07-2019

Abstract

Fractal geometry is a method for describing a self-similar or a self-affine property in complex landforms and explanation of surface complexities and roughness. In the present study, the surface fractal dimensions (SFDs) were investigated by a cellular model by covering the divider method. Results indicated that geological and geomorphological processes change the character of the fractal dimension of the landforms. Changes in lithologic boundaries and faults influence changes in the fractal dimension and their mode of influence vary according to the topographic characters such as frequency, amplitude, and types of formations. In lithologic units with hard limestone formations, the fractal dimension is low, while in alluvial formations, the fractal dimension increases. The drainage network density and tributaries margins affect the fractal dimension. Moreover, homogeneity of the lithologic units decreases the fractal dimension. In this study, the lowest fractal dimension is associated with the integrated units of Mesozoic orbitolina limestones on the border of the two structural zones of Sanandaj-Sirjan and High Zagros belt. However, friable and sensitive to erosion formations of the quaternary increase the fractal dimension. The succession of the hard and friable layers is effective on the local scale on the fractal dimension. Furthermore, mountains have lower fractal dimensions than lowlands. Generally, there is an inverse relationship between the fractal dimension and elevation and this relationship there is about the roughness index in the basin. The results illustrated that changes in the surface fractal dimension were dependent on a set of lithologic, tectonic, and geomorphologic factors. Also in complex topographic zones investigation of changes in the fractal dimension can be a useful and effective instrument for detecting and surveying of the surface anomalies.

Keywords: Surface Fractal Analysis, Morphotectonic, Surface Anomalies, High Zagros Belt.

[1]- PhD Student of Geomorphology, Department of Geography and Environmental science, University of Hakim Sabzevari, Sabzevar, Iran

[2]*- Associate Professor of Geomorphology, Faculty of Geography and Environmental science, University of Hakim Sabzevari, Sabzevar, Iran Email: ma.zanganehasadi@hsu.ac.ir

[3]- Professor of Geology, Faculty of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Padova, Italy

[4]- Assistant Professor of remote sensing, Faculty of Geography and Environmental science, University of Hakim Sabzevari, Sabzevar, Iran

[5]- Professor of Geomorphology, Faculty of Geography and Environmental science, University of Hakim Sabzevari, Sabzevar, Iran

References

References (in Persian)

Alipour, R, Pourkermani, M, Zarea, M, Espandar, R. (1389). Automatic extraction of lines related to the main Zagros fault zone in the south of Lorestan and its comparison with field studies, Journal of Basic Sciences, Islamic Azad University, 77, 173-184. [In Persian]

Elmizadeh H, Mahpeykar O. (1396). Fractal Analysis in Zarrineroud River Using Box-Counting Method, Geographic Space, 59(17), 255-270. [In Persian]

Maghsoud, M, Shayan, S, Gol Alizade, M, Sharifi Kiya, M, Noorbakhsh, S. (1395). Spatial analysis of aeolian landforms by fractal theory (Case study: Ardestan Rig), physical geography researches, 48 (2), 231-245. [In Persian]

References (in English)

Bi, L., He, H., Wei, Z., & Shi, F. (2012).Fractal properties of landforms in the Ordos Block and Surrounding areas, China. Geomorphology, 175, 151-162.

Chase, C. G. (1992). Fluvial land sculpting and the fractal dimension of topography. Geomorphology, 5(1-2), 39-57.

Clarke, K. C. (1986). Computation of the fractal dimension of topographic surfaces using the triangular prism surface area method. Comp. Geosci., 12(5), 713-722.

Culling, W. E. H., & Datko, M. (1987).The fractal geometry of the soil—covered landscape. Earth Surface Processes and Landforms, 12(4), 369-385.

Faghih, A., & Nourbakhsh, A. (2015).Implication of surface fractal analysis to Evaluate the relative sensitivity of topography to active tectonics, Zagros Mountains, Iran. Journal of Mountain Science, 12(1), 177.

Flores-Prieto, E., Quénéhervé, G., Bachofer, F., Shahzad, F., & Maerker, M. (2015).Morphotectonic interpretation of the Makuyuni catchment in Northern Tanzania using DEM and SAR data. Geomorphology, 248, 427-439.

Fox, C. G., & Hayes, D. E. (1985).Quantitative methods for analyzing the roughness of the seafloor. Reviews of Geophysics, 23(1), 1-48.

Gesch, D., Oimoen, M., Greenlee, S., Nelson, C., Steuck, M., & Tyler, D. (2002).The national elevation dataset. Photogrammetric engineering and remote sensing, 68(1), 5-32.

Gilbert, L. E. (1989). Are topographic data sets fractal Pure and Appl. Geophysics, 131(1), 54-66.

Hjelmfelt Jr, A. T. (1988). FRACTALS AND THE RIVER-LENGTH CATCHMENT-AREA RATIO 1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 24(2), 455-459.

Huang, J., & Turcotte, D. L. (1989). Fractal mapping of digitized images: application to the topography of Arizona and comparisons with synthetic images. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 94 (B6), 7491-7495.

Iwahashi, J., & Pike, R. J. (2007).Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature. Geomorphology, 86(3), 409-440.

Koike, K., Nagano, S., & Kawaba, K. (1998). Construction and analysis of interpreted fracture planes through a combination of satellite-image derived lineaments and digital elevation model data. Computers & Geosciences, 24(6), 573-583.

La Barbera, P., & Rosso, R. (1989). On the fractal dimension of stream networks. Water Resources Research, 25(4), 735-741.

Laverty, M. (1987).Fractals in karst. Earth Surface Processes and Landforms, 12(5), 475-480.

Lee, T. H., & Moon, W. M. (2002).Lineament extraction from Landsat TM, JERS-1 SAR, and DEM for geological applications.In Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2002.IGARSS'02.2002 IEEE International (Vol. 6, pp. 3276-3278).IEEE.

Leech, D. P., Treloar, P. J., Lucas, N. S., & Grocott, J. (2003). Landsat TM analysis of fracture patterns: a case study from the Coastal Cordillera of northern Chile. International Journal of Remote Sensing, 24(19), 3709-3726.

Logan, T. A., Nicoll, J., Laurencelle, J., Hogenson, K., Gens, R., Buechler, B., ...& Guritz, R. (2014, December). Radiometrically Terrain Corrected ALOS PALSAR Data Available from Alaska Satellite Facility. In AGU Fall Meeting Abstracts

Lovejoy, S., & Schertzer, D. (1988). Extreme variability, scaling, and fractals in remote sensing- Analysis, and simulation. Digital image processing in remote sensing(A 89-29064 11-43). London and Philadelphia, PA, Taylor and Francis, 1988, 177-212.

Malamud, B. D., & Turcotte, D. L. (2001). Wavelet analyses of Mars polar topography. Journal of Geophysical Research: Planets, 106(E8), 17497-17504.

Masoud, A. A., and Koike, K. (2011).Auto-detection and integration of tectonically significant lineaments from SRTM DEM and remotely-sensed geophysical data. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote sensing, 66(6), 818-832.

Mostafa, M. E., & Bishta, A. Z. (2005). Significance of lineament patterns in rock unit classification and designation: a pilot study on the Gharib-Dara area, northern Eastern Desert, Egypt. International Journal of Remote Sensing, 26(7), 1463-1475.

Mwaniki, M. W., Moeller, M. S., & Schellmann, G. (2015). A comparison of Landsat 8 (OLI) and Landsat 7 (ETM+) in mapping geology and visualizing lineaments: A case study of central region Kenya. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences.

Outcalt, S. I., Hinkel, K. M., & Nelson, F. E. (1994). Fractal physiography Geomorphology, 11(2), 91-106.

Pentland, A. P. (1984). Fractal-based description of natural scenes. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, (6), 661-674.

Qari, M. Y. H. (1990, May). Application of Landsat Tm Data To Lithological And Lineament Studies, Southern Arabian Shield. In Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1990. IGARSS'90.'Remote Sensing Science for the Nineties'., 10th Annual International (pp. 997-997). IEEE.

Rahman, Z., Slob, S., & Hack, R. (2006, September). Deriving roughness characteristics of rock mass discontinuities from terrestrial laser scan data. In Proceedings of 10th IAEG Congress: Engineering geology for tomorrow's cities, Nottingham, United Kingdom.

Rajesh, H. M. (2008). Mapping Proterozoic unconformity-related uranium deposits in the Rockhole area, Northern Territory, Australia using Landsat ETM+. Ore Geology Reviews, 33(3-4), 382-396.

Riley, S.J., De Gloria, S.D., Elliot, R. (1999).Index that quantifies topographic heterogeneity.Intermountain Journal of Sciences, 5(1-4), 23-27.

Saadi, N. M., Zaher, M. A., El-Baz, F., & Watanabe, K. (2011).Integrated remote sensing data utilization for investigating the structural and tectonic history of the Ghadames Basin, Libya. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 13(5), 778-791.

Schuller, D. J., Rao, A. R., & Jeong, G. D. (2001). Fractal characteristics of dense stream networks. Journal of Hydrology, 243(1-2), 1-16.

Shahzad, F., & Gloaguen, R. (2011). TecDEM: A MATLAB based toolbox for tectonic geomorphology, Part 1: Drainage network preprocessing and stream profile analysis. Computers & Geosciences, 37(2), 250-260.

Skoda, G. (1987). Fractal dimension of rainbands over Hilly terrain Fraktale Dimension von Niederschlagsbändern über hügeligem Gelände. Meteorology and Atmospheric Physics, 36(1-4), 74-82.

Sung, Q. C., Chen, Y. C., & Chao, P. C. (1998).Spatial variation of fractal parameters and its geological implications. Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, 9(4), 655-672.

Turcotte, D. L. (1997). Fractals and chaos in geology and geophysics.Cambridge university press.

Willett, S. D. (1999). Orogeny and orography: The effects of erosion on the structure of mountain belts. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 104(B12), 28957-28981.

Xie, H., & Wang, J. A. (1999). Direct fractal measurement of fracture surfaces. International Journal of Solids and Structures, 36(20), 3073-3084.

Xu, T., Moore, I. D., & Gallant, J. C. (1993).Fractals, fractal dimensions, and landscapes - a review. Geomorphology, 8(4), 245-262.

Research Article

Prioritization of Sardab-Rood watershed from flooding viewpoint using the SWAT model

Behnaz saraie[1], Ali Talebi*[2], Ahmad Mazidi[3], Sara Parvizi[4]

Received: 25-02-2019 Revised: 18-06-2019 Accepted: 11-09-2019

Abstract

Floods are a natural phenomenon that causes heavy losses of life and property and human societies every year and people have accepted it as an inevitable event. In this research, to predict the flooding in Sardabrood basin SWAT hydrological model was used. Information needed for this research, including topographic maps, land use, soil data, and meteorological data, data about daily rainfall, temperature, and flow rate were prepared beforehand. SUFI2 program was used for model calibration. After the calibration and optimization of the model, validation of the model in the study area was done. The calibration of the model wad performed for the years 2003 to 2009 and validation was performed for the years 2010 to 2013. To analyze the results of statistical indicators R2, bR2, and Nash Sutcliffe coefficient were used. After model calibration the respective coefficients were, 0.77, 0.63, and 0.77 and the respective validation coefficients were 0.79, 0.76, and 0.71. The sensitivity results of 31 parameters that are influential on runoff water showed that fixed parameters of groundwater base flow, its time, and the minimum amount of water necessary for groundwater base flow are more sensitive than other parameters. Number Sardabrood parameter curves were used for flood basin. Sardabrood basin was divided into 24 areas to study the flooding pattern. Finally using the above mentioned models it was concluded that sub basin No. (6) had the first-rank with runoff 123.05, sub basin No. (10) had the second rank with runoff in terms of flooding and sub basin No. 1 with a 12.33 has the least amount of runoff.

Keywords: flooding, flood management, SWAT model, Sardabrood basin.

[1]- Msc student of Geography, Faculty of Geography, Yazd University, Yazd, Iran

[2]*- Professor of Hydrology, Faculty of Natural resources, Yazd University, yazd, Iran Email: talebisf@yazd.ac.ir

[3]- Associate Professor of Geography, Faculty of Geography, yazd University, Yazd, Iran

[4]- M.Sc. Graduate, Department of Watershed Management Engineering, Yazd University, Yazd, Iran

References

References (in Persian)

Alaviniya, M., Nasirisaleh, F., (2010), Compare HSPF and SWAT model to simulate sediment (Case study: Abro catchment), 5th National Congress of Civil Engineering, Mashhad, Mashhad Ferdowsi University, 2-4 May 2010, pp. 1-8. [In Persian]

Alizadeh, A., Izady, A., Davary, K., Ziaei, A.N., Akhavan, S., & Hamidi, Z., (2013), Estimation of actual evapotranspiration at regional – annual scale using SWAT, Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 7(2), pp. 243-258. [In Persian]

Amirahmadi, A.Gh., Behniafar, A., & Ebrahimi, M., (2012), Microzonation of flood risk in Sabzevar suburb with the aim of sustainable urban development, Journal of Environmental Planning. 5(16), pp. 17-32. [In Persian]

Dahmardeh Ghaleno, M.R., Shahriari, A., Saberi, M., & Khatibi, R., (2013), Investigation on the effect of natural resources exploitation on desertification (Case study: Hamoon, Sistan), Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 20(4), pp.679-685. [In Persian]

Karamouz, M., Ahmadi, A., & Taherian, M., (2009), Assessment of watershed best management practices on the reservoir quality and quantity operation, Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering, 3(9), pp. 9-16. [In Persian]

Karamouz, M., Taheriyoun, M., Emami, F., & Rouhanizadeh, B., (2008), Assessment of best management practices on reducing a load of nutrients to the dam reservoir, 3rd Iran Water Resources Management Conference, Tabriz, Tabriz University. pp. 1-9. [In Persian]

Karimi, S., (2015), Runoff simulation using the neural-wavelet network (Case study: Watershed Khersan3 river).8(24), pp. 1-14. [In Persian]

Kouchakzadeh, M., & Nasiri Saleh, F., (2014), Evaluation of the efficiency of using surface water simulation results to improve the accuracy of groundwater simulation in Silakhor shallow aquifer located in Lorestan province (Iran), Modarres Civil Engineering Journal, 14(3), pp. 129-138. [In Persian]

Raoof, M., Azizi Mobaser, J., & Salahshour A., (2017), Estimating hydrological and hydrogeological parameters of a watershed using SWAT model (Case study: Balukhlu-chay basin), Water and Soil Science, 26(4.2), pp. 173-185. [In Persian]

Saadati, H., (2002), Effects of land use on simulating daily discharge flow using SWAT mathematical model (Case Study: Kasilian catchment area), Master Thesis in Watershed Management, Tarbiat Modares University, 121p. [In Persian]

Sharifi, F., & Norouzi, Gh.R., (2002), Integrated watershed management, the key to the development of biological resources, Forest and Range, 56, pp. 22-33. [In Persian]

Talebizadeh, M., & Marid, S., (2008), SWAT hydrological model calibration and uncertainty analysis with SUFI method for estimating sediment concentration, 3rd Iran Water Resources Management Conference, Tabriz, Tabriz University. pp. 1-7. [In Persian]

Zaeri, M.R., & Shafaeebajestan, M., (2018), Flow and sediment assessment in a cut off Meander of Karun river using CCHE2D model, Water Resources Engineering, 11(38), pp. 95-106. [In Persian]

References (in English)

Abbaspour, K.C., Rouholahnejad, E., Vaghefi, S., Srinivasan, R., Yang H, & Kløve, B. (2015). A continental-scale hydrology and water quality model for Europe: Calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model. Journal of Hydrology, 524, 733-752.

Arnold, J.G., (2001). Soil and water Assessment tool (Appendix A: Model fact sheets), http://www.brc.tamus.edu/SWAT/index.htm.

Betrie, G.D., Mohamed, Y.A., Van Griensven, A., & Srinivasan, R. (2011).Sediment management modeling in the Blue Nile Basin using SWAT model. Hydrology and Earth System Sciences,15(3), 807-818.

Gonz´alez-Lemos, S., Jim´enez-S´anchez M, M., & Stoll, H. (2015). Sediment transport during recent cave flooding events and characterization of speleothem archives of past flooding. Geomorphology, 1-50.

Nash, J.E., & Sutcliffe, T.E. (1970). River flow forecasting through Conceptual model, Part I. A discussion of principles.Journal of Hydrology, 10(3), 282-290.

Omani, N., Tajrishy, M., & Abrishamchi, A. (2007). Modeling of a river basin using the SWAT model and SUFI-2, 4th International Conference of SWAT Model. UNESCO-IHE Delft, Netherlands 4-6 July, 1-8.

Zhi, L., WenZhao, L., XunChang, Z.H., & FenLi, Z.H. (2010). Assessing and regulating the impacts of climate change on water resources in the Heihe watershed on the Loess Plateau of China. Science China Earth Sciences,53(5), 710-720.

Research Article

Investigation of some chemical properties and amounts of some nutrient elements of dust in Sistan Plain

Masoud AliSoufi[1], Ali Shahriari*[2]

Received: 10-03-2019 Revised: 20-06-2019 Accepted: 14-09-2019

Abstract

Land degradation is one of the major threats to ecosystems, especially in arid areas due to drought and wind erosion. Dust characteristics can indicate the extent of land degradation. The aim of this study is an assessment of some chemical characteristics and amounts of some nutrient elements of dust in the Sistan Plain. Twenty-five half-spindle shaped dust samplers were installed in the cities of the Sistan region. The dust samples were collected monthly from early April until late September in 2015. Topsoil samples from erodible or susceptible areas to erosion were taken (20 samples) from different parts of Hamoun wetlands (as the main origin of dust). After that pH, EC, organic matter, soil texture, and amount of soil nutrient elements including P, K, Na, Ca, and Mg were analyzed in samples. The Ca was the maximum nutrient elements associated with dust (average 700.28 mg/kg), and the minimum was P (average 33.76 mg/kg). The highest amount of Total (P, K, Ca, Mg and Na) nutrient elements were observed in August+September (461.43 mg/kg) and the minimum amount in May+June (353.78 mg/kg). The highest amount of OM, P, K, and Mg have observed in dust loaded over Zabol city (25.88 mg/kg, 45.75 mg/kg, 365.8 mg/kg and 667.32 mg/kg respectively), and the maximum amount of Ca was observed in Hamoun city (813.06 mg/kg) and the maximum amount of Ca was observed in Nimruz city (629.48 mg/kg). The highest amount of enrichment ratio belonged to P (6.002) and the lowest enrichment ratio belonged to Na (0.707). The results showed soil textures of Hamoun wetland beds are susceptible to erosion and its chemical properties showed salinization and alkalization and loss of vegetation cover. Characteristics of the dust carried over the cities of Sistan plain reflected the conditions of dust origin and indicated the expansion of land degradation in these areas.

Keywords: Dust storms, Land degradation, Soil nutrient elements, Hamoun wetlands.

[1]- M.Sc Graduated, Soil Science Department, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran

[2]*- Assistant Professor, Soil Science Department, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Iran. Email: shahriari.ali@uoz.ac.ir

References

References (in Persian)

Basirani, N, (1992), Assessment of physical and chemical properties of soils in Sistan, Seminar on desert region issues and Iran Wilderness.[In Persian]

Danesh shahraki, M, Shahriari, A, Ganjali, M, Bameri, A, (2017), Seasonal and Spatial Variability of Airborne Dust Loading Rate over the Sistan plain cities and its Relationship with some Climatic Parameters. J. of Water and Soil Conservation, 6 (23), pp 199-216. [In Persian]

Gandomkar,.and kiarasi,f, (2006), Estimate Wind Potential Energy in Iran country. International power system conference, Tehran. 21, pp 2084-2094. [In Persian]

Gholamallizade Ahangar, A. Sarani, F. Hashemi, M.and shabani, A, (2015), Comparison of Linear Regression Methods, Geostatistical and Artificial Neural Network Modeling of Organic Carbonin Dry Land of Sistan Plain, Journal of Water and Soil, 6 (28), pp 1250-1260. [In Persian]

Hashemi, M, Gholamalizadeh Ahangar, A, Bameri, A, Sarani, F, Hejazizadeh, A, (2016), Survey and Zoning of Soil Physical and Chemical Properties Using Geostatistical Methods in GIS (Case Study: Miankangi Region in Sistan), Journal of Water and Soil, 30 (2), pp 443-458. [In Persian]

Hoseinzade, S. R, (1997),120 days wind of Sistan, Geographical Research.46, pp 103-128. [In Persian]

Leys Saffar, Y., Jalalian, A., and Hatefi, A, (2016), Application of Bentonite to preventing dust and desertification inSandy Loam soils.First International Conference on Dust. Ahwaz, Iran, pp 484-490. [In Persian]

Mahmoodi, Z., and Khademi, h, (2014), Identification of the origin of atmospheric dust in Isfahan using its chemical and mineralogical properties. Journal of Water and Soil Conservation, 1 (21), pp 233-217.[In Persian]

Mir, H., Gholamallizadeh Ahangar, A., and shabani, A, (2016), Determination of the Most Important Soil Parameters Affecting the Availability of Phosphorus in Sistan Plain, Using Connection Weight Method in Neural Networks, Journal of Water and Soil, 9(26), pp 1674-1687. [In Persian]

Naderi zade, Z., Khademi, h., and Ayoubi, S, (2016), Determining the concentration and contamination level of heavy metals indust from selected areas of Bushehr Province, Journal of Water and Soil Conservation, 23(3), pp 171-187. [In Persian]

Rashki, A, (2016), Investigation of Sistan dust storms origin variation resulting Hamoun lake drynesss, First International Conference on Dust, Ahwaz, Iran, pp 497-503. [In Persian]

Tajik, F., Rahimi, H., and Pazira, A, (2002. The effect of soil organic matter, electrical conductivity and sodium adsorption ratio on the tensile strength of aggregates, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 3, pp 1-15. [In Persian]

The Ruyan adviser engineers, (2015), Guidelines for Laboratory Analysis of Soil and Water Samples No.467, Office of Deputy for Strategic Supervision Bureau of Technical Execution System, pp 255P. [In Persian]

Zia Tavana, M.H, (1991), Natural characteristics Sistan. Celebration letter of Dr. Hosein Gangi in effort Iranpoor Joni, Cosmography, Tehran. [In Persian]

References (in English)

Abuduwaili, J., Liu, D., Wu, G, (2010), Saline dust storms and their ecological impacts in arid regions, Journal of Arid Land, 2(2), pp 144–50.

Akhzari, D., Farokhzadeh, B., Saeedi, C, I., Goodarzi, M, (2015), Effects of Wind Erosion and Soil Salinization on Dust Storm Emission in Western Iran, Journal of Rangeland Science, 5(1), pp 36-48.

Al-Awadhi, J.M., AlShuaibi, A.A. (2013), Dust fallout in Kuwait city: Deposition and characterization, Science of the Total Environment, 461-462, pp 139-148.

Arnold, E, (1992), United Nations environment programme, World atlas of desertification, DOI: 10.1002/ldr.3400030407

Bhattachan, A., D'Odorico, P., Okin, G.S, (2015), Biogeochemistry of dust sources in Southern Africa, Journal of Arid Environments, 117, pp 18-27.

Breuning-Madsen, H., Awadzi, T W., Lyngsie, G, (2015), Deposition of Nutrients From Harmattan Dust in Ghana, West Africa, Pedosphere. 25(4), pp 613–621.

Bryant, K.L., Wilson, P.R., Biggs, A.J.W., Brough, D.M., Burgess, J.W, (2008), Soil Indicators of Queensland Wetlands: Statewide assessment and methodology, Department of Natural Resources and Water, Brisbane, pp 89.

Coppinger, K.D., Reiners, W.A., Burke, I.C., Olson, R.K, (1991), Net erosion on a sagebrush steppe landscape as determined by cesium 137 distribution. Soil Sci, Soc, Am, J, 55, pp 254-258.

Dahmardeh Behrooz, R, Esmaili-Sari, A, Bahramifar, N, Kaskaoutis, D.G, (2017), Analysis of the TSP, PM10 concentrations and water-soluble ionic species in airborne samples over Sistan, Iran during the summer dusty period. Atmospheric Pollution Research, 8 (3), pp 403-417.

Farsang, A.H., Bartus M., Négyesi, G, (2012), Estimation of nutrient movement caused by wind erosion on chernozems based on wind channel experiments, Geophysical Research Abstracts, 14, pp13798.

Haluschak, P, (2006), Laboratory Methods of soil analysis. Canada-Manitoba soil survey, April, pp 561.

Lang, L., Wang, X., Wang, G., Hua, T., Wang, H, (2015), Effects of aeolian processes on nutrient loss from surface soils and their significance for sandy desertification in Mu Us Desert, China: a wind tunnel approach, Journal of Arid Land, 7(4), pp 421–428.

Larney FJ, Bullock MS, Janzen HH, Ellert BH, Olson ES, (1998), Wind erosion effects on nutrient redistribution and soil productivity, J Soil Water Conserv 53(2), pp 133–140.

Li, J., Okin, G.S., Alvarez, L., Epstein, H, (2007), Quantitative effects of Vegetation cover on wind erosion and soil nutrient loss in a desert grassland of southern New Mexico, USA. Biogeochemistry, 85, pp 317–332.

Massey, H.F., Jackson, M.L., (1952), Selective erosion of soil fertility constituents. Soil Science Society of America Proceedings 16, pp 353-356.

Mirakzehi, K., Pahlavan-Rad, M., Shahriari, A., Bameri, A., (2018) Digital soil mapping of deltaic soils: a case of study from Hirmand (Helmand) River delta, Geoderma, 313: 233-240.

Modaihsh, A. S., Mahjoub, M.O, (2013). Falling Dust Characteristics in Riyadh City, Saudi Arabia During Winter Months, APCBEE Procedia, 5, pp 50–58.

Neff, J. C., Reynolds, R. L., Belnap, J., Lamothe, P, (2005), Multidecadal impacts of grazing on soil physical and biogeochemical properties in southeast Utah, Ecol, Appl, 15, pp 87–95.

Negaresh, h.v., Latifi, l, (2009), Origination of Wind Deposits in the East of Zabol Using Of Morphoscopy and Physical & Chemical Analysis of Sediments, Geography, and Environmental Planning, 1, pp 1-22

Noor, H., Mirnia, S.KH., Fazli, S., Raisi, M-B., Vafakhah, M, (2010), Application of MUSLE for the Prediction of phosphorus losses, Water Science and Technology, 62(4), pp 809-815.

Okin, G S., Mahowald, N., Chadwick, O A, (2004), Impact of desert dust on the biogeochemistry of phosphorus in terrestrial ecosystems. Global Biogeochemical Cycles, 18, GB2005, DOI: 10.1029/2003GB002145.

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A, (1954), Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, U.S. Dept, of Agric, Circ, pp 939.

Opp, C., Groll, M., Aslanov, I., Lotz, T. Vereshagina, N, (2016), Aeolian dust deposition in the Southern Aral Sea Region (Uzbekistan): Ground-based monitoring results from the LUCA project. Quaternary International, (In press), http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.103.

Palis, R, Okwach, G, Rose, C, Saffigna, P, (1990), Soil Erosion processes, and nutrient loss. I. The interpretation of enrichment ratio and nitrogen loss in runoff sediment. Australian Journal of Soil Research, 28, pp 623-639.

Rashki, A., Kaskaoutis, D. G., Rautenbach, C. J dew., Eriksson, P. G., Qiang, M., Gupta, P, (2012), Dust storms and their horizontal dust loading in the Sistan region, Iran, Aeolian Research, 5, pp 51-62.

Rashki, A., Eriksson, P. G., Rautenbach, C.J.de W., Kaskaoutis, D. G., Grote, W., Dykstra, J, (2013) an Assessment of chemical and mineralogical characteristics of airborne dust in the Sistan region, Iran. In Chemosphere 90 (2), pp. 227-236

Rashki, A., Kaskaoutis, D. G., Goudie, A. S., Kahn, R. A, (2013) b, Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity, The case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. In Science of The Total Environment 463-464, pp. 552-564

Reynolds, R., Belnap, J., Reheis, M., Lamothe, P., Luiszer, F, (2001), Aeolian dust in Colorado Plateau soils: Nutrient inputs and a recent change in source, Proc Natl Acad Sci USA, 98 (13), pp 7123–7127.

Sarani, F., Ahangar, A.G., Shabani, A. (2016) Predicting ESP and SAR by artificial neural network and regression models using soil pH and EC data (Miankangi Region, Sistan and Baluchestan Province, Iran). Archives of Agronomy and Soil Science, 6 (1) pp 1-12. DOI: 10.1080/03650340.2015.1040398

Schaetzl, R. J., Anderson, S, (2005. Soils: Genesis and Geomorphology, Cambridge University Press, pp 833.

Shahriari, A., Danesh Shahraki., Ganjali, M., Bameri, A, (2016), The relationship between climate conditions and airborne dust abundance in Zabol and Hirmand cities, First International Conference on Dust, Ahwaz, Iran

Skidmore, E.L, (2000), Air, soil, and water quality as influenced by wind erosion and strategies for mitigation, SecondInternational Symposium of New Technologies for Environmental Monitoring and Agro-Applications Proceedings, Tekirdag, Turkey, pp 216-221.

Soderberg, K., Compton, J.S, (2007), Dust as a nutrient source for fynbos ecosystems, South Africa, Ecosystems, 10, pp 550–561.

Soil Survey Staff, (2004), Soil Survey Laboratory Methods Manual, Version No. 4.0.USDA-NRCS.

Stoorvogel, J J., Smaling, E. M. A, (1990), Assessment of soil nutrient depletion in Sub-Saharan Africa 1983–2000, Report 28, Winand Staring Centre, Wageningen.

Stoorvogel, J J., Van Breemen, N., Janssen B H, (1997), The nutrient input by Harmattan dust to a forest ecosystem in Cˆote d'Ivoire, Africa.Biogeochemistry. 37, pp 145–157.

Visser, S.M., Sterk, G, (2007.Nutrient dynamics wind and water erosion at the village scale in the Sahel, Land Degradation and Development, 18, pp 578–588.

Walkley A., Black, l.a, (1934), Chromic acid titration for determination of soil organic matter, Soil Science, 63, pp 251Pp.

Zobeck, T. M., Amantarozko, A, (2001), Effect of dust source clay and carbonate content on fugitive dust emissions, Proceedings of the US-EPA 10th Annual Emission Inventory, 89, pp 114-131.

Research Article

Assessment of dust crisis effects on different sectors of agricultural production in Khuzestan province using Strategic analysis- Analytical Hierarchy Process method (SWOT-AHP)

Nasim Monjezi*[1]

Received: 09-04-2019 Revised: 11-05-2019 Accepted: 24-06-2019

Abstract

The dust storm has caused huge losses in Iran, especially in Khuzestan province. The agricultural sector of the province is no exception. The strategic analysis method is a useful analytical model for identifying the strengths, weaknesses, opportunities, and threats existing in the region to control the effects of the crises of the microspheres. Therefore, identifying the strengths, weaknesses, opportunities, and threats of the crises of the microstates on the agriculture sector of Khuzestan and developing appropriate strategies for providing management solutions are considered as the main goals of this research. A library study, a questionnaire, and interviews with experts (34 experts) were used to collect data. Components of internal factors including 10 strengths, 18 weaknesses, and external factors including 20 threats and 11 opportunities were determined. To determine the final weight of each point using the AHP method, the final weight of each factor was determined. The results of the study indicate that surface water and runoff waters for supplying the water of the wetlands of the region as the most important strongpoint with a final weight of 0.807, adverse climatic conditions (climate change and periodic drought) As the most important weakness with a final weight of 0.145, the implementation of optimal management plans for natural resources (wetlands, etc.) as the most important opportunity with a final weight of 0.765 and lack of international and national cooperation to cope with the microgravity, it was considered as the most important threat with a final weight of 0.140. Also, based on the results, the final score of the internal factor assessment matrix was 2.432 and the final score of the external factors evaluation matrix was 2.629. Finally, the defensive strategy was introduced as the main strategy of the research, from the final score of these matrices.

Keywords: Dust, Opportunities, Strengths, Weaknesses, Threats, Agriculture.

[1]*- Assistant professor, Biosystems engineering Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
Email: n.monjezi@scu.ac.ir

References

References (in Persian)

Abolfathi, M., Lotfi, H., (2018), Analysis of dust problem from the perspective of the geopolitical crisis in the Persian Gulf region: In order to provide a functional model for western areas. Journal Management System, 11(40), pp. 161-182. [In Persian]

Amani, M., (2016), Investigating the Effects of Fishheads on the Rate of Palm Dill Factors in Khuzestan. First International Dust Conference, March 12-14, Shahid Chamran University of Ahvaz. [In Persian]

Azhedari, A., (2016), Identification of hotbeds in Khuzestan province. Geological Survey of Iran, Department of Geology and Mineral Exploration of the Southwest Region (Ahwaz). [In Persian]

Delkhah, H., Mohebbi, G., Hasanzadeh, N., Kohan, G., Tahmasebi, R., Sadri, S., Rezaei, Y., Vahdat, K., Hassan Zadeh, A., Darabi, H., (2015), The effect of dust on the chemical and microbiological qualities of the date palm fruits from Bushehr-Iran. Iranian South Medical Journal, 18 (1): pp. 80-91. [In Persian]

Ghambarali, Papzan, A., Afsharzadeh, N., (2012), Analysis of Farmers' Perception of Climate Changes and Adaptation Strategies. Journal of Rural Research, 3(1): pp. 192-213. [In Persian]

Ghodsipour, H., (2006). AHP Hierarchical Process, Amir Kabir University of Technology, Tehran, 222p. [In Persian]

Gohardoost, A., (2016), Investigating the effect of dust on the growth trend of sugarcane plant in southern Khuzestan, the first international dust and dust conference, March 12-14, Shahid Chamran University of Ahvaz. [In Persian]

Kanani, N., Shekarchi Zadeh, A. R., (2017), A Methodology for Extracting Export Strategies of Iran's Food and Beverage Industries, International Conference on Management Coherence and Economics in Urban Development, Tehran. [In Persian]

Khoman, A., (2014), Investigation of Damage Caused by Dust in Agriculture (Case Study: Khuzestan Province). Special dust and monitoring conference, effects and strategies for dust management, Geological Survey and Mineral Exploration Organization of Tehran, July 25. [In Persian]

Khosrow Shahi, M., Seyed Akhlaghi, j., (2015), Future Water and Renewal Strategy in Iran. Report of the Working Group on Water Management and Rizgar, Ministry of Jihad Agriculture. Available at: http://rifr-ac.ir/wp-content/uploads/2018/02/sanadabrizgard.pdf. [In Persian]

Mohammadi, F., Shahnouchi, N., Ghorbani, M., Aqel, H., (2010). Selection of Potential Cropping Pattern of Crop-Based on Analytical Hierarchy Process (AHP) Process, Case Study: Torbat-e-Jam Plain. Journal of Sustainable Agricultural Science, 1/19(1): pp.169-187. [In Persian]

Ordo, S., Ofi, F., (2014), Investigating the Challenges of the Middle East Hazards Using the FAHP-SWOT Compound (Case Study: Khuzestan Province), The First Conference on Science and Environmental Engineering and Sustainable Development, February 16-17, Iranian Society for Environmental Education and Sustainable Development, Tehran. [In Persian]

Sharifi, M., Akram, A., Rafiee, SH., Sabzeh Paevar, M., (2014), Prioritization of Strategic Agricultural Crops in Alborz Province Using the Fuzzy Delphi Method and The Analytical Hierarchy Process (AHP). Journal of Agricultural Machinery, 4(1): pp. 116-124. [In Persian]

Statistical Journal of Agricultural Jihad in Khuzestan Province (2015). Available at: http://www.ajkhz.ir. [In Persian]

Taherkhani, M., Sojasi qeydari, H., Sadeghloo, T., (2012), Comparative Assessment of Ranking Methods for Natural Disasters in Rural Regions (Case Study: Zanjan Province). Journal of Rural Research, 2(7): pp. 31-54. [In Persian]

Zarafshani, K., Keshavarz, M., Malaki, T., (2014), Assess the compatibility of family farmers in times of drought: Drudframan district in the County of Kermanshah. Journal Space Economy and Rural Development, 3(7): 123-138. [In Persian]

References (in English)

Abdel-Basset, M., Mohamed, M., Smarandache, F., (2018), An Extension of Neutrosophic AHP–SWOT Analysis for Strategic Planning and Decision-Making, Symmetry, Vol. 10, No. 116, pp. 1-18.

Engelstaedter, S., Tagen, I., Washington, R., (2006), North African dust emissions and transport. Earth-Science Reviews, Vol. 79, No. 1-2, pp. 73-100.

Garcia, J.L., Alvarado, A., Blanco, J., Jimenez, E., Maldonado, A.A., Cortes, G., (2014), Multi-attribute evaluation and selection of sites for agricultural product warehouses based on an Analytic Hierarchy Process, Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 100, 60–69.

Gottfried, O., De Clercq, D., Blair, E., Weng, X., Wang, C., (2108), SWOT-AHP-TOWS analysis of private investment behavior in the Chinese biogas sector, Journal of Cleaner Production, DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.02.173.

Laroche, G., Domon, G., Gelinas, N., Doyon, M., (2018), Integrating Agroforestry Intercropping Systems in Contrasting agricultural landscapes: a SWOT-AHP analysis of stakeholders' perceptions, Agroforest Syst, pp. 1-13.

Lee, S., Walsh, P., (2011), SWOT and AHP hybrid model for sports marketing outsourcing, Sport Management Review, Vol. 14, No. 4, 361-369.

Meng, Z., Zhang, Q., (2007), Damage effects of dust storm PM2.5 on DNA in alveolar macrophages and lung cells of rats, Food and Chemical Toxicology, Vol. 45, 1368–1374.

Mehmood, F., Hassannezhad, M., Abbas, T., (2014), Analytical investigation of mobile NFC adaption with SWOT-AHP approach: A case of Italian Telecom, Procedia Technology, Vol. 12, 535 – 541.

Ram, K.S., Janaki, R.R., Robert, S.K., (2004), Exploring the potential for Silvopasture Adoption in south-central Florida: an application of SWOT-AHP method, Agricultural Systems, Vol. 81, No. 3, 185-199.
Shrestha, R.K., Alavalapati, J.R., Kalmbacher, R. S., (2004), Exploring the potential for silvopasture adoption in south-central Florida: An application of SWOT–AHP method, Agricultural Systems, Vol. 81, No. 3, 185-199.
Starr, M., Joshi, O., Chris, R.E.W., Zou, B., (2019), Perceptions regarding active management of the Cross-timbers forest resources of Oklahoma, Texas, and Kansas: A SWOT-ANP analysis, Land Use Policy, Vol. 81, 523-530.
Zare, K., Mehri-Tekmeh, J., Karimi, S., (2015), A SWOT framework for analyzing the electricity supply chain using an integrated AHP methodology combined with fuzzy-TOPSIS, International Strategic Management Review, Vol. 3, 66–80.

Research Article

Detection of extreme values variations of precipitation over Iran

Zahra Hedjazizadeh*[1], Amir Hossein Halbian[2], Alireza Karblaee Doree[3], Meysam Toulabi[4]

Received: 20-05-2019 Revised: 24-07-2019 Accepted: 24-11-2019

Abstract

The purpose of this study is to identify and detect changes in rainfall extremes as indicators of climate change in Iran. To conduct this research daily rainfall data of 76 synoptic stations were used from 1986 to 2016. The results show that the trend of the number of days with heavy rainfall was about 7 percent of Iran's negative and 93 percent of it was not observed. The trend of successive dry days in 28% of Iran is a positive trend and 37% there is a negative trend. The wet succession days in most areas of Iran are not trendy. The trend of the total amount of rainy days is about 99% of Iran's negative range. The maximum negative slope of Iran's annual precipitation was observed at Masjed-e-Soleiman Station with a slope of -8.26 and there is a positive trend in the Bandar-e- Anzali. The trend of very wet days is about 78 percent of Iran is negative and about 14 percent is positive and 8 percent of it is trendless. The trend of very wet days in about 70 percent of Iran is negative. The highest wet days are observed in Khorramabad with a gradient of 1.4 and the highest decreasing trend in Sarpol-e-Zahab with a gradient of 2.78. Also, in 22% of Iran's range, there is no particular trend. The trend of one-day' precipitation in about 47% of Iran's negative and in 47% is without trend and 6% of it is positive. The trend of the maximum amount of 5-day precipitation about 73% of Iran is negative and in 2% it is positive and 25% of it is without a trend. The slope of the decreasing trend in Fasa and Masjed Soleiman stations is -2.4 and -1.9 respectively.

Keywords: Precipitation, Percentile 95, Extreme Indices, Trend, R Climax.

[1]*- Professor of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran Email: hejazizadeh@khu.ac.ir

[2]- Associate Professor, Faculty of Geography, Payam Noor University, Iran

[3]- PhD Student of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

[4]- PhD Student of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

References

References (in Persian)

Ahmadi, M., Ghavidl-Rahimi Y., (2011), Identification and analysis of low temperatures in the northwestern region of Iran using NTD method, Journal of Earthquake Knowledge, 2 (2): 14-28. [In Persian]

Alijani, B., Farajzadeh, H. (2015). Trend Analysis of Extreme Temperature Indices in the North West of Iran. Geography and Planning, 19(52), 229-256. [In Persian]

Alizadeh, Lev., Rashnev, A., Rashnav, A., (2013), Analysis and Analysis of Changes in Temperature and Rainfall Limits in Ahwaz City, First National Conference on Geography, Urban Development and Sustainable Development, Tehran, Environmental Engineering Society, University of Aviation. [In Persian]

Asada, A., Masoudiyan, A, (2015), Spatial and Temporal Analysis of Iran's Extreme Warm Days Trend. Environmental Researches, 5(9), 59-72. [In Persian]

Asadi, A., Masoodian, A, (2014), Regionalization of Iran based on extreme warm temperatures. Journal of the Earth and Space Physics, 40(4), 155-168. DOI: 10.22059/jesphys.2014.52426. [In Persian]

Asakereh, H., Tarkarani, F., Soltani, S., (2013), On Tempo-Spatial Characters of Extreme Daily Precipitation of Northwest of Iran. Iran Water Resources Research, 8(3), 39-53.

Darand M., (2014), Analysis of variations in extreme temperature and precipitation in Oromieh Indices as the signs of climate change. Journal of Water and Soil Conservation, 21(2), 1-29. [In Persian]

Mohammadi, H., Azizi, G., Khoshahklagh, F., Ranjbar, F. (2017).Analysis of Daily Precipitation Extreme Indices Trend in Iran. Physical Geography Research Quarterly, 49(1), 21-37. DOI: 10.22059/jphgr.2017.61577. [In Persian]

Rahimzadeh, F., Asgari, A., Fatahi, A., Mohammadian, N., Takipour, F., (2009), Rangeland temperature climatic indexes in Iran during 1951-2003, Quarterly Journal of geographic research, 24 (2): 119-144. [In Persian]

References (in English)

Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G. & Tagipour, A. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 111(D5). DOI: 10.1029/2005JD006290.

Baidya, S. K., Shrestha, M. L., & Sheikh, M. M. (2008).Trends in daily climatic extremes of temperature and precipitation in Nepal. Journal of Hydrology and Meteorology, 5(1), Pp. 38-51.

Bautista, F., Pacheco, A., & Dubrovina, I. (2019). Climate change indicators software for computing climate change indices for agriculture. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 6(17), 343-351. DOI: 10.19136/era.a6n17.1770

Bigi, V., Pezzoli, A., & Rosso, M. (2018). Past and Future Precipitation Trend Analysis for the City of Niamey (Niger): An Overview. Climate, 6(3), 73.https://doi.org/10.3390/cli6030073

Easterling, D. R., Alexander, L. V., Mokssit, A., & Detemmerman, V. (2003). CCI/CLIVAR workshop to develop priority climate indices. Bulletin of the American Meteorological Society, 84(10), 1403-1407. DOI:10.1175/BAMS-84-10-1403

Encinas, A. H., Dios, A. Q., Encinas, L. H., & Martínez, V. G. (2013). Statistical analysis from time series related to climate data. International Journal of Applied Physics and Mathematics, 3(3), 203.DOI: 10.7763/IJAPM.2013.V3.206.

Hu, Y., Maskey, S., & Uhlenbrook, S. (2012). Trends in temperature and rainfall extremes in the Yellow River source region, China. Climatic Change, 110(1-2), 403-429. DOI: 10.1007/s10584-011-0056-2.

Islam, N. (2008). Understanding the Rainfall Climatology and Detection of Extreme Weather Events in SAARC Region. SAARC Meteorology. Research Centre (SMRC).

Jiang, D., Wang, K., Li, Z., & Wang, Q. (2011).Variability of extreme summer precipitation over the Circum-Bohai-Sea region during 1961–2008. Theoretical and Applied Climatology, 104(3-4), 501-509. DOI: 10.1007/s00704-010-0369-5.

Kao, S. C., & Ganguly, A. R. (2011).Intensity, duration, and frequency of Precipitation Extremes under 21st-century warming scenarios. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 116(D16). DOI:10.1029/2010JD015529.

Manton, M. J., Della-Marta, P. M., Haylock, M. R., Hennessy, K. J., Nicholls, N., Chambers, L. E., ...& Inape, K. (2001). Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961–1998. International Journal of Climatology, 21(3), 269-284. https://doi.org/10.1002/joc.610

Mathbout, S., Lopez-Bustins, J. A., Royé, D., Martin-Vide, J., Bech, J., & Rodrigo, F. S. (2018). Observed Changes in Daily Precipitation Extremes at Annual Timescale Over the Eastern Mediterranean During 1961–2012. Pure and Applied Geophysics, 175(11), 3875-3890. DOI:10.1007/s00024-017-1695-7

Mokssit, A. (2003). Development of Priority Climate Indices for Africa: A CCl. In CLIVAR Workshop of the World Meteorological Organization. In: Bolle, Hans-Jurgen (pp. 115-123). https://doi.org/10.1007 / 978-3-642-55657-9_5.

Peterson, T. C., Taylor, M. A., Demeritte, R., Duncombe, D. L., Burton, S., Thompson, F., ...& Klein Tank, A. (2002). Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 107(D21), ACL-16. https://doi.org/10.1029/2002JD002251

Poortinga, W., Spence, A., Whitmarsh, L., Capstick, S., & Pidgeon, N. F. (2011). Uncertain climate: An investigation into public scepticism about anthropogenic climate change. Global environmental change, 21(3), 1015-1024.https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.03.00.

Rahimi, M., & Fatemi, S. S. (2019). Mean versus Extreme Precipitation Trends in Iran over the Period of 1960–2017. Pure and Applied Geophysics, 1-19.https://doi.org/10.1007/s00024-019-02165-9

Rahimi, M., Mohammadian, N., Vanashi, A. R., & Whan, K. (2018). Trends in Indices of Extreme Temperature and Precipitation in Iran over the Period 1960-2014. Open Journal of Ecology, 8(07), 396.https://doi.org/10.4236/oje.2018.87024

Sein, K., Chidthaisong, A., & Oo, K. (2018).Observed trends and changes in Temperature and Precipitation Extreme indices over Myanmar. Atmosphere, 9(12), 477.https://doi.org/10.3390/atmos9120477

Sillmann, J., & Roeckner, E. (2008). Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. Climatic Change, 86(1-2), 83-104. https://doi.org/10.1007/s10584-007-9308-6

Su, B. D., Jiang, T., & Jin, W. B. (2006). Recent trends in observed temperature and precipitation extremes in the Yangtze River basin, China. Theoretical and Applied Climatology, 83(1-4), 139-151. DOI:10.1007/s00704-005-0139-y.

Wang, L., Wang, W. J., Wu, Z., Du, H., Shen, X., & Ma, S. (2018). Spatial and temporal variations of summer hot days and heatwaves and their relationships with large-scale atmospheric circulations across Northeast China. International Journal of Climatology, 38(15), 5633-5645. https://doi.org/10.1002/joc.5768

Warner, M. D., Mass, C. F., & Salathé Jr, E. P. (2012). Wintertime Extreme Precipitation Events along the Pacific Northwest coast: Climatology and synoptic evolution. Monthly Weather Review, 140(7), 2021-2043. DOI: 10.1175/MWR-D-11-00197.1.

Wei, P., Shi, J., Cui, L., & Zhang, B. (2018).Spatio-temporal characteristics of extreme precipitation in East China from 1961 to 2015. Meteorologische Zeitschrift.https://dx.doi.org/10.1127/metz/2018/0849

Whan, K., Alexander, L. V., Imielska, A., McGree, S., Jones, D., Ene, E., ...& Laurent, V. (2014). Trends and variability of temperature extremes in the tropical Western Pacific.International Journal of Climatology, 34(8), 2585-2603. https://doi.org/10.1002/joc.3861

Yan, L., & Zheng, M. (2015). Influence of climate change on saline lakes of the Tibet Plateau, 1973–2010. Geomorphology, 246, 68-78. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.06.006

Yang, J., Ren, C., & Jiang, Z. (2008).Characteristics of Extreme Temperature Events and its response to regional warming in Northwest China in the past 45 years. Chinese Geographical Science, 18(1), 70-76. DOI:10.1007/s11769-008-0070-0.

You, Q., Kang, S., Pepin, N., Flügel, W. A., Yan, Y., Behrawan, H., & Huang, J. (2010).Relationship between temperature trend magnitude, elevation and mean temperature in the Tibetan Plateau from homogenized surface stations and reanalysis data. Global and Planetary Change, 71(1-2), 124-133. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2010.01.020.

Zhang, X., & Yang, F. (2004).Climate Research Branch Environment Canada, Downsview, Ontario, Canada.Manual de usuario RClimdex. Versión en Español por: José Luis Santos. Centro Internacional Para la Investigación del Fenómeno de El Niño CIIFEN Septiembre, 20.

Zhang, X., Aguilar, E., Sensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., ...& Albert, P. (2005). Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 110(D22). DOI:10.1029/2005JD006181.

Research Article

Explaining the resilience of rural areas against natural hazards with emphasis on flood

Mehdi Mododi Arkhodi*[1], Reyhane Boroumand[2], Ebrahim Akbari[3]

Received: 20-05-2019 Revised: 24-07-2019 Accepted: 06-10-2019

Abstract

This research aims to explain the resilience of rural areas against natural hazards with emphasis on the flood. The overall research approach is a type of quantitative research, and in terms of data collection method, it is based on library and field data. The statistical population consists of 12 villages in the central basin of Qaen city which are at high risk of flooding. The statistical sample of the research consisted of 10 natural hazards specialists and 335 villagers. In this research, geographic information system (GIS) and AHP technique were used for zoning flood risk villages that showed the criterion of earth slope with the weight of 0.280 was the most important factor and the criteria for the point of concentration and height of each with weights of 0.224 and 0.150 were studied from the main factors of incident and flood occurrence in the range. Data collected from residents' questionnaires were performed using descriptive statistics indices such as frequency distribution and inferential statistical tests such as single sample T-test, Chi-square, and Kruskal Wallis. Overall, the results show that the resilience of the studied villages is moderate. However, the resilience of the villages is different; So that the villages of Varzgar from the social and infrastructural perspective and the village of Ali Abad from the economic perspective are the most resilient. The villages of Ali Zangi and Fath Abad, situated in the high-risk area, have the least resilience.

Keywords: Resilience, Village, Natural hazards, Flood, Central drainage basin of Qaen.

[1]*- Assistant professor, department of geography, Bozorgmehr university of Qaenat, Iran. Email: mododi@buqaen.ac.ir

[2]- PhD in Geomorphology, Tabriz University, Iran.

[3]- MS in remote sensing, Tabriz University, Iran.

References

References (in Persian)

Piran, Parviz, Asadi, Saeedeh & Dadgar, Nikoo (2017), Investigating the Role of Social Resilience in the Success of the Reconstruction Process (Case Study: Rural Communities of DarbAstana and Babapeshman after the 2006 Silakhor Plain, Lorestan Province), Journal of Housing and Rural Environment, No.57:87-100.[In Persian]

Bazrafshan, Javad, Tolabenejad, Mehrshad, and Tolabenejad, Meysam (2018), Spatial Analysis of Resilience Differences in Urban and Rural Areas Against Natural Hazards (Case Study: Paul Dokhtar City), Journal of Rural Research, Volume 9 (1): 119-135. [In Persian]

Azadeh, S.R. and Taghayei, M. (2017), Spatial Analysis of Vulnerability of Urban and Rural Settlements Against Earthquake Risk Case Study of Guilan Province, Journal Spatial Analysis Environmental Hazards, 4 (3): 71-84. [In Persian]

Barghi, H., Hashemi, S. and Jafari, N. (2017), Estimation of Environmental Resilience of villages at risk of an earthquakes Case study of Mojezat villages in Zanjan city, Journal of Rural Research and Planning, 1: 81-97. [In Persian]

Delakah Hassan, Samarah Mohsen Beigi, Hossein and Shahivandi, Ahmad (20147), Measuring Resilience in Urban Areas of Isfahan, Sociology of Social Institutions, 4 (9): 252-227. [In Persian]

Farzad Behtash, M. R., Kaynezhad, M. A., Pirbabaei, M. T., Asgari, A., (2013), Evaluation and Analysis of Dimensions and Components of Resilience of Tabriz Metropolis, Journal of Fine Arts, 18(3), pp. 42-33. [In Persian]

Hajizadeh, F. and Stagoldy, M. (2018), An Analysis of Resilience of Rural Settlements with an Emphasis on the Earthquake case Study of Suburb village Lamard city, Journal of Environmental Hazards Management, 1: 67-83. [In Persian]

Nouri, S.H. and Sepahvand, F. (2016), Investigating the Resilience of Rural Settlements Against Natural Hazards With Emphasis on the Earthquake case study in Shirvan village in Borujerd city, Journal of Rural Researches, 2: 275-285. [In Persian]

Ramezanzadeh Lesbouei, M., Badri, S.A., Asgari, A., Salmani, M. and Ghadiri Masoom, M. (2012), Resilience of Villages of Sample Tourism Areas in Flood Basins Based on Multi-Attribute Decision Making Method, Case Study of Cheshmeh Kileh Villages and Sardabroud Kolardasht, Journal of Planning and Development of Tourism, 3 (1): 78-97. [In Persian]

Roknoddin Eftekhari, A., Mousavi, S.M., Pourtaheri, M. and Farajzadeh Asl, M. (2014), Analysis of the role of livelihoods diversity in the resilience of rural households in drought conditions case study of drought areas in Isfahan province, Journal of Rural Studies, 5 (3): 639-662. [In Persian]

Sadeqlou, T. and Sajasy Qidari, H. (2014 A), Investigating the relationship between the habitability of rural settlements on the resilience of villagers to natural hazards in rural areas of Maraveh Tappeh and Palizan, Crisis management crisis, No. 6: 37-44. [In Persian]

Sadeqlou, T. and Sajasy Qidari, H. (2014 B), Prioritizing Effective Factors on Increasing Resistance of Farmers natural hazards with Emphasis on Drought, Journal of Geography and Environmental Hazards, 10: 129-154. [In Persian]

Salehi, I., Aghababaei, M. T., Sarmadi, H., Farzad Behtash, M. R., (2011), Investigating environmental resilience using the causality network model, Journal of Environmental Studies, No. 59, pp. 99-112. [In Persian]

Shayan, M.; Paydar, A. and Bazvand, S. (2017), Analysis of the effects of improving the indicators of resilience on the sustainability of rural settlements against the flood in rural areas of Zarrin Dasht city, Journal of Environmental Hazards Management. 4: 103-121. [In Persian]

References (in English)

Amaratunga D, Haigh, R, (2011), Post-Disaster Reconstruction of the Built Environment Building for Resilience, Wiley-Blackwell, U.K.

Arouri, M., Nguyen, C., & Youssef, A. B. (2015). Natural disasters, household welfare, and resilience: evidence from rural Vietnam. World Development, 70,pp: 59-77.

Chelleri, L., Kunath, A., Minucci, G., Olazabal, M., Waters, J. J. & Yumalogava, L. (2012).Multidisciplinary perspectives on urban resilience. BC3, Basque Centre for Climate Change.

Chia Sui, H. (2011). Resilience in Space: An experimental analysis of Resilience in urban flood management in the Taipei Basin. (Doctora), Lund University, pp:1-47

Colten, C. E., Kates, R. W., & Laska, S. B. (2008). Community resilience: Lessons from New Orleans and Hurricane Katrina. Community and Regional Resilience Initiative (CARRI) Research Report, 3.

Davis, I., & Izadkhah, Y. O. (2006), Building resilient urban communities. Open House International, 31(1),pp: 11-21.

Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability, and Transformability. Ecology and Society, 15(4), pp:1-9

Gaillard, (2007), "Resilience of traditional societies in facing natural Hazards", Disaster Prevention and Management, Vol. 16 Issus: 4, pp:522 –544.

Normandin J.-M, Therrien M.-C, Tanguay G.A, (2011), City strength in times of turbulence: strategic resilience indicators, Urban Affairs Association 41st Conference, New Orleans.

Pisano, U. (2012). Resilience and sustainable development: Theory of resilience, systems thinking, and adaptive governance. European Sustainable Development Network (ESDN) Quarterly Report, pp: 26, 50

Wang, S., Kang, S., Zhang, L., & Li, F. (2008). Modeling hydrological response to different land□use and climate change scenarios in the Zamu River basin of northwest China. Hydrological Processes: An International Journal, 22(14), 2502-2510.
World, B(2013). Building Urban Resilience: Principles, tools, and practice. Washington, D.C: World Bank
Yoon, D(2013). Assessment of social vulnerability to natural disasters: a comparative study. Natural Hazards, 63(2), pp: 823-843.

Research Article

Role of tectonics in the evolution of Taftan Volcano, SE Iran

Abdolreza Partabian*[1], Mahdieh Fatahi Moghadam[2], Aliasghar Moridi[3], Habib Biabangard[4]

Received: 06-06-2019 Revised: 26-09-2019 Accepted: 16-11-2019

Abstract

The study of factors that control volcanoes can help analysesize the risk of triggering an the next eruption. Taftan is a Quaternary volcano of southeast Iran, formed as the result of subduction of Oman oceanic lithosphere underneath the continental Iranian plate that emplaced onto compressional tectonic setting such as strongly folded and faulted Eocene flysch and Cretaceous ophiolites. This volcano has several centers that are directed along a northeast to southwest from old to new. In order to investigate the role of the tectonic regime to evolution of Taftan volcano, structural elements such as Dikes, Fractures, crater opening of Anjerk amphitheater, the direction of centers and direction of springs have been studied. The resulting data of these elements represent a northeast-southwest directed extensional stress in the Taftan body which has created an extension area in the northwest-southeast direction. But earthquakes and structural trends of pre volcanic rocks underlying Taftan show a maximum regional compressional northeast-southwest striking. Recent relevant data such as structural analysis, analog modeling, field data demonstrating that volcanism can occur in compressional tectonic settings associated with thrust faulting. In other words magma can transport beneath the volcano to the surface along the thrust faults. Based on these data we proposed a model that demonstrates the substrate thrust fault (as magma path) splits into two faults within the volcano: A shallow-dipping one, with reverse movement, propagates towards the volcano flank, and a steeper-dipping one, with normal movement, propagates upwards and causes northeast-southwest extensional area along the centers parallel to thrust fault of substrata. The suggested model in this study proposes a next eruption point in the southeast of the currently active point.

Keywords: Volcano, Compressional tectonics, Reverse faults, Dike, Hazard.

[1]*- Assistant professor of tectonics, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Iran.
Email: partabian_reza@science.usb.ac.ir

[2]- MS of tectonics, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Iran.

[3]- Assistant professor of tectonics, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Iran.

[4]- Assistant professor of petrology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Iran.

References

References (in Persian)

Biabangard, H., (2007), Geochemistry, Geochronology, and origin of Taftan volcano in the Makran belt, Sistan and Baluchestan province. Ph.D. thesis.Shahid Bahonar University. [in Persian]

Moienvaziry, H, Aminsobhani, E., (1978), Taftan Volcano. Tarbiat Moalem University press, 44 P. [in Persian]

References (in English)

Anderson, E.M., (1951), The Dynamics of Faulting. Oliver and Boyd, Edinburgh.

Belayneh, M. and Cosgrove, J.W., (2010), Hybrid Vveins from the southern margin of the Bristol Channel Basin, UK.Journal of Structural Geology, 32(2), pp.192-201.

Biabangard, H. and Moradian, A., (2008), Geology and geochemical evaluation of Taftan Volcano, Sistan and Baluchestan Province, southeast of Iran. Chinese Journal of Geochemistry, 27(4), p.356.

Cas, R.A.F., Wright, J.V., (1987), Volcanic Successions. Allen & Unwin, London. 528 pp.

Clemens ،J.C. ،Mawer،C.K., (1992), Granitic mMagma tTransport by Ffracture pPropagation.Tectonophysics 204،339-360

Curewitz, D., and Karson, J.A., (1997), Structural settings of hydrothermal outflow: fracture permeability maintained by fault propagation and interaction. J. Volcanol. Geotherm. Res., 79, 149-168.

Delaney, P.T., Pollard, D.D., Ziony, J.I., McKee, E.H., (1986), Field relations between dikes and joints; emplacement processes and paleo stress analysis. Journal of Geophysical Research 91, 4920–4938

Francis, P., Self, S., (1987), Collapsing volcanoes. Scientific American 256, 72–90.

Francis, P., Wells, A., (1988), LANDSAT thematic mapper observations of debris-avalanche deposits in the central Andes. Bulletin of Volcanology 50, 258–278.

Galland, O., Cobbold, P.R., de Bremond d'Ars, J., Hallot, E., (2007), Rise and emplacement of magma during horizontal shortening of the brittle crust: insights from experimental modeling. J. Geophys. Res. 112, B06402. DOI:10.1029/2006JB004604.

Galland, O., J. de Bremond d'Ars, P. R. Cobbold, and Hallot, E., (2003), Physical models of magmatic intrusion during thrusting, Terra Nova, 15, 405–409.

Galland, O., P. R. Cobbold, J. de Bremond d'Ars, and E. Hallot., (2007), Rise and emplacement of magma during horizontal shortening of the brittle crust: Insights from experimental modeling, J. Geophys.

Galland, O.,deBremondd'Ars, J., Cobbold, P.R., Hallot, E., (2003), Physical models of magmatic intrusion during thrusting. Terra Nova 1–5. DOI:10.1046/j.1365-3121.2003.00512.x.

Gansser, A., (1971), The Taftan volcano (SE Iran)., Eclogue Geol. HELV., CHE., 1971, VOL. 64, NUM. 0002, P. 319A 334.

Geshi, Nobuo., (2005), Structural development of dike swarms controlled by the change of magma supply rate: the cone sheets and parallel dike swarms of the Miocene Otoge igneous complex, Central Japan. Journal of Volcanology and Geothermal Research 141, 267-281.

Glazner, A.F., Bartley, J.M., Carl, B., (1999), Oblique opening and noncoaxial emplacement of the Jurassic Independence dike swarm, California. Journal of Structural geology 21, 1275–1283.

González, G., Cembrano, J., Aron, F., Veloso, E.E. and Shyu, J.B.H., (2009), Coeval compressional deformation and volcanism in the central Andes, case studies from northern Chile (23 S–24 S). Tectonics, 28(6.(

Hill،D.P. (1977), A model for earthquake swarm. Journal of Geophysical Research 82،347-352.

Hutton, D.H.W., (1988), A tectonic model for the emplacement of the Main Donegal Granite, NW Ireland. Journal of the Geological Society of London 139, 615–631

Hutton, D.H.W., (1988), A tectonic model for the emplacement of the Main Donegal Granite, NW Ireland. Journal of the Geological Society of London 139, 615–631

Lagmay, A.M.F., Valdivia, W., (2006), Regional stress influence on the opening direction of crater amphitheaters in Southeast Asian volcanoes. J. Volcanol. Geotherm.Res.

Marques, F.O., Cobbold,.P., (2002), Topography as a major factor in the development of arcuate thrust belts: insights from sandbox experiments. Tectonophysics 348, 247-268.

Moriya, I., (1980), Bandaian eruption and landforms associated with it: a collection of articles in memory of retirement of Prof. K. Hishimura, vol. 66. Tohoku University, pp. 214–219.

Nakamura, K, (1977), Volcanoes proposal, Journal of volcanology and Geothermal Research 2:1-16.

Nakamura, K., (1961), Stratigraphic studies of pyroclastic of Oshima vVolcano, Izu, deposited during the last fifteen centuries, II. The activity of the parasitic volcano.Sci. paP. Geol. Gen.Edue., Unive. Tokyo, 11: 281-319.

Nakamura, K., Jacob, K.H., Davies, J.N., (1978), Volcanoes as possible indicators of tectonic stress orientation-Aleutians and Alaska. Pageoph 115, 87–112.

Petford, N., Cruden, A.R., McCaffrey, K.J.W., Vigneresse, J.L., (2000), Granite mMagma formation, transport and emplacement in the Earth's crust. Nature 408, 669–673.

Saint Blanquat, M., Tikoff, B., Teyssier, C., Vigneresse, J.L., (1998), Transpressional kinematics and mMagmatic arcs. In: Holdsworth, R.E., Strachan, R.A., Dewey, J.F. (Eds.), Continental Transpressional and Transtensional Tectonics. Geological Society of London, Special Publications, vol. 135, pp. 327–340.

Takada, A., (1994), The influence of regional stress and magmatic input on styles of monogenetic and polygenetic volcanism. Journal of Geophysical Research 99, 13,563–13,573.

Tibaldi, A., (2008), Contractional tectonics and magma paths in volcanoes, J. Volcanol.Geotherm.Res., 176, 291–301, DOI:10.1016/j.jvolgeores.2008.04. 008.

Tibaldi, A., Bonali, F.L. and Corazzato, C., (2017), Structural control on volcanoes and magma paths from local-to orogen-scale: The central Andes case. Tectonophysics, 699, pp.16-41.

Tibaldi, A., Lagmay, A.M.F., Ponomareva, V.V., 2005. Effects of basement structural and stratigraphic heritages on volcano behavior and implications for human activities. Episodes 28 (3), 158–170.

Vigneresse, J.L., (1999), Intrusion level of granitic massifs along the Hercynian belt: balancing the eroded crust. Tectonophysics 307, 277–295.

Walter, T.R., Troll, V., (2003), Experiments on rift zone evolution in unstable volcanic edifices. J. Volcanol. Geotherm. Res. 127, Pp. 107–120.

Watanabe, T., Koyaguchi, T., Seno, T., (1999), Tectonic stress controls on ascent and emplacement of magmas. J. Volcanol. Geotherm. Res. 91, 65–78.

Yamaji, A., and Sato, K., (2011), Clustering of fFracture Oorientations using a mixed Bingham dDistribution and its application to paleo stress analysis from dike or vein orientations. J. Struct. Geol. 33, 1148–1157.

Yoshida, T., (2001), The evolution of arc magmatism in the NE Honshu arc Japan. Tohoku Geophys Journal. 32, 131-149.

Research Article

Detection of dust canons and Physico-chemical analysis of its particles in Dezful area

Bromand Salahi*[1], Mahmoud Behrouzi[2]

Received: 10-07-2019 Revised: 22-10-2019 Accepted: 05-11-2019

Abstract

To identify the physicochemical and atmospheric conditions of a dust storm at the Dezful station (As Dezful Regional Representative), at first the frequency of the dust storm phenomena was investigated at the Dezful station in Twenty years (1994 -2013). During three events on June 24, July 21, and July 28, 2018, dust samples were collected with sediment traps and physical condition was performed with X-ray diffraction device and chemical analysis of the elements and heavy metals detected by flame atomic absorption and dust particles were evaluated with the Igeo index. Also, the atmospheric circulation in the middle level of the atmosphere and sea level surface that led to a dust storm was identified by using ECMWF ERA-Interim meteorological data. The distribution of dust particles was detected with aerosol optic depth (AOD), and the pathway of dust particles was examined by the HYSPLIT model. The results represented that frequency of dust storm is an increasing trend which has led to a decrease in horizontal visibility in Dezful. The maximum of dust storm phenomena is in summer time and July; The minimum in the autumn time and January. The mean distribution of dust particles in Dezful showed that PM10 was dominant in the size of the silicate tissue. The elements of dominant were Mn, Zn, Pb, and Cd was 491, 311, 32.9, and 1.41 mg/kg respectively, which indicates moderate to severe contamination compared to the standard level. Among the soluble elements, Ca, K, Na, and Mg had the highest concentrations; the presence of these elements is evidence of their desert dust particles. Tracing and calculation of their backward pathway showed that the alluvial deposits of the Tigris and Euphrates in Iraq were its main focus.

Keywords: Desert dust, Atomic absorption, X-ray diffraction, Shamal wind, Dezful.

[1]*- Professor of Climatology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran Email:salahi@uma.ac.ir

[2]- PhD in Climatology, Research Institute for Grapes and Raisin, Malayer University, Malayer, Iran

References

References (in Persian)

Arami, S.A.H., Onagh, M., Mohammadian Behbahani, A., Akbari, M., Zarasvandi, A.R., (2018). The analysis of dust hazard studies in the southwest region of Iran in 22 years (1996-2017), Spatial Analysis of Environmental hazard, 5 (1): Pp. 66-39. [In Persian]

Azizi, Q., Miri, M., Nabavi S.M., (2012).Detection of Dust Phenomena in West of Iran, Geographical Studies of Dry Areas, 2: 63-81. [In Persian]

Bashiri Khouzestani, R., Souri, B., (2016). Physicochemical properties of suspended particles larger than 10 μm in Kurdistan province, west of Iran. Journal of Environmental Science and Technology, 18 (3): 79-70. [In Persian]

Bit Lute, R., Landi, A., Hojati, S., Sayyad, Gh., (2015). Deposition Rate, Mineralogy, and Size Distribution Pattern of Dust Particles Collected Around the Houralazim Marshland, Khuzestan Province. Journal of Water and Soil, 29(3): 695-707. [In Persian]

Broomandi, P., Bakhtiar Pour, A., (2017). Dust source identification using physical-chemical characterization and numerical modeling in Masjed Soleyman. Iranian Journal of Health and Environment. 9(4):517-526. [In Persian]

Dargahian, F., Lotfinasab Asl, S., Khosroshahi, M., Gohardoust, A., (2017). Determining the share of internal and external resources of dust in Khuzestan province, Nature of Iran, 2(5): 36-41. [In Persian]

Gharib Reza, M.R., Lak, R., (2015). Origin and Geochemistry of Khuzestan Province (Case study: Dust storm on February 3, 2015), Thirty-fourth conference and second international congress of geosciences, Tehran, Iran. [In Persian]

Ghorbanian, G., Kardavani, P., (2014). Study of Ahvaz dust textures with of X-ray analyzing method and the relationship between storms exacerbated by the destruction of Hoorolazim wetlands.Wetland Exobiology. 6(2): 93-102. [In Persian]

Goody, A.A., Middleton, A.J., (2012). Desert dust in the global system. (Translated by Aznarivand, H., Gholami, H., and Khosravi, H.). Tehran: Tehran University Press. [In Persian]

Heidarian, P., Azhdari, A., Jodaki, M., Darvishi Khatooni, J., Shahbazi, R., (2017). Identifying interior sources of dust storms using remote sensing, GIS, and geology (case study: Khuzestan province), Journal of Earth Sciences, 27(105): 33-46. [In Persian]

Karimian, B., Landi, A., Hojati, S., Ahadiyan, J., (2016).Investigating the physical, chemical, and mineralogical characteristics of dust in Ahvaz city. Iranian Journal of Soil and Water Research, 47 (1): 173-159. [In Persian]

Mosavi, H.S., Pourkhabaz, A.R., (2017). Dust Source Identification Using Physical-Chemical Characterization in Birjand, Journal of Environmental Geology, 11(83): 1-9. [In Persian]

Movahedi S., Heidari Naserabad, B., Hashemi Ane, S.K. Rancher, f., (2012).Zoning of climatic zones of Khuzestan province. Geographic Space Quarterly, 12 (40): Pp. 73-64. [In Persian]

Naserpour, S., Alijani, B., Ziaian, P., (2015). Source of dust storms in southwestern Iran using satellite images and air maps, Physical Geography Research, 47(1): 2-36. [In Persian]

Nouri, A., Matinizadeh, M., Mshaki, A.R., Ensafi-Moghadam, T., Rahimi, M., (2015). Evaluating the number of heavy metals in dust and their absorption by Brant's oak (Quercus brantii Lindl.) (Case study: Meleh Siah, Ilam), Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23 (4): 616-605. [In Persian]

Rajabi, M., Suri, B., (2015).Evaluation of heavy metals among dustfall particles of Sanandaj, Khorramabad, and Andimeshk cities in western Iran2012-2013. Iran. J. Health & Environ., 8(1): 11-22. [In Persian]

Tavousi, T., Khosravi, M., Raeispour, K., (2010). Synoptic Analysis of Dust Management Systems in Khuzestan Province, Journal of Geography and Development, 20: Pp. 97-97. [In Persian]

Tavousi, T., Khosravi, M., Raeispour, K., (2011). Statistical Analysis of Dust Occurrence in Khuzestan Province during the Period 1996-1995, NIVAR, 74 & 75: 17-26. [In Persian]

Yarahmadi, D., Khoshkish, A., (2013). Zoning the dusty phenomenon in the western half of Iran during the period 1990 to 2009. Applied Geosciences Research Journal, 13 (31), 211-225. [In Persian]

Zanganeh, M., (2014).Climatology of storms in Iran.Applied Climatic Quarterly, 1(1), 1-12. [In Persian]

References (in English)

Abdollahi, S., Madadi, M., Ali-Askari, K.O., Singh, V.P., (2018).Lead Concentration in Dust Fall in Zahedan, Sistan and Baluchistan Province, Iran. Journal of Geography and Cartography, 1(2):1-6. DOI:10.24294/jgc.v1i2.601.

Aboobacker, V., Shanas, P., (2018). The climatology of shamals in the Arabian Sea—Part 1: Surface winds. International Journal of Climatology, 38(12): Pp. 4405-4416.

Ahmadi, M., DadashiRoudbari, A., (2017).Regional modeling of dust storm of February 8, 2015, in the southwest of Iran. Arabian Journal of Geosciences, 10(21): 459.

Al-Jumaily, K. J. Ibrahim, M.K., (2013). Analysis of synoptic situation for dust storms in Iraq. Int. J. Energ. Environ, 4(5): 851-858.

Al-Yahyai, S. Charabi, Y., (2014).Trajectory calculation as a forecasting support tool for dust storms.Advances in Meteorology, 2014, http://dx.doi.org/10.1155/2014/698359.

Arkian, F. Nicholson, S., (2018).Long-term variations of Aerosol optical depth and Aerosol radiative forcing over Iran based on satellite and AERONET data. Environmental monitoring and assessment 190(1): 1, DOI: 10.1007/s10661-017-6336-1.

Beegum, S. N., Gherboudj, I., Chaouch, N., Temimi, M., Hosni Ghedira, H., (2018). Simulation and analysis of synoptic-scale dust storms over the Arabian Peninsula. Atmospheric Research, 199: 62-81.

Bilal, M., Janet E. Nichol, J.E., Nazeer, M., (2016).Validation of Aqua-MODIS C051 and C006 operational aerosol products using AERONET measurements over Pakistan. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 9(5): 2074-2080.

Broomandi, P., Dabir, B., Bonakdarpour, B., Rashidi, Y., (2017). Identification of the sources of dust storms in the City of Ahvaz by HYSPLIT. Pollution, 3(2): 341-348.

Cao, H., Amiraslanid, F., Liub, J., Zhouec, N., (2015).Identification of dust storm source areas in West Asia using multiple environmental datasets. Science of the Total Environment, 502: 224-235.

Dehghani, S., Moore, F., Vasiluk, L., A.Hale, B.A., (2018). The geochemical fingerprinting of geogenic particles in road deposited dust from Tehran metropolis, Iran: Implications for provenance tracking. Journal of Geochemical Exploration, 190: 411-423.

Desouza, N. D., Simon, B., Qureshi, M.S., (2011). Evolutionary characteristics of a dust storm over Oman on 2 February 2008. Meteorology and Atmospheric Physics, 114(3-4): 107.

Dimitriou, K., Kassomenos, P., (2018). Day by day evolution of a vigorous two-wave Saharan dust storm - Thermal and air quality impacts. Atmósfera, 31(2): 105-124.

Drack, J.M.E., Vázquez, D.P., (2018). Morphological response of a cactus to cement dust pollution. Ecotoxicology and Environmental Safety, 148: 571-577.

Draxler, R., Stunder, B., Rolph, G., Stein, A., Taylor, A., (2014). HYSPLIT4 User's Guide Version 4.9, 254p.

Draxler, R.R., Hess, G., (1997). Description of the HYSPLIT4 modeling system, 27p.

Gild, C., Geitner, C., Sanders, D., (2018). Discovery of a landscape-wide drape of late-glacial aeolian silt in the western Northern Calcareous Alps (Austria): First results and implications. Geomorphology, 301: 39-52.

Goudarzi, G., (2018). Ambient particulate matter concentration levels of Ahvaz, Iran in 2017. Environmental Geochemistry and health: 1-9. DOI:10.1007/s10653-018-0182-0.

Goudie, A., (2018). Dust storms and ephemeral lakes. Desert, 23(1): 153-164.

Hermida., L., A.Merino, A., Sánchez, J.L., Fernández-González, S., García-Ortega, E., López, L., (2018). Characterization of synoptic patterns causing dust outbreaks that affect the Arabian Peninsula. Atmospheric Research, 199: 29-39.

Hickey, B. Goudie, A., (2007). The use of TOMS and MODIS to identify dust storm source areas: the Tokar delta (Sudan) and the Seistan basin (southwest Asia). Geomorphological variations, Pp. 37-57.

Jish Prakash, P., Stenchikov, G., Kalenderski, S., Osipov, S., Bangalath, H., (2015).The impact of dust storms on the Arabian Peninsula and the Red Sea. Atmospheric Chemistry and Physics, Atmos. Chem. Phys, 15: 199-222.

Khan, R. K. Strand, M. A., (2018). Road dust and its effect on human health: a literature review. DOI: 10.4178/epih.e2018013

Kim, D., Chin, M., Kemp, E.M., Tao, Z., Peters-Lidardd, C.D., Ginouxe, P., (2017).Development of high-resolution dynamic dust source function-A case study with a strong dust storm in a regional model. Atmospheric Environment, 159: 11-25. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.03.045

Kreutz, K.J., Sholkovitz, E.R., (2000). Major element, rare earth element, and sulfur isotopic composition of a high elevation firn core: Sources and transport of mineral dust in central Asia." Geochemistry, Geophysics, Geosystems 1(11). https://doi.org/10.1029/2000GC000082.

Labban, A., (2016). Dust storms over Saudi Arabia: temporal and spatial characteristics, climatology, and synoptic case studies. A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, RMIT University.

Li, L., Sokolik., I.N., (2018). The Dust Direct Radiative Impact and Its Sensitivity to the Land Surface State and Key Minerals in the WRFChemDuMo Model: A Case Study of Dust Storms in Central Asia. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 123(9): 4564-4582.

Maina, E.G., Gachanja, AN., Gatari, MJ., Price, H., (2018). Demonstrating PM 2.5 and road-side dust pollution by heavy metals along Thika superhighway in Kenya, sub-Saharan Africa. Environmental monitoring and assessment, 190(4): 251. DOI:10.1007/s10661-018-6629-z

Mashat, A., Awad, A., (2010). Classification of the dusty areas over the Middle-East." Bull Fac Sci Cairo Univ, 78(A): 1-19.

McTainsh, G.H., Nickling, W.G., Lynch, A.W., (1997). Dust deposition and particle size in Mali, West Africa. CATENA 29(3-4): 307-322.

Menéndez, I., Díaz-Hernández, J.L., Mangas,J., Alonso, I., Sánchez-Soto, P.J., (2007). Airborne dust accumulation and soil development in the North-East sector of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). Journal of Arid Environments, 71(1): Pp. 57-81. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.03.011.

Modarres, R., Sadeghi, S., (2018).Spatial and temporal trends of dust storms across desert regions of Iran. Natural Hazards, 90(1): Pp. 101-114.

Norouzirad, R., González-Montaña, JR., Martínez-Pastor, F., Hosseini, H., Shahrouzian, A., Khabazkhoob, M., Ali Malayeri, F., Moallem Bandani, H., Paknejad, M., Foroughi-Nia, B., Fooladi Moghaddam, A., (2018).Lead and cadmium levels in raw bovine milk and dietary risk assessment in areas near petroleum extraction industries. Science of the Total Environment, 635: 308-314.

Özdemir, E.T., Fatih M. Korkmaz, F.M., Veli Yavuz, V., (2018). Synoptic analysis of dust storm over the Arabian Peninsula: a case study on February 28, 2009. Natural Hazards, 92(2): 805-827.

Soleimani, M., Amini, N., Sadeghian, B., Wang, D., Fang, L., (2018).Heavy metals and their source identification in particulate matter (PM2. 5) in Isfahan City, Iran. Journal of Environmental Sciences. 72: 166-175. https://doi.org/10.1016/j.jes.2018.01.002

Wagener, T., Guieu, C. Losno, R. Bonnet, S., Mahowald, N., (2008), Revisiting atmospheric dust export to the Southern Hemisphere ocean: Biogeochemical implications, Global Biogeochem. Cycles, 22, GB2006, DOI:10.1029/2007GB002984.

Wang, X., Huang, N., Dong, Z., Zhang, C., (2010). Mineral and trace element analysis in dustfall collected in the Hexi Corridor and its significance as an indicator of environmental changes. Environmental Earth Sciences, 1: Pp. 1-10.

Wang, Y., Stein, A.F., Draxler, R.R., de la Rosa, J.D., Zhang, X., (2011). Global sand and dust storms in 2008: Observation and HYSPLIT model verification. Atmospheric Environment, 45(35): 6368-6381. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.08.035

Xuan, J., Sokolik, I.N., Hao, J., Guo, F., Mao, H., Yang, G., (2004). Identification and characterization of sources of atmospheric mineral dust in East Asia. Atmospheric Environment, 38(36): 6239-6252. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.06.042

Yassin, M. F., Almutairi, S.K., Al-Hemoud, A., (2018). Dust storms backward Trajectories' and source identification over Kuwait. Atmospheric Research. 212: 158-171. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.05.020

Zoljoodi, M., Didevarasl, A., Saadatabadi, A., (2013). Dust Events in the Western Parts of Iran and the Relationship with Drought Expansion over the Dust-Source Areas in Iraq and Syria, Atmospheric and Climate Sciences, 3(3): Pp. 321-336. DOI: 10.4236/acs.2013.33034.

Table of Contents

ANALYSIS OF RESILIENCE OF SISTAN RURAL COMMUNITIES AGAINST ENVIRONMENTAL HAZARDS
Zahra Keihka, Javad Bazrafshan*, Sirous Ghanbari, Aleme Keikha 1

IDENTIFYING AND DETERMINING SUITABLE ZONING OF ENVIRONMENTAL HAZARDS INFLUENCING THE PHYSICAL EXPANSION OF ILAM CITY
Pakzad Azadkhani*, Jaafar Hosseinzadeh, Rohollah Seyedi 5

RISK ASSESSMENT AND GRADING OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF THE INTERNATIONAL WETLANDS OF SOUTHERN COASTS OF IRAN
Samira Jafariazar, Gholam Reza Sabzghabaei*, Mortaza Tavakoly, Soolmaz Dashti..... 9

APPLYING SURFACE FRACTAL ANALYSIS (SFA) IN ANALYSIS OF SURFACE ANOMALIES AND ITS RELATION WITH CHANGES IN MORPHOTECTONIC ZONES IN THE MARGIN OF THE HIGH ZAGROS BELT (HZB)
Abolghasem Amirhmadi 13

PRIORITIZATION OF SARDAB-ROOD WATERSHED FROM FLOODING VIEWPOINT USING THE SWAT MODEL
Behnaz saraie, Ali Talebi*, Ahmad Mazidi, Sara Parvizi 17

INVESTIGATION OF SOME CHEMICAL PROPERTIES AND AMOUNTS OF SOME NUTRIENT ELEMENTS OF DUST IN SISTAN PLAIN
Masoud AliSoufi, Ali Shahriari* 19

ASSESSMENT OF DUST CRISIS EFFECTS ON DIFFERENT SECTORS OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN KHUZESTAN PROVINCE USING STRATEGIC ANALYSIS- ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS METHOD (SWOT-AHP)
Nasim Monjezi* 23

DETECTION OF EXTREME VALUES VARIATIONS OF PRECIPITATION OVER IRAN
Zahra Hedjazizadeh*, Amir Hossein Halbian, Alireza Karblaee Doree, Meysam Toulabi 27

EXPLAINING THE RESILIENCE OF RURAL AREAS AGAINST NATURAL HAZARDS WITH EMPHASIS ON FLOOD
Mehdi Mododi Arkhodi*, Reyhane Boroumand, Ebrahim Akbari 31

ROLE OF TECTONICS IN THE EVOLUTION OF TAFTAN VOLCANO, SE IRAN
Abdolreza Partabian*, Mahdieh Fatahi Moghadam, Aliasghar Moridi, Habib Biabangard 35

DETECTION OF DUST CANONS AND PHYSICO-CHEMICAL ANALYSIS OF ITS PARTICLES IN DEZFUL AREA
Bromand Salahi*, Mahmoud Behrouzi 39

Vol.: **09**, Issue: **23**, Spring 2020

Concessionaire: Faculty of Geography and Environmental planning,
University of Sistan and Baluchestan

Director: Negaresh, Hossein
Editor in Chief: Khosravi, Mahmoud
Manager: Fotoohi, Samad

Editorial Board:

1.	Akbari,A	Prof. in Agricultural Economics- University of Sistan and Baluchestan
2.	Alijani, B.	Prof. in Climatology-University of Kharazmi(Teheran)
3.	Asgary, A.	Associate prof. in Urban planning-York University (Canada)
4.	Ebrahimzadeh,I.	Prof. in Urban planning-University of Sistan and Baluchestan
5.	Fotoohi. S	Associate prof. in Geomorphology-University of Sistan and Baluchestan
6.	Ghayoor, H.A.	Prof. in Physical Geography-University of Isfahan
7.	Jahanbakhsh,S	Prof. in Climatology-University of Tabriz
8.	Khosravi,M	Prof. in Climatology-University of Sistan and Baluchestan
9.	Masoodian,S.A.	Prof. in Climatology-University of Isfahan
10.	Negaresh,H	Prof. in Geomorphology-University of Sistan and Baluchestan
11.	Ramesht,M.H.	Prof.in Geomorphology-University of Isfahan
12.	Shahriyari, A	Associate prof.in Natural Resources-University of Zabol

English Editor: *Dr. Zadmehr Torabi and Marzie Daraei*
Executive Manager: *Masoud Saeedi*
Executive Director: *Marzie Daraei*
Edit and Page Layout: *Marzie Daraei*

University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran, P.O. Box 98135-987,
Tel: +98-54-31136799, Fax: +98-54–33416141, Email: ehazards@usb.ac.ir
Print ISSN: 2676-4377 **Online ISSN: 2676-4385**

In the Name of God

Journal of

Natural Environmental Hazards

(ISC Journal)

Vol.: **09**, Issue: **23**
Spring 2020

University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran, P.O. Box 98135-987,
Tel: +98-54-31136799, Fax: +98-54–33416141, Email: ehazards@usb.ac.ir
Print ISSN: 2676-4377 **Online ISSN: 2676-4385**