مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره دهم، شماره بیست و هفتم، بهار ۱۴۰۰
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۲۸
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۱۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۱۲
صفحات: ۱۲۲ - ۱۰۷

مقاله (علمی پژوهشی)

# ارزیابی اثر تغییر پوشش اراضی بر روی روند فرسایش خاک تالاب هور العظیم در جنوب غرب ایران

جاسم میاحی[۱]، هادی اسکندری دامنه[۲]، علیرضا زراسوندی*[۳]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز
۲. دانشجوی دکتری بیابان زدایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان
۳*. استاد زمین شناسی اقتصادی- دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران

## چکیده

**فرسایش خاک یک فاکتور کلیدی محیطی می‌باشد، که تنها به فاکتورهای ژئواکولوژیک وابسته نیست بلکه به تغییرات کاربری اراضی و پوشش اراضی نیز وابسته است. تحقیق حاضر به ارزیابی تغییرات کاربری و تاثیر آن بر فرسایش خاک در تالاب هورالعظیم در استان خوزستان در جنوب غرب ایران و استان میسان در جنوب شرق کشور عراق می‌پردازد. برای انجام این تحقیق از تصاویرماهواره لندست مربوط به خرداد ماه سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ استفاده شد. جهت طبقه¬بندی تصاویر، از روش طبقه¬بندی حداکثر احتمال استفاده و نقشه پوشش اراضی تالاب تهیه گردید. صحت طبقه‌بندی با محاسبه ضریب کاپا و صحت کلی با استفاده از ماتریس خطا ارزیابی شد. برای تصویر سنجنده TM ضریب کاپا و صحت کلی به‌ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۹۲ و برای تصویر سنجنده OLI به‌ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۹۴ برآورد گردید. در مرحله بعد فرسایش خاک منطقه با استفاده از معادله جهانی ارزیابی فرسایش خاک (RUSLE) برای دوره ۱۹۸۶-۱۳۹۵ ارزیابی شد. نتایج کلی گویای این مطلب است که در بازه بین سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ از مساحت طبقات پوشش اراضی دارای کلاس فرسایشی کم کاسته شده و به مساحت کلاس‌های فرسایشی زیاد و عمدتا به کلاس فرسایشی بیش از ۵ تن در هکتار در سال افزوده شده است. بر اساس اطلاعات اطلاعات بدست آمده برای سال ۱۳۶۵ حدود ۲۶ درصد از مساحت و برای سال ۱۳۹۵ در حدود ۴۱ درصد از مساحت منطقه مقدار فرسایش از حد قابل قبول بیشتر بوده و در برخی قسمت‌ها بحرانی است. لذا نتایج حاصل از این مطالعه لزوم پرداختن به این مسئله و ارائه راه حل‌های حفاظتی و مدیریتی را روشن می‌کند.**

**واژگان کلیدی: طبقه بندی، حداکثر احتمال، RUSLE، استان خوزستان.**

*- علیرضا زراسوندی (نویسنده مسئول) Email: zarvasvandi_a@scu.ac.ir

**مقدمه**

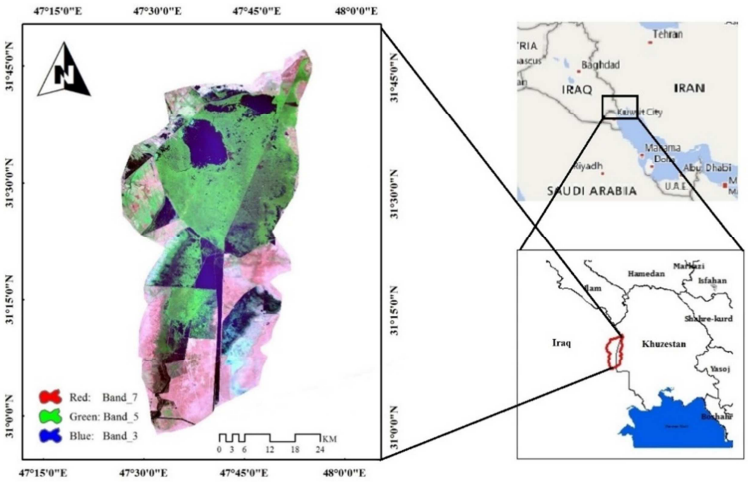
مشکلات زیست محیطی برای انسان در سراسر جهان مانند سیستم‌های هشدار دهنده عمل کرده واثرات فعالیت‌های انسانی را بر روی خدمات اکوسیستمی، احیا، مدیریت و توانبخشی محیط نشان می‌دهند (Haregeweyn et al, 2015; Zewdu et al, 2016). تخریب اراضی و کاهش توان تولیدی اراضی کشاورزی تهدیدهای جدی برای رفاه اقتصادی و اجتماعی نسل‌های کنونی و آینده می‌باشند (Haregeweyn et al, 2012; Keno et al, 2014). تخریب اراضی یکی از بزرگترین و گسترده ترین تهدیدهای محیطی است که سیاره زمین با آن روبه‌رو است (Ganasri et al, 2015; Rawat et al, 2016). این پدیده سبب افزایش فرسایش خاک و ایجاد اثرات منفی بر کیفیت خاک، کاهش محصولات کشاورزی، ایجاد محدودیت دسترسی به آب سالم، ایجاد سیلاب و به‌طور کلی سبب تغییر ساختار محیط زیست و زندگی بشر می‌شود (Kidane, 2015). در میان فاکتورهای موثر برشدت فرسایش، پوشش اراضی و کابری اراضی نسبت به سایر پارامترهایی مانند شدت بارندگی و شیب موثرتر بوده اند (Kosmas et al, 1997; Thornes et al, 2004). بدون شک، جنگل‌زدایی و جایگزین شدن محصولات کشاورزی به جای جنگل‌ها و مراتع سبب افزایش قابل ملاحظه فرسایش خاک می‌شود، که نتیجه آن توسعه گالی‌ها، لغزش زمین و افزایش رسوبات در رودخانه‌ها شده و این امر باعث افزایش هزینه‌هایی برای مهار این رسوبات می‌شود (García-Ruiz et al, 1998; Beguería et al, 2006). بررسی میزان تغییرات کاربری اراضی سبب می‌گردد که دید کاملی از تاثیر و ارتباط انسان با محیط زیست داشته باشیم که در این میان بررسی تالاب‌ها از حساسیت خاصی برخوردار می‌باشد (Lambin et al, 2006). مناطق تالابی مناطقی هستند که دارای حجم قابل توجهی از آب که یا بصورت طبیعی یا مصنوعی بوده که بیشتر این مناطق محل تجمع دایمی آب و گاهی فصلی می‌باشند (MIRITI, 2016). با توجه به اینکه هرگونه تغییری در پوشش گیاهی و کاربری اراضی هر منطقه می‌تواند باعث ایجاد تغییرات گسترده‌ای بر فعالیت و فرآیندهای اکولوژیکی گردد، لذا دریافت جدیدترین تغییرات در آن مناطق می‌تواند تاثیر بسزایی در مدیریت صحیح آنها داشته باشد که ابزار سنجش از دور به عنوان تکنولوژی به روز این امکان را فراهم نموده است. اطلاعات ماهواره‌ای با توجه به اینکه توانایی پوشش سطح وسیعی از منطقه مورد مطالعه، فرایند تکرارپذیری پردازش داده‌ها، به روزرسانی آنها و زمان و هزینه اندک می‌تواند در تهیه نقشه‌ها و مدیریت آن مناطق کاربرد بهتری داشته باشد (Chaafjiri et al, 2013; Gross et al, 2006). تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین تحت تاثیر عوامل اقلیمی و شرایط ژئومورفولوژیکی مناطق می‌باشد. عوامل طبیعی و فعالیت های انسانی موثر در تغییر کاربری زمین تاثیرات قابل ملاحظه ای بر تخریب خاک منطقه‌ای از جمله فرسایش خاک، اسیدی شدن خاک، ابشویی و از بین رفتن مواد آلی خاک دارد. در قرن گذشته فرسایش خاک توسط انسان تبدیل به یک تهدید جدی محیط زیستی شده است که اثرات زیست محیطی بسیار متنوعی مانند تاثیر منفی برای تامین آب، ظرفیت ذخیره سازی مخازن، تولیدات کشاورزی و آب قابل دسترس و سالم در مناطق مختلف داشته است (Sharma et al, 2011). تغییر پوشش و کاربری زمین به طور مستقیم بر چرخه اتمسفر و تغییرات آب و هوایی و عوامل عمده موثر بر فرسایش آبی بوده است،که هر این عوامل نیز باعث افزایش تغییرات کاربری و پوشش زمین و تغییرات اقلیمی می‌شوند. مطالعات بر روی افزایش فرسایش آبی ناشی از تغییرات کاربری و تغییرات اقلیمی به مردم کمک می‌کنند تا پدیده فرسایش را بیشتر درک کنند و اقدامات حفاظتی مناسب را اجرا کنند (Yang et al, 2003). در طی ۴۰ سال اخیر، مدل USLE به دلیل داشتن محاسبات ساده، پرکاربردترین روش

تخمین پتانسیل فرسایش خاک و برآورد تأثیرات عملیات مدیریتی مختلف بر آن بوده است (Kinnell, 2000)، و به دنبال آن، نسخه جدید مدل USLE با نام معادله جهانی تجدید نظر شده هدر رفت خاک (RUSLE) توسعه یافته که برآوردهای دقیق‌تری از فاکتورهای R، K، C، P و فرسایش خاک انجام می‌دهد (Renard et al, 1991; Van Remortel et al, 2004). این مدل برای ارزیابی فرسایش خاک در حوزه‌های وسیع و کاربری‌های مختلف، از قبیل جنگل‌ها، مراتع و دیگر نواحی به‌کار می‌رود (Terranova et al, 2009). مطالعات مختلفی در زمینه ارزیابی پوشش اراضی و همچنین ارزیابی فرسایش خاک انجام شده است از این جمله می توان به تحقیقات زیر اشاره کرد: ویسترانتنن و همکاران(۲۰۰۲) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات طولانی مدت فرسایش از قبیل کاهش تولیدات و محصولات زراعی پرداختند (Verstraeten et al, 2002). شارما وهمکاران(۲۰۱۱) به بررسی اثر تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر پتانسل فرسایش خاک در اراضی کشاورزی پرداختند (Sharma et al, 2011). قربانی و همکاران (۱۳۹۱) تحقیقی در زمینه بررسی تغییرات کاربری اراضی تالاب‌های بین المللی آلاگل، آلما گل و آجی گل در شمال ایران انجام دادند که با نتیجه حاصل از این تحقیق مشابه است و عواملی مانند خشکسالی، احداث سد، برداشت بی رویه آب تالاب‌ها برای مصارف کشاورزی، پرورش ماهی و احداث کانال و جاده در تغییرات تالاب‌های موردمطالعه موثر تشخیص داده شدند (Ghorbani et al, 2013). ایساکا و اکول اشرف (۲۰۱۷) مطالعه‌ای مروری با هدف بررسی اثر فرسایش و تخریب اراضی بر روی کیفیت آب انجام دادند. ایشان با بررسی نتیجه‌گیری‌های حاصله از تحقیقات محققان مختلف به این نتیجه رسیدند که فرسایش سبب بروز اثرات محلی و خارجی بر روی اراضی و پهنه‌های آبی بصورت کاهش کیفیت می‌شود (Issaka and Ashraf, 2017). همچنین تادیس و همکاران (۲۰۱۷) تحقیقی به منظور بررسی تغییر کاربری اراضی، پوشش زمین و فرسایش خاک در شمال شرق اتیوپی انجام دادند (Tadesse et al, 2017). اسکندری دامنه و همکاران (۱۳۹۶)، روند تغییرات پوشش اراضی تالاب هور العظیم را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای انجام دادند. ایشان جهت رسیدن به هدف تحقیق از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال با به کارگیری شاخص پوشش گیاهی (NDVI) به عنوان داده کمکی، نقشه پوشش اراضی را تهیه کردند. افضلی و غلامی نوبندگانی (۱۳۹۸) تحقیقی با هدف بررسی فرسایش بادی وایجاد ریزگرد تحت تاثیر خشکسالی در تالاب بختگان انجام دادند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که میزان تعلیق و فرسایش از دریاچه به نسبت زیاد می‌باشد (Afzali and Gholami, 2019). سینگ و همکاران(۲۰۲۰) به بررسی تغییرات کاربری اراضی بر روی تالاب هارایک در ایالت Punjab هند پرداختند. نتایج بدست آمده نشان داد که در طی بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸ تاثیرات منفی عوامل انسانی همچون کشت بی‌رویه و عدم اختصاص حق آبه مورد نیاز تالاب سبب کاهش وسعت پهنه آبی و نیز فرسایش خاک شده است (Singh et al, 2020). مطالعه‌ای توسط نادری و ساعتساز (۲۰۲۰) با هدف بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر هیدرولوژی و شوری آب در تالاب انزلی، شمال ایران پرداختند. نتایج نشان دهنده تاثیر تغییرات اقلیمی بر اکوسیستم تالاب بوده است به گونه‌ای که این تغییرات بر میزان چرخه آب تالاب و میزان شوری آن تاثیر مستقیمی داشته و منجر به کاهش پوشش گیاهی و سطح پهنه‌های آبی آن شده است (Naderi and Saatsaz, 2020).

با توجه به بحران‌های اخیر استان خوزستان در مواجه با گرد و غبار که یکی از کانون‌های با منشاء داخلی در محدوده تالاب هورالعظیم می‌باشد و نقش فرسایش خاک در تشدید این کانون‌ها از مهمترین مسائلی هستند که جامعه محلی تالاب هورالعظیم با آن مواجه است از این رو هدف تحقیق حاضر بررسی اثر تغییر پوشش اراضی بر روند فرسایش خاک تالاب هورالعظیم می‌باشد

## داده‌ها و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه تالاب هور العظیم در غرب استان خوزستان و در منطقه مرزی شهرستان دشت آزادگان با استان میسان کشور عراق می‌باشد که در موقعیت جغرافیایی ′۲۴ °۴۷ تا ′۵۳ °۴۷ طول شرقی و ′۵۸ °۳۰ تا ′۴۸ °۳۱ عرض شمالی واقع شده است (شکل۱). این تالاب قسمتی از تالاب‌های بین النهرین است، تالاب‌های بین النهرین یکی از ۲۰۰ منطقه زیستی مهم در جهان می‌باشند. مساحت تالاب درسال ۱۹۸۶ برابر ۲۰۸۵ کیلومتر مربع بوده و دو سوم مساحت آن در خاک عراق و یک سوم باقی مانده در جنوب غرب ایران و استان خوزستان قرار دارد. این تالاب یکی از مناطق زیست محیطی منطقه و از مهمترین تالاب‌های پر تنوع ایران و دنیا است که اهمیت هیدلوژویکی، بیولوژیکی و اکولوژیکی آن در حیات منطقه نقش اساسی دارد (Makrouni et al, 2016).




**شکل۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه**

### داده‌های مورد استفاده

داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده در تحقیق حاضر شامل تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ سنجنده TM مربوط به تاریخ ۱۱ خرداد ۱۳۶۵و لندست ۸، سنجنده OLI مربوط به تاریخ ۱۱ خرداد ۱۳۹۵ با شماره ردیف و گذر به‌ترتیب ۱۶۶ و ۳۸ می‌باشند. به دلیل اینکه در این تاریخ تصاویر ماهواره‌ای حالت متوسطی از شرایط منطقه را نشان می‌دهند جهت انجام تحقیق انتخاب شدند. همچنین در تحقیق حاضر از مدل رقومی ارتفاع سنجنده ASTER با قدرت تفکیک ۳۰ مترمربع استفاده شد. تصاویر ماهواره‌ای و مدل رقومی ارتفاع از آرشیو پایگاه اینترنتی USGS (www.earthexplorer.usgs.gov) تهیه شدند. نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ از سازمان نقشه برداری ایران، نقشه بافت خاک از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان و داده‌های اقلیمی نیز از اداره هواشناسی استان خوزستان تهیه شد.

### پیش پردازش تصاویر

به منظور کنترل تصویر ماهواره‌ای از نظر ثبت دقیق زمینی، تصحیح هندسی بر روی تصویر انجام شد. برای رسیدن به این منظور، تصویر سنجنده TM به تصویر سنجنده OLI به روش تصویر به تصوبر با RMSe کمتر از ۰/۵ پیکسل زمین مرجع شدند.

تصحیح رادیومتریک شامل دو مرحله تصحیح اتمسفری و توپوگرافی است (Campbell, 1996). از انجا که تغییرات شرایط روشنایی، بر تابش واقعی رسیده به یک پیکسل تاثیر می‌گذارد، پیشنهاد می شود که تصحیح اتمسفری قبل از تصحیح توپوگرافی اعمال شود (Fan et al, 2008 ). در این تحقیق به منظور انجام تصحیح اتمسفری از روش ATCORE استفاده شد.

### طبقه‌بندی تهیه نقشه پوشش زمین

جهت انتخاب نمونه‌های تعلیمی به منظور انجام طبقه‌بندی نظارت شده از عکس‌های هوایی، تصاویر Google Earth و نقاط برداشت شده با GPS در عملیات میدانی استفاده و تا حد امکان سعی شد که پراکنش نمونه‌های تعلیمی در سطح منطقه مطالعاتی در داخل منطقه همگن و با پراکنش مناسب باشند. تعداد پیکسل‌های انتخاب شده در هر نمونه تعلیمی حداقل باید به اندازه ده برابر تعداد باندهای طیفی تصویر مورد استفاده باشد (Richards, 1999 ) که این نکته در مطالعه حاضر رعایت شد. برای روش طبقه‌بندی از الگوریتم بیشترین شباهت ( Ozesmi and Bauer, 2002) استفاده شد. ترکیب باندی مناسب جهت طبقه‌بندی براساس بهترین میانگین جدایی ( Best Avrege Separability) مخشص و سه طبقه پوشش اراضی شامل اراضی بایر، پوشش گیاهی و پهنه‌های آبی برای منطقه مشخص گردید.

### ارزیابی صحت تصاویر طبقه‌بندی شده

در تحقیق حاضر پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، با استفاده از نمونه‌های تعلیمی که در روند طبقه‌بندی دخالت داده نشده‌اند، اقدام به ارزیابی صحت تصویر طبقه‌بندی شده گردید. به این منظور با استفاده از ماتریس خطا و محاسبه ضرایب صحت کلی (Overall accuracy) و ضریب کاپا (Kappa coefficient) صحت طبقه‌بندی ارزیابی شد.

### ارزیابی فرسایش خاک

در این تحقیق جهت برآورد میانگین سالانه فرسایش خاک از مدل RUSLE استفاده شد. مدل RUSLE تابعی از ۶ فاکتور ورودی فرسایندگی باران (R)، فرسایش پذیری خاک (K)، طول و درجه شیب (LS)، مدیریت پوشش گیاهی (C) و عملیات حفاظتی (P) است. حساسیت خاک به فرسایش تابعی از خصوصیات خاک است و تغییر خصوصیات خاک با کاربری اراضی و توپوگرافی در ارتباط است (Pradhan et al, 2012). فرسایش خاک براساس مدل RUSLE با استفاده از رابطه۱ محاسبه می‌شود (Wischmeier et al, 1978).

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (۱)$$

در این رابطه A میانگین فرسایش خاک در واحد سطح (تن در هکتار در سال)، R فاکتور فرسایندگی باران ( MJ mm $ha^{-1}\ y^{-1}h^{-1}$)، K فاکتور فرسایش‌پذیری خاک $t\ h\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$ ، LS فاکتور توپوگرافی، C فاکتور پوشش گیاهی، P فاکتور عملیات حفاظتی می‌باشد. فاکتورهای LS، C و P بدون واحد می‌باشند.

**فاکتور فرسایندگی باران (R)**

در این مطالعه از داده‌های بارش روزانه با مقیاس زمانی ۱۰ دقیقه‌ای ایستگاه‌های اطراف منطقه مورد مطالعه (جدول ۱) برای محاسبه عامل فرسایندگی باران به‌صورت ماهانه استفاده گردید. این عامل از متوسط مجموع فرسایندگی رخدادهای باران در هر ماه برای دوره آماری ۱۳۹۵-۱۳۷۴ با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (Wischmeier et al, 1978).

$$R = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{K=1}^{mj}(EI_{30})_K \qquad (۲)$$

در این رابطه R متوسط ارزش ماهیانه فرسایندگی برحسب $MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.month^{-1}$ برای دوره آماری، n تعداد سال‌های آماری، mj تعداد حوادث فرساینده برای ماه j و EI30 میزان فرسایندگی باران برای رخداد K می‌باشد. فرسایندگی باران برای هر رخداد بارش مطابق براساس رابطه۳ به دست می‌آید.

$$EI = EI_{30} = (\sum_{r=1}^{0} e_r\, v_r)I_{30} \qquad (۳)$$

در این رابطه $I_{30}$ حداکثر شدت ۳۰ دقیقه‌ای در طول یک رخداد بارش، er انرژی جنبشی برحسب MJ ha-1 mm-1 و vr ارتفاع بارندگی برحسب mm در طی دوره‌های تقسیم‌شده برای رخداد بارش می‌باشد. er با استفاده از رابطه۴ برای مدل محاسبه شد (Brown and Foster, 1987).

$$e_r = 0.29[1 - 0.72\exp(-0.05i_r)] \qquad (۴)$$

در این فرمول $i_r$ شدت بارندگی در طی دوره‌های زمانی تقسیم‌شده برحسب $mm.h^{-1}$ است.

**جدول۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی به‌کار رفته در تحقیق**

| ایستگاه | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ایستگاه | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی |
|---|---|---|---|---|---|
| **اهواز** | ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه | ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه | **عرب حسن** | ۴۸درجه و ۹۰ دقیقه | ۳۱ درجه و ۸۲ دقیقه |
| **سدعباسپور** | ۴۹ درجه و ۶۰ دقیقه | ۳۲ درجه و ۵ دقیقه | **کمپ‌جراحی** | ۴۹ درجه و ۲۹ دقیقه | ۳۰ درجه و ۶۵ دقیقه |
| **عبدالخان** | ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه | ۳۱ درجه و ۸۶ دقیقه | **لالی** | ۴۹ درجه و ۹دقیقه | ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه |
| **ایوان** | ۴۶ درجه و ۳۴ دقیقه | ۳۳ درجه و ۱۲ دقیقه | **سد دزفول** | ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه | ۳۲ درجه و ۴ دقیقه |

**عامل فرسایش‌پذیری خاک (k)**

عامل فرسایش‌پذیری خاک بیانگر حساسیت ذاتی خاک به فرسایش است و سهولت جدا شدن ذرات خاک براثر انرژی جنبشی قطرات باران و انتقال آن‌ها به‌وسیله نیروی رواناب را نشان می‌دهد. در این تحقیق عامل فرسایش‌پذیری خاک بر اساس بافت خاک و درصد ماده آلی خاک طبق جدول۲ برآورد گردید.

**جدول ۲: تعیین فرسایش‌پذیری به‌وسیله نوع بافت و مقدار ماده آلی خاک** *(Roose, 1996)*.

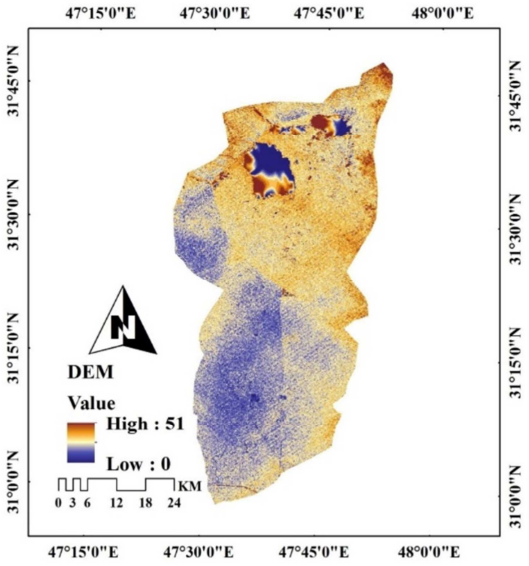
| نوع بافت | Clay | لوم |
|---|---|---|
| **مقدار ماده آلی کمتر از ۲ درصد** | ۰/۲۴ | ۰/۳۴ |

### فاکتور توپوگرافی LS

فاکتور درصد شیب تابعی از درجه شیب و منعکس کننده اثر درجه شیب بر مقدار فرسایش است. فاکتور طول شیب نیز تابعی از طول شیب اندازه‌گیری شده بر حسب متر است. حاصل‌ضرب دو فاکتور یاد شده، به عنوان فاکتور توپوگرافی (LS) شناخته می شود(Ayoubi et al, 2008). برای تهیه نقشه فاکتور توپوگرافی از مدل رقومی ارتفاع ۳۰ متری منطقه استفاده شد (شکل۲). فاکتور توپوگرافی نیازمند نقشه‌های تجمع جریان و شیب است ( Foster et al, 1974) که این نقشه‌ها از مدل رقومی ارتفاع منطقه استخراج و در نهایت با استفاده از رابطه ۵ فاکتور توپوگرافی به‌دست آمد (Moore et al, 1986).

$$LS=\left[(\text{Flow Accumulation grid})\times\frac{\text{Cell Size}}{22.13}\right]^{0.4}\times\left[\frac{\text{Sin(Slope grid}\times 0.01745)}{0.0896}\right]^{1.3} \quad (۵)$$

که در آن Flow Accumulation تجمع جریان به سمت بالای شیب برای هر سلول، Cell size اندازه سلول‌های شبکه (در تحقیق حاضر ۳۰ متر) و slope شیب، به‌دست آمده از نقشه شیب می‌باشد. از عدد ۰/۰۱۷۴۵ برای تبدیل واحد به رادیان در محیط GIS استفاده می‌گردد.




**شکل۲: مدل رقومی ارتفاع (DEM)**

### عامل پوشش گیاهی (C)

فاکتور پوشش گیاهی بیانگر نسبت مقدار خاک از بین رفته از زمین زیر کشت، به خاک فرسوده شده از همان قطعه زمین در طی آیش مداوم و عاری از پوشش یا بقایای گیاهی می‌باشد (Wischmeier et al, 1978). فاکتور پوشش گیاهی براساس رابطه ۶ برای منطقه مورد مطالعه محاسبه شد (Lin et al, 2002).

$$C= (-NDVI+1)/2 \quad (۶)$$

در این رابطه C فاکتور پوشش گیاهی و NDVI شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده است.

**فاکتور عملیات حفاظتی خاک (P)**

فاکتور عملیات حفاظتی خاک را به‌عنوان مقدار خاک از بین رفته در واحد سطح یک زمین حفاظت‌شده، به زمینی که لخت باشد و در جهت تندترین شیب شخم‌خورده باشد، تعریف نمودند. هر چه مقدار این فاکتور کمتر باشد کارهای حفاظتی مؤثرتر و هدر رفت خاک کمتر است (Wischmeier et al, 1978). در این تحقیق مقادیر فاکتور P از طریق طبقه‌بندی مجدد هر تیپ پوشش زمین و براساس مقادیر داده شده در جدول ۳ تعیین شد. با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه هیچ گونه عملیات اصلاحی و مدیریتی صورت نگرفته است ارزش P تنها براساس پوشش اراضی تعیین شد.

**جدول۳. ارزش فاکتور P برای طبقات پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه**

| طبقه پوشش اراضی | اراضی بایر | پهنه‌های آبی | پوشش گیاهی متراکم |
|---|---|---|---|
| ارزش عددی فاکتور P | ۱ | ۱ | ۰/۱۲ |

**بررسی اثر تغییر پوشش اراضی بر روی روند فرسایش خاک**

به منظور مشخص کردن تاثیر تغییر پوشش اراضی بر روند فرسایش خاک، نقشه پوشش اراضی هر سال با نقشه فرسایش خاک همان سال مقایسه شده و برای هر طبقه پوشش، میزان فرسایش و مساحت طبقه فرسایش مشخص شد که در بخش نتایج آورده شده است.

## نتایج

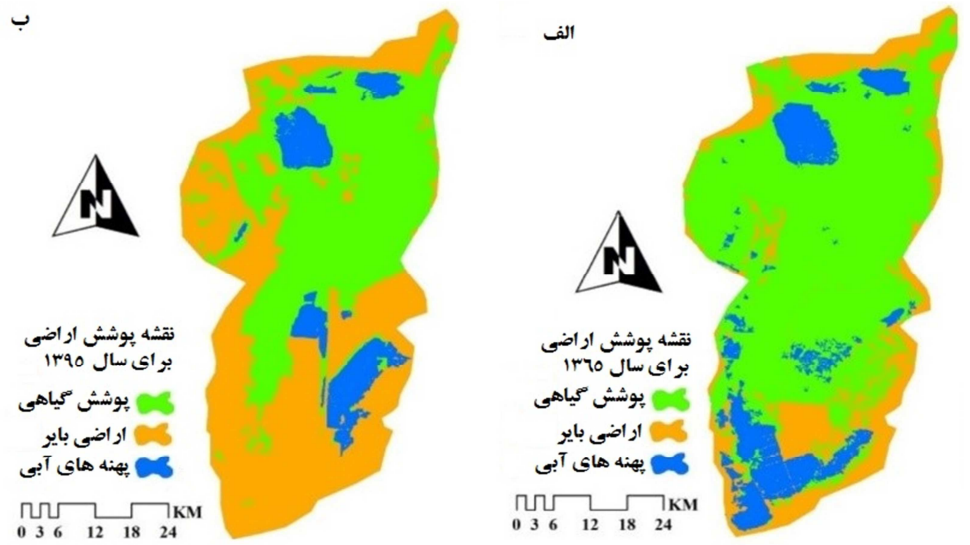
**ارزیابی صحت طبقه بندی**

برای تصویر سنجنده TM مربوط به سال ۱۳۶۵ صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۰/۹۲ و ۰/۸۵ ارزیابی شد و برای تصویر سنجنده OLI مربوط به سال ۱۳۹۵ صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۰/۹۴ و ۰/۸۹ براورد گردید.

**ارزیابی پوشش اراضی**

در تحقیق حاضر، طبقه‌بندی تصاویر و تهیه نقشه‌های پوشش زمین، به روش حداکثر احتمال که یک روش طبقه‌بندی نظارت شده است، انجام گردید. نقشه کاربری اراضی برای سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ در شکل ۳ آورده شده است.

مساحت و درصد مساحت هریک از طبقات پوشش اراضی در جدول۴ آورده شده است. نتایج حاصل از بررسی تغییرات پوشش اراضی در بازه ۱۳۶۵-۱۳۹۵ نشان می‌دهد که ۲۷/۴۸ درصد به مساحت طبقه پوشش اراضی بایر افزوده شده و طبقات پوشش گیاهی و پهنه های آبی هر کدام به‌ترتیب ۲۲/۸۴ و ۴/۶۳ درصد از مساحت خود را از دست داده‌اند.




**شکل۳: نقشه پوشش اراضی برای سال ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ بترتیب در شکل۳) الف و ۳) ب.**

**جدول۴: مساحت پوشش اراضی و روند تغییرات آن‌ها (سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵).**

| طبقه پوشش اراضی | ۱۳۶۵ | درصد مساحت | ۱۳۹۵ | درصد مساحت | اختلاف (٪) ۱۳۶۵-۱۳۹۵ |
|---|---|---|---|---|---|
| اراضی بایر | ۵۶۴/۳۱ | ۲۱/۲۹ | ۱۲۹۲/۶۳ | ۴۸/۷۷ | ۲۷/۴۸ |
| پوشش گیاهی | ۱۷۱۴/۲۶ | ۶۴/۶۸ | ۱۱۰۸/۷۱ | ۴۱/۸۳ | -۲۲/۸۴ |
| پهنه‌های آبی | ۳۷۱/۶۱ | ۱۴ | ۲۴۸/۸۶ | ۹/۳۹ | -۴/۶۳ |
| جمع | ۲۶۵۰/۲ | ۱۰۰ | ۲۶۵۰/۲ | ۱۰۰ | - |

## فاکتور فرسایندگی (R)

نتایج حاصل از محاسبه میزان شاخص فرسایندگی باران برای ایستگاه‌های هواشناسی (جدول۱) مورد مطالعه در جدول ۶ ارائه شده است. همچنین به دلیل نرمال نبودن داده‌های بارندگی نقشه فاکتور فرسایندگی با روش درون‌یابی IDW برای دوره آماری بین ۱۳۷۴-۱۳۹۵ تهیه شد که در شکل۵. الف آورده شده است. مطابق این شکل، مقدار فاکتور R از ۲۲۶/۸ تا ۳۱۷/۵ $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ y^{-1}$ متغیر است، که نمایان‌گر تغییرات زیاد این فاکتور در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

**جدول ۶: برآورد فرسایندگی باران برای ایستگاه‌های هواشناسی**

| ردیف | نام ایستگاه | فاکتور (MJ mm/ha.year) | ردیف | نام ایستگاه | فاکتور (MJ mm/ha.year) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | اهواز | ۱۸۶/۷ | ۵ | عبدالخان | ۳۰۸/۲ |
| ۲ | ایوان | ۵۵۸/۲ | ۶ | عرب حسن | ۲۹۶/۶ |
| ۳ | سد دزفول | ۴۲۵/۲ | ۷ | کمپ جراحی | ۱۳۰/۴ |
| ۴ | سد شهید عباسپور | ۵۵۰/۸ | ۸ | لالی | ۵۴۳/۱ |

**فاکتور فرسایش پذیری خاک (K)**

شاخص فرسایش پذیری خاک با استفاده جدول ۲ خاک منطقه تعیین شد. مقدار شاخص فرسایش پذیری خاک در منطقه مورد مطالعه برای سال ۱۳۶۵ بین ۰/۲۴-۰ و برای سال ۱۳۹۵ بین ۰/۳۴-۰ $MG\ ha\ h\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$ متغیر می‌باشد. در شکل ۵. ب و پ نقشه توزیع مکانی فاکتور فرسایش پذیری خاک برای سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ آورده شده است.

**فاکتور توپوگرافی (LS)**

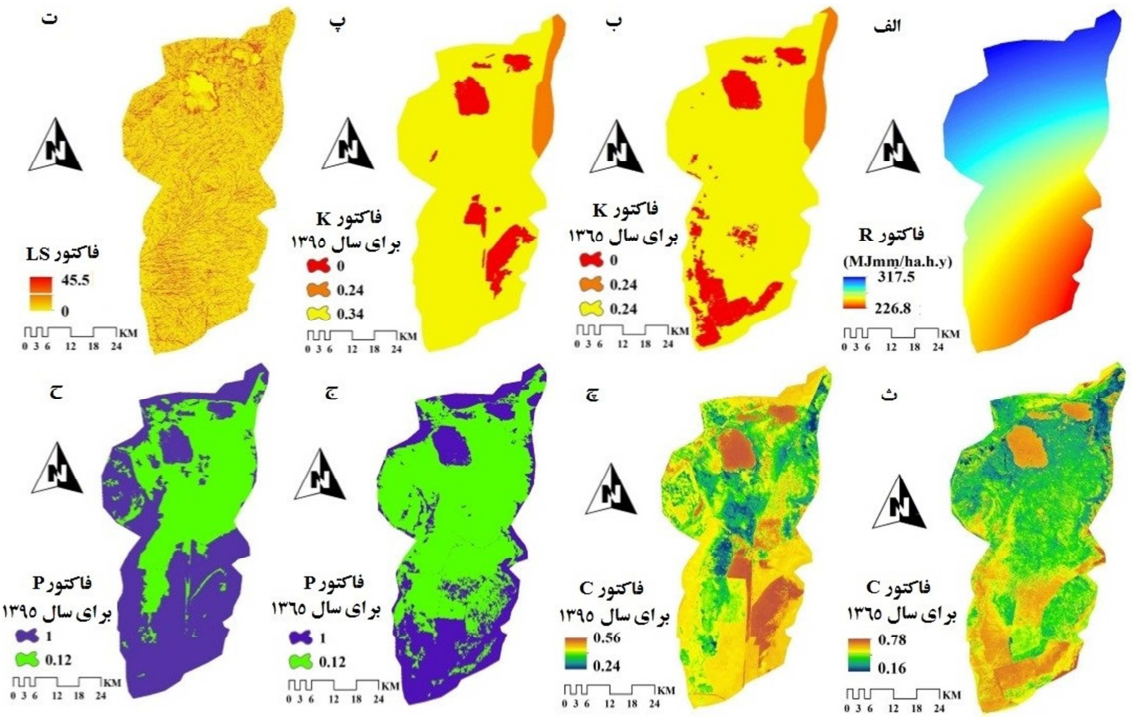
نقشه فاکتور توپوگرافی با استفاده از مدل رقومی ارتفاع و براساس رابطه ۵ با در نظر گرفتن کنش متقابل بین توپوگرافی و تجمع جریان آب برای منطقه مورد مطالعه محاسبه شدکه در شکل ۵. ت آورده شده است. براساس این شکل مقدار فاکتور LS در منطقه مورد مطالعه بین ۴۵/۵-۰ متغیر می‌باشد.

**فاکتور پوشش گیاهی (C)**

نقشه فاکتور پوشش گیاهی با استفاده از شاخص NDVI و براساس رابطه ۶ برای منطقه مورد مطالعه محاسبه شد. در حقیقت این فاکتور به‌طور کامل رابطه معکوسی با شاخص NDVI دارد. نقشه فاکتور پوشش گیاهی برای سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ در شکل۵. ث و چ آورده شده است براساس این شکل مقدار فاکتور C برای سال ۱۳۶۵ بین ۰/۷۸- ۰/۱۶ و برای سال ۱۳۹۵ بین ۰/۵۶-۰/۲۴ متغیر می‌باشد. نقشه این فاکتور نشان می‌دهد که بیشترین مقدار این فاکتور در مناطق بدون پوشش گیاهی است و کمترین مقدار آن در مناطقی است که پوشش متراکم وجود دارد.

**فاکتور عملیات حفاظتی (P)**

نقشه فاکتور P از طریق طبقه‌بندی مجدد طبقات پوشش اراضی و اختصاص عدد مربوطه براساس انچه که در جدول۳ آورده شده است ایجاد شد که در شکل۵. ج و ح آورده شده است. مقدار این فاکتور برای سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ بین ۱-۰/۱۲ برای منطقه مورد مطالعه به‌دست آمد.



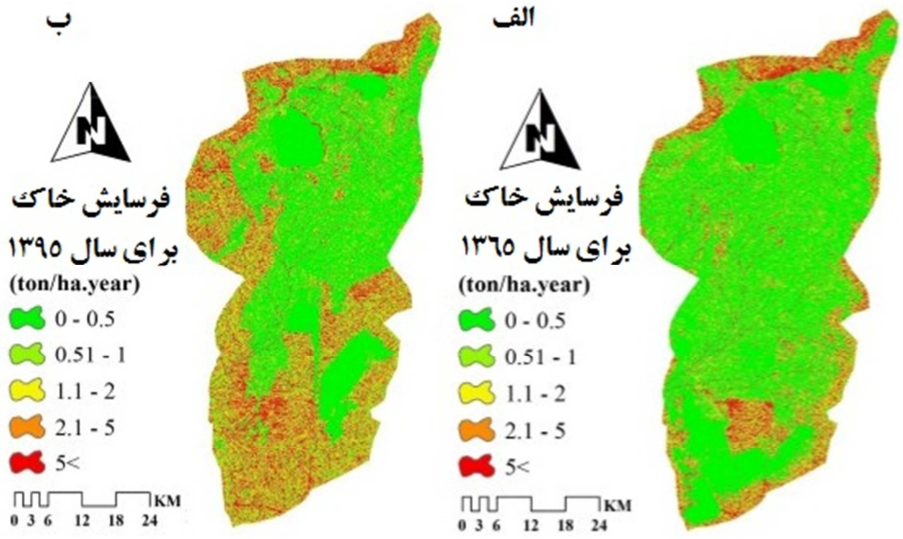

**شکل۵: الف) نقشه فاکتور فرسایندگی باران، ب) نقشه فاکتور فرسایش پذیری خاک برای سال ۱۳۶۵، پ) نقشه فاکتور فرسایش‌پذیری خاک برای سال ۱۳۹۵، ت) نقشه فاکتور توپوگرافی، ث) نقشه فاکتور پوشش گیاهی برای سال ۱۳۶۵، چ) نقشه فاکتور پوشش گیاهی برای سال ۱۳۹۵، ج) نقشه فاکتور عملیات حفاظتی برای سال ۱۳۶۵ و ح) نقشه فاکتور عملیات حفاظتی برای سال ۱۳۹۵ می‌باشد.**

## فرسایش خاک سالانه خاک

جهت تهیه نقشه فرسایش سالانه خاک نقشه فاکتورهای فرسایندگی باران (R) ، فرسایش پذیری خاک (K)، توپوگرافی (LS)، مدیریت پوشش گیاهی (C) و عملیات حفاظتی (P) با استفاده از GIS و براساس رابطه۱ تلفیق شدند و مقادیر هدر رفت سالانه خاک (A) (تن در هکتار در سال) به‌دست آمد. در مرحله بعد نقشه به‌دست آمده برای سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵، به ۵ کلاس خطر طبقه‌بندی شد که در شکل۶ نشان داده شده است. همچنین مساحت و درصد مساحت هریک از کلاس‌های خطر فرسایش خاک در منطقه مورد مطالعه در جدول ۷ آورده شده است. این جدول بیان‌گر افزایش فرسایش خاک در بازه بین سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ می‌باشد.

وجود فرسایش خاک امری اجتناب ناپذیر بوده و یک عامل طبیعی است ولی مقدار فرسایش خاک نباید از حد قابل قبول تجاوز نماید. حد قابل قبول برای فرسایش مقداری است که در آن مقدار فرسایش بیشتر از مقدار خاکسازی نباشد و در واقع باید مقدار خاکسازی بیشتر از مقدار فرسایش باشد تا روند در جهت افزایش عمق خاک پیش برود. اظهار نظر در مورد مدت لازم برای تشکیل مثلا یک سانتی متر خاک کار مشکلی است زیرا خاک در نتیجه تاثیر پنج فاکتور خاکسازی (آب و هوا، موجودات زنده، پستی بلندی، مواد مادری و زمان) حاصل می‌شود، بر اساس اطلاعات

موجود در این منطقه با در نظر گرفتن کلیه عوامل به‌طور متوسط حد خاکسازی حدود ۱ تن در هکتار در سال در نظر گرفته شده و اگر این مقدار را حد قابل قبول بدانیم ملاحضه خواهیم کرد که برای سال ۱۳۶۵ حدود ۲۶ درصد از مساحت و برای سال ۱۳۹۵ در حدود ۴۱ درصد از مساحت منطقه مقدار فرسایش از حد قابل قبول بیشتر بوده و در برخی قسمت‌ها بحرانی است. لذا نتایج حاصل از این مطالعه لزوم پرداختن به این مسئله و ارائه راه حل‌های حفاظتی و مدیریتی را روشن می‌کند.




**شکل۶: آ نقشه فرسایش خاک برای سال ۱۳۶۵ و ب نقشه فرسایش خاک برای سال ۱۳۹۵**

**جدول۷: درصد مساحت کلاس‌های طبقه‌بندی شده فرسایش**

| کلاس فرسایش خاک (تن در هکتار در سال) | ۱۳۶۵ | | ۱۳۹۵ | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | مساحت (کیلومتر مربع) | درصد مساحت | مساحت (کیلومتر مربع) | درصد مساحت | درصد تغییرات |
| ۰-۰/۵ | ۱۵۹۰/۱۳ | ۶۰/۲۸ | ۱۱۴۲/۱۶ | ۴۳/۶ | -۱۶/۶۷ |
| ۰/۵۱-۱ | ۳۴۰/۶۳ | ۱۲/۹۳ | ۳۷۶/۴۱ | ۱۴/۳۶ | ۱/۴۵ |
| ۱/۱-۲ | ۲۷۳ | ۱۰/۳۵ | ۳۶۸/۰۸ | ۱۴ | ۳/۷ |
| ۲/۱-۵ | ۲۲۸/۹۳ | ۸/۶۷ | ۳۶۱/۵۸ | ۱۳/۸ | ۵/۱۲ |
| ۵< | ۲۰۵/۱ | ۷/۷۷ | ۳۷۱/۲۵ | ۱۴/۱۷ | ۶/۳۹ |
| جمع | ۲۶۳۷/۷۹ | ۱۰۰ | ۲۶۱۹/۴۸ | ۱۰۰ | |

**بررسی اثر تغییر پوشش اراضی بر روی روند فرسایش خاک**

اطلاعات مربوط به تغییرات مساحت کلاس‌های فرسایش خاک در ارتباط با تغییرات پوشش اراضی برای سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ در جدول۸ آورده شده است. با توجه به مساحت طبقات پوشش اراضی دارای کلاس فرسایشی ۰/۵-۰ در سال ۱۳۶۵-۱۳۹۵ مشاهده می‌شود که مساحت این طبقات کاهش ۱۶ درصدی را نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن حد مجاز فرسایش خاک منطقه که ۱ تن در هکتار درسال می‌باشد جدول زیر برای کلاس‌های فرسایشی بیش از ۱ تن در هکتار در سال تشریح می‌گردد. براساس یافته‌ها در سال ۱۳۶۵ مساحت طبقات اراضی بایر، پوشش گیاهی و

پهنه‌های آبی دارای کلاس فرسایشی ۲-۱ تن در هکتار در سال به ترتیب دارای مساحت ۱۱۶/۹، ۱۵۲/۲ و ۳/۹ کیلومتر مربع بوده‌اند که به ۲۹۸/۸، ۵۹/۹ و ۲/۵ کیلومتر مربع در سال ۱۳۹۵ تغییر یافته است. همچنین در سال ۱۳۶۵ مساحت طبقات اراضی بایر، پوشش گیاهی و پهنه‌های آبی دارای کلاس فرسایشی ۵-۲ تن در هکتار در سال به ترتیب از ۱۳۴/۶، ۸۹/۹ و ۴/۴ کیلومتر مربع به ۲۹۸/۸، ۵۹/۹ و ۲/۹ تغییر پیدا کرده‌اند. مساحت اراضی بایر دارای کلاس فرسایشی بیش از ۵ تن در هکتار در سال از ۱۵۷/۲ کیلومتر مربع در سال ۱۳۶۵ به ۳۳۷/۳ کیلومتر مربع در سال ۱۳۹۵ افزایش پیدا کرده است. همچنین طبقات پوشش گیاهی و پهنه‌های آبی دارای کلاس بیش از ۵ تن در هکتار در سال به‌ترتیب از ۴۲/۳ و ۵/۶ کیلومتر مربع در سال ۱۳۶۵ به ۲۹/۷ و ۴/۲ کیلومتر مربع در سال ۱۳۹۵ کاهش پیدا کرده‌اند. نتایج کلی گویای این مطلب است که در بازه مورد بررسی بین سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۹۵ از مساحت طبقات پوشش اراضی دارای کلاس فرسایشی کاسته شده و به مساحت کلاس‌های فرسایشی زیاد و عمدتا به کلاس فرسایشی بیش از ۵ تن در هکتار در سال افزوده شده است.

**جدول۸: مقدار مساحت هر کاربری در طبقات فرسایشی بر حسب کیلومتر مربع**

| کلاس فرسایش | پوشش اراضی سال ۱۳۶۵ | | | پوشش اراضی سال ۱۳۹۵ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | اراضی بایر | پوشش گیاهی | پهنه های آبی | اراضی بایر | پوشش گیاهی | پهنه های آبی |
| ۰-۰/۵ | ۵۶/۱ | ۱۱۷۹/۱ | ۳۵۵ | ۱۴۹/۵ | ۷۵۵/۹ | ۲۳۶/۷ |
| ۰/۵-۱ | ۸۳/۳ | ۲۵۴/۶ | ۲/۷ | ۲۱۴/۴ | ۱۵۹/۹ | ۲ |
| ۱-۲ | ۱۱۶/۹ | ۱۵۲/۲ | ۳/۹ | ۲۶۸/۱ | ۹۷/۵ | ۲/۵ |
| ۲-۵ | ۱۳۴/۶ | ۸۹/۹ | ۴/۴ | ۲۹۸/۸ | ۵۹/۹ | ۲/۹ |
| بیشتر از ۵ | ۱۵۷/۲ | ۴۲/۳ | ۵/۶ | ۳۳۷/۳ | ۲۹/۷ | ۴/۲ |

## بحث

امروزه پدیده فرسایش خاک به عنوان یکی از اصلی ترین فرایندهای تخریب اراضی در مناطق مختلف دنیا از جمله ایران به شمار می‌آید(Ahmadi, 2006). مطالعات متعددی جهت ارزیابی فرسایش خاک با استفاده از مدل‌های تجربی از جمله مدل راسل صورت گرفته است ( Ganasri et al, 2015; Wang et al, 2006; Demirci et al, 2012; Hoyos et al, 2005). رضایی و همکاران (۲۰۱۵) فرسایش خاک حوزه آبخیز گابریک استان هرمزگان در جنوب ایران را با استفاده از RS، GIS و مدل RUSLE برآورد نمودند، نتایج این تحقیق مؤثر بودن فناوری‌های نوین RS و GIS را برای تخمین مقادیر کمی فرسایش خاک تأیید می‌کند( Rezai et al,. 2015). همچنین پرانسکومار و همکاران (۲۰۱۳) بیان کرده‌اند که شاخص پوشش گیاهی NDVI یک شاخص مفید جهت تعیین شرایط پوشش بوده و می‌تواند به عنوان یک داده ورودی قابل اعتماد برای مدل‌های فرسایش خاک باشد (Prasannakumar et al, 2012). چشمه خاور و همکاران(۱۳۹۰) در تحقیقی به منظور بررسی تغییرات پوشش گیاهی تالاب هورالعظیم و اثرات احتمالی آن بر گرد و غبار در بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۳ نشان دادند که کاهش وسعت پوشش گیاهی سبب افزایش طوفان‌های گرد و غبار شده است که تایید کننده نتایج تحقیق حاضر می‌باشد(Cheshme khavr et al., 2010). در این تحقیق تاثیر تغییر پوشش اراضی بر روی روند فرسایش خاک منطقه مورد مطالعه بررسی شد. براساس نتایج به‌دست آمده در طول دوره مورد مطالعه بین سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۹۵ مساحت پهنه‌های آبی و پوشش گیاهی تالاب

هور العظیم کاهش یافته و بر مساحت اراضی بایر افزوده شده است؛ نتایج این بخش از تحقیق با نتایج حاصل از تحقیق اسکندری و همکاران (۱۳۹۶). برروی تالاب هورالعظیم همخوانی دارد (Eskandari damenh et al., 2017).. براساس یافته‌های تحقیق حاضر به‌نظر می‌رسد که تغییر در پوشش اراضی سبب افزایش فرسایش خاک و در نهایت تخریب اراضی در منطقه مورد مطالعه شده است که تحت تاثیر عواملی همچون خشکسالی، مدیریت نامناسب آب در حوزه‌های آبخیز بالا دست تالاب، سد سازی و انتقال آب بین حوزه‌ای و عدم اختصاص حق آبه برای اراضی پایین دست ایجاد شده است.

## نتیجه‌گیری

براساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، در محدوده زمانی بین سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ مساحت اراضی بایر افزایشه داشته است که ناشی از کاهش پوشش گیاهی و پهنه‌های آبی می‌باشد که نتیجه تغییر این مساحت‌ها در منطقه سبب افزایش درصد فرسایش خاک شده است. در این میان کاهش مساحت پهنه‌های آبی نقش مستقیمی بر تخریب پوشش گیاهی و کاهش سطح آن داشته است که سبب گردیده مناطق مستعد برای برداشت ذرات گردوغبار و تولید ریزگردهاایجاد شوند. ذرات معلق موجود در سطح کم ارتفاع اتمسفر که به عنوان گردوغبار معرفی می‌شوند یکی از مشکلات استان‌های جنوبی ایران و به‌ویژه استان خوزستان در یک دهه اخیر می‌باشند که سبب بروز پیامدهای منفی بهداشتی بر جوامع محلی و مناطق تحت تاثیر تالاب‌ها و همچنین اثار نامطلوب دیگر در سایر حوزه‌ها همچون کشاورزی و اکوتوریسم شده است. تاثیر عوامل اقلیمی از جمله افزایش دما و کاهش بارندگی که بصورت خشکسالی نمایان می‌گردد تا حدودی عامل طبیعی می‌باشد و این رخداد در طی زمان بارها رخ می‌دهد، اما در این میان نقش و دخالت فعالیت‌های انسانی که تاثیر مستقیمی بر تغییر تالاب داشته است را می‌توان با تامین حق آبه مورد نیاز و اجرای طرح‌های زیست محیطی همچون توسعه پایدار تالاب‌ها و جوامع محلی تا حدودی کاهش داد.

## منابع

احمدی، حسن (۱۹۹۹)، ژئومورفولوژی کاربردی ، جلد ۱ (فرسایش آب) ، چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران ، تهران ، ص ۶۸۸.

افضلی، سیدفخرالدین و زهرا غلامی نوبندگانی (۱۳۹۸)، مقاومت پوسته سطحی و خاک تالاب بختگان به فرسایش بادی و ایجاد ریزگرد تحت تاثیر خشکسالی. چهارمین کنگره بین المللی توسعه کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری ایران، تبریز-دانشگاه هنر اسلامی تبریز.

ایوبی، شمس الله.، خرمالی، فرهاد.، جویباری، شتابی، شعبان (۱۳۸۶)، استفاده از تکنیک زمین آمار در تعیین مناسب ترین ابعاد سلول مدل رقومی زمین برای برآورد مشخصه توپوگرافی (LS) مدل برآورد فرسایش RUSLE در منطقه تاش علیا (استان گلستان). پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ش۷۷: ص ۱۲۹-۱۲۲.

اسکندری دامنه، هادی.، حبشی، خلیل.، گرگین پور، داریوش.، پورمنافی، سعید (۱۳۹۶)، آشکارسازی روند تغییرات پوشش اراضی تالاب هور العظیم با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست۲۶ و ۲۷ اردیبهشت ۱۳۹۶، دانشگاه تهران، تهران.

چشمه خاور, بهاره.، امیر حسین چرخابی و فاضل ایرانمنش (۱۳۹۰)، بررسی تغییرات زمانی و مکانی پوشش گیاهی تالاب مرزی هورالعظیم خوزستان و اثرات احتمالی آن بر گرد و غبار. هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، شاهرود، دانشگاه صنعتی شاهرود.

رضائی، پیمان.، فریدی، پروانه.، قربانی، منصور.، کاظمی، محمد (۱۳۹۳)، برآورد فرسایش خاک با استفاده از مدل RUSLE و شناسایی مؤثرترین عامل آن در حوضهٔ آبخیز گابریک- جنوب خاوری استان هرمزگان، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، ش ۱: ص ۱۱۳-۹۷.

قربانی، رسول، تقی‌پور، علی‌اکبر، محمودزاده، حسن. (۱۳۹۱). ارزیابی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی محدوده تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آلماگل و آجی گل ترکمن صحرا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۳(۴)، ۱۶۷-۱۸۴.

مکرونی، سرور.، سبزقبایی، غلامرضا.، یوسفی خانقاه، شهرام.، سلطانیان، ستار (۲۰۱۶)، آشکارسازی روند تغییرات کاربری اراضی تالاب هورالعظیم با استفاده از تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(۳): ۸۹-۹۹.

Beguería, S., López-moreno, J. I., Gómez-villar, A., Rubio, V., Lana-renault, N., & García-ruiz, J. M. (2006). Fluvial adjustments to soil erosion and plant cover changes in the Central Spanish Pyrenees, Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 88(3), 177-186.

Brown, L. C., & Foster, G. R. (1987). Storm erosivity using idealized intensity distributions, Transactions of the ASAE, 30(2), 379-0386.

Bureau, R. (2000). Ramsar Handbooks for the Wise Use of Wetlands. Ramsar Convention Bureau, 3rd edn, (Ramsar Convention Secretariat: Gland, Switzerland). 240p.

Campbell, J. B. 1996. Introduction to Remote Sensing. New York: Guilford.

Chaafjiri, F. S., Karimzadegan, H., Hashemi, S. A., Abed, M. H. (2013). Study of Land Use Changes in AmirKelayeh Wetland using Remote Sensing Techniques (From 1981 to 2011), Bull. Env, Pharmacol, Life Sci, 2(9): 91-96.

Demirci, A., Karaburun, A. (2012). Estimation of soil erosion using RUSLE in a GIS framework: a case study in the Buyukcekmece Lake watershed, northwest Turkey, Environmental Earth Sciences, 66(3): 90.۹۱۳-۳.

Fan, F., Y. Wang.Z. Wang. 2008. Temporal and spatial change detecting (1998–2003) and predicting of land use and land cover in Core corridor of Pearl River Delta (China) by using TM and ETM+ images. Environmental Monitoring and Assessment, 137(1): 127-147.

Foster, G., Wischmeier, W. (1974). Evaluating irregular slopes for soil loss prediction, Transactions of the ASAE, 17(2): 305-0309.

Ganasri, B. P., & Ramesh, H. (2016). Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS-A case study of Nethravathi Basin, Geoscience Frontiers, 7(6), 953-961.

García-Ruiz, J. M., & Valero-Garcés, B. L. (1998). Historical geomorphic processes and human activities in the Central Spanish Pyrenees, Mountain Research and Development, 309-320.

Gross, J., Nemani, R., Turner, W ,.Melton, F. (2006). Remote sensing for the national parks, Park Science, 24(1): 30-36.

Haregeweyn, N., Berhe, A., Tsunekawa, A., Tsubo, M., Meshesha, D. T. (2012), Integrated watershed management as an effective approach to curb land degradation: a case study of the enabered watershed in Northern Ethiopia, Environmental management, 50(6): 1219-1233.

Haregeweyn, N., Tsunekawa, A., Nyssen, J., Poesen, J., Tsubo, M., Tsegaye Meshesha, D., Schütt, B., Adgo, E., Tegegne, F. (2015). Soil erosion and conservation in Ethiopia: A review. Progress in Physical Geography, 39(6): 750-774.

Hoyos, N. (2005). Spatial modeling of soil erosion potential in a tropical watershed of the Colombian Andes, Catena, 63(1): 85-108.

Issaka, S., & Ashraf, M. A. (2017). Impact of soil erosion and degradation on water quality: a review. Geology, Ecology, and Landscapes, 1(1), 1-11.

Keno, K., & Suryabhagavan, K. V. (2014). Multi-temporal remote sensing of landscape dynamics and pattern change in Dire district, Southern Ethiopia. J Geom, 8(2), 189-194.

Kidane, D., Alemu, B. (2015). The effect of upstream land use practices on soil erosion and sedimentation in the Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. Research Journal of Agriculture and Environmental Management. 4(2): 55-68.

Kinnell, P .(۲۰۰۰) .AGNPS-UM: applying the USLE-M within the agricultural non point source pollution model. Environmental Modelling & Software. 15(3): 331-341.

Kosmas, C., Danalatos, N., Cammeraat, L. H., Chabart, M., Diamantopoulos, J., Farand, R., Gutierrez, L., Jacob, A ,. Marques, H., Martinez-Fernandez, J. (1997). The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions, Catena, 29(1): 45-59.

Lambin, E. F., Geist, H., Rindfuss, R. R. (2006). Introduction: local processes with global impacts ,Land-use and land-cover change, Springer, 1-8.

Moore, I. D., Burch, G. J. (1986). Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation, Soil Science Society of America Journal, 50(5): 1294-1298.

Naderi, M. and M. Saatsaz (2020). "Impact of climate change on the hydrology and water salinity in the Anzali Wetland, northern Iran." Hydrological Sciences Journal 65(4): 552-570.

Ozesmi, S. L., Bauer, M. E. (2002). Satellite remote sensing of wetlands, Wetlands ecology and management, 10(5): 381-402.

Pradhan, B., Chaudhari, A., Adinarayana, J., Buchroithner, M. F. (2012). Soil erosion assessment and its correlation with landslide events using remote sensing data and GIS: a case study at Penang Island, Malaysia, Environmental monitoring and assessment, 184(2): 715-727.

Prasannakumar, V., Vijith, H., Abinod, S., & Geetha, N. (2012). Estimation of soil erosion risk within a small mountainous sub-watershed in Kerala, India, using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geo-information technology, Geoscience Frontiers, 3(2), 209-215.

Rawat, K. S., Mishra, A. K., Bhattacharyya, R. (2016). Soil erosion risk assessment and spatial mapping using LANDSAT-7 ETM+, RUSLE, and GIS—a case study. Arabian Journal of Geosciences, 9(4): 288.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., Porter, J. P. (1991). RUSLE: Revised universal soil loss equation. Journal of soil and Water Conservation, 46(1): 30-33.

Richards, J. A., Richards, J.(1999). Remote sensing digital image analysis, Springer.

Roose, E.(1996), Land husbandry: components and strategy, FAO Rome.

Singh, S., A. Bhardwaj and V. Verma (2020). "Remote sensing and GIS based analysis of temporal land use/land cover and water quality changes in Harike wetland ecosystem, Punjab, India." Journal of Environmental Management 262: 11035

Sharma, A., Tiwari, K. N., Bhadoria, P. (2011). Effect of land use land cover change on soil erosion potential in an agricultural watershed, Environmental Monitoring and Assessment, 173(1-4): 789-801.

Tadesse, L., Suryabhagavan, K. V., Sridhar, G., & Legesse, G. (2017). Land use and land cover changes and Soil erosion in Yezat Watershed, North Western Ethiopia. International Soil and Water Conservation Research, 5(2), 85-94.

Terranova, O., Antronico, L., Coscarelli, R., Iaquinta, P. (2009). Soil erosion risk scenarios in the Mediterranean environment using RUSLE and GIS: an application model for Calabria (southern Italy), Geomorphology, 112(3): 228-245.

Thornes, J. B., Wainwright, J.(2004). Environmental issues in the Mediterranean: processes and perspectives from the past and present, Routledge.

Van Remortel, R. D., Maichle, R. W., Hickey, R. J. (2004). Computing the LS factor for the Revised Universal Soil Loss Equation through array-based slope processing of digital elevation data using a C++ executable. Computers & Geosciences. 30(9): 1043-1053.

Verstraeten, G., Poesen, J. (2002). Regional scale variability in sediment and nutrient delivery from small agricultural watersheds, Journal of environmental quality, 31(3): 870-879.

Wang, E., Xin, C., Williams, J. R., Xu, C. (2006). Predicting soil erosion for alternative land uses. Journal of environmental quality, 35(2): 459-467.

Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning (No. 537), Department of Agriculture, Science and Education Administration.

Yang, D., Kanae, S., Oki, T., Koike ,T., Musiake, K. (2003). Global potential soil erosion with reference to land use and climate changes, Hydrological processes, 17(14): 2913-2928.

Zewdu, S., Suryabhagavan, K., Balakrishnan, M. (2016). Land-use/land-cover dynamics in Sego Irrigation Farm ,southern Ethiopia: A comparison of temporal soil salinization using geospatial tools. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 15(1): 91-97.

**Research Article**

# Assessments Land Cover change Effects on Soil Erosion Trend in Hoor al-Azim wetland, Southwestern of Iran

**Jasem Mayahi[1], Hadi Eskandari Damaneh[2], Alireza Zarasvandi[3*]**

1. Graduated MSc of Enviromental Geology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Chamran university of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. PhD Student of Combat to Desert, Faculty of Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
3*. Professor of Geology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Chamran university of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: 17-02-2020 Final Revised: 06-05-2020 Accepted: 03-10-2020

## Abstract

Soil erosion is an important factor that's not dependent to only geo-ecological factors, rather dependent to land use changes and landscaping too. In this study, assessments the land use changes and its effect on soil erosion in Hoor al-Azim wetland located at southwestern of Iran and southeastern of Iraq countries. To do this study, using Landsat satellite imagery in May 1986 and 2016. For classification imagery, using the maximum likelihood classification method. The land cover map of Hoor al-Azim wetland was prepared. The accuracy values of classification assessments with calculating Kapa coefficient and general accuracy assessments with using error matrix. For TM sensor image, Kapa coefficient and general accuracy calculated are respectively 85.0 and 92.0 and for OLI sensor image respectively 89.0 and 94.0. Next, the soil erosion of study area, assessments with using the Universal Equation Assessment of Soil Erosion (RUSLE) in a period from 1986 to 2016. The general results indicate that in the period between 1986 and 2016, the area of land cover floors with low erosion class has been reduced and the area of high erosion classes has been increased and mainly the erosion class of more than 5 tons per hectare per year. According to the information obtained for 1986, about 26% of the area and for 2016, about 41% of the area, the amount of erosion is more than acceptable and in some parts is critical. Therefore, the results of this study clarify the need to address this issue and provide protection and management solutions.

**Keywords**: Classification, Maximum Likelihood, RUSLE, Khuzestan province.

* Corresponding Author Email: zarvasvandi_a@scu.ac.ir

## References

## References (in Persian)

Afzali, Seyed Fakhreddin and Zahra Gholami Nobandegani (2019), Resistance of surface crust and soil of Bakhtegan wetland to wind erosion and dust formation under the influence of drought. 4th International Congress of Agricultural Development, Natural Resources, Environment and Tourism of Iran, Tabriz - Tabriz University of Islamic Arts. [In Persian]

Ahmadi H (1999), Applied geomorphology, vol 1 (water erosion), 3rd edn. University of Tehran Press, Tehran, p 688. [In Persian]

Ayoubi, S. A., F. Khormali and S. Shataei Jouybari. (2008), Optimal Resolution Invertigation of Digital Elevation model by goestatstcal technique to compute topographic factor (LS) for rusle equation in talesholia district, Golestan Province, Pajouhesh-VA-SAZANDEGI, 20(4) 77. [In Persian]

Cheshme khavr, B., A. Charkhabi, H. and F. Iranmanesh (2010). "Investigating the temporal and spatial changes of vegetation of Hoor Al-Azim border wetland in Khuzestan and its possible effects on dust." 7th Iranian Conference on Geological Engineering and Environment, Shahroud, Shahroud University of Technology: 10. [In Persian]

Eskandari damenh, H., habashi, Kh., Gorginpoor, D and Pourmanafi, S. (2017), Detection of land cover changes in Hoor Al Azim wetland using remote sensing and Geographical Information System (GIS), 4th International Conference on Environmental Planning and Management 26 and 27 May, Tehran university, Tehran. [In Persian]
Ghorbani, R., Taghipour, A., Mahmoudzadeh, H. (2013), Analysis and Evaluation of Land Use Changes in International Wetlands of Ala-Gol, Alma- Gol & Ajay-Gol In Turkaman Sahra, Using Multi-temporal Satellite Images. Geography and Environmental Planning, 23(4), 167-184.. [In Persian]]

Ghorbani, R., Taghipour, A., Mahmoudzadeh, H. (2013), Analysis and Evaluation of Land Use Changes in International Wetlands of Ala-Gol, Alma- Gol & Ajay-Gol In Turkaman Sahra, Using Multi-temporal Satellite Images. Geography and Environmental Planning, 23(4), 167-184.. [In Persian]

Makrouni,Soroor , .Gholam Reza Sabzghabaei, Shahram Yousefi Khanghah , Sattar Soltanian (2016), Detection of land use changes in Hoor Al Azim wetland using remote sensing and geographic information system techniques, RS & GIS for Natural Resources vol,7(Issue 3): 10. [In Persian]

Rezai, P., P. Faridi, M. Gorbani and M. Kazemi (2015), "Estimation of Soil Erosion Using the RUSLE Model and Identification of the Most Effective Factor in the Gabrick Watershed - Southeast of Hormozgan Province, Quantitative Geomorphology Research 1393(9). [In Persian]

### References (in English)

Beguería, S., López-moreno, J. I., Gómez-villar, A., Rubio, V., Lana-renault, N., & García-ruiz, J. M. (2006). Fluvial adjustments to soil erosion and plant cover changes in the Central Spanish Pyrenees, Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 88(3), 177-186.

Brown, L. C., & Foster, G. R. (1987). Storm erosivity using idealized intensity distributions, Transactions of the ASAE, 30(2), 379-0386.

Bureau, R. (2000). Ramsar Handbooks for the Wise Use of Wetlands. Ramsar Convention Bureau, 3rd edn, (Ramsar Convention Secretariat: Gland, Switzerland). 240p.

Campbell, J. B. 1996. Introduction to Remote Sensing. New York: Guilford.

Chaafjiri, F. S., Karimzadegan, H., Hashemi, S. A., Abed, M. H. (2013). Study of Land Use Changes in AmirKelayeh Wetland using Remote Sensing Techniques (From 1981 to 2011), Bull. Env, Pharmacol, Life Sci, 2(9): 91-96.

Demirci, A., Karaburun, A. (2012). Estimation of soil erosion using RUSLE in a GIS framework: a case study in the Buyukcekmece Lake watershed, northwest Turkey, Environmental Earth Sciences, 66(3): 90.٩١٣-٣.

Fan, F., Y. Wang.Z. Wang. 2008. Temporal and spatial change detecting (1998–2003) and predicting of land use and land cover in Core corridor of Pearl River Delta (China) by using TM and ETM+ images. Environmental Monitoring and Assessment, 137(1): 127-147.

Foster, G., Wischmeier, W. (1974). Evaluating irregular slopes for soil loss prediction, Transactions of the ASAE, 17(2): 305-0309.

Ganasri, B. P., & Ramesh, H. (2016). Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS-A case study of Nethravathi Basin, Geoscience Frontiers, 7(6), 953-961.

García-Ruiz, J. M., & Valero-Garcés, B. L. (1998). Historical geomorphic processes and human activities in the Central Spanish Pyrenees, Mountain Research and Development, 309-320.

Gross, J., Nemani, R., Turner, W ,.Melton, F. (2006). Remote sensing for the national parks, Park Science, 24(1): 30-36.

Haregeweyn, N., Berhe, A., Tsunekawa, A., Tsubo, M., Meshesha, D. T. (2012), Integrated watershed management as an effective approach to curb land degradation: a case study of the enabered watershed in Northern Ethiopia, Environmental management, 50(6): 1219-1233.

Haregeweyn, N., Tsunekawa, A., Nyssen, J., Poesen, J., Tsubo, M., Tsegaye Meshesha, D., Schütt, B., Adgo, E., Tegegne, F. (2015). Soil erosion and conservation in Ethiopia: A review. Progress in Physical Geography, 39(6): 750-774.

Hoyos, N. (2005). Spatial modeling of soil erosion potential in a tropical watershed of the Colombian Andes, Catena, 63(1): 85-108.

Issaka, S., & Ashraf, M. A. (2017). Impact of soil erosion and degradation on water quality: a review. Geology, Ecology, and Landscapes, 1(1), 1-11.

Keno, K., & Suryabhagavan, K. V. (2014). Multi-temporal remote sensing of landscape dynamics and pattern change in Dire district, Southern Ethiopia. J Geom, 8(2), 189-194.

Kidane, D., Alemu, B. (2015). The effect of upstream land use practices on soil erosion and sedimentation in the Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. Research Journal of Agriculture and Environmental Management. 4(2): 55-68.

Kinnell, P .(٢٠٠٠) .AGNPS-UM: applying the USLE-M within the agricultural non point source pollution model. Environmental Modelling & Software. 15(3): 331-341.

Kosmas, C., Danalatos, N., Cammeraat, L. H., Chabart, M., Diamantopoulos, J., Farand, R., Gutierrez, L., Jacob, A ,. Marques, H., Martinez-Fernandez, J. (1997). The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions, Catena, 29(1): 45-59.

Lambin, E. F., Geist, H., Rindfuss, R. R. (2006). Introduction: local processes with global impacts ,Land-use and land-cover change, Springer, 1-8.

Moore, I. D., Burch, G. J. (1986). Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation, Soil Science Society of America Journal, 50(5): 1294-1298.

Naderi, M. and M. Saatsaz (2020). "Impact of climate change on the hydrology and water salinity in the Anzali Wetland, northern Iran." Hydrological Sciences Journal 65(4): 552-570.

Ozesmi, S. L., Bauer, M. E. (2002). Satellite remote sensing of wetlands, Wetlands ecology and management, 10(5): 381-402.

Pradhan, B., Chaudhari, A., Adinarayana, J., Buchroithner, M. F. (2012). Soil erosion assessment and its correlation with landslide events using remote sensing data and GIS: a case study at Penang Island, Malaysia, Environmental monitoring and assessment, 184(2): 715-727.

Prasannakumar, V., Vijith, H., Abinod, S., & Geetha, N. (2012). Estimation of soil erosion risk within a small mountainous sub-watershed in Kerala, India, using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geo-information technology, Geoscience Frontiers, 3(2), 209-215.

Rawat, K. S., Mishra, A. K., Bhattacharyya, R. (2016). Soil erosion risk assessment and spatial mapping using LANDSAT-7 ETM+, RUSLE, and GIS—a case study. Arabian Journal of Geosciences, 9(4): 288.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., Porter, J. P. (1991). RUSLE: Revised universal soil loss equation. Journal of soil and Water Conservation, 46(1): 30-33.

Richards, J. A., Richards, J.(1999). Remote sensing digital image analysis, Springer.

Roose, E.(1996), Land husbandry: components and strategy, FAO Rome.

Singh, S., A. Bhardwaj and V. Verma (2020). "Remote sensing and GIS based analysis of temporal land use/land cover and water quality changes in Harike wetland ecosystem, Punjab, India." Journal of Environmental Management 262: 11035

Sharma, A., Tiwari, K. N., Bhadoria, P. (2011). Effect of land use land cover change on soil erosion potential in an agricultural watershed, Environmental Monitoring and Assessment, 173(1-4): 789-801.

Tadesse, L., Suryabhagavan, K. V., Sridhar, G., & Legesse, G. (2017). Land use and land cover changes and Soil erosion in Yezat Watershed, North Western Ethiopia. International Soil and Water Conservation Research, 5(2), 85-94.

Terranova, O., Antronico, L., Coscarelli, R., Iaquinta, P. (2009). Soil erosion risk scenarios in the Mediterranean environment using RUSLE and GIS: an application model for Calabria (southern Italy), Geomorphology, 112(3): 228-245.

Thornes, J. B., Wainwright, J.(2004). Environmental issues in the Mediterranean: processes and perspectives from the past and present, Routledge.

Van Remortel, R. D., Maichle, R. W., Hickey, R. J. (2004). Computing the LS factor for the Revised Universal Soil Loss Equation through array-based slope processing of digital elevation data using a C++ executable. Computers & Geosciences. 30(9): 1043-1053.

Verstraeten, G., Poesen, J. (2002). Regional scale variability in sediment and nutrient delivery from small agricultural watersheds, Journal of environmental quality, 31(3): 870-879.

Wang, E., Xin, C., Williams, J. R., Xu, C. (2006). Predicting soil erosion for alternative land uses. Journal of environmental quality, 35(2): 459-467.

Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning (No. 537), Department of Agriculture, Science and Education Administration.

Yang, D., Kanae, S., Oki, T., Koike ,T., Musiake, K. (2003). Global potential soil erosion with reference to land use and climate changes, Hydrological processes, 17(14): 2913-2928.

Zewdu, S., Suryabhagavan, K., Balakrishnan, M. (2016). Land-use/land-cover dynamics in Sego Irrigation Farm ,southern Ethiopia: A comparison of temporal soil salinization using geospatial tools. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 15(1): 91-97