مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره دهم، شماره بیست و هفتم، بهار ۱۴۰۰
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۲۴
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۰۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۱۲
صفحات: ۱۰۶ - ۹۱

مقاله (علمی پژوهشی)

پایش تغییرات نمایه‌های پرندگان و ماهیان تالاب بین‌المللی هامون با استفاده از ماتریس متقاطع کی‌سیم

ملیحه عرفانی*[۱]، فاطمه جهانی شکیب[۲]، مسعود رضائی[۳]

۱*. استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل
۲. استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه بیرجند
۳. دانش آموخته کارشناسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

چکیده

تغییرات بوم‌شناختی شدید تالاب‌های بین‌المللی هامون در دهه‌های اخیر منجر به قرار گرفتن آن در لیست سیاه مونترال شده است. از این رو در این پژوهش پیش‌بینی و اعتبارسنجی تغییرات نمایه‌های پرندگان و ماهیان در آینده برای این تالاب‌ها مورد توجه قرار گرفت. روش مورد استفاده ماتریس آثار متقاطع کی‌سیم بوده که توسط آن اثر هر متغیر بر دیگر متغیرها در بازه عددی ۳+ (اثر شدید و مثبت) تا ۳- (اثر شدید و منفی) توسط متخصصان محیط‌زیست ارزش‌گذاری شده است. با توجه به محدودیت‌های این روش از نظر تعداد متغیرها و فراوانی متغیرها، عوامل اثرگذار بر این نمایه‌ها در چهار دسته کلی تحت عنوان متغیر اقتصادی، اجتماعی، مدیریت حیات‌وحش و مدیریت منابع آب در نظر گرفته شد. به‌منظور به‌دست آوردن احتمالات متغیرها و پیش‌بینی ارزش نمایه‌ها در سال ۱۴۱۲، از مُد نظرات استفاده و روند آینده شبیه‌سازی شد. اعتبارسنجی مدل با استفاده از بازدیدهای میدانی طی دو سال متوالی انجام گرفت. نتایج حاصل از شبیه‌سازی کی‌سیم نشان داد که نمایه‌های پرندگان و ماهیان در طول سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۴۱۲ روند نزولی خواهند داشت. نمایه پرندگان به ترتیب از ۰/۷۷ به ۰/۲۸ و ماهیان از ۰/۶۰ به ۰/۲۲ خواهد رسید. بر اساس نتایج اعتبارسنجی، صحت مدل قابل قبول است و می‌توان با اطمینان به نتایج به‌دست آمده از نظرات کارشناسان در ماتریس اثرات متقاطع اعتماد کرد. این مطالعه نشان داد روش کی‌سیم به خوبی اثرات متقابل بین اجزاء سیستم را بررسی می‌کند و از این طریق قادر به پیش‌بینی اثرات آینده است. عوامل اقتصادی و اجتماعی ضعیف، خود منجر به بدتر شدن وضعیت نمایه‌های ماهیان و پرندگان می‌شود و با بدتر شدن این شرایط، فشار بر منابع نیز بیشتر خواهد شد. روند نزولی مدیریت حیات‌وحش و منابع آب نیز هشداری جدی است که باید مورد توجه تصمیم‌گیران قرار گیرد.

واژگان کلیدی: تالاب، هامون، KSIM، شبیه‌سازی متقاطع، نمایه.

*- ملیحه عرفانی (نویسنده مسئول) Email: maliheerfani@uoz.ac.ir

مقدمه

پایش بوم‌شناختی جهت آشکار ساختن خط‌مشی‌های مدیریت اکوسیستم ضروری است. پایش تغییرات در مقیاس اکوسیستم نیاز به ارزیابی پاسخ اکوسیستم و سازگاری آن با تغییرات و ارزیابی طرح‌های حفاظتی دارد (باچارت[۱] و همکاران، ۲۰۱۰). در بین اکوسیستم‌های با ارزش، تالاب‌ها با داشتن کارکردهای متنوع از قبیل تغذیه و تخلیه آب‌های زیرزمینی، کنترل سیلاب، تولید بیومس، تامین آب، توریسم، تنوع زیستی بالا، نگه‌داری رسوب و ده‌ها مورد دیگر مورد توجه هستند. آلودگی و تغییرات کاربری اراضی مانند توسعه مناطق صنعتی، کشاورزی و مناطق مسکونی تالاب‌های جهان را تهدید می‌کنند (اسپرینگت-باگینسک[۲] و همکاران، ۲۰۰۹). از این‌رو برخی از تالاب‌های بین‌المللی ثبت شده در کنوانسیون رامسر به‌دلیل مواجهه با چالش‌های فوری بوم‌شناختی در فهرست سیاه مونترال قرار گرفته‌اند. از ۴۸ تالاب این فهرست، هفت تالاب متعلق به ایران است که از این بین دو تالاب هامون پوزک و تالاب هامون صابوری و هیرمند در سیستان واقع شده است (کنوانسیون رامسر، ۲۰۱۶).

جهت پایش یک اکوسیستم آبی مانند تالاب از موجودات زنده وابسته به آن نظیر ماهیان، جلبک‌ها و پرندگان به‌عنوان شاخص زیستی[۳] استفاده می‌شود. این شاخص‌ها اولین موجوداتی هستند که به تغییرات محیط واکنش نشان می‌دهند (کامپانلا[۴] و همکاران، ۲۰۱۱). برخی از ویژگی‌های شاخص‌های زیستی، ساکن بودن، جمعیت مناسب، شناسایی راحت و داشتن رابطه در برابر نوسانات محیطی است (دی استادیلو[۵] و همکاران، ۲۰۰۵).

بر اساس روندهای گذشته می‌توان آینده را پیش‌بینی کرد. این پیش‌بینی منجر به کاهش ریسک‌های اجتناب‌ناپذیر در مدیریت منابع می‌شود (گودت و دورانس[۶]، ۲۰۱۱). یکی از روش‌های پرکاربرد جهت پیش‌بینی تغییرات، روش ماتریس متقاطع (کی‌سیم[۷]) است. این روش توسط تئودور گوردن[۸] و اولاف هلمر[۹] در سال ۱۹۶۶ توسعه داده شد. پیش‌بینی در این روش بر اساس یک سوال ساده انجام می‌شود که عبارت است از: آیا می‌توان آینده را بر اساس درک اینکه چه‌طور وقایع آینده ممکن است بر یکدیگر اثر متقابل داشته باشند، پیش‌بینی کرد؟ (گوردن، ۱۹۹۴). این روش بر اساس پویایی سیستم مورد مطالعه، آثار متقابل بین اجزاء سیستم را تجزیه و تحلیل می‌کند و احتمالات آینده را برآورد می‌کند. در این روش، اجزائی از سیستم مورد توجه قرار می‌گیرند که اثر مستقیم بر تحول سیستم داشته باشند (گودت، ۲۰۰۷). یکی از مزیت‌های این روش این است که با هر نوع سطحی از داده‌ها از برآوردهای ذهنی[۱۰] تا اندازه‌گیری‌های فیزیکی بسیار دقیق قادر به پیش‌بینی تغییرات سیستم است و رایانه قادر به پیش‌بینی منطقی آینده سیستم بر اساس فرضیات اساسی و نه الزامات متعصبانه است که ماهیت مدل‌سازی‌های اجتماعی، اقتصادی، فناورانه و بوم‌شناختی است (کنه[۱۱]، ۲۰۰۲). در نبود داده‌های کمی، ارزش‌های ذهنی و کارشناسی نقش مهمی در شکل‌گیری

[1] - Butchart
[2] - Springate-Baginsk
[3] - Bioandicator
[4] - Campanella
[5] - De Astudillo
[6] - Godet and Durance
[7] - KSIM (Kane simulation technique)
[8] - Theodore Gordon
[9] - Olaf Helmer
[10] - Subjective estimates
[11]- Kane

برنامه‌ریزی‌های حفاظتی دارند (کاروادین[1]، ۲۰۱۲). پژوهشگران زیادی از داده‌های ذهنی به‌دست آمده از دانش کارشناسی جهت ارزیابی مدیریت و توسعه راهبردهای مدیریتی در حوزه محیط‌زیست با استفاده از ماتریس اثرات متقاطع استفاده کرده‌اند که از آن جمله می‌توان به مطالعات ماورولیدو[2] و همکاران (۲۰۰۷)، کاروادین و همکاران (۲۰۱۲)، استین[3] و همکاران (۲۰۱۵)، والاس[4] و همکاران (۲۰۱۶) و عرب و همکاران (۱۳۹۷) اشاره کرد.

با توجه به اهمیت تالاب‌های بین‌المللی هامون و شدت تخریب آن در دهه‌های گذشته پایش و پیش‌بینی تغییرات این تالاب‌ها از نظر نمایه‌های ماهیان و پرندگان به‌عنوان شاخص‌های زیستی مد نظر قرار گرفت. تا کنون مطالعات گوناگونی بر روی تالاب‌های بین‌المللی هامون از جنبه‌های مختلف مانند تعیین نیاز آبی برای حفظ حیات گونه‌های پرندگان (پیری، ۱۳۸۹)، تغییرات در وضعیت آبگیری (شریفی‌کیا، ۱۳۸۹)، اثر خشکسالی بر محیط‌زیست طبیعی، فیزیکی و اقتصادی-اجتماعی (پیری و انصاری، ۱۳۹۲)، بررسی چالش‌های محیط‌زیستی تالاب هامون هیرمند به‌عنوان آب‌های بین‌مرزی (نجفی و وطن‌فدا، ۲۰۱۳)، ارتباط با گردشگری و رشد اقتصادی- اجتماعی (عرفانی و همکاران، ۲۰۱۵)، ارزیابی اثرات تغییر کاربری بر جریان آب رودخانه هیرمند و اکوسیستم تالاب هامون (حاجی حسینی و همکاران، ۲۰۱۶) انجام شده است. این تالاب در مطالعه خسروی (۱۳۸۹) به‌عنوان یکی از ناپایدارترین پهنه‌های آبی دنیا معرفی شده است که به‌دلیل وابستگی آن به آب ورودی هیرمند، دارای نوسانات شدید در سطح پهنه‌های آبی است. در این مطالعه هامون هیرمند به‌عنوان ناپایدارترین پهنه و هامون پوزک پایدارترین پهنه معرفی شده است. همچنین حسن‌زاده کیابی و همکاران (۱۳۸۳) در مطالعه مقایسه تالاب‌های ثبت شده ایران در دانشنامه تالاب‌های خاورمیانه نشان داده است که تالاب بین‌المللی هامون از جایگاه هفتم و تالاب بین‌المللی صابوری و هیرمند از جایگاه دهم در بین ۷۵ تالاب حائز اهمیت در ایران بر اساس ارزش‌های چندگانه پرندگان، ماهیان، عوامل تهدید کننده، مسائل اقتصادی- اجتماعی و موقعیت حفاظتی برخوردار بوده است.

با توجه به مرور منابع انجام شده تاکنون پایش تغییرات نمایه‌های مختلف وضعیت تالاب‌های بین‌المللی هامون و پیش‌بینی تغییرات نمایه‌ها مورد توجه قرار نگرفته است و از آنجایی‌که بررسی اثر بخشی مدیریت از طریق پایش تغییرات و جهت‌گیری راهبردهای مدیریتی از طریق پیش‌بینی تغییرات انجام می‌شود، تحقیق حاضر به پایش تغییرات نمایه‌های ماهیان و پرندگان و پیش‌بینی این نمایه‌ها با بهره‌گیری از روش ماتریس متقاطع کی‌سیم در این تالاب‌ها پرداخته است.

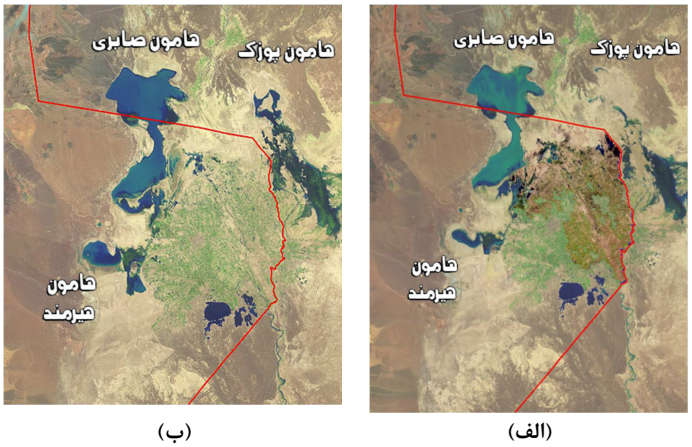
داده‌ها و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه تالاب‌های بین‌المللی هامون (تالاب هامون پوزک، تالاب هامون صابوری و هیرمند) است که دارای دامنه عمق ۱ تا ۵ متر بوده و در ناحیه کویری و بیابانی شرق کشور در منطقه سیستان واقع شده‌است.

[1] - Carwardine
[2] - Mavroulidou
[3] - Austin
[4] - Wallace

شکل (۱) میزان آبگیری این مجموعه تالابی را برای سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ نشان می‌دهد. مساحت تالاب هامون صابوری ۱۰۱۳۰۰ هکتار و هامون هیرمند ۶۵۶۰۰ هکتار است که در مجموع ۵۰۰۰۰ هکتار آن جزو سایت‌های کنوانسیون رامسر است (منصوری، ۲۰۱۲). متوسط ارتفاع کف تالاب صابوری ۴۷۵ متر و هامون هیرمند ۴۷۰ متر از سطح دریا است. بخش جنوبی تالاب پوزک در کشور ایران واقع شده که منطقه‌ای با مساحت ۱۴۹۰۰ هکتار را دربردارد و ۱۰۰۰۰ هکتار آن جزو سایت‌های کنوانسیون رامسر است. کف این تالاب ۴۹۰ متر از سطح دریا مرتفع تر است (منصوری، ۲۰۱۲). تالاب‌های سه‌گانه هامون از مهمترین زیستگاه‌های پرندگان مهاجر و بومی آبزی، کنار آبزی و خشکی زی، محل تلاقی سه ناحیه جغرافیای زیستی پالئارتیک (نیمه شمالی ایران) و آفریقایی (نیمه جنوبی ایران) و ایندو مالایان (استان سیستان و بلوچستان) است. بنابراین بسیاری از گونه‌های پرندگان با خواستگاه‌های متفاوت و گونه‌های زیادی از پرندگان در معرض خطر در این ناحیه زمستان گذرانی و جوجه‌آوری می‌کنند (ملکی نجف آبادی، ۱۳۸۹؛ پیری، ۱۳۹۰). این تالاب خدمات بسیاری را نظیر ماهی، پرنده، گیاهان آبزی به‌خصوص نی، فرصتی برای تفرج، تنظیم درجه حرارت و خشکی هوا و زیستگاهی برای پرندگان فراهم می‌کند که از نظر اقتصادی و اکولوژیک حائز اهمیت است (ملکیان، ۱۳۸۷؛ حلاج، ۱۳۹۴). تعداد ۱۹۰ گونه پرنده، ۳۰ گونه پستاندار، ۴۴ گونه خزنده، ۷ گونه دوزیست و ۲۲ گونه ماهی در این مجموعه تالابی گزارش شده است (نوری و همکاران، ۱۳۸۶). اهمیت بوم‌شناختی دریاچه هامون موجب گردیده تا در سطح ملی و بین‌المللی مورد توجه سازمان‌های مختلف، مدیران و محققان قرار گیرد. به نحوی که در سطح ملی در لیست مناطق حفاظت شده و پناهگاه حیات‌وحش قرار دارد و در سطح بین‌المللی یک ذخیره‌گاه زیست‌کره و هفتمین تالاب بین‌المللی جهان است که در سال ۱۹۷۲ میلادی در کنوانسیون رامسر ثبت شده است. در دهه‌های اخیر با خشک شدن تالاب در اکثر ماه‌های سال اغلب گونه‌های گیاهی آبدوست از بین رفته و برخی نیز جای خود را به گیاهان شورپسند و مقاوم به خشکی داده‌اند و حیات تمامی گونه‌های جانوران آبزی و پرندگان نیز با مخاطره مواجه شده است (رئیس‌پور و همکاران، ۱۳۸۷). به‌همین دلیل در سال ۱۹۹۰ این تالاب در فهرست سیاه تالاب‌های در معرض تغییرات اکولوژیک مونترال قرار گرفته است (نوری و همکاران، ۱۳۸۹).



(ب) (الف)

شکل ۱: تصاویر ماهواره‌ای LANDSAT- 8 سنجنده OLI مربوط به ۱۴ اردیبهشت ۱۳۹۵ (الف) و ۳۰ فروردین ۱۳۹۶ (ب): *سازمان فضایی ایران، ۱۳۹۹*

روش تحقیق

هدف پژوهش حاضر پایش تغییرات نمایه‌های ماهیان و پرندگان و پیش‌بینی این نمایه‌ها به روش ماتریس اثرات متقاطع کی‌سیم است. داده‌های میدانی از طریق پیمایش منطقه‌ای، مصاحبه با مردم بومی و جمع‌آوری مستندات منطقه هامون اعم از گزارشات سازمان محیط‌زیست، شیلات و طرح‌های پژوهشی جمع‌آوری شد. شناسایی و بررسی پرندگان، ماهیان و عوامل تهدید از فروردین ماه سال ۱۳۹۵ تا اواخر اسفند ماه ۱۳۹۶ به مدت ۸ فصل با استفاده از دوربین و از طریق پیمایش در تالاب با استفاده قایق موتوری و اتومبیل و راهپیمایی صورت گرفته است. جهت رسیدن به اهداف پژوهش، چهار مرحله به‌شرحی که در ادامه توضیح داده شده است انجام شد:

مرحله اول: تعیین نمایه‌ها و معیارهای اندازه‌گیری آنها

جهت پایش نمایه‌های ماهیان و پرندگان از ارزش‌های منتشر شده این نمایه‌ها توسط حسن‌زاده کیابی و همکاران (۱۳۸۳) استفاده شد تا امکان مقایسه شرایط حاضر با گذشته فراهم شود. معیارهای استفاده شده در پژوهش مذکور در پنج دسته شامل پرندگان، ماهیان، عوامل تهدیدکننده، مسائل اقتصادی- اجتماعی و موقعیت حفاظتی بوده که معیارهای کنوانسیون رامسر را پوشش می‌دهد. از این پنج دسته، معیارهای پرندگان و ماهیان مورد توجه این پژوهش قرار گرفت. از آنجایی که برخی از نمایه‌ها دارای جنبه مثبت و برخی منفی هستند، در این مطالعه تنها از معیارهای مثبت استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱: معیارهای مثبت تعیین‌کننده نمایه‌های پرندگان و ماهیان (برگرفته شده از حسن‌زاده کیابی و همکاران، ۱۳۸۳)

نمایه	معیار	زیر معیار	ارزش
پرندگان	۱- تالاب‌هایی که دارای جمعیت چشمگیری از پرندگان مهاجرند.	جمعیت بیشتر از ۱۰۰,۰۰۰	۵
		جمعیت بین ۲۵,۰۰۰ تا ۱۰۰,۰۰۰	۴
		جمعیت بین ۱۵,۰۰۰ تا ۲۵,۰۰۰	۳
		جمعیت بین ۵,۰۰۰ تا ۱۵,۰۰۰	۲
		جمعیت بین ۱,۰۰۰ تا ۵,۰۰۰	۱
		جمعیت کمتر از ۱,۰۰۰	۰
	۲- تالاب‌هایی که ۱٪ جمعیت نسل‌آور پرندگان را در خود جای می‌دهند.	تالاب بیش از ۵ گونه تولیدمثل کننده	۵
		تالاب دارای ۳ تا ۵ گونه تولیدمثل کننده	۴
		تالاب دارای ۳ گونه تولیدمثل کننده	۳
		تالاب دارای ۲ گونه تولیدمثل کننده تالاب دارای یک گونه تولیدمثل کننده	۲
		تالاب فاقد گونه تولیدمثل کننده	۱
			۰
	۳- تالاب‌هایی که دارای تنوع بسیاری از پرندگان آبزی هستند.	بیش از ۲۰ گونه	۵
		بین ۱۰ تا ۲۰ گونه	۴
		بین ۵ تا ۱۰ گونه	۳
		بین ۱ تا ۵ گونه	۲
		دارای ۱ گونه	۱
		فاقد گونه	۰
ماهیان	۱- تالاب دارای گونه‌های متنوعی از ماهیان	۹ گونه ماهی و بیشتر	۵
		۷ یا ۸ گونه ماهی	۴
		۵ یا ۶ گونه	۳

	۳ یا ۴ گونه	۲
	۱ یا ۲ گونه ماهی	۱
	تالاب بدون گونه ماهی	۰
۲- تالاب محل تخم‌ریزی ماهیان	۵ گونه ماهی تخم ریزی‌کننده	۵
	۴ گونه ماهی تخم‌ریزی‌کننده	۴
	۳ گونه ماهی تخم ریزی‌کننده	۳
	۲ گونه ماهی تخم‌ریزی‌کننده	۲
	۱ گونه ماهی تخم‌ریزی‌کننده	۱
	تالاب بدون گونه ماهی‌تخم‌ریزی کننده	۰
۳- تالاب محل رشد ماهیان و محلی برای گذراندن دوره زیستی حساس	تالاب پرورشگاه ۵ گونه ماهی و بیشتر	۵
	تالاب پرورشگاه ۴ گونه ماهی	۴
	تالاب پرورشگاه ۳ گونه ماهی	۳
	تالاب پرورشگاه ۲ گونه ماهی	۲
	تالاب پرورشگاه ۱ گونه ماهی	۱
	تالاب پرورشگاه هیچ گونه ماهی	۰
۴- تالاب دارای گونه اندمیک	۵ گونه ماهی در خطر تهدید و بیشتر	۵
	۴ گونه ماهی در خطر تهدید	۴
	۳ گونه ماهی در خطر تهدید	۳
	۲ گونه ماهی در خطر تهدید	۲
	۱ گونه ماهی در خطر تهدید	۱
	بدون ماهی در خطر تهدید	۰

در ادامه جهت پیش‌بینی نمایه‌های ماهیان و پرندگان از روش ماتریس اثرات متقاطع کی‌سیم استفاده شد. به این منظور عوامل موثر بر نمایه‌های مذکور شناسایی شد. محدودیت این روش از نظر تعداد متغیرها و فراوان بودن متغیرهای موثر بر این نمایه‌ها موجب گردید تا کلیه عوامل اثرگذار در چند دسته کلی تحت عنوان متغیر اقتصادی، اجتماعی، مدیریت حیات‌وحش و مدیریت منابع آب مورد توجه قرار گیرند. همچنین عواملی که خارج از سیستم مورد مطالعه قرار دارند مانند عدم تعهد دولت افغانستان نسبت به تامین حق‌آبه سیستان، دیپلماسی آب، تغییرات کلان اقلیمی و سوء مدیریت در سطح کلان تحت عنوان متغیر خارج از سیستم[1] در نظر گرفته شدند.

مرحله دوم: ارزش‌دهی به معیارهای ماهیان و پرندگان جهت پایش تغییرات

امتیازدهی به معیارهای ماهیان و پرندگان جهت به دست آوردن نمایه‌های ماهیان و پرندگان بر طبق مطالعه حسن‌زاده‌کیابی و همکاران (۱۳۸۳) انجام شد (جدول ۱). دامنه ارزش‌ها ۶ تایی و بین صفر تا پنج بوده که عدد پنج معرف آن است که تالاب کاملاً از معیار مربوطه برخوردار است و عدد صفر معرف عدم برخورداری تالاب از نظر معیار مذکور می‌باشد. جدول (۱) نحوه ارزش‌دهی به این معیارها را بر اساس زیرمعیارهای مربوطه نشان می‌دهد. امتیاز نهایی نمایه حاصل جمع امتیاز همه معیارهای آن است. امتیازدهی به معیارها بر اساس بازدید میدانی، داده‌های مستخرج از گزارشات سازمان محیط‌زیست و پرسش و پاسخ از مردم بومی صورت گرفت. عملیات میدانی و بازدید از ابتدای فروردین ماه سال ۱۳۹۵ تا اواخر اسفند ماه ۱۳۹۶ به مدت یک روز در هر ماه انجام شد. مقادیر استاندارد برای هر نمایه از تقسیم امتیاز نهایی نمایه بر حداکثر امتیاز ممکن به دست آمد. مقادیر استاندارد محاسبه شده از

[1] Outside world

نتایج حسن‌زاده‌کیابی و همکاران (۱۳۸۳) در ادامه به عنوان مقدار اولیه در تشکیل ماتریس اثرات متقاطع به کار رفت.

مرحله سوم: تشکیل ماتریس اثرات متقاطع و پیش‌بینی وضعیت نمایه‌ها به روش کی سیم

روش کی‌سیم یکی از کامل‌ترین مدل‌های موجود برای ارزیابی آثار متقاطع بین اجزای سیستم‌هاست، که تعاملات پیچیده‌ی بین متغیرها را در یک مدل غیرخطی ارائه و توصیف می‌نماید (عرب و همکاران، ۱۳۹۷). در این مطالعه جهت وزن‌دهی به ماتریس اثرات متقاطع کی سیم از مُد نظرات ۳۰ متخصص آشنا به منطقه استفاده شد. برای پیش‌بینی تغییرات متغیرها یک بازه زمانی سی ساله در نظر گرفته شد. از آنجایی که پیش‌بینی قابل اعتماد آینده سیستم بدون تعریف متغیرهای مناسب و شناخت ساختار و ارتباطات اجزاء سیستم امکان‌پذیر نیست (ماورولیدو و همکاران، ۲۰۰۷؛ کورال گوینتانا و همکاران[1]، ۲۰۱۶)، جهت تعیین متغیرهای موثر بر نمایه‌های پرندگان و ماهیان از کارشناسان نظرخواهی شد. با توجه به محدودیت این روش از نظر تعداد متغیرها و فراوانی متغیرهای موثر بر این نمایه‌ها، عوامل اثرگذار بر این نمایه‌ها، در چند دسته کلی تحت عنوان متغیر اقتصادی، اجتماعی، مدیریت حیات-وحش و مدیریت منابع آب در ماتریس اثرات متقاطع در نظر گرفته شد. فرض‌های اساسی روش کی‌سیم عبارتند از:

۱- متغیرهای سیستم دارای حداقل مقدار صفر و حداکثر یک هستند.

۲- افزایش یا کاهش یک متغیر با توجه به اثر منفی یا مثبت متغیرهای دیگر بر روی آن پیش‌بینی می‌شود.

۳- پاسخ متغیر به یک اثر معین، زمانی به صفر نزدیک می‌شود که متغیر نیز به مرز، آستانه یا نقطه اشباع نزدیک شده باشد.

۴- اثر یک متغیر بر روی سیستم بستگی به اندازه متغیر و شدت اثر دارد.

۵- تعامل پیچیده بین متغیرها از طریق ماتریس اثرات دودویی[2] بررسی می‌شود.

بر اساس این فرض‌ها تغییر در وضعیت (ارزش) یک متغیر با به توان رسیدن آن Pi(t) محاسبه می‌شود و از آنجایی که مقدار متغیرها بین صفر تا یک محدود است، مقادیر پیش‌بینی شده، باید در مقیاس صفر تا یک مجدداً استاندارد شوند. بنابراین برای هر متغیر در زمان مشخص (xi(t)) خواهیم داشت (کنه، ۲۰۰۲):

$$0<xi(t)<1, \text{ for all } i= 1, 2, \ldots, \text{ and all } t\geq 0$$

جهت اعمال محدوده صفر تا یک برای مقادیر متغیرهای پیش‌بینی شده، تغییرات هر متغیر در زمان (سال) بعد (xi(t+Δt) از طریق معادله (۱) محاسبه می‌شود:

$$x_i(t+\Delta t)= x_i(t)^{p} \qquad (۱)$$

مقادیر توان $P_i(t)$ بر اساس معادله (۲) محاسبه می‌شود:

[1] Corral Quintana
[2] Binary matrix

$$P_i t = \frac{1 + \frac{1}{2}\Delta t \sum_{J=1}^{M} \left[\left|a_{ij}x_j + \beta_{ij}\frac{dx_j}{dt}\right| - \left(a_{ij}x_j + \beta_{ij}\frac{dx_j}{dt}\right)\right] xi}{1 + \frac{1}{2}\Delta t \sum_{J=1}^{M} \left[\left|a_{ij}x_j + \beta_{ij}\frac{dx_j}{dt}\right| + \left(a_{ij}x_j + \beta_{ij}\frac{dx_j}{dt}\right)\right] xi} \quad (۲)$$

که در این معادله a_{ij} عناصر ماتریس هستند که اثر x_j را بر روی x_i بیان می‌کنند. β_{ij} عناصر ماتریس هستند که اثرات درصد تغییرات در متغیر x_j $(d(\ln x_j)/dt)$ را بر روی x_i بیان می‌کنند و Δt مدت زمان یک تکرار است.

از آنجایی که مقادیر a_{ij} و β_{ij} ثابت هستند معادله (۲) را می‌توان به‌صورت معادله (۳) تغییر داد:

$$\mathrm{Pi(t)} = \frac{1 + \Delta t \mid sum\ of\ negative\ impacts\ on\ xi \mid}{1 + \Delta t \mid sum\ of\ positive\ impacts\ on\ xi \mid} \quad (۳)$$

هنگامی که اثرات منفی بیشتر از اثرات مثبت باشند، Pi بزرگتر از یک بوده و مقادیر متغیر کاهش می‌یابد. در حالی‌که اگر اثرات منفی کمتر از اثرات مثبت باشند، Pi کوچکتر از یک بوده و متغیر افزایش می‌یابد و در نهایت زمانی که اثرات منفی و مثبت با هم برابر باشند، $p_i(t)$ برابر یک بوده و مقدار متغیر ثابت باقی می‌ماند.

همان‌طوری‌که گفته شد مقادیر اولیه[1] هر متغیر می‌تواند عددی بین صفر تا یک باشد. بر این اساس مقادیر مربوط به نمایه‌های پرندگان و ماهیان از مطالعه حسن‌زاده کیابی و همکاران (۱۳۸۳) در بازه صفر تا ۱ استاندارد شد و به‌عنوان مقدار اولیه نمایه‌ها در نظر گرفته شد. هر چه نمایه از وضعیت بهتری برخوردار باشد این عدد به یک و هر چه شرایط بدتری داشته باشد به صفر نزدیک می شود. دامنه ارزش‌ها در ماتریس متقاطع می‌تواند عددی بین منفی سه تا مثبت سه باشد. همچنین اثر متغیرهای خارج از سیستم نیز بر این ماتریس در ستون جداگانه‌ای در بازه منفی سه تا مثبت سه نظرسنجی شد و مدت زمان هر تکرار (Δt) در این شبیه‌سازی یک سال در نظر گرفته شد.

مرحله چهارم: اعتبارسنجی

روش اعتبارسنجی بکار رفته در این پژوهش تطبیق با داده‌های میدانی است. بدین ترتیب با مقایسه مقدار به‌دست آمده از شبیه‌سازی کی‌سیم با مقادیر حاصل از ارزش‌های به‌دست آمده در بازدیدهای میدانی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶ از صحت روش به‌کار رفته اطمینان حاصل گردید.

نتایج و بحث

پایش نمایه پرندگان و ماهیان

جدول (۲) نتیجه ارزیابی نمایه پرندگان و ماهیان را بر اساس مطالعه حسن‌زاده کیابی و همکاران (۱۹۸۳) و مطالعه حاضر نشان می‌دهد.

[1] Initial value

جدول۲: ارزیابی تالاب بر اساس نمایه‌های پرندگان و ماهیان

پژوهش	نام تالاب	نمایه پرندگان						نمایه ماهیان					
		معیار اول	معیار دوم	معیار سوم	امتیاز کل	مقدار استاندارد	معیار اول	معیار دوم	معیار سوم	معیار چهارم	امتیاز کل	مقدار استاندارد
پژوهش حاضر (۹۵-۱۳۹۶)	بخش‌های سه‌گانه هامون	۲	۳	۴	۹	۰/۶	۳	۳	۳	۱	۱۰	۰/۵
حسن‌زاده‌کیابی و همکاران(۱۳۸۳)	هامون صابوری و هیرمند	۴	۲	۳	۹		۵	۲	۲	۱	۱۰	
	هامون پوزک	۵	۴	۵	۱۴		۵	۴	۴	۱	۱۴	
	میانگین				۱۱/۵	۰/۷۷					۱۲	۰/۶

محک زدن تالاب‌های کشور اولین بار در کشور توسط حسن‌زاده کیابی و همکاران (۱۳۸۳) از نظر معیارهای پنج‌گانه که قبلاً ذکر گردید، به انجام رسید و مطالعه حاضر دومین تلاش جهت محک‌زدن دو تالاب بین‌المللی هامون است که در آن از داده‌های منتشر شده در گذشته جهت پایش و پیش‌بینی تغییرات نمایه‌های پرندگان و ماهیان استفاده شده است. نتایج این پایش نشان داد که بر اساس معیارهای مورد ارزیابی وضعیت نمایه‌های پرندگان و ماهیان نسبت به قبل (سال ۱۳۸۳) بدتر شده است (جدول ۲). بنابراین اگر چه منطقه مورد مطالعه (هامون‌های بین‌المللی پوزک و صابوری هیرمند) از نظر پنج دسته معیار پرندگان، ماهیان، عوامل تهدید کننده، مسائل اقتصادی- اجتماعی و موقعیت حفاظتی جز ده تالاب اول ایران بر اساس ارزیابی حسن‌زاده کیابی و همکاران در سال۱۳۸۳ بوده است، اما امروزه با بدتر شدن وضعیت آن از نظر متغیرهای بررسی شده احتمالاً جایگاه آن نیز در بین تالاب‌های کشور تنزل یافته است. بر خلاف نتایج تحقیق حاضر، شرایط در برخی تالاب های کشور بهبود یافته است. به عنوان نمونه در مطالعه احمدپور و همکاران (۱۳۹۳) وضعیت معیارهای پنج‌گانه در تالاب سرخرود استان مازندران نسبت به گذشته (۱۳۸۳) بهبود یافته است. مطابق با مطالعه مگننو[1] و همکاران (۲۰۱۹) در یکی از بزرگترین تالاب‌های آرژانتین، تغییرات در پوشش اراضی و افزایش خاک لخت یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر کاهش نمایه‌های پرندگان و ماهیان است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

پیش‌بینی تغییرات معیارهای پرندگان و ماهیان

جدول ۳ و ۴ ماتریس اثرات متقاطع را به ترتیب برای پرندگان و ماهیان نشان می‌دهد. در این جداول مقادیر اولیه نمایه پرندگان و ماهیان بر اساس مطالعه حسن‌زاده‌کیابی و همکاران (۱۳۸۳) و مقادیر اولیه سایر متغیرها به همراه اثرات متقابل متغیرها بر روی یکدیگر بر اساس مد نظرات ۳۰ متخصص وارد شده است.

[1] Magnano

جدول ۳: ماتریس اثرات متقاطع برای نمایه پرندگان (اثر ستون بر ردیف)

	مقادیر اولیه	مدیریت آب	عوامل اقتصادی	عوامل اجتماعی	مدیریت حیات وحش	پرندگان	اثر عوامل خارج از سیستم
مدیریت آب	۰/۴	۰	۰	۰	۰	۰	-۲
عوامل اقتصادی	۰/۵	-۳	-۱	-۱	-۱	۱	-۲
عوامل اجتماعی	۰/۶	۰	-۲	-۱	۰	۰	-۲
مدیریت حیات‌وحش	۰/۴	-۲	-۲	-۳	۰	۰	-۲
پرندگان	۰/۷۷	-۳	-۳	-۲	-۲	۱	-۳

جدول ۴: ماتریس اثرات متقاطع برای نمایه ماهیان (اثر ستون بر ردیف)

	مقادیر اولیه	مدیریت آب	عوامل اقتصادی	عوامل اجتماعی	مدیریت حیات وحش	ماهیان	اثر عوامل خارج از سیستم
مدیریت آب	۰/۴	۰	۰	۰	۰	۰	-۲
عوامل اقتصادی	۰/۵	-۳	-۱	-۱	-۱	۲	-۲
عوامل اجتماعی	۰/۶	۰	-۲	-۱	۰	۰	-۲
مدیریت حیات-وحش	۰/۴	-۲	-۲	-۳	۰	۰	-۲
ماهیان	۰/۶	-۳	-۱	۰	۱	۲	-۳

مقادیر توان به دست آمده از جداول ۳ و ۴ برای معیارهای پرندگان و ماهیان در روش شبیه‌سازی کی‌سیم استفاده شد و نتایج به‌صورت جدول ۵ به‌دست آمد. همان طوری‌که در این جدول نشان داده شده است مقادیر توان برای تمامی متغیرها از جمله نمایه‌های پرندگان و ماهیان روند نزولی دارد. در این جدول P1 تا P4 به ترتیب نشان دهنده مدیریت آب، عوامل اقتصادی، عوامل اجتماعی، مدیریت حیات وحش و P5 نمایه پرندگان و یا ماهیان را نشان می‌دهد. لازم به‌ذکر است که در جدول ردیف‌های رنگی نشان داده دهنده‌ی سال‌هایی هستند که با استفاده از مدل اعتبارسنجی شده‌اند.

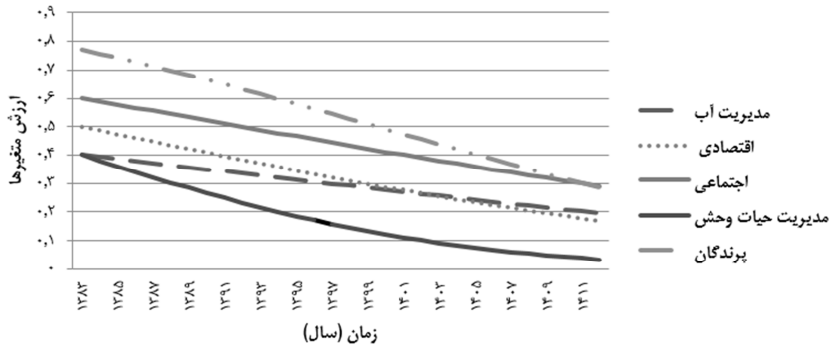
جدول ۵: مقادیر توان (P_i) جهت پیش‌بینی تغییرات نمایه‌های پرندگان و ماهیان در سال‌های مختلف

	مقادیر P_i متغیرهای موثر بر نمایه پرندگان					مقادیر P_i متغیرهای موثر بر نمایه ماهیان				
سال	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**
۱۳۸۳	۱/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۶	۱/۰۷	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۶	۱/۰۳
۱۳۸۴	۱/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۶	۱/۰۷	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۶	۱/۰۳
۱۳۸۵	۱/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۷	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۳
۱۳۸۶	۱/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۷	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
۱۳۸۷	۱/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
۱۳۸۸	۱/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
۱۳۸۹	۱/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
۱۳۹۰	۱/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
۱۳۹۱	۱/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
۱۳۹۲	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
۱۳۹۳	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳

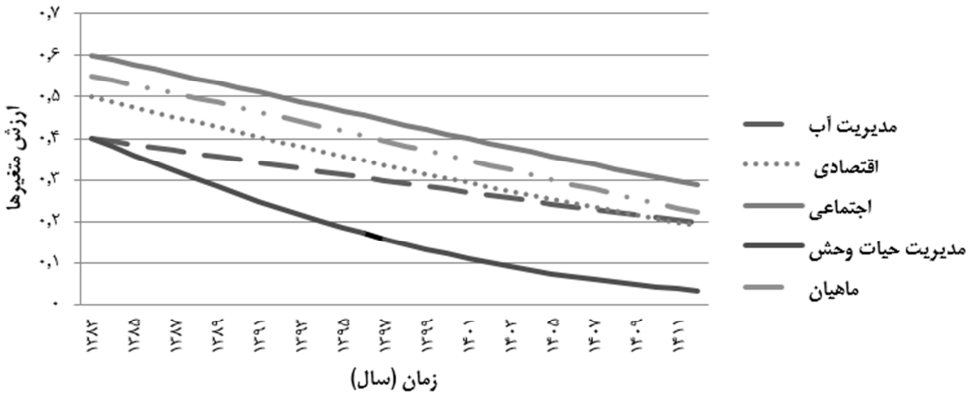
۱۳۹۴	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
*۱۳۹۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
*۱۳۹۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
۱۳۹۷	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
۱۳۹۸	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳
۱۳۹۹	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۰۰	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۰۱	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۰۲	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۰۳	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۰۴	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۰۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۰۷	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۰۸	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۰۹	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۱۰	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۱۱	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳
۱۴۱۲	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۳

* سال‌هایی که مدل اعتبارسنجی شده است (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶)

بر اساس توان‌های به دست آمده از جدول ۵ مقادیر متغیرهای مورد بررسی تا سال ۱۴۱۲ (در بازه ۰ تا ۱) پیش‌بینی شد. روند تغییرات این متغیرها به همراه نمایه‌های پرندگان و ماهیان در شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب نشان داده شده است.



شکل ۲: روند پیش‌بینی شده تغییرات نمایه پرندگان



شکل ۳: روند پیش‌بینی شده تغییرات نمایه ماهیان

بر اساس نتایج به دست آمده تمامی متغیرهای به کار رفته در سیستم مورد مطالعه در روش کی‌سیم روندی نزولی داشته که نشان می‌دهد علاوه بر نمایه‌های مورد نظر، شرایط برای سایر متغیرها نیز بدتر خواهد شد. این مساله رابطه تنگاتنگ بین اجزاء مساله را به خوبی نمایان می‌سازد، چرا که عوامل اقتصادی و اجتماعی ضعیف، خود منجر به بدتر شدن وضعیت نمایه‌های ماهیان و پرندگان می‌شود و با بدتر شدن شرایط اقتصادی و اجتماعی مردم بومی، فشار بر منابع پرندگان و ماهیان نیز بیشتر خواهد شد و بنابراین باز هم کاهش بیشتر این نمایه‌ها مورد انتظار خواهد بود (شکل‌های ۲ و ۳). روند نزولی مدیریت حیات‌وحش و منابع آب نیز هشداری است که باید به‌طور جدی مورد توجه تصمیم‌گیران قرار گیرد. نمونه چنین سوء مدیریت‌هایی در بحران‌های محیطی اخیر مانند سیلاب‌ها و وخامت بیشتر وضعیت بوم‌شناختی تالاب هامون و متعاقب آن کوچ بومیان و خالی از سکنه شدن بسیاری از روستاها به‌علت شرایط بد اقتصادی اجتماعی کاملاً مشهود است. بنابراین این شیوه مدیریت نمی‌تواند جوابگوی نیازهای جامعه رو به رشد باشد و نیاز به تغییر شیوه تفکر و اصلاح روندهای گذشته دارد. هر چند که باید اذعان کرد که تنها عوامل داخل سیستم در شکل‌گیری وضعیت متغیرها دخیل نیستند و نقش عوامل خارج از کنترل ما که تحت عنوان متغیرهای خارج از سیستم در روش کی‌سیم مورد توجه است، نیز منفی است (جدول ۳ و ۴). قرار گرفتن این تالاب‌ها در محل تلاقی سه کشور ایران، افغانستان و پاکستان اهمیت متغیرهای خارج از سیستم مانند همکاری‌های بین‌المللی را دوچندان کرده است (نوری و همکاران، ۱۳۸۶) و در این راستا راهی بسیار سخت در پیش است. چرا که حیات مجموعه تالابی به آب رودخانه هیرمند وابسته است و بر اساس مطالعه پیری (۱۳۸۹) حتی با حق‌آبه مصوب، نیاز آبی تالاب‌ها فراهم نمی‌شود. از آنجائیکه بر اساس مطالعه خسروی (۱۳۸۹) هامون هیرمند از شرایط هیدرولوژیک ناپایدارتری نسبت به سایر هامون‌ها برخوردار است، اولویت بهسازی شرایط بوم‌شناختی با این هامون است. نتایج حسن‌زاده کیابی (جدول ۲) نیز این مساله را تایید می‌کند. پیش‌بینی تغییرات بوم‌شناختی تالاب‌ها در مطالعات Hu و همکاران (۲۰۱۹) در خلیجی در چین نیز مورد توجه قرار گرفته است. آنها نشان دادند شرایط بوم‌شناختی این تالاب تحت سناریوهای مختلف از جمله سناریوی حفاظت، در آینده بدتر خواهد شد که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد.

اعتبارسنجی

بررسی مقادیر به دست آمده از پیش‌بینی مدل به روش کی‌سیم برای نمایه‌های پرندگان در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶، ۰/۵۸ و ۰/۵۶و ماهیان برای این سال‌ها ۰/۴۸ و ۰/۴۷ بوده (شکل ۲ و ۳) که این اعداد شبیه‌سازی شده با ارزش‌های واقعی به‌دست آمده توسط نویسندگان (بر اساس بازدیدهای میدانی، داده‌های مستخرج از گزارشات سازمان محیط-زیست و پرسش و پاسخ از مردم بومی) برای نمایه پرندگان (۰/۶) و نمایه ماهیان (۰/۵) تفاوت چندانی ندارد (جدول ۲). از این رو اعتبار مدل قابل قبول است و می‌توان با اطمینان به نتایج به‌دست آمده از نظرات کارشناسان در ماتریس اثرات متقاطع اعتماد کرد.

نتیجه‌گیری

امروزه نگرانی در مورد آینده از جنبه‌های مختلف زیست‌محیطی رو به افزایش است و همگان واقفند که شرایط محیط‌زیست درحال بدتر شدن است. این مساله در سیستان که حیات آن وابسته به آب رودخانه هیرمند است در دهه‌های اخیر کاملاً مشهود است. با این حال نیاز به معیارها، نمایه‌ها و روش‌هایی است که بتوان وخامت اوضاع را کمی کرد و با شبیه‌سازی تغییرات در آینده، آن را مبنای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و جهت‌گیری‌های راهبردی قرار داد. از این رو نمایه‌های پرندگان و ماهیان مورد توجه این تحقیق قرار گرفت و نشان داد که نمایه‌های مذکور از سال ۱۳۸۳ تا سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ با وضعیت بدتری مواجه بوده است، همچنین پیش‌بینی انجام شده به روش کی‌سیم ضمن برخورداری از اعتبار کافی، نشان داد که به خوبی قادر است اثرات متقابل بین اجزاء سیستم را بررسی و بر اساس این اثرات، آینده را پیش‌بینی کند. بر اساس این روش شرایط بدتری در آینده (تا سال ۱۴۱۲) برای همه متغیرهای سیستم مورد مطالعه مورد انتظار است.

اگرچه برطرف کردن نیازهای اولیه انسان در اولویت بیشتری نسبت به حفظ محیط‌زیست قرار دارد، اما باید توجه داشت که بدون محیط سالم نیز امکان بقا انسان نیست. این مطالعه نشان داد که مسائل مختلف اقتصادی- اجتماعی و بوم‌شناختی درگیر و در هم تنیده هستند و مسائل اجتماعی و اقتصادی را نمی‌توان جدا از مسائل بوم‌شناختی در نظر گرفت، از این رو نیاز به همکاری همه بدنه دولت از طریق وفاق، همسویی، وحدت رویه و تشریک مساعی بین دستگاه‌ها و نهادهای اداری، اجرایی و پژوهشی مربوطه و همچنین همکاری‌های بین‌المللی است.

مطالعاتی که از معیارهای ارزیابی و نتایج دیگران جهت پایش تغییرات شرایط بوم‌شناختی استفاده کنند در ایران بسیار اندک است که در این رابطه پیشنهاد می‌شود روش‌شناسی و معیارهای مورد تایید صاحب‌نظران پیشکسوت که تجربه‌های ارزشمندی در مورد مسائل محیط زیستی کشور دارند مورد توجه سایر پژوهشگران قرار گیرد. در نهایت نویسندگان امیدوارند نتایج این مطالعه در اتخاذ تصمیم‌های راهبردی خردمندانه مورد توجه مدیران و برنامه‌ریزان قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

بخشی از این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه زابل (شماره گرنت: UOZ-GR-9718-68) انجام شد.

منابع

احمد پور، موسی؛ احمدپور، محسن؛ حسینی، سیدحمید؛ هوشیار، فرزاد؛ حسن‌زاده حسین‌آبادی، حسن، سینکاکریمی، محمد حسین (۱۳۹۳). بررسی جایگاه حفاظتی تالاب سرخرود با استفاده از وضعیت پرندگان، انطباق با معیارهای انتخاب IBA و کنوانسیون رامسر، فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب، سال ۶، شماره ۴ ، صص ۲۰-۵.

پیری، حلیمه (۱۳۹۰). برآورد نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب هامون، اکوبیولوژی تالاب، سال ۲، شماره ۶، صص ۶۹-۵۷.

پیری، حلیمه؛ انصاری، حسین (۱۳۹۲). بررسی خشکسالی دشت سیستان و تاثیر آن بر تالاب بین‌المللی هامون، مجله اکوبیولوژی تالاب، سال ۵، شماره۱، صص ۷۴-۶۳.

حسن‌زاده کیابی، بهرام؛ مجنونیان، هنریک؛ گشتاسب میگونی، حمید؛ منصوری، جمشید (۱۳۸۳). معیارهای پیشنهادی برای ارزیابی جایگاه حفاظتی تالاب‌های ایران، مجله محیط شناسی، شماره ۳۳، صص ۸۹- ۷۴.

حلاج، زینب؛ صدیقی، حسن؛ فرهادیان، همایون (۱۳۹۴). اثرات زیست‌محیطی توفان‌های گرد و غبار در جنوب شرقی ایران (مورد مطالعه: تالاب هامون)، کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در علوم کشاورزی و محیط‌زیست، مالزی، موسسه سرآمد همایش کارین، ۲۴ آذر ۹۴، [http://www.civilica.com/Paper-ASECONF01-ASECONF01_180.html].

خسروی، محمود (۱۳۸۹). تحلیل زمانی- مکانی پایدار دریاچه‌های هامون، تحقیقات منابع آب ایران، سال ۶، شماره ۳، صص ۷۹-۶۸.

رئیس‌پور، کوهزاد؛ طاوسی، تقی؛ خسروی، محمود (۱۳۸۷)، خشکسالی و اثرات نامطلوب آن بر اکوسیستم‌های گیاهی و جانوری تالاب هامون، اولین همایش ملی تالاب‌های ایران، اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۴ اسفند ۱۳۸۷، [https://www.civilica.com/Paper-WETLAND01-WETLAND01_093.html].

سازمان فضای ایران (۱۳۹۹). پایش ماهواره ای دریاچه های هامون سیستان در سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶. [https://isa.ir] [۲۰۲۰/۵/۲۹].

شریفی‌کیا، محمد (۱۳۸۹). پایش تغییرهای تراز آبی در دریاچه هامون، مبتنی بر تحلیل سری زمانی تصاویر سنجش از دوری، برنامه ریزی و آمایش فضا، سال ۱۴، شماره ۳، صص ۱۷۵- ۱۵۵.

عرب، نرگس؛ میرکریمی، سیدحامد؛ سلمان ماهینی، عبدالرسول (۱۳۹۷). کاربرد روش ماتریس متقابل کی‌سیم (KSIM) در ارزیابی اثر ترافیک شهری بر روی کیفیت هوا (مطالعه‌ی موردی: شهر تهران)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، Doi: 10.22034/jest.2018.10483.1906

ملکی نجف آبادی، سعیده؛ راهداری، وحید؛ حبیبی، حسین؛ عبدلی، مهدی (۱۳۸۹). کاربرد سنجش از دور در مطالعه وضعیت زیست‌محیطی گونه‌های پرندگان ذخیره‌گاه‌های آبی چاه‌نیمه‌ها، چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط‌زیست، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده محیط‌زیست، ۱۰ آبان ۱۳۸۹، [http://www.civilica.com/Paper-CEE04-CEE04_694.html].

نوری، غلامرضا؛ اربابی، طیبه؛ نوری، سهیلا (۱۳۸۶). تالاب هامون حیات سیستان، تهران: انتشارات سپهر، ۱۳۱ص.

نوری، غلامرضا؛ شهریاری، علیرضا؛ عرفانی، ملیحه؛ کریمی، صادق (۱۳۸۹). اطلس گونه‌های شاخص گیاهی و جانوری استان سیستان و بلوچستان، تهران: انتشارات سپهر، ۲۴۴ ص.

Austin, Z., Mcvittie, A., Mccracken, D., Moxey, A., Moran, D., White, O.C.L., (2015). Integrating quantitative and qualitative data in assessing the cost-effectiveness of biodiversity conservation programmes. Biodiversity and Conservation, Vol. 24, No. 6, 1359–1375.

Butchart, S., Walpole, M., Collen, B., Strien, A., Scharlemann, J., Almond, R., Baillie J.E., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E. ,Watson, R., (2010). Global biodiversity: indicators of recent declines. Science, Vol. 328, 1164- 1168.

Campanella, L., Conti, M.E., Cubadda, F., Sucapane, C., (2001). Trace metals in seagrass, algae and molluscs from an uncontaminated area in the Mediterranean. Environmental Pollution, Vol. 111, No.1, 117-126.

Carwardine, J., Oconnor, T., Legge, S., Macke, B., Possingham, H.P., Martin, T.G., (2012). Prioritizing threat management for biodiversity conservation. Conservation Letters, Vol. 5, 196–204.

Corral Quintana, S., Legna de la Nuez, D., Legna Verna, C., Hernandez Hernandez, J., Romero Manrique de Lara, D., (2016). How to improve strategic decision-making in complex systems when only qualitative information is available. Land Use Policy, Vol. 50, 83–101.

De Astudillo, L. R., Yen, I. C., Bekele, I., (2005). Heavy metals in sediments, mussels and oysters from Trinidad and Venezuela. Revista de biología tropical, Vol. 53, No.1, 41-53.

Erfani, M., Afrougheh, S., Ardakani, T., Sadeghi, A., (2015). Tourism positioning using decision support system (case study: Chahnime-Zabol, Iran). Environ Earth Sci., Vol. 74, No. 4, 3135-3144.

Godet, M., (2007). Manuel de prospective stratégique. Paris: Dunod. 3th edition. Pp 279.

Godet, M., Durance, P., (2011). Strategic Foresight for Corporate and Regional Development. UNESCO, pp 180.

Gordon. T. G. 1994. Cross Impact Method. United Nation, University Millennium Project. Futures Research Methodology. Pp. 1-2.

Hajihosseini, H., Hajihoseini, M., Morid, S., Booij, M., (2016). Hydrological Assessment of the 1973 Treaty on the Transboundary Helmand River, Using the SWAT Model and a Global Climate Database. Water Resources Management, Vol. 30, No. 13, 4681-4694.

Hu, H., Liu, J., Zheng, C., Zhang, D., Huang, K., (2020). Evaluation of historical and future wetland degradation using remote sensing imagery and land use modeling. Land Degradation and Development., Vol. 31, No. 1, 65-80.

Kane, J., (2002). A Primer for a New Cross-Impact Language KSIM. Tecnological Forecasting and Social Change, Vol. 4, No. 1, 129-142.

Magnano, A.L., Fracassi, N.G., Nanni, A.S., Quintana, R. D., (2019). Changes in bird assemblages in an afforestation landscape in the Lower Delta of the Paraná River, Argentina. Emu - Austral Ornithology, Vol. 119, No. 4, 346-354.

Mansoori, J., (2012.) National Reports submitted to the 11th meeting of the Conference of the Contracting Parties. Islamic Republic Of Iran. [http://www.ramsar.org],[11 February 2020].

Mavroulidou, M., Hughes, S.J., Hellawell, E.E., (2007). Developing the interaction matrix technique as a tool assessing the impact of traffic on air quality. Journal of Environmental Management, Vol. 84, 513–522.

Najafi, A., Vatanfada, J., (2013). TransboundaryTransboundary Water Management Improvements, the Way Forward in the Middle East; Case Study: TransboundaryTransboundary Water Management of Iran and Neighbors. Geopolitics Quarterly, Vol. 8, No. 4,135-155.

Ramsar (Convention on Wetlands)., (2016). List of Wetlands of International Importance included in the Montreux Record. [https://www.ramsar.org/document/list-of-wetlands-of-international-importance- included-in-the-montreux-record], [11 February 2020].

Springate-Baginski, O., Allen, D., Darwall, W.R.T. (eds.), (2009). An Integrated Wetland Assessment Toolkit: A guide to good practice. Gland Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: IUCN Species Programme, 144p.

Wallace, K.J., Wagner, C., Smith, M.J., (2016). Eliciting human values for conservation planning and decisions: A global issue. Journal of Environmental Management, Vol. 170, 160-168.

Research Article

Changes detection of birds and fishes indicators using cross-impact matrix of KSIM in Hamoon international wetlands

Malihe Erfani[1*], Fatemeh Jahanishakib[2], Masoud Rezaei[3]

1*. Assistant Professor of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran

2. Assistant Professor of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Birjand, Birjand, Iran

3. Graduate in Environmental Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran

Received: 13-02-2020 Final Revised: 29-05-2020 Accepted: 03-10-2020

Abstract

In recent decades, the drastic ecological changes of Hamoon international wetlands placed them on the Montreal blacklist. Therefore, this study aimed to predict and validate the changes of birds and fishes indicators for the future of these wetlands. KSIM is the used method (Kane Simulation Technique to measure the impact of different variables ranged from +3 (severe and positive effect) to -3 (severe and negative effect); is evaluated by environmental experts. Due to the limitations of this method in multivariate analysis (because of the numbers and abundance of variables), the affecting factors on indicators have been grouped into four categories of economic, social, wildlife management and water resources management. To obtain probabilities of variables and predict the value of indicators in 2034, the mode of experts' ideas was used and future trends were simulated. Model validation was performed by field surveying in two consecutive years. The results of the KSIM simulation estimated that the bird and fish indicators will continue to decrease during the period 2004-2034; from 0.77 to 0.28 and 0.60 to 0.22, respectively. Based on the validation results, the validity of the model is acceptable, which can be confidently used based on the results obtained from the experts' ideas in the cross-effects matrix. This study showed that the KSIM method can properly investigates the interactions between system components and therefore is able to predict future conditions. Economic and social problems lead to the decline of fishes and birds indicators; and deterioration of the situation put relatively more pressure on resources. The downward trend in wildlife management and water resources is also a serious warning that must be considered in decision-making processes.

Keywords: Wetland, Hamoon, KSIM, Cross-Impact simulation, Indicator.

* Corresponding Author Email: maliheerfani@uoz.ac.ir

References

References (in Persian)

Ahmadpour, M., Ahmadpour, M., Hosseini, S.H., Hoshiar, F., Hasanzadeh Hossein Abadi, H., Sinkakarimi, M.H., (2015). Study of the International Sorkhrud Wetland's Conservation Position, Using to the Birds Status, Compliance with the Important Bird and Biodiversity Areas Selection Criteria and Ramsar Convention. Wetland Ecobiology. Vol. 6, No. 4. 5-20. [In Persian]

Arab, N., Mirkarimi, S.H., Salmanmahiny, A., (2019). Application of KSIM method in assessing the impact of urban traffic on air quality (case study: Tehran City), Journal of Environmental Science and Tecnology, Doi: 10.22034/jest.2018.10483.1906. [In Persian]

Hallaj, Z., Seddighi, H., Farhadiyan, H., (2015). Environmental effects of dust storms in southeastern Iran (Case study: Hamoon Wetland), International Conference on Modern Research in Agricultural and Environmental Sciences, Malaysia, Institute of Karine, 15 December 2015,[http://www.civilica.com/Paper-ASECONF01-ASECONF01_180.html].[In Persian]

Hasanzadeh- Kiabi, B., Madjnonian, H., Meygouni, H., Mansouri, J., (2004). Criteria for assessing the conservation status of Iranian wetlands. Journal of Environmental Studies, No. 33, 74- 89. [In Persian]

Iranian Space Agency., (2020). Satellite monitoring of Hamoon Sistan lakes in 2016 and 2016. [https://isa.ir] [29/5/2020]. [In Persian]

Khosravi, M., (2010). Temporal and Spatial Analysis of the Stability of the Hamoon Lakes. Iran-Water resources reserch, Vol. 6, No. 3, 68-79. [In Persian]

Maleki Najafabadi, S., Rahdari, V, Habibi, H., Abdoli, M., (2010). Application of Remote Sensing to Study the Environmental Status of Waterfowl Species in Chahnimes reservoirs. 4th Specialized Conference on Environmental Engineering, Tehran, University of Tehran, Faculty of Environment, 1November 2010, [http://www.civilica.com/Paper-CEE04-CEE04_694.html].[In Persian]

Nori, Gh.R., Arbabi, T., Nori, S., (2007). Hamoon wetland, Sistan Life. Tehran: Sepehr. pp 131. [In Persian]

Nori, Gh.R., Shahriyari, A.R., Erfani, M., Karimi, S., (2010). Atlas of Plant Species and Animal Species of Sistan and Baluchestan Province, Tehran: Sepehr. pp.244. [In Persian]

Piri, H., (2011). Estimation of environmental water requirement of Hamoon wetland. Journal of Wetland Ecobiology, Vol. 2, No. 6, 57-69. [In Persian]

Piri, J., Ansari, H., (2012). Study of drought in Sistan plain and its impact on Hamoon international wetland. Journal of Wetland Ecobiology, Vol. 5, No. 1, 63-74. [In Persian]

Raiespour, K., Tavoosi, T., Khosravi, M., (2008). Drought and its adverse effects on the plant and animal ecosystems of the Hamoon Wetland. The First National Wetlands Conference of Iran, Ahwaz, Islamic Azad University, March 23, [https://www.civilica.com/Paper-WETLAND01-WETLAND01_093.html].[In Persian]

Sharifikiya, M., (2010). Monitoring water level change detection of Hamoun Lake based on time series of satellite images. Spatial Planning, Vol. 14, No, 3, 155- 175. [In Persian]

References (in English)

Austin, Z., Mcvittie, A., Mccracken, D., Moxey, A., Moran, D., White, O.C.L., (2015). Integrating quantitative and qualitative data in assessing the cost-effectiveness of biodiversity conservation programmes. Biodiversity and Conservation, Vol. 24, No. 6, 1359–1375.

Butchart, S., Walpole, M., Collen, B., Strien, A., Scharlemann, J., Almond, R., Baillie J.E., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E. ,Watson, R., (2010). Global biodiversity: indicators of recent declines. Science, Vol. 328, 1164- 1168.

Campanella, L., Conti, M.E., Cubadda, F., Sucapane, C., (2001). Trace metals in seagrass, algae and molluscs from an uncontaminated area in the Mediterranean. Environmental Pollution, Vol. 111, No.1, 117-126.

Carwardine, J., Oconnor, T., Legge, S., Macke, B., Possingham, H.P., Martin, T.G., (2012). Prioritizing threat management for biodiversity conservation. Conservation Letters, Vol. 5, 196–204.

Corral Quintana, S., Legna de la Nuez, D., Legna Verna, C., Hernandez Hernandez, J., Romero Manrique de Lara, D., (2016). How to improve strategic decision-making in complex systems when only qualitative information is available. Land Use Policy, Vol. 50, 83–101.

De Astudillo, L. R., Yen, I. C., Bekele, I., (2005). Heavy metals in sediments, mussels and oysters from Trinidad and Venezuela. Revista de biología tropical, Vol. 53, No.1, 41-53.

Erfani, M., Afrougheh, S., Ardakani, T., Sadeghi, A., (2015). Tourism positioning using decision support system (case study: Chahnime-Zabol, Iran). Environ Earth Sci., Vol. 74, No. 4, 3135-3144.

Godet, M., (2007). Manuel de prospective stratégique. Paris: Dunod. 3th edition. Pp 279.

Godet, M., Durance, P., (2011). Strategic Foresight for Corporate and Regional Development. UNESCO, pp 180.

Gordon. T. G. 1994. Cross Impact Method. United Nation, University Millennium Project. Futures Research Methodology. Pp. 1-2.

Hajihosseini, H., Hajihoseini, M., Morid, S., Booij, M., (2016). Hydrological Assessment of the 1973 Treaty on the Transboundary Helmand River, Using the SWAT Model and a Global Climate Database. Water Resources Management, Vol. 30, No. 13, 4681-4694.

Hu, H., Liu, J., Zheng, C., Zhang, D., Huang, K., (2020). Evaluation of historical and future wetland degradation using remote sensing imagery and land use modeling. Land Degradation and Development., Vol. 31, No. 1, 65-80.

Kane, J., (2002). A Primer for a New Cross-Impact Language KSIM. Tecnological Forecasting and Social Change, Vol. 4, No. 1, 129-142.

Magnano, A.L., Fracassi, N.G., Nanni, A.S., Quintana, R. D., (2019). Changes in bird assemblages in an afforestation landscape in the Lower Delta of the Paraná River, Argentina. Emu - Austral Ornithology, Vol. 119, No. 4, 346-354.

Mansoori, J., (2012.) National Reports submitted to the 11th meeting of the Conference of the Contracting Parties. Islamic Republic Of Iran. [http://www.ramsar.org],[11 February 2020].

Mavroulidou, M., Hughes, S.J., Hellawell, E.E., (2007). Developing the interaction matrix technique as a tool assessing the impact of traffic on air quality. Journal of Environmental Management, Vol. 84, 513–522.

Najafi, A., Vatanfada, J., (2013). TransboundaryTransboundary Water Management Improvements, the Way Forward in the Middle East; Case Study: TransboundaryTransboundary Water Management of Iran and Neighbors. Geopolitics Quarterly, Vol. 8, No. 4,135-155.

Ramsar (Convention on Wetlands)., (2016). List of Wetlands of International Importance included in the Montreux Record. [https://www.ramsar.org/document/list-of-wetlands-of-international-importance- included-in-the-montreux-record], [11 February 2020].

Springate-Baginski, O., Allen, D., Darwall, W.R.T. (eds.), (2009). An Integrated Wetland Assessment Toolkit: A guide to good practice. Gland Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: IUCN Species Programme, 144p.

Wallace, K.J., Wagner, C., Smith, M.J., (2016). Eliciting human values for conservation planning and decisions: A global issue. Journal of Environmental Management, Vol. 170, 160-168.