1st International Conference on Blue Economy
Bandar Abbas, University of Hormozgan – February 2024

Article Code

2024-****

نبکاها جاذبه های ژئومورفولوژیک بیابانی و نقش آن در اقتصاد گردشگری ساحلی

مرضیه رضایی*[۱]، رسول مهدوی[۲]، عبداله چم چم[۳]

۱- * نویسنده مسئول، استادیار گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، بندرعباس، ایران
m.rezai@hormozgan.ac.ir

۲- دانشیار گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، بندرعباس، ایران

۳- کارشناس ارشد مهندسی منابع طبیعی بیابانزدایی، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، بندرعباس، ایران

چکیده

رشد و گسترش گردشگری دریایی ازجمله پدیده‌های مهم اقتصادی به ویژه در جوامع ساحل نشین در اواخر قرن بیستم است که با سرعت در قرن جدید ادامه دارد. فعالیت گردشگری آبی امروزه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و پویاترین فعالیت‌ها در جهان مطرح است. به‌طوری‌که شمار گردشگران خارجی و داخلی و میزان درآمدزایی آن در سطح جهانی پیوسته رو به افزایش است. نبکا به رسوبات انباشته شده پای گیاهان گفته می شود که رخساره ژئومورفولوژیک و جاذبه طبیعی برای گردشگران ساحلی ایجاد می نمایند. لازم به ذکر است که گونه های گیاهی در مقابل وزش باد تاب آوری ندارند اما گیاهان همزیست با نبکا دارای مقاوت بالایی به فرسایش های بادی بوده و این گیاهان ارزش اقتصادی بالایی به منظور حفظ آب و خاک و جذب طبیعت گردان دارند. پژوهش حاضر با هدف بررسی روند تغییرات نبکاها رسوبات انباشته شده و پیش بینی با CA-Markov chain – Cellulr Automta انجام شد. همچنین نقش نبکاها در جذب گردشگر طبیعت گرد بررسی گردید. نتایج نشان داد سطح نبکاها در طی بیش از دو دهه کاهش یافته است که اضمحلال نبکاها و تخریب آن می تواند از جاذبه دیداری رخساره های ژئومورفولوژیک بکاهد. این امر رونق اقتصادی که می توانست توسط بازدید گردشگران در منطقه ایجاد نماید را تحت الشعاع قرار داده و توانمند سازی جوامع محلی که با درآمد گردشگران ارتزاق می نمایند را به مخاطره انداخته است. بنابراین به مدیران توصیه می گردد جهت احیای گونه های گیاهی و افزایش سطح نبکازارها در نواحی همجوار دریا، جهت جذب گردشگران ژئوتوریسم و افزایش رونق اقتصادی منطقه اقدامات جدی تر از پیش اجرایی و عملی نمایند.

کلید واژه: گردشگری آبی، رخساره ژئومورفولوژیک، جاذبه طبیعی، اقتصاد سواحل، هرمزگان.

۱- مقدمه

رشد و گسترش گردشگری دریایی ازجمله پدیده‌های مهم اقتصادی به ویژه در جوامع ساحل نشین در اواخر قرن بیستم است که با سرعت در قرن جدید ادامه دارد. فعالیت گردشگری آبی امروزه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و پویاترین فعالیت‌ها در جهان مطرح است. به‌طوری‌که شمار گردشگران خارجی و داخلی و میزان درآمدزایی آن در سطح جهانی پیوسته رو به افزایش است. نبکا به رسوبات انباشته شده پای گیاهان گفته می شود که رخساره ژئومورفولوژیک و جاذبه طبیعی برای

گردشگران ساحلی ایجاد می نمایند. لازم به ذکر است که گونه های گیاهی در مقابل وزش باد تاب آوری ندارند اما گیاهان همزیست با نبکا دارای مقاوت بالایی به فرسایش های بادی بوده و این گیاهان ارزش اقتصادی بالایی به منظور حفظ آب و خاک و جذب طبیعت گردان دارند. گیاهان در مناطق ساحلی و همجوار دریا با کاهش سرعت باد و تثبیت ماسه‌های روان، موجب شکل‌گیری اکوسیستم نبکا می شوند که نقش مهمی را در جذب گردشگر ژئوتوریسم و حفاظت از محیط‌زیست و کاهش فرسایش بادی ایفا می کند (۵). نوع گونه‌های گیاهی نیز در مورفومتری نبکا موثر است و سیر تکاملی شکل‌گیری آن و توسعه و تغییرات محیط‌های بیابانی تحت‌تاثیر این عامل است (۳۱). ارزیابی مقایسه ای نبکاهای کویر نمک سیرجان با استفاده از آنالیز پارامترهای مورفومتری نبکا این امر را نشان می دهد (۱۷). در صورتی که رسوبات در پای گیاهان فانروفیت و درختی و درختچه‌ای رسوب یابند ربدو و درصورتی که پای گونه های همی‌کریپتوفیت و علفی نشست داده شوند، نبکا تشکیل می گردد. اما در پژوهش‌های بسیاری در ایران، این دو واژه به یک معنا در نظر گرفته شده و بیشتر از واژه نبکا استفاده گردیده است. در مقایسه منطقه ای در نوع گونه های گیاهی در سیرجان نبکای گز بالاترین تاثیر را در تثبیت ماسه‌های روان داشته و نبکای اشنان در رتبه آخر قرار گرفته است. توجه به نوع گونه سازگار به فرسایش بادی و تاثیرگذار در تثبیت ماسه در برنامه‌ریزی‌های مدیریت و کنترل تلماسه‌ها به منظور انتخاب بهترین سیستم نبکایی باید مورد توجه قرار گیرد (۲). از سوی دیگر بررسی روند زوال نبکازارها یا توسعه سطح آنها در طی زمان باید بررسی شود چه بسا که نابودی و تخریب این اراضی در صورت ثابت‌بودن قدرت فرسایندگی باد، می تواند هشدار جدی برای منطقه باشد. به طوری که حجمی از تلماسه که قبلا در آن سطح ویژه نشست داده می‌شد، به مکان دیگر منتقل شده و از دسترس خارج و به مناطق مسکونی یا صنعتی هجوم می برند. رسوبات معلق می‌تواند خسارات زیادی به دستگاههای صنعتی وارد آورده یا سلامت ساکنین منطقه را تهدید کند. برای تحلیل عملکرد سیستم زمین در ارزیابی روند نبکازارها در این راستا، می‌توان از الگوها در مقیاس محلی، منطقه‌ای و جهانی، داده‌های مکانی و سنجش از دوری در بازه‌های زمانی مختلف که بسیار دقیق عمل می‌کنند، استفاده نمود (۲۹). امروزه به منظور بررسی روند تغییرات پوشش اراضی و پیش‌بینی آنها از مدلها و روشهای مختلف سنجش از دوری و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده می‌گردد (۱۵). در شبیه‌سازی پوشش‌های موجود در حوضه دریاچه ارومیه با استفاده داده‌های سنجش از دوری و به روش ترکیبی سلول خودکار و زنجیره مارکوف، نقشه پوشش برای سال ۱۴۰۷ و ۱۴۱۷ پیش‌بینی و بررسی روند تغییرات بین سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷ نشان داد که زمین‌های کشاورزی و اراضی شهری انسان‌ساخت به ترتیب افزایش ۳/۳۱ و ۲/۷۴ ٪ داشته؛ اما پهنه‌های آبی ۶/۸۷٪ و سایر پوشش‌ها ۰/۷۱٪ کاهش نشان داده است (۹). یکی از مدلهای استفاده شده که در پیش بینی تغییرات پوشش زمین بسیار کارامد است، مدل زنجیره CA-Markov chain – Cellulr Automta است که از تکنیک تلفیق دو مدل زنجیره مارکوف و سلولار اتوماتا بهره می گیرد. بدین ترتیب که مدل زنجیره مارکوف به تنهایی قادر به شرح کمیت حالت‌های تبدیل بین انواع کاربری نیست، اما توانایی آشکارسازی میزان تبدیل بین انواع کاربری‌های گوناگون را دارد. از طرفی مدل سلولهای خودکار یک تکنیک مدل سازی است که در فضای رستری تعریف می شود. وضعیت سلول معمولا پوشش و کاربری‌اراضی آن سلول را ارایه می دهد و تغییر در نوع کاربری یک سلول به کاربری دیگر، وابسته به وضعیت کاربری سلول‌های همسایه است (۲۷). در پژوهش‌های بسیاری از مدلهای زنجیره مارکوف به منظور پیش‌بینی تغییرات زمانی و مکانی اراضی استفاده می‌شود. مدل تلفیقی سلولهای خودکار و زنجیره مارکف با افزودن مشخصه مجاورت مکانی به مدل تصادفی زنجیره مارکوف، پوشش اراضی را برای سالهای آینده شبیه‌سازی می‌کند (۲۵).

شهرستان سیریک در استان هرمزگان به دلیل همجواری با خلیج فارس و قرارگرفتن در مسیر بادهای ساحلی که از کشورهای همجوار دبی و عمان به این شهرستان می‌وزد، دارای مناطقی است که سرعت باد بیش از حد استانه بوده و فرسایش بادی ایجاد نموده و نبکاها در این مناطق تشکیل شده اند (۲۶). باد، در سرعت‌های بیش از حد آستانه، ماسه‌های ساحلی را با خود حمل کرده که عموما این مواد ریز در هوا مشکلات بسیاری را برای مردم ساکن در این شهرستان ایجاد نموده است (۱۰). اما گیاهان با سرعت باد سازگاری بالایی داشته به طوری که ریشه و ساقه‌های آن حجم زیادی از رسوبات‌بادی را نشست داده و پس از مقابله با فرسایش‌بادی، تبدیل به تلماسه‌ای از ماسه‌های روان می‌شوند. بدین ترتیب ماسه در پای گیاه تثبیت شده و

نبکاها به مرور زمان بزرگ تر می‌شوند. این نبکاها مانند گلدان‌های بزرگی در طبیعت هستند و جاذبه دیداری بالایی برای گردشگران ایجاد می نمایند. بنابراین پیش‌بینی تغییرات زمانی و مکانی این نبکازارها امری بسیار مهم و ضروری است تا از روند تخریب بیشتر آن جلوگیری گردد. پژوهش حاضر در نبکازارهای بخش شرقی استان هرمزگان انتخاب شد که در سالهای اخیر تغییرات فراوانی داشته است. بنابراین پژوهش حاضر پژوهش حاضر با هدف بررسی روند تغییرات نبکاها رسوبات انباشته شده و پیش بینی با CA-Markov chain – Cellulr Automta انجام شد. همچنین نقش نبکاها در جذب گردشگر طبیعت گرد بررسی گردید.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- معرفی منطقه مورد پژوهش

نبکازارهای سیریک در اراضی جنوبی شهرستان سیریک و در نزدیکی خور آذینی بین المللی اکوسیستم های ماندابی، واقع شده اند. این منطقه در استان هرمزگان و در ۷۵ km جنوب شرقی میناب در ساحل دریای عمان، در مسیر راه آسفالته میناب - سیریک در عرض جغرافیایی ۲۹۳۸۰۰۰ تا ۲۹۶۶۰۰۰ و طول جغرافیایی ۱۰۹۰۰۰۰ تا ۱۱۲۶۰۰۰ قرارگرفته است. همچنین از شمال به شهرستان میناب، از جنوب به شهرستان جاسک، از شرق به شهرستان بشاگرد، از غرب به خلیج فارس محدود می‌شود (۱۰). میزان بارش سالانه mm ۱۳۱/۵، میانگین دمای حداقل سردترین ماه سال C ۱۲/۲۲° و میانگین حداکثر گرمترین ماه سال C° ۴۰/۹۵ ، دمای میانگین نرمال سالانه C ° ۳۶/۸ به ثبت رسیده است. بنا به طبقه بندی آمبرژه نوع اقلیم بیابانی گرم شدید است. منطقه سیریک پس از شهرستان جاسک دارای بالاترین فرسایش بادی در هرمزگان بوده و در برخی مناطق رسوبگذاری، نبکا تشکیل می گردد. از نظر بارش تنها دو ماه از سال در دی و بهمن خشک نبوده و سایر ماه‌ها خشک و دارای کمبود بارش است (۲۱) (شکل۱).

شکل ۱. موقعیت منطقه مورد پژوهش

۲-۲- داده‌های سنجش از دوری

برای بررسی روند تغییرات نبکا شهرستان سیریک پس از تهیه تصاویر TM و OLI از تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸، تصاویر در قالب مرز منطقه برش داده شد (۲۸).

۲-۳- نقشه پوشش اراضی

پارامترهای موردنیاز برای تصحیحات اتمسفری از فایل متنی همراه با تصاویر تهیه‌شده استخراج و همچنین از اطلاعات ارتفاعی موردنیاز از مدل رقومی ارتفاع تهیه‌شده، به دست آمد. پس از تهیه تصاویر ماهواره‌ای تصحیحات اتمسفری و

رادیومتری با استفاده از ماژول فلش[1] در نرم‌افزار ENVI5.3 انجام پذیرفت. تمامی تصاویر از نظر تصحیحات هندسی در سیستم مختصات UTM WGS84[2] و زون ۴۰ شمالی در قالب مرز منطقه برش داده شد. تهیه نقشه پوشش اراضی پس انجام تصحیحات لازم با استفاده از روش حداکثر شباهت[3] که یک روش طبقه‌بندی نظارت شده است انجام پذیرفت. برای طبقه‌بندی درست تصاویر و انتخاب صحیح نقاط آموزش به برداشت نقاط آموزشی از طریق سامانه گوگل ارث، ترکیب رنگی کاذب[4] استفاده شد (۲).

برای بررسی صحت نقشه‌های پوشش اراضی از ترکیب رنگی کاذب تصاویر استفاده و برای ارزیابی دقت کلی از رابطه (۱) استفاده شد (۱۷).

$$OA = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Pii \qquad (۱)$$

در این رابطه OA صحت کلی، N تعداد پیکسل‌ها، $\sum Pii$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا می‌باشد.

همچنین برای هر کلاس کاربری مقدار دقت تولیدکننده و دقت کاربر نیز محاسبه گردید. در ادامه برای بررسی دقیق‌تر نقشه پوشش تولیدشده از ضریب کاپا با استفاده از رابطه ۲ استفاده شد (۹).

$$Kappa = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c} \qquad (۲)$$

در این رابطه P_0 درستی مشاهده شده، P_c توافق مورد انتظار می‌باشد.

مقدار این ضریب بین صفر تا یک می‌باشد که هرچه به ۱ نزدیک باشد دقت نقشه پوشش اراضی تولیدشده بالاتر است (۲۵). در تهیه نقشه پوشش اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای از دو معیار صحت کلی و ضریب کاپا به همراه داده‌های کنترل زمینی بهره گرفته شد. اطلاعات محیطی حاصل از GIS و نقشه‌های تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های RS، همراه با مدل CA- Markov، برای پیش‌بینی مکانی و زمانی پوشش های مختلف ادغام گردید.

۳- نتایج

بررسی دقت نقشه پوشش‌اراضی تولیدشده درجدول ۱ نشان می‌دهد که دقت نقشه‌های تولیدشده مطلوب بوده است. به طوری که نتایج نشان داد که دقت کلی ۹۵/۶ و ضریب کاپا ۰/۸۵ بود که این نتایج بیان‌کننده دقت بالای نقشه های تولیدشده بود. در تهیه نقشه پوشش اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای از دو معیار صحت کلی و ضریب کاپا به همراه داده‌های کنترل زمینی بهره گرفته شد که روش ماشین بردار پشتیبان با صحت کلی ۹۱/۴ ٪ و ضریب کاپا ۰/۸۸ ٪ از دیگر روش‌ها دقت بهتری دارند (۱۴).

[1] FLAASH
[2] Universal Transverse Mercator (UTM) projection system datum World Geodetic System(WGS) 1984
[3] Maximum Likelihood Classification
[4] False Color Composite (FCC)

جدول ۱. ارزیابی دقت و صحت پوشش اراضی

۱۳۸۰				
پوشش اراضی	ربدو و نبکا	پوشش‌های دیگر	کل	دقت تهیه‌کننده (٪)
ربدو و نبکا	۱۲۰	۴	۱۲	۰/۹۶۷۷
پوشش های دیگر	۵	۶۱	۶۶	۰/۹۲
کل	۱۲۵	۶۵	۱۹۰	
دقت کاربر(%)	۰/۹۶	۰/۹۳		
دقت کلی(%)	۹۵/۵			
ضریب کاپا	۰/۹			

۱۳۹۰				
پوشش اراضی	ربدو و نبکا	پوشش‌های دیگر	کل	(%) دقت تهیه‌کننده
ربدو و نبکا	۹۸	۷	۱۰۵	۰/۹۳
پوشش‌های دیگر	۵	۶۰	۶۵	۰/۹۲
کل	۱۰۳	۶۷	۱۷۰	
(%) دقت کاربر	۰/۹۵	۰/۸۹		
(%) دقت کلی	۹۲/۲			
ضریب کاپا	۰/۸۶			

۱۴۰۰				
پوشش اراضی	ربدو و نبکا	پوشش های دیگر	کل	(%) دقت تهیه‌کننده
ربدو و نبکا	۷۸	۷	۸۵	۰/۹۱۷۶
پوشش های دیگر	۵	۷۳	۷۸	۰/۹۴
کل	۸۳	۸۰	۱۶۳	
(%) دقت کاربر	۰/۹۴	۰/۹۱		
(%) دقت کلی	۹۵/۶			
ضریب کاپا	۰/۸۵			

۳-۱- تغییرات پوشش اراضی و انباشت رسوبات نبکازارها

در بازه زمانی ۱۳۸۰-۱۴۰۰ نیز مساحت نبکازارها حدود ۱۰۴۷/۹ha و معادل ۱/۹۳ ٪ کاهش داشته است. بر اساس نتایج حاصل از این تغییرات شامل کاهش، افزایش و تغییرات خاص برای هر کلاس نسبت به کلاس دیگر است. بررسی تغییرات

پوشش‌اراضی برحسب درصد مساحت نشان داد که مساحت نبکازارها حدود ۱۲۲۷/۴ha که معادل ۲/۲۶ ٪ از کل مساحت می‌باشد، کاهش یافته است (جدول ۴).

جدول ۳. تغییرات پوشش‌اراضی بین سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۹۰ و ۱۴۰۰

	تغییرات مساحت	٪ تغییرات	تغییرات مساحت	٪ تغییرات	تغییرات مساحت	٪ تغییرات
پوشش اراضی	۱۳۸۰-۱۳۹۰	۱۳۸۰-۱۳۹۰	۱۳۹۰-۱۴۰۰	۱۳۹۰-۱۴۰۰	۱۳۸۰-۱۴۰۰	۱۳۸۰-۱۴۰۰
نبکا	-۱۲۲۷/۴	-۲/۲۶	-۱۰۴۷/۹	-۱/۹۳	-۲۲۷۵/۳	-۴/۱۸
سایر پوشش ها	۱۲۲۷/۴	۲/۲۶	۱۰۴۷/۹	۱/۹۳	۲۲۷۵/۳	۴/۱۸

۳-۲- تغییرات رسوبات نبکازار در بازه زمانی ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰

بررسی تغییرات رسوبات نبکا در سال ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰ در شکل ۳ الف و ب و جدول۵ نشان داد که سطح انباشت رسوب نبکا روند کاهشی داشته به طوری که در سال ۱۴۱۰ حدود ۲۳۱۶/۸ha که ۴/۲۶ ٪ نسبت به کل مساحت نبکازارها کاهش یافته است. این در حالی است که این مساحت در سال ۱۴۲۰ به ۱۱۳۵/۱ha خواهد رسید که حدود ۲/۰۹ از شهرستان سیریک را شامل می شود. بررسی روند تغییرات رسوبات نبکازارها بین سال‌های ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰ در جدول۶ نشان داد که مساحت آنها ۱۱۸۱/۶ha کاهش یافته است. بر اساس نتایج این جدول روند تغییرات رسوب نبکا بین سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۴۱۰ کاهشی بوده که این کاهش حدود ۴/۴۱ ٪ بوده این در حالی است که در بازه زمانی ۱۴۱۰ تا ۱۴۲۰ این کاهش مساحت به ۶/۵۸ ٪ کاهش خواهد یافت.

شکل ۳. نقشه پوشش اراضی طبقه بندی شده برای سال ۱۴۱۰ (الف) و۱۴۲۰ (ب)

جدول ۵. مساحت پوشش اراضی سال‌های ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰

	مساحت (ha)	٪ مساحت	مساحت (ha)	٪ مساحت
پوشش اراضی	۱۴۱۰	۱۴۱۰	۱۴۲۰	۱۴۲۰
نبکا	۲۳۱۶/۸	۴/۲۶	۱۱۳۵/۱	۲/۰۹
سایر پوشش‌ها	۵۲۰۵۳/۱	۹۵/۷	۵۳۲۳۴/۸	۹۷/۹۱
مساحت کل	۵۴۳۶۹/۹	۱۰۰	۵۴۳۶۹/۹	۱۰۰

۳-۳- ارزیابی تغییرات سطح نبکازارها و گردشگری ساحلی

نظر به اینکه یافته ها نشان دهنده کاهش سطح رخساره های ژئومورفولوژیک نبکا در سالهای آتی است بنابراین با کاهش سطح نبکازارها، گردشگرانی که به این مناطق سفر می کردند تا از جاذبه های طبیعی آن استفاده نمایند نیز به تبع آن کاهش می یابند. هنگامی که گردشگر به منطقه‌ای با قصد و هدف علمی یا تفرج و سرگرمی سفر می کند، سایر مولفه های فعالیت های اقتصادی مانند حمل و نقل، خدمات اقامتگاهی و تغذیه گردشگر و موارد بهداشتی و خرید و فروش صنایع دستی، عکاسی و ..... تقویت یافته و درآمد اقتصادی افزایش می یابد. با کاهش رخساره های ژئومورفولوژیک نبکا، ورود گردشگر ساحلی نیز به منطقه کمتر شده و درامد اقتصادی در جوامع محلی نیز کاهش می یابد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

نبکاها متاثر از عوامل زیادی مثل پوشش گیاهی، اقلیم و سایر عوامل محیطی است (۲۹). نبکا نوعی رخساره ژئومورفولوژیک در منطقه است که گردشگران زیادی را برای دیدن این جاذبه های طبیعی به سمت خود جذب می‌کند(۲۱). در واقع یکی از راه‌های مهم حفاظت از نبکاها و پایداری در گردشگری ساحلی، افزایش پوشش گیاهی آنها است که باید مورد توجه تصمیم‌گیران امر قرار گیرد (۲۳). پژوهش حاضر، با هدف پیش بینی شرایط نبکازارها در آینده به منظور جلوگیری از کاهش عملکرد نبکاها در کنترل فرسایش بادی و تثبیت ماسه‌های روان و تاثیر آن در گردشگری ساحلی در منطقه سیریک استان هرمزگان انجام شد. نتایج نشان داد که از گذشته تا حال، مساحت نبکاها کاهش یافته است نهایتا به دنبال این امر جمعیت گردشگر ساحلی و ژئوتوریسم نیز کاهش می یابد. این در حالی است که پیش‌بینی شرایط آینده نیز وضعیت مطلوبی را برای نبکاها نشان نمی‌دهد. مرور نتایج به دست‌آمده بیانگر این واقعیت است که ادامه چنین وضعیتی منجر به کاهش بیش از پیش مساحت این عارضه‌های مفید طبیعی خواهد شد. ادامه چنین روندی زنگ خطر نابودی تمام نبکاهای موجود را به صدا درخواهد آورد و گردشگران فرصت بازدید را ازدست خواهند داد (۱۹). نتایج تحقیق حاضر در سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۰ نشان داد پهنه‌های نبکازارها ۲۲۷۵/۳ha کاهش داشته است (جدول ۴). یافته‌های پیش‌بینی نشان داد که نبکازارها برای سالهای۱۴۰۰، ۲/۰۹٪ و برای سال ۱۴۱۰، ۴/۲۶٪ تغییر خواهند داشت (جدول ۴) که نتایج تغییر پوشش زمین و کاهش نبکازار با نتایج پژوهش انجام شده در دریاچه ارومیه که تغییر پوشش اراضی رخ داده و با کاهش اراضی مرتعی مواجه شدند، هم‌جهت بود (۹).

در ارزیابی تغییرات اکوسیستم های ماندابی و پیش‌بینی تغییرات آن‌ها با استفاده از مدل ترکیبی Ca-Markov ضریب کاپا بالای ۸۶٪ بین نقشه واقعیت زمینی و پیش‌بینی برآورد شد که بیانگر دقت بالای این مدل ترکیبی است (۳۱) با توجه به ضریب کاپای بالای ۸۸ ٪ در نبکازارهای سیریک می توان بیان نمود که نتایج با یافته‌های پژوهش انجام شده مشابهت داشته و هر دو از دقت ضریب کاپای بالایی برخوردارند. پایش تغییرات پوشش اراضی عمان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل Ca-Markov نشان داد که بین نقشه‌های پیش بینی‌شده سال ۱۳۷۸ و ۱۳۹۸ با نقشه‌های واقعیت زمینی آن‌ها با توجه به ضریب کاپا بالای ۸۵٪ همخوانی بالایی وجود دارد با توجه به بالابودن ضریب کاپای بالاتر از ۸۰٪ در سیریک، یافته ها با یکدیگر هم سو است (۱۶).

در پژوهش دیگری در زمینه کاهش مساحت اکوسیستم های ماندابی با تعیین ضریب همبستگی بالای ۸۷٪ نتیجه گرفتند در صورت ادامه روند توسعه و تغییرات پوشش اراضی، مناطق زیادی در معرض تهدید و آسیب قرار خواهند گرفت و کنترل و مدیریت آن نیازمند صرف انرژی و هزینه‌های بسیار زیادی خواهد بود، یافته های استفاده زنجیره مارکوف و ضریب همبستگی با دارا بودن صحت قابل قبول روش مناسبی جهت پیش‌بینی شرایط آینده اکوسیستم‌ها می‌باشد با یافته های پژوهش حاضر در تطابق کامل است (۲۱). یافته ها در نبکازارهای خارتوران سبزوار نشان داد تغییرات سرعت باد ناچیز بوده و تپه های ماسه ای و به همراه آن نبکازارها طی سه دهه ثابت شده اند و علل تغییرات اقلیمی می تواند آنها را دستخوش تغییر قرار دهد (۲۰) نتایج رژیم بادی در شرق ۳۳/۴٪ و در شمال شرقی ۱۴/۳٪ تکرار داشت. این در حالی است که نبکازارهای سیریک ثابت نبوده و تغییرات آنها روند نزولی داشته بنابراین نتایج مغایر یکدیگر است. به عبارت دیگر می توان گفت نبکازارهای سبزوار ثابت و پایدارند و نبکازار سیریک به لحاظ فعالیت های فرسایش بادی، فعال و ناپایدار هستند.

با مروری بر پژوهش‌های قبلی و مقایسه یافته‌های آنها با نتایج پژوهش حاضر، می‌توان دریافت که تپه‌های ماسه‌ای از پویاترین عارضه‌های ژئومورفیک سطح زمین به شمار می‌روند و تحلیل‌های صورت گرفته و خروجی حاصل از آن در این اثر، در سطح بالایی با واقعیت‌های بیان‌شده پیرامون سیستم اکولوژیکی نبکازار در سیریک انطباق دارد. به طوری که در چهارچوب مطالعات اکولوژیک و آینده‌نگرانه و با بهره‌گیری از رویکرد ارزیابی روند تغییرات نبکازارها، می‌توان ضمن سنجش وضعیت کلی اکوسیستم، الگوی پایداری یا ناپایداری آن را نیز از چگونگی توزیع فضایی نبکاها و تغییرات سطح آنها در تصاویر ماهواره‌ای دریافت (۳۲). همچنین مقدار کمی بالای ضریب کاپا (۰/۸۵) میزان دقت پژوهش را در سطح بالایی مورد تایید قرار داد. به این منظور، ضمن سنجش اثرات مستقیم ارتباط نبکا با پوشش گیاهی و تعیین روند تغییرات در گذشته، ابعاد اثرگذاری روند تغییرات گذشته را نیز در پیش‌بینی وضعیت نبکازار در بازه زمانی آینده لحاظ نموده است. این نکته ای است که در پژوهش‌های قبلی با روش مرسوم، توانایی سنجش ابعاد مختلف زیست‌محیطی اکوسیستم در آینده در سیریک را نداشته اند. با این اعتبار، یافته‌ها با فرض وجود یا عدم وجود تخریب نبکازارها در سیریک، این امکان را فراهم نموده است تا ضمن ارایه نتایجی واقع‌بینانه‌تر از وضعیت اکوسیستم، با مقایسه تغییرات گذشته و آینده، یافته‌هایی مبتنی بر واقعیتی منطقی‌تر نیز ارایه دهد (۲۰). علاوه بر آن حفظ تعادل چشم‌اندازهای طبیعی در حفاظت از آنها نقش به سزایی دارد. در صورت عدم مداخله و فشار بر این چشم‌انداز تراکم گونه‌های گیاهی و بالطبع آن تراکم تپه‌های فیتوژنیک متناسب با پتانسیل منطقه استقرار یافته و بر اساس خصوصیات مورفومتری آنها عملکرد بازخوردهای طبیعی آن قابل محاسبه است. بنابراین اگر در بازه‌های زمانی نسبتاً طولانی تغییراتی در روند تراکم و عملکرد آنها اتفاق نیافتد این بدان معنی است که سیستم به صورت طبیعی در حال کارکردن است در غیر اینصورت بایستی با کنترل عوامل فشار و تخریب روندهای موجود سیستم را به سمت تعادل هدایت کرد (۶).

بنا به هدف پژوهش که تغییرات پوشش اراضی نبکا و پایداری رسوبات انباشته شده توسط نبکاها را مورد بررسی قرار داد می توان بیان نمود که سطح پوشش اراضی نبکازار در سیریک سیر نزولی داشته و پیش بینی آن نیز نشان داد این روند تغییر پوشش زمین تا سال ۱۴۲۰، کاهشی خواهد بود. بدین ترتیب در آینده شاهد کاهش سطح نبکازارها در سیریک خواهیم بود. این بدین معنا است که رسوبات انباشته شده به طور کامل تثبیت نیافته و سطح رسوبات انباشته شده نیز به تبع کاهش پوشش

اراضی، کاهش خواهد یافت. یافته ها فرضیه نزولی بودن سیر تغییر پوشش نبکازارها و تغییر سطح ذرات رسوب در پای گیاهان، در گذر زمان در گذشته و پیش بینی آن در آینده را تایید نمود. نتایج پژوهش حاضر هشداری برای مدیران به منظور جلوگیری از روند تخریب نبکازارها و حفظ پایداری این اکوسیستم‌های خودکنترل طبیعی است و باید با تلاشی مجدانه، جهت برطرف نمودن عوامل تخریب آن بکوشند. با این توصیف، کاهش سطح نبکازارها در گذشته و پیش‌بینی روند نزولی تغییرات نبکازارها و رسوبات انباشته شده در آینده نشان داد موانع طبیعی که از جابجاشدن رسوبات جلوگیری می‌کرده‌اند، مورد تخریب واقع شده و کاهش یافته‌اند. شرایط سیریک بیانگر این است که نبکازارها ناپایدار بوده و اگر روند تخریب پوشش‌گیاهی به همین ترتیب ادامه یابد فاجعه بزرگی رخ خواهد داد. آمار بیماری‌های تنفسی و خسارات دستگاههای صنعتی و انباشت رسوب پشت درب و پنجره‌های منازل و ادارات و .... از مشکلات متعدد ایجاد ناپایداری منطقه، تخریب نبکازارها و حمل رسوبات نشست داده نشده به مناطق دیگر و ایجاد مشکلات بیشتر است. بنابراین لازم است با قوانینی سخت‌گیرانه و با مدیریتی اصولی مانع از تاثیر عملکرد فعالیت‌های انسانی بر پیکره منابع طبیعی به ویژه نبکاهای منطقه شد. زیرا در صورت نابودی نبکاهای موجود در سیریک، بایستی منتظر عواقب ناشی از فرسایش بادی بود. در صورت وقوع چنین شرایطی دیگر نبکا وجود نخواهد داشت تا ماسه‌های روان را تثبیت نماید و طوفان‌های گرد و غبار در منطقه افزایش خواهد یافت. یافته‌ها به مدیران این امکان را می‌دهد که از روند تخریب این نبکازارها جلوگیری و شرایط پایداری در منطقه را به منظور حفاظت از محیط‌زیست مناطق بیابانی ایجاد نمایند. نظر به اینکه یافته ها نشان دهنده کاهش سطح رخساره های ژئومورفولوژیک نبکا در سالهای آتی است بنابراین با کاهش سطح نبکازارها، گردشگرانی که به این مناطق سفر می کردند تا از جاذبه های طبیعی آن استفاده نمایند نیز به تبع آن کاهش می یابند. هنگامی که گردشگر به منطقه‌ای با قصد و هدف علمی یا تفرج و سرگرمی سفر می کند، سایر مولفه های فعالیت های اقتصادی مانند حمل و نقل، خدمات اقامتگاهی و تغذیه گردشگر و موارد بهداشتی و خرید و فروش صنایع دستی، عکاسی و ..... تقویت یافته و درآمد اقتصادی افزایش می یابد. با کاهش رخساره های ژئومورفولوژیک نبکا، ورود گردشگر ساحلی نیز به منطقه کمتر شده و درامد اقتصادی در جوامع محلی نیز کاهش می یابد.

منابع

1- Ahmed, B., Kamruzzaman, M. D., Zhu, X., Rahman, M., & Choi, K. (2013). Simulating land cover changes and their impacts on land surface temperature in Dhaka, Bangladesh. *Remote Sensing*, *5*(11), 5969-5998.

2- Arab Ameri, A. & Halabian, A. (2017). Analyzing Nebka Morphometric Parameters and Introducing the Most Appropriate Type for Sand Dune Stabilization, using ELECTRE Algorithm (Case Study: Chah Jam Erg). *Geography and environmental planning. 28*(2). 93-108 (In Farsi).

3- Ardon, K., H. Tsoar, D. & Blumberg. G. (2009). Dynamics of nebkhas superimposed on a parabolic dune and their effect on the dune dynamics. *Journal of Arid Environments. 7*(1), 1014–1022.

4- Bubenzer, O., Embabi, N., Ashour, M. (2020). Sand sea and dune fields of Egypt. *Geosciences. 10*(101), 1-32.

5- Choudhury, D., Das, K., & Das, A. (2019). Assessment of land use land cover changes and its impact on variations of land surface temperature in Asansol-Durgapur Development Region. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 22* (2), 203-218.

6- Daneshi, A., Najafinejad, A., Panahi, M. & Zarandian, A. (2020). Projecting Land Use Change Effects on Habitat Quality of Narmab Dam Basin in Golestan Province. *Degradation and Rehabilitation of Natural Land*. *1*(1), 120-131. (In Farsi).

7- Dewan, A. M., & Yamaguchi, Y. (2009). Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied geography, 29*(3), 390-401.

8- Ebrahimi Khusfi, Z., Khosroshahi, M., Roustaei, F. & Mirakbari, M. (2021). Spatial and seasonal variations of sand-dust events and their relation to atmospheric conditions and vegetation cover in semi-arid regions of central Iran. *Geoderma. 365*(1), 114225.

9- Eskandari Damaneh, H., Gholami, H., Khosravi, H., Mahdavi Najafabadi, R., Khoorani, A. & Li, G. (2020). Modeling Spatial and Temporal Changes in Land-Uses and Land Cover of the Urmia Lake Basin Applying Cellular Automata and Markov Chain. *Geography and Sustainability of Environment. 10*(35), 57-72. (In Farsi).

10- General Department of Natural Resources and Watershed Management of Hormozgan Province, Desert Office. (2005). Desertification plan of Kuhstak plain, 229 p.

11- Gillies, J., A., Nield, J., M. & Nickling, G. (2014). Wind speed sediment transport recovery in the lee of a vegetated and denuded nebkha within a nebkha dune field. *Aeolian Research. 12*(1), 135-141.

12- Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T., & Hokao, K. (2011). Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. *Ecological Modelling. 222*(20-22), 3761-3772.

13- Hsep, P. A., Hernandez-Calvento, L., Gallego, J. & Miot da Silva, G. (2021). Nebkha or not? Climate control fore dune mode. *Journal of Arid Environments. 187*(3). 104444.

14- Itzhak, K., (2020). Soil Erosion: Dust Control and Sand Stabilization. *Applied Sciences. 10*(22), 8044.

15- Khawaldah, H. (2016). A Prediction of Future Land Use/Land Cover in Amman Area Using GIS-Based Markov Model and Remote Sensing. *Journal of Geographic Information System. 8*(1), 412-427.

16- Mansour, Sh. & Al-Belushi, M. & Al-Awadhi, T. (2020). Monitoring land use and land cover changes in the mountainous cities of Oman using GIS and CA-Markov modelling techniques, *Land Use Policy*, *91*(1). 104414.

17- Mahmoudi, T., Khoshhal, J., Mousavi, S. M. & Pourkhosravani, M., (2013). Comparison of the effect of Sirjan desert nebkas on the stabilization of sand dune using the method Hierarchical analysis, *Environmental Erosion Research, 3*(11), *65-79.* (In Farsi).

18- Marod, D., Sungkaew, S., Mizunaga, H. & Thinkampheang, S. (2020). Woody plant community and distribution in a tropical coastal sand dune in southern Thailand. *Journal of Coastal Conservation, 24*(44), 2-9.

19- Mondal, M. S., Sharma, N., Garg, P. K., & Kappas, M. (2016). Statistical independence test and validation of CA Markov land use land cover (LULC) prediction results. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, *19*(2), 259-272.

20- Naeemi, M., Zandifar, S., Khosroshahi, M., Ashuri, P., Abbasi, H. R., (2021). Investigating the effect of climate change on the mobility of sand dunes in Sabzevar, desert Management, *9*(2), 1-18. (In Farsi).

21- Petrosian, H., Danehkar, A., Ashrafi, S. & Peghhi, J., (2016). Investigating Environmental Factors for Locating Mangrove Ex-situ Conservation Zones Using GIS and the Logistic Regression Algorithm in Mangrove Forests, *Polish Journal of environmental of Studies*, *25*(5), 2097–2106.

22- Pal, S., & Ziaul, S. K. (2017). Detection of land use and land cover change and land surface temperature in English Bazar urban center. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. 20*(1), 125-145.

23- Rabbani, A.; Mohseni, N. & Hosseinzadeh, S. R. (2020). Role of geomorphic processes in the morphology of semi-arid Nebkas. *Journal of Geography and Environmental Hazards. 9*(4), (In Farsi).

24- Rahdari, M. and Rodríguez-Seijo, A., (2021). Monitoring Sand Drift Potential and Sand Dune Mobility over the Last Three Decades (Khartouran Erg, Sabzevar), *Sustaiability*, *13*(50), 1-16.

25- Shafii Sabet, N., Shakiba, A. & Mohamadi, A. (2019). Detection and Prediction of Land Use Changes Using CA-Markov Model Case Study: Tehran Damavand Metropolitan Area, Sepehr, *28*(111). 175-190.

26- Solaymani, S. (2021). A Review on Energy and Renewable Energy Policies in Iran, Sustainability, 13. 7328.

27- Wang, S. Q., Zheng, X. Q., & Zang, X. B. (2012). Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model. Procedia Environmental Sciences. 13, 1238-1245. https://earthexplorer.usgs.gov/) USGS

28- Yan, L. Translator: Jabari, M. K. & Ahmadi, S. Zanjan, (2012). Modelling urban development with geographical information systems and cellular automata. *Azar KalaK Publisher*. (In Farsi).
29- Zare Garizi, A., Sheikh, V., Sadoddin, A., & Mahini, S. (2012). Simulating the spatiotemporal changes of forest extent for the Chehelchay watershed (Golestan province), using integrated CA-Markov model. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 20*(2). 273-285. (In Farsi).

30- Zhang, J., Faichia, C., Tong, Z., Liu, X., Kazuva, E., Ullah, K., & Al-Shaibah, B. (2020). Using RS Data-Based CA–Markov Model for Dynamic Simulation of Historical and Future LUCC in Vientiane, Laos. *Sustainability, 12(20),* 8410.
31- Ye, Y. C., Kuang, L. H., Zhao, X. M., & Guo, X. (2020). Scenario-based simulation of land use in Yingtan (Jiangxi Province, China) using an integrated genetic algorithm-cellular automata-Markov model. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*(24), 30390-30404.

1st International Conference on Blue Economy
Bandar Abbas, University of Hormozgan – February 2024

Article Code

2024-****

Nabkaha, desert geomorphological attractions and its role in coastal tourism economy

Marzieh Rezaei*[1], Rasool Mahdavi[2], Abdollah Cham Cham[3]

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Natural resources engineering group, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Hormozgan, Bandarabass, Iran. m.rezai@hormozgan.ac.ir

2- Associated Professor, Natural resources engineering group, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Hormozgan, Bandarabass, Iran. Ra_mahdavi2000@yahoo.com

3- Master science of Natural Resources Engineering, Desert Management and Control, University of Hormozgan, Hormozgan, Bandarabass, Iran

Abstract

One of the ecological crises is the degradation of Nebka ecosystems, which endangers the stability of the environment and causes many regional and trans-regional effects, such as increasing the risk of wind erosion. The aim of this study was to investigate the trend of spatial and temporal changes in future land cover with Nebka and accumulated erosive sediments around the phanophyte species *Salvadora persica* L. and *Alhaji camelorum* L. in the Persian Gulf and Oman. Thus, with Markov chain and using images to measure the distance of existing land uses, simulation and the trend of temporal and spatial changes were studied. Thus, for the years 2001, 2011, 2021 land cover maps were prepared using Landsat satellite data with supervised classification of maximum probability. After evaluating the model, the land cover map for 2030 and 2040 was predicted using both Markov chain and automatic cell model. The results of land cover changes in 2001, 2011 and 2021 showed that the areas of Nebka have decreased by 1047.9 ha. Predictive findings for 2031 and 2041 showed that the produced maps with overall accuracy of 91.4% and kappa coefficient of 0.88% have high accuracy and nebka from 8.67% in 2021 to 4.26% in the year, respectively. 2031 and 2.09% will decrease in 2041. Decreasing the level of nebka land in the past and predicting the downward trend of changes in nebka land in the future showed that the natural barriers that prevented the movement of suspended sediments have been destroyed and reduced.

Keywords: Wind erosion, forecasting; Changes, land cover, Hormozgan.