Archive of SID

Monitoring Coastline Changes using Remote Sensing
(Case Study: Kish Coastline)

Ali Asghar Abdollahi [1], Mohsen Pourkhosravani [2], Fatemeh Afsari [3], Fatemeh Madadizadeh [4]

[1] Assistant Professor of Geography and Urban Planning Faculty, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[2] Assistant Professor of Geography and Urban Planning Faculty, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[3] Assistant Professor of Geography and Urban Planning Faculty, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[4] M.A., Geography and Urban Planning Student, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Abstract
Forecasting land use changes is an important step in the proper planning and optimal management of human settlements, especially in land use management. Therefore, there are various methods for modeling and forecasting land use changes that, with the knowledge of them, we can predict future changes and implement appropriate planning. Kish Island has undergone many changes in recent decades including population growth, major physical changes and expansion of communication network which have had consequences such as damage and destruction of natural resources and the elimination of these cases has significant costs for the region. Therefore, the management and forecasting of changes in this area seems necessary. The present study aimed to forecast land use changes using satellite imagery over the period of 1992-2018 for the next ten years. ENVI 5.3 and Terrset software, and CA MARKOV model were used to analyze land use and forecast changes. The results of the forecast maps of the year 2028 showed that 2851 hectares would be for the area of the built-up classes, 6164 hectares for wastelands, 1259 hectares for vegetation areas, and 8403 hectares for water bodies. Comparison of these values with the calculated area in the base year 2018 showed that the areas of vegetation and water bodies decreased by 18 and 57 hectares, respectively. And the areas of built-up classes and wastelands increased by 7 and 69 hectares, respectively.
Key words: Land Use, Predicting Changes, MARKOV Chain, Kish Coastline.

* aliabdollahi@uk.ac.ir

www.SID.ir

جغرافیـــا و برنامـــه‌ریـــزی محیطـــی
سـال ۳۰، پیـاپی ۷۵، شـماره ۳، پـاییز ۱۳۹۸

پایش تغییرات نوار ساحلی با استفاده از تکنیک سنجش از دور

نمونهٔ مطالعه: نوار ساحلی کیش

علی اصغر عبدالهی *، استادیار، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
محسن پورخسروانی، استادیار، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
فاطمه افسری، استادیار، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
فاطمه مددی‌زاده، دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

وصـول: ۱۳۹۸/۰۴/۳۱ پـذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۳، صص ۱۶-۱

چکیده

پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی، گامی مهم در مسیر برنامه‌ریزی درست و مدیریت بهینهٔ سکونتگاه‌های انسانی به‌ویژه در بحث مدیریت کاربری اراضی است؛ از این رو روش‌های متنوعی برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی وجود دارد که با آگاهی از آنها، پیش‌بینی تغییرات آینده و اعمال برنامه‌ریزی متناسب با آنها امکان‌پذیر می‌شود. جزیرهٔ کیش در چند دههٔ اخیر تحولات زیادی داشته است؛ ازجمله افزایش جمعیت، تغییرات کالبدی عمده و گسترش شبکهٔ ارتباطی که پیامدهایی همچون آسیب و تخریب منابع طبیعی را در پی داشته‌اند و مرتفع‌کردن این مسائل موجب تحمیل هزینه‌های زیادی به منطقه شده است؛ بنابراین مدیریت و پیش‌بینی تغییرات در این منطقه ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش حاضر با هدف پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در بازهٔ زمانی ۱۹۹۲– ۲۰۱۸ برای دورهٔ ده‌سالهٔ پیش رو انجام شده است. به‌منظور تجزیه و تحلیل کاربری اراضی و پیش‌بینی تغییرات، نرم‌افزارهای ENVI 5.3 و Terrset و مدل CA MARKOV به کار رفته‌اند. نتایج حاصل از نقشهٔ پیش‌بینی سال ۱۴۰۷ نشان داد مساحت کلاس اراضی ساخته‌شده ۲۸۵۱ هکتار، زمین بایر ۶۱۶۴ هکتار، پوشش گیاهی ۱۲۵۹ هکتار و پهنهٔ آبی ۸۴۰۳ هکتار خواهد بود. مقایسهٔ این مقادیر با مساحت‌های محاسبه‌شده در سال پایه (۱۳۹۷) نشان داد مساحت پوشش گیاهی و پهنهٔ آبی به ترتیب به میزان ۱۸ و ۵۷ هکتار کاهش و مساحت کلاس‌های اراضی ساخته‌شده و بایر به ترتیب به میزان ۷ و ۶۹ هکتار افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: کاربری اراضی، پیش‌بینی تغییرات، زنجیرهٔ مارکوف، نوار ساحلی کیش.

*نویسنده مسؤول: aliabdollahi@uk.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

منطقهٔ ساحلی، محل تلاقی دو زیست‌بوم خشکی و دریا با مختصات فیزیکی و زیستی مستقل است که ناحیهٔ انتقالی با موقعیت جغرافیایی مشخصی را می‌سازد (عبداللهی، ۱۳۹۶: ۳۰). از زمان‌های گذشته ارزش و اهمیت استراتژیک سواحل به‌ویژه سواحل دریاها به‌لحاظ مسائل اقتصادی، اجتماعی و سیاحتی بسیار آشکار بوده است؛ همچنین سواحل دریاها به‌مثابهٔ یکی از مهم‌ترین مراکز اقتصادی، صنعتی و رشد و شکوفایی هر کشور مطرح بوده‌اند (متولی و گلشنی، ۱۳۹۰: ۲). خط ساحلی به‌مثابهٔ خط تماس بین زمین و پیکرهٔ آبی در یک لحظه از زمان تعریف می‌شود (Naji & Tawfeeq, 2011: 1). نوار ساحلی، نوار باریکی در ناحیهٔ انتقالی بین دریا و خشکی است که تأثیرات جزر و مدی و امواج در این محدوده محسوس‌تر است. این ناحیه پتانسیل جذب گردشگر و همچنین انجام فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی را به‌خوبی دارد (صالحی و برقچی، ۱۳۹۵: ۳) و منطقه‌ای محسوب می‌شود که در آن خشکی به دریا می‌پیوندد و منطقهٔ مشترکی را ایجاد می‌کند (شعبانی و سپهر، ۱۳۹۴: ۱).

بیشتر پژوهش‌ها نشان می‌دهند ظاهراً مداخلات انسانی در این پهنه‌ها به سمت و سویی در حرکت است که در تضاد با اولویت‌های شناخته‌شدهٔ زیست‌محیطی و توسعهٔ پایدار است؛ از این رو در این پژوهش تغییرات ایجادشده در دوره‌های زمانی در بخش کاربری اراضی مطالعه می‌شود.

کاربری اراضی، همواره از مهم‌ترین شاخص‌هایی بوده است که انسان با استفاده از آن، در کنار فراهم‌ساختن موجبات رشد و توسعهٔ اقتصادی – اجتماعی خود، ساختارها و فرایندهای محیط‌زیست را تغییر داده است. این محیط‌های ساحلی از دیرباز تاکنون کاربری‌های متنوع و مهمی داشته و برای ساکنان حاشیه‌ای آن همواره مهم بوده‌اند؛ به‌طوری که در طول تاریخ، بشر به سواحل و پیرو آن اسکان و تمرکز جمعیت در حاشیهٔ سواحل توجه روزافزون داشته است (احمدیان و فتحعلی‌زادهٔ کلخوران، ۱۳۹۶: ۱۴۱). بدیهی است در این چشم‌انداز حفظ، نگهداری، ترمیم و احیای کاربری اراضی ساحلی ضروری و بدین منظور لازم است طرح‌ریزی مناسبی درزمینهٔ شناسایی و طبقه‌بندی کاربری اراضی ساحلی برای استفاده‌های آتی از سواحل با رویکرد توسعهٔ پایدار اجرا شود (موسوی ملک و همکاران، ۱۳۹۱: ۱). الگوی بهینهٔ طبقه‌بندی کاربری اراضی ساحلی و مطالعهٔ میزان تغییرات و تخریب منابع در سال‌های گذشته و امکان‌سنجی و پیش‌بینی این تغییرات در سال‌های آینده در برنامه‌ریزی و استفادهٔ بهینه از منابع و کنترل و مهار تغییرات غیراصولی در آینده گام مهمی به شمار می‌آید (احمدیان و فتحعلی‌زادهٔ کلخوران، ۱۳۹۶: ۱۴۱).

با مطالعهٔ پژوهش‌های مشابه به نظر می‌رسد یکی از بهترین راهکارها درزمینهٔ بررسی روند تغییرات کاربری اراضی، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های علمی تبیین‌شده به‌منظور پردازش آنهاست (سنجش از دور)؛ درواقع یک ایدهٔ کلی در تجزیه و تحلیل تصاویر سنجش از دور، مشخص‌کردن تغییرات سطح زمین در سواحل است (ساعی، ۱۳۹۱: ۲۸۶)؛ بنابراین آشکارسازی و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور، شناخت مناسبی را از چگونگی تغییرات در محیط

www.SID.ir

کاربری اراضی ارائه می‌دهد و در مدیریت آن راهکارهای مناسبی را فراهم می‌سازد (Bakr et al., 2010: 592). با پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی مقدار گسترش و تخریب منابع مشخص و این تغییرات در مسیرهای مناسب هدایت می‌شود (ممبنی و عسکری، ۱۳۹۷: ۳۶). بدین منظور، یکی از روش‌های مطرح و پذیرفتهٔ بیشتر متخصصان، مدل مارکوف است. با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف، نسبت تبدیل کاربری‌های مختلف و امکان پیش‌بینی آنها در آینده فراهم می‌شود (ممبنی و عسکری، ۱۳۹۷: ۳۶). مدل مارکوف به‌طور معمول در پیش‌بینی ویژگی‌های جغرافیایی استفاده می‌شود که به یک روش پیش‌بینی مهم در پژوهش‌ها تبدیل شده است (Sang et al., 2011: 940).

با توجه به اهمیت، رشد سریع و روند شتاب‌زدهٔ تغییرات، جزیرهٔ کیش و نوار ساحلی آن به‌مثابهٔ عرصهٔ پژوهش حاضر انتخاب شده است. این جزیره در میان جزایر ایرانی خلیج فارس، مهم‌ترین و پرسابقه‌ترین کانون گردشگری است و همانند دیگر جزایر برای یافتن ذخایر نفتی کاوش نشده است و در زمرهٔ مناطق آزاد ایران قرار دارد (اینترنشنال، ۱۳۸۴: ۶). توسعهٔ شتابزده و ناموزون، ساخت‌وسازهای سریع و فشار روزافزون جمعیت به ایجاد تحولات شدیدی در ساختار و ترکیب سیمای سرزمین در محدودهٔ خشکی و ساحل این جزیره منجر شده است (سلاجقه و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۰۳)؛ بر این اساس هدف پژوهش حاضر، پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی نوار ساحلی جزیرهٔ کیش در بازهٔ زمانی ۲۶ ساله با استفاده از زنجیرهٔ مارکوف است.

اهمیت و ضرورت پژوهش

کاربری اراضی، همواره یکی از مهم‌ترین عواملی بوده که انسان از راه آن محیط‌زیست خود را تغییر داده است؛ به‌طوری که تخریب جنگل‌ها و مراتع و تبدیل آنها به اراضی کشاورزی و سکونتگاه‌ها، از مهم‌ترین تغییرات کاربری اراضی است که انسان انجام داده است. در همین زمینه با توجه به رشد جمعیت و تغییرات گسترده و غیراصولی کاربری اراضی در سال‌های اخیر، بررسی چگونگی تغییرات کاربری اراضی، امری ضروری است (ارخی، ۱۳۹۳: ۱). برای دستیابی به این مهم، استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی با توجه به دقت زیاد آنها اهمیت بسزایی دارد.

منطقهٔ ساحلی، از بزرگ‌ترین دارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی هر کشوری است (لرستانی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۲۳) که اهمیت ویژه‌ای از دیدگاه توسعهٔ اقتصادی، ارتباطات ملی و بین‌المللی و حتی سیاسی دارد و یکی از موقعیت‌های تمرکز فعالیت و سرمایه در آن کشور است (قلمبر و علیخانی، ۱۳۹۴: ۱). پس اطلاع از موقعیت گذشته، حال و آیندهٔ این منطقه، نقش مهمی در مدیریت بهینهٔ آن خواهد داشت (ترابی، ۱۳۸۹: ۱). در این زمینه شرایط خاص جزیرهٔ کیش، ازجمله روند شدید تغییرات جمعیت، مداخلات انسانی گسترده در عرصه‌های طبیعی، توسعهٔ شبکه‌های ارتباطی و مسائلی اینچنینی، بر اهمیت و ضرورت پژوهش حاضر در عرصهٔ مدنظر افزوده است.

www.SID.ir

پیشینهٔ پژوهش

با توجه به اهمیت کاربری اراضی مناطق ساحلی مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفته است؛ ازجمله احمدی و همکاران (۱۳۹۳) ضمن بررسی روند تغییرات خط ساحلی بندر دیر با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی نتیجه می‌گیرند خط ساحلی به سمت خشکی پیشروی کرده و محدودهٔ ساحلی در تمام نقاط کاهش یافته است.

غلامعلی‌فرد و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان «کاربرد نمایهٔ توافق کاپا در پایش تغییرات پوشش سرزمین سواحل استان بوشهر» نتیجه می‌گیرند تغییرات نامتعادل پوشش سرزمین در سواحل استان بوشهر به کاهش اراضی کشاورزی و افزایش اراضی مسکونی منجر می‌شود که در صورت ادامهٔ روند، باعث تخریب و ایجاد مشکلات محیط‌زیستی و اجتماعی در مناطق ساحلی این استان در آینده خواهد شد.

ژو[1] (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان «تشخیص تغییرات ساحلی در ایالت تگزاس» با بهره‌گیری از داده‌های لندست نتیجه می‌گیرد خط ساحلی از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۵ به میزان ۰/۱۵۴ تا ۰/۰۶۳ کیلومترمربع در سال تغییر کرده است. این موضوع نشان می‌دهد در طول سه دههٔ گذشته فرسایش بیشتری داشته است.

رزمی و همکاران[2] (۲۰۱۷) ضمن بررسی نوسانات خط ساحلی شهرستان دیر در طول النینو و لانینو با استفاده از شاخص OIF نتیجه می‌گیرند خط ساحلی به سمت دریا (رسوب‌گذاری) و مرزهای داخلی آن حرکت کرده است. براساس نتایج این پژوهش، میزان رسوب‌گذاری و فرسایش در ساحل دیر از سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۱ حدود ۹/۵۴۵۹۶۴ و ۴۲/۲۴۸۳۰۷ کیلومترمربع و در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ به ترتیب ۶۷/۹۸۱۶۶۱ و ۷/۵۶۶۸۸۳ کیلومترمربع است.

لی و همکاران[3] (۲۰۱۱) ضمن بررسی سلول‌های خودکار و زنجیرهٔ مارکوف برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی به این نتیجه رسیدند که اراضی شهری افزایش و اراضی کشاورزی و جنگلی کاهش یافته‌اند.

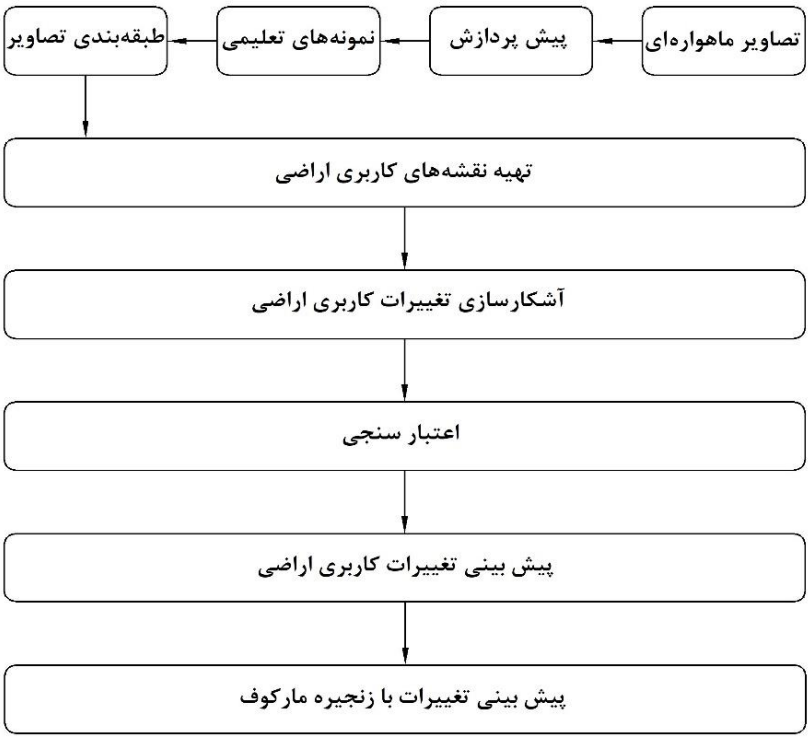
کورانتنگ و نایدزویکی[4] (۲۰۱۵) با به‌کارگیری تحلیل زنجیرهٔ مارکوف دریافتند مناطق انسان‌ساخت و اراضی کشاورزی افزایش، اما پوشش جنگلی از ۵۰ درصد به ۱۰ درصد کاهش یافته است.

روش پژوهش

در پژوهش حاضر، بررسی و ارزیابی تغییرات با استفاده از تکنیک سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای لندست برای سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۰، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۸ به ترتیب مربوط به سنجندهٔ TM، ETM و OLI انجام شده است. تصاویر پس از تصحیحات برای تهیهٔ نقشهٔ کاربری پوشش اراضی پردازش شدند و تغییرات کاربری پوشش اراضی در دوره‌ای ۲۶ ساله پایش شد (نمودار ۱).

[1] Nan, Xu
[2] Razmi et al
[3] HaiFeng, Li, Takuro, Inohae,Tadashi, Nagaie
[4] Addo, Koranteng, Tomasz, Zawila-Niedzwiecki

www.SID.ir



نمودار ۱. فلوچارت فرایند پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی

منبع: نگارندگان (۱۳۹۸)

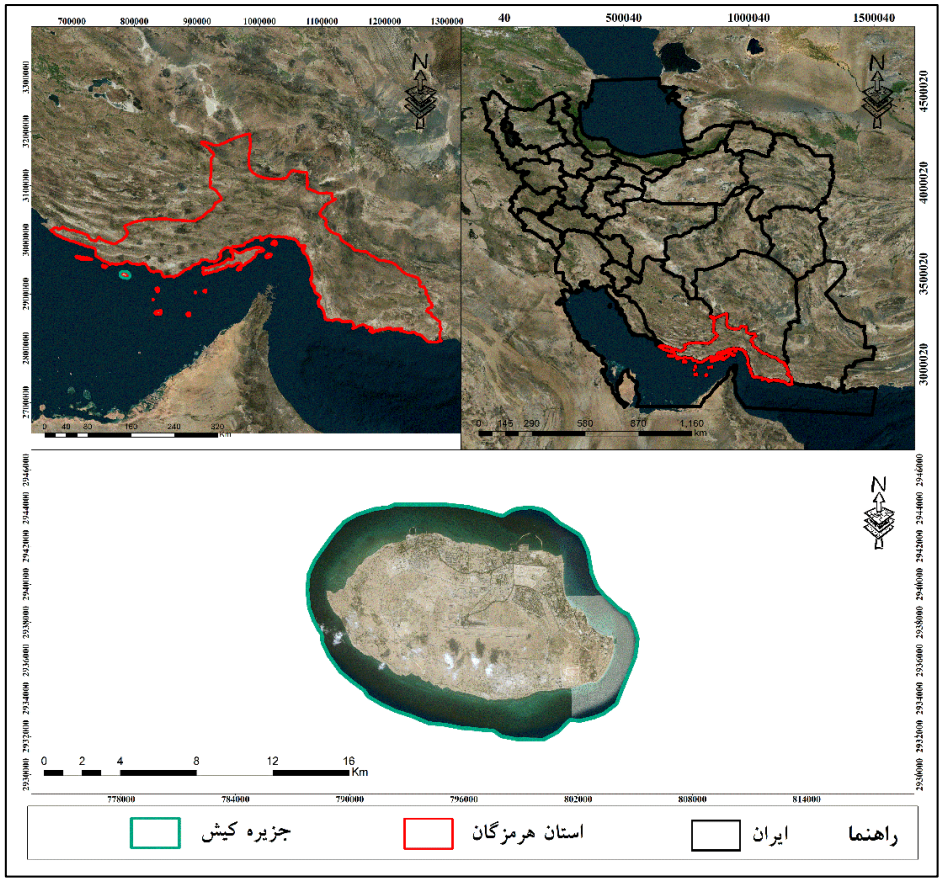
محدودهٔ پژوهش

جزیرهٔ کیش، جزیرهٔ مرجانی نسبتاً کوچکی با مساحتی بیش از ۹۰/۵ کیلومترمربع و ۳۵ کیلومترمربع خط ساحلی و شکل بیضی است. این جزیره به‌مثابهٔ مرکز بخش کیش از توابع شهرستان بندر لنگهٔ استان هرمزگان است و در مختصات جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۹ دقیقهٔ طول شرقی و ۲۶ درجه و ۳۰ دقیقهٔ عرض شمالی واقع شده است.

جزیرهٔ کیش در ۱۵ کیلومتری کرانه‌های جنوبی ایران واقع شده است که از شمال با آبادی گرزه ۱۸ کیلومتر، از شرق با جزایر فارور، فارورگان و سیری به ترتیب ۵۰، ۵۷ و ۸۰ کیلومتر، از جنوب شرق با بندر ابوظبی، پایتخت امارات متحدهٔ عربی، ۲۳۰ کیلومتر و از غرب با جزایر هندورابی و لاوان ۲۸ و ۵۷ کیلومتر فاصله دارد (سلاجقه و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۰۲).

این جزیره به‌لحاظ توپوگرافی تقریباً هموار است و ارتفاع زیادی در آن وجود ندارد. مرتفع‌ترین نقطهٔ جزیره، تپه‌ای با ارتفاع ۴۵ متر است که تقریباً در وسط جزیره قرار دارد. آب‌وهوای این جزیره در بهار و تابستان گرم و مرطوب و در پاییز و زمستان، معتدل و ملایم است. متوسط حداکثر درجه‌حرارت ماهیانه در این جزیره، ۳۳/۹ و متوسط حداقل درجهٔ ماهیانهٔ آن، ۱۸/۶ است (پاک و همکاران، ۱۳۸۷: ۳).

www.SID.ir



شکل ۱. موقعیت محدودهٔ پژوهش

منبع: نگارندگان (۱۳۹۸)

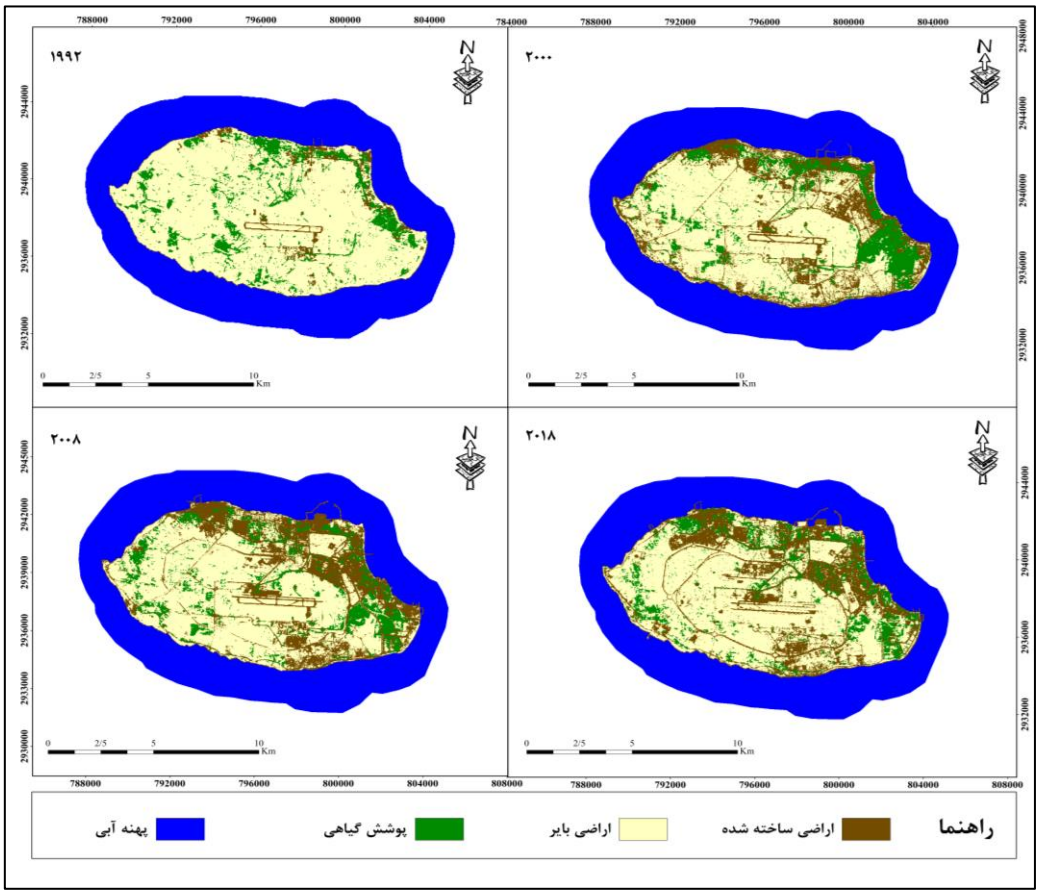
یافته‌های پژوهش

تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی و آشکارسازی تغییرات

استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و فرایند طبقه‌بندی تصاویر، مناسب‌ترین راه برای تهیهٔ نقشه‌های کاربری اراضی است (Rozenstein & Karnieli, 2011: 533). در پژوهش حاضر، برای تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی منطقهٔ پژوهش، روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان[1] و طبقه‌بندی نظارت‌شده به کار رفت. این نوع طبقه‌بندی صحت و دقت بیشتری نسبت به سایر روش‌های شناسایی تغییرات کاربری نظارت‌شده داشته است. درنهایت نقشهٔ کاربری اراضی در چهار طبقه شامل اراضی ساخته‌شده، اراضی بایر، پوشش گیاهی و پهنهٔ آبی تهیه و به‌منظور آشکارسازی تغییرات روی‌داده در منطقه، از روش مقایسهٔ پس از طبقه‌بندی استفاده شد. برای محاسبهٔ صحت طبقه‌بندی انجام‌شده، داده‌های زمینی باید با تصاویر طبقه‌بندی‌شده در یک ماتریس خطا مقایسه شوند؛ بنابراین برای اطمینان از صحت طبقه‌بندی، دقت طبقه‌بندی با ضریب کاپا ارزیابی شد که این شاخص برای نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۰، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۸ به ترتیب، ۰.۹۸، ۰.۹۸، ۰.۹۸ و ۰.۹۹ به دست آمد.

[1] Support Vector Machine (SVM)

www.SID.ir



شکل ۲. نقشهٔ تغییرات کاربری اراضی (۲۰۱۸ -۱۹۹۲)

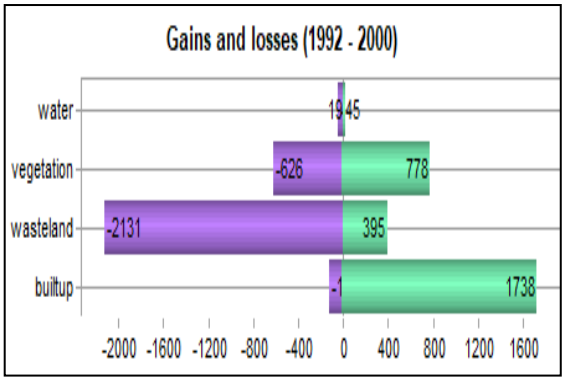
منبع: نگارندگان (۱۳۹۸)

پس از انجام مرحلهٔ طبقه‌بندی، برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی از مدل LCM استفاده شد. این مدل برای پژوهش حاضر مناسب تشخیص داده شد؛ زیرا فرایند تغییر کاربری اراضی محدودهٔ پژوهش بسیار پیچیده و نیازمند متغیرهای متعددی است.

مدل LCM، روشی یکپارچه است که امکان شبیه‌سازی تغییرات چندین کاربری را به‌طور همزمان دارد. این مدل با تلفیق توانایی‌های مدل زنجیرهٔ مارکوف، روش شبکهٔ عصبی چندلایهٔ پرسپترون با آموزش پس‌انتشار خطا و رگرسیون لجستیک، کارایی خوبی در شبیه‌سازی فرایندهای پیچیده دارد (فلاحتکار و حسینی، ۱۳۹۶: ۱۴۲). براساس این مدل (LCM)، تغییرات رخ‌داده در کاربری اراضی جزیرهٔ کیش طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۸ بررسی شده است.

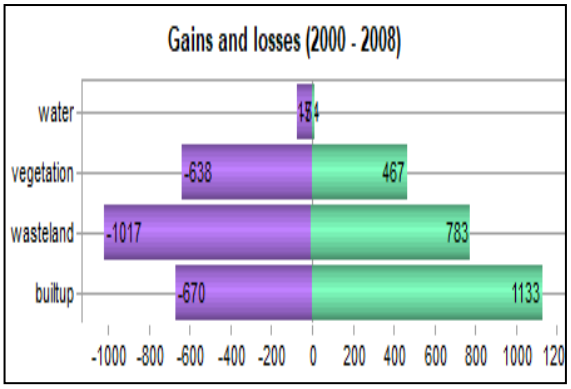
در شکل (۳)، تجزیه و تحلیل و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی بین سال‌های ۱۹۹۲ - ۲۰۰۰ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشخص است مطابق انتظار، طی این دوره بیشترین کاهش متوجه اراضی بایر با ۲۱۳۱ هکتار و بیشترین افزایش متعلق به اراضی ساخته‌شده با ۱۷۳۸ هکتار بوده است؛ اما آنچه در این زمینه نیازمند توضیح است، تغییرات پهنهٔ آبی است که به دلایلی چون تغییرات جزر و مدی در لحظهٔ تصویربرداری و توسعهٔ ساخت‌وساز در دریا با کاهش روبه‌رو بوده است.

www.SID.ir



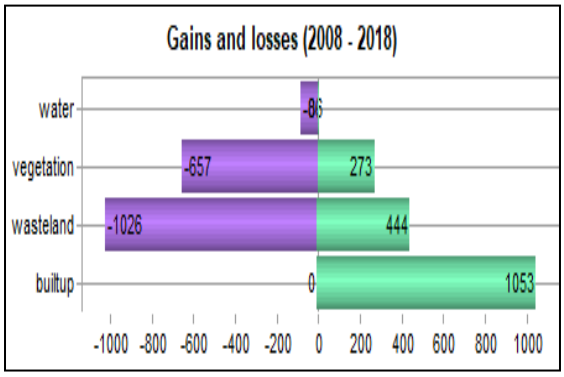
شکل ۳. تغییرات کاربری اراضی (هکتار) طی سال‌های ۱۹۹۲– ۲۰۰۰؛ منبع: نگارندگان (۱۳۹۸)

تغییرات رخ‌داده بین سال‌های ۲۰۰۰– ۲۰۰۸ در شکل (۴) نشان داده شده است. این نمودار کاهش روند ساخت‌وساز و دست‌اندازی به اراضی بایر موجود در جزیره را نسبت به دورهٔ قبل نشان می‌دهد؛ همچنین روند نسبتاً ثابت تخریب پهنه‌های سبز و کاهش توسعهٔ این پهنه‌ها نسبت به دورهٔ قبل از دیگر مسائل جالب توجه است. عمدهٔ دلایل توسعهٔ ۴۶۷ هکتاری پهنه‌های سبز به افزایش تراکم سبزینگی پهنه‌های موجود، توسعهٔ فضای سبز شهری و درختکاری در معابر مربوط است که در مقایسه با تخریب ۶۳۸ هکتاری اراضی متعلق به این کاربری، روند نگران‌کننده‌ای را نشان می‌دهد؛ به‌علاوه کاهش سطح پهنه‌های آبی به دلایل از پیش یادشده رخ داده است؛ ضمن اینکه تضعیف روند توسعهٔ اراضی ساخته‌شده، عمدتاً به دلایل سیاسی و اقتصادی رخ داده است که از مهم‌ترین مصادیق آن، تضعیف عمومی توان اقتصادی جامعه در بخش اقتصادی و جلوگیری از توسعهٔ افقی شهر و اتکا بر توسعهٔ عمودی در بخش سیاسی و مدیریت شهری است. توسعهٔ فضای سبز در اراضی شهری نیز موجب شده است در دامنهٔ تغییرات، شاهد کاهش ۶۷۰ هکتاری اراضی ساخته‌شده باشیم.



شکل ۴. تغییرات کاربری اراضی (هکتار) طی سال‌های ۲۰۰۰– ۲۰۰۸؛ منبع: نگارندگان (۱۳۹۸)

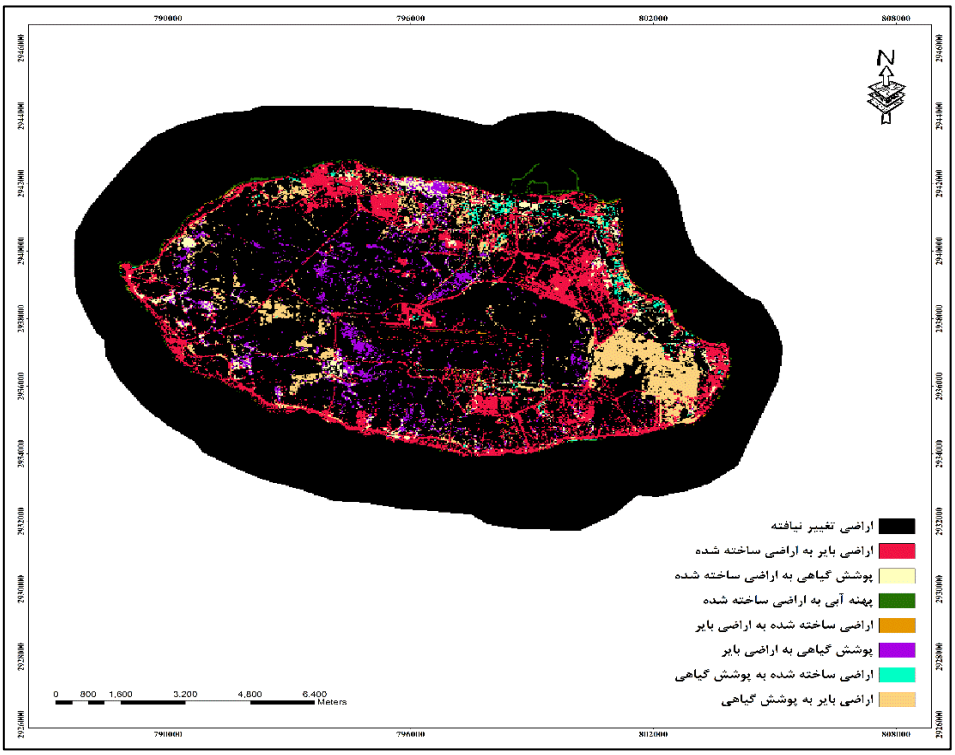
برمبنای شکل (۵) در فاصلهٔ بین سال‌های ۲۰۰۸– ۲۰۱۸ حدود ۱۰۲۶ هزار هکتار از طبقهٔ زمین بایر کاسته و به اراضی ساخته‌شده و پوشش گیاهی افزوده شده است. بررسی‌های تطبیقی این دوره با دوره‌های پیشین نیز از کاهش روند توسعهٔ ساخت‌وساز، افزایش دست‌اندازی به پهنه‌های سبز و کاهش پهنه‌های آبی حکایت دارد که عمدهٔ دلایل آن پیش‌تر تشریح شد.



شکل ۵. تغییرات کاربری اراضی (هکتار) طی سال‌های ۲۰۰۸– ۲۰۱۸؛ منبع: نگارندگان (۱۳۹۸)

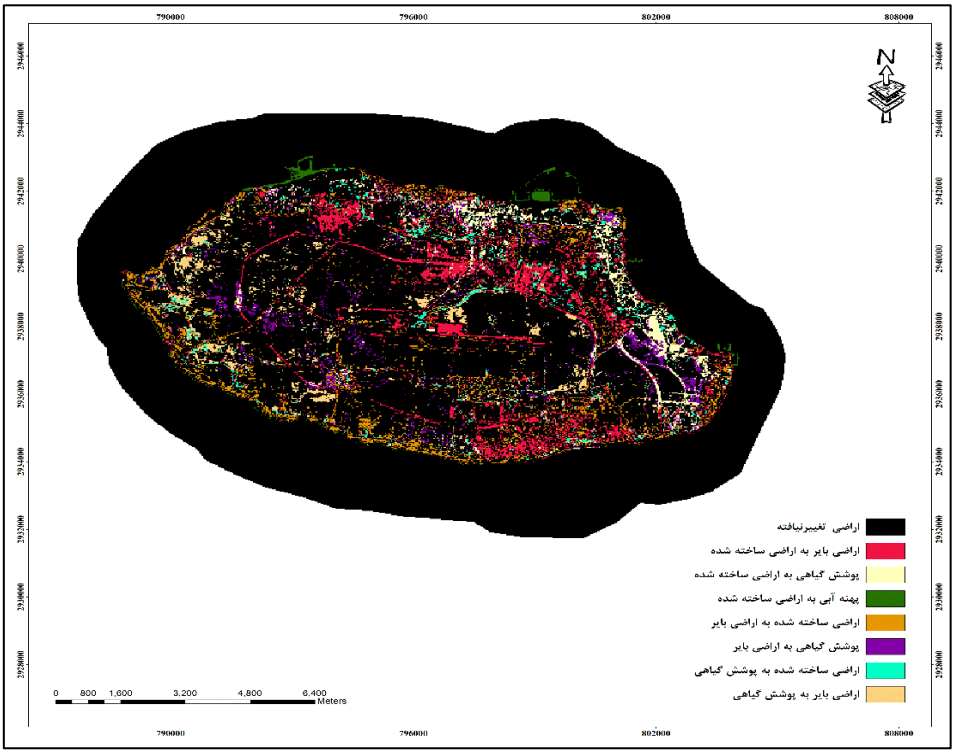
در ادامه، مدل‌های خروجی نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۲– ۲۰۰۰، ۲۰۰۰– ۲۰۰۸ و ۲۰۰۸–۲۰۱۸ آورده شده است.

www.SID.ir



شکل ۶. نقشهٔ تغییرات کاربری اراضی (۱۹۹۲– ۲۰۰۰)

منبع: نگارندگان (۱۳۹۸)



شکل ۷. نقشهٔ تغییرات کاربری اراضی (۲۰۰۰– ۲۰۰۸)

منبع: نگارندگان (۱۳۹۸)

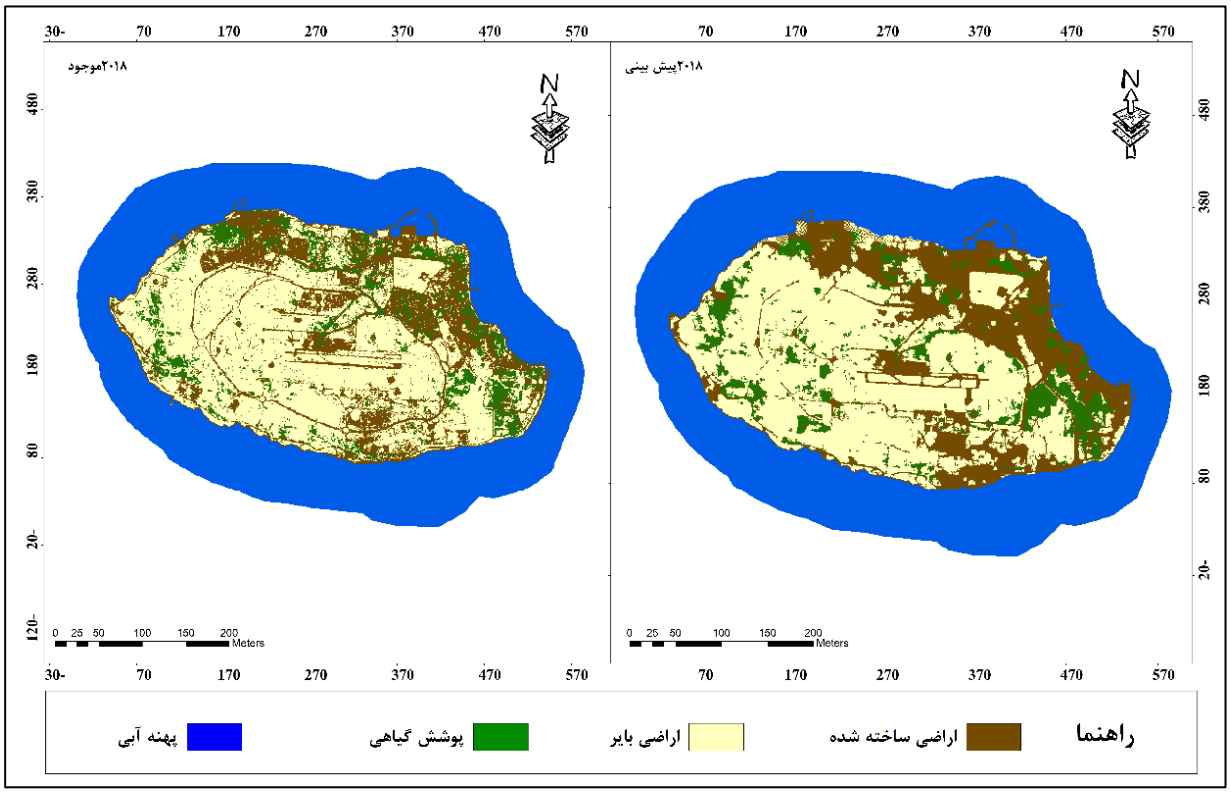
www.SID.ir

شکل ۸. نقشهٔ تغییرات کاربری اراضی (۲۰۰۸- ۲۰۱۸)

منبع: **نگارندگان (۱۳۹۸)**

پس از مدل‌سازی تغییرات، از مدل زنجیرهٔ مارکوف برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی استفاده شد. این مدل براساس تغییراتی که تصاویر در یک دورهٔ زمانی دارند، این احتمال را پیش‌بینی می‌کند که در آینده یک سلول به چه سلولی تبدیل خواهد شد. درواقع زنجیرهٔ مارکوف احتمال این را محاسبه می‌کند که یک کلاس به کلاس دیگر تبدیل شود. نقشهٔ طبقه‌بندی موجود و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در منطقهٔ پژوهش برای سال ۲۰۱۸ در شکل (۹) نشان داده شده است. از مقایسهٔ مساحت‌های محاسبه‌شده در نقشهٔ طبقه‌بندی موجود و نقشهٔ پیش‌بینی‌شده، مشخص شد مساحت اراضی ساخته‌شده، اراضی بایر و پهنهٔ آبی در نقشهٔ پیش‌بینی‌شده، بیش از میزان مساحت این کلاس‌ها در نقشهٔ موجود است. این مقایسه نشان می‌دهد در دورهٔ ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸، روند افزایش سطح طبقات بایر، ساخته‌شده و آبی نسبت به سایر دوره‌ها شدت بیشتری یافته و این مسئله به معنی شدت‌یافتن دست‌اندازی و تخریب دیگر طبقهٔ بررسی‌شده، یعنی کلاس پوشش گیاهی است. در تصدیق این مسئله، تطبیق نشان می‌دهد مساحت کلاس کاربری پوشش گیاهی در نقشهٔ پیش‌بینی، کمتر از مقدار موجود آن است.

www.SID.ir



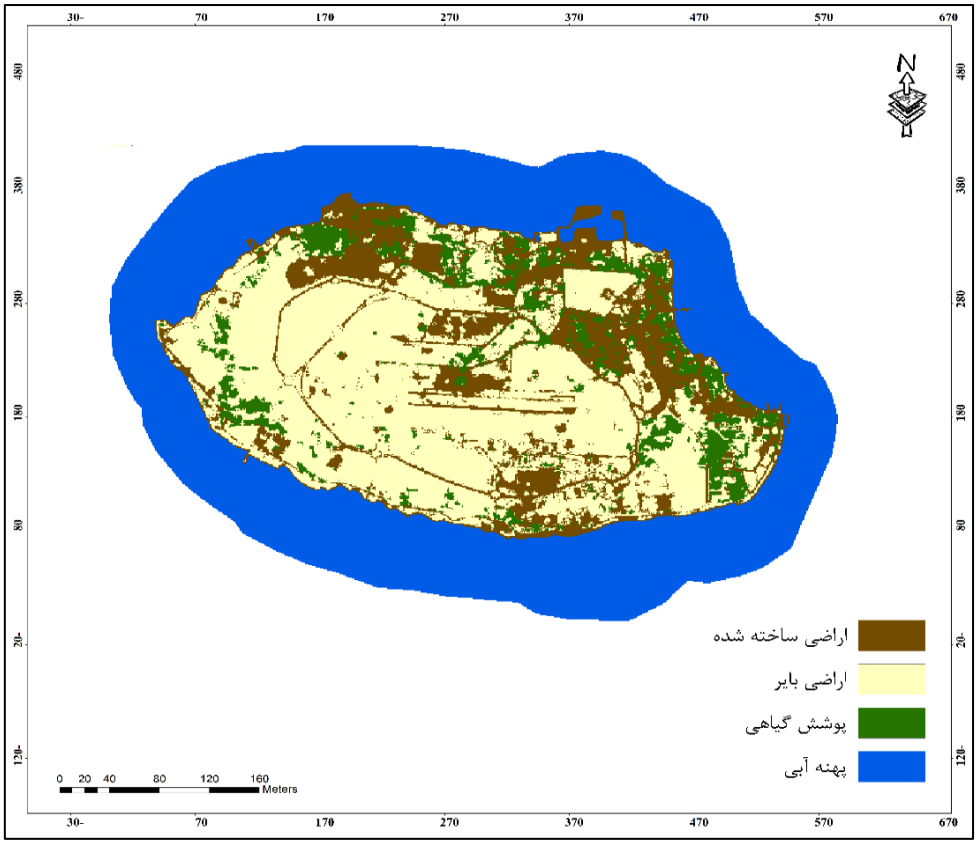
شکل ۹. مقایسهٔ تطبیقی نقشهٔ طبقه‌بندی‌شدهٔ موجود با نقشهٔ پیش‌بینی‌شده

منبع: نگارندگان (۱۳۹۸)

پس از انجام مرحلهٔ CA-Markov در نرم‌افزار Terrset برای تهیهٔ نقشهٔ پیش‌بینی کاربری اراضی در سال ۲۰۲۸ اقدام شد که در شکل (۱۰) نشان داده شده است. بر این اساس بررسی تطبیقی کاربری اراضی پیش‌بینی‌شده برای سال ۲۰۲۸ نسبت به سال ۲۰۱۸ نشان می‌دهد مساحت پوشش گیاهی و پهنهٔ آبی به ترتیب به میزان ۱۸ و ۵۷ هکتار کاهش و مساحت کلاس‌های اراضی ساخته‌شده و بایر به ترتیب به میزان ۷ و ۶۹ هکتار افزایش یافته است.

مهم‌ترین دلایل کاهش پهنهٔ پوشش گیاهی، کاهش تراکم سبزینگی پهنه‌های موجود و تخریب اراضی سبز و کشاورزی است. همچنین پهنهٔ آبی هم به دلیل دست‌اندازی و توسعهٔ ساخت‌وساز در دریا با کاهش روبه‌رو بوده است. در این زمینه مهم‌ترین دلیل افزایش پهنهٔ اراضی بایر، تبدیل اراضی پوشش گیاهی به این کاربری بوده و اراضی ساخته‌شده نیز که موجودیت و توسعهٔ خود را از سایر کلاس‌های کاربری گرفته است، مطابق انتظار، به دلیل توسعهٔ ساخت‌وساز در اراضی سبز، بایر و پهنه‌های آبی با افزایش سطح روبه‌رو بوده است.

www.SID.ir



شکل ۱۰. نقشهٔ پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی سال ۲۰۲۸

منبع: نگارندگان (۱۳۹۸)

نتیجه‌گیری

هدف از بررسی، تجزیه و تحلیل و درنهایت پیش‌بینی تغییرات کاربری و پوشش زمین، تلاش برای دامن‌زدن به ایجاد نوعی تعادل اکولوژیک و عدالت اجتماعی در روند توسعه و عمران شهری و سایر محیط‌های زیر سلطهٔ بشری است. این امر در عمل، بدون راهبردهایی مناسب و مدیریتی قوی امکان‌پذیر نخواهد بود. ایجاد شبیه‌سازی دقیق از رشد آیندهٔ سکونتگاه‌های بشری، یکی از مفیدترین ابزارها درزمینهٔ مطالعهٔ آنها و برنامه‌ریزی برای آیندهٔ آنهاست که شامل مدل‌سازی فضایی می‌شود. با توجه به نکات گفته‌شده، نوعی اجماع نظر میان صاحب‌نظران مطالعات شهری و جغرافیایی وجود دارد؛ مبنی بر اینکه شناخت و ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی آنها در هر منطقه به فراهم‌شدن شرایط برای مدیریت بهینه کمک شایانی می‌کند؛ درواقع داشتن آمار و اطلاعات از کلاس‌های کاربری و پوشش اراضی در گذشته و حال، همچنین میزان تغییرات این کلاس‌ها و پیش‌بینی این تغییرات، یکی از مبانی لازم برای مدیریت درست عرصه‌های طبیعی و انسانی است.

در پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی نوار ساحلی کیش از تصاویر ماهواره‌ای و سنجش از دور استفاده شد. پس از تهیهٔ

www.SID.ir

نقشه‌های کاربری اراضی در دوره‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۰، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۸، نقشهٔ کاربری اراضی پیش‌بینی‌شدهٔ این جزیره در سال ۲۰۱۸ تهیه شد. اختلاف اندک بین نتایج پیش‌بینی و نقشهٔ موجود در سال ۲۰۱۸، دقت زیاد پیش‌بینی مارکوف را نشان می‌دهد و مشخص می‌کند این مدل قابلیت خوبی در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی دارد که این پیش‌بینی را با تعمیم روند تغییرات گذشته به آینده انجام می‌دهد. در ادامه برای حصول نتیجهٔ مطلوب، در این پژوهش از روش الگوریتم سیستم ماشین بردار پشتیبان به‌منظور طبقه‌بندی تصاویر استفاده شد. برای سنجش صحت طبقه‌بندی، ضریب کاپا به کار رفت که ضریب کاپای به‌دست‌آمده در پژوهش، نشان‌دهندهٔ دقت زیاد آن است. در ادامه با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۰، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۸ که با پردازش تصاویر ماهواره‌ای به دست آمد و با استفاده از مدل CA MARKOV، نقشهٔ کاربری اراضی مربوط به سال ۲۰۲۸ پیش‌بینی شد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد در سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۸ نوار ساحلی کیش با افزایش مساحت اراضی ساخته‌شده و بایر و کاهش مساحت پوشش گیاهی و پهنهٔ آبی مواجه شده است. از مساحت پوشش گیاهی و پهنهٔ آبی به ترتیب به میزان ۱۸ و ۵۷ هکتار کاسته و به مساحت کلاس‌های اراضی ساخته‌شده و بایر به ترتیب به میزان ۷ و ۶۹ هکتار افزوده شده است. با آگاهی از نتایج حاصل از این پیش‌بینی می‌توان در مسیر مدیریت درست تغییرات کاربری اراضی نوار ساحلی کیش و اتخاذ تدابیر مدیریتی درست و متناسب با شرایط و جلوگیری از تغییرات نامطلوب در آینده گام برداشت. بعضی از اقدامات پیشنهادی به شرح زیر است:

– پیش‌تر دلایل عمدهٔ کاهش سطح پهنه‌های پوشش گیاهی توضیح داده شد. با توجه به آثار سوئی که تخریب اراضی این کاربری به‌ویژه در ابعاد زیست‌محیطی به دنبال دارد، باید در مرحلهٔ اول، اقدامات تدافعی برای کاهش تخریب آن و در مرحلهٔ دوم توسعهٔ آن اندیشیده و اجرا شود. ازجمله مهم‌ترین اقدامات برای جلوگیری از تخریب پهنهٔ پوشش گیاهی، توسعهٔ کشت گیاهان بومی و مقاوم دربرابر شرایط اقلیمی منطقه، جلوگیری از رشد افقی بی‌رویهٔ مناطق شهری با کمربندهای سبز، افزایش سرانهٔ فضای سبز در طرح‌های توسعهٔ شهری، سیاست‌های حمایتی از توسعهٔ فضاهای سبز خانگی و شخصی و ضوابط و مقررات سختگیرانه به‌منظور جلوگیری از تخریب و تغییر کاربری فضاهای سبز خصوصی است.

– دربارهٔ کاهش سطح پهنه‌های آبی، تنها دلیل موجود، توسعهٔ فعالیت‌های انسانی و ساخت‌وساز در دریاست؛ برخلاف تجارب موفقی که بعضی کشورها در این زمینه داشته‌اند، همواره دست طبیعت دامن گروههای متجاوز به خود را گرفته و آثار منفی مداخلات انسانی در آن دیر یا زود مشخص شده است. ازجمله آثار سوء توسعهٔ ساخت‌وساز در دریا، تخریب زیستگاههای جانوری در محدودهٔ ساخت‌وساز، افزایش احتمال آلودگی دریا، امنیت کمتر ساخت‌وسازها دربرابر طوفان‌های دریایی و هزینهٔ زیاد اجراست. بر این اساس پیشنهاد می‌شود تا جای ممکن از توسعهٔ ساخت‌وساز در دریا و ایجاد جزایر مصنوعی جلوگیری شود یا در صورت لزوم، انجام مطالعات امکان‌سنجی زیست‌محیطی و راهکارهای به حداقل رساندن آثار مداخلات انسانی بر اکوسیستم دریا، پیش از طراحی و اجرای پروژه‌ها صورت پذیرد.

www.SID.ir

– افزایش اراضی ساخته‌شده در طول دورهٔ بررسی‌شده، مسئله‌ای انکارناپذیر است؛ اما شدت روند توسعهٔ آن، مسئله‌ای مطلوب به شمار نمی‌رود؛ زیرا یک سکونتگاه بشری با مساحت محدود به‌جز مسکن و کاربری‌های شهری، به ملزومات دیگر هم نیاز دارد که مناظر طبیعی، فضاهای باز و آرام دور از مناطق شهری، گردشگاههای طبیعی و... از این جمله است؛ علاوه بر این توسعهٔ افقی شهرها و سکونتگاههای بشری آثار منفی فراوانی دارد که تقریباً هیچ‌کدام از مکاتب شهرسازی نوین با آن موافق نیستند؛ بر این اساس افزایش کلاس ساخته‌شده باید مدیریت شود. برای این منظور پیشنهادهایی از قبیل اجرای کمربندهای سبز شهری به‌منظور تحدید محدودهٔ شهری، حمایت از توسعهٔ درون‌زا و مفاد آن، حمایت از تراکم عمودی تا حد مطلوب و سپس توسعهٔ افقی و توسعهٔ کاربری‌های ترکیبی مطرح می‌شود.

– افزایش اراضی بایر فقط به دلیل تخریب اراضی پوشش گیاهی رخ داده است. بر این اساس حفاظت از پهنه‌های سبز موجود و توسعهٔ آن می‌باید در دستورکار قرار گیرد که پیشنهادهای مربوط به آن پیش‌تر توضیح داده شد.

منابع

احمدی، محمود، رامشت، محمدحسین، درفشی، خه‌بات، (۱۳۹۳). **بررسی روند تغییرات خط ساحلی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی؛ مطالعهٔ موردی: ساحل شهرستان بندر دیر، خلیج فارس**، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۵، پیاپی ۵۵، شمارهٔ ۳، ۷۴-۶۳.

احمدیان، رضا، فتحعلی‌زادهٔ کلخوران، نیره، (۱۳۹۶). **بررسی و تحلیل الگوی طبقه‌بندی کاربری اراضی ساحلی و ارائهٔ الگوی بهینهٔ مناسب با استفاده از سیستم کورین**، مطالعات جغرافیا، عمران و مدیریت شهری، دورهٔ ۳، شمارهٔ ۱/۱، ۱۴۰-۱۵۸.

ارخی، صالح، (۱۳۹۳). **پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM در محیط GIS؛ نمونهٔ موردی: منطقهٔ سرابله**، دو فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، جلد ۱۲، دورهٔ ۱۲، شمارهٔ ۱، ۱۹-۱.

پاک، علی، حاج‌ممنی، عقیل، مجد، فرهاد، (۱۳۸۷). **آغاز حرکت اجرایی مدیریت یکپارچهٔ مناطق ساحلی در ایران، مدیریت سواحل جزیرهٔ کیش**، هشتمین همایش بین‌المللی سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی، دورهٔ ۸، ۱۳-۱.

ترابی، مژگان، (۱۳۸۹). **بررسی تغییرات خط ساحلی در منطقهٔ ساحلی نور حد فاصل ایزدشهر تا دریاشهر در دورهٔ یک‌ساله**، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، استاد راهنما: آزرم‌سا، سید علی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم دریایی نور.

دریز اند زومر اینترنشنال، (۱۳۸۴). **طرح جامع مقصد جزیرهٔ کیش «باغ ایرانی در خلیج فارس» (۱۳۸۴-۱۴۰۴)**، مشاور نظارت و هدایت طرح: مهندسان مشاور باوند، ۴۸۴-۱.

www.SID.ir

ساعی، بهمن، (۱۳۹۱). **پایش تغییرات نواحی ساحلی با استفاده از ادغام اطلاعات ماهواره‌ای؛ مطالعهٔ موردی: بخشی از سواحل جنوب ایران**، دهمین همایش بین‌المللی سواحل، بندرها و سازه‌های دریایی، تهران، ۲۹۷-۲۸۶.

سلاجقه، بهرنگ، منوری، سید مسعود، کرباسی، عبدالرضا، خراسانی، نعمت‌الله، شریعت، سید محمود، (۱۳۹۳). **تحلیل تخریب سرزمین با استفاده از آشکارسازی تغییرات و سنجه‌های سیمای سرزمین؛ مطالعهٔ موردی: جزیرهٔ کیش**، دو فصلنامهٔ پژوهش‌های محیط‌زیست، شمارهٔ ۱۰، ۱۱۰-۹۹.

شعبانی، رکسانا، سپهر، مرتضی، (۱۳۹۳). **ارزیابی آثار زیست‌محیطی نوار ساحلی شهر نور براساس شاخص ESI با استفاده از GIS**، دومین کنگرهٔ بین‌المللی سازه، معماری و توسعهٔ شهری، تبریز، ۱۱-۱.

صالحی، المیرا، برقچی، معصومه، (۱۳۹۵). **ارزیابی مؤلفه‌های مؤثر در طراحی نوار ساحلی؛ نمونهٔ مطالعه: نوار ساحلی شهرستان نور**، کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و منظر شهری، ترکیه، ۱۸-۱.

عبداللهی، سحر، (۱۳۹۶). **تحلیل و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در نواحی ساحلی کشور؛ نمونهٔ مطالعه: مناطق ساحلی گیلان**، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، استاد راهنما: داداش‌پور، هاشم، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکدهٔ هنر.

غلامعلی‌فرد، مهدی، جورابیان شوشتری، شریف، حسینی کهنوج، سید حمزه، بالی، علی، دل‌شب، حسین، معین، حسین، (۱۳۹۱). **کاربرد نمایهٔ توافق کاپا در پایش تغییرات پوشش سرزمین سواحل استان بوشهر (دورهٔ زمانی ۱۳۶۷-۱۳۹۰)**، اقیانوس‌شناسی، سال ۳، شمارهٔ ۱۲، ۷۵-۶۳.

فلاحتکار، سامره، حسینی، سید محسن، (۱۳۹۶). **پیش‌بینی نقاط داغ انتشار CO2 ناشی از تغییرات کاربری اراضی، محیط‌زیست طبیعی**، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۷۰، شمارهٔ ۱، ۱۴۸-۱۳۹.

قلمبر، علی، علیخانی، امیر، (۱۳۹۴). **بررسی تغییرات خط ساحلی و حفاظت از ساحل؛ مطالعهٔ موردی: بندر فریدون‌کنار**، ایران، اولین همایش ملی مهندسی عمران و محیط‌زیست، قزوین، ۱۱-۱.

لرستانی، قاسم، اسماعیلی، رضا، اعتمادی، فاطمه، (۱۳۹۴). **بررسی میزان تغییرات خط ساحلی دریای خزر در مصب رودخانه‌ها؛ مطالعهٔ موردی: مصب رودخانه‌های هراز، بابل‌رود و تالار**، مجلهٔ آمایش جغرافیایی فضا، فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی دانشگاه گلستان، سال ۵، شمارهٔ مسلسل ۱۸، ۱۳۵-۱۲۳.

متولی، صدرالدین، گلشنی، زینب، (۱۳۹۰). **نقش مدیریت ساحلی در توسعهٔ پایدار شهری با تأکید بر بعد زیست‌محیطی و کالبدی‌فضایی؛**

www.SID.ir

مطالعهٔ موردی: نوار ساحلی نور و رویان، همایش ملی آرمان‌شهر ایرانی، نور، ۱-۱۰.

ممبنی، مریم، عسکری، حمیدرضا، (۱۳۹۷). **پایش، بررسی و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی/ پوشش زمین با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف؛ مطالعهٔ موردی: شوشتر- خوزستان،** فصلنامهٔ علمی‌پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دورهٔ ۲۷، شمارهٔ ۱۰۵، ۴۷-۳۵.

موسوی ملک، اعظم، هلالات ناصریان، حسین، واعظی‌پور، حسینعلی، اسعدی، روناک، (۱۳۹۱). **ارزیابی کاربری اراضی سواحل خلیج چابهار با رویکرد توسعهٔ پایدار در محیط GIS / RS،** اولین همایش ملی توسعهٔ سواحل مکران و اقتدار دریایی جمهوری اسلامی ایران، چابهار، ۸-۱.

Bakr, N.D.C., Weindorf & Bahnassy, M.H., (2010). **Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multi-temporal Landsat data**, Applied Geography, Vol 30, Pp 592-605.

HaiFeng, Li, Inohae, T., Nagaie, T., (2011). **Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model**, Ecological Modelling, Pp 3761-3772.

Koranteng, A., Zawila-Niedzwiecki, T., (2015). **Modelling forest loss and other land use change dynamics in Ashanti Region of Ghana**, Vol 57, Pp 96-111.

Li, H., Inohae, T., Nagaie, T., (2011). **Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model**, Ecological Modelling, Pp 3761-3772.

Naji, T.A., Tawfeeq, H.R.J., (2011). **Detection of Shoreline Change in AL-Thirthar Lake using Remotely Sensed Imagery and Topography Map**, Vol 24, No 1, Pp 1-7.

Razmi, M., Mohammad Asgari, H., Dadollahi Sohrab, A., (2017). **Monitoring oscillations coastline of Dayyer city during the El Nino and La Niño using OIF utility index**, Indian Journal of Geo Marine Sciences, Vol 46, No 11, Pp 2286-2289.

Rozenstein, O., Karnieli, A., (2011). **Comparison of Methods for Land Use Classification Incorporating Remote Sensing and GIS Inputs**, Applied Geography, Pp 533-544.

Sang, L., Zhang, CH., Yang, j., (2011). **Simulation of land use spatial pattern of towns and villages based on CA–Markov model**, Pp 938-943.

Xu, N., (2018). **Detecting Coastline Change with All Available Landsat Data over 1986–2015: A Case Study for the State of Texas**, USA, Pp 1-20.

www.SID.ir