

بررسی تأثیر تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر تالاب‌ها با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (مطالعه موردی: تالاب جازموریان)

آتنا سالار، محسن شهریاری مقدم، وحید راهداری* و سعیده ملکی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۱۵)

چکیده

توسعه نامتوازن کاربری‌های مختلف در حوضه‌های آبخیز، بدون در نظر گرفتن سهم همه اجزا، می‌تواند صدمات جدی به پایداری کل حوضه آبخیز وارد نماید. توسعه اراضی کشاورزی با افزایش میزان استفاده از آب و ایجاد سد در بالادست رودخانه‌ها، مهم‌ترین تهدید تالاب‌ها در بسیاری از مناطق هستند. تالاب جازموریان، یکی از تالاب‌های فصلی در جنوب شرق ایران است. مهم‌ترین منبع تأمین آب این تالاب رودخانه هلیلرود است. در پژوهش حاضر، برای بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی تالاب جازموریان و رودخانه هلیلرود، از سری زمانی داده‌های ماهواره لندست برای سال‌های ۱۳۵۴، ۱۳۷۴، ۱۳۸۷ و ۱۴۰۱ استفاده شد. تصاویر تهیه شده به روش ترکیبی طبقه‌بندی و سپس نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه مطالعه تهیه شد. صحت نقشه‌های تهیه شده برای جدیدترین تصویر با تهیه ماتریس خطا، محاسبه شاخص کاپا و صحت کلی به ترتیب بیش از ۸/۰ و ۸۰ درصد محاسبه شد. بررسی نقشه‌های تهیه شده نشان داد، سطح اراضی زیر آب از سال ۱۳۵۴ تا ۱۳۷۴ افزایش و پس از آن سیر نزولی داشته و از ۱۱۹۵۵۲ هکتار در سال ۱۳۷۴ به ۷۲۳ هکتار در سال ۱۴۰۱ کاهش یافته‌اند. سطح اراضی کشاورزی از ۲۱۳۱ هکتار در سال ۱۳۵۴ به ۱۳۳۹۱۳ هکتار در سال ۱۳۸۷ افزایش یافته و در سال ۱۴۰۱ به ۱۰۵۷۹۵ هکتار کاهش یافته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد، در این دوره با ایجاد سد در بالادست رودخانه هلیلرود از یک‌طرف و توسعه اراضی کشاورزی، سطح آب تالاب کاهش پیدا کرده است؛ به طوری که در سال ۱۴۰۱ تالاب به طور کامل خشک شده است. پژوهش حاضر نشان‌دهنده ضرورت در نظر گرفتن اجزای مختلف یک حوضه آبخیز در برنامه‌ریزی توسعه‌ای به منظور دست‌یافتن به توسعه پایدار است.

واژه‌های کلیدی: تالاب جازموریان، هلیلرود، کشاورزی، طبقه‌بندی ترکیبی، بررسی تغییرات

۱. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: vahid_rahdari@yahoo.com

مقدمه

تالاب‌ها به دلیل دارا بودن کارکردهای متفاوت در بین زیست‌بوم‌های طبیعی، اهمیت ویژه‌ای داشته و دارای نقش مهمی در حفاظت از ارزش‌های اقتصادی، اجتماعی، طبیعی و همچنین تنوع زیستی هستند (۵، ۱۴ و ۲۳). عوامل گوناگونی مانند تغییرات کاربری اراضی، احداث سد و بهره‌برداری بیش از اندازه از آب‌های زیرزمینی، اکوسیستم تالابی و کارکردهای آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۹، ۱۷ و ۲۹).

اطلاع از وضعیت کاربری و پوشش اراضی پیرامون اکوسیستم‌ها می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های مدیران سرزمین برای مدیریت در خور اکوسیستم‌های طبیعی قرار بگیرد (۱۲، ۲۰ و ۳۰). تهیه نقشه کاربری اراضی از گذشته تاکنون، نقش مهمی در تحلیل روابط بین اجزای مختلف یک حوضه آبخیز دارد و امکان برنامه‌ریزی برای آینده سرزمین بر اساس پویایی کاربری و پوشش اراضی سرزمین و تغییرات آن‌ها را فراهم می‌کند (۹ و ۲۶). با درک روند تغییرات سرزمین می‌توان اقدام به حفاظت از منابع آن کرد؛ به نحوی که همزمان با توسعه اقتصادی-اجتماعی، حفاظت از منابع اکولوژیکی نیز ممکن باشد (۶، ۷ و ۳۷).

امروزه داده‌های ماهواره‌ای به‌عنوان ابزاری برای بررسی این تغییرات استفاده می‌شوند. استفاده از سنجنش‌ازدور، زمینه را برای پژوهش و بررسی تغییرات سطح زمین ایجاد و در سریع‌ترین زمان اطلاعات ارزشمندی فراهم می‌کند (۴، ۱۱ و ۱۳). با استفاده از داده‌های سنجنش‌ازدور می‌توان نقشه‌های موضوعی با صحت مناسب تهیه کرد که نشان دهنده کیفیت، کمیت و نحوه توزیع پدیده‌های سطح زمین هستند و نیز می‌توان تغییرات اراضی را در زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار داد (۸، ۱۲، ۲۸ و ۳۱).

روش‌های مختلفی برای تهیه نقشه از سطح اراضی مانند طبقه‌بندی نظارت شده، نظارت نشده و ترکیبی استفاده می‌شود (۳، ۲۲ و ۴۰). در روش ترکیبی، متناسب با هدف و مقیاس مطالعه، برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و بر اساس تعاریف و خصوصیات ارائه شده از کاربری و پوشش اراضی سطح زمین، طرح‌ریزی درخور برای طبقه‌بندی تصویر و تهیه نقشه‌های

موضوعی انجام می‌شود (۲، ۲۱، ۲۵ و ۲۷). فلاح‌تکار و همکاران (۱۵)، در پژوهشی با استفاده از روش ترکیبی، به تهیه نقشه پوشش اراضی منطقه حفاظت‌شده قرخود در شرق پارک ملی گلستان و تحلیل تغییرات شاخص‌های پوشش گیاهی پرداختند و بیان کردند، روش طبقه‌بندی ترکیبی به دلیل استفاده از روش‌های مختلف برای تهیه نقشه پدیده‌های مختلف و نیز کاهش تداخل بازتاب پدیده‌های مختلف، قادر به تهیه نقشه‌های دقیق‌تر و روش مناسبی برای تهیه نقشه است. رافعی و همکاران (۲۹) با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال به دلیل بیشترین صحت، در صحت کلی، به مطالعه تغییرات اراضی تالاب شادگان پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۱، وسعت تالاب ۴۰ درصد کاهش داشته است و اراضی بایر به دلیل کاهش آب سطحی، دارای روند افزایشی بودند.

توسعه کشاورزی در مناطق بالادست تالاب‌ها که رودخانه‌های تأمین‌کننده آب از آن مناطق عبور می‌کنند، به علت تغییر در نظام‌های آب‌های سطحی، زیرزمینی و کاسته‌شدن از سهم آب تالاب‌ها از رودخانه‌های منتهی به آن‌ها، خسارات متعددی را به تالاب‌ها وارد کرده و باعث خشک‌شدن آن‌ها می‌شود (۱۶، ۳۶ و ۳۹). تغییرات ایجاد شده در کاربری و پوشش اراضی در نواحی مجاور اکوسیستم‌ها، باعث تغییر در کارکردهای آن‌ها شده و نه تنها اثرات زیان‌بار بر حیات محیط وابسته می‌گذارد، بلکه باعث خسارت‌های جبران‌ناپذیر بر سلامت جامعه و اقتصاد می‌شود (۱۸، ۳۸ و ۳۹)؛ در نتیجه در برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین در یک حوضه آبخیز، علاوه بر توجه به اکوسیستم‌های مختلف در حوضه، به کارکردهای آن‌ها و تأثیر هر کدام بر اکوسیستم‌های پیرامونی توجه شود (۱۹، ۲۴ و ۳۳). با توجه به تأثیر خشک‌شدن تالاب جازموریان و تبدیل آن به کانون مهم گرد و غبار در جنوب شرق کشور، در پژوهش حاضر، تأثیر تغییرات کاربری و پوشش اراضی در مناطق اطراف تالاب جازموریان و در مسیر رودخانه هلیل‌رود بر منابع اکولوژیکی این تالاب و نواحی مجاور آن، طی چهار دهه گذشته با استفاده از داده‌های سنجنش از دور و استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی بررسی شده است (۱۰، ۳۴ و ۳۵).

مواد و روش کار

معرفی منطقه مطالعه

این مطالعه در گستره جغرافیایی $27^{\circ} 01'$ تا $28^{\circ} 56'$ عرض شمالی و $57^{\circ} 10'$ تا $59^{\circ} 27'$ طول شرقی در غرب استان سیستان و بلوچستان و جنوب شرق استان کرمان با وسعت 1331606 هکتار انجام گرفت. مهم‌ترین شهرستان‌های نزدیک به محدوده مطالعه، شهرستان ایرانشهر، دلگان، کهنوج و جیرفت هستند. منبع اصلی تأمین‌کننده آب تالاب جازموریان، رودخانه هلیلرود، سیلاب‌های فصلی ناشی از بارندگی‌های رگباری و سیلاب‌های موسمی منطقه از نواحی شمالی و شمال غربی منطقه است. بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از ایستگاه‌های هواشناسی در راستای بررسی اقلیم منطقه، متوسط بارندگی شهرستان ایرانشهر $105/5$ میلی‌متر و متوسط کمینه و بیشینه دمای منطقه به ترتیب 22 درجه سانتی‌گراد و 37 درجه سانتی‌گراد است و اقتصاد منطقه از طریق کشاورزی آبی و دامداری تأمین می‌شود. از گونه‌های گیاهی می‌توان به گز، کلیر و کهور اشاره کرد. گراز، گربه وحشی و جنگلی از پستانداران شاخص این منطقه بوده و همچنین پرندگان آبی و کنار آبی از قبیل فلامینگو، انواع مرغابی‌سانان و پرندگان خشک‌زی مانند هوبره و انواع باقرقره در این تالاب دیده و گزارش شده‌اند. شکل ۱، موقعیت منطقه مطالعه در کشور ایران را نشان می‌دهد (۳۲).

روش کار

تعیین طبقات کاربری و پوشش اراضی منطقه

برای تعیین بهترین طرح برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، با انجام بازبینی میدانی، بررسی نقشه‌های توپوگرافی $1/250000$ مربوط به سال ۱۳۹۱ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای، انواع کاربری و پوشش‌های اراضی منطقه تعیین و تعریفی برای آن‌ها بر اساس جدول ۱ ارائه شد.

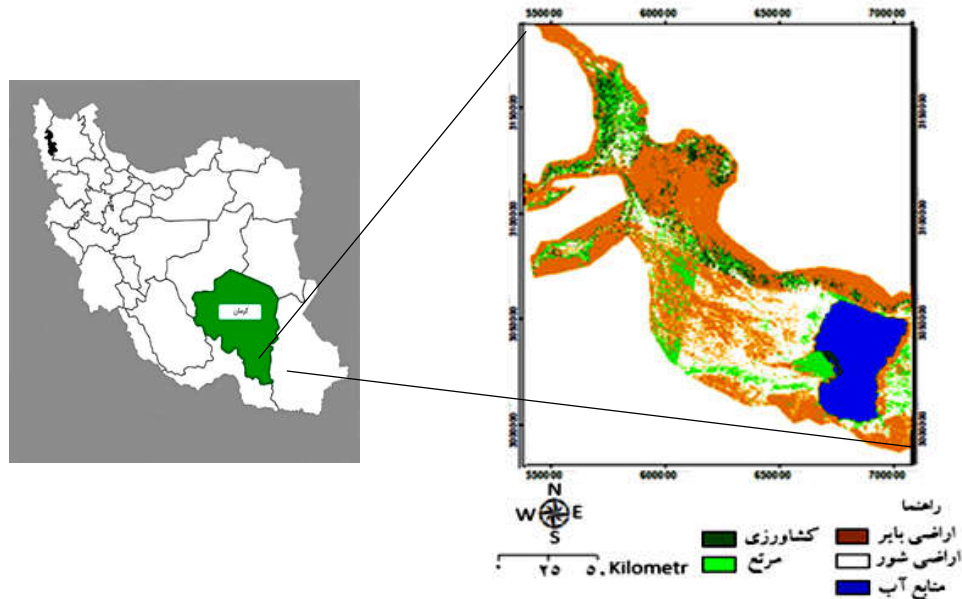
داده‌های مورد استفاده

برای بررسی تأثیر کاربری‌های جدید بارگذاری شده، اولین تصویر برای سال ۱۳۵۴ مربوط به قبل از ایجاد سازه‌های آبی در مسیر رودخانه‌های منتهی به تالاب و سایر سال‌ها بر اساس تصاویر موجود در ماه اردیبهشت و دارای کیفیت مناسب برای سال ۱۳۷۴، سال ۱۳۸۷ و سال ۱۴۰۱ از سایت www.usgs.gov به‌دست آورده شدند (جدول ۱). برای تفکیک اراضی کشاورزی، از تصاویر نرم‌افزار گوگل ارث بروز شده مربوط به سال ۱۴۰۱ و بررسی نقشه‌های $1/250000$ منطقه مربوط به سال ۱۳۹۱ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح استفاده شد.

روش کار

نمونه‌برداری میدانی با برداشت ۹۰ نمونه از تاج‌پوشش گیاهی در انتهای فروردین ۱۴۰۲ که پوشش گیاهی در بیشترین مقدار تاج‌پوشش گیاهی بود، به روش پلات انجام شد. اندازه پلات‌ها با استفاده از روش حداقل مساحت مؤثر برای مناطق مختلف، از ۲ در ۳ متر تا ۱۰ در ۲ متر تعیین شد و تاج‌پوشش گیاهی برای هر پلات تعیین شد. همچنین برای تعیین محدوده مناطق با خاک شور، از ۳۶ نقطه از منطقه از خاک سطحی تا عمق ۱۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری صورت گرفت و حدود مناطق با شوری خاک ۴ (dSm) و بیشتر تعیین شد. در زمان نمونه‌برداری از پوشش گیاهی و خاک سعی شد از مناطقی نمونه‌برداری انجام شود که وضعیت منطقه از نظر تاج‌پوشش گیاهی و یا شوری خاک تا اندازه‌ای همگن باشد.

در پژوهش حاضر برای تفکیک اراضی کشاورزی از سایر کاربری و پوشش‌های اراضی، حدود اراضی کشاورزی روی تصاویر ماهواره‌ای، با استفاده از تصویر گوگل ارث مشخص و مرز آن‌ها تهیه شد. برای سایر تصاویر، مناطق کشاورزی با تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای نمونه‌های تعلیمی از این کاربری تهیه شد. زمان مطالعه برای دهه اول اردیبهشت‌ماه که منطقه دارای بیشترین تاج‌پوش گیاهی بود، مشخص شد و بنابراین نمونه‌برداری میدانی از منطقه مطالعه در اردیبهشت‌ماه سال ۱۴۰۱



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعه در کشور (۳۲)

جدول ۱. طبقات کاربری و پوشش اراضی منطقه

توضیحات	طبقه
اراضی زیر کشت محصولات کشاورزی	کشاورزی
اراضی با پوشش گیاهی طبیعی بیش از ۲۰ درصد	اراضی مرتع (پوشش گیاهی طبیعی)
نواحی بدون آب و با پوشش گیاهی کمتر از ۲۰ درصد	اراضی بایر
اراضی که در قشر سطحی آن‌ها مقادیر متناهی از نمک‌های محلول جمع شده است. این اراضی عمدتاً مسطح و دارای زهکشی طبیعی بسیار ضعیفی هستند و سطح آب زیرزمینی آن‌ها بالا است	شوره‌زار
کلیه نواحی از تالاب که در آن آبیگری صورت گرفته	آب

برابر با ۲۰ درصد تعیین شد. جدول ۲، داده‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد.

پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای

تصحیح اتمسفری

بنا به اطلاعات همراه تصویر، تصحیح هندسی و اتمسفری روی تصاویر انجام شده بود. برای تهیه نقشه دقیق، تصحیح اتمسفریک به روش FLASH در محیط نرم‌افزار ENVI ۵.۱ بر روی تصویر اعمال شد.

و همزمان با ماه برداشت تصاویر انجام و طی نمونه‌برداری، موقعیت انواع کاربری و پوشش اراضی با استفاده از دستگاه GPS ثبت شد. برای تفکیک اراضی کشاورزی از مراتع درون محدوده تعیین شده مربوط به بخش کشاورزی، با توجه به شرایط محیطی و مشاهدات میدانی، با در نظر گرفتن میانگین اندازه‌گیری‌های انجام شده از تاج پوشش اراضی کشاورزی، مقدار کمینه تاج پوشش اراضی کشاورزی در منطقه برابر ۶۰ درصد تعیین شد. همچنین برای تفکیک مراتع از اراضی شور و بایر، مقدار حداقلی از تاج پوشش گیاهی نیز برای مراتع

جدول ۲. داده‌های مورد استفاده

تاریخ برداشت داده (شمسی)	داده
۱۳۵۴/۰۲/۰۱	تصاویر ماهواره لندست ۱، سنجنده MSS
۱۳۷۴/۰۲/۱۴	تصاویر ماهواره لندست ۵، سنجنده TM
۱۳۸۷/۰۲/۲۵	تصاویر ماهواره لندست ۵، سنجنده TM
۱۴۰۱/۰۲/۰۸	تصاویر ماهواره لندست ۸، سنجنده OLI

ادغام و برش تصاویر ماهواره‌ای

باتوجه به موضوع و هدف مورد مطالعه، تصاویر ماهواره‌ای در ۳ منظر (Seen) تهیه شد. سپس تصاویر در محیط نرم‌افزار Arc-GIS با یکدیگر موزائیک شدند. برای انجام پژوهش با استفاده از مرز تهیه شده از منطقه که بر اساس نوع و فاصله کاربری‌های تأثیرگذار بر تالاب جازموریان تعیین شد، تصاویر ماهواره‌ای برش داده شد. سپس با استفاده از مرز تعیین شده برای محدوده اراضی کشاورزی و با اعمال برش مجدد، تصویر این مناطق نیز از تصاویر اصلی جدا شد؛ بنابراین برای هر سال، دو تصویر، مربوط به یک زمان تهیه شد.

تهیه نقشه اراضی کشاورزی و مرتع

بازدیدهای میدانی نشان داد، در منطقه مطالعه مراتع با تراکم بیش از ۶۰ درصد به ندرت و تنها به صورت لکه‌ای وجود دارند. درحالی که تراکم پوشش گیاهی کشاورزی در این منطقه بیش از ۶۰ درصد است؛ بنابراین با استفاده از تصاویر بریده شده برای محدوده با کاربری کشاورزی، شاخص گیاهی SAVI تهیه و مقدار عددی ۲۱ منطقه با تاج‌پوشش ۶۰ درصد در این شاخص برای حد پایین اراضی کشاورزی و حد بالای مرتع تعیین و از آن‌ها میانگین‌گیری شد. همچنین، باتوجه به نمونه‌برداری انجام شده، حد پایین مراتع برای این ناحیه ۲۰ درصد تعیین و مقدار عددی ۳۰ نقطه با تاج‌پوشش ۲۰ درصد روی شاخص SAVI، تعیین و میانگین آن‌ها نیز مشخص شد. سپس با طبقه‌بندی مجدد شاخص SAVI، نقشه اراضی کشاورزی و مراتع از سایر کاربری‌ها تفکیک شد. رابطه ۱، نحوه تهیه شاخص گیاهی SAVI را نشان می‌دهد.

تهیه شاخص SAVI

$$SAVI = \left(\frac{NIR - R}{(NIR + RED + 1)} \right) \cdot (1 + I) \quad I = 0.5 \quad (1)$$

تهیه نقشه شورزار

برای تهیه نقشه شورزارهای منطقه، از پردازش Tassled Cap و شاخص Brightness استفاده شد. به این ترتیب، پس از تعیین آستانه مناطق با شوری بیش از ۴ dsm روی این تصویر با اعمال طبقه‌بندی مجدد آن، نقشه مناطق شور تهیه شد.

طبقه‌بندی نظارت نشده

با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت نشده به روش کلاستر خوشه‌بندی، دسته‌های بازتابشی متفاوت از یک نوع کاربری تعیین شد. نتایج این طبقه‌بندی برای نمونه‌برداری میدانی مورد استفاده قرار گرفت.

طبقه‌بندی به روش نظارت شده و تهیه نقشه نهایی

در این مطالعه برای تهیه نقشه مورد نیاز از طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال استفاده شد. برای تعیین کلاس‌ها در این روش طبق بررسی مطالعات قبلی، از نظرات کارشناسان محیط‌زیست، بازدیدهای میدانی قبلی و همچنین نقشه‌های توپوگرافی استفاده شد. برای تهیه نقشه سایر لایه‌های موجود در منطقه، ابتدا موقعیت اراضی کشاورزی و مراتع از هر دو تصویر مربوط به مناطق با اراضی کشاورزی و تصویر مناطق بدون کشاورزی، حذف شدند. این مناطق شامل اراضی بایر، شورزارها

نیز برای مطالعات خود در تالاب‌های هامون و جازموریان از تعریف مشابهی برای طبقه‌بندی کاربری اراضی استفاده کرده‌اند. نقشه پوشش اراضی منطقه مطالعه شده در سال ۱۳۵۴، سال ۱۳۷۴، سال ۱۳۸۷ و سال ۱۴۰۱ در شکل‌های ۲ تا ۵ آورده شده است.

بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳ و نیز شکل ۲، در سال ۱۳۵۴ مساحت اراضی کشاورزی برابر ۲۱۳۱ هکتار معادل ۰/۱۶ درصد کل منطقه و کمترین مقدار در دوره مطالعه و مساحت اراضی مرتعی برابر ۱۶۸۲۰۱ هکتار، معادل ۱۲/۶۳ درصد کل منطقه بوده است. در سال ۱۳۵۴، سطح اراضی آبدار منطقه ۱۱۹۵۵۲ و بیشترین مقدار در دوره مطالعه است. بر اساس نتایج مطالعات میدانی و تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای در این سال، هنوز سدی روی رودخانه هلیل‌رود احداث نشده است. در سال ۱۳۷۴، سطح اراضی کشاورزی منطقه مورد مطالعه برابر ۷۱۲۶۴ هکتار معادل ۵/۳۵ درصد کل منطقه است که ۶۹۱۳۳ هکتار افزایش یافته است ولی از طرف دیگر، سطح اراضی مرتع روند نزولی داشته است. بررسی شکل ۳ (مربوط به نقشه کاربری و پوشش اراضی در سال ۱۳۷۴) و جدول ۳ نشان می‌دهد، در این سال سد در بالادست تالاب جازموریان و در مسیر رودخانه هلیل‌رود ایجاد شده و مساحت اراضی کشاورزی روند صعودی داشته است. همچنین بر اساس شکل ۴ و جدول ۳ در سال ۱۳۸۷، اراضی کشاورزی به بیشترین مقدار خود در دوره مطالعه رسیده و در همین زمان، مراتع کمترین مقدار خود را داشته‌اند. در این سال سطح اراضی آبدار نیز به شدت کاهش پیدا کرده و به ۱۰۵۷۰ هکتار رسیده است. بر اساس جدول ۲، در سال ۱۴۰۱، ضمن کاهش مقدار اراضی زیر کشت به مقدار ۲۸۱۱۸ هکتار در مقایسه با سال ۱۳۸۷، مقدار اراضی آبدار به ۷۲۳ هکتار رسیده است. شکل ۵ نشان می‌دهد در این سال، سطح تالاب جازموریان به‌طور کامل خشک شده و این مقدار اراضی آبدار مربوط به سد ایجاد شده بر روی رودخانه هلیل‌رود در شمال غرب منطقه مطالعه است.

و منابع آب است. با استفاده از محدوده تعیین‌شده برای اراضی شور، مناطق با بازتابش و سپس با انجام طبقه‌بندی نظارت‌شده به روش بیشترین شباهت بر اساس جدول ۱، نقشه سایر لایه‌ها تهیه شد. نقشه نهایی با ترکیب تمامی لایه‌های تهیه شده و به روش ترکیبی در محیط GIS تهیه شد.

ارزیابی صحت نقشه‌های تهیه شده

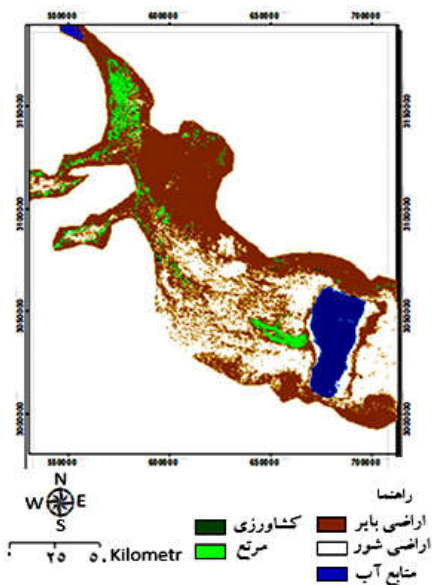
برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصویر، ماتریس خطا برای جدیدترین نقشه‌ها محاسبه شد. به این ترتیب با استفاده از نمونه‌برداری‌هایی که از آن‌ها برای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی مورد استفاده قرار نگرفته بود و همچنین نواحی تعیین شده با تفسیر بصری، بهره گرفته شد. نقشه‌های تهیه شده با واقعیت زمینی مقایسه شدند و ضریب کاپا، صحت کلی، خطای کمسیون و اومسیون برای هر چهار نقشه (به‌عنوان نماینده سایر تصاویر) محاسبه شد. برای تصاویر قدیمی‌تر از مقایسه تصاویر رنگی کاذب با نقشه تهیه شده و تفسیر بصری تصویر استفاده شد.

نتایج و بحث

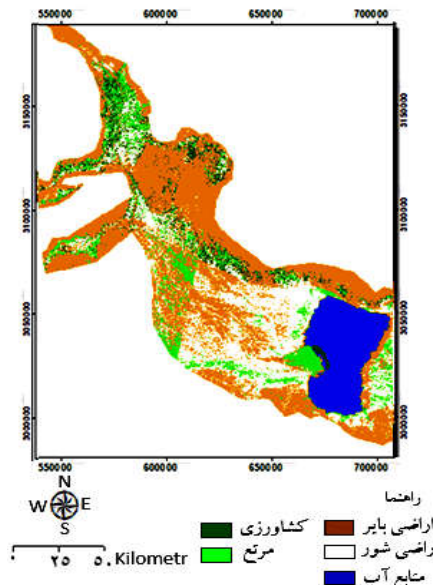
نقشه پوشش گیاهی شامل مرتع و اراضی کشاورزی با استفاده از شاخص گیاهی SAVI تهیه شد. مسعود و کویکه (۲۳) در مطالعه‌ای بیان کردند، از بین شاخص‌های گیاهی، SAVI با دارا بودن ضریب خاک، در نشان‌دادن وضعیت پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک با پوشش گیاهی پراکنده دارای قابلیت زیادی است. یمانی و همکاران (۳۹)، نیز شاخص گیاهی SAVI را به دلیل کاهش اثر زمینه خاک در تهیه نقشه خصوصیات پوشش گیاهی مؤثر بیان کرده‌اند. با توجه به کارکرد تالاب جازموریان در حفاظت از تنوع زیستی و با توجه به نتایج مطالعات میدانی مشخص شد، بیشترین گزارش‌ها و مشاهده‌های حیات وحش در مناطق با پوشش گیاهی بیش از ۲۰ درصد صورت گرفته است؛ بنابراین آستانه ۲۰ درصد به‌عنوان حد مراتع و اراضی بایر در تعریف ارائه شده در جدول ۱، در نظر گرفته شد. راهداری و همکاران (۳۰ و ۳۱)

جدول ۳. مساحت طبقات کاربری و پوشش اراضی (هکتار)

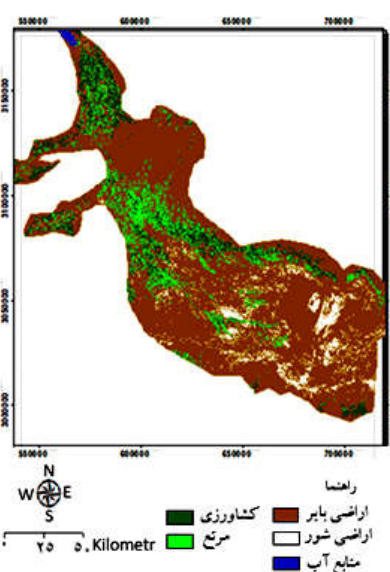
سال ۱۳۵۴	سال ۱۳۷۴	سال ۱۳۸۷	سال ۱۴۰۱	
۲۱۳۱	۷۱۲۶۴	۱۳۳۹۱۳	۱۰۵۷۹۵	اراضی کشاورزی
۱۶۸۲۰۱	۹۰۰۴۲	۸۵۳۷۷	۱۱۵۶۹۴	اراضی مرتعی
۷۱۹۷۸۸	۷۹۳۰۰۸	۷۲۸۷۲۴	۱۰۲۶۳۴۹	اراضی بایر
۳۲۱۹۸۱	۲۸۵۳۲۸	۳۷۳۰۷۶	۸۳۰۴۵	شوره‌زار
۱۱۹۵۵۲	۹۱۹۹۱	۱۰۵۷۰	۷۲۳	اراضی آب‌درا



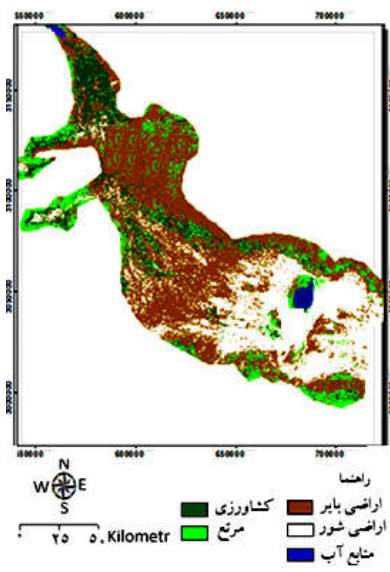
شکل ۳. نقشه کاربری و پوشش اراضی سال ۱۳۷۴



شکل ۲. نقشه کاربری و پوشش اراضی سال ۱۳۵۴



شکل ۵. نقشه کاربری و پوشش اراضی سال ۱۴۰۱



شکل ۴. نقشه کاربری و پوشش اراضی سال ۱۳۸۷

ارزیابی دقت نقشه‌های تهیه شده

برای ارزیابی دقت نقشه‌های تهیه شده از نمونه‌های برداشت‌شده که در طبقه‌بندی تصاویر استفاده نشده بود، بهره گرفته شد. ارزیابی دقت نقشه‌های تهیه شده نشان‌دهنده ضریب کاپای بیش از ۰/۸ و صحت کلی بیش از ۸۰ درصد بود. در این بین، تصویر اول به دلیل استفاده از سنجنده MSS با قدرت تفکیک مکانی ۷۲ متر، کمترین دقت و جدیدترین تصویر نیز دارای بیشترین دقت بود. جدول ۴ ماتریس خطای نقشه سال ۱۴۰۱ را نشان می‌دهد.

بر اساس جدول ۴، ضریب کاپا برابر ۰/۸۸ و مقدار صحت کلی برابر ۹۴ درصد است. در مطالعات مختلف مانند راهداری و همکاران (۳۴)، رافعی و همکاران (۲۹) و عابدینی و همکاران (۱)، این مقدار را قابل قبول بیان کرده‌اند. راهداری و همکاران (۳۴) بیان کردند روش طبقه‌بندی ترکیبی از قابلیت زیادی برخوردار است، به خصوص زمانی که تشابه بازتابش کاربری‌های مختلف زیاد است.

بررسی ماتریس خطا و خطاهای کمسیون و امسیون در این جدول بروز خطا را در تشخیص پدیده‌هایی که برای تفکیک آن‌ها از حد مشخصی استفاده شده بود را نشان می‌دهد. برای نمونه، خطاهای عمده این جدول مربوط به تخصیص اشتباه پیکسل‌های شوره‌زار به اراضی بایر یا برعکس و نیز تخصیص پیکسل‌های مرتع به اراضی بایر و شوره‌زار و بالعکس است. اشتباه رخ داده برای تفکیک مراتع از شوره‌زار و بایر به دلیل وجود حد ۲۰ درصد بوده و بررسی میدانی نیز نشان داد، بیشتر پیکسل‌های اشتباه مربوط به مراتع تا ۳۰ درصد تاج‌پوشش گیاهی و یا اراضی بایر و شوره‌زارهای با پوشش گیاهی بین ۱۵ تا ۲۰ درصد است. با این وجود، شاخص گیاهی SAVI در حد قابل قبولی توانست تا مراتع کم‌تراکم ۲۰ درصد را از مناطق با پوشش کمتر تفکیک کند. راهداری و همکاران (۳۰) بیان کردند، با استفاده از شاخص SAVI توانسته‌اند مراتع کم‌تراکم را از یکدیگر تفکیک کنند.

در مورد اراضی کشاورزی و مراتع نیز، پیکسل‌های خطا مربوط به مناطق با تاج‌پوشش نزدیک ۶۰ درصد و مراتع محدود

با پوشش گیاهی بیش از ۶۰ درصد و یا برش اولیه مناطق زیر کشت است. در این مطالعه، برای تفکیک دقیق‌تر مراتع متراکم و اراضی کشاورزی، در ابتدا حدود اراضی کشاورزی تعیین و از تصویر اصلی جدا شد. عابدینی و همکاران (۱) در پژوهش خود بیان کردند، نتوانستند گونه‌های گیاهی در جنگل را تفکیک کنند. به همین دلیل برای صحت کار، منطقه مطالعه را به سه دسته کوچک‌تر تقسیم کردند.

نتیجه‌گیری

قطعات مختلف یک سرزمین، می‌توانند دارای توان برای نوع خاصی از استفاده باشند. یکی از مواردی که جدا از توان هر بخش از سرزمین برای تخصیص کاربری‌های مختلف به قطعات سرزمین باید در نظر گرفت، پیوستگی در حوضه‌های آبخیز و تأثیرگذاری بخش‌های مختلف روی یکدیگر است. راهکار رسیدن به اهداف آمایش سرزمین، نگاه یکپارچه به حوضه آبخیز در تخصیص اراضی و بررسی اثرات کاربری‌های مختلف روی یکدیگر است. در حوضه آبریز جازموریان، سیلاب‌های فصلی و رودخانه هلیل‌رود مهم‌ترین منبع آب این تالاب است. بر اساس نتایج این پژوهش، در دوره مطالعه علاوه بر ایجاد سد روی رودخانه هلیل‌رود، اراضی کشاورزی نیز توسعه پیدا کرده‌اند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، تالاب جازموریان در طی دوره زمانی ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۷، دارای آب بوده است و پس از آن همراه با توسعه سطح اراضی کشاورزی در منطقه و نیز ایجاد سد، میزان آبیگری تالاب روند کاهشی داشته است که نشان‌دهنده عدم نگاه یکپارچه به همه کاربری‌ها و پوشش‌های اراضی منطقه و در نتیجه پایداری همه بخش‌های حوضه آبخیز هلیل‌رود است. نتایج پژوهش حاضر، علاوه بر تأیید ضرورت محصولات کشاورزی، لزوم توجه به پیوستگی حوضه آبریز و نیاز آبی برای اکوسیستم‌های مختلف آن به‌عنوان یک مجموعه به هم پیوسته را نشان می‌دهد. خشک‌شدن تالاب جازموریان و در نظر نگرفتن حقایق آن، می‌تواند باعث منشأ تشدید پدیده گردوغبار در تالاب جازموریان شود که هزینه‌های سنگین

جدول ۴. ماتریس خطای نقشه سال ۱۴۰۱

خطای کمسیون	جمع	اراضی آبدار	اراضی بایر	اراضی شور	اراضی مرتعی	اراضی کشاورزی	
۰/۱	۹۱۳۸	۶	۰	۱۴۶	۷۴۴	۸۲۲۴	اراضی کشاورزی
۰/۱۸	۱۲۳۳۹	۰	۶۳	۱۱۴۰	۱۰۱۳۳	۱۰۰۳	اراضی مرتعی
۰/۰۳	۷۶۸۵۹	۰	۱۸۳۳	۷۴۶۵۲	۳۰۸	۶۶	اراضی شور
۰/۱۱	۴۳۶۴	۰	۳۸۷۸	۴۸۶	۰	۰	اراضی بایر
۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۰	۰	۰	۰	اراضی آبدار
	۱۰۵۵۰۰	۲۸۰۶	۵۷۷۴	۷۶۴۲۴	۱۱۱۸۵	۹۳۱۱	جمع
۰/۰۵	۹۹۶۸۷	۰	۰/۳۳	۰/۰۲	۰/۰	۰/۱۱	خطای اومسیون

طراحی روش مناسب برای تهیه نقشه آن، با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای را نشان می‌دهد.

سپاسگزاری

این مقاله با حمایت مالی دانشگاه زابل از طریق پژوهانه به شماره Uoz-gr-4211 انجام شده است.

اقتصادی و زیست‌محیطی را ایجاد خواهد کرد؛ بنابراین پایش دوره‌ای مناطق تحت مدیریت با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ضروری است. در این مطالعه بر اساس نوع کاربری و پوشش اراضی، از روش‌های مختلف تهیه نقشه استفاده شد و در نهایت، نقشه دقیق از منطقه در طی زمان تهیه شد. نتایج این پژوهش لزوم توجه به شرایط کاربری و پوشش هر منطقه در

منابع مورد استفاده

1. Abedini, M., M. Shishegaran and E. Ghale. 2022. Monitoring and Estimating the Fire-Affected Areas of the Zagros Mountains Using Landsat Satellite Images. *Geography and Environmental Planning* 33(4): 49-62.
2. Al-doski, J., M. Shattri and H. Zuhaidi. 2013. Image classification in remote sensing. *Journal of Environment and Earth Science* 3(10): 141-147.
3. Aly, A., A. Al-Omran, A. Sallam, M. Al-Wabel and M. Al-Shayaa. 2016. Vegetation cover change detection and assessment in arid environment using multi-temporal remote sensing images and ecosystem management approach. *Solid Earth* 7(2): 713-725.
4. Amiri, F. 2023. A Review of Remote sensing vegetation indices in land cover assessment. *Water and Soil Management and Modeling* 3(2): 297-318 (in Farsi).
5. Arthington, Á., R. Naiman, M. McClain and C. Nilsson. 2010. Preserving the biodiversity and ecological services of rivers: new challenges and research opportunities. *Freshwater Biology* 55(1): 1-16.
6. Al-Wahaibi, B., T. Jafary, A. Al-Mamun, M. Baawain, M. Aghbashlo, M. Tabatabaei and A. Stefanakis. 2021. Operational modifications of a full-scale experimental vertical flow constructed wetland with effluent recirculation to optimize total nitrogen removal. *Cleaner Production* 296: 126558.
7. Barati, A., A. Asadi, K. Kalantari, H. Azadi and F. Witlox. 2015. Agricultural Land Conversion in Northwest Iran. *International Journal of Environmental Research* 9(1): 281-290 (in Farsi).
8. Bian, J., A. Li, G. Lei, Z. Zhang and X. Nan. 2020. Global High-Resolution Mountain Green Cover Index Mapping Based On Landsat Images And Google Earth Engine. *ISPRS Journal Of Photogrammetry And Remotesensing* 162:6376.
9. Camacho-Valdez, V., A. Ruiz-Luna, A. Ghermandi, C. Berlanga-Robles and P. Nunes. 2014. Effects of land use changes on the ecosystem service values of coastal wetlands. *Environmental Management* 54(4): 852-864.

10. Darvand, S., H. Khosravi, H. Eskandari Damaneh and H. Eskandari Damaneh. 2021. Investigating the Trend of NDVI changes Derived from MODIS sensor Imagery (case study: Isfahan province). *Degradation and Rehabilitation of Natural Land* 2(1): 69-79 (in Farsi).
11. Davies, G., C. Finlayson, D. Pritchard, N. Davidson, R. Gardner, W. Moomaw, E. Okuno and J. Whitacre. 2020. Towards a universal declaration of the rights of wetlands. *Marine and Freshwater Research* 72(5): 593-600.
12. Ebrahimi, E., F. Pordel and Z. Azizi. 2020. Comparison of Different Targets Used in Augmented Reality Applications in Ubiquitous GIS 2(7): 133-153.(in Farsi).
13. Eskandari Damaneh, H., H. Noroozi, H. Khosravi, H. Rafiee, H. Taheri and E. Rykande. 2015. Feasibility of Implementing "Low-Crop Planting" in Order to Restore Jazmoryan wetland; Case Study: Jiroft County. 2(3): 287-297 (in Farsi).
14. Eskandari Damaneh, H., G. Zehtabian, A. Salajegheh, M. Ghorbani and H. Khosravi. 2018. Assessing the effect of land use changes on groundwater quality and quantity (Case study: west basin of Jazmoryan wetland). *Journal of Range and Watershed Management* 18(3): 563-578 (in Farsi).
15. Falahatkar, S., R. Saberfar and S. Kia. 2019. Analysis of Vegetation Indices Change in Sensors of Landsat Satellite (Case Study: Persian juniper fields of East Golestan National Park and Ghorkhod Protected Area). *Natural Ecosystems of Iran* 1(9): 71-90 (in Farsi).
16. FAO. 2012. FAO Statistical Yearbook. Rome, FA.
17. Feizizadeh, B. 2017. Modeling the Trends of the Land Use/Cover Change and Its Impacts on the Erosion System of the Allavian Dam Based on the Remote Sensing and GIS Techniques. *Hydrogeomorphology* 11: 21-38 (in Farsi).
18. Jahantigh, M., and M. Hosienali Zadeh. 2022. Investigating the effect of hydrological drought and traditional utilization (distribution and transmission) of water resources (flood streams) on land degradation and desertification in drylands: a case study of sistan plain. *Desert Ecosystem Engineering* 9(27): 25-46 (in Farsi).
19. Jozi, S. A., and N. Moradi Majd. 2011. Evaluation of carrying capacity of Bamdej Wetland of Khuzestan with emphasis on aspects of conservation 5(4): 109-119 (in Farsi).
20. Kaabzadeh, S., J. Ghodousi, R. Arjmandi and N. Jaafarzadeh Haghhighifard. 2021. The Effects of Constructing and Exploiting Karkheh Storage Dam on the Land Uses and Quality of Regional Water, 23(4): 61-81 (in Farsi).
21. Kantakumar, L. and P. Neelamsetti. 2015. Multi-temporal land use classification using hybrid approach. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 289-295.
22. Ke, Y., Im, J. Lee, H. Gong and Y. Ryu. 2015. Characteristics of Landsat 8 OLI-derived NDVI by comparison with multiple satellite sensors and in-situ observations. *Remote Sensing of Environment Journal* 164: 298-313.
23. Masoud A and K. Koike. 2006. Arid land salinization detected by remotely-sensed land cover changes: A case study in the Siwa region, NW Egypt. *Arid Environment* 66:151-167.
24. Maleki, S., A. Soffianian, S. Soltani koupaei, S. Saatchi, S. Pourmanafi and F. Sheikholeslam. 2016. Habitat mapping as a tool for water birds conservation planning in an arid zone wetland. *Ecological Engineering* 95: 594-603 (in Farsi).
25. Matthew, W., M. Adler-Golden, A. Berk, K. Richtsmeier, Y. Levine and S. Bernstein. 2000. "Status of atmospheric correction using a modtran4-based algorithm. *Spie Proceedings, Algorithms for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery* 4099:199-207.
26. Mirzaei, A., M. Zibaei, M. Esmaeili and M. Bakhshoodeh. 2018. Land use Changes Prediction and Environmentally Unstable Areas Prioritization of Halil-Rud River Basin. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research* 50-2(2): 231-248. (in Farsi).
27. Mohammadpour, P., R. Arjmandi, A. Hesam Hasani and J. Ghoddousi. 2022. Classification and Assessment of the land use changes using Landsat satellite imagery (Case Study: Rey Plain). *Human and Environment* 62: 279-297 (in Farsi).
28. Peña, M. A. and A. Brenning. 2015. Assessing fruit-tree crop classification from Landsat-8 time series for the Maipo Valley, Chile. *Remote Sensing of Environment* 171: 234-244.
29. Rafei, A., A. Danehkar, M. Zandebasiri and Mr Bagherzadekarimi. 2022. An analysis of the land use/land cover changes of Shadegan International Wetland in the last two decades. 2(13):1-19 (in Farsi).
30. Rahdary, V., F. Amiri and S. Maleki. 2011. Vegetation cover monitoring applying satellite data during 1972 to 2007. *Research Journal of Environment and Earth Science* 2(3): 118-127.
31. Rahdari, V., S. Maleki, K. Afsari, E. Abtin, A. Piri H, Fakhireh. 2011. Investigation on satellite data and Geographic Information System capability forecological sources mapping (Case study: Hamoun wetland wild life sanctuary). *Iranian Journal of Remote Sensing and GIS* 3(2):59-70 (in Farsi).
32. Rahdary, V., S. Maieki, S. Mahmoudi, M. Alimoradi, N. Pourmolai, M. Kadkhodaei and E. Abtin. 2016. Determining the area with high protection priority in Jazmourian wetland using remote sensing data and multi criteria evolution method with FUZZY logic 8(3): 69-83 (in Farsi).

33. Rahdary, V., S. Maleki, A. Soffianian, S.J. khajeddin and A. Pahlevanravi. 2014. Change detection of canopy cover percentage using satellite data during 1972 to 2008 (Case study: Monteh Wild Life Refuge). *Iranian Journal of Range and Desert Research* 3(52): 508-525 (in Farsi).
34. Rahdari, V., A. Soffianian, S. Pormanafi, H. Ghayomi Mohammadi, S. Maleki and V. Pormardan. 2020. Multi- Criteria Evaluation for Land Rain- Fed Agriculture Capability (A Case Study: Plasjan Sub- Basin). *JWSS-Isfahan University of Technology* 23(4): 285-297 (in Farsi).
35. Savi, V. and E. Rezaei-Chianeh. 2014. Analysis the impact of drought and land use/cover changes on wetlands ecosystem of Sulduz region, 6 (1): 91-101 (in Farsi).
36. Shahidi, K., A. Tavili and A. Javadi. 2021. Vegetation cover change detection using RS and GIS in Chaharbagh rangelands of Golestan province for a period of 30-years 15(2): 180-194.
37. Tatian, M., S. Mottahedi, R. tamartash and M. Akbarlou. 2020. Investigation of Vegetation and Land Use Changes in International Gomishan Wetlands Area. 10(19): 107-116 (in Farsi).
38. Tatsumi, K., Y. Yamashiki., M. A. Canales and C. L. Taipe. 2015. Crop classification of upland fields using Random forest of time-series Landsat 7 ETM+ data. *Computers and Electronics in Agriculture* 115: 171-179.
39. YAMANI, M. and A. Mazidi. 2008. The Investigation of Changes Area and Vegetation of Siahkooh Kavir by Used Remote Sensing Data. *Physical Geography Research* 70:1-12 (in Farsi).
40. Yousefi Roshan, M. and H. Ammonia. 2023. Estimating the level of vegetation and agricultural land in Babolsar using normalized differential vegetation index (NDVI). 57(14): 127-139 (in Farsi).

Investigating the Impact of Land Use and Land Cover Changes on Wetlands Using Satellite Data (Case Study: Jazmorian Wetland)

A. Salar, M. Shahriari Moghadam, V. Rahdari* and S. Maleki¹

(Received: July 8-2023 ; Accepted: April 3-2024)

Abstract

Unbalanced development of different land use/cover in basins without considering the contribution of all components, can cause serious damage to the stability of the entire basin. The development of agricultural areas by increasing the amount of water use and creating dams upstream of rivers are the most important threats to wetlands in many places. Jazmorian wetland is one of the seasonal wetlands in the south-east of Iran. The most important source of water supply for this wetland is the Halil-Rood River. To investigate the land use/cover changes of Jazmorian wetland and Halil-Rood River, the time series of Landsat satellite data for the years 1354, 1374, 1387, and 1401 were used in the present research. The Landsat satellite images were classified using a hybrid classification method and the land use/cover of the study area maps were prepared. The accuracy of the prepared maps for the latest image was calculated by preparing the error matrix, calculating the kappa index, and the overall accuracy of more than 0.8 and 9%, respectively. The investigation of the prepared maps showed that the area of land under water increased from 1354 to 1374 and then decreased from 119,552 hectares in 1374 to 723 hectares in 1401. The area of agricultural land increased from 2131 hectares in 1354 to 133913 hectares in 1387 and declined to 105795 hectares in 1401. The results of this study show that in this period, with the construction of a dam upstream of the Halil-Rood River, and the development of agricultural lands, the water volume level of the wetland decreased, and the wetland completely dried up in 1401. The present study indicates the necessity of considering different components of a watershed in development planning to achieve sustainable development.

Keywords: Jazmorian wetland, Halil-Rood basin, Agriculture, Hybrid classification, Changes detection

1. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran.

*: Corresponding author, Email: vahid_rahdari@yahoo.com