



## تأثیر تغییرات محیطی تالاب میقان بر دمای سطح زمین نواحی پیرامونی با استفاده از داده‌های ماهواره لندست

سعید محمودی<sup>۱\*</sup>، بهروز ساری صراف<sup>۲</sup>، مجید رضایی بنفشه<sup>۲</sup>، هاشم رستم زاده<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری تغییرات آب و هوایی، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

۲. استاد گروه آب و هواشناسی، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

۳. استادیار گروه آب و هواشناسی، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

### مشخصات مقاله

### چکیده

پیشینه مقاله:

دریافت: ۱۰ تیر ۱۳۹۸

پذیرش: ۱۰ مهر ۱۳۹۸

دسترسی اینترنتی: ۲۵ مهر ۱۳۹۸

واژه‌های کلیدی:

سجش از دور

کاربری اراضی

دمای سطح زمین

شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی

تالاب میقان

تالاب‌ها یکی از مهم‌ترین پهنه‌های آبی مؤثر در تعدیل شرایط آب و هوایی نواحی پیرامونی و همچنین یکی از شکننده‌ترین پدیده‌های طبیعی به شمار می‌رود. بنابراین پایش تغییرات محیطی پیرامونی تالاب‌ها بسیار اهمیت دارد. هدف از این تحقیق، پایش تغییرات کاربری اراضی، شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی و الگوهای دمای سطح زمین در نواحی پیرامونی تالاب میقان با استفاده از داده‌های چند زمانه سنجنده TM ماهواره لندست در تاریخ‌های ۳۰ اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۸۱ و ۵ خردادماه سال ۱۳۸۹ است. برای استخراج تغییرات کاربری اراضی از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده با اعمال الگوریتم حداکثر شباهت استفاده شد. نتایج دقت طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از شاخص کاپا برای تصویر سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۹ به ترتیب، ۹۹/۱۳٪ و ۹۸/۹۳٪ با ضریب کاپا ۹۸ و ۹۷ بود. نتایج تغییرات کاربری اراضی نشان داد که زمین‌های بایر افزایش ۱۰۰ کیلومترمربع و در مقابل نواحی با پوشش گیاهی ۸۴ کیلومترمربع کاهش داشت. میانگین شاخص بهنجار شده پوشش گیاهی با تغییر محسوسی مواجه نبوده است و بیشینه و کمینه این شاخص در سال ۱۳۸۱ صفر و ۰/۵۲- و در سال ۱۳۸۹، ۰/۰۵- و ۰/۵۸- بود. طبقات دمایی گرم‌تر در الگوی دمایی منطقه در سال ۱۳۸۹ نسبت به سال ۱۳۸۱ گسترش بیشتری داشت. میزان دمای کمینه، میانگین و بیشینه در حریم ده کیلومتر پیرامونی تالاب میقان در سال ۱۳۸۱ به ترتیب ۱۶/۷۲، ۲۷/۳۵ و ۳۶/۴ درجه سانتی‌گراد با انحراف معیار ۳/۲، این مقادیر در سال ۱۳۸۹ به ۱۵/۵، ۲۹/۸ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد با انحراف معیار ۳/۵ است.

\*mahmoodis1358@gmail.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

## مقدمه

بروز خشک‌سالی‌های متوالی، احداث سدهای متعدد بر روی رودخانه‌های ورودی به دریاچه‌ها و تالاب‌ها، بهره‌برداری فزاینده از آب‌های سطحی و زیرزمین در نواحی پیرامونی و حوزه‌های آبریز دریاچه‌ها، حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق قانونی و غیرقانونی به همراه تغییرات آب و هوایی عمده مشکلاتی است که دریاچه‌ها و تالاب‌های ایران را تهدید می‌کند. تالاب مجموعه منسجم و به هم پیوسته‌ای از گیاهان آبی یا وابسته به آب است که دخالت عوامل طبیعی و غیرطبیعی می‌تواند این انسجام و کیفیت را بر هم زند و به‌عنوان اراضی حد واسط بین اکوسیستم‌های خشکی و آبی فراهم‌کننده کالاها و خدمات بسیاری از جمله کنترل سیل، حفظ کیفیت آب، زیستگاه حیات وحش و کنترل فرسایش خاک هستند (۱۵ و ۲۶). شکل‌ها و پدیده‌های طبیعی سطح زمین بسیار سریع تغییر پیدا می‌کنند و دریاچه‌ها نیز به‌منزله یکی از همین شکل‌ها و پدیده‌های طبیعی، از این قاعده مستثنی نبوده و همواره دستخوش تغییر و تحول‌اند. تغییرات آب و هوایی در نتیجه کاهش بارندگی، افزایش دما، استفاده بی‌رویه از منابع آب‌های سطحی و زیرسطحی در مناطق و حوزه‌های آبریز به‌روشنی قابل مشاهده است (۲۳). در این شرایط ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی فرآیندی است که منجر به ایجاد درک صحیحی از نحوه تعامل انسان و محیط‌زیست می‌شود و این مسئله در مورد مناطق حساس زیستی به‌خصوص تالاب‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است (۱۹).

تصاویر ماهواره‌ای رقومی به‌عنوان یکی از منابع اطلاعاتی مکانی نسبت به سایر منابع متداول مانند نقشه‌ها و عکس‌های هوایی دارای برتری‌های متنوعی از جمله پوشش وسیع و تکراری، کاهش حجم عملیات میدانی، کاهش هزینه و همچنین به‌هنگام بودن اطلاعات است این ویژگی‌ها استفاده از اطلاعات کسب‌شده به کمک فناوری سنجش‌ازدور را برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی و غیره نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت می‌بخشد (۱۶ و ۳۲). از طرفی امتیاز دیگر داده‌های ماهواره‌ای قابلیت ورود مستقیم آن‌ها به سامانه‌های پردازشی

است که بازنگری و به‌هنگام سازی سریع آن‌ها را ممکن می‌سازد (۴). پایه سنجش‌ازدور این است که اشیا در طول موج‌های مختلف مقادیر متفاوتی از تابش را جذب و منتشر می‌کنند یا عبور می‌دهند. نسبتی از تابش که منعکس می‌شود به‌عنوان خصوصیات طیفی عارضه‌های مختلف از جمله گیاه به‌شمار می‌آید. لازمه شناخت و تفکیک جوامع گیاهی، آگاهی از خصوصیات طیفی گیاهان و اختلاف جزئی آن‌هاست (۳۳).

ارزیابی کاربری‌ها با توجه به روش‌های متعددی مورد واکاوی قرار می‌گیرد و بهترین راهکار روش ترکیبی استفاده از سنجش‌ازدور، سامانه اطلاعات جغرافیایی است که با مقایسه مطالعات پیشین در مقیاس بزرگ نسبت به روش‌های مرسوم میدانی می‌توان دریافت که از نظر زمان و هزینه مقرون به‌صرفه‌تر و همچنین کارآمدتر خواهد بود (۲۹). یکی از مهم‌ترین روش‌های استخراج اطلاعات از تصاویر سنجش‌ازدور، طبقه‌بندی است که به کاربران امکان تولید انواع اطلاعات مختلفی از قبیل نقشه‌های پوششی، نقشه‌های کاربری و نقشه تغییرات را می‌دهد. خوارزمیک طبقه‌بندی در حالت کلی به دو روش نظارت‌شده و نظارت‌نشده تقسیم می‌شوند (۱۰). در بیشتر مطالعات و تحقیقات در زمینه طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از الگوریتم طبقه‌بندی کننده سخت‌ترین همانندی به‌عنوان دقیق‌ترین و رایج‌ترین الگوریتم طبقه‌بندی کننده یاد می‌شود (۱۱). از آنجاکه تغییرات در کاربری اراضی به‌عنوان تغییرات برگشت‌ناپذیری تلقی می‌شوند؛ دسترسی به آمار و اطلاعات بروز و به‌هنگام شده و آگاهی از روند این تغییرات از عوامل کلیدی در برنامه‌ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و ابزارهای مدیریت در هر سازمانی است، که این امر با کاربرد فرایند آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی میسر خواهد شد (۲۱). همچنین در سال‌های اخیر با توسعه فن‌آوری سنجش‌ازدور؛ دمای سطح زمین برای یک منطقه وسیع، با دقت بالایی قابل محاسبه و با استفاده از تشعشع فروسرخ حرارتی و کاربرد مدل‌های فیزیکی ابزار مناسبی جهت محاسبه مقدار دمای سطح در نواحی وسیعی محسوب می‌شود (۸ و ۹).

تالاب انزلی در یک دوره زمانی دهساله با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند. قربانی و همکاران (۲۴) تغییرات کاربری اراضی محدوده تالاب‌های آلاگل، آماگل و آجی‌گل ترکمن‌صحرا با استفاده از تصاویر سنجنده TM و ETM<sup>+</sup> ماهواره لندست مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد خشک‌سالی، احداث سد، برداشت بی‌رویه آب تالاب‌ها برای مصارف کشاورزی، پرورش ماهی و احداث کانال و جاده در منطقه و بین تالاب‌ها از دلایل اصلی کاهش پوشش گیاهی با تراکم زیاد در منطقه بوده است. باقرزاده‌کریمی و فتحی‌سقرچی (۵) با استفاده از تصویر ماهواره IRS اثر بالا آمدن آب دریای مازندران بر اراضی کشاورزی پیرامون تالاب انزلی بررسی کردند. رفیعی و همکاران (۱۴) تغییرات تالاب نیریز با استفاده از تصاویر چند زمانه سنجنده TM ماهواره لندست با اعمال روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و خوارزمیک بیش‌ترین شباهت موردبررسی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد که کاهش ۵۲ درصدی مساحت آب به‌عنوان مهم‌ترین تغییرات این تالاب، گواه بروز و گسترش بحران زیست‌محیطی در منطقه است. گنجعلی و ایلدرومی (۲۸) در مطالعه‌ای به بررسی تغییرات مرز خشکی و آبی مناطق حفاظت‌شده تالاب انزلی پرداختند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که تغییرات مشهود در برخی از مناطق حفاظت‌شده از جمله سلکه و سرخانکل به دلیل عواملی چون تغییرات رسوب‌گذاری رودخانه‌ها، کانال‌کشی پمپاژ آب تالاب به‌منظور استفاده‌های گوناگون و خشک‌کردن غیرمجاز آن اتفاق افتاده است درحالی‌که برخی از مناطق حفاظت‌شده به‌دلیل حفاظت و مدیریت آن‌ها دارای کم‌ترین تغییرات بوده‌اند. مظفری و نارنگی‌فرد (۳۰) به بررسی میزان بارش بر تغییر سطح آب دریاچه مهارلو با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور پرداختند؛ نتایج پژوهش نشان داد دریاچه مهارلو به‌شدت متأثر از میزان بارش است در بیشتر سال‌هایی که بارش زیر میانگین (۳۰۰ میلی‌متر) رخ داده است دریاچه در ماه می دچار خشکی است. برعکس در سال‌هایی که بارش در سال آبی بیش از ۴۰۰ میلی‌متر است شرایط دریاچه در تمامی ماه‌های با پرآبی همراه

پژوهش‌های متعددی در زمینه‌ی پایش تغییرات دریاچه‌ها و تالاب‌ها با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور صورت گرفته که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. میستری و کانوی (۴۰) در پژوهشی، تأثیر فراسنج‌های آب و هوایی مؤثر بر نوسانات سطح دریاچه ویکتوریا در شرق قاره آفریقا موردبررسی قرار دادند. گواریلیا و همکاران (۳۸) تغییرات خطوط ساحلی منطقه ایونی در جنوب ایتالیا را بر اساس رویکرد چند زمانه و روش چند منبعی با استفاده از داده‌های ماهواره لندست و اسپات مورد شناسایی قرار دادند. ترامیکاس و همکاران (۴۴) به مطالعه روابط تجربی بین درجه حرارت سطح آب دریاچه‌های سوپریو، هورن، ایری و انتاریو کانادا و درجه حرارت هوا محل برای تخمین دمای آب در آینده با استفاده از درجه حرارت هوا پرداختند. کورت و همکاران (۳۹) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست به روش طبقه‌بندی نظارت‌شده به شناسایی تغییرات خطوط ساحلی در کرانه‌های شهر استامبول پرداختند، نتایج این تحقیق نشان داد در بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۷ سواحل استامبول با گسترش ۳۲ کیلومتر همراه بوده است. سینگ و همکاران (۴۳) در پژوهشی، تغییرات خط ساحلی دریاچه آرال با استفاده تصاویر ماهواره لندست موردبررسی قرار دادند. سیما و تجریشی (۴۲) حجم، مساحت، ارتفاع دریاچه ارومیه را با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور و مدل‌های تحلیلی موردبررسی قرار دادند. دان و باستیانسن (۳۶) تغییرات حجم آب در دریاچه‌های مید در آمریکا، تانا در اتیوپی و ایجسل در هلند مورد مطالعه قرار دادند. فاطمی و نارنگی‌فرد (۳۷) به بررسی رابطه پوشش گیاهی بر دما سطح زمین در منطقه یک شهرداری شیراز پرداختند. نتایج نشان داد بالاترین میزان درصد شاخص پوشش گیاهی به‌جز در فصل زمستان و بهار با کم‌ترین میزان دمای سطح زمین مرتبط است.

بخشی از عمده مطالعات صورت گرفته در ایران به بررسی تغییرات دریاچه ارومیه اختصاص دارد (۳، ۷، ۱۲، ۱۳، ۱۷ و ۳۵). اما پژوهش‌ها در دیگر پهنه‌های آبی ایران نیز مورد توجه محققان بوده است از جمله؛ زبردست و جعفری (۱۵) در پژوهشی به شناسایی روند تغییرات محیط زیستی

مدیترانه‌ای، نیمه مرطوب و مرطوب بیانگر این است که اقلیم‌های با دمای بالاتر نسبت به اقلیم‌های با دمای پایین‌تر دارای میانگین ارتفاع و NDVI پایین‌تر و دارای میانگین تابش طول‌موج بلند ورودی به سطح بالاتری هستند. کرمی و همکاران (۲۷) در پژوهشی، به مکان‌یابی جزایر حرارتی و انطباق آن با تصاویر ماهواره لندست بر اساس مدل تاپسیس در شهر مشهد پرداختند. بررسی تغییرات زمانی دمای سطحی نشان داد که در دوره مورد مطالعه جزایر حرارتی از بیرون شهر به درون شهر انتقال پیدا کرده است. الگوی توزیع دمای سطح زمین دچار تغییر شده و از مساحت دماهای متوسط و خنک شهر کاسته شده است و برعکس مقدار مساحت دماهای بسیار بالا افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته است.

با توجه به اینکه تالاب میقان در نزدیکی شهر صنعتی اراک قرار دارد و به‌عنوان یک عارضه طبیعی مهم و تأثیرگذار قلمداد می‌شود. هدف این تحقیق بر پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی تالاب میقان و بررسی میزان تأثیرگذاری این تغییرات بر دمای سطح زمین نواحی پیرامونی با استفاده از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست است.

## مواد و روش‌ها

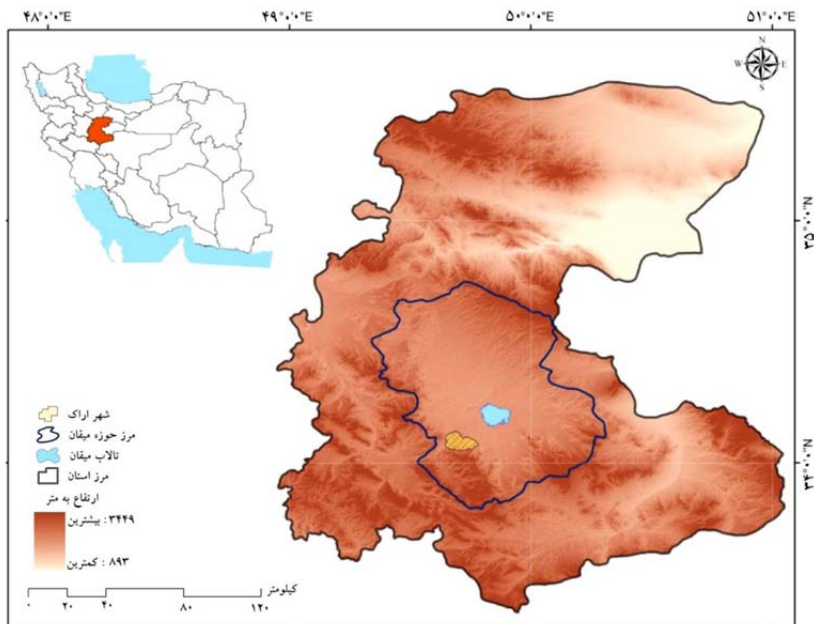
### منطقه مورد مطالعه

حوزه آبریز تالاب میقان در موقعیت جغرافیایی  $21^{\circ} 49'$  تا  $25^{\circ} 05'$  طول شرقی و  $47^{\circ} 33'$  تا  $44^{\circ} 34'$  عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). محدوده تالاب برای استخراج کاربری اراضی و دمای سطح زمین با در نظر گرفتن حریم پیرامونی (Buffer) ده کیلومتری در شکل ۲ نشان داده شده است. تالاب میقان در فاصله ۸/۵ کیلومتری شمال شرقی شهر اراک و در دشت فراهان قرار دارد و مساحت آن از حدود ۱۰۰ الی ۱۱۰ کیلومتر مربع متغیر است. این تالاب با آب شوری که دارد در حوزه میقان واقع است که از زیرحوزه‌های کویر مرکزی ایران است. تالاب میقان در پست‌ترین نقطه حوزه دارای ۱۶۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا است. از نظر ساختمان زمین‌شناسی، حوزه میقان از دو واحد بزرگ کوهستانی در

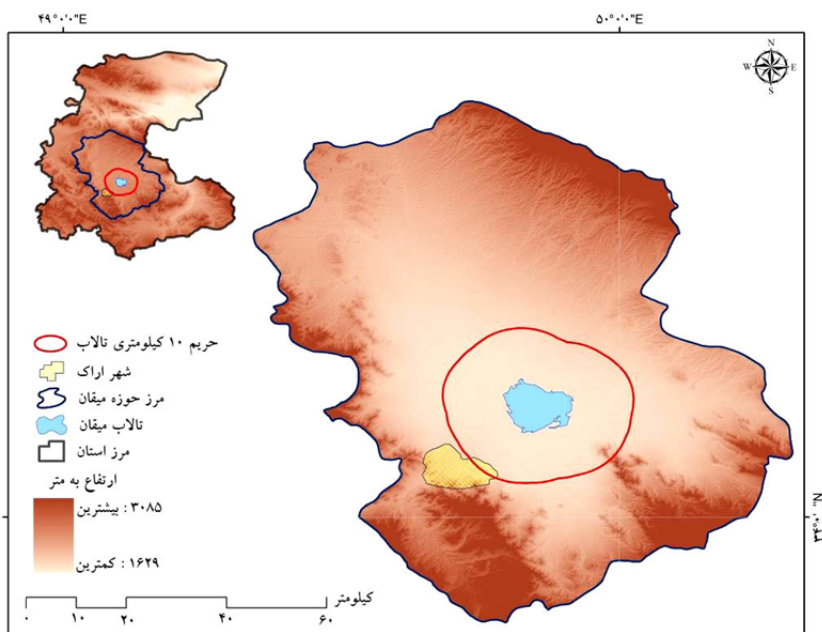
بوده است. همچنین در پژوهش دیگری مظفری و نارنگی‌فرد (۳۱) در پژوهشی، پیامد تغییرات سطح دریاچه مهارلو بر میزان رطوبت و دمای هوای شهر شیراز را مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های پژوهش بیانگر کاهش درصد شاخص پوشش گیاهی در حریم ۱۰ کیلومتری دریاچه است. ابراهیمی و کردوانی (۱) روند تغییر اقلیم در تالاب بین‌المللی انزلی را به روش من کنдал مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد در ایستگاه انزلی دمای بیشینه دارای روند منفی و دمای کمینه دارای روند مثبت و بارش سالانه هیچ‌گونه تغییری شدیدی نداشته است. احمدی و نارنگی‌فرد (۲) به برآورد کیفیت و آشکارسازی تغییرات پهنه‌های جنگلی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در شهرستان رستم در استان فارس پرداختند. یافته‌های پژوهش نشان داد مساحت لایه‌های استخراج شده  $48/78$  کیلومتر مربع برای لایه جنگل متراکم،  $348/67$  کیلومتر مربع برای تراکم متوسط و  $281/42$  کیلومتر مربع برای تراکم کم همچنین  $68/81$  کیلومتر مربع برای مناطق بایر است. همچنین مقایسه نقشه‌های درصد و کسر شاخص پوشش گیاهی در سال ۱۹۸۷ و ۲۰۱۰ تغییرات چشمگیری این شاخص را نشان نداد. بیات و همکاران (۶) در پژوهشی، به مطالعه تأثیر ریزگردها بر تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های مودیس MODIS در تالاب شادگان پرداختند. نتایج بیانگر کاهش سطح پوشش گیاهی بوده است، همچنین در رابطه با تأثیر تأخیری ریزگردها، بهترین همبستگی خطی با ضریب تبیین  $0/82$  برای تأخیر ۲ ماهه بعد از وقوع ریزگرد به دست آمد. میجانی و همکاران (۳۳) تأثیر پارامترهای سطحی و شرایط اقلیمی بر دمای سطح زمین با استفاده از داده‌های انعکاسی و حرارتی سنجش‌ازدور را در منطقه جنوب استان کرمان مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که ضریب همبستگی بین LST و هر یک از پارامترهای مستقل بیشتر از  $0/7$  است. همچنین با بررسی‌های آماری، معنادار بودن نتایج ارتباط بین LST و پارامترهای توپوگرافی، شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده NDVI و تابش ورودی در سطح ۹۵ درصد معنادار بود. نتایج بررسی LST در شرایط اقلیمی فراخشک، خشک، نیمه‌خشک،

فروافتادن دشت میانی در اثر رخداد تکتونیکی پاسادنین در عهد پلیستوسن است. ته‌نشست‌های این دوره شامل آبرفت‌های قدیمی، آبرفت‌های جوان، کفه‌های رسی و نمکی است که سطح نسبتاً پهناوری از حوزه را فراگرفته است (۲۶).

حاشیه و دشت رسوبی در بخش میانی تشکیل شده است. در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه، حوزه میقان به صورت سیستم گرابنی دیده می‌شود که در امتداد دو گسل، فروافتاده است. علت بسته شدن و استقلال حوزه، چین خوردن و بالا آمدن نهشته‌های زمان پلیوسن حاشیه شرق حوزه و هم‌زمان



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی تالاب میقان



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و حریم تالاب

## داده‌های مورد استفاده

اداره کل هواشناسی استان مرکزی و دو تصویر ماهواره‌ای لندست در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۹ است، که از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا USGS دریافت شد (جدول ۱).

داده‌های استفاده شده در این تحقیق شامل داده‌های ماهانه بارش ایستگاه همدید اراک در بازه زمانی (۱۳۸۹-۱۳۸۱) که از

جدول ۱. مشخصات داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده

ردیف	تاریخ به میلادی	تاریخ به شمسی	ردیف و گذر	ماهواره	سنجنده
۱	۲۰۰۲/۵/۲۰	۱۳۸۱/۲/۳۰	۱۶۵-۳۶	LANDSAT 5	TM
۲	۲۰۱۰/۵/۲۶	۱۳۸۹/۳/۵	۱۶۵-۳۶	LANDSAT 5	TM

## روش تحقیق

بر اساس روش پارامتریک طبقه‌بندی نظارت‌شده (Supervised classification) در محیط نرم‌افزار ERDAS®9.2، با معرفی علائم طیفی با اعمال خوارزمیک (Algorithm) بیش‌ترین شباهت (Maximum likelihood)، طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر انجام شد. در طی این فرآیند نخست عملیات مبتنی بر ترکیب (Color composite) باندها انجام گرفت. که پس از تعریف نمونه‌های تعلیمی (Training area) به کمک اطلاعات یاخته‌های هر گروه از طبقه موردنظر نشانه‌های طیفی (Spectral signature) آن پدیده محاسبه و میزان تناسب نمونه‌ها، همگنی و یکنواختی آن‌ها و همچنین میزان همپوشی آن‌ها محاسبه شد. پس از تهیه نشانه‌های طیفی عملیات طبقه‌بندی بروی تمامی تصاویر و باندهای طیفی انجام شد. برای محاسبه احتمال از تابع چگالی نرمال چند متغیره n بعدی رابطه ۱ استفاده شد.

$$(x|w_i) = (2\pi)^{-f/2} |\Sigma_i|^{-1/2} \exp \left\langle \left(-\frac{1}{2}\right) (x - m_i)^t \Sigma_i^{-1} (x - m_i) \right\rangle \quad [1]$$

در این رابطه؛  $m_i$  بردار میانگین  $\Sigma_i$  ماتریس کوواریانس داده‌های کلاس  $W_i$  می‌باشند. F تعداد باندها و علامت // نماد دترمینال است. میانگین و واریانس بر اساس پیکسل‌های معلوم هر کلاس که در مرحله تمرینی مشخص می‌شود، انجام می‌پذیرد (۲۳). در نهایت ساختار رستری نقشه‌های حاصله در محیط نرم‌افزار ArcGIS®10.3 به ساختار برداری تبدیل، و

مساحت موردنظر آن استخراج شد.

ارزیابی دقت نتایج طبقه‌بندی بخش پایانی مراحل یک فرآیند طبقه‌بندی است به همین منظور، برای ارزیابی دقت نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده، ماتریس خطا تشکیل و بر اساس رابطه ۲ دقت کلی محاسبه گردید.

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ii} \quad [2]$$

در این رابطه؛ OA دقت کلی، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی،  $\sum P_{ii}$  جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا است. دقت کاربر و دقت تولیدکننده دو پارامتری هستند که به‌منظور ارزیابی دقت طبقه‌بندی برای کلاس‌های مختلف به‌صورت مجزا تعریف می‌گردند که هر دو آن‌ها با استفاده از ماتریس خطا محاسبه می‌شود (۲۲). دقت تولیدکننده، احتمال اینکه یک پیکسل در تصویر کلاسه‌بندی در همان کلاس درروی زمین قرار بگیرد و دقت کاربر، احتمال اینکه یک کلاس مشخص درروی زمین در همان کلاس بر روی تصویر طبقه‌بندی‌شده قرار بگیرد است که از رابطه‌های ۳ و ۴ محاسبه گردید.

$$PA = \frac{ta}{ga} \times 100 \quad [3]$$

$$UA = \frac{ta}{n_1} \times 100 \quad [4]$$

در این رابطه‌ها؛ PA درصد دقت کلاس a برای دقت تولیدکننده، ta تعداد پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی‌شده به‌عنوان کلاس a، ga تعداد پیکسل‌های کلاس a در واقعیت زمینی، UA درصد دقت کلاس a برای دقت کاربر،  $n_1$  تعداد پیکسل‌های

در این رابطه؛ xii عناصر قطری ماتریس آشفستگی (خطا) است. نوتاسیونهای xi+ و xi- به ترتیب معرف مجموع سطر iam و مجموع ستون iam ماتریس آشفستگی و N تعداد عناصر ماتریس آشفستگی است. شاخص بهنجار شده اختلاف پوشش گیاهی، از رابطه ۹ محاسبه شد (۴۰).

$$NDVI = NIR - IR / NIR + IR \quad [9]$$

در این رابطه؛ IR باند قرمز و NIR مادون قرمز نزدیک است. مقادیر این شاخص بین -۱ و +۱ است، مقادیر ۰/۰۵ تا ۰/۱ برای مناطق گیاهی معمولی و از ۰/۵ به بالا برای مناطق گیاهی بسیار متراکم و غنی است. آب، برف و یخ دارای مقادیر منفی و خاکها دارای مقادیر کمتر از ۰/۰۵ و ابرها معمولاً دارای مقادیر صفر هستند (۲۳).

برای استخراج نقشه دمای سطح زمین از تصاویر حرارتی باند ۶ ماهواره لندست استفاده شد. تصاویر موردنظر در شرایط اتمسفری مناسب از لحاظ فقدان ابر تهیه شد. با توجه به اینکه در این پژوهش تفاوت الگوهای دمایی در کاربریهای مختلف موردتوجه بوده است و در محدوده فضایی همگن از لحاظ اتمسفری برداشت شده است. خطای ناشی از اثر اتمسفری تصحیح نشده و از دمای روشنایی سنجنده جهت به دست آوردن دمای سطح زمین استفاده شد.

محاسبه رادیانس طیفی تصویر حرارتی با بهره بالای (High Gain) این سنجنده، با روش پیکسل به پیکسل به ترتیب به دمای سطحی تبدیل شد. تبدیل ارزشهای رقومی به رادیانس طیفی بر اساس مرجع تابش طیفی، بر اساس رابطه ۱۰ محاسبه شد (۴۱).

$$DN + offset \times L = gain \quad [10]$$

تابش طیفی مرجع باند ۶ در DN به ترتیب معادل ۱ و ۲۵۵ برحسب (W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup> μm<sup>-1</sup>) است. مقدار Gain و Bias از هدر فایل Headerfile تصاویر استخراج شد.

بازایی دمای روشنایی برای تبدیل رادیانس طیفی به

کلاس a در نتیجه طبقه‌بندی است. بر اساس دو دقت یادشده دو خطای گماشته شده و حذف شده از رابطهای ۵ و ۶ تعیین شد.

$$Ce = 1 - U.A \quad [5]$$

$$Oe = 1 - P.A \quad [6]$$

خطای گماشته (Ce) که بر اساس دقت کاربر محاسبه می‌گردد، معادل آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقع متعلق به کلاس موردنظر نبوده ولی طبقه‌بندی کننده آنها را جزء آن کلاس خاص در نظر گرفته است. خطای حذف شده (Oe) مربوط به آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقعیت زمینی مربوط به کلاس موردنظر است ولی جز کلاس‌های دیگر طبقه‌بندی شده‌اند. یکی دیگر از پارامترهای دقت که از ماتریس خطا استخراج می‌شود، ضریب کاپا است (۲۲). ضریب کاپا تکنیک چند متغیره گسسته‌ای است که اگر ماتریس خطا تفاوت معنی‌داری با دیگری داشته باشد، در ارزیابی صحت برای تصمیم‌گیری‌های آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتیجه تحلیل کاپا شاخص KHAT یا K است که شاخصی است برای اندازه‌گیری صحت طبقه‌بندی بر اساس تفاوت بین صحت واقعی در ماتریس خطا و تغییرهای صحت که به وسیله مجموع سطر و ستون نشان داده شده است. شاخص K در واقع شاخص معرف اختلاف بین توافق واقعی و داده‌های مرجع و یک طبقه‌بندی کننده خودکار و توافق احتمالی بین داده‌های مرجع و طبقه‌بندی کننده تصادفی است که بر اساس رابطه ۷ تعیین گردید (۱۲).

[7]

$$K = \frac{1 - (\text{احتمال توافق}) - (\text{دقت مشاهده شده})}{K}$$

ضریب کاپا رابطه خطای ایجاد شده طی فرآیند طبقه‌بندی در مقایسه با خطای طبقه‌بندی کاملاً تصادفی از رابطه ۸ محاسبه شد (۳۴).

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})} \quad [8]$$

دمای جسم سیاه از رابطه پلانک استفاده شد (رابطه ۱۱).

$$BT = \frac{K_2}{\left\{ \text{LN} \left[ \frac{K_1}{L} + 1 \right] \right\}} \quad [11]$$

در این رابطه؛ BT دمای روشنایی سنجنده برحسب کلوین،  $K_1$  ثابت کالیبراسیون اول معادل  $666/0.9$  برحسب  $(W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1})$ ،  $K_2$  ثابت کالیبراسیون دوم معادل  $1282/71$  برحسب کلوین و L رادپانس طیفی  $(W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1})$  است.

محاسبه گسیل مندی سطح و دمای سطح زمین نسبت بین گسیلش از یک شیء به گسیلش از جسمی سیاه در دمای ثابت را گسیل مندی می‌گویند. یکی از روش‌های مؤثر برای تخمین دمای سطح، مدل ترکیبی درصد پوشش زمین است، با این فرض که خاک و پوشش گیاهی مقدار گسیل مندی را معلوم دارند و با توجه به درصد پوشش خود ترکیب می‌شوند. درصد پوشش گیاهی با استفاده از NDVI محاسبه شد. در این روش، آستانه گذاری NDVI مورد استفاده قرار گرفت.  $0.2 < NDVI$  در این مورد پیکسل مربوط به خاک خشک، و مقدار گسیل مندی آن براساس آنالیز کتابخانه‌ای نمونه‌های خاک برای باند حرارتی لندست  $0.978$  است.  $0.5 > NDVI$  پیکسل‌های بارزش NDVI بزرگ‌تر از  $0.5$  مناطق با پوشش گیاهی کامل و مقدار ارزش ثابت برای گسیل مندی  $0.985$  تخمین زده شده است.  $0.2 \leq NDVI \leq 0.5$  در این مورد پیکسل ترکیبی است. در نهایت پس از تصحیح تصاویر حرارتی و محاسبه

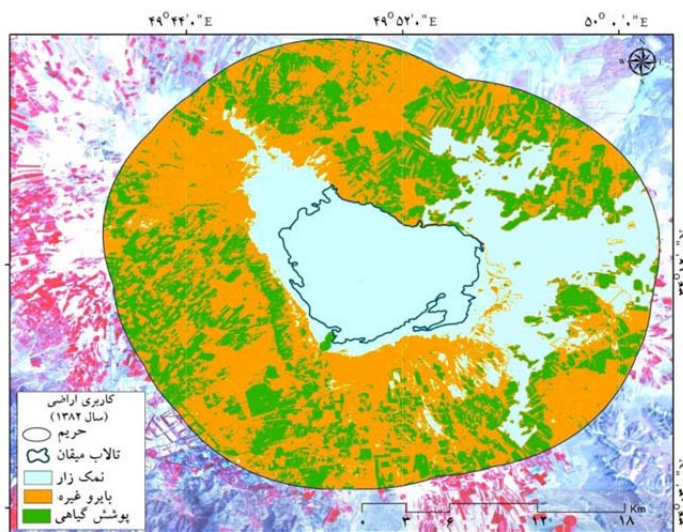
گسیل مندی دمای سطح زمین از رابطه ۱۲ محاسبه شد.

$$T_s = \frac{T_b}{\left[ 1 + \left( \frac{\lambda_{bt}}{a} \right) \text{Ln} \epsilon \right]} \quad [12]$$

در این رابطه؛  $\lambda$  طول موج رادپانس ساطع شده  $(11.5 \mu m)$ ،  $a = \frac{hc}{k}$ ، h ثابت پلانک  $(6.62 \times 10^{-34} \text{ j.sec})$ ، c سرعت نور  $(2.998 \times 10^8 \text{ m/sec})$ ، k ثابت استفان بولتزمن  $(1.38 \times 10^{23} \text{ j/k})$  و  $\epsilon$  گسیل مندی است.

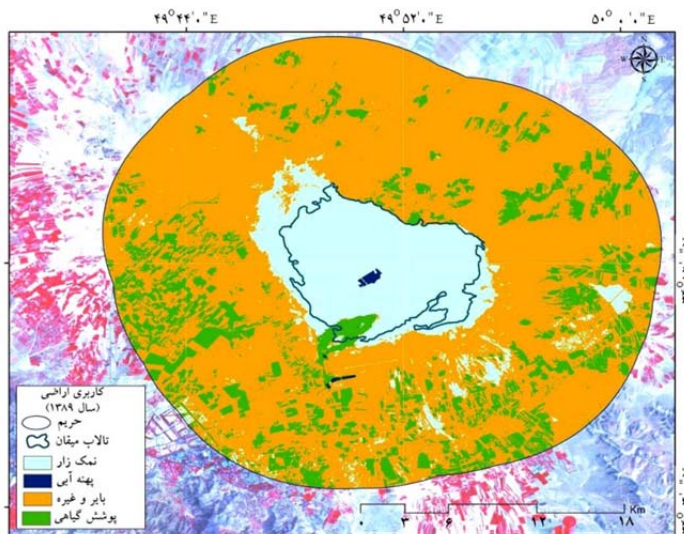
### نتایج و بحث

برای ارزیابی و محاسبه تغییرات مساحت دریاچه و کاربری‌های پیرامونی، نقشه‌های کاربری با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده با اعمال الگوریتم بیشترین شباهت تهیه گردید. مقایسه نقشه استخراج‌شده کاربری اراضی سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۹ نشان می‌دهد که اراضی بایر در طول دوره مطالعه افزایش داشته در مقابل نواحی با پوشش گیاهی با کاهش همراه بوده است (شکل‌های ۳ و ۴). مقایسه مساحت استخراج‌شده کاربری‌ها در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۹ نشان می‌دهد که مساحت پوشش گیاهی ۸۴ کیلومتر مربع کاهش یافته است در مقابل کاربری اراضی بایر ۱۰۰ کیلومتر مربع افزایش یافته است (شکل‌های ۵ و ۶).



شکل ۳. نقشه طبقه‌بندی نظارت‌شده تالاب میقان و حریم ۱۰ کیلومتری پیرامونی (سال ۱۳۸۱)

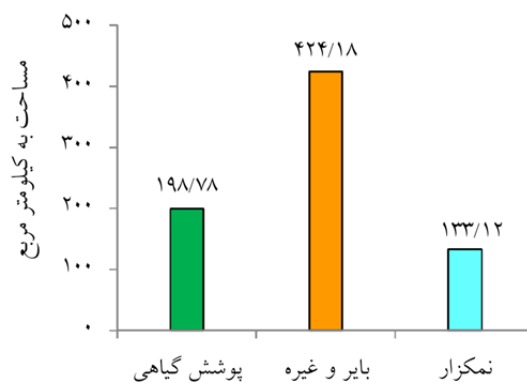




شکل ۴. نقشه طبقه‌بندی نظارت‌شده تالاب میقان و حریم ۱۰ کیلومتری پیرامونی (سال ۱۳۸۹)



شکل ۶. مساحت کاربری اراضی (سال ۱۳۸۹)



شکل ۵. مساحت کاربری اراضی (سال ۱۳۸۱)

است. همچنین ضریب کاپا در سال ۱۳۸۱ برابر با ۹۸ و در سال ۱۳۸۹ برابر با ۹۷ محاسبه شد. ماتریس خطای تولیدشده در سال ۱۳۸۱ در (جدول ۲) و سال ۱۳۸۹ در (جدول ۳) نشان داده شده است.

پس از تهیه نقشه‌های طبقه‌بندی با اعمال الگوریتم بیش‌ترین (Overall accuracy شباهت، دقت کلی) (Commission) و تعیین (Omission) و خطای حذف‌شده (Commission) گردید. نتایج نشان داد که میزان دقت تصاویر طبقه‌بندی‌شده در سال ۱۳۸۱ (۹۹/۱۳ درصد) و در سال ۱۳۸۹ (۹۸/۹۳ درصد)

جدول ۲. ماتریس خطای تولیدشده در سال ۱۳۸۱

صحت تولیدکننده	جمع	نمکزار	بایر و غیره	پوشش گیاهی
۰/۹۹	۲۲۷۴	۴	۰	۲۲۷۰
۰/۹۹	۱۸۶۸	۰	۱۸۵۵	۱۳
۰/۹۸	۲۹۰۷	۲۸۶۳	۴۴	۰
	۷۰۴۹	۲۸۷۶	۱۸۹۹	۲۲۸۳
		۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۹

دقت کلی = ۹۹/۱۳ درصد، خطای گماشته = ۰/۰۱۴، خطای حذف‌شده = ۰/۰۱۶۷

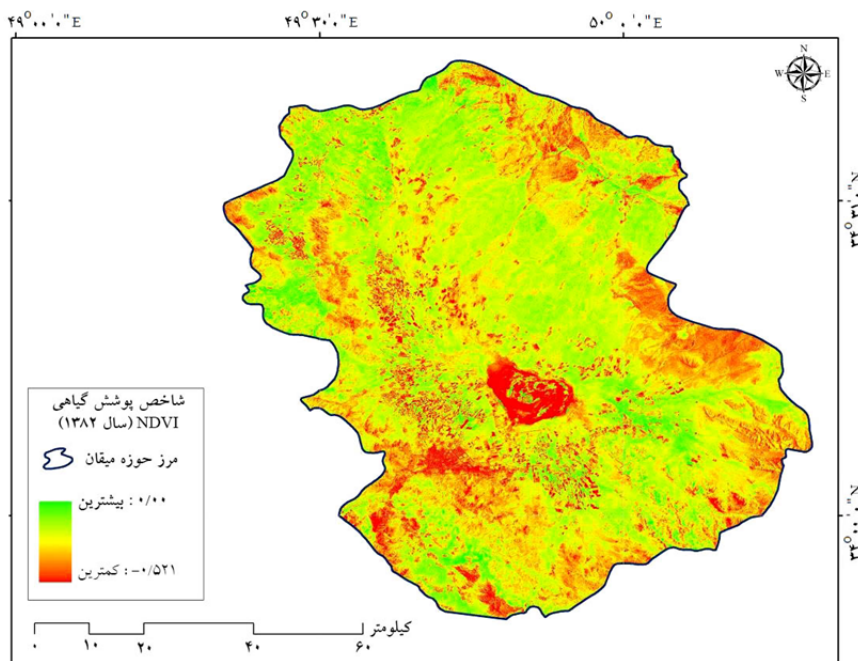
جدول ۳. ماتریس خطای تولیدشده در سال ۱۳۸۹

کاربری	پوشش گیاهی	نمکزار	پهنه آبی	بایر و غیره	جمع	صحت تولیدکننده
پوشش گیاهی	۱۹۳۰	۵	۲	۲۷	۱۹۶۴	۰/۹۸
نمکزار	۱۲	۸۲۱	۴	۳۳	۸۷۰	۰/۹۴
پهنه آبی	۱	۰	۱۹۳	۶	۲۰۰	۰/۹۶
بایر و غیره	۱۹	۲۲	۰	۹۲۳۵	۹۲۷۶	۰/۹۹
جمع	۱۹۶۲	۸۴۸	۱۹۹	۹۳۰۱	۱۲۳۱	
صحت کاربر	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۹		

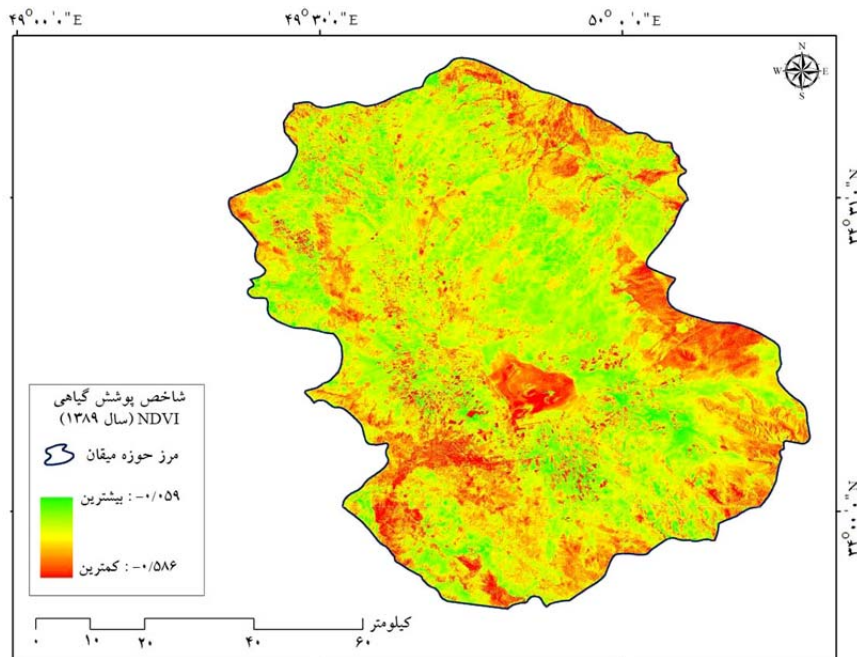
دقت کلی = ۹۸/۹۳ درصد، خطای گمماشته = ۰/۰۲۹، خطای حذف شده = ۰/۰۲۲

در این تحقیق، تغییرات پوشش گیاهی به صورت تغییر درجه سربسزی، موردبررسی قرار گرفت. نقشه شاخص بهنجارشده پوشش گیاهی NDVI سال ۱۳۸۲ و ۱۳۸۹ نشان داد که میانگین این شاخص در سال ۱۳۸۲ (۰/۲۶-) و در سال ۱۳۸۹ (۰/۲۶-) است. کمینه این شاخص در سال ۱۳۸۲

در سال ۱۳۸۹ (۰/۵۲-) و در سال ۱۳۸۹ (۰/۵۸-) است. بیشینه این شاخص در سال ۱۳۸۲ صفر و در سال ۱۳۸۹ (۰/۰۵-) است. با توجه به نتایج حاصله میانگین شاخص NDVI برای دوره مطالعه تغییر معنی داری نداشت (شکل های ۷ و ۸).



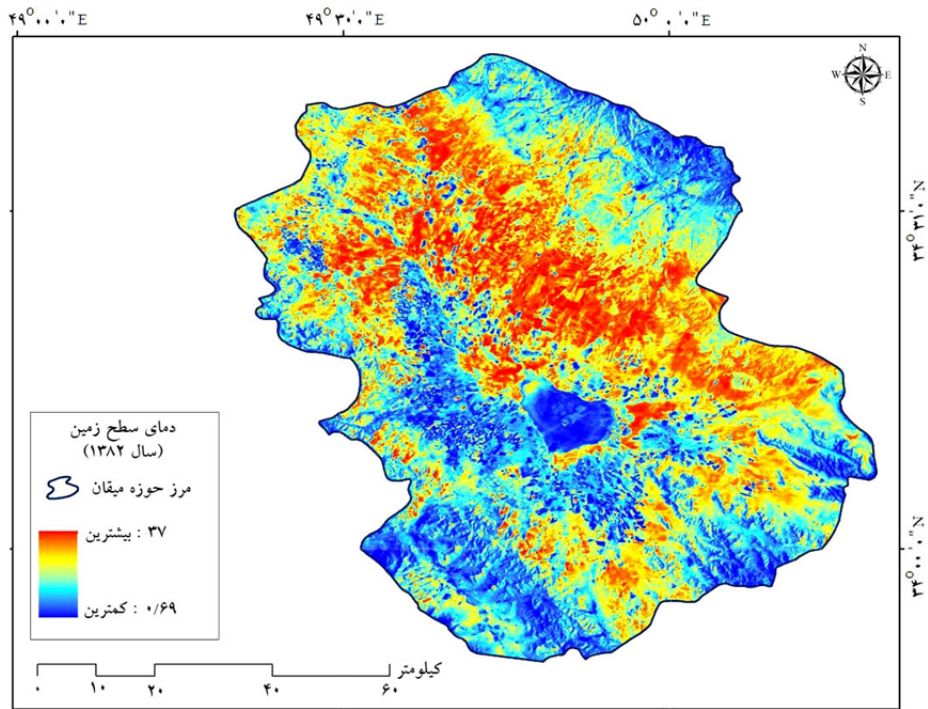
شکل ۷. شاخص پوشش گیاهی NDVI در حوزه مورد مطالعه (سال ۱۳۸۲)



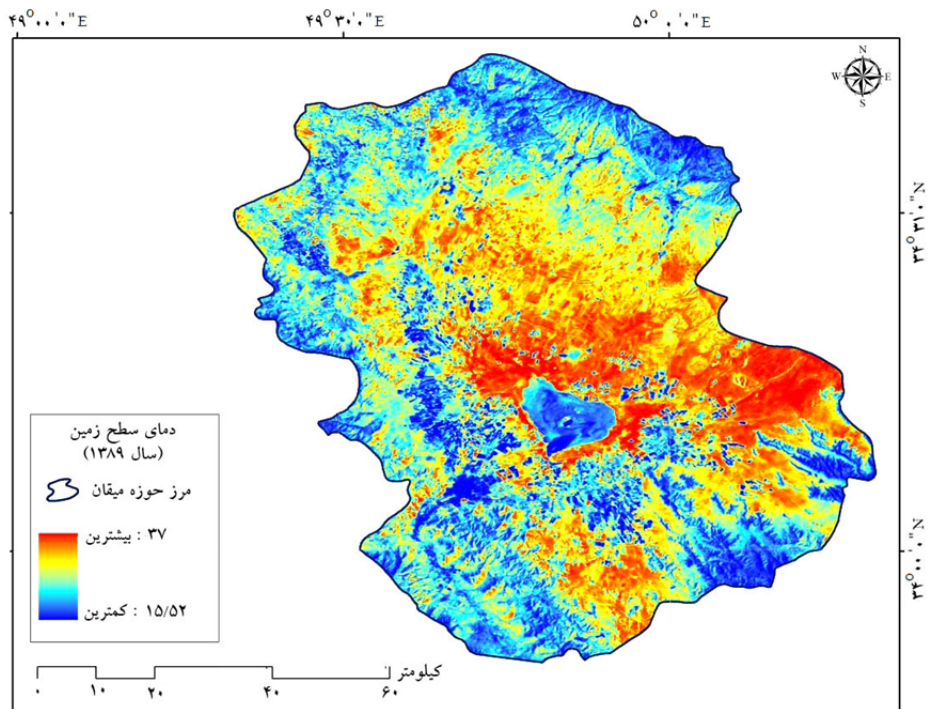
شکل ۸. شاخص پوشش گیاهی NDVI در حوزه مورد مطالعه (سال ۱۳۸۹)

میزان دمای کمینه، میانگین و بیشینه در حریم ده کیلومتر پیرامونی تالاب میقان در سال ۱۳۸۲ به ترتیب ۱۶/۷۲، ۲۷/۳۵ و ۳۶/۵ درجه سانتی‌گراد با انحراف معیار ۳/۲ است. در حالی که در سال ۱۳۸۹ این ارقام به ۱۵/۵، ۲۹/۸ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد با انحراف معیار ۳/۵ رسیده است. اما طبقات دمایی گرم‌تر در الگوی دمایی در سال ۱۳۸۹ نسبت به سال ۱۳۸۲ گسترش بیشتری نشان می‌دهد. که نشان‌دهنده تغییرات دما به صورت افزایشی در طول بازه زمانی ۸ ساله مطالعه است.

نقشه‌های دمای سطح زمین استخراج‌شده نحوه پراکنش الگوهای دمایی را در حوزه آبریز در سال‌های ۱۳۸۲ (شکل ۹۹) و ۱۳۸۹ (شکل ۱۰) و در حریم ده کیلومتر پیرامونی تالاب میقان را در سال‌های ۱۳۸۱ (شکل ۱۱) و ۱۳۸۹ (شکل ۱۲) را نشان می‌دهد. میزان دمای کمینه، میانگین و بیشینه در حوزه آبریز میقان در سال ۱۳۸۲ به ترتیب ۰/۶۹، ۲۸/۲۹ و ۳۷ سانتی‌گراد با انحراف معیار ۲/۸ است. دمای کمینه، میانگین و بیشینه در حوزه آبریز میقان در سال ۱۳۸۹ به ترتیب ۱۵/۵۲، ۲۹/۴۸ و ۳۷ سانتی‌گراد با انحراف معیار ۲/۹۷ است. همچنین

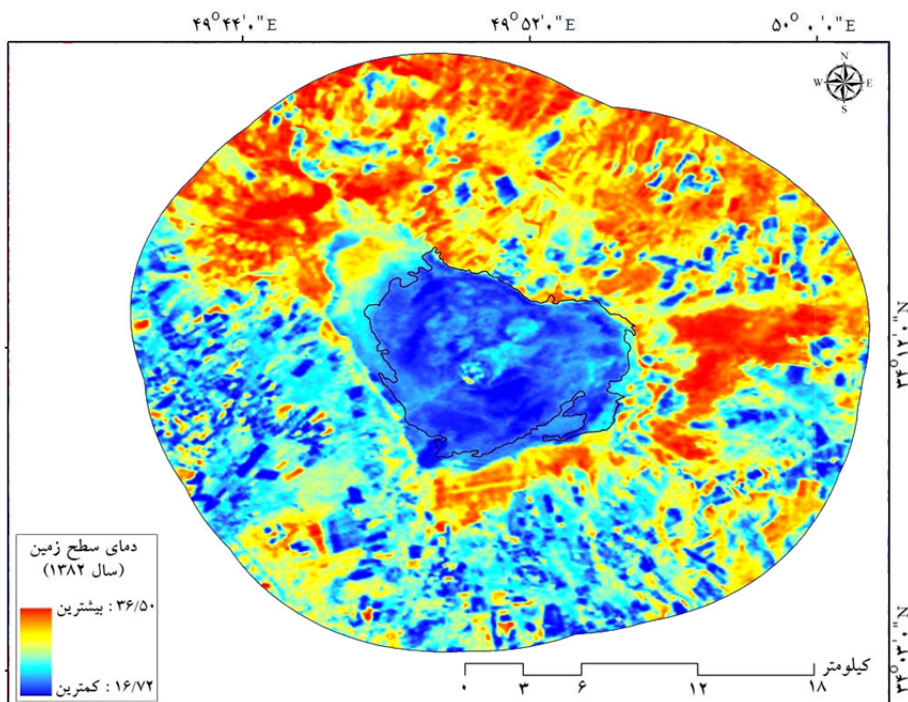


شکل ۹. الگوهای دمایی سطح زمین منطقه مورد مطالعه (سال ۱۳۸۲)

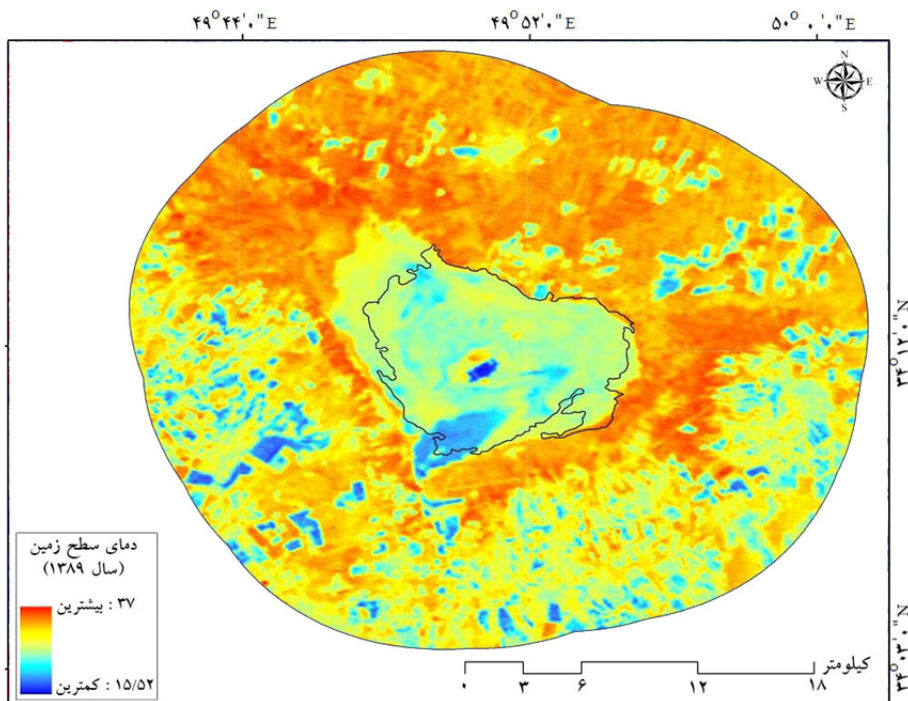


شکل ۱۰. الگوهای دمایی سطح زمین منطقه مورد مطالعه (سال ۱۳۸۹)





شکل ۱۱. الگوهای دمایی سطح زمین در حریم ده کیلومتر پیرامون تالاب میقان (سال ۱۳۸۲)



شکل ۱۲. الگوهای دمایی سطح زمین در حریم ده کیلومتر پیرامون تالاب میقان (سال ۱۳۸۹)

## نتیجه گیری

در این تحقیق با ترکیب داده‌های سنجش‌ازدور و فنون سامانه اطلاعات جغرافیایی به بررسی تغییرات الگوهای دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی و تغییرات کاربری اراضی پرداخته شد. تالاب میقان به دلیل وابستگی شدید نزولات جوی، کوچک بودن حوزه آبریز، وضعیتی به شدت حساس دارد؛ به همین دلیل خشک شدن دریاچه با توجه به جهت شمال غربی وزش باد غالب می‌تواند تأثیرات مخربی از جمله شور شدن و مشکلات زیست‌محیطی بر زمین‌ها و مناطق شرقی تالاب داشته باشد. خشکی و خشک‌سالی‌های مداوم خطر تبدیل شدن این تالاب به کویری دائمی به شدت این منطقه را تهدید می‌کند. همچنین با توجه به ورود فاضلاب شهری از شهر اراک به تالاب میقان به اضافه فعالیت‌های صنعتی در تالاب علاوه بر کاهش کمیت آب و خطرات ناشی از آن تالاب میقان با کاهش کیفیت آب نیز مواجه است که این موارد به طور موازی باعث افزایش خطرات زیست‌محیطی در این منطقه شده است. توجه بیشتر به قابلیت‌های گردشگری و بوم‌گردی تالاب می‌تواند جایگزینی بهتر برای زیست آینده تالاب باشد. پژوهش‌های صورت گرفته توسط قهرودی تالی و همکاران (۲۵)، ضیائیان فیروزآبادی و همکاران (۱۸) و علی بخشی و همکاران (۲۰) با استفاده از تصاویر چند زمانه ماهواره‌ای تأکیدی بر کارایی استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور و فنون سامانه اطلاعات جغرافیایی در پایش تالاب‌ها و نواحی پیرامونی دارد. مطالعه مظفری و نارنگی فرد (۳۱) نیز نشان داد که نوسانات دریاچه مهارلو بر دمای سطح زمین در نواحی پیرامونی دریاچه تأثیرگذار است. بررسی روند تغییرات مساحت دریاچه‌ها و تالاب‌های ایران نشان داده است کاهش مساحت پهنه‌های آبی در ایران به امری نسبتاً محتمل و عادی تبدیل شده است. کاهش سطح ارتفاع آب در چند دهه گذشته (۳ و ۱۲) و خطر خشک شدن کامل پهنه‌های آبی دائمی ایران را به شدت تهدید می‌کند (۳۱). برابر نتایج حاصله میزان دقت تصاویر طبقه‌بندی شده در سال ۱۳۸۱ (۹۹/۱۳ درصد) و در سال ۱۳۸۹ (۹۸/۹۳ درصد) محاسبه شدند. همچنین ضریب

کاپا در سال ۱۳۸۱ برابر با ۹۸ و در سال ۱۳۸۹ برابر با ۹۷ محاسبه شد. همچنین قابل ذکر است استفاده از تصاویر چند زمانه سنجنده‌های لندست می‌تواند برای پایش و آشکارسازی تغییرات و استخراج الگوهای دمایی تالاب‌ها و نواحی پیرامونی با دقت مناسب مورد استفاده قرار گیرد.

## منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی، ه و پ. کردوانی. ۱۳۹۳. مطالعه تغییر اقلیم در تالاب بین‌المللی انزلی به روش من کندال. نشریه اکویولوژی تالاب، ۶(۳): ۵۹-۷۲.
۲. احمدی، م و م. نارنگی فرد. ۱۳۹۴. برآورد کیفیت و آشکارسازی تغییرات پهنه‌های جنگلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: شهرستان رستم، فارس). نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۶(۳): ۸۷-۱۰۰.
۳. آل‌شیخ، ع، ع. علی محمدی و ع. قربانعلی. ۱۳۸۴. پایش خطوط ساحلی دریاچه ارومیه با استفاده از سنجش‌ازدور. نشریه علوم جغرافیایی، ۴(۵): ۹-۲۴.
۴. باعقیده، م، ب. علیجانی و پ. ضیائیان. ۱۳۹۰. بررسی امکان استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI در تحلیل خشک‌سالی‌های استان اصفهان. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱(۴): ۱-۱۶.
۵. باقرزاده کریمی، م و ف. فتحی سقزچی. ۱۳۸۸. بررسی اثر بالا آمدن آب دریای خزر بر اراضی کشاورزی اطراف تالاب انزلی با استفاده از سنجش از راه دور. نشریه تالاب، ۱(۱): ۱۰۵-۱۱۸.
۶. بیات، ر، س. جعفری، ب. قرمزچشمه و ا. چرخابی. ۱۳۹۵. مطالعه تأثیر ریزگردها بر تغییرات پوشش گیاهی (مطالعه موردی: تالاب شادگان، خوزستان). نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(۲): ۱۷-۳۲.
۷. جلیلی، ش، س. مرید، ا. بناکار و ر. نامدار قنبری. ۱۳۹۰.

- محیط‌شناسی، ۳۷(۵۷): ۶۵-۷۶.
۱۵. زبردست، ل و ح. جعفری. ۱۳۹۰. ارزیابی روند تغییرات تالاب انزلی با استفاده از سنجش‌ازدور و ارائه راه‌حل مدیریتی. نشریه محیط‌شناسی، ۳۷(۵۷): ۵۷-۶۴.
  ۱۶. سرودی، م و ع. جوزی. ۱۳۹۲. سنجش‌ازدور و اجرای مدل مارکوف برای بررسی تغییرات فضای سبز شهری (مطالعه موردی: منطقه ۱ شهرداری تهران). نشریه محیط‌شناسی، ۳۹(۱): ۱۱۳-۱۲۲.
  ۱۷. شایان، س و م. جنتی. ۱۳۸۶. شناسایی نوسانات مرز پیرامونی و ترسیم نقشه پراکنش مواد معلق دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (سنجنده‌های  $ETM^+$ , TM & LISSIII). نشریه پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۲: ۲۵-۳۹.
  ۱۸. ضیاییان فیروزآبادی، پ، ح. تلخایی و ل. حسین جانی. ۱۳۹۲. آشکارسازی تغییرات حوزه کویر میقان با استفاده از تصاویر  $ETM^+$ , TM MSS و داده‌های اقلیمی در دوره ۲۰۱۱-۱۹۷۳. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۳(۳۱): ۱۷۳-۱۸۹.
  ۱۹. طاوسی، ت، ف. شجاع، ا. اکبری و ا. عسگری. ۱۳۹۵. ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و تحلیل روند بیابان‌زایی اقلیمی چاله گاوخونی. نشریه فضای جغرافیایی، ۱۶(۵۶): ۷۹-۹۴.
  ۲۰. علی بخشی، ز، م. علی خواه اصل و م. رضوانی. ۱۳۹۴. تهیه نقشه کاربری اراضی تالاب میقان با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و فازی ۲۰۱۳. نشریه انسان و محیط‌زیست، ۳۲: ۱۱-۲۳.
  ۲۱. فارسی، ج و م. یوسفی. ۱۳۹۲. آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور (مطالعه موردی: دشت بجنورد). فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۲(۷): ۹۵-۱۰۶.
  ۲۲. فاطمی، ب و ی. رضایی. ۱۳۸۹. مبانی سنجش‌ازدور. چاپ دوم، انتشارات آزاده، ۲۵۷ صفحه.
  - ارزیابی تأثیر شاخص‌های اقلیمی NAO و SOI بر تغییرات تراز دریاچه ارومیه، کاربرد روش‌های آنالیز طیفی سری‌های زمانی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵(۱): ۱۴۰-۱۴۹.
  ۸. جهانبخش، س، م. زاهدی و خ. ولیزاده کامران. ۱۳۹۰. محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از روش سبال و درخت تصمیم در محیط GIS و RS در بخش مرکزی منطقه مراغه. نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۶(۳۸): ۱۹-۴۲.
  ۹. حجازی‌زاده، ز، پ. ضیاییان و ع. شیرخانی. ۱۳۹۲. مقایسه تخمین دمای سطح با استفاده از داده‌های باند حرارتی سنجنده‌های ماهواره‌ای در غرب استان تهران و قزوین. نشریه جغرافیا، ۱۱(۳۸): ۳۳-۴۹.
  ۱۰. حدادی، ع، م. صاحبی، م. مختارزاده، و ه. فتاحی. ۱۳۸۸. ارائه روشی ترکیبی از شبکه‌های عصبی نظارت‌شده و نظارت‌نشده در طبقه‌بندی تصاویر سنجش‌ازدور. نشریه سنجش‌ازدور و GIS ایران، ۱(۳): ۲۳-۵۰.
  ۱۱. حسینی، ف، ع. درویش‌صفت و ن. ضرغام. ۱۳۹۱. بررسی قابلیت تصاویر IRS-P6-LISS IV برای تهیه نقشه انبوهی جنگل‌های پسته وحشی (مطالعه موردی: جنگل خواجه کلات خراسان). مجله جنگل ایران، ۴(۴): ۳۱۱-۳۲۰.
  ۱۲. رسولی، ع، ش. عباسیان و س. جهانبخش. ۱۳۸۷. پایش نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه با پردازش تصاویر ماهواره‌ای چند سنجنده‌ای و چند زمانه‌ای. فصلنامه مدرس علوم انسانی، ۱۲(۲): ۵۳-۷۱.
  ۱۳. رسولی، ع و ش. عباسیان. ۱۳۸۸. تحلیل مقدماتی سری‌های زمانی تراز سطح آب دریاچه‌ای ارومیه، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۴(۲۸): ۱۳۷-۱۶۵.
  ۱۴. رفیعی، ی، ب. ملک محمدی، ع. آبکار، ا. یاوری، م. رضوانی مهریان و ح. ظهراپی. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات زیست‌محیطی تالاب‌ها و مناطق حفاظت‌شده با استفاده از تصاویر چند زمانه سنجنده TM (مطالعه موردی: تالاب نیریز). نشریه

۲۳. فتحی، م.، ع. مددی، ا. بهشتی و ن. سرمستی. ۱۳۹۴. ارزیابی نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه و افزایش پهنه‌های نمکی در منطقه شمال غرب ایران. نشریه پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، ۴۷(۲): ۲۷۱-۲۸۵.
۲۴. قربانی، ر.، ع. تقی‌پور و ح. محمودزاده. ۱۳۹۱. ارزیابی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی محدوده تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آماگل و آجی گل ترکمن صحرا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه. نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۳(۴): ۱۶۷-۱۸۶.
۲۵. قهرودی‌تالی، م.، ب. میرزاخانی و آ. عسگری. ۱۳۹۱. پدیده کویرزدایی در تالاب‌های ایران (مطالعه موردی: تالاب میقان). نشریه جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱(۴): ۹۷-۱۱۲.
۲۶. کیانی، ش.، ب. دهزاد، و ا. رجب‌زاده قطرمی. ۱۳۹۰. مدیریت اکوتوریسم در تالاب میانگران با تعیین ارزش حفاظتی تالاب با استفاده رویکرد مناطق ۶ گانه IUCN. فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب، ۲(۷): ۶۵-۷۰.
۲۷. کرمی، م.، ر. زندی و ح. طاهری. ۱۳۹۸. مکان‌یابی جزایر حرارتی و انطباق آن با تصاویر ماهواره‌ای بر اساس مدل تاپسیس در شهر مشهد. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۰(۵۶): ۷۵-۹۲.
۲۸. گنجعلی، س و ع. ایلدرومی. ۱۳۹۱. بررسی تغییرات مرز خشکی و آبی مناطق حفاظت‌شده تالاب انزلی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). نشریه اکوبیولوژی تالاب، ۳(۱): ۱-۱۰.
۲۹. لحمیان، ر. ۱۳۹۵. به‌کارگیری سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در بررسی تغییرات کاربری اراضی طبیعی (مطالعه موردی: شهرستان ساری). نشریه جغرافیا، ۱۴(۵۱): ۴۸۳-۵۰۰.
۳۰. مظفری، غ و م. نارنگی‌فرد. ۱۳۹۳. بررسی میزان بارش بر تغییر سطح آب دریاچه مهارلو با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور. فصلنامه اکوبیولوژی تالاب، ۶(۱۹): ۷۳-۸۲.
۳۱. مظفری، غ و م. نارنگی‌فرد. ۱۳۹۴. آثار تغییرات سطح دریاچه مهارلو بر میزان رطوبت و دمای هوای شهر شیراز. نشریه جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، ۵(۱۴): ۲۱۵-۲۳۰.
۳۲. مهدوی، ع و ر. فلاح شمس. ۱۳۹۱. تهیه نقشه تغییرات سطح جنگل با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر LISS-III ماهواره IRS (مطالعه موردی: شهرستان ایلام). مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۱۹(۱): ۷۷-۹۰.
۳۳. میجانی، ن.، س. حمزه و م. کریمی فیروزجایی. ۱۳۹۸. کمی‌سازی تأثیر پارامترهای سطحی و شرایط اقلیمی بر دمای سطح زمین با استفاده از داده‌های انعکاسی و حرارتی سنجش‌ازدور. نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۰(۱): ۳۶-۵۹.
۳۴. هادیان، ف.، ر. جعفری، ح. بشری و س. سلطانی. ۱۳۹۱. ارزیابی صحت شاخص‌های طیفی پهنه‌بندی پوشش گیاهی در مقیاس تیپ‌های گیاهی و منطقه مطالعاتی، با استفاده از داده‌های سنجنده TM در مناطق زاگرس جنوبی. نشریه سنجش‌ازدور و GIS ایران، ۴(۴): ۸۳-۱۰۰.
۳۵. یاراحمدی، د. ۱۳۹۳. تحلیل هیدروکلیماتولوژیکی نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه. نشریه پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، ۴۶(۱): ۷۷-۹۲.
36. Duan Z, Bastiaanssen W. 2013. Estimating water volume variations in lakes and reservoirs from four operational satellite altimetry databases and satellite imagery data. Remote Sensing of Environment, 134: 403-416.
37. Fatemi M, Narangifard M. 2019. Monitoring LULC changes and its impact on the LST and NDVI in District of Shiraz City. Arabian Journal of Geosciences, 12(4): 127.
38. Guariglia A, Buonamassa A, Losurdo A, Saladino R, Trivigno ML, Zaccagnino A, Colangelo A. 2006. A multisource approach for coastline mapping and identification of shoreline changes. Annals of Geophysics, 49(1): 295-304.
39. Kurt S, Karaburun A, Demirci A. 2010. Coastline changes in Istanbul between 1987 and 2007. Scientific Research and Essays, 5(19): 3009-3017.
40. Mistry VV, Conway D. 2003. Remote forcing of East African rainfall and relationships with fluctuations in levels of Lake Victoria.



- International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, 23(1): 67-89.
41. Rouse Jr JW, Haas R, Schell J, Deering D. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium. Volume 1: Technical Presentations, section A, Conference Proceedings, Document ID: 19740022592: 1-9.
  42. Sima S, Tajrishy M. 2013. Using satellite data to extract volume–area–elevation relationships for Urmia Lake, Iran. *Journal of Great Lakes Research*, 39(1): 90-99.
  43. Singh A, Seitz F, Schwatke C. 2012. Inter-annual water storage changes in the Aral Sea from multi-mission satellite altimetry, optical remote sensing, and GRACE satellite gravimetry. *Remote Sensing of Environment*, 123: 187-195.
  44. Trumpickas J, Shuter BJ, Minns CK. 2009. Forecasting impacts of climate change on Great Lakes surface water temperatures. *Journal of Great Lakes Research*, 35(3): 454-463.



## The effect of Meighan wetland environmental changes on land surface temperature of surrounding areas by using Landsat satellite data

S. Mahmoodi <sup>1\*</sup>, B. Sari Saraf <sup>2</sup>, M. Rezaei Banafsheh <sup>2</sup>, H. Rostamzade <sup>3</sup>

1. PhD Student of Climate Change, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University

2. Prof. Department of Meteorology, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University

3. Assist. Prof. Department of Meteorology, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 1 July 2019

Accepted 22 July 2019

Available online 17 October 2019

#### Keywords:

Remote sensing

Land use

Land surface temperature (LST)

Normalized difference vegetation index

(NDVI)

Meighan wetland

### ABSTRACT

Wetlands are one of the most important aquatic zones that affect the climate of the surrounding areas and are also one of the most fragile natural phenomena. Therefore, it is very important to detect changes in the environment around the wetlands. The purpose of this study, the land use change detection, the normalized vegetation index, land surface temperature patterns in the surrounding of the Meighan wetland, were analyzed using Landsat TM multi-time sensor data for 30 May 2002, and 5 June 2010. Supervised classification algorithms with maximum likelihood was used to extract land use changes. The results of classification accuracy, using Kappa coefficient for 2002 and 2010 were 99.13% and 98.93% with 98 and 97 kappa coefficients, respectively. The results of land use changes showed that the barren lands increased by 100 km<sup>2</sup> and, in contrast, vegetation areas were reduced by 84 km<sup>2</sup>. The average of the normalized vegetation index was not significantly changed and the maximum and minimum values in 2002 were 0 and -0.52, and in 2010, -0.05 and -0.58, respectively. The warmer temperature classes in the regional temperature pattern in 2010 were more extensive than in 2002. The minimum, average and maximum temperature in 10 km of surrounding of Meighan wetland in 2002 were 16.72, 27.35 and 36.4°C with a standard deviation of 3.2, and in 2010, 15.5, 29.8 and 37°C with a standard deviation of 3.5.

\* Corresponding author e-mail address: [mahmoodis1358@gmail.com](mailto:mahmoodis1358@gmail.com)