



## بررسی تغییرات مساحت پوشش زمین و کاربری حوضه آبخیز دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر MODIS

محمد اخوان قالیباف<sup>۱</sup>، حمید علی پور<sup>۲</sup>، الوست قلیوف<sup>۳</sup>، مارینا کورنوا<sup>۴</sup>، محمدحسین مختاری<sup>۵\*</sup>

وصول مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۰۵ تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

### چکیده

تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی در اثر فعالیت‌های انسانی یکی از موضوعات مهم در برنامه ریزی‌های منطقه‌ای و توسعه‌ای می‌باشد. با توجه به مزیت‌ها و قابلیت‌هایی که داده‌های ماهواره‌ای دارند، این تکنولوژی می‌تواند کمک شایانی به شناسایی و کشف این تغییرات نماید. در این تحقیق جهت بررسی تغییرات مساحت پوشش زمین حوضه آبخیز دریاچه ارومیه از محصولات پوشش زمین سالانه مودیس (MCD12Q1) با فرمت HDF و قدرت تفکیک مکانی ۵۰۰ متر استفاده گردید. این تصاویر بر اساس طبقه‌بندی نوع یک دارای ۱۷ کلاس پوشش زمین می‌باشند. سپس تصویر هر سال (۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶) توسط مرز منطقه‌ای ماسک و با تبدیل به سیستم UTM مورد تصحیح هندسی قرار گرفت. با وارد کردن جداول اطلاعات توصیفی هر سال به نرم‌افزار اکسل روند تغییرات مساحت پوشش‌های زمین در فاصله‌ی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ تخمین زده شد. نتایج نشان داد که در فاصله سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ بیشترین افزایش مساحت کاربری به ترتیب مربوط به زمین‌های کشاورزی و زمین‌های بایر و یا پوشیده از پوشش تنک به ترتیب با افزایش ۱۶۴۸ و ۸۳۷ و بیشترین کاهش مساحت کاربری به ترتیب مربوط به پهنه‌های آبی و پوشش بیابانی با کاهش ۱۳۸۳ و ۱۱۵۹ کیلومتر مربع است. نسبت مساحت زمین‌های کشاورزی و پهنه‌های آبی در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۰۵ به ترتیب برابر ۱/۳۹ و ۰/۶۹ می‌باشد. مساحت اراضی زراعی آبی و باغی در نقشه‌ی استخراجی از محصول مودیس ۵۸۶۰ کیلومتر مربع می‌باشد.

۱- استادیار دانشکده‌ی منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد، یزد، ایران، (نویسنده‌ی مسئول).

E-mail: makavan\_ghalibaf@hotmail.com

۲- دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی دانشکده‌ی منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۳- استاد دانشگاه دولتی عمران باکو، باکو، آذربایجان.

۴- دانشیار گروه اقتصاد و مالی آکادمی فاینانس روسیه، روسیه.

۵- استادیار دانشکده‌ی منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد، یزد، ایران.

کلمات کلیدی: حوضه‌ی دریاچه‌ی ارومیه، پوشش زمین، MODIS، کاربری اراضی.

#### مقدمه

تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی در اثر فعالیت‌های انسانی یکی از موضوعات مهم در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و توسعه‌ای می‌باشد. با توجه به مزیت‌ها و قابلیت‌هایی که داده‌های ماهواره‌ای دارند، این تکنولوژی می‌تواند کمک شایانی به شناسایی و کشف این تغییرات نماید (سبزقبایی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴۳). ارزیابی تغییرات کاربری و پوشش اراضی، به عنوان یکی از اصلی‌ترین تکنیک‌های ارزیابی تغییرات محیطی مطرح بوده و نقش عمده‌ای را در برنامه‌ریزی‌های محیطی ایفا نموده است (شریفی، ۲۰۱۵: ۳۹). در حال حاضر با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر و مقایسه‌ی چندزمانه داده‌های سنجش از دور می‌توان تغییرات کاربری اراضی را در طی دوره‌های زمانی مشخص نموده و با کسب آگاهی از نسبت تغییرات، تغییرات پوشش و کاربری اراضی آتی را پیش‌بینی کرده و نسبت به مدیریت آنها اقدام نمود (فیضی‌زاده، ۱۳۹۶: ۲۱).

آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و به بیان دیگر نحوه‌ی استفاده از زمین، به‌عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. روش‌های مختلفی برای استخراج نقشه‌ی کاربری اراضی وجود دارد که در این میان تکنیک سنجش از دور به دلیل ویژگی‌های خاص از جمله دید وسیع، یکپارچگی، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف انرژی الکترو مغناطیسی برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، دوره‌ی بازگشت کوتاه و امکان به کارگیری سخت افزارها و نرم‌افزارها و کم‌هزینه بودن و سریع‌تر بودن بررسی و نیز فراهم کردن امکان پایش منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در حال حاضر یکی از بهترین ابزارهای در دسترس موجود، برای نمایش محیطی از طریق سنجش از دور در مقیاس جهانی و در فواصل زمانی کوتاه داده‌های MODIS می‌باشد (عباس‌زاده تهرانی و صابری، ۱۳۹۴: ۲۱). در زمینه‌ی تعیین کاربری اراضی و پوشش اراضی بررسی‌های بسیاری توسط متخصصان سنجش از دور به عمل آمده است. سبزقبایی و همکاران (۱۳۹۶) به

آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهرستان قائم‌شهر پرداختند. برای انجام این پژوهش از تصاویر سال ۱۹۹۹ سنجنده ETM+ و ۲۰۱۴ سنجنده OLI ماهواره لندست استفاده شد. نتایج مشخص کرد که اراضی کشاورزی، جنگل و پهنه‌ی آبی به اراضی باغی و مسکونی تبدیل شده‌اند؛ به گونه‌ای که بر وسعت اراضی باغی طی ۱۵ سال ۲۷/۲۶ درصد افزوده شده است، در مقابل از اراضی کشاورزی به میزان ۴۵/۳۲ درصد کاسته شده است. کاظمی و همکاران (۱۳۹۳) به مقایسه‌ی نقشه‌های کاربری اراضی تولیدی با داده‌های دو سنجنده MODIS و IRS-WiFS در منطقه‌ی سمیرم - بروجن پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که نقشه‌های تولید شده با استفاده از داده‌های سنجنده‌ی WiFS نسبت به نقشه‌های تولید شده با سنجنده MODIS مناسب‌تر است. عباس‌زاده تهرانی و صابری (۱۳۹۴) به ارزیابی الگوی تغییرات فصلی پوشش اراضی با تحلیل داده‌های سنجش از دوری پرداختند. در این تحقیق، پروفیل تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از محصول MOD11Q1 سنجنده‌ی مودیس و محاسبه شاخص‌های NDVI و EVI در طول سال ۲۰۱۱ در منطقه‌ی حوضه آبخیز انزلی برای ۱۶ طبقه کاربری اراضی مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که الگوی تغییرات پوشش گیاهی برای هر طبقه‌ی کاربری متفاوت می‌باشد و به طور کلی افزایش، ثبات و سپس کاهش منطقی را در طول بازه‌ی یکساله نشان می‌دهد. هانگ<sup>۱</sup> (۲۰۰۵) جهت تهیه‌ی نقشه‌ی پوشش گیاهی بانکوک با استفاده از داده‌های MODIS از روش طبقه‌بندی داده‌های سری زمانی NDVI به صورت ماهانه و بدون ابر استفاده کرد. فرناندو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۵) تحت مطالعه با عنوان برآورد نقشه‌های پوشش زمین با تصاویر سنجنده MODIS در آفریقای جنوبی، جهت تهیه‌ی نقشه‌ی پوشش زمین از سه روش طبقه‌بندی نظارت شده، آنالیز PCA و آنالیز شاخص گیاهی NDVI استفاده کردند که روش آنالیز PCA بیشترین دقت را در طبقه‌بندی نواحی کشاورزی، مانداب‌ها و علفزارها و بیشه‌زارها و جنگل‌های باز از خود نشان داد. چاندرا و

1- Hung

2- Fernando

همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۵) مقایسه‌ای بین آنالیزهای حاصل از دوسنجنده MODIS و GLC2000 به کار رفته برای تهیه نقشه‌های پوشش زمین در مقیاس جهانی انجام دادند. با تهیه نقشه‌ی پوشش زمین در مقیاس جهانی و مشخص نمودن تفاوت‌ها و تشابهات در طبقه‌بندی لایه‌ها، اطلاعات مفیدی در جهت استفاده در مناطقی که دارای طبقات یکسان بودند و همچنین برای مدیریت صحیح نواحی که تحت تأثیر تغییرات شدید قرار می‌گرفتند، به دست آمد. استخراج اطلاعات مساحت و توزیع مکانی مزارع برنج در مناطق مرکزی استان مازندران توسط (علیزاده، ۲۰۱۴) انجام شده است. در این مطالعه از ماهواره‌های Terra و Aqua و محصولات MOD13Q1 و MOD09A1 استفاده گردید. شاخص‌های پوشش گیاهی به دست آمده از تصاویر لندست ۷ (ETM+) با شاخص‌های حاصل از لندست ۸ (OLI) توسط (لی<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴؛ ۳۱۰) مقایسه شده است. نتایج مقایسه‌ی آنها نشان داد که OLI در مقایسه با ETM+ دارای بالاترین مقدار طیفی برای باند نزدیک فروسرخ برای انواع پوشش گیاهی و کمترین مقدار برای انواع غیرپوشش می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی تغییرات مساحت پوشش زمین با استفاده از تصاویر MODIS در حوضه‌ی آبخیز دریاچه‌ی ارومیه می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

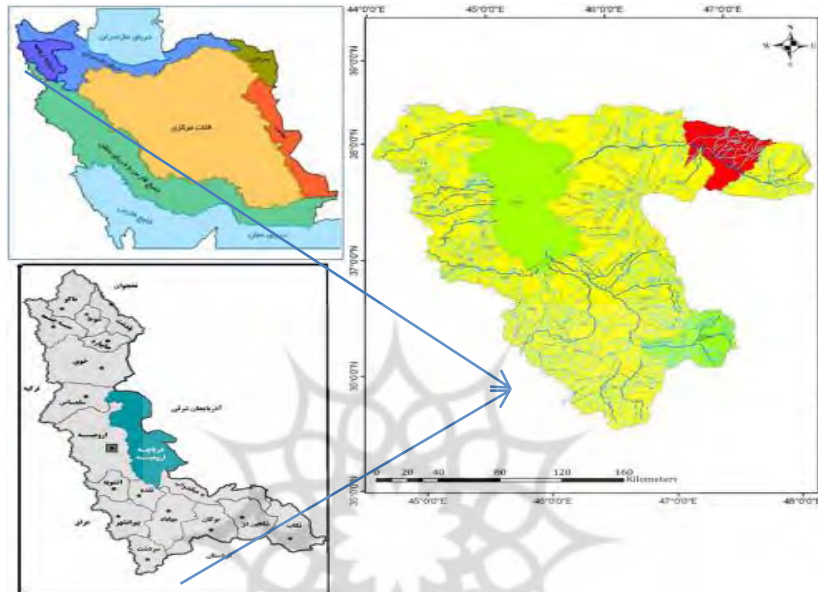
### - معرفی منطقه‌ی مورد مطالعه

حوضه‌ی آبخیز دریاچه‌ی ارومیه در شمال غربی ایران با مساحت ۵۱۸۷۶ کیلومتر مربع واقع شده و به لحاظ جغرافیایی مابین استان‌های آذربایجان شرقی، کردستان و آذربایجان غربی و در محدوده‌ی ۳۶° ۴۵' تا ۳۸° ۲۰' عرض شمالی و ۴۴° ۱۰' تا ۴۶° طول شرقی قرار دارد (سینا و تجریشی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۳: ۹۰). متوسط بارش حوضه برابر ۳۵۰ میلی‌متر و در ارتفاع ۱۲۸۰ تا ۳۶۰۰ متر بالاتر از سطح دریا قرار گرفته است. متوسط دمای سالانه برحسب ارتفاع بین ۶/۵ تا ۱۳/۵ درجه‌ی سانتی‌گراد متغیر است.

1- Chandra

2- Li

3- Sima and Tajrishy



شکل (۱) موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه در استان و ایران

#### – روش تحقیق

در این تحقیق جهت بررسی تغییرات مساحت پوشش زمین حوضه آبخیز دریاچه ارومیه از محصولات پوشش زمین سالانه مودیس (MCD12Q1) با فرمت HDF و قدرت تفکیک مکانی ۵۰۰ متر استفاده گردید. این تصاویر بر اساس طبقه‌بندی نوع یک (IGBP) Type 1 دارای ۱۷ طبقه پوشش زمین یا Land cover (مواد فیزیکی پوشاننده‌ی سطح زمین) هستند. سپس تصویر هر سال توسط مرز منطقه‌ی ماسک و با تبدیل به سیستم UTM مورد تصحیح هندسی قرار گرفت. در این سیستم طبقه‌بندی اراضی کشت آبی با طبقه‌ی پوشش شماره‌ی ۱۲، پهنه‌های آبی با طبقه شماره‌ی ۰ و اراضی شوره‌زار و بایر با طبقه‌ی شماره‌ی ۱۶ مشخص شده‌اند. سپس تصاویر مربوط به سال‌های مورد نظر به فرمت پلیگون تبدیل شده، مساحت پوشش‌های مورد نظر محاسبه شد. شایان ذکر است که بازه‌ی زمانی محصول پوشش زمین MODIS تا سال ۲۰۱۶ می‌باشد. تصاویر پوشش هر سال سپس مورد طبقه‌بندی مجدد قرار گرفت و نقشه‌های نهایی هر سال به ۱۰ طبقه تقلیل یافت. در

ادامه هر تصویر به فرمت برداری تبدیل و مساحت کاربری‌های آن به دست آمد. با وارد کردن جداول اطلاعات توصیفی هر سال به نرم‌افزار اکسل روند تغییرات مساحت پوشش‌های زمین در فاصله‌ی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ تخمین زده شد. جدول (۱) کلاس‌های قدیم و جدید مودیس را نشان می‌دهد. همانطور که جدول (۱) نشان می‌دهد در راستای کاهش تعداد طبقه‌ها و ساده‌سازی روند محاسبات کلیه‌ی طبقه‌های مربوط به کاربری جنگلی مثل جنگل‌های پهن برگ، سوزنی برگ، همیشه سبز، برگ ریز و مخلوط همگی تحت عنوان یک طبقه واحد جنگل بررسی شده‌اند. همچنین دو طبقه بوته‌زارهای بسته و باز به یک طبقه بوته‌زار تقلیل یافتند و انواع ساوانا و ساوانای چوبی نیز در یک طبقه قرار گرفتند.

جدول (۱) کلاس‌های قدیم و جدید مودیس

کلاس‌های قدیمی	IGBP (Type 1)	کلاس‌های جدید
۰	پهنه آبی	۱
۱	پوشش جنگل	۲
۲	پوشش جنگل	۲
۳	پوشش جنگل	۲
۴	پوشش جنگل	۲
۵	پوشش جنگل	۲
۶	پوشش بیابانی	۳
۷	پوشش بیابانی	۳
۸	پوشش دشت	۴
۹	پوشش دشت	۴
۱۰	چمنزار	۵
۱۱	تالاب دائمی	۶
۱۲	زمین‌های کشاورزی	۷
۱۳	پوشش شهری	۸
۱۴	پوشش طبیعی	۹
۱۵	پوشش برف و یخ	۸
۱۶	زمین‌های بایر یا با پوشش پراکنده	۱۰

## نتایج و بحث

جدول‌های (۲ و ۳) مساحت هر طبقه‌ی پوشش زمین را به تفکیک و به صورت سالانه و برحسب کیلومتر مربع نشان می‌دهد. این جدول‌ها از محصولات پوشش زمین مودیس استخراج گردیده‌اند. بررسی جدول‌های (۲ و ۳) نشان می‌دهد که انواع پوشش در فاصله‌ی زمانی بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ دارای تغییراتی بعضاً چشمگیر هستند. بررسی اجمالی روند این تغییرات نشان می‌دهد که پهناهای آبی در سال ۲۰۰۷ بیشترین میزان سطح خود را تجربه کرده که معادل ۴۶۰۹ کیلومتر مربع است. مساحت پهناهای آبی از سال ۲۰۰۹ به بعد دارای روند نزولی می‌باشد. پوشش بوته‌زار از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ روند کاهشی و از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ روند افزایشی دارد. زمین‌های کشاورزی در این بازه‌ی زمانی روند افزایشی داشته و در سال ۲۰۱۵ پوشش سطحی آنها به اوج خود می‌رسد. چمن‌زارها در فاصله ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ مساحت نسبتاً ثابتی دارند و در دو سال آخر روند کاهشی نشان می‌دهند. پوشش شهری در این بازه‌ی زمانی تغییرات مساحتی زیادی نداشته و به نظر می‌رسد که افزایش جمعیت با افزایش تراکم شهری تعدیل شده است. همچنین بررسی مساحت تالاب‌های دائمی در حوضه نشان می‌دهد که این پوشش در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ حداکثر مساحت خود را معادل به ترتیب ۴ و ۵ کیلومتر مربع دارد. بر اساس جدول‌های ۲ و ۳ در بازه سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ بیشترین نرخ افزایش مساحت مربوط به زمین‌های بایر و زمین‌های با پوشش پراکنده (۱/۶۴) و بیشترین نرخ کاهش مساحت مربوط به پوشش دشت (۰/۱۲) می‌باشد. در حوضه‌ی آبخیز دریاچه‌ی ارومیه و در فاصله سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ بیشترین افزایش مساحت کاربری به ترتیب مربوط به زمین‌های کشاورزی و زمین‌های بایر و یا پوشیده از پوشش تنک به ترتیب با افزایش ۱۶۴۸ و ۸۳۷ و بیشترین کاهش مساحت کاربری به ترتیب مربوط به پهناهای آبی و پوشش بیابانی با کاهش ۱۳۸۳ و ۱۱۵۹ کیلومتر مربع می‌باشد. محصولات پوشش زمین مودیس نشان می‌دهد که میزان پوشش جنگلی در حوضه‌ی آبخیز دریاچه‌ی ارومیه بسیار ناچیز است.

شکل‌های (۲ و ۳) نحوه‌ی پراکنش انواع پوشش زمین را در حوضه‌ی ارومیه و در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۶ نشان می‌دهد. شکل‌ها نمایشی از پوشش سالانه حوضه بوده و لذا تغییرات فصلی آنها را نشان نمی‌دهد. اراضی کشاورزی به رنگ سبز نمایش داده شده‌اند و عمدتاً در حاشیه دریاچه‌ی ارومیه و در مصب رودخانه‌ها قرار دارند. یک محدوده‌ی کشاورزی نیز در ناحیه شمال شرقی و در فاصله نسبتاً زیادی از دریاچه قرار دارد. مقایسه‌ی چشمی دو تصویر نشان می‌دهد که سطح دریاچه کاهش چشمگیری داشته و در سال ۲۰۱۵ سطح وسیعی از حاشیه‌ی دریاچه با شوره زار و اراضی بایر جایگزین شده است. طبقه‌ی برف و یخ Snow/Ice در سال‌های مورد مطالعه سطح بسیار کمی از حوضه را در مقیاس سالانه به خود اختصاص داده (در حد چند پیکسل) و به همین دلیل در مطالعه‌ی حاضر با طبقه مناطق شهری ادغام شده است.

جدول (۲) مساحت کلاس‌های مختلف پوشش زمین (کیلومتر مربع) بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰

ردیف	نوع پوشش	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷
۱	پهنه آبی	۴۵۲۳	۴۵۲۲	۴۶۰۹
۲	پوشش جنگل	۶	۰/۶	۰/۲
۳	پوشش بیابانی	۱۷۴۱	۱۰۹۷	۷۵۲
۴	پوشش دشت	۱۶۱	۱۲۵	۴۲
۵	چمنزار	۳۹۰۴۹	۴۰۱۳۴	۴۰۳۱۹
۶	تالاب دائمی	۰	۰	۰/۲۱
۷	زمینهای کشاورزی	۴۲۱۲	۴۲۶۸	۴۴۱۳
۸	پوشش شهری و یخ	۵۸۶	۵۸۳	۵۸۳
۹	پوشش طبیعی	۶۷	۲۲	۱۷
۱۰	زمین‌های بایر یا با پوشش پراکنده	۱۲۹۸	۹۰۱	۹۱۸
۱۱	پهنه آبی	۴۴۵۲	۴۵۱۳	۴۲۹۳
۱۲	پوشش جنگل	۱/۲	۱/۵	۱۹
۱۳	پوشش بیابانی	۵۴۰	۵۳۲	۳۰۷



۱۰۵ بررسی تغییرات مساحت پوشش زمین و کاربری حوضه‌ی آبخیز دریاچه‌ی ارومیه...  
محمد اخوان قالیباف، حمید علی‌پور، الوست قلیوف، مارینا کورنووا، محمدحسین مختاری

ادامه‌ی جدول (۲)

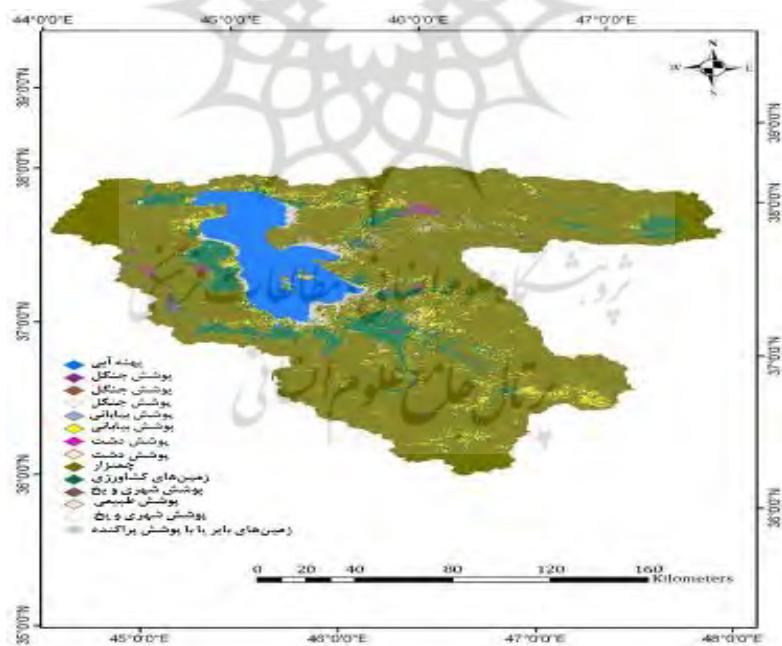
ردیف	نوع پوشش	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰
۱۴	پوشش دشت	۲۶	۸	۱۴
۱۵	چمنزار	۴۱۲۰۲	۴۰۱۹۵	۴۰۷۴۰
۱۶	تالاب دائمی	۰/۸۵	۱/۷۱	۴/۹۳
۱۷	زمین‌های کشاورزی	۳۹۷۱	۴۷۰۲	۴۷۸۸
۱۸	پوشش شهری و یخ	۵۸۳	۵۸۳	۵۸۳
۱۹	پوشش طبیعی	۲۱	۳۹	۲۲
۲۰	زمین‌های بایر یا با پوشش پراکنده	۸۵۶	۱۰۷۸	۸۸۳

جدول (۳) مساحت کلاس‌های پوشش زمین (کیلومتر مربع) بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ و نسبت مساحت کاربری سال ۲۰۱۶ به ۲۰۰۵

ردیف	نوع پوشش	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴
۱	پهنه آبی	۴۲۴۱	۴۰۹۸	۴۰۲۶	۳۸۵۰
۲	پوشش جنگل	۱۵	۱۲	۲۴	۲۲
۳	پوشش بیابانی	۳۰۸	۳۶۰	۴۵۴	۷۴۰
۴	پوشش دشت	۱۸	۱۴	۱۱	۱۲
۵	چمنزار	۴۰۴۴۴	۴۰۷۹۰	۴۰۲۵۰	۴۰۰۹۵
۶	تالاب دائمی	۴	۵	۱	۱
۷	زمین‌های کشاورزی	۴۷۴۷	۴۷۹۱	۴۹۳۸	۵۱۶۵
۸	پوشش شهری و یخ	۵۸۳	۵۸۴	۵۸۳	۵۸۷
۹	پوشش طبیعی	۶۲	۲۵	۵۷	۳۵
۱۰	زمین‌های بایر یا با پوشش پراکنده	۱۲۳۱	۹۷۳	۱۳۰۷	۱۱۹۱
ردیف	نوع پوشش	۲۰۱۵	۲۰۱۶	نسبت سال ۲۰۱۶ به ۲۰۰۵	
۱	پهنه آبی	۳۳۴۲	۳۱۵۰	۰/۷	
۲	پوشش جنگل	۹	۹	۱/۵	

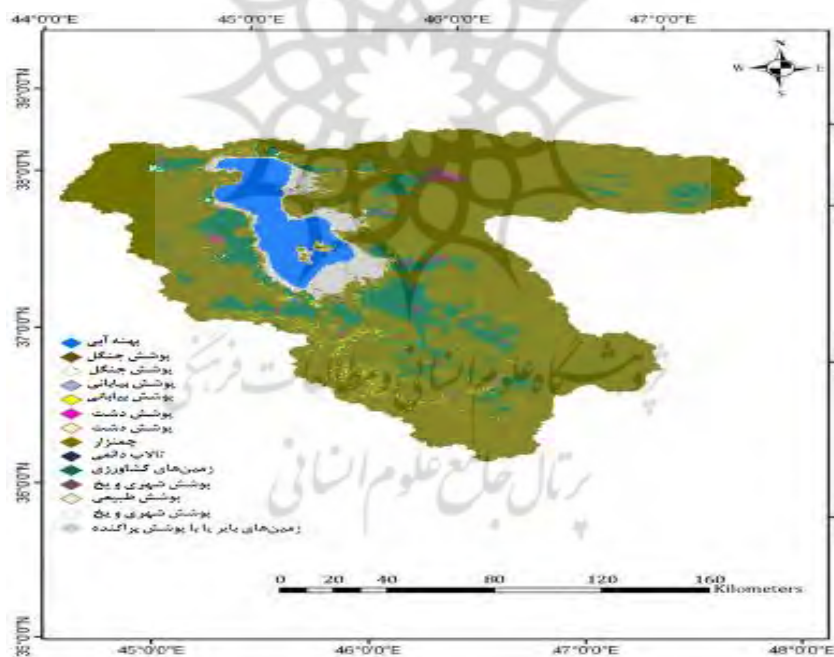
ادامه جدول (۳)

ردیف	نوع پوشش	۲۰۱۵	۲۰۱۶	نسبت سال ۲۰۱۶ به ۲۰۰۵
۳	پوشش بیابانی Scrublands	۶۸۱	۵۸۲	۰/۳۳
۴	پوشش دشت Savannas	۱۵	۱۹	۰/۱۲
۵	چمنزار Grasslands	۳۸۷۵۶	۳۹۲۲۹	۱
۶	تالاب دائمی Permanent Wetlands	۰/۶	۰/۸	-
۷	زمین‌های کشاورزی Croplands	۶۳۸۵	۵۸۶۰	۱/۳۹
۸	پوشش شهری و یخ Urban/ice	۶۰۸	۶۳۱	۱/۱
۹	پوشش طبیعی Cropland/Natural vegetation	۴۹	۳۶	۰/۵۳
۱۰	زمین‌های بایر یا با پوشش پراکنده Barren or Sparsely Vegetated	۱۸۰۸	۲۱۳۵	۱/۶۴

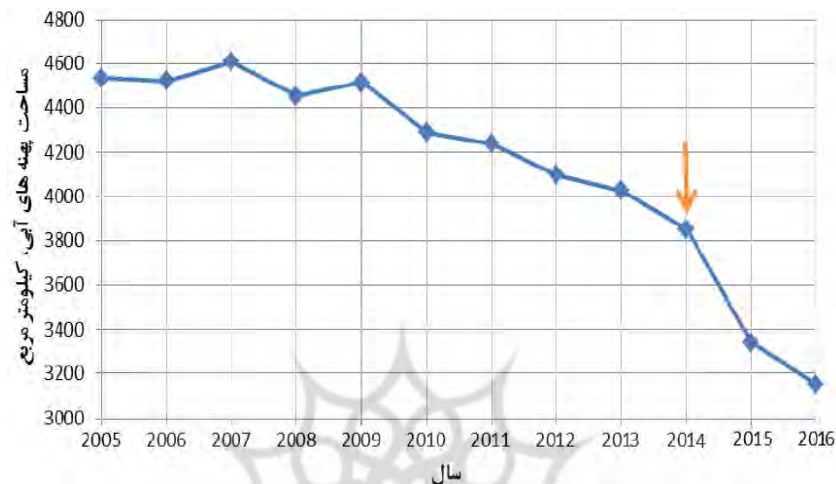


شکل (۲) نقشه‌ی پوشش زمین از سنجنده‌ی مودیس مربوط به سال ۲۰۰۵

شکل (۴) مساحت پوشش آب را در حوضه‌ی ارومیه نشان می‌دهد که از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۱۶ به مقدار ۱۳۸۳ کیلومتر مربع کاهش داشته است. این نمودار نشان می‌دهد که بر اساس تصاویر مودیس نسبت مساحت پهنه‌های آبی سال ۲۰۱۶ به سال ۲۰۰۵ برابر ۰/۶۹ می‌باشد. در بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ تغییرات سطح آب شیب تندتری نسبت به سال‌های قبل از آن نشان می‌دهد و از سال ۲۰۱۴ این شیب باز هم تندتر شده است. مساحت پهنه‌های آبی در سال ۲۰۰۸ دارای افت جزئی اما محسوسی نسبت به سال قبل و بعد از خود می‌باشد. این پیک جزئی می‌تواند با تغییرات بارندگی یا دمای حوضه مقایسه شود.

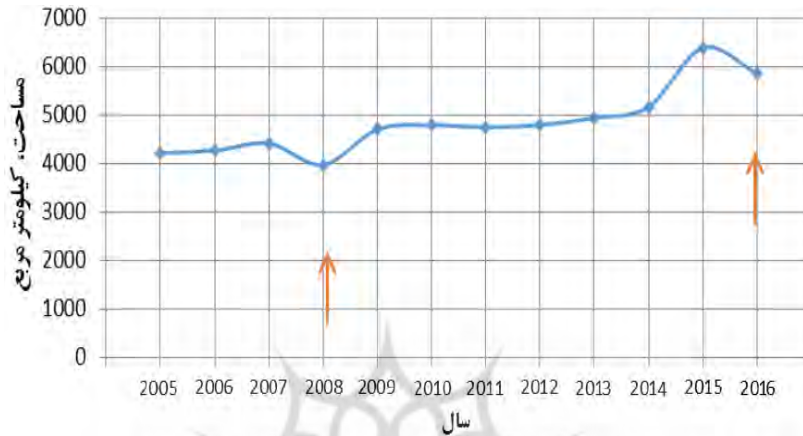


شکل (۳) نقشه‌ی پوشش زمین از سنجنده‌ی مودیس مربوط به سال ۲۰۱۶

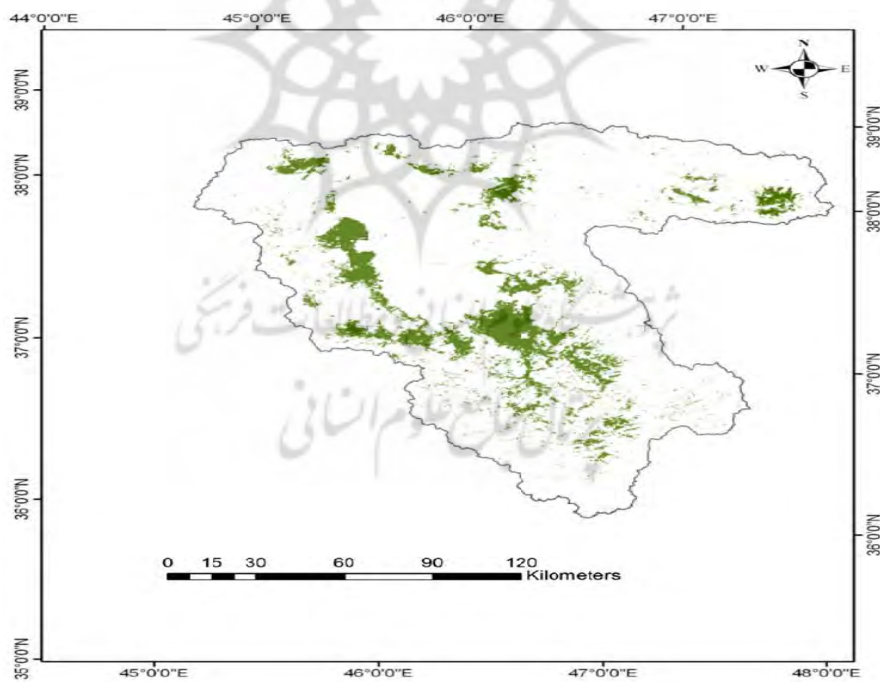


شکل (۴) مساحت پهنه های آبی با استفاده از محصولات کاربری MODIS سال های ۲۰۰۵-۲۰۱۶

شکل (۵) مساحت کاربری اراضی کشاورزی را نشان می دهد. با توجه به این شکل از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۱۶ کاربری کشاورزی به مقدار ۱۶۴۷ کیلومترمربع افزایش یافته است. این نمودار نشان می دهد که نسبت مساحت زمین های کشاورزی در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۰۵ برابر  $1/39$  می باشد. همچنین روند تغییرات نشان می دهد که مساحت این بخش بین سال های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ روند نسبتاً ثابتی داشته و در سال ۲۰۱۵ به بیشترین حد خود رسیده است. از سال ۲۰۱۵ مساحت بخش فعال کشاورزی کاهش داشته و به نظر می رسد این کاهش همچنان تا سال ۲۰۱۶ ادامه داشته باشد. در سال ۲۰۱۴ سطح اراضی کشاورزی نیز رو به افزایش است که این روند افزایشی تنها تا سال ۲۰۱۵ ادامه داشته و بعد از آن دوباره افت می کند. این افت می تواند بنابه سیستم های طبیعی بازخورد منفی حوضه از قبیل پیشروی شوره زار باشد.



شکل (۵) مساحت اراضی کشاورزی با استفاده از محصولات کاربری MODIS سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۱۶



شکل (۶) مقایسه اراضی زراعی آبی و باغی از محصولات کاربری MODIS ماه‌های اردیبهشت و

مرداد

شکل (۶) اراضی زراعی آبی و باغی را نشان می‌دهد که از نقشه‌ی کاربری محصولات پوشش زمین مودیس سال ۲۰۱۶ استخراج شده است. مطابق شکل مساحت این اراضی در نقشه‌ی استخراجی از محصول مودیس ۵۸۶۰ کیلومتر مربع می‌باشد و این افزونی مساحت به این دلیل است که تصاویر مودیس به صورت میانگین سالانه تهیه می‌شود و زمین‌هایی که در بخشی از سال محصول دارند و در بخش دیگر فاقد محصول است را به صورت کلی جزو اراضی کشاورزی به حساب می‌آورد. به نظر می‌رسد که مساحت اراضی در MODIS شامل مجموع کشت و آیش است.

### نتیجه گیری

آگاهی از نوع و درصد پوشش و کاربری اراضی در هر منطقه به عنوان یک پارامتر مدیریتی می‌تواند برنامه‌ریزان بخش‌های مختلف اجرای را در مدیریت و توسعه‌ی همه-جانبه یاری نماید. در طول زمان، الگوهای پوشش زمین و به تبع آن کاربری اراضی دچار تغییر و دگرگونی اساسی می‌شوند و عامل انسانی می‌تواند بیش‌ترین نقش را در این فرآیند ایفا نماید. در این تحقیق جهت بررسی تغییرات مساحت پوشش زمین حوضه‌ی آبخیز دریاچه‌ی ارومیه از محصولات پوشش زمین سالانه مودیس (MCD12Q1) استفاده شد. بر اساس اطلاعات تصاویر مودیس نسبت مساحت زمین‌های کشاورزی و پهنه‌های آبی در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۰۵ به ترتیب ۱/۳۹ و ۰/۶۹ می‌باشد. در فاصله‌ی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ بیشترین افزایش مساحت کاربری به ترتیب مربوط به زمین‌های کشاورزی و زمین‌های بایر و یا پوشیده از پوشش تنک به ترتیب با افزایش ۱۶۴۸ و ۸۳۷ و بیشترین کاهش مساحت کاربری به ترتیب مربوط به پهنه‌های آبی و پوشش بیابانی با کاهش ۱۳۸۳ و ۱۱۵۹ کیلومتر مربع است. که با نتایج سبزیبائی و همکاران (۱۳۹۶) که نشان دادند از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ مساحت مراتع کاهش یافته و به مساحت مناطق مسکونی، زمین‌های کشاورزی و اراضی پوشیده از آب افزوده شده مطابقت دارد. بیشترین تغییر در میان کاربری‌های مورد مطالعه در کل بازه‌ی ۲۸ ساله مربوط به زمین‌های مرتعی می‌باشد که میزان ۱۷۹۰۵/۰۹ هکتار کاهش

داشته است و کمترین تغییر مربوط به مناطق شهری می باشد که میزان ۲۸۴۰/۹۷ هکتار افزایش داشته است. مساحت اراضی زراعی آبی و باغی در نقشه استخراجی از محصول مودیس ۵۸۶۰ کیلومتر مربع می باشد. با بررسی روند شاخص پوشش گیاهی در اراضی کشاورزی در جنوب دریاچه این نتیجه حاصل گردید که بالاترین ماه اردیبهشت عمدتاً به محصولات دیم و یا کشت اول (بهاره) محصولات زراعی مربوط می شود و در حالی که در ماه مرداد مربوط به محصولات زراعی آبی و باغی است. با بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی در دیمزارهای جنوب دریاچه ارومیه ماه اردیبهشت ماه مناسبی جهت آنالیز تصاویر و استخراج کاربری دیم می باشد. نتایج تحقیق نشان می دهد که تصاویر ماهواره ای از قابلیت بالایی برای تفکیک سریع اراضی زراعی و تهیه نقشه ای انواع محصولات در منطقه و تعیین سطح زیر کشت با دقت نسبتاً مناسب در مقیاس منطقه ای برخوردار است که با نتایج علیپور و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد. همچنین داده های ماهواره ای این قابلیت را دارا هستند که با صرف کمترین انرژی و هزینه در مقیاس های وسیع نوع و سطح پوشش و کاربری های مختلف را با دقت بالا به منظور بررسی تأثیر پارامترهای مدیریتی در یک سال خاص و یا سال های مختلف را استخراج کنند.

## منابع

- عباسزاده تهرانی، نادیا و نسترن صابری (۱۳۹۴)، ارزیابی الگوی تغییرات فصلی پوشش اراضی با تحلیل داده‌های سنجنش از دور، سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، ص ۲۱.
- علوی‌پناه، سیدکاظم (۱۳۹۴)، کاربرد سنجنش از دور در علوم زمین، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۳۸.
- علیپور، فریده؛ آق‌خانی، محمدحسین؛ عباسپور فرد، محمدحسین و عادل سپهر (۱۳۹۳)، تفکیک محدوده و تخمین سطح زیر کشت محصولات کشاورزی به کمک تصاویر ماهواره‌ای +ETM، جلد ۴، شماره ۲، صص ۲۵۴-۲۴۴.
- کاظمی، روح‌ا...؛ یگانه، حسن؛ خواجه‌الدین، سیدجمال‌الدین و فاضل امیری (۱۳۹۳)، مقایسه‌ی نقشه‌های کاربری اراضی تولیدی با داده‌های دو سنجنده‌ی MODIS و IRS-WiFS در منطقه‌ی سمیرم - بروجن، مجله‌ی سنجنش از دور و سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دوره ۵، شماره ۳، صص ۱۲-۱.
- سبزقبایی، غلامرضا؛ جعفرزاده، کاوه؛ دشتی، سیده‌سولماز؛ یوسفی‌خانقاه، شهرام و مژگان بزم‌آرا بلشتی (۱۳۹۶)، آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های سنجنش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه‌ی موردی: شهرستان قائم‌شهر)، مجله‌ی علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۹، شماره ۳، صص ۱۵۷-۱۴۳.
- سبزقبائی، غلامرضا؛ راز، سپیده؛ دشتی، سولماز و شهرام یوسفی‌خانقاه (۱۳۹۶)، مطالعه‌ی تغییرات کاربری اراضی به کمک سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های سنجنش از دور (مطالعه‌ی موردی: شهرستان اندیمشک)، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، دوره ۱۵، شماره ۴۶، صص ۳۲-۴۵.
- فیضی‌زاده، بختیار (۱۳۹۶)، مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر سیستم فرسایش در حوضه‌ی سدعلویان با استفاده از تکنیک‌های سنجنش از دور و GIS، مجله‌ی هیدروژئومورفولوژی، دوره ۳، شماره ۱۱، صص ۳۸-۲۱.



- Alizadeh, h., (2014), **Delineation rice cropping patterns using time-series vegetation Indices**. Geomatics 93 (National Conference).
- Chandra, G., Zhiliang, Z., Bradley, R., (2005), **A Comparative Analysis of the Global Land Cover 2000 and MODIS Land Cover Data Sets**. [www.elsevier.com/locate/asr](http://www.elsevier.com/locate/asr).
- Hung, T., Yoshifumi, Y., (2005), **MODIS Applications in Environmental Change Researches in the Southeast-Asian Region**. International Journal of Geoinformatics, Vol.1, No. 1, PP. 25-33.
- Li, Z., (2014), **Cross- comparison of Vegetation Indices Derived from Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) and Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) sensors**. Remote Sens, Vol. 6, PP. 310-329.
- Sima, S., Tajrishy, M., (2013), **Using satellite data to extract volume-area-elevation relationship for Urmia Lake, Iran**. Journal of Great Lakes Research, Vol.39, PP. 90-99.
- Sharifi, L., Kamel, S., Feizizadeh, B., (2015), **Monitoring Bioenvironmental Impacts of Dam Construction on Land Use/Cover Changes in Sattarkhan Basin Using Multi-Temporal Satellite Imagery**, Iranica Journal of Energy and Environment, Vol. 6 , No.1, PP. 39-46.