

بررسی و مقایسه پایگاه داده نقشه‌های کاربری اراضی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

فاطمه کردی^۱، حسین یوسفی^{۲*}، لیلا قاسمی^۳، مسعود تجربی^۴

۱. کارشناسی ارشد سنجش از دور، مرکز تحقیقات سنجش از دور (RSRC)، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

۲. دانشیار، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

۳. کارشناسی ارشد اکوهیدرولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

۴. استاد، دانشکده مهندسی عمران و مدیر مرکز تحقیقات سنجش از دور (RSRC)، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

(تاریخ دریافت ۱۳۹۹/۱۲/۰۱، تاریخ تصویب ۱۴۰۰/۰۳/۲۹)

چکیده

نقش مهم کاربری و پوشش‌های موجود در سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه روی مصارف آبی این منطقه به‌منظور مدیریت بهتر آب در حوضه، باعث شده که داشتن دانش عمیق از اطلاعات پایه از جمله آرایش اراضی و نوع کاربرد آن ضروری باشد. متأسفانه، منابع اطلاعاتی و آماری موجود در مورد وضعیت کاربری حوضه، پراکنده، ناکافی و گاه متناقض هستند. مطالعه پیش رو به‌عنوان یکی از جنبه‌های مهم اثرگذار بر حل مسئله دریاچه ارومیه، به شناسایی پایگاه‌های ارائه‌دهنده نقشه‌های کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای، بررسی دقت نقشه‌های خروجی از این پایگاه‌ها و مقایسه آنها با نقشه کاربری تولیدشده به روش شیء‌گرا با استفاده از نرم‌افزار eCognition پرداخته است. نتایج ارزیابی دقت کلی نقشه‌ها بیانگر آن است که نقشه‌های کاربری اراضی استخراج‌شده از محصولات جهانی LcType و GLCF عملکرد مناسبی دارند و Globcover نتایج ضعیفی در این زمینه ارائه داده است. بهترین انطباق در نتایج محصول سنجنده MODIS وجود داشت، چراکه محصول سنجنده MODIS نه تنها در ابعاد پیکسل نسبت به بیشتر محصولات بهتر است، بلکه از نظر توالی زمانی طولانی‌ترین مدت استخراج نقشه کاربری اراضی را دارد. نتایج این محصول در بررسی با نقشه تولیدشده به روش شیء‌گرا نیز همخوانی مناسبی داشت. بنابراین، توصیه می‌شود از محصول MODIS در مطالعات مربوط به حوضه آبریز دریاچه ارومیه استفاده شود.

کلیدواژگان: حوضه آبریز دریاچه ارومیه، شیء‌گرا، کاربری اراضی، محصولات جهانی، MODIS.

مقدمه

برای مقابله با شرایط موجود در حوضه دریاچه ارومیه و بهبود سیستم مدیریت آن، نیاز به جمع‌آوری، تهیه داده‌ها و اطلاعات مناسب و به‌روز است. یکی از اطلاعات پایه‌ای مورد نیاز، تعیین نوع و میزان بهره‌برداری‌های مختلف در حوضه آبریز است که با در اختیار داشتن اطلاعات مربوط به پوشش زمین و انواع مختلف کاربری‌ها می‌توان هم‌زمان از منابع تولید و مصرف آب اطلاع کسب کرد [۱]. یکی از مؤلفه‌های اثرگذار بر چرخه هیدرولوژیک، کاربری اراضی در حوضه آبریز است. معمولاً این مؤلفه به دلیل مشکلات موجود در اندازه‌گیری مستقیم و اطلاعات پراکنده، به طور غیرمستقیم و بر اساس تصاویر ماهواره‌ای تهیه می‌شود. امروزه تهیه نقشه کاربری اراضی با روش‌های مبتنی بر سنسجس از دور کاربرد فراوان یافته است [۲]. هیووا و همکاران، دقت مکانی پنج مجموعه داده پوشش زمین، یعنی GLC2000, GLOBCOVER, MCD12, CCILC را در مقیاس جهانی و قاره‌ای از طریق تقسیمات آب‌وهوایی و ارتفاعی ارزیابی کردند. CCILC و GLCNMO (2013) با رسیدن به ۶۷/۶۳ درصد بیشترین دقت کلی را در مقیاس جهانی داشت. به‌طور کلی، دقت مکانی این پنج مجموعه داده پوشش اراضی نسبتاً کم است و در زمینه مدل‌سازی فرایند سطح زمین با دقت زیاد کارایی مناسبی ندارند [۳].

وولدر و همکاران، با استفاده از داده‌های سالانه پوشش زمین تولیدشده از سری‌های زمانی لندست به نقشه‌برداری از مناطق جنگلی پرداختند. اطلاعات مربوط به پوشش زمین و تغییر سری زمانی مشتق‌شده از ماهواره، این امکان را فراهم کرد که تصاویر مکانی واضحی از منطقه جنگلی نمایش داده شود و اطلاعات باارزشی برای مدیریت بهتر اراضی تولید شود [۴].

سوئی و همکاران، داده‌های مختلف سنسجس‌ازدور پوشش زمین را از منظر منطقه‌بندی زیست‌محیطی بررسی کردند. پژوهشگران یادشده به این منظور سه مجموعه داده FROM-GLC, GLOBELAND30 و پوشش اراضی منطقه‌ای (RLC) را طبقه‌بندی و بررسی کردند. نتایج پژوهش یادشده نشان داد در مناطقی که پوشش اراضی دارای یک نوع غالب است و ویژگی‌های همگنی را در تصاویر سنسجس‌ازدور نشان می‌دهد، برای هر سه مجموعه

داده دقت مناسب است. در مقابل، در مناطق با ناهمگنی شدید، ناسازگاری زیاد است. این مطالعه با جزئیات بسیار زیادی اولین نقشه پوشش جنگلی مبتنی بر سنسجس‌ازدور بادن و ورتمبرگ، آلمانی، را توسعه داد [۵]. دی‌یوریا سیلوریا و همکارانش با استفاده از روش شی‌گرا و تصاویر لندست ۸ و سنتینل به طبقه‌بندی پوشش اراضی چشم‌انداز جنگلی در برزیل پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده این مطالعه نشان داد کاربرد روش یادشده به‌طور چشم‌گیری موجب افزایش دقت طبقه‌بندی تصاویر شده است [۶]. سزوستاک و همکاران، تصاویر ماهواره‌ای Sentinel2 را برای تهیه نقشه کاربری زمین و تغییر پوشش سطح زمین، به منظور نظارت بر جانمایی کنترل‌نشده جنگل بررسی کردند. کارایی این تصاویر با توان تفکیک مکانی مطلوب در تهیه نقشه پوشش زمین بسیار موفقیت‌آمیز بوده است [۷]. هیوو و همکاران به منظور بررسی تخریب منطقه‌ای جنگلی که در ایالات متحده واقع شده است، در بازه زمانی ۲۰۰۳-۲۰۱۱ از داده‌های ماهواره لندست و روش طبقه‌بندی شی‌گرا استفاده کردند. پژوهشگران یادشده، صحت کلی طبقه‌بندی تصاویر را ۸۸/۱ درصد گزارش کردند. همچنین، آنها روش شی‌گرا را روشی مناسب در پایش تخریب اراضی جنگلی معرفی کردند [۸]. لیما و همکاران طی پژوهشی عملکرد تصاویر ماهواره‌های Sentinel-2 و Landsat8 را در تعیین مناطق جنگلی بهره‌برداری‌شده کشور برزیل مقایسه کردند. نتایج پژوهش یادشده نشان داد هر دو ماهواره Sentinel-2 و Landsat8 به‌ترتیب با دقت کلی ۹۶/۷ و ۹۵/۷ درصد، از نظر صحت، عملکرد نسبتاً مشابهی دارند [۹].

مرسیسیر و همکاران نقشه پوشش زمین (جنگل - کشاورزی) در کشورهای اسپانیا و برزیل را با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌های سنتینل ۱ و ۲ تهیه کردند. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش یادشده نشان داد تلفیق تصاویر ماهواره‌های سنتینل ۱ و ۲ موجب افزایش صحت نتایج طبقه‌بندی می‌شود [۱۰].

زانگ و همکاران در پژوهشی که روی منطقه حاشیه شرقی جینان انجام دادند، برای طبقه‌بندی کاربری اراضی بر اساس تصاویر سال ۲۰۱۹، سنجدۀ OLI ماهواره لندست ۸، به مقایسه چهار الگوریتم MLC, SVM, ANN و RF

سری زمانی ماهواره MERIS ENVISAT تولید شده که در میان محصولات جهانی پوشش اراضی، بیشترین قدرت تفکیک مکانی (۳۰۰ متر) را دارد. دومین منبع مهم داده پوشش اراضی مربوط به محصول LCtype^۲ است. این محصول جهانی با قدرت تفکیک ۵۰۰ متر و ۰/۰۵ درجه، از سری محصولات سنجنده MODIS به صورت رایگان در دسترس است. مزیت استفاده از نقشه‌های پوشش اراضی سنجنده MODIS، که بر اساس سیستم طبقه‌بندی برنامه بین‌المللی زیست‌کره و زمین (IGBP) ۱۷ کلاس دارند، این است که می‌توان از طریق داده‌های زمانی به شاخص‌هایی دست یافت که نوع تغییرات و کمیت روند تغییرات پوشش اراضی را تعیین می‌کنند [۱۴].

نقشه تغییرات پوشش اراضی را نیز می‌توان با استفاده از تصاویر لندست تهیه کرد، اما این کار به ظرفیت ذخیره‌سازی قابل توجه نیاز دارد. برای مثال، تصاویر موجود در سایت GlobalForestWatch.org تغییرات مربوطه به جنگل‌زدایی/ جنگل‌زایی را با قدرت تفکیک ۳۰ متر به نمایش درمی‌آورد [۱۵]. برای دسترسی به تصاویر موزاییک‌شده جهانی لندست (Global Land Survey, GLS) می‌توان به سایت دانشگاه مریلند مراجعه کرد (www.landcover.org)، اما این تصاویر برای استفاده به پردازش نیاز دارند.

در سال ۲۰۱۴ دولت چین (مرکز ژئوماتیک ملی چین) نقشه پوشش اراضی جهانی با قدرت تفکیک مکانی زیاد (۳۰ متر) را برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ تولید کرد. این محصول با نام GlobeLand30 شناخته شد و دسترسی به آن بدون مانع است و برای دسترسی به آن می‌توان به سایت www.globallandcover.com مراجعه کرد. دو نقشه پوشش اراضی تهیه شده با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر به طور عمده دربردارنده ۱۰ کلاس منابع آبی، تالاب، سطوح مصنوعی، زمین‌های کشت‌شده، برف و یخ‌های دائمی، جنگل‌ها، بوته‌زارها، زمین‌های لخت و توندرا است. نقشه پوشش اراضی جهانی منتشر شده توسط سازمان فائو در سال ۲۰۱۴ با قدرت تفکیک مکانی تقریباً ۱ کیلومتر (Global Land Cover-SHARE) را می‌توان ترکیبی از انواع مختلفی از پایگاه داده پوشش اراضی و

پرداختند. نتایج پژوهش یادشده نشان داد از بین چهار الگوریتم موجود، RF با دقت کلی و کاپای ۸۶/۲ درصد و ۰/۸ نسبت به سه الگوریتم دیگر نتیجه بهتری دارد [۱۱]. همان‌طور که اشاره شد، به دلیل اهمیت نقشه‌های کاربری اراضی، امروزه مراکز مختلف با تکیه بر تصاویر ماهواره‌ای، به تولید این نقشه‌ها می‌پردازند. با توجه به اهمیت دسترسی به نقشه‌های کاربری در برنامه‌ریزی منابع آب، در مطالعه حاضر با بررسی نقشه کاربری اراضی در دوره‌های زمانی مختلف و مقایسه آن با آمار حاصل از داده‌های زمینی، به معرفی و مقایسه محصولات آماده برای حوضه آبریز دریاچه ارومیه پرداخته شد و در نهایت، دقت این محصولات با نقشه کاربری اراضی تولیدشده به روش شی‌گرا ارزیابی شد. به‌منظور ارزیابی و اعتبارسنجی نقشه تولیدشده در کنار داده‌های ماهواره‌ای، داده‌های زمینی اهمیت زیادی دارند. داده‌های زمینی در این مطالعه شامل اطلاعات ۱۰ هزار نقطه می‌شود که از نقشه کاداستر، برداشت‌های زمین و از سایت سامانه نوین آبیاری استخراج شدند.

مواد و روش‌ها

نقشه‌های کاربری اراضی جهانی

از اولین سری نقشه‌های کاربری اراضی با پوشش جهانی می‌توان به نقشه‌های پوشش اراضی سنجنده AVHRR با قدرت تفکیک مکانی ۱ کیلومتر که در سال ۱۹۹۸ به وسیله طبقه‌بندی پوشش اراضی جهانی آن (AVHRR Global Land Cover Classification) تهیه و آماده‌سازی شده است، اشاره کرد [۱۲]. از دیگر نقشه‌های جهانی پوشش اراضی می‌توان به نقشه GLC2000^۱ با قدرت تفکیک مکانی ۱ کیلومتر اشاره کرد که این نقشه توسط مرکز تحقیقات مشترک ایتالیا منتشر شده است [۱۳].

حداقل چهار پروژه در سطح جهانی به منظور تهیه نقشه‌های پوشش اراضی تعریف شده است که داده‌های مربوطه را در پوشش‌های زمانی و مکانی مختلف با قدرت تفکیک‌های متفاوت در اختیار می‌گذارند. از این میان، دو منبع به نسبت بیشتر استفاده می‌شوند. دقیق‌ترین و به‌روزترین نقشه‌های پوشش اراضی، نقشه‌هایی است که توسط سازمان فضایی اروپا (GlobCover Land Cover version V2) تهیه می‌شوند. این نقشه با استفاده از تصاویر

2. MODIS12C1 Land Cover Type Yearly L3 Global

1. Global Land Cover Map for the Year 2000

مرکز توسعه پایدار و محیط زیست جهانی (SAGE)^۱، یکی از مراکز تحقیقاتی مؤسسه نلسون برای مطالعات زیست‌محیطی در دانشگاه ویسکانسین-مدیسن، تعدادی محصول در ارتباط با کاربری اراضی جهانی منتشر کرد: (۱) مجموعه داده‌های تقویم زراعی؛ (۲) محل برداشت و عملکرد ۱۷۵ محصول زراعی؛ (۳) نقشه‌های زمین‌های زراعی سال‌های اخیر و گذشته و مشابه این نوع اطلاعات. برای دستیابی به اطلاعات محل برداشت و عملکرد محصولات زراعی سال ۲۰۰۰ می‌توان به سایت Department of Geography, McGill University مراجعه کرد. همچنین، برای دستیابی به نقشه‌های اثرات انسانی، کاربری اراضی، منابع آب، توسعه شهری [۱۹] و نقشه‌های اکوسیستم می‌توان از اطلاعات سایت AtlasBiosphere server بهره برد.

آژانس اکتشاف فضایی ژاپن (JAXA) نقشه جهانی مناطق جنگلی و غیر جنگلی استخراج شده از تصاویر PALSAR با قدرت تفکیک ۲۵ متر برای سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰ را در سال ۲۰۱۴ منتشر کرد (25m-resolution PALSAR mosaic and forest/non-forest map). به‌ظاهر دقت طبقه‌بندی متوسط آن ۹۰ درصد است. برای دسترسی به این داده می‌توان از سایت JAXA pages استفاده کرد.

معرفی پایگاه‌های داده نقشه کاربری اراضی

همان‌طور که اشاره شد، سامانه‌های مختلفی به ارائه نقشه‌های کاربری اراضی می‌پردازند که هر سامانه با توجه به نوع کلاس‌ها، شیوه استخراج، مقیاس‌های زمانی و مکانی و... متمایز هستند. با این وجود، در حوضه آبریز دریاچه ارومیه به دلیل نیازهای مطالعاتی و ویژگی‌های منطقه‌ای، استانداردها، مقیاس‌های زمانی و مکانی و عناوین کلاس‌های کاربری اراضی اهمیت دارد. به همین دلیل، نیاز به گردآوری مجموعه‌ای شامل همه مراکز ارائه‌دهنده و بررسی ویژگی‌های آنها با اهداف مطالعه حاضر است.

GeoCover - Land Cover

پایگاه حاضر اولین پایگاه داده پوشش اراضی بود که با قدرت تفکیک متوسط، داده‌ها را با آنالیز مداوم تصاویر لندست ۵ (TM) استخراج می‌کرد و در رسیدن به یک فهم پایه از نوع پوشش منطقه، نقشه‌ای با ۱۳ کلاس تولید

استانداردهای سیستم طبقه‌بندی پوشش اراضی ایزو (ISO standard Land Cover Classification System) دانست. کلاس‌هایی که در این طبقه‌بندی مورد توجه قرار گرفته بودند، عبارت بودند از: زمین‌های زراعی، علفزار، مانگرو، خاک لخت، درختان حرا و... [۱۶]. برای دستیابی به درصد هر کلاس موجود در نقشه پوشش اراضی، می‌توان به لینک مربوط به آن مراجعه کرد (FAO GeoNetwork). دقت طبقه‌بندی این محصول حدود ۸۰ درصد است (ارزیابی با استفاده از ۱۰۸۷ داده زمینی). برای دستیابی به داده‌های زمینی پوشش اراضی، می‌توان از پروژه منابع جمعیتی (geo-wiki.org) استفاده کرد.

نقشه‌های کاربری اراضی

در کنار نقشه‌های معمول کاربری‌های اراضی، برخی مطالعات مربوط به یک نوع کاربری و یا طیف خاصی از کاربری‌ها است که در این بخش به آن‌ها اشاره می‌شود. مؤسسه مدیریت منابع آب بین‌المللی، یک نقشه مناطق آبیاری شده جهانی که شامل ۲۸ کلاس (GMIA) می‌شود و یک نقشه مناطق محصولات دیم جهانی (GMCA) را تهیه کردند. این نقشه‌ها با استفاده از ۲۰ سال تصاویر سنجنده AVHRR با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ کیلومتر که با استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی زیادی همچون SPOT و JERS-1 بهبود یافته‌اند، تهیه شدند. برای دسترسی به نقشه مناطق آبیاری جهانی (داده‌های شیپ فایل و ASCII) می‌توان به سایت FAO's Information System on Water and Agriculture مراجعه کرد.

علاوه بر نقشه‌های استاندارد پوشش اراضی، اولین نقشه جهانی بیوم انسانی توسط ایس و رامانکوتی تهیه شد که کلاس‌های ارزیابی شده در این نقشه شامل تراکم شهرها و روستاها، زمین‌های زراعی، مراتع، جنگل‌ها و حیات وحش بودند [۱۷]. یکی از نقشه‌های موضوعی جهانی منتشر شده به وسیله فائو، شامل تناسب برای انواع کاربری‌های اراضی، منابع آب و خاک و نقشه‌هایی می‌شود که شرایط زیست‌محیطی را نشان می‌دهند. برای دسترسی به این نقشه‌ها می‌توان از سایت FAO's GeoNetwork server بهره برد. دقیق‌ترین نقشه ماسک شده آب جهان، GLCF watermask است [۱۸]؛ که تصاویر قطعه‌بندی شده آن را می‌توان از سرور GLCF ftp server به دست آورد.

1. Center for Sustainability and the Global Environment

کرده است. سال‌های ارزیابی شده ۱۹۹۰-۲۰۰۰ بوده و این داده‌ها در مقیاس جهانی تولید شده‌اند.

GLCC^۱

GLCC یک مجموعه داده است که با استفاده از ماهواره NOAA، سنجنده AVHRR تولید شده و پوشش اراضی فصلی را برای مناطق نشان می‌دهد. مناطق بررسی شده همگنی و پوشش گیاهی متمایز با تولید اولیه دارند. این داده‌ها مربوط به سال‌های (آوریل) ۱۹۹۲ تا (مارس) ۱۹۹۳ هستند و در مقیاس جهانی تولید می‌شوند. این محصول در واقع یک سری از مجموعه داده‌های طبقه‌بندی پوشش اراضی است که نوع طبقه‌بندی استفاده شده از نوع نظارت‌نشده و روی تصاویر AVHRR با قدرت تفکیک مکانی ۱ کیلومتر و شاخص‌های نرمال شده پوشش گیاهی ۱۰ روزه صورت گرفته است.

GLCF^۲

این محصول داده‌های مربوط به زمین و محصول‌هایی که در بردارنده اطلاعات محیط زیستی است، فراهم آورده که پایه این اطلاعات، تصاویر و داده‌های سنجنده از دوری است که به نوعی پوشش زمین را در مقیاس محلی و جهانی نشان می‌دهد. این مجموعه، نقشه‌های کاربری اراضی را از سال ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۲ محاسبه کرده که از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ آن به صورت شیپ فایل موجود است.

Global Land Cover 30 Meter

لایه‌های پوشش اراضی با همکاری و مشارکت USGS و دپارتمان علوم جغرافیایی دانشگاه مریلند تولید شده است. این لایه‌ها با استفاده از داده‌های لندست ۷ (ETM+) با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر نقشه پهنه آبی برای بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۲ و سایر کاربری‌ها را فقط برای سال ۲۰۱۰ تولید کرده است.

Global Land Cover (GlobCover)

برنامه GlobCover نوعی سرویس است که داده‌های سری زمانی بازتابی سطح زمین و طبقه‌بندی پوشش اراضی در مقیاس جهانی برای سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۶ و ۲۰۰۹ را در اختیار می‌گذارد. در اجرای این برنامه، سازمان‌های بین‌المللی مختلفی از جمله EEA, FAO, GOF- جمع شده‌اند.

FGGD^۳

یک لایه رستری با قدرت تفکیک مکانی ۵ قوس زمانی که توسط FAO و IASA در سال ۲۰۰۷ تولید شده است و فاکتورهای بیوفیزیکی نقشه متأثر از تولیدات کشاورزی و آسیب‌پذیری روستایی هستند. این نقشه که به صورت اطلس جهانی است، به منظور تجزیه و تحلیل امنیت غذایی و فقر در بسیاری از مناطق می‌تواند مفید واقع شود.

GLCNMO^۴

داده‌های این نقشه پوشش اراضی جهانی به وسیله دبیرخانه ISCGM و همکاری سازمان اطلاعات جغرافیایی ژاپن (GSI)، دانشگاه چیبا (Chiba University)، NGIAs، و کشورهای در حال توسعه، توسعه داده شد. این داده‌ها با استفاده از تصاویر مادیس و تکنولوژی سنجنده از دور آماده‌سازی شدند. این داده‌ها در ۲ نسخه (نسخه‌های ۲ و ۳) به صورت شبکه‌های ۵۰۰ متری (فواصل ۱۵ ثانیه‌ای) تهیه شده‌اند.

GLS^۵

سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده (USGS) و سازمان هوانوردی و فضایی ملی ایالات متحده (NASA) با مشارکت یکدیگر از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ یک پایگاه از داده‌های نقشه‌برداری شده از زمین در مقیاس جهانی تولید کردند. این نقشه‌ها بر پایه سنجنده‌های ماهواره لندست، برای دوره‌های زمانی متفاوتی تولید شدند.

MODIS-based Global Land Cover Climatology

این داده‌ها در واقع نوع پوشش اراضی برای ۱۰ سال (۲۰۰۱-۲۰۱۰) را بر اساس محصولی از تصاویر مادیس (MCD12Q1) نشان می‌دهند. این نقشه‌ها با بیشترین دقت ممکن توسط بروکستن و همکاران برای این ۱۰ سال تولید شده است [۲۰]. مقیاس این نقشه، ۰/۵ کیلومتر است و برای کل نقاط دنیا تولید شده است. در ادامه، خلاصه ویژگی‌های سامانه‌های ارائه‌دهنده نقشه کاربری اراضی در جدول ۱ ارائه می‌شود:

3. GLOBAL LAND COVER DISTRIBUTION, BY DOMINANT LAND COVER TYPE

4. Global Land Cover by National Mapping Organisations

5. Global Land Survey

1. Global Land Cover Characterization

2. Global Land Cover Facility

جدول ۱. خلاصه ویژگی‌های سامانه‌های نقشه کاربری اراضی

نام محصول	بازه زمانی	بازه مکانی	قدرت تفکیک زمانی	قدرت تفکیک مکانی	تعداد کلاس	توضیحات
LCTYPE	۲۰۰۱-۲۰۱۰	جهانی	سالانه	۰/۵ کیلومتر	۱۷	https://landcover.usgs.gov/global_climatology.php
MODIS (MCD12Q1)	۲۰۰۱-۲۰۱۲	جهانی	سالانه	۰/۵ کیلومتر	۱۷	https://reverb.echo.nasa.gov
GeoCover - Land Cover	۱۹۹۰-۲۰۰۰	جهانی	سالانه	۳۰ متر	۱۳	http://www.mdafederal.com/geocover/geocoverlc
GLCC	۱۹۹۲-۱۹۹۳	جهانی	سالانه	۱ کیلومتر (AVHRR)	۲۰	https://lta.cr.usgs.gov/GLCC
GLCF	سال ۱۹۸۱ تا به امروز	محلی و جهانی	سالانه	۱ کیلومتر (MODIS, AVHRR)	۱۹	http://glcf.umd.edu/data/
Global Land Cover30 Meter	۲۰۰۰-۲۰۱۲	جهانی	سالانه	۳۰ متر لندست ۷	۷	https://landcover.usgs.gov/global_c/
GlobeLand30	۲۰۰۰ و ۲۰۱۰	جهانی	سالانه	۳۰ متر	۱۰	http://www.globallandcover.com/GLC30Download/index.aspx
GLS	۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱	جهانی	سالانه	سری‌های لندست	۷	https://lta.cr.usgs.gov/GLS
GlobCover	۲۰۰۵-۲۰۰۶ و ۲۰۰۹	جهانی	سالانه	۳۰۰ متر MERIS ENVISAT	۲۳	http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php
Global Land Cover-SHARE	۱۹۹۸-۲۰۱۳	جهانی	سالانه	۱ کیلومتر	۱۱	http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/main.home?uuid=ba4526fd-cdbf-4028-a1bd-5a559c4bff38
GLC2000	۲۰۰۰	جهانی	سالانه	۱ کیلومتر AVHRR	۳۱	http://forobs.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/products.php
FGGD	۲۰۰۷	جهانی	سالانه	(۵ arc-minutes)	۷	http://geomatrics.nl/unsdi/srv/eng/

بحث و نتایج

با توجه به اهداف مورد انتظار، تصاویر انتخاب‌شده باید قابل دسترس باشند، از نظر فنی و اقتصادی بهینه بوده و کلاس‌های قابل قبول و بازه زمانی مناسب داشته باشند. این‌رو، با توجه به اهمیت سری زمانی و کلاس‌های کاربری اراضی نقشه‌های سامانه‌هایی که اطلاعات مناسبی از آن‌ها موجود است، انتخاب شده که در ادامه، با نتایج زمینی و نقشه تهیه‌شده به روش شی‌اگرا مقایسه می‌شود. به منظور مقایسه بهتر مساحت‌ها در مرحله بعد، کاربری نقشه‌های مختلف به شش کاربری (کشاورزی، مرتع، جنگل، اراضی بایر، شهری و پهنه آبی) تجمیع شد.

نتایج استخراج لایه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای

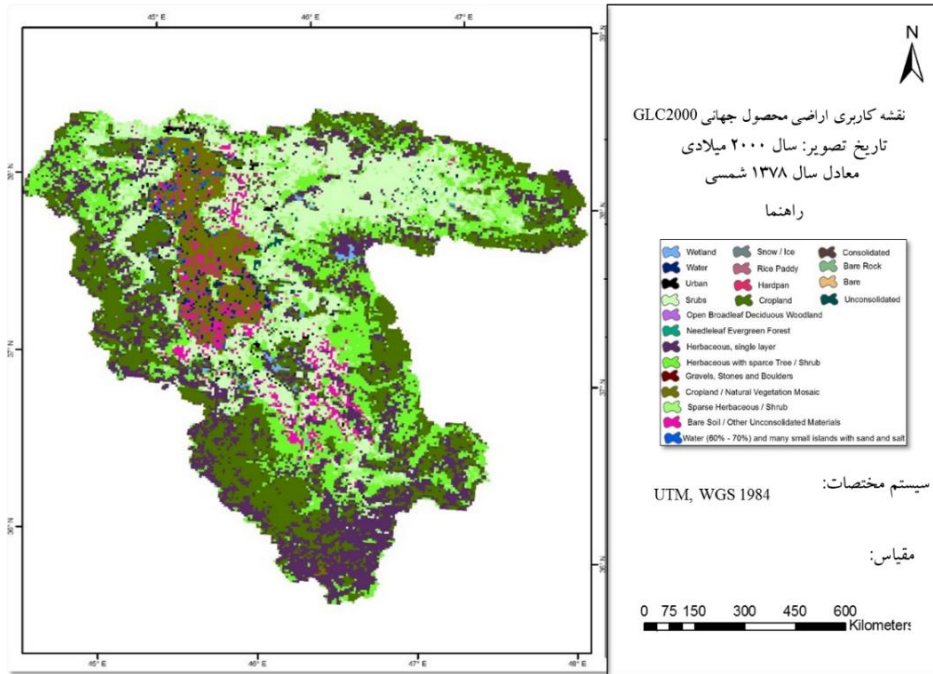
مجموعه خدمات علم و دانش کمیسیون اروپا در سال ۲۰۰۰ به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در سطح

کره زمین برای سال ۲۰۰۰ تحت عنوان «GLC2000» با استفاده از ماهواره AVHRR پرداخت. نتایج خروجی این نقشه در حوضه دریاچه ارومیه (شکل ۱) نشان داده شده است که از میان طبقه‌بندی‌های مختلف کاربری اراضی، حداکثر مساحت به مرتع (۳۷۲۱۷ کیلومتر مربع) تعلق دارد. سایر کاربری‌های کشاورزی، اراضی بایر، جنگل، شهری و پهنه آبی به ترتیب با مساحت ۱۱۴۳۲، ۱۹۰۰، ۲۰، ۳۱۸ و ۸۵۰ کیلومتر است.

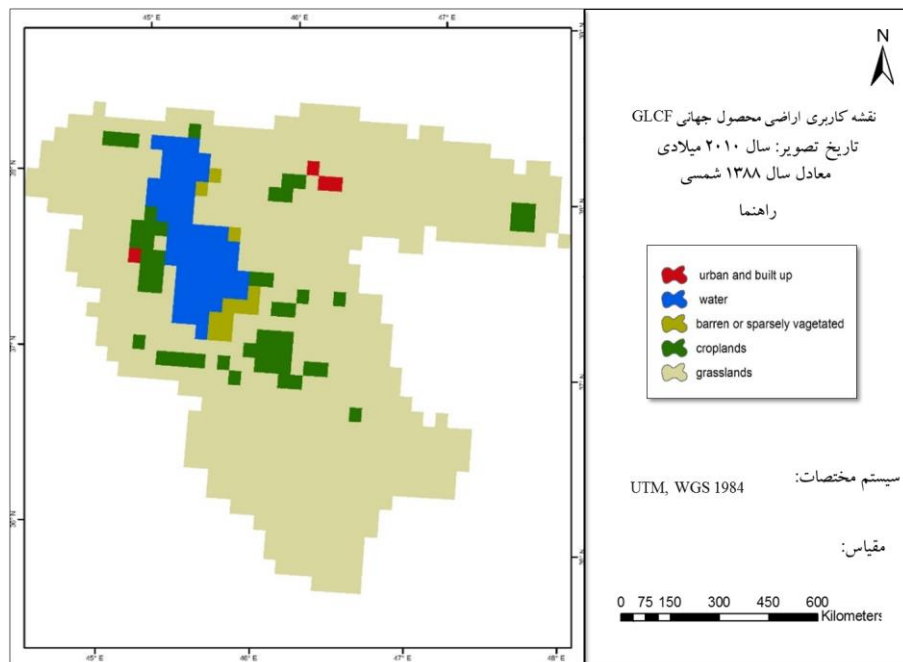
این نقشه با قدرت تفکیک مکانی یک کیلومتر در بین محصولات معرفی شده با ۳۱ کلاس یکی از کاربری‌های متنوع را ارائه داده است. GLCF با هدف تولید داده‌های علوم زمینی با تکیه بر سنجش از دور، مجموعه‌ای نقشه را در اختیار کاربران قرار می‌دهد که از این جمله می‌توان به استخراج کاربری‌های اراضی در ۱۹ کلاس با اندازه پیکسل یک کیلومتر

برای سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲ در دسترس است. نقشه این مرکز برای حوضه دریاچه ارومیه به کلاس‌های کشاورزی، بایر، مرتع، شهری و پهنه آبی تقسیم شده است (شکل ۲).

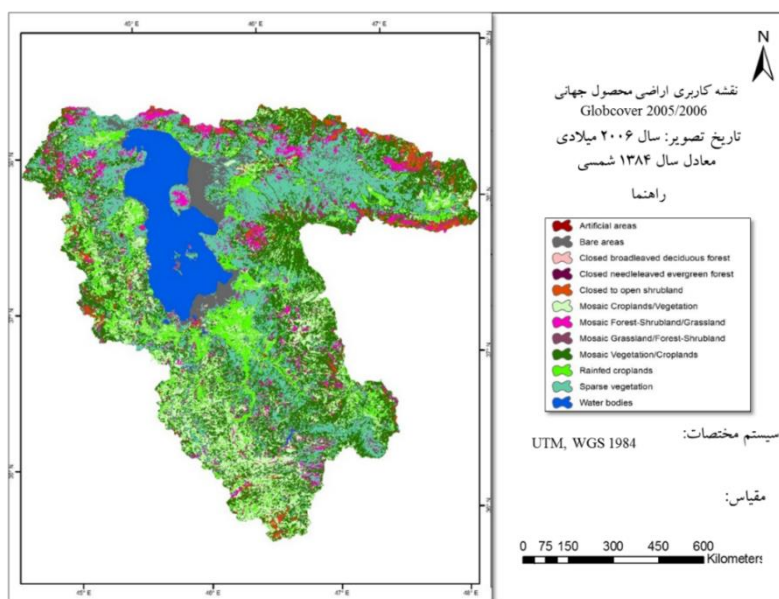
اشاره کرد. GLCF برای تولید نقشه کاربری اراضی از اطلاعات سنجنده AVHRR و سنجنده MODIS استفاده می‌کند که اطلاعات مربوط به سنجنده MODIS با فرمت GeoTIFF



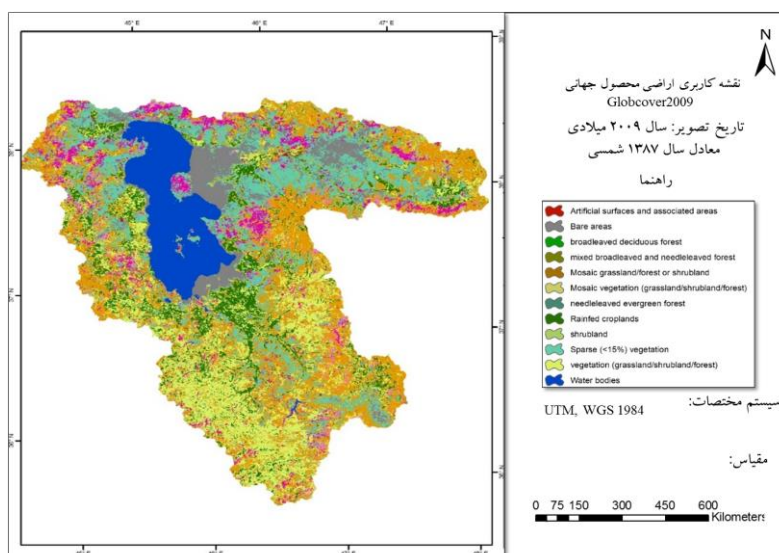
شکل ۱. نقشه کاربری اراضی GLC2000



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی GLCF



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی Globcover 2005/2006



شکل ۴. نقشه کاربری اراضی Globcover 2009

سطح کلی سایر کاربری اراضی از جمله مرتع، اراضی بایر، جنگل، شهری و پهنه آبی مربوط به حوضه دریاچه ارومیه معادل ۱۲۳۹۰، ۲۲۲۸، ۳۳۳۶، ۱۲ و ۴۹۹۳ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۶ و ۹۹۸۲، ۳۷۴۹، ۳۶۲۷، ۱۲ و ۴۹۸۹ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۹ است. در این پروژه بهترین قدرت تفکیک مکانی نسبت به سایر پروژه‌ها وجود دارد.

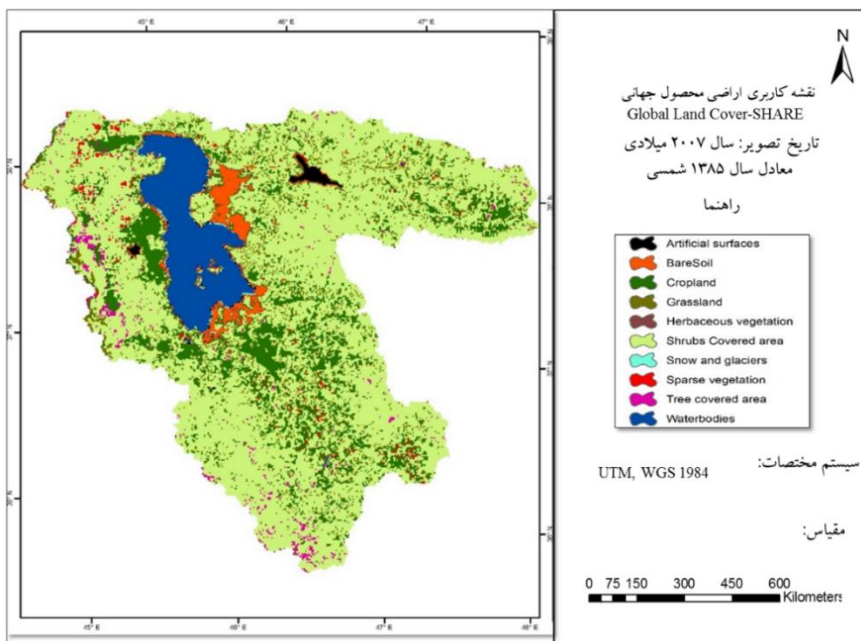
Global Land Cover-SHARE، یکی دیگر از محصولات کاربری اراضی است (شکل ۵) که ۱۱ کلاس با تفکیک مکانی ۱ کیلومتر دارد. این پروژه با مشارکت FAO انجام شده و

آژانس فضایی اروپا^۱ (ESA) با استفاده از طبقه‌بندی تصاویر سنسور MERIS اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی کرده است. سطح اراضی کشاورزی محاسبه شده در این پروژه شامل مجموع اراضی زراعی و باغی (آبی و دیم) حدود ۲۸۷۹۵ و ۲۹۳۹۷ کیلومترمربع می‌شود که با تصاویری با قدرت تفکیک مکانی ۳۰۰ متر و مربوط به سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۶ (شکل ۳) و ۲۰۰۹ (شکل ۴) تهیه شده است.

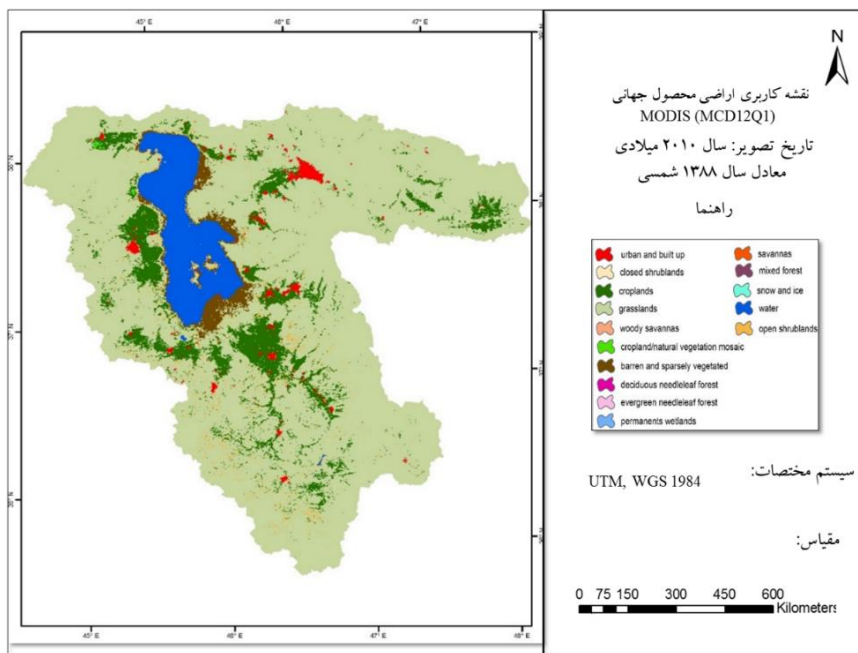
1. European Space Agency

نقشه کاربری اراضی برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ شده است. این محصول با قدرت تفکیک مکانی ۵۰۰ متر، از بهترین کاربری‌های اراضی موجود است (شکل ۶ و ۱۷ کلاس کاربری مختلف دارد. برای سال ۲۰۱۰ مساحت کاربری کشاورزی برابر با ۵۰۳۵ کیلومترمربع است.

به‌روزترین نقشه کاربری اراضی (۲۰۱۴) در بین سایر محصولات است. نتایج این پروژه نشان می‌دهد مجموع مساحت بخش کشاورزی معادل ۶۹۰۰ کیلومترمربع است. در بین محصولات سنجنده MODIS (MCD12Q1) پیرامون طبقه‌بندی کاربری‌های سطح زمین اقدام به تولید



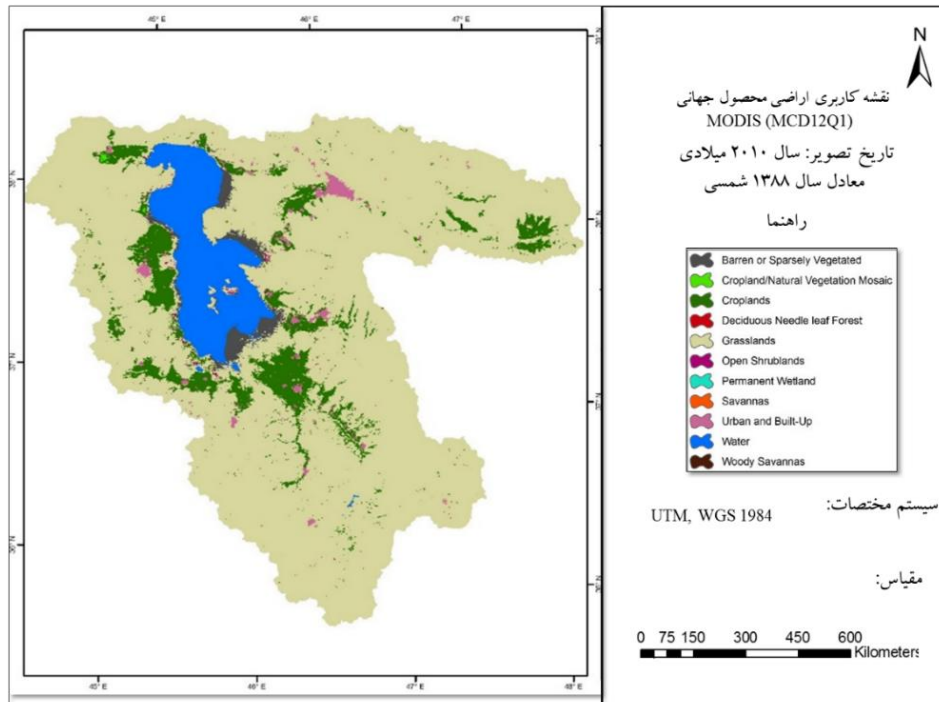
شکل ۵. نقشه کاربری اراضی Global Land Cover-SHARE



شکل ۶. نقشه کاربری اراضی MODIS (MCD12Q1)

مساحت محصولات کاربری‌های اراضی مختلف به تفکیک کاربری‌های کشاورزی، مرتع، جنگل، اراضی بایر، شهری و پهنه آبی در جدول ۲ و شکل ۸ نمایش داده شده است.

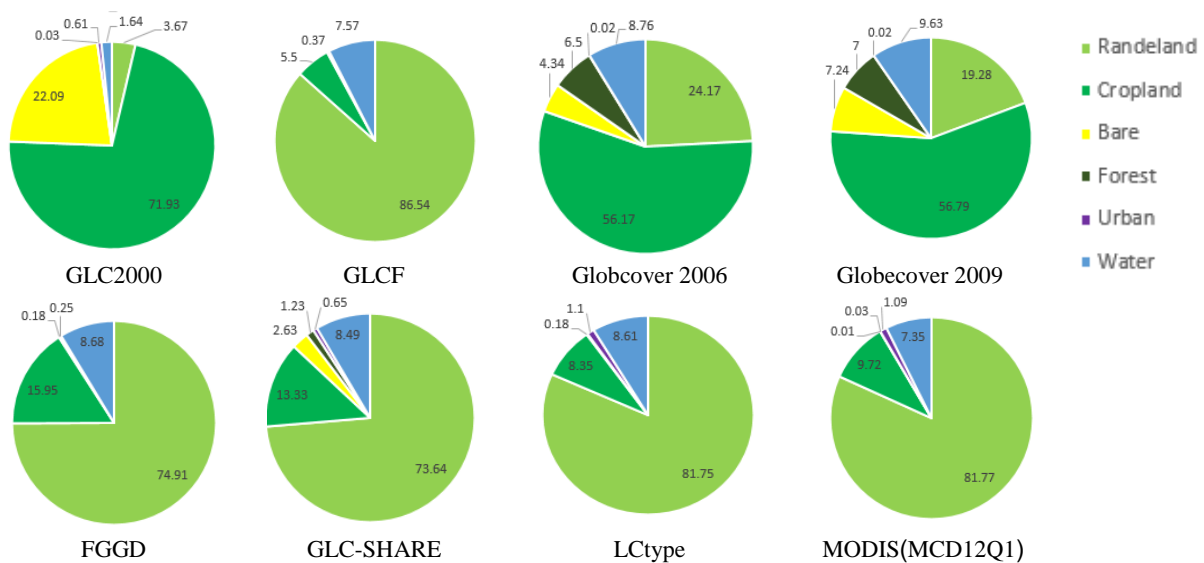
داده‌های LCTYPE نوع پوشش زمین را برای ۱۰ سال (۲۰۱۰-۲۰۰۱) با استفاده از مجموعه MCD12Q1 توصیف می‌کند. این نقشه با انتخاب هر پیکسل، سعی دارد طبقه‌بندی پوشش زمین را با بیشترین اطمینان کلی محاسبه کند (شکل ۷).



شکل ۷. نقشه کاربری اراضی LCTYPE

جدول ۲. مساحت کاربری‌های محصولات سامانه‌های مختلف

LCTYPE	MODIS (MCD12Q1)	GLC-SHARE	FGGD	Globcover	GLCF	GLC2000	محصولات
							جهانی کاربری اراضی
۲۰۱۰	۲۰۱۰	۲۰۱۴	۲۰۰۷	۲۰۰۹	۲۰۰۵/۲۰۰۶	۲۰۱۰	سال
۴۳۲۱/۴	۵۰۳۴/۹	۶۸۹۹/۵	۸۲۱۲/۵	۲۹۳۹۷/۲	۲۸۷۹۴/۶	۲۸۳۸/۷	۱۱۴۳۲
۴۲۳۱۳/۱	۴۲۳۲۷/۳	۳۸۱۰۶/۶	۳۸۵۵۶/۱	۹۹۸۲	۱۲۳۸۹/۹	۴۴۶۳۹/۴	۳۷۲۱۷/۳
---	۳/۵	۱۳۶۲/۹	---	۳۷۴۸/۹	۲۲۲۸	---	۱۹۰۰/۹
۹۴/۳	۱۹/۹	۶۴۰/۹	۹۶/۵	۳۶۲۶/۹	۳۳۳۶/۴	---	۲۰/۳
۵۶۹/۸	۵۶۷/۱	۳۳۹/۲	۱۳۰/۱	۱۲/۲	۱۲/۱	۱۹۴/۹	۳۱۸
۴۴۵۶/۸	۳۸۰۸/۴	۴۳۹۶/۶	۴۴۶۹/۹	۴۹۸۹/۱	۴۹۹۳/۴	۳۹۰۶/۷	۸۴۹/۸



شکل ۸. درصد مساحت سامانه‌های مختلف

در ارتباط با قدرت تفکیک مکانی، یک اندازه ثابت بین محصولات مختلف کاربری اراضی وجود دارد و معمولاً بیشتر محصولات دارای قدرت تفکیک مکانی یک کیلومتر هستند. در این بین، محصولات سنجنده MODIS و Globcover با پیکسل سایز ۵۰۰ و ۳۰۰ متر مشاهده می‌شود. محصول GlobLand30 به علت استفاده از تصاویر Landsat با اندازه پیکسل ۳۰ متر بهترین کیفیت را دارد، ولی تصاویر آن قابل دسترس نیست.

از سوی دیگر، سری زمانی در مطالعه حاضر اهمیت زیادی دارد. بیشتر محصولات دارای سری زمانی مناسبی نیستند. در این بین، محصولات MODIS و GLCF با داشتن بازه زمانی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ بیشترین سری زمانی را دارند که می‌تواند کمک شایانی در زمینه تعیین سری زمانی تغییرات کاربری اراضی کند.

مقایسه همخوانی نقشه‌ها با نقشه کاربری تولیدشده به روش شی‌گرا

با توجه به جدول ۳، محصول LType همخوانی بیشتری با نقشه کاربری تولیدشده به روش شی‌گرا دارد. در همین راستا، سطوح زیر کشت اراضی کشاورزی محصولات LType با نتایج نقشه تولیدشده در حوضه آبریز دریاچه ارومیه اختلاف ناچیزی دارد، در حالی که بین محصولات GLCF و Globcover با نتایج نقشه تولیدشده تمایز چشم‌گیری مشاهده می‌شود تا جایی که مساحت این کاربری‌ها در سال ۲۰۱۰ حدود ۳۵ درصد کمتر از کاربری تولیدشده برآورد

بررسی کیفیت نقشه‌های کاربری اراضی

در نقشه‌های کاربری اراضی تولیدشده توسط سامانه‌های مختلف می‌توان به خوبی تغییرات ایجادشده تحت تأثیر تعداد کلاس‌ها را مشاهده کرد. از سوی دیگر، سطوح مختلف کاربری اراضی با توجه به قدرت تفکیک مکانی رابطه مستقیم با بهبود دقت نتایج دارد که این به معنای افزایش میزان دقت ناشی از قدرت تفکیک مکانی است. همین امر می‌تواند به عنوان یکی از عوامل مؤثر در انتخاب نقشه مناسب باشد و باعث ایجاد تغییرات جدی در ارتباط با تعداد کلاس در سطح حوضه است.

در نقشه‌های کاربری اراضی کلاس‌های مختلفی وجود دارد و همان‌طور که اشاره شد، تعداد کلاس به دلیل آنکه می‌تواند ناشی از دقت بیشتر در تفکیک کاربری‌های مختلف باشد، اهمیت می‌یابد. در محصولات بررسی شده مشاهده می‌شود که تعداد کلاس‌های محصول کاربری GLC2000 با ۳۱ کلاس بیشترین تمایز در کاربری‌های مختلف ایجاد کرده است و پس از آن، محصولات Globcover و GLCF با ۲۳ و ۱۹ و MODIS با ۱۷ کلاس قرار دارد و در نهایت، کمترین تعداد کلاس با ۷ کاربری برای محصول FGGD است. در بین این محصولات، جز نقشه GLC2000، تعداد کلاس‌ها به صورت قابل توجهی نسبت به یکدیگر تغییر پیدا نمی‌کند و در عین حال، در منطقه مطالعه‌شده نیز این تمایز کمتر می‌شود. این امر سبب کاهش تأثیر تعداد کلاس در نقشه‌های طبقه‌بندی اراضی به دلیل بارسازی کیفیت محصولات می‌شود.

نزدیک‌تری نسبت به نقشه تولیدی در سال ۲۰۱۰ داشتند. در این بررسی فقط GLC-SHARE با نقشه تولیدشده به روش شی‌گرا در سال ۲۰۱۴ قابل مقایسه است. در بین کاربری‌ها، مرتع بهترین انطباق را در این دو نقشه دارد و اختلاف بیش از ۲۵۰۰ کیلومترمربعی در اراضی کشاورزی بیشترین اختلاف را نشان می‌دهد.

نتایج به‌دست‌آمده میان مقادیر محاسبه‌شده با وجود سازگاری مناسب با مطالعات یادشده در برخی کاربری‌ها اختلاف عددی قابل توجهی با آنان دارد. موارد بحث‌شده نشان می‌دهد کاربری LcType و پس از آن، MODIS تطابق بهتری نسبت به سایر کاربری‌ها با نقشه کاربری اراضی تولیدشده به روش شی‌گرا دارد.

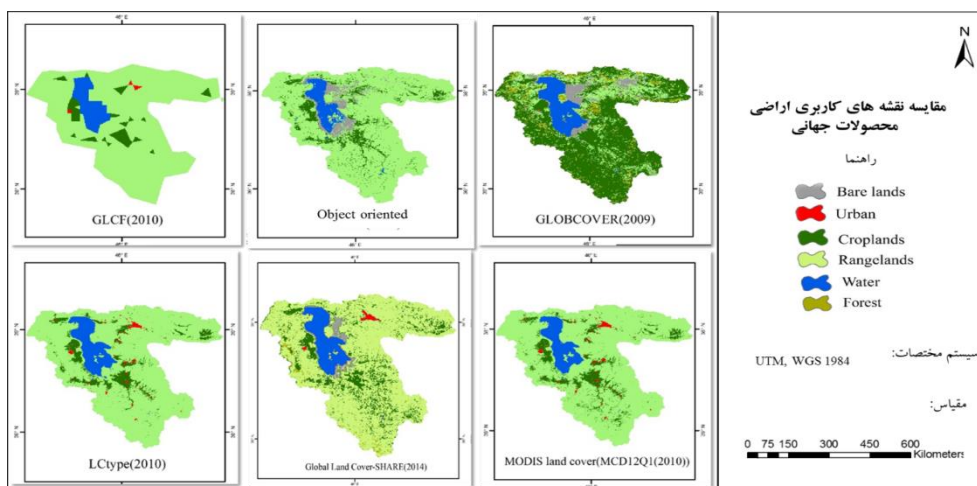
به‌منظور مقایسه بهتر نقشه‌های کاربری اراضی محصولات جهانی، نقشه تولیدشده به روش شی‌گرا در قالب مجموعه واحد در شکل ۹ نمایش داده شده است. برای این منظور، همه کاربری‌های مختلف در نقشه‌های کاربری اراضی به ۶ کاربری (کشاورزی، مرتع، بایر، جنگل، شهری و پهنه آبی) محدود شدند.

شده است. در کاربری مرتع نتایج محصولات مختلف به نقشه تولیدشده نزدیک‌تر شده است تا جایی که با وجود تفاوت قابل توجه نقشه GLCF در اراضی کشاورزی، همین محصول در مرتع حدود ۵ درصد اختلاف در برآورد را نشان می‌دهد. با این‌وجود، Globcover بیشترین اختلاف را دارد تا جایی که مساحت مراتع را از سطح زیرکشت نیز کمتر برآورد کرده است و مساحت قابل توجهی را به اراضی بایر اختصاص داده که بیانگر ناتوانی برای تمایز اراضی بایر با مرتع بوده است. در این بین، همچنان بهترین تطابق با نتیجه مربوط به محصول LcType بوده و پس از آن، MODIS (MCD12Q1) برآورد خوبی داشته است.

در حالی که محصولات GLCF و LcType مساحتی را برای اراضی بایر اختصاص نداده‌اند، Globcover با اختلاف کمتر از ۶۰۰ کیلومترمربعی نتیجه نزدیک‌تری با خروجی نقشه شی‌گرا دارد. در بررسی پهنه آبی نیز مشخص شد همه محصولات، مساحت بیشتری نسبت به نقشه کاربری اراضی شی‌گرا را برای این کاربری اختصاص داده‌اند که به‌ترتیب MODIS (MCD12Q1) و GLCF مقادیر

جدول ۳. مقایسه نتایج سامانه‌های منتخب با نقشه تهیه‌شده به روش شی‌گرا

Object oriented	GLC-SHARE	LcType	MODIS (MCD12Q1)	Globcover	GLCF	
۲۰۱۴	۲۰۱۰	۲۰۱۴	۲۰۱۰	۲۰۰۹	۲۰۱۰	سال
۴۱۹۵/۱	۴۳۰۶/۷	۶۸۹۹/۵	۴۳۲۱/۴	۲۹۳۹۷/۲	۲۸۳۸/۷	کشاورزی
۴۳۲۸۱/۰	۴۱۱۲۵/۱	۳۸۱۰۶/۶	۴۲۳۲۷/۳	۹۹۸۲	۴۴۶۳۹/۴	مرتع
۲۶۱۵/۲	۳۱۷۴/۷	۱۳۶۲/۹	۳/۵	۳۷۴۸/۹	---	اراضی بایر
---	---	۶۴۰/۹	۹۴/۳	۱۹/۹	۳۶۲۶/۹	جنگل
---	---	۳۳۹/۲	۵۶۹/۸	۵۶۷/۱	۱۲/۲	شهری
۱۷۲۴/۷	۳۲۱۱/۳	۴۳۹۶/۶	۴۴۵۶/۸	۳۸۰۸/۴	۴۹۸۹/۱	پهنه آبی



شکل ۹. مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی محصولات جهانی

هزار هکتار تعیین کرده، اما خسروشاهی و همکاران مقدار این اراضی را در سال ۱۳۹۲، ۳۹۰ هزار هکتار با دقت ۸۷ درصد برآورد کردند. برای سال ۲۰۱۰ نیز در این مطالعه مقدار مساحت اراضی زراعی مقادیر مختلفی را نشان می‌دهد و در مطالعات صورت گرفته توسط پژوهشکده مطالعات و تحقیقات منابع آب و شرکت مهندسی آشناسامانه [۲۱] مقدار ۴۶۰ هزار هکتار با دقت ۵۰ تا ۸۷ درصد محاسبه شده که به نتایج محصولات MODIS و LCtype (۵۰۰ و ۴۳۰ هزار هکتار) نزدیک‌تر است (جدول ۴).

مقایسه همخوانی نقشه‌ها با آمار سایر مطالعات

در این بخش مقادیر سطح زیر کشت محصولات جهانی ارائه شده در این مطالعه با مقادیر محاسبه شده در مطالعات پیشین ارزیابی و تحلیل شد. نکته مهم، تفاوت سال‌های مورد نظر در این مطالعه از نظر زمانی با مطالعات پیشین است. با این حال، با استفاده از مقایسه سال‌های نزدیک به سال مورد نظر، می‌توان به صورت غیرمستقیم نتایج به دست آمده را با سایر مطالعات بررسی و ارزیابی کرد. محصول کاربری اراضی GLC-SHARE در این مطالعه در سال ۲۰۱۴ مقدار مساحت سطح زیر کشت را حدود ۶۹۰

جدول ۴. مقایسه نتایج سامانه‌های منتخب با مطالعات در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

آشناسامانه	پژوهشکده مطالعات و تحقیقات منابع آب	LCtype	MODIS	Globcover	GLCF	سال
۱۳۸۸	۱۳۸۸	۲۰۱۰	۲۰۱۰	۲۰۰۹	۲۰۱۰	سال
۱۵۵۳۰	۱۳۶۷۰	۴۳۲۱/۴	۵۰۳۴/۹	۲۹۳۹۷/۲	۲۸۳۸/۷	کشاورزی
۲۶۳۳۰	۱۹۴۵۰	۴۲۳۱۳/۱	۴۲۳۲۷/۳	۹۹۸۲	۴۴۶۳۹/۴	مرتع
۴۰۷۰	۹۳۶۰	---	۳/۵	۳۷۴۸/۹	---	اراضی بایر
۳/۲	---	۹۴/۳	۱۹/۹	۳۶۲۶/۹	---	جنگل
۸۴۰	۳۸۰	۵۶۹/۸	۵۶۷/۱	۱۲/۲	۱۹۴/۹	شهری
۳۹۸۰	۳۵۸۰	۴۴۵۶/۸	۳۸۰۸/۴	۴۹۸۹/۱	۳۹۰۶/۷	پهنه آبی

Globcover (با پیکسل سایز ۵۰۰ و ۳۰۰ متر) دارای قدرت تفکیک مکانی یک کیلومتر هستند. بزرگ‌ترین سری زمانی تولید نقشه کاربری اراضی نیز مربوط به محصولات MODIS و GLCF است که بازه زمانی بین ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ را فرا می‌گیرد.

با توجه به نتایج مطالعه، محصول LCtype همخوانی بیشتری با نقشه تولیدی به روش شی‌گرا را دارد. در همین راستا، سطوح زیر کشت اراضی کشاورزی محصولات LCtype با نتایج نقشه شی‌گرا در حوضه آبریز دریاچه ارومیه اختلاف ناچیزی دارد و در کاربری مرتع نتایج محصول GLCF اختلافی حدود ۵ درصد با نقشه شی‌گرا دارد. Globcover در اراضی بایر نزدیک‌ترین مقدار را از نظر اندازه مساحت با نقشه تولیدی دارد. در پهنه آبی نیز به ترتیب MODIS و GLCF مقادیر نزدیک‌تری نسبت به نقشه تهیه شده به روش شی‌گرا در سال ۲۰۱۰ داشتند. در مجموع، نتایج محصولات LCtype و MODIS بیشترین درصد تطبیق را با نقشه تولید شده دارند. در این بررسی فقط GLC-SHARE با نقشه کاربری

بررسی جدول ۴ اختلاف موجود میان مقادیر محاسبه شده در مطالعات گذشته و محصولات آماده را نشان می‌دهد. در این مطالعه مرتع برای محصولات اختلاف قابل توجهی با نتایج مطالعات پژوهشکده مطالعات و تحقیقات منابع آب [۲۲] و شرکت آشناسامانه دارد. همچنین، کاربری‌های جنگل و اراضی بایر نیز همخوانی قابل قبولی با نتایج محصولات آماده ندارد و این در حالی است که نتایج در بخش کاربری‌های شهری و پهنه آبی بهتر است و نتایج MODIS و شرکت آشناسامانه در این دو کاربری انطباق بهتری دارند.

نتیجه‌گیری

در محصولات بررسی شده مشاهده می‌شود که محصولات کاربری اراضی GLC2000 (۳۱ کلاس)، Globcover (۲۳ کلاس)، GLCF (۱۹ کلاس) و MODIS (۱۷ کلاس) به ترتیب بیشترین تعداد کلاس را دارند و محصول FGDD با ۷ کاربری مختلف کمترین تعداد کلاس را نشان می‌دهد. محصولات مختلف جز محصولات سنجنده MODIS و

- Land-Cover Datasets: A Comparison among GLC2000, CCI LC, MCD12, GLOBCOVER and GLCNMO. *Remote Sens.* 2018, 10, 1846.
- [4]. Wulder MA, Hermosilla T, Stinson G, Gougeon FA, White JC, Hill SA, et al. Satellite-based time series land cover and change information to map forest area consistent with national and international reporting requirements. *Forestry*: 2020; 00, 1–13.
- [5]. Sui L, Kang J, Yang X, Wang Z, Wang J. Inconsistency distribution patterns of different remote sensing land-cover data from the perspective of ecological zoning. *Open Geosciences* 2020; 12: 324–341
- [6]. De Oliveira Silveira EM, De Menezes MD, Júnior FWA, Terra MCNS, De Mello JM. Assessment of Geostatistical Features for Object-Based Image Classification of Contrasted Landscape Vegetation Cover. *Journal of Applied Remote Sensing*, 2017. 11(3), 036004.
- [7]. Szostak M, Hawryło P, Piela D. Using of Sentinel-2 images for automation of the forest succession detection. *European Journal of Remote Sensing*, 2018. 51(1): 142-149.
- [8]. Huo LZ, Boschetti L, Sparks AM. Object-Based Classification of Forest Disturbance Types in the Conterminous United States. *Journal of Remote Sensing*, 2019. 11(5), 477.
- [9]. Lima TA, Beuchle R, Langner A, Grecchi RC, Griess VC, Achard F. Comparing Sentinel-2 MSI and Landsat 8 OLI Imagery for Monitoring Selective Logging in the Brazilian Amazon. *Remote sensing*, 2019. 11, 1-21.
- [10]. Mercier A, Betbeder J, Rumiano F, Baudry J, Gond V, Blanc L, et al. Evaluation of Sentinel-1 and 2 Time Series for Land Cover Classification of Forest– Agriculture Mosaics in Temperate and Tropical Landscapes. *Remote sensing*, 2019. 11, 1-20.
- [11]. Zhang Y, Zhao H, Ni JA. Comparison of Four Algorithms for Land-Use Classification Based on Landsat 8 OLI Image. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020.
- [12]. Hansen M, DeFries R, Townshend JRG, Sohlberg R. Global land cover classification at 1km resolution using a decision tree classifier. *International Journal of Remote Sensing*. 2000. 21: 1331-1365.
- [13]. Bartholome et al.,. GLC 2000 Global Land Cover mapping for the year 2000. European Commission, DG Joint Research Centre, EUR 20524 EN, 2002. pp. 62.
- تولیدشده به روش شیء‌گرا قابل مقایسه است. در بین کاربری‌ها، مرتع بهترین انطباق را در این دو نقشه دارد و کشاورزی بیشترین اختلاف را نشان می‌دهد.
- در بررسی مقادیر سطح زیر کشت محاسبه‌شده در محصولات اشاره‌شده با مقادیر محاسبه‌شده در مطالعات پیشین مشخص شد محصول کاربری اراضی-GLC SHARE در این مطالعه در سال ۲۰۱۴ مقدار مساحت سطح زیر کشت را نزدیک به ۶۹۰ هزار هکتار تعیین کرده، اما خسروشاهی و همکاران مقدار این اراضی را در سال ۱۳۹۲، ۳۹۰ هزار هکتار و در سال ۲۰۱۰ نیز پژوهشکده مطالعات و تحقیقات منابع آب و شرکت مهندسی آشناسامانه مقدار اراضی کشاورزی را ۴۶۰ هزار هکتار محاسبه کردند که به نتایج محصولات (MCD12Q1) MODIS و Lctype نزدیک‌تر است.
- در این مطالعه مشخص شد کاربری مرتع در محصولات آماده، اختلاف قابل توجهی با نتایج مطالعات پژوهشکده مطالعات و تحقیقات منابع آب و شرکت آشناسامانه دارد. همچنین، کاربری‌های جنگل و اراضی بایر نیز همخوانی قابل قبولی با نتایج محصولات آماده ندارد و این در حالی است که نتایج در بخش کاربری‌های شهری و پهنه آبی بهتر است و نتایج (MODIS(MCD12Q1) و شرکت آشناسامانه در این دو کاربری انطباق بهتری دارند.
- برای انتخاب بهترین محصول از بین موارد اشاره‌شده، نتایج به‌دست‌آمده از این بخش در ارتباط با ویژگی‌های مختلف مد نظر نقشه کاربری اراضی نشان می‌دهد محصول MODIS(MCD12Q1) در برابر محصولات سایر مطالعات عملکرد بهتری دارد.

منابع

- [1]. Khosroshahi. Detection of changes in the catchment area of lake Urmia from 1998 to 2013. Thirty-second Assembly and the First International Congress of Earth Sciences. 2013. [Persian]
- [2]. Fathian F. Investigating the trend of landuse change using remote sensing technology and meteorological variables in the Urmia Lake basin. Master Thesis, Department of Water Resources Engineering, Tarbiat Modares University, 2011. [Persian]
- [3]. Hua H, Zhao A, Liu Y, Wang S, Yang S. Spatial Consistency Assessments for Global

- [14]. Friedl MA, McIver DK, Hodges JCF, Zhang XY, Muchoney D, Strahler AH et al. Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results. *Remote Sensing of Environment*. 2002, 83(1-2): 287-302.
- [15]. Hansen MC, Potapov PV, Moore R, Hancher M, Turubanova SA, Tyukavina A et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*. 2013, 342(6160): 850-853.
- [16]. Latham J, Cumani R, Rosati I, Bloise M. Global Land Cover SHARE (GLC-SHARE) database Beta-Release Version 1.0. FAO, Rome. 2014.
- [17]. Ellis EC, Ramankutty N. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*: 2008, Vol. 6, No. 8, pp. 439-447.
- [18]. Carroll M, Townshend J, DiMiceli C, Noojipady P, Sohlberg RA. New Global Raster Water Mask at 250 Meter Resolution. *International Journal of Digital Earth*. 2009, volume 2, number 4.
- [19]. Schneider A, Friedl M, Potere D. A new map of global urban extent from MODIS data. *Environmental Research Letters*. 2009, vol. 4, article 044003.
- [20]. Broxton PD, Zeng X, Sulla-Menashe D, Troch PA. A Global Land Cover Climatology Using MODIS Data. *J. Appl. Meteor. Climatol.* 2014a, 53, 1593,1605. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JAMC-D-13-0270.1>
- [21]. Iran Water Resources Management Company and Ashna Samaneh Technical and Engineering Services Company. Production of GIS based on processing of satellite data and production of digital content (land use changes and land cover of Lake Urmia catchment). 2008.
- [22]. Water Research Institute. Research Institute for Water Resources Studies and Research. Investigation of changing environmental conditions in the Lake Urmia catchment (land use). 2013.