Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

برنامه‌ریزی و آمایش فضا
دوره ۲۴، شماره۳، پاییز ۱۳۹۹

پایش تغییرات کاربری اراضی دریاچهٔ ارومیه و محیط پیرامون آن با استفاده از روش‌های مختلف تئوری آموزش آماری

حسین نظم‌فر*[۱]، منیر شیرزاد گرجان[۲]

۱- استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۲- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل،

دریافت:۹۹/۲/۲..... پذیرش: ۹۹/۶/۱۱

چکیده

در این تحقیق با استفاده از قابلیت تکنیک‌های سنجش از دور تغییرات کاربری اراضی دریاچهٔ ارومیه و محیط پیرامون آن در بازده زمانی بیست‌ساله (۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹م) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده (MSS، TM و OLI) مورد پایش قرار گرفته است. بررسی تغییرات کاربری اراضی نشان داد: مساحت کاربری کشاورزی از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹م افزایش چشمگیری داشته که دلیل آن مساعد بودن منطقه برای زراعت، حفر چاه‌های متعدد و استفاده از سفرهٔ آب زیرزمینی بوده است. همچنین نوسان‌های قابل ملاحظه‌ای در سطح آب دریاچه رخ داده است. به طوری که تغییرات سطح آب از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۶م از ۵,۳۴۸ به حدود ۲,۷۰۵ کیلومتر مربع رسیده است. اما از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹م به‌دلیل بارش‌ها ۱۶۴۴کیلومتر مربع افزایش مساحت آبی داشته است. همچنین خطوط ساحلی به‌ویژه در شرق و جنوب‌شرقی منطقهٔ مورد مطالعه، پسروی بسیار قابل توجهی را نشان می‌دهد. به‌طوری که از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰م مساحت این کاربری ۳۷۸ کیلومترمربع افزایش داشته است و طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶م مساحت آن همچنان روند صعودی داشته و به ۷۸۶ کیلومتر مربع افرایش یافته است.

* نویسنده‌ی مسئول
E-mail: nazmfar@uma.ac.ir

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

واژگان کلیدی: تغییرکاربری اراضی، فن‌آوری سنجش از دور، دریاچهٔ ارومیه، طبقه‌بندی نظارت شده، لندست.

۱- مقدمه

کاربری اراضی از مهم‌ترین ویژگی‌های بیوفیزیک و اقتصادی ـ اجتماعی در هر حوزهٔ آبخیز به‌شمار می‌آید (قربانی و همکارن، ۱۳۸۹). علم تغییرات اراضی، به‌تازگی به‌عنوان یکی از اجـزای بنیـادین تغییرات زیست محیطی جهان و پژوهش‌های توسعهٔ پایدار معرفی شده اسـت (شـالابی و تاتشـی[1]، ۲۰۰۷). نظارت بر تغییرات اراضی امری مهم در برنامه‌ریزی آینده ومدیریت منابع‌طبیعی است (لی و یانگ[2]۲۰۱۵). بنابراین، نیاز به آشکارسازی چنین تغییراتـی در اکوسیسـتم از اهمیـت بسـزایی برخوردار است (محمدیاری و همکاران، ۱۳۹۳). تا اقدامات مقتضی در صورت لزوم انجام گیـرد. در بسیاری از مناطق کشور، تخریب بی‌رویه اراضی به‌دلیل افزایش جمعیت، الگوی کشت نامناسـب و بهره‌برداری بیش‌ازحد از جنگل‌ها و مراتع سبب به مخاطره افتادن طبیعت و دست‌کاری نامتعارف در منابع‌طبیعی شده است. به همین دلیل، مدیریت اراضی و منابع طبیعی به نیـازی بـرای حفـظ این منابع از این مخاطره‌ها مبدل شده است (سینگ و پونیا[3]، ۲۰۱۸). باتوجه بـه اینکـه دریاچـهٔ ارومیه، مرکز اکوتوریستی مهمی در آذربایجان است، با خشک شدن دریاچه، آذربایجـان بـزرگ و تمام مناطقی که تحت‌تأثیر این پدیده قرار دارند، با رکود گردشگر داخلی مواجه خواهند شد. ایـن عوامل به نوبهٔ خود منجر به مهاجرت ساکنان روستاهای این منطقه به شهرهای اطراف و مشـکلات اجتماعی در این شهرها خواهد شد. دریاچهٔ ارومیه طی سال‌های اخیر دچار افت تراز شدیدی شده که بخش قابل ملاحظه‌ای از آن تحت‌تأثیر توسعهٔ بخش کشاورزی و بهره‌برداری از منابع آب حوضهٔ آبریز آن بوده است (فتحیان، ۱۳۹۱). اما اینکه این تغییرات و به‌خصوص تغییر در کاربری اراضـی در چه سطحی اتفاق افتاده، نیاز به مطالعات خاص خـود را دارد. بـه‌طـور کلـی بررسـی تغییـرات کاربری اراضی، به دو روش زمینی و سنجش از دور امکان‌پذیر می‌باشد. اما در دهه‌هـای اخیـر، بـا توسعه امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری پردازش تصاویر ماهواره‌ای و همچنین سهولت دسترسـی به تصاویر چندطیفی[4] و فراطیفی[5]، استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور جهت تولید نقشـه‌هـای کاربری اراضی رایج‌تر گردیده است. استفاده از تکنولوژی سنجش از دور در مطالعات منابع‌طبیعی

1. Shalaby & Tateishi
2. liu & Yang
3. Singh and Punia
4. Multi-Spectral
5. Hyper-Spectral

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

جایگاه خاصی دارد. مقایسهٔ چندزمانه، به‌روزبودن اطلاعات، پردازش رقومی، تنوع داده‌ها و سرعت انتقال دادها سنجش از دور را به‌عنوان مهم‌ترین تکنولوژی در آشکارسازی تغییرات مطرح ساخته است. ازطریق این فناوری، می‌توان با استفاده از مجموع تصاویر چندزمانه و پردازش آن‌ها با یکی از روش‌های مناسب موجود و با سرعت و دقت بالا نسبت به آشکارسازی تغییرات موردنظر در منطقه اقدام کرد. با استفاده از داده‌های سنجش ازدور می‌توان به شیوه‌های علمی و کارآمد به مدیریت مناطق حساس پرداخت (علوی‌پناه، ۱۳۹۷). در زمینهٔ تغییرات کاربری اراضی، تحقیقات جامعی در سطح ملی و بین‌المللی انجام شده است که به آن‌ها اشاره می‌شود: شالابی و تاتشی (۲۰۰۷م) بارزسازی تغییرات پوشش و کاربری اراضی در مناطق ساحلی (شمال‌غربی مصر) را با استفاده از روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی و تلفیق مقایسه‌ای جدولی (Cross- tabulation) مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها از طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۱۹۸۷ و۲۰۰۱م استفاده کردند. طیبی[1] و همکاران (۲۰۰۸م)، به بررسی تغییرات کاربری اراضی شهر تهران با استفاده از روش سنجش از دور و مدل شبکه‌ای عصبی مصنوعی پرداخته‌اند و باتوجه به یافته‌های تحقیق، روند این تغییرات را برای سال ۲۰۲۰م مشخص کرده‌اند. بهاگاوات[2](۲۰۱۳م)، تغییرات کاربری اراضی محدودهٔ متروپلیتن کاتماندو نپال را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه بررسی کرده است. آددجی[3] و همکاران (۲۰۱۵م)، مطالعهٔ ارزیابی روند تغییرات را درگامباری[4]، جنگل محافظت‌شده رزرو، نیجریه با استفاده از سنجش از دور و تکنیک GIS بررسی کردند در این مطالعه به تعیین میزان روند تغییر در پوشش جنگل رزرو بین سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۴م با استفاده از داده‌های چندزمانه ماهواره Land sat پرداخته شده است. نتایج این مطالعه نشان داداست که کاهش قابل توجهی در پوشش جنگل رزرو رخ داده است که عامل‌های زیادی در این امر دخیل بوده‌اند. راوات و کومار[5](۲۰۱۵)، مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی در هند را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست برای سال‌های ۱۹۹۰ تا۲۰۱۰م انجام دادند.

ایلدرمی[6] و همکاران(۲۰۱۷م)، در بررسی تغییرات کاربری اراضی در حوزهٔ آبخیز گرین، بدین نتیجه رسیدند که بیشترین تغییرات مربوط به اراضی مرتعی و جنگلی و کمترین مربوط به اراضی کشاورزی است. سینگ و پونیا (۲۰۱۸م)، به بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل

1. Tayebi
2. Bhagawat
3. Adedej
4. Multi-Spectral
5. Rawat & Kumar
6. Ildermi

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

(LCM) درحوزهٔ آبخیز بهاریهاتی در هند پرداختند. این محققان با پردازش تصاویر ماهواره‌ای بر کارآمدی تصاویر سنجش از دور در ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی تأکید می‌نمایند. رضایی‌مقدم و همکاران(۱۳۹۱)، در بررسی و شناخت عوامل تغییر تراز آب دریاچهٔ ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجندهٔ MODIS طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰م در زمینهٔ تعیین عوامل اصلی کاهش آب این دریاچه با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره تحقیق کرده‌اند و مشخص نمودند که در طی دورهٔ مزبور، خطوط ساحلی در شرق و به‌ویژه جنوب‌شرق پسروی معناداری داشته است. سنجری و همکاران (۱۳۹۲)، داده‌های ماهواره‌ای را به‌عنوان ابزاری سریع و اقتصادی برای پایش تغییرات کاربری اراضی بایر و رسوبی معرفی می‌کنند، آن‌ها در تحقیقات خود از تصاویر: MMS سال ۱۳۵۵، TM ۱۳۶۶ و+ETM سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ برای طبقه‌بندی اراضی زرند کرمان استفاده کردند. نتایج نشان دهندهٔ تبدیل اراضی بایر و رسوبی کشت نشده به اراضی باغی و مناطق مسکونی و صنعتی بوده است که درصورت ادامهٔ این روند اثرات منفی زیست محیطی در منطقه به‌دنبال خواهد داشت. مسیبی و ملکی (۱۳۹۳)، آشکارسازی تغییرات پوشش و کاربری اراضی را برای شهرستان اردبیل برای ۲۵ سال اخیر انجام دادند، آن‌ها از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور و روش‌های آماری، تغییر سطح کاربری‌های اراضی مختلف براساس تفسیر تصاویر ماهواره‌های لندست و با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال تشابه بهترین ترکیب باندی در سه دورهٔ زمانی۱۳۶۶،۱۳۷۷و ۱۳۹۰بررسی کردند. شنائی وزارعی (۱۳۹۵)، به بررسی تغییرات کاربری اراضی حوضهٔ آبخیز ابوالعباس، با استفاده از تصاویر ماهوارهٔ لندست TM در دورهٔ زمانی ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۸ پرداختند. در این تحقیق مشخص شد، مساحت جنگل‌های انبوه و نیمه انبوه طی این سال‌ها به‌ترتیب ۸/۴۸ و ۱۲/۲۶ درصد کاهش یافته و جای خود را به جنگل‌های تنک‌شده ومراتع داده است که هرکدام به‌ترتیب ۱۰/۳۹ و۱۲/۳۵ درصد افزایش داشته‌اند. سادات ابراهیمی و کمالی (۱۳۹۶)، از تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۱۹۹۲، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ و مدل زنجیرهٔ سلول، خودکار ـ مارکوف، برای پیش‌ببنی تغییرات کاربری اراضی۲۰۰۰، ۲۰۲۵، ۲۰۳۰ و ۲۰۳۵ استفاده کردند. نتایج به‌دست‌آمده از پیش‌بینی تغییرات کاربری آینده در منطقهٔ موردمطالعه، بیانگر کاهش کاربری باغ و زراعت آبی و افزایش کاربری‌های مرتع و چراگاه و بستر رودخانه نسبت به سال۲۰۱۵م بود. شمسی‌پور و همکاران (۱۳۹۶)، به پیش‌بینی روندگسترش شهر کرمانشاه با ترکیب مدل سلول خودکار، زنجیره‌ای مارکوف و رگرسیون لجستیک پرداختند و با استفاده از تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳م تهیه و آشکارسازی تغییرات را موردبررسی قراردادند و با مدل زنجیره مارکوف برآورد احتمال میزان تغییرات را برای سال ۲۰۲۶م پیش‌بینی نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد که

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

مناطق کوهستانی، پوشش گیاهی، صخره‌ای و سطوح آبی به کاربری شهری تبدیل شده است. از بررسی این مطالعات، می‌توان نتیجه گرفت که در سال‌های اخیر پوشش زمین در سراسر جهان دستخوش تغییرات بسیاری بوده است که این تغییرات به شدت می‌توانند محیط زیست و منابع‌طبیعی زمین را تحت‌تأثیر قرار دهند و این موضوع اهمیت بررسی تغییرات پوشش زمین را دوچندان می‌کند. در مطالعات گذشته، دریاچهٔ ارومیه بیشتر به آشکارسازی تغییرات خطوط ساحلی سنجده شده و به آشکارسازی محیط پیرامونی پرداخته نشده است. در پژوهش حاضر، تحلیلی منسجم برای درک جامع‌تر ازتغییرات دریاچهٔ ارومیه و محیط پیرامون آن به‌منظور کمک به توسعهٔ راهبرهای پایش و مدیریت دریاچه ارائه شده است.

۲- مبانی نظری

۲-۱-کاربری اراضی

پوشش اراضی، مواد فزیکی هر قطعه از سطح زمین است(مانند چمنزار، کوهستان، آب) و کاربری اراضی فعالیت‌های انسانی است که بر روی زمین انجام می‌گیرد(مانند نواحی مسکونی، نواحی تجاری یا صنعتی) کاربری اراضی ترکیبی از پوشش اراضی متنوع است. به عنوان مثال واحد مسکونی یک خانوار از الگوی مواد پوشش اراضی (چمنزار، مواد سازنده ساختمان، درختان) تشکیل شده است. ترکیبی از این سطوح و مشخصه‌های آنها تعیین کننده کاربری اراضی است. در واقع پوشش اراضی مفهومی گسترده داشته و به تمام عوارض پوشاننده سطح زمین گفته می‌شود در حالی که کاربری اراضی انواع بهره برداری از زمین به منظور رفع نیاز های بشری است. بر این اساس می‌توان گفت که انسان و فعالیت‌های او، عامل تشکیل دهنده کاربری اراضی بوده و معیار خوبی برای تفکیک کاربری اراضی از پوشش اراضی می‌باشد. کاربری اراضی محصول تلاش انسان برای رفع نیازهای خود از طبیعت است، بر این اساس کابری ارضی را می‌توان چنین تعریف کرد: "کاربری اراضی مفهومی مرکب از اجتماع، فرهنگ، اقتصاد و عوامل سیاسی یک جامعه است که در گذر زمان شکل می‌گیرد"(فیضی‌زاده، ۱۳۸۶).

۲-۲-اهداف کاربری اراضی

اهداف کاربری زمین را به شرح زیر می‌توان بیان کرد: اهداف محیطی(اهداف محیطی را در راستای جلوگیری از تخریب زمین، برقراری ارتباط و پیوند میان انسان و محیط، حفظ منابع پایدار و تجدید ناپذیر، حفظ میراث تاریخی و فرهنگی، مکان یابی بهینه کانون‌های استقرار جمعیت و فعالیت می‌توان مطرح نمود). اهداف اجتماعی(اهداف اجتماعی در راستای افزایش

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

امکانات، کاهش نابرابری در بهره‌برداری از زمین، ارتقاء کیفیت کاربریهای مسکونی مختلف، زیبا سازی محیط و ناحیه مطرح می‌گردد). اهداف اقتصادی(اهداف اقتصادی کاربری زمین را در راستای بهره وری مناسب و اقتصادی از زمین، تقلیل نابرابریهای اجتماعی، توزیع متوازن منابع و تولید پایدار می‌توان برشمرد). اهداف کالبدی(اهداف کالبدی عبارتست از راستای جلوگیری از تداخل کاربریهای ناسازگار، حفظ تناسب میان کاربریها، تدوین ظوابط و مقررات استقرار کاربریها، توزیع متوازن زیربناها، سازگاری، هماهنگی و نظایر آن (قهفرخی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۳-لزوم استفاده از نقشه های کاربری ارضی

مدیریت منابع محیطی نیازمند اطلاعات کافی از جنبه‌های پیچیده فعالیتهای انسانی و نوع پوشش اراضی موجود در سطح زمین است و کاربری اراضی تنها یکی از جنبه های آن محسوب می‌شود، اما اطلاعات درباره کاربری اراضی اهمیت زیادی دارد چرا که طرح ملی برای غلبه بر توسعه کنترل نشده، کاهش کیفیت محیطی، خسارات اراضی کشاورزی، تخریب اراضی، مخاطرات حیات وحش همه نیازمند آگاهی از نسبت های دقیق کاربری های اراضی است. برای بهبود شرایط زندگی جوامع انسانی یا حفظ جریان رایج آن، اطلاعات کاربری اراضی مورد نیاز در تحلیل فرایندها و مسائل محیطی، بایستی بدست آیند.

۲-۴-آشکارسازی تغییرات

آشکارسازی تغییرات یکی از نیاز های اساسی در مدیریت و ارزیابی منابع طبیعی می‌باشد و در حال حاضر تغییر کاربری زمین به صورت غیر اصولی از مهمترین معضلات کشور می‌باشد زیرا توسعه کاربری ها بدون توجه به شاخص مکانیابی و همجواری صورت پذیرفته است که این امر موجب سیلهای مخرب، آلودگی شهر های بزرگ، از بین رفتن سطح وسیعی از جنگلها، رشد بی رویه شهر ها، فرسایش زمین های کشاورزی، گسترش بیابان ها و کویر ها در اثر استفاده بیش از حد از آن جمله موارد هستند و تهیه نقشه های کاربری و پوشش اراضی به منظور اطلاع از کاربریهای موجود و برنامه ریزی در جهت کاربری های مناسب از جمله اقدامات اساسی برای استفاده بهینه از منابع موجود در روی زمین می‌باشد. استفاده از داده های سنجش از دور کارای موثری در برنامه ریزی و مطالعات مبتنی بر پایش محیط دارند که در گذشته به صورت روشهای میدانی و عکسبردار ی های بزرگ مقیاس صورت می‌گرفت که بدیهی است که روشهای گذشته در جایی ارزشمند بود که تغییرات به یک محل خاص کوچک و قابل دسترس مربوط می‌شد اما در محل‌های وسیع و دور که تغییرات سطحی زیادی را می‌پوشاند و مربوط به دوره های طولانی

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

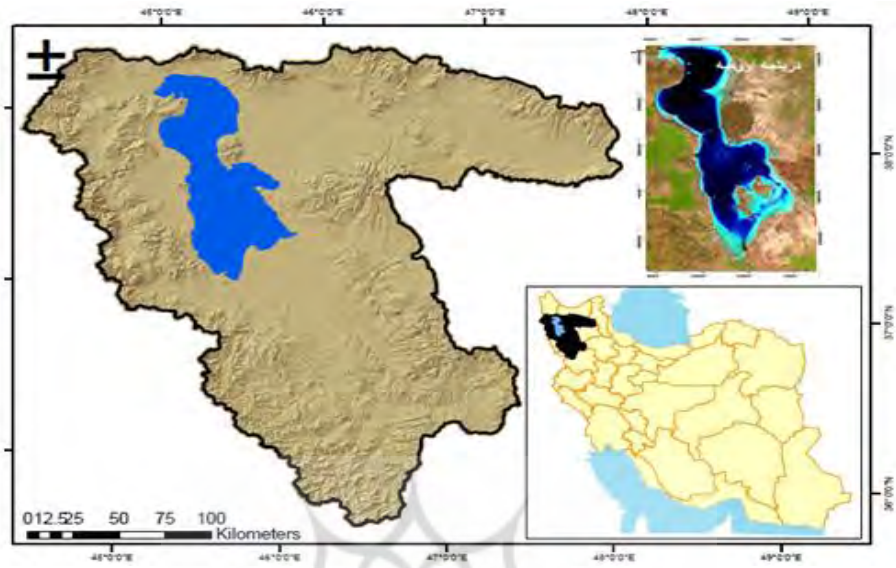
مدت می‌شود ضرورت استفاده از سیستمهایی که بتواند تغییرات جزئی و دقیق را تشخیص دهد وجود دارد. لذا با استفاده از تصاویرچند زمانه‌ای و نقشه‌های رقومی می‌توان تغییرات کاربری اراضی و پیامدهای مربوط به آن را در محیط GIS بررسی کرد و باتوجه به اینکه ماهواره‌ها به صورت دوره‌ای در طول زمانهای متوالی از هر منطقه جغرافیایی تصاویر تهیه می‌نماید بر اساس این ویژگی با داده‌های ماهواره‌ای می‌توان روند تغییرات را با گذشت زمان بررسی نموده و تصمیمات مناسبی را اتخاذ کرد. در این زمینه داده های سنجش از دور ابزار بسیار مهمی برای مطالعه تحولات ایجاد شده کاربرد اساسی دارد زیرا در مشاهدات ماهواره‌ای به علت قدرت تفکیک مکانی بالای این تصاویر و همچنین وجود سری های زمانی تشخیص تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین را در یک ناحیه وسیع آسان می‌نماید. در نتیجه با استفاده از فن آوری سنجش از دور و GIS علاوه بر بهنگام نمودن نقشه های موجود، بهترین ابزار جهت تحلیل های کمی و مدلسازی از فرایند تغییرات به شمار می‌رود و در ضمن در محیط GIS نیز می‌توان به تجزیه و تحلیل داده های مکانی حاصله از فرایند پردازش تصاویر و سایر لایه های تکمیلی اقدام نمود و با انطباق لایه ها مدلسازی نهایی و نقشه حاصله را ایجاد نمود.

۳- روش‌شناسی پژوهش

محدودهٔ مورد مطالعه

دریاچهٔ ارومیه در شمال‌غربی ایران، بزرگ‌ترین و مرتفع‌ترین دریاچهٔ داخلی ایران، است. این دریاچه دربین آذربایجان شرقی و غربی، در گودترین بخش آن، میان کوه‌های سبلان، سهند، میشوداغ، مهاباد، تخت سلیمان و ارتفاعات مرزی ایران و ترکیه واقع‌شده و تنها دریاچهٔ قابل کشتی‌رانی ایران می‌باشد. دریاچهٔ ارومیه پس از بحرالمیت اردن، شورترین دریاچهٔ جهان است. دریاچهٔ ارومیه یکی از چاله‌های تکتونیکی وگودال کشیده‌ای است که در مغرب فلات آذربایجان از شمال به جنوب کشیده شده است که با ابعاد بزرگی، آب‌های حوضه‌ای به مساحت ۳۵۰۰۰ کیلومتر مربع از فلات آذربایجان را به خود اختصاص داده و به‌طور طبیعی موجبات تقسیم آذربایجان به دو قسمت شرقی و غربی را فراهم ساخته است (شکل۱). دریاچهٔ ارومیه بین ۳۷ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۴۶ درجه طول شرقی قرار گرفته است (نادر صفت، ۱۳۹۰).

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020



شکل۱- موقعیت جغرافیایی محدودهٔ مورد مطالعه (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۹)

۴- روش تحقیق

رویکرد حاکم بر پژوهش حاضر توسعه‌ای ـ کاربردی و روش انجام آن توصیفی ـ تحلیلی می‌باشد. با توجه به موضوع تحقیق و در راستای اهداف تعریف شده در این تحقیق از تصویر ماهواره‌ای با مشخصات مندرج در جدول(۱) و نرم‌افزارهای Google Earth، ENVI4.8، ArcGIS10.2 استفاده شده است. برای استفاده از تصاویر ماهواره‌ای جهت اجرای تکنیک‌ها باید تمامی تصاویر، مختصات یکسان داشته باشند. تکنیک‌های سنجش از دور مخصوصاً روش‌هایی که برای طبقه‌بندی کاربری اراضی و آشکارسازی تغییرات استفاده می‌شود، معمولاً بر اساس پیکسل‌های مشابه در تصاویر چندزمانه پایش و تحلیل می‌شوند؛ از این‌رو اگر در مرحلهٔ پیش‌پردازش و تصحیحات، تصاویر به نحو شایسته‌ای تصحیح هندسی و رادیومتریک نشوند، دقت تحقیق کاهش می‌یابد (ربیعی، ۱۳۸۴). بدین ترتیب، تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰، ۲۰۱۶، ۲۰۱۹م با برداشت ۲۰ نقطهٔ کنترل از سطح تصویر با روش تصویربه‌تصویر با خطای RMS معادل۰/۴۲ پیکسل زمین مرجع گردیدند. در تصحیح هندسی، سعی گردید که نقاط کنترل زمینی از پراکنش مناسبی در سطح تصویر برخوردار باشد؛ تا مدل ریاضی که برای محاسبه ضرایب مجهول در معادلهٔ مورد استفاده قرار می‌گیرد، خطای کمتری داشته باشد. برای تبدیل مختصات تصویر تصحیح‌شده به تصویر تصحیح‌نشده، از تابع درجهٔ دوم استفاده گردید و برای نمونه‌گیری مجدد ارزش

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

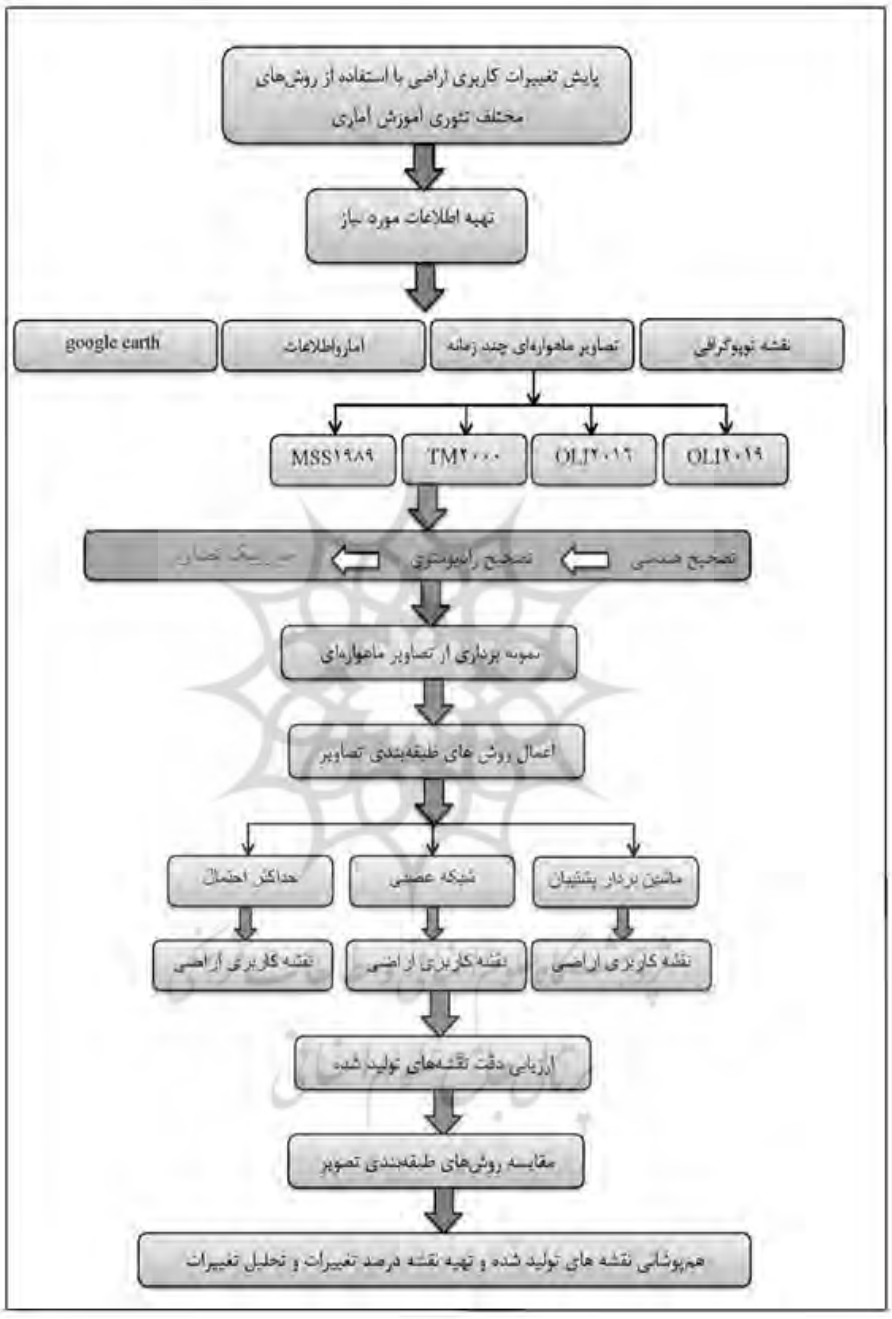
پیکسل‌های تصویر تصحیح نشده از روش نزدیک‌ترین همسایه استفاده شد و سعی گردید تا خطاهای RMS تا حد امکان یکی باشد. در این مطالعه، از روش کاهش ارزش عددی پیکسل‌های تیره برای تصحیح رادیومتری تصاویر استفاده شده است. در این روش، یک مقدار ثابتی از ارزش کل پیکسل‌ها در یک باند مشخص کاسته می‌شود تا تصحیحات رادیومتری بر روی هر تصویر ماهواره‌ای اعمال شود. در مرحلهٔ بعد، به علت واقع‌شدن محدودهٔ مورد مطالعه در دو زن (۳۴-۱۶۸ ۳۴-۱۶۹) تصاویر موزاییک[1]شدند. سپس با استفاده از بازدیدهای میدانی و دستگاه موقعیت یاب جهانی، نمونه‌های تعلیمی برای هر کاربری (دریاچه، کشاورزی، شورزار، سایر اراضی) در محدودهٔ مورد مطالعه مشخص شد. گفتی است با توجه به اینکه برداشت نقاط کنترلی در سال ۱۳۹۹ انجام شده و تصاویر مورد استفاده مربوط به سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹م می‌باشد، امکان تغییراتی در کاربری اراضی بین این مقطع زمانی وجود داشت. بنابراین نقاط به‌صورت بصری با تصاویر مورد استفاده مقایسه شد و برخی از آن‌ها که مشکوک به تغییر کاربری بود حذف گردید. تعدادی از نقاط برداشت شده به‌منظور آموزش و مابقی برای صحت سنجی طبقه‌بندی انجام شده مورد استفاده قرار گرفتند. در این تحقیق، طبقه‌بندی با استفاده از سه الگوریتم نظارت‌شده (شبکهٔ عصبی، ماشین بردار پشتیبان، حداکثر احتمال) تهیه گردید. به‌منظور بررسی دقت و صحت طبقه‌بندی تصاویر از معیارهای ارزیابی (دقت تولیدکننده، دقت کاربر، صحت کلی، ضریب کاپا) استفاده شد. پس از طبقه‌بندی، نقشهٔ تغییرات رخ‌داده در منطقه تهیه شد و پهنه‌های تغییر یافته دردورهٔ تحقیق مشخص و معرفی شدند. شکل (۲) نمودار جریانی مراحل تحقیق را نشان می دهد.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۹)

تصویر image	سنجنده Sensor	تاریخ به میلادی Data/ ad		شمارهٔ ردیف row	شمارهٔ گذر pass	
Landsat	MSS	1989/05/4	1989/05/2	34	169	168
Landsat	TM	2000/04/15	2000/04/11	34	168	168
Landsat	OLI	۲۰۱۶/۰۷/۸	۲۰۱۶/۰۷/۶	34	168	168
Landsat	OLI	2019/04/10	2019/04/12	34	168	168

1. Mosaicking

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020



شکل۲- مدل مفهومی پژوهش (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۹)

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

پیش‌پردازش تصاویر

مرحلهٔ پیش‌پردازش داده‌ها، یکی از مهم‌ترین مراحل در پردازش تصاویر است، چرا که تمامی محاسبات بعدی براساس تصویر تولیدی در این مرحله انجام می‌گیرد. نوع و نحوهٔ انجام این عملیات بسته به عوامل مختلفی چون نوع داده‌های مورد استفاده و هدف تحقیق، متغیر خواهد بود (چاندر[1] و همکاران، ۲۰۰۹).

تصحیح هندسی

برای تصحیح هندسی تصاویر ماهواره‌ای معمولاً از دو روش استفاده می‌شود. اگر لازم باشد تصاویر به صورت منفرد مورد استفاده قرار گیرند، از روش ثبت تصویر به نقشه[2] استفاده می‌شود و اگر قرار باشد که از تصاویر چندزمانه استفاده شود، از روش ثبت تصویر به تصویر[3] استفاده می‌شود (علوی‌پناه، ۱۳۸۴). در این تحقیق، از روش دوم استفاده شده است به این صورت که تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰، ۲۰۱۶، ۲۰۱۹م با برداشت ۲۰ نقطه کنترل از سطح تصویر با روش تصویربه‌تصویر با خطای RMS معادل ۰/۴۲ پیکسل زمین مرجع گردیدند. در تصحیح هندسی، سعی گردید که نقاط کنترل زمینی از پراکنش مناسبی در سطح تصویر برخوردار باشد؛ تا مدل ریاضی که برای محاسبهٔ ضرایب مجهول در معادلهٔ مورد استفاده قرار می‌گیرد، خطای کمتری داشته باشد. برای تبدیل مختصات تصویر تصحیح‌شده به تصویر تصحیح‌نشده، از تابع درجهٔ دوم استفاده گردید و برای نمونه‌گیری مجدد ارزش پیکسل‌های تصویر تصحیح‌نشده از روش نزدیک‌ترین همسایه استفاده شد و سعی گردید تا خطاهای RMS تا حد امکان یکی باشد.

تصحیح اتمسفری

گام اول در تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی، انجام تصحیحات اتمسفری بر روی تصاویر می‌باشد. ارزش عددی هر پیکسل در تصاویر حاصل از سنجش از دور، ثبت واقعی تابندگی سطح زمین نیست، زیرا بر اثر جذب، بازتابش‌ها تضعیف‌شده و یا اینکه بر اثر پراکنش، مسیر آن تغییر می‌کند. بر این اساس، تصحیحات اتمسفری بر روی تصاویر انجام می‌شود. در این مطالعه، از روش کاهش ارزش عددی پیکسل‌های تیره برای تصحیح اتمسفری تصاویر استفاده شده است. در این روش، یک

1. Chander
2. Image to Map Registration
3. Image to Image Registration

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

مقدار ثابتی از ارزش کل پیکسل‌ها در یک باند مشخص کاسته می‌شود تا تصحیحات اتمسفری بر روی هر تصویر ماهواره‌ای اعمال شود (چاوز[1]، ۱۹۸۸).

طبقه‌بندی تصاویر

جهت تهیهٔ نقشه کاربری اراضی، از روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شدهٔ شبکهٔ عصبی، ماشین بردار پشتیبان، حداکثر احتمال استفاده گردید. به این ترتیب که برای کاربری‌های موجود در منطقه با استفاده از بازدیدهای میدانی و دستگاه موقعیت‌یاب جهانی نمونه‌های تعلیمی برای هر کاربری در منطقه تهیه گردید. بخشی از نمونه‌ها جهت آموزش تصویر ماهواره‌ای و بخشی از آن برای برآورد صحت نتایج حاصل از الگوریتم‌های طبقه‌بندی مذکور به‌کار گرفته شده است.

معیارهای ارزیابی دقت و صحت طبقه‌بندی

در این تحقیق به‌منظور بررسی دقت و صحت طبقه‌بندی تصاویر از معیارهای ارزیابی به شرح زیر استفاده شد:

۱- ماتریس خطا

در این روش، فایل نمونه‌برداری که متشکل از ارزش‌های تمامی پیکسل‌های کلاس‌های تعریف شده است، با تصویر طبقه‌بندی شده حاصل از همان فایل استفاده شده تلاقی داده می‌شود. در این صورت، تک‌تک پیکسل‌های نمونه‌برداری شده باکلاس‌های طبقه‌بندی‌شده تلاقی می‌یابد؛ درنتیجه امکان بررسی صحت طبقه‌بندی پیکسل‌ها فراهم می‌گردد (علوی‌پناه، ۱۳۸۲). به‌منظور تعیین دقت طبقه‌بندی، برداشت زمینی موقعیت کاربری‌ها با GPS انجام گرفت که به‌عنوان داده‌های مرجع برای مقایسه با تصویر طبقه‌بندی شده به‌کار گرفته شد. همچنین از موارد طبقه‌بندی شده و کلاس‌های مشابه هم برداشت به عمل آمد و جدول ماتریس خطا تشکیل گردید.

۲- دقت کلی

میانگینی از دقت طبقه‌بندی است که نسبت پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به جمع کل پیکسل‌های معلوم را نشان می‌دهد. دقت کلی طبق رابطهٔ (۱۶) محاسبه می‌شود. که در آن C: تعداد کلاس ها N: تعداد کل پیکسل‌های معلوم E_{ii}: اعضای قطری ماتریس خطا

$$O.A = \frac{\sum_{n=1}^{c} E_{ii}}{N} \times 100 \qquad \text{رابطهٔ (16)}$$

1. chavez

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

۳- دقت تولیدکننده و کاربر

دقت تولیدکننده، احتمال اینکه طبقه‌بندی کنندهٔ پیکسلی را به یک کلاس خاص نسبت داده باشد در صورتی که کلاس واقعی آن مشخص باشد، را بیان می‌کند. به بیان دیگر نسبت عنصر قطری هر کلاس به جمع مقادیر هر ستون (هر کلاس) می‌باشد. در صورتی که دقت کاربر احتمال طبقه‌بندی یک کلاس خاص مطابق با همان کلاس در نقشه واقعیت زمینی را بیان می‌کند. به بیان دیگر نسبت پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی‌شده به مجموع پیکسل‌های یک سطر(کلاس) می‌باشد (اکبری و شکاری، ۱۳۹۲).

۴- ضریب کاپا

ضریب کاپا یکی دیگر از پارامترهای دقت است که از ماتریس خطا استخراج می‌شود و دقت طبقه‌بندی را نسبت به یک طبقه‌بندی کاملاً تصادفی محاسبه می‌کند (فاطمی رضایی، ۱۳۸۹). این ضریب با استفاده از رابطهٔ (۱۷) به‌دست می‌آید:

نقاط واقعیت زمینی با تصویر طبقه‌بندی شده مقایسه و ضریب کاپا برای هر طبقه و کاپای کلی محاسبه می‌شود. هرقدر ضریب کاپا به یک نزدیک‌تر نشان‌دهندهٔ صحت بالای طبقه‌بندی است (سینگ و پونیا،۲۰۱۸).

$$k = \frac{N\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r} x_{i+}x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^{r} x_{i+}x_{+i}} \qquad \text{رابطهٔ}(17)$$

در این معادله، N تعداد کل پیکسل‌های واقعیت زمینی (پیکسل‌های نمونه تعلیمی) r تعداد ردیف‌های جدول خطا، x_{ii} تعداد مشاهدات مربوط به ردیف i و ستون i، (در روی قطر بزرگ)، x_{i+} مشاهدات در ردیف i و x_{+i} کل مشاهدات در ستون i است.

۵- آشکارسازی تغییرات

پس از اینکه نقشه کاربری اراضی هر دوره استخراج شد، اقدام به تهیهٔ نقشه‌های آشکارسازی تغییرات شد. در تهیهٔ نقشه‌های تغییرات، نقشه‌های کاربری اراضی هر دوره با هم مقایسه و در مجموع ۳ نقشه تولید شد. پس از اینکه نقشه‌های تغییرات هر دوره تهیه شد نسبت به محاسبه مساحت هر یک از کلاس‌های کاربری اراضی اقدام شد.

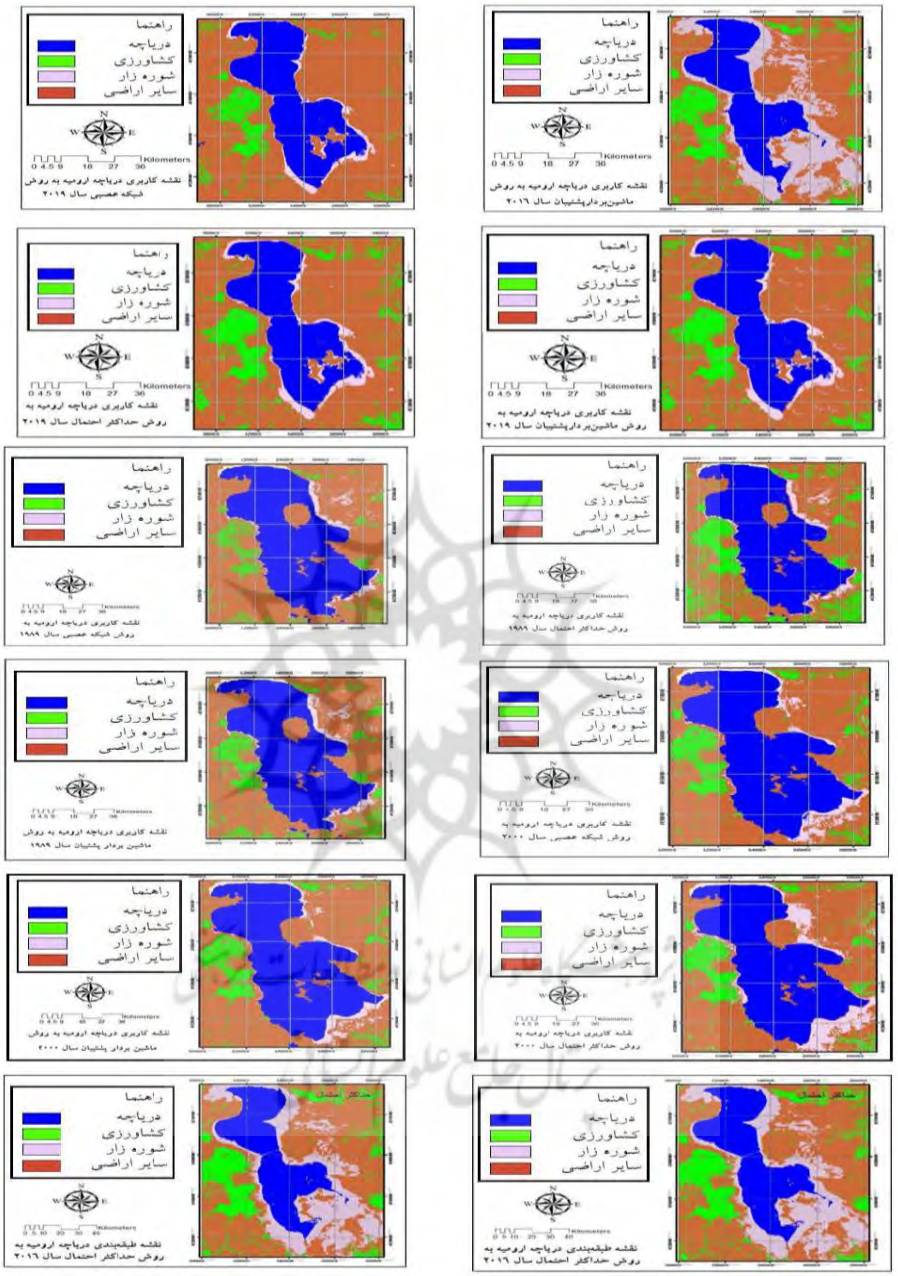
Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

نتایج و بحث

پس از اعمال الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده، بر روی تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹م نقشه‌های کاربری اراضی تهیه گردید (شکل۵). سپس دقت طبقه‌بندی ها مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام این کار نمونه‌های تعلیمی از سطح منطقهٔ مورد مطالعه جمع‌آوری شده است. پس از پیاده‌سازی نمونه‌های تعلیمی بر سطح تصویر، ماتریس خطای طبقه‌بندی، مشخصات آماری دقت تولیدکننده، دقت استفاده‌کننده، صحت کلی و ضریب کاپا برای هر کدام از کلاس‌ها تعیین گردید. نتایج حاصل در جدول(۲) ارائه شده است. سپس مساحت هریک از کلاس‌های کاربری اراضی محاسبه گردید و در شکل (۶) ارائه شده است. نتایج حاصل از آنالیزهای آماری ضرائب صحت نشان داد که که روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان با ضریب کاپای۹۹،۵۷ درصد در مقایسه با سایر روش‌ها دارای دقت بیشتری می‌باشد. پس از تهیهٔ نقشه کاربری اراضی نقشه تغییرات کاربری اراضی تهیه گردید شکل(۷). پس از اینکه نقشه‌های تغییرات هر دوره تهیه شد نسبت به محاسبهٔ مساحت هر یک از کلاس‌های کاربری اراضی اقدام شد. نتایج حاصل از تغییرات هر کاربری در شکل(۸) آورده شده است.

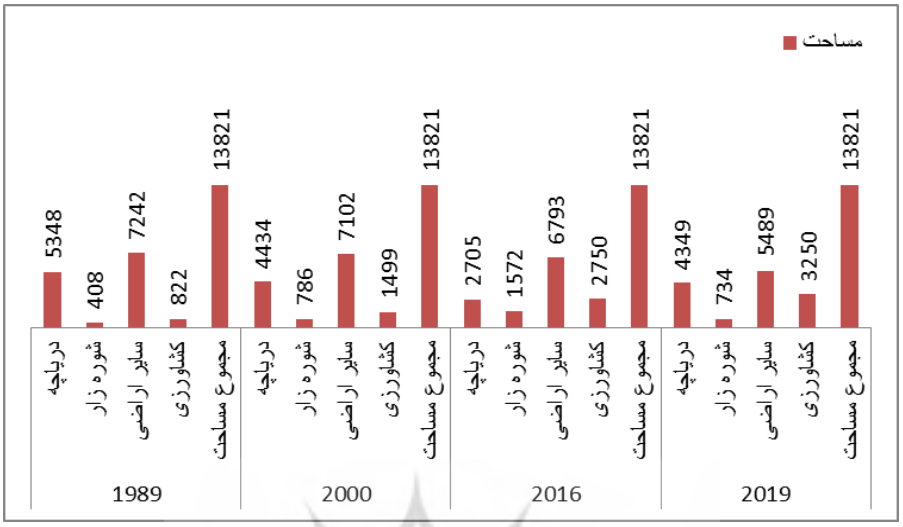
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020



شکل۳- نقشه‌های کاربری تولید شده با استفاده از سه روش حداکثر احتمال، شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان برای سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹ (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۹)

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020



شکل۴- مساحت طبقه‌های مختلف کاربری اراضی(کیلومتر مربع) (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۹)

مقایسه روش‌ها در ارزیابی طبقه‌بندی:

در این مطالعه، از سه روش طبقه‌بندی نظارت شده (شبکهٔ عصبی، ماشین‌بردار پشتیبان و حداکثر احتمال) جهت استخراج نقشهٔ کاربری اراضی استفاده شده است. با انجام مقایسهٔ دقت طبقه‌بندی حاصل از روش‌های ذکر شده جدول(۲) مشخص گردید که روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان با ضریب کاپای۹۹/۷۵ درصد نسبت به سایر روش‌ها دارای دقت بیشتری می‌باشند. با توجه به نتایج گرفته شده هر دو روش طبقه‌بندی ماشین بردارپشتیبان و شبکهٔ عصبی روش‌هایی دقیق برای استخراج کاربری‌های اراضی و در تفکیک پدیده‌هایی که رفتار طیفی نزدیک دارند بسیار موفق عمل می‌کنند و به‌خصوص ماشین بردار پشتیبان که اندکی موفق ترعمل کرد.

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

جدول ۲- ضرائب صحت الگوریتم‌های طبقه‌بندی در محدودهٔ مورد مطالعه

سال	روش طبقه‌بندی	نوع کاربری اراضی	دقت تولید کننده	دقت کاربر	صحت کلی	ضریب کاپا
سال ۱۹۸۹	ماشین بردار پشتیبان	دریاچه	100	100	99.98	0.9997
		اراضی کشاورزی	100	100		
		شوره‌زار	99.93	100		
		سایر اراضی	100	99.95		
	شبکه عصبی	دریاچه	100	100	0.9989	0.9985
		اراضی کشاورزی	100	100		
		شوره‌زار	99.58	100		
		سایر اراضی	100	99.73		
	حداکثر احتمال	دریاچه	100	100	0.9984	0.9977
		اراضی کشاورزی	100	100		
		شوره‌زار	99.44	99.93		
		سایر اراضی	99.95	99.64		
۲۰۰۰	ماشین بردار پشتیبان	دریاچه	100	99.11	99.23	0.9831
		اراضی کشاورزی	93.17	89.16		
		شوره‌زار	92.82	99.76		
		سایر اراضی	99.54	99.42		
	شبکه عصبی	دریاچه	99.81	99.95	99.10	0.9758
		اراضی کشاورزی	99.26	47.79		
		شوره‌زار	100	18.53		
		سایر اراضی	98.89	99.95		
	حداکثر احتمال	دریاچه	100	97.83	95.24	0.9133
		اراضی کشاورزی	86	30.49		
		شوره‌زار	98.56	96.02		
		سایر اراضی	90.42	99.38		

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۹)

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

ادامهٔ جدول ۲- ضرائب صحت الگوریتم‌های طبقه‌بندی در محدودهٔ مورد مطالعه

سال	روش طبقه‌بندی	نوع کاربری اراضی	دقت تولید کننده	دقت کاربر	صحت کلی	ضریب کاپا
۲۰۱۶	ماشین بردار پشتیبان	دریاچه	99.94	100	99.72	0.9957
		اراضی کشاورزی	98.74	97.17		
		شوره‌زار	100	99.48		
		سایر اراضی	99.28	99.83		
	شبکه عصبی	دریاچه	98.42	99.99	99.12	0.9866
		اراضی کشاورزی	98.71	98.33		
		شوره‌زار	100	99.92		
		سایر اراضی	99.79	97.47		
	حداکثر احتمال	دریاچه	98.41	99.97	99.07	0.9858
		اراضی کشاورزی	98.31	98.11		
		شوره زار	99.88	99.95		
		سایر اراضی	99.77	97.37		
۲۰۱۹	ماشین بردار پشتیبان	دریاچه	100	99.90	99.51	0.9765
		اراضی کشاورزی	91.45	90.86		
		شوره‌زار	99.07	99.98		
		سایر اراضی	99.71	99.74		
	شبکه عصبی	دریاچه	99.73	100	99.42	0.9650
		اراضی کشاورزی	99.23	61.79		
		شوره‌زار	99.85	99.52		
		سایر اراضی	99.40	99.97		
	حداکثر احتمال	دریاچه	99.85	99.99	99.39	0.9634
		اراضی کشاورزی	97.08	60.74		
		شوره‌زار	99.20	99.77		
		سایر اراضی	99.39	99.95		

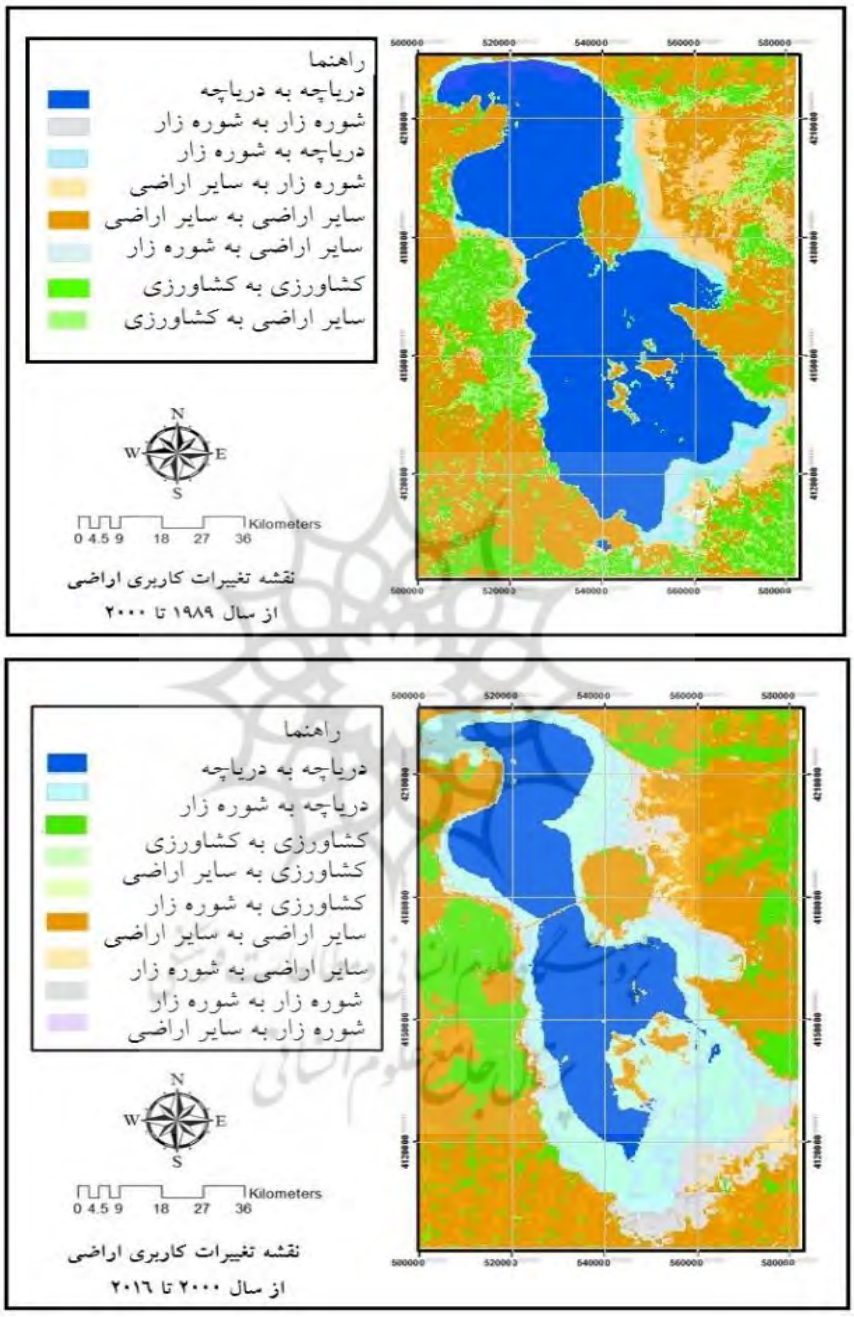
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۹)

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

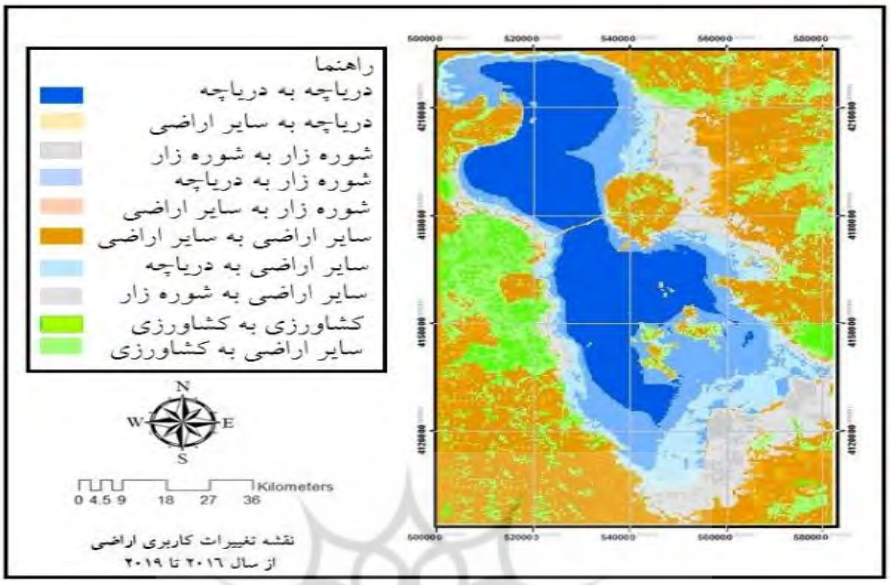
تغییرات کاربری اراضی

پس از اینکه نقشهٔ کاربری اراضی هر دوره استخراج شد، اقدام بـه تهیـهٔ نقشـه‌هـای آشکارسـازی تغییرات شد. در تهیهٔ نقشه‌های تغییرات، نقشه‌های کاربری اراضی هردوره بـا هـم مقایسـه و در مجموع ۳ نقشه تولید شد. پس از اینکه نقشه‌های تغییرات هر دوره تهیه شد نسبت بـه محاسـبهٔ مساحت هریک از کلاس‌های کاربری اراضی اقدام شد. بررسی تغییـرات محـدودهٔ دریاچـهٔ ارومیـه مشخص می‌کند که با مقایسهٔ سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰م، مساحت دریاچـه ۹۱۵ کیلـومتر مربـع کاهش و در طی همان مدت مساحت کاربری شوره‌زار ۳۷۸ کیلومتر مربع افزایش یافتـه اسـت. از طرف دیگر، فعالیت کشاورزی در پیرامون دریاچه ۶۷۷ کیلومتر مربع افـزایش یافتـه اسـت. رونـد کاهشی مساحت دریاچهٔ ارومیه، طی دورهٔ ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶م شدت یافته بـه‌طـوری کـه مسـاحت دریاچه از حدود ۴,۴۳۴ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۰م به ۲,۷۰۵ کیلومتر مربع در سـال ۲۰۱۶م کاهش یافته است. همچنین کاربری کشاورزی ۱,۲۵۱ کیلومتر مربع افزایش داشـته اسـت. رونـد رشد کاربری کشاورزی در مقایسهٔ با گذشته نشان می‌دهد که فعالیـت‌هـای نسـنجیدهٔ اقتصـادی عاملی تأثیرگذار در برداشت آب‌های زیرزمینی و کاهش منبع تغذیهٔ دریاچـهٔ ارومیـه بـوده اسـت. بهره‌برداری بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی، حفر چاه‌های بی‌شمار و بـدون نظـارت و برداشـت بی‌رویه از سفره‌های آبی برای مصارف خـانگی، صـنعتی و کشـاورزی باعـث پـایین رفـتن سـطح ایستابی و کاهش میزان تغذیهٔ دریاچه از طریق جریانـات سـطحی و آب‌هـای زیرزمینـی و تـأثیر گذاری شدید این عامل در روند خشک‌شـدن دریاچـهٔ ارومیـه شـده اسـت افـزون بـرآن، سـاخت سدهای فراوان در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ ارومیه عامل تشـدیدکننـدهٔ کـاهش میـزان آب ورودی بـه دریاچه بوده است (مالیان و همکاران، ۱۳۹۵). سـطح دریاچـه سـال ۲۰۱۶ تـا ۲۰۱۹م بـه دلیـل بارش‌های شدید مقطعی دارای ۱۶۴۴ کیلومتر مربع افزایش مساحت آبـی بـوده اسـت. تغییـرات دریاچهٔ ارومیه در سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰- ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ و ۲۰۱۶ – ۲۰۱۹م در شـکل(۷) و مساحت تغییرات در جدول (۳) ارائه شده است.

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020



Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020



شکل۵- نقشه‌های تغییر کاربری اراضی دریاچه ارومیه طی سال‌های مورد مطالعه

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۹)

جدول۳- مساحت تغییرات طبقه های مختلف کاربری اراضی (کیلومتر مربع)

سال‌های مورد مطالعه	کاربری	مساحت
۲۰۰۰- ۱۹۸۹	دریاچه	-915
	شوره زار	378
	سایر اراضی	-140
	کشاورزی	677
۲۰۱۶- ۲۰۰۰	دریاچه	-1729
	شوره زار	786
	سایر اراضی	-309
	کشاورزی	1251
۲۰۱۹- ۲۰۱۶	دریاچه	1644
	شوره زار	-838
	سایر اراضی	-1304
	کشاورزی	500

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۹)

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

نتیجه‌گیری

اطلاعات به‌هنگام و دقیق در مورد پوشش اراضی، مورد نیاز تصمیم‌گیران و محققان در همهٔ سطوح است. با تحقیق و مشاهدات صحرایی و استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با صرف کمترین وقت و هزینه می‌توان نقشه پوشش اراضی تولید کرد. امروزه برای تهیه نقشه‌های کاربری زمین‌ها، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و روش‌های کمی در علم سنجش از دور بسیار معمول است. در این تحقیق ابتدا از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده (MSS-TM-OLI) استفاده و نقشهٔ کاربری اراضی دریاچهٔ ارومیه و پیرامون آن با اعمال طبقه‌بندی نظارت شده (ماشین بردارپشتیبان، شبکه عصبی و حداکثر احتمال) استخراج شد. مقایسهٔ روش‌های طبقه‌بندی تصاویر نشان داد روش ماشین بردارپشتیبان با توجه به صحت کلی و ضریب کاپای بیشتر دارایه دقت طبقه‌بندی بیشتری نسبت به دو روش دیگر می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که تصاویر ماهواره‌ای از قابلیت بی‌مانندی برای استخراج کاربری‌های اراضی برخوردارند. همچنین، به منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی، نقشه‌های کاربری استخراجی از تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹م باهم مقایسه شدند. بررسی نقشه‌های کاربری اراضی در سه دورهٔ ذکر شده، تغییرات بارزی را در پوشش اراضی نشان داد این تغییرات عبارتند از: مساحت کاربری کشاورزی از سال ۱۹۸۹ تا سال ۲۰۱۹م افزایش چشمگیری داشته که دلیل آن مساعد بودن منطقه برای زراعت، حفر چاه های متعدد و استفاده از سفرهٔ آب زیرزمینی بوده است. تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره لندست نشان داد که طی سال‌های مورد مطالعه نوسان‌های قابل ملاحظه‌ای در سطح آب دریاچه رخ داده است. به‌طوریکه تغییرات سطح آب دریاچهٔ ارومیه از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۶ از ۵,۳۴۸ به حدود ۲,۷۰۵ کیلومتر مربع رسیده است. اما از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹م به دلیل بارش‌های شدید مقطعی دارای۱,۶۴۴ کیلومتر مربع افزایش مساحت آبی بوده است. همچنین تصاویر نشان می‌دهد که خطوط ساحلی به‌ویژه در شرق و جنوب‌شرقی منطقه مورد مطالعه پسروی بسیار قابل توجهی را دارد. به‌طوری که از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰م مساحت این کاربری ۳۷۸کیلومترمربع افزایش داشته است. همچنین طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶م مساحت آن همچنان روند صعودی داشته و به ۷۸۶کیلومتر مربع افرایش یافته است. اما به دلیل افزایش بارندگی مقطعی طی سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹م میزان آب دریاچه افزایش یافته و قسمتی از شوره‌زارها به زیر آب رفته‌اند و مساحت کاربری شوره‌زار ۸۳۸ کیلومتر مربع کاهش پیدا کرده است. دلیل دقت بالای الگوریتم SVM نسبت به دیگر روش‌ها را می توان این طور بیان کرد که این روش از لحاظ محاسباتی سریع بوده و همچنین از قوانین بهینه‌سازی جهت مکانیابی مرزهای بهینه‌بین کلاسه‌های کاربری استفاده می‌کند. در نتیجه جایگزین مناسبی برای سایر الگوریتم های معمول طبقه‌بندی می‌باشند. از

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

مزایای دیگر این روش توانایی بالا در استفاده از نمونه‌های تعلیمی کمتر و رسیدن به دقت بالاتر در مقایسه با سایر روش‌های طبقه‌بندی است. از جمله قابلیت‌های ماشین بردار پشتیبان، توانایی غلبه بر مشکل توزیع غیر خطی داده‌های آموزشی است. در این حالت با استفاده از توابع کرنل، داده‌ها به فضایی با بُعد بزرگتر انتقال می‌یابند که در آن تفکیک‌پذیری بهتر انجام می‌شود و ابررویه جداکننده در آن فضا تعیین می‌شود. برای محاسبه مرز تصمیم‌گیری دو کلاس کاملاً جدا از هم، از روش حاشیهٔ بهینه استفاده می‌شود. این حاشیه به گونه‌ای محاسبه می‌شود که تمام نمونه‌های کلاس ۱+ در یک طرف مرز و تمام نمونه‌های کلاس ۱- در طرف دیگر مرز واقع شوند و مرز تصمیم‌گیری به‌گونه‌ای می‌باشد که فاصلهٔ نزدیک‌ترین نمونه‌های آموزشی هر دو کلاس از هم در راستای عمود بر مرز تصمیم‌گیری تا جایی که ممکن است حداکثر شود، اگر بخواهیم مرز تصمیم‌گیری را به‌طور موازی توسط دو خط از دو طرف گسترش دهیم تا از بین نزدیکترین نمونه های دو کلاس بگذرد مرز تصمیمگیری بهینه (hyperplane Optimal)به وجود می‌آید که مرزی است که بیشترین فاصله بین نمونه‌های دو کلاس وجود دارد. آن دو خط موازی را مرز حاشیه ای (hyperplanes Marginal)می‌نامیم.

منابع

– آرخی، صالح. ادیب نژاد، (۱۳۹۰). ارزیابی کارایی الگوریتم‌های ماشین بردار جهت طبقه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ETM لندست (مطالعه موردی :حوزه سد ایلام)، *فصلنامهٔ علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*.

- اکبری، علی .شکاری، الهه (۱۳۹۲). پردازش و استخراج اطلاعات از داده‌های ماهواره‌ای با استفاده از نرم‌افزار ENVI با نمونه‌های کاربردی در علوم زمین، نقشه‌برداری، *جغرافیا و محیط‌زیست*، انتشارات ماهواره، جلد اول.

- دهستانی، غلامرضا (۱۳۷۷). طبقه‌بندی تصاویر چندطیفی سنجش از دور با استفاده از شبکهٔ عصبی، *پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد*، دانشگاه تربیت‌مدرس.

- رضائی مقدم، محمد حسین. ولی‌زاده کامران، خلیل. رستم‌زاده، هاشم. رضائی، علی(۱۳۹۱). ارزیابی کارایی داده‌های سنجنده MODIS در برآورد خشکسالی (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبریز دریاچهٔ ارومیه)، *جغرافیا و توسعه پایدار محیط*، شمارهٔ ۵، صص ۵۲ـ۳۷.

- ربیعی، حمیدرضا. ضیائیان، پرویز. محمدی، عباسعلی (۱۳۸۴). کشف و بازیابی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر اصفهان به کمک سنجش از دور وسیستم اطلاعات جغرافیایی، *فصلنامهٔ مدرس علوم انسانی*، شمارهٔ۴، صص۳۲ـ۱۹.

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

- سنجری، صالح. برومند، ناصر (۱۳۹۲). پایش تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در سه دههٔ گذشته با استفاده از تکنیک سنجش از دور(مطالعهٔ موردی:منطقهٔ زرند استان کرمان)، *مجلهٔ کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی*، سال چهارم، شمارهٔ ۱، صص ۶۷ـ۵۷.

- سادات ابراهیمی، فریده و اردوان کمالی (۱۳۹۶).«پیش‌بینی تغییرات احتمالی کاربری اراضی دشت جوپار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ایCA-Markov». *نشریهٔ پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک*، ۲۴. صص ۲۹۵ـ۲۷۱.

- شمسی‌پور، علی اکبر؛ حیدری، سوسن و کیوان باقری (۱۳۹۶). «پایش روند تغییرات پوشش زمین در شهر کرمانشاه با مدل مارکوفCA » . *پژوهش های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، صص ۵۱۴ـ۴۹۵.

- شنایی، هویزه. زارعی، حیدر (۱۳۹۵). بررسی تغییرات کاربری اراضی طی دو دههٔ دوره زمانی (مطالعهٔ موردی: حوزهٔ آبخیز ابوالعباس)، *پژوهشنامهٔ مدیریت حوزهٔ آبخیز*، شماره۱۴، صص۲۳۷ـ۲۴۴.

- علی محمدی، عباس؛ موسیوند، علی جعفر و شایان سیاوش (۱۳۸۹).«پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل زنجیزه مارکوف» *نشریهٔ برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. د ۱۴. ش ۳. صص ۱۱۷ـ۱۳۰.

- عبدالهی، علی اصغر؛ خبازی، مصطفی و درانی زهرا (۱۳۹۹). «مدلسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون(مطالعه موردی: شهر لاهیجان)» *نشریهٔ برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. د ۲۴. ش ۱،صص ۴۹ـ۷۹.

- علوی‌پناه، سیدکاظم(۱۳۹۷). کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، *انتشارات دانشگاه تهران*، ص ۴۹۶.

- فاطمی، سید باقر. رضایی، یوسف (۱۳۸۹). *مبانی سنجش از دور*، چاپ دوم، انتشارات آزاده، تهران.

- فتحیان، فرشاد.مرید، سعید(۱۳۹۱). بررسی متغییرهای هواشناسی و هیدرولوژیکی حوضهٔ دریاچهٔ ارومیه با استفاده از روش‌های غیر پارامتری، *مجلهٔ تحقیقات آب و خاک ایران*، صص۲۵۹ـ۲۶۹.

- قربانی، مهدی. نظری سامانی، علی اکبر . کوهبنانی، حمیدرضا. اکبری ؛ فاطمه ؛ جلیلی پروانه، زهرا(۱۳۸۹). ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی حوزهٔ آبخیز طالقان، *مجموعهٔ مقالات چهارمین کنگرهٔ بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام*، زاهدان.

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

- کشاورز، احمد و قاسمیان یزدی، محمد حسین (۱۳۸۴). یک الگوریتم سریع مبتنی‌بر ماشین بردار پشتیبان برای طبقه بندی تصاویر ابر طیفی با استفاده از همبستگی مکانی، *نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران*. صص۳۷ـ۴۴.

- مالیان، عباس. محمدی، علی. محمدی، عباس علی. ولی‌اللهی، جلال (۱۳۹۵).آشکارسازی و پیش‌بینی روند تغییرات دریاچهٔ ارومیه و محیط پیرامونی آن طی نیم قرن گذشته برپایهٔ تحلیل‌های مکان مبنای دورکاوی، هیدروژئومورفولوژی. شمارهٔ۹، صص۴۳ـ۶۲.

- مسیبی، مرضیه.ملکی، محسن(۱۳۹۳). پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعهٔ موردی شهرستان اردبیل)، *فصلنامهٔ سنجش از دور و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*. سال پنجم، شمارهٔ۱.

- محمدیاری، فاطمه. پورخباز، حمیدرضا. توکلی، مرتضی. اقدر، حسین (۱۳۹۳). تهیهٔ نقشهٔ پوشش گیاهی و پایش تغییرات آن با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعهٔ موردی: شهرستان بهبهان)، *فصلنامهٔ علمی_ پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر*، دورهٔ ۲۳، شمارهٔ۹،صص ۲۳ـ۳۴.

- محمدی، مجید؛ امیری، مجتبی و جعفر دستورانی (۱۳۹۴).«مدلسازی و بررسی تغییرات کاربری اراضی شهرستان رامیان در استان گلستان». *نشریهٔ برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. ج ۱۹. د ۱۹. ش ۴. صص ۱۴۱ـ۱۵۸.

- نادر صفت، محمد حسین (۱۳۹۰). ویژگی‌های ژئومورفولوژی دریاچهٔ ارومیه وتأثیرآن در اکوسیستم این منطقه، *مجلهٔ دانشنامهٔ جغرافیا*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

- یوسفی، صالح. مرادی، سید حسینی. میرزایی، سمیه (۱۳۹۰). پایش تغییرات کاربری اراضی ، *مریوان مجلهٔ کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی*، سال چهارم، شمارهٔ ۱،صص.۹۷ـ۱۰۵.

- Arekhi, S., and Adibnejad, M. (2011). Efficiency assessment algorithms, support vector machines to classify land use and desertification of pasture research, the eighteenth year, No. 3(44). (In Persian).

- Akbari, Ali. Shakari, Elahe (2013). Processing and extracting information from satellite data using ENVI software with applied examples in Earth Sciences, Mapping, Geography and Environment, Satellite Publications, Volume One. (In Persian).

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

- -Ali Mohammadi, Abbas; Musavand, Ali Jafar and Shayan Siavash (2010). "Predicting land use change and land cover using satellite images and Markov chain model" Journal of Spatial Planning and Planning. (In Persian).
- - Abdollahi, Ali Asghar; Khabazi, Mostafa and Durrani Zahra (1399). "Modeling Land Use Change Using Perspective Neural Network (Case Study: Lahijan City)" Journal of Spatial Planning and Planning. D 24. Sh1, pp. 79-49. (In Persian).
- Bhagawat, R. (2013). Application of remote sensing and gis, land use/land cover change in kathmando metropolitan city, Nepal Journal of Theoretical and Applied Information Tech. 3: 2-7.
- Dehestani, Gholamreza (2000). Classification of multi-spectral images of remote sensing using neural network, Master's thesis, Tarbiat Modares University. (In Persian).
- Esam, I., F. Abdalla and N. Erich (2012). Land Use and Land Cover Changes of West Tahta Region, Sohag Governorate, Upper Egypt, Journal of Geographic Information System, 4: PP. 483-493.
- Feyzizadeh, B., Azizi, H. & Valizadeh, K.KH., 2007, Extraction Land Uses Malekan City Using Satellite Images EThr (In Persian), Amayesh, Vol. 2, No.3, PP. 1-10.
- Fatemi, Seyed Baqer. Rezaei, Yousef (2010). Fundamentals of Remote Sensing, Second Edition, Azadeh Publications, Tehran.
- Fathian, Farshad. Marid, Saeed (2012). Investigation of meteorological and hydrological variables of Urmia Lake basin using non-parametric methods, Iranian Journal of Soil and Water Research, pp. 269-259. (In Persian).
- Chander, G., Markham, B. L., & Helder, D. L. (2009).Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. Remote sensing of environment, 113(5), 893-903.

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

- Chavez jr، P.S.(1988).An Improved Dark-Object Subtraction Technique for AtmosPheric Scttering Correction of Multispectral Data. Remote Sensing of Environment، 24:459-479.
- Ildermi, A., Nouri, H., Naderi, M., Aghabeigi, S., Zaini Wand, H., 2017. Forecasting Land Use Change Using Markov Chain Model and CA Markov (Case Study: Green Watershed). Watershed Management Research. 8 (16): 232-240. (in persian).
- Ghorbani, Mehdi. Nazari Samani, Ali Akbar. Kuhbanani, Hamidreza. Akbari; Fatima ; Jalili Parvaneh, Zahra (2010). Assessing the trend of land use change in Taleghan watershed, Proceedings of the 4th International Congress of Geographers of the Islamic World, Zahedan. (In Persian).
- Keshavarz, Ahmad and Qasemian Yazdi, Mohammad Hossein (2005). A fast algorithm based on support vector machine for classifying spectral cloud images using spatial correlation, Iran Journal of Electrical Engineering and Computer Engineering pp. 37-44. (In Persian).
- Liu, T., and X. Yang (2015). Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metrics. Applied Geography, 56: 42-54.
- Malian, Abbas. Mohammadi, Ali. Mohammadi, Abbas Ali. Vali Elahi, Jalal (2016). Revealing and predicting the changes in Lake Urmia and its surroundings over the past half century based on the analysis of the location of Durkhevi, hydrogeomorphology. No. 9, pp. 62-43. (In Persian).
- Mosayebi, Marzieh. Maleki, Mohsen (2014). Monitoring land use changes using remote sensing data and geographic information system (a case study of Ardabil city), remote sensing quarterly and geographic information system in natural resources. Fifth Year, No. 1. (In Persian).

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

- -Mohammadi, Majid; Amiri, Mojtaba and Jafar Farmanani (2015). "Modeling and reviewing land use changes in Ramian city in Golestan province". Journal of Spatial Planning and Planning, Vol. 19., 19. 19. 4. pp. 158-141. (In Persian).
- Mohammadyari, Fatemeh. Pourkhabaz, Hamidreza. Tavakoli, Morteza. Iqdar, Hussein (2013). Preparation of vegetation map and monitoring of its changes using remote sensing techniques and geographical information system) Case study: Behbahan city (, Sepehr Geographical Information Scientific-Research Quarterly, Volume 23, Number 9, pp. 23-34. (In Persian).
- Nader Sefat, Mohammad Hossein (2010). Characteristics of Geomorphology of Urmia Lake and its effect on the ecosystem of this region, Journal of Geography, Islamic Azad University, Science and Research Branch. (In Persian).
- Rawat, J.D., Kumar, M. (2015). Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India, The Egeptyan Journal of Resmoet Senaing and space scinces, 18: PP. 77-84.
- Richards J., A. (2013). Remote sensing digital image analysis, fifth edition, springer, 494 p.
- Rezaei Moghaddam, Mohammad Hussein. Valizadeh Kamran, Khalil. Rostamzadeh, Hashem. Rezaei, Ali (2012). Evaluating the Efficiency of MODIS Measuring Data in Drought Assessment (Case Study: Urmia Lake Basin), Geography and Sustainable Environmental Development, No. 5, pp. 52-37 . (In Persian).
- Rabiee, Hamidreza. Ziaian, Parviz. Mohammadi, Abbas Ali (2005). Discovery and recovery of land use changes and land cover in Isfahan with the help of remote sensing and geographic information system, Quarterly Journal of Humanities Teacher, No. 4, pp. 32-19. (In Persian).

Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir at 11:32 IRST on Wednesday October 7th 2020

- Şatır, O., & Berberoğlu, S. (2012). Land Use/Cover Classification Techniques Using Optical Remotely Sensed Data in Landscape Planning. Landscape Planning, Dr. Murat Ozyavuz (Ed.), ISBN, 978-953.
- Sanjari, Saleh. Boroumand, Nasser (2013). Monitoring land use change / land cover in the last three decades using remote sensing technique) Case study: Zarand area of Kerman province (Journal of Remote Sensing Application and GIS in Natural Resources Sciences, Fourth Year, No. 1, pp. 67-57). (In Persian).
- Singh, N., & Punia, M. 2018. Geospatial Approach for Land Use/Land Cover Change Prediction: A case study of Bhagirathi Basin, Uttarakhand, INDIA. In 42nd COSPAR Scientific Assembly (Vol. 42).
- Swimming, Hoveyzeh. Zarei, Haidar (2016). Investigation of land use changes during two decades of time period) Case study: Abol Abbas watershed (Research Journal of Watershed Management, No. 14, pp. 244-237). (In Persian).
- Swain, P.H. and S.M. Davis. (1987). Remote Sensing: the Quantitative Approach. McGraw-Hill. USA.
- Shalaby, A., and R. Tateishi. (2007). Remote sensing and for mapping and monitoring land cover and land use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. Applied Geography. 27: 28-41.
- Tayebi, A., Delavar, M.R., Saeedi, S., Amini, J. and Alinia, H (2008). Monitoring Land Use Change By MIulti-Temporal Landsat Remote Sensing Imagery the International Archives the Photogrammetry. Remote Sensing Information Science. XXXVII Part B7 Beijing.
- Yousefi, Saleh. Moradi, Seyed Hosseini. Mirzaei, Somayeh (2011). Monitoring land use changes in Marivan land in GIS sciences, Applied Journal of Remote Sensing and .Landsat Satellite ETM + and TM Using Natural Resource Meters(In Persian).