

ریز طبقه بندی اراضی باغی و زراعی با استفاده از تکنیکهای پردازش شیء پایه و الگوریتم های فازی با هدف تخمین سطح زیر کشت

دریافت مقاله: ۹۶/۲/۳۰ پذیرش نهایی: ۹۶/۱۲/۲۶

صفحات: ۲۱۶-۲۰۱

بختیار فیضی زاده: استادیار سنجش از دور دانشگاه تبریز، تبریز، ایران^۱.

Feizizadeh@tabrizu.ac.ir

علی خدمت زاده: کارشناس ارشد سنجش از دور دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

clima.khedmatzadeh@yahoo.com

محمدرضا نیکجو: دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

Nikjoo1347@gmail.com

چکیده

تکنولوژی سنجش از دور یکی از فناوری های کارآمد و نوین در استخراج کاربری های اراضی، به روز رسانی نقشه ها و کشف تغییرات کاربرها می باشد. سنجش از دور با ارائه تصاویر ماهواره ای با قدرت زمانی و مکانی متفاوت امکان مدیریت بهنگام کاربری ها را فراهم آورده که باعث صرفه جویی در وقت و هزینه شده و این امر قدرت تصمیم گیری، بهره برداری بهینه و برنامه ریزی دقیق تر برای منابع طبیعی را افزایش می دهد. استفاده از تکنیک های پردازش شیء گرا (دانش پایه) تصاویر ماهواره ای از روشهای جدید در پردازش تصاویر می باشد، که علاوه بر استفاده از قدرت تفکیک طیفی تصاویر از ویژگی های فیزیکی و هندسی (بافت، شکل) تصاویر نیز استفاده می کند. تحقیق حاضر با هدف استخراج نقشه کاربری های باغی و زراعی در دشت میاندوآب با استفاده از الگوریتم-ها و شاخص های مناسب در پردازش شیء گرای تصاویر ماهواره ای در محیط نرم افزار eCognition انجام شده است. در این تحقیق نقشه پراکنش محصولات کشاورزی در ۹ طبقه تهیه شد و سپس برای پردازش شیء پایه تصاویر ماهواره ای، تصویر با مقیاس ۱۰، ضریب شکل ۰،۷ و فشردگی ۰،۳ سگمنت سازی شد و بر اساس الگوریتم فازی اشتراک (AND)، کاربری های مورد نظر با استفاده از شاخصهای بافت (Texture)، هندسی (Geometry)، پوشش گیاهی (NDVI)، ترکیب سطوح خاکستری پیکسل (GLCM)، درجات روشنایی، طبقه بندی شده اند که از الگوریتم طبقه بندی Assign Class استفاده شده است، که در نهایت دقت کلی ۰/۹۳،۶ و ضریب کاپا ۰/۹۲،۵ برای کاربری های استخراج شده به دست آمد. مساحت سطح زیر کشت برای کاربری های گندم و جو، آلو و

۱. نویسنده مسئول: تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، گروه سنجش از دور و GIS

آلوچه، سیب، تاکستان و یونجه به ترتیب شامل ۲۶۲۲/۴۲، ۴۵۰۵، ۴۳۵۴/۵۵، ۴۴۵۷/۸۵، ۱۴۱۱۰/۵۸ هکتار می باشد.

کلیدواژگان: طبقه‌بندی شیء‌گرا، الگوریتم‌های فازی، الگوریتم Assign Class، کاربری اراضی، دشت میاندوآب.

مقدمه

امروزه این موضوع که، تغییرات کاربری اراضی عامل اصلی تغییرات جهانی است بیش از پیش تایید شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴). تعیین کاربری اراضی یکی از اطلاعات پایه در ارزیابی منابع مختلف مانند مطالعات پوشش گیاهی، مدیریت منابع طبیعی و محیط زیست، شناخت توان و استعداد اراضی و در کل مطالعات آبخیز داری و آمایش سرزمین است (جنسن^۲ و گرگوری^۳، ۲۰۰۴). کاربری اراضی، توصیف نوع بهره برداری انسان برای یک یا چند هدف بر روی یک قطعه زمین می‌باشد. از دیرباز آگاهی از نوع و درصد کاربری‌های کشاورزی و باغی و قابلیت بالقوه کشت هر یک از مناطق کشاورزی در تأمین غذای انسانها اهمیت داشته و در برنامه‌ریزی‌ها مورد توجه بوده است (فیضی زاده و حاجی میررحیمی، ۱۳۸۷: ۲). تهیه نقشه‌های اراضی زراعی و باغی یکی از مهمترین وظایف فناوری سنجش از دور مدرن در مدیریت عرصه‌های کشاورزی محسوب می‌گردد (عرفات، ۲۰۰۳: ۲۲-۱۷). در حال حاضر تکنولوژی سنجش از دور بهترین وسیله برای پایش تغییرات محیطی و استخراج کاربری‌های اراضی بوده که بیشترین سرعت و دقت را دارد. طبقه‌بندی تصاویر رقومی ماهواره ای با استفاده از دو روش امکان‌پذیر است روش پیکسل پایه که مبتنی بر طبقه‌بندی ارزشهای عددی تصاویر می‌باشد و روش جدید شیء‌گرا که علاوه بر ارزشهای عددی از اطلاعات مربوط به محتوا، بافت و زمینه نیز در فرایند طبقه‌بندی تصاویر استفاده می‌نماید (اکبری و همکاران، ۱۳۸۹). بیشترین توسعه‌ی روش‌های طبقه‌بندی شیء‌گرا در اواخر دهه‌ی ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ با کاربرد در برنامه‌های پردازش صنعتی و استفاده در الگوریتم‌های تصادفی مارکوف یا تقسیم‌بندی بدون نظارت بافت صورت گرفت (جین^۴ و همکاران، ۱۹۹۱: ۱۷۰؛ مائو^۵ و همکاران، ۱۹۹۲: ۱۷۵؛ پال^۶ و همکاران ۱۹۹۳: ۱۲۸۳؛ چادوری^۷، ۱۹۹۵: ۷۵؛ پنجوانی^۸ و همکاران، ۱۹۹۵: ۹۴۳). اما اخیراً این الگوریتم‌ها در برنامه‌های محیطی نیز رواج یافته‌اند (دیوبیسن^۹ و همکاران، ۲۰۰۰: ۲۲۶). امروزه تکنیک‌های سنجش از دور، به دلیل فراهم آوردن داده‌های به هنگام و قابلیت بالای آنالیز تصاویر، کاربرد گسترده‌ای در تمامی بخش‌ها از جمله کشاورزی و منابع طبیعی دارند. برآورد سطح

^۲ Jansen

^۳ Gregory

^۴ Jain

^۵ Mao

^۶ Pal

^۷ Chaudhuri

^۸ Panjwani

^۹ Dubuisson

زیر کشت محصولات مختلف کشاورزی در کشور معمولاً از سه طریق، تخمین کارشناسی، برآورد از طریق فهرست برداری و استفاده از فناوری های جدید (از جمله سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی) انجام می‌گیرد. دقت روش تخمین کارشناسی بسیار اندک است و نمی‌توان نتایج آن را در تصمیم‌گیری های مهم کشور به کار گرفت. در روش برآورد از طریق فهرست برداری، هرچند سطح زیر کشت محصول تخمین زده می‌شود، اما پراکندگی آن را به دست نخواهد داد ضمن اینکه هزینه بالای نیروی انسانی عامل مهم و محدود کننده این روش است. در ایران به دست آوردن آمار مربوط به کشاورزی، بیشتر از طریق کارشناسی و روش های سنتی صورت می‌پذیرد. بررسی ها نشان داده است که این روش ها دارای خطاهای زیادی است (ضیائیان فیروزآبادی^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۹).

مبانی نظری

یکی از مزایای اصلی طبقه بندی شیء گرا استفاده از سگمنت‌ها به عنوان شیء‌های تصویری می‌باشد که با این روش نه تنها هیچ پیکسل طبقه‌بندی شده‌ای باقی نمی‌ماند، بلکه همگنی تصویر نیز حفظ می‌شود (اورک^{۱۱} و همکاران، ۲۰۰۴). در روش‌های شیء گرا، استفاده از الگوریتم‌های فازی این امکان را برای کاربر فراهم می‌آورد که درجه عضویت هر کدام از پارامترهای لحاظ شده را محاسبه نموده و با تعیین درجه عضویت از پارامترهای مؤثرتری برای طبقه‌بندی استفاده نماید. در این روش با استفاده از انواع روش‌های فازی برای محاسبه درجه عضویت از جمله (سیگموئید، جی شکل، خطی) امکان محاسبه درجه‌های عضویت و شناسایی تأثیرگذارترین پارامترها برای طبقه‌بندی فراهم می‌شود (بلاشکه^{۱۲} و همکاران، ۲۰۱۰: ۶؛ مائو و همکاران، ۱۹۹۲: ۱۷۸؛ پال و همکاران، ۱۹۹۳: ۹۴۴؛ پنجوانی و همکاران، ۱۹۹۵؛ هافمن^{۱۳} و همکاران، ۱۹۹۸: ۸۱۵؛ مارتا^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۰: ۲۶). به کارگیری مدل‌های فازی زمینه‌ای را ایجاد می‌کند تا بتوان دقت طبقه‌بندی را بالا برده و اختلاط طبقه‌ها را با به دست آوردن درجه عضویت به حداقل رسانید. در راستای موضوع تحقیق و استفاده از تکنیکهای شیء گرا (رضایی مقدم و همکاران ۱۳۸۹) با استفاده از تصاویر سنجنده HDR ماهواره SPOT 5 و با پردازش شیء گرا تصاویر ماهواره ای تغییرات کاربری اراضی این تصاویر را در محیط نرم افزار eCognition با متد پردازش شیء گرا نقشه کاربری های استان آذربایجان غربی را تهیه کردند. (محمودزاده، حسن، ۱۳۹۶) در تحقیقی با استفاده از تصاویر چند زمانه ماهواره لندست ۵ و تکنیک پردازش شیء گرا تصاویر ماهواره ای به مدلسازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی شهر سردرود در مقطع زمانی ۱۳۹۰-۱۳۶۳ پرداخت. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مساحت شهر سردرود از ۱۱/۲۴ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۵۲۸/۱۲ هکتار در سال ۱۳۹۰ رسیده است که حدود ۱۶۲/۹۴ هکتار از این اراضی بر روی اراضی باغی و زراعی بوده که نیازمند توسعه‌ای مبتنی بر اصول توسعه پایدار می‌باشد. (چن و همکاران، ۲۰۰۹: ۴۸۹-۴۷۷) با استفاده از تصاویر ماهواره ای SPOT نسبت به مقایسه روشهای طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء گرا در استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره ای اقدام

10 Ziaeiian-Firoozabadi

11 Oruc

12 Blaschke

13 Hofmann

14 Martha

نمودند. (واردلاو^{۱۵} و همکاران، ۲۰۰۷) به بررسی روند زمانی داده های شاخص های گیاهی برای طبقه بندی مزارع کشاورزی شامل: یونجه، ذرت، ذرت خوشه ای، سویا، زمین های آیش و گندم با استفاده از ۱۲ تصویر MODIS با قدرت تفکیک ۲۵۰ متر پرداخته و با توجه به روندهای زمانی متفاوت شاخص های NDVI و EVI طبقه های مختلف را از هم تفکیک کردند. (یوسفی و همکاران، ۲۰۱۱) تحقیقی را با هدف تعیین بهترین روش طبقه بندی تصاویر سنجنده ETM+ از بین ۹ روش طبقه بندی نظارت شده جهت استخراج نقشه کاربری اراضی شهر نور انجام دادند. طبقه بندی آن ها شامل (مناطق مسکونی، کشاورزی و جنگل) بود. نتایج آن ها نشان داد که طبقه بندی شبکه عصبی با میانگین دقت کلی و کاپا به ترتیب ۸۶/۸۱ درصد و ۷۴/۱۷ درصد و روش حداکثر احتمال با میانگین دقت کلی و کاپا به ترتیب ۸۱/۸۴ درصد و ۶۷/۵۱ درصد به ترتیب در اولویت دوم و چهارم از بین ۹ اولویت قرار داشتند. (آرخی و ادیب نژاد، ۲۰۱۱) در پژوهش خود از الگوریتم های SVM برای طبقه بندی کاربری اراضی حوضه سد ایلام با استفاده از داده های ETM+ لندست استفاده کردند. در این پژوهش طبقه بندی با استفاده از روش ماشین های بردار پشتیبان اجرا شده و کارکرد این روش با روش طبقه بندی حداکثر احتمال مقایسه شد. طبقه های کاربری اراضی (اراضی کشاورزی، مرتع، جنگل، اراضی بایر، باغ و دریاچه) بودند. نتایج نشان می دهد که الگوریتم های SVM خصوصاً سه کرنل خطی، چند جمله ای و شعاعی نسبت به روش طبقه بندی حداکثر احتمال از نظر دقت کل حدود ۱۰ درصد و ضریب کاپا حدود ۱۵ درصد برتری دارد. (وینجوی و همکاران، ۲۰۱۶: ۳۷-۴۷) یک روش جدید که ادغام روش شی گرا با روش به روز رسانی^{۱۶} مبتنی بر شی می باشد و بیشتر با روش به روز رسانی مبتنی بر پیکسل مقایسه شده است مورد مطالعه قرار دادند. در این روش داده های لندست TM در سال ۲۰۰۱ و ۲۰۰۹ در منطقه شهر پکن جمع آوری و بررسی شده است. آنها دریافتند که روش به روز رسانی شی گرا دقت بالاتری برای تشخیص تغییر، طبقه بندی و تجزیه تحلیل LULC^{۱۷} نسبت به روش به روز رسانی پیکسل پایه دارد.

روش تحقیق

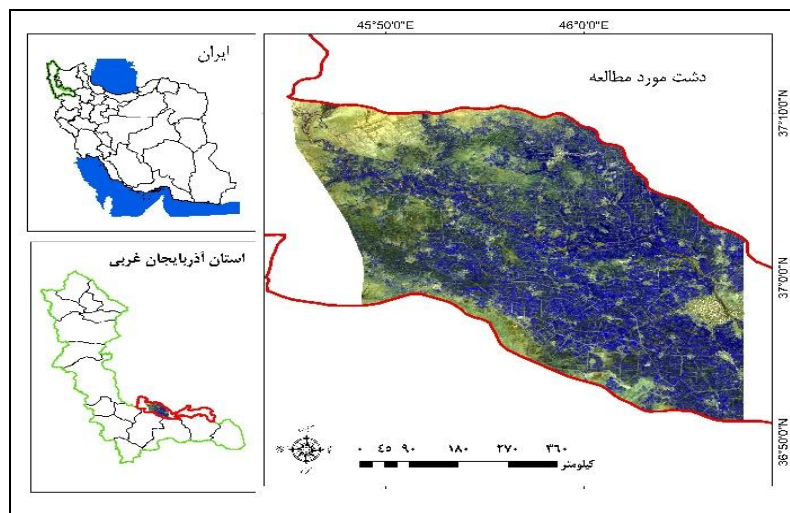
منطقه مورد مطالعه و داده ها

شهرستان میاندوآب با مساحتی بالغ بر ۲۰۰۰ کیلومتر مربع یکی از شهرستان های استان آذربایجان غربی است که در قسمت شرقی این استان واقع شده است. این شهرستان از سمت شمال با شهرستان های مراغه و عجب شیر هم مرز بوده و از جنوب نیز به شهرستان های بوکان و مهاباد منتهی شده است. شکل (۱) موقعیت دشت مورد مطالعه را نشان می دهد. این شهرستان از مهمترین شهرستان های استان آذربایجان غربی در تولید محصولات کشاورزی و باغی می باشد و از نظر آماری سهم قابل توجهی در تولید محصولات گیاهی و باغی (سیب، گندم، انگور و ...) دارد.

^{۱۵} Wardlow

^{۱۶} Backdating

^{۱۷} land use and land cover



شکل (۱). دشت مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)

تحقیق حاضر با هدف استخراج نقشه کاربری اراضی با استفاده از الگوریتمهای فازی، دشت میاندوآب را مدنظر قرار داده است. در این پژوهش از تصاویر ماهواره ای Aster (با تفکیک مکانی ۱۵ متر در چهار باند طیفی) و Quick Bird (با قدرت تفکیک ۶۰ سانتی متر در چهار باند) استفاده شده است. که این تصاویر برای ماهواره Aster در تاریخ ۲۰۱۱/۱۰/۱۷ و برای ماهواره Quick Bird در تاریخ ۲۰۰۹/۹/۱۵ برداشت شده است. در این تحقیق تصاویر دو ماهواره در محیط نرم افزار شیء گرا فیوژن شده و در تلفیق با داده های مدل رقومی ارتفاع منطقه برداشت شده توسط سنجنده SRTM با دقت مکانی ۳۰ متر، مورد پردازش قرار گرفته است. علاوه بر این از داده های GPS مدل گارمین برای برداشت نمونه های آموزشی و نقاط کنترل زمینی استفاده شده است.

انواع پوشش و کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه

کاربری های مورد نظر در ۹ طبقه طبقه بندی شده اند، که در جدول (۱) ارائه شده است. در این تحقیق کاربری های مستخرج تلفیقی از سطوح ۱-۲-۳-۴ سامانه طبقه بندی میشیگان می باشد، که توسط سازمان زمین شناسی آمریکا ارائه شده است (اندرسون و همکاران، ۱۹۷۶: ۸۵-۸۰).

جدول (۱). سطوح کاربری های مورد نظر (منبع: نگارندگان)

سطح سوم	سطح دوم	سطح اول
سیب	اراضی باغی	نواحی کشاورزی
تاکستان		
الوجه والو		
گندم جو		
یونجه	اراضی زراعی	نواحی ساخته شده
آیش		
رودخانه	اراضی شهری، روستایی، نقاط تمرکز، شبکه های ارتباطی	منابع آبی
	سطح آبی	اراضی بایر
	اراضی ماندابی، اراضی لم یزرع وشوره زارها	

پردازش شیء گرا تصاویر ماهواره ای

طبقه بندی تصاویر ماهواره ای بر اساس اطلاعات طیفی دارای محدودیت هایی است بنابراین برای افزایش دقت طبقه بندی باید از منابع اطلاعات دیگری استفاده شود (چن^{۱۸} و همکاران، ۲۰۰۹: ۴۸۹-۴۷۷). در طبقه بندی پیکسل پایه از ارزش عددی پیکسلها استفاده شده و در آن پدیده های دارای ارزش عددی یکسان، در یک گروه قرار می گیرند (علوی پناه، ۱۳۸۴). در حالی که در طبقه بندی شیء گرا علاوه بر اطلاعات طیفی از اطلاعات بافت و شکل نیز در فرآیند طبقه بندی استفاده می شود. (فیضی زاده، ۲۰۰۸) چراکه در این روش تصویر براساس پارامترهای طیفی، فیزیکی و هندسی پدیده های زمینی ثبت شده بر روی تصویر، سگمنت سازی شده و واحدهای پردازش تصاویر از پیکسل به پدیده های تصویری یا سگمنت ها تغییر می یابد. این نوع طبقه بندی در نرم افزار eCognition یک فرآیند تکرار پذیر است. بدین معنی که طبقه بندی چندین بار انجام می شود تا بالاترین درجه عضویت (بر اساس منطق فازی) برای طبقات حاصل شود (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۸۹).

سگمنت سازی تصاویر

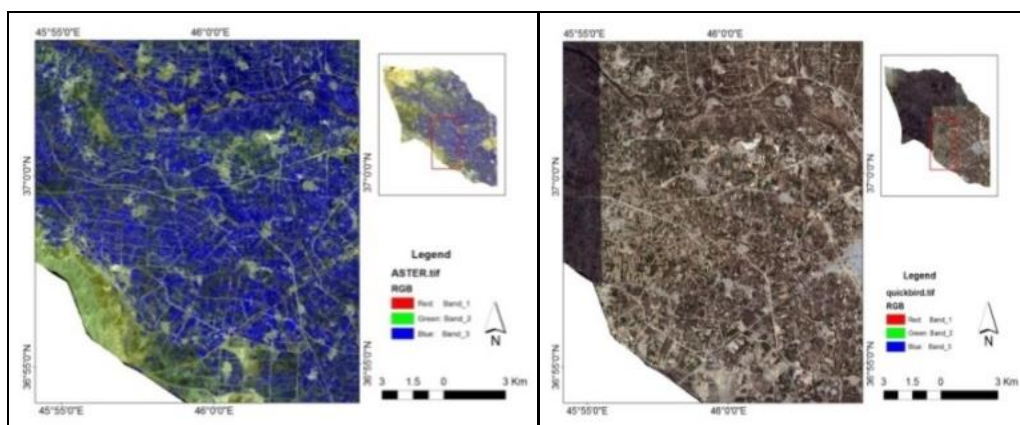
سگمنت سازی اولین و مهمترین مرحله، در ریز طبقه بندی تصویر به واحدهای تصویری مجزا می باشد (هانگ و نی^{۱۹}، ۲۰۰۸: ۲۱۸-۲۱۱). سگمنت سازی تصویر، با استفاده الگوریتم Multiresolution Segmentation انجام گرفته است که یکی از روشهای سگمنت سازی پایین به بالا است که فرایند خود را، از پیکسلهای منفصل شروع کرده و به صورت پیوسته پیکسل ها یا اشیاء تصویر را ادغام کرده و در نتیجه شی های تصویری را ایجاد می کند. الگوریتم Multiresolution Segmentation با به حداقل رساندن میانگین مکانی ناهمگنی ها در تصویر اقدام به ایجاد Object ها می کند و قابلیت اجرا در سطح Object و همچنین در سطح Pixel را دارد که در این تحقیق از سطح Image Object level در سگمنت سازی تصویر منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. همانطور که در جدول (۲) مشخص می باشد، به دلیل بزرگی منطقه مورد مطالعه و همچنین قدرت تفکیک مکانی بالای تصویر Quick Bird ارزش اعمال شده برای پارامتر مقیاس، پایین و برابر با ۱۰ می باشد (اعداد بزرگتر سگمنت های ایجاد شده بزرگتر، اعداد کوچکتر سگمنت های ایجاد شده کوچکتر) و برای پارامترهای ضریب شکل (در تصاویر فشرده (تفکیک بالا) مورد استفاده می باشد، عارضه های تصویر فشرده، ضریب اعمال شده بالا و برعکس) و فشرده گی (در ارتباط با شکل و رنگ تصویر می باشد، ارزش ۱ میزان تاثیر گذاری رنگ صددردصد) به ترتیب شامل ۰/۳ و ۰/۷ می باشند. شکل (۲).

^{۱۸} Chen^{۱۹} Huang & Ni

جدول (۲). پارامترهای موثر در فرآیند سگمنت سازی (منبع: نگارندگان)

پارامترهای سگمنت سازی	ارزش ها (وزن) اعمال شده
مقیاس	۱۰
ضریب شکل	۰/۳
ضریب فشردگی	۰/۷
ترکیب نواری مناسب	Pan Quick Bird (باند) (NDVI) استر (باند) (NIR) استر (باند)
وزن انتخابی برای ترکیب نواری	Pan Quick Bird برابر ۳۰ (NIR) استر برابر ۳۰ (NDVI) استر برابر ۴۰

در تحلیل شی گرای تصاویر ماهواره ای علاوه بر امکان استفاده از بهترین ترکیب نواری برای سگمنت سازی، امکان اعمال وزن نیز برای هر کدام از نوارها وجود دارد. در تحقیق حاضر با تفسیر منحنی‌های انعکاس طیفی و همچنین ارزیابی هیستوگرام همبستگی نوارها، ترکیب نواری ارائه شده در جدول (۲) به عنوان بهترین ترکیب برای طبقه بندی انتخاب شده است. باتوجه به اینکه استخراج سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی یکی از مهمترین اهداف تحقیق می باشد، در فرآیند سگمنت سازی اقدام به اعمال وزن به ترکیب نواری منتخب گردید که به نوار NDVI ارزش بیشتری نسبت به سایر نوارها اعمال شد. مجموع وزن نوارهای انتخاب شده برای طبقه بندی برابر با ۱۰۰ می‌باشد، لذا از سه نوار انتخاب شده برای طبقه بندی به نوار NDVI ارزش ۴۰ از ۱۰۰ اعمال شده است.



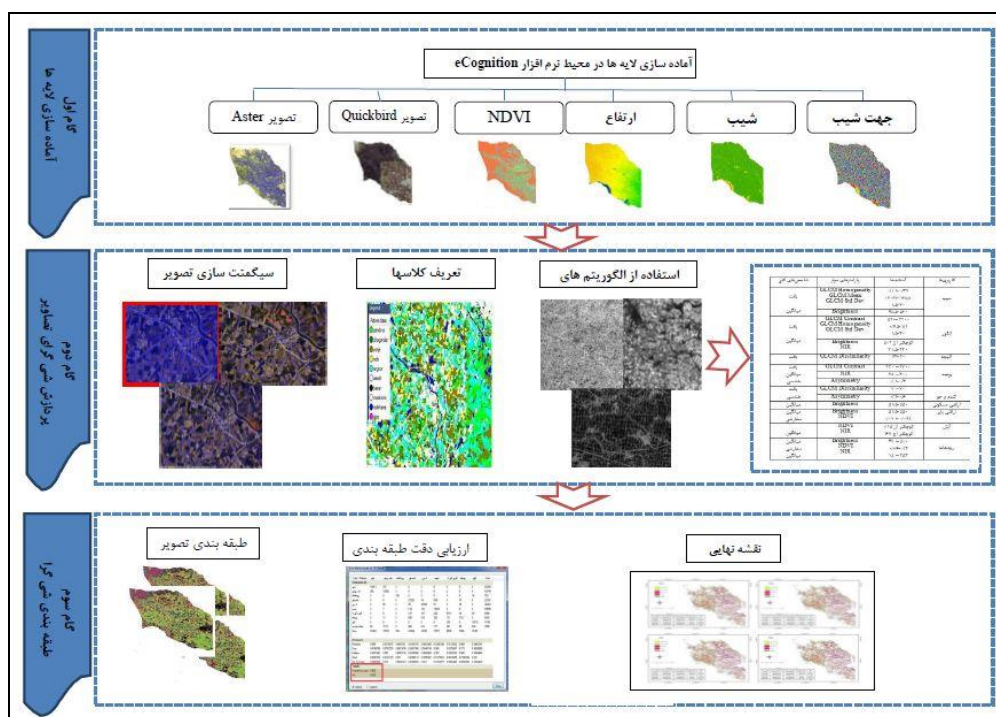
تصویر Aster

تصویر Quick bird



مقیاس ۱:۱۰، ضریب شکل ۰/۳، فشردگی ۰/۷

شکل (۲). نمایش تصویر اصلی و سگمنت سازی در مقیاس، ضریب شکل و فشردگی مختلف (منبع: نگارندگان)

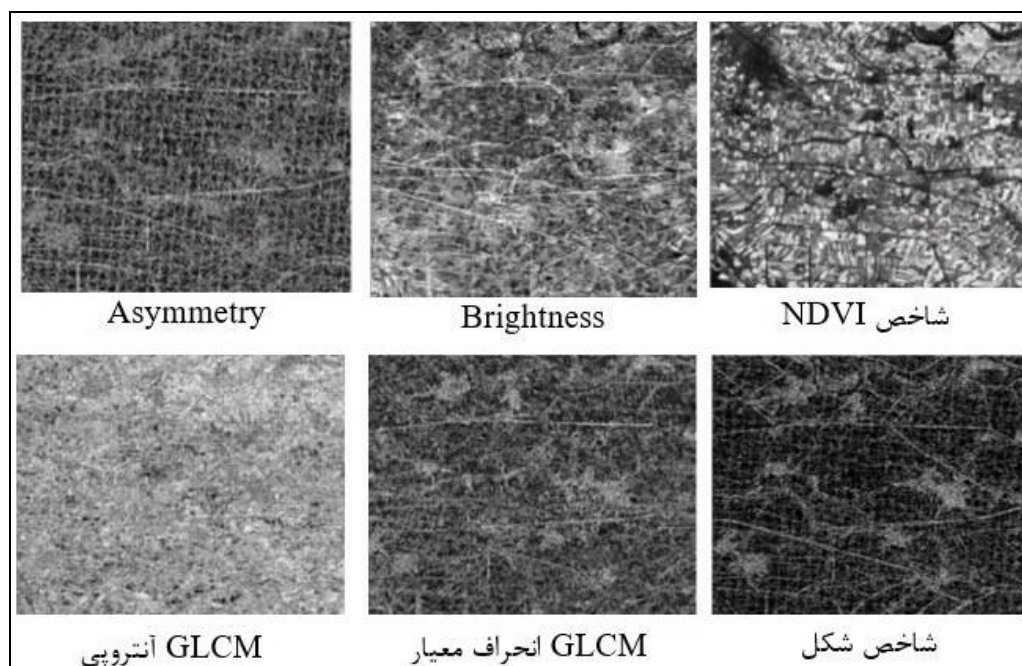


شکل (۳). فلوچارت انجام مراحل تحقیق (منبع: نگارندگان)

طبقه بندی شیء گرا

الگوریتم طبقه بندی شیء پایه بر اساس تعریف معیارها بر اشیا و اختصاص آنها به بهترین طبقه، با درجه عضویت بالا می باشد. در این تحقیق از الگوریتم طبقه بندی Assign Class استفاده شده است. که این الگوریتم همه شیء های موجود در تصویر را براساس دامنه مشخص شده برای طبقه و پارامتر تعریف شده برای آن استخراج می کند. مقدار عضویت برای طبقه براساس منطق فازی می باشد. در این تحقیق از عملگر اشتراک^{۲۰}

برای استخراج تمامی کاربری‌ها استفاده شده است. تعدادی از عوامل به کار گرفته شده در پردازش شیء‌گرا تصویر در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل (۴). نمایش الگوریتم‌های استفاده شده در محیط نرم افزار eCognition (منبع: نگارندگان)

برای استخراج کاربری‌های سیب، انگور، آلوچه، گندم و جو و یونجه از شاخص‌های بافت^{۲۱} که شامل پارامترهای GLCM^{۲۲} همگنی^{۲۳}، کنتراست^{۲۴}، نامتجانس^{۲۵}، آنترپی^{۲۶}، میانگین، انحراف استاندارد^{۲۷} و همبستگی^{۲۸} می‌باشد، همچنین از شاخص‌های درجه روشنایی^{۲۹}، پوشش گیاهی و هندسی^{۳۰} (عدم تقارن^{۳۱}) نیز استفاده شده است. پارامترهای موثر در جدول (۳) ارائه گردید. برای استخراج کاربری رودخانه ابتدا پارامتر

^{۲۱}Texture

^{۲۲}gray level co-occurrence matrix

^{۲۳} Homogeneity

^{۲۴} Contrast

^{۲۵}Dissimilarity

^{۲۶} Entropy

^{۲۷} standard deviation

^{۲۸}Correlation

^{۲۹} Brightness

^{۳۰} Geometry

^{۳۱} Asymmetry

درجه روشنایی و سپس شاخص‌های NDVI و NIR استفاده شده است. شاخص Brightness برای استخراج نواحی مسکونی، راه‌ها و اراضی بایر مناسب می‌باشد. چون این نواحی فاقد پوشش گیاهی بوده و سطوح صاف و آینه‌ای را شامل می‌شوند، در نتیجه انعکاس‌های قوی را از خود منعکس می‌کنند. همچنین اراضی بایر فاقد پوشش گیاهی بوده و بیشتر به صورت شوره زار می‌باشند، یعنی NDVI کمتری داشته که می‌تواند پارامتر مناسبی برای استخراج این کاربری باشد.

جدول (۳). پارامترها و مقادیر آستانه برای استخراج کاربری‌های مورد نظر (منبع: نگارندگان)

کاربری‌ها	آستانه‌ها	پارامترهای موثر	شاخص‌های کلی
سیب	۰/۱۱-۰/۳۷	GLCM Homogeneity	بافت
	۱۲۰/۷-۱۳۸/۸	GLCM Mean	میانگین
	۱۵-۳۰	GLCM Std Dev	
	۴۸۵-۵۳۰	Brightness	
انگور	۵۲۰-۲۲۰۰	GLCM Contrast	بافت
	۰/۱۵-۱/۱	GLCM Homogeneity	میانگین
	۱۵-۳۰	GLCM Std Dev	
	کوچکتر از ۵۰۲ ۳۱۵-۳۳۰	Brightness NIR	
آلوجه	۱۳-۲۰	GLCM Dissimilarity	بافت
یونجه	۲۲۰۰-۲۷۰۰	GLCM Contrast	بافت
	۲۵۰-۳۰۰	NIR	میانگین
	۰/۱-۰/۳	Asymmetry	هندسی
گندم و جو	۲۰-۳۰	GLCM Dissimilarity	بافت
	۰/۲-۰/۶	Asymmetry	هندسی
اراضی مسکونی	۵۱۵-۵۵۰	Brightness	میانگین
اراضی بایر	۵۱۵-۵۵۰ ۰/۰۲۱-۰/۰۹۹	Brightness NDVI	میانگین سفارشی
آبش	کوچکتر از ۰/۱۵ کوچکتر از ۱۶۷	NDVI NIR	میانگین
رودخانه	۴۷۰-۵۰۰ ۰/۰۶-۰/۲ ۱۵۰-۲۵۲	Brightness NDVI NIR	میانگین سفارشی میانگین

پارامترهای مورد استفاده در استخراج کاربری‌ها (GLCM)

GLCM عبارت است از چگونگی ترکیب مختلف از سطوح خاکستری پیکسل که در یک صحنه رخ می‌دهد. برای دریافت عدم تغییر پذیری جهت مجموعه چهار زاویه (۱۳۵-۹۰-۴۵-۰ درجه) بایستی محاسبه شود. ارزش ماتریس GLCM همیشه در محدوده صفر تا یک است. ارزش پیکسل با ارزش پیکسل از یک لایه خاص مربوط به میانگین ارزش‌ها از تمام لایه‌ها می‌باشد.

رابطه (۱)

$$P_{i,j} = \frac{v_{i,j}}{\sum_{i,j=0}^{N-1} v_{i,j}}$$

I شماره ردیف، j شماره ستون، j، i ارزشی از سلول i، j در ماتریس، j، i ارزش نرمال شده در سلول j، i، N تعداد سطرها یا ستون است.

آنتروپی

ارزش برای آنتروپی بالا می‌باشد، اگر عناصر GLCM بطور مساوی توزیع شوند. وزمائی کم است که عناصر نزدیک به صفر یا یک باشند. از آنجا که LN(0) تعریف نشده است، فرض بر این است که LN(0) = 0×0 می‌باشد. ارزش این پارامتر بین (۰-۱۰۴۰۴) می‌باشد.

رابطه (۲)

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} p_{i,j} (-\ln p_{i,j})$$

i شماره ردیف، j شماره ستون، j، i ارزش نرمال شده در سلول j، i، N تعداد سطرها یا ستون

انحراف استاندارد

انحراف استاندارد عبارت است از اندازه‌گیری پراکندگی مقادیر در اطراف میانگین که این پارامتر مشابه کنتراست و عدم تجانس می‌باشد. ارزش این پارامتر بین (۰-۲۵۵) می‌باشد. اگر انحراف معیار مجموعه‌ای از داده‌ها نزدیک به صفر باشد، نشانه آن است که داده‌ها نزدیک به میانگین هستند و پراکندگی اندکی دارند؛ درحالی‌که انحراف معیار بزرگ بیانگر پراکندگی قابل توجه داده‌ها می‌باشد.

$$\sigma_{i,j}^2 = \sum_{i,j=0}^{N-1} p_{i,j} (i,j - \mu_{i,j})^2$$

رابطه (۳)

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{i,j}^2}$$

رابطه (۴)

i شماره ردیف، j شماره ستون، j، i ارزش نرمال شده در سلول j، i، N تعداد سطرها یا ستون، $\mu_{i,j}$ میانگین GLCM است.

همگنی

اگر تصویر به صورت محلی همگن است، GLCM متمرکز در امتداد قطر بوده و ارزش بالا است. وزن همگن ارزش‌ها به وسیله معکوسی از وزن کنتراست بوده که به صورت تصاعدی مطابق با فاصله آنها از قطر کاهش می‌یابد. ارزش این پارامتر بین صفر و یک (۰،۱) می‌باشد.

i شماره ردیف، j شماره ستون، j، i ارزش نرمال شده در سلول j، i، N تعداد سطرها یا ستون است.

رابطه (۵)

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{p_{i,j}}{1+(i-j)^2}$$

کنتراست

کنتراست در مقابل همگنی است. این اندازه گیری ناشی از مقدار تنوع محلی در تصویر است. این افزایش به صورت تصاعدی به عنوان i آمین و j آمین افزایش است. ارزش این پارامتر بین (۰-۶۵۰۲۵) می باشد. رابطه (۶)

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} p_{i,j} (i-j)^2$$

i شماره ردیف، j شماره ستون، $P_{i,j}$ ارزش نرمال شده در سلول i, j تعداد سطرها یا ستون است.

شاخص هندس، عدم تقارن

ویژگی های هندسی بر پایه ی شکلی از شی های تصویری می باشد، که از پیکسل های تشکیل دهنده ی آن محاسبه شده است. از ویژگی های عدم تقارن توصیف طول نسبی یک شی تصویر، در مقایسه با یک چند ضلعی منظم می باشد. یک بیضی تقریبی در اطراف یک شی تصویری داده شده است، که می تواند با نسبتی از طول جزئی و محور اصلی آن بیان شود. دامنه این پارامتر بین صفر و یک می باشد. $Var X$ واریانس x و $Var y$ واریانس y است.

رابطه (۷)

$$\frac{\sqrt{\frac{1}{4}(VarX + VarY)^2 + (VarXY)^2} - VarX \cdot VarY}{VarX + VarY}$$

درجات روشنایی

شاخص میانگین که در این شاخص از پارامترهای درجات روشنایی، شاخص پوشش گیاهی^{۳۲}، و میانگین باند مادون قرمز نزدیک^{۳۳} در استخراج کاربری ها استفاده شده است. که شامل رابطه (۸) و (۹) می باشند.

$$B = \frac{1}{n_{vis}} \sum_{i=1}^{n_{vis}} c_i(vis) \quad \text{رابطه (۸)}$$

$$MaxDiff = \frac{|\min(c_i(vis)) - \max(c_i(vis))|}{B} \quad \text{رابطه (۹)}$$

B میانگین روشنایی یک شی، $c_i(vis)$ مجموع تمام میانگین روشنایی درباندهای مرئی، n_{vis} تعداد باندها، $\min$ و $\max$ به ترتیب میانگین کمترین و بیشترین شی ها

$$r^r_{NDVI}$$

$$r^r_{NIR}$$

ارزیابی صحت طبقه بندی

هیچ طبقه‌بندی تازمانی که دقت آن ارزیابی نشود مستند نخواهد بود و لازمه استفاده از هر نوع اطلاعات موضوعی و طبقه بندی شده، آگاهی از میزان صحت و درستی آن می‌باشد. برای ارزیابی دقت و صحت نقشه‌ی طبقه‌بندی شده از منطقه مورد نظر، با مطابقت دادن نقشه‌ی طبقه‌بندی شده با نقشه‌ی واقعیت زمینی حاصل از مطالعات میدانی و نقاط کنترل زمینی برداشت شده (۲۵۰ نقطه ی تعلیمی) توسط GPS پارامترهای هفت گانه ارزیابی دقت طبقه بندی مشخص گردید، که در نهایت ماتریس خطا تشکیل شد و بر اساس آن دقت کلی و ضریب کاپا مشخص گردید. با تعریف نقاط حقایق زمینی نرم افزار eCognition به طور خودکار ماتریس خطا را تولید می کند، علاوه بر ماتریس خطا پارامترهای مربوط به دقت تولید کننده، دقت کاربر، ضریب کاپا و دقت کلی برای ماتریس خطا به دست آمده براساس نواحی تعلیمی ماسک شده محاسبه شده است. جدول (۴)، که آمار به دست آمده برای دقت و صحت طبقه بندی به روش شی گرا نتایج قابل قبولی را ارائه می‌دهد. دقت کلی طبقه بندی معادل ۹۳/۶ درصد محاسبه شده و ضریب کاپا طبقه بندی نیز معادل ۰/۹۲ برآورد شده است. این دقت بالا در تحقیقی که فیضی زاده و همکارانش (۱۳۸۸) انجام داده‌اند حاصل شده است که دقت کلی معادل ۹۴/۲۰ و ضریب کاپا معادل ۰/۹۳ درصد ارائه شده است. همچنین چن و همکارانش (۲۰۰۹)، هانگ و نی (۲۰۰۸) در تحقیقات خود دقت بالای طبقه بندی ارائه شده براساس روشهای شی گرا را به اثبات رسانده‌اند. دقت بالای روش طبقه بندی شی گرا به این دلیل است که ، علاوه بر استفاده از اطلاعات طیفی در قالب ارزش عددی پیکسل‌ها، از اطلاعات مربوط به محتوا، شکل، بافت و الگو نیز در طبقه بندی تصاویر استفاده می‌نماید.

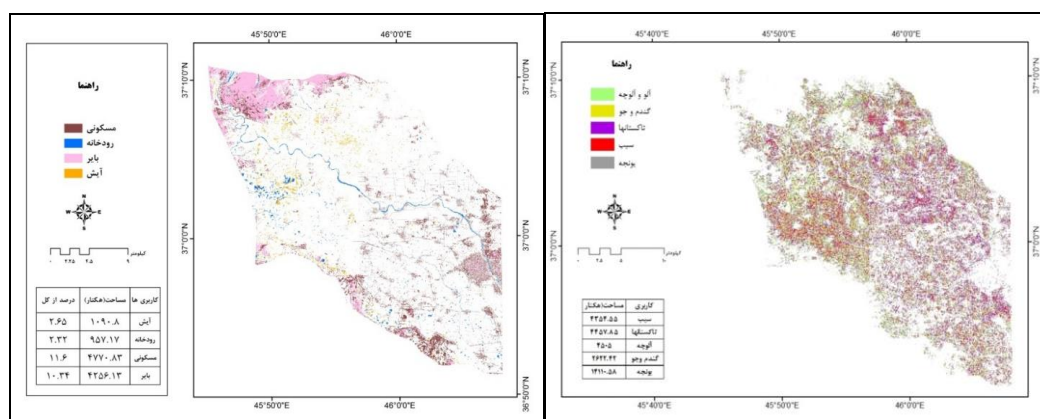
انتقال به محیط GIS و تهیه نقشه‌ها

پس از انجام طبقه بندی در محیط نرم افزار eCognition نتیجه با فرمت Shp ذخیره گردید و به محیط نرم افزار Arc GIS 10.2 انتقال یافت که با تعریف روابط توپولوژیکی و تشکیل پایگاه اطلاعات زمینی مساحت هر کدام از طبقات کاربری اراضی استخراج گردید.

جدول (۴). آمار مربوط به دقت تولید کننده، مصرف کننده، ضریب کاپا و مساحت (منبع؛ نگارندگان)

کاربری ها	دقت تولید کننده	دقت کاربر	ضریب کاپا برای هر طبقه	مساحت (هکتار)	درصد از کل
بایر	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۵	۴۲۵۶/۱۳	۱۰/۳۴
مسکونی	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۱	۴۷۷۰/۸۳	۱۱/۶
رودخانه	۱	۰/۹۸	۰/۹۹	۹۵۷/۱۷	۲/۳۲
گندم و جو	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۹۱	۲۶۲۲/۴۲	۶/۳۷
انگور	۰/۹۴	۱	۰/۹۲	۴۴۵۷/۸۵	۱۰/۸۳
سیب	۰/۹۳	۰/۹۸	۰/۹۲	۴۳۵۴/۵۵	۱۰/۵۸
آلوچه	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۱	۴۵۰۵	۱۰/۹۵
یونجه	۰/۹۷	۰/۷۸	۰/۹۶	۱۴۱۱۰/۵۸	۳۴/۳۱
آیش	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۴	۱۰۹۰/۸	۲/۶۵
جمع				۴۱۱۲۵/۳۳	۱۰۰
دقت کلی	۰/۹۳,۶	ضریب کاپا کلی	۰/۹۲		

مساحت و میزان درصد هریک از کاربری های استخراج شده از منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که اراضی زراعی بیشترین مساحت را نسبت به کاربری های دیگر به خود اختصاص داده‌اند. که این موضوع بیشتر به دلیل شرایط توپوگرافی منطقه با داشتن جلگه حاصل خیز و هموار و منابع آبی بالا به دلیل وجود رودخانه‌های زرينه رود و سیمینه رود برای کشت این نوع محصولات می‌باشد. براساس نتایج ارائه شده در جدول (۴) و شکل (۵) اراضی زراعی با مجموع مساحت ۱۷۸۲۳/۸ هکتار ۴۳/۳۴ درصد از کل کاربری های منطقه را به خود اختصاص داده‌اند به طوری که برای محصول یونجه ۱۴۱۱۰/۵۸ هکتار ۳۴/۳۱ درصد، برای گندم و جو ۲۶۲۲/۴۲ هکتار ۶/۳۷ درصد و برای طبقه آیش ۹۵۷/۱۷ هکتار درصد ۲/۶۵ اختصاص داده شده است. اراضی باغی نیز با مجموع مساحت ۸۹۶۲/۸۵ هکتار ۲۱/۷۹ درصد از کل کاربری های منطقه را به خود اختصاص داده‌اند که برای محصول سیب ۴۳۵۴/۵۵ هکتار ۱۰/۵۸ درصد، انگور ۴۴۵۷/۸۵ هکتار ۱۰/۸۳ درصد و برای آلوچه ۴۵۰۵ هکتار ۱۰/۹۵ درصد از کل کاربری ها اختصاص داده شده است. سایر کاربری های مستخرج نیز با مجموع مساحت ۹۹۸۴/۱۳ هکتار ۲۴/۲۷ درصد از کل مساحت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده‌اند که برای اراضی بایر ۴۲۵۶/۱۳ هکتار ۱۰/۳۴ درصد، محدوده‌های آبی ۹۵۷/۱۷ هکتار ۲/۳۲ درصد و اراضی مسکونی ۴۷۷۰/۸۳ هکتار ۱۱/۶ درصد، از مجموع مساحت و درصد کل کاربری های اراضی اختصاص داده شده است. اراضی بایر بیشتر در محل ریزش رودخانه‌های زرينه رود و سیمینه رود به دریاچه ارومیه استخراج شده که این امر به دلیل خشکی این دریاچه، عقب نشینی خط ساحلی آن و در نتیجه نمایان شدن اراضی باتلاقی و شور زارها می‌باشد.



شکل (۵) الف: کاربری های باغی و زراعی ب: سایر کاربری ها

نتیجه گیری

تحقیق حاضر با هدف استخراج نقشه کاربری اراضی از منطقه مورد مطالعه با دقت بالا با استفاده از نرم افزار eCognition و روش‌های شی گرا انجام شده است. این تحقیق نشان می‌دهد که عملگرها، توابع و پارامترهای مورد استفاده در طبقه بندی شی گرا براساس منطق فازی در محیط نرم افزار eCognition و اعمال این

الگوریتم‌ها روی تصاویر ماهواره ای دقت بالایی را در استخراج کاربری های مورد نظر ارائه می‌دهد، که این مهم می‌تواند در طبقه‌بندی کاربری های مورد نظر با داشتن اطلاعات دقیق و قابل اطمینان از میزان و مساحت کاربری ها که در نتیجه نقشه های طبقه‌بندی شده براساس منطق فازی در طبقه بندی شیء‌گرا ارائه می‌شود، مورد استفاده قرار گیرد. لذا پیشنهاد می‌شود که در طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای از روش شیء‌گرا، الگوریتم-های فازی و تصاویر با قدرت تفکیک بالا (Quick Bird) استفاده شود. چرا که نتایج حاصل از این تحقیق برای سازمانهای اجرایی (نظیر سازمان جهاد کشاورزی، اداره کل منابع طبیعی و سازمان آب منطقه ای و...) به منظور برنامه ریزی و مدیریت بهینه منابع آب و خاک قابل استفاده است.

منابع

- اکبری، مسلم؛ سلیمانی، کریم (۱۳۸۹): کاربرد سنجش از دور GIS در ارزیابی تغییرات کاربری اراضی مطالعه موردی حوضه آبخیز نورآباد، لرستان. همایش ژئوماتیک، سازمان نقشه برداری کشور، تهران.
- رضایی مقدم، محمد حسین؛ فیضی زاده، بختیار؛ رضایی بنفشه، مجید؛ نظم فر، حسین (۱۳۸۹): طبقه بندی پوشش اراضی، کاربری اراضی به روش شیء گرا و تصاویر ماهواره ای، پژوهش های آبخیزداری، شماره ۸۷.
- سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی، (۱۳۹۰).
- فیضی زاده، بختیار؛ هلالی، حسین (۱۳۸۸): مقایسه روش های پیکسل پایه، شیء گرا و پارامترهای تاثیر گذار در طبقه بندی پوشش کاربری اراضی استان آذربایجان غربی، پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۷۱: ۸۴-۷۳.
- فیضی زاده، بختیار؛ جعفری، فیروز؛ نظم فر، حسین (۲۰۰۸): کاربرد داده های سنجش از دور در آشکارسازی تغییرات کاربری های اراضی شهری (مطالعه موردی فضای سبز شهر تبریز)، هنرهای زیبا ۳۴.
- فیضی زاده، بختیار؛ حاجی میررحیمی، محمود. (۱۳۸۷): آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه بندی شیء گرا (مطالعه موردی: شهرک اندیشه)، مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک تهران.
- محمدی، مجید، امیری، مجتبی و جعفر دستورانی (۱۳۹۴): مدلسازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان رامیان در استان گلستان، مجله برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره نوزدهم، شماره ۴.
- محمودزاده، حسن، (۱۳۹۶)، کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در مدلسازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی شهر سردرود، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، ۲۱ (۶۰): ۲۲۳۷-۲۲۱.
- علوی پناه، سید کاظم، (۱۳۸۴)، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- Anderson, J. R.; Hady; E. Roach, E.J. Wetter T. and Richard. E. (1976) **Lands cover classification system for use with remote sensor data**. United States Government Printing Office, Washington. Pages 80– 85.
- Arafat, S.M, (2003). **The utilization of geoinformation technology for agricultural development and management in Egypt**. 7th International Specialized Conference on Diffuse Pollution and Basin Management 17-22 August 2003, Dublin, Ireland.
- Blaschke T, (2010) **Object based image analysis for remote sensing**. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 65, 2-16.
- Chaudhuri, B., & Sarkar, N. (1995). **Texture segmentation using fractal dimension**. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, pp. 17, 72– 77.
- Chen, M, Su.W, Li.L, Chao.Z, Yue.A and Li.H., (2009) **of Pixel-based and Object-oriented Knowledge- based Classification Methods Using SPOT5 Imagery**, WSEAS

TRANSACTIONS on INFORMATION SCIENCE and APPLICATIONS, ISSN: 1790-0832, pages 477-489.

Dubuisson-Jolly, M. P., & Gupta, A. (2000). **Color and texture fusion: application to aerial image segmentation and GIS updating**. Image and Vision computing, 18(10), 823-832.

Hofmann, T., Puzicha, J., & Buhmann, J. (1998). **Unsupervised texture segmentation in a deterministic annealing framework**. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, NO20, pp.803-818.

Huang, .L and Ni.L. (2008) **Object-oriented classification of high resolution satellite image for better accuracy**, Proceedings of the 8th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, Shanghai, P. R.China, June. 25(27). 211-218.

Jain, A & F .Farrokhnia,(1991) **Unsupervised texture segmentation using Gabor filters**. In: Pattern Recognition. 24(12) ,1167-1168.

Mao, J., & Jain, A. K. (1992). Texture classification and segmentation using multiresolution simultaneous autoregressive models. Pattern recognition,25(2), 173-188.

Martha, T. R., Kerle, N., Jetten, V., van Westen, C. J., & Kumar, K. V. (2010), Characterising spectral, spatial and morphometric properties of landslides for semi-automatic detection using object-oriented methods. Geomorphology,116(1), 24-36.

Oruc, M., Marangoz, A. M., Buyuksalih, G.(2004). Comparison of pixel-based and objectoriented classification approaches using Landsat-7 ETM spectral bands. ZKU, Engineering Faculty, 67100 Zonguldak, Turkey.

Pal, Nikhil R., and Sankar K. Pal(1993). **"A review on image segmentation techniques."** Pattern recognition. 26,. 9 ,1277-1294.

Panjwani, D. & G. Healey, (1995). **Markov random field models for unsupervised segmentation of textured colour images**. In: IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 17 (10), 939-954.

Wenjuan,Y, Zhou,W, Qian,Y and Jingli Yan(2016). "A new approach for land cover classification and change analysis: Integrating backdating and an object-based method." Remote Sensing of Environment 177 ,37-47.

Ziaieian-Firoozabadi, P., L. Sayad-Bydhdny, and M. Eskandari-Nodeh.(2009). **Mapping and estimating the area under rice cultivation in Sari city using satellite images Radarst**. Geography Research Natural. 68: 45-58. (In Farsi).

Wardlow, D. B., L. E. Eghbert, and j. H. Castens.(2007). Analysis of time-series MODIS 250 m vegetation index data for crop classification in the U. S. central great plains. Journal of Remote Sensing of Environment .108: 290-310.

Yousefi, S., M. Tazeh, S. Mirzaee, H. R. Moradi, and S. H. Tavangar. (2011). **Comparison of different classification algorithms in satellite imagery to produce landuse maps (Case study: Noor city)**. Journal of Applied RS and GIS Techniques in Natural Resource Science 2 (2): 15-23. (In Farsi).

Arekhi, S., and M. Adibnejad. (2011). Efficiency assessment of the support vector machines for land use classification using landsat ETM+ data (Case study: Ilam Dam Catchment). Iranian journal of Range and Desert Reseach 18 (3): 420-440. (In Farsi).

Jansen L. J.M. and A. Di Gregorio. (2004) **Obtaining land-use information from a remotely sensed land cover map: results from a case study in Lebanon**, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 5: 141–157.

