

تهیه نقشه پوشش اراضی شهرستان اسلامشهر با استفاده از الگوریتم‌های حداکثر احتمال و فازی

سال ۲۰۱۵

ساناز شفیعی^{۱*}

Sh.sanaz66@gmail.com

مرضیه علی خواه اصل^۲

محمد رضوانی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۱۴

چکیده

اطلاعات پوشش و کاربری اراضی، برای بسیاری از فعالیت‌های برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین از جمله آمایش سرزمین دارای اهمیت است. امروزه تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از دور بهترین وسیله برای استخراج نقشه پوشش و کاربری اراضی به عنوان نقشه‌های پایه در آمایش سرزمین می‌باشد. بر این اساس هدف اصلی این تحقیق مقایسه دو روش حداکثر احتمال و فازی جهت استخراج نقشه پوشش و کاربری اراضی شهرستان اسلامشهر با استفاده از تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست برای سال ۲۰۱۵ است. برای نیل به این هدف ابتدا با اعمال پیش‌پردازش‌های لازم، عملیات بارزسازی تصاویر اجرا و با بهره‌گیری از الگوریتم‌های حداکثر احتمال و فازی نقشه‌های موضوعی پوشش و کاربری اراضی در پنج طبقه انسان ساخت، اراضی بایر، اراضی کشاورزی، باغات- فضای سبز شهری و جاده تهیه شد و سپس دقت طبقه‌بندی این دو روش با استفاده از تعیین دقت کلی مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، در هر دو روش کاربری انسان ساخت دارای بیشترین میزان مساحت و جاده کمترین میزان را دارا می‌باشد و نتایج حاصل از ارزیابی دقت نشان داده است که طبقه‌بندی با روش الگوریتم حداکثر احتمال با دقت کلی ۸۸/۱۰ درصد و ضریب کاپا ۰/۸۴ نسبت به طبقه‌بندی با روش فازی با دقت کلی ۸۷/۸۳ و ضریب کاپا ۰/۸۳ از دقت بیشتری برخوردار است.

کلمات کلیدی: شهرستان اسلامشهر، طبقه‌بندی فازی، سنجش از دور، الگوریتم حداکثر احتمال.

۱- کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۲- استادیار، گروه منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

مقدمه

پوشش عبارت است از سطحی از زمین که توسط پوشش گیاهی یا سایر پدیده‌های سطح خاک مانند سنگ و سنگریزه و بقایای گیاهی اشغال شده است و از خاک تحت آن در برابر عوامل فرسایش‌زا محافظت می‌کند. این پدیده‌ها می‌توانند پوشش گیاهی، سنگ و سنگریزه، لاش برگ یا کریپتوکام باشند. با این وجود در اغلب مطالعات مرتع منظور از پوشش، پوشش گیاهی است و فعالیت‌های مدیریتی بر اساس تجزیه و تحلیل این پوشش است (۱). آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و به بیان دیگر نحوه استفاده از زمین، به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نقشه‌های پوشش اراضی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای نقش مهمی در ارزیابی‌های منطقه‌ای و ملی ایفا می‌کنند (۲) و نیز جهت سیاست‌گذاری و چاره‌اندیشی برای رفع مشکلات موجود ضرورتی انکارناپذیر است (۳). امروزه کسب آگاهی و دانش در رابطه با پوشش گیاهی و سلامت آن نقش مهمی را در مدیریت خاک‌ها ایفا می‌کند به منظور بررسی و پایش پوشش گیاهی در مقیاس جهانی و ناحیه‌ای دسترسی به هنگام به داده‌های میدانی یا صحرایی معمولاً دشوار و محدود می‌باشد. همچنین برآورد پوشش گیاهی به روش معمولی (میدانی)، که شامل برآورد کلی از پوشش گیاهی است هم زمان بر است و هم اطلاعات چندان دقیقی را به دست نمی‌دهد، از این رو سنجش از دور فن‌آوری بسیار مفیدی است که با داشتن خصوصیتی نظیر فراهم ساختن یک دید وسیع و یکپارچه از یک منطقه، قابلیت تکرارپذیری، سهل‌الوصول بودن اطلاعات و دقت بالای اطلاعات حاصله، صرفه‌جویی در زمان بر سایر روش‌ها ارجحیت داده می‌شود. ترکیب نتایج حاصل از مشاهدات و اندازه‌گیری‌های میدانی با داده‌های سنجش از دور می‌تواند نقشه‌های به هنگام خصوصیات محصولات را ارائه نماید که این امر در تعریف واحدهای مدیریت دقیق ارزشمند است. بنابراین می‌توان از کاربردهای متعدد سنجش از دور به عنوان ابزاری مناسب در مشاهده، ارزیابی، کنترل، نظارت و مدیریت منابع خاک، آب، پوشش گیاهی، محیط‌زیست و اکوسیستم و بلایای

طبیعی، استفاده نمود (۵). در این زمینه روش‌های مختلفی برای تهیه نقشه پوشش اراضی وجود دارد که هر کدام دارای مزایا و محدودیت‌هایی هستند. انتخاب روش به هدف مطالعه و داده‌های در دسترس بستگی دارد. امروزه، از متداول‌ترین و دقیق‌ترین روش‌های طبقه‌بندی مورد استفاده برای این منظور، می‌توان به روش‌های آماری نظیر طبقه‌بندی حداکثر احتمال^۱ اشاره کرد (۶) و نیز روش فازی^۲ که به تازگی در مطالعات این حوزه گسترش یافته است. استفاده از علم سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای، ما را در دستیابی به آمایش سرزمین، یعنی استفاده بهینه از منابع، امکانات و چگونگی استقرار انسان‌ها در زمینه فعالیت در فضای جغرافیای ملی و منطقه‌ای سامان می‌دهد. در رابطه با چگونگی اسکان کشاورزان، افزایش محصولات کشاورزی، برنامه‌ریزی در صادرات محصولات و در نهایت رسیدن به خودکفایی کشاورزی به سادگی می‌توان از علم سنجش از دور استفاده بهینه نمود (۷). علی‌بخشی و همکاران (۱۳۹۴) برای تهیه نقشه کاربری ارضی تالاب میقان از داده‌های ماهواره لندست ۸ استفاده کردند، آن‌ها برای طبقه‌بندی از روش، طبقه‌بندی نظارت شده و فازی استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که طبقه بندی نظارت شده با صحت کلی ۸۴/۹۱ درصد نسبت به طبقه‌بندی به روش فازی با صحت ۸۳/۴۹ درصد از دقت بیش‌تری برخوردار است (۸). ملکی و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله‌ای تحت عنوان پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی^۳ در شهرستان اردبیل، با استفاده از طبقه‌بندی نظارت شده^۴ و الگوریتم حداکثر احتمال تشابه بهترین ترکیب باندی را انتخاب و نقشه کاربری اراضی منطقه را برای سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ تهیه کردند (۹).

علی‌خواه اصل و فروتن (۱۳۹۲) برای تهیه نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز حبله رود از روش فازی استفاده کردند آن‌ها به

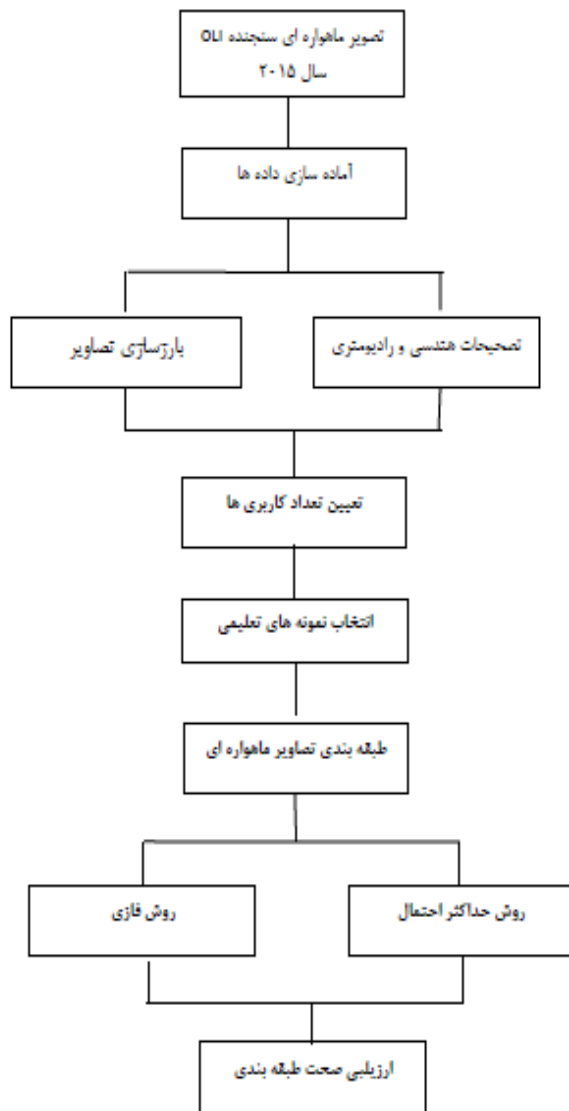
1- Maximum Likelihood

2- Fuzzy Method

3- Geographic Information System

4- Supervised Classification

این نتیجه رسیدند که تفکیک اراضی دیم و مراتع با وضعیت خوب و متوسط، با دقت خوبی صورت پذیرفته است و بیشترین خطای این روش، در مشخص نمودن مرز اراضی زراعی آبی و مراتع فقیر می باشد (۱۰). آیانا و کوزیتساکولچای^۱ (۲۰۱۲) از تکنیک سنجش از دور و مدل مارکو برای بررسی تغییرات کاربری اراضی استفاده نمودند و نتیجه گیری کردند که ترکیب این دو در تشخیص دقیق میزان تغییر کاربری اراضی مفید می باشد (۱۱). عبدال- کاوی و همکاران^۲ (۲۰۱۰) با استفاده از طبقه بندی نظارت شده تصاویر ماهواره ای لندست طی سال های ۱۹۸۴، ۱۹۹۹، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۹ تغییرات کاربری و پوشش اراضی دلتای شرقی رود نیل مصر را بررسی نمودند و با مقایسه تصاویر پس از طبقه بندی به این نتیجه رسیدند که بیشترین تغییرات در تبدیل زمین های بایر به مزارع کشاورزی بوده است (۱۲). گویندون و همکاران^۳ (۲۰۰۴) اقدام به ارزیابی جامع از اطلاعات به دست آمده از اتاوا، کلگری و جنوب غربی انتاریو با استفاده از نقشه های طبقه بندی شده کاربری اراضی حاصل از داده های لندست TM با صحت بالاتر از ۷۸ درصد تولید نمودند (۱۳). جمع بندی پیشینه تحقیق نشان می دهد که تصاویر سنجش از دور از قابلیت بالایی برای تهیه نقشه های کاربری اراضی برخوردار بوده و در سراسر جهان توسط محققین برای ارزیابی کاربری و پوشش اراضی به کار گرفته می شوند لذا در این تحقیق، از تکنیک فازی و الگوریتم حداکثر احتمال در سنجش از دور به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی استفاده گردید. هدف از انجام این تحقیق، مقایسه ی دو روش طبقه بندی حداکثر احتمال و فازی جهت استخراج نقشه پوشش و کاربری اراضی شهرستان اسلامشهر با استفاده از تصاویر ماهواره ای سنجنده OLI است.



شکل ۱- روش کار مورد استفاده

روش بررسی

در این تحقیق از تصاویر ماهواره ای لندست ۸، سنجنده OLI در تاریخ ۱۷/۱۵/May/۲۰۱۵ و نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ و داده های بدست آمده از GPS در طی عملیات میدانی و

1- Ayana and Kositsakulchai

2- Abd El-Kawya et all

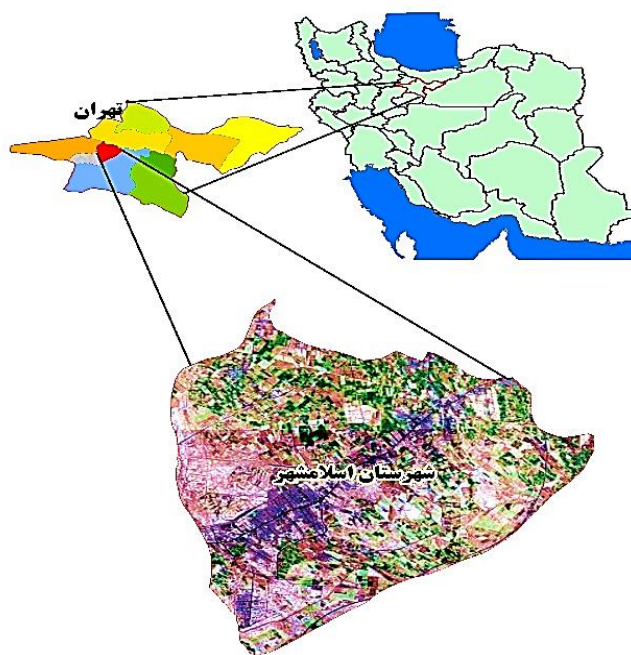
3- Guindon et all

منطقه مورد مطالعه

ری، از ناحیه جنوب به قسمت‌های از اراضی شهرستان ری و رباط‌کریم و از طرف غرب به شهرستان شهریار محدود می‌گردد.

میانگین دمای سالانه ۱۷/۷۹ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه ۲۳۱ میلی‌متر می‌باشد. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۱۶۵ متر می‌باشد، همچنین این شهرستان دارای ۳ بخش، ۶ دهستان و ۲۶ روستا می‌باشد (شکل ۲).

شهرستان اسلام‌شهر با مساحت ۲۶۸۳۵ هکتار در نواحی شمال غرب فلات مرکزی و در موقعیت جغرافیایی $30^{\circ} 22'$ و $51^{\circ} 10'$ تا $51^{\circ} 35'$ و $30''$ تا $42'$ ، $30''$ و $27'$ عرض شمالی و روبروی آبرفت‌های سیلابی و مخروط‌افکنه سیلاب‌های جاری شده از دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی واقع شده است. این شهرستان از شمال به قسمت‌هایی از شهرستان ری و تهران بزرگ، از ناحیه شرق به شهرستان



شکل ۲- منطقه مورد مطالعه

آماده‌سازی و پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای

تصاویر کنترل شد همچنین با انتخاب ۳۰ نقطه مشترک با پراکنش مناسب در سیستم تصویر UTM به روش نزدیک‌ترین همسایه با RMSE برابر ۰/۴۸ مطابقت داده شد. پس از انجام تصحیحات هندسی و رادیومتریک تصاویر به منظور کاهش حجم پردازش و زمان پردازش‌های موردنیاز با استفاده از نرم‌افزار ERDAS تصاویر ماهواره‌ای به وسیله مرز شهرستان اسلام‌شهر برش داده شد و تصویر هر باند در تمامی تصاویر برای محدوده مطالعه شده تهیه شد. وضوح داده‌های خام معمولاً پایین و تشخیص عوارض غالباً به سختی امکان‌پذیر است. بنابراین در این پژوهش به منظور افزایش وضوح تصاویر و

علی‌رغم انجام سطح اول تصحیحات تصاویر انتخاب شده، توسط سازمان زمین‌شناسی آمریکا، به منظور اطمینان از کیفیت داده‌ها، باندها و ترکیب‌های رنگی ایجاد شده تصویر موردنظر در محیط ERDAS نمایش و قسمت‌های مختلف آن‌ها بزرگنمایی شد. سپس از لحاظ خطاهای رادیومتری همانند راه‌راه شدگی، خطای دسته‌های شانزده‌تایی و پیکسل‌های دوبله مورد بررسی قرار گرفت تا در صورت ضرورت تصحیح شود. سپس لایه‌های وکتوری جاده‌ها و آبراه‌ها استخراج شده از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰، در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی روی تصاویر انداخته و کیفیت هندسی

۱- روش‌های طبقه‌بندی

در این تحقیق از دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و فازی استفاده گردید. در زیر این دو روش توضیح داده شده است.

۱-۱- طبقه‌بندی حداکثر احتمال

از میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده، روش حداکثر احتمال تاکنون به عنوان دقیق‌ترین و پراستفاده‌ترین روش‌ها ذکر شده است (۱۴). در این روش ارزش بازتابی هر پیکسل ناشناخته بر اساس واریانس و کوواریانس آن به طبقه واکنش طیفی ویژه تجزیه و تحلیل می‌شود. در این روش فرض بر این است که توزیع داده‌های هر طبقه بر اساس توزیع نرمال در اطراف پیکسل میانگین آن طبقه قرار گرفته‌اند. این فرض بر اساس تجارب حاصل از بازتاب انرژی از اجسام، پذیرفته شده است. در عمل، واریانس، کوواریانس و میانگین طبقه‌های مختلف هر باند یک تصویر ماهواره‌ای، برای طبقه‌بندی پدیده‌ها محاسبه می‌شود. با استفاده از روش‌های آماری احتمال تعلق هر یک از پیکسل‌ها به هر یک از طبقه‌ها محاسبه می‌شود تا هر یک از پیکسل‌ها به طبقه‌ای تعلق یابد که تعلق آن، به آن طبقه از احتمال بیش‌تری برخوردار است (۱۹).

۱-۲- طبقه‌بندی فازی

منطق فازی یا Fuzzy Logic برای اولین بار در سال ۱۹۶۰ توسط دکتر لطفی زاده، استاد علوم کامپیوتری دانشگاه برکلی کالیفرنیا مطرح شد. منطق فازی درستی هر چیزی را با یک عدد که مقدار آن بین صفر و یک است نشان می‌دهد. این تکنیک در سنجش از دور، به منظور کمک به طبقه‌بندی داده‌هایی که دقیقاً به یک طبقه تعلق ندارند به کار برده می‌شود. این طبقه‌بندی با استفاده از یک تابع عضویت عمل می‌نماید و مقدار یک پیکسل با توجه به اینکه به یک کلاس نزدیک‌تر از کلاس دیگر است تعیین می‌شود (۲۰). طبقه‌بندی فازی مرزهای معینی ندارد و هر پیکسل می‌تواند متعلق به چند کلاس باشد (۱۰)، در این طبقه‌بندی، همانند طبقه‌بندی حداکثر احتمال نمونه‌های تعلیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد اما بزرگ‌ترین تفاوت آن با روش حداکثر احتمال آن است که قادر است اطلاعات را از کلاس‌های مختلفی که در پیکسل‌های مخلوط یافت می‌شوند به دست آورد و علاوه بر آن، در

بهتر نمایان شدن پدیده‌های مختلف روش بارزسازی کشش خطی اعمال شد که با خطاهای جانبی همراه نیست (۱۴). به دلیل مقایسه دشوار تصاویر ماهواره‌ای در باندهای مستقل از شیوه مناسب بارزسازی تصاویر ماهواره‌ای همانند نمایش باندها در یک تصویر استفاده شد (ترکیب باندی ۲ تا ۷ به جز باندهای ۹، ۸، ۱ تصویر سنجنده OLI لندست ۸). یکی از عمومی‌ترین و کاربردی‌ترین این روش‌ها، استفاده از باندهای مادون قرمز، قرمز و سبز در ایجاد تصویر رنگی کاذب (FCC) است. همچنین در این تحقیق برای بالا بردن اندازه تفکیک تصاویر از روش Merge استفاده شد.

پردازش تصاویر ماهواره‌ای

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به منظور نسبت دادن ارزش‌های رقمی موجود در تصویر به گروه‌هایی با مشخصه‌های همگن، با هدف متمایز کردن اشیاء یا پدیده‌های مختلف از یکدیگر به کار می‌رود (۲۲).

به جداسازی مجموعه‌های طیفی مشابه و تقسیم‌بندی طبقاتی آن‌ها که دارای رفتار طیفی یکسانی باشد، طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای گفته می‌شود به عبارتی طبقه‌بندی پیکسل‌های تشکیل‌دهنده تصاویر، اختصاص دادن یا معرفی کردن هر یک از پیکسل‌ها به کلاس یا پدیده خاصی را، طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای گویند (۱۴). طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به شکل نظارت شده و نظارت‌نشده انجام می‌گیرد. در مطالعه حاضر با بررسی میدانی و برداشت نقاط با GPS و با توجه به پراکنش، نمونه‌های تعلیمی با کاربری‌ها از لحاظ پوشش و کاربری اراضی در شهرستان اسلامشهر پنج کلاس کاربری به این شرح انتخاب شد: اراضی بایر، اراضی انسان ساخت، کشاورزی، کلاس تلفیقی باغات - فضای سبز شهری و کلاس جاده. با همپوشانی نقاط تعلیمی و ایجاد تصاویر کاذب رنگی مختلف سعی گردید در انتخاب نمونه‌های آموزشی پراکندگی مناطق برداشت نمونه در همه تصویر رعایت شود تا توزیع نمونه‌ها نرمال باشد. بعد از طبقه‌بندی تصویر سال ۲۰۱۵، در محیط ERDAS نقشه‌های رستری استخراج شده برای تولید نقشه نهایی تغییرات، در محیط ARC MAP برداری شد.

نمونه‌های تعلیمی برای فرایند طبقه‌بندی و ۱/۳ برای ارزیابی مدل به کار می‌رود (۱۸). که تعداد این نقاط در این تحقیق در مجموع ۵۰۰ نقطه می‌باشد (برای هر کلاس ۱۰۰ نقطه در نظر گرفته شد)، که ۳۳۰ نقطه به عنوان نمونه‌های تعلیمی و مابقی آن نمونه‌های شاهد می‌باشد که در ارزیابی صحت مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای ارزیابی صحت از روش Accuracy Assessment استفاده شد. در مرحله بعدی مشخصات آماری دقت تولید کننده، دقت استفاده کننده برای هر کدام از کلاس‌ها به شرح جدول (۱ و ۲) استخراج شد. سپس اقدام به محاسبه دقت کلی طبقه‌بندی شد.

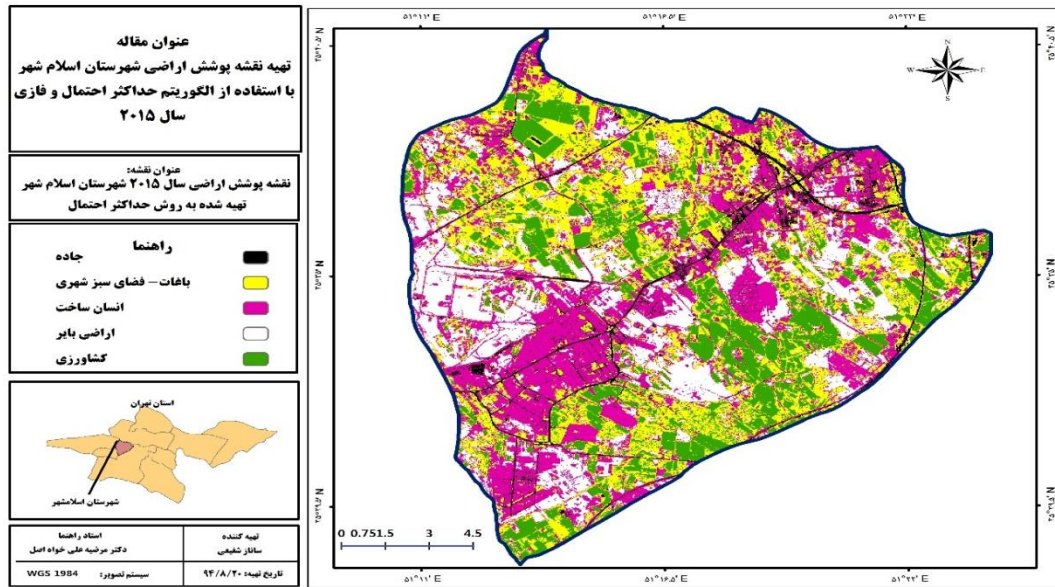
یافته‌ها

پس از اعمال طبقه‌بندی با الگوریتم‌های حداکثر احتمال و فازی بر روی تصویر ماهواره‌ای OLI نقشه پوشش و کاربری اراضی تهیه گردید (شکل ۳ و ۴). سپس دقت طبقه‌بندی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت نمونه‌های شاهد برای هر کدام از کلاس‌ها به صورت طبقه‌بندی تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید. پس از پیاده‌سازی نمونه‌های شاهد بر سطح تصویر مشخصات آماری دقت تولیدکننده و دقت استفاده کننده برای هر کدام از کلاس‌ها تعیین گردید و در نهایت با استفاده از دقت کلی، دقت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی با روش حداکثر احتمال و فازی مشخص شد، که نتایج حاصل از آن‌ها در جداول (۱) و (۲) ارائه شده است. بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد نقشه پوشش و کاربری اراضی حاصل از طبقه‌بندی به روش حداکثر احتمال با دقت کلی ۸۸/۱۰ نسبت به طبقه‌بندی فازی با دقت کلی ۸۷/۸۳ از دقت بالاتری برخوردار بوده است. دقت تولید کننده احتمال یک پیکسل در تصویر طبقه‌بندی در همان کلاس در روی زمین است و دقت کاربر احتمال یک کلاس مشخص در روی زمین در همان کلاس بر روی تصویر طبقه‌بندی شده می‌باشد و برای پنج کلاس تعیین شده در این مطالعه، بیش‌ترین دقت را برای نقشه کاربری اراضی به دست آمده از روش حداکثر احتمال داشته‌اند.

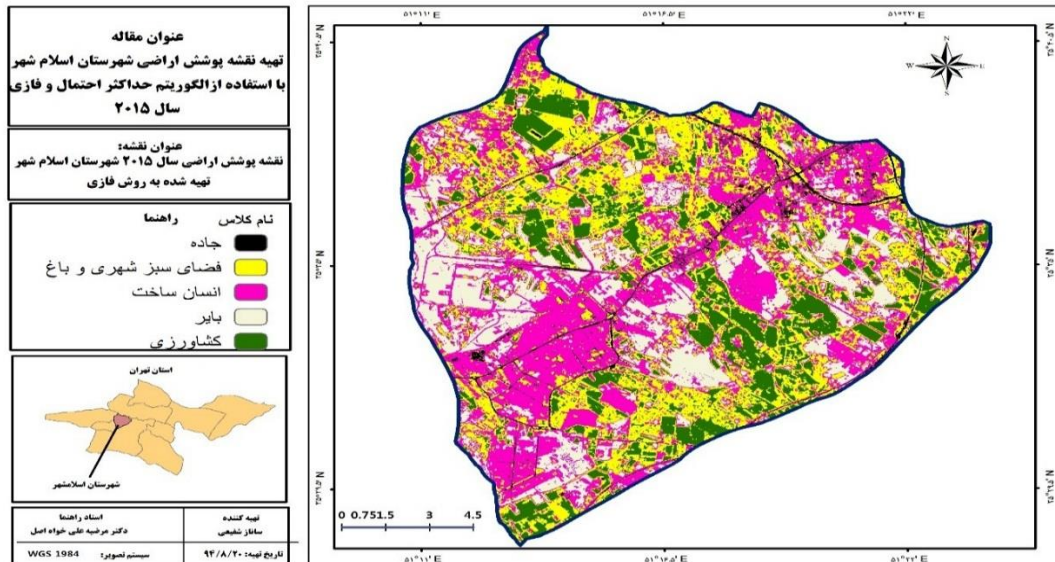
طبقه‌بندی فازی مکان‌های تعلیمی نایستی پیکسل‌های کاملاً مشابه داشته باشند (۲۱). در نرم‌افزار ERDAS این طبقه‌بندی با محاسبه میانگین وزنی عکس فاصله همه کلاس‌های پیکسل‌های موجود، در پنجره محاسباتی یک لایه طبقه‌بندی منفرد ایجاد می‌شود (۱۰).

۲- ارزیابی صحت طبقه‌بندی

ارزیابی و بررسی صحت نتایج طبقه‌بندی از مراحل مهم طبقه‌بندی محسوب می‌شود که نشان‌دهنده میزان صحت در طبقه‌بندی انجام‌شده است. برای تعیین میزان دقت نقشه‌های تولیدی لازم است پیکسل‌های نمونه‌برداری شده به طور تصادفی انتخاب شوند، ولی اغلب باید محدود به مناطقی شوند که داده‌های کمکی مانند عکس‌های هوایی موجود است یا مناطق قابل دسترس روی زمین باشند (۱۴). در این تحقیق پس از اعمال طبقه‌بندی با روش حداکثر احتمال و فازی، اقدام به ارزیابی دقت طبقه‌بندی شد. برای انجام این کار نمونه‌های آموزشی برای هر کدام از کلاس‌ها به صورت تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید، در انتخاب مناطق نمونه رعایت نکاتی ضروری می‌باشد از جمله این که به صورتی انتخاب شوند که بر روی پدیده‌های گوناگون تصویر، به شکل مناسب پراکنده شده باشند، نمونه‌ها به گونه‌ای انتخاب شود تا از نظر انعکاس طیفی همگنی مطلوبی مشاهده شود و به علاوه نمونه‌ها از نظر اندازه به طور مناسب انتخاب شوند (۱۵). همچنین حداقل تعداد پیکسل مورد نیاز برای هر کلاس $N+1$ است که حرف N به معنای تعداد باندهای مورد استفاده در عملیات طبقه‌بندی است (۱۶). اگر چه تعداد پیکسل‌های مورد نیاز برای هر کلاس $10 \cdot N$ یا حتی $100 \cdot N$ نیز پیشنهاد شده است (۱۷). با رعایت شرایط فوق، با کاربرد سامانه موقعیت‌یاب جهانی^۱، نمونه‌های تعلیمی از سطح منطقه تهیه شد همچنین برای مناطقی که امکان دسترسی میسر نبود، از تصاویر مربوط به Google Earth استفاده شد. همچنین سعی شد از کلاس‌هایی که دارای الگوهای طیفی متفاوتی بودند نمونه‌های تعلیمی بیش‌تری برداشت شود تا تغییرات طیفی این کلاس‌ها در طبقه‌بندی دخالت داده شود. گفتنی است که حدود ۲/۳ از



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی شهرستان اسلامشهر در سال ۲۰۱۵ با روش حداکثر احتمال



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی شهرستان اسلامشهر در سال ۲۰۱۵ با روش فازی

جدول ۲- صحت نقشه کاربری اراضی

طبقه‌بندی فازی تصویر سال ۲۰۱۵

دقت کاربر	دقت نرم افزار	نوع کاربری
۷۷/۰۵	۹۴	انسان ساخت
۹۵/۴۵	۸۵/۴۲	بایر
۸۶/۳۶	۹۰/۴۸	باغ و فضای سبز شهری
۹۴/۱۸	۸۳/۶۷	جاده
۹۱/۷۷	۸۵/۵۸	کشاورزی
٪ ۸۷/۸۳		صحت کلی
۰/۸۳		ضریب کاپا

جدول ۱- صحت نقشه کاربری اراضی

طبقه‌بندی حداکثر احتمال تصویر سال ۲۰۱۵

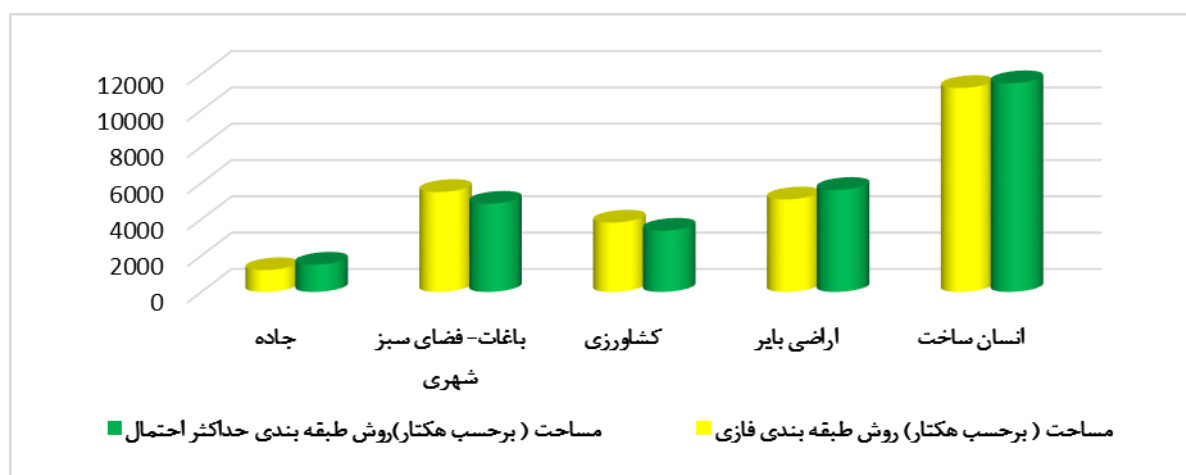
دقت کاربر	دقت نرم افزار	نوع کاربری
۷۹/۶۶	۹۴	انسان ساخت
۹۵/۵۶	۸۹/۵۸	بایر
۸۸/۷۱	۸۷/۳۰	باغ و فضای سبز شهری
۸۷/۲۳	۸۳/۶۷	جاده
۹۰/۲۰	۸۸/۴۶	کشاورزی
٪ ۸۸/۱۰		صحت کلی
۰/۸۴		ضریب کاپا

مساحت هر یک از کلاس‌های نقشه کاربری اراضی بدست آمده از دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و فازی در جدول (۳) و نمودار (۱) نشان داده شده است. همان‌طور که در نمودار و جدول مشخص است با توجه به دقت‌های بدست آمده برای دو کلاس انسان ساخت و جاده در نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی به روش حداکثر احتمال و فازی مساحت این دو کلاس در هر دو نقشه کاربری اراضی به هم نزدیک است در حالی که

مساحت کلاس‌های نقشه کاربری اراضی بدست آمده از دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و فازی در جدول (۳) و نمودار (۱) نشان داده شده است. همان‌طور که در نمودار و جدول مشخص است با توجه به دقت‌های بدست آمده برای دو کلاس انسان ساخت و جاده در نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی به روش حداکثر احتمال و فازی مساحت این دو کلاس در هر دو نقشه کاربری اراضی به هم نزدیک است در حالی که

جدول ۳- مساحت هر کاربری با استفاده از طبقه‌بندی فازی و حداکثر احتمال

میزان تغییر مساحت بر حسب هکتار	درصد مساحت	مساحت (هکتار) حاصل از روش فازی	درصد مساحت	مساحت (هکتار) حاصل از روش حداکثر احتمال	نوع کاربری
+۲۶۳/۰۱۴۷	۴۱/۰۷	۱۱۲۲۵/۵۷۵۳	۴۲/۸۱	۱۱۴۸۸/۵۹	انسان ساخت
+۵۲۴/۸۸۵۳	۱۸/۹۸	۵۰۹۲/۷۷۴۷	۲۰/۹۴	۵۶۱۷/۶۶	بایر
-۶۴۱/۴۲	۲۰/۸۷	۵۴۹۹/۵۴	۱۸/۱۰	۴۸۵۸/۱۲	باغ و فضای سبز
+۲۹۹/۰۸	۴/۴۸	۱۲۰۰/۱۱	۵/۵۹	۱۴۹۹/۱۹	جاده
-۴۴۵/۵۶	۱۴/۶	۳۸۱۷	۱۲/۵۶	۳۳۷۱/۴۴	کشاورزی
	۱۰۰	۲۶۸۳۵	۱۰۰	۲۶۸۳۵	مساحت کل



نمودار ۱- مقایسه مساحت کلاس‌های نقشه کاربری اراضی بدست آمده از دو روش حداکثر احتمال و فازی

بحث و نتیجه‌گیری

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

اطلاعات به هنگام و دقیق در مورد پوشش اراضی، مورد نیاز تصمیم‌گیران و محققان در همه سطوح است. با تحقیق و مشاهدات صحرایی و استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با صرف

تایید می‌کند که طبقه‌بندی حداکثر احتمال که یکی از متداول‌ترین روش‌های طبقه‌بندی داده‌های سنجش از دور بوده و تکنیک مناسبی جهت طبقه‌بندی رقومی تصاویر ماهواره‌ای است که با تحقیقات علی‌بخشی و همکاران (۸) مطابقت دارد اما با تحقیقات زاهدی (۲۶) مطابقت نداشت، که دلیل این امر را می‌توان در دقت به کارگیری نمونه‌های تعلیمی و شاهد توسط کاربر و نرم افزار و همچنین روش تهیه نمونه‌های تصادفی بیان کرد. با توجه به نتایج به دست آمده از روش حداکثر احتمال و فازی، مناطق انسان ساخت یا به عبارت مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی در مقایسه با سایر طبقات بیش‌ترین مساحت و جاده‌ها در این شهرستان کم‌ترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند.

منابع

- ۱- ارزانی، حسین و همکاران، «کاربرد تصاویر سنجنده ETM+ در تخمین میزان تولید و پوشش گیاهی مراتع منطقه طالقان»، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، سال ۱۳۹۳ جلد ۲۱، شماره ۱، صفحه ۳۱-۲۴.
- 2- Knorn, J., A. Rabe, C.V. Radeloff, T. Kuemmerle, J. Kozak and P. Hostert. 2009. Land cover mapping of large areas using chain classification of neighboring Landsat satellite images. *Remote Sens. Environ.* 113: 957– 964.
- ۳- سلمان ماهینی، عبدالرسول و همکاران، «طبقه‌بندی مناطق جنگلی استان گلستان به روش حداکثر احتمال با استفاده از تصاویر ماهواره ای ETM+ سال ۲۰۰۱»، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست سال ۱۳۹۱، شماره سوم صفحه ۵۶-۴۷.
- 4- Zhang, Zh., Lieven, V., Eva De, C., Ou, X and Robert De., 2008. Vegetation change detection using artificial neural networks with ancillary data in Xishuangbanna,

بسیار معمول است و محققان و دانشمندان این علم در دهه گذشته به صورت گسترده آن را به کار برده‌اند. در این تحقیق به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی شهرستان اسلامشهر از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده شامل تکنیک‌های حداکثر احتمال و فازی استفاده شد و ۵ کلاس اراضی بایر، اراضی کشاورزی، مناطق انسان ساخت، باغات- فضای سبز شهری و جاده استخراج گردید.

در رده‌بندی نظارت شده مرسوم در سنجش از دور، نقاط تعلیمی و نتایج رده‌بندی بر مبنای روش یک پیکسل یک رده هستند، در حقیقت یک پیکسل فقط به یک رده می‌تواند تعلق داشته باشد، رده مخلوط نمی‌تواند به عنوان نقاط تعلیمی یا یک طبقه فرض شود و میزان عضویت ۲ در پیکسل‌ها مشخص نیست. در حقیقت در روش‌های کلاسیک رده‌بندی مرزهای مناطق آموزشی به صورت ناگهانی تغییر می‌کند و به صورت تدریجی نیست. این محدودیت‌های آشکار باعث کاهش ارزش رده‌بندی سطوح و استخراج اطلاعات ضعیفی می‌شود و ممکن است اطلاعات با ارزشی از بین برود این مشکل، بیش‌تر به خاطر مفهوم عضویت در نظریه مجموعه‌های کلاسیک است که بر اساس آن یک مجموعه مرزهایی دارد و هر عضو می‌تواند به طور کامل عضو این مجموعه باشد یا نباشد (۵). طبقه‌بندی فازی مرزهای معینی ندارد و هر پیکسل می‌تواند متعلق به چند کلاس باشد (۲۰). نظریه مجموعه‌های فازی که به منظور از بین بردن ابهام در داده‌ها به کار می‌رود، یک مفهوم جدیدی است که بر اساس آن عضویت جزئی اجازه می‌دهد که اطلاعات در موقعیت‌های پیچیده‌تر مثلاً پوشش‌های مخلوط یا شرایط حد واسط بهتر نمایش داده شده و به کار روند، اگرچه تحلیل تصاویر سنجش از دور با استفاده از مجموعه‌های فازی دشوار و مشکل است (۵). نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تصاویر ماهواره‌ای OLI لندست ۸ از قابلیت خوبی برای استخراج کاربری‌های اراضی برخوردارند. پس از ارزیابی صحت و دقت طبقه‌بندی، نتایج نشان داد که الگوریتم حداکثر احتمال نسبت به روش فازی از صحت بالاتری برخوردار است. نتایج این بخش با مطالعات سفیانیان و مدنیان (۲۵) و سلمان ماهینی و همکاران (۳) مطابقت داشته است. همچنین نتایج این پژوهش

- Using Remote Sensing and Markov Modeling in Fincha Watershed, Ethiopia, Kasetsart J. (Nat.Sci.) 46:135-149.
- 12- Abd El-Kawya, O.R., J.K., Rød, H.A., Ismail, A.S., Suliman, 2010, "Land Use and Land Cover Change Detection in the Western Nile Delta of Egypt Using Remote Sensing Data", Applied Geography, 31 (2010) 483-494.
- 13- Guindon, B., Y. Zhang and C. Dillabaugh. 2004. Landsat urban mapping based on a combined spectral-spatial methodology. Remote Sens. Environ. 92: 218-232.
- ۱۴- علوی پناه، سید کاظم، «کاربرد سنجش از دور در علوم زمین»، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴.
- ۱۵- تولایی، سیمین و حاجی نوروزی، نرگس، ۱۳۸۵، "تهیه کاربری ارضی پاکدشت با استفاده از RS و GIS"، نشریه علوم جغرافیایی، ج ۵، ش ۶ و ۷: ۴۰-۲۷.
- ۱۶- رسولی، علی اکبر و محمودزاده، حسن، ۱۳۸۹، "مبانی سنجش از دور دانش پایه"، چاپ اول، انتشارات علیمران.
- 17- Yuan, F.K.E., Sawaya, B.C., Loeffelholz, M. E., 2005. Land cover classification and change analysis of the Twin (Minnesota) Metropolitan Area by multi temporal Landsat remote sensing. Remote sensing of Environment, 95:317-328.
- 18- Mohammady, M., Moradi, HR., Zeinivand, H., 2015. A comparison of supervised, unsupervised and synthetic land use classification methods in the north of Iran. International Journal of Environment Science and technology, 12:1515-1526.
- ۱۹- عزیزاده ربیعی، حسن، «سنجش از دور: اصول و کاربرد»، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها(سمت)، ۱۳۹۲، صفحه ۲۱۸.
- Yunnan Province, China. Chin. Sci. Bull. 52 (2): 232-243.
- ۵- سفیانیان، علیرضا و خداکرمی، لقمان، «تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی فازی (مطالعه موردی سه زیر حوزه آبخیز کبودر آهنگ، رزن - قهاوند و خونجین - تلخاب در استان همدان»، مجله آمایش سرزمین ۱۳۹۰، سال سوم شماره چهارم بهار و تابستان صفحه ۹۵-۱۱۴.
- ۶- آرخی، صالح و همکاران، «مقایسه تکنیکهای مختلف پایش تغییر کاربری اراضی / پوشش گیاهی با استفاده از RS&GIS مطالعه موردی: دره شهر استان ایلام»، مجله علوم محیطی سال هشتم، سال ۱۳۹۰، شماره سوم.
- ۷- باغستانی میبیدی، ناصر، «بررسی اکولوژیکی جوامع گیاهی با توجه به واحدهای ژئومورفولوژی و خاک در حوزه ندوشن استان یزد»، پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه تهران، دانشکده احیا مناطق خشک و بیابانی، ۱۳۷۲.
- ۸- علی بخشی، زهرا و همکاران، «تهیه نقشه کارابری اراضی تالاب میقان با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده و فازی سال ۲۰۱۳»، فصلنامه انسان و محیط زیست سال ۱۳۹۴، شماره ۳۲ بهار ۱۳۹۴.
- ۹- ملکی، محسن، مسیبی، مرضیه، «پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان اردبیل)»، فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۳۹۳، سال پنجم، شماره ۱، صفحه ۸۱.
- ۱۰- علی خواه اصل، مرضیه، فروتن، الهام، «استفاده از روش طبقه‌بندی فازی برای تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: زیر حوزه آبخیز حبله رود)»، فصلنامه انسان و محیط زیست، ۱۳۹۲، شماره بیست و چهارم.
- 11- Ayana, A.B., Kositsakulchai, E., 2012. Land Use Change Analysis

Remote Sensing of Environment.
108:290-310.

- ۲۵- سفیانیان، علیرضا و مدنیان سمیه السادات، «مقایسه روش های طبقه بندی کننده حداکثر مشابهت و حداقل فاصله از میانگین در تهیه نقشه پوشش اراضی (مطالعه موردی: استان اصفهان)، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۳۹۰، سال پانزدهم، شماره پنجاه و هفتم.
- ۲۶- زاهدی، صلاح الدین، ۱۳۹۱، مقایسه دو روش طبقه بندی، حداکثر احتمال و فازی در تهیه نقشه پوشش زمین با داده های سنجنده TM در سرشاخه های شمالغرب حوزه آبخیز سد قشلاق، اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، تهران، وزارت کشور.

20- Jensen, J.R. 1996. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensin Perspective. 2d ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall

21- 21-ERDAS, 2008, Erdas Field Guide, Volume Tow, pp.144-145.

- ۲۲- کریستوفر، الگ. (نویسنده)، فرهنگ جاه بهروز، مترجم). «دورسنجی و سیستم های اطلاعات جغرافیایی»، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۸۱، ۲۷۸.

23- Pelorosso, R., Leone, A. and Boccia, L., 2009, Land Cover and Land Use Change in the Italian Central Apennines: A Comparison of Assessment Methods, Applied Geography, Vol. 29, No. 1, PP. 35-48.

24- Wardlow, D.B., L.E. Eghbert and J.H. Castens (2007). "Analysis of timeseries MODIS 250m vegetation index data for crop classification in the U.S. Central Great plains". Journal of