آشکارسازی تغییرات پوشش و کاربری اراضی با تکیه بر علوم دور سنجی

دکتر علیرضا سفیانیان
استادیار محیط زیست
دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

سامره فلاحتکار
دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست
دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در شناسایی و تجزیه و تحلیل تغییر کاربری اراضی کاربرد گسترده‌ای دارند. سنجش از دور ماهواره‌ای، داده‌های چند زمانه و چند طیفی را تهیه می‌کند که می‌تواند برای کمّی کردن نوع و مقدار و موقعیت تغییر کاربری اراضی استفاده شود. در مقابل سامانه اطلاعات جغرافیایی نیز، یک محیط قابل انعطافی برای نمایش و ذخیره و آنالیز داده‌های دیجیتالی مورد نیاز جهت آشکارسازی تغییرات عرضه می‌کند. از آنجایی که تغییرات زیست محیطی برای دادن دیدکلی از محیط زیست منطقه و ساختن فرضیه‌های معتبر بر مبنای توسعه پایدار دارای اهمیت است، لذا آشکارسازی این تغییرات فرایند مهمی در پایش و مدیریت منابع طبیعی و توسعه شهری محسوب می‌شود. آشکارسازی تغییرات نیز به علت وابسته بودن به علوم سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی جزء علوم جدید محسوب می‌شود. با رشد سریع شهرها در سال‌های اخیر پی بردن به ترکیبات بیوفیزیکی و پویایی آنها از اهمیت خاصی برخوردار است و جزء موضوعات مهم تحقیقی محسوب می‌شود. عملیاتی را که در مسیر تجزیه و تحلیل و تفسیر رقومی اطلاعات ماهواره‌ای و با هدف شناسایی و تفکیک پدیده‌های زمینی صورت می‌گیرد می‌توان در سه مرحله‌ی بررسی‌های اولیه و آماده سازی اطلاعات، طبقه‌بندی اطلاعات و بررسی‌ها و پردازش نهایی خلاصه کرد. تصحیح هندسی تصاویر و طبقه‌بندی آنها بر اساس روش‌ها و الگوریتم‌های موجود و تعیین دقت نقشه‌های تولیدی و در نهایت مقایسه نقشه‌ها در زمان‌های مختلف از مراحل انجام آشکارسازی تغییرات است. در بررسی حاضر سعی گردیده تا مراحل مذکور مختصراً شرح داده شود.

کلمات کلیدی: سنجش از دور، GIS، طبقه بندی تصاویر، آشکارسازی تغییرات

۱ – مقدمه

تمامی مطالعات و تجزیه و تحلیل‌ها در منابع طبیعی بر پایه و اساس اطلاعات محیطی استوارند. از آنجایی که این اطلاعات به طور فزاینده‌ای با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی انجام می‌شوند و بخش مهمی از اطلاعات مورد نیاز نیز از طریق عملیات دور سنجی کسب می‌شوند این دو فن آوری قرابت زیاد با یکدیگر دارند. اطلاع از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف، به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف محسوب می‌شود[۱] و ضرورت داشتن دیدگاه آمایشی را به برنامه ریزان منطقه‌ای القاء می‌نماید.

سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در شناسایی و تجزیه و تحلیل تغییر کاربری اراضی کاربرد گسترده‌ای دارند. سنجش از دور تکنولوژی جدیدی است که در چند دهه اخیر توسعه قابل توجهی یافته و کاربرد آن در بررسی منابع زمینی رشد زیادی کرده است.[۱۲] در منابع زمینی، سنجش از دور عبارتست از به کارگیری عکس‌های هوایی و تصاویر تهیه شده از اطلاعات ماهواره‌ای برای تفسیر، شناسایی و کسب اطلاعات از پدیده‌ها [۵]. سنجش از دور ماهواره‌ای، داده‌های چند زمانه و چند طیفی را تهیه می‌کند که می‌تواند برای کمّی کردن نوع و مقدار و موقعیت تغییر کاربری اراضی استفاده شود. در مقابل، سامانه اطلاعات جغرافیایی نیز، یک محیط قابل انعطافی برای نمایش و ذخیره و آنالیز داده‌های دیجیتالی مورد نیاز جهت آشکارسازی تغییرات عرضه می‌کند. سیستم اطلاعات جغرافیایی دارای سرعت بالا، قدرت تجزیه و تحلیل داده‌ها و صرفه جویی در وقت است.[۳]

هدف از پردازش داده‌های رقومی و طبقه بندی آنها، شناسایی بهتر و تشخیص دقیقتر عوارض سطح زمین است. اگر روش‌های مناسبی برای طبقه بندی این داده‌ها بکار گرفته شوند رسیدن به این هدف سریعتر و مطئمن‌تر خواهد بود. داده‌های سنجش از دور و GIS فرصت‌های مناسبی را جهت آنالیز کامل داده‌های مکانی فراهم می‌کنند و کاربردهای مؤثری برای بررسی پوشش و کاربری اراضی و تغییرات آنها در زمینه‌های محیط زیست، هیدرولوژی، کشاورزی، جنگلداری و جغرافیا و مدیریت شهری دارند.[۲۳] کیفیت داده‌های سنجش از دور به بسیاری از فاکتورها مانند تکنیک‌های آنالیز داده، تفسیر و ملاحظات فنولوژیکی و زمانی متعددی وابسته است.[۲۵] در سال‌های اخیر استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود مانند دید گسترده و یکپارچه، استفاده از طیف‌های مختلف الکترو مغناطیسی جهت شناسایی پدیده‌های مختلف، دوره‌های بازگشت کوتاه و امکان بکارگیری سخت‌افزار و نرم افزارهای متعدد و همچنین فراهم بودن امکانات مربوط به پردازش تصاویر و توانایی

این داده‌ها در بارزسازی تغییرات رخ داده، با استقبال خاصی روبرو شده است [۴، ۲۲]، در ضمن کاربر با کمک داده‌هایی که توسط سنجنده جمع آوری شده اطلاعات مربوط به نوع، میزان، موقعیت و شرایط منابع مختلف زمین رااستخراج می‌نماید، سپس این اطلاعات (به صورت نقشه‌ها، جداول چاپی یا فایل‌های کامپیوتری) با لایه‌های دیگر اطلاعات در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی ادغام و برای مصرف کاربران آماده می‌شود.[۲۸] همان طور که اشاره شد داده‌های ماهواره‌ای منبع مهم تولید نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی محسوب می‌شوند. چندین روش طبقه‌بندی طیفی و فضایی نیز در امر تهیه نقشه‌های مذکور پیشنهاد شده است و هم اکنون مورد استفاده قرار می‌گیرند. انتخاب روش مناسب و برتر از بین روش‌های موجود به منظور استفاده بهینه از داده‌های ماهواره‌ای برای تولید نقشه‌های کاربری اراضی مستلزم ارزیابی اصولی این روش‌ها است. هر یک از این روش‌ها از نظر عواملی مانند دقت، زمان و هزینه مورد نیاز و سهولت استفاده تفاوت‌هایی را نسبت به هم نشان می‌دهند و این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از ساختار الگوریتم و همچنین نوع پوشش و طبقات کاربری موجود در منطقه باشد.[۱۴] آشکار سازی تغییرات نیز به علت وابسته بودن به علوم سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی جز، علوم جدید محسوب می‌شود. با رشد سریع شهرها در سال‌های اخیر پی بردن به ترکیبات بیوفیزیکی و پویایی آنها از اهمیت خاصی برخوردار است و جزء موضوعات مهم تحقیقی محسوب می‌شود. سینگ (۱۹۸۲)، کوپینگ و بوئر (۱۹۹۶) ۱۱ الگوریتم مختلف آشکارسازی تغییرات پوشش و کاربری اراضی را که تا سال ۱۹۹۵ توسط محققین استفاده شده بود را نام می‌برند. این الگوریتم عبارتند از:

مقایسه‌های بعد از طبقه‌بندی، طبقه‌بندی سری‌های داده‌های چند زمانه، آنالیز مؤلفه اصلی (PCA)، اختلافات و نسبت تصویر زمانی، آنالیز برداری تغییرات، آنالیز مخلوط طیفی و آنالیز رگرسیون. البته صرف نظر از تکنیک‌های مورد استفاده، موفقیت آشکار سازی تغییرات از تصویر سازی به ماهیت تغییر و موفقیت تصویر قبل از پردازش و روش‌های طبقه بندی وابسته خواهد بود.

۲- مراحل انجام آشکار سازی تغییرات

۲-۱- پیش پردازش داده‌های مورد استفاده

با بیانی ساده می‌توان اظهار داشت که عملیاتی را که در مسیر تجزیه و تحلیل و تفسیر رقومی اطلاعات ماهواره‌ای و باهدف شناسایی و تفکیک پدیده‌های زمینی صورت می‌گیرد می‌توان در ۳ مرحله‌ی

- بررسی‌های اولیه و آماده سازی اطلاعات (۱)
- طبقه بندی اطلاعات (۲)
- بررسی‌ها و پردازش نهایی (۳)

خلاصه کرد.[۲۶]

داده‌های اولیه و خام تمامی سنجنده‌ها دارای خطاهای مختلفی می‌باشند، هر چند که تصاویر ماهواره‌ای پس از دریافت از ماهواره در ایستگاه‌های گیرنده زمینی مورد تصحیحات اولیه قرار می‌گیرند اما همچنان دارای خطاهایی نظیر خطاهای جابجایی ناشی از پستی و بلندی هستند ضمن آنکه فاقد مختصات نیز می‌باشند. هیچ گونه تصحیحی بر روی عکس‌های هوایی انجام نمی‌گیرد، لذا هر دو نوع این داده‌ها قبل از اینکه مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند باید مورد تصحیحات لازمه‌ی تکمیلی قرار گیرند و به لحاظ مختصات با یک مبنای استاندارد که معمولاً نقشه‌های توپوگرافی در نظر گرفته می‌شود، مطابقت داده شوند.[۱۱] پس از اعمال پیش پردازش داده‌های ماهواره‌ای، امکان انجام پردازش داده‌ها جهت مطالعه و تفسیر و استنتاج فراهم می‌گردد.[۷، ۲۱، ۱۹]

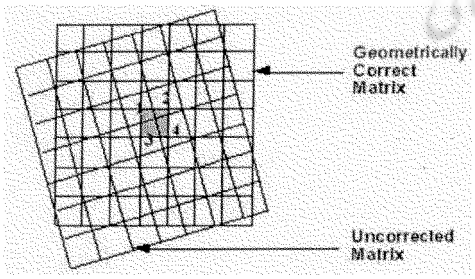
۲-۲- تصحیح هندسی

معمولاً به دلیل حرکت ماهواره و زمین در حین تصویربرداری، خطاهایی بر روی تصاویر پدید می‌آید که قبل از بر طرف کردن آنها، تصویر ماهواره‌ای، با نقشه‌های همسان، مطابقت کامل ندارد و ازاین رو در برخی مطالعات به ویژه در مواقعی که اندازه‌گیری سطح پدیده‌ها مطرح است یا در مواقعی که انطباق پدیده‌های تصویر با نظیر آنها بر روی زمین مورد توجه است، مشکلاتی بروز می‌کند.[۱] منظور از تصحیح هندسی، جبران انحراف‌هاست، به نحوی که شکل تصحیح شده قابلیت انطباق با نقشه را داشته باشد.[۷] به عبارت دیگر می‌توان گفت که به نحوه تغییر و تبدیل یک تصویر سنجش از دور یا عکس هوایی به صورتی که دارای مقیاس و سیستم تصویر بشود تصحیح هندسی گفته می‌شود.[۱۳]

از جمله منابع خطای هندسی تصاویر لندست می‌توان به خطای تجهیزات، انحراف پانورامیک، گردش زمین و عدم ثبات سکوها اشاره کرد[۱۳] تصحیح هندسی تصاویر ماهواره‌ای و عکس هوایی طی ۲ مرحله انجام می‌گیرد:

۱- زمین مرجع نمودن تصاویر (۴)

۲- نمونه برداری مجدد (۵)



نگاره ۱: تصحیح هندسی تصاویر و قرارگیری صحیح هر پیکسل در موقعیت واقعی خود[۲۹]

برای زمین مرجع کردن تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی باید نقاط کنترل زمینی (۶) به تعداد قابل قبول و با پراکنش مناسب بر روی نقشه و شکل در نظر گرفته شوند. برای انجام تصحیحات هندسی باید نقاط مناسب و مشخصی از زمین که مختصات جغرافیایی آن دقیقاً مشخص است،

انتخاب گردد. قابل ذکر است که انتخاب نقاط باید به گونه‌ای باشد که در نهایت تعداد کافی از نقاط کنترل زمینی با پراکنش مناسب برای تصحیح هندسی استفاده شود. [۷]

هنگامی که خطای هندسی در تصویر ماهواره‌ای که در طبیعت متغیر هستند، معرفی می‌شوند، تأثیرات قابل پیش بینی نیستند، بنابراین برای تصحیح خطاها، اثر آنها باید اندازه‌گیری شود. این تصحیح می‌تواند به وسیله اندازه‌گیری جابجایی ظاهری نقاط کنترل زمینی، عوارض قابل تشخیص و قابل مشاهده در یک تصویر که موقعیت‌های جغرافیایی آنها مشخص می‌باشد، تکمیل شود.

به محض اینکه نقاط جابجایی نقاط کنترل مشخص شد، توابع ریاضی انتقال نقشه، برای محاسبه مختصات یک پیکسل، در تصویر تصحیح شده به کار برده می‌شوند. این موقعیت‌ها در برخی تصاویر و عکس‌های تصحیح نشده یافت می‌شوند و از طرفی این مکان‌های مشابه به ندرت با پیکسل مشابه خود در تصویر و عکس تصحیح نشده منطبق می‌شوند. بنابراین لازم است تصویر و عکس تصحیح نشده برای تطبیق میزان روشنایی پیکسل‌های ذیربط در تصویر تصحیح نشده و پیکسل مربوطه در تصویر تصحیح شده مجدداً نمونه‌برداری گردد [۱۰]. در تصحیح هندسی و هم مختصات کردن تصاویر رقومی با استفاده از معادلات چند جمله‌ای [۷] می‌توان دقت عمل را مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. همچنین با روش میانگین مربع خطاها[۸] می‌توان میانگین کل خطای موجود در تصاویرِ هم مختصات شده را در هر دو جهت X , Y بررسی و محاسبه کرد. نحوه محاسبه مقدار RMSe، جهت ارزیابی و دقت عمل در هم مختصات کردن و تصحیح هندسی تصاویر به صورت زیر است:

$$RMS=\sqrt{\frac{\Sigma-(x_i-t)}{n-1}}$$

Xi= مختصات اندازه‌گیری شده

t=ارزش صحیح

n= تعداد نقاط کنترل مورد محاسبه [۱۶]

انتخاب روش درون یابی در باز نویسی در جات روشنایی در تصحیح هندسی و هم مختصات کردن تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و عکس‌های هوایی بایستی مرود توجه قرار گیرد. در این مرحله لازم است تا ارزش درجات روشنایی در تصاویر با استفاده از تکنیک‌های درون یابی باز سازی و باز نویسی شود. چون پیکسل‌های مربوطه دقیقاً همدیگر را نمی‌پوشانند. برای نیل به این مقصود یکی از روش‌های درون یابی با توجه به هدف مورد مطالعه استفاده می‌شود [۲]. ۳ نوع روش متعارف برای درون یابی یا نمونه برداری مجدد وجود دارد: ۱- روش نزدیک‌ترین همسایه [۹] ۲- درون یابی دوتایی [۱۰] ۳- درون یابی پیچش مکعبی [۱۱].

۳-۲- طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای

از آنجایی که هدف اصلی فناوری سنجش از دور شناسایی و تفکیک پدیده‌های زمینی و قرار دادن آنها در گروه یا طبقات مشخص است، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را می‌توان به عنوان مهمترین بخش تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای به شمار آورد [۱]. تفسیر تصاویر به معنای تبدیل داده‌های خام به اطلاعات قابل استفاده است و شامل تشخیص، شناسایی و طبقه بندی پدیده‌های سطح زمین می‌شود. یکی از روش‌های استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای استفاده از روش تجزیه و تحلیل و طبقه بندی رقومی است. طبقه بندی رقومی بر پایه‌ی اختلاف‌های طیفی پدیده‌های گوناگون بر روی باندهای مختلف طیفی استوار است اما این بدان معنی نیست که هر پدیده‌ای بر روی هر باند خاصی قابل تفکیک است [۷]. به عبارت دیگر می‌توان گفت که گروه‌بندی تعداد زیادی پیکسل‌های منفرد به طبقات و یا رده‌های موضوعی کوچک که بیشتر قابل مدیریت هستند را طبقه‌بندی رقومی تصاویر گویند [۱۰]. هر چند استفاده از باندهای طیفی بیشتر یا به عبارتی، وارد کردن نمونه‌های بیشتری از انعکاسات طیفی در طبقه‌بندی، سهولت و دقت آن را موجب می‌شود، ولی در طبقه‌بندی باید از باندهایی استفاده کرد که تفاوت انعکاس پدیده‌های زمینی در آنها قابل ملاحظه است [۵]. برای طبقه‌بندی پدیده‌ها و عوارض مختلف زمینی از طریق بهره‌برداری از داده‌های ماهواره‌ای چندین روش متداول است که انتخاب هر یک از آنها به میزان نسبتاً زیادی به ویژگی‌های حاصل از فرایندهای اطلاعاتی بستگی دارد. هنگامی که اطلاعات ماهواره‌ای به صورت ارقام و اعداد در دسترس مفسران داده‌های ماهواره‌ای قرار گیرد، روش‌های معمول به نام‌های روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده [۱۲] و طبقه بندی نظارت نشده [۱۳] بهره‌برداری می‌شود و با اعمال یکی از روش‌های فوق یا تلفیقی از آن دو، تجزیه و تحلیل رقومی داده‌های ماهواره‌ای به پایان می‌رسد.[۸]

الف - طبقه بندی نظارت شده

روش طبقه بندی نظارت شده بر پایه معرفی دقیق طبقات و پدیده‌های مد نظر کاربر در سامانه تجزیه و تحلیل استوار است. بدین مفهوم که مجموعه‌ی کوچکی از پیکسل‌ها به عنوان نمونه‌هایی از طبقات مورد نظر بر روی تصویر تعیین می‌گردند. این نمونه‌ها که معمولاً از طریق کار میدانی، عکس‌های هوایی بزرگ مقیاس و نقشه‌های موضوعی تعیین می‌شوند باید به بهترین شکل ممکن معرف طبقات باشند [۱۱،۸،۱۰،۷]. در فرایند طبقه بندی نظارت شده چهار مرحله تعیین طبقات، تعیین نمونه‌های تعلیمی و اصلاح آنها، طبقه بندی و تهیه خروجی را می‌توان تشخیص داد. در مرحله اول وجود تعریف دقیق موضوعی طبقات بسیار حائز اهمیت است. هر چند که استفاده از داده‌های سنجنده‌های چند طیفی می‌تواند در استخراج هر چه بهتر اطلاعات مورد نظر کمک بسیار مؤثری نماید، اما انتخاب مجموعه‌ای مناسب از باندها برای طبقه بندی نیاز به دانش و شناخت کافی از مشخصات طیفی پدیده دارد [۱۱]. نتیجه نهایی طبقه‌بندی، تصویر یک باندی است که در آن طبقات نمونه گیری شده، کاملاً مجزا شده و هر طبقه یا کلاس دارای کد خاصی می‌باشد. ضمناً چنانچه گروهی از پیکسل‌ها به هیچ یک از طبقات اختصاص نیافته باشند به شکل طبقه‌ای مجزا و یا ناشناخته معرفی می‌شوند [۱]. اصولاً در روش طبقه بندی نظارت شده از ۳ الگوریتم استفاده می‌گردد:

● الگوریتم حداقل فاصله تا میانگین [۱۴]

در طبقه بندی به روش حداقل فاصله پس از مشخص شدن پیکسلی که میانگین ارزش طیفی نمونه‌های انتخابی هر طبقه را به خود اختصاص داده، فاصله هر پیکسل طبقه بندی نشده با پیکسل‌های میانگین، مقایسه می‌شود و پیکسل مورد نظر به کلاسی تعلق می‌گیرد که نزدیک‌ترین فاصله را با میانگین آن دارد. به همین ترتیب تمامی پیکسل‌های تصویر، به طبقات مربوطه تعلق می‌گیرند و طبقات مختلف تصویر از هم جدا می‌شوند.

● الگوریتم شبکه‌های موازی [۱۵]

در این روش ابتدا با توجه به دامنه طیفی طبقات نمونه که بر روی تصویر انتخاب شده‌اند، واریانس ارزش‌های طیفی محاسبه می‌شود و سپس با استفاده از حداقل و حداکثر ارزش طیفی طبقات نمونه در باندهای مختلف، چهار ضلعی‌هایی ایجاد می‌گردد. پس از ایجاد شبکه‌های موازی، پیکسل‌های تصویر، بسته به اینکه در کدامیک از چهار ضلعی‌ها قرار گیرند، طبقه بندی و به گروه‌های منطبق با مناطق نمونه، تفکیک می‌شوند. پیکسل‌هایی که درهیچ یک از چهار ضلعی‌ها قرار نگیرند، به عنوان کلاس ناشناخته یا طبقه بندی نشده معرفی می‌شوند.

● الگوریتم حداکثر احتمال [۱۶]

در بین روش‌های موجود برای طبقه بندی نظارت شده الگوریتم حداکثر احتمال از دقت بیشتری نسبت به سایر الگوریتم‌ها برخوردار است [۵،۲۰]. در این روش میزان کمی واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی باندهای مختلف، برای مناطق نمونه محاسبه می‌شود [۷،۱]، در الگوریتم حداکثر احتمال فرض می‌شود که همه مناطق آموزشی از پراکنش نرمال برخوردارند، در حقیقت نمونه‌های تعلیمی باید معرف آن طبقه باشند، بنابراین تا حد امکان باید از تعداد نمونه‌های بیشتری استفاده شود تا تغییرات بسیاری از ویژگی‌های طیفی در این گستره‌ی پیوسته قرار گیرد [۷] و از همین خاصیت برای ارتباط یک پیکسل طبقه بندی نشده به یکی از گروه‌ها یا نمونه‌های طیفی نیز استفاده می‌شود [۱].

روش طبقه بندی به صورت حداکثر احتمال طی ۳ مرحله‌ی زیر انجام می‌گیرد: ۱- محاسبه بردار میانگین، واریانس و همبستگی برای کلاس‌ها در نمونه‌های تعلیمی، ۲- لحاظ کردن پراکندگی پیکسل‌های اطراف بردار میانگین از طریق تابع احتمالات، ۳- معرفی کل داده‌ها به طبقاتی که حداکثر احتمال عضویت در آن طبقه را داشته باشد. بعد از ارزیابی احتمالات در هر طبقه، پیکسل‌ها به طبقاتی که بیشترین شباهت را دارند، اختصاص می‌یابند و اگر مقادیر احتمال پائین‌تر از حد آستانه معرفی شده باشند، به عنوان پیکسل طبقه‌بندی نشده معرفی می‌شوند [۷].

ب- طبقه بندی نظارت نشده

این نوع طبقه بندی که خوشه‌بندی نیز نامیده می‌شود، بر پایه نمونه‌های تعلیمی استوار نمی‌باشند. این طبقه‌بندی، فقط بر اساس تشابه طیفی پیکسل‌ها صورت می‌گیرد، لذا طبقات حاصله، طبقات موضوعی نبوده بلکه طیفی هستند. نقشه‌ی طبقات طیفی حاصله باید به روش میدانی و با استفاده از اطلاعات جنبی گویا شود و طبقات موضوعی مربوط به آنها تعیین گردد. طبقه بندی نظارت شده، نتایج با صحتی بالاتر از طبقه بندی نظارت نشده ارائه می‌دهد.

با این حال در مواردی که شرایط لازم برای تهیه نمونه‌های تعلیمی برای انجام طبقه بندی نظارت شده وجود نداشته باشد از روش نظارت نشده استفاده می‌گردد. همچنین می‌توان از این طبقه بندی به عنوان یک پیش طبقه‌بندی برای طبقه بندی نظارت شده و کسب تجربه در خصوص تفکیک‌پذیری پدیده‌ها در منطقه استفاده نمود [۱۱،۸،۷]. پس به طور خلاصه می‌توان گفت که در طبقه بندی نظارت نشده، گروه بندی طیفی، به صورت خودکار و بر اساس اختلاف ریاضی ارزش‌های طیفی محاسبه می‌گردند [۱]. اصولاً علت پیدایش روش طبقه‌بندی نظارت نشده را می‌توان در عامل دریافت ارقام و داده‌های انبوه و بیکران سنجش از دور ماهواره‌ای جستجو کرد که این کار با فرایند طبقه‌بندی نظارت شده برای تهیه‌ی نقشه‌های موضوعی، با توجه به سرعت آمار به دست آمده، امکان‌پذیر نیست [۸].

۴-۲- دقت نقشه‌های تولیدی از طبقه‌بندی تصاویر

تهیه نقشه تغییرات کاربری و پوشش اراضی از نیازهای اساسی برای مدیریت و نظارت محیطی است. این نقشه‌ها در برنامه ریزی و تصمیم‌گیری‌های مختلف استفاده می‌شوند، بنابراین تعیین قابلیت اعتماد و صحت این نقشه‌ها اهمیت زیادی دارد. [۹]

ارزیابی و بررسی نتایج طبقه بندی از مراحل مهم طبقه بندی محسوب می‌گردد که نشان دهنده میزان صحت در طبقه بندی انجام شده است. یک تلاش بدون اشتباه در دقت نتایج طبقه‌بندی اغلب به وسیله نمونه برداری برای تعیین نسبت پیکسل‌هایی که به طور صحیح طبقه‌بندی شده‌اند حاصل می‌شود. برای تعیین میزان دقت نقشه‌های تولیدی لازم است پیکسل‌های نمونه‌برداری شده به طور تصادفی انتخاب شوند، اما اغلب باید محدود به مناطق شوند که داده‌های کمکی مانند عکس‌های هوایی، موجود است یا مناطق قابل دسترس بر روی زمین باشند [۱۰]. ضریب کاپا نشان دهنده توافق طبقه بندی با داده‌های واقعیت زمینی است. دامنه ضریب کاپا بین صفر تا یک است که عدد ۱ نشان دهنده همسویی یا توافق ۱۰۰ درصد نقشه حاصل از طبقه بندی با واقعیت زمینی است.

در ماتریس خطا، که برای محاسبه ضریب کاپا به کار می‌رود، خطای کمیسیون برابر تعداد پیکسل‌های یک کلاس است که به اشتباه از سایر کلاس‌ها در آن طبقه بندی شده‌اند، به بیان دیگر می‌توان گفت که این خطا نشان دهنده خطای افزایشی در طبقات است. خطا امیسیون که خطای کاهش نیز نامیده می‌شود نشان دهنده تعداد پیکسل‌های یک طبقه است که اشتباهاً جزء طبقات دیگر طبقه بندی شده است [۶]. معمولاً دقت بیشتر از ۹۰ درصد برای اکثر مواقع قابل قبول است و در صورت بدست آوردن دقت کمتر از این میزان، تکرار نمونه گیری توصیه می‌شود [۱۱].

۳- آشکارسازی تغییرات[۱۷]

ثابت شده است که تکنیک‌هایی مبتنی بر داده‌های چند طیفی و چند زمانی به دست آمده از سنجنده‌های ماهواره‌ای از توان بالقوه‌ای برای آشکارسازی، شناسایی و پایش تغییرات اکوسیستم‌ها و پوشش اراضی مختلف برخوردارند [۱۵]. بازیابی و آشکار سازی تغییرات به صورت رقومی با اختراع کامپیوتر و طراحی سنجنده‌هایی که اطلاعات را به صورت رقومی تهیه می‌کنند شروع شده و روی این اصل روش‌هایی ابداع شده‌اند که تغییرات را به صورت رقومی آشکار می‌سازند. این روش‌ها خود به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول روش‌هایی هستند که اطلاعاتی از ماهیت تغییرات در اختیار قرار نمی‌دهند و در نهایت تصویری حاصل می‌شود که به صورت باینری بوده و تنها تغییرات را از غیر تغییرات مشخص می‌نماید و کاری به ماهیت تغییرات ندارد. دسته دیگر روش هایی هستند که ماهیت تغییرات را نیز مشخص می‌سازند (From-To) مانند روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی [۱۸]. فرضیه مهم در همه روش‌های آشکار سازی تغییرات این است که ارزش پیکسل‌ها از یک تاریخ به تاریخ فرق می‌کند و هر کدام تا حدودی متفاوت از روش‌های دیگر تغییرات را آشکار می‌سازد [۱].

از آنجایی که تغییرات زیست محیطی برای دادن دید کلی از محیط زیست منطقه و ساختن فرضیه‌های معتبر بر مبنای توسعه پایدار دارای اهمیت است، لذا آشکار سازی این تغییرات فرایند مهمی در پایش و مدیریت منابع طبیعی و توسعه شهری محسوب می‌شود [۲۸،۳۲]. آشکار ساختن تغییرات یکی از نیازهای اساسی در مدیریت و ارزیابی منابع طبیعی است. بنابراین نقشه تغییرات کاربری را که نتیجه فرایند آشکارسازی تغییرات می‌باشد، می‌توان بر اساس تصاویر چند زمانه سنجش از دور تهیه کرد [۲۸].

اصولاً تغییرات پوشش اراضی به ۲ دسته تقسیم می‌شود:

الف) تغییرات فصلی: تغییر در زمینهای کشاورزی و جنگل‌های پهن برگ

ب) تغییرات سالانه: تغییرات کاربری یا پوشش اراضی که اصطلاحاً تغییرات واقعی نامیده می‌شود.

۴- مقایسه بعد از طبقه‌بندی

مقایسه بعد از طبقه‌بندی، معمولی‌ترین روش به کار رفته برای آشکارسازی تغییرات است که فاقد مشکلات مربوط به تصحیح رادیو متریک و اتمسفر یک بوده، در نتیجه از استقبال زیادی برای آشکار سازی تغییرات برخوردار است. اما از آنجا که در این روش پیکسل به پیکسل نقشه‌های تولیدی با هم مورد مقایسه قرار می‌گیرد در نتیجه انجام تصحیح هندسی درست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱۵،۱۸]. قابل ذکر است که دشواری در طبقه‌بندی داده‌های تاریخی غالباً نتایج آشکارسازی تغییرات را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۱، ۲۴، ۳۰]. روش مقایسه بعد از طبقه بندی جزء معدود روش‌های آشکارسازی تغییرات است که جهت تغییرات رخ داده در بین طبقات پوشش اراضی را به خوبی نشان می‌دهد [۳۱]. درجه موفقیت این روش به میزان صحت و دقت نقشه‌های تولیدی وابسته است [۲۹، ۲۴].

Cross-Classification روشی است که برای مقایسه دو تصویر به کار می‌رود. عمومی‌ترین کاربرد آن آنالیز تغییرات کاربری و پوشش اراضی با استفاده از تصاویر ۲ زمان مختلف است که برای هدفی مشابه طبقه‌بندی شده‌اند [۱۶]. در این روش از طریق منطق AND تمامی ترکیبات احتمالی طبقات ۲ تصویر ورودی طبقه بندی شده محاسبه می‌شود. هدف از آنالیز Cross-Classification این است که آیا تغییری در طبقات دو نقشه رخ داده است یا خیر؟ این روش می‌تواند به وسیله ماتریس Cross-tabulation خلاصه شود که نشان دهنده توزیع سلول‌های تصویر بین طبقات است. در این جدول، طبقات تصویر در زمان ۱ بر روی محور X نشان داده می‌شود. در حالیکه طبقات مشابه در تصویر مربوط به زمان ۲ بر وری محور Y به نمایش در می‌آید. پیکسل‌های بدون تغییر نیز در قطر اصلی ماتریس قرار می‌گیرند. در کل، خروجی حاصل از روش Cross-Classification دو خروجی است که به صورت کمی و کیفی تولید می‌شود. تصویر Cross-Correlation خروجی کیفی است که توزیع مکانی تغییرات پوشش اراضی را نشان می‌دهند و جدول Cross-tabulation خروجی کمّی است و احتمال تغییر یک پوشش اراضی به سایر طبقات را نشان می‌دهد. تصویر Cross-Classification تمامی ترکیبات احتمالی را نشان می‌دهد و می‌تواند مطابق با اهداف مطالعه برای تولید ۲ نوع از تصاویر تغییرات مورد استفاده قرار گیرد. اگر هدف جدا سازی مناطق تغییر از مناطق بدون تغییر باشد، تصویر Cross-Classification به راحتی به صورت یک تصویر Boolean مجدداً طبقه‌بندی می‌شود. در این تصویر به تمامی مناطق بدون تغییر ارزش صفر اختصاص داده می‌شود و مناطق تغییر کرده ارزش یک دریافت می‌کنند. در صورتی که هدف از آنالیز تعیین نوع تغییر کلاس زمان ۱ به کلاس جدید در زمان ۲ باشد و تعیین مساحت کاهش و افزایش طبقات نیز مد نظر باشد تصویر Cross-Classification و جدول Cross-tabulation می‌تواند برای تولید تصویر تغییرات استفاده شود. در این مورد، تصویر تغییرات تمامی طبقات زمان ۱ و ۲ به جزء مناطق بدون تغییر را نشان می‌دهد [۱۷].

۵- پیشنهادات

امروزه به سبب تغییرات شدیدی که در اکوسیستم‌های طبیعی و مصنوعی توسط انسان ایجاد می‌گردد اهمیت آشکار سازی تغییرات رخداده و کاربرد آن در مدیریت و حفاظت از منابع طبیعی بیش از پیش روشن گشته است. لذا توصیه می‌گردد که برای بررسی کارآمدی مدیریت و برنامه ریزی‌های انجام گرفته در مناطق حفاظت شده و حتی جهت بررسی رشد و گسترش مناطق شهری به آشکار سازی تغییرات آنها با استفاده از روش‌های موجود پرداخته شود.

منابع و مآخذ

۱- تصویری، م.ر.، «بارزسازی تغییرات کاربری و پوشش گیاهی در منطقه بیابانی شرق کاشان با استفاده از تحلیل داده‌های رقومی سنجش از دور»، دانشکده علوم انسانی،

دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۷.
۲- جنتی، م. «استفاده از تحلیل مؤلفه اصلی در طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: اطراف شهرستان نقده)»، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۶.
۳- روشن نژاد، ع «آموزش GIS (مفاهیم بنیادی در GIS)»، شهرنگار ۵ و ۶، ۱۳۷۷.
۴- زاهدی فرد، ن، خواجه‌الدین، س.ج، «کاربرد داده‌های رقومی سنجنده TM در تهیه نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز رودخانه بازفت»، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، سال ۸، شماره ۲، ۱۳۸۳.
۵- زبیری، م. مجد. ع. ر، «آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی (اطلاعات ماهواره‌ای، عکس های هوایی، فضایی)»، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران ۱۳۷۵.
۶- علوی پناه، س. ک.، «تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده های رقومی ماهواره‌ای لندست TM و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعه موردی منطقه موک استان فارس»، مجله علوم و کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، شماره ۱، جلد ۷، ۱۳۷۵.
۷- علوی پناه، س. ک.، «کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)»، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۸۲.
۸- علیزاده ربیعی، ح.، «سنجش از دور (اصول و کاربرد)»، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۷۲.
۹- علی محمدی سراب، ع.، ربیعی، ح. ر، رضائیان، پ.، «مدلسازی عدم اطمینان در آشکارسازی تغییرات براساس طبقه بندی داده های ماهواره‌ای» فصلنامه مدرس، شماره ۹، جلد ۱، ص ۱۰۹-۹۷، ۱۳۸۴.
۱۰- مالمیریان، ح.، «راهنمای تهیه نقشه های موضوعی از تصاویر ماهواره‌ای» انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، چاپ سوم، ۱۳۸۳.
۱۱- مخدوم، م.، درویش صفت، ع.ا.، جعفرزاده، ه.، مخدوم، ع.ا.، «ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی» انتشارات دانشگاه تهران، تهران، چاپ دوم، ۱۳۸۳.
۱۲- مدیری، م.، خواجه. خ.، «اشاره‌ای به سیستم های اطلاعات جغرافیایی GIS، سیستم اطلاعات جغرافیایی برای برنامه ریزی در سطح ملی» انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهران، ۱۳۷۶.
۱۳- نجفی دیسفانی، م.، «پردازش کامپیوتری داده های ماهواره‌ای» انتشارات سمت، تهران، ۱۳۷۵.
۱۴- نصیری، م. ب.، آبکار، ع. ا. نائینی، «تهیه نقشه پوشش اراضی کشوری با استفاده از سری های زمانی تصاویر ماهواره TERRA سنجنده MODIS» تهران، ۱۳۸۵.۱۱.
15- Copping, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, "Digital change detection methods in ecosystem monitoring:., a review". INT. J.REMOTE SENSING., Vol 25, PP.1565-1596, 2004.
16- Estmen. J.R., Idrisi for windows user guide version 1/0. Clark university, 1995
17- Eastman, R. J., Mckendry, J.E., Fulk, M.A., 1995. Change and Time series Analysis, Second Edition Exploration in Geographic Information Systems Technology, UNITAR, 1999.
18- Jensen J., Introductory digital image Processing: a remote sensing Perspective, 2ndedn, Prentice-Hall, New Jersey, 1996.
19- Kamusoko. C., Aniya, M., Land use/cover Change and Landscape fragmentation analysis in the bendura district Zimbabwe" , Land degradation and Development, 2006.
20- Lillesand, T.M., Keifer, R.W., Remote Sensing and image interpretation 4th, John willey and Sons, Newyork, 1994.
21- Luna, A.R., Cesar, A.R., "Land use, land cover changes and costal lagoon surface reduction associated whit urban growth in northwest Mexico". Landscape Ecology., Vol 18, pp 159-171, 2003.
22- petit C.C., and Lambin, E.F. impact of data Integration techniqe on historical land useland cover change: Comparing historical maps with remote sensing data in the Belgian Ardennes landscape ecology 17. 2002.
23- Shalaby, A., Tateishi, R., 2007. "Remote Sensing and for mapping and monitoring land cover and land use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt", Applied Geography. vol 27, pp.28-41, 2007.
24- Singh., A., "Digital change detection techniques using remotely - sensed data" , International Journal of Remote Sensing., vol 6, pp 989-1003, 1989.
25- Vogelmann, J.E., Helder D., Morfitt, R., Choate M.J., Merchant, J.W., and Bulley, H. Effects of Landsat 5 Thematic Mapper and Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus Radiometric and geometric Calibrations and Corrections on landscape characterization. Remote Sensing of Environment 78. 2001.
26- www.interanet.isfahan.irnew-web-farsi/isfaha
27- www.ngdir.ir/Geoportalinfo
28- www.profc.udeec.cl.6.8.1386.
29- www.sc. chula.ac.th/courseware. 21/4/1387.
30- Yuan, D., Elvidge, C.D., Lunetta, R.S., Suevey of multispectral Methods for land cover change analysis remote sensing change detection: Environmental monitoring methods and application, Ann Arbor Press Michigan 1998.
31- Yuan, F., Sawaya, K.E., Loeffelholz, B.C., Bauer. M.E., "land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan area by Multitemporal landsat remote sensing Remte sensing of environment., Vol 98.pp 317-328, 2005.
ادامه در صفحه ۲۴