بررسی تغییرات کاربری اراضی محدوده شهر اصفهان با استفاده از تکنیک آشکارسازی برداری تغییرات طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷

علی‌رضا سفیانیان[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۵/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۰/۲۲)

چکیده

پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی نقش اساسی در برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست دارد. داده‌های ماهواره‌ای کارایی بالایی در آشکارسازی و تجزیه و تحلیل تغییرات زیست محیطی دارند. روش‌های متعددی برای آشکارسازی تغییرات یک منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای وجود دارد که هر کدام دارای مزایا و محدودیت‌هایی هستند. آشکارسازی برداری تغییرات (Change Vector Analysis) یکی از این روش‌ها است. این روش برپایه آشکارسازی تغییرات رادیومتریک بین دو سری زمانی داده ماهواره‌ای استوار است. مشخص شدن محدوده تغییرات در کنار ماهیت تغییرات از مزایای بسیار مهم این روش نسبت به سایر روش‌ها است. هدف اصلی از این مقاله توصیف روش آشکارسازی برداری تغییرات (CVA) و به کارگیری آن برای آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی در محدوده فعلی شهر اصفهان طی یک دوره ۱۱ ساله است. بدین منظور دو سری داده از سنجنده TM ماهواره لندست به تاریخ ۱۵ خرداد ۱۳۶۶ و تاریخ ۱۳ خرداد ۱۳۷۷ انتخاب گردیدند. داده‌های ماهواره‌ای از لحاظ نوع سنجنده و زمان برداشت به گونه‌ای انتخاب شدند که نیازی به تصحیح رادیومتریک نباشد. پس از زمین مرجع کردن تصاویر و انتقال محدوده مطالعه روی آنها با استفاده از روش CVA تغییرات منطقه از لحاظ بزرگی و جهت بررسی گردید. نقشه تغییرات به دست آمده دارای ضریب کاپای ۶۳/۱۹ و صحت کلی ۷۴/۴ است. نتایج نشان می‌دهد طی این دوره ۳۳۶۰ هکتار از اراضی محدوده شهر اصفهان تغییر کاربری داشته است. از این میان در ۱۳۴۰ هکتار از اراضی که عمدتاً جزء اراضی کشاورزی بوده‌اند، توسعه فعالیت‌های شهرسازی را داشته‌ایم. ۱۵۸۵ هکتار به سطح اراضی کشاورزی اضافه و ۴۳۰ هکتار از اراضی کشاورزی اولیه کاسته شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که CVA یک روش مناسب برای آشکارسازی و توصیف تغییرات رادیومتریک سری زمانی داده‌های چند طیفی است.

واژه‌های کلیدی: آشکارسازی برداری تغییرات، کاربری و پوشش اراضی، سنجش از دور، لندست، اصفهان

۱. استادیار محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: soffianian@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]

مقدمه

آشکارسازی تغییرات (Change detection) فرآیندی است که امکان مشاهده و تشخیص تفاوت‌ها و اختلافات سری زمانی پدیده‌ها، عارضه‌ها و الگوهای سطح زمین را فراهم می‌کند (۷). در روند تهیه و تدوین برنامه‌های ارزیابی و آمایش سرزمین، تشخیص و درک به موقع و دقیق تغییرات کاربری و پوشش اراضی بسیار مهم است. شهرها با توسعه فیزیکی خود از عوامل اصلی تغییر کاربری و پوشش اراضی هستند. رشد شهری مشکلات عدیده‌ای مانند از بین رفتن اراضی کشاورزی، کاهش فضای سبز، آلودگی آب، فرسایش خاک، افت کیفیت محیط‌زیست و ... را به دنبال دارد. با آشکارسازی تغییرات در مناطق شهری، کنش‌های متقابل میان انسان و پدیده‌های طبیعی بهتر درک شده و تغییرات ایجاد شده در منابع طبیعی و محیط زیست کمی و نقشه‌سازی می‌شوند. هم‌چنین آشکارسازی تغییرات شهری کمک خواهد کرد با برنامه‌ریزی جامع کاربری اراضی شهری، رشد مناطق شهری را در مناسب‌ترین جهت هدایت کرد تا ضمن تأمین نیازهای ساکنان شهر، منابع طبیعی و اراضی کشاورزی اطراف شهرها نیز حفظ گردند. لذا در فرآیند برنامه‌ریزی برای یک شهر خصوصاً" از دیدگاه آمایشی، نگاه به گذشته شهر و مشخص کردن تغییرات به وجود آمده در محدوده شهر و توصیف آن اهمیت ویژه‌ای دارد. داده‌های سنجش از دور به دلیل داشتن ویژگی‌هایی مانند به هنگام بودن، تکراری بودن، چند طیفی بودن، تنوع رادیومتریک، توان تفکیک مکانی مناسب (Spatial resolution)، فرمت رقومی و امکان پردازش کامپیوتری، از پتانسیل بالایی برای بررسی تغییرات زمانی و مکانی محیط زیست برخوردار هستند (۱ و۱۱). آشکارسازی تغییرات یکی از بیشترین و مهم‌ترین کاربردهای تصاویر ماهواره‌ای است (۴و۱۱). برخی از کاربردهای داده‌های ماهواره‌ای در آشکارسازی تغییرات زیست محیطی شامل: تغییرات کاربری و پوشش اراضی(Land use and Land cover changes)، تغییر پوشش گیاهی و جنگلی، ارزیابی کاهش تولیدات جنگلی، جنگل زدایی، تغییر تالاب‌ها، شناسایی آتش سوزی جنگل و مناطق جنگلی خسارت دیده از آتش سوزی، تغییرات منظر (Landscape changes) و تغییرات شهری هستند (۷). با توجه به نوع پدیده‌ها و ماهیت تغییرات، تکنیک‌های متعددی برای آشکارسازی تغییرات مورد استفاده قرار می‌گیرند. این تکنیک‌ها را میتوان در دو گروه عمده طبقه‌بندی کرد: (۱) آنهایی که بر اساس طبقه‌بندی طیفی داده‌های ماهواره‌ای عمل می‌کنند و (۳) آنهایی که برپایه تغییرات رادیو متریک داده‌ها در زمان‌های مختلف عمل می‌کنند. در گروه اول، ارزیابی تغییرات بر اساس طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای و مقایسه پس از طبقه‌بندی شدن انجام می‌گیرد. در گروه دوم ارزیابی تغییرات بر اساس مقایسه تغییرات معنی‌دار رادیو متریک داده‌های ماهواره‌ای در زمان‌های مختلف انجام می‌گیرد. تفریق تصاویر (Image differencing)، نسبت تصاویر (Image rationing)، رگرسیون خطی (Image regression) و آنالیز برداری تغییرات در این گروه قرار می‌گیرند. کلیه تکنیک‌های آشکارسازی تغییرات دارای مزایا و محدودیت‌هایی هستند به گونه‌ای‌که نمی‌توان یک روش را به عنوان بهترین تکنیک و یا کاربردی‌ترین آن برای تمام شرایط در نظر گرفت. پوشش طیفی داده‌ها، در دسترس بودن و کیفیت داده‌ها، پردازش‌های مورد نیاز، شرایط محیطی، دانش و مهارت ارزیاب و زمان و هزینه از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر در گزینش تکنیک مناسب است. یک مطالعه خوب آشکارسازی تغییرات با توجه به تکنیک به کار گرفته شد باید اطلاعات مفید زیر را ارائه دهد (۷):

محدوده و نرخ تغییرات،

توزیع مکانی انواع تغییرات ایجاد شده،

روند تغییرات انواع پوشش اراضی و

ارزیابی صحت نتایج به دست آمده از آشکارسازی تغییرات.

برای انجام موفق آنالیزهای آشکارسازی تغییرات و اطمینان از نتایج به دست آمده باید به نکات مهمی از جمله نوع سنجنده، پیش پردازش‌های لازم، شرایط محیط زیست و روش به کار گرفته شده توجه کرد (۴). در صورتی‌که تصاویر ماهواره‌ای از سنجنده‌های مختلف باشند نرمال‌سازی آنها ضروری است.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]

ثبت هندسی دقیق تصاویر ماهواره‌ای، تصحیحات رادیو متریک و تصحیحات توپوگرافی (در صورتی‌که محدوده مطالعه در منطقه کوهستانی واقع شده است) از دیگر نکات مهم در پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای هستند. اطمینان از مشابه بودن شرایط زیست محیطی در زمان برداشت داده‌ها از دیگر موارد مهمی است که رعایت آن بسیار ضرورت دارد. در فرآیند پردازش نیز انتخاب روش و الگوریتم مناسب برای آشکارسازی بهینه تغییرات بسیار مهم است (۷). بعضی از روش‌ها مانند تفرق تصاویر و یا نسبت تصاویر می‌توانند اطلاعاتی در مورد مناطق تغییر یافته و مناطق بدون تغییر ارائه دهند. در حالی‌که برخی از روش‌ها نظیر آشکارسازی برداری تغییرات علاوه بر محدوده‌های تغییر یافته، ماهیت و جهت تغییرات را نیز نشان می‌دهند(۴و۸). آشکارسازی برداری تغییرات که برای اولین بار توسط مالیلا (۸) به کار گرفته شد یک روش رادیومتریک برای تجزیه و تحلیل و شناسایی تغییرات است. این روش قادر است اطلاعات اساسی در ارتباط با نوع و میزان تغییرات ایجاد شده ارائه دهد که برای آشکارسازی بسیاری از انواع تغییرات اتفاق افتاده کاربرد دارد. از محاسن عمده این روش نسبت به دیگر روش‌های آشکارسازی تغییرات میتوان به موارد زیر اشاره کرد (۷):

۱- به طور هم‌زمان پردازش و تجزیه و تحلیل تغییرات روی تمامی باندهای چند طیفی لایه‌های اطلاعاتی ورودی (یا باندهای انتخاب شده) اعمال می‌شود،

۲- خطاهای متداول مکانی- طیفی ناشی از طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای را ندارد،

۳- قابلیت آشکارسازی تغییرات پوشش و شرایط اراضی را دارد و

۴- تغییرات به دست آمده، به صورت دو مؤلفه برداری تغییرات که حاوی اطلاعات خوبی برای تفسیر وتحلیل تغییرات هستند را ارائه می‌دهد.

شهر اصفهان یکی از کلان شهرهای کشور است که طی سالیان گذشته با رشد سریع شهری روبه‌رو بوده است. با توجه به این‌که این شهر در حاشیه زاینده‌رود و روی اراضی کشاورزی بنا شده است و اطراف آن نیز به باغات و زمین‌های کشاورزی محدود می‌شود. رشد سریع این شهر باعث تبدیل و از بین رفتن سطح وسیعی از اراضی کشاورزی در محدوده این شهر شده است. هدف اصلی از این تحقیق بررسی تغییرات پوشش اراضی شهر اصفهان با استفاده از سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای لندست و به کارگیری روش CVA بین سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷ است.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعه

شهر اصفهان در محدوده بین طول‌های جغرافیایی ″۱۵ ′ ۳۰ ° ۵۱ تا ″۱۰ ′ ۴۷ ° ۵۱ شرقی و عرضهای جغرافیایی ″۲۰ ′ ۳۰ ° ۳۲ تا ″۱۰ ′ ۴۸ ° ۳۲ شمالی قرار دارد. ارتفاع آن بین حداقل ۱۵۵۰ متر در اطراف زاینده رود و حداکثر ۱۶۵۰ متر در نقاط مرتفع‌تر در نوسان است. میانگین بارندگی و دمای سالیانه آن به ترتیب برابر۱۲۱/۱ میلی‌متر و ۱۶/۲ درجه سانتی‌گراد است. شهر اصفهان در بخش شمالی و جنوبی به اراضی بیابانی و در بخش غربی و شرقی به اراضی کشاورزی منتهی می‌شود.

روش آشکارسازی برداری تغییرات

اغلب روش‌های آشکارسازی تغییرات به مقایسه یک داده (تصویر) با داده (تصویر) دیگر در دو تاریخ متفاوت می‌پردازد. در وضعیتی که داده‌های بیشتری در دو تاریخ وجود داشته باشد، امکان مقایسه چند بعدی این داده‌ها در فضا با یکدیگر وجود دارد. این روش مقایسه را آشکارسازی برداری تغییرات گویند(۲ و۸). نتیجه به کارگیری این روش تولید دو مؤلفه (Component) بزرگی تغییرات (Magnitude) و جهت تغییرات (Direction) می‌باشد. این تصاویر اطلاعاتی خوبی در خصوص تغییرات ایجاد شده در یک منطقه را ارائه و نمایش می‌دهند. بزرگی تغییرات بر اساس محاسبه فاصله اقلیدوس (Euclidean distance) هر یک از پیکسل‌های تصویر بین زمان

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]

اول و دوم طبق شکل ۱ الف محاسبه می‌شود. فاصله اقلیدسی بین دو زمان با توجه به دو بعد (دو باند) طبق رابطه ۱ محاسبه می‌شود (۳):

$$D = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \quad [1]$$

در جایی‌که:

D= فاصله اقلیدسی

X1 = ارزش باند ۱ از تاریخ اول

X2 = ارزش باند ۱ از تاریخ دوم

Y1= ارزش باند ۲ از تاریخ اول و

Y2= ارزش باند ۲ از تاریخ دوم

جهت حرکت از زمان اول به زمان دوم، زاویه ای را بوجود می آورد که میتواند توصیف کننده نوع تغییرات باشد و به آن تصویر جهت تغییرات گویند (شکل ۱ ب). زاویه ایجاد شده بین دو زمان با توجه به رابطه ۲ محاسبه می‌شود (۲):

$$\alpha = \arctan\left(\frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1}\right) \quad [2]$$

بر اساس زاویه ایجاد شده و تعداد باند به کار گرفته شده می توان جهات به دست آمده را طبق جدول ۱ طبقه‌بندی و کد گذاری نمود. در صورتی‌که از دو باند برای هر زمان استفاده شود، حداکثر ۴ وضعیت برای ماهیت و نوع تغییرات قابل پیش بینی می‌باشد. به طور مثال اگر از دو باند ۳ و ۴ لندست به ترتیب برای دو محور X و Y استفاده شده باشد، در منطقه‌ای که طی دو زمان افزایش پوشش گیاهی را داشته‌ایم بازتابش باند مادون قرمز به دلیل افزایش میزان پوشش گیاهی افزایش و بازتابش باند قرمز نیز به دلیل افزایش میزان کلروفیل و کاهش تأثیر خاک، کاهش خواهد یافت.

داده‌های مورد استفاده

در این مطالعه از داده‌های زیر استفاده گردید:

داده‌های رقومی لندست ۵ (TM) به شماره گذر و ردیف ۳۷-۱۶۴ مربوط به تاریخ ۱۵ خرداد ۱۳۶۶،

داده‌های رقومی لندست ۵ (TM) به شماره گذر و ردیف ۳۷-۱۶۴ مربوط به تاریخ ۱۳ خرداد ۱۳۷۷،

نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه و

مشاهدات میدانی.

داده‌های ماهواره‌ای به فرمت GeoTIFF در ۷ باند طیفی تهیه شدند. در این تحقیق فقط از ۲ باند قرمز و مادون قرمز نزدیک (باندهای ۳ و ۴) استفاده گردید. در گزینش تصاویر ماهواره‌ای موارد زیر در نظر گرفته شد:

۱- داده‌های رقومی حتی الامکان از یک سنجنده باشند،

۲- داده‌های رقومی از کیفیت مناسبی برخوردار باشند،

۳- تاریخ برداشت داده‌های رقومی از نظر ماه و حتی الامکان روز مشابه باشد و

۴- حداکثر فاصله زمانی بین دو داده رقومی وجود داشته باشد.

برای نیل به موارد فوق فرا داده بیش از ۲۰۰ داده ماهواره‌ای لندست که از منطقه مطالعه برداشت شده بود بررسی گردید و در نهایت فقط دو تصویر انتخاب شده بالا دارای ویژگی‌های مورد نظر بودند.

روش کار

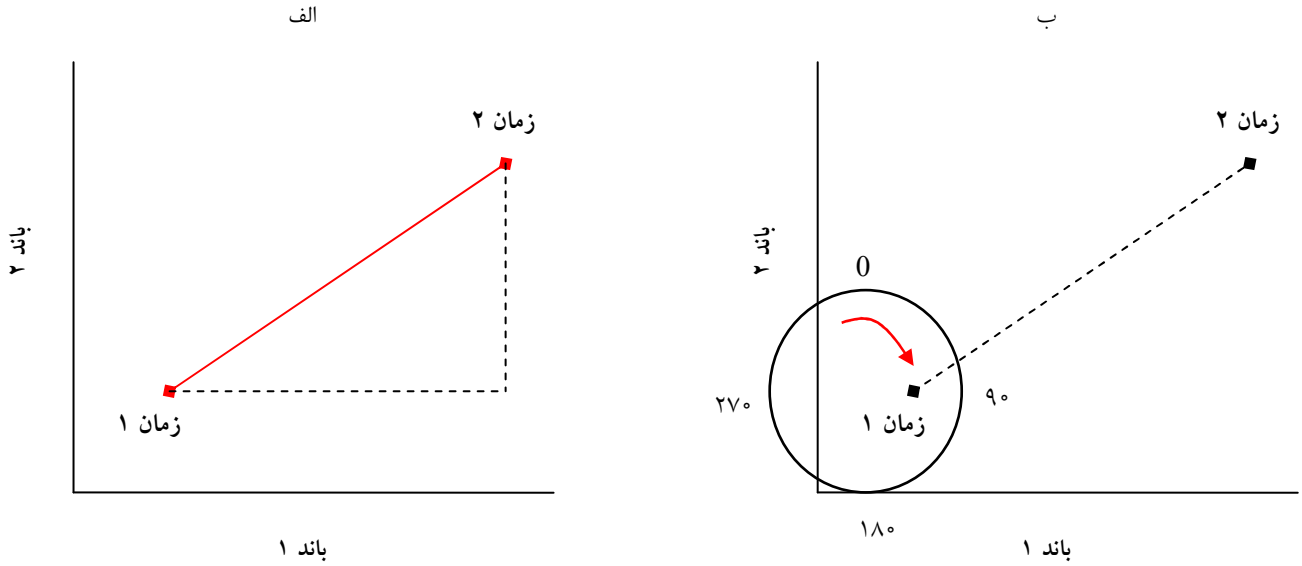
برای آشکارسازی تغییرات بوقوع پیوسته در منطقه مطالعه ابتدا تصاویر ماهواره‌ای زمین مرجع شدند. در مرحله بعد منطقه مطالعه از تصاویر جدا گردید. سپس با استفاده از باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک و به کارگیری آنالیز برداری تغییرات، میزان و نوع تغییرات ایجاد شده در منطقه بین سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷ طی مراحل زیر شناسایی گردید. شکل ۲ مراحل مختلف کار را نشان می‌دهد.

پیش پردازش و آماده‌سازی تصاویر

تصاویر ماهواره‌ای از لحاظ نوع سنجنده و زمان برداشت به گونه‌ای انتخاب شدند که نیاز به تصحیح رادیومتریک نباشند، لذا هیچ‌گونه تصحیح رادیومتریک روی داده‌های ماهواره‌ای انجام نگرفت. برای منطبق کردن و هم مرجع کردن تصاویر به یکدیگر، ابتدا جدیدترین تصویر در سطحی بزرگ‌تر از محدوده

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]



شکل ۱. مکانیسم محاسبه تصویر بزرگی تغییرات (الف) و تصویر جهت تغییرات (ب)، (۳)

مطالعه و با استفاده از نقشه توپوگرافی ۵۰۰۰۰ : ۱ منطقه و به کارگیری ۲۱ نقطه کنترل زمینی و روش نزدیک‌ترین همسایه و RMSe حدود ۰/۸۷ زمین مرجع گردید. در مرحله بعد با تعیین ۱۷ نقطه کنترل و روش نزدیک‌ترین همسایه تصویر دیگر با RMSe حدود ۰/۹۱ به تصویر اول ثبت داده شد. پس از زمین مرجع شدن تصاویر، محدوده شهر اصفهان به وسعت مساحت ۳۴۵۲۰ هکتار از هر دو تصویر جدا گردید.

پردازش تصاویر ماهواره‌ای و تهیه نقشه‌های تغییرات

برای مشخص کردن بزرگی و ماهیت تغییرات به وقوع پیوسته در منطقه مطالعه، باندهای ۳ و ۴ (TM3 و TM4) دو تصویر انتخاب گردید و با استفاده از روش آشکارسازی برداری تغییرات دو مؤلفه جهت تغییرات و بزرگی تغییرات برای منطقه مطالعه تهیه شد. سپس با استفاده از تکنیک سطح آستانه (Threshold level)، مناطقی که تغییرات معنی‌داری را نشان می‌دادند از تصویر بزرگی تغییرات جدا شدند (شکل ۳). بدین ترتیب که مناطق تغییر یافته با کد یا ارزش یک و مناطق بدون تغییر با کد یا ارزش صفر مشخص گردیدند. در مرحله بعد با روی هم‌گذاری این لایه و لایه رقومی جهت تغییرات، لایه اطلاعاتی جدیدی به دست آمد که در آن مناطق تغییر یافته با رنگ‌های مختلف (ارزش‌های مختلف) مشخص گردید. در نقشه نهایی علاوه بر مناطق تغییر یافته، نوع تغییرات پوشش اراضی نیز مشخص است و می‌توان آن را کد بندی کرد.

بررسی دقت نتایج

برای کنترل دقت نقشه‌های تولید شده از ۱۳۳ نقطه کنترل زمینی که نقاط آن با استفاده از GPS و تصاویر ماهواره‌ای Quick Bird (قدرت تفکیک مکانی ۶۵ سانتی‌متر) برداشت شده بود، استفاده گردید. به منظور اطمینان از گزینش صحیح نقاط با توجه به این‌که تصاویر گزینش شده مربوط به سال‌های گذشته هستند از ۲۱ نفر کشاورز و اشخاص محلی و کارشناسان شهرداری نیز در ارتباط با تعیین نوع پوشش اراضی و تغییرات آن در گذشته کمک گرفته شد.

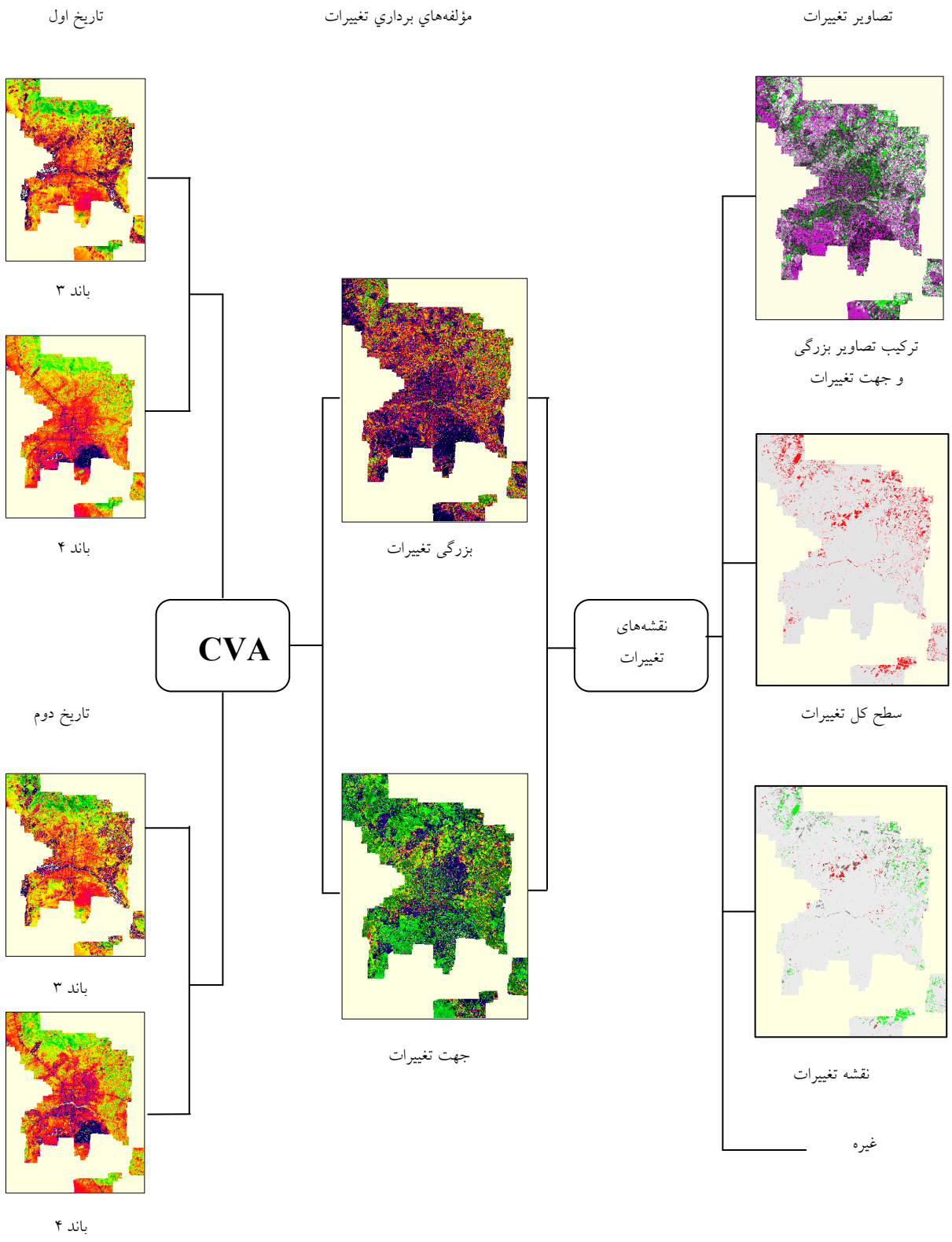
نتایج و بحث

انتخاب تصاویر ماهواره‌ای

لحاظ کردن معیارهایی مانند نوع سنجنده، زمان برداشت، بزرگ

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

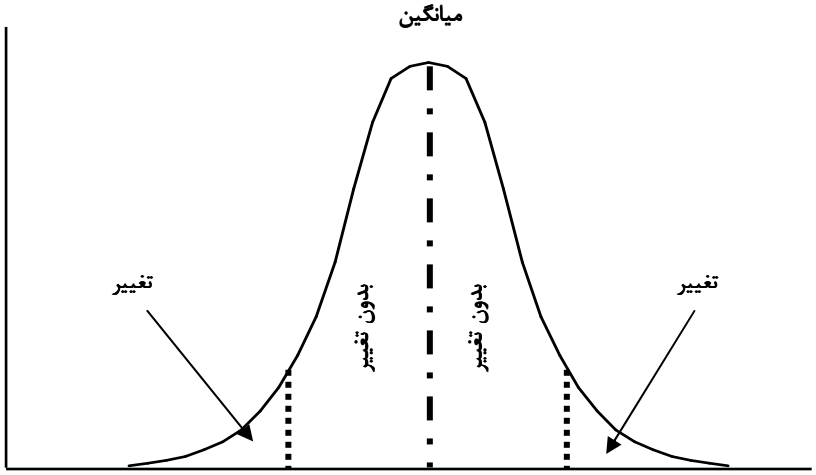
[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]



شکل ۲. مراحل مختلف تهیه نقشه‌های تغییرات با استفاده از روش CVA

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]



شکل ۳. روش استفاده از تکنیک سطح آستانه برای جداسازی مناطق تغییر یافته و بدون تغییر

نمایی مکانی، طیفی و رادیو متریک داده‌های ماهواره‌ای و کیفیت تصاویر، از یک طرف نقش تعیین کننده‌ای در انتخاب نوع روش آشکارسازی تغییرات دارد و از طرف دیگر بر صحت نتایج به دست آمده تأثیر گذار است. گزینش و انتخاب نوع سنجنده نیز بستگی به هدف مطالعه، مشخصات منطقه و مقیاس زمانی و مکانی مورد نظر و داده‌های موجود از منطقه دارد (۵، ۷ و ۱۱). برای یک منطقه کوچک (محلی) غالباً داده‌هایی با بزرگنمایی متوسط مانند TM، SPOT و IRS (LISS III) استفاده می‌شود، ولی برای یک منطقه مطالعاتی بزرگ و وسیع (منطقه‌ای یا جهانی)، داده‌هایی با بزرگنمایی پایین مانند MODIS و AVHRR مناسب هستند (۷).

سنجنده‌های ماهواره‌ای با بزرگنمائی مکانی متوسط امکان انجام طبقه‌بندی پوشش و کاربری اراضی و هم‌چنین آشکارسازی تغییرات در سطح محلی را با دقت قابل قبولی فراهم می‌کنند (۲ و ۵). بعضی از سنجنده‌ها با بزرگنمایی متوسط مانند SPOT امکان تأمین سری زمانی داده برای یک منطقه را همچون لندست ندارند، از طرفی بعضی از سنجنده‌ها نظیر IRS نمی‌توانند سری زمانی داده ماهواره‌ای مانند لندست و اسپات فراهم کنند. برای این مطالعه با توجه به هدف، منطقه و مقیاس زمانی مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شد.

هم‌چنین با توجه به روش مطالعه، برای گزینش تصاویر ماهواره‌ای مناسب، فرا داده حدود ۲۰۰ تصویر ماهواره‌ای لندست برداشت شده از شهر اصفهان، از نظر کیفیت، نوع سنجنده و زمان برداشت بررسی گردید. در نهایت دو تصویر لندست ۵ با کیفیت بسیار خوب که آشکارسازی تغییرات به روش CVA را ممکن می‌کرد، تهیه شد. تاریخ تصاویر ماهواره‌ای از لحاظ روز سال، مشابه انتخاب شدند تا نیازی به تصحیح رادیو متریک نباشد (۹).

تصحیح هندسی تصاویر

نظر به اهمیت دقت تصحیح هندسی روی صحت نتایج آشکارسازی تغییرات به دلیل مقایسه پیکسل به پیکسل تصاویر ماهواره‌ای با یکدیگر، زمین مرجع کردن و انطباق تصاویر به یکدیگر با دقت مناسبی انجام گرفت. برای این منظور از عارضه‌های مکانی مشخص و بدون تغییر در طی دو زمان استفاده شد. هر چند میزان خطای به دست آمده در تصحیح هندسی تصاویر مورد استفاده، کمتر از یک پیکسل و قابل قبول است ولی با توجه به این که کم بودن خطای میانگین مربعات به تنهایی نمی‌تواند معیار مناسبی برای بیان دقت تصحیح هندسی باشد، لذا چگونگی انطباق تصاویر ماهواره‌ای با یگدیگر و با

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]

نقشه توپوگرافی برای اطمینان بیشتر بررسی گردید. خطای مناسب ثبت و انطباق بسیار خوب عارضه‌های مشابه روی تصاویر ماهواره‌ای با یکدیگر و با نقشه توپوگرافی نشان دهنده دقت بالای تصحیح هندسی انجام شده است. برای ثبت تصاویر ماهواره‌ای از روش نزدیک‌ترین همسایه استفاده شد، تا از تغییر ارزش پیکسل‌های اولیه تصاویر جلوگیری شود (۱۳).

نقشه‌های تغییرات پوشش اراضی

نتیجه به کارگیری روش آشکارسازی برداری تغییرات روی باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک تصاویر لندست از دو تاریخ ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷ تولید دو تصویر بزرگی تغییرات و جهت تغییرات می‌باشد. به کمک این دو تصویر می‌توان به توصیف و تفسیر تغییرات ایجاد شده در یک منطقه پرداخت. با به کارگیری تکنیک سطح آستانه می‌توان مناطق تغییر یافته و مناطق بدون تغییر را روی تصویر بزرگی تغییرات مشخص نمود. بر روی تصویر بزرگی تغییرات مناطقی که نشان‌دهنده تغییرات معنی‌داری نسبت به گذشته هستند با رنگ‌های زرد و سبز مشخص شده‌اند، رنگ‌های این تصویر را می‌توان با کد بندی به دو طبقه تغییر یافته (با کد ۱) و بدون تغییر (با کد ۰) گروه‌بندی کرد. روی تصویر جهت تغییرات نیز می‌توان انواع مختلف تغییرات کاربری قابل پیش‌بینی در مناطق شهری را مشخص و در نهایت کد بندی کرد. روی این تصویر ۵ گروه کد یا رنگ قابل پیش‌بینی است که نشان‌دهنده ۵ پدیده مختلف هستند. مناطقی که کاربری آن تغییر نیافته‌اند و با رنگ مشکی مشخص شده‌اند، در این طبقه ارزش‌های دو باند بین دو تاریخ تغییرات معنی‌داری را از خود نشان نمی‌دهند. رنگ‌های صورتی و قرمز که در آن ارزش باند ۳ از تاریخ اول به دوم افزایش و ارزش باند چهار کاهش نسبی دارد و نشان دهنده کاهش شدید تولیدات فتوسنتزی به دلیل تغییر کاربری اراضی کشاورزی به غیر کشاورزی و یا آیش زمین می‌باشد. رنگ سبز تیره که در آن به ترتیب ارزش‌های باند ۳ و باند ۴ از تاریخ اول به دوم کاهش و افزایش نسبی دارند و بیانگر افزایش شدید فعالیت‌های فتوسنتزی به دلیل کاربری اراضی به کشاورزی و یا از آیش در آمدن زمین کشاورزی است. رنگ آبی و رنگ زرد که به ترتیب بیانگر کاهش و افزایش نسبی ارزش‌های هر دو باند بین دو تاریخ است، نشان‌دهنده توسعه انواع فعالیت‌های شهری هستند. لازم بذکر است در مناطق مسکونی به دلیل این‌که بازتابش‌ها تحت تأثیر شرایط فیزیکی و زیستی (پوشش گیاهی، مواد ساختمانی و خاک) هستند، نمی‌توان رفتار طیفی مشخصی را برای مناطق ساختمانی در نظر گرفت و انواع مناطق مسکونی (کم تراکم، متراکم و تجاری) در هر باند رفتار طیفی متفاوت دارند (۲ و ۱۰). لذا دو منطقه جدید شهری با درصد ساختمان، پوشش گیاهی و خاک متفاوت در بررسی روند تغییرات، جهات مختلفی را نشان خواهند داد(۲). شکل ۴ نقشه نهایی تغییرات را نشان می‌دهد در این نقشه با در نظر گرفتن جدول ۱ چهار کد مناطق بدون تغییر، توسعه فعالیت‌های شهر سازی، تبدیل اراضی کشاورزی و توسعه فعالیت‌های کشاورزی نشان داده شده است. در کد بندی تغییرات، توسعه فعالیت‌های شهر سازی با یک کد نمایش داده شده است.

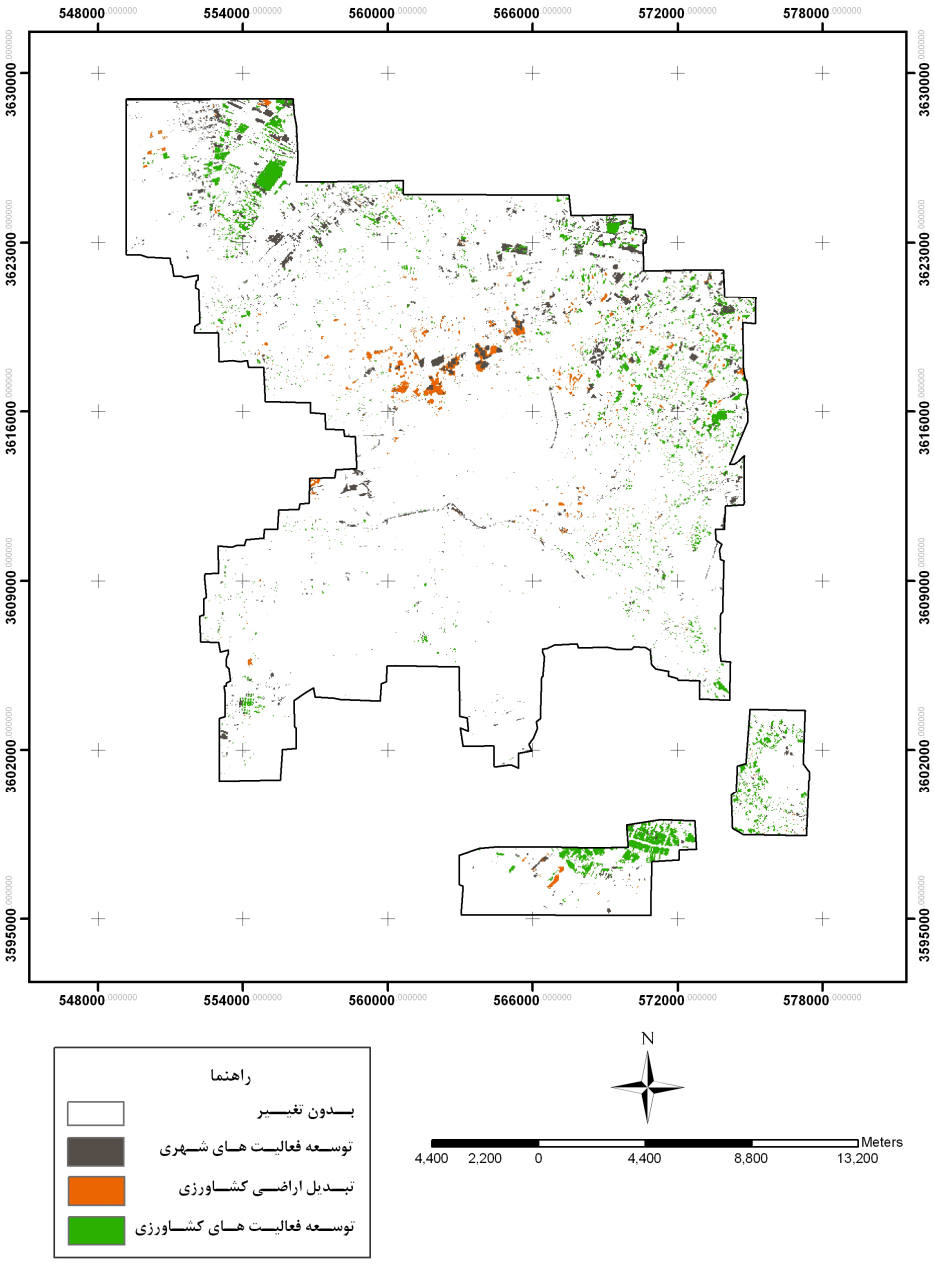
ترکیب نقشه‌های طبقه‌بندی شده بزرگی و جهت تغییرات کمک می‌کنند با در نظر گرفتن ویژگی‌هایی نظیر موقعیت، اندازه و الگو مناطق تغییر یافته، تغییرات اتفاق افتاده را بهتر تفسیر کرد. به عنوان نمونه با در نظر گرفتن موقعیت منطقه‌ای که بین دو تاریخ تغییر کاربری کشاورزی داشته است، عنوان کرد که این تغییر ناشی از آیش زمین کشاورزی است و یا این‌که تبدیل به منظور آماده کردن زمین برای اختصاص یافتن به فعالیت‌های شهرسازی است.

مساحت تغییرات

بررسی نقشه تغییرات نشان دهنده آن است که از سال ۱۳۶۶ تا سال ۱۳۷۷ از کل مساحت ۳۴۵۲۰ هکتاری شهر اصفهان حدود ۳۳۶۰ هکتار تغییر پوشش یا کاربری داشته‌اند که ۹/۷ درصد کل اراضی محدوده شهر اصفهان را شامل می‌شود. از این مقدار ۴۳۵ هکتار از اراضی کشاورزی (۱/۲٪) سال ۱۳۶۶ به واسطه

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]



شکل ۴. نقشه تغییرات پوشش اراضی شهر اصفهان بین سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷

آیش یا رها شدن در سال ۱۳۷۷ تحت کشاورزی قرار نمی‌گیرد. ۱۳۴۰ هکتار (۳/۹٪) از اراضی که عمدتاً جزء اراضی کشاورزی بوده‌اند، به کاربری شهری اختصاص یافته است، بیشتر این اراضی در بخش جنوبی و جنوب شرقی قرار دارند. طی این مدت ۱۵۸۵ هکتار (۴/۶٪) اراضی جدید به سطح زیر کشت اضافه شده‌اند. این اراضی در سال ۱۳۶۶ یا آیش بوده‌اند و یا این‌که جزء اراضی کشاورزی نبودند (شکل ۵). موقعیت نقشه‌های تغییرات نشان‌دهنده آن است که بین سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷ جهت توسعه شهر بیشتر به سمت جنوب و جنوب شرقی اصفهان بوده است.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

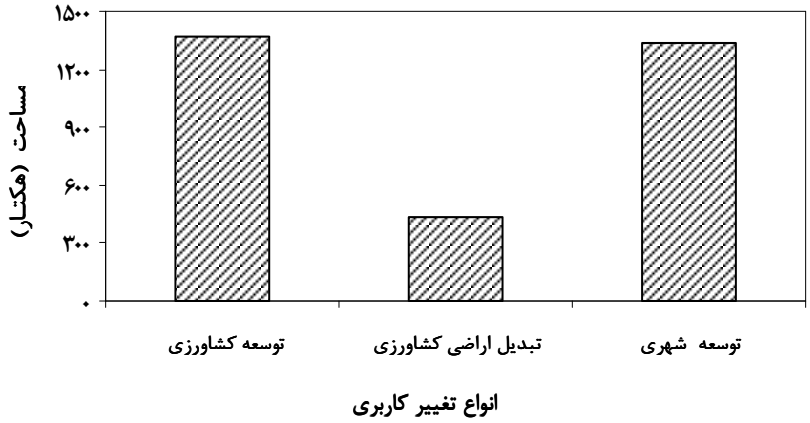
[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]

جدول ۱. انواع مختلف تغییرات قابل پیش بینی برای یک منطقه با استفاده از ۲ باند (۹)

جهت تغییرات		
باند ۲	باند ۱	نوع کد
–	–	۱
+	–	۲
+	+	۳
–	+	۴

– : نشان‌دهنده کاهش ارزش پیکسل از تاریخ اول به تاریخ دوم است.

+ : نشان‌دهنده افزایش ارزش پیکسل از تاریخ اول به تاریخ دوم است.



شکل ۵. مساحت انواع تغییرات کاربری اراضی در محدوده شهر اصفهان بین سال‌های ۱۳۶۶ الی ۱۳۷۷

صحت نتایج

نقشه نهایی تولید شده برای آشکارسازی تغییرات ایجاد شده در محدوده شهر اصفهان بین سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷ با نقشه واقعیت زمینی که نقاط آن با استفاده از ۱۳۳ نقطه برداشت شده به کمک GPS تهیه گردیده بود و حدود ۰/۵ درصد کل منطقه (۵ درصد کل مناطق تغییر یافته) را در برمی‌گرفت، مقایسه گردید. این مقایسه نشان‌دهنده کاپا کلی ۶۳/۱۹ درصد و دقت کلی ۷۴/۴ درصد برای نقشه تغییرات نسبت به واقعیت زمینی است. جدول ۲ ماتریس خطای نقشه تغییرات را نشان می‌دهد.

روش آشکارسازی برداری تغییرات

آشکارسازی برداری تغییرات یک تکنیک چند متغیره (Multivariate) برای آشکارسازی تغییرات است. با استفاده از این تکنیک و انتخاب تصاویر مناسب می‌توان اطلاعات مناسبی در خصوص ماهیت، مساحت و الگوی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهری در طول زمان به دست آورد. روش آشکارسازی برداری تغییرات مزایا و محدودیت‌هایی دارد که به هنگام کاربرد بایستی به آنها توجه کرد. از مزایای اصلی روش CVA نسبت به سایر روش‌ها این است که امکان استفاده از تمامی باندهای تصاویر ماهواره‌ای (یا باندهای انتخاب شده بر اساس ماهیت مطالعه) برای آشکارسازی تغییرات وجود دارد (۷ و ۸ و ۹). بعضی از تکنیک‌های آشکارسازی تغییرات نظیر تفریق یا تقسیم تصاویر فقط قادرند مناطق تغییر یافته و بدون تغییر را نشان دهند، در حالی‌که CVA در کنار بعد تغییرات مسیر و جهت تغییرات را نیز مشخص می‌کند (۷ و ۸)، این دو

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]

جدول ۲. ماتریس ارزیابی صحت نقشه تغییرات منطقه مطالعه با واقعیت زمینی

	واقعیت زمینی				
نقشه تغییرات	توسعه شهری	تبدیل اراضی کشاورزی	توسعه کشاورزی	جمع	صحت تولید کننده
بدون تغییر	۸۸	۲۳	۸۱	۱۹۲	
توسعه شهری	۳۳۹	۲۹	۶۰	۴۲۸	۷۹/۲۰
تبدیل اراضی کشاورزی	۷۸	۲۵۰	۱۹	۳۴۷	۷۲/۰۶
توسعه کشاورزی	۳	۰	۵۲۰	۵۲۳	۹۹/۴۳
جمع	۵۰۸	۳۰۲	۶۸۰	۱۴۹۰	
صحت کاربر	۶۶/۷۳	۸۲/۷۸	۷۶/۴۷		

مؤلفه امکان تولید تصاویر ترکیبی و تجزیه و تحلیل بهتر تغییرات را به وجود می‌آورد. از دیگر مزایای این روش می‌توان به این مهم اشاره کرد که بواسطه مقایسه ارزش‌های رقومی پیکسل‌ها هم موقعیت دو تصویر با یکدیگر، خطاهای هم‌پوشانی ناشی از مقایسه پس از طبقه‌بندی طیفی تصاویر ماهواره‌ای در این روش وجود ندارد (۷ و ۱۲). هم‌چنین این روش می‌تواند تمامی تغییرات ایجاد شده در منطقه را مشخص کند (۲ ، ۶ و ۸). روش CVA محدودیت‌هایی نیز دارد از جمله این‌که برای تهیه مؤلفه جهت تغییرات فقط می‌توان از دو باند استفاده کرد (۱۲ و۹) و در صورت افزایش تعداد باندها محاسبات بسیار پیچیده و نرم‌افزارهای پردازش تصویر موجود پتانسیل اجرای آن را ندارند (۱۲). در این تحقیق نیز با توجه به این محدودیت فقط از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک که برای آشکارسازی تغییرات در محیط‌های دارای پوشش گیاهی و مسکونی مناسب هستند(۲ و۴)، استفاده شد. دشواری تعیین سطع آستانه برای جداسازی انواع تغییرات از محدودیت‌های این روش است (۷، ۹ و ۱۲). از دیگر محدودیت‌های روش CVA این است که تغییرات ایجاد شده تحت تأثیر شرایط محیطی نظیر تغییر رطوبت خاک و یا اختلافات فنولوژیکی به عنوان تغییرات کاربری در نظر گرفته شود (۷). گزینش مشابه روز برداشت تصویر در دو مقطع زمانی بررسی تغییرات و هم‌چنین آشنایی با منطقه مطالعه از بروز این خطا جلوگیری می‌کند.

تحقیق حاضر نشان داد که آنالیز برداری تغییرات یک روش مناسب برای آشکارسازی و توصیف تغییرات رادیومتریک سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای چند طیفی است و به کمک آن و با استفاده از باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک می‌توان تغییرات پوشش و کاربری اراضی یک منطقه را مشخص کرد (۲، ۳، ۵ و ۷). این روش قابلیت آشکارسازی وطبقه‌بندی انواع تغییرات محیط زیست را دارد (۸ و ۹). از این تکنیک می‌توان برای آشکارسازی تغییرات بسیاری از پدیده‌ها مانند تغییرات جنگل (۵)، تغییرات اجزای منظر (۴) و تغییرات کیفیت آب (۹) استفاده کرد.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]

منابع مورد استفاده

۱. علوی پناه، س. ک.، ا. ه. احسانی و پ. امیدی. ۱۳۸۳. بررسی بیابانزایی و تغییرات اراضی پلایای دامغان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای چند زمانه و چند طیفی. بیابان ۹(۱): ۱۴۳– ۱۵۱.

2. Clapham, W.B. 2005. Quantitative classification as a tool to show change in an urbanizing watershed. Intl. J. Remote Sens. 26 (22): 4923-4939.
3. Eastman, J.R. 2003. IDRISI Kilimanjaro: Guide to GIS and Image Processing. Clark Univ., Worcester, MA.
4. Jensen, J. R. 2005. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, Upper Saddle River, Prentice & Hall Pub., USA.
5. Jensen, J. R. and D. L. Toll. 1982. Detecting residential land use development at the urban frigine. Photogrammetric Eng. and Remote Sens. 48: 629-643.
6. Lambin, E. F. 1996. Change detection at multiple temporal scales: seasonal and annual variation in landscape variables. Photogrammetric Eng. and Remote Sens. 62: 931–938.
7. Lu, D., P. Mausel, E. Brondizio and E. Moran. 2004. Change Detection Techniques. Intl. J. Remote Sens. 25(12): 2365–2407.
8. Malila, W. A. 1980. Change Vector Analysis: An Approach for Detecting Forest Changes with Landsat. In Proceedings of the 6th Annual Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data. PP: 326-335. Purdue Univ., West Lafeyette, USA.
9. Michalek, J. L., T. W. Wagner, J. J. Luczkovich and R. W. Stoffle. 1993. Multispectral change vector analysis for monitoring coastal marine environments. Photogrammetric Eng. & Remote Sens. 59: 381-384.
10. Makham, B. L., J. L. Barker. 1987. Thematic Mapper bandpass solar exoatmospheric irradiances. Intl. J. Remote Sens. 8(3): 517-523.
11. Singh, A. 1989. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. Intl. J. Remote Sens. 10(6):989-1003.
12. Warner, T. 2006. Hyperspherical direction cosine change vector analysis. Intl. J. Remote Sens. 26(6): 1201-1215.
13. Yang, X. and C. P. Lo. 2002. Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area. Intl. J. Remote Sens. 23(9):1775- 1798.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.11.3]