

## ارزیابی روش‌های مختلف سنجش از دور برای پایش تغییرات کاربری اراضی (مطالعه موردی حوزه دره‌شهر - استان ایلام)

صالح آرخی<sup>۱\*</sup> و یعقوب نیازی<sup>۲</sup>

\*-نویسنده مسئول، استادیار، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، پست الکترونیک: saleh148@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۱۲

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱۴

### چکیده

در حال حاضر، تغییرات بدون برنامه کاربری اراضی، به یک مشکل عمده تبدیل گردیده است. بیشتر تغییرات کاربری اراضی، بدون برنامه‌ریزی روشن و منطقی با توجه اندک به اثرات زیست‌محیطی آنها صورت می‌گیرد. از آنجا که تغییرات در کاربری اراضی در سطوح وسیع و گسترده صورت می‌گیرد، بنابراین تکنولوژی سنجش از راه دور ابزاری ضروری و با ارزش جهت پایش تغییرات می‌باشد. در این مطالعه پس از اعمال تصحیحات هندسی و رادیومتریک بر روی تصاویر لندست (TM) سال ۱۹۸۸ و لندست (ETM+) سال ۲۰۰۱، از پنج روش پایش تغییر شامل، رگرسیون تصویر، تفاضل NDVI، تجزیه مؤلفه‌های اصلی، تبدیل تسلدکپ و روش مقایسه پس از طبقه‌بندی در حوزه دره‌شهر استان ایلام با مساحت ۸۰۴۷۰ هکتار استفاده شده است. در همه این روش‌ها پس از استانداردسازی نقشه‌ها، جهت تغییرات مشخص شده است. در این مطالعه براساس نتایج حاصل از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی و محاسبه ضریب کاپا دقت روش‌های دیگر بررسی شده است. براساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که بعد از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی، روش تفاضل NDVI و تفاضل PC2 به ترتیب با ضریب کاپای ۰/۶۶۷ و ۰/۶۵۹ بیشترین دقت را در پایش تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه داشته‌اند. با وجود این روش‌های پایش تغییر متفاوت ویژگی‌های خود را داشته و هیچ روشی به تنهایی مناسب و قابل استفاده برای تمام موارد نمی‌باشد. بنابراین در عمل بهتر است چندین روش پایش تغییر مورد استفاده قرار گیرد و در مرحله بعد نتایج آنها مقایسه شده و بهترین روش از طریق ارزیابی کیفی یا کمی تعیین گردد.

واژه‌های کلیدی: پایش تغییر، رگرسیون تصویر، تفاضل NDVI، تجزیه مؤلفه‌های اصلی، تبدیل تسلدکپ، مقایسه پس از طبقه‌بندی.

### مقدمه

داده‌های چندزمانه به منظور مشخص کردن مناطقی است که کاربری و پوشش زمینی آنها در تاریخ‌های مختلف تصویربرداری تغییراتی داشته‌اند. این تغییرات ممکن است ناشی از تغییرات پوشش در کوتاه‌مدت مانند برف، سیلاب، تغییرات کاربری چون توسعه شهری و تبدیل اراضی طبیعی به کشاورزی و یا سایر کاربریها باشد.

بدلیل افزایش تغییرات کاربری اراضی آن هم عمدتاً به وسیله فعالیت‌های انسانی، پایش تغییرات پوشش گیاهی، ارزیابی روند آنها و اثرات زیست‌محیطی آنها برای برنامه‌ریزی آینده و مدیریت منابع ضروری می‌باشد. به طوری که آشکارسازی تغییرات شامل کاربرد مجموعه

تغییر کاربری اراضی شهری با استفاده از داده‌های TM را با هم مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که تفاضل و رگرسیون باندهای TM<sup>۳</sup> جزء بهترین روش‌ها بوده‌اند. با این حال، آنها بیان کردند که روش‌ها یا باندهای انتخابی مورد استفاده به طور مطلق بر دیگر روش‌ها برتری نداشته است. (1998) Sunar روش‌های تفاضل تصویر، تجزیه مؤلفه اصلی و مقایسه بعد از طبقه‌بندی را برای پایش تغییر در پوشش زمین در منطقه ایکتیلی استانبول ترکیه مقایسه کرد و دریافت که روش‌های PCA و مقایسه بعد از طبقه‌بندی نتایج بهتری را ارائه داده‌اند، اما هر کدام از روش‌های مورد استفاده برخی محاسن را با توجه به محتوای اطلاعات یا قابلیت تفسیر دارند. (Merril & 1998) Jiaium از روش‌های تفاضل تصاویر، رگرسیون تصاویر، تسلدکپ و روش K2 به تعیین تغییرات در منطقه سولت لیک والی بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۰ با داده‌های TM اقدام کرد. نتایج مطالعات وی نشان داد که روش رگرسیون باندهای ۳ از سنجنده TM بیشترین صحت را برای جدا کردن تغییرات از عدم تغییرات در منطقه مورد مطالعه داشته است، در حالی که روش اختلاف باندهای ۴ کمترین صحت را داشته است. از جمله مطالعاتی که توسط محققان داخل کشور در زمینه پایش تغییرات کاربری اراضی انجام شده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: غیاثوند (۱۳۷۷) نقشه تغییرات کاربری اراضی را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TM به فاصله زمانی ۶ سال در منطقه جنوب تهران جهت آشکارسازی تغییرات انجام داد. در این مطالعه از روش ترکیبی تحلیل مؤلفه‌های اصلی توأم با تجزیه و تحلیل رگرسیون استفاده شده است. نتایج نشان داد کاربرد توأم روش تجزیه و تحلیل رگرسیون و تحلیل مؤلفه‌های اصلی نسبت به روش تفریق تصاویر و

به طوری که انتخاب روش و الگوریتم برای بازیابی و کشف این تغییرات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در نتایج بدست آمده و تفسیر و تحلیل آنها تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارد. بنابراین استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی GIS و داده‌های حاصل از سنجنش از دور می‌تواند در موقعیتهایی که در آنها چشم‌انداز در طول زمان در نتیجه فرایندهایی از قبیل فرسایش، جنگل‌زدایی، رشد مناطق شهری و ... سریعاً تغییر می‌کند و در یافتن تنوع الگوهای مکانی، تجزیه و تحلیل علت تغییرات، ارزیابی و پیش‌بینی آثار ناشی از این تغییرات و مدلسازی آنها مؤثر واقع شود. محققان زیادی به بررسی و مطالعه روش‌های پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های سنجنش از دور پرداخته‌اند. برخی از این مطالعات و بررسی‌های انجام شده به شرح زیر می‌باشد: (1997) Michener & Houhoulis چندین روش پایش تغییر پوشش گیاهی را با استفاده از داده‌های HRV و SPOT مورد استفاده قرار دادند نتایج مطالعات آنها نشان داد که روش تفاضل NDVI با صحت کلی ۰/۷۷ از دقت بیشتری برخوردار بوده است. (1997, 1999) Mas شش روش تفاضل تصویر، تفاضل شاخص پوشش گیاهی، تجزیه مؤلفه اصلی، طبقه‌بندی نظارت‌نشده چندزمانی مستقیم، تفاضل تغییر بعد از طبقه‌بندی را در منطقه ساحلی ایالت کمپیچ-مکزیکو مقایسه کرد و نتیجه گرفت که مقایسه بعد از طبقه‌بندی بهترین روش بوده است و مزیت آن دلالت داشتن بر ماهیت تغییر بوده و صحت کلی برای سطح تغییر و بدون تغییر با استفاده از این روش از ۰/۷۳ تا ۰/۸۷ بوده است. (1998) Ridd & Liu روش تفاضل تصویر، روش رگرسیون، تبدیل تسلدکپ و روش K2 را برای پایش

تخریب جنگلهای زاگرس پرداخت و بیان نمود که سالیانه به طور متوسط ۶/۸ هکتار برابر با ۰/۱ درصد از سطح جنگل‌های این منطقه تخریب شده است. ایشان جاده‌سازی را مهمترین دلیل تخریب جنگل‌های منطقه مورد مطالعه خود بیان کرده است. هدف این مطالعه مقایسه برخی از تکنیک‌های پایش تغییر کاربری اراضی در حوزه دره‌شهر با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده لندست (TM) سال ۱۹۸۸ و سنجنده لندست (ETM+) سال ۲۰۰۱ است.

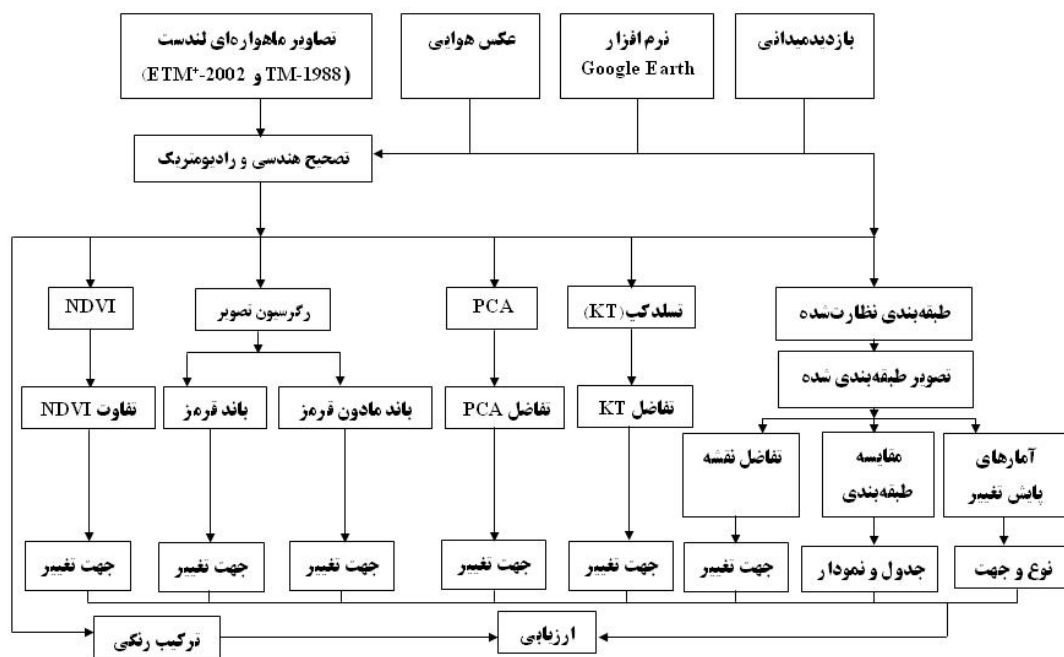
### مواد و روشها

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM) در تاریخ ۱۹۸۸/۴/۱، لندست (ETM+) در تاریخ ۲۰۰۱/۴/۱۰، عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰، نرم‌افزارهای Google Earth ، ENVI 4.2 ، Idrisi3.2 ، ArcGIS 9.2 و ILWIS 3.3 استفاده شده است. (شکل ۱) روند مراحل تحقیق را نشان می‌دهد.

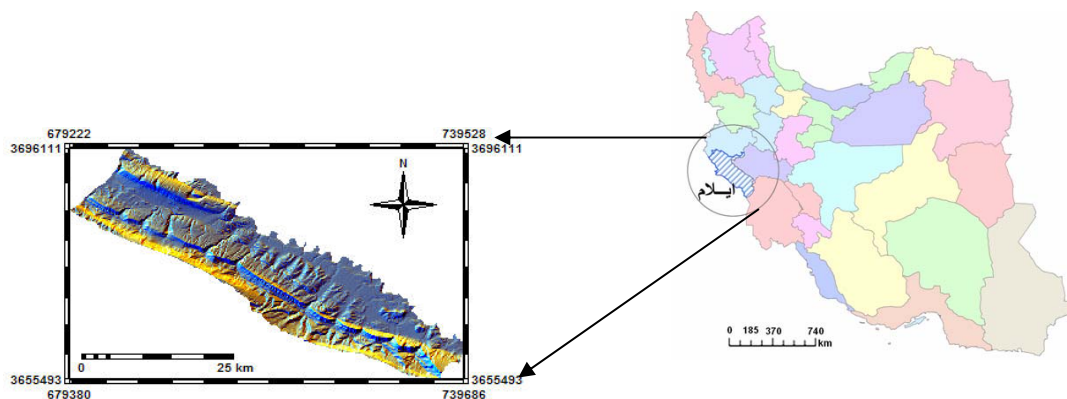
### موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در استان ایلام و شهرستان دره‌شهر قرار گرفته و دارای مختصات جغرافیایی "۳۲' ۵۵' ۴۶° تا "۵۷' ۳۳' ۴۷° طول شرقی و "۵۳' ۰۰' ۳۳° تا "۱۵' ۲۳' ۳۳° عرض شمالی می‌باشد (شکل ۲). مساحت منطقه مورد مطالعه ۸۰۴۷۰ هکتار برآورد شده است.

تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی نتایج با صحت بالاتری بدست می‌دهد. تصویری در سال ۱۳۷۷ تحقیقاتی را در منطقه کاشان بر روی چند روش مختلف برای ارزیابی تغییرات شامل روشهایی که صرفاً مناطق تغییرات (و نه نوع تغییرات) را نشان می‌دهند (مانند تفریق و تقسیم تصاویر) و روشهایی که نوع تغییرات را نیز آشکار می‌سازند (مانند مقایسه پس از طبقه‌بندی) مورد ارزیابی و بررسی قرار داده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داده است که روش ترکیبی نسبت به دیگر روش‌های آزمایش شده در منطقه بهتر جواب داده و دارای صحت بیشتری می‌باشد. حقیقی (۱۳۸۳) با استفاده از داده ماهواره لندست به طبقه‌بندی نظارت شده و روش حداکثر احتمال، تغییرات رخ داده در کلاس‌های جنگل جلگه‌ای غرب گیلان را طی دو دوره زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ را بررسی کرد و در نهایت نتیجه گرفت که کلاس‌های جنگل در منطقه مورد مطالعه معادل ۱۴۴۱/۵ هکتار کاهش یافته است. شفیع‌ی در سال ۱۳۸۳ در تحقیق در دشت قزوین از روش‌های تفاضل تصاویر، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، طبقه‌بندی تصویر و مقایسه پس از طبقه‌بندی برای تغییرات استفاده کرد. نتایج مطالعات وی نشان داد که روش طبقه‌بندی و مقایسه بعد از آن بهترین روش بوده است و نوع تغییرات نیز در این روش مشخص می‌گردد. نتایج مطالعات وی همچنین نشان داد که ۱۹/۸۶ درصد از منطقه دچار تغییرات شده است. کرمی (۱۳۸۳) با داده‌های TM و ETM+ در دو مقطع زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ در سطح ۶۲۹۰ هکتار واقع در شهر ایلام به بررسی روند



شکل ۱- نمودار جریان‌ی مراحل تحقیق



شکل ۲- موقعیت کشوری و استانی منطقه مورد مطالعه

نسبی، این دو روش به‌طور کلی جهت نرمال‌سازی تصاویر سنجش از دوری به منظور تفسیر تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه مورد استفاده قرار می‌گیرند (Coppin et al., 2004). روش تصحیح رادیومتریک مطلق نیازمند ورود داده‌های مربوط به خصوصیات اتمسفریک و کالیبراسیون سنجنده است. انجام این تصحیح در اغلب موارد و به خصوص برای داده‌های قدیمی کار بسیار سختی است

روش کار در تحقیق حاضر شامل مراحل زیر بوده است:

### تصحیح رادیومتریک

تصاویر خام سنجش از دور همیشه دارای خطایی در مقادیر ثبت شده برای پیکسل‌ها می‌باشند که خطای رادیومتریک می‌گویند. دو نوع تصحیح رادیومتریک وجود دارد، تصحیح رادیومتریک مطلق و تصحیح رادیومتریک

(Barrett & Curtic, 1992). رایجترین روش غیرپارامتری انجام تطابق هندسی، استفاده از نقاط کنترل زمینی<sup>۲</sup> می‌باشد (جاهدی و فرخی، ۱۳۷۵). برای انجام عملیات زمین‌مرجع کردن، ۱۷ نقطه کنترل در منطقه مورد مطالعه در تقاطع جاده‌ها، آبراهه‌ها و ... مشخص گردید و در تصاویر متناظر علامت زده شد، سپس با نمونه‌برداری مجدد و روش نزدیکترین همسایه تصاویر کشیده شد و خطای جذر مربعات میانگین ۰/۵۷ بدست آمد.

### رگرسیون تصویر<sup>۳</sup>

در این روش روابط رگرسیونی بین تصاویر دو زمانه ایجاد می‌گردد، سپس مقادیر پیکسل تصاویر در تاریخ دوم با استفاده از یک تابع رگرسیونی برآورد شده و سرانجام تصویر رگرسیونی از تصویر زمان اول کم می‌شود. در رگرسیون تصویر ارزش‌های روشنی برای یک تاریخ با یک تابع خطی از ارزش‌های نواحی مشابه در زمان دیگر در نظر گرفته می‌شود. این تابع به صورت زیر است:

$$y = kx + c \quad (1)$$

در رابطه بالا، متغیرهای  $x$  و  $y$  ارزش‌های روشنی باند خاص در تصاویر تاریخ اول و دوم است.  $k$  و  $c$  نیز ضریب‌های این معادله هستند. این ضریب‌ها می‌توانند به وسیله تکنیک‌های کمترین مربعات با استفاده از همه یا بخشی از پیکسل‌های تصاویر مورد مقایسه قرار گرفته و برآورد گردد (Jha & Unni, 1994). Singh (1986) جهت پایش تغییر جنگل‌های گرمسیری و Unni (1994) برای پایش تغییر جنگل از این روش استفاده کرده‌اند.

(Du et al., 2002). در مقابل تصحیحات رادیومتریکی نسبی با هدف کاهش متغیرهای اتمسفریک و غیرمنتظره در میان تصاویر چندزمانه انجام می‌شود. یکی از روش‌های تصحیح رادیومتریکی نسبی، کاهش تیرگی پدیده<sup>۱</sup> است. در حالت ایده‌آل پدیده‌های تیره رنگ دارای تابش صفر در همه طول موج‌ها هستند. در این روش فرض می‌شود که در هر باند از تصویر می‌توان پیکسل‌هایی یافت که مقادیر آنها صفر یا نزدیک به یک می‌باشد، مثل آب. به این ترتیب اثر اتمسفری تابش انحرافی به صورت یک مقدار ثابت به پیکسل‌ها در هر باند اضافه می‌گردد. به همین دلیل جهت حذف خطای رادیومتریکی بایستی ارزش پیکسل‌های هر باند از حداقل DN مربوط به هر باند کم شود. این فرایند جهت کاهش اثرات پخش اتمسفری بر روی تصویر است. به‌نحوی که کاهش تیرگی پدیده یک روش ساده است که به طور گسترده در بسیاری از موارد به کار گرفته می‌شود (Chavez, 1996). در این مطالعه از این روش که به راحتی در نرم‌افزار ENVI قابل اجراست جهت تصحیح رادیومتریکی استفاده شده است.

### تصحیح هندسی

به طور کلی منظور از تصحیح هندسی یک تصویر، تغییر سیستم مختصات اجزای سازنده تصویر و انطباق آن با نقشه‌های نظیر و یا تصویربست که قبلاً بر روی آن تصحیح هندسی صورت گرفته است. در این صورت تصویر تصحیح شده در واقع با نقشه‌های مورد نظر انطباق می‌یابد و یا به عبارت دیگر هر نقطه از تصویر مختصات جغرافیایی نقطه نظیر خود را بر روی نقشه خواهد داشت

2-Ground Control Points (GCP)

3-Image regression

1- Dark Object Subtraction (DOS)

### تجزیه مؤلفه‌های اصلی<sup>۱</sup> (PCA)

تجزیه مؤلفه‌های اصلی در تفسیر داده‌های رقمی سنجش از دور از اهمیت زیادی برخوردار است. هرچه واریانس طیفی در یک تصویر بیشتر باشد، تصویر دامنه اطلاعات وسیعتری خواهد داشت که خود گویای پدیده‌های بیشتر در تصویر است و چنین تصویری برای مطالعه مناسب می‌باشد. مهمترین فواید PCA، جمع‌آوری و مترکم ساختن اطلاعات پدیده‌های موجود در باندهای مختلف در تعدادی باند یا مؤلفه کمتر است. به عبارتی، PCA برای حذف اطلاعات زائد در داده‌های ماهواره‌ای کاربرد فراوانی دارد (Noori, 2004). تصور کنید که داده‌های چندزمانه در حد بالایی با هم همبستگی داشته باشند، در این صورت اطلاعات تغییر می‌تواند در اجزای جدید بارز گردد. دو روش برای پایش تغییر به شیوه PCA وجود دارد: ۱- تصاویر دو یا چند زمان را در یک فایل ساده قرار داده، سپس PCA انجام شود و اجزای کوچک تصاویر برای اطلاعات تغییر آنالیز گردد. ۲- PCA هر تاریخ جداگانه انجام شود سپس تصویر PCA ثانویه از اولیه تفریق گردد. (Byrne et al., 1980)، (1985) Kwrateng & Chavez (1998)، Ingebritsen & Lyon (1996)، Parra et al., (1996) برای پایش تغییر پوشش زمین، Li & Yeh (1998) برای توسعه شهری، (1994) Jha & Unni برای تبدیل جنگل گرمسیری و (1996) Woodcock & Collins جهت بررسی تلفات جنگل از این روش استفاده کرده‌اند.

### تفاضل شاخص پوشش گیاهی<sup>۲</sup>

در این روش به صورت مجزا شاخص پوشش گیاهی تولید شده، سپس شاخص پوشش گیاهی ثانویه از

شاخص پوشش گیاهی اولیه کم می‌شود. روش تفاضل پوشش گیاهی جهت تعیین تغییر در پوشش گیاهی خیلی مفید است و می‌تواند جهت بارزسازی اختلاف طیفی بین انعکاس شدید پوشش گیاهی در بخش مادون قرمز نزدیک طیف و باند جذب کلروفیل طیف (باند قرمز) مورد استفاده قرار گیرد. (Nelson (1983) برای پایش تغییر تاج پوشش جنگل و (Lyon et al., (1998) جهت پایش تغییر پوشش گیاهی از این روش استفاده کرده‌اند.

### تبدیل تسلدکپ<sup>۳</sup> (KT)

تبدیل تسلدکپ یک نوع تبدیل خطی ساده است. مبانی این روش مشابه با روش PCA است برخلاف دیگر تبدیل‌ها این تبدیل باید برای داده‌های هر نوع سنجنده و هر کاربردی به طور جداگانه و تجربی تعیین شود. پایش تغییر براساس سه جزء روشنایی، سبزی و رطوبت صورت می‌گیرد. (Collins & Woodcock (1996) جهت ارزیابی تلفات جنگل، (Coppin et al., (2001) برای ارزیابی تغییر بیوماس سبز، (Stow et al., (2002) برای پایش تغییر کاربری اراضی از این روش استفاده کرده‌اند. دو روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی و تبدیل تسلدکپ جزء روش‌های Transformation هستند.

### روش مقایسه پس از طبقه‌بندی<sup>۴</sup>

در این روش به صورت مجزا تصاویر چند زمانی به نقشه‌های موضوعی طبقه‌بندی شده و بعد از روش‌هایی از قبیل مقایسه پس از طبقه‌بندی، تفاضل نقشه و آمار تعیین تغییرات جهت پایش تغییر استفاده می‌گردد. (Dimiyati et al., (1996) Brondizio et al., (1994)

3- Tasselled cap (KT)

4- Post classification

1- Principal component analysis (PCA)

2- Vegetation index differencing

$$Kappa = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c} \times 100 \quad (۳)$$

که در رابطه بالا

$$P_o = \text{درستی مشاهده شده}$$

$$P_c = \text{توافق مورد انتظار}$$

دقت تولیدکننده، احتمال اینکه یک پیکسل در تصویر کلاسه‌بندی شده، در همان کلاس در روی زمین قرار بگیرد و دقت کاربر، احتمال اینکه یک کلاس مشخص در روی زمین در همان کلاس بر روی تصویر طبقه‌بندی شده قرار بگیرد، می‌باشد که از روابط زیر محاسبه می‌گردند (بنیاد و حاجی‌قادری، ۱۳۸۶):

$$PA = \frac{ta}{ga} \times 100 \quad (۴)$$

$$UA = \frac{ta}{n_1} \times 100 \quad (۵)$$

که در روابط فوق

$$PA = \text{درصد دقت کلاس } a \text{ برای دقت تولیدکننده}$$

$$ta = \text{تعداد پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به}$$

عنوان کلاس } a

$$ga = \text{تعداد پیکسل‌های کلاس } a \text{ در واقعیت زمینی}$$

$$UA = \text{درصد دقت کلاس } a \text{ برای دقت کاربر}$$

$$n_1 = \text{تعداد پیکسل‌های کلاس } a \text{ در نتیجه طبقه‌بندی}$$

براساس دو دقت ذکر شده، دو خطای گماشته شده<sup>۶</sup> و حذف شده<sup>۷</sup> به صورت زیر تعریف می‌شوند (فاطمی و رضایی، ۱۳۸۴):

(Mas (1999), Miller et al., (1998), Mas (1997), Foody (2001) برای پایش تغییر کاربری زمین و پوشش زمین، Jensen et al., (1987, 1995)، برای پایش تغییر اراضی مرطوب از این روش استفاده کرده‌اند.

### ارزیابی صحت<sup>۱</sup>

برآورد دقت برای درک نتایج بدست‌آمده و به کار بردن این نتایج برای تصمیم‌گیری حائز اهمیت است. معمولترین عوامل برآورد دقت شامل: دقت کلی<sup>۲</sup>، دقت تولیدکننده<sup>۳</sup>، دقت کاربر<sup>۴</sup> و ضریب کاپا<sup>۵</sup> هستند (Lu et al., 2004). از نظر تئوری احتمالات دقت کلی نمی‌تواند معیار خوبی برای ارزیابی نتایج طبقه‌بندی باشد. چرا که در این شاخص نقش شانس قابل توجه است. دقت کلی از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها طبق رابطه زیر بدست می‌آید (علوی‌پناه، ۱۳۸۴):

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ii} \quad (۲)$$

در این رابطه

$$OA = \text{دقت کلی}$$

$$N = \text{تعداد پیکسل‌های آزمایشی}$$

$$\sum P_{ii} = \text{جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا}$$

به دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی اغلب در کارهای اجرایی که مقایسه دقت طبقه‌بندی مدنظر است از شاخص کاپا استفاده می‌شود. چون شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را مدنظر قرار می‌دهد. شاخص کاپا از رابطه زیر محاسبه می‌شود (بنیاد و حاجی‌قادری، ۱۳۸۶):

1-Accuracy assessment

2- Overall accuracy

3- Producer`s accuracy

4- User`s accuracy

5- Kappa coefficient

6-Commission

7-Omission

## روش مقایسه پس از طبقه‌بندی

ویژگی این روش این است که اثرات جوی، سنجنده و زیست‌محیطی بین تصاویر چند زمانه را به حداقل رسانده و یک ماتریس کامل از اطلاعات تغییر را فراهم می‌کند. اما معایب آن این است که نیازمند وقت و مهارت زیاد برای انتخاب نمونه‌های تعلیمی در طبقه‌بندی می‌باشد. جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، کلاس‌های کاربری اراضی در چهار گروه تحت عنوان کلاس اراضی کشاورزی، مراتع، جنگل و مناطق فاقد پوشش گیاهی (مناطق مسکونی، اراضی صخره‌ای و ...) تعیین و بعد نمونه‌های آموزشی از سطح منطقه با استفاده از عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰، نرم‌افزار Google Earth و بازدید میدانی جمع‌آوری شد. در مرحله بعد با استفاده از ویژگیهای تصاویر، کلاس‌های پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه وارد شد و تفکیک‌پذیری کلاسها با استفاده از روش جفریس ماتوسیتا<sup>۱</sup> محاسبه شده و نتایج آن در جدولهای ۱ و ۲ ارائه گردیده است. پس از مشخص نمودن میزان تفکیک‌پذیری کلاس‌ها نسبت به طبقه‌بندی به صورت نظارت‌شده و با روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال اقدام شد. بدین ترتیب نقشه‌های پوشش اراضی مربوط به سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱ بدست آمد (شکل‌های ۳ و ۴). در مرحله بعدی با انجام عملیات میدانی، استفاده از نرم‌افزار Google Earth، عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و نمونه‌برداری تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه، عامل‌های آماری ماتریس خطا، دقت تولیدکننده، دقت استفاده‌کننده، خطای گماشته‌شده و خطای حذف‌شده به شرح جدولهای ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ استخراج گردید.

$$C_e = 1 - UA \quad (6)$$

$$O_e = 1 - PA \quad (7)$$

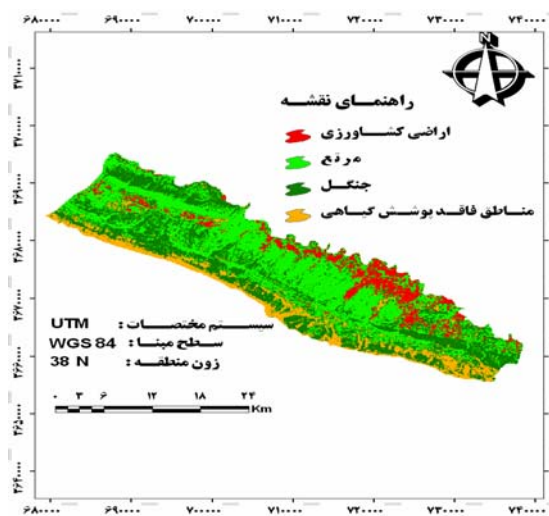
خطای گماشته‌شده ( $C_e$ ) که براساس دقت کاربر محاسبه می‌گردد، معادل آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقع متعلق به کلاس مورد نظر نبوده ولی طبقه‌بندی کننده آنها را جزء آن کلاس خاص در نظر گرفته است. خطای حذف‌شده ( $O_e$ ) مربوط به آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقعیت زمینی مربوط به کلاس مورد نظر است ولی جزء کلاس‌های دیگر طبقه‌بندی شده‌اند.

در این مطالعه جهت تعیین نقاط واقعیت زمینی از نرم‌افزار Google Earth، عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و نظرات کارشناسی افراد آشنا استفاده شده است.

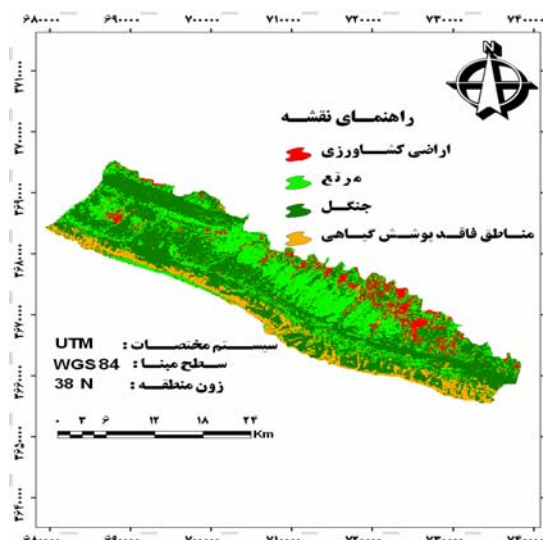
## نتایج

در این مطالعه از ۵ روش پایش تغییر کاربری اراضی در حوزه دره شهر استفاده شده است. جهت بررسی و مقایسه بهتر نتایج بدست‌آمده از روش‌های مختلف پایش تغییر و برطرف کردن مشکل تعیین آستانه جهت پایش تغییرات به خصوص در روشهایی که نیازمند تعیین آستانه هستند، نتایج بدست‌آمده از روش‌های مورد استفاده در این مطالعه به صورت استاندارد شده ارائه گردیده است. به‌طوری‌که در تمامی روش‌های مورد استفاده در این مطالعه، انحراف منفی از میانگین نشان‌دهنده مناطقی است که طی دوره زمانی مورد مطالعه پوشش در آنجا کاسته شده یا از بین رفته است و انحراف مثبت از میانگین نشان‌دهنده مناطقی است که طی دوره زمانی مورد مطالعه پوشش در آنجا افزایش یافته است.





شکل ۴- نقشه طبقه‌بندی نظارت شده (۲۰۰۱) ETM



شکل ۳- نقشه طبقه‌بندی نظارت شده (۱۹۸۸) TM

جدول ۱- میزان تفکیک‌پذیری برای کلاس‌های نقشه پوشش اراضی استخراج شده از تصویر TM

عنوان ۱	عنوان ۲	میزان تفکیک‌پذیری
	مرتع	۱/۹۹۹
اراضی کشاورزی	جنگل	۱/۹۹۹
	مناطق فاقد پوشش گیاهی	۱/۹۹۹
	اراضی کشاورزی	۱/۹۹۹
مرتع	جنگل	۱/۵۹۱
	مناطق فاقد پوشش گیاهی	۱/۹۵۴
	اراضی کشاورزی	۱/۹۹۹
جنگل	مرتع	۱/۵۹۱
	مناطق فاقد پوشش گیاهی	۱/۷۲۳
	اراضی کشاورزی	۱/۹۹۹
مناطق فاقد پوشش گیاهی	مرتع	۱/۹۵۴
	جنگل	۱/۷۲۳

جدول ۲- میزان تفکیک پذیری برای کلاس‌های نقشه پوشش اراضی استخراج شده از تصویر ETM+

عنوان ۱	عنوان ۲	میزان تفکیک پذیری
اراضی کشاورزی	مرتع	۱/۹۹۹
	جنگل	۱/۹۹۹
	مناطق فاقد پوشش گیاهی	۱/۹۹۹
مرتع	اراضی کشاورزی	۱/۹۹۹
	جنگل	۱/۶۴۱
	مناطق فاقد پوشش گیاهی	۱/۸۹۹
جنگل	اراضی کشاورزی	۱/۹۹۹
	مرتع	۱/۶۴۱
	مناطق فاقد پوشش گیاهی	۱/۹۸۳
مناطق فاقد پوشش گیاهی	اراضی کشاورزی	۱/۹۹۹
	مرتع	۱/۸۹۹
	جنگل	۱/۹۸۳

جدول ۳- ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر TM در سال ۱۹۸۸

خطای گماشته شده (درصد)	مجموع	مناطق فاقد پوشش	جنگل	مرتع	اراضی کشاورزی	کلاس
۴/۰۸	۲۶/۰۶	۰	۲/۷۵	۱/۵۰	۱۰۰	اراضی کشاورزی
۷/۵۹	۱۹/۷۵	۱/۵۰	۴/۵۰	۷۳	۰	مرتع
۱۹/۲۰	۲۶/۶۹	۱	۸۶/۲۵	۱۹/۵۰	۰	جنگل
۱۱/۳۶	۲۷/۵۰	۹۷/۵۰	۶/۵۰	۶	۰	مناطق فاقد پوشش
-	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	مجموع
-	-	۲/۵۰	۱۳/۷۵	۲۷	۰	خطای حذف شده (درصد)

جدول ۴- ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر ETM+ در سال ۲۰۰۱

خطای گماشته شده (درصد)	مجموع	مناطق فاقد پوشش	جنگل	مرتع	اراضی کشاورزی	کلاس
۵/۶۶	۲۶/۵۰	۰	۵/۵۰	۰/۵۰	۱۰۰	اراضی کشاورزی
۷/۳۸	۲۲/۸۸	۴/۵۰	۲/۲۵	۷۵/۸۴	۰	مرتع
۱۲/۴۱	۲۵/۱۹	۱	۸۸/۲۵	۱۱/۵۰	۰	جنگل
۷/۱۳	۲۵/۴۴	۹۴/۵۰	۴	۳/۲۵	۰	مناطق فاقد پوشش
-	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	مجموع
-	-	۵/۵۰	۱۱/۷۵	۱۵/۲۵	۰	خطای حذف شده (درصد)

جدول ۵- مشخصات آماری دقت تولیدکننده و دقت استفاده‌کننده برای طبقه‌بندی تصویر TM

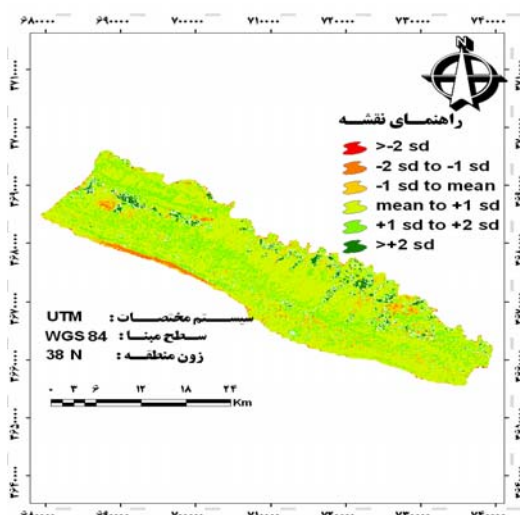
کلاس	دقت تولیدکننده (درصد)	دقت استفاده‌کننده (درصد)
اراضی کشاورزی	۱۰۰	۹۵/۹۲
مرتع	۷۳	۹۲/۴۱
جنگل	۸۶/۲۵	۸۰/۸۰
مناطق فاقد پوشش	۹۷/۵۰	۸۸/۶۴

جدول ۶- مشخصات آماری دقت تولیدکننده و دقت استفاده‌کننده برای طبقه‌بندی تصویر ETM+

کلاس	دقت تولیدکننده (درصد)	دقت استفاده‌کننده (درصد)
اراضی کشاورزی	۱۰۰	۹۴/۳۴
مرتع	۸۴/۷۵	۹۲/۶۲
جنگل	۸۸/۲۵	۸۷/۵۹
مناطق فاقد پوشش	۹۴/۵۰	۹۲/۸۷

جدول ۷- ارزیابی دقت طبقه‌بندی برای نقشه‌های کاربری استخراج‌شده از تصاویر TM و ETM+

نقشه کاربری بدست‌آمده از تصویر	ضریب کاپا	دقت طبقه‌بندی (بر حسب درصد)
TM (۱۹۸۸)	۰/۸۵	۸۹/۱۸
ETM+(۲۰۰۱)	۰/۸۹	۹۱/۸۷



## روش تفاضل نقشه

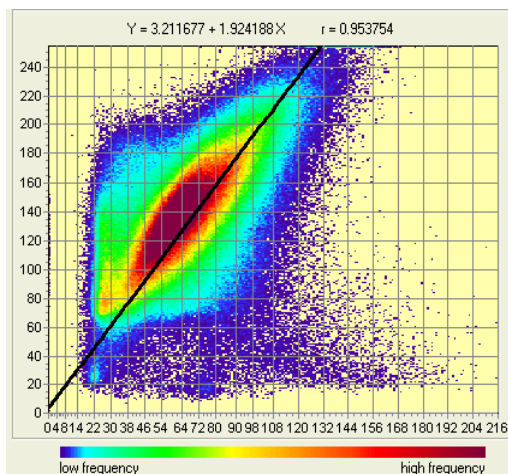
با توجه به دقت مناسب نقشه‌های طبقه‌بندی شده در دو تاریخ ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱ (جدول ۷)، تفاضل این دو نقشه جهت تعیین تغییرات کاربری اراضی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از این روش در تعیین مناطق تغییر یافته و تغییر نیافته مناسب بوده و به‌عنوان مبنایی برای ارزیابی سایر روش‌ها در نظر گرفته شده است (شکل ۵).

شکل ۵- نقشه پایش تغییر- تفاضل دو نقشه

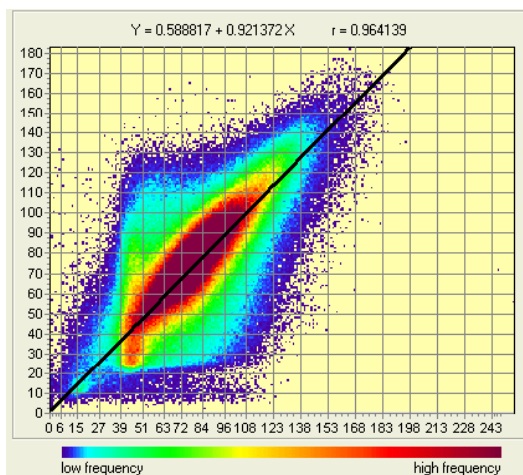
طبقه‌بندی شده مربوط به سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱

## تفاضل شاخص پوشش گیاهی

بسیاری از محققان دریافته‌اند که NDVI شاخص خوبی از رشد محصول و پایش تغییر است (Singh, 1989). مزیت این روش این است که تفاوت‌های موجود در پاسخ طیفی عارضه‌های مختلف را مورد تأکید قرار داده و اثرات توپوگرافیکی، باران و باد را کاهش می‌دهد، اما ایجاد تشابه طیفی تصادفی مثل تشابه طیفی پوشش گراس در اراضی مرتعی با پوشش دیمزارها در اراضی کشاورزی از معایب آن است (Lu et al., 2004). این روش توانسته تغییرات رخ داده در منطقه مورد مطالعه را به خوبی نشان دهد. ضریب کاپای بدست‌آمده از انطباق نتایج بدست‌آمده از این روش با تفاضل نقشه‌های طبقه‌بندی شده ۰/۶۶۷ بوده است (شکل ۶).

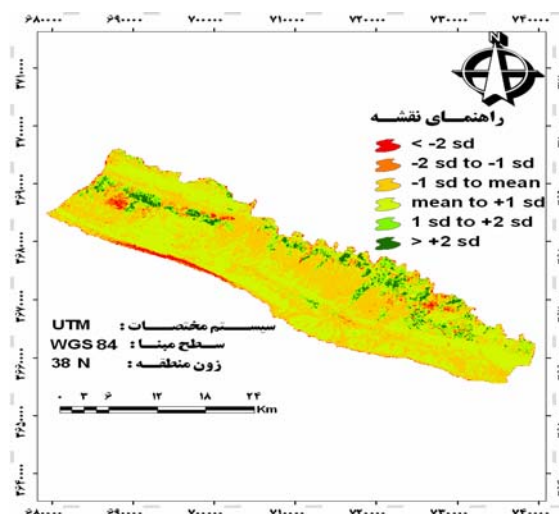


شکل ۷- رابطه رگرسیونی بین باند قرمز سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱



شکل ۸- رابطه رگرسیونی بین باندهای مادون قرمز نزدیک سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱

سپس مقادیر پیکسل باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک تاریخ ۱۹۸۸ از روی مقادیر پیکسل باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک تاریخ ۲۰۰۱ برآورد شده است. مزیت این روش این است که اثرات اتمسفریک سنجنده و محیط متفاوت بین دو تصویر با تاریخ متفاوت را کاهش می‌دهد. معایب آن هم این است که نیازمند توسعه توابع رگرسیونی صحیح برای باندهای انتخابی، قبل از اجرای



شکل ۶- نقشه پایش تغییر، تفاضل شاخص پوشش گیاهی

## رگرسیون تصویر

در این مطالعه روابط رگرسیونی بین باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک دو تاریخ ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱ برقرار شده است (شکل‌های ۷ و ۸).

تفاضل رگرسیون باند قرمز نسبت به تفاضل رگرسیون مادون قرمز نزدیک در پایش تغییرات رخ داده در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

### تجزیه مؤلفه‌های اصلی

در این مطالعه ابتدا PCA هر تاریخ جداگانه محاسبه گردیده است. به طوری که در جدول ۸ درصد واریانس مؤلفه‌های مختلف PCA حاصل از سنجنده TM و ETM+ ارائه شده است.

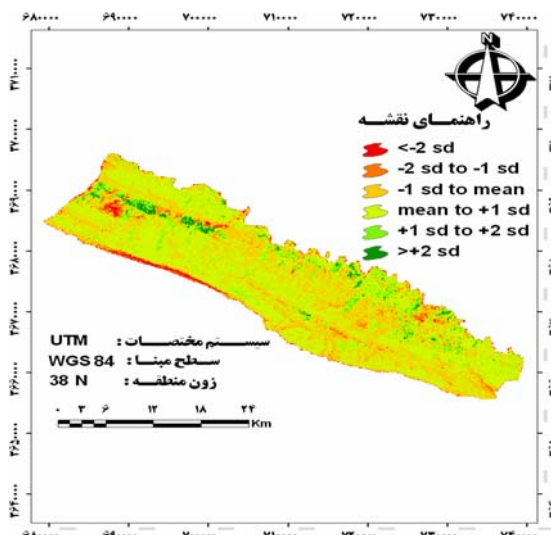
### جدول ۸- درصد واریانس مؤلفه‌های مختلف PCA حاصل

#### از سنجنده TM و ETM+

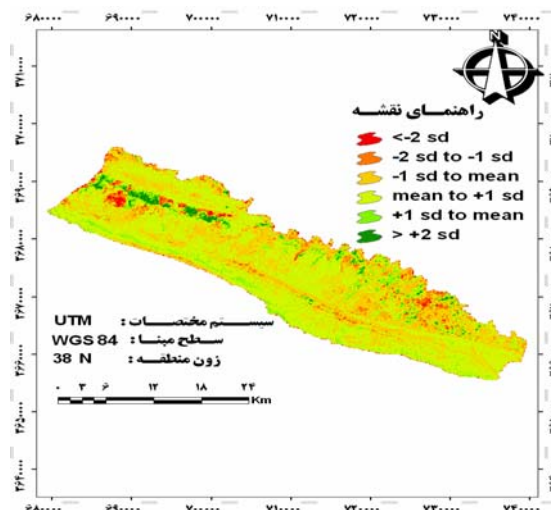
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
TM1988	۹۷/۴	۱/۴۲	۱/۰۴	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۰۱
ETM+2001	۹۶/۹	۲/۲۲	۰/۷	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۰۱

با توجه به اینکه بیشترین اطلاعات در هر دو سنجنده در دو مؤلفه اول ذخیره شده است، به همین دلیل مؤلفه‌های اول و دوم در این مطالعه جهت پایش تغییر مورد استفاده قرار گرفتند. سپس PCA اول و دوم تاریخ دوم به ترتیب از PCA اول و دوم تاریخ اول تفریق شده است. مزیت این روش این است که داده‌های اضافی بین باندها را کاهش می‌دهد و اطلاعات مختلف در اجزای حاصل را مورد تأکید قرار می‌دهد. معایب این روش این است نتایج پایش تغییر بین زمان‌های مختلف برای تفسیر و طبقه‌بندی مشکل است، همچنین این روش نمی‌تواند ماتریس کاملی از اطلاعات کلاس تغییر را فراهم کند و نیازمند تعیین آستانه برای شناسایی مناطق تغییر یافته است (Lu et al., 2004). ارزیابی نقشه‌های بدست‌آمده نشان داده که PC2 با ضریب کاپای ۰/۶۵۹ در مقایسه با PC1 با

پایش تغییر است (Lu et al., 2004). شکل‌های ۹ و ۱۰ نیز تغییرات ناشی از تفاضل تصاویر رگرسیونی برای باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک را نشان می‌دهند.



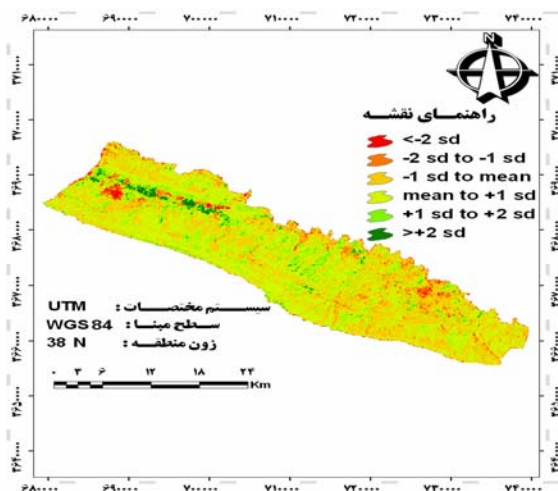
شکل ۹- نقشه پایش تغییر، تفاضل رگرسیون باند ۳



شکل ۱۰- نقشه پایش تغییر، تفاضل رگرسیون باند ۴

مقدار ضریب کاپای بدست‌آمده از انطباق نتایج بدست‌آمده از این روش برای باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک به ترتیب ۰/۶۰۲ و ۰/۵۹۳ بوده که بیانگر نتایج بهتر

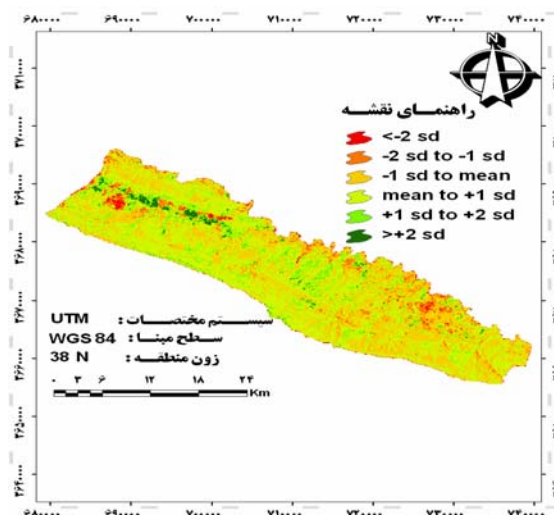
است که تفسیر و طبقه‌بندی آن سخت است، یک ماتریس کاملی از تغییر ایجاد نمی‌کند، نیازمند تعیین آستانه‌ها برای شناسایی مناطق تغییر یافته است، کالبراسیون اتمسفریک برای هر تاریخ از تصویر مورد نیاز است (Lu et al., 2004). تبدیل تسلدکپ برای داده‌های TM شامل سه عامل روشنایی، سبزی و رطوبت است، در حالی که این تبدیل برای داده‌های ETM+ علاوه بر سه عامل فوق دارای ۳ عامل دیگر نیز هست، اما با توجه به مشترک بودن ۳ عامل روشنایی، سبزی و رطوبت در دو داده مورد استفاده در این تحقیق این سه عامل مبنای پایش تغییر بوده‌اند که نتایج حاصل از بررسی آنها نشان داده که پایش عامل روشنایی در دو تاریخ نتایج بهتری را جهت تعیین مناطق تغییر یافته ارائه کرده است (شکل ۱۳).



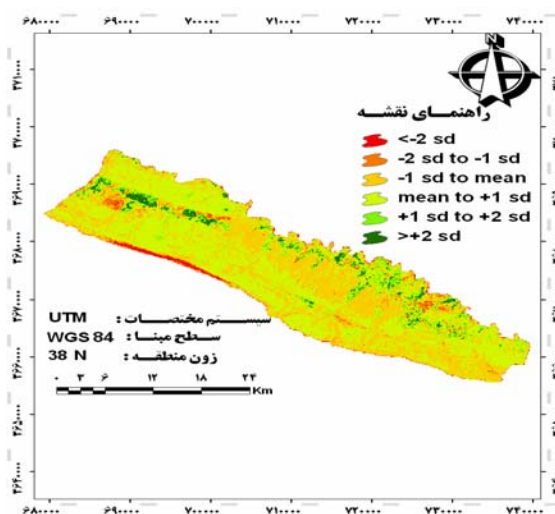
شکل ۱۳- نقشه تفاضل تسلدکپ (روشنایی)

مقدار ضریب کاپای بدست‌آمده از انطباق نتایج حاصل از این روش با تفاضل نقشه‌های طبقه‌بندی شده ۰/۵۹۴ بوده است. میزان دقت روش‌های پایش تغییر بر مبنای روش پس از طبقه‌بندی در جدول ۹ ارائه شده است.

ضریب کاپای ۰/۵۹۲، تغییرات رخ داده در منطقه مورد مطالعه را بهتر نشان داده است (شکل‌های ۱۱ و ۱۲).



شکل ۱۱- نقشه پایش تغییر- تفاضل PC1

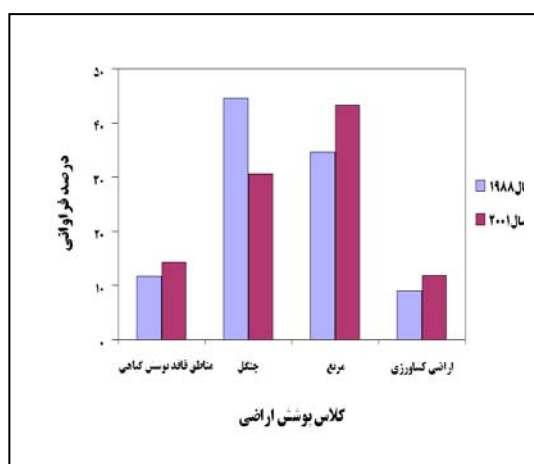


شکل ۱۲- نقشه پایش تغییر- تفاضل PC2

### تبدیل تسلدکپ

مزایای این روش این است که داده‌های اضافی بین باندها را کاهش داده و اطلاعات مختلف در اجزاء بدست‌آمده را مورد تأکید قرار می‌دهد و معایب آن نیز این

تعیین تغییرات رخ داده در هر کلاس نسبت به کلاس دیگر وجود دارد. نتایج این روش در جدول ۱۰ ارائه شده است. نتایج این جدول به خوبی نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات مثبت در اراضی کشاورزی و بیشترین تغییرات منفی در مناطق جنگلی بوده است؛ به طوری که شکل ۱۵ نقشه حاصل از قطع دادن دو نقشه طبقه‌بندی شده در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱ می‌باشد. این نقشه تغییرات کلاس‌های مختلف نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۸ را نسبت به کلاس‌های مختلف کاربری ۲۰۰۱ نشان می‌دهد.



شکل ۱۴- درصد فراوانی کلاس‌های پوشش اراضی در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱

#### جدول ۹- میزان دقت روش‌های پایش تغییر بر مبنای روش مقایسه پس از طبقه‌بندی

روش	ضریب کاپا
تفاضل NDVI	۰/۶۶۷
رگرسیون تصویر (باند ۳)	۰/۶۰۲
رگرسیون تصویر (باند ۴)	۰/۵۹۳
تفاضل PC1	۰/۵۹۲
تفاضل PC2	۰/۶۵۹
تفاضل KT (روشنایی)	۰/۵۹۴

#### مقایسه طبقه‌بندی

پس از تهیه نقشه پوشش اراضی دو تاریخ، ابتدا مساحت و درصد چهار کلاس پوشش اراضی بدست آمد که نتایج حاصل از آن در شکل ۱۴ ارائه شده است.

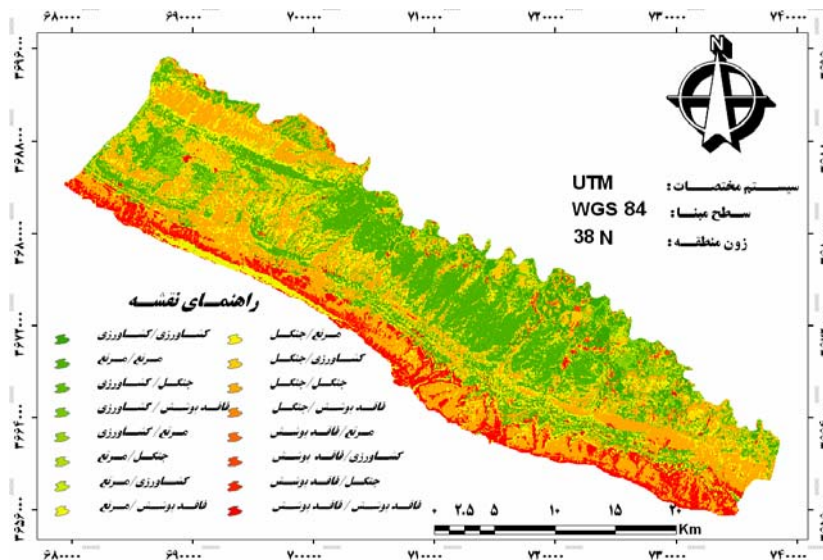
#### آمار پایش تغییر

از بین روش‌های مورد استفاده در این مطالعه، تنها روش مقایسه پس از طبقه‌بندی جهت و نوع تغییرات را مشخص می‌کند و سایر روش‌ها تنها جهت تغییر را نشان می‌دهند. در این روش کلاس‌های دو نقشه طبقه‌بندی شده یک به یک با هم مقایسه می‌شوند. در نتیجه با استفاده از این روش امکان

#### جدول ۱۰- نتایج حاصل از مقایسه طبقه‌بندی نظارت شده در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱

(بر حسب درصد)

عنوان	اراضی کشاورزی	مرتع	جنگل	مناطق فاقد پوشش گیاهی
اراضی کشاورزی	۴۱/۷۶	۳/۶۱	۵/۴۹	۵/۷۱
مرتع	۱۷/۶۴	۵۶/۷۸	۱۳/۹۶	۲۶/۷۱
جنگل	۳۳/۵۵	۳۵/۹۳	۷۴/۹۴	۱۵/۰۳
مناطق فاقد پوشش گیاهی	۷/۲۳	۳/۶۸	۵/۶۱	۵۲/۵۵
کل کلاس	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تغییرات کلاس	۵۸/۲۴	۴۳/۲۲	۲۵/۰۶	۴۷/۴۵
تفاوت نقشه	۳۱/۷۱	۲۴/۵۴	-۳۱/۳۹	۲۲/۴۷



شکل ۱۵- نقشه حاصل از قطع دادن نقشه‌های طبقه‌بندی شده در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱

## بحث

شده است تا ضمن سهولت در تفسیر نتایج، امکان مقایسه بهتر این روش‌ها فراهم گردد. همچنین با استاندارد کردن نتایج، مشکل تعیین آستانه جهت پایش تغییرات به خصوص در روش‌هایی که نیازمند تعیین آستانه هستند تا حدی برطرف گردیده است. در این مطالعه با توجه به دقت مناسب نقشه‌های کاربری اراضی بدست‌آمده از طبقه‌بندی نظارت‌شده با الگوریتم حداکثر احتمال، بر مبنای روش مقایسه پس از طبقه‌بندی با یک دقت مشخص میزان دقت سایر روش‌ها در ارزیابی پایش تغییر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی نشان داده که در بین روش‌هایی که جهت تغییرات را نشان می‌دهند روش تفاضل NDVI با ضریب کاپای ۰/۶۶۷، بیشترین و تفاضل PC1 با ضریب کاپای ۰/۵۹۲، کمترین انطباق را با نتایج روش مقایسه پس از طبقه‌بندی داشته‌اند. در مورد دقت بالاتر تفاضل PC2 نسبت به PC1 در پایش تغییر کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

تصحیحات هندسی و اتمسفریک تصاویر چندزمانی پیش‌نیاز یک پروژه پایش تغییر است. فاکتورهای اصلی برای اجرای موفقیت‌آمیز پایش تغییر انتخاب تاریخ‌های مناسب کسب تصویر و استفاده از روش‌های پایش تغییر دقیق می‌باشد. شناسایی یک روش پایش تغییر مناسب برای منطقه مورد مطالعه جهت تولید نتایج خوب پایش تغییر مهم است. بنابراین روش‌های پایش تغییر در این مطالعه را می‌توان در دو گروه اصلی تقسیم کرد: ۱- روش‌هایی که نشان‌دهنده جهت تغییر هستند که از این گروه می‌توان، روش‌های تفاضل شاخص پوشش گیاهی، تجزیه مؤلفه‌های اصلی، تبدیل تسلدکپ و رگرسیون تصویر را نام برد؛ ۲- روش‌هایی که علاوه بر جهت تغییر، نشان‌دهنده نوع و مقدار تغییر نیز هستند که از آن جمله می‌توان به روش مقایسه پس از طبقه‌بندی اشاره کرد. در این مطالعه نتایج بدست‌آمده از روش‌های مورد بررسی قرار گرفته به صورت استاندارد شده تنظیم



درصد واریانس مؤلفه اول در دو تاریخ ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱ به ترتیب ۹۷/۴ و ۹۶/۹ درصد است. در مؤلفه اول (PC1)، بارهای عاملی تقریباً در همه باندها با هم برابر بوده که این نشان می‌دهد که مؤلفه اول ارائه‌دهنده روشنایی کلی عرصه است. اما در مؤلفه دوم (PC2) درصد واریانس در تاریخ ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱ به ترتیب ۱/۴۲ و ۲/۲۲ درصد است و این مؤلفه بیشترین گرادیان پوشش گیاهی را نشان می‌دهد. حداکثر بار عاملی مثبت، برای باند مادون قرمز نزدیک و بار عاملی منفی مربوط به باندهای مرئی است. به همین دلیل نتایج حاصل از تفاضل مؤلفه دوم در پایش تغییر کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه از دقت بالاتری نسبت به تفاضل مؤلفه اول برخوردار بوده است. نتایج این مطالعه نشان داده که روش مقایسه پس از طبقه‌بندی به دلیل اینکه جهت و نوع تغییرات را مشخص می‌نماید دارای کارایی بیشتری است، اما در بین روش‌هایی که تنها جهت تغییر را نشان می‌دهند روش تفاضل NDVI و تفاضل PC2 در منطقه مورد مطالعه از کارایی بیشتری برخوردار بوده است. به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج مطالعات (1997, 1999) Mas, (1997) Michener & Houhoulis, (1998) Sunar, تصویری (۱۳۷۷) و شفيعی (۱۳۸۳) که در آنها روش‌های مقایسه پس از طبقه‌بندی، تفاضل NDVI و تفاضل PCA به‌عنوان روش‌های مناسب جهت پایش تغییر شناخته شده است انطباق دارد. با وجود این روش‌های پایش تغییر متفاوت ویژگیهای خود را داشته و هیچ روشی به تنهایی مناسب و قابل استفاده برای تمام موارد نمی‌باشد. اگرچه مطالعات زیادی در ارتباط با کاربردهای پایش تغییر اجرا شده و روش‌های مختلف پایش تغییر آزمایش شده، اما هنوز این سؤال که کدام روش برای یک

منطقه خاص بهتر است بدون پاسخ مانده است. بررسی انجام‌شده تاکنون یک روش منحصر به فرد را برای تمام موارد نشان نمی‌دهد. انتخاب یک روش مناسب پایش تغییر به دانش تحلیل‌گر در زمینه روش‌های پایش تغییر و مهارت در تفسیر و پردازش داده‌های سنجش از دور مورد استفاده و مشخصات منطقه مورد مطالعه دارد. بدلیل سختی شناسایی یک روش مناسب، در عمل روش‌های مختلف پایش تغییر برای فراهم کردن بهترین نتیجه براساس ارزیابی درستی یا ارزیابی کیفی مقایسه و آزمایش می‌شود. بررسی آمار و نتایج بدست‌آمده در این مطالعه به خوبی نشان می‌دهد که در فاصله زمانی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۱ میلادی اراضی کشاورزی بیشترین تغییرات مثبت را داشته‌اند. اضافه شدن این اراضی به قیمت از دست رفتن اراضی ملی بوده است، به طوری که در این فاصله زمانی ۱۴ درصد از سطح اراضی جنگلی کاسته شده است. در این فاصله زمانی اراضی مرتعی نیز دچار تغییر و تحول شده‌اند که تغییرات مثبت در آنها را می‌توان به دلیل رها نمودن اراضی کشاورزی سال‌های قبل، که بازده و کارایی خود را از دست داده‌اند دانست؛ چون که بیشتر اراضی کشاورزی منطقه بر روی دامنه‌های شیب‌دار قرار گرفته‌اند و بر اثر تغییر کاربری از اراضی جنگلی و مرتعی به کشاورزی، خاک و مواد حاصلخیز این اراضی بر اثر فرسایش از دسترس خارج می‌شود و به مرور زمان رها می‌شوند. بررسی آمار و نتایج بدست‌آمده، نشان‌دهنده افزایش مناطق فاقد پوشش گیاهیست که بخشی از آن را مناطق مسکونی دربرمی‌گیرد، این خود بیانگر رشد و توسعه مناطق مسکونی و توسعه شهرنشینی طی این سال‌ها می‌باشد.

## منابع مورد استفاده

- Chavez, P.S., 1996. Image -based atmospheric corrections-Revisited and improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62, 1025–1036.
- Collins, J.B. and Woodcock, C.E., 1996. An assessment of several linear change detection techniques for mapping forest mortality using multitemporal Landsat TM data. *Remote Sensing of Environment*, 56, 66–77.
- Coppin, P., Nackaerts, K., Queen, L. and Brewer, K., 2001. Operational monitoring of green biomass change for forest management. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 67, 603–611.
- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., and Lambin, E., 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: A review. *International Journal of Remote Sensing*, 10, 1565–1596.
- Dimiyati, M., Mizuno, K., Kobayashi, S. and Kitamura, T., 1996. An analysis of land use/cover change using the combination of MSS Landsat and land use map- a case study in Yogyakarta, Indonesia. *International Journal of Remote Sensing*, 17, 931–944.
- Du, Y., Teillet, P.M. and Cihlar, J., 2002. Radiometric normalization of multitemporal high- resolution satellite images with quality control for land cover change detection. *Remote Sensing of Environment*, 82, 123–134.
- Foody, G.M., 2001. Monitoring the magnitude of land-cover change around the southern limits of the Sahara. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 67, 841–847.
- Ingebritsen, S.E. and Lyon, R.J.P., 1985. Principal component analysis of multitemporal image pairs. *International Journal of Remote Sensing*, 6, 687–696.
- Jensen, J.R., Ramsay, E.W., Mackey, H.E., Christensen, E.J. and Sharitz, R.P., 1987. Inland wetland change detection using aircraft MSS data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 53, 521–529.
- Jensen, J.R., Rutchey, K., Koch, M.S. and Narumalani, S., 1995. Inland wetland change detection in the everglades water conservation area: using a time series of normalized remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61, 199–209.
- Jha, C.S. and Unni, N.V.M., 1994. Digital change detection of forest conversion of dry tropical forest region. *International Journal of Remote Sensing*, 15, 2543–2552.
- Kwrateng, A.Y. and Chavez, P.S.JR., 1998. Change detection study of Kuwait city and environs using multitemporal Landsat Thematic Mapper data. *International Journal of Remote Sensing*, 19, 1651–1661.
- بنیاد، ا.ا. و حاجی قادری، ط.، ۱۳۸۶. تهیه نقشه جنگل‌های طبیعی استان زنجان با استفاده از داده‌های سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷. *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۴۲ (۱۱): ۶۳۸–۶۲۷.
- تصویری، م.، ۱۳۷۷. بازسازی تغییرات کاربرد و پوشش گیاهی در منطقه بیابانی شرق کاشان با استفاده از تحلیل داده‌های رقومی سنجنش از دور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس، ۹۵ صفحه.
- جاهدی، ف. و فرخی، ش.، ۱۳۷۵. مبادی سنجنش از دور (ترجمه). مرکز سنجنش از دور ایران، ۳۲۹ صفحه.
- حقیقی، م.، ۱۳۸۲. بررسی تخریب جنگلهای جلگه‌ای غرب گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، ۱۱۲ صفحه.
- شفیع، م.، ۱۳۸۳. کاربرد فناوری سنجنش از دور در ارزیابی و مدلسازی تغییرات کاربری اراضی دشت قزوین. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، ۱۰۹ صفحه.
- علوی پناه، س.ک.، ۱۳۸۴. کاربرد سنجنش از دور در علوم زمین. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۷۸ صفحه.
- غیاثوند، غ.، ۱۳۷۷. تهیه نقشه تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۰ صفحه.
- فاطمی، س.ب. و رضایی، ی.، ۱۳۸۴. مبانی سنجنش از دور. انتشارات آزاده، ۲۶۸ صفحه.
- کرمی، ف.، ۱۳۸۳. مطالعه قابلیت داده‌های ماهواره لندست جهت تعیین تخریب در جنگل‌های زاگرس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی ساری دانشگاه مازندران، ۷۱ صفحه.
- Barrett, E.C. and Curtic, L.F., 1992. *Introduction to Environmental Remote Sensing*, Chapman & Hall, London. 55, 229–243.
- Bronzi'zio, E.S., Moran, E. F., Mausel, P. and Wu, Y., 1994. Land use change in the Amazon Estuary: patterns of Caboclo settlement and landscape management. *Human Ecology*, 22, 249–278.
- Byrne, G.F., Crapper, P.F. and Mayo, K.K., 1980. Monitoring land cover change by principal component analysis of multitemporal Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 10, 175–184.

- Nelson, R.F., 1983. Detecting forest canopy change due to insect activity using Landsat MSS. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 49, 1303–1314.
- Noori, S., 2004. Determination of the best vegetation indexes for assessing Mazandaran rangelands, master thesis, Tarbiat Modarres University, 128 pages.
- Parra, G.A., Mouchot, M.C. and Roux, C., 1996. A multitemporal land-cover change analysis tool using change vector and principal components analysis. *Proceedings of IGARSS'96 Symposium*, 27–31 May, Lincoln, Nebraska, USA (Piscataway, NJ: IEEE), vol. 1, pp. 1753–1755.
- Ridd, M.K. and Liu, J., 1998. A comparison of four algorithms for change detection in an urban environment. *Remote Sensing of Environment*, 63, 95–100.
- Stow, D.A. and Chen, D.M., 2002. Sensitivity of multitemporal NOAA AVHRR data of an urbanizing region to land-use/land-cover change and misregistration. *Remote Sensing of Environment*, 80, 297–307.
- Singh, A., 1986. Change detection in the tropical forest environment of northeastern India using Landsat. In *Remote Sensing and Tropical Land Management*, edited by M. J. Eden and J. T. Parry (New York: J. Wiley), pp 237–254.
- Singh, A., 1989. Digital change detection techniques using remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10, 989–1003.
- Sunar, F., 1998. An analysis of changes in a multi-date data set: a case study in the Ikitell area, Istanbul, Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 19, 225–235.
- Li, X. and Yeh, A.G.O., 1998. Principal component analysis of stacked multitemporal images for the monitoring of rapid urban expansion in the Pearl River Delta. *International Journal of Remote Sensing*, 19, 1501–1518.
- Lyon, J.G., Yuan, D., Lunetta, R.S. and Elvidge, C.D., 1998. A change detection experiment using vegetation indices. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 64, 143–150.
- Lu, D., Mausel, P., Brondi'zio, E. and Moran, E., 2004. Change detection techniques. *INT. J. REMOTE SENSING*, 20 JUNE, 2004, VOL. 25, NO. 12, 2365–2407.
- Mas, J.F., 1997. Monitoring land-cover changes in the Terminos Lagoon Region, Mexico: a comparison of change detection area, Istanbul, Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 19, 225–235.
- Mas, j.f., 1999. Monitring Land-Cover Change: A Comparison of Change Detection Techniques, *International Journal Remote Sensing*, Vol 11, No.2:33-47.
- Merrill K.R. and Jiaium L., 1998. A Comparison of Four Algoritms for Change Detection in Urban Environment. *Remote Sensing Environment*, 63:95-100pp.
- Michener, W.K. and Houhoulis, P.F., 1997. Detection of vegetation associated with extensive flooding in a forested ecosystem. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63, 1363–1374.
- Miller, A.B., Bryant, E.S. and Birnie, R.W., 1998. An analysis of land cover changes in the northern forest of New England using multitemporal Landsat MSS data. *International Journal of Remote Sensing*, 19, 245–265.

## Assessing different remote sensing techniques to detect land use changes (Case study in Dareshahr, Ilam province)

Arekhi, S.<sup>1\*</sup> and Niazi, Y.<sup>2</sup>

1\*-Corresponding Author, Assisstant professor, Agriculture College, Department of Natural Resources, Ilam University, Ilam, Iran.  
Email:saleh148@yahoo.com

2- Msc of Watershed Management., Faculty of Natural Resources, University of Yazd, Yazd, Iran.

Received: 02.02.2009

Accepted:01.02.2010

### Abstracts

Presently, unplanned changes of land use have become a major problem. Most land use changes occur without a clear and logical planning with little attention to their environment impacts. Since that land use change occurring over large areas, remote sensing technology is an essential and useful tool for land use change detection. In this study, after applying geometric and radiometric correction on Landsat images of TM(1988) and ETM+(2001), five techniques of change detection have been used in 80470 hectare in the region of Dareshahr, Ilam province. These change detection techniques included Image regression, NDVI differencing, Principal component analysis (PCA), Tasseled cap (KT) and post-classification comparison. In all these techniques, following standardizing maps, change direction has been determined. The accuracy of the results obtained by each technique was evaluated by comparison with post-classification method through Kappa coefficient calculation. According to the results, NDVI differencing and PC2 differencing showed the largest accuracy with Kappa coefficients of 0.667 and 0.655, respectively. However, different change detection algorithms have their own merits and no single approach is optimal and applicable to all cases. In practice, several change detection techniques should be used to implement change detection, whose results are then compared to identify the best approach through visual or quantitative assessment.

**Keywords:** change detection, Image regression, NDVI differencing, Principal component analysis, Tasseled cap, post-classification comparison.