



## مقایسه تکنیک‌های مختلف پایش تغییر کاربری اراضی - پوشش گیاهی با استفاده از RS و GIS (مطالعه موردی: حوزه دره شهر - استان ایلام)

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

۱. استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

### مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۲۸ شهریور ۱۳۹۲

پذیرش: ۲ اردیبهشت ۱۳۹۳

دسترسی اینترنتی: ۲۴ آبان ۱۳۹۳

واژه‌های کلیدی:

تفاضل تصویر

نسبت‌گیری تصویر

تفاضل NDVI

آنالیز برداری تغییر

مقایسه پس از طبقه‌بندی

### چکیده

پایش زمانی و دقیق تغییر عوارض سطح زمین برای درک روابط و کنش‌های متقابل بین انسان و پدیده‌های طبیعی به منظور تصمیم‌گیری بهتر خیلی مهم است. داده‌های سنجنش از دور منابع اولیه‌ای هستند که به طور گسترده برای پایش تغییر در دهه‌های اخیر مورد استفاده واقع شده‌اند. در این مطالعه تصاویر لندست (TM) سال ۱۹۸۸ و لندست (ETM+) سال ۲۰۰۱ با استفاده از پنج تکنیک پایش تغییر در حوزه دره شهر استان ایلام با مساحت ۸۰۴۷۰ هکتار آنالیز شده‌اند. تکنیک‌های پایش تغییر مورد استفاده در این مطالعه شامل تفاضل تصویر، نسبت‌گیری تصویر، تفاضل NDVI، آنالیز برداری تصویر و روش مقایسه پس از طبقه‌بندی بوده‌اند. در این مطالعه جهت تعیین آستانه در روش‌هایی که نیازمند تعیین آستانه هستند از روش آماری استفاده شده است و بر این اساس مشخص شده است که آستانه تغییر در منطقه مورد مطالعه با  $\pm 1$  انحراف از میانگین قرار داشته است. پس از تعیین آستانه تغییر، مناطق دارای تغییرات کاهشی، افزایشی و بدون تغییر مشخص گردیده است. جهت ارزیابی دقت تکنیک‌های پایش تغییر پس از برداشت واقعیات زمینی که از طریق بازدید میدانی و تصاویر ماهواره‌ای Google Earth به دست آمد، از دقت کل و ضریب کاپا استفاده شد. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص گردید که روش تفاضل NDVI با دقت کل ۹۸/۵ و ضریب کاپای ۹۷ درصد از بین تکنیک‌های پایش تغییر مورد استفاده در این مطالعه بیشترین دقت و روش نسبت‌گیری باند قرمز با دقت کل ۷۲/۵ و ضریب کاپای ۵۰ درصد کمترین دقت را در پایش تغییرات کاربری اراضی - پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه داشته‌اند.

\* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: [saleh148@yahoo.com](mailto:saleh148@yahoo.com)

## مقدمه

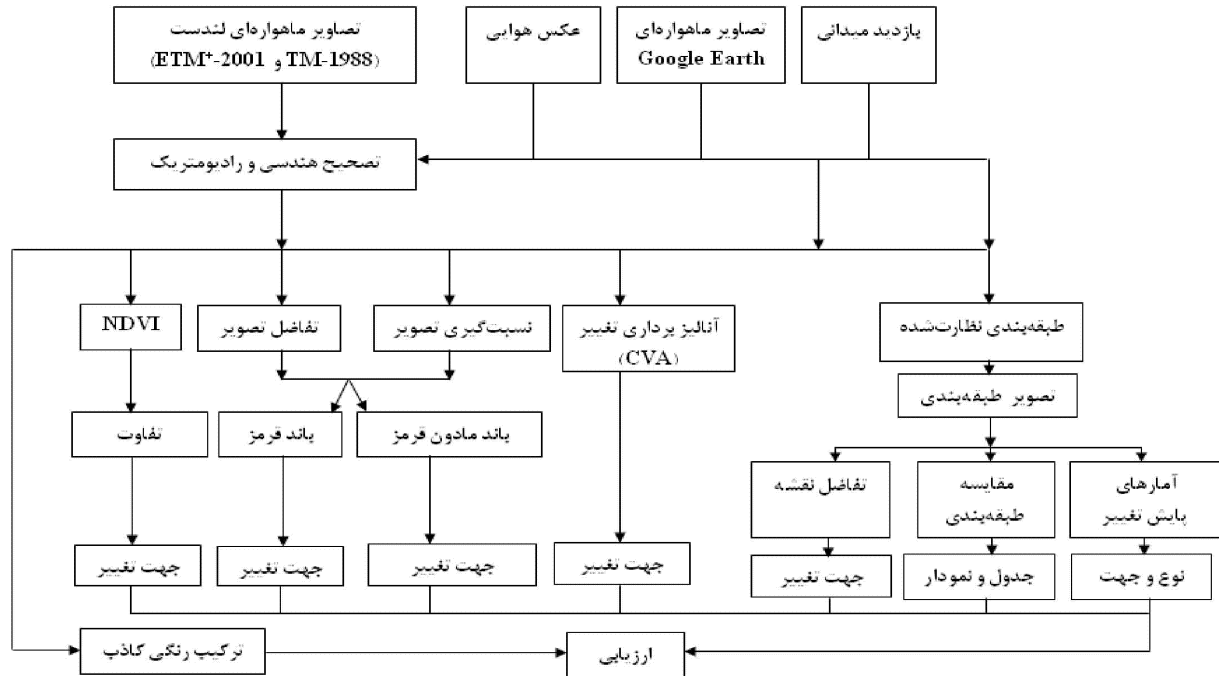
روش‌های تفاضل تصویر و مقایسه پس از طبقه‌بندی به طور منفرد موفقیت بهتری داشته است. داکال و همکاران (۶) روش تفاضل تصویر، تجزیه مؤلفه‌های اصلی و آنالیز برداری تغییر را برای پایش مناطق متأثر از سیلاب و فرسایش با استفاده از داده‌های TM چندزمانه در منطقه مرکزی نپال مقایسه کردند. آن‌ها دریافتند که روش آنالیز برداری تغییر، با دقت ۸۸٪ نتایج بهتری را ارائه داده است. سپهری و جان‌لیو (۱۵) از تکنیک‌های مختلف تعیین تغییر شامل مقایسه بعد از طبقه‌بندی، تفاضل تصویر و تفاضل NDVI و آنالیز برداری تغییرات برای تهیه نقشه کاربری اراضی تحت تأثیر سیل استفاده کردند. نتایج مطالعات آنان نشان داد که از بین تکنیک‌ها، تکنیک‌های تفاضل تصویر و آنالیز برداری تغییرات در تهیه نقشه مناطق تغییر یافته- تغییر نیافته تحت تأثیر سیل بیشترین دقت را داشته است. از جمله مطالعاتی که توسط محققین داخل کشور در زمینه پایش تغییرات کاربری اراضی پوشش گیاهی صورت گرفته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: شفیع (۱۶) در تحقیقی در دشت قزوین از روش‌های تفاضل تصاویر، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، طبقه‌بندی تصویر و مقایسه پس از طبقه‌بندی برای پایش 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. حقیقی (۹) 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 بررسی کرد و در نهایت نتیجه گرفت که کلاس‌های جنگل در منطقه مورد مطالعه معادل ۱۴۴۱/۵ هکتار کاهش یافته است. رفیعیان و همکاران (۱۴) در تحقیقی تحت عنوان تعیین تغییرات گستره جنگل‌های شمال بین سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۰ با استفاده از تصاویر سنجنده ETM<sup>+</sup> در جنگل‌های بابل بیان کرد که در مجموع ۸/۲ درصد سطح اولیه جنگل بین سال‌های فوق از بین رفته است. هدف این مطالعه مقایسه برخی از تکنیک‌های پایش تغییر کاربری اراضی- پوشش گیاهی در حوزه دره شهر با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده لندست (TM) سال ۱۹۸۸ و سنجنده لندست (ETM<sup>+</sup>) سال ۲۰۰۱ است.

پایش تغییر (Change detection)، فرآیند تعیین تفاوت‌ها در وضعیت یا حالت یک شیء یا پدیده با مشاهده آن در زمان‌های مختلف می‌باشد (۱۸). امروزه تغییرات بدون برنامه کاربری اراضی- پوشش گیاهی به یک مشکل حاد تبدیل گردیده است و اکثر تغییرات کاربری اراضی- پوشش گیاهی بدون یک برنامه ریزی مدون و با توجه اندک به اثرات زیست محیطی آن‌ها صورت می‌گیرد. در چهار دهه گذشته تغییرات کاربری اراضی- پوشش گیاهی در ایران با سرعت فزاینده در بعضی جهات نامطلوب به وقوع پیوسته است و این باعث تشدید روند تخریب اراضی گردیده است. از آنجا که تغییرات در کاربری اراضی پوشش گیاهی در سطوح وسیع و گسترده صورت می‌گیرد، لذا تکنولوژی سنجش از دور (Remote sensing) یک ابزار ضروری و با ارزش در ارزیابی تغییرات به دلیل پوشش مکرر و تکراری کره زمین می‌باشد (۱۰). محققین زیادی به بررسی و مطالعه روش‌های پایش تغییرات کاربری اراضی- پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از دور پرداخته‌اند. برخی از این مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته به شرح زیر بوده‌است: لیون و همکاران (۱۹۹۸) هفت شاخص پوشش گیاهی از سه تاریخ مختلف داده‌های MSS را برای پایش تغییر پوشش زمین مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که روش تفاضل NDVI پایش تغییر پوشش گیاهی بهتری را اثبات می‌کند. پراکاش و گوپتا (۱۲) برای پایش تغییرات کاربری اراضی در یک منطقه استخراج معدن در هند از روش تفاضل تصویر، نسبت‌گیری تصویر و تفاضل NDVI استفاده کردند و دریافتند هیچ‌گونه تفاوت قابل توجهی بین این روش‌ها در پایش تغییر کاربری اراضی در این مطالعه وجود ندارد و هر روش مزایای خود را دارد. سیلاپاسوان و همکاران (۱۷) از روش آنالیز برداری تغییر، طبقه‌بندی غیرنظارتی و تفسیر بصری عکس‌های هوایی برای پایش تغییر پوشش زمین استفاده کردند و دریافتند که ترکیب روش‌های آنالیز برداری تغییر و طبقه‌بندی غیرنظارتی نسبت به هر کدام از روش‌ها به تنهایی، تفسیر بهتری از تغییر را فراهم کرده است. پتیت و همکاران (۱۳) روش‌های تفاضل تصویر و مقایسه پس از طبقه‌بندی و ترکیبی از این دو را برای پایش تغییر پوشش زمین در جنوب شرقی زامبیا استفاده کردند و دریافتند که روش پایش تغییر هیبرید نسبت به

## مواد و روش‌ها

عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای Google Earth و نرم‌افزارهای ENVI4.2، Idrisi3.2، ArcGIS9.2 و ILWIS3.3 استفاده شده است. شکل ۱ روند مراحل تحقیق را نشان می‌دهد.

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM) در تاریخ ۱۹۸۸/۴/۱، لندست (ETM+) در تاریخ ۲۰۰۱/۴/۱۰،

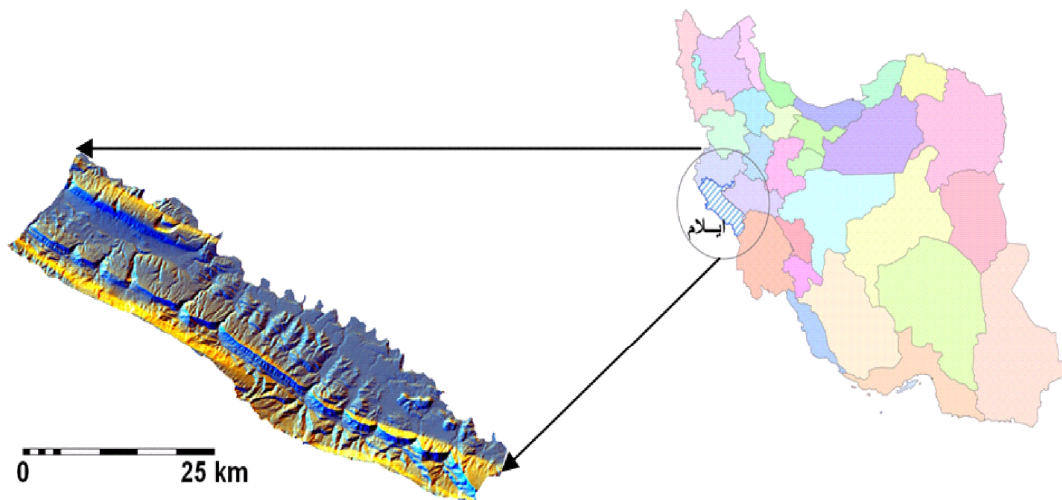


شکل ۱. نمودار مراحل انجام تحقیق

" $33^{\circ} 57' 47''$  طول شرقی و " $33^{\circ} 01' 53''$  تا " $33^{\circ} 23' 15''$  عرض شمالی می‌باشد (شکل ۲). مساحت منطقه مورد مطالعه  $80470$  هکتار برآورد شده است.

## موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در استان ایلام و شهرستان دره‌شهر قرار گرفته و دارای مختصات جغرافیایی " $32^{\circ} 55' 46''$  تا



شکل ۲. موقعیت کشوری و استانی منطقه مورد مطالعه

## تحقیق

### تصحیح رادیومتریکی

دو نوع تصحیح رادیومتریکی وجود دارد، تصحیح رادیومتریکی مطلق و تصحیح رادیومتریکی نسبی (۵). روش تصحیح رادیومتریکی 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 (۷). کاهش تیرگی پدیده (Dark object subtraction)، یکی از روش‌های تصحیح رادیومتریکی نسبی است که به طور گسترده در بسیاری از موارد به کار گرفته می‌شود (۴). در این مطالعه نیز از روش کاهش تیرگی پدیده که به راحتی در نرم‌افزار ENVI قابل اجراست جهت تصحیح رادیومتریکی استفاده شده است. این فرآیند جهت کاهش اثرات پخش اتمسفری بر روی تصویر است.

### تصحیح هندسی

مرحله اقدام به اعمال تصحیحات هندسی بر روی تصاویر شد و تصاویر ماهواره‌ای TM سال ۱۹۸۸ با استفاده از روش تصویر به تصویر از روی تصویر<sup>+</sup> ETM سال ۲۰۰۱، زمین مرجع شد. برای تبدیل مختصات تصویر تصحیح شده به تصویر تصحیح نشده از تابع درجه اول استفاده گردید و برای نمونه‌گیری مجدد ارزش پیکسل‌های تصویر تصحیح نشده از روش نزدیکترین همسایه استفاده شد و در نهایت تصویر TM با خطای RMSe معادل ۰/۵۳ زمین مرجع گردید. در این مرحله به معرفی و نحوه اجرای تکنیک‌های به کار گرفته شده در این مطالعه جهت پایش تغییرات کاربری اراضی- پوشش گیاهی پرداخته شد.

### تفاضل تصویر (Image differencing)

در این روش براساس رابطه ۱ ارزش‌های رقومی تصویر در تاریخ دوم از ارزش‌های رقومی تصویر در تاریخ اول کم می‌شود. این فرآیند به صورت پیکسل به پیکسل است. نتیجه این روش تولید تصویری است که در آن مقادیر مثبت و منفی نشان‌دهنده مناطق تغییر یافته و مقدار صفر نشان دهنده عدم تغییر بین دو تاریخ است (۱۸).

$$Dx = x(t_2) - x(t_1) + C \quad [1]$$

در این رابطه؛ x ارزش پیکسل، t<sub>1</sub> تاریخ اول، t<sub>2</sub> تاریخ دوم و C، عدد ثابت است.

### نسبت‌گیری تصویر (Image ratioing)

در این روش پیکسلی که تغییر در آن رخ نداده نسبت یک و مناطق تغییر یافته مقادیر بزرگتر یا کمتر از یک را به خود اختصاص می‌دهند. رابطه ریاضی آن در زیر ارائه شده است (۱۸):

$$x = x(t_1) / x(t_2) \quad [2]$$

### تفاضل شاخص پوشش گیاهی (Vegetation index differencing)

در این روش به صورت مجزا شاخص پوشش گیاهی مربوط به دو دوره متفاوت تهیه شده و سپس شاخص پوشش گیاهی ثانویه از شاخص پوشش گیاهی اولیه کم می‌شود. روش تفاضل شاخص 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 (۱۸).

### آنالیز برداری تغییر (CVA)

آنالیز برداری تغییر (Change Vector Analysis) هنگامی که دو باند تصویر (به عنوان مثال باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک) برای هر تاریخ در دسترس است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش دو نوع خروجی ایجاد می‌کند؛ بردار تغییر طیفی که جهت تغییر از تاریخ اول تا دوم را توصیف می‌کند، بزرگی تغییر که به ازای هر پیکسل از طریق تعیین فاصله اقلیدسی بین نقاط انتهایی و به واسطه فضای تغییر n بعدی محاسبه می‌شود. شکل ۳ نمایش گرافیکی تعیین جهت تغییر و شکل ۴ نمایش گرافیکی تعیین بزرگی تغییر بر اساس رابطه ۳ را نشان می‌دهد.

$$\text{magnitude} = \sqrt{(\text{date2band1} - \text{date1band1})^2 + (\text{date2band2} - \text{date1band2})^2} \quad [3]$$

روش‌های تفاضل تصویر، نسبت‌گیری تصویر، تفاضل

از بدون تغییر است (۸). معمولاً برای انتخاب آستانه‌ها از دو روش استفاده می‌شود (۱۹)؛ فرآیند آزمون و خطا، روش آماری. در این مطالعه از روش آماری که بر اساس انتخاب یک انحراف معیار مناسب از میانگین است، استفاده شد. برای اینکه وزن اعداد با هر واحدی ثابت شود از روش استاندارد کردن استفاده می‌شود. برای استاندارد کردن داده‌ها از رابطه ۴ استفاده گردید:

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad [4]$$

در این رابطه؛  $X_i$  مقدار عددی هر پیکسل،  $\bar{X}$  میانگین پیکسل‌ها،  $S$  انحراف معیار پیکسل‌ها و  $Z$  مقدار استاندارد شده متغیر می‌باشد. در نهایت، برای تعیین بهترین آستانه، انحراف از میانگین‌های مختلف از قبیل  $\pm 1$ ،  $\pm 1/5$ ،  $\pm 2$  و ... بررسی شد و بهترین آستانه جهت تعیین مناطق تغییر و بدون تغییر (افزایشی و کاهششی) مشخص گردید.

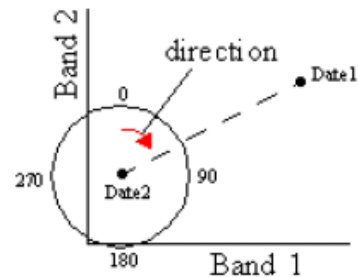
#### برآورد دقت

برآورد دقت برای درک نتایج به دست آمده و به کار بردن این نتایج برای تصمیم‌گیری خیلی مهم هستند. معمول‌ترین پارامترهای برآورد دقت، شامل: دقت کلی (Overall accuracy)، دقت تولیدکننده (Producer's accuracy)، دقت کاربر (User's accuracy) و ضریب کاپا (Kappa coefficient) است (۱۰). 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 به دست می‌آید (۲):

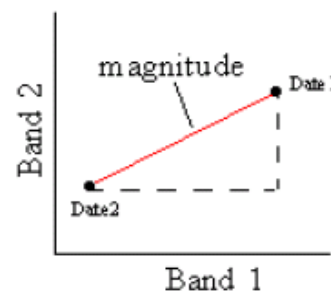
$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ii} \quad [5]$$

در این رابطه؛  $OA$  دقت کلی،  $N$  تعداد پیکسل‌های آزمایشی،  $\sum p_{ii}$  جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا. به دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی، غالباً در کارهای اجرایی که مقایسه دقت طبقه‌بندی مورد توجه است، از شاخص کاپا استفاده می‌شود. چون شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را مدنظر قرار می‌دهد. شاخص کاپا از رابطه ۶ محاسبه می‌شود (۱):

شاخص پوشش گیاهی و آنالیز برداری تغییر جزء روش‌های دسته جبر است.



شکل ۳. نمای گرافیکی از جهت تغییر



شکل ۴. نمای گرافیکی از بزرگی تغییر

#### روش مقایسه پس از طبقه‌بندی (Post classification)

در این روش به صورت مجزا تصاویر چند زمانه به نقشه‌های موضوعی، طبقه‌بندی شده و سپس روش‌هایی از قبیل مقایسه طبقه‌بندی، تفاضل نقشه و آمار تعیین تغییرات (Change detection statistics) جهت پایش تغییر استفاده می‌گردد. روش مقایسه پس از طبقه‌بندی جزء روش‌های دسته طبقه‌بندی است. ویژگی این روش آن 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 تخصص زیاد برای ایجاد طبقه‌بندی می‌باشد (۱۰).

#### تعیین آستانه

بسیاری از الگوریتم‌های پایش تصویر، از قبیل الگوریتم‌های موجود در دسته‌های جبر و تبدیل (از جمله تفاضل تصویر، نسبت‌گیری تصویر و غیره)، نیازمند انتخاب آستانه‌ها برای متمایز ساختن مناطق تغییر (افزایشی و کاهششی)

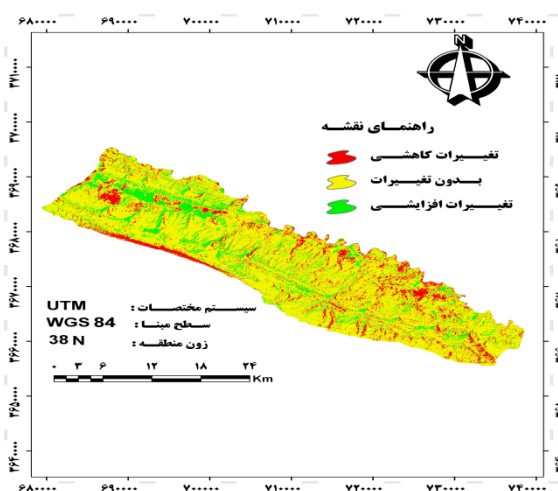
آستانه جهت تعیین تغییرات در منطقه مورد مطالعه با  $\pm 1$  انحراف از میانگین قرار داشته است. بر این اساس مناطق دارای تغییرات کاهشی، افزایشی و بدون تغییر مشخص شده است.

### تفاضل تصویر

در این مطالعه با توجه به معنی دار بودن اختلاف تصاویر دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک نسبت به سایر باندها نتایج به دست آمده از این دو باند جهت تعیین تغییرات مورد استفاده قرار گرفت (شکل های ۵ و ۶). بررسی نقشه های به دست آمده از این روش نشان داده است که تفاضل باند قرمز مناطق دارای تغییرات کاهشی و تفاضل باند مادون قرمز نزدیک مناطق دارای تغییرات افزایشی را بهتر بارز ساخته است.

### نسبت گیری تصویر

با استفاده از این روش نسبت باند قرمز و مادون قرمز نزدیک در دو تاریخ ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱، تهیه شد (شکل های ۷ و ۸). بررسی نقشه های به دست آمده از این روش نیز مانند روش تفاضل تصویر نشان داد که نسبت باند قرمز مناطق دارای تغییرات کاهشی و نسبت باند مادون قرمز نزدیک مناطق دارای تغییرات افزایشی را بهتر نشان داده است.



شکل ۵. نقشه پایش تغییر - تفاضل باند قرمز

$$Kappa = \frac{p_o - p_c}{1 - p_c} \times 100 \quad [6]$$

که در رابطه بالا؛  $p_o$  درستی مشاهده شده،  $p_c$  توافق مورد انتظار. دقت تولیدکننده، احتمال اینکه یک پیکسل در تصویر کلاسه بندی 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 طبقه بندی شده قرار بگیرد می باشد که از روابط زیر محاسبه می گردند (۱):

$$PA = \frac{ta}{ga} \times 100 \quad [7]$$

$$UA = \frac{ta}{n_1} \times 100 \quad [8]$$

که این روابط؛  $PA$  درصد دقت کلاس  $a$  برای دقت تولیدکننده،  $ta$  تعداد پیکسل های صحیح طبقه بندی شده به عنوان کلاس  $a$ ،  $ga$  تعداد پیکسل های کلاس  $a$  در واقعیت زمینی،  $UA$  درصد دقت کلاس  $a$  برای کاربر،  $n_1$  تعداد پیکسل های کلاس  $a$  در نتیجه طبقه بندی. بر اساس دو دقت ذکر شده، دو خطای گماشته شده (Commision error) و حذف شده (Ommision error) به صورت زیر تعریف می شوند (۳):

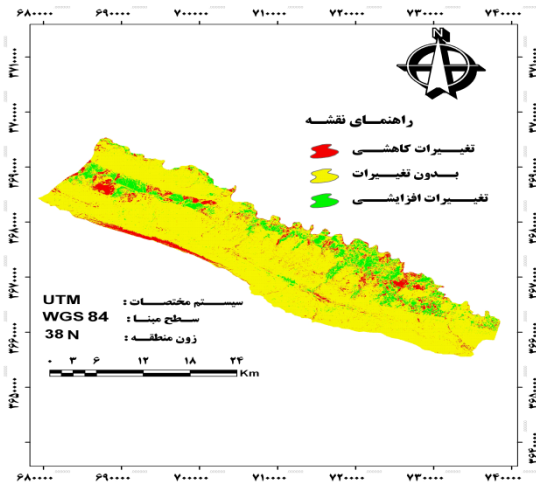
$$C_e = 1 - UA \quad [9]$$

$$O_e = 1 - PA \quad [10]$$

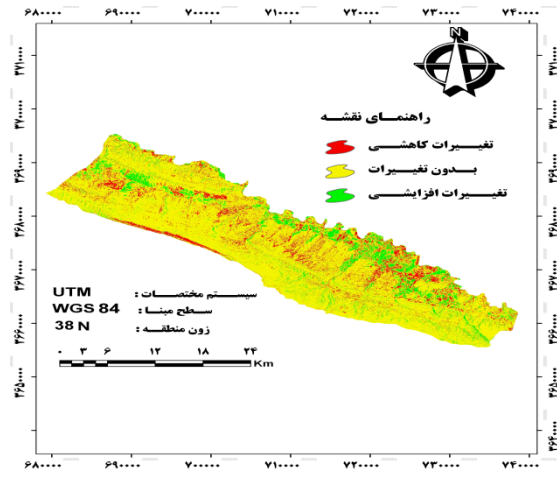
خطای گماشته شده ( $C_e$ ) که بر اساس دقت کاربر محاسبه می گردد، معادل آن درصد از پیکسل هایی است که در واقع متعلق به کلاس مورد نظر نبوده ولی طبقه بندی کننده آنها را جزء آن کلاس خاص در نظر گرفته است. خطای حذف شده ( $O_e$ ) مربوط به آن درصد از پیکسل هایی است که در واقعیت زمینی مربوط به کلاس مورد نظر است ولی جزء کلاس های دیگر طبقه بندی شده اند.

### نتایج

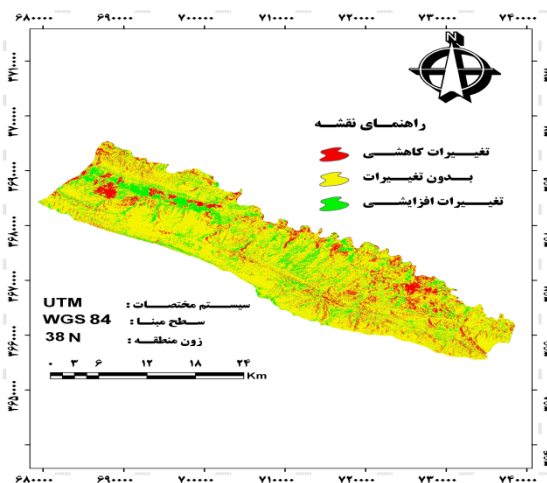
جهت پایش تغییرات کاربری اراضی - پوشش گیاهی در حوزه مورد مطالعه از ۵ تکنیک پایش تغییر استفاده گردید. در این مطالعه پس از تعیین میانگین و انحراف معیار در نقشه های به دست آمده از هر تکنیک پایش تغییر، این نقشه ها استاندارد و سپس با گرفتن آستانه های مختلف مشخص گردید که بهترین



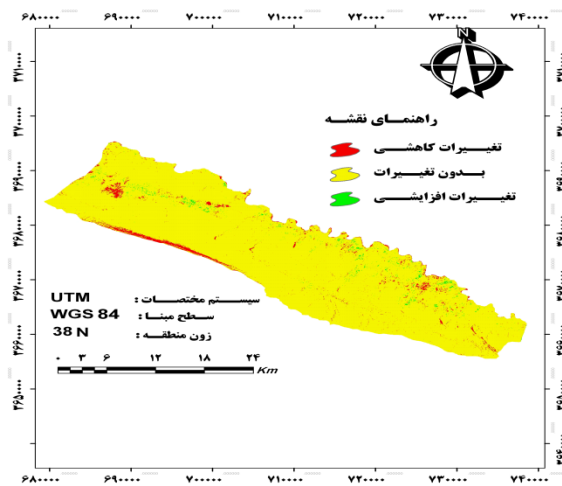
شکل ۹. نقشه پایش تغییر، تفاضل شاخص پوشش گیاهی



شکل ۶. نقشه پایش تغییر - تفاضل باند مادون قرمز



شکل ۱۰. آنالیز برداری تغییر - بزرگی تغییر



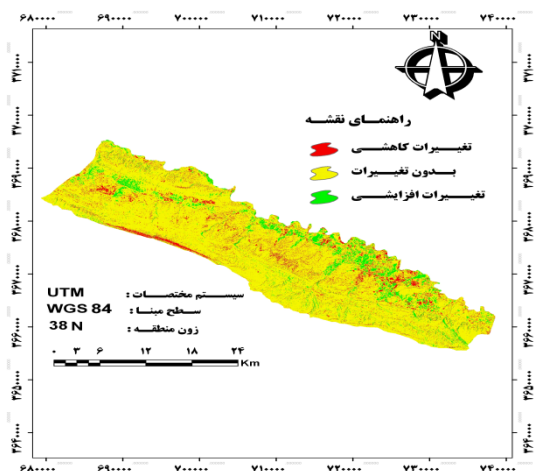
شکل ۷. نقشه پایش تغییر - نسبت باند قرمز

### تفاضل شاخص پوشش گیاهی

پس از تهیه نقشه شاخص پوشش گیاهی نرمال شده در دو تاریخ ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱، نقشه تفاضل شاخص پوشش گیاهی نرمال شده تهیه شده است (شکل ۹). نقشه به دست آمده از این تکنیک نشان می‌دهد که این تکنیک در تفکیک کلاس‌های تغییر، به نحو بهتری عمل کرده است.

### آنالیز برداری تغییر

این روش می‌تواند تمام تغییرات بزرگتر از آستانه‌های شناسایی شده را پایش کند و می‌تواند اطلاعات جزئی تغییر را فراهم نماید. در این مطالعه از باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک جهت پایش تغییر با استفاده از آنالیز برداری تغییر استفاده شده است (شکل ۱۰). این روش بزرگ‌ترین تغییرات کاهش و



شکل ۸. نقشه پایش تغییر - نسبت باند مادون قرمز



افزایشی رخ داده در منطقه مورد مطالعه را بارز کرده است.

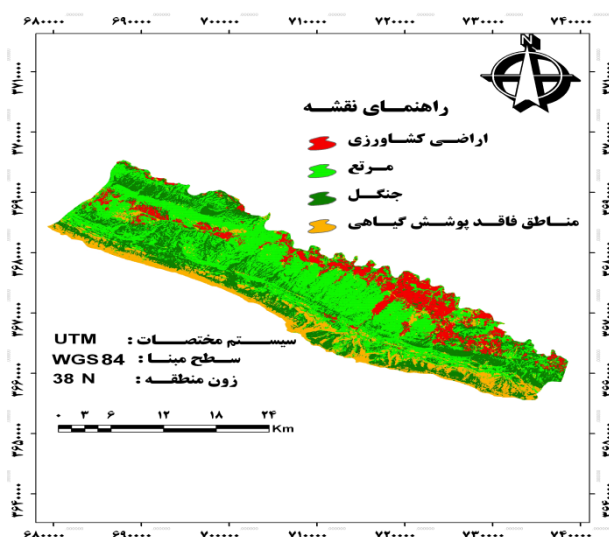
### روش مقایسه پس از طبقه‌بندی

جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره، کلاس‌های کاربری اراضی - پوشش گیاهی در چهار گروه تحت عنوان کلاس اراضی کشاورزی، مرتع، جنگل و مناطق فاقد پوشش گیاهی (مناطق مسکونی، اراضی صخره‌ای و ...) تعیین و سپس نمونه‌های آموزشی از سطح منطقه با استفاده از عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای Google Earth و بازدید میدانی جمع‌آوری شد. در مرحله بعد با استفاده از ویژگی‌های تصاویر، کلاس‌های کاربری اراضی - پوشش گیاهی در محدوده

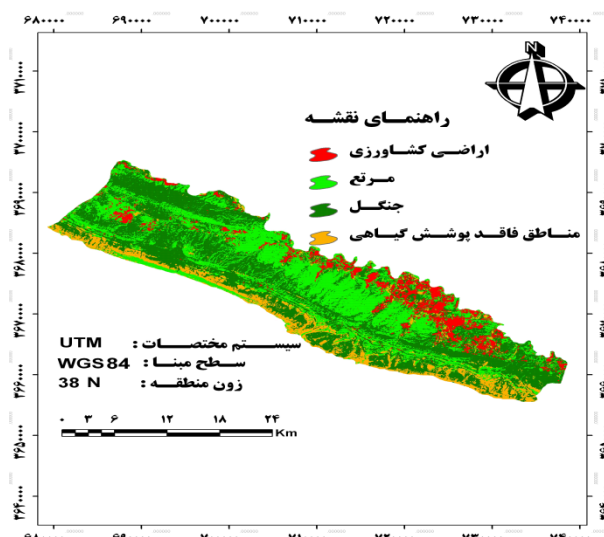
مورد مطالعه تعیین و پس از مشخص نمودن میزان تفکیک‌پذیری کلاس‌ها، طبقه‌بندی به صورت نظارت‌شده و با روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال انجام گرفت و نقشه‌های پوشش اراضی مربوط به سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱ تهیه شد (شکل‌های ۱۱ و ۱۲). در نهایت با انجام عملیات میدانی، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Google Earth و نمونه‌برداری تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه، پارامترهای آماری ماتریس خطا، دقت تولیدکننده، دقت استفاده‌کننده، خطای گماشته شده و خطای حذف شده به شرح جداول ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ استخراج گردید.

جدول ۱. ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر TM 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) |



شکل ۱۲. نقشه طبقه‌بندی نظارت شده ETM<sup>+</sup> (۲۰۰۱)



شکل ۱۱. نقشه طبقه‌بندی نظارت شده TM (۱۹۸۸)



جدول ۲. ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر ETM<sup>+</sup> 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 ۳. مشخصات آماری دقت تولیدکننده و دقت استفاده‌کننده برای طبقه‌بندی تصویر TM

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

جدول ۴. مشخصات آماری دقت تولیدکننده و دقت استفاده‌کننده برای طبقه‌بندی تصویر ETM<sup>+</sup>

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

جدول ۵. ارزیابی دقت طبقه‌بندی برای نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصاویر TM و ETM<sup>+</sup>

| دقت طبقه‌بندی (بر حسب درصد) | ضریب کاپا | نقشه کاربری به دست آمده از تصویر |
|-----------------------------|-----------|----------------------------------|
| ۸۹/۱۸                       | ۰/۸۵      | TM (۱۹۸۸)                        |
| ۹۱/۸۷                       | ۰/۸۹      | ETM <sup>+</sup> (۲۰۰۱)          |

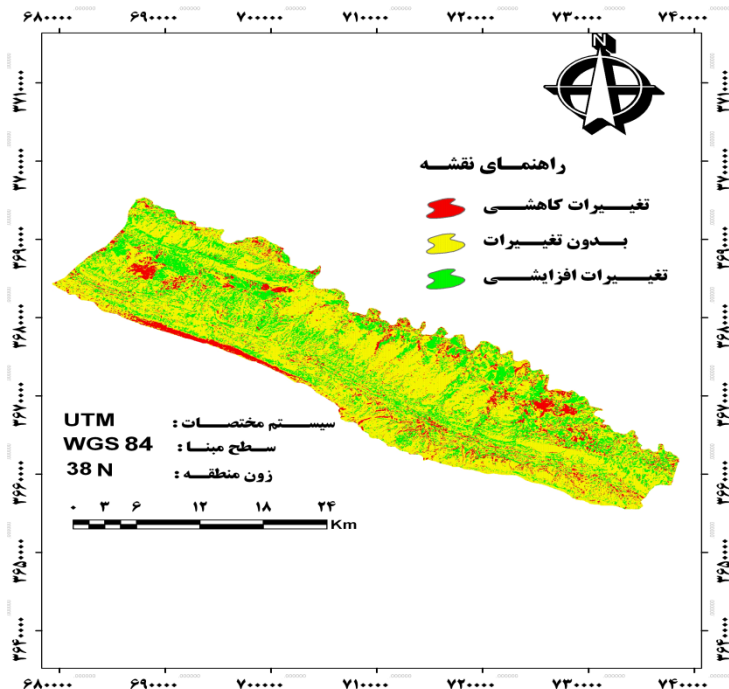
### روش تفاضل نقشه

یکی از نتایج حاصل از نقشه‌های طبقه‌بندی نظارت شده در دو تاریخ ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱، تعیین تغییرات کاربری اراضی - پوشش گیاهی با استفاده از روش تفاضل نقشه است. بدین صورت که نقشه‌های کاربری اراضی - پوشش گیاهی حاصل از طبقه‌بندی

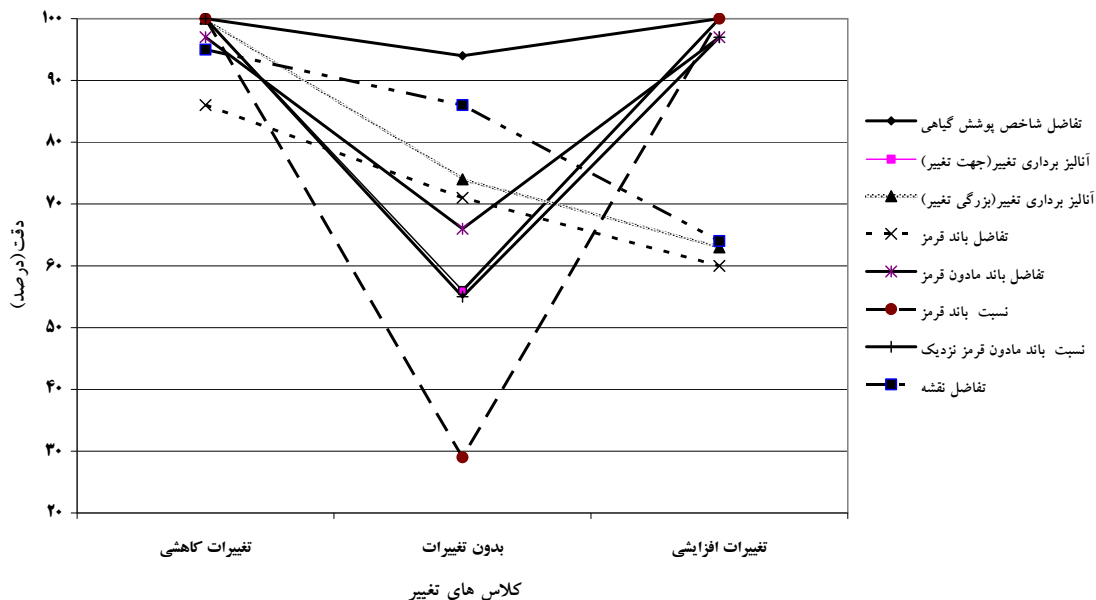
نظارت شده در تاریخ دوم از نقشه کاربری اراضی - پوشش گیاهی در تاریخ اول تفریق می‌گردد. نتایج حاصل از این روش جهت تفکیک کلاس‌های تغییر در شکل ۱۳ ارائه شده است. جهت ارزیابی دقت تکنیک‌های مورد استفاده در این مطالعه ۲۰۰ نقطه واقعیت زمینی از مناطق دارای تغییرات کاهشی، افزایشی و بدون تغییر با استفاده از

کل و ضریب کاپا برآورد گردید که نتایج آن در اشکال ۱۴، ۱۵ و ۱۶ ارائه شده است.

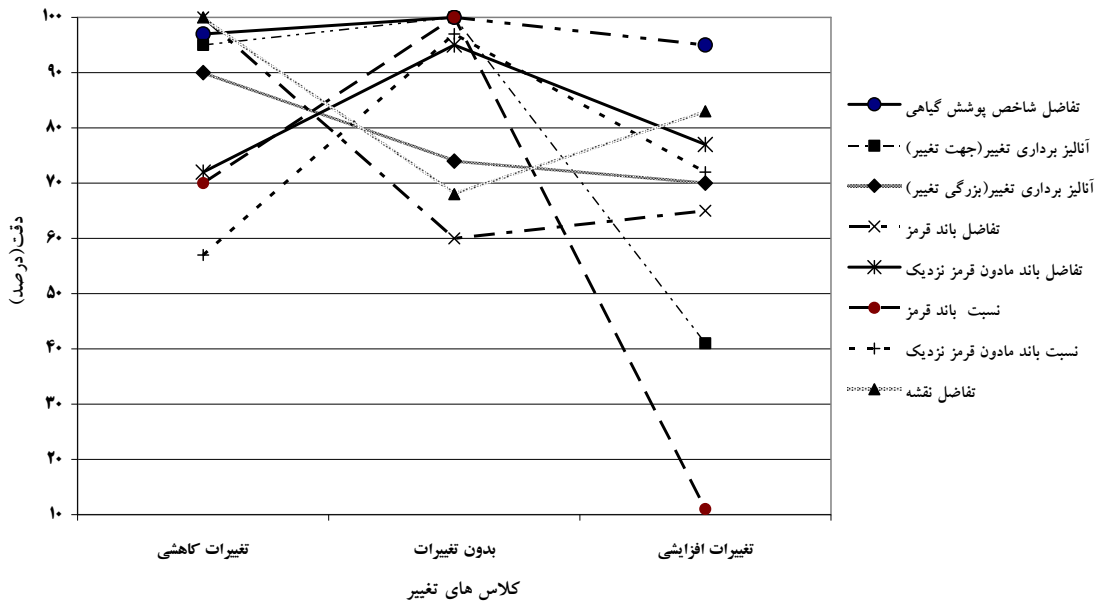
تصاویر ماهواره‌ای Google Earth، تصاویر رنگی کاذب TM و ETM<sup>+</sup> و بازدیدهای میدانی برداشت شده و بر اساس آنها دقت تولیدکننده، دقت استفاده کننده، دقت



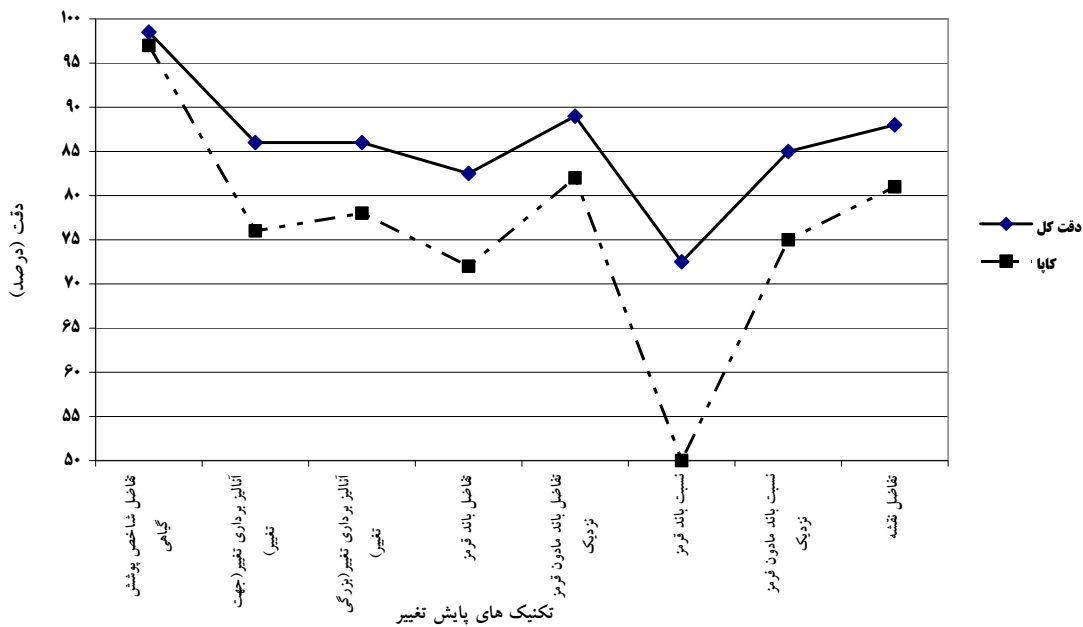
شکل ۱۳. نقشه پایش تغییر - تفاضل دو نقشه طبقه‌بندی شده مربوط به سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱



شکل ۱۴. دقت تولید کننده برای تکنیک‌های مختلف پایش تغییر



شکل ۱۵. دقت استفاده کننده برای تکنیک‌های مختلف پایش تغییر



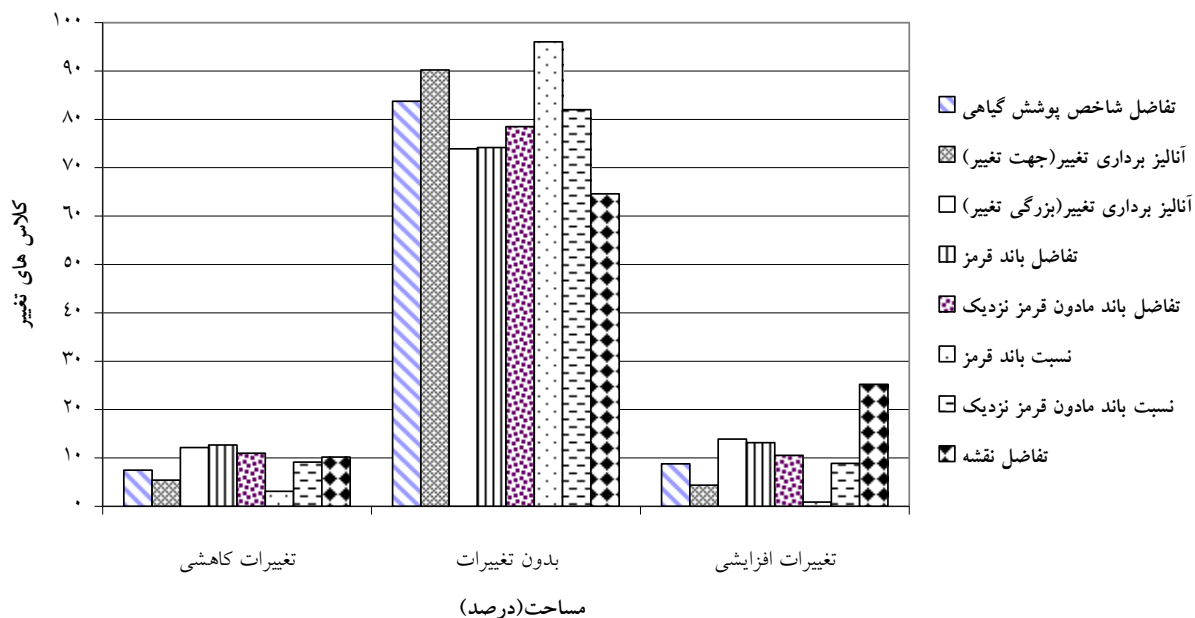
شکل ۱۶. دقت کل و ضریب کاپا برای تکنیک‌های مختلف پایش تغییر

کننده برای کلاس‌های بدون تغییر و تغییرات افزایشی مربوط به روش تفاضل NDVI است و دو روش تفاضل باند قرمز و تفاضل نقشه بیشترین دقت استفاده کننده برای کلاس تغییرات کاهش را داشته‌اند. در حالی که کمترین دقت استفاده کننده برای کلاس تغییرات کاهش مربوط به روش نسبت‌گیری باند مادون قرمز نزدیک است و برای کلاس بدون تغییر مربوط به روش تفاضل باند قرمز و برای کلاس تغییرات افزایشی مربوط به نسبت باند قرمز است. شکل ۱۶ نیز میزان دقت کل و

همان‌طور که در شکل ۱۵ مشخص است میزان دقت تولید کننده در هر سه کلاس تغییر در روش تفاضل NDVI از دقت بیشتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار است. در حالی که کمترین دقت در کلاس بدون تغییر مربوط به روش نسبت‌گیری باند قرمز و در کلاس‌های تغییر کاهش و افزایشی مربوط به روش تفاضل باند قرمز است. شکل ۱۵ دقت استفاده کننده برای تکنیک‌های مختلف پایش تغییر را ارائه کرده است. همان‌طور که در شکل ۱۶ مشخص است بیشترین دقت استفاده

دقت کل و ضریب کاپا نسبت به سایر روش‌ها برخوردار بوده است. درصد کلاس‌های تغییر به دست آمده از تکنیک‌های مختلف پایش تغییر در این مطالعه در شکل ۱۷ ارائه شده است.

ضریب کاپا برای روش‌های مختلف پایش تغییر بر حسب درصد را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشخص است روش تفاضل NDVI بیشترین دقت کل و ضریب کاپا را داراست در حالی که روش نسبت‌گیری باند قرمز از کمترین

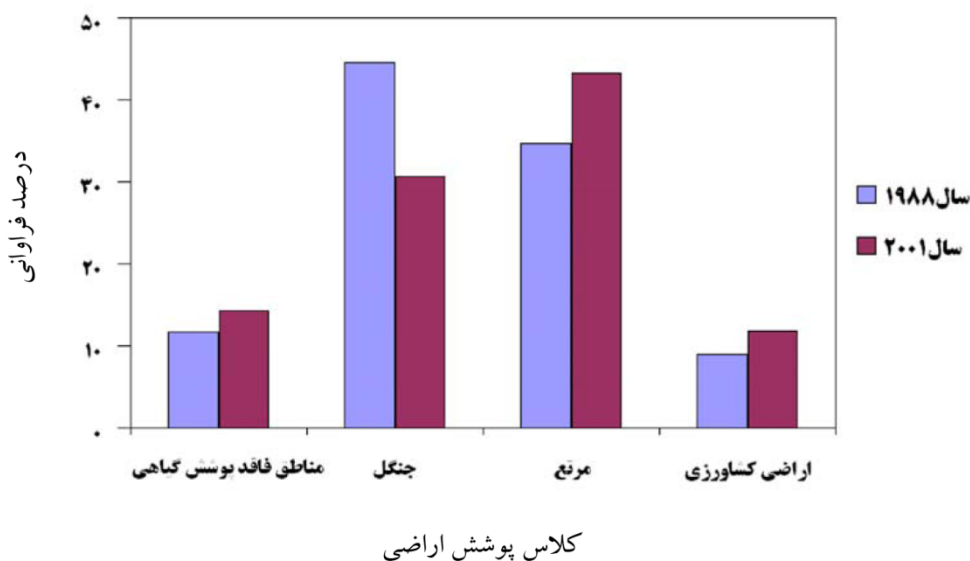


شکل ۱۷. فراوانی کلاس‌های تغییر به دست آمده از تکنیک‌های مختلف پایش تغییر

#### مقایسه طبقه‌بندی

پس از تهیه نقشه کاربری اراضی - پوشش گیاهی دو تاریخ، ابتدا مساحت و درصد چهار کلاس پوشش اراضی به دست آمد که نتایج حاصل از آن در شکل ۱۸ ارائه شده است.

با توجه به اینکه روش پس از طبقه‌بندی امکان بررسی نوع و میزان تغییرات را نیز فراهم می‌آورد. نتایج حاصل از این روش در ادامه ارائه شده است:



شکل ۱۸. درصد فراوانی کلاس‌های پوشش اراضی در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱

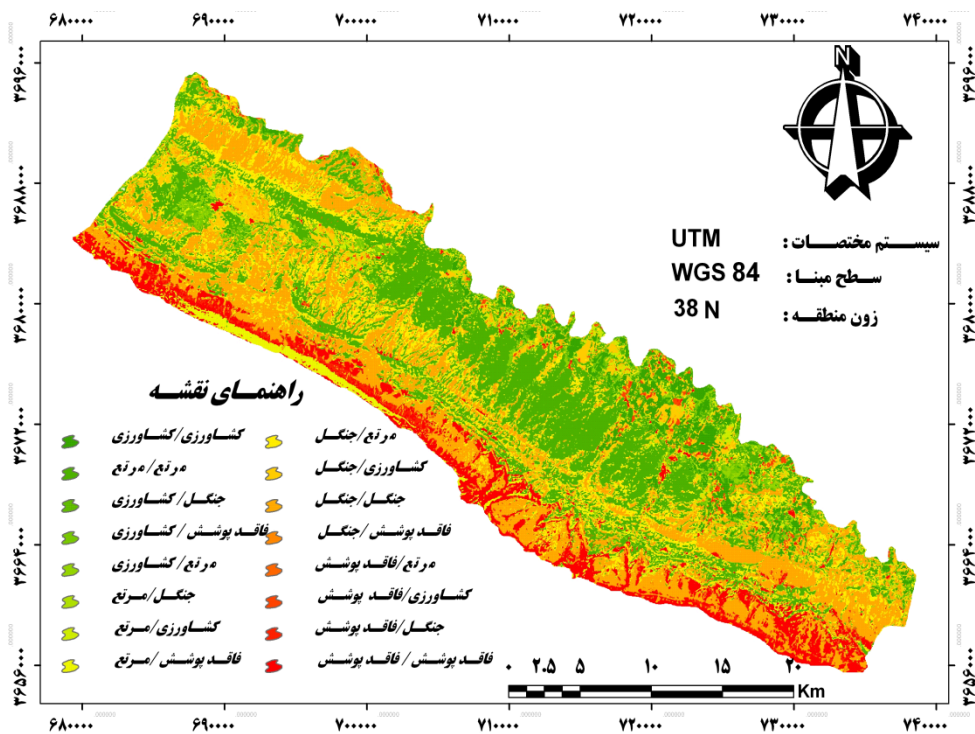
### آمار پایش تغییر

در این روش کلاس‌های دو نقشه طبقه‌بندی شده یک به یک با هم مقایسه می‌شود. در نتیجه با استفاده از این روش امکان تعیین تغییرات رخ داده در هر کلاس نسبت به کلاس دیگر وجود دارد. نتایج این روش در جدول ۶ 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. شکل ۱۹، نقشه حاصل از قطع دادن دو نقشه طبقه‌بندی شده در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱ است. این نقشه تغییرات کلاس‌های مختلف نقشه کاربری اراضی - پوشش گیاهی سال ۱۹۸۸ را نسبت به کلاس‌های مختلف کاربری اراضی - پوشش گیاهی سال ۲۰۰۱ نشان می‌دهد.

جدول ۶. نتایج آمار پایش تغییرات در کلاس‌های پوشش اراضی طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۱ (برحسب 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 ۱۹. نقشه حاصل از قطع دادن نقشه‌های طبقه‌بندی شده سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱

## بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه پس از اعمال تصحیحات هندسی و رادیومتریک، تکنیک‌های مختلف پایش تغییر به کار گرفته شد. در مرحله بعد جهت تعیین آستانه تغییرات در روش‌هایی که نیازمند تعیین آستانه هستند از روش آماری استفاده شد و بر این اساس مشخص گردید که آستانه تغییر در منطقه مورد مطالعه با  $\pm 1$  انحراف از میانگین قرار داشته است. سپس کلاس‌های تغییر با توجه به آستانه به دست آمده تعیین شد. در نهایت دقت تکنیک‌های مختلف پایش تغییر ارزیابی گردیده است. ارزیابی دقت تکنیک‌های پایش تغییر در منطقه دره شهر نشان داد که روش تفاضل NDVI با دقت کل ۹۸/۵ و ضریب کاپای ۹۷ درصد بیشترین دقت و روش نسبت‌گیری بانده قرمز با دقت کل ۷۲/۵ و ضریب کاپای ۵۰ درصد کمترین دقت را در تفکیک کلاس‌های تغییر داشته است. 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 انجام شده تا کنون یک روش منحصر به فرد برای تمام موارد نشان نمی‌دهند. انتخاب یک روش مناسب پایش تغییر به دانش تحلیل‌گر در زمینه روش‌های پایش تغییر و مهارت در به کار بردن داده‌های سنجش از دور، داده‌های تصویری مورد استفاده و مشخصات منطقه مورد مطالعه بستگی دارد. به خاطر سختی شناسایی یک روش مناسب، در عمل روش‌های مختلف پایش تغییر برای فراهم کردن بهترین نتیجه بر اساس ارزیابی درستی یا ارزیابی کیفی مقایسه و آزمایش می‌شود. بررسی آمار و نتایج به دست آمده 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. 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 اکثر 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 می‌گردند. بررسی آمار و نتایج به دست آمده، همچنین نشان دهنده افزایش مناطق فاقد پوشش گیاهی است که بخشی از آن را مناطق مسکونی در بر می‌گیرد، این خود بیانگر رشد و توسعه مناطق مسکونی و توسعه شهرنشینی طی این سال‌ها می‌باشد.

## منابع مورد استفاده

۱. بنیاد، ا. ا. و ط. حاجی قادری. ۱۳۸۶. تهیه نقشه جنگل‌های طبیعی استان زنجان با استفاده از داده‌های سنجنده ETM<sup>+</sup> ماهواره لندست ۷. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۲(۱۱): ۶۳۸-۶۲۷.
۲. علوی پناه، س. ک. ۱۳۸۴. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۷۸ صفحه.
۳. فاطمی، س. ب. و ی. رضایی. ۱۳۸۴. مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده، ۲۶۸ صفحه.
4. Chavez, P. S. 1996. Image-Based Atmospheric Corrections-Revisited and Improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 62:1025-1036.
5. Coppin, P., I. Jonckheere, K. Nackaerts, B. Muys and E. Lambin. 2004. Digital Change Detection Methods in Ecosystem Monitoring: A review. *International Journal of Remote Sensing*. 10: 1565-1596.
6. Dhakal, A. S., T. Amada, M. Aniya and R. R Sharma. 2002. Detection of Areas Associated with Flood and Erosion Caused by a Heavy Rainfall Using Multitemporal Landsat TM data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 68: 233-240.
7. Du, Y., P. M. Teillet and J. Cihlar. 2002. Radiometric Normalization of Multitemporal High-Resolution Satellite Images with Quality Control for Land Cover Change Detection. *Remote Sensing of Environment*. 82: 123-134.
8. Fung, T. and E. Ledrew. 1988. The Determination of Optimal Threshold Levels for Change Detection Using Various Accuracy Indices. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 54: 1449-1454.
9. Haghaghy, M. 2003. Investigating Degradation of Lowland Forests of Western Guilan. MSc. Thesis, Natural Resources College, Guilan University. pp. 112.
10. Lu, D., P. Mausel. E. Brondizio and E. Moran. 2004. Change Detection Techniques. *Int. J. Remote Sensing*. 25 (12): 2365-2407.
11. Lyon, J. G., D. Yuan, R. S. Lunetta and C. D. Elvidge. 1998. A Change Detection Experiment

16. Shafaie, M. 2004. Application of Remote Sensing Technology in Monitoring and Modelling Landuse Changes in Ghazvin Lowlands, Msc. Thesis. Tabriz University, Human and Social Sciences College. pp 109.
17. Silapaswan, C. S., D. L. Verbyla and A. D. Mcguire. 2001. Land Cover Change on the Seward Peninsula: The Use of Remote Sensing to Evaluate the Potential Influences of Climate Warming on Historical Vegetation Dynamics. *Canadian Journal of Remote Sensing*. 27: 542-554.
18. Singh, A. 1989. Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data. *International Journal of Remote Sensing*. 10: 989-1003.
19. Yool, S. R., M. J. Makaio and J. M. Watts. 1997. Techniques for Computer-Assisted Mapping of Rangeland Change. *Journal of Range Management*. 50: 307-314.
- Using Vegetation Indices. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 64: 143-150.
12. Parkash, A. and R. P. Gupta. 1998. Land-Use Mapping and Change Detection in a Coal Mining area; A Case Study in the Jharia Coalfield, India. *International Journal of Remote Sensing*. 19: 391-410.
13. Pett, C., T. Scudder and E. Lambin. 2001. Quantifying Processes of Land-Cover Change 2402 D.
14. Rafayian, A., A. Darvish Safat and M. Namiranian. 2006. Determing Extent of Changes of Northern Forests of Iran between 1994 and 2001 using Landsat ETM<sup>+</sup> images. *Journal of Agriculture and Natural Resources and Technology and Sciences*, 10<sup>th</sup> Issue number 3: 277-286.
15. Sepehry, A. and L. Gang-Jun. 2006. Flood Induced Land Cove Change Detection Using Multitemporal ETM<sup>+</sup> Imagery, Center for Remote Sensing of Land Surface, Bonn. 28-30 Sep.





## Comparing various techniques for land use-cover change detection using RS and GIS (Case study: Daresher Catchment, Ilam province)

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

1. Assis. Prof. College of Agriculture, Ilam University

2. Graduated MSc. of Watershed Management, College of Agriculture, Ilam University

### ARTICLE INFO

#### *Article history:*

Received 19 September 2013

Accepted 22 April 2014

Available online 15 November 2014

#### *Keywords:*

Image differencing

Image rationing

NDVI differencing

Change vector analysis

Post-classification comparison

### ABSTRACT

Timely and accurate change detection of earth surface features is extremely important for understanding relationships and interaction between human and natural phenomena in order to promote better decision making. Remote sensing data are primary sources extensively used for change detection in recent decades. In this study, images of landsat (TM) 1988 and landsat (ETM<sup>+</sup>) 2001 were analyzed using five change detection techniques in 80470 hectares in the region of Daresher, Ilam province. Change detection techniques considered were image differencing, image rationing, NDVI differencing, change vector analysis (CVA) and post-classification comparison. In this study, from statistical method for determining the threshold level was used which from the change threshold was achieved. In this study, threshold level was set at  $\pm 1$  standard deviation from the mean. After determine optimal threshold, areas having decreasing change, increasing change and no change was determined. Based on ground data and field visit and Google Earth, accuracy assessment of change detection techniques was carried out using overall accuracy and Kappa coefficient. According to the results, NDVI differencing with overall accuracy of 98.5 and Kappa coefficient of 97% showed the highest accuracy among applied change detection techniques and on the contrary, band rationing with overall accuracy 72.5 and Kappa coefficient of 50% had lowest accuracy in land use/land cover change in study area.

\* Corresponding author e-mail address: [saleh148@yahoo.com](mailto:saleh148@yahoo.com)