

# پایش و روندیابی تغییرات کاربری اراضی حوضه ابرکوه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (۲۰۱۴-۱۹۷۶)

سید حجت موسوی<sup>۱</sup> ابوالفضل رنجبر<sup>۲</sup>

مهدی حاصلی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۰۷/۱۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۲/۰۶

\*\*\*\*\*

## چکیده

بدلیل افزایش تغییرات مخرب کاربری اراضی که عمدتاً بوسیله فعالیت‌های انسانی انجام می‌گیرد، کشف و بارزسازی تغییرات و ارزیابی اثرات زیست محیطی آنها جهت برنامه‌ریزی و مدیریت آتی منابع ضروری است. بنابراین هدف از این پژوهش، پایش و روندیابی تغییرات کاربری اراضی حوضه‌ی کویر ابرکوه در بازه زمانی ۳۸ ساله (۱۹۷۶-۲۰۱۴) به منظور ارزیابی و مدیریت مسائل زیست محیطی از قبیل فشار انسان بر زمین بدون لحاظ نمودن ظرفیت تحمل، و بررسی روند تغییرات مساحتی کاربری‌ها در جهت شناخت مناطق دارای تنش محیطی می‌باشد. در این راستا از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای لندست، سنجنده‌های MSS (۱۹۷۶)، TM (۱۹۹۰)، ETM+ (۲۰۰۰ و ۲۰۰۶) و OLI (۲۰۱۴)؛ و تکنیک‌های دورسنجی نظیر طبقه‌بندی نظارتی و ارزیابی دقت پس از طبقه‌بندی برای شناسایی نوع کاربری‌ها، و اعمال توابع تحلیل مؤلفه مبنا، تسلدکپ و تفاضل تصاویر برای پایش تغییرات استفاده شده است. نتایج طبقه‌بندی حاکی از بارزسازی هفت نوع کاربری شامل اراضی شهری، زراعی، بایر، صخره‌ای، مرتعی، جلگه رسی و کویر می‌باشد که سال ۲۰۱۴ با مقادیر ضریب کاپا ۸۲/۱۸ درصد و دقت کل ۰/۷۶ بالاترین دقت را دارد. نتایج روندیابی تغییرات کاربری‌ها بیانگر سیر صعودی سطح اراضی مرتعی (۵/۶۵٪)، صخره‌ای (۲/۵۲٪)، بایر (۳/۶۳٪) و کشاورزی (۱/۰۴٪)، و سیر نزولی مساحت اراضی شهری (۴/۳۳٪)، جلگه رسی (۶/۸۹٪) و کویر (۶/۰۳٪) می‌باشد. از منظر توابع تحلیل مؤلفه مبنا و تسلدکپ، به ترتیب ۱/۷۴۸٪ (۳۰۶/۴۹۱۲ کیلومتر مربع) و ۳/۹۸۹٪ (۶۹۹/۹۶۱ کیلومتر مربع) از سطح منطقه مطالعاتی با تغییرات افزایشی کاربری روبرو بوده، و در مجموع روند کلی تغییرات طبقات افزایشی، صعودی است. بیشترین تغییرات کاربری از نوع مخرب و ویرانگر بوده و از لحاظ فضایی منطبق بر محدوده اطراف مراکز تجمع انسانی مانند شهرهای ابرکوه و مهردشت می‌باشد. بدیهی است که در اثر تداوم این روند، حوضه ابرکوه در آینده‌ای نزدیک، تبدیل به یک اکوسیستم غیرفعال مرده می‌گردد که فاقد هر گونه پتانسیل تولید اکولوژیک و بیولوژیک است.

واژه‌های کلیدی: آشکارسازی تغییرات، پایش، روندیابی، کاربری اراضی، سنجش از دور، حوضه ابرکوه.

\*\*\*\*\*

۱- استادیار، گروه جغرافیا و اکوتوریسم، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران hmousavi15@Kashanu.ac.ir

۲- دانشیار، گروه مهندسی علوم بیابان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم بیابان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران

مقدمه

یکی از مخاطرات محیطی و بحران‌های اکولوژیکی که امروزه جهان با آن روبرو است پدیده تغییر کاربری اراضی می‌باشد. کاربری اراضی، استفاده خاصی است که انسان از زمین می‌کند. این کاربری‌ها در طول زمان در حال تغییر بوده و این تغییرات منجر به افزایش تخریب سرزمین و نابودی اکوسیستم به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک می‌شود. بنابراین برای مهار و مبارزه با بحران تغییرات کاربری نیاز به شناخت و درک صحیح از عوامل و فرآیندهای موجد و روند آتی آن می‌باشد. در حال حاضر تغییر کاربری زمین به صورت غیر اصولی از مهمترین معضلات اقصی نقاط کشور ایران است، چرا که تغییر اکثر کاربری‌ها غالباً بی برنامه و بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های زیست محیطی صورت می‌گیرد. رشد بی رویه شهرها و افزایش آلودگی منابع، از بین رفتن سطح وسیعی از جنگل‌ها، فرسایش زمین‌های کشاورزی، وقوع سیل‌های مخرب، گسترش کویرها و اکوسیستم‌های بیابانی غالباً ناشی از تبدیل غیر اصولی پوشش اراضی و اعمال روش‌های نادرست بهره‌برداری از کاربری می‌باشد (بنیاد امیر و حاجی قادری، ۱۳۸۶: ۲۲۷). تغییرات در کاربری معمولاً به دو صورت طبیعی و انسانی و در اثر بهره‌برداری نابخردانه انسان از منابع ایجاد می‌گردد. عوامل طبیعی مانند اقلیم، سیل، آتش سوزی و زلزله در این میان نقش اساسی را بازی می‌کنند که باعث خشک شدن رودها، نوسان آب دریاها و تغییر و تبدیل پوشش‌های اراضی می‌شوند (Helming et al., 2008: 452). در نوع غیرطبیعی، انسان نقش اصلی را برعهده دارد که باعث تغییرات گسترده‌ای در سطح زمین می‌گردد و معمولاً این تغییرات بیشترین آسیب را به محیط طبیعی وارد ساخته و باعث می‌شود که جنگل‌ها، مراتع و زمین‌های کشاورزی از بین رفته و به جای آنها اراضی انسان ساخت مثل جاده‌ها و شهر ایجاد گردد (Lausch and Herzog, 2002: 3). از آنجایی که رخداد تغییر کاربری به عنوان یکی از مهمترین مسائل زیست محیطی عصر حاضر، در مقیاس‌های کلان زمانی و مکانی صورت

می‌گیرد، بنابراین بازسازی و پایش تغییرات کاربری در جهت شناخت اولیه و ارزیابی روند تغییرات آنها می‌تواند به عنوان ابزاری سودمند در جهت مدیریت و برنامه ریزی محیط مفید واقع گردد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۲: ۸۶).

با توجه به اینکه حوضه ابرکوه در دهه‌های اخیر از بحران تغییرات مخرب کاربری اراضی در امان نبوده است، لزوم پایش، بازسازی و روندیابی این تغییرات به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای مدیریت محیط و فشار وارده بر زمین در این منطقه تأیید می‌گردد. لذا هدف از این پژوهش، کشف و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی حوضه ابرکوه در بازه زمانی ۳۸ ساله (۲۰۱۴-۱۹۷۶) به منظور ارزیابی مسائل زیست محیطی آن از قبیل فشار انسان بر زمین بدون لحاظ نمودن ظرفیت محیطی و بررسی روند تغییرات مساحتی کاربری‌ها در جهت شناخت مناطق دارای تنش مدیریتی، با استفاده از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای لندست و تکنیک‌های دورسنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی است. بنابراین فرضیات پژوهش حاضر بیشتر بر نوع تغییرات کاربری اراضی، روند آتی و موقعیت مکانی آنها تأکید دارد.

تشخیص به موقع و دقیق تغییرات عوارض سطح زمین، پایه و اساسی برای درک بهتر روابط و تعاملات بین پدیده‌های انسانی و طبیعی به منظور مدیریت بهتر و استفاده بهینه از منابع طبیعی را فراهم می‌آورد (قرائتی جهرمی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۲۹). پایش تغییرات عموماً جهت ارزیابی فرایندهای طبیعی، از قبیل اثرات بلند مدت اقلیم که ناشی از علل نجومی است و همچنین فرایندهای کوتاه مدت که شامل توالی پوشش گیاهی و فرایندهای ژئومورفولوژیکی است صورت می‌گیرد، همچنین، پایش تغییرات جهت ارزیابی اثرات ناشی از فعالیت‌های انسانی از قبیل جنگل‌زدایی، کشاورزی و شهرسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد (آرخی و همکاران، ۱۳۹۰: ۸۱). در نتیجه با پایش تغییرات کاربری اراضی در دوره‌های زمانی متعدد می‌توان به روند مسائل زیست محیطی نظیر تخریب سرزمین، کاهش توان اکولوژیک و بیولوژیک و کاهش زیست توده اکوسیستم پی برد (قرائتی

آنالیز داده‌های آن در سیستم‌های کامپیوتری امکانات بالایی را جهت تمایز و تشخیص بهتر پدیده‌ها و منابع از طریق تجزیه و تحلیل‌های کامپیوتری ایجاد می‌کند و دقت نتایج خروجی را تا حد مطلوب افزایش می‌دهند (فاطمی و رضایی، ۱۳۹۱: ۹).

### پیشینه پژوهش

مطالعات و بررسی‌های متعددی پیرامون اندازه‌گیری و پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی در دوره‌های زمانی مختلف با استفاده از سنسور از دور صورت گرفته است، به گونه‌ای که: سینگ<sup>۲</sup> (۱۹۸۹) جهت بررسی پایش تغییرات جنگل در منطقه شمال شرقی هند، تکنیک‌های تفاضل تصویر، نسبت‌گیری تصویر، تفاضل شاخص پوشش گیاهی نرمال شده، مقایسه پس از طبقه‌بندی را با هم مقایسه نمود و به این نتیجه رسید که روش تفاضل تصویر بیشترین دقت و روش مقایسه پس از طبقه‌بندی کمترین دقت را در این منطقه نشان می‌دهد. رید و لیو<sup>۳</sup> (۱۹۹۸) با استفاده از داده‌های TM ماهواره لندست، روش‌های تفاضل تصویر، رگرسیون تصویر، تبدیل کات توماس<sup>۴</sup> و تبدیل تسلدکپ<sup>۵</sup> و روش تبدیل کاسکوئر را جهت بررسی پایش تغییر کاربری اراضی شهری مقایسه نمودند و دریافتند که روش تفاضل باندهای TM بهترین روش است. آمیسا-آرتور<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده اسپات و تلفیق آنها با داده‌های بیوفیزیکی کیفیت خاک و داده‌های اجتماعی-اقتصادی نظیر شدت استفاده از زمین، تراکم جمعیت و تشدید کشاورزی به مطالعه و ارزیابی وضعیت تخریب اراضی در ساحل آفریقا پرداختند. سوجاتها<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۰) داده‌های ماهواره‌ای MSS و TM را جهت

جهرمی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۲۹).

بارسازی تغییرات شامل کاربرد داده‌های چند زمانه جهت آنالیز کمی در اثر گذشت زمان بر روی پدیده‌ها است. بطور کلی، فرایند شناخت تفاوت‌ها در وضعیت یک شیء یا پدیده با مشاهده آن در زمان‌های مختلف، پایش تغییرات نام دارد. (Singh, 1989: 989)

به عبارتی، بارسازی تغییرات شامل استفاده از مجموعه داده‌های چند زمانه برای تجزیه و تحلیل کمی اثرات موقتی یک پدیده است (Lu et al., 2004: 2366). روش‌های متعددی برای بارسازی تغییرات محیطی به کار گرفته می‌شود که از مهمترین آنها می‌توان به مشاهده و ارزیابی مستقیم، قضاوت‌های کارشناسانه (Sonneveld, 2003: 347) و استفاده از تکنیک‌های دورسنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی اشاره نمود (Wessels et al., 2004: 47; Jabbar and Zhou, 2011: 1). این روش‌ها خود به دو دسته تقسیم می‌شوند: دسته اول روش‌هایی هستند که اطلاعاتی از ماهیت تغییرات در اختیار قرار نمی‌دهند و در نهایت تصویری حاصل می‌شود که بصورت باینری بوده و تنها تغییرات را از غیر تغییرات مشخص می‌کند. دسته دیگر روش‌هایی هستند که ماهیت تغییرات را نیز مشخص می‌سازند (عبداللهی و همکاران، ۱۳۸۶: ۲۸۹). علم سنسور از دور با توجه به قابلیت‌های متعددی که دارد می‌تواند به نحو فزاینده‌ای در بررسی‌های مختلف مطالعات محیطی مورد استفاده قرار گیرد.

به‌طورکلی سنسور از دور می‌تواند تغییرات دوره‌ای پدیده‌های سطح زمین را نشان دهد و در مواردی نظیر بررسی تغییر کاربری، مسیر رودخانه‌ها، حد و مرز پیکره‌های آبی چون دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها، مورفولوژی سطح زمین بسیار کارآمد است. داده‌های دورسنجی با مزیت بالایی که در تفکیک طیفی، زمانی، مکانی، رادیومتریک و فضائی اطلاعات دارند، برای بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین بسیار مناسب می‌باشند. همچنین به دلیل تعدد باندهای مورد استفاده بوسیله سنجنده و قابلیت

2- Singh

3- Ridd and Liu

4- Kauth Thomas

5- Tasseled Cap

6- Amisshah-Arthur

7- Sujatha

و همچنین استخراج مواد خام تغییر کرده است. گائو<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۰۶) تغییرات کاربری اراضی را با استفاده از تصاویر ماهواره لندست TM و ETM+ در سالهای ۱۹۹۵، ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ در شمال شرقی چین پایش نمودند و نتیجه گرفتند که سطح اراضی کشاورزی و علفزار کاهش یافته و سطح مناطق شهری، نواحی آبی و جنگلی افزایش یافته است. اراضی کشاورزی عمدتاً به مناطق شهری و نواحی آبی و جنگلی تغییر یافته‌اند و مناطق جنگلی و علفزار به اراضی کشاورزی تبدیل شده‌اند. ویرک و کینگ<sup>۹</sup> (۲۰۰۶) با استفاده از تصاویر TM و ETM+ در سالهای ۱۹۸۶ و ۲۰۰۳، تکنیک‌های پایش تغییرات مقایسه پس از طبقه‌بندی، تفاضل NDVI و PCA2، و شاخص سبزیگی کات توماس را جهت تهیه نقشه تغییر جنگل در کاناکای هند مقایسه کرده و بیان داشتند که روش‌های تفاضل NDVI و مقایسه پس از طبقه‌بندی دارای دقت بیشتری نسبت به PCA2 و KT-G هستند.

جبار و ژو<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۱) با استفاده از تکنیک‌های دورسنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی به پایش تغییرات اکومحیطی استان بصره در جنوب عراق در بازه زمانی ۲۰۰۳ - ۱۹۹۰ پرداخته و فرایندهای بیابان زایی، شوری، شهرنشینی، تخریب پوشش گیاهی و نابودی تالاب‌ها را به عنوان عوامل تخریب اکومحیطی منطقه شناسایی نمودند. یانلی<sup>۱۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TM و ETM+ تغییرات محیطی بخش‌های شمالی استان شانکسی<sup>۱۲</sup> در کشور چین را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند که این منطقه با ۲۸/۴ درصد تغییرات محیطی شدید، ۳۴/۲ درصد تغییرات محیطی متوسط و ۳۷/۴ درصد تغییرات محیطی کم در معرض تغییرات محیطی با ریسک بالا قرار دارد. آل‌رواشده<sup>۱۳</sup> (۲۰۱۲) جهت مطالعات محیطی مناطق شرق

پایش تخریب اراضی در منطقه اوتار پرادش<sup>۱</sup> هند به کار گرفتند و براساس تفسیر بصری از تصاویر چندزمانه‌ای منطقه، تخریب زمین را ناشی از ورود آب شور و متعاقباً شور شدن و قلیایی شدن اراضی بیان نمودند. داکال<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۲) روش تفاضل تصویر، تجزیه مؤلفه اصلی و آنالیز برداری تغییر را برای پایش مناطق متأثر از سیلاب و فرسایش با استفاده از داده‌های چندزمانه TM در منطقه مرکزی نپال مقایسه کرده و دریافتند که روش آنالیز برداری تغییر با دقت ۸۸ درصد نتایج بهتری را ارائه کرده است. هابودانه<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از شاخص‌های توصیف رفتار و پاسخ طیفی پدیده‌ها، الگوهای منطقه‌ای تخریب زمین در حوضه گوآدالتین<sup>۴</sup> در جنوب شرقی اسپانیا را مورد مطالعه قرار داده و توزیع فضایی آنها را به صورت نقشه ترسیم نمودند. لی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از تصاویر TM، تغییر کاربری اراضی را در شمال غربی چین در طول سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۰۰ مطالعه نموده و نشان دادند که کاهش معنی داری در سطح اراضی بایر به علت تبدیل شدن به علفزار رخ داده است و زمین‌های کشاورزی ۳/۳۹ درصد افزایش داشته که از تبدیل علفزار و اراضی بایر است. کوپین<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۴) روش‌های شناسایی تغییرات اکوسیستم را با استفاده از داده‌های چندطیفی و چندزمانه ماهواره‌ای مورد مطالعه قرار داده و بیان نمودند که جهت پایش تغییرات اکوسیستم استفاده از تصاویر ماهواره‌ای از کارایی بالایی برخوردار است. واکیل<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۵) به کمک داده‌های ماهواره لندست در دوره ۱۹۶۷ تا ۱۹۹۷ به بررسی تغییرات کاربری زمین در منطقه هیمالیای هند اقدام نموده و بیان داشتند که پوشش جنگلی با افزایش فشار جمعیت، فعالیت‌های کشاورزی

1- Uttar Pradesh

2- Dhakal

3- Haboudane

4- Guadalentin

5- Li

6- Coppin

7- Wakeel

8- Gao

9- Virk and King

10- Jabbar and Zhou

11- Yanli

12- Shaanxi

13- Al Rawashdeh

غرب گیلان در طی دو دوره زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ را بررسی نمود و بیان کرد که جنگل در منطقه مورد مطالعه معادل ۱۴۴۱/۱۵ هکتار کاهش یافته است. برخورداری و همکاران (۱۳۸۴) به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی حوضه سد استقلال میناب از تصاویر ماهواره ای لندست (سالهای ۱۹۷۶ و ۱۹۸۸ و ۲۰۰۲) و تلفیق دو روش شاخص گیاهی و طبقه بندی نظارت شده استفاده کرده و بیان داشتند که سطح اراضی مرتعی (مرتع خوب و متوسط) و بیشه‌زارهای جنگلی از ۴۵ درصد سطح حوضه در سال ۱۹۷۶ به ۸ درصد در سال ۲۰۰۲ کاهش یافته است. ربیعی و همکاران (۱۳۸۴) تغییرات و تحولات پوشش اراضی منطقه اصفهان را با استفاده از تصاویر سنجنده TM در فاصله سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ از طریق الگوریتم حداکثر احتمال و روش مقایسه پس از طبقه‌بندی بررسی نموده و نتیجه گرفتند که تغییرات از نوع تغییر وسیع کاربری اراضی کشاورزی به منطقه مسکونی در طول هشت سال بوده و مقدار ضریب کاپا به ترتیب برای سالهای ۱۹۹۰ و ۱۹۹۸، ۹۹ و ۹۶ درصد می‌باشد. رفیعیان و همکاران (۱۳۸۵) با استفاده از تصاویر ETM+ به تعیین تغییرات گسترده جنگل‌های شمال بین سالهای ۷۳ تا ۸۰ پرداختند که نقشه طبقه‌بندی شده با روش نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال، با صحت کلی ۹۴/۵۶ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۲ نشان داد ۸/۲ درصد از سطح اولیه جنگل‌های بابل بین سالهای ۷۳ تا ۸۰ از بین رفته است. لطیفی و همکاران (۱۳۸۶) با ارزیابی قابلیت داده‌های ETM+ جهت تهیه نقشه طبقات پوششی جنگل، اراضی درختچه ای و مرتع در حوضه ظالم رود نکا، عنوان نمودند که این داده‌ها جهت نمایش طبقات پوشش سه گانه مذکور دارای قابلیت متوسط هستند. شتایی و عبدی (۱۳۸۶) به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی در مناطق کوهستانی زاگرس با استفاده از تصاویر ETM+ در حوضه سرخاب خرم آباد لرستان، الگوریتم‌های حداکثر احتمال، متوازی السطوح و حداقل فاصله از میانگین را مقایسه نموده و به این نتیجه رسید که روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال نتایج

آردن با استفاده از تصاویر لندست در بازه ۲۰۰۴-۱۹۸۳ به بررسی پایش تغییرات براساس شاخص NDVI پرداخت و بیان داشت که کارایی این روش در شناسایی تغییرات مناطق تخریب شده به واسطه افزایش شوری در نتیجه پمپاژ بی‌رویه آب‌های زیرزمینی مفید می‌باشد. آروبلالاجی و گروگنانام<sup>۱</sup> (۲۰۱۴) با استفاده از سنجنش از دور در یک بازه زمانی ۱۶ ساله اقدام به پایش تغییر کاربری اراضی در محدوده سالم<sup>۲</sup> در جنوب هند نمودند و بیان داشتند که بیشترین تغییرات در مرکز محدوده مطالعاتی رخ داده و سناریوی توسعه اجتماعی- اقتصادی این منطقه که تأثیرگذار بر منابع آب و منابع معدنی است، عامل این تغییرات می‌باشد. مادوراپروما<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از داده‌های دورسنجی و روش طبقه بندی نظارت شده در بازه زمانی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۱ به مطالعه شناسایی تغییرات کاربری اراضی در حوضه پیستن کریک<sup>۴</sup> در داکوتای شمالی پرداخته و بیان می‌دارد که داده‌های دورسنجی الگوی تغییرات پوشش زمین را به صورت رقمی درآورده و می‌تواند به عنوان یک ورودی ضروری در سیاست‌های مدیریت اراضی لحاظ شود.

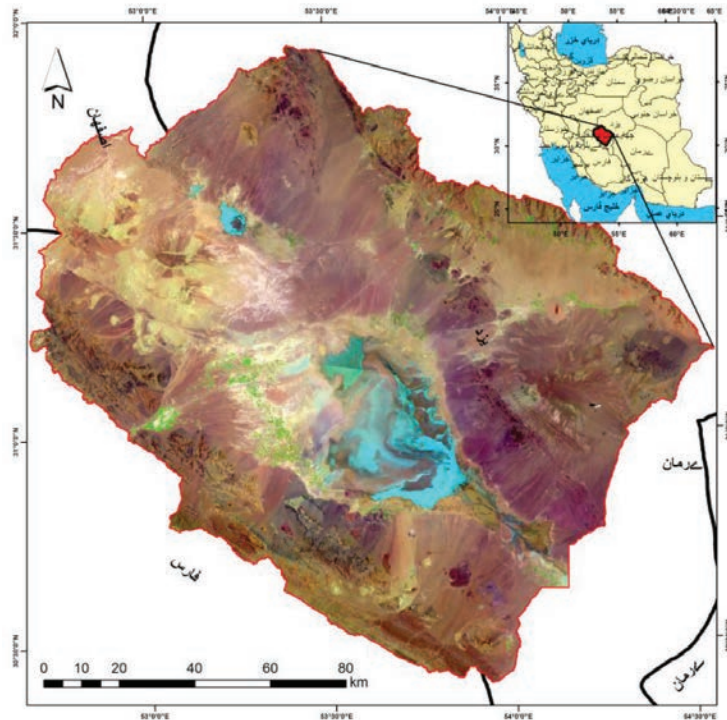
علوی‌پناه و مسعودی (۱۳۸۰) برای طبقه‌بندی تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست جهت تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه موک استان فارس از روش حداکثر احتمال استفاده نمودند. نتایج حاصل ارزیابی دقت طبقه بندی کارایی روش مذکور را در تولید نقشه کاربری اراضی نشان داد. ابطحی و پاک‌پرور (۱۳۸۱) در بررسی روند تغییرات کاربری در منطقه کاشان با استفاده از تصاویر لندست در سالهای ۱۳۵۵ و ۱۳۷۷ با ترکیب باندهای ۳، ۴، ۵ و روش حداقل فاصله نتیجه گرفتند که داده‌های رقمی لندست جهت پایش تغییرات کاربری اراضی مناسب است. حقیقی (۱۳۸۳) با استفاده از طبقه بندی نظارت شده تصاویر ماهواره لندست به روش حداکثر احتمال، تغییرات جنگل‌های جلگه‌ای

1- Arulbalaji and Gurugnanam

2- Salem

3- Madurapperuma

4- Pipestem Creek

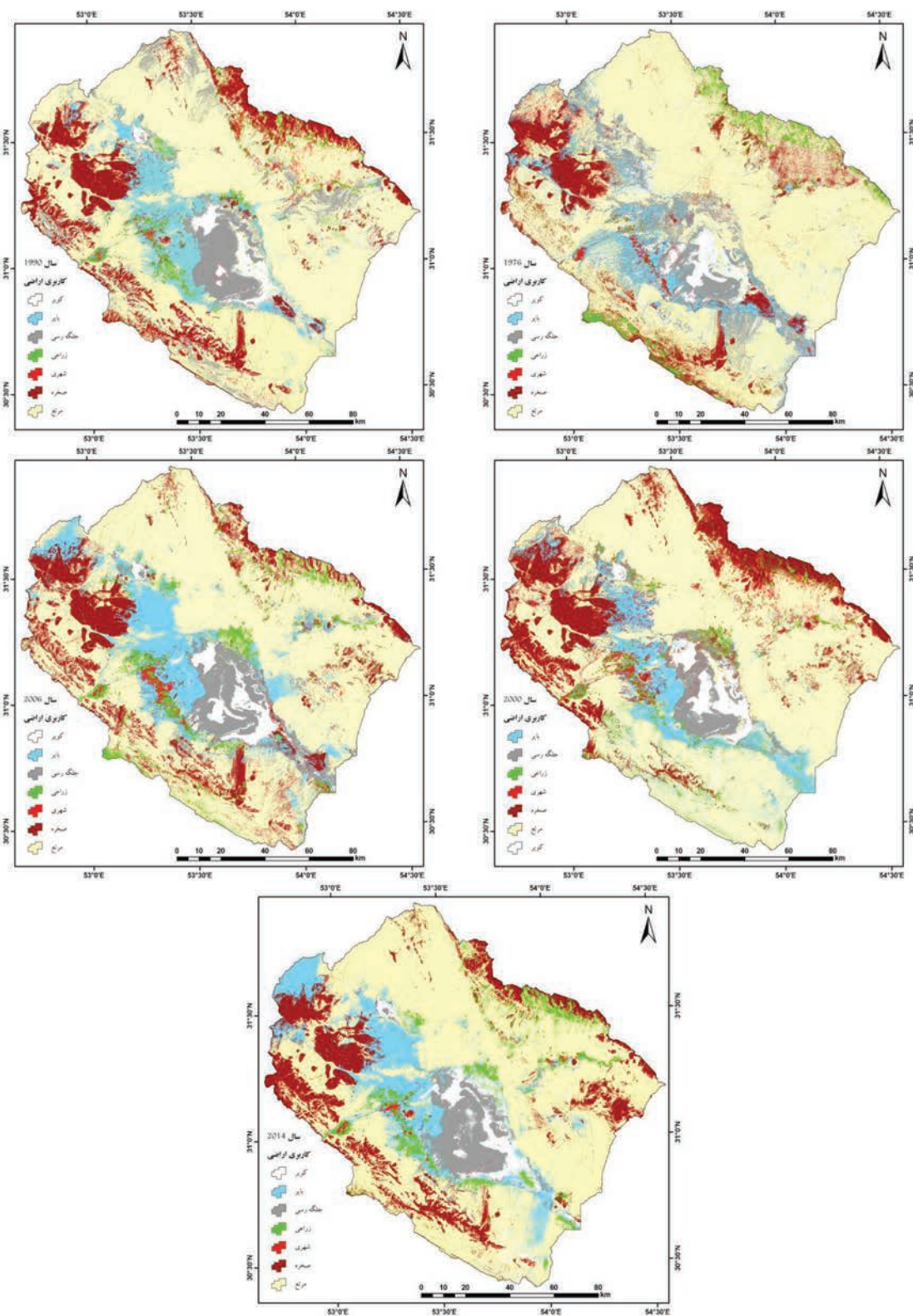


نگاره ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه ابرکوه

دقیق‌تری نسبت به دو روش دیگر دارد. یمانی و مزیدی (۱۳۸۷) تغییرات پوشش گیاهی کویر سیاهکوه استان یزد را با استفاده از داده‌های TM و ETM+ در سال‌های ۱۳۶۹ و ۱۳۷۹ با روش‌های طبقه‌بندی و NDVI بررسی نموده و بیان داشتند که برای بررسی پوشش گیاهی، نتایج شاخص NDVI به مراتب دقیق‌تر از روش طبقه‌بندی است. آرخی و همکاران (۱۳۹۰) به مطالعه مقایسه تکنیک‌های مختلف پایش تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی با استفاده از RS و GIS پرداخته و به این نتیجه رسیدند که روش تفاضل NDVI با دقت کل ۹۸/۵ و ضریب کاپای ۹۷ درصد بیشترین دقت، و روش نسبت گیری باند قرمز با دقت کل ۷۲/۵ و ضریب کاپای ۵۰ درصد کمترین دقت را در پایش تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی داشته‌اند. خسروانی و همکاران (۱۳۹۱) اقدام به پهنه بندی کاربری اراضی منطقه شرق اصفهان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IRS-P6 نموده و نتیجه گرفت که داده‌های این سنجنده برای تفکیک انواع کاربری‌های مطالعه شده به خصوص در رقومی‌سازی جاده‌ها توانایی بالایی دارد، بدین ترتیب داده‌های این سنجنده برای

تصحیح نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی می‌تواند کاربرد داشته باشد. موسوی و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از داده‌ها و تکنیک‌های دورسنجی به پایش وضعیت تخریب اکوسیستم کویر حاج علی قلی در بازه زمانی ۲۰۰۶-۱۹۸۷ پرداخته و بیان نمودند که این منطقه با تخریب ۷۴۸ کیلومترمربع از کل مساحت منطقه در بازه زمانی ۲۰ ساله، در معرض ریسک بالای تخریب اراضی قرار دارد. مظاهری و همکاران (۱۳۹۲) به پایش تغییرات زمانی کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های دورسنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در جیرفت پرداخته و بیان می‌دارد که عدم توجه و مدیریت مناسب در وضعیت هیدرولوژی منطقه، تأمین نهادهای کشاورزی و فقدان وضعیت ثبات اقتصادی، از عوامل مؤثر بر روند تغییرات کاربری اراضی می‌باشد. سنجری و برومند (۱۳۹۲) اقدام به پایش تغییرات پوشش اراضی در سه دهه گذشته با استفاده از تکنیک دورسنجی در منطقه زرنند کرمان نموده و نشان داد که کارایی تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و پایش تغییرات آنها، جهت تسهیل در برنامه ریزی مدیریت منابع محیطی

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)  
پایش و روندیابی تغییرات کاربری اراضی حوضه ابرکوه ... / ۱۳۵



نگاره ۲: نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در بازه مطالعاتی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴

ساله (۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴) از آرشیو داده‌های ماهواره لندست<sup>۱</sup> و سازمان زمین‌شناسی آمریکا<sup>۲</sup> جمع‌آوری گردید. داده‌های مورد استفاده عبارتند از تصاویر لندست که شامل سنجنده MSS با مسیرهای ۱۷۴ و ۱۷۵، و ردیف‌های ۳۸ و ۳۹، مربوط به سال ۱۹۷۶؛ سنجنده‌های TM، +ETM، و OLI با مسیرهای ۱۶۲ و ۱۶۳، و ردیف‌های ۳۸ و ۳۹، به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۴ می‌باشد. سپس پیش پردازش‌های انجام شده بر روی تصاویر نظیر تصحیحات خطاهای هندسی، اتمسفری، ارتفاعی و رادیومتریکی مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله بعد جهت آشکارسازی و تعیین نوع کاربری‌ها، مبادرت به پردازش و بارزسازی تصاویر در چهار بازه زمانی از طریق روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده، ارزیابی دقت پس از طبقه‌بندی، اعمال توابع تحلیل مولفه مبنا و تسلدکپ گردید. نهایتاً نوع تغییرات کاربری‌ها از طریق تابع تفاضل تصاویر شناسایی و مورد پایش قرار گرفت که رصد تغییرات مساحت طبقات تغییر و مساحت کاربری‌ها منجر به روندیابی تغییرات آنها در طول بازه ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ گردید. جهت پردازش تصاویر و تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از نرم‌افزارهای ENVI، ArcGIS و Excel بهره‌گیری شده است.

### یافته‌های پژوهش

از دخالت‌های مهم بشر در عرصه‌های طبیعی، تغییر کاربری اراضی است. تغییر کاربری هم بر روی اقلیم منطقه و هم بر روی ناپایداری بستر محیط زیست تأثیر می‌گذارد. تأثیر تغییر کاربری گاهی بعد از گذشت زمان مشخص می‌گردد و گاهی هم در مدت زمان کوتاهی باعث تنش‌های محیطی می‌شود. در دهه‌های اخیر، بخش وسیعی از اراضی با قابلیت کاربری جنگلی و مرتعی و حتی باغی و زراعی به اراضی صنعتی، مسکونی و جاده تبدیل شده، و در حال حاضر بجای تولید زیست توده، کوهی از آهن، آجر و سیمان آن را فرا گرفته است، پدیده‌ای که غالباً غیرقابل

امری ضروری می‌باشد. قرائتی جهرمی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از تصاویر لندست و تکنیک‌های دورسنجی به بررسی تغییرات کاربری اراضی حوضه کاشان در بازه ۳۶ ساله (۱۹۷۵-۲۰۱۰) پرداخته و بیان می‌دارند که اراضی شهری، به صورت کاملاً خطی در کل بازه حدود ۹ برابر افزایش یافته، و همچنین اراضی مرتعی در ۱۶ سال اول ۲۴ درصد افزایش و از آن پس تا سال ۲۰۱۰ نسبتاً ثابت باقی مانده است. اراضی کشاورزی و باغات نیز در ۱۶ سال اول ۲۱ درصد کاهش، و پس از آن تا سال ۲۰۱۰ حدود ۵۷ درصد افزایش را نشان می‌دهد.

### محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش حوضه ابرکوه است که در جنوب شرقی استان یزد واقع شده، و از شمال به شهرستان تفت، از شرق به شهرستان‌های خاتم و تفت، از جنوب، جنوب غرب و غرب به استان فارس و از شمال غرب به استان اصفهان محدود می‌شود. از نظر سیاسی این منطقه شامل شهرستان‌های ابرکوه، دهشیر، تفت و بخشی از شهرستان خاتم است که در حاشیه کویر ابرکوه قرار گرفته‌اند. این محدوده با مساحت ۱۷۵۴۹ کیلومترمربع و محیط ۸۸۶ کیلومتر، در منطقه‌ای بین طول شرقی ۱۶° ۴۸' تا ۱۶° ۵۲' و عرض شمالی ۳۳° ۴۳' تا ۳۳° ۳۰' حد اقل ارتفاع ۳۹' ۴۰' ۳۱° گسترده شده است (نگاره ۱). حداقل ارتفاع منطقه مطالعاتی از سطح دریا با ۱۴۵۰ متر در کفه نمکی ابرکوه و حداکثر ارتفاع آن با ۳۶۶۸ متر در کوهستان‌های بخش جنوب غربی منطقه قرار دارد.

### روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و روش تحقیق آن تحلیلی مبتنی بر تلفیق آنالیز داده‌ها و تکنیک‌های دورسنجی و مشاهدات میدانی است. جهت دستیابی به اهداف مراحل زیر طی گردید بدین گونه که پس از تعیین حدود حوضه ابرکوه، ابتدا تصاویر ماهواره‌ای منطقه در بازه زمانی ۳۸

1- <http://landsat.org/>

2- <http://earthexplorer.usgs.gov/>



جدول ۱: نتایج ارزیابی دقت تصاویر کلاس بندی شده کاربری اراضی در بازه ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴

پارامتر	کلاس	سال ۱۹۷۶	سال ۱۹۹۰	سال ۲۰۰۰	سال ۲۰۰۶	سال ۲۰۱۴	
ضریب کاپا (درصد)		۶۸	۶۹/۱۳	۷۰/۴۴	۷۱/۵۵	۷۲/۱۸	
	دقت کل	۰/۶	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۷۶	
دقت کاربر (درصد)	اراضی شهری	۷۰/۹۵	۷۱/۴۴	۸۶/۹۶	۷۱/۲۸	۹۸/۷۶	
	اراضی زراعی	۳۳/۱۱	۷۰/۳۴	۷۲/۳۸	۷۳/۰۹	۷۴/۹۱	
	اراضی بایر	۹۵/۶۱	۹۷/۲۷	۹۸/۷۷	۹۴/۱۷	۹۱/۰۹	
	اراضی صخره ای	۸۴/۶۹	۴۵/۷	۷۱/۲	۸۶/۴۲	۷۰/۹۵	
	اراضی مرتعی	۹۸/۷۷	۸۸/۱۵	۸۷/۷۵	۹۸/۴۴	۳۳/۱۱	
	اراضی جلگه رسی	۷۱/۲	۶۷/۷۳	۵۳/۷۱	۴۸/۴۱	۹۵/۶۱	
	کویر	۸۷/۷۵	۳۰/۹۴	۸۳/۸۵	۸۶/۹۵	۸۴/۶۹	
	دقت تولید کننده (درصد)	اراضی شهری	۵۳/۷۱	۹۶/۲۳	۹۳/۵۳	۷۱/۲۸	۷۲
		اراضی زراعی	۸۳/۸۵	۷۶/۴۴	۶۸/۵۲	۳۳/۰۹	۹۵/۳۳
		اراضی بایر	۹۳/۵۴	۴۹/۲۷	۷۳/۴۱	۹۴/۱۷	۵۹/۷۹
اراضی صخره ای		۶۸/۵۲	۹۱/۸۹	۹۸/۰۱	۸۶/۴۲	۹۵/۶۱	
اراضی مرتعی		۷۳/۴۱	۷۶/۴۴	۳۰/۱۵	۴۷/۹۶	۸۴/۶۹	
اراضی جلگه رسی		۹۸/۰۱	۴۹/۲۷	۹۳/۵۳	۹۵/۴۴	۷۲/۰۳	
کویر	۳۰/۱۵	۹۱/۷۷	۶۸/۵۲	۶۲/۰۸	۹۵/۲۳		

جبران و برگشت ناپذیر می باشد (اختصاصی و سپهر، ۱۳۹۰: ۵۴). مدیریت نادرست انسان به عنوان یک عامل مؤثر در تخریب اراضی عموماً در بخش تغییر کاربری زمین نمایان می شود. از مهمترین آن می توان به مواردی نظیر تغییر کاربری جنگل به کشاورزی و نهایتاً کشاورزی به بایر و لم یزرع اشاره نمود که نمونه بارز کاهش توان اکولوژیک و بیولوژیک اکوسیستم در اثر سوء مدیریت است (موسوی، ۱۳۹۲: ۸۶). در پژوهش حاضر جهت پایش و روندیابی تغییرات کاربری اراضی حوضه ابرکوه از داده های دورسنجی ماهواره لندست طی چهار بازه زمانی ۱۹۷۶-۱۹۹۰، ۱۹۹۰-۲۰۰۰، ۲۰۰۰-۲۰۰۶ و ۲۰۰۶-۲۰۱۴ استفاده گردید. برای این منظور از روش های طبقه بندی و تفاضل تصاویر و همچنین پایش میدانی استفاده شده است. بنابراین ابتدا تصاویر مزبور به روش نظارت شده، طبقه بندی شدند و برای هر تصویر ۷ کلاس برای تفکیک نوع کاربری تعریف گردید. کلاس ها شامل کاربری های اراضی شهری، اراضی زراعی، اراضی

بایر، اراضی صخره ای، اراضی مرتعی، اراضی جلگه رسی، اراضی کفهای (کویر) هستند. نتایج حاصل از آن به صورت نگاره (۲) می باشد که حاکی از نقشه های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ است. نتایج حاصل از ارزیابی دقت تصاویر طبقه بندی شده، به صورت جدول (۱) می باشد که در آن مقدار ضرایب دقت کل، دقت کاربر، دقت تولید کننده و ضریب کاپا نیز گزارش شده است. مقادیر بالای ضرایب مذکور نشان از دقت قابل قبول جهت تعیین کاربری با استفاده از داده های دورسنجی تصاویر لندست می باشد. در این میان، بالاترین مقادیر ضریب کاپا ۸۲/۱۸ و دقت کل ۰/۷۶ مربوط به تصاویر سال ۲۰۱۴ و کمترین مقادیر ضریب کاپا ۶۸ و دقت کل ۰/۶ به تصاویر سال ۱۹۷۶ اختصاص دارد. همچنین بیشترین دقت کاربر ۹۸/۷۷، مشترکاً به کاربری اراضی مرتعی در تصاویر سال ۱۹۷۶ و کاربری اراضی بایر در تصاویر سال ۲۰۰۰ و کمترین دقت کاربر ۳۰/۹۴ مربوط به کاربری کویر

جدول ۲: مقدار و درصد مساحت کاربری اراضی منطقه ابرکوه در بازه زمانی ۱۹۷۶-۲۰۱۴

سال	مساحت	نوع کاربری اراضی					
		زراعی	صخره	بایر	کوبیر	مرتع	شهری
۱۹۷۶	Km2	۵۰۸/۰۲	۲۰۱۵/۶۶	۱۳۶۳/۹۱	۱۹۰۲/۳۲	۹۳۸۳/۷۷	۲۷۱/۶۹
	درصد	۲/۸۹	۱۱/۴۸	۷/۷۷	۱۰/۸۴	۵۳/۴۶	۱/۵۵
۱۹۹۰	Km2	۳۶۲/۴۶	۲۲۸۹/۲۶	۱۷۷۳/۸۳	۹۴۴/۱۸	۹۸۴۲/۸۳	۴۲۶/۸
	درصد	۲/۰۷	۱۳/۰۴	۱۰/۱۱	۵/۳۸	۵۶/۰۸	۲/۴۳
۲۰۰۰	Km2	۷۳۳/۳۱	۲۵۱۱/۴۱	۱۱۸۵/۳۴	۷۷۶/۳۵	۱۰۴۳۷/۴۲	۷۲۹/۶۹
	درصد	۴/۱۸	۱۴/۳۱	۶/۷۵	۴/۴۲	۵۹/۴۷	۴/۱۶
۲۰۰۶	Km2	۶۷۰/۷۱	۲۳۷۹/۷۲	۱۹۸۰/۳۹	۵۸۷/۰۱	۱۰۲۸۰/۵۳	۲۹۱/۶۴
	درصد	۳/۸۲	۱۳/۵۶	۱۱/۲۸	۳/۳۵	۵۸/۵۸	۱/۶۶
۲۰۱۴	Km2	۶۸۵/۸۵	۲۴۴۰/۸۲	۲۰۰۱/۰۴	۸۴۴/۵۵	۱۰۱۸۴/۷۶	۱۵۰/۰۳
	درصد	۳/۹۱	۱۳/۹۱	۱۱/۴	۴/۸۱	۵۸/۰۴	۰/۸۵

کاهش یافته و در مقطع زمانی ۶ ساله ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ مجدداً کاهش ۱/۰۷۹ درصدی معادل ۱۸۹/۳۵ کیلومترمربع داشته، ولی در مدت ۸ ساله ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۴ سطح کوبیر افزایشی ۱/۴۶۸ درصدی (۲۵۷/۵۴۲ کیلومترمربع) داشته است. روند و نوع تغییرات سایر کاربری‌ها به صورت رقومی در جدول (۲) گزارش شده است.

نتایج حاصل از ارزیابی روند تغییرات مساحت کاربری‌های منطقه مطالعاتی در بازه‌های زمانی مورد بررسی نیز به صورت نگاره (۳) می‌باشد. نتایج روند تغییرات نشان می‌دهد که مساحت کاربری‌های مرتع، اراضی صخره‌ای، اراضی بایر و اراضی کشاورزی در بازه زمانی ۳۸ ساله دارای روند صعودی است، به عبارتی با گذشت زمان مقدار مساحت و گستره فضایی آنها نیز رو به گسترش است. در مقابل کاربری‌های اراضی شهری، جلگه‌های رسی و کوبیر نیز روند نزولی تغییرات مساحت را داشته است و با گذشت زمان گستره فضایی تحت استیلای آنها کاهش یافته است. (نگاره ۳).

جهت پایش تغییرات کاربری در منطقه ابرکوه از دو تابع تحلیل مؤلفه مبنا و تسلدکپ و بررسی تغییرات آنها در در بازه زمانی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ استفاده شده است. تحلیل مؤلفه

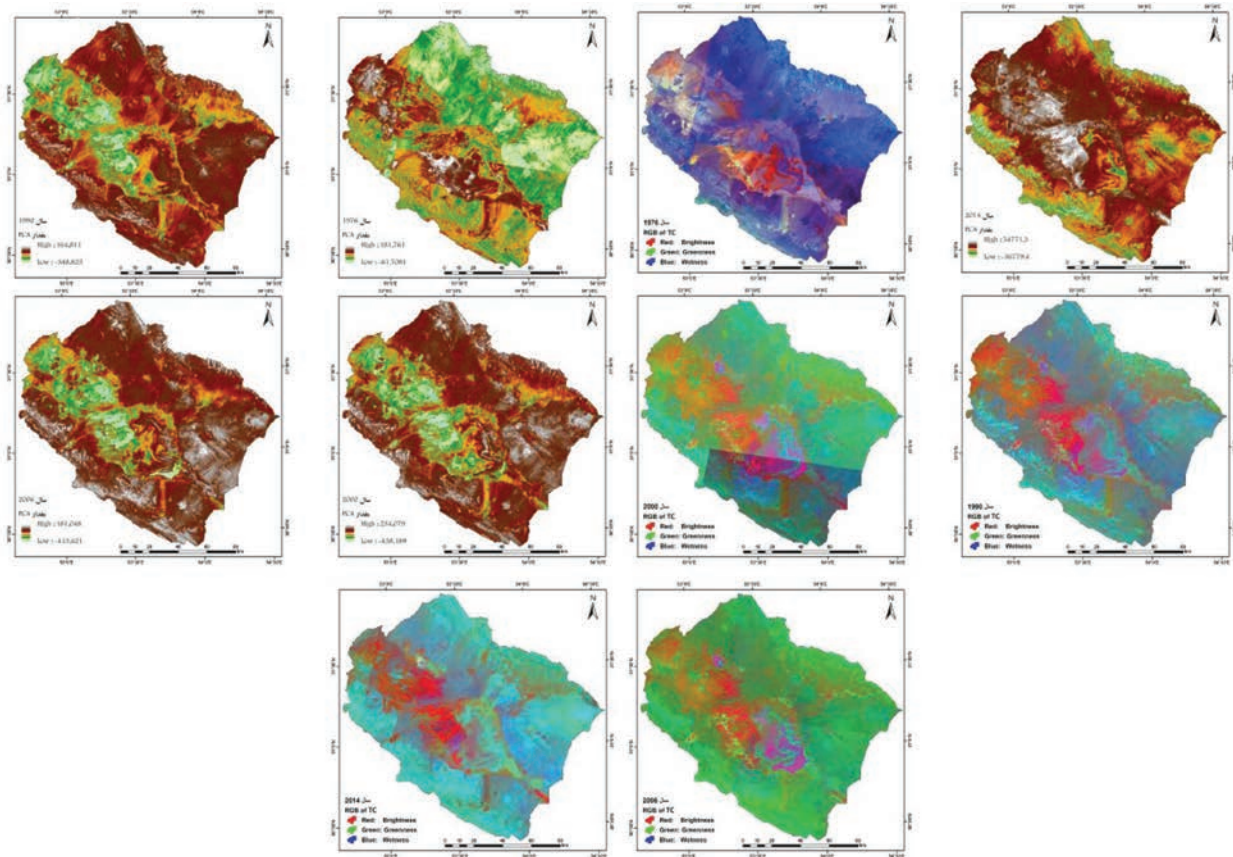
در تصاویر سال ۱۹۹۰ می‌باشد. نهایت اینکه بالاترین دقت تولید کننده ۹۸/۰۱ به کاربری اراضی صخره‌ای در تصاویر سال ۲۰۰۰ و نیز کاربری جلگه رسی در تصاویر سال ۱۹۷۶ و کمترین دقت تولید کننده ۳۰/۱۵ نیز مشترکاً به کاربری اراضی مرتعی در تصاویر سال ۲۰۰۰ و کاربری کوبیر در تصاویر سال ۱۹۷۶ تعلق دارد (جدول ۱).

نتایج حاصل از مساحی‌سنجی کاربری‌های منطقه مطالعاتی در بازه‌های زمانی مورد بررسی به صورت جدول (۲) می‌باشد. نتایج مساحی‌سنجی نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه مقدار مساحت اراضی کشاورزی در ۱۴ سال اول ۰/۸۲۹ درصد (۱۴۵/۵۵۶ کیلومترمربع) کاهش داشته، ولی از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰۰ به میزان ۲/۱۱۳ درصد (۳۷۰/۸۴۸ کیلومترمربع) رشد داشته است؛ همچنین از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۰۶ به میزان ۰/۳۵۶ درصد (۶۲/۶۰۵ کیلومترمربع) کاهش یافته است و در نهایت از ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۴ به میزان ۰/۰۸۶ درصد (۱۵/۱۵۳ کیلومترمربع) سطح اراضی کشاورزی منطقه افزایش یافته است. درخصوص سطح کوبیر نیز قابل ذکر است که در مقطع زمانی اول کاهش ۵/۴۵۹ درصدی (۹۵۸/۱۴۲ کیلومترمربع) داشته، در مقطع زمانی ۱۰ ساله دوم نیز ۹/۵۶ درصد (۱۶۷/۸۲۷ کیلومترمربع)

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)  
پایش و روندیابی تغییرات کاربری اراضی حوضه ابرکوه ... / ۱۳۹



نگاره ۳: نمودارهای روند تغییرات مساحت کاربری اراضی منطقه مطالعاتی در بازه زمانی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴



نگاره ۴: نقشه‌های حاصل از اعمال توابع تحلیل مؤلفه مینا و تسلدکپ بر روی تصاویر منطقه

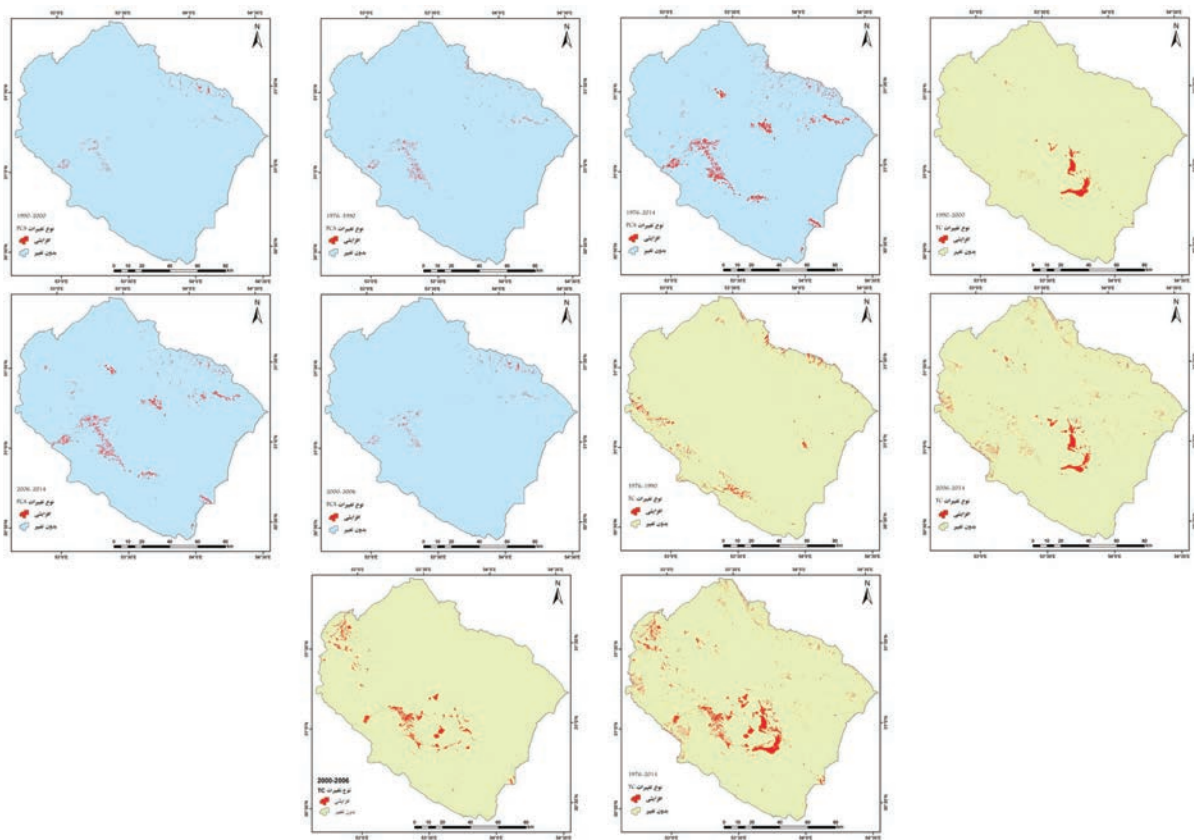
تحلیل مؤلفه مینا به منظر یا مکان وقوع تصویر وابسته است اما تبدیل تسلدکپ مستقل از منظر یا مکان وقوع تصویر می‌باشد. این روش فراوانی داده‌های بین باندها را کاهش داده و بر اطلاعات مختلف در اجزای مشتق شده تأکید می‌کند. در تبدیل تسلدکپ پایش تغییرات بر اساس سه بخش روشنایی، سبزیگی و رطوبت صورت می‌گیرد (Lu et al., 2004: 2374). نتایج حاصل از اعمال تابع تبدیل تسلدکپ بر روی تصاویر منطقه مطالعاتی به صورت نگاره (۴) است.

جهت پایش تغییرات کاربری نتایج حاصل از توابع تحلیل مؤلفه مینا و تسلدکپ به روش تفاضل تصاویر به صورت نظیر به نظیر از یکدیگر کسر گردید که تغییرات کاربری با آستانه‌های ۰، ۱+ و ... دو کلاس تغییر در قالب تغییرات افزایشی و بدون تغییر مشخص و نوع تغییرات در چهارچوب آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آن به صورت نگاره (۵) می‌باشد که این اشکال در بردارنده

یکی از تکنیک‌های آشکارسازی تصاویر ماهواره‌ای برای استخراج اطلاعات طیفی و از بین بردن داده‌های تکراری بازتابی است. این تکنیک همبستگی بین باندها را ظاهر ساخته و واریانس موجود بین داده‌های اولیه را به حداقل می‌رساند (رسولی، ۱۳۸۷: ۱۶۵). در واقع تحلیل مؤلفه مینا یک تکنیک آماری و ریاضی است که برای فشردگی داده‌ها و بهبود کیفیت بصری تصویر در مورد داده‌های چندزمانه‌ای با هدف کشف تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی به کار گرفته می‌شود (Anyamba and Eastman, 1996: 2533). نتایج حاصل از اعمال تکنیک تحلیل مؤلفه مینا بر روی تصاویر منطقه مطالعاتی به صورت نگاره (۴) می‌باشد. تابع تبدیل تسلدکپ<sup>۲</sup> یک نوع تبدیل خطی ساده می‌باشد که مبنای آن شبیه روش تحلیل مؤلفه مینا است، با این تفاوت که

1- Principal Components Analysis (PCA)

2- Tasseled Cap (TC)



نگاره ۵: نقشه‌های تغییرات منطقه براساس تفاضل نتایج توابع تحلیل مؤلفه مینا و تسلدکپ

مشاهده می‌شود. همچنین با اعمال تابع TC، بیشترین تغییرات افزایشی در بازه زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۶ و کمترین آن در بازه زمانی ۱۹۹۰-۱۹۷۶ به ترتیب به میزان ۲/۵۵۱ درصد (۴۴۷/۷۶۷ کیلومترمربع) و ۱/۱۴۹ درصد (۲۰۱/۶۲۵ کیلومترمربع) اتفاق افتاده است. در مجموع می‌توان گفت که با اعمال توابع تحلیل مؤلفه مینا و تسلدکپ، در طول دوره پژوهش (۱۹۷۶-۲۰۱۴)، به ترتیب ۱/۷۴۸ درصد (۳۰۶/۴۹۱۱۶۶ کیلومترمربع) و ۳/۹۸۹ درصد (۶۹۹/۹۶۰ کیلومترمربع) از سطح منطقه مورد مطالعه با تغییرات افزایشی روبرو بوده‌اند بدین معنی که در آنها تغییر کاربری رخ داده است (جدول ۳).

نتایج روندیابی مساحت تغییرات کاربری نشان می‌دهد که روند تغییرات افزایشی در تابع تحلیل مؤلفه مینا در سه مقطع زمانی ۱۹۷۶-۱۹۹۰ و ۱۹۹۰-۲۰۰۰ و ۲۰۰۰-۲۰۰۶ و نزولی بوده، اما مقطع زمانی ۲۰۰۶-۲۰۱۴ روند صعودی

مناطقی هستند که در بازه زمانی ۳۸ ساله (۱۹۷۶-۲۰۱۴) دچار تغییر کاربری شده‌اند.

نتایج حاصل از مساحی سنجی کلاس و روند تغییرات کاربری در نتیجه اعمال توابع PCA و TC در طول زمان نیز به صورت جدول (۳) و نگاره (۶) می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که با اعمال تابع PCA بیشترین تغییرات افزایشی که نشان دهنده تغییر کاربری در حوضه مورد مطالعه است، مربوط به بازه زمانی چهارم (۲۰۱۴-۲۰۰۶) به میزان ۱/۲۹۹ درصد (۲۱۵/۵۹۰ کیلومترمربع) و کمترین تغییرات افزایشی مربوط به بازه زمانی دوم (۲۰۰۰-۱۹۹۰) به میزان ۰/۳۱۴ درصد (۵۵/۰۱۹ کیلومترمربع) می‌باشد. در مقابل بیشترین سطح بدون تغییر به میزان ۱۷۴۹۳/۸۱۵ کیلومترمربع (۹۹/۶۸۶ درصد) در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۰۰ و کمترین سطح بدون تغییر نیز به میزان ۱۷۳۲۶/۵۱۸ کیلومترمربع (۹۸/۷۷۱ درصد) در حد فاصل سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۴

جدول ۳: نتایج مساحی سنجی کلاس تغییرات توابع تحلیل مؤلفه مبنا (PCA) و تسلدکپ (TC)

مجموع	نوع تغییرات		مساحت	تابع	سال
	بدون تغییر	افزایشی			
۱۷۵۴۸/۸۵۳	۱۷۳۴۷/۲۲۸	۲۰۱/۶۲۵	کیلومتر مربع	TC	۱۹۷۶-۱۹۹۰
۱۰۰	۹۸/۸۵۱	۱/۱۴۹	درصد		
۱۷۵۳۷/۳۷۷	۱۷۴۴۷/۱۹۲	۹۰/۱۸۶	کیلومتر مربع	PCA	
۱۰۰	۹۹/۴۸۶	۰/۵۱۴	درصد		
۱۷۵۴۸/۸۸۴	۱۷۳۳۶/۴۹۱	۲۱۲/۳۹۳	کیلومتر مربع	TC	۱۹۹۰-۲۰۰۰
۱۰۰	۹۸/۷۹	۱/۲۱	درصد		
۱۷۵۴۸/۸۳۴	۱۷۴۹۳/۸۱۵	۵۵/۰۱۹	کیلومتر مربع	PCA	
۱۰۰	۹۹/۶۸۶	۰/۳۱۴	درصد		
۱۷۵۴۵/۷۳۷	۱۷۲۷۷/۳۶۷	۲۶۸/۳۷۱	کیلومتر مربع	TC	۲۰۰۰-۲۰۰۶
۱۰۰	۹۸/۴۷	۱/۵۳	درصد		
۱۷۵۴۴/۱۲۹	۱۷۴۸۰/۷۲	۶۳/۴۰۹	کیلومتر مربع	PCA	
۱۰۰	۹۹/۶۳۹	۰/۳۶۱	درصد		
۱۷۵۵۳/۲۴۷	۱۷۱۰۵/۴۸	۴۴۷/۷۶۷	کیلومتر مربع	TC	۲۰۰۶-۲۰۱۴
۱۰۰	۹۷/۴۴۹	۲/۵۵۱	درصد		
۱۷۵۴۲/۱۰۸	۱۷۳۲۶/۵۱۸	۲۱۵/۵۹	کیلومتر مربع	PCA	
۱۰۰	۹۸/۷۷۱	۱/۲۲۹	درصد		
۱۷۵۴۸/۸۴۲	۱۶۸۴۸/۸۸۲	۶۹۹/۹۶	کیلومتر مربع	TC	۱۹۷۶-۲۰۱۴
۱۰۰	۹۶/۰۱۱	۳/۹۸۹	درصد		
۱۷۵۳۶/۷۷	۱۷۲۳۰/۲۷۹	۳۰۶/۴۹۱	کیلومتر مربع	PCA	
۱۰۰	۹۸/۲۵۲	۱/۷۴۸	درصد		

دارد. در مجموع روند کلی تغییرات افزایشی تابع تحلیل مؤلفه مبنا صعودی می‌باشد. همچنین روند تغییرات افزایشی تابع تسلدکپ در هر چهار مقطع زمانی و نیز روند کلی تغییرات آن صعودی می‌باشد. عکس این حالات در مساحت طبقات بدون تغییر مشاهده می‌شود (نگاره ۶).

در دهه‌های اخیر، بخش وسیعی از اراضی درجه یک با

قابلیت کاربری‌های جنگلی و مرتعی و حتی باغی و زراعی

به اراضی صنعتی و مسکونی و جاده تبدیل شده که این

پدیده ای است که تقریباً برای همیشه غیرقابل جبران و

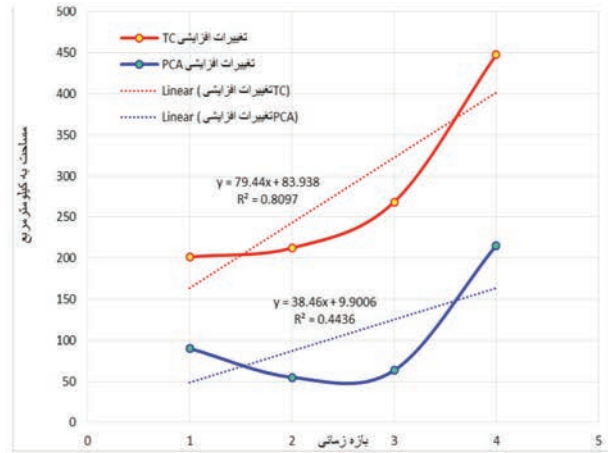
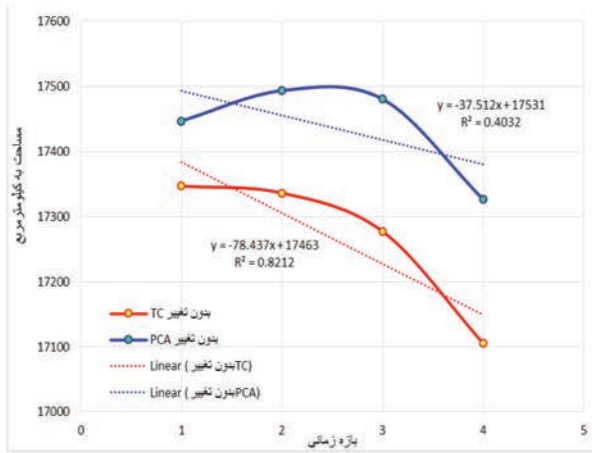
برگشت ناپذیر می‌باشد. مصداق این نوع تغییرات نظیر

### نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

بر اساس یافته‌های پژوهش می‌توان گفت که بیشترین

تغییرات کاربری در کل بازه مطالعاتی در محدوده اطراف

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سیر)  
پایش و روندیابی تغییرات کاربری اراضی حوضه ابرکوه ... / ۱۴۳



نگاره ۶: روند تغییرات PCA و TC در منطقه مورد مطالعه در طول زمان ۲۰۱۴-۱۹۷۶



تبدیل اراضی مرتعی به صنعتی  
( $X=712545$  و  $Y=3445323$ )



تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی  
( $X=700010$  و  $Y=3446651$ )



تبدیل اراضی شوره زار به صنعتی  
( $X=727819$  و  $Y=3456808$ )



تبدیل اراضی مرتعی به صنعتی  
( $X=705200$  و  $Y=3442541$ )

نگاره ۷: نمونه‌هایی از تغییر کاربری اراضی در محدوده حوضه ابرکوه

به مناطق شهری و صنعتی در غرب شهر ابرکوه، همچنین تبدیل اراضی کشاورزی به اراضی بایر در شرق شهر ابرکوه در سال‌های اخیر، بدلیل کاهش سطح ایستابی سفره‌های زیرزمینی و شور شدن و غیر قابل استفاده شدن آب چاه‌ها و رها کردن اراضی کشاورزی باشد. همچنین بیشترین تغییرات

مراکز شهری، روستایی و به طور کلی اطراف مراکز تجمع انسانی مانند شهرهای ابرکوه و مهردشت صورت گرفته است. عامل این نوع تغییرات می‌تواند ناشی از تبدیل اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی در قالب قوانین و مقررات متعدد وضع شده در راستای واگذاری و احیای اراضی، تبدیل مراتع

GIS و RS. مجله حفاظت آب و خاک، جلد ۱، شماره ۲، صفحات ۱۴-۲۵.

۴- بنیاد امیر، حاجی قادری؛ اسلام و طه (۱۳۸۶). تهیه نقشه جنگل‌های طبیعی استان زنجان با استفاده از داده‌های سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۱، شماره ۴۲، صفحات ۶۲۷-۶۳۸.

۵- خسروانی شیری، خواجه‌الدین، سفیانیان، محبی، پارسامهر؛ زهرا، سیدجمال‌الدین، علیرضا، محمود و امیرحسین (۱۳۹۱). پهنه‌بندی کاربری اراضی منطقه شرق اصفهان با استفاده از تصویر ماهواره ای IRS-P6. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال شانزدهم، شماره پنجاه و نهم، صفحات ۲۳۳-۲۴۴.

۶- ربیعی، ضیائیان، علی‌محمدی؛ حمیدرضا، پرویز و عباس (۱۳۸۴). کشف و بازیابی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر اصفهان به کمک سنجنش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۹، شماره ۴، صفحات ۴۱-۵۴.

۷- رسولی، علی اکبر (۱۳۸۷). مبانی سنجنش از دور کاربردی با تأکید بر پردازش تصاویر ماهواره‌ای. تبریز، انتشارات دانشگاه تبریز، چاپ اول.

۸- رفیعیان، درویش صفت و نمیرانیان؛ امید، علی اصغر و منوچهر (۱۳۸۵). تعیین تغییرات گستره جنگل‌های شمال کشور بین سال‌های ۷۳ تا ۸۰ با استفاده از تصاویر سنجنده ETM+ (مطالعه موردی: جنگل‌های بابل). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، شماره ۱۰ (۳)، صفحات ۲۷۷-۲۸۷.

۹- سنجری، برومند؛ صالح و ناصر (۱۳۹۲). پایش تغییرات کاربری/پوشش اراضی در سه گذشته با استفاده از تکنیک سنجنش از دور (مطالعه موردی: منطقه زرنده استان کرمان). مجله کاربرد سنجنش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال چهارم، شماره ۱، صفحات ۵۷-۶۷.

۱۰- شتابی، عبدی؛ شعبان و امید (۱۳۸۶). تهیه نقشه

مخرب کاربری محدوده مطالعاتی که در راستای تخریب سرزمین و کاهش توان اکولوژیک و بیولوژیک اکوسیستم صورت گرفته است، عمدتاً در بازه زمانی چهارم (۲۰۱۴-۲۰۰۶) اتفاق افتاده، به نحوی که در این بازه از سطح مراتع کاسته شده و بر مساحت اراضی بایر و کویر افزوده شده است. ادامه این روند می‌تواند اکوسیستم شکننده حوضه آبخیز کویر ابرکوه را با مخاطرات جدی مواجه نماید. در مجموع می‌توان گفت که حوضه کویر ابرکوه دارای یک اکوسیستم ناسالم با رفتار نابهنجار است که هر لحظه در حال انحطاط و اضمحلال است و نیاز به تیماری و رعایت بهداشت اکوسیستم دارد. اگرچه بخشی از این نابهنجاری‌ها به عوامل طبیعی بر می‌گردد، اما تأثیر مخرب انسان در تغییرات نابخردانه کاربری در جهت تخریب اکوسیستم بر کسی پوشیده نیست، به طوریکه تغییرات کاهش مقدار مساحت کاربری‌های درجه یک و سازنده اکوسیستم و در مقابل تغییرات افزایشی مساحت کاربری‌های مخرب می‌تواند دلیل بر این امر باشد. بدیهی است که در اثر تداوم این روند، حوضه ابرکوه را در آینده‌ای نه چندان دور، تبدیل به یک اکوسیستم غیرفعال مرده می‌گردد که فاقد هر گونه پتانسیل تولید اکولوژیک و بیولوژیک است.

## منابع و مأخذ

۱- آرخی، نیازی، ارزانی؛ صالح، یعقوب و حسین (۱۳۹۰). مقایسه تکنیک‌های مختلف پایش تغییر کاربری اراضی/پوشش گیاهی با استفاده از RS و GIS (مطالعه موردی: حوضه دره شهر-استان ایلام). علوم محیطی، سال هشتم، شماره سوم، صفحات ۸۱-۹۶.

۲- ابطحی و پاک‌پور؛ مرتضی و مجتبی (۱۳۸۱). بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه کاشان. مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۶، صفحات ۸۵-۱۰۴.

۳- برخوردار، زارع مهرجردی و خسروشاهی؛ جلال محمد و محمد (۱۳۸۴). بررسی روند تغییرات پوشش اراضی در حوضه آبخیز سد استقلال میناب با استفاده از



سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: جیرفت، استان کرمان). مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال چهارم، شماره ۲، صفحات ۲۵-۳۹.

۱۷- یمانی، مزیدی؛ مجتبی و احمد (۱۳۸۷). بررسی تغییرات سطح و پوشش گیاهی کویر سیاهکوه با استفاده از داده‌های سنجش از دور. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، صفحات ۱-۱۲.

18- Al Rawashdeh, S.B., (2012). Assessment of Change Detection Method Based on Normalized Vegetation Index in Environmental Studies. International Journal of Applied Science and Engineering, Vol. 10, No. 2, PP. 89 - 97.

19- Amissah-Arthur, A., Mougenot, B., Loireau, M., (2000). Assessing Farmland Dynamics and Land Degradation on Sahelian Landscapes Using Remotely Sensed and Socioeconomic Data. International Journal Geo Information Science, 14, PP. 583-599.

20- Anyamba, A., Eastman, J.R., (1996). Interannual variability of NDVI over Africa and its relation to El Nino/Southern Oscillation. International Journal of Remote Sensing, 17(13), pp. 2533-2548.

21- Arulbalaji, P., Gurugnanam, B., (2014). Geospatial Science for 16 Years of Variation in Land Use/Land Cover Practice Assessment around Salem District, South India. Journal of Geosciences and Geomatics, Vol. 2, No. 1, Pp. 17-20

22- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., (2004). Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. International Journal of Remote Sensing, VOL. 25, NO. 9, pp. 1565-1596.

23- Dhakal, A.S., Amada, T., Aniya, M., Sharma, R.R., (2002). Detection of areas associated with flooded and erosion caused by a heavy rainfall using multitemporal Landsat TM data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 68: pp. 233-240.

24- Gao, J., Liu, Y., Chen, Y., (2006). Land cover changes during agrarian restructuring in Northeast China. Applied Geography, No. 26, Pp. 312-322.

25- Haboudane, D., Bonn, F., Royer, A., Sommer, S., Mehl, W., (2002). Land degradation and erosion risk

کاربری اراضی کوهستانی زاگرس با استفاده از داده‌های سنجنده ETM+ (منطقه مورد مطالعه: حوزه سرخاب خرم آباد لرستان). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهاردهم، شماره اول، صفحات ۱۲۹-۱۳۹.

۱۱- عبداللهی، رحیمیان و ثواقبی؛ جلال، محمدحسن و محمد حسین (۱۳۸۶). محدودیت ایجاد نقشه پوشش گیاهی توسط تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM+ در خشکسالی‌ها. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، شماره ۱۴، صفحات ۲۸۹-۳۰۱.

۱۲- علوی پناه و مسعودی؛ سید کاظم و مسعود (۱۳۸۰). تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره لندست TM و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه موک استان فارس). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره ۱، صفحات ۶۵-۷۶.

۱۳- قرائتی جهرمی، ولی، موسوی، پناهی و خسروی؛ مجتبی، عباسعلی، سیدحجت، فاطمه و حسن (۱۳۹۳). پایش تغییرات کاربری اراضی دشت کاشان با استفاده از داده‌های دور سنجی. مجله بین‌المللی علمی - تحقیقاتی زمین پویا، جلد ۴، شماره ۲، صفحات ۱۲۹-۱۳۷.

۱۴- لطیفی، اولادی، سارویی، جلیلود؛ هومن، جعفر، سعید و حمید (۱۳۸۶). ارزیابی قابلیت داده‌های ماهواره ای ETM+ جهت تهیه نقشه طبقات پوشش جنگل، اراضی درختچه و مرتع، مطالعه موردی حوزه نکا - ظالم رود. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره چهارم، صفحات ۴۳۹-۴۴۷.

۱۵- مرادی، فاضل‌پور، صادقی، حسینی؛ حمیدرضا، محمدرضا، سیدحمیدرضا و سیدزین‌العابدین (۱۳۸۷). بررسی تغییر کاربری اراضی در بیابان زایی محدوده شهر اردکان با استفاده از سنجش از دور. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۵، شماره ۱، صفحات ۱-۱۲.

۱۶- مظاهری، اسفندیاری، مسیح‌آبادی و کمالی؛ محمودرضا، مهرداد، محمدحسن و اردوان (۱۳۹۲). پایش تغییرات زمانی کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و

- for Forest Change Mapping Using Landsat Data in Karnataka, India. *International Journal of Geocarto*, No. 21(4), Pp. 49–57.
- 35- Wakeel, A., Rao, K.S., Maikhuri, R.K., Saxena, K.G., (2005). Forest management and land use/cover changes in a typical micro watershed in the mid elevation zone of Central Himalaya, India. *Forest Ecology and Management*, No. 213, Pp. 229–242.
- 36- Wessels, K.J., Prince, S.D., Frost, P.E., Van Zyl, D., (2004). Assessing the effects of human induced land degradation in the former homelands of northern South Africa with a 1 km AVHRR NDVI time-series. *Journal of Remote Sensing Environment*: 91, pp. 47–67.
- 37- Yanli, Y., Jabbar, M.T., Zhou, J.X., (2012). Study of Environmental Change Detection Using Remote Sensing and GIS Application: A Case Study of Northern Shaanxi Province, China. *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 21, No. 3, PP. 783-790.
- mapping by fusion of spectrally based information and digital geomorphometric attributes. *International Journal of Remote Sens.*, 23, pp. 3795–3820.
- 26- Jabbar, M.T., Zhou, X., (2011). Eco-environmental change detection by using remote sensing and GIS techniques: a case study Basrah province, south part of Iraq. *Journal of Environ Earth Sci.*, DOI 10.1007/s12665-011-0964-5.
- 27- Lausch, A., Herzog, F., (2002). Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of Landscape Change: Issues of Scale, Resolution and Interpretability. *Ecological Indicator*, No. 2, Pp. 3- 15.
- 28- Li, Z., Li, X., Wang, Y., Ma, A., Wang, J., (2004). Land-use change analysis in Yulin prefecture, northwestern China using remote sensing and GIS. *International Journal of Remote Sensing*, 23(24): pp. 5691-5703.
- 29- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., Moran, E., (2004). Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 25, No. 12, pp. 2365–2407.
- 30- Madurapperuma, B., Rozario, P., Oduor, P., Kotchman, L., (2015). Land-use and land-cover change detection in Pipestem Creek watershed, North Dakota. *International Journal of GEOMATICS and GEOSCIENCES*, Vol. 5, No 3, Pp. 416-426.
- 31- Ridd, M.K., Liu, J., (1998). A Comparison of Four Algorithms for Change Detection in an Urban Environment. *Journal of Remote Sensing Environment* No.63, Pp.95-100.
- 32- Singh, A., (1989). Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(6), pp. 989-1003.
- Sonneveld, B.D.J.S., (2003). Formalizing expert judgments in land degradation assessment: A case study for Ethiopia. *Journal of Land Degrad. Dev.*, No. 14, pp. 347–361.
- 33- Sujatha, G., Dwivedi, R.S., Sreenivas, K., Venkataratnam, L., (2000). Mapping and monitoring of degraded lands in part of Jaunpur district of Uttar Pradesh using temporal space borne multispectral data. *International Journal of Remote sensing*: 21, pp. 519–531.
- 34- Virk, R., King, D., (2006). Comparison of Techniques