



سجش از دور

و
GIS ایران



سنجش از دور و GIS ایران
Iranian Remote Sensing & GIS
سال سوم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۰
Vol.3, No.2, Summer 2011
۲۸-۱۹

بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه اسفراین خراسان شمالی در چهار دهه گذشته

نقیسه رضانی*^۱، رضا جعفری^۲، اسماعیل ایزانلو^۳

۱. کارشناس ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳. کارشناس ارشد آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، خراسان شمالی

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۸/۲۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۳/۱۱

چکیده

طبق مطالعات انجام‌شده در استان خراسان شمالی، تغییرات کاربری اراضی بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه داشته است؛ و افزون بر آن، فقدان اطلاعات مکان‌دار دقیق و روزآمد از مهم‌ترین مشکلات پایش تغییرات کاربری اراضی در این استان به شمار می‌آید. بدین ترتیب، و با توجه به این کمبود، هدف مطالعه حاضر همانا آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی منطقه اسفراین در استان خراسان شمالی در ۳۶ سال گذشته بوده است. بدین منظور تصاویر ماهواره لندست از دو دوره زمانی شامل سال‌های ۱۳۵۲ و ۱۳۸۸ شمسی انتخاب شدند و تصحیحات هندسی و رادیومتریک نیز بر تصاویر اعمال گردیدند. سپس با استفاده از روش‌های مختلف - از جمله طبقه‌بندی فازی - نقشه کاربری اراضی تهیه و از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی برای آشکارسازی تغییرات استفاده شد. مطابق نتایج، کلاس زراعت آبی بیشترین تغییرات را در مقایسه با دیگر کاربری‌ها داشته و مساحت آن از ۴۲۶۹ هکتار به ۱۵۵۸۶ هکتار رسیده است. کاربری شهری اسفراین و کارخانجات و تأسیسات مختلف مانند کارخانه‌های فولاد و لوله‌گستر و همچنین سد اسفراین نشانگر حدود ۶۲۹ هکتار افزایش سطح بوده است. در مقابل، وسعت کاربری‌های مرتع و زراعت آبی - باغ‌ها، به دلیل احداث تأسیسات و سد اسفراین بسیار کاهش یافته‌اند. از جمله دگرگونی‌ها یا تغییرات مثبت محیطی رخ نموده در منطقه، ایجاد و توسعه منطقه حفاظت‌شده ساریگل طی ۳۶ سال اشاره شده است، که به احیای سطحی حدود ۱۲ هزار هکتار از مراتع و اراضی بدون پوشش انجامیده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهند، فناوری سنجش از دور می‌تواند به عنوان ابزار مدیریتی بسیار کارآمدی در توسعه و حفظ منابع طبیعی کشور مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: کاربری اراضی، طبقه‌بندی نظارت‌شده، طبقه‌بندی فازی، پایش، اسفراین.

* نویسنده مکاتبه‌کننده: دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، گروه مرتع و آبخیزداری

۱- مقدمه

بررسی تغییرات به معنی اندازه‌گیری و سنجش عواملی است که در هر سیستم در زمان و مکان تغییر می‌کنند (James et al., 2003). داده‌های متنوع سنجنده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی و طیفی و زمانی بالا و نیز خاصیت تکراری بودن داده‌ها و داشتن فرمت رقومی مناسب برای پردازش کامپیوتری امکان تهیه نقشه‌های کاربری اراضی درست و دقیق و روزآمد را با کمترین زمان و هزینه و با بیشترین درستی و دقت فراهم می‌کنند.

در طول سال‌های گذشته، داده‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربرد وسیعی در شناسایی و آنالیز تغییرات کاربری و پوشش اراضی در نقاط مختلف جهان داشته‌اند (Ayodeji opeyemi, 2006). برای پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی با تصاویر ماهواره‌ای، استفاده از داده‌های - دست کم - دو دوره زمانی ضروری است (Sanchez Flores and Yool, 2003, Srivastava and Gupta, 2007). تصاویر زمستانه و تابستانه برای اهداف پایش تغییرات که عموماً کلیه شرایط فنولوژیکی قابل مقایسه در دو زمان متفاوت هستند، مناسب‌ترند. حتی بهتر است تصویر تابستان - یا بسته به اقلیم منطقه، دوره خشک سال - که در آن شرایط تفکیک‌پذیری طیفی افزایش می‌یابد و شباهت طیفی به کمترین میزان می‌رسد، انتخاب شود؛ که البته اینها به امکان دسترسی به نوع داده ماهواره‌ای نیز بستگی می‌یابند (Coppin et al., 2004, Kennedy, 2009).

در طول سه دهه گذشته، روش‌های متعددی برای آشکارسازی تغییرات با سنجش از دور به وجود آمده‌اند، همچون: مقایسه پس از طبقه‌بندی^۱، تفریق تصاویر^۲، نسبت‌گیری^۳ و جز اینها. هر روش به هر حال نکات منفی و مثبت خاص خود را دارد و هیچ روش خاصی را

از جمله مباحث مهم در مدیریت اراضی و توسعه پایدار، شناخت پوشش / کاربری اراضی و بررسی روند تغییرات آنهاست. عواملی که موجب دگرگونی می‌شوند، عبارت‌اند از تغییرات طولانی‌مدت طبیعی در شرایط آب و هوایی، فرایندهای ژئومورفولوژی و اکولوژی همچون فرسایش خاک و توالی پوشش گیاهی، تغییرات انسان‌ساز در چشم‌انداز و پوشش زمین مانند بیابان‌زایی و تخریب اراضی، تأثیرات گازهای گلخانه‌ای ایجاد شده ناشی از فعالیت‌های بشر (Lu et al., 2004).

بسیاری از این مسائل ریشه در افزایش جمعیت و محدودیت منابع داشته‌اند. همان‌گونه که برآوردها نشان می‌دهند، حضور انسان و استفاده او از زمین به تغییر و تخریب ۳۰ تا ۵۰ درصد سطح زمین انجامیده، غلظت دی‌اکسید کربن در جو از زمان آغاز انقلاب صنعتی ۳۰ درصد افزایش یافته، بیش از نیمی از آب شیرین موجود در طبیعت مورد استفاده انسان‌ها قرار گرفته است و حدود یک‌چهارم گونه‌های پرنده‌گان زمین نیز منقرض شده‌اند (Mendoza et al., 2011). با این توصیفات، مشخصاً می‌توان گفت که انسان‌ها در سیاره‌ای که تحت سلطه خود دارند زندگی می‌کنند و الگوهای فراوان مشهودی را در کاربری و پوشش اراضی ایجاد کرده‌اند (Gao and Liu, 2010, Mendoza et al., 2011, Vitousek, 1997). نتیجه این گونه تغییرات محیطی در ابتدا چندان محسوس نیست، اما همین‌ها با گذشت زمان شکلی ویران‌کننده به خود می‌گیرند (Meyer, 1995). بنابراین از آنجا که کاربری اراضی تبیین‌کننده تأثیرگذاری‌های بشر است، امروزه نگرانی‌های مرتبط با تغییرات محیطی جهانی فزونی گرفته‌اند و هشدارها در مورد اهمیت موضوعاتی که با کاربری اراضی و تغییرات زمانی آن سروکار می‌یابند، رو به افزایش نهاده‌اند. تشخیص درست و بموقع این تغییرات برای درک رابطه و تقابل بین انسان و پدیده‌های طبیعی به‌منظور تصمیم‌گیری مناسب، بسیار اهمیت دارد (Le-Xiang et al., 2006, Raffaele et al., 2009).

1. Post Classification Comparison
2. Image Differencing
3. Ratioing

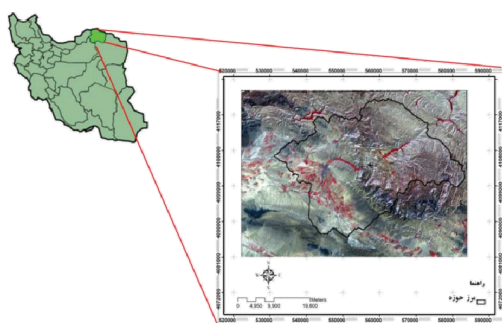
به مزایای ذکر شده فناوری سنجش از دور، تهیه نقشه و پایش تغییرات کاربری اراضی در حوزه کال شوره خراسان شمالی با استفاده از داده‌های آرشیوی و داده‌های بهنگام یا روزآمد تصاویر ماهواره‌ای تعریف گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۱-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب استان خراسان شمالی، بخشی از شهرستان اسفراین و اراضی اطراف آن به وسعت ۹۸۶۹۷ هکتار است. این منطقه بین عرض جغرافیایی $36^{\circ} 56' 30''$ تا $37^{\circ} 12' 10''$ و طول جغرافیایی $57^{\circ} 2'$ تا $57^{\circ} 56'$ قرار دارد.

منطقه دارای حداکثر ارتفاع در منطقه قله شاهجهان است که در ۳۰۶۰ متری از سطح دریا قرار دارد؛ و پایین‌ترین نقطه در محل خروجی دشت واقع است که از سطح دریا ۱۱۰۶ متر ارتفاع دارد. متوسط بارندگی و تبخیر در منطقه به ترتیب ۲۳۰ و ۲۰۰۰ میلی‌متر گزارش شده است؛ میزان جمعیت حوزه بر اساس نتایج سال ۱۳۸۵ سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۲۳/۱۴۴ نفر است (Anonymus, 2009). موقعیت این منطقه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعاتی

نمی‌توان برای تمام کاربردها مناسب دانست. در عمل، روش‌های مختلف برای یافتن بهترین نتایج آشکارسازی تغییرات در یک کاربرد خاص با هم مقایسه می‌شوند و بهترین روش انتخاب می‌گردد. در مطالعات آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی، روش‌های مبتنی بر طبقه‌بندی اطلاعات دقیقی درباره انواع پوشش زمین قبل و بعد از تغییر^۱ فراهم می‌کنند و وجود چنین اطلاعاتی در مطالعات پایش اهمیت دارد، بنابراین انتخاب روش‌ها به این دسته محدود می‌شوند و به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند (Beland, 2006, Chen and Wang, 2010, Johnson and Kasischke, 1998, Lu et al., 2004).

گریوانی (۱۳۸۲) پدیده بیابانی شدن بخش شمالی استان خراسان را به روش فائو - یونپ و نسخه ویژه مؤسسه تحقیقات بیابانی کشور ترکمنستان ارزیابی کرد. در این تحقیق نقشه‌ها بر مبنای تفسیر چشمی تصاویر ماهواره لندست، سنجنده‌های MSS و TM طی سال‌های ۱۹۷۲ و ۱۹۸۸-۸۹ و با بهره‌گیری از نقشه‌های موضوعی خاک‌شناسی، زمین‌شناسی، توپوگرافی، پوشش گیاهی، اقلیم و جز اینها تهیه شد. نتایج تحقیق مذکور نشان داد که ۷/۷ درصد از سطح منطقه جزو بیابان‌های طبیعی - مشتمل بر ماسه‌زارها، شوره‌زارها و اراضی نامناسب - است. نزدیک به ۸۶/۵ درصد از کل مساحت شمال خراسان، با شدت‌های مختلف از عامل بیابانی شدن تأثیر می‌پذیرد. تخریب پوشش گیاهی در سطحی معادل ۴۶ درصد بیشترین تأثیر را در بیابانی شدن دارد و فرسایش بادی تنها در ۰/۵ درصد از سطح اراضی منطقه موجب بیابان‌زایی شده است (Garivani, 2003). بدین ترتیب، با توجه به اینکه تغییرات کاربری و پوشش اراضی در این استان بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارد و از مهم‌ترین مشکلات پایش تغییرات کاربری اراضی در این استان نیز فقدان اطلاعات مکان‌دار دقیق و روزآمد است، این عوامل به طور دقیق و با روش‌های جدید بررسی و مطالعه نشده‌اند. هدف تحقیق حاضر با توجه

1. From-To

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

ماهواره (سکو)	سنجنده	زمان جمع‌آوری میلادی	شمسی	WRS ¹ (Pass/Row)	قدرت تفکیک زمینی (متر)	تعداد باندها	زاویه آزیموت خورشید	زاویه ارتفاع خورشید
لندست ۱	MSS	1973/08/09	۱۳۵۲/۰۵/۱۸	۱۷۳/۳۴	۷۹	۴	۱۲۲/۷۵	۵۷/۴۷
لندست ۷	ETM ⁺	2002/08/04	۱۳۸۱/۰۵/۱۳	۱۶۱/۳۴	۳۰ و ۱۵ ⁺	۸*	۱۲۵/۳۳	۶۰/۱۹
لندست ۵	TM	2009/10/02	۱۳۸۸/۰۷/۱۰	۱۶۱/۳۴	۳۰	۷*	۱۵۰/۶۰	۴۴/۶۸
IRS-P6	PAN	2008/04/29	۱۳۸۷/۱۲/۱۰	۷۵/۴۴	۵/۸	۱	۱۴۳/۸۶	۶۳/۳۳

* باند حرارتی برای تهیه نقشه کاربری اراضی و پایش تغییرات آن در نظر گرفته نشده است.
+ باند پانکروماتیک در سنجنده ETM⁺ قدرت تفکیک ۱۵ متر دارد. تصاویر لندست ۷ و IRS-P6 فقط به منظور تصحیح هندسی به کار رفته‌اند.

۲-۲- جمع‌آوری داده

اطلاعات به کار رفته در این تحقیق عبارت‌اند از:

- ۱- تصاویر ماهواره‌ای موجود از منطقه مورد مطالعه به همراه فایل اطلاعات هر تصویر یا فراداده‌ها^۲ (مشخصات آنها در جدول ۱ نشان داده شده است)؛
- ۲- عکس‌های هوایی سال ۱۳۴۶ منطقه با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ به عنوان داده مرجع؛ و

۳- نرم‌افزارهای پردازش تصاویر از جمله: ERDAS IMAGINE (9.1), ENVI (4.3), ARC GIS (9.3).

۳-۲- پیش‌پردازش اطلاعات ماهواره‌ای

تصحیحات هندسی و رادیومتری جزو پیش‌پردازش‌های صورت گرفته در این تحقیق‌اند. به منظور اجرای تصحیح هندسی در مرحله نخست باند PAN ماهواره IRS-p6 نسبت به لایه جاده‌ها و عوارض ثابت به دست آمده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ با سیستم مختصات UTM^۳ (زون ۴۰ شمالی) با استفاده از ۱۵ نقطه کنترل زمینی با رعایت RMSe مناسب (۰/۴۶) و با استفاده از مدل چندجمله‌ای درجه یکم زمین مرجع شد، و سپس عمل نمونه‌برداری مجدد با روش نزدیک‌ترین همسایه انجام گرفت. در مرحله بعد با روش ثبت تصویر به تصویر باند PAN سنجنده ETM⁺ نسبت به تصویر pan ماهواره IRS P6 زمین مرجع گردید. در نهایت، دیگر تصاویر موجود نیز به این تصویر با صحت مناسب و منطقی

ثبت داده شد (لازم به ذکر است که ثبت باندهای ۷۹ متری MSS به باند پانکروماتیک و باندهای ۳۰ متری TM نتایج تقریباً یکسانی را نشان داد). همچنین عمل نمونه‌برداری مجدد با روش نزدیک‌ترین همسایه انجام گرفت و اندازه پیکسل تمامی تصاویر به ۳۰ متر تغییر داده شد.

تصحیح رادیومتری، شامل دو مرحله تصحیح اتمسفری و توپوگرافی است (Campbell, 1996). از آنجا که تغییرات شرایط روشنایی، بر تابش واقعی رسیده به یک پیکسل تأثیر می‌نهد، پیشنهاد می‌شود که تصحیح اتمسفری قبل از تصحیح توپوگرافی اعمال گردد (Riano et al., 2003) - همان‌گونه که در این تحقیق نیز چنین شده است.

طبق مطالعات انجام‌شده، در شرایطی که از تصاویر چندزمانه استفاده می‌شود، برای ایجاد شرایط اتمسفری یکسان، تصحیح اتمسفری قبل از عملیات طبقه‌بندی و بررسی تغییرات لازم است؛ چون در غیر این صورت تفسیر تصاویر ممکن است به درستی انجام نگیرد (Campbell, 1996, Song et al., 2001).

بر روی تصاویر مورد استفاده در این تحقیق که هر دوی آنها از لحاظ رادیومتری ۸ بیت هستند، تصحیح

1. World Wide Reference System
2. Metadata
3. Universal Transverse Mercator (UTM)

شد. این عملگر براساس مدل انعکاسی لامبرت به تصحیح تأثیر توپوگرافی در تصاویر رقومی می‌پردازد. اجرای این مدل نیاز به اطلاعات آزیموت و ارتفاع خورشید (موجود در متادیتای تصویر) و DEM منطقه دارد. برای ساخت نقشه DEM از لایه طبقات ارتفاعی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ با فاصله خطوط تراز ۱۰ متر استفاده شد و نقشه DEM با اندازه پیکسل ۳۰ متر تهیه گردید.

۲-۴- پردازش و طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

در منطقه مورد مطالعه، ابتدا با کمک تفسیر داده‌هایی چون عکس‌های هوایی یا اطلاعات جانبی و بازدید زمینی، سیاهه‌ای از انواع کاربری‌های موجود در منطقه استخراج گردید که مشخصات آنها در جدول ۲ آورده شده است. پس از طی این مرحله از شاخص گیاهی^۲ NDVI، ترکیب رنگی کاذب، آنالیز تسلدکپ، آنالیز مؤلفه اصلی و روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده و روش‌های فازی برای تعیین کلاس‌های کاربری استفاده گردید.

اتمسفری با استفاده از روش عارضه‌های تغییرناپذیر^۱ انجام گرفت (Furby and Campbell, 2001). تعدادی عارضه ثابت از تصویر رفرنس (تصویر TM2009 در این تحقیق) با ویژگی‌هایی چون نبود ابر در تصویر، داشتن اتمسفر تقریباً صاف و زمان مناسب با توجه به هدف مطالعه و تصویر خام (تصویر MSS) انتخاب شد. در کل ۲۲ عارضه از سایه‌ها، مخازن آب، برون‌زدهای سنگی و تقاطع جاده‌های خاکی به عنوان عوارض ثابت انتخاب شدند. ناگفته نماند که پوشش گیاهی به دلیل تغییرات فصلی نمی‌تواند انتخاب شود. پس از مرحله مذکور، میانگین حدود ۹-۳ پیکسل برای هر عارضه در دو تصویر در نظر گرفته شد. رابطه رگرسیون بین آنها با در نظر گرفتن تصویر رفرنس به عنوان متغیر وابسته و تصویر خام به عنوان متغیر مستقل برقرار گردید و از ضرایب رگرسیون خطی به دست آمده برای تبدیل مقادیر تصویر خام به تصویر رفرنس استفاده شد. با توجه به کوهستانی بودن بخش عمده‌ای از منطقه، تصحیح توپوگرافی بر روی داده‌ها با استفاده از عملگر Topographic Normalize نرم‌افزار ERDAS (9.1) پس از تصحیح اتمسفریک اعمال

جدول ۲. انواع کاربری اراضی منطقه مطالعه

توضیحات	کد کاربری	نوع کاربری
باغ‌های میوه همراه با کشت یونجه، لوبیا، سیب‌زمینی، گوجه فرنگی	۱	زراعت آبی - باغ‌ها
کشت پنبه، گندم، جو، چغندر قند، علوفه (یونجه)، لوبیا، عدس و نخود	۲	زراعت آبی
پوشش گیاهی از انواع درمنه، گراس‌های یک‌ساله و جز اینها	۳	مرتع
تپه‌های ماری بدون پوشش گیاهی، و برون‌زدهای سنگی در منطقه	۴	اراضی بدون پوشش و برون‌زد سنگی
سد اسفراین	۵	منبع سطحی آب
شهر اسفراین	۶	منطقه مسکونی
مجتمع صنعتی فولاد و لوله‌گستر و همچنین تصفیه‌خانه فاضلاب شهری	۷	تأسیسات
کشت زیره، گندم، جو، نخود، عدس	۸	زراعت دیم
قسمتی از منطقه حفاظت‌شده ساریگل	۹	مرتع مشجر
مراعات با پوشش گیاهی ضعیف	۱۰	مرتع فقیر

1. Invariant Features

2. Normalized Dfferencing Vegetation (NOVI)

هر پیکسل صورت می‌گیرد، و بنابراین اطلاعات بیشتری از تصاویر به دست می‌آید (Lu and Weng, 2007). در این تحقیق از این روش با الگوریتم حداکثر احتمال برای تهیه نقشه کاربری اراضی استفاده شد. روش کار به این صورت بود که برای تمام تصاویر نمونه‌های تعلیمی انتخاب شدند و سپس پارامترهای میانگین و کواریانس فازی برای هر کلاس محاسبه گردیدند و در نهایت پس از محاسبه ماتریس فاصله عملیات برچسب‌زنی برای پیکسل‌ها با دستور Fuzzy Convolution در نرم‌افزار ERDAS IMAGINE انجام گرفت و نقشه‌های کاربری اراضی به دست آمد.

پس از تولید نقشه‌های کاربری اراضی با دو روش نظارت‌شده و فازی با استفاده از نقاط کنترل زمینی که از بازدید صحرایی، نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی به عنوان داده‌های رفرنس برای هر کاربری به طور تصادفی برداشت گردیده بود، عملیات ارزیابی صحت با محاسبه ماتریس خطا در نرم‌افزار ERDAS IMAGINE (9.1) انجام گرفت؛ و به محاسبه صحت کلی، ضریب کاپا، خطای حذف^۱، خطای اضافه^۲، صحت کاربر و صحت تولیدکننده پرداخته شد. تعداد نقاط کنترلی مورد نیاز برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی دست‌کم ۵۰ نقطه است که این مقدار می‌تواند با توجه به وسعت و اهمیت کاربری مورد نظر تغییر یابد (Lillesand and Kiefer, 2000). برای انتخاب نقاط کنترلی در تصویر سال ۲۰۰۹، عملیات میدانی (با استفاده از سامانه GPS) به دلیل همزمان بودن این تصویر با زمان انجام پژوهش، صورت پذیرفت. در برخی از کاربری‌ها مانند منبع آب سطحی و مراتع مشجر و تأسیسات که امکان دسترسی به تمام قسمت‌ها وجود نداشت (به دلایل مختلف مانند دشوارگذر بودن منطقه)، برای تکمیل نقاط کنترل زمینی از Google

در این تحقیق برای معرفی کاربری‌های مرتع مشجر، زراعت آبی - باغ‌ها و اراضی بدون پوشش و برون‌زد سنگی در دو تصویر از NDVI استفاده گردید (Kiage et al., 2007). دیگر کاربری‌ها با انتخاب نمونه تعلیمی از تصاویر حاصل از ترکیب رنگی کاذب، آنالیز تسلدکپ و آنالیز مؤلفه اصلی و با استفاده از روش حداکثر احتمال در طبقه‌بندی نظارت‌شده و فازی در نرم‌افزار ERDAS IMAGINE (9.1) ارائه گردیدند.

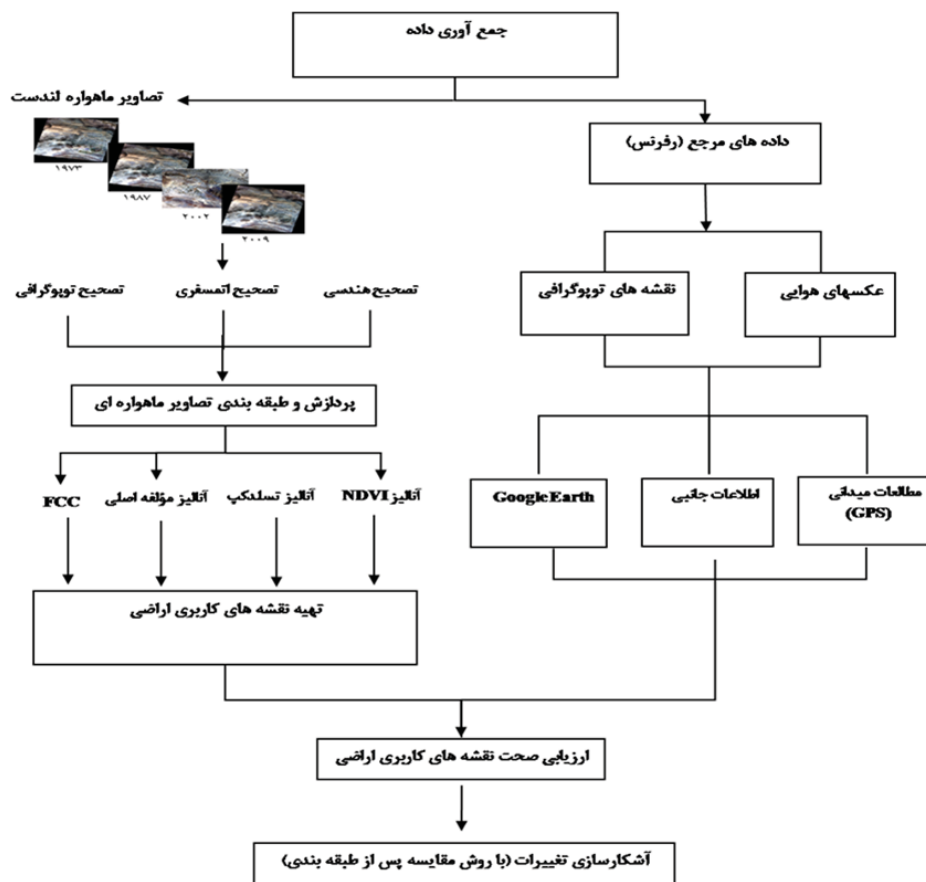
برای انتخاب نمونه‌های تعلیمی طبقه‌بندی نظارت‌شده از عکس‌های هوایی و نقاط برداشت شده با GPS^۱ در عملیات میدانی استفاده و کوشش شد که پیکسل‌های تعلیمی برای هر کلاس معین در داخل منطقه همگن با پراکنش مناسب ایجاد شود. تعداد پیکسل به کار گرفته شده در هر نمونه تعلیمی، دست‌کم به اندازه ده برابر تعداد باندهای طیفی سنجنده مورد استفاده انتخاب گردید (Richard and Xiuping, 1999). پس از انتخاب نمونه‌های تعلیمی برای کلیه کلاس‌ها، به منظور ارزیابی آنها ابتدا پروفیل طیفی نمونه‌ها در تمامی باندهای طیفی بررسی گردید. سپس تفکیک‌پذیری طبقات از لحاظ آماری مورد بررسی قرار گرفت. پارامتر آماری به کار رفته برای این هدف به شاخص واگرایی تبدیل شده^۲ که یک نوعی واریانس فاصله وزنی بین میانگین طبقات است. مقدار این پارامتر بین ۰ تا ۲۰۰۰ متغیر است. به طور کلی هر چه واگرایی بیشتر باشد، فاصله آماری بین نمونه‌های تعلیمی زیادتر، و احتمال طبقه‌بندی دقیق کلاس‌ها بیشتر است. مقادیر کمتر از ۱۵۰۰ برای این پارامتر نشان‌دهنده تشابه طیفی بین کلاس‌هاست (Lillesand and Kiefer, 2000, Vitousek, 1997).

روش‌های طبقه‌بندی‌کننده‌ای که بر مبنای مجموعه‌های فازی پایه‌ریزی شده‌اند، عضویت یک پیکسل در یک کلاس در آنها حالت قطعی ندارد؛ یعنی با قاطعیت نمی‌توان گفت که پیکسل مورد نظر متعلق به یک کلاس هست یا نیست. استخراج اطلاعات در واقع بر اساس درجه عضویت اجرای طیفی تشکیل‌دهنده

1. Global Positioning System (GPS)
2. Transformed Divergence Index
3. Omission Error
4. Commission Error

کاربری‌ها از گذشته تا حال، تعدادی از نقاط کنترلی برداشت شده در عملیات میدانی نیز که در داخل کاربری مورد نظر قرار می‌گرفتند، برای ارزیابی صحت تصویر سال ۱۹۷۳ به کار گرفته شدند. در نهایت پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه و بررسی صحت آنها - به دلیل اینکه نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی فازی دقیق‌تر بودند - عملیات آشکارسازی تغییرات برای این نقشه‌ها انجام شد؛ که این خود با استفاده از ابزار Croos Tab در نرم‌افزار Idrisi Kilimanjaro (به دلیل فراهم بودن اطلاعات کاملی در مورد تغییر انواع کلاس‌ها به یکدیگر) صورت پذیرفت. آشکارسازی تغییرات برای دوره زمانی ۳۶ ساله (۱۹۷۳-۲۰۰۹) بررسی شده است. شکل ۲ خلاصه‌ای از مراحل انجام تحقیق را نشان می‌دهد.

Earth استفاده گردید. در این تحقیق به علت وجود نقاط کنترلی تکمیلی برای کاربری‌های مذکور در هر دو تصویر - یعنی ۲۰۰۹ و گوگل ارث - از گوگل ارث استفاده شد. در انتخاب نقاط نیز این دقت وجود داشته است که از قسمت‌های میانه کاربری‌ها (به‌منظور حذف تأثیر حاشیه در کلاس‌ها) برداشت گردد تا منابع خطا کاهش یابد. عملیات ارزیابی صحت تصویر MSS سال ۱۹۷۳ به دلیل فاصله زمانی با شرایط فعلی به طور تصادفی از عکس‌های هوایی مربوط به سال ۱۳۴۶ برداشت گردید و عملیات ارزیابی صحت در کل با تعداد ۲۱۲ نقطه کنترلی برای این تصویر انجام گرفت. لازم به ذکر است که با توجه به داشتن شناخت کافی از منطقه مورد مطالعه و همچنین گفت‌وگوهای انجام شده با مردم منطقه در مورد وضعیت برخی از



شکل ۲. نمودار مراحل انجام کار

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نقشه‌های کاربری اراضی

به منظور تولید نقشه‌های نهایی کاربری اراضی، تصاویر حاصل از طبقه‌بندی برای هر کلاس با لایه‌های به دست آمده از آنالیز NDVI در تمام تصاویر با یکدیگر هم‌پوشانی داده شدند و ادغام گردیدند و نقشه‌های کاربری اراضی با دو روش نظارت شده و فازی به دست آمدند. این نقشه‌ها برای تصویر MSS، به دلیل اینکه دو کاربری منبع آب و تأسیسات در آن زمان در منطقه وجود نداشته است، در ۸ کلاس؛ و برای تصویر سال ۲۰۰۹ که جدیدترین تصویر استفاده شده از منطقه برای تهیه نقشه کاربری اراضی است، در ۱۰ کلاس کاربری در هر دو روش با صحت کلی بالاتر از ۸۰ درصد و ضریب کاپا بالاتر از ۰/۸ به دست آمد. همچنین همان گونه که در جدول‌های ۳ و ۴ مشخص است، مقدار صحت کاربری بیش از ۸۰ درصد برای تمام کلاس‌ها پذیرفتنی است؛ اما در تصویر MSS کاربری مرتع فقیر به دلیل صحت پایین برابر با ۲۵ درصد در روش نظارت شده چندان مناسب نیست؛ ولی وضعیت این کاربری در زمانی که با روش فازی طبقه‌بندی شد، با صحت بالاتری همراه بوده است.

همان گونه که در جدول ملاحظه می‌شود، مقدار خطای اضافه که طبق تعریف به طبقه‌بندی ناصحیح پیکسل‌ها در کلاسی گفته می‌شود که واقعاً به آن تعلق ندارند، و همچنین مقدار خطای حذف که مربوط به پیکسل‌هایی است که به کلاس معین تعلق دارند ولی جزو آن کلاس طبقه‌بندی نشده‌اند، در تصویر MSS به دلیل قدرت تفکیک پایین در مقایسه با تصویر TM 2009 - که همزمان با انجام این پژوهش بوده - برای تمام کلاس‌های کاربری در هر دو روش طبقه‌بندی بیشتر است.

به طور مثال، مقدار خطای اضافه ۷۵ درصد و

خطای حذف ۶۶/۶۷ به دست آمده برای کاربری مرتع فقیر با روش نظارت شده در تصویر MSS نشان‌دهنده طبقه‌بندی اشتباه آن در کاربری اراضی بدون پوشش و کاربری مرتع است؛ که از دلایل آن، علاوه بر قدرت تفکیک پایین تصویر MSS شباهت طیفی زیاد کاربری‌های مذکور با یکدیگر است. همچنین در تصویر MSS حدود ۴۰ درصد (خطای حذف) کاربری شهری با به دلیل وسعت کم کاربری در سال ۱۹۷۳، جزو دو کاربری باغ‌ها و زراعت آبی - باغ‌ها طبقه‌بندی شده است و این کاربری با خطای اضافه ۲۵ درصد روش طبقه‌بندی نظارت شده در کلاس باغ‌ها قرار گرفته است.

این میزان خطا در سال ۲۰۰۹ به دلیل افزایش وسعت شهر و همچنین قدرت تفکیک مناسب تصویر TM بسیار کمتر شده است. البته میزان خطای حذف و اضافه برای تمام کاربری‌ها در نقشه‌های تهیه شده با روش فازی به‌ویژه برای سال ۲۰۰۹ بسیار کمتر است، و این نشان از صحت بیشتر روش فازی در تهیه نقشه کاربری اراضی دارد.

نتایج مطالعه وانگ در تهیه نقشه پوشش اراضی با دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال نظارت شده و فازی نیز نشان‌دهنده صحت بالاتر طبقه‌بندی فازی از روش نظارت شده است (Wang, 1990). خداکرمی (۱۳۸۸) برای تهیه نقشه کاربری اراضی دو روش طبقه‌بندی بیشترین احتمال نظارت شده و فازی را به کار گرفت و پس از محاسبه ماتریس خطا، برای طبقه‌بندی فازی صحت بالاتری را در مقایسه با روش نظارت‌شده به دست آورد (Khodakarami, 2009). نقشه‌های حاصل از این دو روش برای تصاویر در دو سال مورد مطالعه شکل‌های ۳ و ۶ نشان داده شده است.

بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه اسفراین خراسان شمالی در چهار دهه گذشته

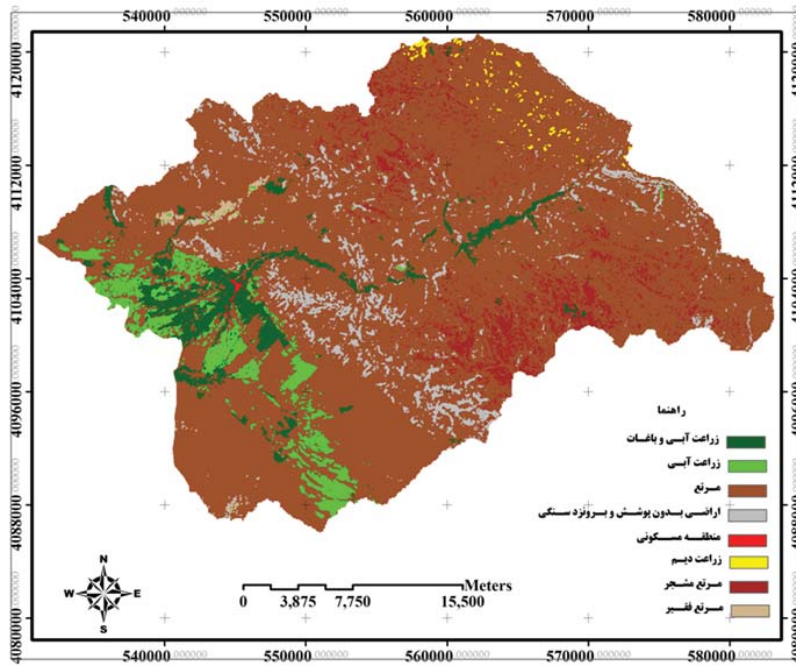
جدول ۳. نتایج ماتریس خطای طبقه‌بندی برای تصویر MSS

طبقه‌بندی فازی			طبقه‌بندی نظارت‌شده					نوع کاربری	
خطای اضافه	خطای حذف	ضریب کاپا	صحت کاربر (درصد)	خطای اضافه	خطای حذف	ضریب کاپا	صحت کاربر (درصد)		
۸/۵۷	۱۳/۵۱	۰/۸۹	۹۱/۴۳	۸/۳۳	۱۰/۸۱	۰/۸۹	۹۱/۶۷	زراعت آبی - باغ‌ها	
۷/۹۴	۹/۳۷۸	۰/۸۸	۹۲/۰۶	۶/۶۷	۱۲/۵۰	۰/۹۰	۹۳/۳۳	زراعت آبی	
۵/۹۷	۱۰	۰/۹۱	۹۴/۰۳	۱۴/۸۶	۱۰	۰/۷۷	۸۵/۱۴	مرتع	
۲۷/۷۸	۷/۱۴	۰/۷۰	۷۲/۲۲	۳۶/۸۴	۱۴/۲۹	۰/۶۰	۶۳/۱۶	اراضی بدون پوشش و برون‌زد سنگی	
۲۵	۴۰	۰/۷۴	۷۵	۲۵	۴۰	۰/۷۴	۷۵	منطقه مسکونی	
۰	۰	۱	۱۰۰	۰	۳۷/۵۰	۱	۱۰۰	زراعت دیم	
۸/۳۳	۰	۰/۹۱	۹۱/۶۷	۰	۹/۰۹	۱	۱۰۰	مرتع مشجر	
۴۰	۰	۰/۵۹	۶۰	۷۵	۶۶/۶۷	۰/۲۳	۲۵	مرتع فقیر	
			صحت کلی	ضریب کاپای کلی			صحت کلی	۸۶/۳۲ درصد	
			۰/۸۷				۰/۸۱		

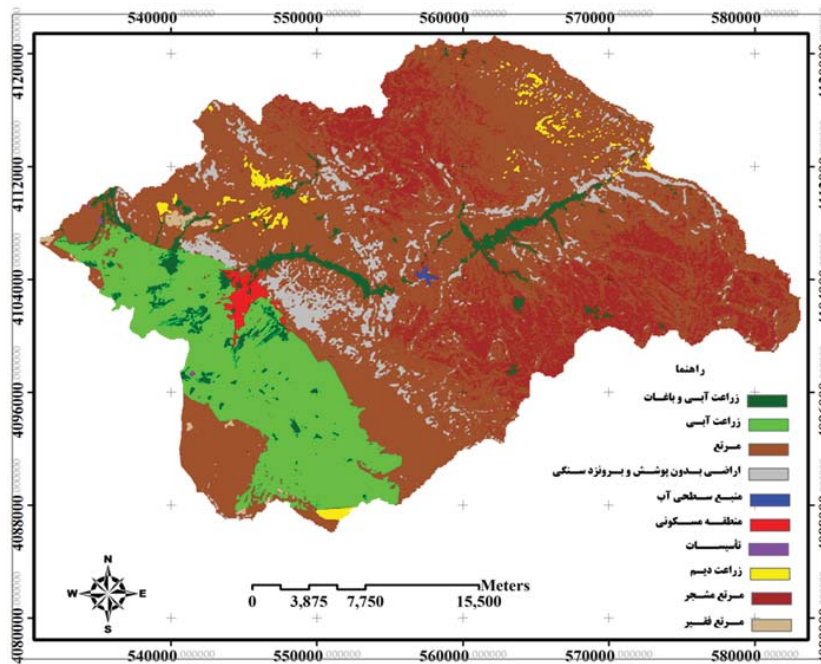
جدول ۴. نتایج ماتریس خطای طبقه‌بندی برای تصویر TM

طبقه‌بندی فازی			طبقه‌بندی نظارت‌شده					نوع کاربری	
خطای اضافه	خطای حذف	ضریب کاپا	صحت کاربر (درصد)	خطای اضافه	خطای حذف	ضریب کاپا	صحت کاربر (درصد)		
۰	۰	۱	۱۰۰	۰	۳۳/۳۳	۱	۱۰۰	زراعت آبی - باغات	
۰	۰	۱	۱۰۰	۱/۶۹	۳/۳۳	۰/۹۷	۹۸/۳۱	زراعت آبی	
۱۳/۴۳	۰	۰/۷۸	۸۶/۵۷	۲۷/۱	۲/۵۹	۰/۵۶	۷۲/۹۰	مرتع	
۸/۳۳	۰	۰/۹۱	۹۱/۶۷	۱۶/۶۷	۹/۰۹	۰/۸۲	۸۳/۳۳	اراضی بدون پوشش و برون‌زد سنگی	
۰	۰	۱	۱۰۰	۰	۰	۱	۱۰۰	منبع سطحی آب	
۰	۰	۱	۱۰۰	۰	۴۰	۱	۱۰۰	منطقه مسکونی	
۰	۰	۱	۱۰۰	۰	۰	۱	۱۰۰	تأسیسات	
۰	۶۷/۸۶	۱	۱۰۰	۱۴/۳	۷۵	۰/۸۶	۸۷/۵۰	زراعت دیم	
۰	۰	۱	۱۰۰	۰	۰	۱	۱۰۰	مرتع مشجر	
۰	۰	۱	۱۰۰	۰	۰	۱	۱۰۰	مرتع فقیر	
			صحت کلی	ضریب کاپای کلی			صحت کلی	۸۴/۹۷ درصد	
			۰/۹۱				۰/۸۰		

نقشه رمضانی و همکاران

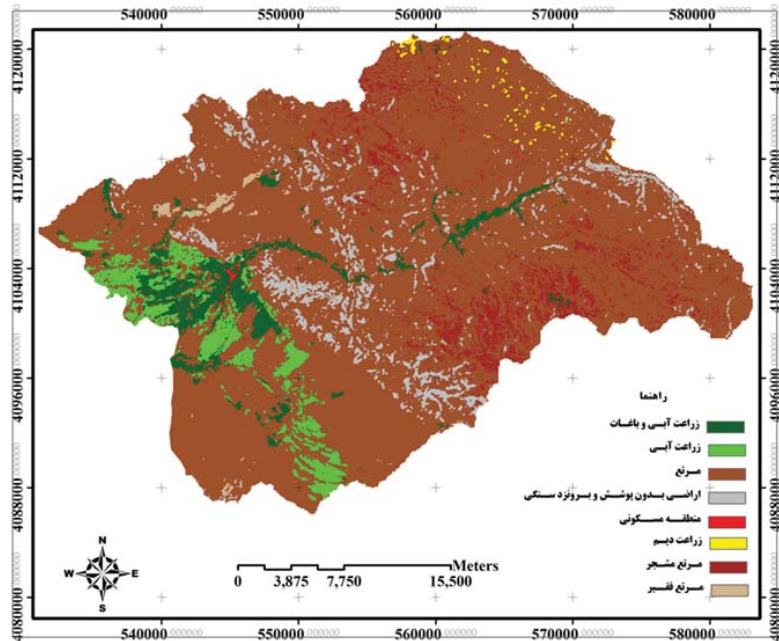


شکل ۳. نقشه طبقه‌بندی نظارت شده تصویر MSS

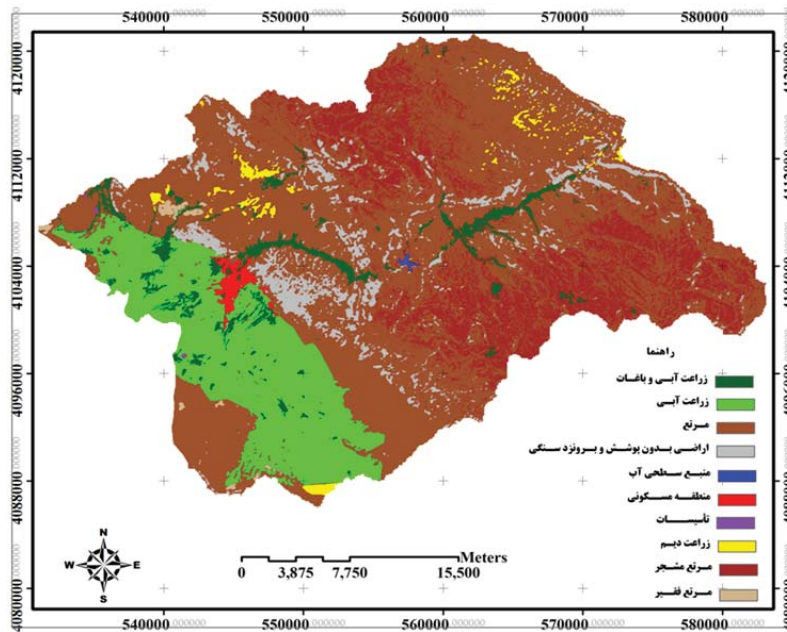


شکل ۴. نقشه طبقه‌بندی نظارت شده تصویر TM

بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه اسفراین خراسان شمالی در چهار دهه گذشته



شکل ۵. نقشه طبقه‌بندی فازی تصویر MSS



شکل ۶. نقشه طبقه‌بندی فازی تصویر TM

۳-۲- آشکارسازی تغییرات

در این پژوهش به منظور آشکارسازی تغییرات از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شد. برای این کار ابتدا طبقه‌بندی تصاویر به صورت جداگانه با دو روش نظارت‌شده و فازی انجام گرفت. سپس تغییرات در طبقات کاربری اراضی در نقشه‌هایی که با روش فازی به دست آمده بودند، به دلیل صحت بالاتر بررسی شدند.

۳-۲-۱- تغییرات کاربری اراضی منطقه مطالعاتی در ۳۶ سال گذشته

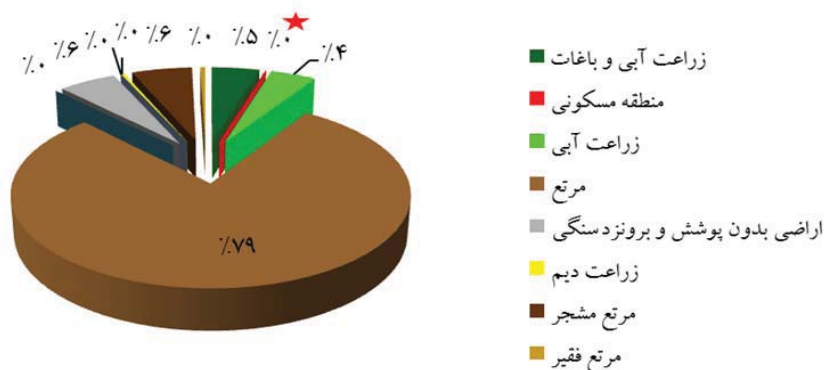
به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی در کل دوره ۳۶ ساله مورد مطالعه (۱۹۷۳ تا ۲۰۰۹) از نقشه‌های کاربری تصویر MSS و TM (۲۰۰۹) استفاده شد. مساحت تغییر کاربری‌ها در کل دوره مطالعه در این بخش به صورت جدول، و درصد مساحت در دو سال در شکل‌های ۷ و ۸ نشان داده شده است. همان‌گونه که در نمودارها و جدول ۵ ملاحظه می‌شود، حدود ۸۰ درصد سطح منطقه (۷۷۸۸۷/۳۵ هکتار) در سال ۱۹۷۳ به مراتع اختصاص داشته که در سال ۲۰۰۹ از این میزان حدود ۲۰ هزار هکتار به کاربری‌های دیگر تبدیل شده و سطح مراتع به ۵۷ درصد سطح حوزه رسیده است. پدیدار شدن کاربری‌هایی چون کارخانه‌های فولاد و لوله‌گستر و سد اسفراین در دهه‌های اخیر از دیگر دلایل این تغییرات در مراتع است. همچنین حدود ۲۸۰۰ هکتار از مراتع بر اثر بهره‌برداری‌های بی‌رویه‌ای چون چرای مفرط دام یا بوته‌کشی به منظور تأمین سوخت و نظایر اینها، تخریب گردیده و به اراضی بدون پوشش تبدیل شده است. مصدق (۲۰۰۴) بوته‌کشی در مراتع اسفراین را مسئله‌ای حاد و مزمن برشمرده است. همچنین در این دوره به دنبال افزایش جمعیت و نیاز به آب و غذا مراتع تخریب و به اراضی زراعی تبدیل شده‌اند و سطح اراضی زراعی از ۴ درصد به ۱۶ درصد حوزه رسیده است. به علاوه، نمودارها نشان از کاهش سطح باغ‌ها در حدود ۱ درصد در این مدت دارند، که این خود نشان دهنده کاهش زراعت توأم با باغداری و

تبدیل آن به زراعت تنهاست. از دلایل آن چه‌بسا بتوان به نیاز کمتر زراعت به آب - در قیاس با باغ‌ها - برای آبیاری اشاره کرد. این تغییر کاربری را خود کشاورزان در پی خشکسالی‌های رخ داده در منطقه، انجام داده‌اند. البته از دلایل دیگر آن، همان‌گونه که در دوره نخست نیز ذکر شد، قدرت تفکیک پایین تصویر سال ۱۹۷۳ است که موجب شده است برخی از قسمت‌هایی که زراعت آبی بودند، در این تصویر براساس آنالیز NDVI به عنوان باغ‌ها استخراج شود و سطح کاربری باغ‌ها نیز در این تصویر زیادتر از واقعیت برآورد گردد. در این دوره، مرتع مشجر نیز بر اثر احیای مراتع و اراضی بدون پوشش واقع در منطقه از ۶ درصد به ۱۶ درصد سطح حوزه رسیده است. ناگفته نماند که کاربری مرتع مشجر در محدوده منطقه حفاظت‌شده ساریگل قرار گرفته است. این منطقه از سال ۱۳۵۲ به‌عنوان منطقه شاه‌جهان تحت حفاظت قرار گرفت و بعد از پیروزی انقلاب اسلامی به منطقه حفاظت‌شده ساریگل تغییر نام یافت و منطقه‌ای امن تعیین شد که چرای احشام در آن ممنوع است. از آن تاریخ حفاظت همراه با بهره‌برداری در حد ظرفیت از منطقه مورد نظر موجب ایجاد منطقه‌ای با پوشش گیاهی مطلوب و گونه‌های جانوری با ارزش گردیده است (Environmental Office Northern Khorasan, 2010).

بدین ترتیب، همان‌گونه که از نتایج این تحقیق نیز برمی‌آید، در دوره زمانی مورد مطالعه مساحت این کاربری افزایش یافته است که خود نشان از احیای مراتع منطقه و رشد جوامع گیاهی مطلوب در آن دارد. دیگر اینکه مساحت منطقه مسکونی در این ۳۶ سال حدوداً ۴ برابر شده است، که ریشه در توسعه شهرنشینی بر اثر افزایش جمعیت و مهاجرت دارد. طبق آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ طی ۱۰ سال گذشته میزان مهاجرت در منطقه تقریباً ۱۴ درصد گزارش شده است و از دلایل آن می‌توان به تحصیل و جست‌وجوی کار و شغل بهتر در قشر جوان با محدوده سنی ۱۵-۴۵ سال اشاره کرد

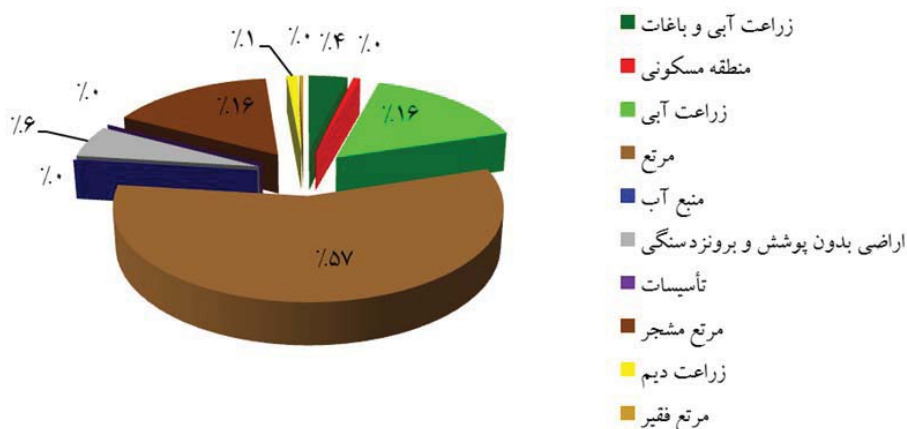
به شهر مهاجرت کردند. جمعیت منطقه طبق آخرین آمار (شهریور ماه ۱۳۸۹) مرکز آمار ایران ۱۲۷,۲۷۳ نفر اعلام شده است (Statistical center of Iran, 2010). در مورد سطح اراضی دیم می‌توان بیان کرد که در این دوره ۳۶ ساله مساحت زراعت دیم در منطقه افزایش یافته و از ۳۱۲ هکتار به ۱۰۵۱ هکتار رسیده است.

(Anonymous, 2009). با تأسیس مراکز صنعتی فولاد و لوله‌گستر در شهرستان، زمینه اشتغال به گونه‌ای فراهم شد که در زمان حاضر این مجتمع حدود ۲۰۰۰ فرصت شغلی را به طور مستقیم و غیرمستقیم ایجاد کرده است که ۸۰ درصد نیروی کار آن را افراد بومی تشکیل می‌دهند و به همین خاطر نیز نیروی کار زیادی



شکل ۷. نمودار درصد مساحت انواع طبقات کاربری اراضی در سال ۱۹۷۳

* درصد صفر در مساحت در این نمودار به ترتیب به کاربری‌هایی چون منطقه مسکونی (۰/۰۵)، مرتع فقیر (۰/۴۶) و زراعت دیم (۰/۳۱) مربوط می‌شود.



شکل ۸. نمودار درصد مساحت انواع طبقات کاربری اراضی در سال ۲۰۰۹

* درصد صفر در مساحت در این نمودار، به ترتیب به کاربری‌هایی چون منطقه مسکونی (۰/۶۷)، مرتع فقیر (۰/۳۶)، تأسیسات (۰/۰۲) و منبع آب (۰/۰۶) مربوط می‌شود.

نقیسه ررضانی و همکاران

جدول ۱. تغییرات مساحت طبقات کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۷۳ (ستون) و ۲۰۰۹ (ردیف) بر حسب هکتار

جمع	مرتع فقیر	مرتع مشجر	زراعت دیم	منطقه مسکونی	اراضی بدون پوشش و برون‌زد سنگی	مرتع	زراعت آبی	زراعت آبی-باغ‌ها	کاربری اراضی
									سال ۱۹۷۳
۳۷۰۹/۲۶	۸/۱	۰	۰	۰	۰	۱۵۲۶/۸۵	۲۲۱/۲۲	۱۹۵۳/۰۹	زراعت آبی-باغ‌ها
۱۵۵۸۶/۰۲	۳۷/۰۸	۰	۰	۰	۰	۹۹۲۲/۰۵	۳۷۵۵/۸۸	۱۸۷۱/۰۱	زراعت آبی
۵۵۹۶۳/۴۴	۲۲۰/۵۹	۱۶۵۴/۲	۲۶۳/۰۷	۰	۲۴۸۱/۷۵	۵۰۹۵۱/۳۴	۱۱۴/۲۱	۲۷۸/۲۸	مرتع
۵۶۲۹/۳۲	۱۶/۱۱	۰	۰	۰	۲۸۲۲/۷۶	۲۷۹۰/۴۵	۰	۰	اراضی بدون پوشش و برون‌زد سنگی
۶۱/۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱۹/۷۱	۰	۴۱/۴	منبع آب
۶۶۳/۹۳	۰	۰	۰	۵۶/۷۹	۰	۱۴۴	۹۷/۴۷	۳۶۵/۶۷	منطقه مسکونی
۲۰/۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵/۶۶	۰	۴/۵	تأسیسات
۱۰۵۱/۴۷	۵۴	۰	۴۹/۵۹	۰	۰	۸۷۶/۰۶	۷۱/۸۲	۰	زراعت دیم
۱۵۶۵۳/۶۱	۰	۵۳/۴۰۶۹	۰	۰	۱۴۴/۹۹	۱۱۴۳۹/۰۹	۰	۰	مرتع مشجر
۳۵۸/۸۳	۱۲۳/۸۴	۰	۰	۰	۲۳/۸۵	۲۰۲/۱۴	۹	۰	مرتع فقیر
۹۸۶۹۷/۱۵	۴۵۹/۷۲	۵۷۲۳/۷۳	۳۱۲/۶۶	۵۶/۷۹	۵۴۷۲/۳۵	۷۷۸۸۷/۳۵	۴۲۶۹/۶	۴۵۱۲/۹۵	جمع

مربع در سال ۱۹۹۷ به ۷۹/۹ کیلومتر مربع در سال ۱۹۸۴ رسیده و مساحت اراضی کشاورزی نیز افزایش یافته است (Dewidar, 2004). همچنین نتایج مطالعه شلرف و همکاران در آلمان در فاصله زمانی ۲۰۰۰-۱۹۸۴ نشان از توسعه شهرنشینی در این منطقه داشت (Schlerf et al., 2007). در حوزه داتونگ چین رشد ۲۱۳ درصد شهرنشینی ناشی از رشد سریع جمعیت شهری و سرعت بالای توسعه اقتصادی طبق مطالعات سان و همکاران (۲۰۰۹) در دوره زمانی ۲۹ ساله (۲۰۰۶-۱۹۷۷) گزارش شده است؛ و افزون بر آن، کاربری کشاورزی نیز در این منطقه به دلیل رشد سریع جمعیت روستایی به میزان ۳۴ درصد افزایش داشته

در سال‌های اخیر تغییرات کاربری و پوشش اراضی به موضوعی محوری و تعیین‌کننده در مطالعات تغییرات محیطی در جهان تبدیل شده است، و مشخصاً به‌منظور مقابله با اختلالات زیست‌محیطی، به کنترل این تحولات توجه می‌شود. بدین منظور آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در مدیریت منابع طبیعی در مناطق مختلف جهان انجام می‌گیرد. برطبق مطالعات دیگر پژوهشگران، در مناطق مختلف توسعه مناطق مسکونی و کشاورزی بر اثر مهاجرات و افزایش شهرنشینی و تخریب مراتع، تغییر عمده‌ای است که دیده می‌شود. نتایج مطالعه دویدار (۲۰۰۲) در مصر حاکی از آن بود که منطقه مسکونی از ۵۴/۷ کیلومتر

سال ۱۳۸۸) در شهرستان اسفراین استفاده شده است، نشان داد که کلاس زراعت آبی بیشترین تغییرات را در میان کاربری‌های موجود در منطقه داشته و در طول ۳۶ سال چهار برابر شده است. علاوه بر آن، توسعه شهر و تأسیسات با سرعت در منطقه در حال افزایش است که این تغییرات به افزایش جمعیت و مهاجرت مربوط می‌شود. علاوه بر اینها، کاربری‌های مرتع و زراعت آبی - باغ‌ها نشان از کاهش جدی داشتند که بخش عمده‌ای از تخریب کاربری‌های مرتع و باغ‌ها به دلیل احداث تأسیسات در آنها بوده است. فلاح‌تکار و همکاران (۱۳۸۸) نیز در مطالعه‌ای، به بررسی تغییرات پوشش اراضی اصفهان در طول چهار دهه پرداختند. نتایج این مطالعه مشخص ساخت که بیشترین توسعه مناطق شهری بین سال‌های ۱۳۵۱ تا ۱۳۶۹ با گسترش متوسط ۵۷۱ هکتار رخ داده، و پوشش گیاهی با متوسط سالانه ۱۲۶۳ هکتار بیشترین تخریب به‌وجود آمده در منطقه بوده است (Falanhatkar, et al., 2009). سفیانیان (۲۰۱۰) در بررسی تغییرات شهر اراک در دوره‌ای ۳۴ ساله (۱۳۸۵-۱۳۵۱) به این نتیجه رسید که مساحت شهر اراک سه برابر شده و از ۱۳۲۴ هکتار به ۴۰۱۱ هکتار رسیده است (Soffianian and Ahmadi Nadoushan, 2010).

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در زمینه منافع حاصل از تغییرات کاربری رخ داده در منطقه مورد مطالعه، از جمله ایجاد اشتغال برای قشر جوان منطقه به عنوان دغدغه اصلی، چه‌بسا بتوان گفت که این تغییر کاربری تا حدی اجتناب‌ناپذیر است. اما علاوه بر توسعه این مراکز صنعتی در زمان حاضر با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، احداث کارخانجات دیگری مانند کارخانه لاستیک‌سازی و تولید سیمان در دست اجراء است. همچنین به‌منظور ایجاد اشتغال در منطقه، روز به روز بر تعداد کوره‌های آجرپزی افزوده می‌شود. قطعاً برای اجرای چنین طرح‌هایی باید منابع طبیعی -

است و ۲۰/۹ درصد از جنگل‌ها بر اثر تبدیل به این دو کاربری از بین رفته و ۷۸/۲ درصد اراضی بایر نیز به زیر کشت و کار قرار گرفته است (Sun, et al., 2009). دیگر اینکه عبدالعزیز و همکارانش (۲۰۰۹) در مصر نشان دادند که در فاصله زمانی ۱۹ ساله (از ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۳) گستره شهرنشینی به دلیل مهاجرت به شهرها به میزان ۲۱۳۰۰ هکتار فزونی گرفته، و اراضی کشاورزی نیز ۱۴ درصد افزایش داشته است (Abdulaziz et al., 2009). جای و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای به بررسی عوامل تخریب سرزمین در چین پرداختند. از جمله نتایج این مطالعه می‌توان به تبدیل بی‌رویه مراتع به اراضی کشاورزی، کشت بی‌رویه، چرای بیش از حد و جنگل‌زدایی اشاره کرد که در زمره مهم‌ترین عوامل تغییر کاربری اراضی و تخریب زمین بوده‌اند (Gao and Liu, 2010).

چن و وانگ (۲۰۱۰) در منطقه دیگری از چین تغییرات کاربری را با استفاده از تکنیک سنجش از دور بررسی کردند. نتایج مطالعه مشخص ساخت که حدود ۳۲ درصد از کل پوشش گیاهی طبیعی به باغ‌ها و مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی تبدیل شده‌اند (Chen and Wang, 2010).

در پایان باید متذکر شد که در زمینه آشکارسازی تغییرات، با توجه به اینکه هر روش به هر حال در بردارنده نکات مثبت و منفی خاصی است، بهتر است روش‌های دیگر آشکارسازی تغییرات نیز در منطقه مورد مطالعه به اجرا درآیند و نتایج آنها با این مطالعه مقایسه گردد و روش مناسب با توجه به شرایط منطقه انتخاب شود.

۴- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق، که در آن از تصاویر چندزمانه ماهواره در دوره لندست برای بررسی تغییرات کاربری اراضی در دوره‌ای ۳۶ ساله (از سال ۱۳۵۲ تا

۵- منابع

- Abdulaziz, A.M., Hurtado, J.J.M. and Al-Douri, R., 2009, **Application of Multi-temporal Landsat Data to Monitor Land Cover Changes in the Eastern Nile Delta Region, Egypt**, International Journal of Remote Sensing, 30, 2977 – 2996.
- Anonymous, 2009, **Detailed Results of 2006 Population and Housing Census (city Esfarayen)**, Ministry of Interior, North Khorasan, Deputy Planning, Statistics and Information Office, Northern Khorasan.
- Ayodeji Opeyemi, Z., 2006, **Change Detection in Land Use and Land Cover Using Remote Sensing Data and GIS (A case study of Ilorin and its environs in Kwara State)**, department of geography, University of Ibadan.
- Beland, M., Goita, K., Bonn, F., and Pham, T. T. H., 2006, **Assessment of Land-cover Changes Related to Shrimp Aquaculture Using Remote Sensing Data: a case study in the Giao Thuy District, Vietnam**, International Journal of Remote Sensing, 27, 1491–1510.
- Campbell, J. B., 1996, **Introduction to Remote Sensing**, edition, S., Guilford New York.
- Chen, Z. and Wang, J., 2010, **Land use and Land Cover Change Detection Using Satellite Remote Sensing Techniques in the Mountainous Three Gorges Area, China**, International Journal of Remote Sensing, 31, 1519 – 1542.
- به‌ویژه مراتع - تخریب شوند. این مسئله می‌بایست کنار تأمین نیازهای مردم در مسیر رسیدن به توسعه پایدار، مورد توجه مسئولان قرار گیرد. از جمله تغییرات مثبت صورت گرفته در منطقه، توسعه ۱۰ درصدی منطقه حفاظت شده ساریگل در این ۳۶ سال است که نشان از اعمال مدیریت مناسب در این منطقه دارد و موجب احیای حدود ۱۲ هزار هکتار از مراتع و اراضی بدون پوشش شده است.
- دانستن اینکه چگونه و کجا تغییر کاربری رخ داده است لزوماً مفیدترین اطلاعات برای مدیریت در زمینه منابع طبیعی نیست بلکه سرعت و دلیل تغییر و عوامل کنترل‌کننده آن نیز باید مشخص گردند. برای پاسخ به پرسش‌هایی از این دست باید فرایند تغییر کاربری اراضی با هدف پیش‌بینی توزیع مکانی کلاس‌های خاص در آینده مدل‌سازی شود. در منطقه مورد مطالعه با توجه به روند رو به رشد جمعیت و گسترش شهرنشینی، برنامه‌ریزی برای موارد گوناگونی چون تأمین اشتغال و مکان زندگی در آینده جزو نیازهای مبرم و ضروری است.
- بنابراین برنامه‌ریزان شهری با پیش‌بینی مساحت و مسیر یا سمت و سوی توسعه شهری در آینده می‌توانند مسیر و جهت مناسب را برای گسترش شهر در اراضی اطراف مشخص سازند. همچنین با توجه به تخریب مراتع منطقه در ۳۶ سال گذشته می‌توان با پیش‌بینی وضعیت آنها در آینده، مراتع با درجات تخریب مختلف را مشخص ساخت و با اجرای عملیات اصلاحی و مدیریتی خاص هر منطقه، به پیشگیری از فرایند تخریب - که قطعاً هزینه کمتری دارد - پرداخت.

- 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, 25, 1565 – 1596.
- Dewidar, K. M., 2004, **Detection of Land Use Land Cover Changes for the Northern Part of the Nile Delta (Burullus region), Egypt**, International Journal of Remote Sensing, 25, 4079-4089.
- Environmental Office Northern Khorasan, 2010, **General Information of Sarygol National Park, Internet, Accessed December, 2010**, available at: www.nkhdoe.ir.
- Falahatkar, S., Saffianian, A. R., Khajedin, S.J. and Ziaei, H. R., 2009, **Isfahan Land Cover Change Detection in the Past 4 Decades Using Remote Sensing**, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 13, 381-396.
- Furby, S.L. and Campbell, N.A., 2001, **Calibrating Images from Different Dates to 'like-Value' Digital Counts**, Remote Sensing of Environment, 77, 186-196.
- Gao, J. and Liu, Y., 2010, **Determination of Land Degradation Causes in Tongyu County, Northeast China via Land Cover Change Detection**, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 12, 9-16.
- Garivani, G. M., 2003, **Desertification Status of North Khorasan**, Iranian Journal of range and desert research, 10, 263-288.
- James, L. F., Young, J. A. and Sanders, K., 2003, **A New Approach to Monitoring Rangelands**, Arid Land Research and Management, 17, 319-328.
- Johnson, R.D. and Kasischke, E.S., 1998, **Change Vector Analysis: A Technique for the Multispectral Monitoring of Land Cover and Condition**, International Journal of Remote Sensing, 19, 411-426.
- Kennedy, R.E., Townsend, Ph. A., Gross, J. E., Bolstad, P., Wang, Y.Q., Adams, Ph., 2009, **Remote Sensing Change Detection Tools for Natural Resource Managers: Understanding Concepts and Tradeoffs in the Design of Landscape Monitoring Projects**, Remote Sensing of Environment, 113, 1382-1396.
- Khodakarami, L., 2009, **Assessment of Non-Point Source Agricultural Pollution Using GIS and RS**, Natural Resources, Isfahan University of Technology.
- Kiage, L.M., Liu, K.B., Walker, N.D., Lam, N. and Huh, O.K., 2007, **Recent Land-cover/use Change Associated with Land Degradation in the Lake Baringo Catchment, Kenya, East Africa: evidence from Landsat TM and ETM+**, International Journal of Remote Sensing, 28, 4285 – 4309.
- Le-Xiang, Q., Hai-Shan, C. and Jie, C., 2006, **Impacts of Land Use and Cover Change on Land Surface Temperature in the Zhujiang Delta**, Pedosphere, 16, 681-689.

- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W., 2000, **Remote Sensing and Image Interpretation**, John Wiley and Sons, New York.
- Lu, D., Mausel, P., Brodizio, E. and Moran, E., 2004, **Change Detection Techniques**, *International Journal of Remote Sensing*, 25, 2365–2407.
- Lu, D. and Weng, Q., 2007, **A Survey of Image Classification Methods and Techniques for Improving Classification Performance**, *International Journal of Remote Sensing*, 28, 823 – 870.
- Mendoza, M.E., Granados, E.L.P., Geneletti, D., Pérez-Salicrup, D.R. and Salinas, V., 2011, **Analysing Land Cover and Land Use Change Processes at Watershed Level: A multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003)**, *Applied Geography*, 31, 237-250.
- Mesdaghi, M., 2004, **Range Management in Iran**, Astane ghods, Mashhad.
- Meyer, W. B., 1995, **Past and Present Land Use and Land Cover in the USA**, *Consequences*, 1, 25-33.
- Raffaele, P., Leone, A. and Boccia, L., 2009, **Land Cover and Land Use Change in the Italian Central Apennines: A Comparison of Assessment Methods**, *Applied Geography*, 29, 35-48.
- Riano, D., Chuvieco, E., Salas, J. and Aguado, I., 2003, **Assessment of Different Topographic Corrections in Landsat-TM Data for Mapping Vegetation Types (2003)**, *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 41, 1056-1061.
- Richard, J.A. and Xiuping, J., 1999, **Remote Sensing Digital Image Analysis**, Springer, New York.
- Sanchez Flores, E. S. and Yool, S. R., 2007, **Sensitivity of Change Vector Analysis to Land Covers Change in an Arid Ecosystem**, *International Journal of Remote Sensing*, 28, 1069–1088.
- Schlerf, M., Borens, S., Seeling, S. and Hill, J., 2007, **Land Use and Land Cover Change Analysis in Rhineland-Palatinate Based on Multi-temporal Image Classification**, *Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz*, 237-245.
- Soffianian, A. and Ahmadi Nadoushan, M., 2010, **Modeling Urban Changes Using Geomod Model in Arak, Iran, 2010**, in 3rd International Conference on Cartography and GIS 15-20 June, Nessebar, Bulgaria.
- Song, C., Woodcock, C.E., Seto, K.C., Lenney, M.P. and Macomber, S.A., 2001, **Classification and Change Detection Using Landsat TM Data: When and How to Correct Atmospheric Effects?**, *Remote Sensing of Environment*, 75, 230-244.
- Srivastava, S.k. and Gupta, D., 2003, **Monitoring of Changes in Land Use/land Cover Using Multi – sensor Satellite Data**, in Map India conference.
- Statistical center of Iran, 2010, **County Population Estimates in the Country in 2010**, Internet, Accessed November 2010, available at: www.amar.org.ir.

Sun, Z., Rui, M. and YanXin, W., 2009, **Using Landsat Data to Determine Land Use Changes in Datong Basin, China**, Environmental Geology, 57.1837-1825.

Vitousek, P.M., 1997, **Human Domination of Earth's Ecosystems** (Vol 277, P. 494, 1997), Science, 278, 21-21.

Wang, F., 1990, **Fuzzy Supervised Classification of Remote-Sensing Images**, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 28, 194-201.