

## بررسی روند تغییرات کاربری- پوشش اراضی استان همدان در سه دهه گذشته با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

جلیل ایمانی هرسینی<sup>۱</sup>، محمد کابلی<sup>۲\*</sup>، جهانگیر فقهی<sup>۳</sup>، علی طاهرزاده<sup>۴</sup>، عاطفه اسدی<sup>۵</sup>

۱. کارشناس ارشد رشته محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲. دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳. دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۴. کارشناس ارشد سنجش از دور سازمان فضایی ایران

۵. کارشناس ارشد رشته مهندسی منابع طبیعی- محیط زیست گرایش زیستگاه‌ها و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست و انرژی،

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۴/۱۸)

### چکیده

در طول زمان، الگوهای پوشش زمین و به دنبال آن کاربری اراضی دچار تغییر اساسی می‌شوند و عامل انسانی می‌تواند بیشترین نقش را در این فرایند ایفا کند. شناسایی این تغییرات می‌تواند به مدیریت آینده منطقه کمک کند. بر این اساس، هدف اصلی این پژوهش، پایش تغییرات کاربری- پوشش اراضی در محدوده استان همدان طی سه دهه اخیر بوده است. بنابراین، تغییرات ایجاد شده در محدوده مطالعه شده، تصاویر سنجنده TM سال ۱۹۸۹، سنجنده ETM سال ۲۰۰۰ ماهواره Landsat و سنجنده LISS3 ماهواره IRS سال ۲۰۰۸ پردازش شد. بعد از اعمال پیش پردازش‌های لازم، عملیات بارزسازی تصاویر اجرا و با بهره‌گیری از روش طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال، نقشه‌های موضوعی کاربری- پوشش اراضی تهیه شد. این نقشه با روش مقایسه پس از طبقه‌بندی به صورت زوجی در دوره اول یعنی بین سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۹ و دوره دوم بین سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۷ مقایسه شد. نتایج نشان‌دهنده این است که مساحت طبقات کاربری- پوشش، اراضی مرتعی و اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای طی سه دهه کاهش یافته است و در مقابل پهنه‌های آبی، اراضی بایر و مناطق مسکونی- صنعتی طی این دوره در حال افزایش بوده‌اند. طبقه درختزارها در دوره اول مطالعه با کاهش و در دوره دوم با افزایش روبه‌رو بوده‌اند، اما اراضی کشاورزی طی دوره اول مطالعه با افزایش مساحت و طی دوره دوم مطالعه با کاهش مواجه شده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که طی سال‌های اخیر زیستگاه‌های حیات وحش در این استان به شدت در معرض نابودی قرار گرفته‌اند.

**کلیدواژه‌گان:** استان همدان، تصاویر ماهواره‌ای، روند تغییرات، کاربری- پوشش اراضی.

## ۱. مقدمه

دست آید. این اطلاعات می‌تواند به میزان زیادی در فرایند تصمیم‌گیری برای آینده و نیز انجام اقداماتی برای بهبود وضعیت کنونی و کاهش اثرات زیان‌بار آنها مؤثر باشد (Yuan, 1998).

## ۲. مواد و روش‌ها

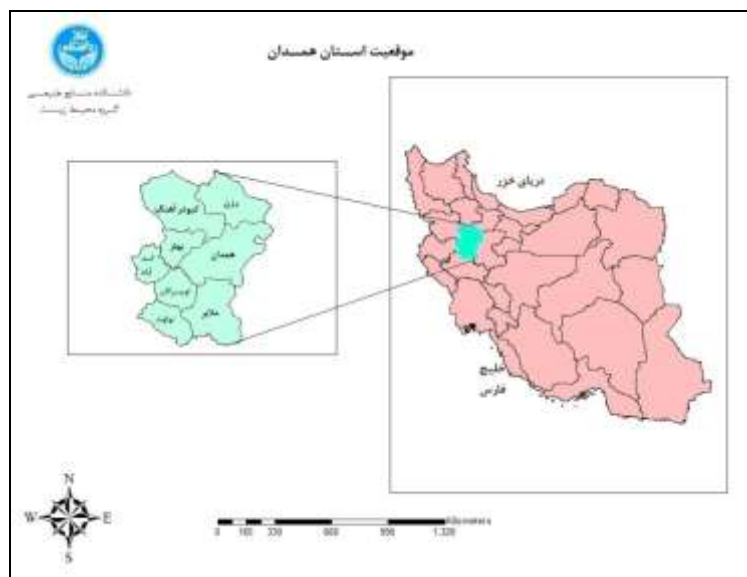
### ۱.۲. معرفی منطقه مطالعه شده

استان همدان در غرب ایران بین ۳۲ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است و بخشی از رشته کوه زاگرس میانی و فلات مرکزی ایران را شامل می‌شود. استان همدان از لحاظ جمعیت، چهاردهمین و از لحاظ مساحت، بیست و سومین استان کشور محسوب می‌شود. جمعیت آن بر پایه سرشماری سال ۱۳۸۵ بالغ بر ۱,۰۷۰,۳۰۲,۲۶۷ نفر بوده است.

استان همدان از شمال به استان‌های زنجان و قزوین، از شرق به استان مرکزی، از جنوب به استان لرستان و از غرب به استان‌های کرمانشاه و کردستان محدود است. این استان وسعتی معادل ۱۹۵۹۰ کیلومتر مربع را شامل می‌شود و براساس آخرین اطلاعات تقسیمات سیاسی کشور (۱۳۸۵)، از هشت شهرستان تشکیل شده است (شکل ۱).

اکوسیستم‌ها در سراسر جهان در هر دو مقیاس زمانی و مکانی در حال تغییرند و علت این تغییرات می‌تواند طبیعی، انسانی یا ترکیبی از این دو باشد (Coppin et al., 2004). تغییر در اکوسیستم‌ها، تغییر در اجزای پوشش گیاهی (Milne, 1988) یا جابه‌جایی مکانی یا طیفی طی زمان تعریف می‌شود (Lund, 1983). تشخیص به‌موقع و دقیق از تغییرات ویژگی‌های سطح زمین پایه و اساس درک بهتر روابط و تعاملات بین انسان و پدیده‌های طبیعی را فراهم می‌کند و سبب مدیریت بهتر و استفاده بهینه از منابع است (Lu, 2004).

در استان همدان به عنوان منطقه مطالعه شده نیز مانند اکثر نقاط دیگر ایران و جهان طی دهه‌های اخیر تغییرات زیادی در اکوسیستم به وقوع پیوسته و نحوه استفاده انسان از طبیعت و منابع آن دستخوش تغییرات زیادی شده است و راهبرد به کار گرفته شده مبتنی بر استفاده بیشتر و به‌دست‌آوردن بازده و کارایی بیشتری از منابع طبیعی موجود بوده است. این امر سبب به‌وجود آمدن تغییرات زیادی در کاربری و پوشش‌های اراضی در سطح استان شده است. در این مطالعه تلاش شده است تا با بررسی این تغییرات طی سه دهه و شناسایی تغییرات، اطلاعات کارآمدی مانند مساحت تغییر و میزان تغییر، توزیع فضایی از نوع تغییر و خط سیر تغییر انواع پوشش - کاربری زمین به



شکل ۱. موقعیت استان همدان و شهرستان‌های آن

## ۲.۲. روش اجرا

پایش تغییرات کاربری اراضی در بازه‌های زمانی از طریق تکنیک سنجش از دور، در مدت زمان کوتاه‌تر، با هزینه کمتر و با دقت بالاتری حاصل می‌شود (Kachhwaha, 1985). حداقل فاصله زمانی برای تشخیص تغییرات پایدار بین تصاویر ماهواره‌ای باید سه سال باشد (Aldrich, 1975)، اما بهترین فاصله زمانی بین تصاویر برای تشخیص تغییرات پایدار بین شش تا پانزده سال برآورد شده است (Gregory et al., 1981).

ابتدا تصاویر ماهواره‌ای استان همدان در سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ از سنجنده‌های TM و ETM+ ماهواره Landsat با توجه به موقعیت استان همدان در فریم‌هایی به شماره ایندکس‌های ۳۵-۱۶۶ و ۳۶-۱۶۶ و تصویر سال ۲۰۰۸ از سنجنده LISS-III ماهواره IRS استان همدان به شماره فریم‌های ۸۰۶۱۲۳۷۲۲۰۰۱ و ۸۰۶۱۲۳۷۲۲۳۰۱ از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح کشور تهیه شد. در زمان انتخاب تصویر برای کاهش خطا کوشش شد تصاویر مربوط به یک بازه زمانی نزدیک به هم، در فصل رویش انتخاب شوند. به همین علت هر سه تصویر از ماه ژوئن انتخاب شد. همچنین از تصاویری استفاده شد که فاقد پوشش ابر بوده و خطای رادیومتریکی در آنها وجود نداشت و بنابراین، نیازی به تصحیح اتمسفری نداشتند (Milne, 1988, Schowengerdt, 1997, Mas, 1999).

از آنجا که تصاویر ماهواره‌ای خطای هندسی دارند و اهمیت تصحیح مکانی دقیق تصاویر چندزمانه کاملاً واضح است (Dai and Townshend et al., 1992; Verbyla & Stow, 1999; Khorram, 1998; Boles 2000; Stow & Carvalho et al., 2001; Chen, 2002)، ابتدا تصاویر از این نظر تصحیح شدند. برای تصحیح هندسی، لازم است از یک نقشه مرجع یا تصویری که قبلاً تصحیحات روی آن انجام گرفته و طول و عرض مشخص دارد، استفاده شود. برای این منظور با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 9.3، تصحیح هندسی تصاویر IRS با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه انجام گرفت. ابتدا موقعیت ۲۰۰ نقطه بر روی نقشه مشخص و سپس موقعیت همان نقاط بر روی تصویر منتقل شد. در این راستا تلاش شد که نقاط

مذکور از پراکنش خوبی برخوردار باشند و بیشتر از نقاط مشخص استفاده شود، زیرا در بعضی موارد به علت مسطح و همگن بودن منطقه، عوارض به خوبی قابل تشخیص نبود. در نهایت پس از انتخاب نقاط با استفاده از معادله چندجمله‌ای خطی و روش نمونه‌گیری از نوع نزدیک‌ترین همسایه، ارزش‌ها و DN پیکسل‌ها از تصویر اولیه به تصویر ایجادشده منتقل و تصحیح هندسی انجام شد. برای این منظور سعی شد که در انتخاب مقدار RMSE مقدار خطا کمتر از یک شود که برای این امر تعدادی از نقاط که خطای زیادی را نشان می‌دادند، حذف شد. طوری که در نهایت با ۱۸۰ نقطه کنترل زمینی مقدار خطای (RMSE خطای جذر میانگین مربعات) به ۰/۱۱ رسید. پس از اصلاح تصاویر LISS3، برای تصحیح هندسی تصاویر سنجنده‌های TM و ETM+ با استفاده از روش تصویر به تصویر با ۲۰۰ نقطه کنترل زمینی و خطای ۰/۰۸ این تصحیح انجام گرفته است. سپس با توجه به وسعت منطقه مطالعه‌شده برای هر دوره مورد نظر دو تصویر موجود بود بنابراین، به منظور سهولت کار و بالابردن دقت تصویر موزاییک شد. پس از موزاییک‌کردن تصاویر به منظور کاهش حجم پردازش و زمان پردازش‌های مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزار ERDAS تصاویر ماهواره‌ای موزاییک‌شده به وسیله مرز استان همدان برش داده شد و تصویر هر باند در تمامی تصاویر برای محدوده مطالعه‌شده تهیه شد.

برای وضوح بهتر تصاویر باندهای مختلف از روش‌های کشش خطی، تبدیل هیستوگرام و کشش خطی اشباع‌شده استفاده شد (Paine & Kiser, 2004). وضوح داده‌های خام معمولاً پایین و تشخیص عوارض غالباً به سختی امکان‌پذیر است. بنابراین، در این پژوهش به منظور افزایش وضوح تصاویر و بهتر نمایان شدن پدیده‌های مختلف روش بارزسازی کشش خطی اعمال شد که با خطاهای جانبی همراه نیست (علوی‌پناه، ۱۳۸۵). به دلیل مقایسه دشوار تصاویر ماهواره‌ای در باندهای مستقل، از شیوه‌های مناسب بارزسازی تصاویر ماهواره‌ای همانند نمایش باندها در یک تصویر استفاده شد. یکی از عمومی‌ترین و کاربردی‌ترین این روش‌ها، استفاده از باندهای قرمز، سبز و آبی در ایجاد تصویر رنگی کاذب (FCC) است. این تصاویر از

جدول ۱. انواع کاربری- پوشش استفاده شده در طبقه بندی

انواع کاربری
اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای
اراضی مرتعی
اراضی کشاورزی
درختزار
مناطق مسکونی و صنعتی
پهنه‌های آبی
مناطق بایر

برای هر نوع پوشش و کاربری می‌توان هر تعداد نمونه آموزشی را با یک ID تعریف کرد اما در کل باید تعداد مناسبی از سلول‌ها برای هر نوع پوشش برای بررسی آماری وجود داشته باشد. یک قانون مهم این است که تعداد سلول‌های هر نمونه آموزشی یا تمام نمونه‌های آموزشی یک کلاس پوشش زمین نباید کمتر از ۱۰ برابر تعداد باندها باشد (Salman Mahiny & Kamyab, 2010). پس از تعیین نقاط تعلیمی، با روش بیشینه احتمال، نقشه کاربری- پوشش اراضی برای دوره‌های مورد نظر تولید شد (شکل‌های ۲، ۳ و ۴).

### ۳. نتایج

یکی از کاربردهای مهم سنجش از دور نمایش تغییرات محیطی است. تغییرات یک فرایند برای تشخیص گوناگونی‌های یک حالت یا پدیده از طریق مشاهده آن در زمان‌های مختلف تعیین می‌شود (Mohammad Smail, 2010).

از نقشه‌های کاربری اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای به‌طور معمول انتظار می‌رود که واحدهای بزرگ و اصلی با دقت حدود ۸۵ درصد تفکیک شود و دقت واحدهای کوچک به این دقت نزدیک باشد (Zobeiry and majd, 2006). به‌منظور برآورد صحت نقشه کاربری- پوشش اراضی ۱۹۸۹ از عکس‌های هوایی سال ۱۹۸۹ تهیه شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور استفاده شد. بر این اساس صحت کل برابر با ۸۵/۷ درصد با ضریب کاپای برابر با ۸۲/۱ درصد به دست آمد. برآورد صحت نقشه کاربری- پوشش اراضی سال ۲۰۰۰ با استفاده از نقشه کاربری-

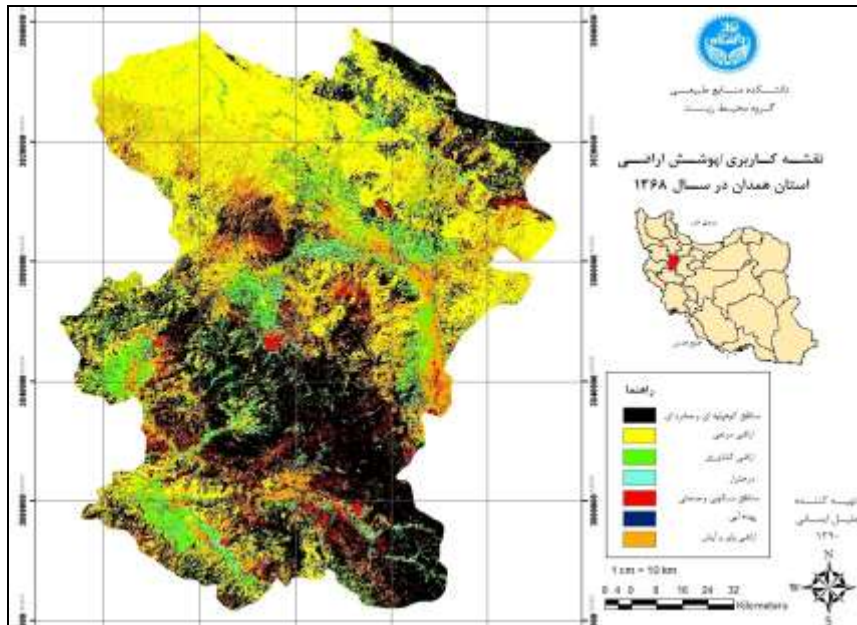
ترکیب حداقل سه باند تصویری در محیط (Blue, Green, Red) به وجود می‌آیند که پس از آشکارسازی با روش‌های موجود، پدیده‌های زمینی با وضوح قابل اعتمادتری در آن‌ها قابل تفسیر و تعبیر هستند (Yamani et al., 2008). در این مطالعه نیز از ترکیب باندهای ۴، ۳ و ۲ با توجه به فاکتور مطلوبیت و مشاهده بصری استفاده شد.

با بررسی نتایج حاصل از مطالعات قبلی پردازش و طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و مقایسه اطلاعات آن با نقشه‌های کاربری اراضی با مقیاس نسبتاً بزرگ و متناسب با مطالعه کاربری اراضی، مشخص می‌شود که طبقه‌بندی تصاویر به صورت نظارت شده برای منطقه مطالعه شده به واقعیت‌های زمینی و نقشه‌های رقومی نزدیک‌تر و از صحت قابل قبولی برخوردار است. به همین منظور با استفاده از نرم‌افزار IDRISI 15، طبقه‌بندی نظارت شده با روش حداکثر احتمال، نقشه کاربری اراضی برای محدوده مطالعه شده طی سه سال مورد نظر تهیه شد. از میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده، روش حداکثر احتمال، دقیق‌ترین و کاربردی‌ترین روش شناخته شده محسوب می‌شود (Makhdom et al., 2007). در روش حداکثر احتمال، احتمال تعلق پیکسل‌ها به هر یک از طبقات محاسبه و براساس بالاترین میزان احتمال، عمل طبقه‌بندی و اختصاص پیکسل‌ها به طبقات صورت می‌گیرد. در این شیوه که روشی آماری جهت طبقه‌بندی است، طبقات هنگام اجرای صحیح این شیوه باید از توزیع نرمال برخوردار باشند. این روش از طبقه‌بندی نیاز به زمان محاسبه طولانی‌تری نسبت به روش‌های دیگر دارد ولی در مجموع نتایج بهتری ارائه می‌دهد (Tso et al., 2001).

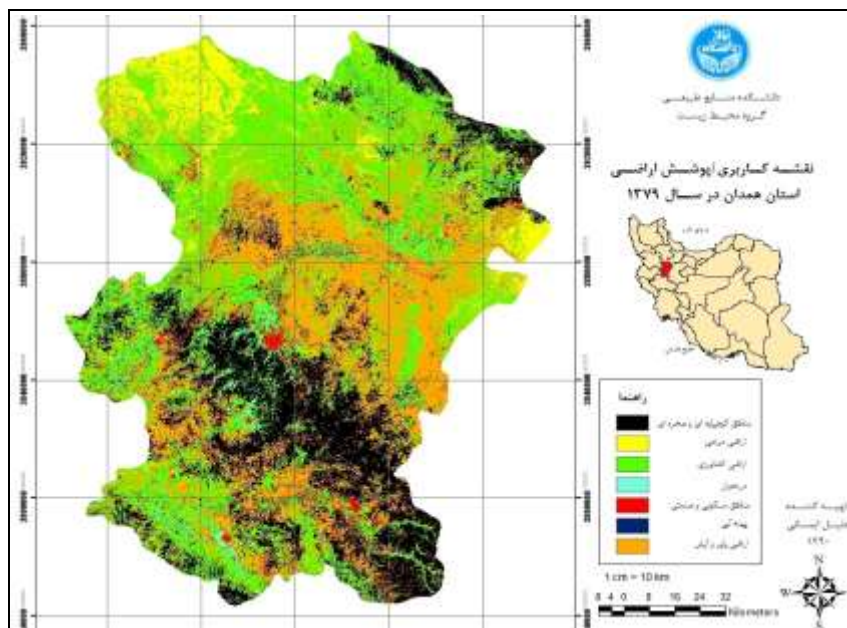
گام اول در انجام طبقه‌بندی نظارت شده، تعیین نوع و تعداد طبقه‌ها است. طبقه‌بندی نظارت شده بر پایه پیش‌شناخت دقیق طبقه‌بندی‌های مورد نظر استوار است. این پیش‌شناخت‌ها به‌منزله نمونه‌های تعلیمی در طبقه‌بندی داده‌ها به کار می‌روند (Li & Yeh, 1998). با توجه به بازدیدهای انجام گرفته از منطقه و تفاوت بازتابی تصاویر ماهواره‌ای و نیز پژوهش‌های انجام گرفته مشابه هفت طبقه کاربری- پوشش برای منطقه مطالعه شده تعریف شد (جدول ۱).

بیانگر درستی بالای طبقه‌بندی است و نشان می‌دهد میزان خطای احتمالی در سطح قابل قبول قرار دارد. براساس نقشه‌های حاصل مساحت هر یک از طبقات کاربری- پوشش اراضی در دوره‌های مطالعه‌شده برای کل استان محاسبه شد. شکل ۵ مقایسه بین مساحت طبقات کاربری- پوشش را در سه دوره مطالعه‌شده نشان می‌دهد.

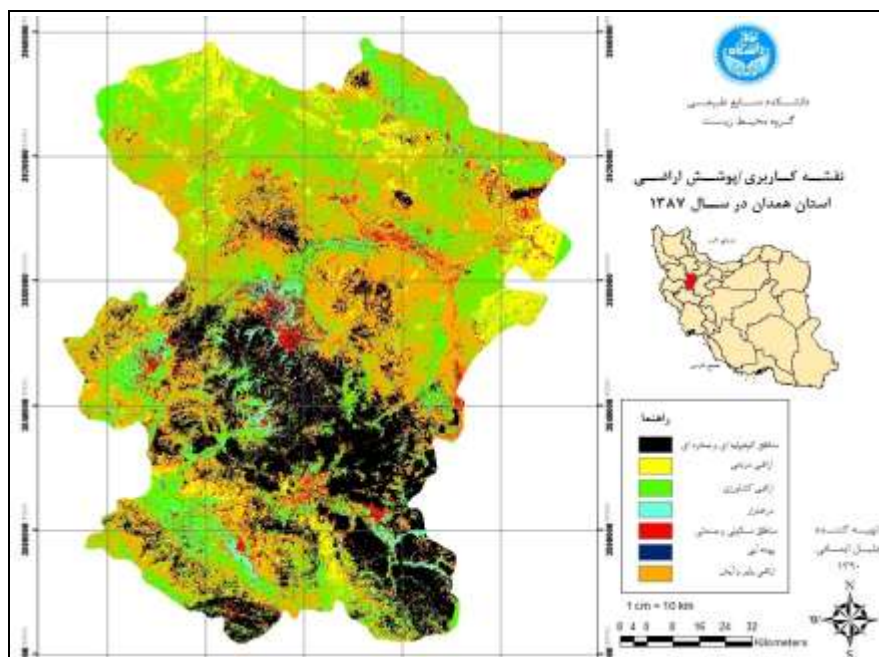
پوشش اراضی سال ۲۰۰۲ سازمان جنگل‌ها و مراتع کل کشور انجام گرفت و بر این اساس صحت کل برابر با ۸۷/۳۳ درصد با ضریب کاپای برابر با ۸۴/۸ درصد محاسبه شد. صحت کل نقشه کاربری- پوشش اراضی سال ۲۰۰۸ نیز با استفاده از برداشت زمینی به وسیله GPS برابر با ۸۸/۶۷ درصد با ضریب کاپای برابر با ۸۶/۴ درصد به دست آمد. این میزان صحت برای نقشه‌های تهیه‌شده



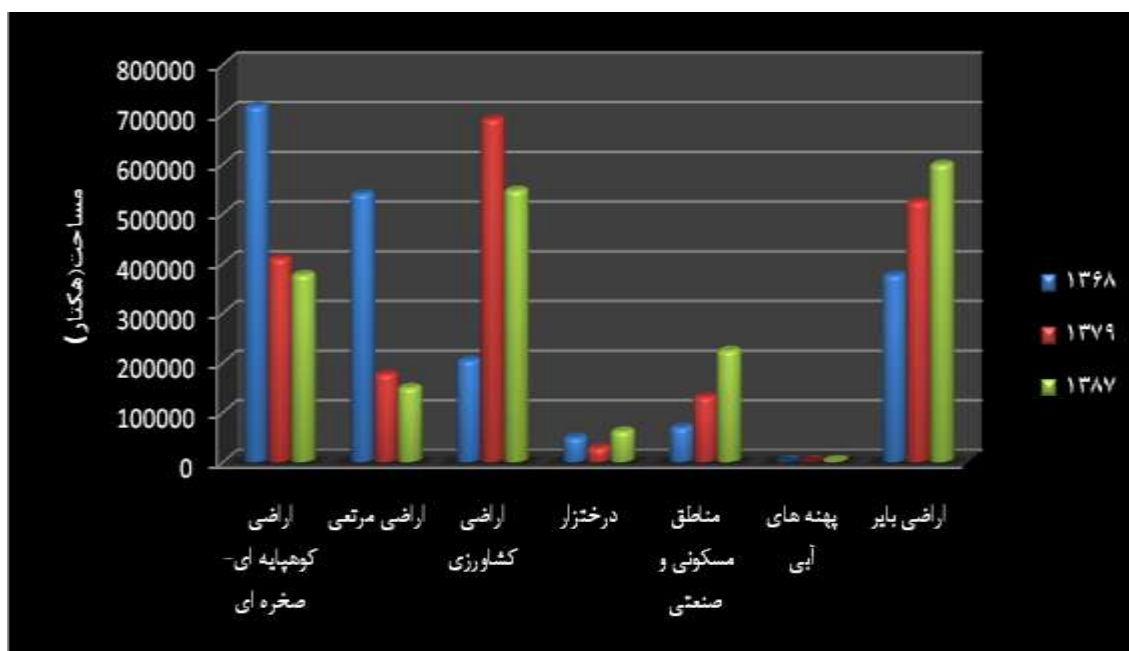
شکل ۲. نقشه کاربری- پوشش اراضی استان همدان در سال ۱۳۶۸



شکل ۳. نقشه کاربری- پوشش اراضی استان همدان در سال ۱۳۷۹



شکل ۴. نقشه کاربری - پوشش اراضی استان همدان در سال ۱۳۸۷



شکل ۵. مقایسه مساحت کاربری - پوشش اراضی در دوره های زمانی مطالعه شده

در سه دهه گذشته استفاده شد. براساس بررسی روندی که به صورت زوجی و بین سال های ۱۳۶۸ با ۱۳۷۹ و همچنین بین سال های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۷ انجام شده (جدول ۲) نحوه تبدیل این طبقات را به یکدیگر نشان می دهد.

بررسی روند تغییرات عبارت است از تعیین تغییرات در مورد یک موضوع یا یک پدیده در دوره زمانی معین (Coppin et al., 2004). در این مطالعه پس از استخراج نقشه های کاربری اراضی در سال های مورد نظر از روش مقایسه پس از طبقه بندی برای تهیه ماتریس تغییرات و بررسی روند تغییرات استان همدان

جدول ۲. ماتریس میزان تغییرات کاربری‌ها به یکدیگر طی دو دوره مطالعه شده

میزان تبدیل کاربری‌ها بین سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۷ (هکتار)	میزان تبدیل کاربری‌ها بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۷۹ (هکتار)	نحوه تبدیل طبقات به یکدیگر	میزان تبدیل کاربری‌ها بین سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۷ (هکتار)	میزان تبدیل کاربری‌ها بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۷۹ (هکتار)	نحوه تبدیل طبقات به یکدیگر
۴/۸۶	-	پهنه آبی به درختزار	۱۷۵۰۷۴/۳۷	۳۵۲۸۲۴/۰۳	اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای به اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای
۱۶۷۶۸/۷۰	۱۶۵۴/۶۵	اراضی بایر به درختزار	۴۷۱۹/۳۳	۱۳۹۰۷/۸۰	اراضی مرتعی به اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای
۲۳۴۱۳/۱۴	۲۳۴۴۷/۱۶	اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای به مناطق مسکونی و صنعتی	۸۹۷۰۷/۹۴	۲۱۱۲۴/۶۲	اراضی کشاورزی به اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای
۴۶۱۶/۶۴	۲۷۶۵/۴۳	اراضی مرتعی به مناطق مسکونی و صنعتی	۸۰۵۳/۲۰	۵۰۸۲/۵۷	درختزار به اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای
۳۳۱۰۹/۳۷	۵۸۹۱/۴۰	اراضی کشاورزی به مناطق مسکونی و صنعتی	۹۹۰۹۶/۰۲	۱۶۲۶۹/۴۸	اراضی بایر به اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای
۲۱۹۳/۱۲	۲۴۵۱/۷۸	درختزار به مناطق مسکونی و صنعتی	۱۴۰۴۳/۹۶	۴۵۵۷/۳۳	اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای به اراضی مرتعی
۱۳۱۱۳۳/۳۳	۷۴۴۸۰/۴۹	مناطق مسکونی و صنعتی به مناطق مسکونی و صنعتی	۴۴۴۵۹/۷۲	۱۴۱۶۵۹/۹۱	اراضی مرتعی به اراضی مرتعی
۲۹۶۴۸/۵۱	۲۲۰۹۷/۰۷	اراضی بایر به مناطق مسکونی و صنعتی	۵۸۷۴۷/۳۱	۱۱۲۹۴/۱۰	اراضی کشاورزی به اراضی مرتعی
۶۶۱/۱۴	۲۴/۹۳	اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای به پهنه آبی	۱۱۷۴/۰۵	۵۱۸/۱۳	درختزار به اراضی مرتعی
۴۰/۵۹	۲/۹۷	اراضی مرتعی به پهنه آبی	۳۱۱۹۷/۲۴	۱۸۷۶۳/۸۳	اراضی بایر به اراضی مرتعی
۳۴۲/۴۵	۴/۰۵	اراضی کشاورزی به پهنه آبی	۸۸۴۳۰/۵۷	۱۵۸۴۶۸/۰۵	اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای به اراضی کشاورزی
-	۰/۹۰	درختزار به پهنه آبی	۷۲۶۸۶/۱۵	۲۶۲۳۲۷/۵۰	اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی
۷۳/۰۸	۲۳/۵۸	پهنه آبی به پهنه آبی	۲۳۲۴۴۱/۹۱	۱۲۰۳۴۹/۵۳	اراضی کشاورزی به اراضی کشاورزی
۲۳۸/۸۵	۲۳/۴۰	اراضی بایر به پهنه آبی	۶۸۷۳/۲۰	۲۹۷۲۱/۶۰	درختزار به اراضی کشاورزی
۱۱۸۷۶۶/۳۳	۱۷۰۹۴۶/۴۵	اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای به اراضی بایر و آیش	۱۱/۵۲	-	پهنه آبی به اراضی کشاورزی
۴۸۵۷۴/۵۲	۱۱۸۰۱۶/۹۰	اراضی مرتعی به اراضی بایر و آیش	۱۴۶۰۸۳/۶۶	۱۱۹۰۲۴/۱۹	اراضی بایر به اراضی کشاورزی
۲۵۷۳۲۷/۲۵	۳۳۸۰۷/۷۰	اراضی کشاورزی به اراضی بایر و آیش	۱۹۱۷۲/۴۳	۴۹۰۸/۸۷	اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای به باغ
۸۹۳۶/۰۱	۲۴۴۱/۳۴	درختزار به اراضی بایر و آیش	۲۲۶۳/۴۰	۱۰۱۷/۴۵	اراضی مرتعی به درختزار
۱۶۵۰۹۵/۲۴	۱۹۸۰۲۵/۵۶	اراضی بایر به اراضی بایر و آیش	۲۲۱۷۱/۳۲	۱۲۱۴۷/۵۷	اراضی کشاورزی به درختزار
			۱۷۰۴/۶۹	۸۹۸۳/۴۴	درختزار به درختزار



#### ۴. بحث و نتیجه گیری

با بررسی صحت نتایج حاصل از پردازش و طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و مقایسه اطلاعات آن با نقشه‌های کاربری- پوشش اراضی با مقیاس به نسبت بزرگ و متناسب با مطالعه کاربری- پوشش اراضی، مشخص می‌شود که طبقه‌بندی تصاویر به صورت نظارت‌شده برای منطقه مطالعه‌شده به واقعیت‌های زمینی و نقشه‌های رقومی نزدیک‌تر و از صحت قابل قبولی برخوردار است. با توجه به اینکه نتایج پردازش و تفسیر داده‌های سنجش از دور از منابع معتبر و نزدیک به وضعیت موجود به شمار می‌آید، می‌توان نتیجه گرفت که تهیه نقشه‌های کاربری- پوشش اراضی برای مقاطع زمانی با به‌کارگیری این داده‌های سنجش از دور سریع‌تر صورت می‌گیرد، نقشه‌های موجود نیز بهنگام می‌شود و عملیات پایش با صرف هزینه کمتر به اجرا در می‌آید. پایگاه داده‌های منطقه‌ای حاصل از تکنیک دورکاوی سامانه‌های اطلاعاتی برای تشخیص و نمایش الگوهای رشد، همچنین تأثیر عمق پیشرفت کاربری‌های مختلف برای مدیریت و تصمیم‌گیری‌ها کمک مؤثری هستند.

تشخیص و تمایز پوشش و کاربری زمین و مشخص کردن مناطق آسیب‌دیده منابع طبیعی و کشاورزی، از جمله مهم‌ترین کاربردهای داده‌های ماهواره‌ای است و نتایج این مطالعه نشان داد که تصاویر ماهواره‌ای IRS و LANDSAT توانایی بالایی برای تهیه نقشه‌های کاربری- پوشش اراضی در سطح وسیع با صحت قابل قبول دارند که این با نتایج (Nazari Samani et al., 2010; Borri, et al., 2006.; Srivastava & Khalaghi, 2007; Gupta, D. 2003.; Barkhordari, 2005; Fan et al., 2008) مطابقت دارد.

براساس نتایج، طبقه‌بندی تصاویر به روش نظارت‌شده و بررسی روند تغییرات با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی ابزار مناسبی برای پایش تغییرات کاربری- پوشش اراضی است که این مورد با نتایج تحقیقات (Yuan et al., 2005.; Singh, 1989.; Jensen, 1996.; Symeonakis, 1999.; Carlson & Sanchez-Azofeifa, 1999.; Coppin, 2006.; Barkhordari, 2004) مطابقت دارد.

با توجه به صحت‌های تعیین‌شده این نقشه‌ها

قابلیت استفاده در بررسی روند تغییرات را دارند و به همین دلیل به صورت دو به دو با رعایت دوره زمانی مقایسه شدند و با توجه به این نتایج می‌توان گفت اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای استان تقریباً در دوره زمانی اول تغییرات زیادی داشته‌اند و مقداری از مساحت این نوع پوشش کاسته شده است که بیشترین تغییرات در تبدیل این نوع پوشش به کاربری‌های اراضی کشاورزی برابر با ۱۵۸۴۶۸/۰۵ هکتار، به اراضی بایر برابر با ۱۷۰۹۴۶/۴۵ هکتار، مناطق مسکونی ۲۳۴۴۷.۱۶۰۱۵۶۳ و درختزار و درنهایت به مقدار کمی نیز به پهنه‌های آبی تبدیل شده است و تنها ۳۵۲۸۲۴/۰۳ هکتار از این نوع کاربری بدون تغییر باقی مانده است. در دو مورد اول تغییرات می‌توان دلایلی نظیر شخم‌زدن کوهپایه‌ها و گسترش زمین‌های اراضی کشاورزی با توجه به توسعه امکانات به سرحدات مناطق کوهستانی برای این امر ذکر کرد. تبدیل اراضی کوهپایه‌ای به مناطق مسکونی و صنعتی نیز با توجه به افزایش جمعیت و نیز گسترش روستاها به‌منظور نزدیکی به مناطق اراضی کشاورزی منطقی به نظر می‌رسد و دلیل تبدیل مقداری از این کاربری به پهنه آبی احداث سد و آبگیری سد است.

در بخش کاربری اراضی مرتعی ۲۶۲۳۲۷/۵ هکتار از اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی تبدیل شده‌اند و ۱۱۸۰۱۶/۹ هکتار از این اراضی نیز به اراضی بایر تبدیل شده‌اند که این امر نشان‌دهنده تغییرات زیاد و تبدیل گسترده در این اراضی است که از دلایل مهم آن می‌توان به جنس مرغوب زمین برای اراضی کشاورزی و گسترش امکانات اراضی کشاورزی اشاره کرد.

نتایج این پژوهش نشان داده است مساحت اراضی زیر کشت طی این سال‌ها در این استان افزایش یافته است. بیشترین اراضی تبدیل‌شده به اراضی کشاورزی، مراتع و اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای و در رتبه بعدی اراضی بایر بوده است. این نشان از افزایش سطح زیر کشت و مکانیزه‌شدن اراضی کشاورزی در استان همدان دارد. آمارهای داده‌شده توسط وزارت جهاد کشاورزی نیز نشان می‌دهد که احداث چاه‌های آب عمیق و نیمه‌عمیق در این دوره افزایش یافته است که این امر خود زمینه را برای به زیر کشت بردن اراضی افزایش داده است.



قبل و رها سازی آن‌ها به دلیل بازدهی نداشتن در این دوره دارد. در واقع در اراضی بایر و دیمزار رها شده به دلیل رویش گیاهان مهاجم از جمله *Glycyrrhiza Astragalus verus* و *Centurea virgata glabera* به نوعی زمین حالت مرتعی به خود گرفته است.

در مورد کاربری اراضی کشاورزی برخلاف دوره قبل که به میزان ۴۸۹۲۱۷/۶ هکتار به مساحت زمین‌های اراضی کشاورزی افزوده شده بود بین سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۷ به میزان ۱۴۳۵۹۰/۵۶ هکتار از مساحت کلی این کاربری کاسته شده است که در حدود ۸۹۷۰۷/۹۴ هکتار به اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای، ۵۸۷۴۷/۳۱ هکتار به اراضی مرتعی، ۲۲۱۷۱/۳۲ هکتار به درختزار و ۲۵۷۳۲۷/۲۵ هکتار به اراضی بایر تبدیل شده است. به دلیل آنکه اکثر اراضی کشاورزی منطقه بر دامنه‌های شیبدار قرار گرفته‌اند و بر اثر تغییر کاربری از اراضی جنگلی و مرتعی به کشاورزی، خاک و مواد حاصل خیز این اراضی شسته شده و به مرور زمان رها می‌شوند. بنابراین، با تحولات انجام شده در طول چندین سال و بر اثر گردش صورت گرفته مرتع به دیمزار و دیمزار به اراضی بایر و کم‌بازده به سمت اراضی مرتعی تخریب شده در حرکت بوده است. به عبارت دیگر اگرچه اراضی رها شده به سمت افزایش پوشش گیاهی سطحی پیش خواهند رفت ولی به دلیل کاهش بازده زمین این اراضی قابلیت بازگشت به شرایط مرتع اولیه را نخواهند داشت. مطالعه انجام شده در مکزیك نیز نشان دهنده آن بوده است که بر اثر رها شدن دیمزارها به سبب خاک ضعیف و گذشت زمان و تغییر و تحولات ایجاد شده، وسعت اراضی مرتعی و بیشه‌زار افزایش یافته است. به عبارت دیگر اراضی رها شده به اراضی مرتعی و بیشه‌زار تغییر وضعیت داده‌اند (Lopez et al., 2005).

طی این سال‌ها ۸۸۴۳۰/۵۷ هکتار از اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای، ۷۲۶۸۶/۱۵ هکتار از اراضی مرتعی و ۱۴۶۰۸۳/۶۶ هکتار از اراضی بایر نیز به اراضی کشاورزی تبدیل شده‌اند که براساس این تغییرات می‌توان گفت این کاربری دچار تغییرات بسیار زیادی در طی زمان بوده است.

درختزارهای استان برخلاف دوره قبلی مطالعه شده که حدود ۲۰۲۶۵/۵ کاهش در مساحت در آن به وقوع

در بخش کاربری درختزار تغییرات زیادی وجود ندارد و فقط تبدیل ۱۲۱۴۷/۵۷ هکتار از اراضی کشاورزی به درختزار از مهم‌ترین تغییرات رخ داده در این کاربری بوده است. این مورد به دلیل افزایش سطح باغ‌های میوه در استان بوده است. طی این دوره زمانی به مساحت مناطق مسکونی و صنعتی نیز افزوده شده است و حدود ۲۳۴۴۷/۱۶ هکتار از اراضی کوهپایه‌ای- صخره‌ای و ۲۲۰۹۷/۰۷ هکتار از اراضی بایر به مناطق مسکونی و صنعتی تبدیل شده‌اند. به نظر می‌رسد که با توجه به رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای سکونتگاه این تبدیل اراضی طبیعی به مناطق انسان‌ساخت اتفاق افتاده است.

از سوی دیگر مقایسه نقشه‌های سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۷ نشان دهنده روند تغییرات درخور توجه در این دوره زمانی است به نحوی که ۸۹۷۰۷/۹۴ هکتار از اراضی کشاورزی و ۹۹۰۹۶/۰۲ هکتار از اراضی بایر به مناطق با پوشش یا برون‌زدگی سنگی تبدیل شده‌اند. یکی از دلایل احتمالی این موارد می‌تواند تغییرات ناشی از فرسایش‌های ایجاد شده در منطقه باشد. همچنین عامل دیگر در این خصوص را می‌توان به رها شدن زمین‌های اراضی کشاورزی نسبت داد که فاقد توان لازم برای اراضی کشاورزی بوده‌اند و یا طی زمان دچار فرسایش و رخنمون‌های سنگی شده‌اند. این امر با توجه به شیب زیاد اکثر این اراضی رها شده و شخم نامناسب در جهت شیب سبب فرسایش شدید در این اراضی و به وجود آمدن بیرون‌زدگی‌های سنگی در این مناطق شده است. از سوی دیگر تنها ۱۷۵۰۷۴/۳۷ هکتار از این کاربری طی دوره زمانی ثابت باقی مانده و بقیه این اراضی به سایر کاربری‌ها مخصوصاً اراضی کشاورزی و درختزار تبدیل شده‌اند. علاوه بر این ۷۲۶۸۶/۱۵ هکتار از اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی و ۴۸۵۷۴/۵۲ هکتار به اراضی بایر تبدیل شده است که نشان از دگرگونی وسیع در اراضی مرتعی دارد و فقط ۴۴۴۵۹/۷۲ هکتار از اراضی مرتعی بدون تغییر باقی مانده‌اند. اما در این دوره ۵۸۷۴۷/۳۱ هکتار از اراضی کشاورزی و ۳۱۱۹۷/۲۴ هکتار از اراضی بایر به اراضی مرتعی تبدیل شده‌اند که این امر نیز به علت رها سازی اراضی کشاورزی به دلیل بازدهی ناکافی برمی‌گردد که این نشان از هجوم مردم به اراضی مرتعی در دوره‌های

مناطق طبیعی شده است. این امر با توجه به رشد جمعیت و گسترش تکنولوژی در سال‌های اخیر در بسیاری از مناطق جهان رخ داده است و نتایج پژوهش‌های بسیاری در این زمینه از جمله (Gomarasca, 1993; Carlson, 2000; Xiao *et al.*, 2006; Tole, 2008; Pelorosso *et al.*, 2009) با این یافته‌ها همخوانی دارد. متأسفانه بروز چنین تغییرات وسیعی در پوشش- کاربری اراضی این استان زیستگاه‌های حیات وحش در این استان را به شدت دستخوش کاهش کرده و بروز تقابلات اخیر بین انسان و حیات وحش (به‌ویژه حملات اخیر گرگ‌ها به انسان و دام) بی‌ارتباط با چنین تغییرات درخور توجه در پوشش- کاربری اراضی این استان نیست.

### سپاسگزاری

بدین وسیله، از همکاری آقایان مهندس نوری، مهندس عربی‌نژاد و کلیه محیط‌بانان زحمتکش اداره کل محیط‌زیست استان همدان که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند تشکر می‌شود. هزینه این پژوهش از محل طرح پژوهشی مشترک اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان همدان و دانشگاه تهران تأمین شده است.

پیوسته بود که از دلایل آن می‌توان به از بین رفتن جنگل‌های طبیعی استان طی این دوره اشاره کرد. در سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۷ به میزان ۳۶۴۳۵/۲۴ هکتار به مساحت این طبقه افزوده شده است که دلیل این امر می‌تواند افزایش سطح باغ‌ها و نیز جنگل‌کاری‌های دست‌کاشت در سطح استان باشد.

کاربری مناطق مسکونی و صنعتی نیز در این دوره با افزایش مساحتی برابر با ۲۷۹۶۰/۵۷ هکتار روبه‌رو بوده است که بیشترین تبدیل به این کاربری نیز در کاربری اراضی کشاورزی و بعد از آن کاربری اراضی بایر بوده است. کاربری طبقه شش نیز مانند دوره قبل با افزایش مساحت روبه‌رو بوده است و ۱۳۵۱/۳۵ هکتار به مساحت پهنه‌های آبی استان افزوده شده است.

در این دوره نیز ۱۳۳۱۷۰/۶۳ هکتار به مساحت اراضی بایر افزوده شده است که مهم‌ترین دلیل این افزایش، تبدیل بخشی از اراضی کشاورزی به اراضی بایر بوده است.

به‌طور کلی، روند تغییرات کاربری- پوشش اراضی استان همدان در سال‌های مطالعه‌شده در جهت تبدیل اراضی طبیعی به مناطق تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی بوده است که منجر به از دست رفتن سطح زیادی از

## REFERENCES

1. Aldrich, R. C., 1975. Detecting disturbances in a forest environment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 141, 39-48.
2. Barkhordari, j., Mehrjerdi, M. Z., Khosroshahi, M., 2006. Land cover change detection in Minab watershed using RS and GIS techniques. *Congress of Map Middle East, Dubai*.
3. Borri, D., Caprioli, M., Tarantino, E, 2004. Spatial Information Extraction from VHR Satellite Data to Detect Land Cover Transformations. PhD Thesis. Polytechnic University of Bari, Italy, 215 p.
4. Carlson, T. N., Sanchez-Azofeifa, G. A., 1999. Satellite remote sensing of land use change in around Senjose, Costa Rica. *Remote Sensing of Environment* 17, 247-256.
5. Carlson, T. N., 2000. The impact of land use-land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective. *Global and Planetary Change*, 25, 49-65.
6. Carvalho, L. M. T., Fonseca, L. M. G., Murtagh, F., Cleves, J. G. P. W., 2001. Digital change detection with the aid of multiresolution wavelet analysis. *International Journal of Remote Sensing* 22, 3871-3876.
7. Coppin, P. I., Jonckheere, K., Nackaerts, Muys, B., 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. *Remote Sensing*, 25 (9), 1565-1596.
8. Dai, X. L., Khorram, S., 1998. The effects of image misregistration on the accuracy of remotely sensed change detection. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 36, 1566-1577.
9. Fan, F., Wang, Y., Wang, Z. 2008. Temporal and spatial change detecting (1998-2003) and predicting of land use and land cover in Core corridor of Pearl River Delta (China) by using TM and ETM+ Images, *Environmental Monitoring and Assessment*, 137 (1), 127-147.

10. Gomasca, M. A., 1993. One century of land use changes in the metropolitan area of Milan (Italy). *International Journal of Remote Sensing*, 14 (2), 211-223.
11. Gregory, M. S., Walsh, S. J., Vitek, J. D., 1981. Mechanics of monitoring forest clearcuts and their regeneration. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data with Special Emphasis on Range, Forest, and Wetlands Assessment, Purdue University, West Lafayette, IN, USA (WestLafayette, IN: Purdue University). pp. 520-527.
12. Jensen, J., 1996. Introductory digital image processing: a remote sensing perspective. Prentice-Hall Press, New Jersey, 316 p.
13. Kachhwaha T. S., 1985. Temporal Monitoring of forest land for change detectives and forest cover mapping through satellite remote sensing techniques, Proceedings of the 6<sup>th</sup> Asian Conference on Remote Sensing, Hyderabad, India , 276-281.
14. Khalaghi, S. 2006. Monitoring of shore line of Khazar Sea. MSc thesis. Faculty of Literature and Human Science. Tabriz, 122 p. (In Persian).
16. Latifi, H., Dj. Oladi, S., Saroei, Jalilvand, H., 2005. An Evaluation of ETM+ Data Capability to Provide "Forest-Shrub land- Range" Map (A Case Study of Neka- Zalemroud Region- Mazandaran- ran). Proceedings of ISRS 2005, Jeju- South Korea. pp. 403-407.
17. Li, X., Yeh, A. G. O., 1998. Principal component analysis of stacked multitemporal images for the monitoring of rapid urban expansion in the Pearl River Delta. *International Journal of Remote Sensing* 19, 1501-1518.
18. Lopez, E., Bocco, G., Menduza, M., Valezquez, A., Aguirre Rivera, J. R., 2005. Peasant emigration and land-use change at the watershed level: A GIS-based approach in Central Mexico. *Agricultural Systems*, pp. 62-78.
19. Lu, D. S., Mausel, P., Brondizio, E. S., Moran, E., 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*. 25 (12), 2365-2407.
20. Mas, J. F., 1999. Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*. 20, 139-152.
21. Makhdom, M., Darvishsefat, A., Jafarzadeh, H., Makhdom, A., 2007. Environmental Evaluation and Planning by Geographic Information System. Tehran University, 307 p.
22. Milne, A. K., 1988. Change direction analysis using Landsat imagery: a review of methodology. Proceedings of the IGARSS'88 Symposium Edinburgh, Scotland, ESA SP-284 (Noordwijk, Netherlands: ESA), pp. 541-544.
23. Mohammad Smail, Z., 2010. Economical and spatial dimension checking Land use change in the suburb of karaj, soil research magazine (soil and water science), 24 (1): 81-88.
24. Nazari Samani, M., Ghorbani, H.R., Kohbanani, 2010. Land use changes in Taleghan Watershed from 1987 to 2001, *Rangeland journal*, 4(3): 442-451.
25. Paine, D.P., Kiser, J. D. 2004. Aerial Photography and Image Interpretation, Published imultaneously in Canada, second edition, 622pp.
26. Pelorosso, R., Leone, A., Boccia, L., 2009. Land cover and land use change in the Italian central Apennines: A comparison of assessment methods, *Applied Geography*, 29(1): 35-48.
27. Salman Mahiny, A., Kamyab, H., 2010. Applied Remote Sensing and GIS with Idrisi, mehrepadis , 1<sup>th</sup>, 582pp.
28. Schowengerdt, R. A., 1997. Remote sensing: models and methods for image processing, Academic Press, University of Arizona, pp. 558.
29. Singh, A., 1989. Digital change detection techniques using remotely sensed data. *International journal of remote sensing*, 4, 989-1003.
30. Stow, D. A., 1999. Reducing the effects of misregistration on pixel-level change detection. *International Journal of Remote Sensing*, 20, 2477-2483.
31. Stow, D. A., Chen, D. M., 2002. Sensitivity of multitemporal NOAA AVHRR data of an urbanizing region to land-use/land-cover change and misregistration. *Remote Sensing of Environment*, 80, 297-307.
32. Srivastava, S.k, Gupta, D., 2003. Monitoring of changes in land use/land cover using multi - sensor satellite data. Map India conference.
33. Symeonakis, E. et al. 1999. A land use change and degradation study in Spain and Greece using remote sensing and GIS. <http://www.isprs.org/istanbul2004/comm7/papers/110.pdf>.
34. Tole, L., 2008. Changes in the built vs. non-built environment in a rapidly urbanizing region: A case study of the Greater Toronto Area, *Computers, Environment and Urban Systems*, 32(5), 355-364.
35. Townshend, J. R. G., Justice, C. O., Gurney, C., Mcmanus, J., 1992. The effect of image

- misregistration on the detection of vegetation change. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 30, 1054–1060.
36. Tso, B., Mather P. M., 2001. Classification methods for remotely sensed data. Taylor and Francis. New York.
37. Verbyla, D. L., Boles, S. H., 2000. Bias in land cover change estimates due to misregistration. *International Journal of Remote Sensing*, 21, 3553–3560.
38. Xiao, J., Shen, Y., Ge, J., Tateishi, O., Tang, C., Liang, Y., Huang, Z., 2006. Evaluating urban expansion and land use change in Shijazhuang, China, by using GIS and remote sensing. *Landscape and Urban Planning*, 75(1-2), 69-80.
39. Yamani, m., mazidi, A., 2008. The Investigation of Changes Area and Vegetation of SiahkoohKavir by Used Remote Sensing Data, *geography Research*, (64), 1-12.
40. Yuan, D., Elvidge, C., 1998. NALC land cover change detection pilot study: Washington D.C. area experiments. *Remote Sensing of Environment*, 66, 166–178.
41. Yuan, F., Sawaya, K. E., Leoffelholz, B. C., Bauer, M. E., 2005. Land cover classification and change analysis of the Twin cities (Minnesota) metropolitan area by multi temporal landsat remote sensing. *Remote sensing of environment*, 98 (2-3), 317-328.
42. Zobeiry, M., Majd, A., 2006. An introduction to remote sensing technology and its application in natural resources, University of Theran, 6th, 317 pages.