

## بررسی تغییرات کاربری اراضی بر اساس تجزیه و تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین با استفاده از سنجش از دور و GIS در منطقه خشک و نیمه خشک دهلران

حسن فتحی‌زاد<sup>۱\*</sup>، احمد نوحه‌گر<sup>۲</sup>، مرزبان فرامرزی<sup>۳</sup>، مهدی تازه<sup>۴</sup>

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۲. دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

۳. استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۴. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

(تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۹)

### چکیده

بسیاری از فعالیت‌های انسانی به دلیل عدم توجه به محدودیت‌های محیط زیستی بر سیمای محیط تأثیرگذار بوده و اثرات زیست محیطی شدیدی بر اکوسیستم‌های طبیعی دارد. این مطالعه به منظور بررسی روند تغییرات سیمای سرزمین در منطقه دهلران استان ایلام انجام شده است. به منظور تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین و تحلیل تغییرات، به ترتیب، از تصاویر ماهواره‌ای (۱۳۶۴) TM و ETM<sup>+</sup>(۱۳۸۶) و متریک‌های مساحت طبقه، تراکم لکه، تعداد لکه، متوسط اندازه لکه، تراکم حاشیه و متوسط شاخص شکل استفاده شد. برای آنالیز گسستگی چشم‌انداز، متریک‌های متنوع الگوی چشم‌انداز در سطح کلاس با استفاده از نرم‌افزار FRAGSTATS محاسبه شد. تجزیه و تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین بیانگر جایگزینی گسترده اراضی مرتعی متوسط توسط اراضی کشاورزی، مرتعی فقیر، مسکونی و بایر بوده است. بر طبق نتایج، افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش میانگین مساحت، شاخص مهم تجزیه بوده و روند تخریب و تجزیه سیمای سرزمین به صورت افزایشی بوده است و توجه به وضعیت کاربری و پوشش سرزمین در منطقه، به منظور بهره‌برداری مناسب و پایدار از منابع طبیعی الزامی است.

### واژگان کلیدی

کاربری اراضی، متریک‌های سیمای سرزمین، گسستگی سیمای سرزمین، منطقه دهلران، استان ایلام.

### مقدمه

آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و به بیان دیگر، نحوه استفاده از زمین، به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نقشه‌های پوشش اراضی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای نقش مهمی در ارزیابی‌های منطقه‌ای و ملی ایفا می‌کنند (Knorn et al., 2009, p.957).

سیمای سرزمین، چیدمانی است که در آن ترکیبی از اکوسیستم‌های محلی یا کاربری‌های سرزمین در یک منطقه و در فرم مشابهی تکرار شده‌اند (Apan et al., 2002, p.43). تغییرات پوشش/کاربری سرزمین در نتیجه فعل و انفعالات پیچیده فاکتورهای ساختاری و عملکردی مرتبط با تقاضا، ظرفیت تکنولوژیکی و ارتباطات اجتماعی، اثرات گسترده‌ای بر سیمای سرزمین دارد (Matsushita & Fukushima, 2006, p.241). دو جنبه اساسی ساختار سیمای سرزمین، یعنی ترکیب<sup>۱</sup> و شکل فضایی<sup>۲</sup> لکه‌ها، را می‌توان به کمک متریک‌های سیمای سرزمین اندازه‌گیری کرد. متریک‌هایی که ترکیب سیمای سرزمین را نشان می‌دهند، تنوع و فراوانی لکه را بدون توجه به مشخصات فضایی یا ترتیب آن‌ها مورد بررسی قرار می‌دهند. به طور کلی، شکل فضایی سیمای سرزمین به موقعیت اجزای سیمای سرزمین، مشخصات و ترتیب فضایی اجزاء در سطح سیمای سرزمین اشاره دارد (Leitao et al., 2006, p.250). مبنای اصلی برای انجام محاسبات کمی ساز سطح سیمای سرزمین، بر فرآیند پهروشدگی (لکه لکه شدن) یا انقطاع<sup>۳</sup> قرار داده شده است که یکی از مهم‌ترین فرآیندهای موجود در سیمای سرزمین برای نشان دادن فعالیت انسان در طبیعت در ایجاد اختلال در سطح ساختار و عملکرد سیمای سرزمین است (Ahern & Andre, 2003, p.65). در فرآیند پهروشدگی، سیمای سرزمین به پهروها یا لکه‌های کوچکتری تقسیم می‌شود، در ابتدای بروز پهروشدگی، تنوع زیستی

- 
1. Composition
  2. Configuration
  3. Fragmentation

داخل لکه به دلیل حذف گونه غالب اکولوژیک افزایش پیدا می‌کند. ولی پس از مدتی به دلیل بهم خوردگی سلسله مراتب زیستی بین گونه‌های داخل لکه، خطر انقراض برای همه گونه‌های داخل لکه زیستی به وجود خواهد آمد (Forman, 1995, p.632). از دیدگاه انسانی، هر چه پهروشدگی بیشتر باشد، نشان‌دهنده تراکم جمعیتی بیشتر به دلیل میزان دسترسی بیشتر و در نتیجه آلودگی بیشتر در محدوده‌های مفروض خواهد بود. ارزیابی ویژگی‌های ساختاری و اولویت‌بندی فضاها، مبنای اکولوژیکی دارد تا آن فضاهايي که ارزش اکولوژیکی بالایی دارند، در اولویت‌بندی حفاظت قرار گرفته و سعی در توسعه زیستگاه‌های اطراف این فضاها گردد. با ایجاد شبکه اکولوژیکی توسط گسترش گیاهان بومی بین فضاها باقیمانده ارتباط اکولوژیکی برقرار شده و کیفیت اکولوژیکی افزایش می‌یابد و همچنین فضاهايي که فاقد ارزش اکولوژیکی باشند به توسعه اختصاص می‌یابند (میرنوروزی، ۱۳۸۳، ص ۱۷۲). بدین منظور آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در بخش‌های مختلف و یا به عبارت نوع کاربری زمین به عنوان داده‌های پایه برنامه‌ریزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (شیرازی و همکاران، ۱۳۸۹، ص ۳۳).

در زمینه بررسی تغییرات کاربری سرزمین، مطالعاتی در ایران و جهان صورت گرفته که در اکثر آن‌ها تأثیر توسعه انسانی در تخریب محیط زیست تأیید شده است. بررسی تأثیر نوع مدیریت زمین بر تغییرات پوشش گیاهی، توسط پالمر و روینت، در منطقه کالاهاری، بیانگر روند تقریباً یکنواخت مناطق حفاظت شده و از سوی دیگر، تخریب مناطق تحت استفاده متمرکز بوده است (Palmer & Rooyent, 1998, p.143). تغییرات الگوی سیمای سرزمین در واکنش به توسعه شهری، با استفاده از متریک‌های میانگین اندازه لکه، تراکم لکه، شاخص یکنواختی شانون و درصد سیمای سرزمین توسط وینگ، در ایالات متحده بررسی شد (Weng, 2007, p. 341).

در ایران نیز، در زمینه بررسی تغییرات کاربری زمین مطالعاتی انجام گرفته است (Tabibian & Dadrast, 2002, p.80; Iranmanesh, 1998; Ghiasvand, 1997; Barkhordari & Khosroshahi., 2005; Zebardast, 2004). تازه (۱۳۸۳)، تغییرات کاربری اراضی را به عنوان شاخص بیابان‌زایی ناشی از توسعه شهری و صنعتی مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. طالبی امیری و همکاران (۱۳۸۸)،

به منظور تحلیل تخریب حوزه آبخیز نکا با رهیافت بوم‌شناسی سیمای سرزمین نشان دادند که افزایش تعداد لکه و کاهش میانگین مساحت دو شاخص مهم تجزیه هستند، لذا توجه به وضعیت کاربری اراضی و پوشش سرزمین به منظور مدیریت مناسب سرزمین ضرورت دارد (طالبی امیری و همکاران، ۱۳۸۸، ص ۱۳۳). همچنین، سفیانیان و همکاران (۱۳۸۹)، به منظور آنالیز تغییرات شکل و اندازه کاربری‌های اراضی شهر اصفهان از متریک‌های سیمای سرزمین استفاده کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که تغییر در خصوصیات مکانی در کارکرد اکولوژیک منطقه تأثیرگذار است و باید در برنامه‌ریزی سرزمین مورد توجه قرار گیرد (سفیانیان و همکاران، ۱۳۸۹، ص ۱۱).

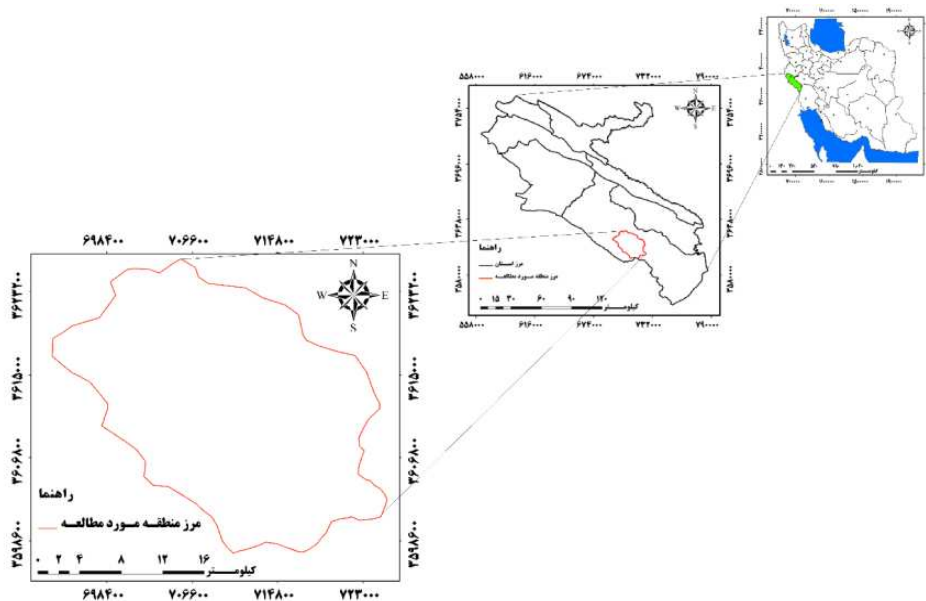
با توجه به پیشینه تحقیق ارائه شده می‌توان دریافت که در زمینه ارزیابی تغییرات ساختاری سیمای سرزمین مطالعات محدودی انجام شده است. بنابراین، هدف این مطالعه بررسی تغییر ساختار سیمای سرزمین و کارایی متریک‌های سیمای سرزمین در تحلیل روند تغییرات کاربری اراضی / پوشش گیاهی است و به این منظور، منطقه دهلران واقع در استان ایلام با توجه به وقوع خشکسالی‌های اخیر و تأثیر تغییر کاربری اراضی / پوشش گیاهی در تشدید روند بیابان‌زایی جهت بررسی در نظر گرفته شد. در مطالعه حاضر، تکنیک‌های سنچس از دور به منظور آنالیز تغییرات کاربری اراضی / پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۸۶ به وسیله تفسیر تصاویر TM و ETM<sup>+</sup> و ارزیابی تغییر ساختار چشم‌انداز (سیمای سرزمین) با استفاده از FRAGSTATS (McGarigal & Marks, 1994, p.141) که یک بسته نرم‌افزاری تجزیه و تحلیل الگوی مکانی می‌باشد، به کار برده شده است.

## مواد و روش‌ها

### موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه بیابانی دهلران در جنوب تا جنوب شرقی استان ایلام قرار گرفته و دارای مختصات جغرافیایی "۵۹' ۲۳' ۴۶" تا "۴۴' ۱۱' ۴۷" طول شرقی و "۳۲' ۲۹' ۳۳" تا "۲۵' ۲۵' ۳۲" عرض شمالی می‌باشد (شکل ۱). بر اساس بررسی‌های انجام شده توسط سازمان هواشناسی، این منطقه از

نظر طبقه‌بندی اقلیمی کوپن جزء اقلیم خشک با تابستان‌های گرم به حساب می‌آید. بر اساس آمار هواشناسی، متوسط بارندگی ۲۶۴/۴ میلی‌متر، متوسط تبخیر سالانه ۳۵۵۳ میلی‌متر درشت و ۳۱۱۷ میلی‌متر در سطح آزاد بوده و متوسط دمای سالانه ۳۱/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. مساحت منطقه مورد مطالعه ۵۵۹۸۶/۵۸ هکتار برآورد شده است.



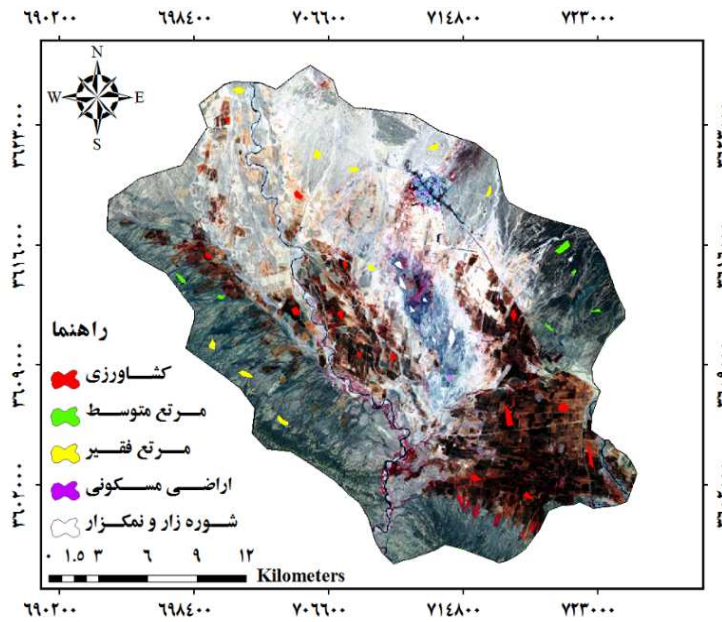
شکل ۱. نقشه موقعیت کشوری و استانی منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM) به تاریخ ۱۳۶۴/۳/۱۱ و لندست (ETM<sup>+</sup>) به تاریخ ۱۳۸۶/۴/۳، استفاده شده است. لازم به یادآوری است که برای پرکردن فاصله<sup>۱</sup> تصویر ۱۳۸۶ از نرم‌افزار PANCROMA استفاده گردید. پس از تهیه داده‌های ماهواره‌ای به منظور آماده‌سازی داده‌ها برای پردازش و استخراج اطلاعات

## 1. Gap filing

مفید، عملیات تطابق هندسی و مختصات دار کردن تصویر با استفاده از نقشه وکتوری شبکه راه‌ها و عکس هوایی منطقه انجام گرفت. عمل نمونه‌گیری مجدد با استفاده از روش درون‌یابی نزدیک‌ترین همسایه<sup>۱</sup>NN انجام گرفت و تمامی باندهای مورد استفاده به روش فوق مورد تطابق هندسی قرار گرفتند. تصحیح طیفی تصاویر به منظور بارز ساختن پدیده‌ها و بالا بردن سطح کیفی تصاویر و حذف تأثیرات نامطلوب نور و اتمسفر در تصاویر صورت گرفت. سپس، با استفاده از روش همبستگی بین باندها، ترکیب کاذب رنگی ۴۳۲ برای سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۸۶ ایجاد و طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال انجام شد. با توجه به هدف تحقیق و نوع پوشش‌های موجود در منطقه، پنج طبقه شامل کشاورزی، مرتع متوسط، مرتع فقیر، اراضی مسکونی و اراضی شور و نمکزار مورد شناسایی و طبقه‌بندی قرار گرفت. به منظور بررسی صحت طبقه‌بندی، نیز مقایسه‌ای با نقشه‌های کاربری موجود و همچنین، بازدیدهای میدانی صورت گرفت. به این صورت که نقشه مرجع یا واقعیت زمینی از تمامی قسمت‌های منطقه مورد مطالعه و به طور صد در صد و با استفاده از دیگر روش‌ها نظیر بازدید میدانی تهیه گردید. نقشه واقعیت زمینی نمونه یادشده برای حدود ۰/۹۶ درصد از منطقه تهیه شد (جدول ۱ و شکل ۲). در این مطالعه، از روش نمونه‌برداری تصادفی جهت طبقه‌بندی داده‌ها استفاده گردید. نمونه‌ها با توجه به نقشه کاربری اراضی و بازدیدهای محلی از منطقه مورد مطالعه با استفاده از GPS تعدادی پل‌گون به روش تصادفی از هر گروه از کاربری اراضی/پوشش گیاهی ثبت گردید. به منظور بررسی دقت طبقه‌بندی تصاویر، با استفاده از نمونه‌های آزمایشی، نسبت به محاسبه صحت با استفاده از ماتریس خطا و محاسبه پارامترهای آماری صحت کل، ضریب کاپا، دقت تولیدکننده و دقت استفاده‌کننده اقدام شد، که نتایج مربوط به آن در جدول ۲ آورده شده است. سپس، فیلتر حداکثر<sup>۲</sup> برای به دست آوردن تصویر یکنواخت و حذف پیکسل‌های پراکنده بر تصاویر حاصل از طبقه‌بندی اعمال شد، که نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی در شکل‌های ۳ و ۴ ارائه شده است.

- 
1. Nearest neighbor
  2. Majority



شکل ۲. نقشه نقاط واقعیت زمینی

جدول ۱. مساحت نقاط واقعیت زمینی

طبقه زمین	مساحت (هکتار)	مساحت (%)
کشاورزی	۲۲۴/۵۵	۰/۴
مرتع متوسط	۷۵/۳۳	۰/۱۳
مرتع فقیر	۱۴۸/۴۱	۰/۲۶
اراضی مسکونی	۳۰/۴۲	۰/۰۵
اراضی شور و نمکزار	۶۸/۰۴	۰/۱۲
جمع کل	۵۴۶/۷۵	۰/۹۶

### الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال

از میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده، روش حداکثر احتمال تاکنون به عنوان دقیق‌ترین و

پر استفاده‌ترین روش‌ها ذکر شده است (Bolstad & Lillesand, 1991, p.57). روش طبقه‌بندی، حداکثر احتمال، واریانس و کواریانس کلاس‌ها را ارزیابی می‌کند. برای این کار فرض می‌شود همه مناطق آموزشی از پراکنش نرمال برخوردارند. در حقیقت، نمونه‌های کلاس‌های آموزشی باید معرف آن کلاس باشند، بنابراین، تا حد امکان، باید از تعداد نمونه‌های بیشتری استفاده شود تا تغییرات بسیاری از ویژگی‌های طیفی در این گستره پیوسته قرار گیرد. بنابراین، شرط توزیع نرمال در روش حداکثر احتمال اهمیت خاصی دارد (علوی‌پناه، ۱۳۸۴، ص ۴۷۸). این روش از داده‌های آموزشی برای محاسبه میانگین برداری  $M_c$  برای هر طبقه و ماتریس-کواریانس هر طبقه  $c$  برای باند  $K$  و  $V_c$  استفاده می‌شود.

بر این اساس،  $X$  در طبقه  $C$  قرار می‌گیرد اگر و فقط اگر که در آن

$$r_i = 1, 2, 3, \dots, m \quad P_C(a_c) > P_i(a_c)$$

که

$$P_c = [-0.5 \log_e \{ \det(v_c) \}] - 0.5 \{ [X - M_c]^T (V_c)^{-1} (X - M_c) \} \quad (1)$$

و  $P_i$  احتمال وجود آن طبقه است.

در صورتی که دانش مورد نظر در مورد آن عارضه زمینی وجود نداشته باشد، از لحاظ نظری، به  $P_i$  برای هر طبقه وزن مساوی داده می‌شود. اگر احتمال یک طبقه بیش از دیگران باشد، کاربر می‌تواند مجموعه‌ای از احتمال پیشین‌های در اولویت برای عارضه‌ها تعریف کند و رابطه کمی اصلاح می‌شود (علوی‌پناه و ولدنی، ۱۳۸۹، ص ۱۵۳-۱۴۹).

طبقه ممکن که در آن

$$r_i = 1, 2, 3, \dots, m \quad P_C(a_c) > P_i(a_c)$$

$$P_c(a_c) = \log_e(a_c) - [-0.5 \log_e \{ \det(v_c) \}] - 0.5 \{ [X - M_c]^T (V_c)^{-1} (X - M_c) \} \quad (2)$$

استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین در ارزیابی روند تغییرات کاربری توانایی برای تشریح کمی ساختار سیمای سرزمین، پیش شرط مطالعه عملکرد و تغییر ساختار در سیمای سرزمین است و متریک‌های مختلفی برای نیل به هدف، در اکولوژی سیمای سرزمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. در



این تحقیق از شش متریک سیمای سرزمین<sup>۱</sup>، به علت توانایی آن‌ها در تفسیر ترکیب و توزیع فضایی عناصر ساختاری در سیمای سرزمین استفاده شده است (McGarigal et al., 2002, p.41). لیست متریک‌های مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ بیان شده است.

جدول ۲. متریک‌های مورد استفاده در تحقیق

توضیحات	نام متریک	متریک
نسبت مساحت طبقه در سیمای سرزمین	Class area	CA
تعداد لکه‌ها در سیمای سرزمین و یا تعداد لکه‌ها برای طبقه‌ای خاص	Number of patches	NP
میانگین اندازه لکه یک طبقه از لکه‌ها به هکتار	Mean patch size	MPS
تعداد لکه‌ها در واحد سطح	Patch density	PD
محیط هر کلاس تقسیم بر سطح آن	Edge density	ED
مجموع محیط لکه (متر) تقسیم ریشه مربع مساحت لکه برای هر لکه	Mean shape index	MSI
از نوع لکه مربوطه تقسیم بر تعداد تکه از همان نوع لکه		

در این تحقیق از برنامه FRAGSTATS (McGarigal & Marks, 1994, p.141) برای محاسبه متریک‌های سیمای سرزمین استفاده گردیده است.

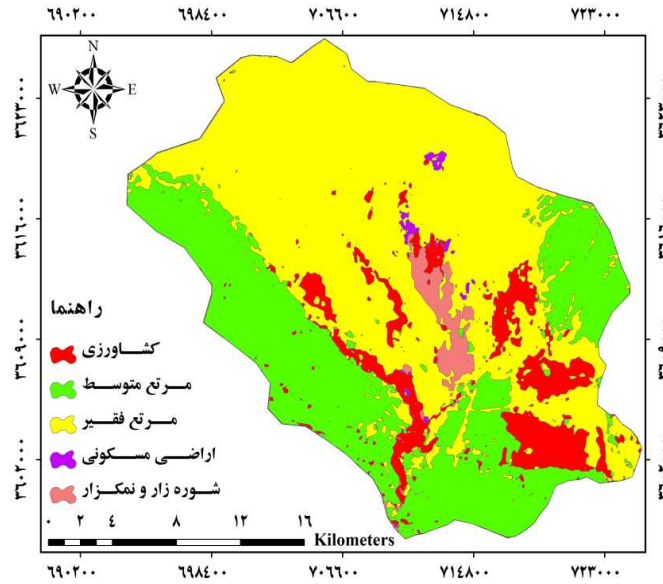
## نتایج

جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، طبقه‌های کاربری اراضی منطقه مورد نظر در ۵ کاربری اراضی (کشاورزی، مرتع متوسط، مرتع فقیر، اراضی مسکونی و شورزار و نمکزار) تعیین و سپس نمونه‌های آموزشی از سطح منطقه با استفاده از عکس‌های هوایی<sup>۱</sup>: ۲۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای Google Earth و بازدید میدانی جمع‌آوری شد. در مرحله بعد با استفاده از ویژگی‌های تصاویر، کلاس‌های کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه تعیین و پس از مشخص نمودن میزان تفکیک-پذیری کلاس‌ها، طبقه‌بندی به صورت نظارت‌شده و با روش حداکثر احتمال انجام گرفت و نقشه-های کاربری اراضی تهیه شد (شکل‌های ۳ و ۴).

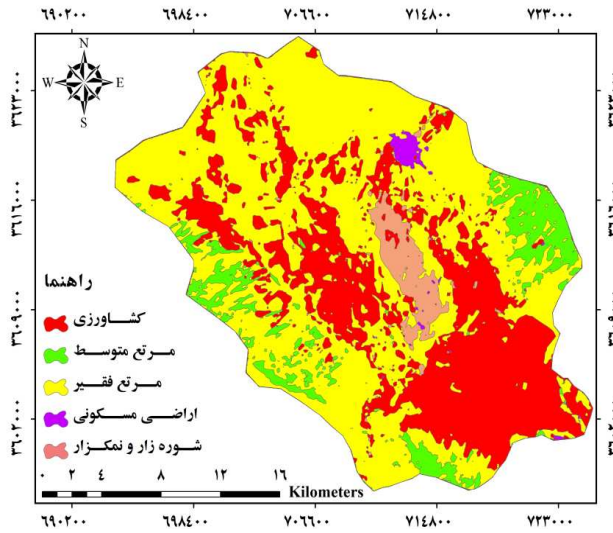
از آنالیز نتایج جدول ۳ می‌توان چنین نتیجه گرفت که: نخست، مشاهده شد که بالاترین دقت تولیدکننده بالای ۹۹٪، مربوط به کشاورزی بوده است (برای دو دوره). این نشان‌دهنده قابلیت تفکیک طیفی بالا برای این کلاس است. دوم، طبق نتایج مشاهده شد که پایین‌ترین دقت تولیدکننده در مورد کلاس مرتع فقیر بوده است. این کلاس با دقت تولیدکننده ۷۷/۰۶٪ برای تصویر این منطقه طبقه‌بندی شده است (برای سال ۱۳۶۴). علت این امر داشتن رفتار مشابه طیفی یا خیلی نزدیک با خاک می‌باشد. در ضمن، مشاهده شد که پایین‌ترین دقت استفاده‌کننده در مورد کلاس کشاورزی بوده است. این کلاس با دقت استفاده‌کننده ۸۸/۷۷٪ برای تصویر این منطقه طبقه‌بندی شده است. دلیل این امر می‌تواند پیچیدگی یا نزدیکی مرزهای حاصل از مشابهت طیفی بالا با سایر کلاس‌ها و پیکسل‌های آمیخته در نمونه‌های تعلیمی و آزمایشی باشد.

جدول ۳. دقت طبقه‌بندی تصویر سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۸۶

طبقه	ETM <sup>+</sup> -۱۳۸۶		TM-۱۳۶۴	
	دقت استفاده‌کننده	دقت تولیدکننده	دقت استفاده‌کننده	دقت تولیدکننده
کشاورزی	۲۴/۹۴	۹۷/۹۹	۷۷/۸۸	۱۰۰
مرتع متوسط	۸۸/۹۶	۴۵/۸۴	۲۲/۹۹	۱۰۰
مرتع فقیر	۶۴/۹۵	۷۲/۹۱	۰۹/۹۷	۰۶/۷۷
مناطق مسکونی	۸۴/۹۶	۲۰/۹۷	۰۴/۹۷	۰۴/۹۷
شوره‌زار و نمکزار	۶۳/۹۵	۳۷/۹۹	۸۳/۹۸	۰۷/۹۶
دقت کل٪	۹۴/۴۵		۹۴/۰۳	
ضریب کاپا	۹۵/۹۱		۹۵	



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۶۴



شکل ۴. نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۶

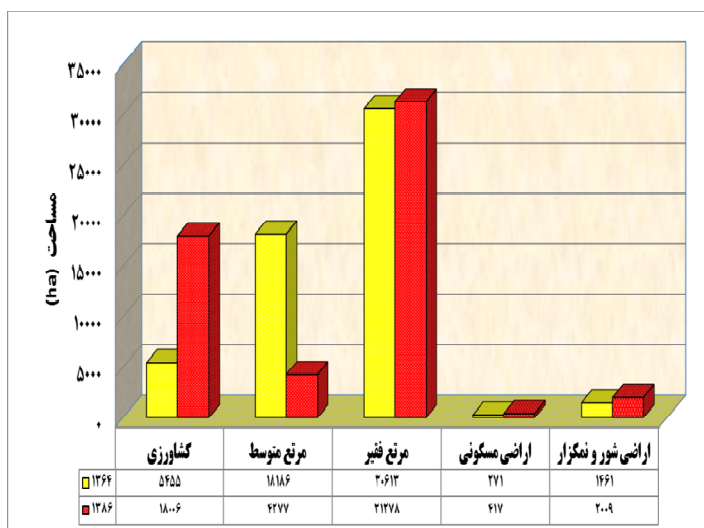
### مقایسه طبقه‌بندی

پس از تهیه نقشه کاربری اراضی / پوشش گیاهی دو تاریخ، مساحت پنج کلاس پوشش اراضی به دست آمد. جهت مقایسه بهتر، تغییرات رخ داده در این دو دوره، در جدول ۴ و شکل ۵ ترسیم شده است که نشان می‌دهد طی دوره زمانی (۱۳۶۴-۱۳۸۶) وسعت زمین‌های کشاورزی، مرتع فقیر، اراضی مسکونی و شوره‌زار و نمکزار منطقه، به ترتیب، به میزان ۱۲۵۵۱، ۶۵۵، ۱۴۶ و ۵۴۸ هکتار، افزایش یافته و درحالی که مرتع متوسط با روند کاهشی برابر با ۱۳۹۰۹ هکتار روبرو بوده است. به بیان دیگر، در این دوره ۲۲ ساله درصد مرتع متوسط از ۳۲/۴۹ در سال ۱۳۶۴ به ۷/۶۴ در صد در سال ۱۳۸۶ رسیده است. یعنی بیش از ۴ برابر کاهش یافته است، از طرف دیگر، میزان درصد اراضی کشاورزی از ۹/۷۴ درصد در سال ۱۳۶۴ به ۳۲/۱۶ درصد در سال ۱۳۸۶ رسیده است، یعنی بیش از سه برابر افزایش یافته است. سایر کاربری‌ها هم به نسبت کمتر نیز افزایش یافته‌اند. که بیانگر روند کلی تخریب در منطقه از طریق جایگزین شدن مراتع متوسط از طریق سایر کاربری‌ها بیانگر تخریب کلی در منطقه و سایر کاربری‌ها زمین‌های کشاورزی، مرتع فقیر، اراضی مسکونی و شوره‌زار و نمکزار هستیم. کاهش وسعت پوشش مرتع متوسط و روند افزایشی سایر کاربری‌ها بیانگر تخریب کلی در منطقه و جایگزینی کاربری‌های ضعیف‌تر در منطقه است. از طرف دیگر، طی این دوره زمانی، میزان اراضی کشاورزی و مسکونی روند صعودی داشته است که نشان‌دهنده افزایش جمعیت و همچنین افزایش فشار انسانی در عرصه مورد مطالعه است. به عبارت دیگر، در مجموع، شاهد افزایش جایگزین شدن کاربری مرتع متوسط توسط کشاورزی، مرتع فقیر، اراضی مسکونی و شوره‌زار و نمکزار و بروز تخریب در منطقه هستیم.

لازم به ذکر است که مرتع متوسط بخش عمده کاربری منطقه را تشکیل می‌دهد که بیانگر وضعیت بهتر منطقه در گذشته می‌باشد.

جدول ۴. مساحت طبقه‌های مختلف کاربری‌ها و روند تغییرات آن‌ها در سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۸۶

طبقه	۱۳۶۴	درصد (%)	۱۳۸۶	درصد (%)	اختلاف (%)
کشاورزی	۵۴۵۴/۸	۹/۷۴	۱۸۰۰۵/۷	۳۲/۱۶	+۲۲/۴۲
مرتع متوسط	۱۸۱۸۶/۴	۳۲/۴۹	۴۲۷۷/۱	۷/۶۴	-۲۴/۸۵
مرتع فقیر	۳۰۶۱۳/۵	۵۴/۶۸	۳۱۲۷۸	۵۵/۸۷	+۱/۱۹
اراضی مسکونی	۲۷۱/۴	۰/۴۹	۴۱۶/۶	۰/۷۴	+۰/۲۵
اراضی شور و نم‌زار	۱۴۶۰/۵	۲/۶۰	۲۰۰۹/۱	۳/۵۹	+۰/۹۹
مجموع	۵۵۹۸۶/۶	۱۰۰	۵۵۹۸۶/۶	۱۰۰	۰

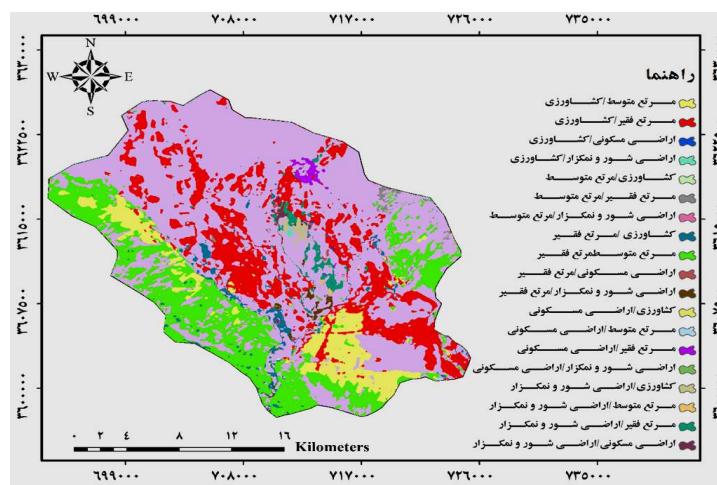


نمودار ۱. مساحت کلاس‌های پوشش اراضی در سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۸۶

### روش پایش تغییرات Crosstab

در این روش، کلاس‌های دو نقشه طبقه‌بندی شده یک به یک با هم مقایسه می‌شوند. در نتیجه، با استفاده از این روش امکان تعیین تغییرات رخ داده در هر کلاس نسبت به کلاس دیگر وجود

دارد (Arekhi & Niazi, pp.74-93). شکل ۵، نقشه حاصل از قطع دادن<sup>۱</sup> دو نقشه طبقه‌بندی شده در سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۸۶ است. این نقشه تغییرات کلاس‌های مختلف نقشه کاربری اراضی/پوشش-گیاهی سال ۱۳۶۴ را نسبت به کلاس‌های مختلف کاربری اراضی/پوشش گیاهی سال ۱۳۸۶ نشان می‌دهد. نتایج بررسی این شکل در جدول ۵ ارائه شده است.



شکل ۵. نقشه تغییرات کاربری اراضی سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۸۶

جدول ۵. نتایج آمار پایش تغییرات در طبقه‌های کاربری اراضی طی سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۶ (برحسب درصد)

طبقه	کشاورزی	مرتع متوسط	مرتع فقیر	اراضی مسکونی	اراضی شور و نمکزار
کشاورزی	۲۴/۴۸	۰/۲	۲/۶۱	۲/۵۳	۱۱/۰۴
مرتع متوسط	۲۳/۲۴	۹۵/۰۶	۳۱/۷۲	۵/۷۶	۱/۸۱
مرتع فقیر	۵۱/۸۹	۴/۵۹	۶۴/۴۳	۶۷/۱۱	۳۲/۰۵
اراضی مسکونی	۰/۲۱	۰	۰/۳	۱۸/۴۵	۳/۴۹
اراضی شور و نمکزار	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۹۴	۶/۱۵	۵۱/۶۱
مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

### محاسبه متریک‌های سیمای سرزمین

مبنای محاسبه متریک‌های سیمای سرزمین، نقشه‌های کاربری اراضی/پوشش گیاهی، در سطح کلاس به وسیله نرم‌افزار FRAGSTATS می‌باشد. برای آنالیز و درک متریک‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس توصیه می‌شود، به آنالیز تنها یک شاخص اتکا نشود؛ بلکه به تجزیه و تحلیل دسته‌ای از متریک‌ها برای درک بهتر و توصیف پویایی اکوسیستم‌ها و ساختار چشم‌انداز اقدام شود. برای تجزیه و تحلیل الگوی سیمای سرزمین در منطقه مورد مطالعه از شش متریک به شرح مندرج در جدول ۶ مورد استفاده گردید. در جدول فوق، نتایج بررسی و مقایسه متریک‌های سیمای سرزمین در طی بیست و دو سال و دو دوره زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۶ ارائه شده است. نتایج بررسی تغییر سیمای سرزمین در منطقه ده‌لران نشان می‌دهد که در طی دوره زمانی (۱۳۶۴-۱۳۸۶) وسعت اراضی مرتع متوسط منطقه به میزان (۱۳۹۰۹ هکتار) کاهش یافته، درحالی که اراضی کشاورزی با روند افزایشی (۱۲۵۵۱ هکتار) روبرو بوده است. کاهش وسعت پوشش مرتع متوسط منطقه و روند افزایشی کاربری کشاورزی بیانگر جایگزینی و تبدیل پوشش طبیعی منطقه (عمدتاً مرتع متوسط) با زمین‌های کشاورزی است. کاهش وسعت مراتع متوسط منطقه و روند افزایشی کاربری کشاورزی، مرتع فقیر، اراضی مسکونی و شوره‌زار و نمکزار بیانگر تخریب کلی در منطقه و جایگزینی کاربری‌های ضعیف‌تر در منطقه است. از طرف دیگر، در هر دو دوره زمانی، میزان اراضی مسکونی و بایر روند صعودی داشته است که نشان‌دهنده افزایش جمعیت و همچنین افزایش فشار انسانی در عرصه مورد مطالعه است. به عبارت دیگر، در کل شاهد افزایش جایگزین شدن مراتع متوسط توسط کشاورزی، مرتع فقیر، اراضی مسکونی و شوره‌زار و نمکزار و بروز تخریب در منطقه هستیم.

کاربری مرتع متوسط، کلاس عمده چشم‌انداز در منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد. مطالعه گویای کاهش میزان مرتع متوسط از لحاظ درصد اشغال شده به وسیله چشم‌انداز، افزایش تعداد لکه‌ها و تراکم لکه‌ها و تراکم حاشیه طی دوره از ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۶ می‌باشد. این امر نشانگر گسستگی در کلاس مرتع متوسط است. برای نواحی کشاورزی و مسکونی، تعداد لکه‌ها عمدتاً به

دلیل افزایش تقاضا برای تولید مواد غذایی و اسکان افزایش یافته است. بر اساس مطالب مذکور، مهمترین تغییرات مشاهده شده در منطقه مربوط به تعداد لکه‌ها، تراکم لکه‌ها و تراکم حاشیه است، که با کاهش میانگین اندازه لکه‌ها در هر دوره میزان آن‌ها افزایش یافته است و درخصوص مراتع متوسط منطقه به دلیل کاهش سطح پوشش این زمین‌ها در هر دو دوره، شاخص تعداد لکه با توجه به کاهش میانگین اندازه لکه به صورت افزایش یافته است. زیرا سیمای سرزمین با میانگین اندازه لکه کوچک‌تر، تخریب شده‌تر تلقی می‌شود. افزایش تعداد لکه‌ها نیز نشانه تجزیه و کاهش پیوستگی است. در ضمن، در هر چهار کاربری کشاورزی، مرتع فقیر، اراضی مسکونی و شوره‌زار و نمکزار تعداد لکه‌ها کاهش یافته است که نشان‌دهنده افزایش سطح اراضی کشاورزی، مرتع فقیر، اراضی مسکونی و شوره‌زار و نمکزار و بروز تخریب در منطقه می‌باشد.



جدول ۶. متریک‌های طبقه پوشش/کاربری اراضی سرزمین انتخاب شده در سال‌های مورد مطالعه

سال	متریک‌ها طبقه زمین	مساحت طبقه (CA)	تراکم لکه (Pd)	تعداد لکه‌ها (Nump)	متوسط اندازه لکه (MPS)	تراکم لکه‌ها (ED)	شکل متوسط شاخص (MSI)
۱۳۶۴	کشاورزی	۵۴۵۴/۶۳	۱۱/۵۸	۶۳۲	۲۵/۷۳	۵/۴۸	۱/۳۳
	مرتع متوسط	۱۸۱۷۷/۳۹	۰/۵۴	۹۹	۱۸۳/۶۱	۶/۵۶	۱/۳۶
	مرتع فقیر	۳۰۶۱۳/۴۵	۰/۶۵	۲۰۰	۱۵۳/۰۷	۹/۷۶	۱/۳۷
	اراضی مسکونی	۲۷۱/۴۲	۱۶/۶۸	۴۸	۵/۶۵	۰/۷۰	۱/۳۰
	اراضی شور و نمکزار	۱۴۶۰/۹۴	۳۷/۷۱	۵۵۱	۲/۶۵	۳/۱۵	۱/۲۸
۱۳۸۶	کشاورزی	۱۸۰۰۵/۷۱	۱۱/۱۷	۲۲۱	۲۸/۴۹	۱۳/۰۶	۱/۲۹
	مرتع متوسط	۴۲۷۶/۴۲	۲/۹۲	۱۶۸	۲۵/۴۵	۵/۳۳	۱/۳۷
	مرتع فقیر	۳۱۳۷۸/۰۵	۰/۶۲	۱۹۵	۱۶۰/۴۰	۱۷/۶۵	۱/۳۲
	اراضی مسکونی	۴۱۱/۶۰	۱۰/۲	۴۲	۹/۸۰	۰/۶۰	۱/۲۸
	اراضی شور و نمکزار	۲۰۰۹/۰۹	۴/۸۲	۹۷	۲۰/۷۱	۱/۷۳	۱/۲۸

### بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد، علاوه بر تغییر کاربری اراضی/پوشش گیاهی در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۶ خصوصیات مکانی هر یک از کلاس‌ها نیز تغییر کرده است. این تغییرات در این مطالعه به وسیله متریک‌های سیمای سرزمین به صورت کمی در آمد. نتایج نشان داد، مقادیر متریک‌ها برای هر یک از کلاها در این بازه زمانی تغییر کرده است. یعنی اثرات تخریب و تبدیل کاربری‌ها/پوشش گیاهی بر روی شکل و اندازه کاربری‌ها/پوشش گیاهی هم تأثیرگذار بوده است. نتایج به دست آمده از کاربرد متریک‌های مورد استفاده در این تحقیق نیز بیانگر کارایی متریک‌های مساحت طبقه، تراکم لکه، تعداد لکه، متوسط اندازه لکه، تراکم حاشیه و متوسط شاخص شکل در بررسی و تحلیل تغییرات است که با یافته‌های به دست آمده از تحقیقات متسیوشیتا و همکاران (۲۰۰۶)، مطابقت دارد. کارایی تعداد و میانگین اندازه لکه در تحقیق انجام شده توسط عبدالله و نقاشی (۲۰۰۶)، میانگین اندازه لکه

توسط ونگ (۲۰۰۷) نیز تأیید شده که با یافته‌های این تحقیق همخوانی دارد. متریک‌های میانگین اندازه، تعداد و مساحت لکه توسط مختاری (۲۰۰۵) تراکم حاشیه توسط تاگیل (۲۰۰۷) و تراکم لکه توسط سورش ورس و همکاران (۲۰۰۴)، در تطابق با نتایج به دست آمده از این تحقیق بوده و بیانگر کارایی و قابلیت متریک‌های استفاده شده در تحلیل ساختار سیمای سرزمین است.

با مقایسه و بررسی یافته‌ها، می‌توان جمع‌بندی نمود که، وضعیت ساختار سیمای سرزمین منطقه مورد مطالعه در شرایط فعلی، به دلیل تخریب و تبدیلات گذشته به صورت اختلالی و بیانگر روند توسعه تخریب است. بنابراین با توجه به اینکه یکی از پیامدهای تخریب و تبدیل زمین‌ها در طی زمان افزایش بیابان‌زایی و تخریب تنوع زیستی است، می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به وقوع ریزگردها در غرب کشور، احتمالاً تخریب پوشش گیاهی طبیعی، افزایش وسعت اراضی بایر و چرای بی‌رویه دام با کاهش پوشش گیاهی و کاهش قابلیت نگهداشت بارش، افزایش گرد و غبار را در منطقه به همراه داشته است. بنابراین، تجزیه و تحلیل سیمای سرزمین در این تحقیق بیانگر آثار فعالیت‌های انسانی بر تغییر سیمای سرزمین است و نتایج به دست آمده از آن اطلاعاتی را در راستای سیاست‌های مرتبط با کاربری سرزمین فراهم می‌کند، مانند طرح ریزی توسعه و سیاست‌های جنگلداری (طالبی امیری و همکاران، ۱۳۸۸، ص ۱۴۴-۱۳۳). از سوی دیگر، بدلیل پتانسیل نتایج به دست آمده از بررسی روند تغییرات سیمای سرزمین در تفسیر و پیش‌بینی وضعیت کاربری اراضی/پوشش، از نتایج به دست آمده می‌توان در ارزیابی سرزمین، مطالعات محیط زیست و برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچه در حوزه به منظور بهره‌برداری مناسب و منطقی از منابع طبیعی و کاهش تخریب منابع استفاده نمود.

## منابع و مأخذ

۱. تازه، مهدی (۱۳۸۳)، بررسی نقش تغییرات کاربری اراضی در بیابان‌زایی شهر یزد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشگاه تهران.
۲. سفیانیان، علیرضا؛ مختاری، زهرا؛ خواجه‌الدین، سید جمال‌الدین و ضیایی، حمیدرضا (۱۳۸۹)، آنالیز تغییرات شکل و اندازه کاربری‌های اراضی شهر اصفهان با استفاده از GIS و متریک‌های سیمای سرزمین، مجموعه مقالات ژئوماتیک ۸۹، سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران.
۳. شیرازی، میترا؛ زهتابیان، غلامرضا؛ علوی پناه، سید کاظم (۱۳۸۹)، امکان‌پذیری استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IRS در بررسی وضعیت آب، خاک و پوشش گیاهی منطقه نجم‌آباد ساوجبلاغ، نشریه محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۳، شماره ۱، صفحات ۳۳-۵۱.
۴. طالبی امیری، شیمیا؛ آذری دهکردی، فرود؛ صادقی، سیدحمیدرضا و صوف باف، سیدرضا (۱۳۸۸)، تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا با استفاده از متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین، فصل‌نامه علوم محیطی، جلد ۶، شماره ۳، صفحات ۱۴۴-۱۳۳.
۵. علوی پناه، سید کاظم (۱۳۸۴)، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
۶. علوی پناه، سید کاظم و ولدنی. مسلم (۱۳۸۹)، سنجش از راه دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
۷. میرنوروزی، م (۱۳۸۳)، ارزیابی ساختار و عملکرد رود دره دارآباد به روش اکوسیستمی و اکولوژی سیمای سرزمین با استفاده از GIS و ارائه راهکارهای اصلاحی برای حفظ، احیا و توسعه پایدار دره دارآباد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.
8. Abdullah, Saiful Arif. and Nakagoshi, Nobukazu. (2006), *Changes in Landscape Spatial Pattern in Highly Developing State of Seangor, Peninsular Malaysia*. Journal of Landscape and Urban Planning, Vol.77, No.3, pp.263- 275.
9. Ahern, Botequilha Leita. and Andre, Jack. (2003), *Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning*, Landscape and Urban Planning, No.59, pp.65-93.

10. Apan, Armando., Raine, Steven R. and Paterson, Mark. (2002), *Mapping and Analysis of Changes in the Riparian Landscape Structure of the Lockyer Valley catchment*, Queensland, Australia, *Journal of Landscape and Urban Planning*, Vol.59, No.1, pp.43-57.
11. Arekhi, Saleh. and Niazi, Yaghub. (2009), *Comparing Evaluation of remote sensing techniques for monitoring land use change (Case Study: Daresher Catchment, Ilam Province)*, *Journal - Range and Desert Research of Iran*, Vol.17, No.1, pp.74-93.
12. Barkhordari, Jalaland Khosroshahi, Mohammad. (2005), *Land Cover Change Detection in Minab Watershed Using RS & GIS*, *Journal of soil and water conservation*, Vol.1, No.2, pp.59-64.
13. Bolstad, Pual. and Lillesand, T. M. (1991), *Rapid maximum likelihood classification*, Photogramm. Eng. Remote Sens.
14. Fatemi, Sayed Bagher. and Rezaei, Yousef. (2005), *Principles of Remote Sensing*, Tehran, Azadeh Publications.
15. Forman, Richard. T. T. (1995), *Land mosaics: The ecology of landscapes and region*, USA, Cambridge University press.
16. Ghiasvand, Gholam Reza. (1997), *Mapping Land Use Change Using Multi-time Satellite Images*, MSc. Thesis, Tarbiat Modares University.
17. Iranmanesh, F. (1998), *The trend of land Use Change in Northern Kashan*, MSc. Thesis, Shahid Beheshti University.
18. Knorn, Jan., Rabe, Andreas., Radeloff, Volker C., Kuemmerle, Tobias., Kozak, Jacek., and Hostert, Patrick. (2009), *Land cover mapping of large areas using chain classification of neighboring Landsat satellite images*, *Remote Sens, Environ*, No.113, pp.957- 964.
19. Lausch, A. and Herzog, F. (2002), *Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of Landscape Change: Issues of Scale, Resolution and Interpretability*, *Journal of Ecological Indicators*, Vol.1, No.2, pp.3-15.
20. Leitao, Andre Botequilha., Miller, Joseph., Ahern, Jack. and McGarigal, Kevin., (2006), *Measuring Landscapes: A Planners Handbook*, Washington D.C, Island Press.
21. Matsushita, Bunkei., Xu, Ming. and Fukushima, Takehiko. (2006), *Characterizing Changes in Landscape Structure in the Lake Kasumigaura Basin, Japan Using a High-Quality GIS Dataset*, *Journal of Landscape and Urban Planning*, Vol.78, No.3, pp.241-250.
22. McGarigal, Kevin., Marks, B.J. (1994), *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*, Vol.2.0. Oregon Forest Science Lab, Oregon State University, Corvallis.
23. McGarigal, Kevin., Cushman, S.A., Neel, M.C. & Ene, E. (2002), *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps*, Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis.
24. Mokhtari, S. (2005), *Land Degradation Detection of Hurolazim Wetland Based on Landscape Ecology*, MSc. Thesis. Tehran University.
25. Palmer, Anthony. R. and Rooyent, Andre F. van. (1998), *Detecting Vegetation Change in the Southern Kalahari using Landsat TM data*, *Journal of Arid Environments*, Vol.39, No.2, pp.143-153.
26. Southworth, Jane., Munroe, Darla. and Nagendra, Harini. (2004), *Land cover change*

*and landscape fragmentation-comparing the utility of continuous and discrete analyses for a western Honduras region*, Journal of Agriculture and Ecosystem Environment, No.101, pp.185-205.

27. Tabibian, Manuchehr. and Dadrast, Mohamad. Javad. (2002), *Monitoring Land Use Changes at Fars Dorughzan Catchment, By RS/GIS*, Journal of Environmental Studies, Vol.28, No.29, pp.80-90.

28. Tagil, Sermin.(2007), *Monitor land degrdation phenomena through landscape metrics and ndvi*, Journal of applied sciences, Vol.7, No.14, pp.1827-1842.

29. Weng, Yen.Chu (2007), *Spatio-temporal Changes of Landscape Pattern in Response to Urbanization*, Journal of Landscape and Urban Planning, Vol.81, No.4, pp. 341-353.

30. Zebardast, Labat (2004), *The Assessment of Anzali watershed change using remote sensing and management approaches*, MSc Thesis, Tehran University.