پایش تغییرات کاربری اراضی کرج با استفاده از تکنیک سنجش از دور

زهرا محمداسماعیل[۱*]

محقق مؤسسه تحقیقات خاک و آب؛ **mesmaily_n@yahoo.com**

چکیده

واحد های کاربری اراضی تحت تأثیر رویدادهای طبیعی، عملکردهای انسانی، مسایل اجتماعی و اقتصادی بویژه در اطراف شهرهای بزرگ همواره دستخوش تغییر می شوند. در این تغییرات اراضی گوناگون به اراضی ساخته شده اعم از مسکونی، تجاری، صنعتی یا شبکه راهها تبدیل شده و در برخی موارد بصورت اراضی بایر رها می شود. برای به نقشه در آوردن مرز واحدهایی که به سرعت در حال تغییر می باشد ابزار و تکنیک هایی مورد نیاز می باشد که قادر به جمع آوری و ثبت داده ها در مدت زمان کوتاه بوده تا نتایج آن بصورت نقشه های موضوعی در دسترس قرار گیرند. در این تحقیق با استفاده از قابلیت تکنیک سنجش از دور تغییرات کاربری اراضی شهر کرج و اطراف واقع در غرب شهر تهران به منظور تخمین میزان کاهش اراضی کشاورزی و باغی و افزایش سطح مجموعه شهری در بازه زمانی بین سال های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۱ (۱۹۸۷ تا ۲۰۰۲) مورد بررسی قرار گرفته است. برای تعیین انواع کاربری های منطقه از تصاویر ماهواره ای لندست های ۵ و ۷ (ETM^+) استفاده گردید. محدوده مورد مطالعه از تصاویر استخراج گردیده سپس با روش طبقه بندی نظارت شده[۲]با استفاده از نقشه های سال ۱۳۷۸ با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ ، شاخص های روشنایی و سبزینگی[۳] واحدهای اراضی تعیین گردید. نتایج حاصله با یکدیگر و با واقعیت های زمینی[۴] مقایسه گردیده و مشخص شد که نوع کلاسبندی نظارت شده با واحد های اراضی موجود تطابق بیشتری را نشان می دهد. با بررسی تصاویر در دو زمان می توان دریافت که همانند دیگر کلان شهر های دنیا کلان شهر کرج نیز در طول ۱۵ سال گذشته در اثر تغییر کاربری اراضی تغییرات وسیعی داشته که در اغلب موارد نتیجه این تحولات به زیان محیط زیست بالاخص پوشش گیاهی بوده و در زمینه های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی نیز بسیار موثر بوده است.با بررسی تصاویرماهواره ای مشخص گردید وسعت اراضی مسکونی ساخته شده در تصویر سال ۱۹۸۷ شامل شهر کرج و آبادی های پراکنده در اطراف آن تقریباً ۶۰۳۲/۳ هکتار بوده و در تصویر سال ۲۰۰۲ که شهر کرج به شهری بزرگ و آبادی های آن به شهرهای کوچک تبدیل شده اند در مجموع وسعتی بالغ بر ۱۰۵۴۱/۱۲ هکتار را اشغال شده است. گسترش سریع شهر کرج و حومه بویژه به سمت جنوب و غرب سبب گردیده اراضی تولید کننده محصولات زراعی- باغی که دارای شرایط مناسب برای کشت می باشند به واحدهای ساخته شده مسکونی، صنعتی و غیره تبدیل گردیده اند. به این ترتیب می توان برآورد نمود که به طور میانگین هر سال ۳۰۰/۶ هکتار بر وسعت اراضی ساخته شده افزوده شده که قسمت اعظم آن با پیشروی در اراضی کشاورزی بوده است.

واژه های کلیدی: واحدهای اراضی، تغییر کاربری اراضی، تصاویر ماهواره ای، طبقه بندی نظارت شده، بازه های زمانی

مقدمه

کاربری اراضی نتیجه روابط متقابل پارامترهای اجتماعی- فرهنگی و توان بالقوه سرزمین است. تغییرات

۱- نویسنده مسئول، آدرس: کرج، میدان استاندارد جاده مشکین دشت بعد از رزکان نو بلوار امام خمینی ،موسسه تحقیقات خاک و آب

* دریافت: ۸۷/۴/۲۵ و پذیرش: ۸۹/۳/۱۷

2 - Supervised Classification

3 -Brightness and Greenness Indexes

4 - Ground Truth

در کاربری و پوشش اراضی نتایج چشمگیری در محیط زیست دارد. الگوهای موجود کاربری اراضی به دلیل تأثیر نوع استفاده از اراضی در آینده نیز دارای اهمیت می باشد. پایداری منابع طبیعی مستقیم و یا غیر مستقیم با پوشش سطحی اراضی منطقه ارتباط دارند از این رو حفظ هماهنگی بین منابع پایدار و نیازهای اجتماعی- اقتصادی نیازمند مطالعاتی در زمینه پوشش اراضی و کاربری اراضی می باشد. افزایش شناخت محیط زیست و تلاش برای مدیریت پایدار منابع طبیعی نیازمند مطالعه و پایش کاربری اراضی و پوشش اراضی و تغییرات آن برای مقیاس های زمانی ودر مکان های گوناگون است.

سابقه تحقیق

پوشش اراضی در کلان شهرها از نظر مکانی بطور مدام در حال تغییر است، برنامه ریزان باید قادر به بهره گیری از داده های به هنگام شده پایگاه داده ها باشند تا نحوه پراکنش واحدهای کاربری اراضی را نشان دهند. سنجش از دور می تواند منبع مناسبی برای تهیه داده ها به منظور تهیه نقشه انواع پوشش اراضی و کاربری اراضی همچنین پایش محیط زیست باشد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۲).

پایش تغییرات کاربری اراضی در بازه های زمانی از طریق تکنیک سنجش از دور در مدت زمان کوتاهتر، با هزینه کمتر و با دقت بالاتری حاصل می شود (کاچواها، ۱۹۸۵). تلفیق سنجش از دور و داده های سامانه های اطلاعات جغرافیایی در کاهش هزینه، کوتاه نمودن زمان و افزایش جزییات و دقت اطلاعات می تواند بسیار موثر باشد. طبق برآوردی که لینگساکول و همکاران (۱۹۹۳) نموده با استفاده از اطلاعات رقومی می توان در حدود ۸۰- ۶۰٪ درصد در زمان صرفه جویی نمود.

یوان و همکاران (۲۰۰۵) روشی را برای به نقشه در آوردن و پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده های تصاویر لندست TM برا ی بررسی کلان شهرها در ایالت مینسوتای امریکا برای سال های ۱۹۸۶، ۱۹۹۱، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۲ پیشنهاد کردند. بلیکی و برکفلید (۱۹۸۷)، هتج و کوکبرن (۱۹۹۰) همچنین آریزپی و همکاران (۱۹۹۵) داده های دورکاوی را برای نمایش تغییرات حاصل از فعالیت های انسانی در نواحی وسیع برای فواصل زمانی گوناگون بکار بردند. محققینی مانند استون و لفور (۱۹۹۸) و ماس (۱۹۹۹) آنالیز داده های سری های زمانی سنجش از دور با استفاده از تکنیک های گوناگون تغییرات رخ داده را برای تهیه نقشه های جدید کاربری اراضی/ پوشش اراضی بررسی نموده اند. لطفی (۲۰۰۱) از مطالعات خود نتیجه می گیرد با استفاده از تکنیک های ساده سنجش از دور در زمان کوتاهی به میزان رشد اراضی شهری می توان دست یافت. وی با استفاده از تصاویر ماهواره ای و عکس های هوایی در سه بازه زمانی از ۱۹۷۶ تا ۱۹۹۰ منطقه شهری آمل را مورد مطالعه قرار داده و نتایج حاصله را در سامانه های اطلاعات جغرافیایی وارد کرده و با محاسبه جابجایی مرز لایه های تعیین کننده واحدهای اراضی میزان تغییرات کاربری اراضی اطراف شهر و رشد آن را مشخص نموده است.

احدنژاد (۲۰۰۲) با بهره گیری از تصاویر ماهواره ای تغییرات کاربری اراضی در اثر گسترش اراضی شهری در بخشی از آذربایجان شرقی دو مقطع زمانی را مطالعه نموده است. وی با بکارگیری تصاویر ماهواره ای لندست TM انواع واحد های پوشش /کاربری اراضی را در ۱۰ گروه طبقه بندی نموده و میزان تغییر مرز هریک از کاربری ها را برآورد نموده و به این ترتیب گسترش نواحی شهری را که بیشترین تأثیر را درتغییرات اراضی باغی داشته محاسبه نموده است. ضیاییان و قنواتی (۲۰۰۰) تغییرات ۱۰ ساله کاربری اراضی/ پوشش اراضی منطقه شهری تهران را با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست TM مورد بررسی قرار داده و بیشترین تغییر را در رابطه با میزان وسعت پوشش گیاهی در اثر تغییر کاربری اراضی مطرح نموده اند.

در حال حاضر به دلیل کمبود داده ها، هزینه بالای جمع آوری داده های مکانی و نیز کیفیت و میزان تغییرات کاربری اراضی بکار گیری تصاویر ماهواره ای در این زمینه رو به افزایش است. از مزایای تکنیک سنجش از دور برداشت داده ها برای مقاطع زمانی گوناگون و برای سطوح وسیع می باشد که در مدت زمان کوتاهی مورد پردازش و تفسیر سیستماتیک قرار گرفته سپس با تکنیک های مدلسازی مکانی درسامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS) روند تغییرات کاربری اراضی نشان داده می شود.

مواد و روش ها

محدوده مورد مطالعه شامل کلان شهر کرج و شهرهای کوچک و شهرک های اقماری اطراف آن واقع در غرب استان تهران و در طول جغرافیایی "۱۵/۸۹ '۴۹ °۵۰ تا "۲۹/۱۹ '۰۸ °۵۱ و عرض جغرافیایی "۲۶/۵۶ '۳۳ °۳۵ تا "۵۳/۳ '۵۳ °۳۵ واقع می باشد و مساحتی بالغ بر ۵۶۸۱۵/۳۷ هکتار را در بر گرفته است. (شکل شماره ۱)

این کلان شهر در زمانهای گذشته یک منطقه ییلاقی با وسعتی محدود در دهانه رودخانه کرج (در پای دامنه های جنوبی البرز) بوده که در اراضی اطراف آن انواع محصولات زراعی مانند گندم و جو، صیفی جات وسبزیجات کشت می شده و قسمت اعظم آن به بازار مصرف تهران اختصاص می یافت. در سال ۱۳۳۵ شهر

کرج تنها نقطه شهری شهرستان کرج با ۴۵۲۶ نفر جمعیت بوده ولی در حال حاضر این شهر با ۷ مرکز شهری و تعدادی شهرک های اقماری با بیش از ۰۰۰، ۵۰۰، ۱ نفر جمعیت هفتمین کلان شهر ایران محسوب می گردد.[1] در شمال منطقه بخشی از دامنه های جنوبی البرز جنوبی کشیده شده و امتداد آن به صورت پدیمنت و دشت تا چاله های انتهایی جنوب منطقه ادامه دارد.رسوب رودخانه کرج سطوح کم شیب و هموار را در دشت ایجاد نموده که به سمت جنوب منطقه بر وسعت و ضخامت آن افزوده می شود.

در تهیه نقشه ها موارد ذکر شده مورد بهره برداری قرار گرفته است:

- نقشه های توپوگرافی ۵۰۰۰۰ : ۱ سال ۱۳۳۴ سازمان جغرافیایی کشور
- نقشه های رقومی پوشش اراضی ۱:۲۵۰۰۰ سال ۱۳۷۸ (با فرمت DGN) سازمان نقشه برداری کشور
- تصاویر ماهواره ای لندست TM ماه شهریور سال ۱۹۸۷ میلادی با قدرت تفکیک تقریبی ۲۸/۵ متر
- تصاویر ماهواره ای ETM^+ لندست ۷ مهر ماه سال ۲۰۰۲ میلادی با قدرت تفکیک تقریبی ۲۸/۵ متر
- برداشت از سطح منطقه
- نرم افزارهای Erdas Imagine v.9.1 و ArcGis v.9.2 و Excel 2003

مراحل کار به ترتیب ذیل انجام شده است:

۱. از نقشه های رقومی ۲۵۰۰۰: ۱ انواع پوشش های اراضی به صورت لایه های مجزا استخراج گردید با استفاده از نقشه های رقومی۲۵۰۰۰: ۱ در محیط نرم افزاری Erdas ابتدا تصاویر ماهواره ای سال ۲۰۰۲ در سیستم تصویرUTM zone 39 مرجع زمینی گردید.

۲. تصاویر سال ۱۹۸۷ از طریق تصاویر سال۲۰۰۲ با روش Nearest Neighbor Resampling دارای مختصات واقعی و در سیستم زمین مرجع شده اند[2] (میزان RMSE = ۳/۶۶).

۳. در باندهای ۱ تا ۵ و ۷ تصاویر ماهواره محدوده مورد نظر جدا گردیده[3] و سپس رویهم قرار داده شد در تصاویر ETM^+ مجموع باندها با باند ۸ پانکروماتیک با قدرت تفکیک ۱۵ متری نیز ترکیب شده و تصاویر رنگی کاذب[4] حاصل گردید.

۴. با بکارگیری فیلتر Tasseled cap در تصاویر ماهواره ای برای هر دو زمان شاخص های روشنایی (برای تعیین میزان انعکاس خاک) و سبزینگی (برای نمایش پوشش گیاهی سبز موجود در محیط) استخراج گردید.

۵. در تصاویر بدست آمده انواع واحدها تعیین گردید و سپس در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (Arcgis 9.2) ۹ کلاس کلی در آن تشخیص داده شد، واحد ها به فرمت برداری (وکتور) در آمده و در جدول لایه ها هر یک از انواع واحد ها کد گذاری و نام گذاری گردید.

۶. طبقه بندی تصاویر ماهواره ای به صورت نظارت شده پارامتریک با انتخاب باندهای ۲ ، ۳و ۴ و نمونه های تصادفی صورت گرفت. در این مرحله از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ به عنوان مرجع برای تعیین واحدها و برای مقایسه با وسعت انواع پوشش ها در تصاویر ماهواره ای استفاده گردید.

۷. برای سنجش میزان دقت طبقه بندی، حد آستانه[5] در تصاویر طبقه بندی شده برای هر دو زمان محاسبه شد.

۸. برای بررسی طبقه بندی نظارت شده صحت[6] آن برآورد گردید. میزان صحت کلی طبقه بندی تصاویر سال ۱۹۸۷ برابر با ۹۱/۱۸ ٪ و در تصویر سال ۲۰۰۲ به میزان ۸۷/۳۴ ٪ بدست آمد که برای هر دو مورد قابل قبول می باشد.

۹. تصاویر طبقه بندی شده در محیط سامانه های اطلاعات جغرافیایی وارد گردیده و به نقشه های وکتوری تبدیل و جداول ویژگی های مرتبط با اجزای موجود نیز ایجاد گردید.

۱۰. انواع روش های مورد استفاده (Brightness, Greenness, Supervised) برای طبقه بندی اراضی منطقه (با توجه به نقشه های کاربری موجود) مورد مقایسه قرار گرفت.

نتیجه (پیامد) و بحث:

یکی از کاربردهای مهم سنجش از دور نمایش تغییرات محیطی می باشد. تعیین تغییر یک فرآیند برای تشخیص گوناگونی های یک حالت یا پدیده از طریق مشاهده آن در زمان های مختلف صورت می گیرد.

در تصاویر مورد استفاده سطح منطقه به ۹ واحد کاربری تقسیم شد. تشخیص اراضی ترکیبی نسبت به دیگر واحدها مشکل تر می باشد که بازدید از منطقه می تواند در تعیین واحد مورد نظر موثر باشد.

۱- آمارسرشماری سال ۱۳۸۵

2 - Image to Image
3 - Subset
4 - False Color
5 -Threshold
6 - Assessment Accuracy

واحدهای اراضی موجود در منطقه و کد هر یک در جدول شماره یک نشان داده شده اند.

نتیجه کلاسبندهای تصاویر به صورت شاخص های روشنایی (Brightness)، سبزینگی (Greenness) و کلاسبندی نظارت شده (Supervised) برای تصاویر سال های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲ در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

اشکال شماره ۲، ۳ و ۴ تغییرات وسعت اراضی گوناگون را در انواع کلاسبندی در سال های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲ نشان می دهند.

در مجموع در سال ۲۰۰۲ وسعت اراضی شهری (مجموع اراضی ساخته شده) افزایش نسبتاً زیادی داشته (۴۵۰۸/۸۲ هکتار) که از وسعت اراضی زراعی، باغات و کوهستانی کاسته شده است. بیشترین پیشروی اراضی شهری در جهات جنوب و غرب منطقه صورت گرفته (در شمال وجود مانع کوهستانی و در شرق مرز سیاسی شهر تهران پیشروی را محدود نموده است) که بخشی از اراضی زراعی را اشغال کرده و تعدادی از باغات نیز به مناطق مسکونی تبدیل گردیده است. در تصاویر سال ۱۹۸۷ حد شمالی (در واحد کوهستان) مناطق ساخته شده در ارتفاع ۱۴۲۰ متری بوده ودر سال ۲۰۰۲ منحنی تراز ۱۵۴۰ متری محدود کننده اراضی ساخته شده می باشد که به این ترتیب میزان جابجایی اراضی ساخته شده به سمت ارتفاعات مشخص می شود. اراضی بایر که شامل محدوده با پوششی از رسوب های رودخانه کرج، نواحی با پوشش گیاهی تنک و یا اراضی بدون پوشش گیاهی می باشد در سال ۲۰۰۲ دارای افزایش وسعت می باشد که تا حدی با زمان برداشت تصاویر (مهر ماه) مرتبط می باشد.

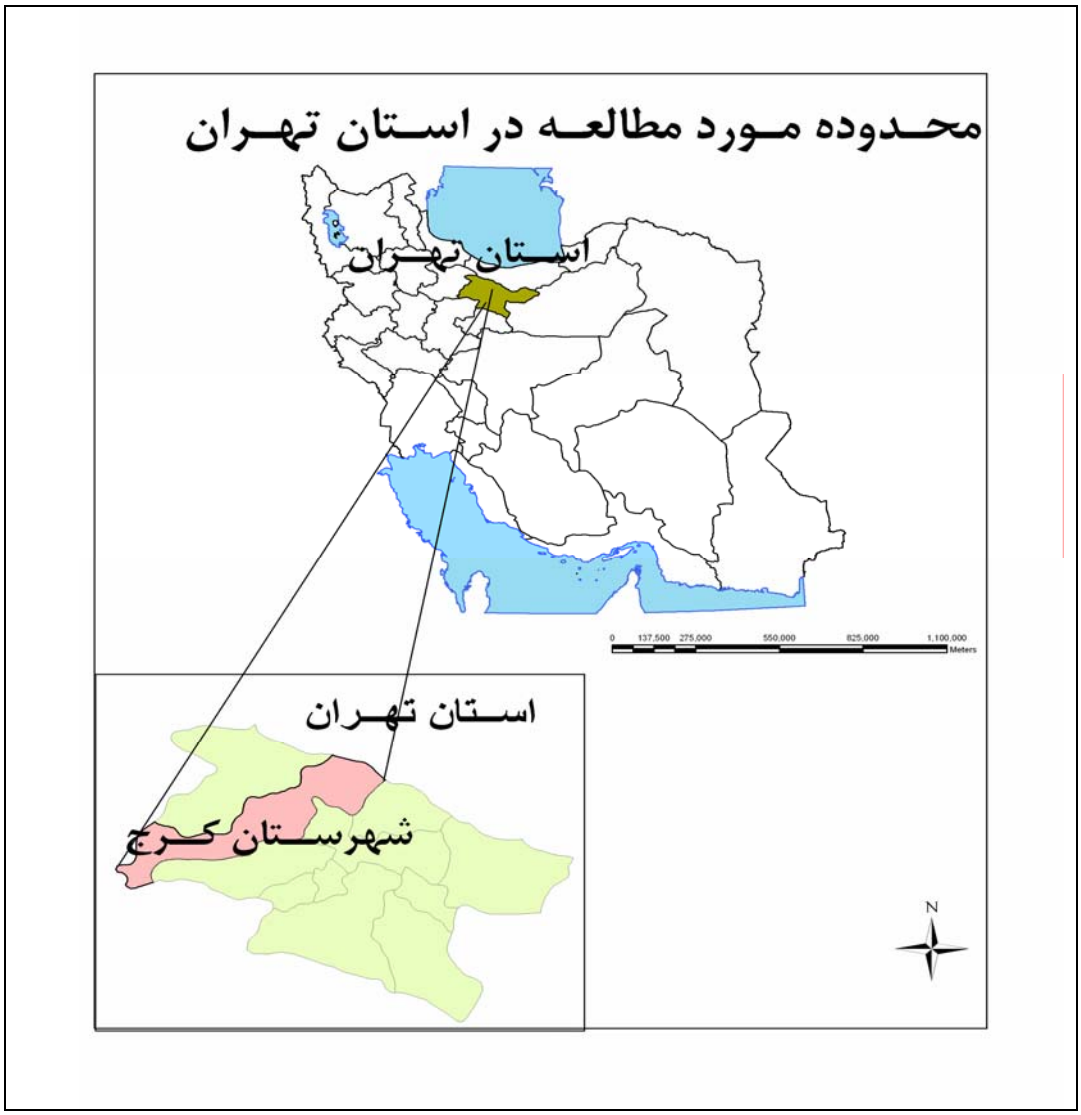
نتیجه گیری

ارتباط بین ارزش های محیطی، اقتصاد و کاربری اجتماعی میزان توسعه پایدار را تعیین می نماید. طبق این نظریه در مدیریت تغییر کاربری اراضی باید تعادل بین پارامترهای ذکر شده در نظر گرفته شود. در توسعه پایدار اراضی، مدیریت تغییر کاربری اراضی عامل مهمی به شمار می آید.

با رشد شهرنشینی افزایش فشار بر اراضی برای مسکونی شدن و ایجاد دیگر ساختارهای ضروری مرتبط با آن مانند بخش خدمات رسانی یک روند عادی محسوب می گردد و با توجه به اینکه ساختار و ترکیب اصلی مجموعه کلان شهرهای امروزی در ایران بر اثر عوامل و مقتضیات هر دوره شکل گرفته به نظر می رسد که برنامه های از پیش طراحی شده تأثیر مهمی در مدیریت منابع و اراضی نداشته است. ساماندهی وضع موجود و رفع نارساییهای حاصله از نابسامانی در بهره برداری از زمین، پدیده تغییر کاربری زمینهای زیر کشت، استقرار مکانی جمعیت در حال حاضر و توزیع مکانی مناسب فعالیتهای اقتصادی در آینده بر اساس توسعه پایدار اقتصادی – اجتماعی و محیطی، مستلزم شناسایی ساختارهای اصلی محیط، تراکم و پراکنش جمعیت، انواع فعالیتهای اقتصادی و روند تغییرات آن ازگذشته تا به حال می باشد. جمع آوری داده ها در مورد تغییرات حاصله نیازمند استفاده از تکنیک و ابزار هایی می باشد که بتواند اراضی وسیعی را با هزینه مقرون به صرفه و در مدت زمان کوتاهی مورد بررسی قرار دهد.

با بررسی نتایج حاصل از پردازش و طبقه بندی تصاویر ماهواره ای و مقایسه اطلاعات آن با نقشه های کاربری اراضی با مقیاس نسبتاً بزرگ و متناسب با مطالعه کاربری اراضی مشخص می گردد که طبقه بندی تصاویر به صورت نظارت شده برای منطقه مورد مطالعه به واقعیت های زمینی و نقشه های رقومی نزدیکتر بوده و از صحت قابل قبولی برخوردار می باشد. با توجه به رشد سریع کلان شهر ها و در نتیجه تغییرات بارز کاربری اراضی در اطراف آنها تصاویر ماهواره ای برای بازنگری در نقشه های کاربری اراضی و مدیریت بر اساس واقعیت های موجود ابزار مناسبی محسوب می گردد.

این تحقیق که منطقه نسبتاً وسیعی را با به کار گیری نقشه های رقومی پوشش اراضی با مقیاس نسبتاً بزرگ موجود و تصاویر ماهواره ای برای بازه زمانی حدود ۱۵ سال مورد بررسی قرار داده تغییرات زیادی را در بهره برداری از زمین نشان می دهد که عوامل متعددی از جمله همجواری با کلان شهر تهران و مسایل آن مانند قیمت زمین و مسکن، وجود راه های ارتباطی مهم و جذب مهاجران از دیگر نقاط کشور و ...در این امر دخیل می باشند. با توجه به اینکه نتایج حاصل از پردازش و تفسیر داده های سنجش از دور به نقشه های ۱:۲۰۰۰۰ رقومی که از منابع معتبر و نزدیک به وضعیت موجود به شمار می آید نزدیک است می توان نتیجه گرفت که تهیه نقشه های کاربری اراضی برای مقاطع زمانی با بکارگیری این داده های سنجش از دور سریع تر صورت گرفته، نقشه های موجود نیز به هنگام شده و عملیات پایش را با صرف هزینه کمتر انجام داد. پایگاه داده های منطقه ای حاصل از تکنیک دورکاوی سامانه های اطلاعاتی برای تشخیص و نمایش الگوهای رشد همچنین تأثیر عمق پیشرفت مناطق شهری در اجزای زمین نماها برای مدیریت و تصمیم گیری ها کمک موثری می باشند



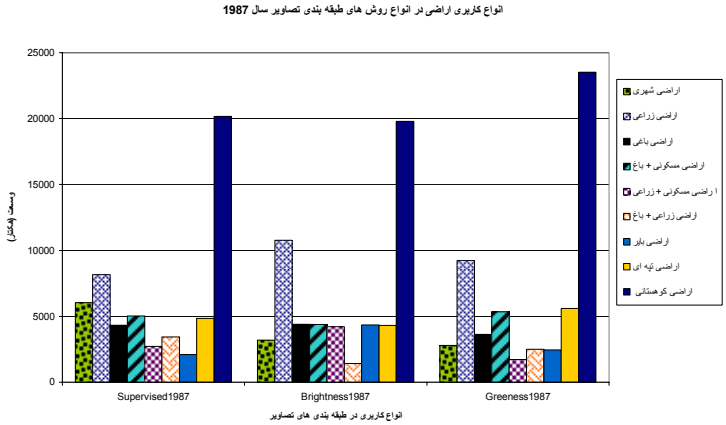
شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

جدول ۱- انواع کاربری اراضی

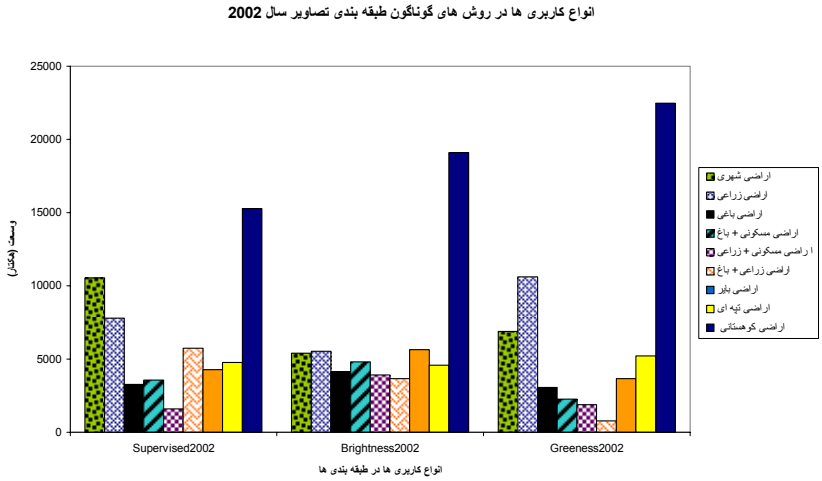
شماره واحد	نوع کاربری اراضی	توضیحات
۱	اراضی شهری و حومه شهر	اراضی اشغال شده توسط ساختمان های مسکونی، اداری و صنعتی
۲	اراضی زراعی	شامل محصولات زراعی مانند گندم، جو سبزیجات و انواع صیفی جات
۳	باغات	انواع باغات میوه و غیره
۴	اراضی ترکیبی	شامل اراضی مسکونی و باغات
۵	اراضی ترکیبی	شامل اراضی مسکونی و زراعی
۶	اراضی ترکیبی	شامل اراضی زراعی و باغات
۷	اراضی بایر	شامل رسوب های بادبزنی، اراضی با پوشش گیاهی ناچیز
۸	اراضی تپه ای	شامل ارتفاعات جنوبی و پراکنده
۹	اراضی مرتفع و کوهستانی	ارتفاعات شمالی

جدول ۲- مقایسه انواع اراضی در طبقه بندی های تصاویر سال های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲

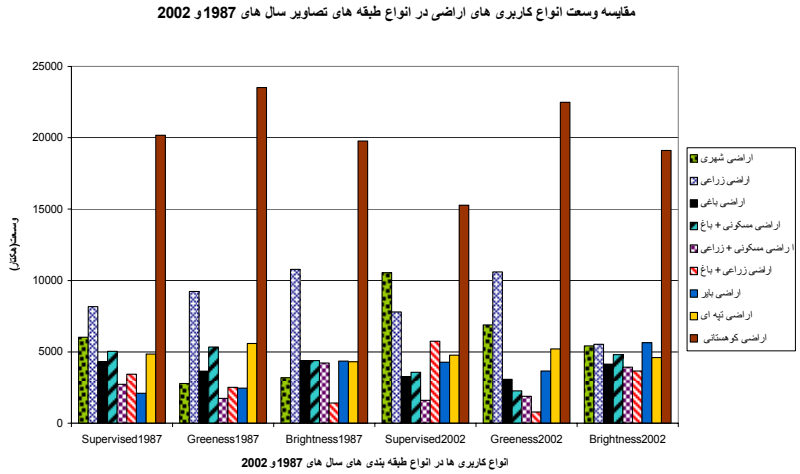
شماره واحد	نوع واحد اراضی	سال ۱۹۸۷ وسعت (هکتار)			سال ۲۰۰۲ وسعت (هکتار)		
		Greenness	Brightness	Supervised	Greenness	Brightness	Supervised
۱	اراضی شهری و حومه آن	۲۷۹۲/۹۰	۳۱۹۳/۴۴	۶۰۳۲/۳	۶۸۵۹/۳۰	۵۴۰۷/۳۷	۱۰۵۴۱/۱۲
۲	اراضی زراعی	۹۲۳۵/۸۵	۱۰۷۷۳/۶۱	۸۱۶۴/۹۶	۱۰۶۰۹/۳۷	۵۵۲۴/۹۱	۷۸۰۳/۷۷
۳	باغات	۳۶۴۰/۹۸	۴۳۹۱/۳۱	۴۳۱۶/۲۱	۳۰۷۱/۶۸	۴۱۴۶/۳۷	۳۲۵۷/۹۳
۴	اراضی ترکیبی	۵۳۴۶/۷۳	۴۳۷۷/	۵۰۲۷/۸۶	۲۲۶۱/۶	۴۸۰۵/۵۳	۵۷۴۰/۰۵
۵	اراضی ترکیبی	۱۷۲۷/۶۷	۴۲۱۹/۵۸	۲۷۲۷/۲۴	۱۸۸۰/۴۷	۳۹۲۴/۶۵	۱۵۹۳/۷۲
۶	اراضی ترکیبی	۲۵۰۷/۹	۱۴۱۶/۲۵	۳۴۲۷/۶۳	۷۸۴/۹۷	۳۶۶۴/۵۵	۳۵۷۰/۸
۷	اراضی بایر	۲۴۶۰/۳۳	۴۳۴۷/۴۸	۲۱۰۶/۶۲	۳۶۶۱/۴۵	۵۶۵۰/۱۸	۴۲۷۳/۴
۸	اراضی تپه ای	۵۵۹۳/۷۸	۴۳۱۳/۶	۴۸۴۲/۷۳	۵۲۰۹/۲۷	۴۵۹۰/۴۶	۴۷۶۱/۲۰
۹	اراضی کوهستانی	۲۳۵۰۸/۲۶	۱۹۷۸۳/۳۷	۲۰۱۷۰/۶۷	۲۲۴۷۷/۲۶	۱۹۱۰۱/۳۵	۱۵۲۷۴/۳۵



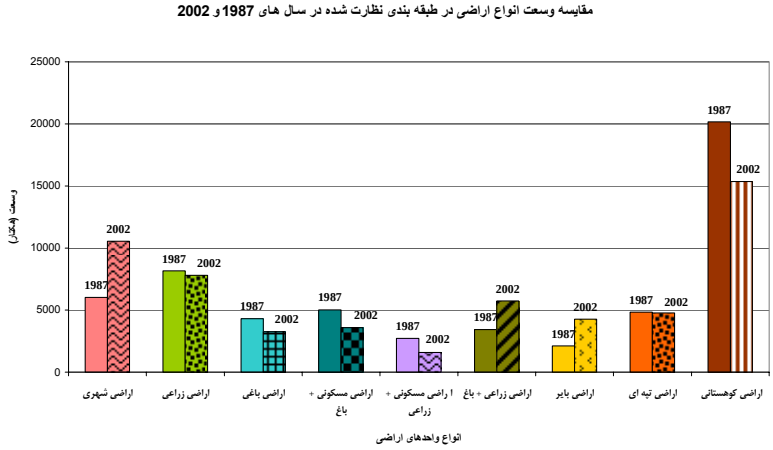
شکل ۲ - انواع کاربری اراضی در طبقه بندی های تصاویر سال ۱۹۸۷



شکل ۳- انواع کاربری اراضی در طبقه بندی های تصاویر سال ۲۰۰۲



شکل ۴- انواع کاربری اراضی را در طبقه بندی های گوناگون نشان می دهد



شکل ۵ - وسعت انواع واحدهای اراضی در طبقه بندی نوع نظارت شده در تصاویر سال های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲

فهرست منابع:

۱. اسدی هرمز، ۱۳۸۱، بررسی اقتصادی فعالیت گندم کاری در شهرستان کرج، اولین همایش کرج شناسی

۲. علوی پناه، سیدکاظم، ۱۳۸۲، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)، انتشارات دانشگاه تهران

۳. مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان کرج، ۱۳۷۸، سیمای کشاورزی شهرستان کرج

۴. محمداسماعیل، زهرا، ۱۳۸۴، بررسی ابعاد مکانی و اقتصادی تغییرکاربری اراضی در حواشی کلان شهر کرج، نشریه شماره ۱۲۲۸، موسسه تحقیقات خاک و آب

۵. نجفی دیسفانی، محمد، ۱۳۷۷، پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور(ترجمه)، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه تهران (سمت)

6. Ahadnejad, M., 2002. Environmental land use Change detection and assessment using with multi-temporal satellite imagery (Case Study Marageh Region). Map Asia 2002-Bangkok - Thailand
7. Anderson, J, R., E.E. Hardy, J. T. Roach, and R. E. Witmer. 1976. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data. Geological Survey Professional Paper 964.
8. Aspinall, R. J., and M.J., Hill. 2008. Land Use Change Science, Policy and Management. Taylor & Francis Group, LLC
9. Boitshoko, D., 2007, Extracting Spatial Information from Aerial Video Imagery for Monitoring Riparian Areas, P.21
10. Congalton, R. G., 2009. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data, Principles and Practices. Second Edition. Taylor & Francis Group, LLC
11. Donnay, J, P., M, J, Barnsley., P, A, Longley.2001. Remote Sensing and Urban Analysis. Taylor & Francis .P 84 – 113
12. Kachhwaha T. S. 1985. Temporal Monitoring of forest land for change detectives and forest cover mapping through satellite remote sensing techniques, Proceedings of the 6th Asian Conference on Remote Sensing. November 21-26, 1985, Hyderabad, India. PP. 276-281
13. Liengsakul, M., Mekpaiboonwatana, S., Pramojanee, P., Bronsveld, K. & Huizing, H. 1993. Use of GIS and remote sensing for soil mapping and for locating new sites for permanent cropland: a case study in the highlands of Northern Thailand. *Geoderma*, 60: 293–307
14. Lotfi, S., 2001, REMOTE SENSING FOR URBAN GROWTH IN NORTHERN IRAN. 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001, Singapore
15. Mather, P. M., 2004. Computer Processing of Remotely-Sensed Images, An Introduction, Third Edition, John Wiley sons, Ltd
16. Okello, Were, Kenedy., 2008.Monitoring spatio -temporal dynamics of land cover changes in Lake Naivasha drainage basin, Kenya, ITC, The Netherland
17. PETIT1, T , 2001.Quantifying processes of land-cover change by remote sensing**:** resettlement and rapid land-cover changes in south-eastern Zambia. SCUDDER2 and E. LAMBIN International Journal Remote sensing, , vol. 22, no. 17, 3435–3456
18. Saadat, H. R., Bonnell, F. Sharifi, G., Mehuys, M. Namdar, S. Ale-Ebrahim. 2008. Landform classification from a digital elevation model and satellite imagery. Geomorphology 100 (2008) 453–464. Elsevier
19. Stone ., Lefever 1998, Mas 1999.International Journal of Remote Sensing 2001.no.21
20. Warner, T , 2001. Introduction to Remote Sensing, Department of Geology and Geography West Virginia University
21. Weerakoon, K.G.P.K., 2002. Integration of Gis Based Suitability Analysis and Multi Criteria Evaluation for Urban Land Use Planning; Contribution from the Analytic Hierachy Process. gisdevelopment.net
22. Yuan, F., Sawaya K.E., Loeffelholz 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.
23. Zeaiean Firouaabadi, P,.E, Ghanavati .2000 Digital Approaches for Change Detection in Urban Environment. Geographic researchs, vol.84
24. Zhang, Q., J. Wang, X. Peng, P. Gong and P. Shi, 2002. Urban built-up land change detection with road density and spectral information from multi-temporal Landsat TM data. International Journal of Remote Sensing 23(15): 3057 – 3078