آشکارسازی تغییرات کاربری/پوشش اراضی شهر گنبدکاووس با استفاده از سنجش از دور

محمد رحیم رهنماء[1] محمد اجزاشکوهی[2]

بهنام عطا[3]

تاریخ دریافت مقاله: ۹٤/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۰۳/۲۰

****

چکیده

توجه به توسعه فیزیکی شهری پایدار، به عنوان یک ضرورت اساسی در برنامه‌های توسعه‌ی شهری، حاکی از اهمیت این موضوع در تقویت جبهه‌های فرهنگی، اجتماعی و کالبدی شهر می‌باشد. تغییرات پوشش سرزمین و توسعه شهرها سبب تخریب زیستگاه‌های طبیعی و کاهش تنوع زیستی شده است، یکی از روش‌های مورد استفاده برنامه‌ریزان جهت کنترل روند تغییرات پوشش سرزمین و کاربری اراضی، مدل‌سازی می‌باشد. این مطالعه با هدف مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهر گنبدکاووس با استفاده از LCM انجام شد. آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست متعلق به سال‌های ۱۳٦٦، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳ انجام شد. مدل‌سازی نیروی انتقال با استفاده از پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی و ۱۰ متغیر انجام پذیرفت. سپس با استفاده از مدل پیش‌بینی سخت و دوره واسنجی ۱۳٦٦ تا ۱۳۷۹ مدل‌سازی برای سال ۱۳۸۹ صورت گرفت و برای ارزیابی با نقشه واقعیت زمینی سال ۱۳۸۹ مورد مقایسه قرار گرفت، در پایان نیز با استفاده از دوره واسنجی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ پوشش سرزمین سال ۱٤۰٤ ،۱٤۱۹ و ۱٤۲۹پیش‌بینی شد. نتایج نشان می‌دهد در کل دوره مورد مطالعه به ترتیب ۲۸۵۸/۳۲ کاربری شهری و ۱۱۰٦/٤۷ اراضی آبی افزایش داشته و همچنین به ترتیب ۲۳۳۱/۷۷ اراضی بایر و ۲۱۳۵/۵ هکتار از وسعت اراضی دیم کاسته شده است. نتایج مدل‌سازی نیروی انتقال در اکثر زیرمدل‌ها صحت بالایی را نشان می‌دهد. نتایج مدل‌سازی با استفاده از زنجیره‌های مارکوف نشان داد که در سال‌های آتی شهر گنبدکاووس توسعه شدیدی خواهد داشت و اغلب به سمت شرق و جنوب خواهد بود، همچنین توسعه در سمت شمال و غرب نیز وجود دارد که در صورت عدم توجه باعث توسعه حاشیه‌نشینی خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی، LCM، شبکه عصبی مصنوعی، گنبدکاووس

****

۱- دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران rahnamarahim@gmail.com

۲-دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران shokouhim@ferdowsi.um.ac.ir

۳-کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول) b.behnamata@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

شهرها همواره تحت تأثیر نیروها و عوامل گوناگونی شکل گرفته و گسترش می‌یابند. با تحولات اجتماعی، جابه‌جایی‌های جمعیتی، تغییرات اقتصادی و نوآوری‌های فن‌شناختی، دگرگون می‌شوند. با افزایش جمعیت نیز فعالیت و سرمایه‌گذاری به شدت توسعه می‌یابد و نظام و سازمان کالبدی شهرها دستخوش تغییرات اساسی می‌شود(*سعیدنیا، ۱۳۷۸: ۱۹*). گرچه مناطق شهری ٤ درصد از سطح خشکی‌ها را تشکیل می‌دهد، ولی توسعه نامنظم شهری می‌تواند سبب تغییرات گسترده‌ای در شرایط محیطی کاربری‌های دیگر زمین شود(*جرجانی، ۱۳۸٦: ۸۲*). کاربری سرزمین همواره یکی از مهمترین عواملی بوده است که انسان از طریق آن محیط زیست خود را تحت تأثیر قرار داده است و از نظر تاریخی مهمترین تغییر کاربری اراضی که انسان انجام داد است، از میان بردن جنگل‌ها و تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی و سکونتگاه‌ها بوده است (*Lausch and Herzog, 2002*) . همراه با روند شهرنشینی سریع، مقدار زیادی از اراضی طبیعی مانند جنگل‌ها و تالاب‌ها به زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی تبدیل شده‌اند. تغییرات سریع کاربری سرزمین تأثیرهای عمیقی روی محیط‌های طبیعی و انسانی گذاشته است. برای مثال، توسعه کشاورزی و سازه‌ها سبب جنگل زدایی، فرسایش خاک، تخریب حوضه آبخیز، کاهش تنوع زیستی و آلودگی می‌شود. گذشته از این، تغییرات مربوط به استفاده از زمین‌های کشاورزی و شتاب شهرنشینی به افزایش سطوح نفوذناپذیر منجر شده است که سبب توسعه شبکه حمل و نقل و تجمع آلودگی‌های غیرنقطه‌ای همراه با رواناب سطحی می‌شود. به واسطه‌ی این اثرهای بزرگ، آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری سرزمین به مبحث مهمی در مدیریت محیط زیست و آمایش سرزمین تبدیل شده است (*Yu. et al…2011*).

مدل‌ساز تغییر زمین (LCM) که به طور کامل با برنامه ادریسی یکپارچه شده، ابزاری برای مدیریت و برنامه‌ریزی زمین و همچنین ابزار پشتیبان تصمیم گیری است. مدل‌ساز تغییر زمین به کاربر اجازه می‌دهد که تغییرات کاربری اراضی را به سرعت تجزیه و تحلیل کند. سطح زمین به خودی خود یک سیستم پیچیده است و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی یک فرایند پیچیده که حاکی از دخالت انواع متغیرهاست. معمولاً نقشه‌های موضوعی برای مدل‌سازی با استفاده از روش‌های سنجش از دور، پردازش تصویر و نرم‌افزارهای نقشه سازی بدست می‌آیند. به طور خلاصه، این مدل‌ها ابزارهایی مفیدند که تکمیل کننده توانایی ذهن بشر برای تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی و گرفتن تصمیمات آگاهانه‌ترند(*Verburg et al., 2004*). کارشناسان در سال‌های اخیر، به مدل‌سازی تغییرات و استفاده از آن برای پیش‌بینی تغییرات آتی کاربری اراضی به منظور برنامه‌ریزی دقیق و آینده‌نگرتر توجه نشان داده‌اند.

Thapa و Murayama (۲۰۱۱) از مدل‌ساز تغییر سرزمین (LCM) برای مدل‌سازی توسعه شهر نپال استفاده کردند. آن‌ها از تصاویر ماهواره‌ای ۱۹۹۱،۲۰۰۱ و ۲۰۱۰ برای مدل‌سازی سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۳۰، ۲۰٤۰ و ۲۰۵۰ با استفاده از سه سناریوی تاریخی،محیط زیستی و حفظ منابع کمک گرفتند.

محمد طاهری و همکاران(۱۳۹۲) به مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین شهرستان تبریز با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکف پرداختند، مدل‌سازی پتانسیل انتقال به کمک الگوریتم پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از شش متغیر مستقل صورت پذیرفت و میزان تخصیص تغییرات کاربری‌ها به همدیگر به روش زنجیره مارکف مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که بین سال‌های ۱۳٦۷ تا ۱۳۹۰ حدود ۵۱۹۵ هکتار به وسعت مناطق شهری و مسکونی افزوده شده است که اراضی مرتعی، اراضی کشاورزی و اراضی بایر به ترتیب بیشترین سهم را در افزایش اراضی شهری و مسکونی داشته‌اند.

برادران احمد[1] در سال۲۰۱۲ به مدل‌سازی پوشش زمین شهری با استفاده از دینامیک رشد تصاویر چند زمانه ماهواره‌ای در شهر داکا بنگلادش پرداخته‌اند. آن‌ها ابتدا به

1- Ahmed Bayes, Raquib

Archive of SID

www.SID.ir

طبقه‌بندی عوارض با استفاده از طبقه‌بندی فیشر پرداختند و سپس از سه مدل مختلف برای شبیه‌سازی نقشه‌های پوشش اراضی شهر داکا در سال ۲۰۰۹ استفاده کرده‌اند که به عنوان مدل تصادفی مارکوف،ST-Markov مدل سلولی خودکار مارکوفCA-Markov و مدل چند لایه پرسپترون مارکوف(MLP-Markov) نامگذاری شده است. پس از آن، بهترین مدل برای روش انتخاب شده به منظور مقایسه دسته‌های پوشش زمین در سه نقشه: نقشه مرجع از زمان ۱و ۲، و نقشه شبیه‌سازی زمان۲ اجرا شد. این که چگونه مدل چند لایه پرسپترون مارکف(MLP-Markov) بهترین و مناسب‌ترین مدل برای این پژوهش می‌باشد. مرحله بعد با استفاده از مدل(MLP-Markov) نقشه پوشش زمین برای سال ۲۰۱۹ پیش‌بینی شده است. مدل(MLP-Markov) پیش‌بینی کرده که مناطق ساخته شده از٤٦ درصد به ۵۸ درصد در منطقه مورد مطالعه از سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ افزایش پیدا کرده است.

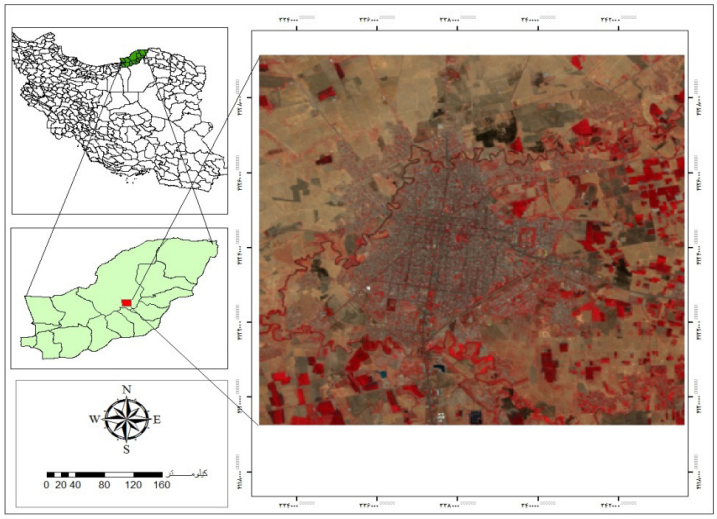
با توجه به اینکه شهر گنبدکاووس در دشت حاصلخیز گرگان قرار دارد، کشاورزی یکی از فعالیت‌های اصلی ساکنین این شهر می‌باشد که به دو صورت دیم و آبی انجام می‌شود و تأثیر بسزایی در اقتصاد این شهر و منطقه دارد. طی فرایند توسعه شهرها این شهر نیز به شدت رشد و توسعه فضایی داشته و باعث تغییرات کاربری در مقیاس وسیع از کاربری کشاورزی به کاربری مسکونی و یا ساخته شده از قبیل ساختمان سازی، شهرک‌های مسکونی، شهرک‌های تجاری شده است. بنابراین لزوم توجه به توسعه و گسترش فیزیکی آن از ضرورت‌های انجام تحقیق برای حفظ زمین‌های کشاورزی و باغات اطراف شهر می‌باشد. فناوری سنجش از دور یکی از ابزارهای بسیار مفید در تشخیص میزان رشد و گسترش شهر در طی دوره‌های زمانی مختلف است، همچنین کنترل پراکنش افقی شهر و در پیش گرفتن راهکارهایی برای جلوگیری از این نوع الگوی توسعه، مانند راهکار استفاده از امکانات موجود زمین با استفاده از اراضی بایر داخل شهر، هدایت به سمت توسعه شهر در جهاتی که باعث از بین رفتن اراضی مرغوب کشاورزی و باغات نشود، و ضرورت تهیه و اجرای برنامه‌های کاربری زمین برای استفاده صحیح از زمین در شهر از دیگر ضرورت‌های تحقیق می‌باشد.

۲- مبانی نظری تحقیق

یکی از آثار توسعه کالبدی، گسترش در حاشیه شهر یا منطقه ده- شهرها و آن سوی مرزهای اداری شهرهاست. این توسعه شهری به سوی مناطق بیرونی پیش رفته و موجب تغییراتی در کاربری اراضی پیرامونی آن می‌شود*(شیعه، ۱۳۷۷: ۶۵)*. با توجه به تحولات سریع جمعیتی و توسعه فیزیکی شهر لزوم توسعه برنامه‌ریزی شده بیش از پیش احساس می شود که باید جهت‌یابی توسعه فیزیکی با توجه به عوامل تأثیر گذار در این توسعه به گونه‌ای صورت گیرد که همراه با توسعه فیزیکی مطلوب شهر کمترین خسارت به اراضی کشاورزی وارد شود و بتوان با حفظ محیط‌زیست به توسعه پایدار شهر دست یافت. توسعه‌ای که در آن اهداف اقتصادی، اجتماعی، فیزیکی در پیوند با هم قرار بگیرند. بدون برنامه‌ریزی گسترش بی‌رویه مناطق شهری، سال به سال، بوم سازه‌های شکننده و یا طبیعی را که تاکنون به هر دلیلی بکر و دست نخورده باقی مانده است بیشتر مورد هجوم قرار خواهد داد. با توسعه شهر ممکن است بسیاری از زمین‌های قابل کشت مجاور شهرها برای ساختمان سازی استفاده شوند. در چنین موقعیت‌هایی، کشاورزان اطراف شهر بر اثر چند برابر شدن قیمت زمین‌ها به تولید محصول علاقه نشان نمی‌دهند، در نتیجه تولید محصول نیز کاهش می یابد. با تعیین جهت توسعه شهرها امکان برنامه‌ریزی درست برای گسترش آن فراهم می‌شود و از گسترش بی‌رویه و انگلی و خودسرانه شهرها جلوگیری می‌کند و همچنین این کار به صرفه نیز هست و از اثرات زیانبار بعدی می‌کاهد. تاریخ نشان داده است که منشاء توسعه یافتگی در ممالک توسعه یافته دنیا بر اساس مازاد کشاورزی صورت گرفته و بخش کشاورزی به لحاظ تنها بخش اقتصادی

Archive of SID

www.SID.ir



نگاره ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

جوامع مختلف، در مراحل اولیه توسعه، عمده‌ترین نقش را داشته است*(آسایش، ۱۳۷٤: ٦)*. همچنین رشد فیزیکی شهرها، اراضی مرغوب کشاورزی را بلعیده و از بین می‌برد. اکثر شهرهای ایران در مراحل اولیه شکل‌گیری، با هدف استفاده از خاک‌های مرغوب برای زراعت، در کنار و یا در میان اراضی مرغوب زراعی استقرار یافته‌اند و به مرور زمان همراه با گسترش روستاها و تبدیل آن‌ها به شهر و سپس توسعه شهرها، اراضی مرغوب زیر پیکر شهرها مدفون شده و فعالیت‌های زراعی ناگزیر به سمت اراضی نامرغوب عقب نشسته است*(بهرام سلطانی،۱۳۷۱: ۱۹)*. گر چه مناطق شهری ٤ درصد از سطح خشکی‌ها را تشکیل می‌دهند ولی توسعه نامنظم شهری می‌تواند سبب تغییرات گسترده‌ای در شرایط محیطی کاربری‌های دیگر زمین شود*(جرجانی، ۱۳۸٦: ۸۲)*.

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- معرفی محدوده مورد مطالعه

گنبدکاووس در طول شرقی: حداقل ٥٤درجه و ۳۱دقیقه و حداکثر ٥٥ درجه و ۳۹ دقیقه و عرض شمالی حداقل۳۷ درجه و۳دقیقه و حداکثر۳۸درجه و٦دقیقه قرار دارد. شهر گنبدکاووس در فاصله ۹۸ کیلومتری از مرکز استان واقع گردیده و از شمال با ۱٤٥ کیلومتر مرز مشترک با کشور ترکمنستان و از جنوب با شهرستان‌های آزادشهر و رامیان از شرق با شهرستان‌های کلاله و مینودشت و از غرب با شهرستان‌های آق‌قلا و علی‌آباد همسایه می‌باشد *(www.wikipedia.org)* .

۳-۲- معرفی نرم افزارهای ENVI و IDRISI

نرم‌افزار ENVI (The Environment For Visualizing Images) محصول شرکت RST (Research System, Inc) است که تاکنون گونه‌های مختلف آن به بازار آمده است. این نرم افزار گرچه دیر به بازار تجاری نرم افزارهای سنجش از دور وارد شد ولی با توجه به قابلیت‌های بالای آن به سرعت جای خود را در میان متخصصان باز نمود. بسیاری از قابلیت‌های ENVI در گونه‌های متعدد آن به سرعت پیشرفت کردند و باعث شدند تا این نرم افزار در بعضی از جنبه‌ها منحصر به فرد شود *(فاطمی نصرآبادی، ۱۳۹۱: ۹)*. یکی از جنبه‌های قوی این نرم افزار قابلیت نمایش آن است که علاوه بر سرعت بالا از امکانات جانبی بسیاری نیز برخوردار است. انواع نمایش‌های سه بعدی و دو بعدی تصاویر، داده‌های رستری مختلف نظیر DEM و داده‌های برداری در فرمت‌های گوناگون از جمله این امکانات است*(همان، ۹)*. نرم افزار ENVI یک نرم افزار پردازش تصاویر محسوب می‌شود، بنابراین توابع اصلی پردازش تصاویر در آن به طور کامل یافت می‌شود. توابعی نظیر انواع تبدیل‌ها، فیلترها، طبقه‌بندی، تصحیح هندسی، آنالیزهای طیفی متعدد، پردازش داده‌های راداری،

Archive of SID

www.SID.ir

کار با داده‌های فراطیفی و پشتیبانی از انواع فرمت‌ها از جمله امکانات معمول ENVI هستند*(همان،۹)*.

IDRISI برای اولین بار در سال ۱۹۸۷ توسط پروفسور رونالد ایستمن از گروه جغرافیای دانشگاه کلارک، به عنوان یک سیستم اطلاعات جغرافیایی مبتنی بر کامپیوترهای در دسترس و در عین حال قوی ابداع شده است. از سال ۱۹۸۷، IDRISI توسط متخصصان در طیف وسیعی از صنایع در بیش از ۱۸۰ کشور در سراسر جهان استفاده می‌شود *(آرخی و اصفهانی، ۱۳۹۳: ۳۰)*. ابوعبدالله محمد الادریسی(۱۱٦٦-۱۱۰۰ میلادی) محقق مسلمان که از شهرت بین‌المللی در مدیترانه در روزگار خود برخوردار بود، در یک شهر در ساحل شمال آفریقا متولد شد. برای تقدیر از روح همکاری وی در تحقیق جغرافیایی است که سیستم نرم افزار IDRISI به نام وی اختصاص داده شده است*(همان، ۳۰)*. ویژگی‌های کلیدی نرم افزار شامل بسته کامل آنالیزهای GIS برای تجزیه و تحلیل آماری و سطحی، پشتیبانی تصمیم‌گیری و تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی در عکس، یک سیستم پردازش تصویر کامل با تعداد زیادی Classifier نرم و سخت، از جمله Classifier های یادگیری ماشینی مانند شبکه‌های عصبی و آنالیز درخت طبقه‌بندی(Classification Tree) و غیره برای طبقه‌بندی و مدل‌های MARKOV و Land Change Modeler برای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی تغییر زمین می‌باشند *(همان، ۳۱)*.

۳-۳- روش تحقیق

در این مطالعه، به منظور تصحیح هندسی، از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شده از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح استفاده گردید. در این مرحله اقدام به اعمال تصحیحات هندسی بر روی تصاویر شد و تصویر سنجنده TM سال ۱۳۸۹ با استفاده از مدل- وکتور، زمین مرجع شد. برای این کار از ٤۲ نقطه کنترل زمینی با پراکنش مناسب و در تقاطع جاده‌ها، آبراهه‌ها و ... استفاده گردید تا مدل ریاضی که برای پیدا کردن ضرایب مجهول در معادله مورد استفاده قرار می‌گیرد، خطای کمتری داشته باشد. برای تبدیل مختصات تصویر تصحیح شده به تصویر تصحیح نشده، از تابع درجه اول استفاده گردید و برای نمونه‌گیری مجدد ارزش پیکسل‌های تصویر تصحیح نشده از روش نزدیکترین همسایه استفاده و در نهایت سنجنده TM با خطای RMS معادل ۰/۳۷پیکسل زمین مرجع گردید.

ETM^+ سال ۱۳۷۹ به روش تصویر به تصویر انجام گردید. بدین منظور تصویر ۱۳۸۹ بعد از تصحیح هندسی به عنوان مبناء در نظر گرفته شد. ابتدا نقاط کنترل انتخاب شدند، سپس نقاطی که دارای خطای زیادی بودند از جدول مربوطه حذف شدند و در نهایت با حذف ۹ و ۷ نقطه کنترل زمینی، تصویر MSS با ۳۳ و تصویر ETM^+ با ۳۵ نقطه کنترل با خطای معادل ۰/۳۲ و ۰/۳۸ پیکسل تصحیح شد. به منظور تعیین تغییرات علاوه بر هم مختصات بودن تصاویر، باید ابعاد پیکسل‌های آن‌ها نیز یکسان شوند که در این تحقیق اندازه پیکسل‌های ETM و MSS ۲۸/۵ متر است. و اندازه پیکسل‌های TM ۳۰ متر است. در ضمن، تصحیح رادیومتریک زمانی انجام می‌گیرد که از تصاویر چند زمانه یعنی تصاویری که مربوط به فصول یا سال‌های مختلف و یا سنجنده‌های مختلف هستند، استفاده شود*(Du et al., 2002: 127)*. در این مطالعه از روش کاهش تیرگی پدیده[1] جهت تصحیح رادیومتریک استفاده شده است. همچنین انتخاب مکان‌های آموزشی به این صورت انجام گرفت : مکان‌های آموزش مناطق تعریف شده برای هر نوع پوشش زمین را که در تصویر می‌باشد. رنگ انتخاب شده کامپوزیته برای دیجیتالی شدن چند ضلعی در اطراف هر یک از سایت‌های آموزشی برای پوشش‌های مشابه زمین استفاده شد. سپس برای هر یک شناسه خاص پوشش زمین انتخاب شد. در ابتدا سایت آموزش بر اساس داده‌های مرجع جمع آوری شده و اطلاعات جانبی توسعه یافته‌اند. توسعه یا ایجاد امضا: این مرحله ایجاد امضای طیفی برای هر نوع از پوشش‌های زمین است. که این با تجزیه و تحلیل پیکسل از سایت‌های آموزشی انجام شد. زمانی که رقومی کردن

1- .Dark Subtract

Archive of SID

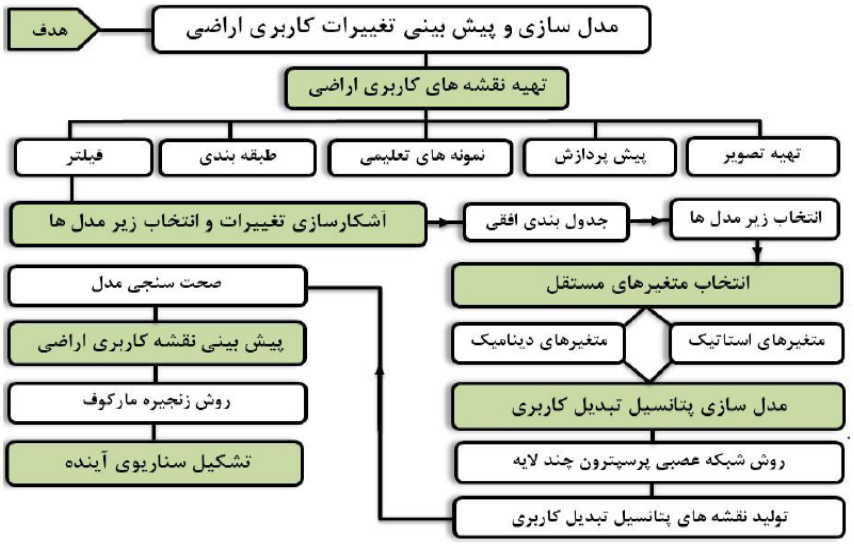
www.SID.ir

مکان‌های آموزشی تمام می‌شود، خصوصیات آماری از هر یک از پوشش‌های زمین مورد نیاز می‌باشد که به آن امضای پدیده‌ها گفته می‌شود که انجام شد. بعد از ایجاد فایل امضا برای تمام انواع پوشش زمین تصاویر طبقه بندی شده است، با استفاده از یک طبقه‌بندی حداکثر احتمال. طبقه‌بندی حداکثر احتمال، احتمال اینکه هر سلول متعلق به یک کاربری باشد را بررسی نموده و سلول را به کاربری با بالاترین احتمال عضویت اختصاص می‌دهد. در این طبقه‌بندی توزیع ارزش بازتابی در هر نمونه تعلیمی توسط یک تابع تراکم احتمال، که براساس تئوری احتمال بیس بنا شده نشان داده خواهد شد، روش‌های مختلف طبقه‌بندی در این تحقیق آزمایش و در نهایت این طبقه‌بندی با صحت بالا با واقعیت انتخاب شد. پس از طبقه‌بندی تصویر، گاهی اوقات ممکن است تعدادی از پیکسل‌های جدا شده یافت شود. این پیکسل‌های جدا شده ممکن است متعلق به یک یا چند کلاس که از پیکسل اطراف آن متفاوت است باشد. بنابراین احتیاج به تعمیم تصویر و حذف پیکسل‌های جدا شده می‌باشد. فیلتر کردن راه‌حل مناسبی برای این نوع مشکل می‌باشد. بنابراین یک فیلتر حالت۷*۷به طبقه‌بندی حداکثر احتمال تصاویر پوشش زمین استفاده شده است. این عملیات پس از پردازش جایگزین پیکسل جدا شده به رایج ترین کلاس‌های همسایه می‌باشد.

نگاره ۲ مراحل کلی انجام تحقیق را به ترتیب نشان می‌دهد که در ابتدا تصاویر مربوط به سال‌های مربوطه جمع‌آوری و بعد از پردازش و عملیات مختلف و تهیه نقشه‌های پوشش اراضی ، در نهایت آشکارسازی تغییرات با استفاده از LCM صورت گرفته و همچنین پتانسیل احتمال تبدیل کاربری‌ها با شبکه عصبی مصنوعی محاسبه و در نهایت پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی برای سال‌های آتی انجام شده است.

۳-٤- آشکارسازی تغییرات با استفاده از LCM

آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی ابزاری ضروری برای تجزیه و تحلیل‌های محیط زیست، برنامه‌ریزی و مدیریت است. مدل‌ساز تغییر سرزمین، نرم افزاری برای ایجاد توسعه پایدار بوم شناختی است که برای تشخیص مسئله مبرم و رو به افزایش تغییرات سرزمین و نیازهای تحلیلی حفظ تنوع زیستی طراحی و ساخته شده است و به صورت برنامه عمودی درون سامانه نرم افزاری IDRISI وجود داشته، همچنین به صورت افزونه برای نرم افزار ArcGIS نیز در دسترس است. مدل‌ساز تغییر سرزمین، ابزاری را در اختیار قرار می‌دهد که به کمک آن می‌توان به ارزیابی و مدل‌سازی تجربی تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر زیستگاه گونه‌ها و تنوع زیستی پرداخت. مراحل



نگاره ۲: مراحل انجام تحقیق

Archive of SID
www.SID.ir

مدل‌سازی در ٤ مرحله صورت می‌گیرد(نگاره ۲).
- بررسی تغییرات؛
- مدل‌سازی نیروی انتقال؛
- مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی؛
- ارزیابی صحت مدل‌سازی.

در ضمن نرم افزار استفاده شده در تحقیق حاضر IDRISI Selva است. در این تحقیق، نقشه‌های پوشش زمین تولید شده سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۹۳ به مثابه ورودی مدل LCM برای تحلیل تغییرات منطقه و پیش‌بینی تغییرات کاربری سرزمین سال ۱٤۰٤ انتخاب شدند. مدل LCM به دو نقشه پوشش سرزمین متعلق به زمان‌های گوناگون به مثابه ورودی نیاز دارد *(Kim, 2010)* . در این تحقیق، کاهش‌ها و افزایش‌ها در هر کاربری(Gain and losses)، تغییر خالص(Net change)، مناطق بدون تغییر(Persistance)، انتقال(Transition)، از هر کاربری به کاربری دیگر در طبقات گوناگون پوشش سرزمین به صورت نقشه و نمودار با قسمت آنالیز تغییرات مدل ارزیابی شد *(Vaclavik and Rogan, 2009)*.

۳-۵- مدل‌سازی نیروی انتقال یا مدل‌سازی پتانسیل انتقال

در این بخش از مدل‌سازی، نیروی انتقال از یک کاربری(مثل اراضی دیم) به کاربری دیگر(نظیر کاربری شهری) با توجه به متغیرهای توضیحی مثلاً (شیب، نزدیکی به جاده)، مدل می‌شود. به این مفهوم که هر پیکسل از تصویر برای تغییر از یک کاربری به نوع دیگر چقدر پتانسیل دارد. خروجی این قسمت، نقشه نیروی انتقال برای هر تغییر(مثلاً از کاربری اراضی دیم به کاربری شهری) خواهد بود. برای انتخاب زیر مدل‌هایی که بالاترین صحت را داشته باشند، ضروری است که مدل چندین مرتبه با سناریوهای مختلف اجراء شود. بعد از انجام این مرحله ٦ زیر مدل برای مدل‌سازی نیروی انتقال با استفاده از پرسپترون چند لایه شبکه عصبی مصنوعی در نظر گرفته شدند (نگاره ۲). زیر مدل‌ها عبارتند از:
- اراضی آبی به مسکونی
- اراضی دیم به مسکونی
- اراضی بایر به مسکونی
- اراضی دیم به اراضی آبی
- اراضی بایر به دیم
- اراضی آبی به اراضی دیم

انتخاب متغیرها

متغیرهای استفاده شده در مدل عبارتند از:
- ارتفاع یا مدل رقومی ارتفاع
- شیب
- فاصله از مناطق مسکونی
- فاصله از جاده
- فاصله از رودخانه
- فاصله از اراضی کشاورزی(آبی و دیم)
- فاصله از اراضی بایر
- فاصله از پارک و باغ

برای تعیین همبستگی بین متغیرهای مستقل و میزان تغییر(متغیر وابسته) از ضریب همبستگی کرامر استفاده شد. متغیرهای استفاده شده در تحقیق حاضر در اغلب مطالعات مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی استفاده می‌شوند. به عنوان مثال در مطالعه Schulz و همکاران(۲۰۱۱)، شیب و نزدیکی به جاده‌های اصلی تأثیر معنی‌داری را در تغییرات پوشش گیاهی نشان دادند. با توجه به مطالعات قبلی و ضریب همبستگی کرامر این متغیرها (متغیرهای ذکر شده در بالا) در تحقیق حاضر در نظر گرفته شدند. از نقشه توپوگرافی برای تهیه مدل رقومی ارتفاع منطقه استفاده شد. لایه شیب نیز با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع تولید شد. مناطق مسکونی، اراضی کشاورزی و بایر و پارک و باغ از تصویر پوشش اراضی سال قدیمی‌تر (در ورودی مدل) به صورت لایه‌های بولینی استخراج و متغیر فاصله از هر کدام از این کاربری‌ها تهیه شد *(Eastman, 2006)* .

در این راستا نقشه عوامل فوق با استفاده از نرم افزار ArcGIS و IDRISI در محیط GIS تهیه شده و جهت تجزیه و تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. برای تهیه

Archive of SID

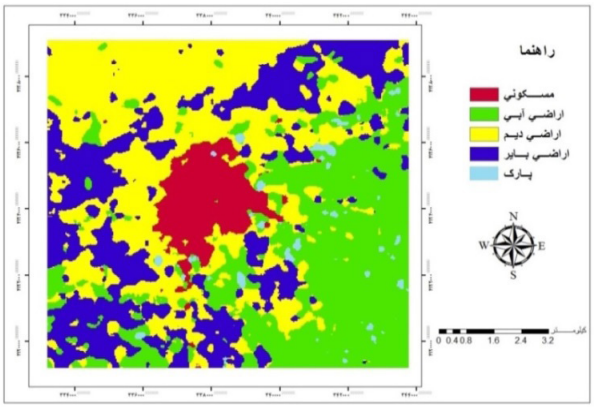
www.SID.ir

نقشه‌های طبقات شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا، مدل رقومی ارتفاع منطقه مورد مطالعه بایستی تهیه گردد. برای تهیه این مدل ارتفاعی ابتدا منحنی میزان‌های ۲۰ متری از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ رقومی شده و وارد محیط GIS می‌گردد. از نقشه توپوگرافی برای تهیه مدل رقومی ارتفاع منطقه استفاده شد. لایه شیب و جهت نیز با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع تولید شد. برای تهیه هر یک از نقشه‌های مشخصه‌های انسانی از جمله فاصله از مناطق مسکونی، جاده‌ها و فاصله از رودخانه، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰تهیه شده، استفاده می‌شود و این نقشه‌ها به ساختار رستری تبدیل می‌شوند تا برای استفاده در تجزیه و تحلیل‌های مکانی مناسب باشند. لازم به یادآوری است که با استفاده از توابع فاصله‌ای[1] لایه‌های فاصله از مناطق مسکونی، جاده‌ها و فاصله از رودخانه تهیه و به گروه‌های معین طبقه‌بندی گردیدند.

با استفاده از لایه جاده و رودخانه‌های بدست آمده از سازمان نقشه برداری کشور و همچنین با اصلاحاتی که از طریق رقومی کردن روی تصاویر ماهواره‌ای انجام شد، متغیر فاصله از هر کدام از کاربری‌های مذکور تولید شد. تمام متغیرهای بالا کمّی هستند و برای استفاده از متغیرهای کیفی پوشش اراضی از روش زیر استفاده شد. نقشه انتقال از کل کاربری‌ها (All) به اراضی کشاورزی و نقشه انتقال از کل کاربری‌ها به مناطق مسکونی تولید و سپس با استفاده از ابزار تغییر شکل احتمال شواهد و نقشه پوشش اراضی سال قدیمی‌تر در ورودی مدل متغیرهای کیفی تولید شدند *(Eastmn, 2006)* .

۳-۶- پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی

احتمال انتقال محاسبه شده از هر کاربری به کاربری دیگر با استفاده از زنجیره مارکوف محاسبه شد. در مدل مارکوف حالت سیستم در زمان ۲ می‌تواند بر اساس حالت سیستم در زمان ۱ پیش‌بینی شود و در نتیجه آن ماتریس احتمالات انتقال به مثابه پایه مدل‌سازی پیش‌بینی تغییر کاربری سرزمین ارائه شود*(Eastman, 2006)*. در این مطالعه، مدل‌سازی برای سال ۱٤۰٤با استفاده از مدل پیش‌بینی سخت و دوره واسنجی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ اجراء شد. *(Khoi & Murayama, 2010؛ Eastman, 2006)*. در پایان برای پیش‌بینی تغییرات پوشش سرزمین سال ۱٤۰٤ از نقشه‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ استفاده شد.



نگاره ۳: پهنه‌بندی پوشش اراضی با روش حداکثر احتمال شهر گنبدکاووس سال ۱۳٦٦

٤- نتایج

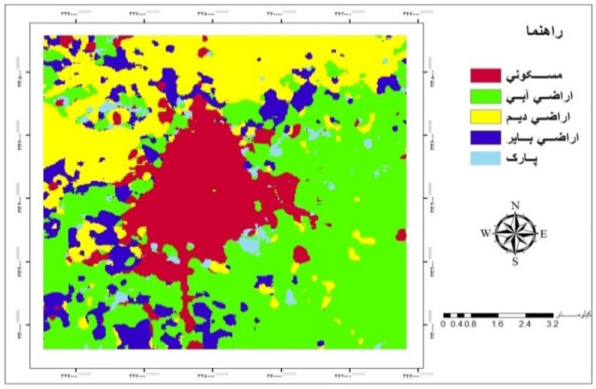
٤-۱- طبقه‌بندی تصاویر

تصاویر چند زمانه استفاده شده در این تحقیق پس از تصحیح هندسی، برای تهیه نقشه پوشش زمین با استفاده از روش حداکثر احتمال با توجه به بالاترین میزان صحت مورد بررسی قرار گرفته است.

تعداد پوشش اراضی با توجه به تصاویر و نقشه‌های کاربری موجود و شرایط منطقه مورد مطالعه و بازدید میدانی برای تهیه نقشه پوشش اراضی به پنج کلاس تقسیم شده است که عبارتند از: کاربری شهری، اراضی آبی، اراضی دیم، اراضی بایر، پارک و باغ (نگاره‌های ۳، ٤ ، ۵ و ٦). این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین افزایش پوشش زمین مربوط به کاربری‌های شهری (کاربری‌های ساخته شده) است که از رقم ۲۵٤۳/۲۱ در سال ۱۳۸۹ به رقم ٤٦۱۵/٤٤ هکتار در سال ۱٤۲۹پیش‌بینی شده است.

1 - Distance

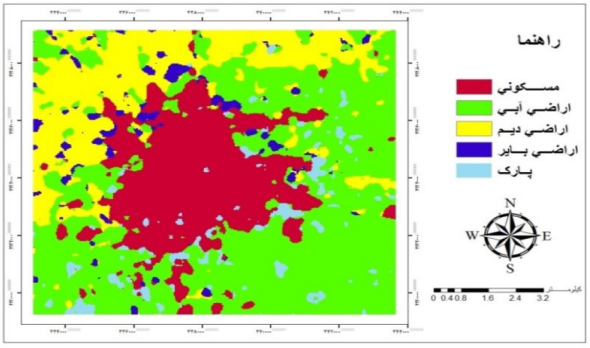
Archive of SID
www.SID.ir



نگاره ٤: پهنه‌بندی پوشش اراضی با روش حداکثر احتمال شهر گنبدکاووس سال ۱۳۷۹

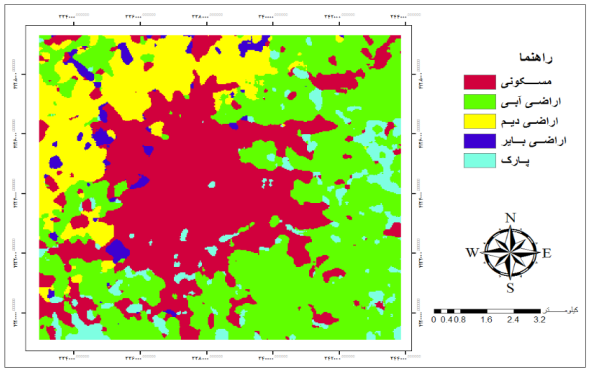
٤-۲- آشکارسازی تغییرات

طی سال‌های ۱۳٦٦ تا ۱۳۹۳، مقدار تغییر خالص هر کدام از کاربری‌ها (پوشش زمین) به ترتیب کاربری شهری ۲۸۵۸ هکتار ، اراضی آبی ۱۱۰٦ هکتار، اراضی دیم ۲۱۳٦- ، اراضی بایر ۲۳۳۲- و پارک و باغ ۵۰۲ هکتار افزایش میزان تغییرات خالص داشته است. همچنین میزان تبدیل هر یک از کاربری‌ها به ترتیب برای کاربری شهری به ترتیب اراضی آبی، اراضی دیم، اراضی بایر و پارک و باغ : ۵٦۷، ۱٦۵۱، ٦۱۰، ۳۰ هکتار بوده است. سهم تغییرات خالص اراضی آبی به ترتیب پارک و باغ، اراضی بایر، اراضی دیم، کاربری شهری : ۳۰٦- ، ۱۱۲۸، ۸۵۱ ، ۵٦۷- هکتار بوده است.



نگاره ۵: پهنه‌بندی پوشش اراضی با روش حداکثر احتمال شهر گنبدکاووس سال ۱۳۸۹

سهم تغییرات خالص اراضی دیم نیز به ترتیب ۹۷- سهم پارک و باغ، ٤٦٤ هکتار سهم اراضی بایر از اراضی دیم، ۸۵۱- هکتار سهم اراضی آبی از اراضی دیم ، ۱٦۵۱- سهم اراضی مسکونی از اراضی دیم است.



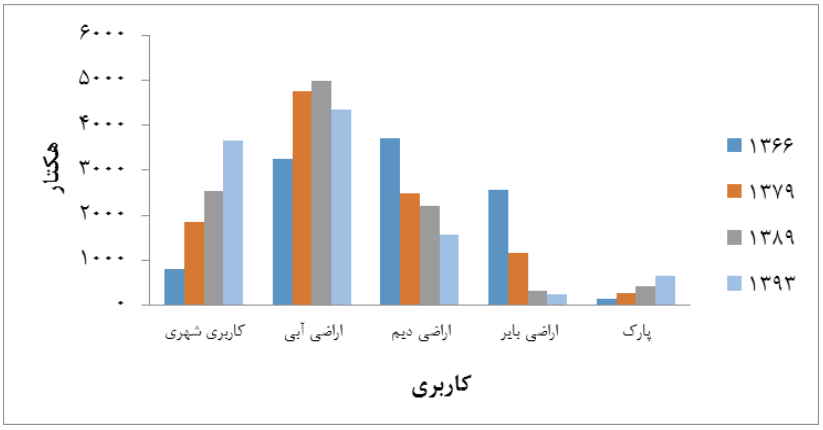
نگاره ٦: پهنه‌بندی پوشش اراضی با روش حداکثر احتمال شهر گنبدکاووس سال ۱۳۹۳

اراضی بایر که روند کاملاً کاهشی داشته به ترتیب سهم تغییرات خالص برای پارک و باغ ۱۲۹- هکتار، ٤٦٤- اراضی دیم، ۱۱۲۸- اراضی آبی و ٦۱۰- برای کاربری شهری بوده است.

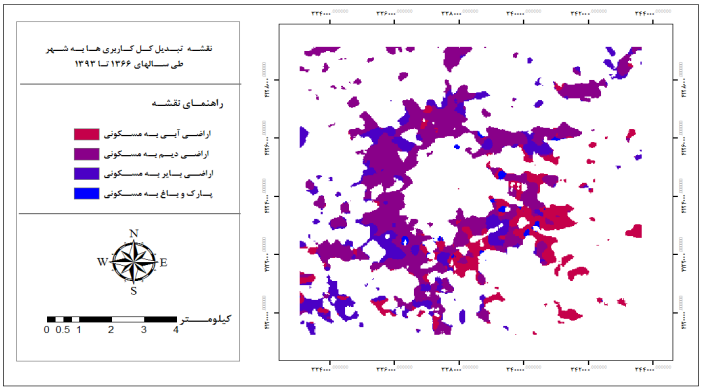
همچنین روند افزایش پارک و باغ نشان می‌دهد که به ترتیب سهم اراضی بایر از تغییرات خالص ۱۲۹ هکتار، اراضی دیم ۹۷ هکتار، اراضی آبی ۳۰٦ هکتار و فقط کاربری شهری منفی ۳۰- هکتار بوده که نشان می‌دهد پارک و باغ به کاربری شهری به میزان اندکی تغییر کاربری داده است. همچنین میزان افزایش و کاهش کاربری‌ها به ترتیب از کاربری شهری که میزان ۱۳- هکتار کاهش و ۲۸۷۲ هکتار افزایش داشته، اراضی آبی نیز ۲۱۱۷ هکتار افزایش و ۱۰۱۰- هکتار کاهش داشته است، اراضی دیم همچنین ٦۷۷ هکتار افزایش و ۲۸۱۲- کاهش داشته، اراضی بایر نیز ۱۵۰ هکتار افزایش و ۲٤۸۱- کاهش داشته و در نهایت پارک و باغ ٦۱۰ هکتار افزایش و ۱۰۷- هکتار کاهش داشته است.

Archive of SID

www.SID.ir



نگاره ۷ : میزان تغییر مساحت کاربری‌ها در طول چهار دوره



نگاره ۸: نقشه‌ی تبدیل از کل کاربری‌ها به کاربری شهری محدوده شهر گنبدکاووس طی سال‌های ۱۳٦٦ تا ۱۳۹۳

از مجموع تغییرات خالص می‌توان این نتیجه را گرفت که کاربری شهری افزایش زیادی داشته و از همه پوشش زمین به میزان زیادی به کاربری شهری تبدیل گردیده است، همچنین اراضی آبی نیز با افزایش و پیدایش چاه‌های عمیق و ... افزایش قابل توجهی داشته که لزوم حفظ این اراضی از توسعه فیزیکی شهر به این سمت امری ضروری می‌باشد تا در جهت توسعه پایدار شهر توسعه یابد.

اراضی بایر زیادی در قدیم وجود داشته که به دلیل عدم وجود آب و امکانات، خالی مانده بودند که با پیشرفت کشاورزی این اراضی به اراضی کشاورزی تبدیل گردیدند، همچنین اراضی بایر امروزه بیشتر در حومه یا اطراف شهر می‌باشد که بیشتر به دلیل این است که کشاورزان به امید متری شدن زمین و اعلام شدن جزء شهر چند سال زمین را به حالت بایر رها می‌کنند تا جزء توسعه شهری قرار بگیرد و سود هنگفتی ببینند که یکی از مسائل بسیار مهم در کشور ما می‌باشد و خلاف‌های بسیاری در این زمینه صورت می‌گیرد. شهر گنبدکاووس نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. پارک و باغ نیز افزایش منطقی در شهر داشته و در طرح‌های توسعه شهری پارک‌هایی ایجاد شدند و میزان باغ در محدوده شهر گنبدکاووس خیلی کم می‌باشد.

٤-۳- مدل‌سازی پتانسیل نیروی انتقال

جهت مدل‌سازی پتانسیل انتقال ابتدا از پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. آنچه در ارزیابی شبکه عصبی جهت مدل‌سازی پتانسیل انتقال باید در نظر گرفته شود، شامل سه فاکتور ارزیابی صحت، خطای آموزش و خطای تست می‌باشد که برای هر کدام از زیرمدل‌ها صحت بالایی (٦٤-۹۸ %) را نشان داد (جدول ۱).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱ : ارزیابی صحت شبکه عصبی مصنوعی

زیر مدل	ارزیابی صحت	خطای آموزش	خطای تست
اراضی آبی به شهری	۸۱/۲۳	۰/۳۶	۰/۳۶
اراضی دیم به شهری	٦٤/٨٤	۰/۳٤	۰/۳۵
اراضی بایر به شهری	۹٤/٤۷	۰/۱۸	۰/۲۱
اراضی دیم به اراضی آبی	۹۳/۸۳	۰/۲۱	۰/۲۳
اراضی بایر به اراضی دیم	۸٦/۲۰	۰/۳۷	۰/۳۷
اراضی آبی به اراضی دیم	۹۸/۲۸	۰/۰٦	۰/۱۲

مأخذ: نگارندگان

جدول۲ : ضرایب Overall Cramer s V

متغیر	ضریب Overall Cramer s V
مدل رقومی ارتفاع	۰/۲۰۷۲
شیب	۰/۰٥٤۲
فاصله از مسکونی	۰/۳۲۲۲
فاصله از رودخانه	۰/۱٤۹۰
فاصله از جاده‌ها	۰/۱۱۲۷
فاصله از اراضی آبی	۰/۲۸۹۱
فاصله از اراضی دیم	۰/۱۷۸۸
فاصله از اراضی بایر	۰/۱۳۳٤
فاصله از پارک و باغ	۰/۳٤۸۹
متغیر کیفی در زیر مدل مسکونی	۰/۳۰۳۸

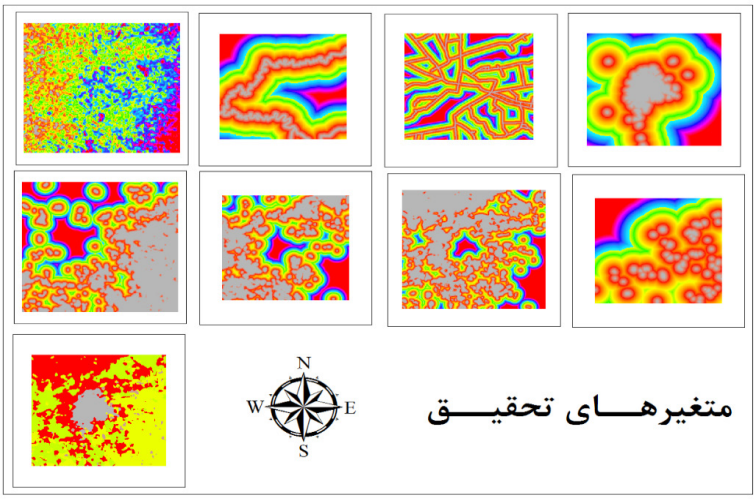
٤-٤- انتخاب متغیرها

به منظور انتخاب متغیرهای اثر گذار بر تغییرات کاربری اراضی از ضرایب کرامر (Overall Cramer s V) که میزان ارتباط بین متغیرها و طبقات کاربری اراضی را نشان می‌دهد استفاده شد.

در میان متغیرهای موجود، فاصله از پارک و باغ با (۰/۳٤۸۹) بیشترین تأثیر و متغیر شیب با (۰/۰٥٤۲) کمترین اثرگذاری را بر روی الگوی تغییرات منطقه مطالعاتی داشته‌اند (جدول۲).

٤-٥- پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی

در این قسمت پیش‌بینی میزان تغییرات پوشش اراضی در نرم‌افزار IDRISI با استفاده از روش زنجیره‌ای مارکوف برای سال‌های۱٤۰٤ تا ۱٤۲۹ انجام شد، نتایج حاصله در جدول شماره ۳ و تصاویر حاصل از پیش‌بینی نمایش داده شده است. از جدول پیش‌بینی مساحت‌ها می‌توان دریافت که کاربری ساخته شده به میزان ۱۱۲۹/۹ هکتار رشد داشته است که این طبقه مربوط به مناطق ساخته شده، مناطق تجاری، نظامی، درمانگاه‌ها، بیمارستان، مؤسسات آموزش



نگاره ۹ : متغیرهای مورد استفاده در تحقیق

Archive of SID
www.SID.ir

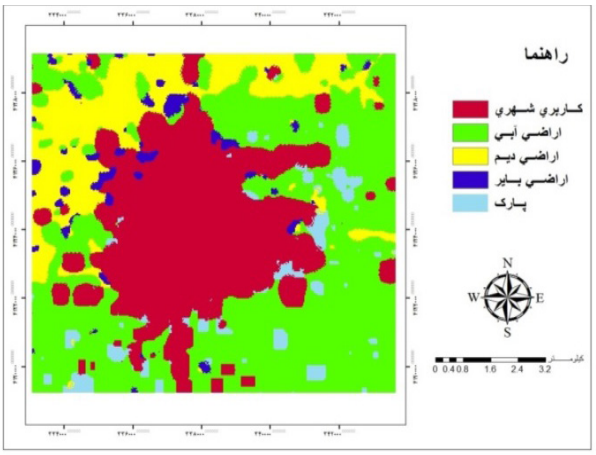
عالی، صنعتی و ... می‌باشد. و کمترین تغییر مربوط پارک و باغ است ۲۷/۸۲ که در سطح شهر قرار دارد. و مشاهده می‌شود که بسیاری از اراضی کشاورزی آبی و دیم به اراضی شهری تبدیل شده‌اند. و اراضی بایر نیز دارای تغییرات بسیار کمی بوده است.

جدول۳: مساحت پیش‌بینی شده پوشش اراضی شهر گنبدکاووس در طی سال‌های۱۴۰۴-۱۴۱۹-۱۴۲۹

(برحسب هکتار)

نام پوشش اراضی	۱۴۰۴	۱۴۱۹	۱۴۲۹
کاربری شهری	۳۴۸۵/۵۴	۴۲۱۹/۶۶	۴۶۱۵/۴۴
اراضی آبی	۴۶۲۷/۲۹	۴۱۹۶/۵۱	۳۹۳۹/۸۳
اراضی دیم	۱۶۷۴/۴۷	۱۴۱۷/۸۰	۱۳۰۳/۸۲
اراضی بایر	۲۶۲/۱۴	۲۳۲/۵۳	۲۱۸/۱۷
پارک	۴۳۴/۶۳	۴۱۷/۵۸	۴۰۶/۸۱

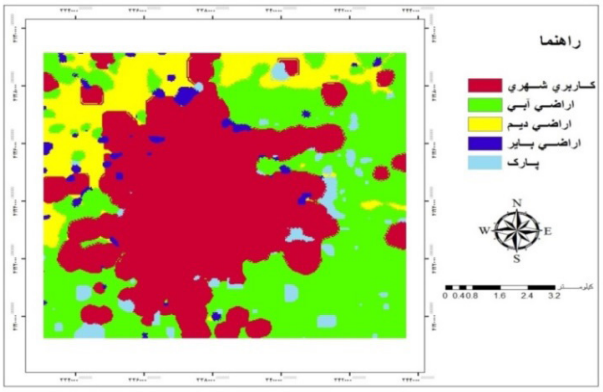
مأخذ: نگارندگان



نگاره ۱۰: تصاویر حاصل از پیش‌بینی پوشش اراضی سال ۱۴۰۴

۵- بحث و نتیجه‌گیری

بررسی مراحل رشد و توسعه فیزیکی شهر گنبدکاووس در دوره‌های مختلف تاریخی نشان می‌دهد که این شهر، رشد و توسعه جمعیتی و فیزیکی شدیدی داشته است. از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۳ رشد فیزیکی شهر قابل توجه بوده و مساحت شهر حدود سه برابر در طول این ۲۷ سال رشد داشته که توسعه فیزیکی شهر در راستای افزایش جمعیت در طول این دوره بوده و جمعیت شهر نیز دو برابر گردیده است.



مأخذ: نگارندگان

نگاره ۱۱: تصاویر حاصل از پیش‌بینی پوشش اراضی سال ۱۴۲۹

نگاره ۱۲: میزان تغییرات پوشش اراضی و پیش‌بینی‌ها

در این مقاله با استفاده از نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی بدست آمده و همچنین مدل شبکه عصبی مصنوعی برای پتانسیل تبدیل اراضی و ترکیب آن‌ها با روش‌های پیش‌بینی زنجیره‌های مارکوف و مدل اتوماسیون سلولی (Cellular Automat) به شبیه‌سازی و تغییرات فیزیکی آتی شهر گنبدکاووس پرداخته شد. در تحقیق جداول و نقشه‌ها با استفاده از روش‌های فوق که مساحت، میزان و چگونگی تغییرات پوشش اراضی شهر تا سال ۱۴۲۹ را نشان می‌دهند ایجاد و سپس جهات رشد شهر گنبدکاووس برای سال‌های آتی شبیه‌سازی و پیش‌بینی گردید. با بررسی نتایج بدست

Archive of SID
www.SID.ir

آمده از پایش تغییر، می‌توان بیان کرد که، بیشترین افزایش سطوح پوشش اراضی مربوط به کاربری شهری ۲۸۵۸/۳۲ هکتار و اراضی آبی ۱۱۰۶/٤۷هکتار است. در مقابل، بیشترین کاهش مربوط به اراضی بایر ۲۳۳۱/۷۷ هکتار و پارک و باغ با ۵۰۲/٤۹ هکتار کمترین افزایش و تغییر را دارا بوده است. در اراضی آبی درجه یک به دلیل ساخت سازهای بی‌رویه و غیر مجاز کاهش قابل توجهی را شاهد هستیم. اگر توسعه شهر بدون برنامه‌ریزی صحیح این‌گونه ادامه پیدا کند واضح است که همچنان مساحت اراضی کشاورزی آبی و دیم کاهش پیدا کرده و کاربری‌های ساخته شده روندی افزایشی را طی می‌کنند. با توجه به اینکه تحقیقات قبلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نبوده و بیشتر رشد فیزیکی شهر را تا دوره موجود بررسی کرده‌اند و همچنین در آن تحقیقات پوشش اراضی را فقط به دو دسته کاربری شهری و زمین‌های آبی تقسیم کرده‌اند، اما در این تحقیق علاوه بر اینکه پوشش اراضی اطراف شهر به پنج کلاس تقسیم شد، به میزان رشد شهر بر روی پوشش اراضی در طی چهار دوره و در نهایت به پیش‌بینی رشد شهر با استفاده از مدل Ca_Markov تا سال ۱٤۲۹ پرداخته شد. از مجموعه نتایج این پژوهش با توجه به کاربردی بودن تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که پراکنش افقی به علت آثار نامطلوب اقتصادی و زیست‌محیطی و تأثیر منفی آن بر زمین‌های کشاورزی، شهر را به سمت ناپایداری سوق می‌دهد. در واقع بی‌توجهی به ضوابط و مقررات گسترش کالبدی _ فضایی شهر در سال‌های اخیر به خصوص در ۳۰ سال گذشته، مایه نابودی اراضی کشاورزی درجه یک و تبدیل آن‌ها به کاربری شهری و ساخته شده، گردیده است که در صورت عدم توجه به این امر در سال‌های آتی مشکلات اقتصادی و زیست محیطی زیادی در این منطقه به وجود خواهد آمد .

٦- پیشنهادات

-اقدام به تراکم‌سازی در محدوده شهری به جای گسترش افقی شهر بر روی زمین‌های کشاورزی درجه یک.

-استفاده از بافت‌های فرسوده و نوسازی آن‌ها و زمین‌های بایر داخل شهرها و ابنیه خالی از سکنه در داخل شهر (حدود ۵۰۰ هکتار بافت فرسوده در شهر وجود دارد).

- توسعه شهر به سمت زمین‌های دیم و غیر قابل کشت و ایجاد زیرساخت‌های لازم در این مناطق تا مردم به ساخت و ساز در این مناطق تشویق شوند.

- ایجاد قوانین منع ساخت و ساز بر روی زمین‌های مرغوب کشاورزی.

- مستقل کردن روستاها و جلوگیری از پیوستن روستاها به شهر (روستاهای زیادی در محدوده شهر گنبدکاووس وجود دارد).

منابع و مآخذ

۱. آرخی، اصفهانی؛ صالح، محدثه؛ (۱۳۹۳)، آموزش تصویری نرم افزار ایدریسی سلوا، انتشارات دانشگاه گلستان

۲. آسایش ، حسین (۱۳۷٤)؛ اصول و روش‌های برنامه‌ریزی روستایی ، دانشگاه پیام نور.

۳. بنیاد، ا. ا. و حاجی قادری، ط(۱۳۸٦)، تهیه نقشه جنگل‌های طبیعی استان زنجان با استفاده از داده‌های سنجنده ETM ماهواره لندست ۷ ، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره ٤۲، ص٦۳۸-٦۲۷

٤. بهرام‌سلطانی، کامبیز (۱۳۷۱)؛ (مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی، محیط زیست). مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران

۵. جرجانی، محمد حسن (۱۳۸۸)؛ توسعه فیزیکی شهر و تأثیر آن بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی (گنبد کاووس) پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

٦. جرجانی، محمد حسن (۱۳۸۸)؛ توسعه فیزیکی شهر و تأثیر آن بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی (گنبدکاووس) پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

۷. سعیدنیا، احمد (۱۳۷۸)، کتاب سبز، جلد اول:

Archive of SID

www.SID.ir

شهرسازی مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری وزارت کشور.
۸. شیعه، اسماعیل(۱۳۷۷) مقدمه‌ای بر مبانی برنامه‌ریزی شهری، انتشارات علم و صنعت تهران
۹. طاهری، غلامعلی فرد، ریاحی بختیاری، رحیم اوغلی؛ محمد، مهدی، علیرضا، شاهین(۱۳۹۲) مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین شهرستان تبریز با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکف. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ٤٥ شماره٤ ، ص ۱۲۱-۹۷
۱۰.فاطمی نصرآبادی، سیدباقر(۱۳۹۱) آموزش نرم افزار ENVI، انتشارات سازمان نقشه برداری کشور
11. Ahmed, bayes and raquib (2012) modeling urban land cover growth dynamics using multi-temporal satellite images: a case study of Dhaka,Bangladesh, geo-information 3-31.
12. Chen,H., R.G.,Pontius Jr .2010. Diagnostic tools to evaluate a spatial land change projection along a gradient of an explanatory variable. Landscape Ecology 25 (9), 1319-1331.
13. Du, Y., Teillet, P. M., and Cihlar, J. 2002. Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection. Remote Sensing of Environment 82:PP. 123–134.
14. Eastman, J.R., McKendry, J., Fulk, M.A.. 2006. Change and time series analysis. In:Explorations in Geographic Informations Systems Technology, United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), Geneva. 325 PP.
15. Khoi,D.D., Y.,Murayama .2010. Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam. Remote Sensing 2 (5), 1249–1272.
16. Kim, O.S (2010) "An Assessment of Deforestation Models for Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD)," Transactions in GIS, 14: 631-654.
17. Lausch, A., Herzog, f. 2002. Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of Landscape Change: Issues of Scale, Resolution and Interpretability. Journal of Ecological Indicators. Vol, 2. No, 1. Pp: 3-15.
18. Rafiee, R., Salman Mahiny, A., Khorasani, N (2009) "Assessment of changes in urban green spaces of Mashad city using satellite data," International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 11: 431-438.
19. Schulz, J. J.; Cayuela, L.; Echeverria, C.; Salas, J. & Rey Benayas, J. M. 2010. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975–2008). Applied Geography. 30(3): 436– 447.
20. Thapa, R. B. & Murayama, Y. 2011. Urban growth modeling of Kathmandu metropolitan region, Nepal. Computers, Environment and Urban Systems. 35(1): 25–34.
21. Vaclavik,T., J.,Rogan .2009. Identifying trends in land use/land cover changes in the context of postsocialist transformation in Central Europe: A case study of the greater Olomouc region, Czech Republic. GIScience & Remote Sensing 46 (1), 54–76.
22. Verburg,P.H., et al .2004. Land use change modelling: current practice and research priorities.GeoJournal 61 (4), 309-324.
23. www.wikipedia.org
24. Yu, W., Zang, S., Wu, C., Liu, W., Na, X (2011) "Analyzing and modeling land use land cover change (LUCC) in the Daqing City, China," Applied Geography, 31: 600-608.

Archive of SID

www.SID.ir