

# نقش راهبردهای آمایشی حفاظت از باغات و فضاهای سبز

## جهت رسیدن به الگوی توسعه پایدار شهری

### مطالعه موردی: دره اسکو

حسن محمودزاده \*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۶

### چکیده

رشد کالبدی فضایی منطقه اسکو در چند دهه اخیر موجب مسائلی همچون تغییر کاربری زمین، گسترش نامتناسب شهر و مخاطرات زیست محیطی شده است. فشارهای سنگین سریع شهرنشینی بر سرزمین و منابع اطراف موجب کاهش پوشش گیاهی، کاهش فضاهای باز و مشکلات جدی اجتماعی و زیست محیطی شده است. هدف از این مطالعه، درک عوامل مؤثر در روند توسعه فیزیکی منطقه دره اسکو با عنایت به مقوله توسعه فضایی پایدار شهری از بُعد اکولوژیکی و حفظ شرایط زیست محیطی آن در دهه های آتی می باشد. بدین منظور با استفاده از تصاویر ماهواره ای چند زمانه لندست ۵ و ۸ تکنیک های پردازش تصاویر ماهواره ای شیء گرا، تغییرات کاربری اراضی

در مقطع زمانی ۱۳۶۳-۱۳۹۵ با تأکید بر گسترش پراکنده منطقه شهری اسکو و خسرو شهر و روستاهای پیرامونی که در دره زیست‌محیطی اسکو واقع شده، مورد ارزیابی قرار گرفته است. بر اساس نتایج حاصله مقدار مساحت منطقه شهری اسکو، خسرو شهر و شش روستای پیرامونی از ۲۹۰/۸۸ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۱۰۸۸/۵۵ هکتار در سال ۱۳۹۵ رسیده است. ۵۱۴/۶۲ هکتار از توسعه ذکر شده بر روی اراضی باغی و زراعی صورت گرفته که لزوم مدیریت توسعه آتی مبتنی بر اصول توسعه پایدار را می‌طلبد. بدین منظور عوامل مؤثر بر توسعه فیزیکی منطقه شهری دره اسکو بر اساس پیشینه تحقیق در قالب ۱۵ شاخص شناسایی و با استفاده از روش رگرسیون لجستیک - به دلیل توانایی آن در تعیین اهمیت متغیرها - نقشه احتمال توسعه شهری تهیه گردید که استفاده همزمان از متغیرهای انسانی و طبیعی به همراه اعمال متغیرهای مثل نقشه بافت توسعه شهری به منظور تعیین جهت توسعه، از مزیت‌های این تحقیق به شمار می‌رود. پس از پیش‌بینی الگوی آتی توسعه شهری در دره اسکو با استفاده از راهبرد حفاظت از باغات و فضاهای سبز در فرایند توسعه شهری، با بلوک‌بندی نقشه احتمال توسعه شهری، دادن فضای لازم برای توسعه، استخراج کمربند سبز طبیعی شرقی غربی و کمان‌های سبز و اعمال ممنوعیت توسعه در اطراف کمربند سبز پیشنهادی، حفظ ذخایر اکولوژیک دره اسکو با کاهش تخریب اراضی باغی و کنترل رشد پراکنده و انفصال شهرها و روستاها عملیاتی شده است.

#### واژه‌های کلیدی: دره اسکو، رشد پراکنده، آمایش سرزمین، تغییرات

کاربری اراضی، توسعه پایدار شهری

#### مقدمه

امروزه رشد جمعیت از یک‌سو و محدودیت منابع از سوی دیگر، منجر به تغییرات کاربری شده است. تغییرات کاربری اراضی به‌طور عمده از عوامل بزرگ‌مقیاسی مانند مباحث اقتصاد جهانی و اقلیم تأثیر می‌پذیرد. مسائلی مانند تغییرات جمعیتی و

سیاست‌های محلی در کنار عوامل یاد شده نقش تعیین‌کننده دارند ( Geist and Lambin, 2002: 144).

رشد پراکنده زمانی اتفاق می‌افتد که نرخ استفاده از زمین‌های غیر کشاورزی یا غیرطبیعی از نرخ رشد جمعیت تجاوز کند (Bhatta, 2010: 30). گرایش به کاهش تراکم شهری نشانه‌ای از گسترده شدن شهری است (Bogart, 2009: 42). از آثار توسعه کالبدی، گسترش در حاشیه شهر یا منطقه دهشهرها و آن‌سوی مرزهای اداری شهرها است. این توسعه شهری به‌سوی مناطق بیرونی پیش رفته و موجب تغییراتی در کاربری اراضی پیرامونی آن می‌شود (شیعه، ۱۳۷۷: ۶۵). هرچه شهر بزرگ‌تر باشد از اطراف خود اراضی بیشتری طلب می‌کند و بدین ترتیب خطر تخریب محیط‌زیست افزایش می‌یابد (بحرینی، ۱۳۶۸: ۷۶). یکی از موضوعات حیاتی قرن ۲۱ درباره پایداری شهر، چگونگی رشد و توسعه شهر در فضا است. شکل شهر به‌عنوان الگوی توسعه فضایی فعالیت‌های انسان در برهه خاصی از زمان تعریف می‌شود (Anderson, 1996: 8) و به دو الگوی اصلی پراکندگی شهری و تراکم شهری تقسیم می‌شود (کاتی ویلیامز و همکاران، ۱۳۸۳: ۱). از آنجا که شکل پراکندگی شهر یا گسترش افقی و ساخت و سازهای جدید در اطراف شهر، باعث آسیب‌های اجتماعی - اقتصادی و تخریب منابع زیست‌محیطی در شهرها و اطراف آن‌ها گردیده است، با توسعه شهر ممکن است بسیاری از زمین‌های قابل‌کشت مجاور شهرها برای ساختمان‌سازی استفاده شود. در چنین موقعیت‌هایی، کشاورزان اطراف شهر بر اثر چند برابر شدن قیمت زمین‌ها، به تولید محصول علاقه نشان نمی‌دهند (شکوئی، ۱۳۷۳: ۳۰۴-۳۰۳).

نانسی (۲۰۰۸) پنج نوع از مطالعات اکولوژیکی را در محیط‌های شهری شناسایی نمود که عبارت‌اند از: ۱- مقایسه انواع مختلف کاربری اراضی در داخل تنظیمات شهری - این مطالعات تأیید می‌کنند که شهر محیطی است ناهمگن در فضا، به این معنی که یک محیط شهری آمیزه‌ای از مناطق دارای خواص مختلف فیزیکی می‌باشد - ۲- مقایسه یک محدوده شهری با یک محدوده مجاور طبیعی - این مطالعات، مقایسه

بین مناطق شهری با مناطق توسعه‌نیافته خارج از شهر می‌باشد -۳- تجزیه و تحلیل گرایان، که در این تجزیه و تحلیل اثرات اکولوژیکی شهرنشینی در طول یک شیب مورد بررسی قرار می‌گیرد. ۴- مطالعات دینامیک توسعه شهری با مانیتورینگ یک منطقه مجزا در طول زمان - تعدادی از مطالعات به بررسی تغییر الگوها و فرایندهای اکولوژیکی در طول زمان و سنجش میزان تغییرات آن در اکوسیستم‌های طبیعی و نیمه‌طبیعی می‌پردازند. ۵- مطالعه ردپای اکولوژیکی - تحلیل اقتصادی اکولوژیکی برای دیدن اثرات سیستم اجتماعی و اقتصادی شهرها به‌عنوان بخشی از محیط‌زیست، با تأکید بر ظرفیت حمل و مقیاس در ارتباط با رشد جمعیت بشر و فعالیت‌های آن می‌باشد (Nancy et al, 2008: 5). با نگاهی به این طبقه‌بندی مشخص می‌شود که این مقاله در طبقه‌بندی مطالعات اکولوژیکی، در دسته چهارم جای می‌گیرد.

### پیشینه تحقیق

در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در بررسی گسترش شهرها بسیار مورد توجه بوده است، که به تعدادی از آنها اشاره می‌شود:

- قربانی و صدر موسوی (۱۳۸۵) در مقاله‌ای با عنوان پیامدهای زیست‌محیطی گسترش سکونتگاه‌ها، مطالعه موردی: دره اسکو چای، به بررسی و تحلیل اثر رشد جمعیت و گسترش سکونتگاه‌های دره اسکو، بر تخریب اراضی کشاورزی و محیط‌زیست آن پرداخته‌اند. در این پژوهش ابتدا راهبردهای حفاظت از باغات و فضاهای سبز در فرایند گسترش شهری، به‌صورت فراشهری و درون‌شهری مورد بررسی قرار گرفته و روش‌های مختلف حفاظت تشریح گردیده است. در مرحله بعد، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TM و ETM سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۸۱ (دوره زمانی ۱۳ سال) به تحلیل گسترش فضایی سکونتگاه‌ها و تغییرات کاربری زمین در محدوده مطالعاتی پرداخته شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشانگر آن است که در دوره مطالعاتی،

حدود دوازده درصد بر جمعیت و هفتادوهفت درصد بر مساحت اراضی ساخته شده، افزوده شده است. افزایش در وسعت زمین‌های ساخته شده بسیار سریع بوده و به‌طور چشمگیری از مساحت باغات و اراضی کشاورزی کاسته شده است. همچنین رشد جمعیت و گسترش کالبدی سکونتگاه‌ها، علاوه بر تخریب مستقیم اراضی کشاورزی و باغات، روند بایر شدن اراضی کشاورزی پیرامون سکونتگاه‌ها، به‌ویژه در مراکز شهری را در امتداد محورهای ارتباطی جهت تبدیل به کاربری‌های دیگر تشدید نموده است (قربانی و صدر موسوی، ۱۳۸۵: ۱۵۳).

اصغری زمانی (۱۳۸۶) در رساله دکتری خود با عنوان ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فضایی- کالبدی شهرهای ایران، مطالعه موردی شهر زنجان، از یکی از مدل‌های شبیه‌سازی فرایندهای تغییر و تبدیل کاربری اراضی باهدف آزمون کارایی آن در ساختارهای شهرنشینی شهر ایرانی با عنوان مدل CLUE\_S استفاده کرده است. نتایج به‌دست‌آمده از فرایند کار نامبرده نشان می‌دهد که به‌شرط وجود پایگاه اطلاعاتی جامع و مناسب برای دوره‌های زمانی مختلف در حوزه‌های آماری و تصویری، می‌توان از فناوری‌های نو در شبیه‌سازی، برآورد و پیش‌بینی رویدادهای احتمالی، که ممکن است در ادوار آتی شهرها و مدیریت و برنامه‌ریزی آن‌ها با آن روبرو شوند، استفاده کرد. بر این اساس در این پژوهش از سه سناریوی آماده شده برای زنجان شبیه‌سازی روندهای گسترش آتی شهر با نرخ رشد  $\frac{4}{8}$  به‌عنوان نرخ رشد مساحت کالبدی دوره پنجاه‌ساله ۸۵-۱۳۳۵ در سامانه شبیه‌سازی اعمال گردید. حاصل کار نشان می‌دهد که سامانه مذکور در مدل‌سازی سطح تغییرات فیزیکی کاربری‌ها و ارائه سناریوهای مختلف از قابلیت قابل‌قبولی برخوردار است. برای نیل به این اهداف در پژوهش حاضر ابتدا پیشینه‌ای از فرایند گسترش تاریخی شهر زنجان در قالب داده‌های آماری-گرافیکی و منابع تاریخی ارائه شده و آنگاه برای ارزیابی گسترش فضایی-کالبدی شهر، دو مدل رگرسیون خطی و مدل کراس تب به‌عنوان روش‌های مکمل به کار بسته شده‌اند. نتایج تحقیق حاضر، همبستگی، شدت، وسعت و مکانیزم تبدیل و تغییر کاربری اراضی

شهری شهر زنجان را به‌عنوان برآیند و تجسم گسترش فضایی-کالبدی آن نشان می‌دهد. (اصغری زمانی، ۱:۱۳۸۶)

کامیاب و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان اتخاذ رهیافت اطلاعات محور با کاربرد روش رگرسیون لجستیک برای مدل‌سازی توسعه شهری گرگان از سه گروه متغیر مستقل شامل متغیرهای اجتماعی - اقتصادی، بیوفیزیکی و کاربری زمین استفاده کرده و با ۱۰ متغیر مختلف، رشد شهری گرگان را مشخص کردند. در این تحقیق الگوی رشد شهری منطقه مورد مطالعه برای سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۲۰، ۲۰۳۰ و ۲۰۴۰ استخراج و در مرحله ارزیابی صحت مدل از روش ROC استفاده نمودند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که از میان متغیرهای مؤثر، متغیر کاربری فعلی منطقه و به‌ویژه تبدیل زمین‌های زراعی و مرتعی نقش مهمی در رشد شهر گرگان داشته‌اند (کامیاب، ۱۳۸۹: ۸۹).

لی و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان پیش‌بینی کلی ردپای زیست‌محیطی شهری با استفاده از تابع پایه شعاعی شبکه عصبی، مطالعه موردی: شهر ووهان چین، از مدل شبکه عصبی تابع پایه شعاعی برای پیش‌بینی اثرات زیست‌محیطی از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۰ استفاده کردند. در این مطالعه سرانه رد پای اکولوژیک و ظرفیت بیولوژیکی از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۵ محاسبه شد و با بررسی تأثیر انسان در روند توسعه شهری با اهداف توسعه پایدار، عوامل اجتماعی و اقتصادی را به‌عنوان ورودی و ردپای کلی اکولوژیکی را به‌عنوان خروجی قرار داده و با ساخت مدل تابع شعاعی بر اساس شبکه‌های عصبی به پیش‌بینی روند توسعه در ۱۵ سال آتی پرداختند (Li et al., 2015). (241)

مارتینوزی و همکارانش در سال ۲۰۰۷ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های سرشماری آماری به تحلیل میزان توسعه شهری و تخریب اراضی کشاورزی و فضاهای سبز شهر پورتوریکو پرداختند. نتایج ایشان نشانگر کارآیی تصاویر ماهواره‌ای در سنجش میزان تغییرات در کاربری اراضی شهری بوده است. بر اساس نتایج، توسعه

بی‌برنامه و لجام‌گسیخته شهری بر روی اراضی مستعد، بدون توجه به ملاحظات زیست‌محیطی باعث تخریب زمین‌های زراعی در اطراف شهر شده است (Martinuzzi et al., 2007: 293).

کارولین و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان رشد شهری کامپالا، اوگاندا: تحلیل الگو و توسعه سناریو با توجه به نرخ رشد سالانه ۵/۶٪ در این شهر که باعث مشکلات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی عمده‌ای برای ساکنان شهر شده، با استفاده از تصاویر لندست طی سال‌های ۱۹۸۹، ۱۹۹۵، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۰ نقشه توسعه شهری منطقه مورد مطالعه را استخراج نمودند و با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک و تأثیر بالاتر لایه‌های جاده‌ها، دسترسی به مرکز شهر و فاصله از مناطق ساخته شده، با ایجاد سناریوهای آینده توسعه شهری در قالب سه سناریو به پیش‌بینی الگوهای رشد شهری تا سال ۲۰۳۰ پرداختند (Karolien et al., 2015:199).

با نگاهی به مدل‌های اشاره شده و جدول شماره ۱ مشخص می‌شود که بیشتر محققان در تحقیقات خود از روش‌های سلول‌های خودکار با ترکیبی از سایر مدل‌ها برای شبیه‌سازی پویایی شهری استفاده نموده‌اند.

جدول ۱- مدل‌های شبیه‌سازی رشد شهری منبع (Bhatta, 2010:116)

عملکرد	مدل	ردیف
مدل مبتنی بر سلول‌های خودکار برای تغییر کاربری اراضی	CUF (California Urban Futures)	۱
یک مدل مرتبط با GIS به منظور بررسی سناریوی تغییرات شهری، به‌ویژه در شهرهای با تجربه رشد سریع	?What If	۲
یک مدل مبتنی بر قاعده که به وسیله انستیتوی توسعه پایدار در ونکوور کانادا توسعه یافته جهت کشف آینده پایدار. QUEST به کاربران اجازه توسعه مدل what if را برای سناریوی آینده یک ناحیه می‌دهد. هدفش کمک به کاربران و سیاست‌گذاران برای کشف گزینه برای آینده پایدار است. این مدل مقدار زیادی از اطلاعات در مورد منطقه را گرفته و از طریق فرمول قطعی بر اساس بهترین دانش از کاربری زمین و حمل و نقل و اثرات زیست محیطی آن‌ها آینده زیست محیطی منطقه را مشخص می‌کند	QUEST	۳
یک مدل مبتنی بر قاعده استفاده از کاربری زمین و حمل و نقل و اثرات زیست محیطی آن‌ها بر همدیگر (Waddell and Evans 2002) مدل‌های کلاس UrbanSim در حال حاضر وارد پلتفرمی باز برای شبیه‌سازی شهری (OPUS) شده است که در سایت <a href="http://www.urbansim.org">http://www.urbansim.org</a> قرار داده شده است. (۲۰۰۳) برای یک بحث مفصل در مورد مدل UrbanSim به نوث و همکاران رجوع شود	UrbanSim	۴
مدل مبتنی بر سلول‌های خودکار که در لندن و میشیگان برای رشد سلولی توسعه یافته.	DUEM (Dynamic Urban Evolutionary Model)	۵
مدل مبتنی بر سلول‌های خودکار که به وسیله کیت کلارک در آمریکای شمالی تحت نظارت سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده توسعه یافت.	SLEUTH (Slope, Land-use, Exclusion, Urban extent, Transportation and Hillshade)	۶



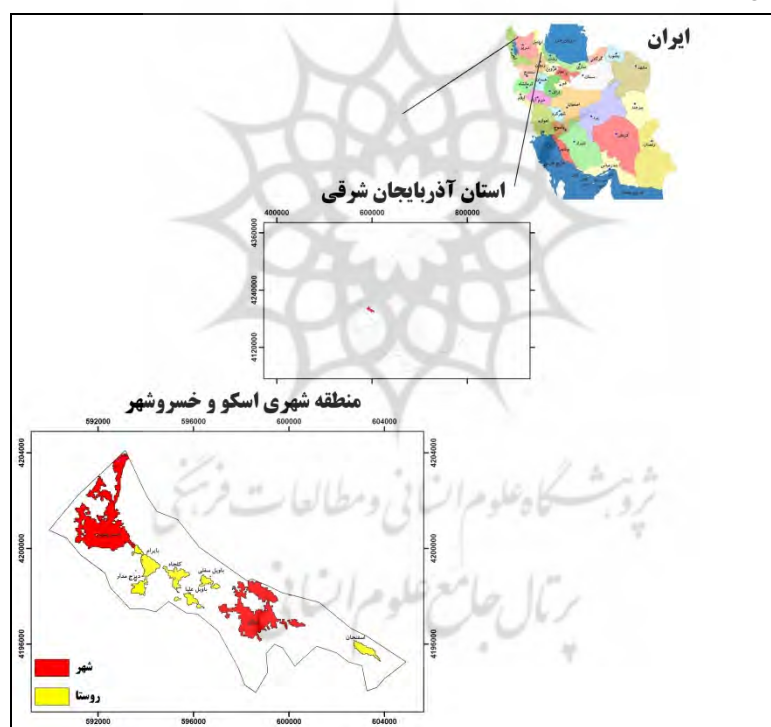
نقش راهبردهای آمایشی حفاظت از باغات و ... ۷۱

مدل دیگری بر اساس پیچیدگی و سلول‌های خودکار با ابزار گزاره‌ای، که طیف وسیعی از سناریوهای آینده را با توجه به امکانات در ۱۰ یا ۱۵ سال آتی بررسی و گزینه‌های مختلف توسعه شهری و تغییرات ممکن را در اختیار کاربر قرار می‌دهد.	CAST (City Analysis Simulation Tool)	۷
مدلی بر اساس CA برای برآورد مساحت کاربری اراضی انتقالی. مدلی یکپارچه از سیستم‌های طبیعی و انسانی در مقیاس‌های مختلف فضایی و باهدف فراهم آوردن ابزاری برای کشف پیامدهای زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در اثر تغییرات آب و هوایی در جزیره کارائیب سانتا لوسیا	SIMLUCIA	۸
مدلی بر اساس CA برای شبیه‌سازی که توسط مرکز سنجش از راه دور دانشگاه فدرال میناس گریاس توسعه یافته. این مدل می‌تواند با استفاده از سنجش از دور تغییرات زمین‌های شهری را شبیه‌سازی می‌نماید.	DINAMICA	۹
مدلی بر اساس CA که با استفاده از داده‌های سنجش از دور تغییرات زمین‌های شهری را شبیه‌سازی نماید	UES (Urban Expansion Scenario)	۱۰
مدلی بر اساس CA که با استفاده از داده‌های سنجش از دور، سلول‌های خودکار، تئوری مجموعه‌های فازی تغییرات زمین‌های شهری را شبیه‌سازی می‌نماید.	FCAUGM (Fuzzy Cellular Automata Urban Growth Model)	۱۱
مدل برای ارزیابی اثرات توسعه شهری در اطراف مناطق طبیعی با استفاده از معیارهای چشم‌انداز. به‌طور کلی، این رویکرد را می‌توان در انواع تحقیقات مربوط به پویایی شهری و ساختارهای فضایی استفاده کرد.	LUCAS	۱۲
مدلی بر پایه ارتباط متغیرهای مستقل متعدد و متغیر واحد دوگانه تغییرات شهری که اساس تابع انتقال مدل‌های پیش‌بینی توسعه شهری محسوب می‌شود.	Logistic Regression	۱۳
مدل تغییر زمین بر پایه شبکه عصبی مصنوعی که توسط آزمایشگاه (HEMA) دانشگاه پردو ارائه شده است و در دو مرحله آموزش و تست به پیش‌بینی تغییرات شهری می‌پردازد.	LTM (Land Transform Model)	۱۴

وجه تمایز این مقاله استفاده تلفیقی از الگوی توسعه احتمالاتی در قالب راهبردهای آمایشی حفاظت از باغات و فضاهای سبز در فرایند توسعه شهری می‌باشد.

### شناخت منطقه

محدوده مورد مطالعه منطبق بر دره سرسبز اسکوچای می‌باشد که از محل عبور راه آهن تبریز- مراغه در غرب خسروشهر شروع و تا روستای اسفنجان در شرق اسکو در امتداد رودخانه اسکو چای ادامه می‌یابد که از ذخایر اکولوژیک مجموعه شهری تبریز محسوب می‌شود.



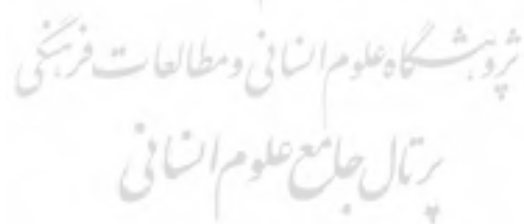
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی دره اسکو (منبع: نگارنده)

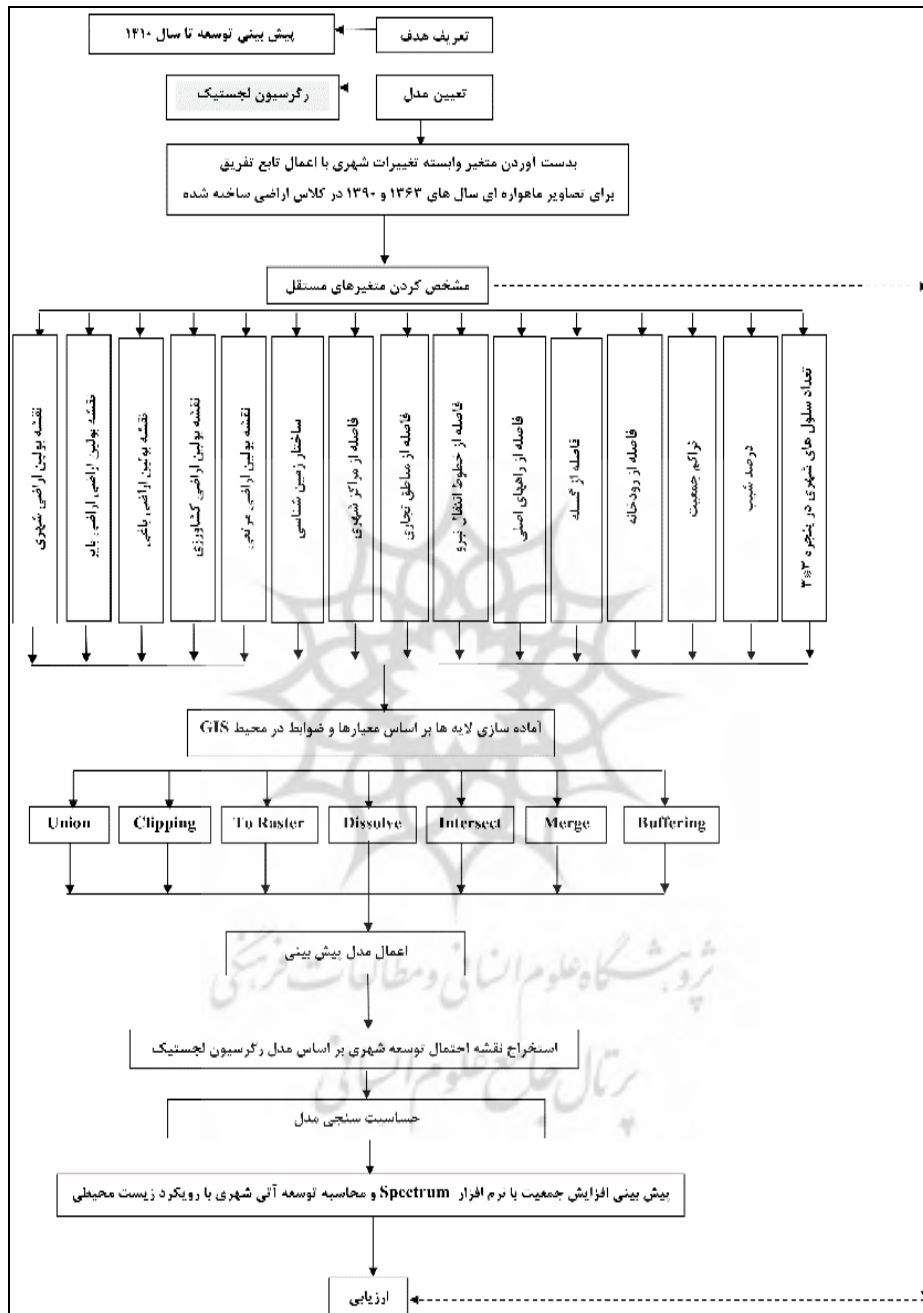
نقش راهبردهای آمایشی حفاظت از باغات و ... ۷۳

این منطقه محدوده‌ای به مساحت ۴۳۸۵/۵ هکتار شامل دو شهر اسکو با روستاهای اسفنجان، باویل سفلی، باویل علیا، کلجاء و شهر خسروشهر با روستاهای بایرام و دیزج امیر مدار می‌باشد (شکل ۱).

### مواد و روش‌ها

برای رسیدن به اهداف اصلی مطالعه، تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه‌ای و سنجنده TM و OLI در تاریخ‌های ذکر شده در جدول شماره ۲ و شکل شماره ۳ از فریم ۳۴-۱۶۸ انتخاب و به همراه پارامترهای مؤثر در توسعه شهری و نرم‌افزارهای Idrisi، Envi، ArcGIS و eCognition به کار گرفته شدند (جدول ۲ و شکل ۲ و ۳).



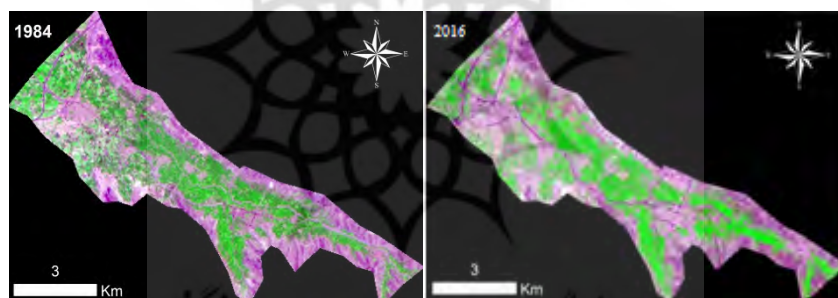


شکل ۲- مدل مفهومی پیش بینی توسعه فیزیکی تا افق ۱۴۱۰ بر اساس مدل رگرسیون لجستیک

جدول ۲- منابع اطلاعات موجود از انواع تصاویر ماهواره‌ای (منبع: نگارنده)

سال تصاویر اخذ شده	سنجنده	قدرت تفکیک
۱۹۸۴/۰۷/۱۰	TM	۳۰ متر
۲۰۱۶/۰۷/۰۵	OLI	۳۰ متر

زمین مرجع کردن تصاویر و تصحیحات ارتفاعی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با خطای RMS 42/0 پیکسل (در حد کمتر از نیم پیکسل) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ و تصحیحات اتمسفری بر پایه روش کاهش ارزش عددی پیکسل‌های تیره با در نظر گرفتن تأثیر محدوده‌های آبی صورت گرفت.



شکل ۳- تغییرات بصری دره اسکو در سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۹۵

با توجه به توانمندی تفکیک مطلوب کاربری‌ها در روند طبقه‌بندی تصاویر از روش تحلیل شیء‌گرایی تصاویر استفاده شد که علاوه بر اطلاعات طیفی به اطلاعات مربوط به بافت، شکل و محتوا نیز استناد می‌گردد. واحدهای اساسی پردازش در تحلیل‌های شیء‌گرا، شیء‌های تصویری (سگمنت‌ها) هستند نه پیکسل‌ها. طبقه‌بندی شیء‌گرا فرآیندی است که کلاس‌های پوشش اراضی را به اشیاء تصویری پیوند می‌دهد

و هر یک از شیء‌های تصویری با درجه عضویت معین به کلاس‌های در نظر گرفته شده اختصاص می‌یابند. فرایند طبقه‌بندی در محیط نرم‌افزارهای بسیار تخصصی نظیر: eCognition و Definiens Professional Earth نسخه ۷ به صورت یک فرایند تکرارپذیر انجام گرفت تا بالاترین درجه عضویت برای هر کدام از شیء‌های تصویری حاصل آید. (رسولی و محمود زاده، ۱۳۸۹:۵۰)

در روش سگمنت سازی FNEA، همگنی طیفی (hcolor) یک شیء تصویری از مجموع انحراف معیار برای هر  $k$  باند تصویر ( $\sigma_k$ ) که در وزن باندها ( $w_k$ ) ضرب می‌شود محاسبه می‌شود.

فرمول ۱:

$$h_{color} = \sum_k w_k \cdot \sigma_k$$

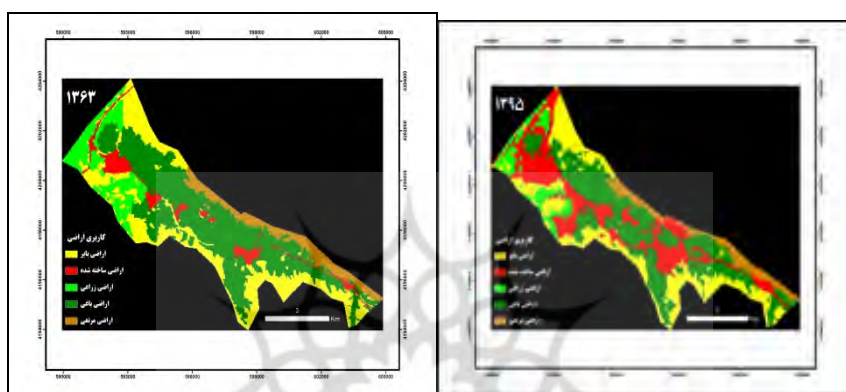
(Benz and Etal, 2004:239).

در مطالعه حاضر با بررسی میدانی و برداشت نمونه‌های تعلیمی با GPS، با توجه به پراکنش کاربری‌ها از لحاظ پوشش و کاربری اراضی در محدوده دره اسکو پنج کلاس کاربری به این شرح انتخاب شد: اراضی بایر، اراضی ساخته شده، اراضی زراعی، اراضی باغی، اراضی مرتعی (شکل ۴ و جدول ۳).

جدول ۳- تنظیم تصویر قبل از اجرای طبقه‌بندی

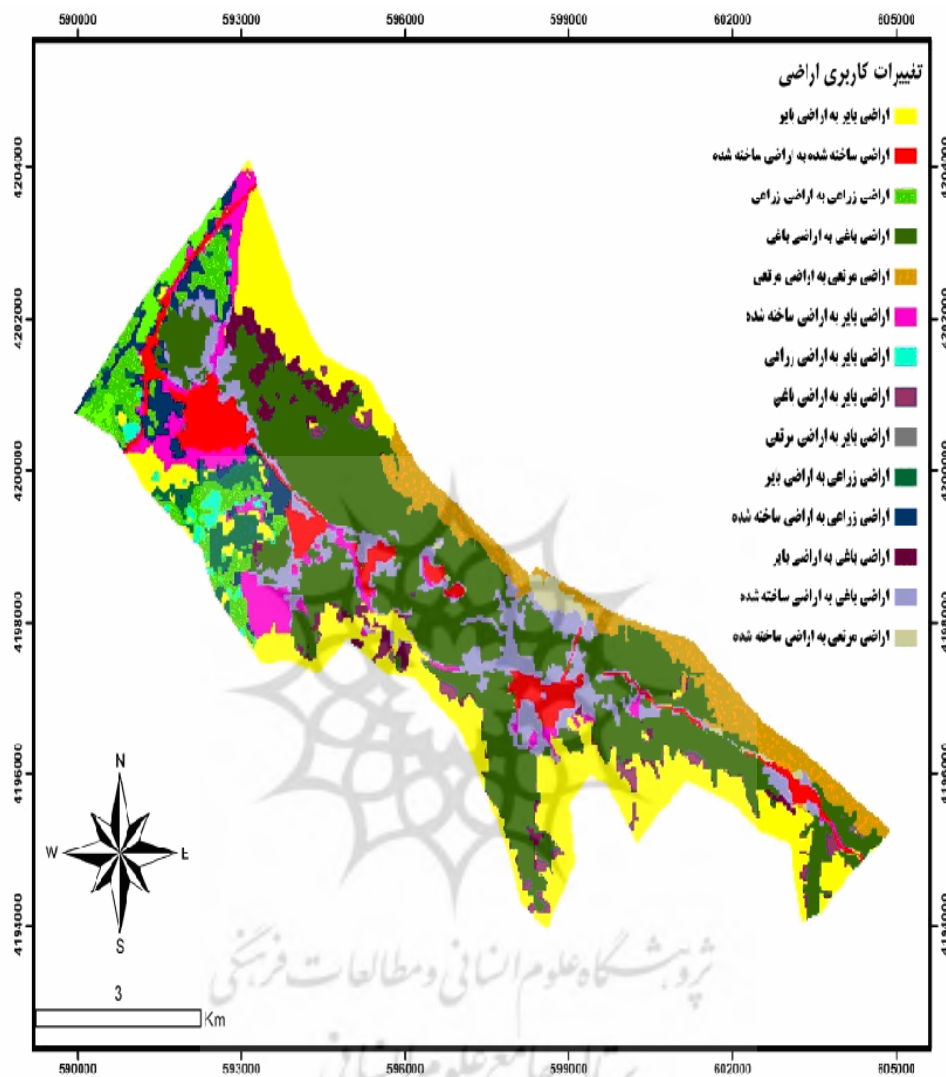
تنظیمات	TM 1984, TM2016
ترکیب باندی مناسب	۲-۳-۴
وزن باندها	۱-۳-۱
پارامتر مقیاس	۱۰
معیار همگنی شکل و فشردگی	معیار شکل ۰/۲ معیار فشردگی ۰/۵

با همپوشانی نقاط تعلیمی و ایجاد تصاویر کاذب رنگی مختلف سعی گردید در انتخاب نمونه‌های آموزشی پراکندگی مناطق برداشت نمونه در تمام تصویر رعایت شود تا توزیع نمونه‌ها نرمال باشد. بعد از طبقه‌بندی تصاویر سال ۱۳۶۳ و ۱۳۹۵ نقشه‌های رستری استخراج شده، برای تولید نقشه نهایی تغییرات برداری شدند.



شکل ۴- کاربری زمین استخراج شده در سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۵

توزیع فضایی تغییرات حادث شده در طی سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۵ در شکل شماره ۵ نمایش داده شده است. در این نقشه‌ها با استفاده از تابع پیوند (Union 6) لایه اطلاعاتی طبقه‌بندی شده مربوط به کاربری‌های سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۹۵ بر روی همدیگر همپوشانی شده‌اند (شکل ۵).



شکل ۵- تغییرات کاربری اراضی دره اسکو بین سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۵  
(منبع: نگارنده) بر اساس پردازش تصاویر ماهواره‌ای

با بررسی‌ها و تحلیل‌های انجام شده بر روی نقشه‌های تغییرات کاربری در GIS ،  
جداول مقایسه تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر اساس تصاویر طبقه‌بندی شده



نقش راهبردهای آمایشی حفاظت از باغات و ... ۷۹

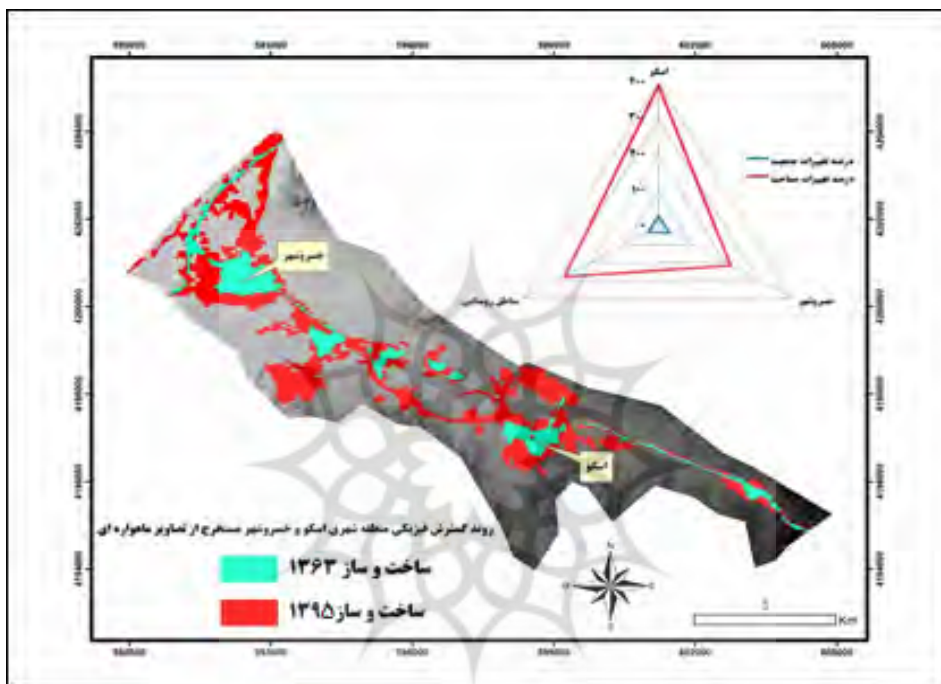
سال‌های متوالی منطقه به دست آمد. تغییرات روی داده در اراضی منطقه این‌گونه می‌باشد که در طی دوره ۱۳۹۵ - ۱۳۶۳ کلاس اراضی بایر با مساحت ۱۱۷۴/۷۷ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۱۰۸۸/۶۴ هکتار در سال ۱۳۹۵ کاهش پیدا کرده است. اراضی ساخته شده که در سال ۱۳۶۳ حدود ۲۹۰/۷۹ هکتار بوده است در پایان دوره به ۱۰۸۸/۵۵ هکتار افزایش پیدا کرده است، اراضی کشاورزی با مساحت ۵۰۴/۹۹ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۳۱۴/۱۹ هکتار در سال ۱۳۹۵ کاهش پیدا کرده است. اراضی باغی با مساحت ۲۰۲۹/۴۱ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۱۵۹۰/۶۶ هکتار در سال ۱۳۹۵ کاهش پیدا کرده است. اراضی مرتعی با مساحت ۳۸۵/۴۷ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۳۰۳/۴۸ هکتار در سال ۱۳۹۵ کاهش پیدا کرده است (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر اساس تصاویر طبقه‌بندی شده

۱۳۹۵ و ۱۳۶۳

۱۳۶۳-۱۳۹۵		اراضی بایر	اراضی ساخته شده	اراضی کشاورزی	اراضی باغی	اراضی مرتعی	هکتار
۱۰۸۸/۶۴	۸۱۷/۶۵	۰	۱۱۶/۲۸	۱۴۶/۹۷	۷/۷۴	۱۰۸۸/۵۵	اراضی بایر
۱۰۸۸/۵۵	۲۳۹/۲۲	۲۹۰/۷۹	۱۳۱/۶۷	۳۸۲/۹۵	۴/۳۹	۱۰۸۸/۵۵	اراضی ساخته شده
۳۱۴/۱۹	۴۱/۵۸	۰	۲۴۶/۱۵	۲۶/۴۶	۰	۳۱۴/۱۹	اراضی کشاورزی
۱۵۹۰/۶۶	۷۴/۳۴	۰	۱۰/۸۹	۱۴۵۸/۴۵	۴۶/۸۹	۱۵۹۰/۶۶	اراضی باغی
۳۰۳/۴۸	۱/۹۸	۰	۰	۱۴/۵۸	۲۸۶/۹۲	۳۰۳/۴۸	اراضی مرتعی
۰	۱۱۷۴/۷۷	۲۹۰/۷۹	۵۰۴/۹۹	۲۰۲۹/۴۱	۳۸۵/۴۷	۰	مجموع کلاس‌ها
۰	۳۵۷/۱۲	۰	۲۵۸/۸۴	۵۷۰/۹۶	۹۸/۵۵	۰	تغییرات کلاس
۰	-۷/۳۳%	۲۷۴/۲۳%	-۱۹۰/۸۰%	-۳۷/۷۸%	-۴۳۸/۷۵%	-۲۱/۶۲%	تفریق تصاویر

با همپوشانی کلاس اراضی ساخته شده طی سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۹۵ بر روی مدل رقومی ارتفاع به همراه نمودار راداری درصد تغییرات جمعیت و مساحت در شکل شماره ۶ روند گسترش مناطق شهری و روستایی دره اسکو به صورت بصری استخراج گردید.



شکل ۶- تغییرات سطح کاربری اراضی ساخته شده و نمودار راداری مقایسه تغییرات درصد مساحت نسبت به درصد تغییرات جمعیت جهت نمایش شدت پراکنش شهری

نمودار راداری مقایسه تغییرات درصد مساحت نسبت به درصد تغییرات جمعیت در دره اسکو بین سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که تغییرات مساحت مناطق ساخته شده منطقه مورد مطالعه خیلی سریع‌تر از تغییرات جمعیت می‌باشد. این مسئله باعث چند برابر شدن مساحت شهرهای دره زیست‌محیطی اسکو شده درحالی‌که طی این دوره آماری جمعیت شهرهای مجموعه از چنان رشدی برخوردار نبوده و مسئله

شدت پراکنش شهری را می‌توان در رشد نامنظم روستاهای مجموعه در بستر اراضی باغی اطراف شهرها مشاهده نمود. این مسئله به‌خصوص در روستاهای میانی منطقه مورد مطالعه بایرام، دیزج مدار، کلجاه، باویل سفلی و علیا باعث رشد گسسته و خیزش روستاها در جهت پیوستگی با بافت شهرها شده و به قابلیت اکولوژیکی و اجتماعی آن‌ها آسیب شدیدی وارد کرده است (شکل ۶).

یکی از روش‌های اساسی برای مشخص کردن رشد اسپرال شهری، استفاده از روش هلدن است. با استفاده از این روش می‌توان مشخص ساخت که چه مقدار از رشد شهری ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد اسپرال شهری بوده است (حکمت نیا و موسوی، ۱۳۹۲: ۱۲۸)

فرمول ۲:

$$\ln\left(\frac{P_f}{P_i}\right) + \ln\left(\frac{P_{cgf}}{P_{cgs}}\right) = \ln\left(\frac{U_{af}}{U_{as}}\right)$$

$$\ln\left(\frac{\text{جمعیت پایان دوره}}{\text{جمعیت آغاز دوره}}\right) + \ln\left(\frac{\text{سرنه ناخالص پایان دوره}}{\text{سرنه ناخالص آغاز دوره}}\right) = \ln\left(\frac{\text{وسعت شهر در پایان دوره}}{\text{وسعت شهر در آغاز دوره}}\right)$$

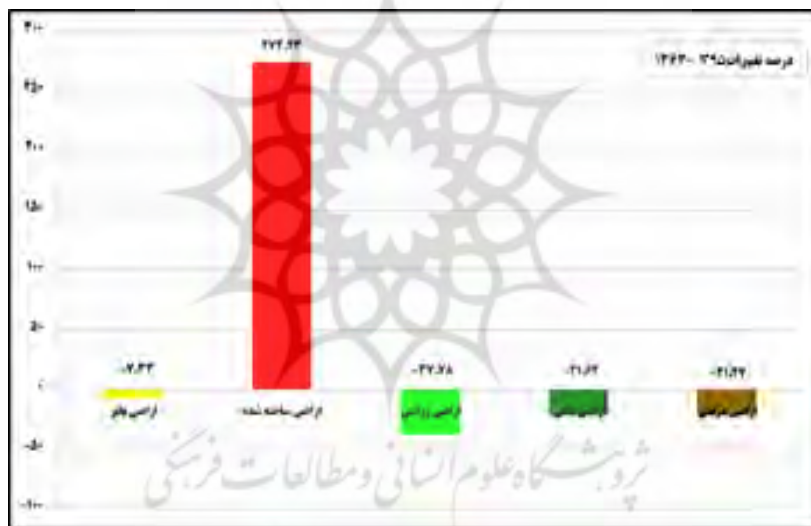
جدول ۵- محاسبه شاخص هلدن برای تعیین میزان رشد پراکنده در دره زیست‌محیطی اسکو

شاخص هلدن (میزان رشد اسپرال)						(۲۰۱۶)۱۳۹۵		(۱۹۸۴)۱۳۶۳		سال
P+GPC=U <sub>ai</sub>	GPCi=Ln(P <sub>cgf</sub> /P <sub>cgs</sub> )/Ln(U <sub>af</sub> /U <sub>as</sub> )	Pi=Ln(P <sub>f</sub> /P <sub>s</sub> )/Ln(U <sub>af</sub> /U <sub>as</sub> )	Ln(U <sub>af</sub> /U <sub>as</sub> )	Ln(P <sub>cgf</sub> /P <sub>cgs</sub> )	(P <sub>f</sub> /P <sub>s</sub> )Ln	مساحت		جمعیت		شهر
						مساحت	جمعیت	مساحت	جمعیت	
۰/۸۴۰۵+۰/۱۵۹۵=۱	۰/۸۴۰۵	۰/۱۵۹۵	۱/۵۹۴۸	۱/۳۴۰۵	۰/۲۵۴۳	۲۹۹/۸۰	۲۱۹۰۲	۶۰/۸۴	۱۳۱۶۹	اسکو
۰/۷۴۱۲+۰/۲۵۸۸=۱	۰/۷۴۱۲	۰/۲۵۸۸	۱/۱۴۸۷	۰/۸۵۱۴	۰/۲۹۷۳	۴۱۵/۹۸	۱۶۷۵۶	۱۳۱/۸۹	۹۲۴۶	خسروشهر
۰/۸۰۱۱+۰/۱۹۸۹=۱	۰/۸۰۱۱	۰/۱۹۸۹	۱/۳۳۰۶	۱/۰۶۶۰	۰/۲۶۴۶	۳۷۱/۳۲	۱۷۶۹۷	۹۸/۱۴	۱۰۴۲۴	مناطق روستایی

در جدول فوق، P<sub>f</sub> جمعیت پایان دوره، P<sub>s</sub> جمعیت آغاز دوره، P<sub>cgf</sub> سرنه ناخالص پایان دوره، P<sub>cgs</sub> سرنه ناخالص آغاز دوره، U<sub>af</sub> وسعت شهر در پایان دوره، U<sub>as</sub> وسعت شهر در آغاز دوره، Pi نسبت لگاریتم طبیعی جمعیت پایان و آغاز دوره به

لگاریتم طبیعی وسعت شهر در پایان و آغاز دوره،  $Gpci$  نسبت لگاریتم طبیعی سرانه ناخالص آغاز و پایان دوره به لگاریتم طبیعی وسعت شهر در آغاز و پایان دوره می‌باشد.

با نگاهی به محاسبات جدول ۵ مشخص می‌شود که رشد اسپرال شهری در منطقه مورد مطالعه بالای ۷۰ درصد می‌باشد که در طول زمان باعث تخریب اراضی باغی منطقه زیست‌محیطی دره اسکو شده است. مجموع درصد تغییرات کاربری‌ها نشان می‌دهد که در رشد اراضی ساخته شده، بیشترین سهم به‌طور نسبی از کاهش اراضی باغی، اراضی کشاورزی و اراضی مرتعی ناشی شده است (شکل ۷).



شکل ۷- تغییرات درصد سطوح کاربری اراضی کلان‌شهر دره اسکو بین سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۵

توسعه مدل رگرسیون لجستیک (LR) در منطقه شهری اسکو و خسروشهر رگرسیون لجستیک به‌عنوان یک مدل تجربی در تحلیل جنگل‌زدایی، پتانسیل آب‌های زیرزمینی، کشاورزی، خدمات اکولوژیک جنگلداری شهری، نقشه‌کشی احتمال

زمین لغزش و مدل سازی توسعه شهری به کار گرفته شده است ( Zhiyong Hu and C.P. Lo 2007:3).

در رگرسیون لجستیک، احتمال وقوع یک پدیده در داخل محدوده ۰ تا ۱ قرار دارد و رعایت پیش فرض نرمال بودن متغیرهای پیش بین لازم نیست. تحلیل رگرسیون لجستیک اسمی دو وجهی زمانی مورداستفاده قرار می گیرد که متغیر وابسته در سطح اسمی دو وجهی است و بنا داریم وجود یا عدم یک صفت را بر اساس مجموعه ای از متغیرهای مستقل پیش بینی کنیم. در رگرسیون دوگانه خطی از متغیری برای پیش بینی متغیر دیگر استفاده می شود (مثل پیش بینی دما از ارتفاع)، درحالی که در رگرسیون چندگانه و لجستیک ارتباط بین چند متغیر مستقل با یک متغیر وابسته سنجیده می شود. رگرسیون لجستیک نوع خاصی از رگرسیون های چندگانه است که در آن متغیر وابسته، گسسته است (مثل کاربری شهری). وجه تمایز مدل لجستیکی رگرسیون با مدل خطی رگرسیون در این است که متغیر وابسته در رگرسیون لجستیک دوگانه است. اگر متغیر وابسته دارای ارزش دوتایی باشد  $Y$  فقط ارزش صفر یا یک، می گیرد که ارزش یک نشان دهنده وقوع رویداد و ارزش صفر نشان دهنده عدم وقوع رویداد است. بنابراین، معادله حاصل از رگرسیون لجستیک به صورت زیر است:

فرمول ۳:

$$\{\text{Logit}(p) = \ln(p/(1-p))\} = a + \{b_1 \times X_1\} + \{b_2 \times X_2\} + \{b_3 \times X_3\} + \dots + \{b_n \times X_n\}$$

در اینجا،  $P$  متغیر وابسته متغیر بیان کننده احتمال یک شدن  $Y$ ؛  $Y$  متغیر وابسته،  $x$  ۱،  $x_2$ ،  $x_3$  ...  $x_n$  متغیرهای مستقل،  $a$  ضریب معادله رگرسیون و  $b_1$ ،  $b_2$ ،  $b_3$  ...  $b_n$  ضرایب هر یک از متغیرهای مستقل است. (کامیاب، ۱۳۸۹: ۹۰) در این نوع تحقیق، تغییرات شهری از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۵ به عنوان متغیر وابسته به صورت یک متغیر اسمی دو وجهی (شهری ۱، غیرشهری ۰) و عوامل مؤثر در تغییرات توسعه شهری متغیرهای مستقل محسوب می شوند. چندین آماره مهم در خروجی و ارزیابی مدل رگرسیون

لجستیک وجود دارند که برای تفسیر نتایج آن‌ها، دانستن ماهیت و کارکرد آن‌ها ضروری است.

نقشه احتمال پیش‌بینی: این نقشه میزان احتمال تغییر کاربری را با توجه به متغیر وابسته در آینده بیان می‌کند. در این تصویر هر سلول دارای یک ارزش است که میزان آن مبین احتمال تغییر کاربری آن سلول در آینده است (کامیاب، ۱۳۸۹: ۹۱).  
چندین آماره مهم وجود دارند که برای تفسیر نتایج آن‌ها، دانستن ماهیت و کارکرد آن‌ها ضروری است:

(ExpB): این آماره که به نسبت بخت‌ها معروف است، عبارت می‌باشد از نسبت احتمال وقوع یک پدیده به احتمال عدم وقوع آن.

(S.E): این آماره که Standard Error یا خطای استاندارد می‌باشد.

(Wald): آماره والد، مهم‌ترین آماره برای آزمون معنی‌داری حضور هر متغیر مستقل در مدل می‌باشد که می‌توانیم از طریق سطح معنی‌داری آن (sig) به این امر پی ببریم.

همچنین برای ارزیابی میزان برازش کل مدل، از آزمون نسبت درست نمایی با نماد  $2-\text{Log likelihood}$  استفاده می‌شود که آماره آن  $X^2$  می‌باشد. بنابراین، در اینجا، آماره  $X^2$  معادل آماره F در تحلیل رگرسیون خطی است (مؤمنی، ۱۳۸۶: ۱۶۱).

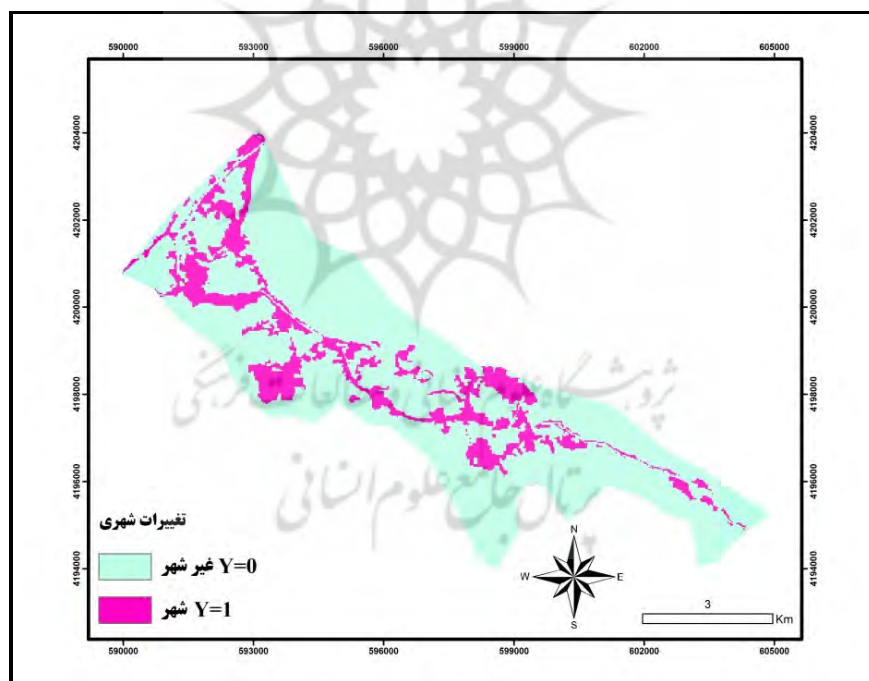
آماره (ROC): در تحلیل رگرسیون لجستیک، معیار ROC که به صورت عددی بین ۰ تا ۱ بیان می‌شود از منحنی ROC به دست می‌آید. ارزش ۱ برای میزان ROC نشان‌دهنده توافق کامل مکانی بین نقشه رشد شهری پیش‌بینی شده و میزان واقعی رشد شهری است. ارزش ۰/۵ برای این معیار بیان‌کننده تصادفی بودن موقعیت‌هاست و نشان می‌دهد ارزش سلول‌ها در نقشه احتمال پیش‌بینی به صورت موقعیت‌های تصادفی ایجاد گشته است.

آماره (Pseudo-R2): مفهوم R2 در رگرسیون لجستیک با موارد مشابه متفاوت است. در شکل عادی در رگرسیون‌های غیرلجستیکی، میزان ضریب تعیین‌کنندگی R2

تغییرپذیری کلی متغیرها در مدل را نشان می‌دهد، درحالی‌که در رگرسیون لجستیک به دلیل سروکار داشتن با داده‌هایی که ماهیتاً دارای همبستگی مکانی هستند اندازه نمونه قابل قبول مشخص نیست، بنابراین از واژه شبه برای R استفاده می‌شود (Lo & Hu, 2007:669).

### متغیر وابسته تغییرات شهری

برای به دست آوردن متغیر وابسته ابتدا از نقشه‌های کاربری اراضی سال ۱۳۶۳ و ۱۳۹۵ کلاس اراضی ساخته شده با فرمت رس‌تری استخراج و با استفاده از تفریق نقشه‌های فوق‌الذکر از همدیگر نقشه تغییرات روی داده طی ۳۲ سال با دو لژاند ۰ و ۱ تهیه و به‌عنوان متغیر وابسته برای اجرای رگرسیون لجستیک وارد مدل شد (شکل ۸).



شکل ۸- متغیر وابسته تغییرات شهری از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۵

### متغیرهای مستقل

برای استخراج متغیرهای مستقل لایه‌های اکولوژیکی مؤثر در توسعه شهری بر اساس ادبیات تحقیق از منابع مختلف تهیه و در دودسته متغیرهای طبیعی و انسانی (کالبدی، اجتماعی و اقتصادی) وارد مدل شد (جدول ۶).

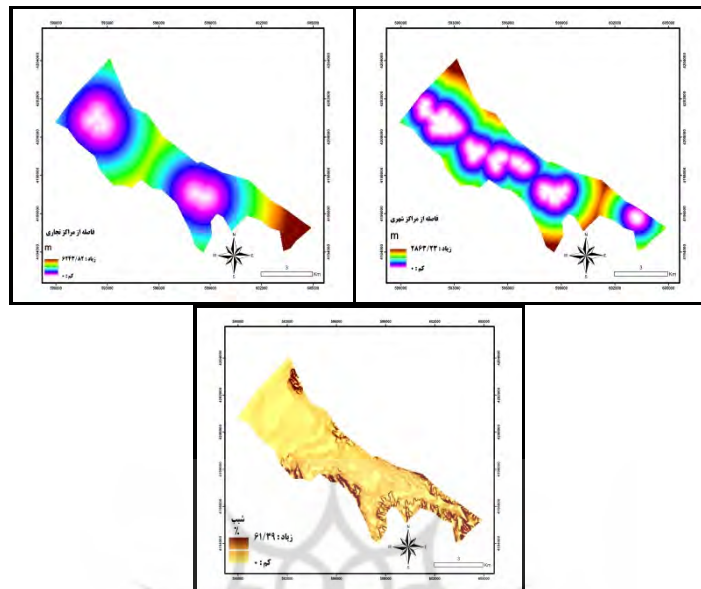
جدول ۶- متغیرهای مورداستفاده در مدل رگرسیون لجستیک

منبع	ماهیت متغیر	نام متغیر	لایه	متغیر
تابع تفریق، تصاویر ماهواره‌ای	بولی (۱- رشد شهری ۰- عدم رشد شهری)	تغییرات شهری		وابسته
تابع Reclass، نقشه زمین‌شناسی	پیوسته	زمین‌شناسی	طبیعی	مستقل
تابع Distance، نقشه زمین‌شناسی	پیوسته	فاصله از گسل		
تابع Slope، نقشه توپوگرافی	پیوسته	درصد شیب		
تابع Distance، نقشه توپوگرافی	پیوسته	فاصله از رودخانه		
تابع باز طبقه‌بندی، تصاویر ماهواره‌ای	بولی (نقشه ۰- (۱) کلاس‌ها	کاربری اراضی (۵) متغیر)	انسانی (کالبدی، اجتماعی، اقتصادی)	
تابع Distance، نقشه کاربری اراضی	پیوسته	فاصله از مراکز شهری		
تابع Distance، نقشه کاربری اراضی	پیوسته	فاصله از مناطق تجاری		
تابع Distance، نقشه کاربری اراضی	پیوسته	فاصله از راه‌های اصلی		

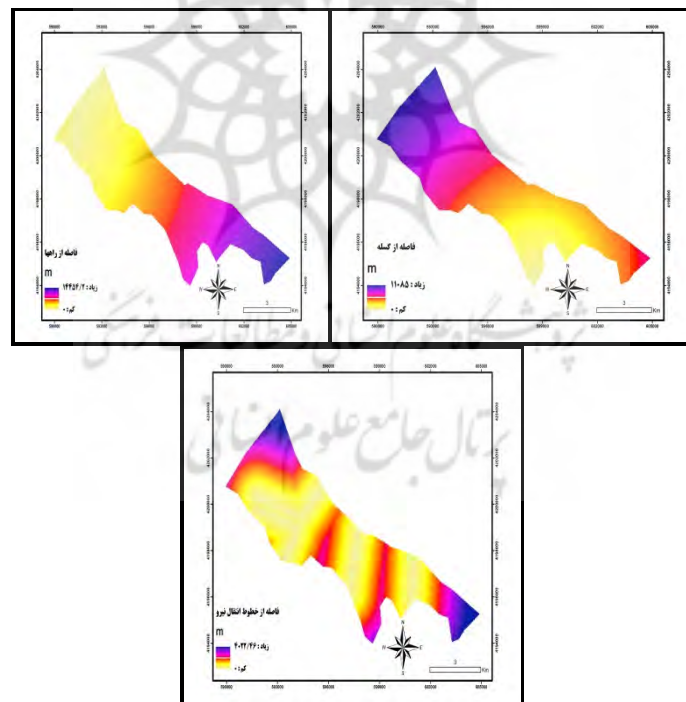


فاصله از خطوط انتقال نیرو	پیوسته	تابع Distance، نقشه توپوگرافی
تعداد سلول‌های شهری در پنجره ۳×۳	پیوسته	تابع CVN، نقشه کاربری اراضی

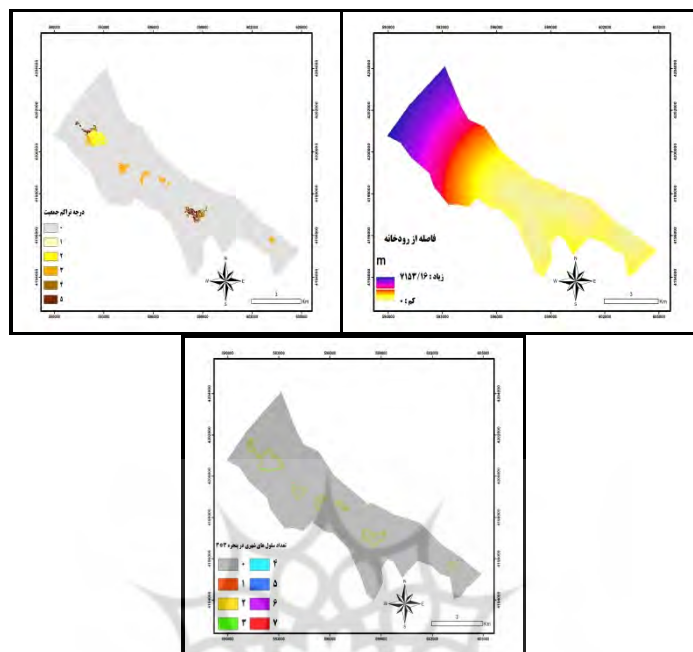
در تحلیل رگرسیون لجستیک، متغیرهای مستقل نامتعامل به متغیرهایی گفته می‌شود که بایستی از روند تحلیل حذف شود. در این تحقیق برای بررسی همبستگی بین متغیرهای مستقل از محاسبه کوواریانس بین متغیرها استفاده شد. کوواریانس دو متغیر، میزان تغییر آن‌ها را نسبت به هم بیان می‌کند. محدوده کوواریانس بین ۰-۱ متغیر است که هر چه این میزان به یک نزدیک‌تر باشد همبستگی بین متغیرها بیشتر خواهد بود. زوج متغیرهایی که دارای ارزش بالای کوواریانس باشند متغیرهای همبسته معرفی می‌شوند و یکی از آن‌ها از مدل حذف می‌شود. پس از استخراج نقشه‌ها و محاسبه کوواریانس متغیرهای مستقل، لایه‌های دارای ضریب همبستگی بالای ۰/۹ در نقشه‌های فاصله (مراکز اداری، مراکز تفریحی رفاهی، آثار فرهنگی، مراکز آموزشی) و باز طبقه‌بندی و درونیابی (بافت خاک، عمق خاک، زهکشی خاک، روانگرایی خاک، دما، بارش، ارتفاع، جهت شیب) از روند تحلیل حذف و بین لایه‌های باقیمانده مدل رگرسیون لجستیک اجرا شد. (اشکال ۹).



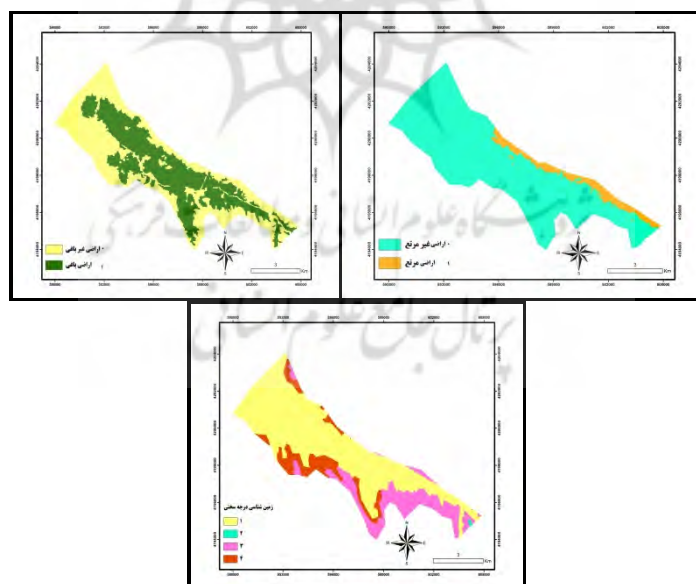
متغیر شیب متغیر فاصله از مراکز تجاری متغیر فاصله از مراکز شهری



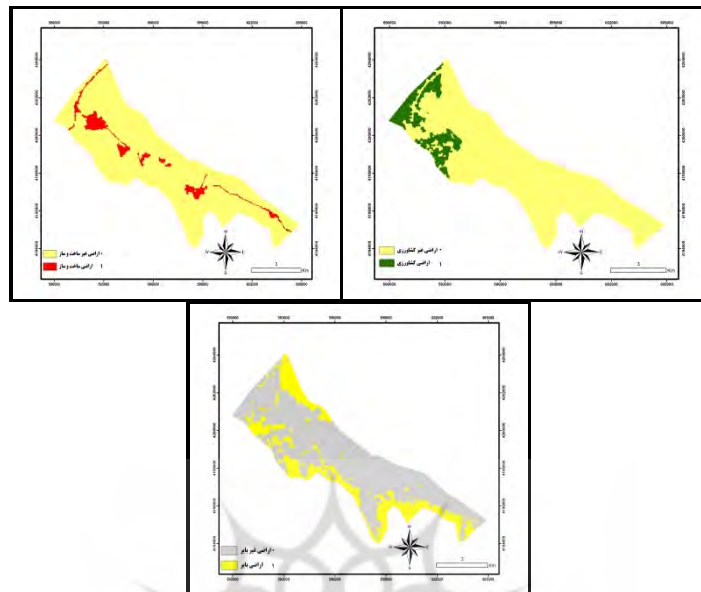
متغیر فاصله از خطوط انتقال نیرو متغیر فاصله از خط گسل متغیر فاصله از راهها



متغیر تعداد سلول‌های شهری در پنجره ۳×۳ متغیر فاصله از رودخانه متغیر درجه تراکم جمعیت



متغیر زمین‌شناسی متغیر بولین اراضی مرتعی متغیر بولین اراضی باغی



متغیر بولین اراضی بایر متغیر بولین اراضی زراعی متغیر اراضی ساخته شده

شکل ۹: متغیرهای مستقل تحقیق مؤثر در روند تغییرات از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۵

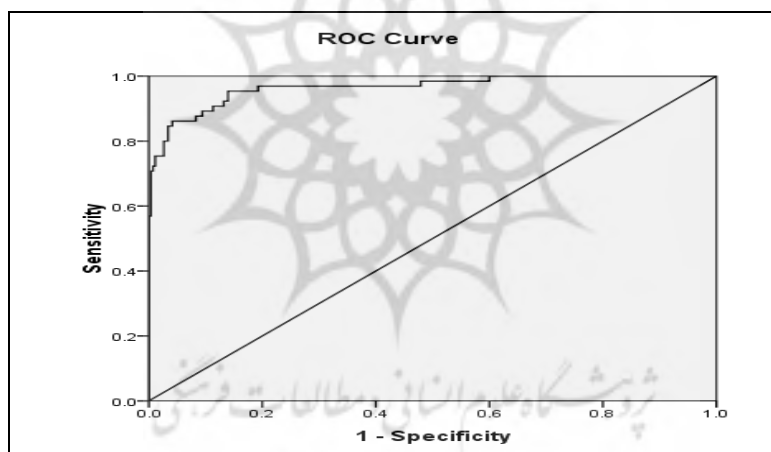
### اجرای مدل رگرسیون لجستیک و تهیه نقشه احتمال شهرنشینی

در این مرحله متغیرهای مستقل غیرهمبسته به همراه متغیر وابسته رشد شهری سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۵ در مدل رگرسیون لجستیک مورد استفاده قرار گرفتند. الگوی توسعه شهری در نقشه احتمال شهرنشینی با میزان  $Roc = 0/89$  نشان می‌دهد که متغیرهای مستقل انتخاب شده برای تبیین شهرنشینی به خوبی انتخاب شده‌اند (شکل شماره ۱۰). نقشه استخراج شده به شماره ۱۱، الگوی گذشته و آتی شهرنشینی را در دره اسکو نشان می‌دهد. هسته‌های با احتمال بالای شهرنشینی عمدتاً در کنار جاده‌های اصلی و متصل به هسته‌های شهری قبلی می‌باشند. هسته‌های غیر متصل دور از شهرها احتمال توسعه مناطق روستایی را نشان می‌دهد که با کم شدن به هسته اصلی شهرها

میزان احتمال بالا می‌رود. از فایل تصویری احتمال شهرنشینی، برای پیش‌بینی مناطق رشد شهری در آینده با استفاده از سلول‌های با بیشترین احتمال استفاده می‌شود. میزان Pseudo R<sup>2</sup> و ROC به دست آمده به ترتیب با رقم ۰/۷۹ و ۰/۸۹ به دلیل قرار داشتن در محدوده مورد قبول یعنی بالای ۰/۴ تأییدکننده مدل‌سازی صورت گرفته می‌باشد. (جدول ۷ و شکل ۱۱).

معادله رگرسیونی حاصل از اجرای مدل به صورت زیر است:

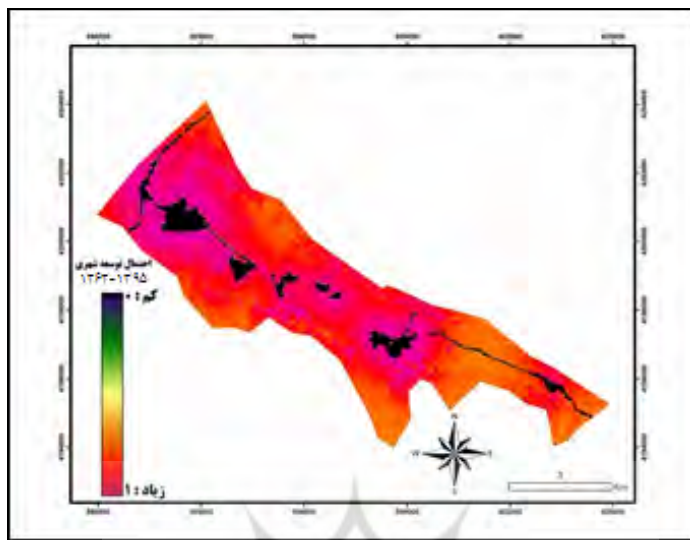
$$\text{logit}(1363-1395) = -1.5669 + 0.8726 \times \text{cvnurban} - 0.0245 \times \text{slope} - 0.1525 \times \text{popdensity} - 4.721\text{E-}04 \times \text{disriver} + 3.189\text{E-}04 \times \text{disfault} - 6.000\text{E-}05 \times \text{disroad} + 4.165\text{E-}04 \times \text{dispowerline} - 6.227\text{E-}04 \times \text{discommercial} - 0.0015 \times \text{disurbancen} + 0.0837 \times \text{geology} + 2.0614 \times \text{pastureland} + 1.0668 \times \text{gardenland} + 1.7059 \times \text{farmland} + 2.2636 \times \text{barrenland} - 7.0007 \times \text{urban}$$



شکل ۱۰- منحنی POX با شرکت تمام متغیرها سطح زیر منحنی = ۰/۸۹

جدول ۷- ضرایب دقت مدل رگرسیون لجستیک در گام ۱۴

Step 14	Log likelihood ۲-	Cox & Snell R <sup>1</sup>	Nagelkerke R <sup>1</sup>	Pseudo R <sup>2</sup>
	۲۶۳۹۱/۷۹	۰/۳۹	۰/۶۱	۰/۷۹

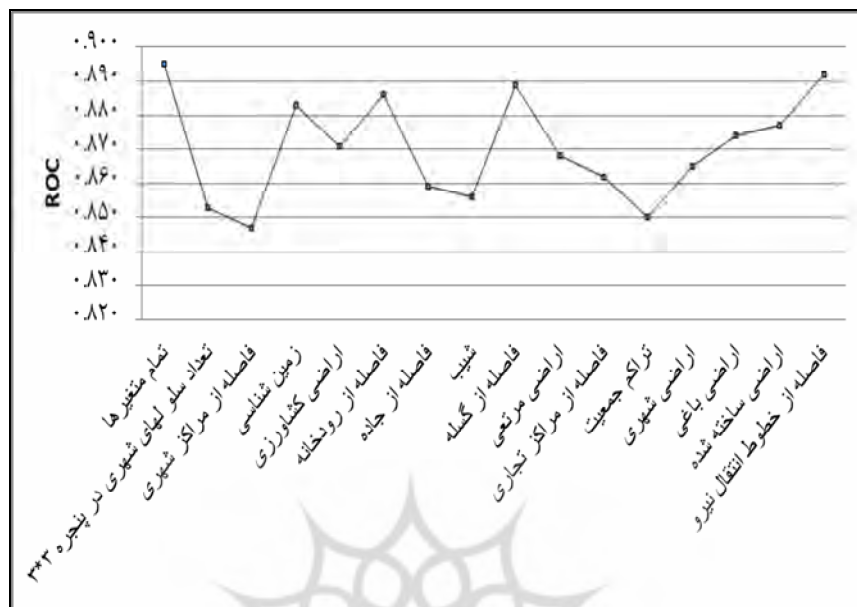


شکل ۱۱- تصاویر پیش‌بینی رشد منطقه شهری اسکو و خسروشهر بر اساس مدل رگرسیون

### لجستیک

#### حساسیت سنجی مدل رگرسیونی با حذف متغیرهای مستقل

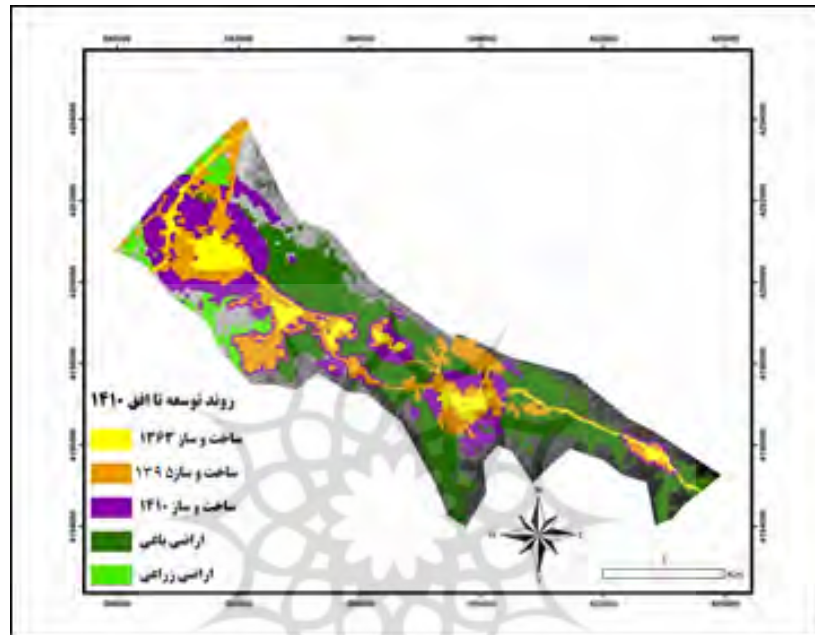
برای حساسیت سنجی، میزان ROC مدل پس از اجرای مدل‌سازی با مجموعه داده‌های کامل، با تعداد متغیرهای مستقل دوباره به مرحله اجرا درآمد با این تفاوت که این بار در هر مرحله اجرای مدل، یکی از متغیرهای مستقل حذف و مدل با باقیمانده متغیرهای مستقل اجرا شد. مزیت این کار در حساسیت سنجی متغیرها و کشف میزان اثر متغیرها در مدل نهایی است. در مطالعه حاضر پس از هر بار اجرای رگرسیون لجستیک، میزان ROC مدل استخراج و بر اساس میزان تفاوت با مدل کامل، اثر متغیر مستقل محاسبه شد. همان‌طور که در نمودار زیر مشخص شده، متغیرهای فاصله از مراکز شهری، تراکم جمعیت، تعداد سلول‌های شهری در پنجره ۳×۳، شیب و فاصله از جاده دارای بیشترین تأثیر در روند شهرنشینی دره اسکو هستند. (شکل ۱۲)



شکل ۱۲- حساسیت سنجی مدل رگرسیونی با حذف متغیرهای مستقل

روش دوم برای تبیین میزان تأثیر متغیرهای مستقل در استخراج نقشه احتمال شهرنشینی استفاده از ضرایب استاندارد متغیرهای مستقل در تحلیل رگرسیون لجستیک می‌باشد. از آنجایی که ضرایب غیراستاندارد رگرسیونی به دلیل تفاوت آن‌ها در واحد و سطوح اندازه‌گیری نمی‌تواند امکان مقایسه بین متغیرها را فراهم کند برای این منظور از متغیرهای مستقل استاندارد شده (مقادیر استاندارد یا Z) استفاده شد که به جای مقادیر متغیر مستقل از مقادیر استاندارد استفاده شد. بنابراین متغیرهای مستقل دارای B بزرگ‌تر صرف‌نظر از علامت مثبت یا منفی به‌عنوان متغیرهای مؤثر در تحلیل مشخص می‌شوند. همان‌طور که در جدول شماره ۷ مشخص شده، فاصله از مراکز شهری قبلی، تراکم جمعیت، تعداد سلول‌های شهری در پنجره ۳×۳، شیب و فاصله از جاده با داشتن بیشترین میزان معناداری در ضریب B و Wald بیشترین نقش را در روند شهرنشینی سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۹۵ بازی کرده‌اند. برای استخراج مناطق توسعه شهری در افق ۱۴۱۰

با استفاده از تابع رتبه‌بندی میزان توسعه مشخص شده در جدول شماره ۸ از نقشه احتمال شهرنشینی با طبقه‌بندی، نقشه احتمال جدا و در شکل شماره ۱۳ ترسیم شد (جدول ۸ و شکل ۱۳).



شکل ۱۳- وضعیت توسعه آبی منطقه زیستی دره اسکو در افق ۱۴۱۰

جدول ۸- ضرایب تبیین مدل رگرسیون لجستیک با متغیرهای مستقل

B	.S.E	Wald	df	.Sig	Exp(B)	C.I. for EXP(B)		
						Lower	Upper	
-۰/۲۶	۰/۰۱۱	۶/۱۷۸	۱	۰/۰۱۳	۰/۹۷۴	۰/۹۵۴	۰/۹۹۴	اراضی ساخته شده
-۰/۰۸۰	۰/۰۱۲	۴۵/۱۸۶	۱	۰/۰۰۰	۰/۹۲۴	۰/۹۰۲	۰/۹۴۵	اراضی کشاورزی
-۰/۱۵۵	۰/۰۲۱	۵۳/۹۱۵	۱	۰/۰۰۰	۰/۸۵۶	۰/۸۲۲	۰/۸۹۳	اراضی باغی
-۰/۱۳۷	۰/۰۱۰	۱۸۳/۷۱۵	۱	۰/۰۰۰	۰/۸۷۲	۰/۸۵۵	۰/۸۹۰	اراضی مرتعی
-۰/۱۳۱	۰/۰۱۰	۱۸۰/۸۰۵	۱	۰/۰۰۰	۰/۸۷۷	۰/۸۶۱	۰/۸۹۴	اراضی باغی



نقش راهبردهای آمایشی حفاظت از باغات و ... ۹۵

۰/۳۲۸	۰/۰۱۰	۱۰۶۷/۱۹۹	۱	۰/۰۰۰	۱/۳۸۹	۱/۳۶۲	۱/۴۱۶	فاصله از جاده‌ها
-۱/۵۱۹	۰/۰۵۰	۹۲۲/۷۴۵	۱	۰/۰۰۰	۰/۲۱۹	۰/۱۹۹	۰/۲۴۲	فاصله از مناطق ساخته شده
-۰/۲۰۶	۰/۰۱۷	۱۴۷/۵۹۹	۱	۰/۰۰۰	۰/۸۱۴	۰/۷۸۸	۰/۸۴۲	فاصله از مناطق تجاری
-۰/۳۹	۰/۰۱۲	۱۰/۳۳۴	۱	۰/۰۰۰	۰/۹۶۲	۰/۹۴۰	۰/۹۸۵	فاصله از خطوط انتقال نیرو
-۰/۰۷۱	۰/۰۱۱	۴۵/۲۱۹	۱	۰/۰۰۰	۰/۹۳۲	۰/۹۱۳	۰/۹۵۱	ساختار زمین شناسی
۰/۰۵۳	۰/۰۱۱	۲۱/۷۷۲	۱	۰/۰۰۰	۱/۰۵۴	۱/۰۳۱	۱/۰۷۷	فاصله از گسله
۰/۴۰۷	۰/۰۱۳	۱۰۲۸/۹۵۱	۱	۰/۰۰۰	۰/۶۶۵	۰/۶۴۹	۰/۶۸۲	تعداد سلول‌های شهری در پنجره ۳×۳
-۰/۰۵۷	۰/۰۱۴	۱۷/۲۸۹	۱	۰/۰۰۰	۰/۹۴۴	۰/۹۱۹	۰/۹۷۰	فاصله از ورودخانه
-۰/۳۸۰	۰/۰۲۹	۱۷۱/۲۷۴	۱	۰/۰۰۰	۰/۶۸۴	۰/۶۴۶	۰/۷۲۴	شیب به درصد
۱/۱۰۵	۰/۰۰۹	۱۳۵۴۸/۶۰۳	۱	۰/۰۰۰	۳/۰۱۹	۲/۹۶۴	۳/۰۷۶	تراکم جمعیت
-۲/۸۶۷	۰/۳۰	۸۸۶۱/۹۳۶	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۵۷			ضریب ثابت

جدول ۹- تغییرات سطح کاربری اراضی ساخته شده و جمعیت منطقه شهری اسکو و خسروشهر بر اساس پردازش تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۶۳ و سرشماری مرکز آمار ایران و برآورد توسعه تا افق ۱۴۱۰

۱۳۶۳-۱۳۹۵			۱۳۹۵		۱۳۶۳		سال
تغییر جمعیت	تغییر پیکسل	تغییر مساحت (m <sup>2</sup> )	جمعیت	مساحت (m <sup>2</sup> )	جمعیت	مساحت (m <sup>2</sup> )	شهر
۳۸۱۴	۲۶۵۵/۱۲	۲۳۸۹۶۰۷/۵۲	۱۶۹۸۳	۲۹۹۸۰۲۳/۶۸	۱۳۱۹۶	۶۰۸۴۱۶/۱۶	اسکو
۳۲۰۱	۳۱۵۶/۶۰	۲۸۴۰۹۴۴/۴۷	۱۲۴۴۷	۴۱۵۹۸۵۳/۸۱	۹۲۴۶	۱۳۱۸۹۰۹/۳۴	خسروشهر
۳۱۵۸	۴۱۱۴/۲۲	۳۷۰۲۷۹۸/۴۹	۱۳۵۸۲	۳۷۱۳۲۲۲/۴۹	۱۰۲۴۲	۹۸۱۴۷۴/۴۸	مناطق روستایی

ادامه جدول ۹

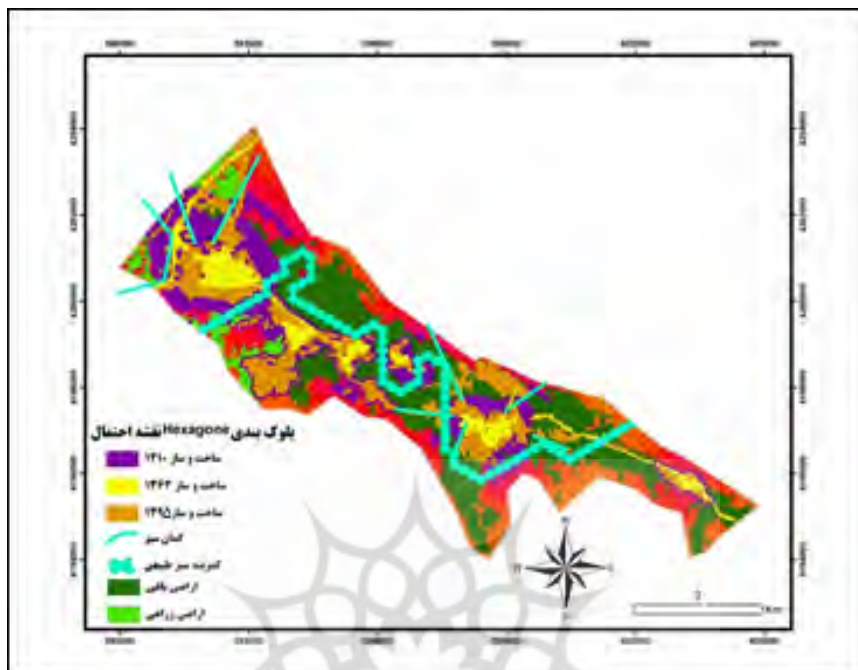
۱۳۹۵-۱۴۱۰					سال
پیش‌بینی پیکسل	پیش‌بینی مساحت (m <sup>2</sup> )	پیش‌بینی تغییر جمعیت	پیش‌بینی جمعیت	مساحت (m <sup>2</sup> )	شهر
۳۰۴۴	۲۷۳۹۸۴۱/۷۳	۴۳۷۳	۲۱۳۵۶	۶۰۸۴۱۶/۱۶	اسکو
۳۹۷۵	۳۵۷۷۵۵۸۴/۲۴	۴۰۳۱	۱۶۴۷۸	۱۳۱۸۹۰۹/۳۴	خسروشهر
۴۳۴۵	۳۹۱۰۳۳۳/۴۳	۳۳۳۵	۱۶۹۱۷	۹۸۱۴۷۴/۴۸	مناطق روستایی

در اثر توسعه آتی تا افق ۱۴۱۰ با همپوشانی مناطق ساخته شده بر روی اراضی زراعی و باغی میزان تخریب اراضی زراعی و باغی در جدول شماره ۱۰ مشخص شد. بررسی راهبردهای هشتگانه حفاظت از باغات و فضاهای سبز در فرایند توسعه شهری (کمربندهای سبز، کمان‌های سبز، توسعه حمل‌ونقل مبنای منطقه شهری، تقویت بهره‌برداری اقتصادی از اراضی کشاورزی، حقوق توسعه قابل انتقال روش حوزه‌بندی خوشه‌ای، منافع اکولوژیکی و حمایت‌های مالیاتی و استفاده از تراکم ویژه باغات) با شبکه‌بندی شش ضلعی نقشه احتمال توسعه شهری با دادن فضای لازم برای توسعه و استخراج الگوی موفق اقتصادی، کمربند و کمان‌های سبز طبیعی به دلیل ماهیت غیر هزینه‌ای آن از نظر احداث و تملک آن در طرح توسعه و طرح جامع آتی این شهرها، دورنمای موفق برای توسعه این ذخیره اکولوژیک می‌توان به کار بست. (جدول ۱۱ و شکل ۱۴).

جدول ۱۰- میزان تخریب اراضی زراعی و باغی در افق ۱۴۱۰ با همپوشانی مناطق

ساخت‌وساز بر روی کاربری‌های ۱۳۹۵

کاربری/شهر	اسکو	خسروشهر	مناطق روستایی
اراضی باغی	۷۷/۳۶	۱۲۴/۰۳	۱۶۵/۸۳
اراضی زراعی	-	۱۰۷/۱۹	۵۲/۶۳



شکل ۱۴- بلوک بندی hexagone احتمال توسعه شهری برای استخراج کمربندهای حفاظتی دره اسکو در افق ۱۴۱۰

جدول ۱۱- سیاست کمربندها و کمان‌های سبز در الگوی توسعه اکولوژیک آبی دره اسکو

جلوگیری از پیوستن روستاهای بایرام و دیزج مدار و ادغام در شهر سرد رود	۴	جنوبی	کمر بند سبز طبیعی	خسرو شهر	سیاست کمربندها و کمان‌های سبز
حفظ اراضی باغی داخل شهر	۷/۳	شمال غربی	کمان سبز طبیعی		
جلوگیری از پیوستن روستاهای باویل علیا و باویل سفلی و ادغام در شهر اسکو	۱۳/۴	شرقی غربی جنوبی	کمر بند سبز طبیعی	اسکو	در الگوی توسعه اکولوژیک
حفظ اراضی باغی داخل شهر	۶/۴	شرقی غربی	کمان سبز طبیعی		

## نتیجه‌گیری

در این مقاله ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده TM و OLI در طی دوره ۳۲ ساله از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۵ در دره اسکو تغییرات کاربری اراضی با روش شیء‌گرا و ماتریس CrossTab ارزیابی شد. نتایج حاکی از آن است که منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۶۳ در حدود ۲۹۰/۸۸ هکتار کاربری اراضی ساخته شده داشته است که این مقدار در سال ۱۳۹۵ به حدود ۱۰۸۸/۵۵ هکتار افزایش یافته است. با توجه به این که دره اکولوژیک اسکو (اسکو، خسروشهر و روستاهای اقماری) در سال ۱۳۶۳ نزدیک به ۳۲۸۳۹ نفر بوده و در سال ۱۳۹۵ به ۴۳۰۱۲ نفر رسیده است، تراکم در منطقه مورد مطالعه طی همین سال از ۱۱۲ نفر در هکتار به ۴۰ کاهش یافته است. کاهش تراکم یکی از عواملی است که منجر به پدیده گسترده‌گی شهری و به تبع آن تغییرات کاربری‌ها شده است که این مسئله در کاهش اراضی باغی و کشاورزی به میزان ۶۲۹/۵ هکتار در نتیجه گسترش افقی بوده است. بیشتر شهرهای ایران، در مراحل اولیه شکل‌گیری باهدف استفاده از خاک‌های مرغوب به‌منظور زراعت، در میان اراضی زراعی استقرار یافته‌اند و به‌مرور زمان همراه با گسترش روستاها و تبدیل آن‌ها به شهر و سپس توسعه شهرها، اراضی مرغوب زیر پیکر شهرها مدفون شده و بالطبع بخش وسیعی از بهترین و با ارزش‌ترین اراضی بلافصل شهرها به زیر ساخت‌وساز رفته است. برای جلوگیری از این مسئله با استفاده از تکنیک تجربی رگرسیون لجستیک با متغیرهای مؤثر، نقشه احتمال توسعه شهری استخراج شد و پس از شبکه‌بندی نقشه مذکور با استخراج کمربند و کمان‌های سبز، با دادن فضای لازم برای توسعه، پیشنهاد حفاظت از این ذخیره اکولوژیک استخراج شد. در صورت استفاده از نتایج این تحقیق در روند توسعه آتی کمترین آسیب‌ها متوجه کاربری باغات و کشاورزی در دهه‌های آتی خواهد بود. بنابراین راهکار کمربند و کمان‌های سبز آن‌هم از نوع طبیعی با افزایش فشردگی کالبدی و استفاده از شیوه‌های مربوط به آن به‌منظور هدایت توسعه شهری در دره اسکو به

سمت پایداری بیشتر، باید در دستور کار برنامه ریزان و متولیان امور شهری قرار گیرد. در واقع بی‌توجهی به ضوابط و مقررات گسترش کالبدی - فضایی شهر در سال‌های اخیر، به‌خصوص ۳۰ سال گذشته، مایه نابودی اراضی کشاورزی یا تبدیل عامدانه آن‌ها به کاربری بایر شهری و سپس به کاربری‌های ساخته شده، گردیده است. با مشخص شدن نوع الگوی توسعه دره زیست‌محیطی اسکو به‌صورت خطی و تأثیر آن بر زمین‌های باغی اطراف، پیشنهاد می‌شود که به‌منظور کاهش پراکنش افقی شهرهای خسروشهر، اسکو و عطش ادغام روستاهای پیرامونی و در نتیجه کاهش مشکلات ناشی از آن، نظارت بیشتر بر محدوده‌های شهری اطراف کمربند سبز پیشنهادی، استفاده از شیوه‌های انبوه‌سازی و بلندمرتبه‌سازی (شهر فشرده) و استفاده از اراضی کم بازده موجود در داخل شهر (توسعه میان افزا)، هدایت سمت توسعه شهری در جهاتی غیر از زمین‌های باغی، در اولویت دست‌اندرکاران مدیریت دره زیست‌محیطی اسکو باشد.

## منابع

- اصغری زمانی، اکبر. (۱۳۸۶)، ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فضایی - کالبدی شهرهای ایران، مطالعه موردی شهر زنجان، رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.
- بحرینی، حسین. (۱۳۶۸)، «تهران چگونه شهری است و چه باید باشد؟»، مجله محیط‌شناسی، شماره ۱۵: ویژه‌نامه تهران.
- بریاسولیس هلن. (۱۳۸۹)؛ *الگوهای تحلیلی تغییر کاربری زمین*، ترجمه: رفیعان مجتبی، محمودی مهران، تهران: انتشارات آذرخش.
- حکمت نیا، حسن؛ موسوی میر نجف. (۱۳۹۲)، *کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای*، انتشارات آزادپیما، چاپ سوم.

- رسولی، علی‌اکبر؛ محمود زاده، حسن. (۱۳۸۹)، *مبانی سنجش از دور دانش پایه*، انتشارات علمیران.

- شکوئی، حسین. (۱۳۷۳)، *دیدگاه‌های نو در جغرافیای شهری*، انتشارات سمت.  
- شیعه، اسماعیل. (۱۳۷۷)، *مقدمه‌ای بر مبانی برنامه‌ریزی شهری*، انتشارات دانشگاه علم و صنعت.

- قربانی، رسول؛ صدر موسوی میر ستار. (۱۳۸۵)، *پیامدهای زیست‌محیطی گسترش سکونتگاه‌ها مطالعه موردی دره اسکوچای، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای* شماره ۸.  
- کامیاب، حمیدرضا؛ ماهینی عبدالرسول سلمان؛ حسینی سید محسن؛ مهدی غلامعلی فرد. (۱۳۸۹)، *اتخاذ رهیافت اطلاعات محور با کاربرد روش رگرسیون لجستیک برای مدل‌سازی توسعه شهری گرگان، فصلنامه محیط‌شناسی*، شماره ۵۴.

- مؤمنی، منصور. (۱۳۸۶)، *تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS* انتشارات کتاب نو، چاپ اول.

- ویلیامز کاتی؛ برتون الزابت؛ جنکنز مایک. (۱۳۸۳)، *دستیابی به شکل پایدار شهری (شکل پایداری و حمل و نقل)*، ترجمه: وراز مرادی مسیحی، شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری، تهران.

- Anderson, W.P; Kanaroglou, P.S; Miller, E. J. (1996). *urban form, energy and the environment: a review of issues, evidence and policy*, Urban Studies, 33(1), 7-35.

- Benz, U.C., Hoffmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I. & Heynen, M. (2004). Multi-resolution, objectoriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 58: 239-258.

- Bhatta, B. (2010). *Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing*, DataSpringer; London, p 191.

- Bogart, W. (2009). *Don't Call It Sprawl: Metropolitan Structure in the 21st Century*, New York: Cambridge University Press, 2006. 196 pp.
- Geist, H.L., Lambin, E.F. (2002). *Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation*. BIOSCIENCE 52 (2), 143-150.
- Martinuzzi, S., William A., Olga, G., Gonzalez, M. R. (2007). *Land development, land use, and urban sprawl in Puerto Rico integrating remote sensing and population census data*, Landscape and Urban Planning 79, 288–297.
- Nancy E. McIntyre, K. Knowles-Yáñez, and D. Hope. (2008). Urban Ecology as an Interdisciplinary Field: Differences in the use of “Urban” Between the Social and Natural Sciences, *Journal of Urban Ecosystems*. No 4. pp. 5-24.
- Vermeiren Karolien, Van Rompaey Anton, Loopmans Maarten, Serwajja Eria, Mukwaya Paul. (2015). urban growth of Kampala, Uganda: Pattern analysis and scenario development, *Journal of Landscape and Urban Planning*. No 106. pp. 199-206.
- X.M. Li, R.B. Xiao, S.H. Yuan, J.An. Chen, J.X. Zhou. (2015). urban total ecological footprint forecasting by using radial basis function neural network: A case study of Wuhan city, China, *Journal of Ecological Indicators*. No 10. pp. 241-248.
- Zhiyong Hu., C.P. Lo. (2007). *A Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression*, *Computers, Environment and Urban Systems*, 31, 667– 688.