

جغرافیا و توسعه شماره ۲۶ بهار ۱۳۹۱

وصول مقاله : ۱۳۸۹/۱۲/۲۹

تأیید نهایی : ۱۳۹۰/۷/۲۰

صفحات : ۲۱-۳۴

مدلسازی تغییرات کاربری اراضی زراعی و بایر به سطوح ساخته شده

در منطقه شهری اردبیل با استفاده از مدل CLUE_S

دکتر فریدون بابایی اقدم^۱، دکتر حسین ابراهیمزاده آسمین^۲

چکیده

نکته‌ی قابل توجه در بررسی اجمالی ارقام فزاینده‌ی شهرنشینی، فرایند تبدیل کاربری‌های زراعی و بایر به سطوح ساخته شده اعم از کاربری‌های شهری، فراشهری و صنعتی و غیره می‌باشد. امروزه، اغلب مناطق برخوردار از توسعه‌ی کالبدی بسیار زیاد در مناطق مختلف جهان، شهرهای دارای مرکزیت سیاسی و اقتصادی می‌باشند. مدل‌های فضایی تغییرات کاربری اراضی ابزار مهمی در جهت تحلیل وضعیت ممکن این تغییرات در آینده نزدیک می‌باشند.

هدف از این مقاله در وهله اول تبیین میزان و نحوه تبدیل کاربری‌های زراعی و بایر موجود در منطقه شهری اردبیل به سطوح ساخته شده و در وهله بعدی مدلسازی الگوی آتی این تغییرات تا افق ۱۴۰۰ با استفاده از مدل کلو-اس^۳ می‌باشد. بدین منظور از تصویر ماهواره‌ای منطقه اردبیل در سال ۱۳۶۷ ماهواره اسپات و تصویر ۱۳۸۶ ماهواره‌ای IRS جهت تهیه نقشه‌ی کاربری اراضی سال‌های مربوطه استفاده شده است.

تحلیل آماری میزان و نوع روابط بین متغیرهای وابسته و مستقل تحقیق با استفاده از رگرسیون لجستیک در نرم‌افزار SPSS صورت گرفته است. نتایج تحقیق حاکی از وقوع تغییرات کاربری در مکان‌هایی با بالاترین درجه مطلوبیت مکانی برای نوع خاصی از کاربری اراضی می‌باشد که وضعیت آتی آنها در قالب ۲ سناریوی^۴ تغییرات کم و زیاد ارائه شده است. به نحوی که بیشترین میزان از تغییرات در مناطق جنوبی و جنوب غربی شهر به وقوع خواهند پیوست که محلات مسکونی کوثر، دادگستری، مخابرات، ولایت نادری و کارشناسان را شامل خواهد شد.

کلیدواژه‌ها: مدلسازی، تغییرات کاربری اراضی، توسعه فیزیکی، مدل Clue-S و اردبیل.

Fbabaie@uma.ac.ir

۱- استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی (نویسنده مسؤل)

۲- استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان

3 - Conversion of landuse and its effects in small scale extend

۴- در طرح پژوهشی تعداد ۳ سناریو کار شده بود که در این مقاله سناریوی تغییرات متوسط گردیده است.

مقدمه

گسترش سریع شهرها، باعث پیدایش مسایل و معضلاتی در تعیین محل استقرار عناصر کالبدی- فضایی شهرها شده است. توسعه‌ی شهری در دهه‌های قبل چنان بوده که منجر به ایجاد عدم تعادل در چگونگی استفاده از اراضی شهری شده و تبدیل کاربری‌های بکر اولیه (زراعی) به کاربری‌های شهری را در پی داشته است (Feng, 2004:1). فعالیت‌های مربوط به کاربری اراضی موضوع و چالش عمده برنامه-ریزان شهری و همچنین برنامه‌ریزان محیط زیست در جهت ایجاد محیطی سالم و رشد اقتصادی پایدار می‌باشد. فعالیت‌های بشری در غالب اوقات به عنوان تهدیدی علیه محیط زیست بوده که نتایجی همچون فرسایش خاک، گرم‌شدن کره‌ی زمین و انواع آلودگی‌ها را در پی داشته است. نحوه‌ی استفاده از زمین و کارکردی که به آن تعلق می‌گیرد را کاربری زمین گویند (عسگری و همکاران، ۱۳۸۱: ۵) و از همین روست که بخش قابل توجهی از چالش‌های موجود مراکز علمی و تحقیقاتی را طراح‌ی الگوها و مدل‌هایی در خصوص تبیین نحوه، میزان، تأثیرات و نهایتاً الگوهای آتی تغییرات کاربری اراضی تشکیل می‌دهند. در مقیاس کوچکتر (شهری)، انسان موضوع کلیدی در تغییرات گسترده کاربری اراضی در حواشی شهری می‌باشد.

در غالب اوقات نقش وی در تغییرات ساختارهای طبیعی و زراعی موضوعیت داشته که این تغییرات به نفع کاربری‌های انتفاعی و ضرر کاربری‌های زراعی بوده و کاهش قابل توجه اراضی کشاورزی اطراف شهرها را در پی داشته است. جهات توسعه شهر اردبیل نیز از این روند تبعیت نموده است. در طیّ نزدیک به ۲۰ سال اخیر، توسعه شهری در محدوده‌ی منطقه شهری اردبیل با سرعت بیشتری همراه بوده است که این امر هم در شکل افزایش رقم جمعیتی آن و هم در قالب

توسعه فیزیکی شهر اردبیل نمود داشته است. از این رو یکی از عمده‌ترین موضوعات قابل طرح در این زمینه، روند فزاینده‌ی تغییرات کاربری اراضی پیرامون شهرها به کاربری‌های ساخته شده می‌باشد. این تحقیق با هدف تبیین کم و کیف کاهش اراضی زراعی و افزایش کاربری‌های ساخته شده در طیّ افق طرح با توجه به روندهای گذشته به انجام خواهد رسید. بنابراین نکته‌ی قابل توجه در این تحقیق توأم ساختن مزایای توسعه‌ی شهری با ارزش‌های زیست‌محیطی می‌باشد. نتیجه اینکه در مطالعه‌ی حاضر، موضوع تبدیل کاربری‌های ۳گانه زراعی و بایر، سطوح ساخته شده و سطوح آبی در منطقه‌ی شهری اردبیل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و با استفاده از داده‌های تاریخی به پیش‌بینی الگوهای آتی کاربری اراضی شهر پرداخته شده است. با توجه به موارد فوق، ضرورت انجام این تحقیق عبارتند از:

۱- تحلیل تغییرات کاربری اراضی در منطقه اردبیل، می‌تواند به عنوان گام مهمی در شناخت میزان تأثیرگذاری شهر و زندگی شهری در شکل‌گیری الگوی خاصی از کاربری اراضی تلقی گردد.

۲- استفاده از نتایج تحقیق، می‌تواند کمک مهمی به نظام تصمیم‌گیری در جهت بهبود شرایط زیستی نماید.

۳- تبیین تبعات منفی تغییرات کاربری اراضی در محدوده‌ی مورد مطالعه می‌تواند در اقدامات پیشگیرانه مؤثر واقع شود.

با توجه به موارد فوق، تحقیق حاضر در پی پاسخ‌گویی به سؤالات ذیل می‌باشد:

۱- عوامل مؤثر بر تغییرات کاربری اراضی در منطقه اردبیل کدامند؟

۲- با توجه به پیچیدگی مقوله توسعه شهری اردبیل در طیّ چند دهه‌ی اخیر، آیا می‌توان از مدل‌های کمی برای تبیین، تحلیل و علت‌یابی تغییرات استفاده نمود؟

چنگ^۴ و همچنین بوئرboom^۵ اشاره نمود که هر یک مطالعات متعددی را در مناطق مختلف جهان انجام یا راهنمایی کرده‌اند (بابائی/قدم، ۱۳۸۷: ۱۴).

موضوع مدلسازی الگوی آتی کاربری اراضی، یکی از موضوعات جدید در ایران می‌باشد. بابائی/قدم (۱۳۸۶)، به مدلسازی الگوی آتی کاربری اراضی شهر تبریز در ۲ سناریوی تغییرات آهسته و سریع در افق ۱۴۰۰ پرداخته است. مدل‌سازی الگوی کاربری اراضی شهر سرعین در افق ۱۴۰۰، عنوان تحقیق دیگری می‌باشد که ایشان با استفاده از مدل کلو-اس در سال ۱۳۸۷ به انجام رسانده است. در هر دوی این تحقیقات، ۴ گروه عمده کاربری مدنظر قرار گرفته است.

فیضی‌زاده و حاجی میررحیمی (۱۳۸۷)، در تحقیقی تحت عنوان آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی شیء‌گرا (مطالعه‌ی موردی شهرک اندیشه)، تغییرات کاربری اراضی شهرک اندیشه در یک دوره‌ی زمانی ۱۶ ساله را مورد ارزیابی قرار داده‌اند و پس از انجام اقدامات مورد نیاز در مرحله‌ی پیش‌پردازش، با طبقه‌بندی شیء‌گرای تصاویر در محیط نرم‌افزار E Cognation نقشه‌ی آشکارسازی تغییرات تهیه شده و نتایج نهایی ارائه شده است.

احدنژاد (۱۳۷۹) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه‌ای و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS اقدام به استخراج کاربری‌های اراضی شهرستان مراغه نموده و تغییرات کاربری اراضی محدوده‌های کشاورزی و باغات اطراف شهر را بر اثر رشد شهری مدلسازی نموده است. فیضی‌زاده (۱۳۸۸) طی تحقیقی تحت عنوان کاربرد GIS و تصاویر ماهواره‌ای ETM+ لندست در استخراج کاربری اراضی، به استخراج کاربری اراضی شهرستان ملکان پرداخته است. در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای ETM+ لندست ۷ استفاده شده و پس از اعمال مراحل پیش‌پردازش، پردازش و پس‌پردازش

در صورت مثبت بودن پاسخ، کدام مدل‌ها را می‌توان مورد استفاده قرار داد؟

۳- با توجه به سؤالات فوق، الگوی آتی کاربری اراضی در منطقه اردبیل به چه صورتی خواهد بود؟

با پاسخ‌گویی به سؤالات مطرح شده، نتایج تحقیق را می‌توان راهگشای نهادها و ارگان‌های دست‌اندرکار در مقوله‌ی زمین زراعی، شهری و همچنین نظام برنامه‌ریزی شهری اردبیل دانست.

پیشینه تحقیق

مدل‌های کمی مختلفی برای تحلیل میزان و نحوه‌ی تغییرات کاربری اراضی و به تبع آن شبیه‌سازی الگوهای آتی مورد استفاده قرار گرفته است. مدل‌های اتوماتای سلولی^۱ از جمله سیستم‌های دینامیکی می‌باشند که در تحلیل تغییرات کاربری اراضی در سلول‌های مبنا مورد استفاده قرار می‌گیرد. (Jean-Luc de Kok et al, 2001) یکی از این مدل‌ها مدل SLEUTH می‌باشد که خود از ۲ مدل فرعی شکل گرفته است که اولی بیانگر رشد شهری و دومی تحلیل‌گر تغییرات کاربری اراضی می‌باشد (Clarke, 2008). همچنین مطالعات گسترده‌ای در زمینه موضوع مدلسازی الگوهای آتی کاربری اراضی در سطح جهان صورت گرفته است.

قلب تپنده‌ی این مطالعات کشور هلند می‌باشد، جایی که مناطق مختلف جهان در سطوح قاره‌ای (اروپا)، کشوری (هلند،...)، منطقه‌ای (سلانگور مالزی،...) و شهری (ووهان چین، ...) در قالب طرح‌های تحقیقاتی یا پایان‌نامه‌ها و رساله‌های دانشجویی به راهنمایی متخصصین امر در آنجا صورت گرفته است.

مؤسسه‌ی آی تی سی^۲ و دانشگاه واگن اینگن این کشور مجموعه‌ی ارزشمندی از متخصصین مقوله مدلسازی تغییرات کاربری اراضی را در خود جمع کرده است که از زبده‌ترین این افراد می‌توان به وربورگ^۳،

1-Cellular Automata

2-International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enschede, the Netherlands.

3- P.Verburge

خواهد بود که این رقم برای هر ۳ مقطع زمانی (سال‌های ۱۳۶۷، ۱۳۸۸ و ۱۴۰۰) ثابت خواهد بود. به عبارت دیگر برای اینکه بتوان متغیرهای مستقل و وابسته را در هر سه مقطع زمانی مورد تحلیل قرار داد، ضروری است که محدوده‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی در همه این دوره‌های زمانی یکسان در نظر گرفته شود تا بتوان به میزان تغییرات و نحوه‌ی آنها پی برد. این شهر از نظر موقعیت مطلق در مشخصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. اردبیل عمدتاً متعلق به دوران سوم و چهارم زمین‌شناسی می‌باشد. در پهنه‌بندی لرزه‌خیزی مناطق با پتانسیل لرزه‌خیزی بالا طبقه‌بندی می‌شوند (طرح و کاوش، ۱۳۸۸: ۲). هر چقدر از حواشی شهر به سمت هسته آن نزدیک می‌شویم، بر میزان مواد ریزدانه که دارای درصد زیاد رس و سیلت است، افزوده می‌شود (عابدینی، ۱۳۸۷: ۱۷). ارتفاع متوسط شهر از سطح دریا در حدود ۱۳۵۰ متر می‌باشد. سطح آب‌های زیرزمینی در این شهر به ویژه در مناطق مجاور دریاچه شورابیل بسیار بالا بوده و بین ۶ تا ۱۱ متر در نوسان می‌باشد (آبران، ۱۳۸۱: ۱۴).

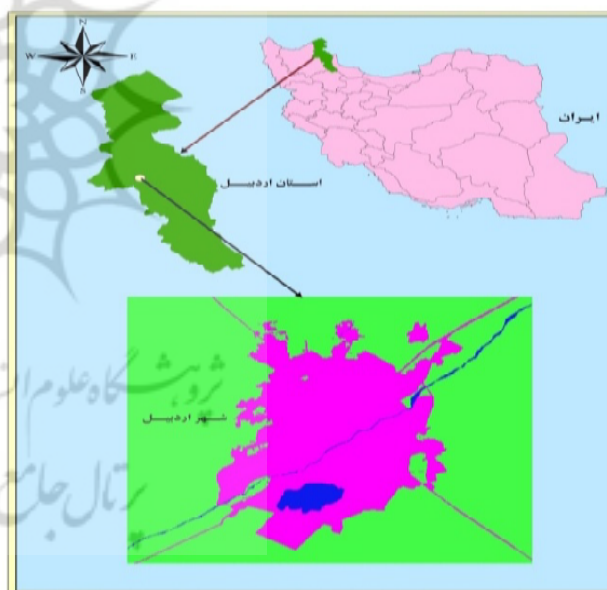
مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور تعیین عوامل مؤثر در تغییرات کاربری اراضی زراعی به سطوح ساخته شده شهری از روش اسنادی و همچنین مصاحبه با متولیان امر خصوصاً سازمان مسکن و شهرسازی، استانداری، مهندسين مشاور طرح جامع و تفصیلی و نیز صاحب-نظران مراکز علمی استفاده شده است. از سوی دیگر به منظور تبیین روابط بین متغیر کاربری اراضی و عوامل مستقل مؤثر در آن، روش تحلیلی، علی مد نظر قرار گرفته است. بدین منظور روش رگرسیون لجستیک در محیط نرم‌افزار SPSS اتخاذ شده است. به منظور شبیه‌سازی الگوی آتی تغییرات کاربری اراضی در

بر روی تصاویر و انتخاب کلاس‌های کاربری اراضی، نمونه‌های آموزشی مورد نیاز از طریق عملیات میدانی با استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) جمع‌آوری شده است. برای طبقه‌بندی نظارت شده از الگوریتم حداکثر احتمال استفاده شده و سپس دقت نقشه‌ی کاربری اراضی استخراج شده محاسبه گردیده است.

تعریف و تحدید موضوع

در این مقاله سعی شده که مناطق واقع در منطقه شهری اردبیل از بعد تغییرات کاربری اراضی، در طی ۲۰ سال گذشته با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی محدوده‌ی مورد مطالعه
مأخذ: نویسندگان

جهت انجام این کار، از تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۶۷ و همچنین نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۷ به عنوان نقشه مبنا استفاده شده است (شکل ۱).

محدوده‌ی مورد مطالعه در تحقیق حاضر شعاع ۷ کیلومتری از مرکز شهر اردبیل به حواشی آن می‌باشد. بنابراین مساحت محدوده‌ی بالغ بر ۱۹ هزار هکتار

تغییرات و نحوه‌ی آن را به‌عنوان مبنایی برای ایجاد مدل تقاضای زمین برای هر کدام از گروه‌های کاربری در افق تحقیق مورد استفاده قرار داد. به‌عبارت دیگر برای ساخت مدل تقاضای زمین در سال‌های آتی بایستی معیار و مبنایی را مدنظر قرار داد که در این روش کمی، تغییرات اتفاق افتاده در دوره‌های قبلی تا حدود زیادی می‌توانند راهگشا باشند. لذا تهیه نقشه کاربری اراضی به منظور محاسبه میزان افزایش یا کاهش هر کدام از کاربری‌ها جزو ضروریات تحقیق حاضر می‌باشد. پس از مشخص نمودن عوامل مؤثر در تبدیل اراضی زراعی و بایر به سطوح ساخته شده در منطقه‌ی شهری اردبیل با استفاده از روش‌های اسنادی و مصاحبه، ضرورت تهیه نقشه‌های مربوط به عوامل فوق در فرمت برداری احساس گردید. لذا نقشه‌های رقومی توپوگرافی، زمین‌شناسی و تیپ اراضی برای محدوده‌ی مورد نظر از بانک‌های اطلاعاتی موجود سازمان آب منطقه‌ای و منابع طبیعی استان مدنظر قرار گرفتند. نقشه‌های شیب و جهات شیب نیز با استفاده از ماژول Surface در محیط ArcGIS تولید گردیدند. نقشه تراکم جمعیت با استفاده از گزارش‌های طرح جامع و جمعیت حوزه‌ها و بلوک‌های آماری مرکز آمار ایران تهیه شد. نقشه قیمت زمین با استفاده از اطلاعات پایه طرح جامع شهر و نمونه‌گیری تصادفی از بنگاه‌های املاک در مناطق مختلف شهر اردبیل به‌دست آمد.

مدل عمومی تحقیق

در این بخش، اجزاء مدل کلو-اس تشریح می‌شود، لیکن لازم به ذکر است که این مدل در مطالعه حاضر تعدیل گردیده است. قبل از اجرای مدل کلو-اس، بایستی یکسان‌سازی داده‌ها را انجام داد. بدین ترتیب در مرحله‌ی نخست کلیه‌ی فایل‌ها از هر فرمتی که از آن برخوردارند به فرمت برداری و پس از آن به رستری تبدیل می‌شوند. سپس باید همه داده‌های رستری را به فایل‌های اسکی تبدیل نمود. سناریوی تقاضا که زمین

منطقه‌ی شهری اردبیل، علاوه بر استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، از مدل کلو-اس نیز استفاده شده است. این مدل توسط گروه مطالعات زیست محیطی دانشگاه واگن‌اینگن^۱ هلند طراحی شده و به منظور مطالعه و مدلسازی تبدیل اراضی (زراعی به کاربری-های شهری) و تأثیرات آن در مناطق مختلف جهان مورد استفاده قرار گرفته است.

فرایند شبیه‌سازی الگوی آتی کاربری اراضی در شهر اردبیل از نظم سلسله مراتبی تبعیت نموده است. لذا، نخستین اقدام تعریف و بیان مسأله بود. بررسی و جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز برای انجام این کار، دومین قدمی بود که بایستی برداشته می‌شد. بررسی تغییرات کاربری اراضی نیازمند به داده‌های وسیعی از عوامل مختلف بیوفیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، برای اجرا می‌باشد. این داده‌ها، عمدتاً متغیرهایی هستند که وضعیت جمعیتی، طبیعی و ساختاری محدوده‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهند (بابائی‌قدم، ۱۳۸۶: ۱۱۱).^۲ تبدیل داده‌ها به فرمت یکسان برداری^۳، رستری^۴، اسکی^۵ آخرین گامی است که به منظور ورود داده‌ها به مدل کلو-اس برداشته شد. بدین ترتیب دسترسی به نقشه‌ها و تصاویر پایه از جمله نقشه‌ی کاربری اراضی شهر در ۲ مقطع زمانی گذشته و حال اولین نیازی بود که در مراحل انجام پژوهش احساس گردید. لذا از تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۹۸۸ ماهواره اسپات، تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۷ ماهواره IRS استفاده شده است. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای فوق به‌منظور تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی برای ۲ مقطع زمانی می‌باشد که بتوان میزان

1- Wageningen

۲- برای اطلاعات بیشتر درخصوص نحوه آماده‌سازی و ورود داده‌ها به مدل کلو-اس رجوع کنید به بابائی‌قدم، فریدون (۱۳۸۶)، تحلیل الگوهای فضایی حواشی شهری (مطالعه موردی شهر تبریز)، رساله دکتری دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.

3-Convert to Shapefile

4-Convert to Grid

5-Export to ASCII

مطالعات میدانی در خصوص تغییرات کاربری اراضی، فرض بر امکان تغییر کاربری زراعی و بایر به کاربری-های ساخته شده و عدم امکان تبدیل کاربری‌های اخیر و سطوح آبی به سایر کاربری‌ها، گذاشته شده است. مفروضات تحقیق را در خصوص نحوه‌ی و امکان تبدیل کاربری‌های مختلف به همدیگر با استفاده از مشاهدات تجربی بیان نماییم. جدول ذیل بیانگر این مهم می‌باشد. در حقیقت تنظیمات این دو پارامتر، متکی بر دانش تجربی و رفتار تاریخی شهر می‌باشد.

اجرای مدل و محاسبه نقشه‌های احتمال، گام آخر در پردازش داده‌های در مدل مورد استفاده تحقیق حاضر می‌باشد. در هر گامی از اجرای این مدل، الگوی فضایی کاربری اراضی در قالب فایل‌هایی با فرمت ASCII در محل نصب مدل در کامپیوتر ذخیره می‌شود. برای مشاهده شکل بصری این فایل‌ها می‌توان از نرم‌افزارهای GIS نظیر ArcView, ArcGis و ادرسی استفاده نمود (Verburge et al, 2005:4). در این تحقیق از نرم‌افزارهای اول و دوم استفاده شده است.

جدول ۱: ماتریس تغییرات کاربری زمین در مطالعه موردی

کاربری آبی	سطح آبی	شهری	زراعی و بایر	کاربری آبی ← کاربری موجود ↓ شهری
۰	۰	۱	۰	شهری
۰	۱	۱	۰	زراعی و بایر
۱	۰	۰	۱	سطوح آبی

مأخذ: نویسندگان

به منظور انجام مدل‌سازی الگوی آبی کاربری اراضی در محدوده‌ی مورد مطالعه علاوه بر تنظیمات فوق، بایستی نسبت به تهیه‌ی مدل تقاضای زمین برای هر کدام از گروه‌های کاربری اراضی برای سال‌های آتی، مدل رگرسیون لجستیک و همچنین مدل محدودیت نیز اقدام نمود. مدل تقاضا اشاره به فایل‌های جدولی می‌باشد که در قالب سناریوهای مختلف شکل می‌گیرند.

مورد نیاز برای سال‌های مختلف را محاسبه می‌کند، در فایل متنی نمایش داده می‌شود. نتایج رگرسیون لجستیک به عنوان ورودی مدل تعریف می‌شوند. در بخش پارامترهای اصلی مدل دو نوع پارامتر را شاهد هستیم: نخست انعطاف‌پذیری تبدیل و دوم نتایج تغییر کاربری زمین. پارامتر اول بستگی به بازگشت‌پذیری تغییر کاربری اراضی دارد. آن نوع از کاربری اراضی که با سرمایه‌گذاری بسیار زیادی ایجاد شده است، به آسانی به کاربری‌های دیگر تبدیل نخواهد شد. کاربری‌های دیگر بر اساس شاخص‌های مطلوبیت مکانی تغییر می‌یابند. بنابراین برای هر نوع از کاربری‌های اراضی به مقداری عددی نیاز داریم که انعطاف‌پذیری نسبی آن را به تغییرات نشان دهد که در دامنه بین صفر (تبدیل آسان) تا یک (تغییر بازگشت‌ناپذیری) قرار گیرد (بابائی/قدم، ۱۳۸۷: ۴۸-۴۷). در این مطالعه، مقدار عددی این شاخص برای کاربری زراعی و بایر ۱ در نظر گرفته می‌شود. علت این امر در سهولت نسبی تغییر کاربری می‌باشد.

بر اساس مطالعات انجام یافته و مشاهدات تجربی در خصوص تغییرات کاربری اراضی سطوح آبی به سایر کاربری‌ها، این شاخص صفر در نظر گرفته است. علت این امر سهولت تبدیل امکان اندک تغییر این کاربری به دیگر کاربری‌ها می‌باشد. این شاخص برای کاربری‌های ساخته شده ۰.۵ می‌باشد که دلیل آن داشتن حالت بینابینی می‌باشد. دومین پارامتر، تنظیمات تبدیل هر کدام از کاربری‌ها به کاربری دیگر، با توجه به تعامل بین کاربری‌ها می‌باشد. این تنظیمات در قالب ماتریس تبدیل آورده می‌شوند. ماتریس به این صورت تعریف می‌شود که انواع مختلف کاربری‌های اراضی موجود به کاربری‌های دیگر تبدیل می‌شوند یا نه. عدد صفر به معنی عدم امکان تغییر و عدد یک به معنای امکان تغییر می‌باشد (Verburge et al, 2007:4). در این مطالعه با توجه به شواهد و مطالعات قبلی و همچنین

وضعیت موجود کاربری اراضی منطقه شهری اردبیل

بر اساس طرح جامع شهر اردبیل، مساحت کل شهر در داخل محدوده آن بالغ بر ۶۳۰۰ هکتار می‌باشد که بیشترین سطح از این محدوده را کاربری‌های مسکونی، بایر و مخروبه و خدماتی به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به تأکید اصلی تحقیق حاضر بر مقوله‌ی تغییرات کاربری اراضی زراعی و بایر به کاربری‌های ساخته شده، طبقه‌بندی ذیل از سطوح کاربری اراضی شهر و منطقه اردبیل انجام شده که مبنای مدلسازی تغییرات کاربری اراضی برای سال‌های آتی می‌باشد. بدیهی است که طبقه‌بندی‌های مختلفی از کاربری‌ها را می‌توان ارایه نمود، لیکن اکتفا به تنها ۳ گروه کاربری، صرفاً با توجه به اهداف مطالعه می‌باشد. بررسی ارقام مندرج در جدول ۱ بیانگر تسلط کاربری‌های زراعی و بایر در کل محدوده‌ی مورد مطالعه می‌باشد. بیش از ۱۳ هزار هکتار از کل محدوده را این کاربری‌ها به خود اختصاص داده‌اند. لیکن این میزان از اراضی در هر کدام از سناریوهای ۲ گانه، روند کاهشی را تجربه خواهند نمود. آهنگ تغییرات و کاهش این کاربری‌ها در سناریوی اول کمتر از سناریوی دیگر می‌باشد. سناریوی دوم بر اساس روندهای ۲۰ سال گذشته به دست آمده است. لیکن با توجه به واقعیات امروز بازار زمین و مسکن در کل کشور و اردبیل امکان تحقق آن بعید به نظر می‌رسد.

جدول ۲: انواع کاربری اراضی مورد استفاده در مدل مورد مطالعه

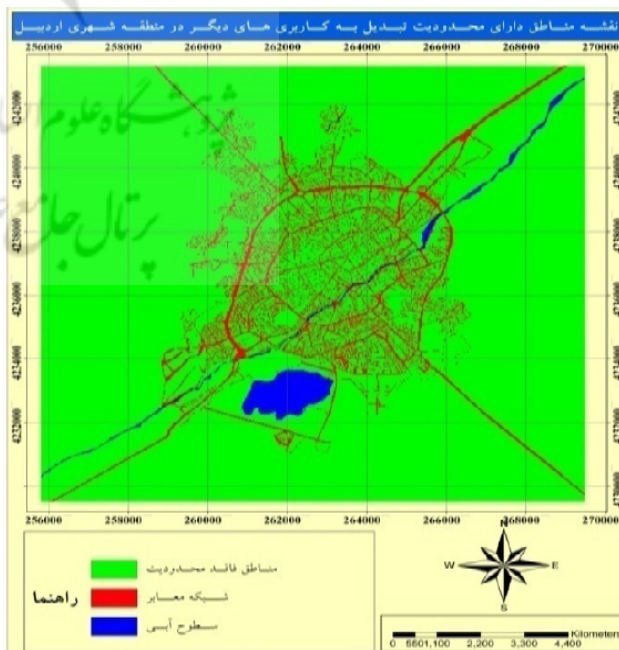
مساحت به هکتار	نوع کاربری	کد کاربری
۵۲۲۰	کاربری‌های ساخته شده	۰
۱۳۱۹۹	زراعی و بایر شامل باغات، اراضی زراعی و بایر	۱
۳۳۶	سطوح آبی	۲
۱۸۷۵۵	جمع	

مأخذ: نویسندگان

دلیل اتخاذ روش رگرسیون لجستیک در تحلیل آماری، داشتن ماهیت ۲ گانه موضوع مورد نظر می‌باشد. به عبارت دیگر در این روش فرض بر این است که هر سلول قابلیت تغییر را دارا می‌باشد یا نه. صفر، مبین حالت عدم تغییرات و ۱، بیانگر احتمال وقوع تغییرات می‌باشد.

مناطق دارای محدودیت

منظور از مدل محدودیت در مدل کلو، تعریف بخش‌هایی از منطقه اردبیل (شکل ۳) می‌باشد که به دلایل متعدد از شبیه‌سازی خارج می‌شوند. بخش عمده کاربری‌های معابر و سطوح آبی از جمله این محدوده‌ها می‌باشند. در تحلیل بر مبنای رسترها، این سلول‌ها ارزش عددی ۹۹۹۸- را به خود می‌گیرند که منظور از آن عدم محاسبه این سلول‌ها در مکان‌یابی کاربری‌ها و شکل‌گیری الگوی آتی کاربری اراضی می‌باشد. سلول‌هایی که مبنای برنامه‌ریزی مدل برای مکان‌یابی کاربری‌های آتی خواهند بود، ارزش عددی ۰ را دارا می‌باشند که در ایجاد فایل‌های ASCII مدنظر قرار می‌گیرند.



شکل ۲: نقشه مناطق دارای محدودیت تبدیل به کاربری‌های دیگر

مأخذ: نویسندگان

تحلیل‌های آماری، بایستی نسبت به کمی‌سازی آنها اقدام نمود.

جدول ۳: عوامل مؤثر در تغییرات کاربری اراضی در منطقه اردبیل

کد عامل	عوامل مؤثر	علامت اختصاری
۰	جنس زمین	Geo
۱	ارتفاع زمین	Alt
۲	شیب زمین	Sl
۳	جهت شیب	Sa
۴	فاصله از مرکز شهر	Disc
۵	فاصله از راهها	Dismr
۶	تیپ اراضی	Lf
۷	تراکم جمعیت	Den
۸	قیمت زمین	Lp

مأخذ: نویسندگان

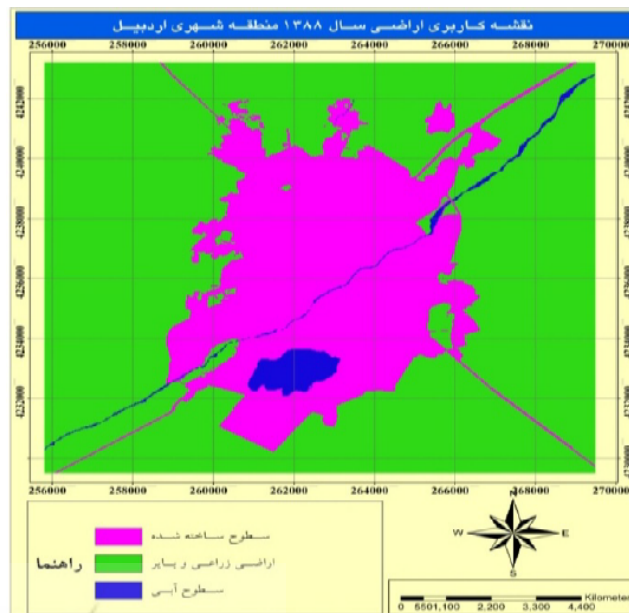
تحلیل یافته‌ها

در این قسمت به نتایج مدلسازی تغییرات کاربری اراضی زراعی و بایر به سطوح ساخته شده در سال‌های آتی پرداخته می‌شود. لذا نخست به نتایج تحلیل آماری و پس از آن نقشه‌های حاصل از اجرای مدل ارائه می‌شوند.

- نتایج رگرسیون لجستیک

مجموعه وسیعی از متغیرهایی که شامل گروه‌های ۳ گانه کاربری اراضی و عوامل مؤثر در تغییرات می‌باشند، به عنوان ورودی مدل رگرسیون لجستیک می‌باشند. عوامل تأثیرگذار بر تغییرات کاربری‌ها با استفاده از رگرسیون Stepwise نرم‌افزار SPSS 16 انتخاب شده‌اند.

جدول ۴ میزان همبستگی بین متغیرهای مستقل و انواع کاربری اراضی در سال ۱۳۸۸ را نشان می‌دهد.



شکل ۳: نقشه کاربری اراضی منطقه شهری اردبیل در سال ۱۳۸۸
مأخذ: نویسندگان

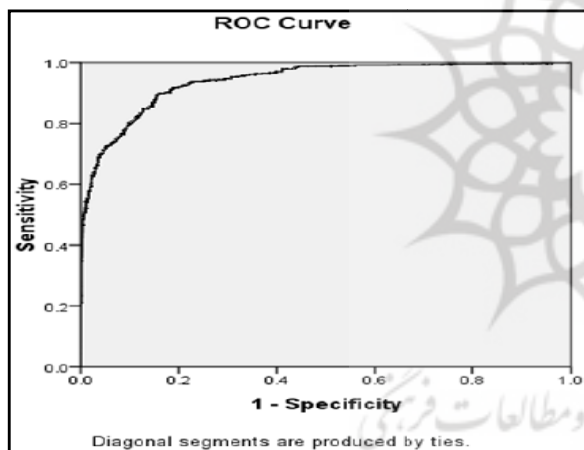
کاربری‌های ساخته شده، عنوان کلی می‌باشد که به کلیه سطوح ساخته شده و معابر موجود در محدوده‌ی مورد مطالعه اطلاق شده است.

آهنگ رشد این کاربری‌ها، در رابطه معکوسی با آهنگ رشد منفی کاربری‌های زراعی و بایر می‌باشد و این امر در هر ۲ سناریو مدنظر قرار گرفته است. گروه سوم از کاربری‌های مورد نظر تحقیق حاضر شامل سطوح آبی موجود در منطقه می‌باشد که شامل ۲ مصداق عمده‌ی رودخانه بالخلی و دریاچه‌ی شورابیل می‌باشد که سطح پوشش هر کدام وضعیت نسبتاً مشابهی را دارا می‌باشد. لیکن هم در پارامترهای اصلی تحقیق و هم در سناریوهای مدل تقاضا میزان این ارقام برای سال‌های آتی ثابت در نظر گرفته شده است و بدیهی است دلیل عمده‌ی این امر تثبیت سطوح این طیف از کاربری‌ها در منطقه می‌باشد.

عوامل مؤثر در تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل در مدل کلو-اس

عوامل مؤثر در تغییرات کاربری اراضی در شهر اردبیل متکی به سنجه‌های کیفی هستند و جهت انجام

مشکل نموده و مانع از تبدیل آسان آن به سایر کاربری‌ها می‌شود. قیمت زمین نیز به نوعی رابطه منفی را با تغییرات این کاربری دارد. به تعبیری دیگر، اراضی با قیمت کمتر، در قیاس با اراضی زراعی موجود در مناطق با قیمت بالاتر، کمتر دچار تغییر و تبدیل شده و به صورت بکر باقی می‌مانند. در این تحقیق، به منظور بررسی روایی و اعتبار روش تحلیل آماری مورد استفاده از شاخص عملکردی نسبی استفاده شده است که از آن با عنوان منحنی ROC^۱ نام برده شده است (Verburge et al., 2002:31) که نتایج آن برای هر دو متغیر وابسته کاربری‌های ساخته شده و زراعی و بایر در اینجا آورده می‌شود که نتایج حاکی از روایی با درجه بسیار بالای استفاده از این روش می‌باشد.



شکل ۴: منحنی ROC تحلیل رگرسیون لجستیک کاربری‌های ساخته شده مأخذ: خروجی مدل

چراکه میزان شاخص عملکردی نسبی برای هر دو این متغیرها بیش از ۰.۹ می‌باشد. معادله ۲، رابطه بین عوامل مکانی و کاربری‌های زراعی و بایر در منطقه اردبیل را نشان می‌دهد. ۲ عامل جنس زمین و قیمت آن تأثیر مثبت در تثبیت این کاربری‌های را دارا می‌باشند و این درحالی است که مابقی عوامل نقش کاهنده یا منفی را در نگهداشت و عدم تغییر این کاربری‌ها به کاربری‌های دیگر در محدوده‌ی مورد مطالعه واجد می‌باشند.

جدول ۴: نتایج رگرسیون لجستیک

متغیرها	کاربری‌های شهری	کاربری‌های زراعی و بایر	سطوح آبی
مراحل رگرسیون	۹	۹	۹
تعداد نمونه	۵۷۹۹۶	۱۴۶۶۵۱	۳۷۲۸
جنس زمین	-۰.۳۰۸	۰.۲۰۳	۰.۴۳۲
ارتفاع زمین	-۰.۰۰۵	-۰.۰۰۶	۰.۰۱۰
شیب زمین	-۰.۱۴۲	-۰.۳۳۴	۰.۴۴۳
جهت‌شیب	-۰.۰۰۳	-۰.۰۰۳	۰.۰۰۷
فاصله از مرکز شهر	۰.۲۱۵	-۰.۳۴۱	۰.۰۰۷
فاصله از راههای اصلی	۰.۰۰۸	۰.۰۰۱	۰.۰۰۹
تیپ اراضی	۰.۳۲۱	-۰.۲۵۷	-۰.۰۲۷
تراکم جمعیت	۰.۴۰۵	۰.۴۲۳	۰.۳۸۱
قیمت زمین	-۰.۰۸۱	-۰.۱۹۵	۰.۰۴۴
Constant	۱.۲۸۵	-۰.۱۱۳	-۲۰.۸۱۳
ROC	۰.۹۳۹	۰.۹۴۰	۰.۸۱۵

مأخذ: نویسندگان

علامت مثبت بیانگر احتمال افزایش مقادیر متغیرهای مستقل می‌باشد. علامت منفی نشانگر احتمال کاهش مقادیر متغیرهای مستقل می‌باشد.

الف- کاربری‌های ساخته شده

$$P(\text{Urban}) = ۱.۲۸۵ - ۰.۳۰۸ [\text{Geo}] - ۰.۰۰۵ [\text{Alt}] + ۰.۰۰۸ [\text{Disc}] + ۰.۰۰۳ [\text{Sa}] - ۰.۱۴۲ [\text{Sl}] + ۰.۳۲۱ [\text{Lf}] + ۰.۴۰۵ [\text{Den}] - ۰.۰۸۱ [\text{Lp}]$$

[معادله ۱]

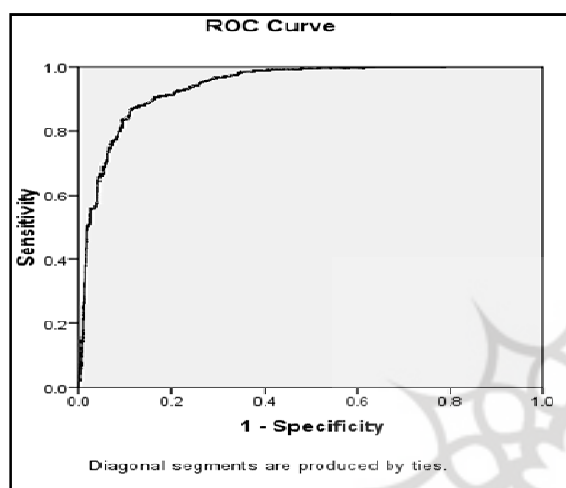
معادله ۱، ضرایب تخمینی برای رگرسیون لجستیک الگوی کاربری اراضی ساخته شده را نشان می‌دهد. تیپ اراضی، فاصله از مرکز شهر، فاصله از راههای اصلی و تراکم جمعیت عوامل تعیین‌کننده مثبت در افزایش کاربری‌های ساخته شده می‌باشند. عوامل طبیعی نظیر ارتفاع، شیب زمین، جهات شیب و جنس آن، امر تبدیل اراضی زراعی و بکر را به این کاربری‌ها

ب- کاربری‌های زراعی و بایر

$$P(\text{Agriculture}) = -0.113 + 0.203 [\text{Geo}] - 0.006 [\text{Alt}] - 0.334 [\text{Sl}] - 0.003 [\text{Sa}] - 0.001 [\text{Disc}] - 0.001 [\text{Dismr}] - 0.257 [\text{Lf}] - 0.423 [\text{Den}] + 195 [\text{Lp}]$$

[معادله ۲]

میان این عوامل عوامل انسانی فاصله از راههای اصلی، مرکز شهر و همچنین تراکم جمعیت بیش از سایر عوامل دارای نقش می‌باشند. با توجه به ثابت فرض شدن سطوح آبی در طول دوره‌ی پیش‌بینی از آرایه نتایج رگرسیون لجستیک این کاربری صرف‌نظر می‌شود.



شکل ۵: منحنی ROC تحلیل رگرسیون لجستیک کاربری‌های زراعی و بایر مأخذ: خروجی مدل

جدول ۵: عوامل مؤثر در تغییرات کاربری اراضی زراعی و بایر

در منطقه‌ی شهری اردبیل

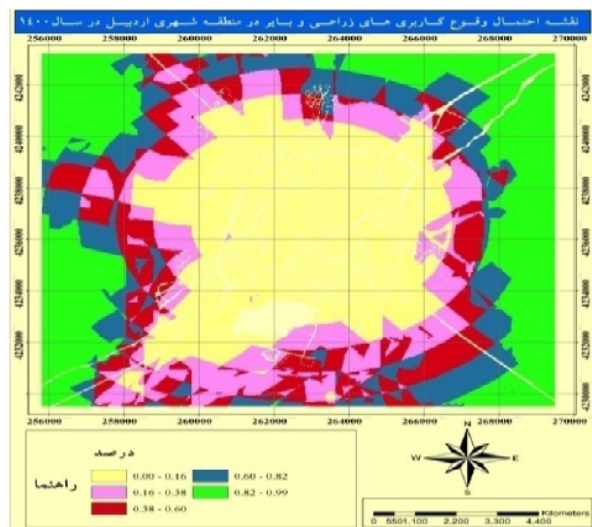
کد عامل	عوامل مؤثر	علامت اختصاری
۰	جنس زمین	GEO
۱	ارتفاع زمین	ALT
۲	شیب زمین	SL
۳	جهت شیب	SA
۴	فاصله از مرکز شهر	DISC
۵	فاصله از راه اصلی	DISMR
۶	نیپ اراضی	LF
۷	تراکم جمعیت	DEN
۸	قیمت زمین	LP

مأخذ: نویسندگان

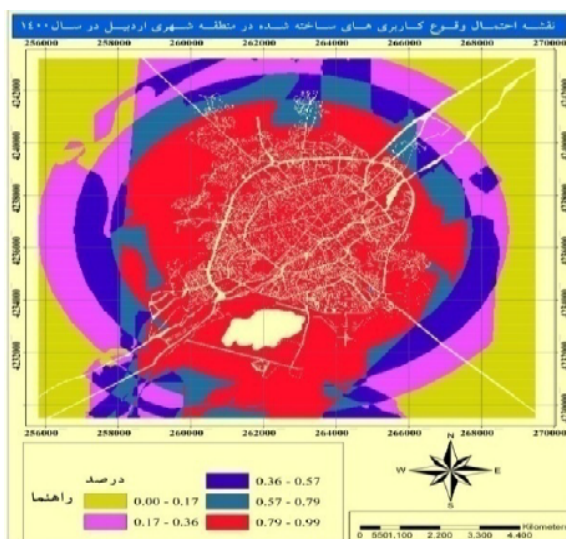
نقشه‌های احتمال تولید شده از نتایج رگرسیون لجستیک

در این پژوهش، فرض بر این است که محدوده‌ی مورد مطالعه در طی ۱۴ سال آتی ثابت مانده و تغییرات کاربری اراضی در داخل این محدوده صورت گیرد. با استفاده از مدل کلو-اس می‌توان، نقشه‌های احتمال را بر اساس نتایج حاصله از رگرسیون لجستیک ترسیم نمود. با استفاده از این نقشه‌ها، توزیع بالقوه‌ی انواع کاربری اراضی مورد مطالعه تحقیق، به‌طور فضایی مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در این بخش از مقاله به ترسیم و نمایش نقشه‌های احتمال منتج از مدل کلو-اس پرداخته می‌شود. بدین منظور نقشه‌های جداگانه‌ای، برای هر کدام از کاربری‌ها در طی دوره‌ی شبیه‌سازی آورده می‌شود (اشکال ۶ و ۷).

به عبارت دیگر، این عوامل در شرایط موجود، امکان کاهش سطوح کاربری‌های زراعی را فراهم می‌آورند. قیمت زمین نیز نقش مهمی را در عدم تغییرات کاربری این اراضی برعهده دارد. بدین ترتیب که در مناطق با قیمت کمتر، امکان تبدیل اراضی به کاربری‌های شهری، مشکلات کمتری را در قیاس با مناطق با قیمت بالا خواهد داشت و به‌همین دلیل ایجاد کاربری‌های شهری با سطوح پوشش بالا در اراضی با قیمت بالا امر مشکلی خواهد بود. برعکس تملک‌زمین برای ایجاد کاربری‌های شهری در مناطق با قیمت پایین‌تر، مشکلات کمتری را متوجه ساکنین مناطق حاشیه‌ای خواهد نمود. همان‌طور که در سطور بالا اشاره شده، سایر عوامل منجر به کاهش سطوح کاربری‌های زراعی می‌شوند که از



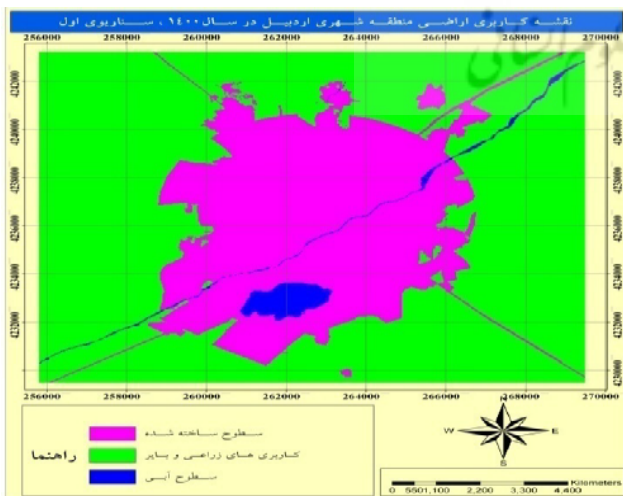
شکل ۷: نقشه احتمال وقوع کاربری‌های زراعی و بایر منطقه شهری اردبیل در افق ۱۴۰۰. مأخذ: خروجی مدل



شکل ۶: نقشه احتمال وقوع کاربری‌های شهری در منطقه اردبیل تا سال ۱۴۰۰. مأخذ: خروجی مدل

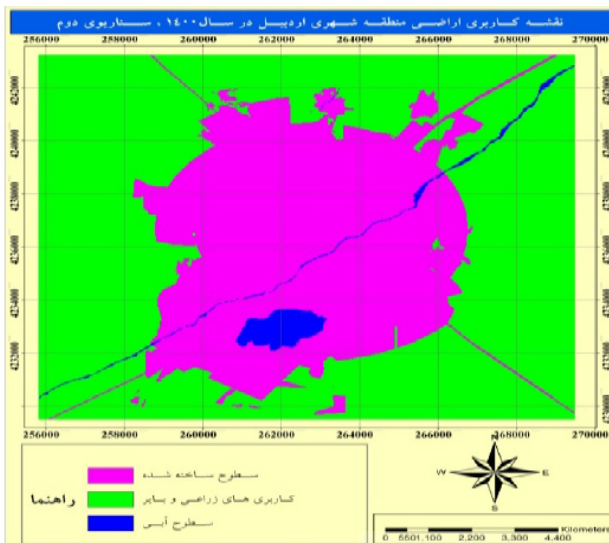
نتایج مدلسازی

الف- نتایج به دست آمده در سناریوی تغییرات آهسته در این سناریو فرض بر تغییر و تحول آهسته وضعیت موجود کاربری‌های اراضی می‌باشد. مبنای این سناریو، واقعیت‌های جاری بر امروز شهرها می‌باشد. به عبارت دیگر، این سناریو با پیشنهادات طرح‌های توسعه شهری بویژه طرح تفصیلی در حال مطالعه شهر همخوانی دارد. بررسی نقشه حاصل از اجرای مدل برای سال ۱۴۰۰ بیانگر تأثیر بسیار مهم ۲ عامل فاصله از مرکز شهر و فاصله از راههای اصلی در تبدیل اراضی زراعی و بایر به کاربری‌های شهری در طی ۱۴ سال آتی می‌باشد.



شکل ۸: نقشه کاربری اراضی منطقه شهری اردبیل در سال ۱۴۰۰ (سناریوی اول). مأخذ: خروجی مدل

بررسی این نقشه‌ها، مؤید این امر می‌باشد که احتمال وقوع هر کدام از کاربری‌ها متأثر از تعدادی عوامل اثرگذار می‌باشد. این مدل متکی بر شاخص مطلوبیت مکانی کاربری‌ها است: (Verburge et al, 1999:48) به زبانی ساده‌تر، مکان‌یابی یک کاربری مشخص در یک مکان مشخص، به دلیل مطلوبیت این مکان برای استقرار آن کاربری می‌باشد. لذا احتمال وقوع کاربری‌ها با فاصله از مکان فعلی‌شان کاهش می‌یابد. کاربری‌های زراعی موجود در محدوده‌ی مورد مطالعه، با عامل فاصله از مرکز شهر رابطه مستقیمی دارند. بطوری‌که هر چقدر فاصله از مرکز شهر بیشتر می‌شود، به همان اندازه این کاربری‌ها کمتر دستخوش تغییر و تبدیل می‌شوند و به همان حالت اولیه باقی می‌مانند. سایر کاربری‌ها وضعیت خاص خود را دارند و نمی‌توان قاعده کلی بر روند کاهشی یا افزایشی آنها متصور شد. ذکر این نکته ضروری است که به منظور جلوگیری از طولانی شدن حجم مقاله، تنها به نمایش نقشه‌های احتمال سناریوی اول از مدل دارای محدودیت اکتفا کرده و از نقشه‌های احتمال سناریوی دوم از مدل محدودیت و سناریوهای اول و دوم از مدل بدون محدودیت صرف‌نظر می‌شود.



شکل ۹: نقشه کاربری اراضی منطقه شهری اردبیل در سال ۱۴۰۰
(سناریوی دوم) مأخذ: خروجی مدل

جدول ۷: سطوح کاربری های ۳گانه در سناریوی دوم
(ارقام به هکتار)

سال	کاربری	ساخته شده	زراعی و بایر	سطوح آبی
۱۳۸۸	۵۳۲۷	۱۳۰۹۲	۳۳۶	
۱۳۸۹	۵۴۳۴	۱۲۹۸۵	۳۳۶	
۱۳۹۰	۵۵۴۲	۱۲۸۷۷	۳۳۶	
۱۳۹۱	۵۶۵۴	۱۲۷۶۵	۳۳۶	
۱۳۹۲	۵۷۶۷	۱۲۶۵۲	۳۳۶	
۱۳۹۳	۵۸۸۲	۱۲۵۳۷	۳۳۶	
۱۳۹۴	۵۹۹۹	۱۲۴۲۰	۳۳۶	
۱۳۹۵	۶۱۱۹	۱۲۳۰۰	۳۳۶	
۱۳۹۶	۶۲۴۲	۱۲۱۷۷	۳۳۶	
۱۳۹۷	۶۳۶۶	۱۲۰۵۳	۳۳۶	
۱۳۹۸	۶۴۹۳	۱۱۹۲۶	۳۳۶	
۱۳۹۹	۶۶۲۳	۱۱۷۹۶	۳۳۶	
۱۴۰۰	۶۷۵۶	۱۱۶۶۳	۳۳۶	

مأخذ: نویسندگان

جدول ۶: سطوح کاربری های ۳گانه در سناریوی اول
(ارقام به هکتار)

سال	کاربری	ساخته شده	زراعی و بایر	سطوح آبی
۱۳۸۸	۵۲۷۵	۱۳۱۴۴	۳۳۶	
۱۳۸۹	۵۳۲۸	۱۳۰۹۱	۳۳۶	
۱۳۹۰	۵۳۸۱	۱۳۰۳۸	۳۳۶	
۱۳۹۱	۵۴۳۵	۱۲۹۸۴	۳۳۶	
۱۳۹۲	۵۴۸۹	۱۲۹۳۰	۳۳۶	
۱۳۹۳	۵۵۴۴	۱۲۸۷۵	۳۳۶	
۱۳۹۴	۵۵۹۹	۱۲۸۲۰	۳۳۶	
۱۳۹۵	۵۶۵۵	۱۲۷۶۴	۳۳۶	
۱۳۹۶	۵۷۱۲	۱۲۷۰۷	۳۳۶	
۱۳۹۷	۵۷۶۹	۱۲۶۵۰	۳۳۶	
۱۳۹۸	۵۸۲۷	۱۲۵۹۲	۳۳۶	
۱۳۹۹	۵۸۸۵	۱۲۵۳۴	۳۳۶	
۱۴۰۰	۵۹۴۳	۱۲۴۷۶	۳۳۶	

مأخذ: نویسندگان

ب- نتایج به دست آمده در سناریوی تغییرات زیاد در این سناریو، نرخ بالاتری در قیاس با سناریوی اول از تغییرات کالبدی کاربری زمین مورد نظر می باشد و فرض بر این است که فضاهای خالی و زراعی شهر اردبیل با درجه بیشتری از تغییرات مواجه شوند در این سناریو، کاربری های زراعی با شدت بیشتری کاهش یافته و تفاوت محسوس این سناریو با سناریوی قبلی، در افزایش قابل توجه کاربری های ساخته شده در طی دوره پیش بینی می باشد.

نفر به ترتیب برای تراکم‌های ناخالص و خالص شهر در طرح جامع نمی‌تواند مانع از تغییرات گسترده کاربری اراضی در حواشی شهری باشد.

- عمده‌ترین سطح از تغییرات کاربری اراضی زراعی و بایر به کاربری‌های ساخته شده در طی سال‌های آتی در حواشی جنوبی و جنوب‌غربی شهر شامل شهرک‌های مسکونی کوثر، دادگستری، مخابرات، ولایت، نادری و کارشناسان صورت خواهد گرفت.

- اجتناب‌ناپذیری تغییرات کاربری‌های زراعی و بایر به سطوح ساخته شده و شهری با توجه به ساختارهای خاص موجود در منطقه شهری اردبیل.

پیشنهادات

- استفاده از مدل کلو با لحاظ نمودن فاکتورهای مؤثر در تغییرات کاربری اراضی که منجر به آشکار شدن نقاط ضعف مدل‌های کمی و از جمله این مدل خواهد شد.

- انجام مطالعات لازم در خصوص فرایند متراکم‌سازی شهری و استفاده حداکثری از زمین‌های موجود در محدوده مصوب طرح‌های توسعه شهری که شناخت وضعیت موجود تراکم ساختمانی و جمعیتی شهر به عنوان پیش‌نیاز این مطالعات می‌باشد.

- باتوجه به عدم ملحوظ‌شدن ملاحظات زیست‌محیطی در پروسه‌ی تهیه طرح‌های توسعه شهری و همچنین مکان‌یابی کاربری‌های شهری ارزیابی توان زیست-محیطی و قابلیت‌سنجی اراضی در مناطق شهری اردبیل جهت مکان‌یابی بهینه‌ی کاربری‌های شهری، جزو ضروری‌ترین امور می‌باشد.

- با توجه به اجتناب‌ناپذیر بودن امر تغییرات کاربری اراضی زراعی و بایر به کاربری‌های شهری، بایستی تمهیدات لازم در زمینه‌ی ممانعت از تغییرات کاربری اراضی مناسب زراعی به کاربری‌های دیگر اندیشیده شده و حتی‌الامکان توسعه‌های آتی شهر در اراضی با تناسب اراضی زراعی کمتر مکان‌یابی گردند.

بررسی و مقایسه نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون لجستیک و مدلسازی الگوی آتی در این ۲ سناریو حاکی از آن است که در سناریوی اول، کاربری‌های زراعی و بایر با نرخ کاهشی کمتر از نیم درصد در طی دوره پیش‌بینی مواجه خواهند شد و این درحالی است که سایر کاربری‌ها، روند افزایشی خواهند داشت. بدین ترتیب که کاربری‌های ساخته شده با نرخ رشد ۱ درصد توسعه خواهند یافت. دلیل توجیهی برای افزایش این کاربری‌ها، احتمال تداوم سرمایه‌گذاری‌ها در این بخش با سرعت هرچه بیشتر می‌باشد. درحالی‌که نرخ افزایش کاربری‌های ساخته شده در سناریوی دوم ۲ درصد و نرخ کاهش کاربری‌های زراعی و بایر حدود ۸ درصد می‌باشد. انطباق این نقشه با نقشه موقعیت شهرک‌های موجود در حواشی جنوبی و جنوب‌غربی شهر دال بر شاخص مطلوبیت مکانی این فضاها برای ایفاء نقش در طی سال‌های آتی می‌باشد.

نتیجه

نتایج این تحقیق عبارتند از:

- توانایی مدل کلو در پیش‌بینی الگوی آتی کاربری‌ها در سطوح قاره‌ای، ملی و محلی (شهری و روستایی) در مقاطع زمانی مورد نظر (ماه، سال، دوره ۵ ساله و ...)

- امکان محاسبه نقشه‌های احتمال وقوع کاربری‌های مورد مطالعه با استفاده از مدل کلو که اساساً یکی دیگر از خروجی‌های آن با توجه به وضع موجود کاربری‌ها می‌باشد.

- امکان ویرایش نقشه‌های ورودی و خروجی مدل کلو در محیط GIS و همچنین نرم‌افزارهای واژه‌پرداز نظیر Notepad و Wordpad با توجه به اینکه تحلیل‌های مدل کلو در قالب فایل‌های Ascii صورت می‌گیرد.

- بررسی نقشه‌های تراکم جمعیتی با داده‌های کاربری اراضی شهر اردبیل موید ارقام بسیار کم تراکم ناخالص جمعیتی (۶۷ نفر در هکتار) و تراکم خالص جمعیتی (۲۱۳ نفر) می‌باشد که حتی پیشنهاد ارقام ۸۷ و ۲۴۳

۷- عسگری، علی؛ اسد رازانی؛ پدram رخشانی (۱۳۸۱). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری (سیستم‌ها و مدل‌ها). تهران. انتشارات نور علم.

۸- فیضی‌زاده، بختیار (۱۳۸۸). کاربرد GIS و تصاویر ماهواره‌ای ETM+ لندست ۷ در استخراج کاربری اراضی (مطالعه‌ی موردی شهرستان ملکان)، ارومیه. دومین همایش ملی جغرافیایی. دانشگاه پیام نور ارومیه.

۹- فیضی‌زاده، بختیار؛ سیدمحمود حاجی‌میررحیمی (۱۳۸۷). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی شیء‌گرا (مطالعه‌ی موردی شهرک اندیشه)، نقشه‌برداری، سال نوزدهم. شماره ۹۹.

- 10- Clarke, K.C(2008). A Decade of Cellular Urban Modeling with SLEUTH: unresolved Issues and Problems, Ch. 3 in Planning Support Systems for Cities and Regions (Ed. Brail, R. K., Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, MA.
- 11- Feng, Xu (2004). "Modeling the spatial pattern of urban fringe, Case studies Hongshan, Wuhan" ITC, Enschede, the Netherlands.
- 12- Jean-Luc de Kok, et al (2001). Modeling land-use change in a decision-support system for coastal-zone management, Environmental Modeling and Assessment 6: 123-132, 2001.
- 13- Marija J. Norusis (1999). "SPSS Regression Models™ 10.0", SPSS Inc.
- 14- Verbuge, Peter, Veldcamp Tom and Jan Peter Lesschen (2002). "Exercises for the clue-s model, Wageningen University. (Accessible by link <http://www.cluemodel.nl>)
- 15- Verbuge, Peter, Veldcamp Tom, de Koning, G.H.J., Kok, K. and Bouma, J (1999). A spatial explicit, allocation procedure for modelling the pattern of land use change based upon actual land use, Ecological modelling, 116: 45-61.
- 16- Verbuge, Peter, Van de steeg Jeannette and Schulp Nynke (2005). "manual for the clue-Kenya application." Wageningen University. (Accessible by link <http://www.cluemodel.nl>)
- 17- Verbuge, Peter (2007). "The CLUE-S model, Tutorial CLUE-S (version 2.3) and Dyna-clue" (version 2), Wageningen University. (Accessible by link <http://www.cluemodel.nl>)

- ارگان‌های ذیربط همچون سازمان مسکن و شهرسازی، استانداری و شهرداری اردبیل بایستی مشاورین تهیه‌کننده طرح‌های توسعه شهری اردبیل را به استفاده حداکثری از فضاهای خالی شهر و به تبع آن حداکثر رساندن بافت پر شهری در پیشنهادات کاربری‌ها ملزم نمایند. افزایش تراکم‌ها در داخل محدوده در طرح‌های توسعه شهری از جمله در طرح جامع و تفصیلی شهری راهگشای بسیاری از مشکلات موجود در فرایند توسعه نامعقول و ناندیشیده شهری خواهد بود.

منابع

- ۱- آبران، مهندسین مشاور (۱۳۸۱). مطالعات جمعیتی و جهات توسعه طرح آبرسانی شهر اردبیل، تهران. وزارت نیرو.
- ۲- احدنژاد، محسن (۱۳۷۹). ارزیابی و مدلسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌های چند زمانه و GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- ۳- بابائی‌اقدم، فریدون (۱۳۸۶). تحلیل الگوهای فضایی حواشی شهری (مطالعه موردی شهر تبریز)، رساله دکتری. دانشکده علوم انسانی دانشگاه تبریز.
- ۴- بابائی‌اقدم، فریدون (۱۳۸۷). مدلسازی الگوی کاربری اراضی شهر سرعین در افق ۱۴۰۰، طرح پژوهشی. اردبیل. دانشگاه محقق اردبیلی.
- ۵- طرح و کاوش، مهندسین مشاور (۱۳۸۸). طرح جامع شهر اردبیل، اردبیل. سازمان مسکن و شهرسازی استان اردبیل.
- ۶- عابدینی، موسی (۱۳۸۷). تجزیه و تحلیل روند توسعه تاریخی شهر توربستی اردبیل با تأکید بر کاربری‌های نادرست اراضی شهری در ارتباط با توان‌های محیطی آن و ارائه راهکارهای بهینه کاربری اراضی در توسعه شهر، طرح پژوهشی. اردبیل. دانشگاه محقق اردبیلی.