مجلّهٔ جغرافیا و توسعهٔ فضای شهری، سال سوم، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۵، شمارهٔ پیاپی ۵

DOI: 10.22067/gusd.v3i2.55931

کاربرد تکنیک‌های دورسنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی با هدف شبیه‌سازی توسعهٔ شهری (مطالعهٔ موردی: شهر مهاباد)

حسن محمودزاده (استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، نویسندهٔ مسئول)
hassan.mahmoudzadeh@gmail.com
خلیل دیده‌بان (دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از راه دور، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران)
khalildidhban@yahoo.com
سیدعلی صادق‌زاده سادات (دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از راه دور، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران)
alisadegzadeh307@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۸ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۱/۰۷

صص ۱۷۵ -۱۶۱

چکیده

امروزه با افزایش جمعیت و رشد سریع شهرنشینی تغییراتی اساسی در کاربری اراضی شهرها ایجاد شده است. که نیازمند مدیریت و برنامه ریزی برای توسعهٔ شهری با توجه به تغییرات ایجاد شده در کاربری‌های شهری می‌باشد و شهر مهاباد از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. در این مقاله سعی شده است با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک میزان تغییرات کاربری اراضی شهری و توسعهٔ آتی شهر مهاباد با در نظر گرفتن معیارهای خطوط انتقال نیرو، مخاطراتی (گسل، زمین لغزش)، سازندهای زمینشناسی، رودخانه و شیب در بازهٔ زمانی ۱۳۶۵-۱۳۹۳ و توسعهٔ آن تا سال ۱۴۲۰ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ و ۵ مورد بررسی قرار گیرد. برای این کار ابتدا اقدام به تهیهٔ نقشه های کاربری اراضی برای دو دورهٔ زمانی۱۳۶۵ و ۱۳۹۳ در محیط نرم‌افزاری اکوگنیشن[1] کردیم و با بررسی نقشه های کاربری حاصل مقدار اراضی ساخته‌شدهٔ شهر مهاباد در سال ۱۳۶۵ برابر ۹۸۹,۹۳۲ هکتار و در سال ۱۳۹۳ وسعت آن حدود دو برابر افزایش یافته و به وسعتی به مساحت ۲۰۰۰,۰۲ رسیده است. تحت تأثیر این عوامل، روند رشد و توسعهٔ شهر از وسعت کاربری‌های غیرساخته شده به مساحت ۱۴۲۲,۳۵۴۵ هکتار کاسته و بر وسعت اراضی ساخته‌شده افزوده است به‌طوری‌که با استفاده از مدل رگرسیون و معیارهای در نظر گرفته شده، مقدار پیش‌بینی آن برای سال ۱۴۲۰ مساحتی به مقدار ۳۴۳۴,۰۲ هکتار می‌باشد. همچنین سناریوی اثرات توسعهٔ شهر بر محیط زیست و تأثیرپذیری از مخاطرات با روش فازی در محیط آرک جی‌ای‌اس[2] مورد بررسی واقع شد.

کلیدواژه‌ها: مدل رگرسیون لجستیک، شهر مهاباد، تغییرات کاربری، توسعهٔ شهری.

1. Ecognition
2. Arcgis

۱. مقدمه

۱. ۱. طرح مسئله

بررسی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی از گذشته‌های دور در سطح زمین مطرح بوده که معمولا به دو صورت ایجاد می گردد، نوع اول تغییراتی است که به‌وسیلهٔ عوامل طبیعی نظیر فرسایش، نیروهای تکتونیکی و یا وقوع سیلاب حادث می‌گردد و نوع دوم تغییراتی است که به‌وسیلهٔ انسان بر روی زمین اتفاق می‌افتد. در سالهای اخیر در اکثر نقاط جهان، فعالیت‌های انسانی اصلی‌ترین نیروی اثرگذار در تغییرات کاربری، پوشش زمین و توسعهٔ شهری بوده است (جانگمن، بانس و راسلو[1]، ۱۹۹۸، به نقل از پان، دومون، بلویس و بوچارد[2]، ۱۹۹۹). متخصصان پردازش تصاویر ماهواره ای با هدف اضافه کردن عامل زمان به مدل‌های نهایی در روند بررسی و تشخیص میزان تغییرات در طول زمان مثلا تغییر کاربری اراضی شهری از تکنیک تشخیص تغییرات استفاده می‌کنند (رسولی،۱۳۹۳، ص. ۲۲۸). امروزه رشد جمعیت از یک سو و محدودیت منابع از سوی دیگر، منجر به تغییرات کاربری شده است. تغییرات کاربری اراضی به طور عمده از عوامل بزرگ مقیاسی مانند مباحث اقتصاد جهانی و اقلیم تاثیر می پذیرد. مسائلی مانند تغییرات جمعیتی و سیاست‌های محلی در کنار عوامل یاد شده نقش تعیین کننده دارد (گیست و لامبین[3]، ۲۰۰۲، ص. ۱٤٤). تغییر جمعیت سبب تغییر فعالیت‌های اقتصادی شده و نقطه آغاز تغییرات کاربری اراضی بشمار می‌رود. البته در بسیاری از موارد عامل مهم مهاجرت و ضریب رشد جمعیت در مدلسازی های تغییرات کاربری اراضی از نظر دور می‌ماند. هر چند که یکی از عامل‌های مهم وتاثیر گذار بر تغییرات کاربری اراضی به حساب می‌آید (هنری، بویل و لامبین[4]، ۲۰۰۳، ص. ۱۱٦). اراضی کشاورزی شهرها از دیگر تغییرات کاربری ایجاد شده می‌باشند. که نقش مهمی را در تامین امنیت غذایی و کسب در آمد برای جمعیت شهری با رشد شتابان دارد (موژئوت[5]، ۲۰۰٦، ص. ۲، به‌نقل از دیز و فلوریز[6]، ۲۰۱۰، ص. ۷۰٤). مجاورت اراضی شهرهای ایران با اراضی زراعی و باغی که بعنوان ذخایر اکولوژیکی شهرها به حساب می‌آیند نیازمند مدیریت است. این تحقیق در پی آن است، تغییرات کاربری ایجاد شده و همچنین چالش تخریب زیست‌محیطی را با سناریوسازی توسعه به حداقل برساند.

۱. ۲. پیشینهٔ پژوهش و مبانی نظری

امروزه گسترش بی‌رویه شهرها با توجه به افزایش جمعیت و تأمین نیازهای جمعیت از مهمترین مسائل اساسی مدیران و برنامه ریزان شهری محسوب می‌شود. در رابطه با حل معضل مربوط به تغییرات کاربری‌ها و آگاهی از مشکلات حاصله از تغییرات کاربری، استفاده از ماهواره‌های دورسنجی مهمترین ابزار به‌حساب می‌آیند. مهمترین دلیل این امر فراهم آوردن تصاویری سری زمانی از مناطق مختلف و

1. Jongman, Bunce & Rossello
2. Pan, Domon, Blois & Bouchard
3. Geist and Lambin
4. Henry, Boyle, P., Lambin
5. Mougeot
6. Diz and Flores

ثبت تغییرات حادث شده در یک منطقه در دوره‌های زمانی متفاوت است. همچنین مدل‌های مختلفی از جمله (شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک..) در رابطه با بررسی وضعیت تغییرات کاربری شهری ارائه شده است. استفاده از این مدل ها برای ارزیابی و پیش‌بینی میزان تغییرات کاربری شهری و کشاورزی و محیط زیستی به برنامه‌ریزان محیط زیستی و مدیران منابع طبیعی در تصمیمات آگاهانه‌تر برای آینده کمک می‌کند. در کل ترکیب تکنیک‌های سنجش از دوری و مدل‌های ارائه شده، با ایجاد یک مدلی شبیه‌سازی شده از وضعیت کاربری‌ها در آینده ابزار کمکی مفیدی در دست مدیران شهری خواهدبود. در این رابطه، تحقیقات زیادی در داخل و خارج از کشور انجام گرفته است. که به موارد زیر می‌توان اشاره کرد.

جدول ۱. منابع داخلی

ردیف	محققین	سال	منطقهٔ مورد مطالعه	روش کار	نتیجه
۱	ربیعی و ضیائیان و محمدی	۱۳۸٤	اصفهان	تهیه نقسه تغییرات کاربری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی	تغییر وسیع کاربری کشاورزی به مناطق مسکونی در مدت ۸ سال
۲	فیضی زاده، جعفری و نظم فر	۱۳۸۷	تبریز	سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، شئ‌گرا	کاهش فضای سبز شهری به میزان ٤٦ درصد
۳	شمس و حجی ملایری	۱۳۸۸	ملایر	تهیه نقشه کاربری اراضی	تغییرات جزیی کاربری در دو دهه
٤	رسولی، زرین بال و شفیعی	۱۳۸۸	دشت قزوین	تهیه نقشه کاربری با استفاده از روش‌های طبقه بندی نظارت شده	زیان بار بودن تغییرات ۱۸ هزار هکتاری کاربری اراضی منطقه
٥	قربانی، مهرابی، ثروتی، نظری سامانی	۱۳۸۹	بالا طالقان	بررسی تغییرات جمعیتی و کاربری‌ها با تکنیک سنجش از دوری	روند افزایشی جمعیت با تغییرات کاربری
٦	کرم و حجه فروش و حکیمی	۱۳۸۹	شهر کرد	گسترش فضای شهر با مدل رگرسیون لجستیک	تعیین مناسب‌ترین نواحی برای گسترش شهر در آینده
۷	المدرسی، کرمی و روشن بخش	۱۳۹۳	همدان	توسعه شهر همدان با مدل رگرسیون لجستیک	تهیهٔ نقشهٔ توسعهٔ شهر با دقت بالا
۸	قلاتی، رنگزن، تقی‌زاده و احمدی	۱۳۹۳	منطقه کوهمره	مدل رگرسیون و LCM	استخراج نقشهٔ کاربری با دقت ۸۳درصد

جدول ۲. منابع خارجی

ردیف	محققین	سال	منطقه مورد مطالعه	روش کار	نتیجه
۱	آلیگ، کلین و لچتنستین[1]	۲۰۰٤	ایالات متحدهٔ آمریکا	سنجش از راه دور	تغییر ۳٤درصدی کاربری
۲	ماس، پوگ، پلاسو و لوپز[2]	۲۰۰٤	جنگل‌های گرمسیری	سنجش از دور و شبکه عصبی	تهیهٔ نقشهٔ کاربری جنگل با دقت ٦۷درصد
۳	یوآن، ساوایا، بایر[3]	۲۰۰٥	ایالات مینسوتا	پایش تغییرات کاربری با تصاویر سنجش از دوری	تهیهٔ نقشهٔ کاربری برای سال‌های ۱۹۸٦-۲۰۰۲

1. Alig, Kline and Lichtenstein
2. Mas, Puig, Lopez
3. Yuan, Sawaya & Bauer

ادامه جدول ۲

ردیف	محققین	سال	منطقه مورد مطالعه	روش کار	نتیجه
٤	وو، وانگ و پالوسن[1]	۲۰۰۵	پکن	سنجش از دوری	افزایش تغییرات کاربری شهری
٥	ژانگ[2]	۲۰۰۷	چین	سنجش از دوری	تغییرات شدید کاربری در سال ۱۹۸۰
٦	مایتانی، جین و آرورا[3]	۲۰۰۹	ساهارانپور	شبکهٔ عصبی	تهیهٔ نقشهٔ کاربری با دقت ٦٦,٥٦
۷	کامیاب، ماهینی، حسینی و غلامعلی	۲۰۱۰		مدل رگرسیون لجستیک	طراحی نقشه‌های کاربری با دقت بالا
۸	طیبی و پری[4]	۲۰۱۳	لاس‌وگاس	رگرسیون لجستیک فضایی و روال هیبرید	ارائهٔ نتایج قابل قبول با مدل

نتایج پیشینه‌های تحقیق نشان می‌دهند که مدل رگرسیون لجستیک با توجه به ویژگی آماری و دخیل کردن معیارهای مؤثر در روند توسعهٔ مدلی مناسب برای پیش‌بینی توسعهٔ شهری محسوب می‌شود.

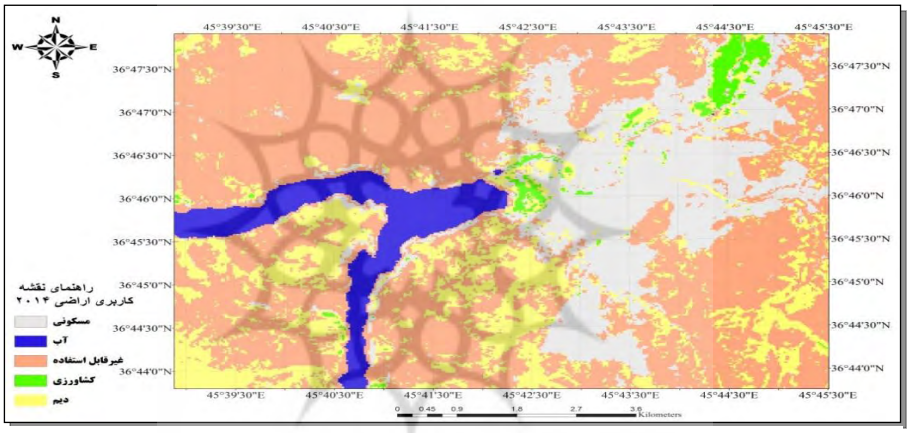
۲. روش‌شناسی پژوهش

۲. ۱. روش پژوهش

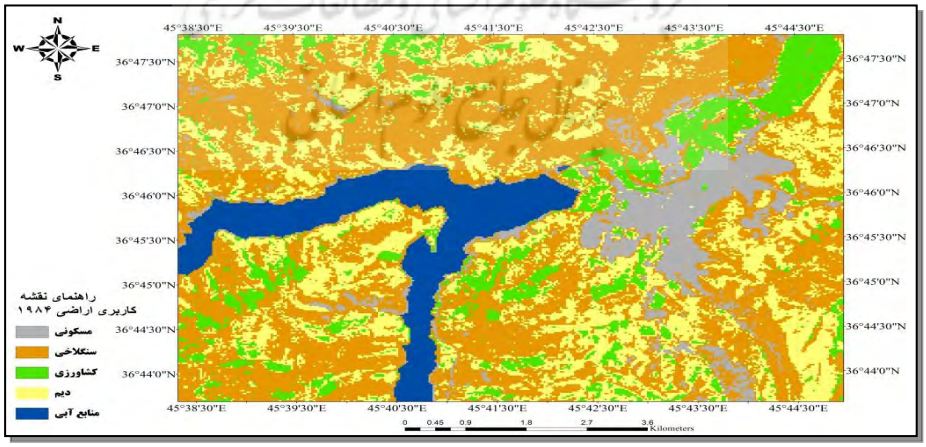
در راستای انجام تحقیق مربوطه از دیتاها و نرم افزارهای مختلفی به شرح زیر استفاده شد. نرم افزارهای مورد استفاده شامل: Ecognition، Idrisi selva و Arc GIS می‌باشد. دریافت تصاویر ماهواره لندست ۵ برای سال ۱۳٦۵ و لندست ۸ برای سال ۱۳۹۳ از سایت USGS (سایت سازمان زمین شناسی آمریکا) اقدام شد. با توجه به اینکه شهرستان مهاباد در گذر ۱٦۸ و ردیف‌های۳٤ و۳۵ قرار دارد، درنتیجه برای هر کدام از سال‌ها دو فریم تصویر دریافت شد. و عملیات پیش پردازش از جمله موزاییک کردن تصاویر، Subset و تصحیح رادیومتریک قبل از انجام عملیات طبقه بندی بر روی تصاویر و با روش Flaash در محیط ENVI انجام شد. همچنین برای بالا بردن دقت تصاویر باندهای چند طیفی لندست ۸ که قدرت تفکیک مکانی پایین و در تفکیک طیفی نسبتا بالا هستند با باند پانکروماتیک ۱۵ متری همان سنجده ترکیب و عملیات فیوژن انجام شد. برای انجام طبقه بندی از روش فازی در محیط Ecognition مورد استفاده قرار گرفت شکل شماره(۱و۲). سپس تصاویر طبقه بندی شده برای ورود به محیط نرم افزاری Idrisi selva ابتدا در محیط Arc GIS به فرمت ASCII تغییر داده شدند و در محیط نرم افزار IDRISI برای آماده‌سازی متغیرها به RST تغییر فرمت یافتند. برای انجام مدل‌سازی از دستور رگرسیون لجستیک نرم‌افزار Idrisi استفاده شد. به‌طوری‌که اختلاف حاصل از توسعهٔ شهری از سال ۱۳٦۵ تا سال ۱۳۹۳ را به‌عنوان متغییر وابسته و معیارهایی را که در توسعهٔ شهری دخیل هستند به‌عنوان متغییر مستقل به محیط مدل وارد کردیم. برای سناریوسازی و پهنه‌بندی مناطق توسعه‌یافته از روش فازی استفاده شد که مناطق توسعه به چهار طبقهٔ توسعهٔ بسیارمناسب، مناسب، نامناسب و بسیار نامناسب تقسیم شدند.

۲. ۲. قلمرو جغرافیایی پژوهش

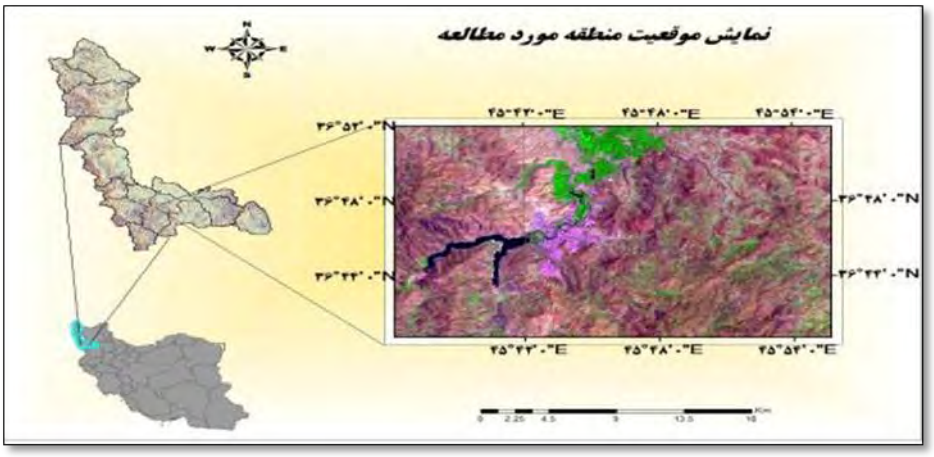
شهرستان مهاباد در شمال غرب ایران و جنوب استان آذربایجان غربی در دامنه کوه لند شیخان واقع شده است. منطقه مورد مطالعه در موقعیت طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۴۲ دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۳۷ درجه ۲۳ دقیقهٔ شمالی قرار گرفته. ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۳۲۰ متر می باشد. شهر مهاباد از شمال به شهرستان میاندوآب، از جنوب به سردشت، از غرب به پیرانشهر و نقده و از شرق به بوکان محدود می شود. و فاصلهٔ آن تا مرکز استان حدود ۱۲۰ کیلومتر می باشد. همچنین جمعیت این شهرستان از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ از تعداد ۷۵۲۳۸ نفر به ۱۴۷۲۶۸ نفر افزایش یافته است. گرفته و با دو بخش، مرکزی و خلیفان دارای ۲۲۴ روستا دارای سکنه می باشد و با مساحت ۲۵۹۱ کیلومتر مربع (شکل ۳).



شکل ۱: نقشه کاربری اراضی ۱۳۹۳ (منبع: نگارندگان)



شکل ۲. نقشهٔ کاربری اراضی ۱۳۶۵



شکل ۳. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

مأخذ: نگارندگان

۳. یافته‌های پژوهش

۳ . ۱. مدل رگرسیون لجستیک

مدل رگرسیون لجستیک نوع خاصی از رگرسیون‌های چندگانه است که در آن متغیر وابسته، گسسته است. (کاربری شهری) وجه تمایز مدل رگرسیون لجستیک با مدل رگرسیون خطی در این است که متغیر وابسته در رگرسیون لجستیک دو گانه است اگر متغیر وابسته دارای ارزش دوتایی باشد Y فقط ارزش صفر، یا یک می‌گیرد که ارزش یک نشان دهنده وقوع رویداد و ارزش صفر نشان دهنده عدم وقوع رویداد می‌باشد. بنابراین معادله حاصل از رگرسیون لجستیک بصورت زیر می‌باشد.

$$Logit(P) = \ln(p/(1-p)) = a + \{b1 \times x1\} + \{b2 \times x2\} + \{b3 \times x3\} + \ldots \{bn \times xn\}$$

در اینجا P متغیر وابسته بیان کننده احتمال یک شدن Y، Y متغیر وابسته، X1،X2 ...Xn، متغیر های مستقل، a ضریب معادلهی رگرسیون و b1، b2، bn...b3 ضرایب هریک از متغیرهای مستقل می‌باشند (کامیاب، ماهینی، حسینی و غلامعلی‌فرد، ۱۳۸۹، ص. ۹۰). در مدل رگرسیون لجستیک برخلاف مدل‌های خطی دیگر از روش معمول کمترین مربعات استفاده می‌کنند، برای برآورد مشخصه‌ها و ضرایب هر یک از متغیرهای مستقل مورد استفاده از روش حداکثر احتمال استفاده می‌کند (نیلسون و آلدریچ[1]، ۱۹۸٦).

۳. ۲. خروجی‌های مدل رگرسیون لجستیک

نقشهٔ 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 تغییرکاربری آن سلول در آینده است.

ROC3: این معیار به صورت عددی بین ۰-۱ بیان می‌شود که از منحنی ROC بدست می‌آید. ارزش ۱ برای میزان ROC نشان‌دهندهٔ توافق کامل مکانی بین نقشهٔ رشد شهری پیش‌بینی شده و میزان واقعی رشد شهری است. ارزش۰/۵ برای این معیار

1. Nelson and aldrich

بیان کننده تصادفی بودن موقعیت‌ها است (لـو و هـو[1]، ۲۰۰۷). و نشـان مـی‌دهـد ارزش سـلول‌هـا در نقشـهٔ احتمال پیش‌بینی به صـورت موقعیـت‌هـای تصـادفی ایجاد گشته است.

Pseudo-R2: مفهوم R2 در رگرسـیون لجسـتیک با مـوارد مشـابه متفـاوت اسـت. در شـکل عـادی در رگرسیون‌های غیر لجسـتیکی؛ میـزان ضـریب تعیـین کننـدگی R2، تغییرپـذیری کلـی متغییرهـا در مـدل را نشان می‌دهد، در حـالی کـه در رگرسـیون لجسـتیک به‌دلیل سروکار داشـتن بـا داده‌هـایی کـه ماهیتـاً دارای همبسـتگی مکـانی هسـتند انـدازهٔ نمونـه قابـل قبـول مشخص نیست، بنابراین از واژهٔ شبه بـرای R اسـتفاده می‌شود. در هر حـال، اسـتفاده از ایـن معیـار در مـدل رگرسیون لجستیک برای آزمون رضـایت‌منـدی مـدل توسط مکفادن و دومینیسـیچ[2] (۱۹۷۵) و اوسـکینگ و کلارک[3] (۱۹۸٦) تأیید شده است. طبق مطالعـات ایـن پژوهشـگرها میـزان قابـل قبـول R2 بـرای تعیـین رضایت‌مندی مدل در محدودهٔ ۰,۲-۰,٤ اسـت. بـرای به‌دست آوردن متغییرهای وابسـته ابتـدا از نقشـه‌هـای کاربری اراضی سال‌های ۱۳٦٤-۱۳۹۳ کلاس اراضـی ساخته شـده بـرای هـر دو سـال بـا فرمـت رسـتری استخراج و با استفاده از تفریق نقشه‌های فوق‌الـذکر از همدیگر نقشهٔ تغییـرات روی‌داده طـی ۳۰سـال بـا دو لژاند ۰ و۱ تهیه و به‌عنوان متغییر وابسته بـرای اجـرای رگرسیون لجستیک وارد مدل شد.

۳. ۳. متغیرهای مستقل

بـرای اسـتخراج متغیرهـای مسـتقل لایـه‌هـای اکولوژیکی مؤثر در توسعهٔ شهری بـر اسـاس ادبیـات تحقیق از منابع مختلف تهیه و در دو دستهٔ متغییرهای طبیعی و انسانی وارد مـدل شـد. در ایـن تحقیـق برای بررسـی همبسـتگی بـین متغییرهـای مسـتقل از محاسـبهٔ کوواریـانس بـین متغییرهـا اسـتفاده شـد. کوواریانس دو متغییر میزان تغییر آن‌ها را نسبت به هم بیان می‌کنـد. محـدودهٔ کوواریـانس بـین ۰-۱ متغییـر است که هر چـه ایـن میـزان بـه ۱ نزدیـک‌تـر باشـد همبستگی بین متغیرها بیشتر خواهد بود.

۳. ٤. اجرای مدل رگرسـیون لجسـتیک و تهیـهٔ نقشهٔ احتمال شهرنشینی

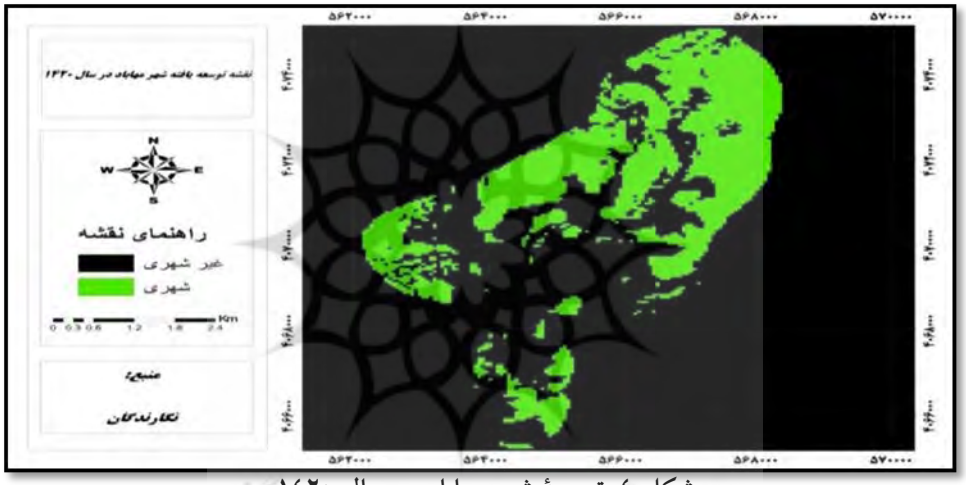
این مرحله متغیرهای مستقل غیر همبسته به همـراه متغییر وابسته رشد شـهری سـال‌هـای۱۳٦۵-۱۳۹۳ در مدل رگرسیون لجستیک مورد اسـتفاده قـرار گرفتنـد. الگوی توسعهٔ شهری در نقشه احتمال بـه‌دسـت آمـده با میزان ROC ۰,۸٤ نشان می‌دهد متغییرهـای مسـتقل برای تبیین شهرنشینی به خوبی انتخاب شده اند. حـال می‌توان با Reclassify کردن نقشهٔ توسـعهٔ شـهری در محیط نرم‌افزاری Idrisi selva نقشهٔ توسعهٔ شـهری را برای ۲۸ سال آینده پیش‌بینی کرد (شکل ٤ و ۵).

1. Lo & Hu
2. Mcfadden and Domenicich
3. Osking & Clark

جدول ۳. متغییر های مورد استفاده در مدل لجستیک

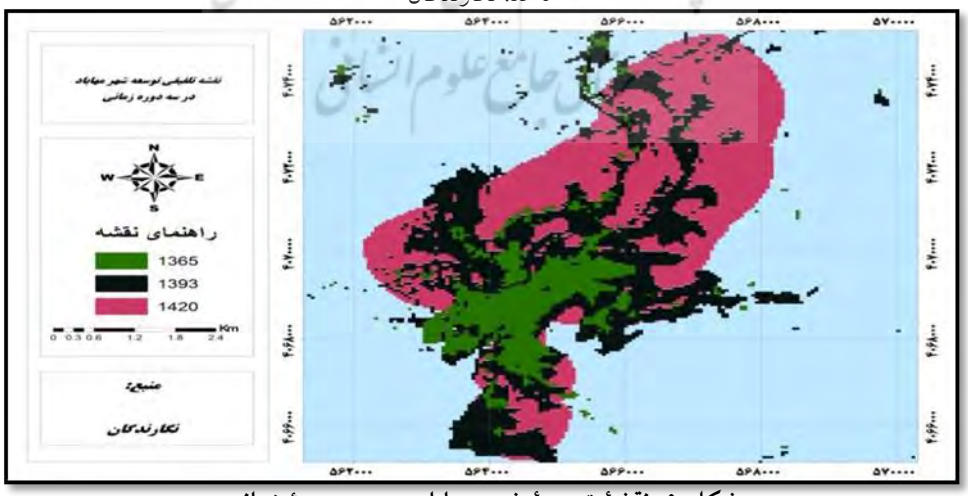
متغییر	لایه	نام متغییر	ماهییت متغییر	منبع
وابسته		تغییرات شهری	بولی	تابع تفریق تصاویر ماهواره ای
مستقل	طبیعی	سازند زمین	پیوسته	تابع Reclass، نقشه زمین‌شناسی
		درصد شیب	پیوسته	تابع Slope ،نقشه توپوگرافی
		فاصله از گسل	پیوسته	تابع Distance، نقشه زمین‌شناسی
		فاصله از رودخانه	پیوسته	تابع Distance، نقشه توپوگرافی
	انسانی	خطوط نیرو	پیوسته	تابع Distance، نقشه توپوگرافی
		راه‌های ارتباطی	پیوسته	تابع Distance، نقشه توپوگرافی
		مراکز صنعتی	پیوسته	تابع Distance، نقشه کاربری اراضی

مأخذ: نگارندگان



شکل ٤. توسعهٔ شهر مهاباد در سال ۱٤۲۰

مأخذ: نگارندگان



شکل ۵. نقشهٔ توسعهٔ شهر مهاباد در سه دورهٔ زمانی

مأخذ: نگارندگان

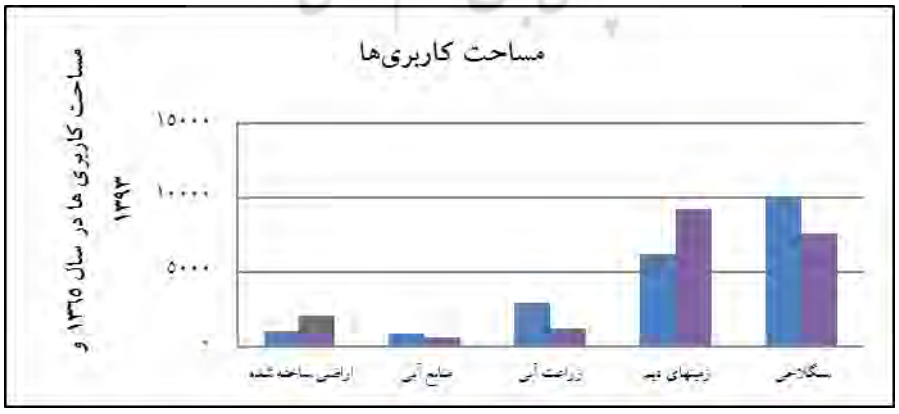
۳. ۵. بررسی وضعیت تغییرات ایجاد شده در کاربری‌های اراضی

با بررسی وضعیت تغییرات کاربری اراضی در سال‌های ۱۳٦۵ تا ۱۳۹۳ مشخص شد که کاربری‌های اراضی با روند توسعهٔ شهری در هر سال کاهش یافته‌اند به‌طوری‌که تغییرات کاربری‌ها بدین صورت می‌باشد. اراضی ساخته‌شده از ۹۸۹٫۸٦ هکتار به ۲۰۰۰٫۰۲ هکتار افزایش یافته است. منابع آبی (سدها، رودخانه‌ها) روندی کاهشی از ۸٤۱٫۸۵ هکتار به ۵٦٤٫۱٦ هکتار داشته است. زمین‌های زراعی آبی از ۲۸۸۹٫۱۷ هکتار در سال ۱۳٦۵ به ۱۱۹۵٫۷۸ هکتار کاهش و همچنین زمین‌های سنگلاخ نیز از ۱۰۰٤۵٫٤۲ هکتار به ۷۵۷۲٫۷۸ هکتار کاهش داشته است؛ اما با توجه به اینکه فعالیت اغلب مردم اطراف شهر کشاورزی می‌باشد به‌دلیل کاهش زمین‌های آبی به استفاده از زمین‌های دیم برای کشاورزی اقدام کرده‌اند. در نتیجه مقدار زمین‌های دیم افزایش یافته است (جدول ٤ و شکل ٦). روند افزایشی توسعهٔ شهری مهاباد در جدول ۵ آمده است. با همپوشانی کردن نقشهٔ توسعهٔ شهری مهاباد در سال ۱٤۲۰ با نقشه‌های کاربری اراضی، مقادیر اضافه شدهٔ هر کدام از کاربری‌ها به اراضی ساخته شده مشخص شد. جدول ۵ و شکل ۷ تغییرات را به‌خوبی نمایش می‌دهد.

جدول ٤. وضعیت تغییرات کاربری

سال / کاربری	مساحت کاربری در سال ۱۳٦۵ (هکتار)	مساحت کاربری در سال ۱۳۹۰ (هکتار)	مقدار تغییرات (هکتار)
اراضی ساخته شده	۹۸۹٫۸٦	۲۰۰۰٫۰۲	۱۰۱۰٫۱۵
منابع آبی	۸٤۱٫۸۵	۵٦٤٫۱٦	۲۷۷٫٦۹
زراعت آبی	۲۸۸۹٫۱۷	۱۱۹۵٫۷۸	۱٦۹۳٫۳۹
زمین‌های دیم	٦۲۰٦٫۰۹	۹۲۱۹٫۲۹	۳۰۱۳٫۲۰
سنگلاخی	۱۰۰٤۵٫٤۲	۷۵۷۲٫۷۸	۲٤۷۲٫٦۳

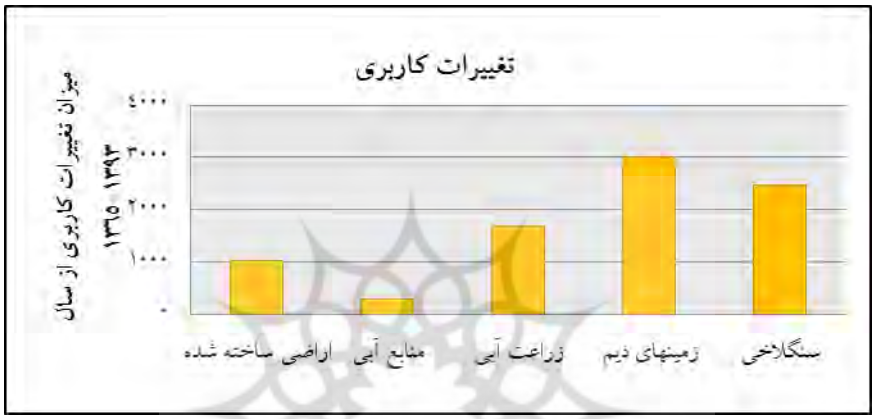
مأخذ: نگارندگان



شکل ٦. نمودار مقایسهٔ مساحت کاربری‌ها در سال‌های ۱۳٦۵ – ۱۳۹۳ (مأخذ: نگارندگان)

جدول ۵. مقادیر اضافه شده به اراضی ساخته شده تا سال ۱٤۲۰ (مأخذ: نگارندگان)

تبدیل کاربری	مقادیر اضافه شده به کاربری اراضی ساخته شده (هکتار)
سنگلاخی به اراضی ساخته شده	۳۷٦,۹۱
دیم به اراضی ساخته شده	۷۸۲,۵٦
زراعت آبی به اراضی ساخته شده	۲٤۸,٦۵
منبع آبی به اراضی ساخته شده	۱٤,۲۱



شکل ۷. مقادیر اضافه شده به اراضی ساخته شده (مأخذ: نگارندگان)

۳. ٦. بررسی رابطه جمعیت با توسعه اراضی ساخته شده

یکی از عوامل مؤثر در توسعه و گسترش شهری، جمعیت می‌باشد که با افزایش جمعیت مقدار نیازها نیز طبعا افزایش خواهد یافت بطوری که برای تامین نیازهای جمعیتی می‌بایست به تغییرات کاربری اطرف شهر اقدام کرد. در این تحقیق با بررسی روند توسعهٔ شهری از سال ۱۳٦۵ تا ۱٤۲۰ میزان رشد جمعیت به تناسب تغییرات کاربری مورد بررسی واقع شد که نتایج در جدول ٦ قابل مشاهده است.

فرمول محاسبهٔ پیش‌بینی جمعیت

$$P_t + n = P_t(1+r)^n \quad .(۲)$$

$P_t + n =$ جمعیت پیش‌بینی شده

P_t =جمعیت سال دوم r=نرخ رشد جمعیت

n= فاصلهٔ زمانی بین دو سرشماری

$$r = \sqrt[n]{\frac{P_t + n}{P_t}} \text{-1*100}$$

جدول ٦. توزیع جمعیت در کاربری اراضی ساخته‌شده (مأخذ: نگارندگان)

عنوان / سال	۱۳٦۵	۱۳۹۳	اختلاف ۱۳۹۳-۱۳٦۵	۱٤۱۵	اختلاف ۱٤۱۵-۱۳۹۳
جمعیت	۷۵۲۳۸	۱٤۷۲٦۸	۷۱۷٦۲	۲۸۳۲۹۵	۱۳٦۰۲۷
مساحت (هکتار)	۹۸۹,۸٦	۲۰۰۰,۰۲	۱۰۱۰,۱۵	۳٤۳٤,۰۲	۱٤۳٤

۳. ۷. اثرات زیست‌محیطی توسعهٔ فیزیکی شهر

نابودی اراضی کشاورزی و آسیب‌های زیست‌محیطی از مهم‌ترین عوارض توسعهٔ فیزیکی شهرها می‌باشد.

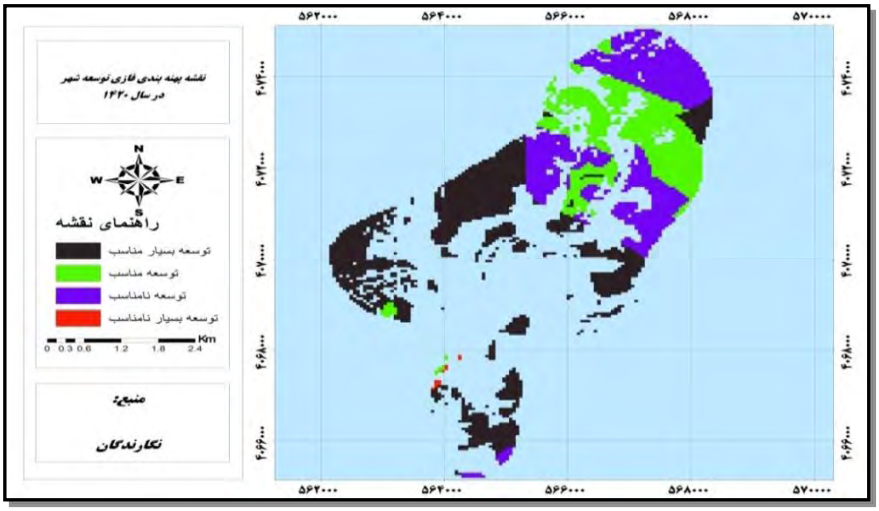
۳. ۷. ۱. نابودی اراضی کشاورزی

نیاز به تولید مواد غذایی، اولین اصل مربوط به بقاست. اصل مذکور این فرض پایه را در برنامه ریزی کاربری اراضی شکل می دهد. که هر کجا ممکن باشد باید اراضی درجه یک کشاورزی به عنوان یکی از منابع طبیعی که در بلند مدت بالاترین ارزش را داراست، حفظ شود. حتی چنانچه تقاضای کنونی به مواد غذایی حفاظت از چنین اراضی را الزام ننماید، باز این فرض اساسی که وضعیت عرضهٔ مواد غذایی و رشد جمعیت در آینده چندان قابل پیش بینی نیست، باقی خواهد ماند (محمدزاده، ۱۳۸٦). تولید مصالح ساختمانی، از جمله تولید آجر و سیمان از یک سو و آبیاری اراضی بدون توجه به امکانات زهکشی از سوی دیگر موجبات تخریب، شور و قلیایی شدن بخشی از خاک می شود، لذا از این طریق بخشی از زمین های کشاورزی از بین می رود. این درحالی است که در طبیعت برای تولید فقط یک سانتی‌متر مکعب خاک باید ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ سال زمان صرف شود (سلطانی، ۱۳۷۱). بنابراین باید حداکثر مراقبت را در حفاضت از خاک مرغوب، به‌عنوان یکی از منابع کمیاب، به‌کار برد. میزان تخریب اراضی کشاورزی در اثر توسعهٔ شهر در محدودهٔ مورد مطالعاتی در شکل ۷ ذکر شده است.

۳. ۷. ۲. محیط‌های طبیعی

محیط‌های طبیعی جایگاه و محل استقرار پروژه‌های شهری است. اگر چه عناصر و یا مؤلفه‌های طبیعی در جهت‌یابی و معنی دادن به محیط بسیار با ارزشند و کیفیت سیمای محیط را بالا می‌برند، بررسی‌ها نشان می‌دهند که در شهرهایی که از توسعهٔ فیزیکی شتابانی برخوردارند، بسیاری از مظاهر و مناظر طبیعی از بین رفته است. از موارد قابل توجه و قابل تعمیم در این زمینه، به‌هم خوردن فرم طبیعی زمین و ارتفاع آن (شیب)، آلودگی آب‌ها (شامل آب دریاها، رودخانه‌ها، نهرها، آبشارها و چشمه‌ها) تضعیف یا نابودی پوشش گیاهی و حیات وحش و نظایر آن است (محمدزاده، ۱۳۸٦). براساس اطلاعات موجود، در مناطق شهری بیش از ۸۵درصد ریزش‌های جوی در تغذیهٔ منابع آب زیرزمینی نقش ندارند. مهم است بخاطر داشته باشیم که حجم آب‌های زیرزمینی در مناطق شهری در مقایسه با مناطق غیرشهری بسیار کمتر است؛ زیرا آب باران به‌جای آن‌که مانند سطوح باز طبیعی به آهستگی درون زمین نفوذ یافته و تصفیه شود، به جریان سیلاب‌های شهری تبدیل می‌شود. این جریانات شتابنده، احتمال آسیب‌های محلی به موجودات زنده و برهم زدن آبرفت‌ها، فرسایش خاک، وقوع سیل و انسداد نهرها و برهم زدن سیستم‌های طبیعی تصفیهٔ آب را افزایش می‌دهد (بیبر و هیگینز[1]، ۱۳۸۱).

1. Bieber and Higgins



شکل ۸. نقشهٔ پهنه‌بندی توسعهٔ فیزیک شهر مهاباد (مأخذ: نگارندگان)

جدول ۷. مساحت پهنه‌های توسعهٔ شهر مهاباد در سال ۱٤۲۰

ردیف	رنگ	وضعیت توسعه	مساحت (هکتار)
۱	سیاه	بسیار مناسب	٦۲٤,۳۷
۲	سبز	مناسب	۳٥۲,۷۱
۳	بنفش	نامناسب	٤٤۱,۹٥
٤	سرخ	بسیار نامناسب	۳,۳۲

مأخذ: نگارندگان

۳. ۷. ۳. مخاطره و توسعه

روند رو به رشد و فزایندهٔ شهرنشینی و جمعیت شهری به‌عنوان عاملی برای خسارات زیاد به هنگام بروز بلایای طبیعی هستند. گسترش شبکه‌های ارتباطی و زیر ساخت‌های شهری از یک طرف و بدون برنامه بودن رشد و توسعهٔ شهر از سوی دیگر زمینهٔ ایجاد خسارات زیاد در زمان وقوع زلزله را فراهم می‌سازد (عبداللهی، ۱۳۸۲، ص. ۱۱۱). فرآیند شهرنشینی آسیب‌پذیری در مقابل مخاطرات طبیعی را به‌واسطهٔ تمرکز انسان و تملک‌ها افزایش می‌دهد (کوارانتلی[1]، ۲۰۰۳، ص. ۲۵). برای بررسی وضعیت توسعهٔ شهر مهاباد در سال ۱٤۲۰ با توجه معیارهای مؤثر در روند توسعهٔ شهر از روش فازی استفاده شد که برای این کار معارهای مؤثر در توسعه را با استفاده از تابع Membership فازی کرده و با اپراتور گاما معیارهای فازی را با هم ترکیب کرده، نقشهٔ فازی توسعهٔ شهری تولید شده را با نقشه توسعهٔ شهری تولید شده با مدل رگرسیون لجستیک همپوشانی کرده و نقشهٔ پهنه‌بندی شهر مهاباد از لحاظ توسعه در سال ۱٤۲۰ تولید شد. مساحت هر پهنه در جدول ۷ ذکر شده است. کمترین مساحت به توسعهٔ بسیار نامناسب و بیشترین مساحت مربوط به توسعهٔ بسیار مناسب می‌باشد.

1. Quarantelli

٤. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این تحقیق میزان تغییرات حادث شده در کاربری‌های شهر مهاباد در مدت زمان ۱۳٦۵-۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفت. همچنین میزان کاهش کابری‌های کشاورزی (زراعی و باغی) و سناریوسازی این کار با مدل فازی انجام گرفت که در تحقیقات مشابه انجام نگرفته است. همان‌طور که می‌دانیم گسترش و توسعهٔ شهرنشینی دارای مسائل و مشکلاتی می‌باشد که نه‌تنها باعث تخریب فضاهای پیرامونی می‌شود، بلکه شهر را از شکل متقارن خارج می‌نماید. تعارض موجود در مقدار زمین بین ساکنان مناطق مزروعی اطراف شهر و ساکنان محدودهٔ شهری از نتایج بارز این مسئله می‌باشد (شمس و حجی‌ملایری، ۱۳۸۸) که مدیریت و کنترل آن بدون استفاده از فناوری‌ها و تکنیک‌های نوین امکان‌پذیر نمی‌باشد. در این تحقیق سعی شد با استفاده تکنیک‌های سنجش از دوری، سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل رگرسیون لجستیک، مدل مناسبی برای پیش‌بینی توسعهٔ شهری با در نظر گرفتن متغیرهای وابسته و مستقل ارائه شود که امکان مدیریت و برنامه‌ریزی تغییرات کاربری شهر را براساس توزیع جمعیت فراهم آورد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان تغییرات کاربری شهر مهاباد با افزایش دو برابری جمعیت در دوره‌های زمانی ذکر شده، دو برابر بوده است. توسعه در دورهٔ زمانی سوم کمتر از دو برابر بوده است. به‌طور کلی استفاده از مدل‌های مختلف برای پیش‌بینی و همچنین تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دوری می‌تواند تغییرات کاربری را برای چند سال آینده پیش‌بینی کرده و امکان کنترل و مدیریت روند توسعهٔ شهری را با توجه عوامل زیست‌محیطی و مخاطراتی فراهم کند و از ورود مناطق مسکونی به مناطق با خطرپذیری بالا جلوگیری کند و مدیران توسعهٔ شهری را در این زمینه یاری کند و آگاهی بخشد. همچنین با ارائهٔ راه‌حل‌ها می‌توان توسعهٔ شهر را به صورت مطلوب مدیریت و کنترل کرد. ایجاد کمربند شهری برای جلوگیری از توسعهٔ شهری در اراضی کشاورزی و نزدیک شدن به مخاطرات طبیعی، تثبیت کاربری اراضی به‌صورت مدون برای جلوگیری بی‌رویهٔ شهری، شناسایی مناطق مستعد توسعهٔ شهری، جلوگیری از ساخت‌وسازهای غیر قانونی برای ایجاد مانع از توسعهٔ بی‌رویه شهر ضروری به‌نظر می‌رسد. همچنین باتوجه به توسعهٔ شهر و کاهش زمین‌های زراعی باید از لحاظ اقتصادی برنامه‌ریزی دقیقی انجام شود.

کتابنامه

۱. بهرام‌سلطانی، ک. (۱۳۷۱). *مجموعه‌مباحث و روش‌های شهرسازی*. تهران: مرکز مطالعات تحقیقات و معماری ایران.

۲. بیبر ان. آر.، و هیگینز، ک. (۱۳۸۱). *برنامه‌ریزی محیطی و توسعهٔ زمین؛ راهنمایی برای برنامه‌ریزی و طراحی محلی پایدار*. ترجمهٔ حسین بحرینی و کیوان کریمی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۳. ربیعی، ح. ا.، ضیائیان، پ.، و محمدی، ع. (۱۳۸٤). کشف و بازیابی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر اصفهان به کمک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. *ویژه‌نامه جغرافیایی*، (٤)، ۱۹-۳۲.

٤. رسولی، ع. (۱۳۸۷). *مبانی سنجش از دور کاربردی با تأکید بر پردازش تصاویر ماهواره‌ای*. تبریز: انتشارات دانشگاه تبریز.

۵. رسولی، ع.، زرین‌بال، م.، و شفیعی، م. (۱۳۸۸). کاربرد تصاویر ماهواره‌ای با هدف تشخیص تغییرات کاربری اراضی و ارزیابی تأثیرات محیط زیستی. *پژوهش‌های آبخیزداری*، ۲۱(۸۲)، ۱-۱۱.

٦. شمس، م.، و حجی‌ملایری، پ. (۱۳۸۸). توسعهٔ فیزیکی و تأثیر آن بر تغییرات کاربری شهر ملایر در دورهٔ زمانی ۱۳٦۵-۱۳۸۵. *فصلنامه جغرافیایی آمایش*، (۷)، ۷۵-۹۱.

۷. عبداللهی، م. (۱۳۸۲). *مدیریت بحران در نواحی شهری*. *تهران*: انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور.

۸. عزیزقلاتی، س.، رنگزن، ک.، تقی‌زاده، ا.، و احمدی، ش. (۱۳۹۳). مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل Lcm؛ منطقهٔ مورد مطالعه: کوهمره سرخی استان فارس. *علمی پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۲۲(٤)، ۵۸۵-۵۹٦.

۹. فیضی‌زاده، ب.، جعفری، ف.، و نظم‌فر، ح. (۱۳۸۷). کاربرد داده‌های سنجش از دور در آشکارسازی تغییرات کاربری‌های اراضی شهری (مطالعهٔ موردی فضای سبز شهر تبریز). *هنرهای زیبا*، (۳٤)، ۱۷-۲٤.

۱۰. قربانی، م.، مهرابی، ع.، ثروتی، م.، و نظری‌سامانی، ع. (۱۳۸۹). بررسی تغییرات جمعیتی و اثرگذاری‌های آن بر تغییرات کاربری اراضی (منطقهٔ مورد مطالعه: بالا طالقان). *منابع طبیعی*، ٦۳(۱) ۷۵-۸۸.

۱۱. کامیاب، ح.، ماهینی، ع.، حسینی، س. م.، و غلامعلی‌فرد، م. (۱۳۸۹). اتخاذ رهیافت اطلاعات حور با کاربرد روش رگرسیون لجستیک برای مدل‌سازی توسعهٔ شهری گرگان. *محیط‌شناسی*، (۵٤)، ۸۹-۹٦.

۱۲. کرم، ا.، حجه‌فروش‌نیا، ش.، و حکیمی، ح. (۱۳۸۹). مدل‌سازی فضایی گسترش شهری با استفاده از روش رگرسیون لجستیک. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*،۱٤(۱۷)، ٤۱-٦٤.

۱۳. محمدزاده، ر. (۱۳۸٦). بررسی اثرات زیست‌محیطی توسعهٔ فیزیکی شتابان شهرها با تأکید بر شهرهای تهران و تبریز. *مجلهٔ جغرافیا و توسعهٔ ناحیه ای*، (۹)، ۹۵-۱۱۲.

۱٤. المدرسی‌الحسینی، س. ع.، کرمی، ج.، و روشن‌بخش، س. (۱۳۹۳). مدل‌سازی توسعهٔ شهری همدان با استفاده از روش رگرسیون لجستیک سال‌های ۲۰۰۳-۲۰۰۹. در مجموعه‌مقالات *نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفتهٔ تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS ایران) در آمایش سرزمین*، به‌همت سیدعلی المدرسی، ص. ٤۱۲-٤۲۳.

15. Aldrich, J. H., & Nelson, F. D. (1986). *Linear probability, logit and probit models* (3rd edition). Beverly Hills, CA: Sage Publications.
16. Alig, R. J., Kline, J. D., & Lichtenstein, M. (2004). Urbanization on the US landscape: Looking ahead in the 21st century. *Landscape Urban Plan, 69*, 219˚234.
17. Clark, W. A., & Hosking, P. L. (1986). *Statistical methods for geographers*. New York, NY: John Wiley and Sons.
18. Domencich, T.A., McFadden, D. (1975). *Urban travel demand: Behavioural analysis*. Amsterdam: North- Holland Publishing Co.

19. Geist, H. L., & Lambin, E. F. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropica deforestation. *Bioscience, 52*(2), 143-150.
20. Henry, S., Boyle, P., & Lambin, E. F. (2003). Modeling inter-provincial migration in Burkina Faso, West Africa: The role of socio-demographic and environmental factors. *Applied Geography, 23*, 115˚136.
21. Hu, Zh., & Lo, C. P. (2007). Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. *Computers, Environment and Urban Systems, 31*, 667-688.
22. Jongman, R. H., Bunce, R.G., & Elena-Rossello, R. (1998). A European perspective on the definition of landscape character and biodiversity: Key concepts in landscape ecology. In J. W. Dover, & R. G. H. Bunce (Eds.), *Proceedings of the 1998 European congress of the International Association of Landscape Ecology* (pp. 1˚35). England, University of Nottingham Press.
23. Kamyab, H., Salman Mahini, A., Hosseini, S.M., & Gholamalifard, M. (2010). Adopt a datadriven approach using logistic regression to model urban development Gorgan. *Journal of Ecology*, *36*, 89-96.
24. Maithani, S., Jain, R. K., & Arora, M. K. (2009). An artificial neural network based approach for modelling urban spatial growth. *ITPI Journal, 4*, 43˚51.
25. Mas, J. F., Puig, H., Palacio, J. L., & Sosa- López, A. (2004). Modelling deforestation using GIS and artificial neural networks. *Environmental Modelling & Software, 19*, 461˚471.
26. Pan, D., Domon, G., De Blois, S., & Bouchard, A. (1999). Temporal (1958˚1993) and spatial patterns of land use changes in Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their relation to landscape physical attributes. *Landscape ecology*, *14*(1), 35-52.
27. Quarantelli, E. L. (2003). Urban vulnerability to disasters in developing countries, managing risks, In A. Kreimer, M. Arnold, & A. Carlin (Eds.), *Building safer cities: The future of disaster risk* (pp. 211-232). Washington, D.C.: The International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank.
28. Tayyebi, A, Perry, Ph. Ch., & Tayyebi, A. H .(2013). Predicting the expansion of an urban boundary using spatial logistic regression and hybrid raster˚vector routines with remote sensing and GIS. *International Journal of Geographical Information Science, 28*(4), 639-659.
29. Wu, Q., Li, H., Wang, R., Paulussen, J., He, Y., Wang, M., Wang, B. & Wang, Z. (2006). Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS . *Landscape and Urban Planning, 78*(4), 322-333.
30. Yuan, F., Sawaya, K. E., Loeffelholz, B. C., & Bauer, M. E. (2005). Land cover classification and change analysis of the twin cities (Minnesota) Metropolitan Area by multi-temporal landsat remote sensing. Remote Sensing of Environment 98(2-3), 317-328.
31. Zhang, J., & Zhang, Y. (2007). Remote sensing research issues of the national land use change program of China. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 26(6), 461˚472.