

مجله جغرافیا و توسعه فضای شهری، سال سوم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۵، شماره پیاپی ۵

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

حسن محمودزاده (استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، نویسنده 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 تصویب: ۱۳۹۵/۱۱/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۸

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 برنامه‌ریزی برای توسعه 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 توسعه آتی شهر مهاباد با در نظر گرفتن معیارهای خطوط انتقال نیرو، مخاطراتی (گسل، زمین لغزش)، سازندهای زمین‌شناسی، رودخانه و شیب در بازه زمانی ۱۳۶۵-۱۳۹۳ و توسعه آن تا سال ۱۴۲۰ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ و ۵ مورد بررسی قرار گیرد. برای این کار ابتدا اقدام به تهیه نقشه‌های کاربری اراضی برای دو دوره زمانی ۱۳۶۵ و ۱۳۹۳ در محیط نرم‌افزاری اکوگنیشن^۱ کردیم و با بررسی نقشه‌های کاربری حاصل مقدار اراضی ساخته‌شده 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 توسعه شهر از وسعت کاربری‌های غیرساخته شده به مساحت ۱۴۲۲,۳۵۴۵ هکتار کاسته و بر وسعت اراضی ساخته‌شده افزوده است به طوری که 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 توسعه شهر بر محیط زیست و تأثیرپذیری از مخاطرات با روش فازی در محیط آرک جی‌ای‌اس^۲ مورد بررسی واقع شد.

کلیدواژه‌ها: مدل رگرسیون لجستیک، شهر مهاباد، تغییرات کاربری، توسعه 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 معمولاً به دو صورت ایجاد می‌گردد، نوع اول تغییراتی است که به وسیله عوامل طبیعی نظیر فرسایش، نیروهای تکتونیکی و یا وقوع سیلاب حادث می‌گردد و نوع دوم تغییراتی است که به وسیله انسان بر روی زمین اتفاق می‌افتد. در سالهای اخیر در اکثر نقاط جهان، فعالیت‌های انسانی اصلی‌ترین نیروی اثرگذار در تغییرات کاربری، پوشش زمین و توسعه شهری بوده است (جانگمن، بانس و راسلو، ۱۹۹۸، به نقل از پان، دومون، بلویس و بوچارد، 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 مثلاً 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 می‌پذیرد. مسائلی مانند تغییرات جمعیتی و سیاست‌های محلی در کنار عوامل یاد شده نقش تعیین کننده دارد (گیست و لامبین، ۲۰۰۲، ص. ۱۴۴). 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 عوامل‌های مهم و تاثیر گذار بر تغییرات کاربری اراضی به حساب می‌آید (هنری، بویل و لامبین، ۲۰۰۳، ص. ۱۱۶). 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 (موژتوت، ۲۰۰۶، ص. ۲، به نقل از دیز و فلوریز، ۲۰۱۰، ص. ۷۰۴). 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.

۲.۱. پیشینه 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 به حساب می‌آیند. مهمترین دلیل این امر فراهم آوردن تصاویری سری زمانی از مناطق مختلف و

طبیعی در تصمیمات آگاهانه‌تر برای آینده کمک می‌کند. در کل ترکیب تکنیک‌های سنسج از دوری و مدل‌های ارائه شده، با ایجاد یک مدلی شبیه‌سازی شده از وضعیت کاربری‌ها در آینده ابزار کمکی مفیدی در دست مدیران شهری خواهد بود. در این رابطه، تحقیقات زیادی در داخل و خارج از کشور انجام گرفته است. که به موارد زیر می‌توان اشاره کرد.

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 مدل‌ها برای ارزیابی و پیش‌بینی میزان تغییرات کاربری شهری و کشاورزی و محیط زیستی به برنامه‌ریزان محیط زیستی و مدیران منابع

جدول ۱. منابع داخلی

ردیف	محققین	سال	منطقه مورد مطالعه	روش کار	نتیجه
۱	ربیعی و ضیائی و محمدی	۱۳۸۴	اصفهان	تهیه نقشه 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	سنسج از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، شی‌گرا	کاهش فضای سبز شهری به میزان ۴۶ درصد
۳	شمس و حجی ملایری	۱۳۸۸	ملایر	تهیه نقشه کاربری اراضی	تغییرات جزئی کاربری در دو دهه
۴	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
۵	قربانی، مهربانی، ثروتی، نظری سامانی	۱۳۸۹	بالا طالقان	بررسی تغییرات جمعیتی و کاربری‌ها با تکنیک سنسج از دوری	روند افزایشی جمعیت با تغییرات کاربری
۶	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	تهیه نقشه توسعه شهر با دقت بالا
۸	قلاتی، رنگزن، تقی‌زاده و احمدی	۱۳۹۳	منطقه کوهمره	مدل رگرسیون و LCM	استخراج نقشه کاربری با دقت ۸۳ درصد

جدول ۲. منابع خارجی

ردیف	محققین	سال	منطقه مورد مطالعه	روش کار	نتیجه
۱	آلیگ، کلین و لچتنستین ^۱	۲۰۰۴	ایالات متحده آمریکا	سنسج از راه دور	تغییر ۳۴ درصدی کاربری
۲	ماس، پوگ، پلاسو و لوپز ^۲	۲۰۰۴	جنگل‌های گرمسیری	سنسج از دور و شبکه عصبی	تهیه نقشه کاربری جنگل با دقت ۶۷ درصد
۳	یوان، ساوایا، بایر ^۳	۲۰۰۵	ایالات مینسوتا	پایش تغییرات کاربری با تصاویر سنسج از دوری	تهیه نقشه کاربری برای سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۰۲

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
۴	وو، وانگ و پالوسن ^۱	۲۰۰۵	پکن	سنجش از دوری	افزایش تغییرات کاربری شهری
۵	ژانگ ^۱	۲۰۰۷	چین	سنجش از دوری	تغییرات شدید کاربری در سال ۱۹۸۰
۶	مایتانی، چین و آرورا ^۲	۲۰۰۹	سماهارانپور	شبکه عصبی	نهیة نقشه کاربری با دقت ۶۶.۵۶
۷	گامیاب، ماهیتی، حسینی و غلامعلی	۲۰۱۰		مدل رگرسیون لجستیک	طراحی نقشه‌های کاربری با دقت بالا
۸	طیبی و پری ^۳	۲۰۱۳	لاس‌وگاس	رگرسیون لجستیک فضایی و روال هیبرید	ارائه 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 توسعه مدلی مناسب برای پیش‌بینی توسعه شهری محسوب می‌شود.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲.۱. روش پژوهش

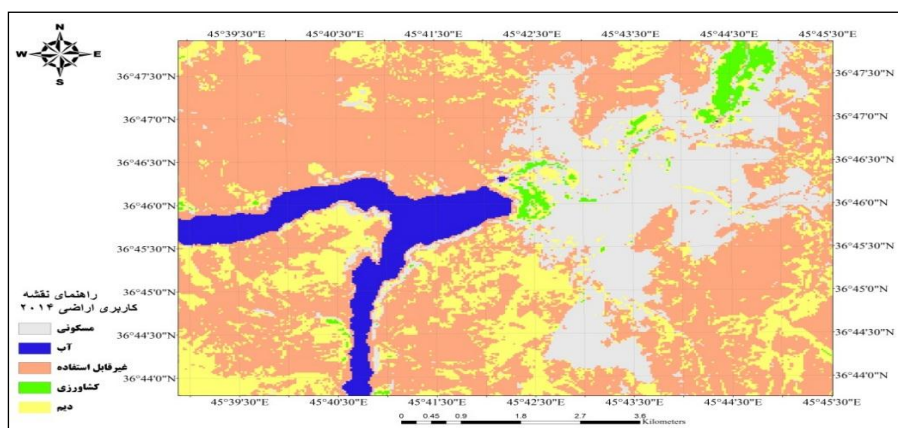
در راستای انجام تحقیق مربوطه از دیتاها و نرم افزارهای مختلفی به شرح زیر استفاده شد. نرم افزارهای مورد استفاده شامل: Idrisi Ecognition، Arc GIS و selva می‌باشد. دریافت تصاویر ماهواره لندست ۵ برای سال ۱۳۶۵ و لندست ۸ برای سال ۱۳۹۳ از سایت USGS (سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا) اقدام شد. با توجه به اینکه شهرستان مهاباد در گذر ۱۶۸ و ردیف‌های ۳۴ و ۳۵ قرار دارد، در نتیجه 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 Flash 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 نسبتاً بالا هستند با باند پانکروماتیک ۱۵ متری همان سنجد ترکیب و عملیات فیوژن انجام شد. برای انجام طبقه بندی از روش فازی در محیط Ecognition مورد استفاده قرار گرفت شکل شماره (۲ و ۱). سپس تصاویر طبقه بندی شده برای ورود به محیط نرم افزار 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. به طوری که اختلاف حاصل از توسعه شهری از سال ۱۳۶۵ تا سال ۱۳۹۳ را به عنوان متغیر وابسته و معیارهایی را که در توسعه شهری دخیل هستند به عنوان متغیر مستقل به محیط مدل وارد کردیم. برای سناریوسازی و پهنه‌بندی مناطق توسعه یافته از روش فازی استفاده شد که مناطق توسعه به چهار طبقه توسعه بسیار مناسب، مناسب، نامناسب و بسیار نامناسب تقسیم شدند.

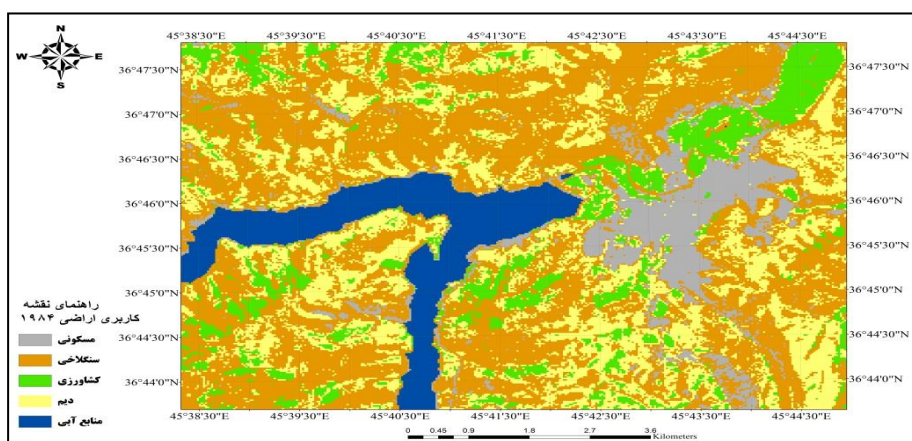
۲.۲. قلمرو جغرافیایی پژوهش

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 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۳۷ درجه ۲۳ دقیقه شمالی قرار گرفته. ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۳۲۰ متر می باشد. شهر مهاباد از شمال به شهرستان میاندوآب، از جنوب به

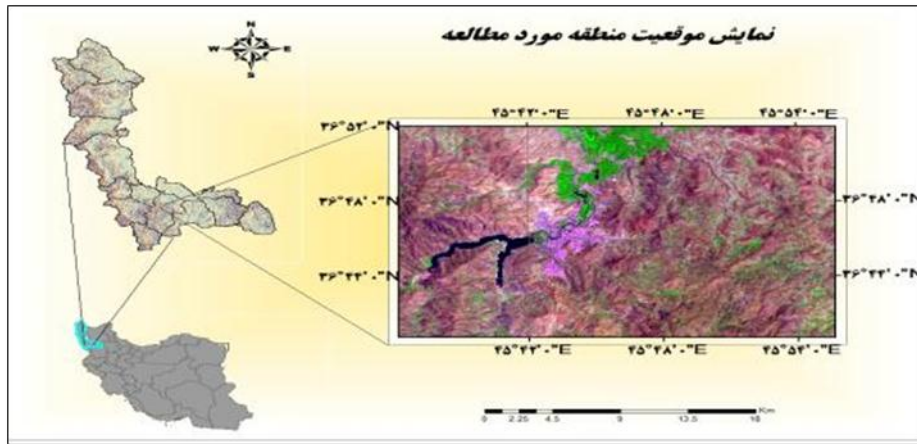
سردشت، از غرب به پیرانشهر و نقده و از شرق به بوکان محدود می شود. و فاصله آن تا مرکز استان حدود ۱۲۰ کیلومتر می باشد. همچنین جمعیت این شهرستان از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ از تعداد ۷۵۲۳۸ نفر به ۱۴۷۲۶۸ نفر افزایش یافته است. گرفته و با دو بخش، مرکزی و خلیفان دارای ۲۲۴ روستا دارای سکنه می باشد و با مساحت ۲۵۹۱ کیلومتر مربع (شکل ۳).



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



شکل ۲: نقشه کاربری اراضی ۱۳۶۵



شکل ۳. معرفی منطقه 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.

$$\text{Logit}(P) = \ln(p/(1-p)) = a + \{b_1 \times x_1\} + \{b_2 \times x_2\} + \{b_3 \times x_3\} + \dots + \{b_n \times x_n\}$$

۳.۲. خروجی‌های مدل رگرسیون لجستیک

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.

ROC3: این معیار به صورت عددی بین ۰-۱ بیان می‌شود که از منحنی ROC بدست 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

در اینجا P متغیر وابسته بیان کننده احتمال یک شدن Y ، Y متغیر وابسته، X_1, X_2, \dots, X_n متغیرهای مستقل، a ضریب معادله رگرسیون و $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ ضرایب هریک از متغیرهای مستقل می‌باشند (کامیاب، ماهینی، حسینی و غلامعلی فرد، 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، ۱۹۸۶).

بیان کننده تصادفی بودن موقعیت‌ها است (لو و هو^۱، ۲۰۰۷). و نشان می‌دهد ارزش سلول‌ها در نقشه احتمال پیش‌بینی به صورت موقعیت‌های تصادفی ایجاد گشته است.

Pseudo-R2: مفهوم R2 در رگرسیون لجستیک با موارد مشابه متفاوت است. در شکل عادی در رگرسیون‌های غیر لجستیکی؛ میزان ضریب تعیین کنندگی R2، تغییرپذیری کلی متغیرها در مدل را نشان می‌دهد، در حالی که 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. در هر حال، استفاده از این معیار در مدل رگرسیون لجستیک برای آزمون رضایت‌مندی مدل توسط مکفادن و دومینسیچ^۲ (۱۹۷۵) و اوسکینگ و کلارک^۳ (۱۹۸۶) تأیید شده است. طبق مطالعات این پژوهشگرها میزان قابل قبول R2 برای تعیین رضایت‌مندی مدل در محدوده ۰,۲-۰,۴ است. برای به‌دست آوردن متغیرهای وابسته ابتدا از نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۳۶۴-۱۳۹۳ کلاس اراضی ساخته شده برای هر دو سال با فرمت رستری استخراج و با استفاده از تفریق نقشه‌های فوق‌الذکر از همدیگر نقشه تغییرات روی داده طی ۳۰ سال با دو لژاند ۰ و ۱ تهیه و به‌عنوان متغیر وابسته برای اجرای رگرسیون لجستیک وارد مدل شد.

۳.۳. متغیرهای مستقل

برای استخراج متغیرهای مستقل لایه‌های اکولوژیکی مؤثر در توسعه شهری بر اساس ادبیات تحقیق از منابع مختلف تهیه و در دو دسته متغیرهای طبیعی و انسانی وارد مدل شد. 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 ۱ نزدیک‌تر باشد همبستگی بین متغیرها بیشتر خواهد بود.

۳.۴. اجرای مدل رگرسیون لجستیک و تهیه

نقشه احتمال شهرنشینی

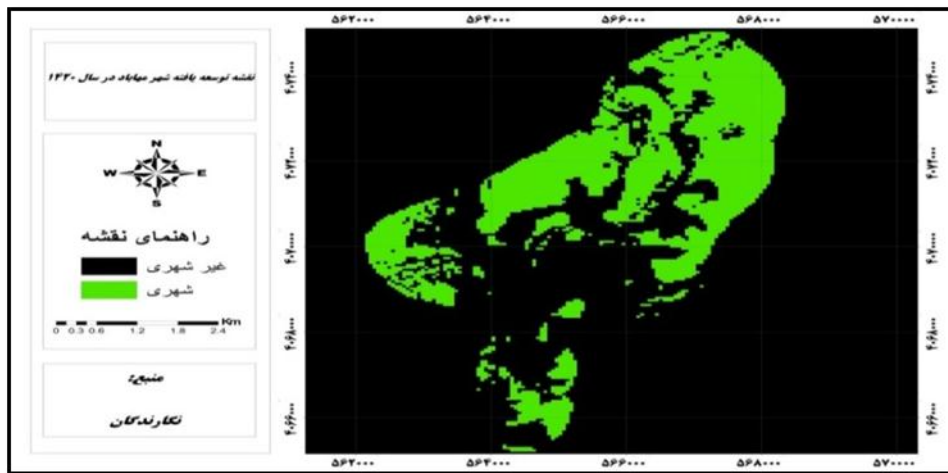
این مرحله متغیرهای مستقل غیر همبسته به همراه متغیر وابسته رشد شهری سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۹۳ در مدل رگرسیون لجستیک مورد استفاده قرار گرفتند. الگوی توسعه شهری در نقشه احتمال به‌دست آمده با میزان ROC ۰,۸۴ نشان می‌دهد متغیرهای مستقل برای تبیین شهرنشینی به خوبی انتخاب شده اند. حال می‌توان با Reclassify کردن نقشه توسعه شهری در محیط نرم‌افزاری Idrisi selva نقشه توسعه شهری را برای ۲۸ سال آینده پیش‌بینی کرد (شکل ۴ و ۵).

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

جدول ۳. متغیر های مورد استفاده در مدل لجستیک

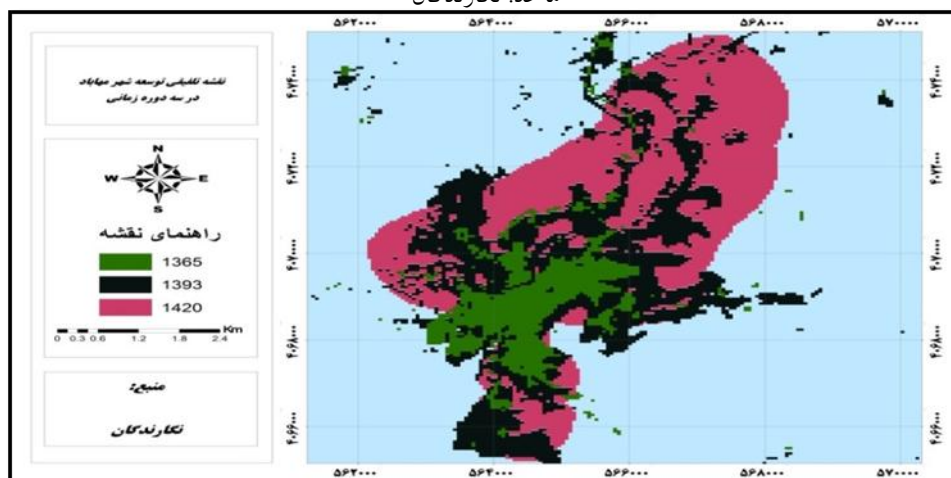
منبع	ماهیت متغیر	نام متغیر	لایه	متغیر وابسته
تابع تفریق تصاویر ماهواره ای	بولی	تغییرات شهری	طبیعی	مستقل
تابع Reclass، نقشه زمین شناسی	پیوسته	سازند زمین		
تابع Slope، نقشه توپوگرافی	پیوسته	درصد شیب		
تابع Distance، نقشه زمین شناسی	پیوسته	فاصله از گسل		
تابع Distance، نقشه توپوگرافی	پیوسته	فاصله از رودخانه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

مأخذ: نگارندگان



شکل ۴. توسعه شهر مهاباد در سال ۱۴۲۰

مأخذ: نگارندگان



شکل ۵. نقشه توسعه شهر مهاباد در سه دوره زمانی

مأخذ: نگارندگان

است؛ اما با توجه به اینکه فعالیت اغلب مردم اطراف شهر کشاورزی می‌باشد به دلیل کاهش زمین‌های آبی به استفاده از زمین‌های دیم برای کشاورزی اقدام کرده‌اند. در نتیجه مقدار زمین‌های دیم افزایش یافته است (جدول ۴ و شکل ۶). روند افزایشی توسعه شهری مهاباد در جدول ۵ آمده است. با همپوشانی کردن نقشه توسعه شهری مهاباد در سال ۱۴۲۰ با نقشه‌های کاربری اراضی، مقادیر اضافه شده هر کدام از کاربری‌ها به اراضی ساخته شده مشخص شد. جدول ۵ و شکل ۷ تغییرات را به خوبی نمایش می‌دهد.

۵. بررسی وضعیت تغییرات ایجاد شده در

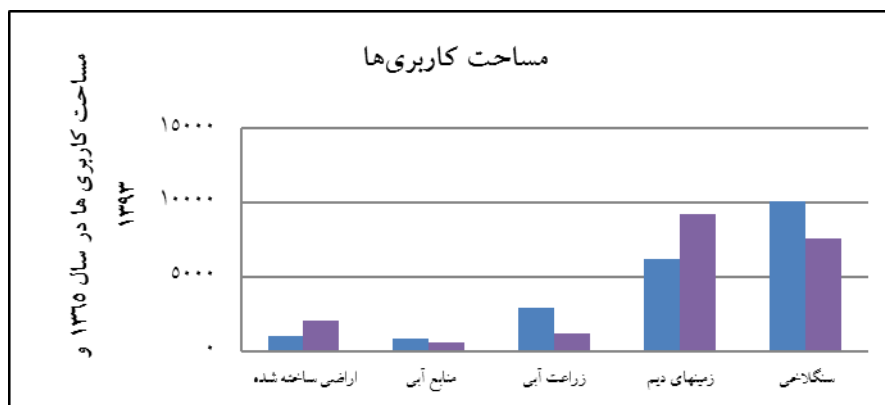
کاربری‌های اراضی

با بررسی وضعیت تغییرات کاربری اراضی در سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۳ مشخص شد که کاربری‌های اراضی با روند توسعه شهری در هر سال کاهش یافته‌اند به طوری که تغییرات کاربری‌ها بدین صورت می‌باشد. اراضی ساخته شده از ۹۸۹,۸۶ هکتار به ۲۰۰۰,۰۲ هکتار افزایش یافته است. منابع آبی (سد‌ها، رودخانه‌ها) روندی کاهشی از ۸۴۱,۸۵ هکتار به ۵۶۴,۱۶ هکتار داشته است. زمین‌های زراعی آبی از ۲۸۸۹,۱۷ هکتار در سال ۱۳۶۵ به ۱۱۹۵,۷۸ هکتار کاهش و همچنین زمین‌های سنگلاخ نیز از ۱۰۰۴۵,۴۲ هکتار به ۷۵۷۲,۷۸ هکتار کاهش داشته

جدول ۴. وضعیت تغییرات کاربری

سال	کاربری	مساحت کاربری در سال ۱۳۶۵ (هکتار)	مساحت کاربری در سال ۱۳۹۰ (هکتار)	مقدار تغییرات (هکتار)
اراضی ساخته شده	۹۸۹,۸۶	۲۰۰۰,۰۲	۱۰۱۰,۱۵	
منابع آبی	۸۴۱,۸۵	۵۶۴,۱۶	۲۷۷,۶۹	
زراعت آبی	۲۸۸۹,۱۷	۱۱۹۵,۷۸	۱۶۹۳,۳۹	
زمین‌های دیم	۶۲۰۶,۰۹	۹۲۱۹,۲۹	۳۰۱۳,۲۰	
سنگلاخی	۱۰۰۴۵,۴۲	۷۵۷۲,۷۸	۲۴۷۲,۶۳	

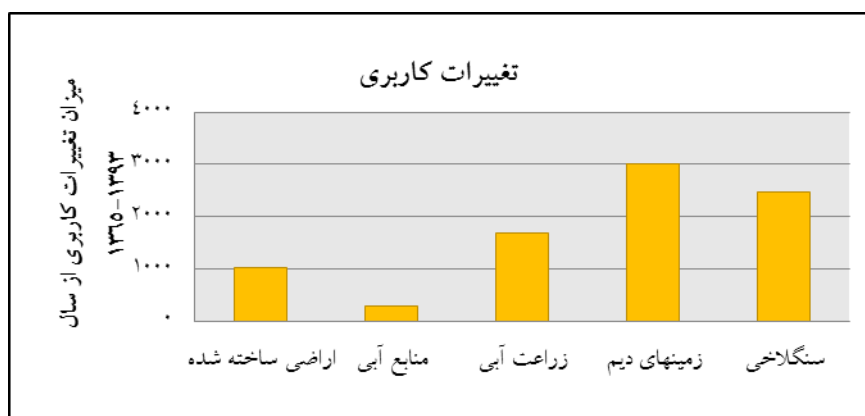
مأخذ: نگارندگان



شکل ۶. نمودار مقایسه مساحت کاربری‌ها در سال‌های ۱۳۶۵ - ۱۳۹۳ (مأخذ: نگارندگان)

جدول ۵. مقادیر اضافه شده به اراضی ساخته شده تا سال ۱۴۲۰ (مأخذ: نگارندگان)

تبدیل کاربری	مقادیر اضافه شده به کاربری اراضی ساخته شده (هکتار)
سنگلاخی به اراضی ساخته شده	۳۷۶,۹۱
دیم به اراضی ساخته شده	۷۸۲,۵۶
زراعت آبی به اراضی ساخته شده	۲۴۸,۶۵
منبع آبی به اراضی ساخته شده	۱۴,۲۱



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

فرمول محاسبه پیش‌بینی جمعیت

$$P_t + n = P_t(1+r)^n \quad (۲)$$

$$P_t + n = \text{جمعیت پیش‌بینی شده}$$

$$P_t = \text{نرخ رشد جمعیت} = r = \text{جمعیت سال دوم}$$

$$n = \text{فاصله زمانی بین دو سرشماری}$$

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

۶.۳. 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 طبعاً افزایش خواهد یافت بطوری که برای تامین نیازهای جمعیتی می‌بایست به تغییرات کاربری اطراف شهر اقدام کرد. در این تحقیق با بررسی روند توسعه شهری از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۲۰ میزان رشد جمعیت به تناسب تغییرات کاربری مورد بررسی واقع شد که نتایج در جدول ۶ قابل مشاهده است.

جدول ۶. توزیع جمعیت در کاربری اراضی ساخته شده (مأخذ: نگارندگان)

عنوان	سال	۱۳۶۵	۱۳۹۳	اختلاف ۱۳۶۵-۱۳۹۳	۱۴۱۵	اختلاف ۱۴۱۵-۱۳۹۳
جمعیت		۷۵۲۳۸	۱۴۷۲۶۸	۷۱۷۶۲	۲۸۳۲۹۵	۱۳۶۰۲۷
مساحت (هکتار)		۹۸۹,۸۶	۲۰۰۰,۰۲	۱۰۱۰,۱۵	۳۴۳۴,۰۲	۱۴۳۴

۳.۷.۷. اثرات زیست‌محیطی توسعه فیزیکی شهر

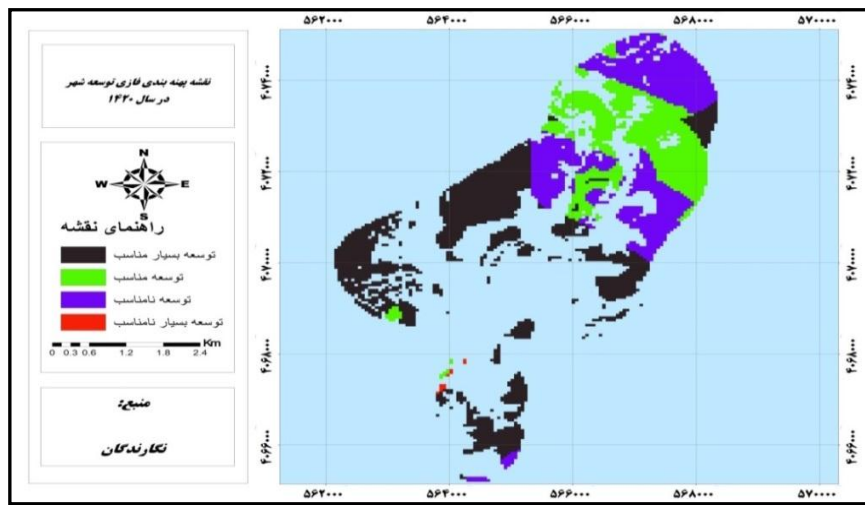
نابودی اراضی کشاورزی و آسیب‌های زیست‌محیطی از مهم‌ترین عوارض توسعه فیزیکی شهرها می‌باشد.

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 می‌دهد. 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 نماید، باز این فرض اساسی که وضعیت عرضه مواد غذایی و رشد جمعیت در آینده چندان قابل پیش‌بینی نیست، باقی خواهد ماند (محمدزاده، ۱۳۸۶). 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 می‌شود، لذا از این طریق بخشی از زمین‌های کشاورزی از بین می‌رود. 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 حفاظت از خاک مرغوب، به‌عنوان یکی از منابع کمیاب، به‌کار برد. میزان تخریب اراضی کشاورزی در اثر توسعه شهر در محدوده 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 توسعه 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، ۱۳۸۶). براساس اطلاعات موجود، در مناطق شهری بیش از ۸۵ درصد ریزش‌های جوی در تغذیه 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 جریان‌ها شتابنده، احتمال آسیب‌های محلی به موجودات زنده و برهم زدن آب‌رفت‌ها، فرسایش خاک، وقوع سیل و انسداد نهرها و برهم زدن سیستم‌های طبیعی تصفیه آب را افزایش می‌دهد (بیبِر و هیگینز، ۱۳۸۱).



شکل ۸. نقشه پهنه بندی توسعه فیزیکی شهر مهاباد (مأخذ: نگارندگان)

جدول ۷. مساحت پهنه های توسعه شهر مهاباد در سال ۱۴۲۰

ردیف	رنگ	وضعیت توسعه	مساحت (هکتار)
۱	سیاه	بسیار مناسب	۶۲۴,۳۷
۲	سبز	مناسب	۳۵۲,۷۱
۳	بنفش	نامناسب	۴۴۱,۹۵
۴	سرخ	بسیار نامناسب	۳,۳۲

مأخذ: نگارندگان

۳.۷.۳. مخاطره و توسعه

روند رو به رشد و فزاینده شهرنشینی و جمعیت شهری به عنوان عاملی برای خسارات زیاد به هنگام بروز بلایای طبیعی هستند. گسترش شبکه های ارتباطی و زیر ساخت های شهری از یک طرف و بدون برنامه بودن رشد و توسعه شهر از سوی دیگر زمینه ایجاد خسارات زیاد در زمان وقوع زلزله را فراهم می سازد (عبداللهی، ۱۳۸۲، ص. ۱۱۱). فرآیند شهرنشینی آسیب پذیری در مقابل مخاطرات طبیعی را به واسطه تمرکز انسان و تملک ها افزایش می دهد (کوآرانتلی، ۲۰۰۳، ص. ۲۵). برای بررسی وضعیت

توسعه شهر مهاباد در سال ۱۴۲۰ با توجه معیارهای مؤثر در روند توسعه 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 از معیارهای فازی را با هم ترکیب کرده، نقشه فازی توسعه شهری تولید شده را با نقشه توسعه شهری تولید شده با مدل رگرسیون لجستیک همپوشانی کرده و نقشه پهنه بندی شهر مهاباد از لحاظ توسعه در سال ۱۴۲۰ تولید شد. مساحت هر پهنه در جدول ۷ ذکر شده است. کمترین مساحت به توسعه بسیار نامناسب و بیشترین مساحت مربوط به توسعه بسیار مناسب می باشد.

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این تحقیق میزان تغییرات حادث شده در کاربری‌های شهر مهاباد در مدت زمان ۱۳۶۵-۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفت. همچنین میزان کاهش کاربری‌های 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 توسعه شهرنشینی دارای مسائل و مشکلاتی می‌باشد که نه تنها 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 محدوده شهری از نتایج بارز این مسئله می‌باشد (شمس و حجاجی ملایری، ۱۳۸۸) که مدیریت و کنترل آن بدون استفاده از فناوری‌ها و تکنیک‌های نوین امکان‌پذیر نمی‌باشد. در این تحقیق سعی شد با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دوری، سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل رگرسیون لجستیک، مدل مناسبی برای پیش‌بینی توسعه 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 دوره 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 توسعه شهری را با توجه عوامل زیست‌محیطی و مخاطراتی فراهم کند و از ورود مناطق مسکونی به مناطق با خطرپذیری بالا جلوگیری کند و مدیران توسعه شهری را در این زمینه یاری کند و آگاهی بخشد. همچنین با ارائه راه‌حل‌ها می‌توان توسعه شهر را به صورت مطلوب مدیریت و کنترل کرد. ایجاد کمربند شهری برای جلوگیری از توسعه شهری در اراضی کشاورزی و نزدیک شدن به مخاطرات طبیعی، تثبیت کاربری اراضی به‌صورت مدون برای جلوگیری بی‌رویه شهری، شناسایی مناطق مستعد توسعه شهری، جلوگیری از ساخت‌وسازهای غیر قانونی برای ایجاد مانع از توسعه بی‌رویه شهر ضروری به‌نظر می‌رسد. همچنین با توجه به توسعه شهر و کاهش زمین‌های زراعی باید از لحاظ اقتصادی برنامه‌ریزی دقیقی انجام شود.

کتابنامه

۱. بهرام‌سلطانی، ک. (۱۳۷۱). مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی. تهران: مرکز مطالعات تحقیقات و معماری ایران.
۲. بیدر ان. آر، و هیگینز، ک. (۱۳۸۱). برنامه‌ریزی محیطی و توسعه زمین؛ راهنمایی برای برنامه‌ریزی و طراحی محلی پایدار. ترجمه حسین بحرینی و کیوان کریمی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۳. ربیعی، ح. ا.، ضیائی، پ.، و محمدی، ع. (۱۳۸۴). کشف و بازیابی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر اصفهان به کمک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. *ویژه نامه جغرافیایی*، (۴)، ۱۹-۳۲.
۴. رسولی، ع. (۱۳۸۷). *مبانی سنجش از دور کاربردی با تأکید بر پردازش تصاویر ماهواره‌ای*. تبریز: انتشارات دانشگاه تبریز.
۵. رسولی، ع.، زرین‌بال، م.، و شفیع، م. (۱۳۸۸). کاربرد تصاویر ماهواره‌ای با هدف تشخیص تغییرات کاربری اراضی و ارزیابی تأثیرات محیط زیستی. *پژوهش‌های آبخیزداری*، ۲۱(۸۲)، ۱-۱۱.
۶. شمس، م.، و حجتی‌ملایی، پ. (۱۳۸۸). توسعه فیزیکی و تأثیر آن بر تغییرات کاربری شهر ملایر در دوره زمانی ۱۳۶۵-۱۳۸۵. *فصلنامه جغرافیایی آمایش*، (۷)، ۷۵-۹۱.
۷. عبداللهی، م. (۱۳۸۲). *مدیریت بحران در نواحی شهری*. تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور.
۸. عزیزقلاتی، س.، رنگرن، ک.، تقی‌زاده، ا.، و احمدی، ش. (۱۳۹۳). مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل Lcm؛ منطقه مورد مطالعه: کوهمره سرخی استان فارس. *علمی پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۲۲(۴)، ۵۸۵-۵۹۶.
۹. فیضی‌زاده، ب.، جعفری، ف.، و نظم‌فر، ح. (۱۳۸۷). کاربرد داده‌های سنجش از دور در آشکارسازی تغییرات کاربری‌های اراضی شهری (مطالعه موردی فضای سبز شهر تبریز). *هنرهای زیبا*، (۳۴)، ۱۷-۲۴.
۱۰. قربانی، م.، مهرابی، ع.، ثروتی، م.، و نظری‌سامانی، ع. (۱۳۸۹). بررسی تغییرات جمعیتی و اثرگذاری‌های آن بر تغییرات کاربری اراضی (منطقه مورد مطالعه: بالا طالقان). *منابع طبیعی*، ۶۳(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 توسعه شهری گرگان. *محیط‌شناسی*، (۵۴)، ۸۹-۹۶.
۱۲. کرم، ا.، حجه‌فروش‌نیا، ش.، و حکیمی، ح. (۱۳۸۹). مدل‌سازی فضایی گسترش شهری با استفاده از روش رگرسیون لجستیک. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۴(۱۷)، ۴۱-۶۴.
۱۳. محمدزاده، ر. (۱۳۸۶). بررسی اثرات زیست‌محیطی توسعه فیزیکی شتابان شهرها با تأکید بر شهرهای تهران و تبریز. *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای*، (۹)، ۹۵-۱۱۲.
۱۴. المدرسی‌الحسینی، س. ع.، کرمی، ج.، و روشن‌بخش، س. (۱۳۹۳). مدل‌سازی توسعه شهری همدان با استفاده از روش رگرسیون لجستیک سال‌های ۲۰۰۳-۲۰۰۹. در *مجموعه مقالات نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS ایران) در آمایش سرزمین*، به‌همت سیدعلی المدرسی، ص. ۱۲-۴۲۳.

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.