

تعیین اراضی مناسب توسعه شهری با بهره‌گیری از مدل‌های چندمعیاره در شمال ایران

صدیقه لطفی^{۱*}، معصومه مهدیان بهنمیری^۲، علی مهدی^۳

- ۱- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
- ۲- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران
- ۳- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

دریافت: ۹۱/۸/۲۱ پذیرش: ۹۲/۲/۱۸

چکیده

امروزه، موضوع مکان‌یابی توسعه آتی شهر مورد توجه برنامه‌ریزان شهری قرار گرفته است. در سال‌های اخیر، تغییر شدید کاربری اراضی شهری بر اثر رشد بی‌برنامه شهرها با توجه به موقعیت مناسب و ارزش بالای زمین به علت حاصل خیزی برای فعالیت‌های کشاورزی باعث شده است تا تعیین اراضی مناسب در محدوده‌های شهری از دغدغه‌های پژوهشگران و متولیان امور شهری باشد. بنابراین، هدف مقاله حاضر مشخص کردن اراضی مناسب توسعه شهری برای گسترش آتی است. روش‌شناسی این مقاله بر تلفیقی از تحلیل سلسله‌مراتبی و تصمیم‌گیری چندمعیاره در GIS استوار است؛ به‌طوری که در تلفیق نقشه‌های موضوعی از راهبرد ترکیب خطی وزنی^۱ - که از راهبردهای ارزیابی چندمعیاره مبتنی بر (AHP)^۲ به‌شمار می‌رود - استفاده شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد از کل مساحت محدوده مورد مطالعه، ۵۸/۰۵ درصد اراضی محدوده در گروه زمین‌های با تناسب زیاد و بسیار زیاد برای توسعه شهری قرار دارند که اغلب در قسمت جنوب‌شرقی و جنوب شهرستان واقع شده‌اند. همچنین، ۱۲/۳۳ درصد از اراضی تناسب متوسطی دارند و بقیه اراضی یعنی ۲۹/۶۲ درصد تناسب کم و بسیار کمی برای توسعه شهری دارند.

واژه‌های کلیدی: مدل چندمعیاره، توسعه کالبدی، GIS، ترکیب خطی وزنی.



۱- طرح مسئله

امروزه، رشد جمعیت و افزایش درجه شهرنشینی که از مهم‌ترین جنبه‌های تغییر جهانی است (Xu Et al., 2007: 597)، مقدمه رشد و توسعه گسترده شهرها را فراهم آورده (Qadeer, 2004: 1) و در کاربری و پوشش زمین تغییرات وسیعی، از مقیاس محلی تا جهانی، ایجاد کرده است (Jun Yu & Nam Ng, 2007: 96). در این میان، کشورهای درحال توسعه در افزایش جمعیت و سطح اشغال کره خاکی سهم زیادی دارند؛ به‌طوری که جمعیت آن‌ها در ۱۵ سال آینده (۲۰۲۵م) به ۴/۴ میلیارد نفر خواهد رسید (مهدی، ۱۳۹۰: ۲۱). این فرایند «باعث توسعه غیر قابل کنترل نواحی شهری و خلق سکونتگاه‌های جدید» (Ortega Et al., 2011: 2) خواهد شد. شهرنشینی کنونی در بسیاری از این کشورها، متناسب با زیرساخت‌های شهری نبوده و در اغلب موارد مکان‌یابی نامناسب رشد و توسعه شهری، باعث شده تا توسعه فیزیکی شهرها لجام‌گسیخته و بدون توجه به عوامل طبیعی، بوم‌شناختی و انسانی اتفاق افتد و شهرها را با مسائل و معضلات خاصی روبه‌رو کند (کرم و محمدی، ۱۳۸۸: ۶۰). بنابراین، در توسعه فیزیکی شهری مکان‌یابی مناسب و اصولی از اهمیت بسیاری برخوردار است (Merlin, 2000: 235) و در صورت بی‌توجهی به آن، ترکیب فیزیکی مناسبی از فضاهای شهری نخواهیم داشت و در نتیجه، نظام‌های شهری با مشکلات بی‌شماری مواجه خواهند شد (زنگی‌آبادی، ۱۳۷۱: ۵).

شهرستان بابل‌سر در ایران با دارا بودن جاذبه‌های طبیعی، گردشگری و دانشگاهی، از قطب‌های جاذب جمعیت در استان مازندران است که طی سال‌های اخیر، به‌علت رشد جمعیت و ورود مهاجران و گردشگران، بسیار رشد کرده است. این روند به ساخت‌وسازهای گسترده و بی‌برنامه در ساختار فضایی شهر و گسترش آن در نوار ساحلی و زمین‌های کشاورزی اطراف منجر شده است. همچنین، با توجه به قرار گرفتن این شهرستان در منطقه شمال کشور که دارای محدودیت‌هایی در توسعه شهری (دریا، رودخانه، اراضی و باغ‌های حاصل‌خیز) است، گسترش کالبدی را با مشکلاتی روبه‌رو می‌کند. ازاین‌رو، در آینده نیز در صورت عدم به‌کارگیری یک راهبرد معین در تعیین جهات گسترش مطلوب، نه‌تنها در بسیاری از زمین‌های مرغوب کشاورزی موجود در این منطقه ساخت‌وساز شهری انجام خواهد شد؛ بلکه مدیریت

شهری در ایجاد تسهیلات زیربنایی و عرضه خدمات عمومی مورد نیاز شهروندان در این شهرستان با مشکل مواجه خواهد شد. این امر لزوم هدایت آگاهانه و سازمان‌دهی اساسی و طراحی فضایی (برنامه‌ریزی) مناسب را دوچندان کرده است. از این‌رو، در پژوهش حاضر با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ و نرم‌افزار ادریسی^۲ به‌عنوان یک ابزار مکمل در مطالعات میدانی، به تعیین اراضی مناسب توسعه شهری شهرستان بابلسر پرداخته‌ایم.

۲- اهداف تحقیق

تمام پژوهش‌ها، به‌ویژه تحقیقات در علومی مانند برنامه‌ریزی شهری - که با آینده شهر و گروه عظیمی از افراد سروکار دارند - اهداف کوتاه یا بلندمدتی دارند که درنهایت به بهبود وضعیت شهر و ارتقای کیفیت زندگی شهروندان می‌انجامد. پژوهش حاضر نیز درصدد ارائه مدلی کارآمد برای مکان‌یابی و تعیین اراضی مناسب توسعه شهری جهت گسترش آتی با الهام از رویکرد غالب توسعه پایدار شهرستان بابلسر است. همچنین، مطالعه پارامترهای مختلف وضعیت موجود شهرستان بابلسر و شناخت ویژگی‌های اصلی آن در ارتباط با موضوع پژوهش از اهداف فرعی این تحقیق است.

۳- سؤال‌های پژوهش

- در این پژوهش، نگارندگان در پی پاسخ به این سؤال‌ها هستند:
- مهم‌ترین عوامل محدودکننده توسعه شهری شهرستان بابلسر چیست؟
 - جهات بهینه توسعه آتی شهرستان کدام است و تحت تأثیر چه عواملی است؟

۴- رویکرد و الگوی تحلیلی پژوهش

رویکرد غالب در پژوهش حاضر، نگرشی ترکیبی از مطالعات اسنادی و ابزاری است که با عنایت به مفاهیم آرمان بلند توسعه پایدار جهت بهره‌گیری مناسب و حفظ اصولی منابع طبیعی و نیز استفاده بهینه از تمام ظرفیت‌های شهر انجام شده و درنهایت، هدفی جز بهبود و تعالی کیفیت زندگی شهروندان آن ندارد. یکی از مهم‌ترین محورهای مورد بحث در الگوی توسعه

1. Geography Information System (GIS)

2. IDRISI



پایدار- که برگ زرینی از دورنمای توسعه شهری و زندگی اجتماعی جهان متمدن امروزی است- مفاهیمی مانند برابری، اقتصاد سالم، اشتغال، شهر سالم و محیط زیست سالم است که در نگاهی سیستماتیک، می‌توانند یادآور عینی مفهوم کیفیت زندگی شهری باشند. براساس این، مطالعات بیشتر درباره موضوعات مهمی مانند شناخت مستعدترین جهات توسعه شهری اهمیتی دوچندان دارد که در نگاهی بلندمدت و با توجه به ضوابط و معیارهای مطالعاتی در آن، می‌تواند ضمن صیانت از مواهب طبیعی، از رشد بی‌برنامه شهر نیز جلوگیری کند. در این صورت، ضمن رعایت یکی از اصول اساسی توسعه پایدار، می‌توان به توسعه شهری مناسب و علمی شهر نیز دست یافت.

۵- مبانی نظری تحقیق

۵-۱- روش ارزیابی چندمعیاره^۱

ارزیابی چندمعیاره روشی عمومی برای ارزیابی و جمع‌بندی بسیاری از معیارهاست. در این روش، از تجزیه و تحلیل کامپیوتری در سامانه اطلاعات جغرافیایی و یا همان GIS استفاده می‌شود. GIS یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری است و استفاده از آن بر نقشه‌سازی مطلوبیت و تخصیص منابع استوار است. به دلیل استفاده از معیارهای متنوع در تخصیص منابع، ابزارهای GIS قابلیت بالایی دارند و می‌توانند معیارهای متفاوت را به صورت لایه‌های جغرافیایی متنوع نمایش دهند. افزون بر آن، ادغام لایه‌ها به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

۱- Boolean Combination

۲- Weighted Linear Combination

۳- Ordered Weighted Averaging (ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸: ۲۶۲).

معیارها و عوامل مؤثر در تعیین مکان مناسب جهت توسعه کالبدی در روش MCE در دو دسته: محدودیت‌ها و فاکتورها جای می‌گیرند. محدودیت‌ها شامل آن دسته از معیارهای بولی هستند که تحلیل را برای مناطق خاص جغرافیایی محدود می‌کنند. فاکتورها معیارهایی هستند که درجات مطلوبیت را برای تمام مناطق جغرافیایی تعریف می‌کنند. این معیارها مناطق را

به صورت اعداد پیوسته مطلوب نشان می‌دهند. امتیاز فاکتور در محاسبه مطلوبیت کلی هر موضوع ممکن است زیاد (امتیاز بالا) و یا کم (امتیاز کم) باشد.

۵-۲- ارزیابی چندمعیاری به روش ترکیب خطی وزن دار^۱

از رایج‌ترین روش‌های مورد استفاده در ترکیب داده‌ها، ترکیب خطی وزن دار WLC است. این فرایند ترکیب نه تنها امکان حفظ متغیرها به صورت فاکتورهای پیوسته را فراهم می‌کند؛ بلکه امکان جبران فاکتورها را با هم امکان‌پذیر می‌سازد. مطلوبیت پایین در یک فاکتور برای یک موقعیت ممکن است با مطلوبیت بالای فاکتور دیگر جبران شود. از آنجایی که پارامترها اهمیت و نقش مشابهی در مکان‌یابی ندارند، یکی از راه‌های مقایسه اهمیت و تأثیرگذاری عوامل، محاسبه وزن اهمیت عوامل به عنوان معیاری برای مقایسه آن‌هاست. در محاسبه اهمیت (وزن) هر عامل نسبت به عوامل دیگر، از روش مقایسه جفتی مبتنی بر نظر کارشناسان مرتبط استفاده شده است. در این تحقیق، برای ارزیابی اوزان و وزن‌دهی عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری چندمعیاره از روش بردار ویژه ساعتی^۲ یا تحلیل سلسله‌مراتبی (سنایی و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۱۹؛ Radiarta Et al., 2008: 130) استفاده شده است. برای تحلیل فضایی و ارزیابی چندمعیاری هم نرم‌افزار ادریسی و قالب رستری به کار گرفته شده است.

۵-۳- معیارها و ضوابط توسعه فیزیکی شهر (با تأکید بر شهرستان بابلسر)

با توجه به مطالب بیان‌شده و تحلیل‌های مربوط به پیدایش شهر و برنامه‌ریزی کالبدی، به منظور توسعه و رشد شهری و تأمین نیازمندی‌های شهری، کالبدی، اقتصادی، اجتماعی و... معیارهای زیر محورهای اصلی پیشنهادی در مقوله توسعه فیزیکی شهرها هستند:

- تأمین موازین ایمنی، بهداشت، رفاه و محیط سالم، حق انتخاب و قابلیت تحرک و انعطاف کالبدی شهر؛

- بهبود کیفیت ساختمانی و در نتیجه بهبود سیمای شهر؛

- قابلیت تطبیق کالبد شهری با نیازهای آتی؛

- تنظیم برنامه صحیح برای مراحل مختلف توسعه شهری؛

1. WLC

2. Thomas L. Saaty



- امکان حداکثر استفاده از خصوصیات طبیعی با تهیه طرح‌ها؛
- تهیه برنامه برای شناسایی و حفاظت از آثار باستانی؛
- پیش‌بینی ایجاد تسهیلات در سیاست دولت در تجدید توسعه (هوشیار، ۱۳۸۱: ۳۰).

۵-۴- نظریه‌های توسعه شهری

توسعه شهری عبارت است از گسترش هماهنگ و متعادل سطح اختصاص داده‌شده به ساختمان‌های مسکونی در یک شهر با سطوح مورد نیاز سایر کاربری‌ها و همچنین اختصاص این سطح به تأسیسات، امکانات و تجهیزات مورد نیاز و در سطحی استاندارد و قابل قبول. به عبارت دیگر، در توسعه شهری باید از یک‌سو به برابری و تعادل بین کیفیت و کمیت آنچه که احداث می‌شود و از سوی دیگر به تعداد و اندازه جمعیت شهرنشین که در این مناطق جا می‌گیرند، اهمیت داده شود (مشهدی‌زاده دهقانی، ۱۳۸۵: ۴۲۳). با توجه به اینکه پدیده توسعه شهری یکی از عوامل اصلی تغییر کاربری زمین است (Wu Et al., 2006: 322)، در برنامه‌ریزی شهری باید توجه داشت که در این مسیر، تعیین میزان و سهم مشارکت‌های اقتصادی-اجتماعی در فضاهای شهری، استفاده از منابع لازم برای تحقق فرایند توسعه شهری و شناسایی و طراحی درآمدهای پایدار می‌تواند پشتوانه‌ای جهت تحقق برنامه‌های فضایی-کالبدی و تکمیل‌کننده این فرایند باشد (عندلیب، ۱۳۸۸: ۸۶). در جدول شماره یک برخی از مهم‌ترین نظریه‌ها درباره توسعه شهری آمده است.

جدول ۱ نظریه‌های مختلف درباره توسعه شهری

ردیف	نظریه	نظریه پرداز	نتایج
۱	رفتار انسانی	استوارت چپین	لازم است فرایند تکامل اجتماعی انسان را به دقت مطالعه کنیم تا از خطوط اصلی آن‌ها برای تعیین آینده- که به صورت برنامه‌ریزی‌های شهری عرضه می‌شوند- کمک بگیریم.
۲	اقتصادی	رولند آرتل، ویلیام گریسن، ایرالوری، فردریک آلفرد وبر، والتر ایزارد و لودون وینگو	شهرها محصول تکامل اقتصادی جوامع از مرحله شبانی به کشاورزی هستند. با تکامل کشاورزی و ظهور صنعتگران، بر توسعه کالبدی آن‌ها افزوده شد.
۳	تأثیر وسایل نقلیه و خطوط ارتباطی	البرت گوتنبرگ، والتر هرسن، ولن و ورکیز	وسایل ارتباطی نقش ویژه‌ای داشته و چه‌بسا در موارد زیادی تعیین‌کننده بوده‌اند.

ادامه جدول ۱

۴	شهرهای نامتمرکز	کوبین لینچ	بر پراکندگی موزون و هماهنگ جمعیت در محدوده جغرافیایی شهر و ناحیه تأکید می‌کند و با غلظت تمرکز جمعیت در شهرها موافقتی ندارد.
۵	کنش متقابل انسان‌ها	ملوین وبر	شهر را یک «نظام متحرک در عمل» می‌داند. این پویایی نتیجه و اثر وابستگی و ارتباطات گروه‌ها، شرکت‌ها، سازمان‌ها و مؤسسه‌های گوناگون اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و افراد و اعضای جوامع با یکدیگر است.
۶	رشد پیوندی	فرید	استفاده از اراضی پیرامون شهر برای جمعیت اضافی شهر و مهاجران.
۷	توسعه پایدار شهری	برانت لند	توسعه‌ای که نیازهای نسل کنونی را برآورده می‌کند، بدون اینکه به توانایی نسل‌های آینده برای تأمین نیازهای خود آسیبی رساند.
۸	توسعه شهری بر مبنای نظریه کاستلز	کاستلز	دو عامل افزایش میزان رشد طبیعی جمعیت چه در شهر چه در روستا، مهاجرت از روستا به شهر، شهرنشینی وابسته، فروپاشی ساخت‌های روستایی که باعث گسترش ناموزون بافت کالبدی و ساخت خانه‌های غیراستاندارد می‌شود، بر توسعه شهر مؤثر است.
۹	گسترش کالبد شهری در خاورمیانه	وینسنت فرانسیس کاستلو	مراکز قدیمی، حومه‌های ثروتمند شهری که اغلب براساس ضوابط برنامه‌ریزی بنا شده‌اند و محله‌های حومه فقیرنشین مهاجران که بدون برنامه و بر اثر بورس‌بازی‌های زمین و گسترش بی‌برنامه کالبدی شکل گرفته‌اند.
۱۰	سرمایه‌داری بهره‌بری	هانس بویک	بنیان اقتصادی شهرهای مشرق‌زمین از درآمدها و ثروت‌هایی بهره‌مند می‌شد که در حوزه‌های روستایی پیرامون آن‌ها تولید می‌شود. نقش‌های شهری چیزی جز روساخت نبوده و موجودیت آن‌ها اساساً ناشی از حوزه نفوذ آن‌هاست.
۱۱	دولت و شهرنشینی	محمدتقی رهنمایی	نهادهای دولتی تقریباً به صورت یک‌طرفه هم توسعه اقتصادی و هم توسعه کالبدی منطقه را برنامه‌ریزی و هدایت می‌کرد و به مطالبات مردم نیز فقط در چارچوب پذیرش قواعدی که نهادها خود وضع کرده‌اند، توجه می‌کرد.

(منبع: واحدیان بیکی، ۱۳۸۹: ۳۸-۴۵)



۶- پیشینه پژوهش

در بسیاری از منابع، گسترش فیزیکی شهرها فرایندی پویا و مداوم تعریف شده است که طی آن «محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهاى کالبدی آن در جهات عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابد.» (زنگی‌آبادی، ۱۳۷۱: ۵). در صورت رشد لجام‌گسیخته، نبود نگرش سیستمی و بی‌توجهی به قوت‌ها و ضعف‌های پتانسیل‌های طبیعی و انسانی شهر، به‌ویژه در زمینه مکان‌یابی صحیح توسعه آتی شهر، خطرهای مضاعفی دام‌گیر شهر و شهروندان خواهد شد. مکان‌یابی مناسب توسعه شهری، بهینه‌گزینی جهات گسترش و نحوه آن برای جواب‌گویی به نیازهای فعلی و پیش‌بینی نیازهای جمعیت آینده را (سلیمانی‌مقدم، ۱۳۸۵: ۲؛ قرخلو و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۰؛ Lotfi Et al., 2011: 333) سالیان پیش لانهارد^۱ و وان تونن^۲ در زمینه شناخت عوامل مؤثر بر استقرار فضایی فعالیت‌های گوناگون شهری انجام دادند (عابدین‌درکوش، ۱۳۸۵: ۸۰). در این مطالعات، پارامترهای مختلف در ارتباط با یکدیگر مطالعه می‌شوند (Zhao, 2010: 246) و در پژوهش‌های اخیر نیز محققان بسیاری از آن‌ها استفاده کرده‌اند؛ از جمله کرم و محمدی (۱۳۸۸) در تحقیقی با روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، به مطالعه تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر کرج از طریق ۹ فاکتور و معیار طبیعی (شیب، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از شبکه زهکشی، لرزه‌خیزی، عمق آب زیرزمینی، پوشش کاربری زمین و نوع لندفرم) پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد صرف‌نظر از اراضی کشاورزی، حدود ۳۱ درصد مساحت محدوده تناسب زیاد و بسیار زیادی برای توسعه فیزیکی دارد که در بخش‌های جنوبی و غربی محدوده قرار دارند. حدود ۵۰۰ هکتار از بافت شهری نیز در زمین‌های با تناسب کم و بسیار کم در حاشیه پایکوه‌ها و شیب‌های تند توسعه یافته‌اند.

1. Lanhard
2. Von Tonen

گفتنی است که AHP روشی برای حل مشکلات تصمیم چندمعیاری است (Tolga, 90: 2005) که در آن ارزش‌ها برای مجموعه‌ای از اهداف به صورت دوجه دو مقایسه می‌شوند (Yu, 2002: 1970). سویونگ پارک^۱ (2011) و همکاران در تحقیقی با عنوان «کاربرد شاخص‌های تناسب اراضی برای پیش‌بینی و مقایسه رشد شهری با استفاده از GIS و RS» در کشور کره جنوبی، به مقایسه شاخص‌های مناسب زمین برای توسعه شهری پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از روش‌های رگرسیون لجستیک^۳ (RL) و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) اراضی مناسب توسعه شهری را بررسی کردند و از لایه‌های مختلف اجتماعی، سیاسی، توپوگرافی و جغرافیایی برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی مانند ارتفاع، شیب، فاصله از جاده و مناطق شهری استفاده کردند. پارک و همکاران به این نتیجه دست یافتند که در کره جنوبی روش‌های AHP و RL به ترتیب نقشه‌های مشابهی برای شاخص تناسب اراضی^۴ (LSI) تولید می‌کنند (Park Et al., 104: 2011).

لیو و همکاران (2010) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی آثار زیست‌محیطی برنامه‌ریزی استفاده از زمین در شهر وهان^۵» براساس تحلیل تناسب اکولوژیکی، تأثیر مستقیم الگوهای استفاده از زمین‌های منطقه‌ای و کیفیت محیط زیست منطقه‌ای را با استفاده از تصویرهای ماهواره‌ای، مدل ارتفاعی رقومی، شیب و سایر پارامترهای زیست‌محیطی برای تعیین مناسبیت توسعه صنعتی زمین‌های شهری براساس تحلیل هم‌پوشانی در محیط Arc GIS بررسی کردند و با تعیین سه کلاس نسبتاً مناسب، مناسب و نامناسب، توسعه اکولوژیک محور شهر وهان را مشخص کردند (Liu Et al., 2010: 185).

یوسف و همکارانش (2011) نیز در کشور مصر با استفاده از روش‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی و با مدل AHP اقدام به شناسایی و رتبه‌بندی

1. S. Park

2. Remote Sensing

3. Logistic Regression

4. land suitability index

5. Wuhan



مکان‌های مختلف برای توسعه شهری، صنعتی و توریستی کردند. آن‌ها برای انجام این کار به شاخص‌های مختلف زمین‌شناسی، زیست‌محیطی و غیره توجه کردند و در نهایت، به این نتیجه دست یافتند که این مناطق برای توسعه شهری با مشکلات متعدد جغرافیایی و زیست‌محیطی روبه‌رو است.

به‌طور کلی، از سال ۱۹۵۰م، ارزیابی تناسب زمین در فرایندهای ارزیابی زمین در چند کشور اروپایی مورد استفاده قرار گرفت. امروزه، تنوع اطلاعات و پیچیدگی تحلیل هم‌زمان اطلاعات موضوعی و مکانی، سبب شده تا در مطالعات مکان‌یابی از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شود «که متشکل از سخت‌افزار، نرم‌افزار، داده و کاربرهاست و نیز دارای قابلیت گردآوری، ذخیره، بازیابی، تجزیه و تحلیل و نمایش گرافیکی داده‌های جغرافیایی است.» (Church, 2002: 541). بنابراین، یکی از امکانات موجود برای حل این مشکل، استفاده از روش‌های ارزیابی چندمعیاره همراه با سیستم اطلاعات جغرافیایی است (Store & Antikainen, 2010: 153) که پتانسیل زیادی را برای کاهش هزینه و افزایش دقت در تصمیم‌گیری‌های فضایی دارد (حبیبی و کوهساری، ۱۳۸۶: ۵).

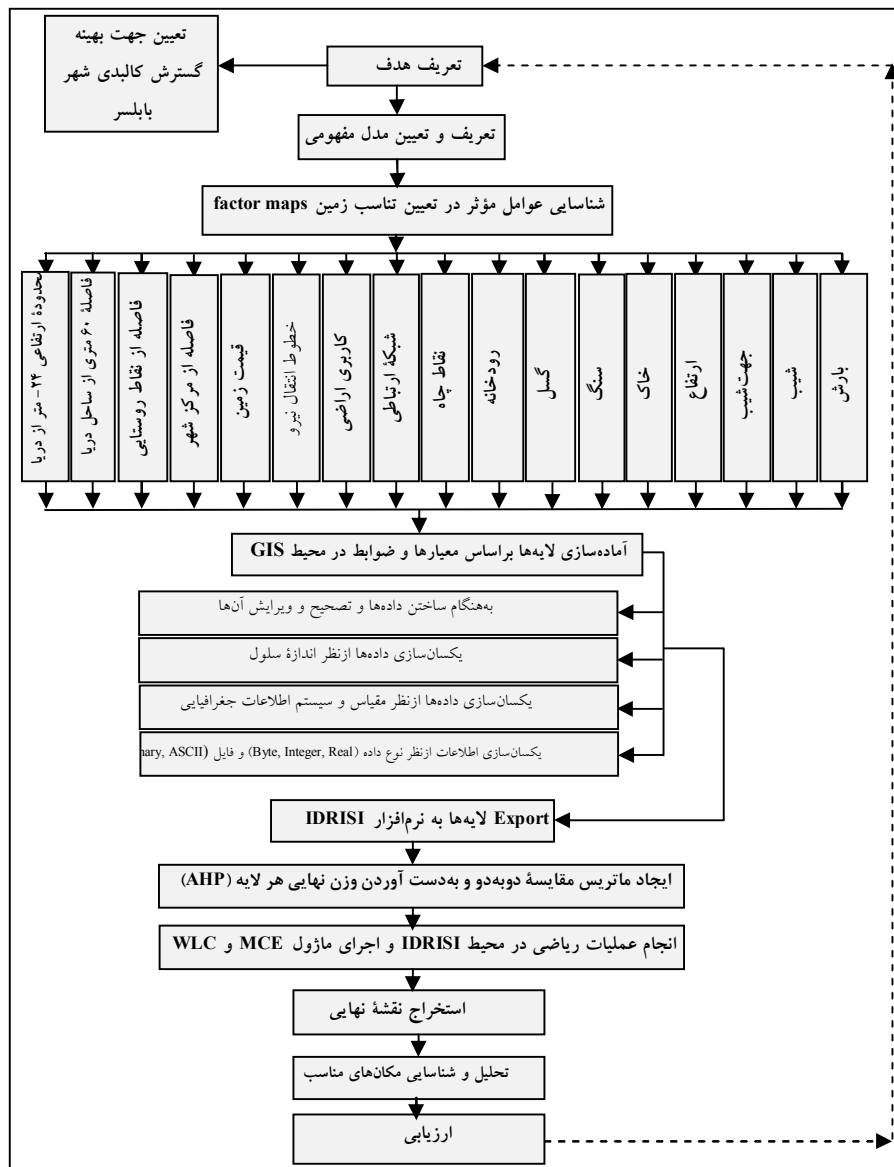
یکی از مهم‌ترین موضوعاتی که باید یادآوری شود، توجه مدیران و برنامه‌ریزان مختلف شهری به ابعاد مختلف توسعه پایدار به‌عنوان الگوی غالب برنامه‌ریزی و مطالعات شهری است که در صورت توجه و اهتمام علمی و عملی به آن، می‌تواند راهگشای بسیاری از مسائل در برنامه‌ریزی مناسب و اصولی برای شهر، ازجمله تعیین جهت توسعه آتی شهر با استفاده از ظرفیت‌های طبیعی و انسانی باشد. این مهم (توسعه پایدار) با توجه به اینکه در سه قلمروی محیطی، اقتصادی و اجتماعی دارای مفاهیم عمیقی است، ارتباط تنگاتنگی با توسعه شهری بر مبنای شناخت دقیق وضع موجود و آینده‌نگری توسعه آتی شهر براساس نگرش واقع‌بینانه دارد. بنابراین، الزام دست‌اندرکاران مطالعات شهری به آرمان‌های بلند توسعه پایدار شهری که به دنبال ایجاد مأمّن مناسب برای زندگی شهروندان است، گریزناپذیر می‌نماید. ازاین‌رو امروزه، آگاهی

از فرم فضایی، شکل و الگوهای گسترش کالبدی- فضایی شهر به منظور مکان یابی رشد و توسعه پایدار آتی آن از عوامل مهم تأثیرگذار در میزان موفقیت برنامه ریزان و مدیران شهری در برنامه ریزی های مختلف شهری است و به بهبود محیط های شهری برای پاسخ گویی به نیازهای حال و آینده شهروندان در جهت توسعه شهری پایدار کمک می کند. در این پژوهش به بررسی و مکان یابی مناسب توسعه شهری شهرستان بابلسر استان مازندران پرداخته ایم.

۷- روش و ابزارهای تحقیق

در این مطالعه روش تحقیق به لحاظ هدف، کاربردی است؛ به لحاظ میزان و درجه کنترل متغیرها، پژوهشی میدانی به شمار می آید و از لحاظ نحوه پردازش اطلاعات از نوع تحقیقات توصیفی- همبستگی است. در جمع آوری اطلاعات نیز از روش کتابخانه ای و پژوهش میدانی استفاده شده است. همچنین، برای دستیابی به اهداف پژوهش- تعیین اراضی مناسب توسعه شهری با بهره گیری از مدل های چندمعیاره در شمال ایران- نخست پارامترها و عوامل مؤثر برای تعیین تناسب زمین برای گسترش فیزیکی شهرستان در قالب پرسش نامه های باز و از طریق جمع بندی نظر کارشناسان و صاحب نظران رشته های مربوط به استان شناسایی شد؛ سپس اولویت طبقات نقشه های موضوعی تعیین شد. در فرایند مکان یابی، اطلاع از عامل یا عوامل مؤثر^۱ جهت تعیین مکان مناسب برای توسعه شهر اهمیت بسزایی دارد که در علم جغرافیا، نحوه گسترش و توزیع مکانی این اطلاعات در قالب نقشه های موضوعی ارائه می شود. روش های تصمیم گیری چندمعیاری شامل طیف وسیعی از تکنیک های ریاضی است که بسته به اهداف مطالعه، روش های مختلف آن مورد استفاده قرار می گیرد (کهنسال و رفیعی، ۱۳۸۷: ۹۳) که در این پژوهش از روش MCE با راهبرد WLC استفاده شد.

1. factor map

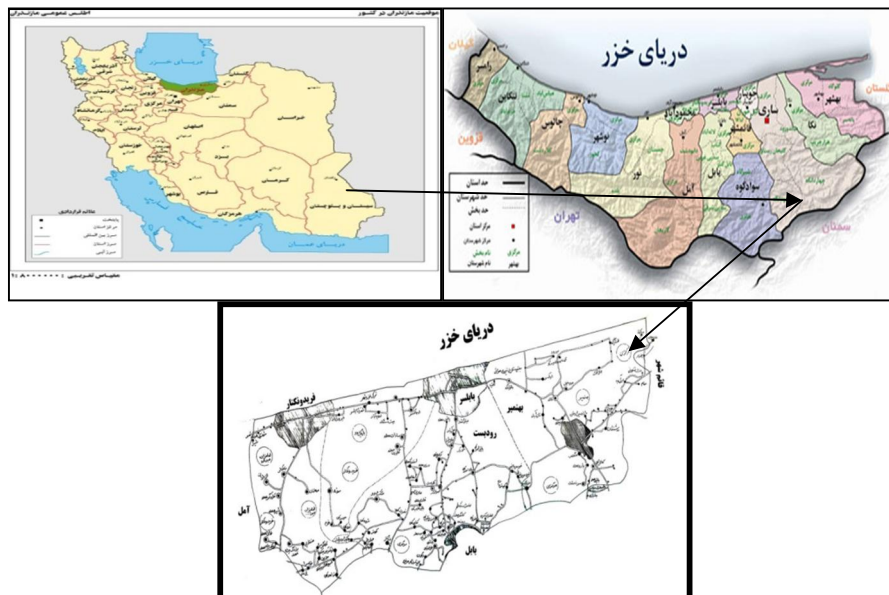


شکل ۱ روند انجام مراحل ارزیابی تناسب زمین جهت توسعه فیزیکی شهرستان بابلسر

(منبع: نگارندگان)

۸- معرفی منطقه مورد بررسی

شهرستان بابلسر با $345/72$ کیلومتر مربع مساحت و حدود $1/46$ درصد وسعت استان مازندران، رتبه سیزدهم را در میان شهرستان‌های استان به خود اختصاص داده است. این شهرستان از شمال به دریای خزر، از شرق به شهرستان جویبار، از جنوب به شهرستان بابل و قائم شهر و از غرب به شهرستان فریدونکنار و محمودآباد محدود است. براساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، این شهرستان دارای ۱۲۴,۳۲۳ نفر جمعیت است و از ۳ بخش، ۳ نقطه شهری و ۷ دهستان تشکیل شده است.



شکل ۲ نقشه موقعیت محدوده مورد مطالعه در سطح ملی و منطقه‌ای

۹- یافته‌های پژوهش

متغیرهای این پژوهش عبارت‌اند از: بارش، شیب، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا، خاک، سنگ، گسل، شبکه آب‌های سطحی (رودخانه‌ها)، آب‌های زیرزمینی (نقاط چاه)، فاصله از



مرکز شهر، فاصله از نقاط روستایی اطراف شهر، شبکه ارتباطی (جاده اصلی)، کاربری اراضی، خطوط انتقال نیرو، قیمت اراضی و فاصله از دریا. در این نوشتار، جهت تعیین اراضی مناسب توسعه شهر از نقشه‌های توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰ و ۱:۲۵۰/۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروی مسلح و نقشه منابع طبیعی و واحدهای اراضی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ شهرستان استفاده شده است. علاوه بر این نقشه‌های مبنایی، از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) برای تهیه نقشه شیب و جهت شیب و ارتفاع استفاده شده است. درباره جهت توسعه شهرستان بابلسر محدودیت‌های مختلفی وجود دارد که به منظور تعیین توسعه شهرستان، آن‌ها را به صورت لایه بولین درآوردیم (صفر و یک) تا بین مناطقی که می‌توان آن‌ها را برای توسعه فیزیکی شهرستان مطلوب نشان داد و مناطقی که در هیچ شرایطی مناطق مطلوب نخواهند بود، تفاوت قائل شویم. این محدودیت‌ها شامل فاصله ۱۵۰ متری از جاده، فاصله ۱۵۰ متری از شهر، فاصله ۱۵۰ متری از روستاهای پیرامونی، فاصله ۱۵۰ متری از رودهای اصلی، فاصله ۹۰ متری از خطوط فشارقوی برق، فاصله ۶۰ متری از ساحل دریا و محدوده ارتفاعی ۲۴- متر از دریا هستند. لایه محدودیت فقط دارای دو عدد صفر و یک است؛ به گونه‌ای که مناطق نامناسب، صفر و مناطق مناسب، یک خوانده می‌شوند که به شکل فرمول زیر در هم ضرب شد و لایه محدودیت کلی توسعه شهرستان به دست آمد:

$$\begin{aligned} \text{Urban} \quad \text{Physical} \quad \text{Expansion_Boolean} &= [\text{River_boolean1_rec}] * \\ &[\text{Electrik_buffer2_rec_boolean}] * [\text{Village_buffer_rec_boolean}] * \\ &[\text{Urban_boolean2_rec}] * [\text{Road_rec_boolean}] * [\text{Dem-24_rec_boolean}] * \\ &[\text{Sahel_rec_boolean}] \end{aligned}$$

برای اجرای فرمول WLC و تصمیم‌گیری و توان منطقه، وزنی برای لایه‌های مختلف تأثیرگذار در قالب روش AHP در محیط ادیسی در نظر گرفته شد که این وزن اهمیت نسبی هر یک از فاکتورها را در مقابل فاکتورهای دیگر نشان می‌دهد (جدول ۲).

جدول ۲ وزن دهی پارامترهای مؤثر در مکان گزینی بهینه شهرستان بابلسر به روش AHP

لایه های طبیعی									
-	بارش	شیب	جهت شیب	ارتفاع	خاک	سنگ	گسل	رودخانه	چاه
وزن	۰/۱۳۳۸	۰/۰۹۹۶	۰/۰۱۹۰	۰/۰۱۶۹	۰/۰۶۲۰	۰/۰۸۸۲	۰/۰۶۱۸	۰/۲۰۳۲	۰/۱۴۱۶
لایه های انسانی									
-	شهر	روستا	جاده	کاربری اراضی	خطوط انتقال نیرو	قیمت زمین			
وزن	۰/۰۲۶۳	۰/۰۲۵۹	۰/۰۱۹۸	۰/۰۴۷۸	۰/۰۲۰۵	۰/۰۳۳۶			

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۱)

براساس عوامل بالا و وزن هایشان، پانزده فاکتور به صورت لایه های فازی درآمدند و در محدوده ۰-۲۵۵ قرار گرفتند (جدول ۳)؛ به طوری که با افزایش عدد تا محدوده ۲۵۵، تناسب زمین افزایش می یابد.

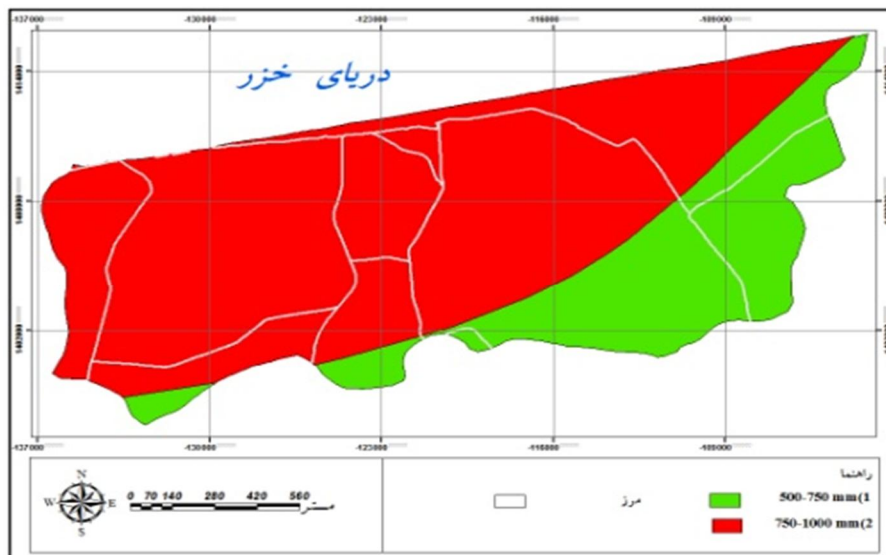
جدول ۳ طبقه بندی نهایی فاکتورهای مؤثر در تعیین مکان بهینه گسترش آتی شهرستان بابلسر و فازی سازی آنها

فاکتورهای مؤثر در مکان یابی (فازی سازی)					
ردیف	فاکتورها	طبقه بندی (reclass)		فازی سازی / پیوسته	
طبیعی	۱	بارش	۲ طبقه:	۱- ۵۰۰-۷۵۰ mm	اولویت دوم
				۲- ۷۵۰-۱۰۰۰ mm	اولویت اول
	۲	شیب	۳ طبقه:	۱- ۰ تا ۶ درصد	اولویت اول
				۲- ۶ تا ۹ درصد	اولویت دوم
				۳- بالاتر از ۹ درصد	اولویت سوم
	۳	جهت شیب	۵ طبقه:	۱- شمال	اولویت چهارم
				۲- شرق	اولویت سوم
				۳- جنوب	اولویت دوم
				۴- غرب	اولویت سوم
				۵- مسطح	اولویت اول
	۴	ارتفاع	۲ طبقه:	۱- ۰-۳۳	اولویت دوم
				۲- ۰-۲	اولویت اول
	۵	خاک	۴ طبقه: ۱- ضعیف، ۲- متوسط، ۳- بالا، ۴- بسیار بالا	فازی سازی از ۱ تا ۴	
	۶	سنگ	۲ طبقه: ۱- فاقد تناسب، ۲- تناسب متوسط	فازی سازی از ۱ تا ۲	
	۷	گسل	بدون طبقه بندی	مستقیماً به صورت صعودی فازی شد.	
	۸	شبکه آب های سطحی	بدون طبقه بندی	از فاصله ۱۵۰ متری فازی شد.	
	۹	آب های زیرزمینی	میانابایی (نقاط چاه) با دستور Kriging	از کمترین ارزش به بالاترین ارزش	

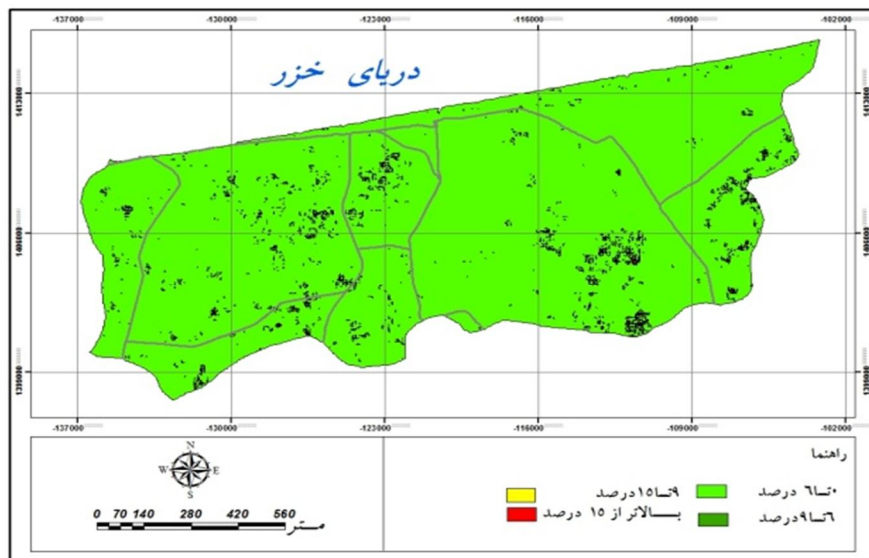
ادامه جدول ۳

انسانی	۱۰	فاصله از مرکز شهر	فاصله از شهر تا محدوده (مرز منطقه)	از فاصله ۱۵۰ متری محدوده شهر فازی شد.
	۱۱	فاصله از نقاط روستایی	فاصله از روستا تا محدوده (مرز منطقه)	از فاصله ۱۵۰ متری روستا فازی شد.
	۱۲	شبکه ارتباطی	فاصله از جاده تا محدوده (مرز منطقه)	از فاصله ۱۵۰ متری جاده فازی شد.
	۱۳	کاربری اراضی	۴ طبقه: ۱- سد- دریاچه، ۲- زراعت آبی/ درختی/ باغ، ۳- ساحل، ۴- شهری	فازی سازی ۱ تا ۴
	۱۴	خطوط انتقال نیرو	بدون طبقه بندی	از فاصله ۹۰ متری خطوط فشارقوی فازی شد.
	۱۵	قیمت زمین	۶ طبقه: ۱- سد- دریاچه، ۲- زراعی، ۳- روستا، ۴- جاده، ۵- خط ساحلی، ۶- شهر	فازی سازی ۱ تا ۶ به صورت نزولی فازی سازی شد.

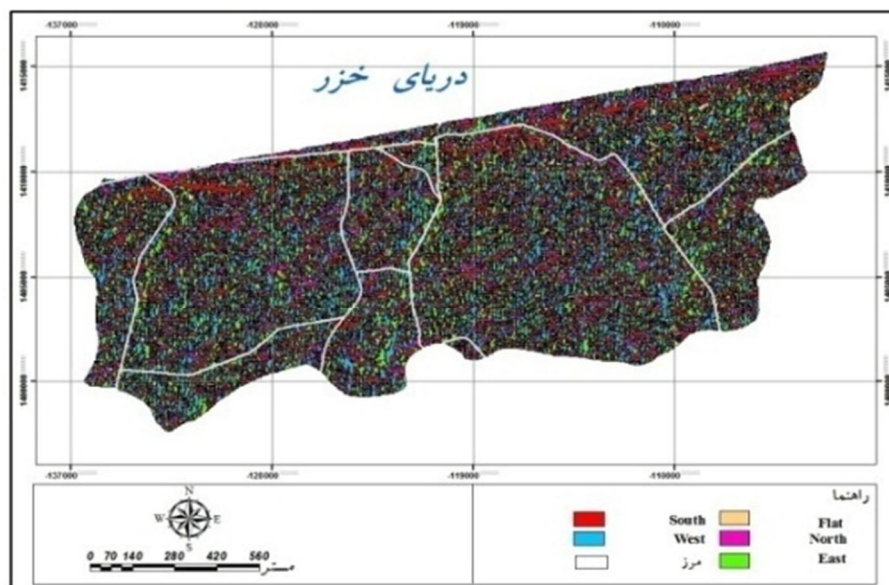
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۱)



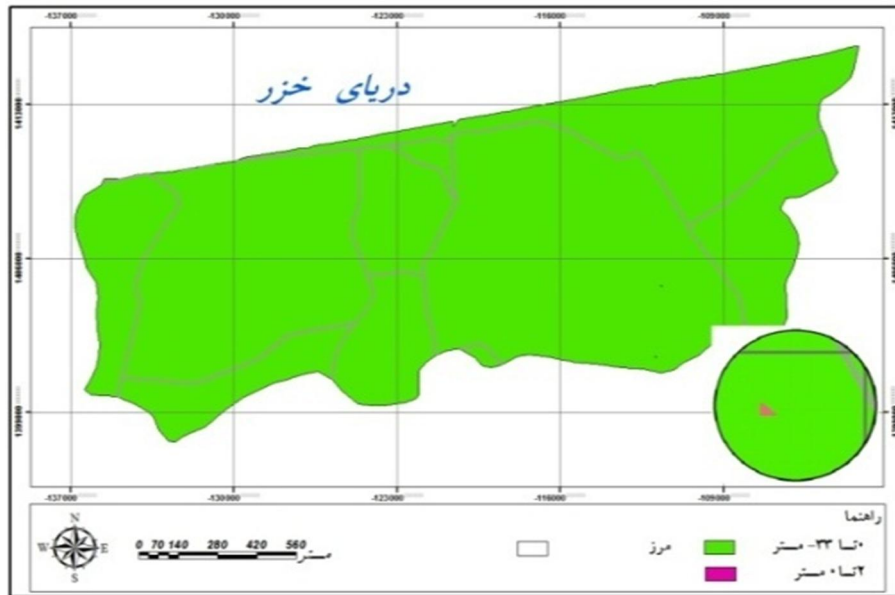
شکل ۳ نقشه خطوط همباران محدوده شهرستان بابلسر



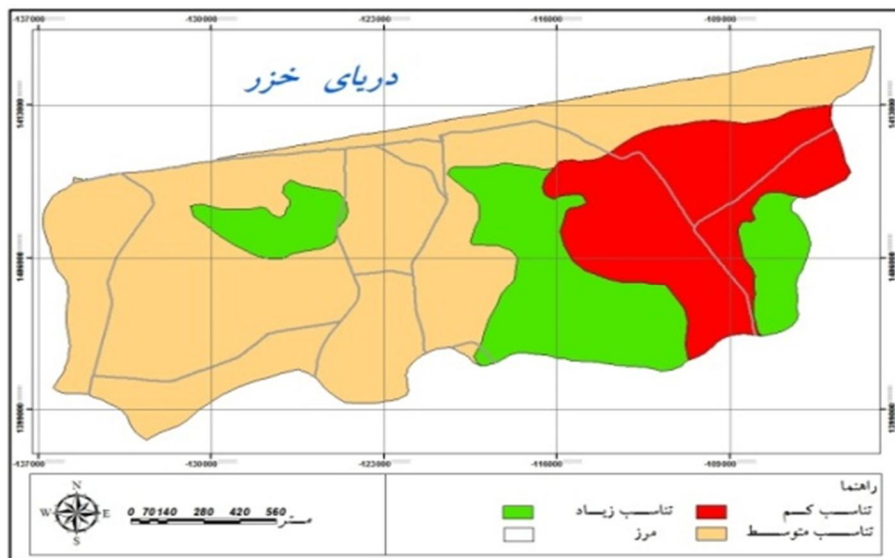
شکل ۴ نقشه طبقات شیب شهرستان بابلسر



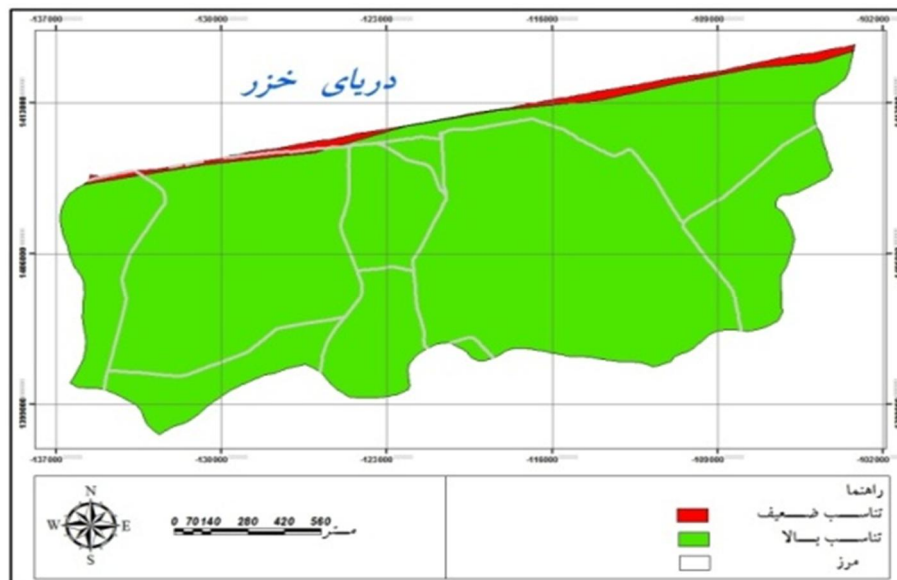
شکل ۵ نقشه طبقات جهت شیب محدوده شهرستان بابلسر



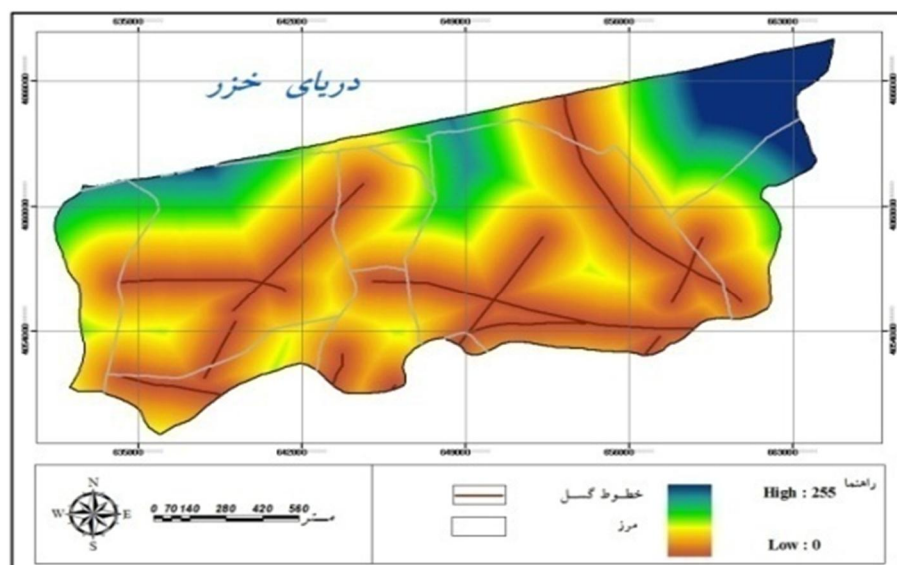
شکل ۶ نقشه طبقات ارتفاع محدوده شهرستان بابلسر



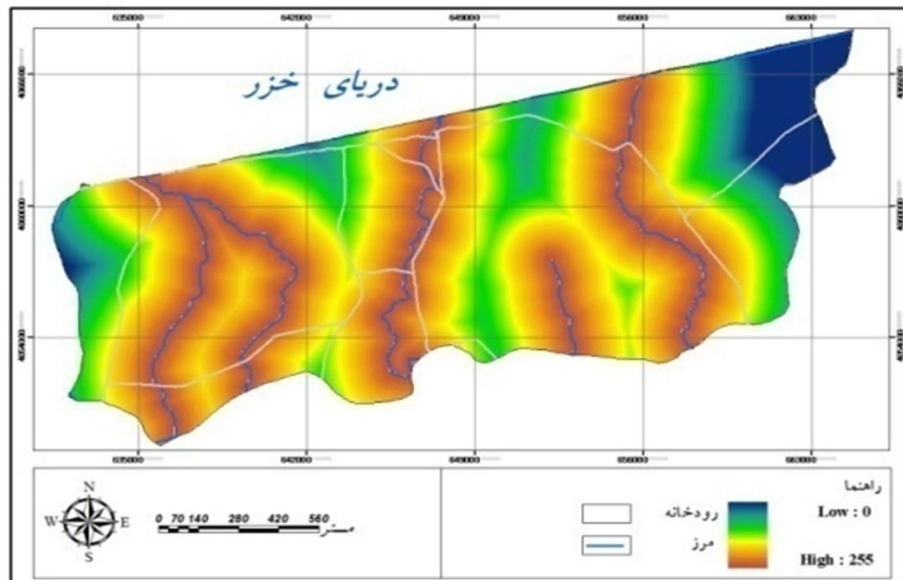
شکل ۷ نقشه طبقات خاک محدوده شهرستان بابلسر



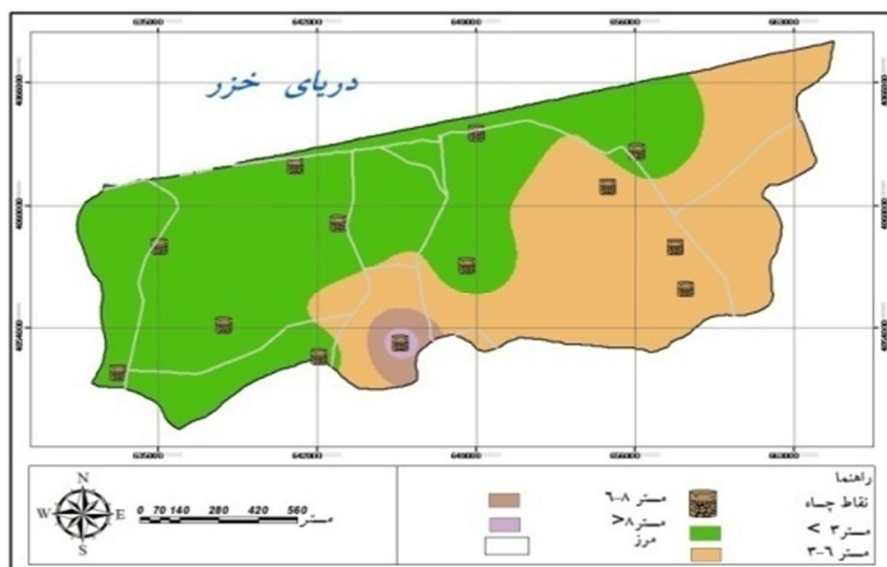
شکل ۸ نقشه طبقات سنگ محدوده شهرستان بابلسر



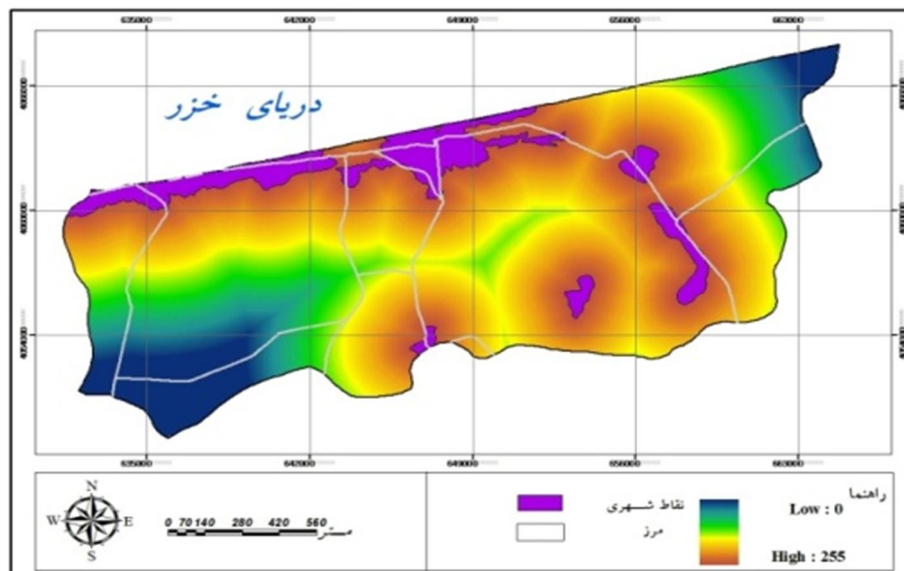
شکل ۹ نقشه فاصله از گسل شهرستان



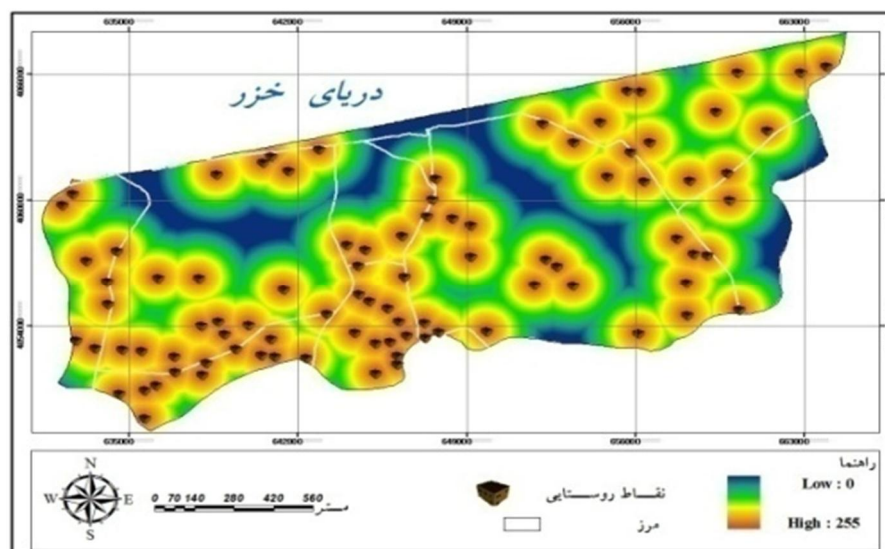
شکل ۱۰ نقشه فاصله از رودهای اصلی محدوده شهرستان



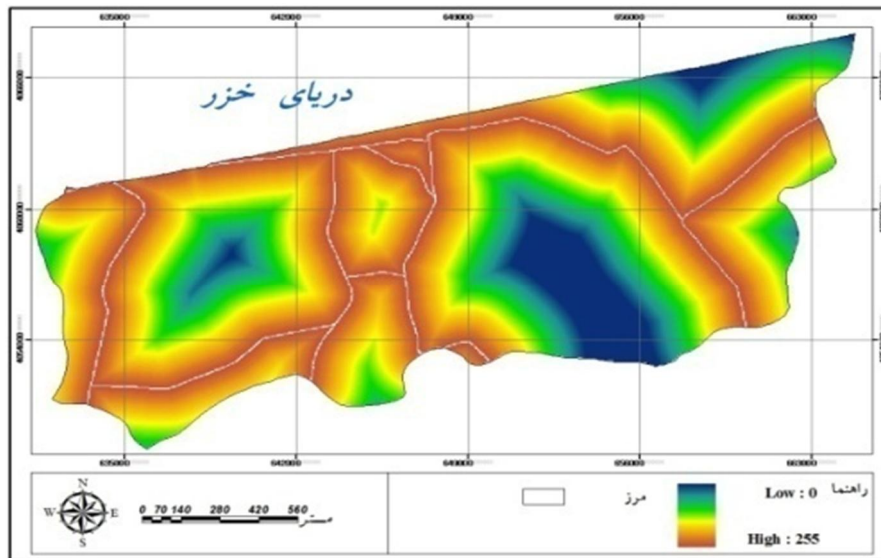
شکل ۱۱ نقشه میانمایی سطح ایستایی آب زیرزمینی



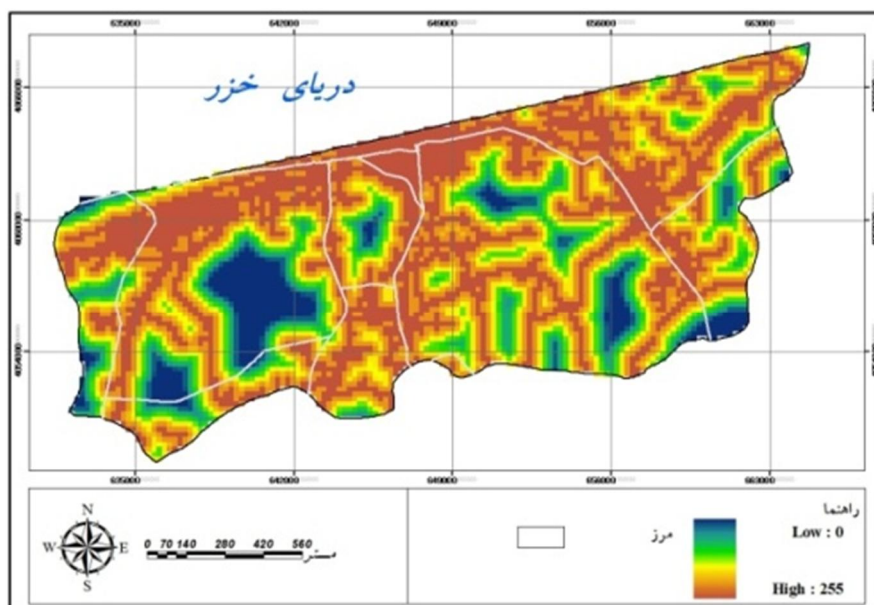
شکل ۱۲ نقشه فاصله از محدوده شهری موجود



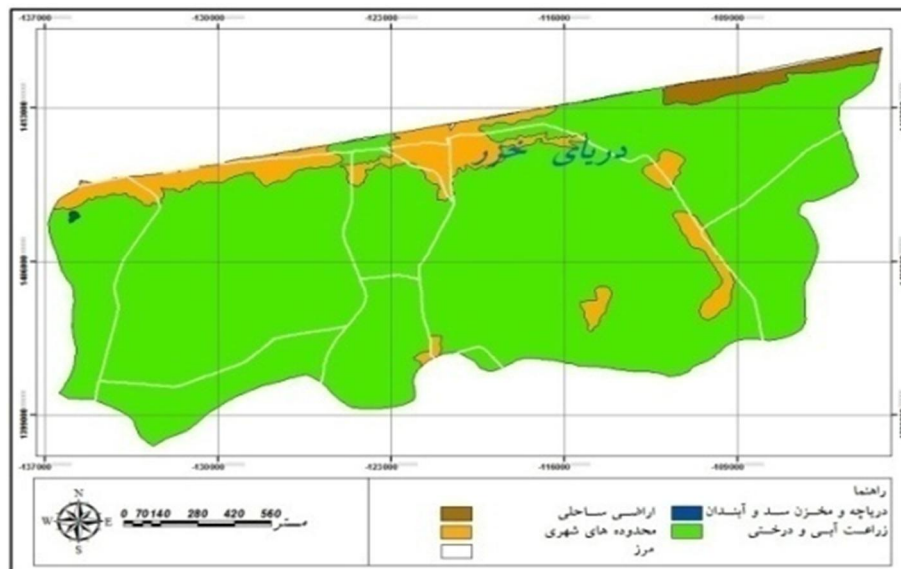
شکل ۱۳ نقشه فاصله از محدوده روستاهای موجود



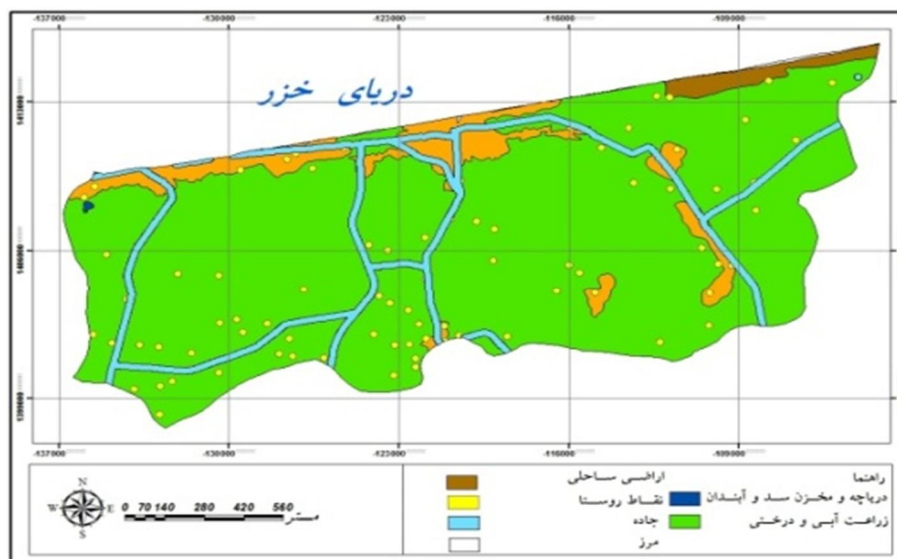
شکل ۱۴ نقشه فاصله از جاده‌های بین شهری



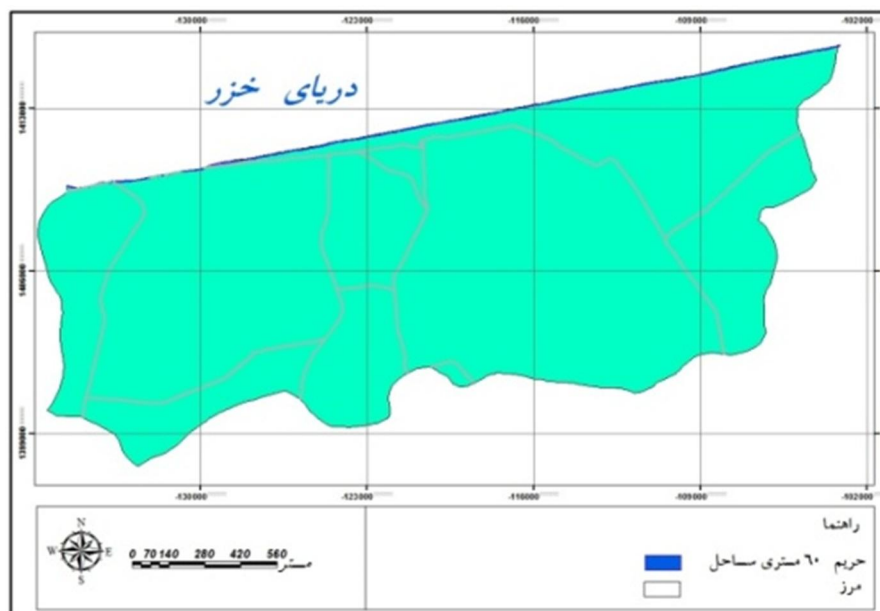
شکل ۱۵ نقشه فاصله از خطوط فشارقوی



شکل ۱۶ نقشه کاربردی اراضی شهرستان بابل



شکل ۱۷ نقشه طبقات قیمت اراضی



شکل ۱۸ نقشه حریم ۶۰ متری ساحل

برای تهیه نقشه فازی مناطق مستعد جهت توسعه فیزیکی شهرستان، لایه‌هایی که به صورت فازی درآمده بودند، در وزن خود ضرب شدند و نتیجه آن‌ها با هم جمع شد. فرمول این کار به این شرح است:

$$\text{Urban Physical Expansion} = (0/2032 * [\text{River_ Fuzzy}]) + (0/1416 * [\text{Well_ Fuzzy}]) + (0/1338 * [\text{Rainfall_ Fuzzy}]) + (0/0996 * [\text{Slop_ Fuzzy}]) + (0/0882 * [\text{Stone_ Fuzzy}]) + (0/0620 * [\text{Soil_ Fuzzy}]) + (0/0618 * [\text{Gosal_ Fuzzy}]) + (0/478 * [\text{Land use_ Fuzzy}]) + (0/0336 * [\text{Land_Prise_ Fuzzy}]) + (0/0263 * [\text{Urban_ Fuzzy}]) + (0/0259 * [\text{Village_ Fuzzy}]) + (0/0205 * [\text{electerik_ Fuzzy}]) + (0/0198 * [\text{Road_ Fuzzy}]) + (0/0190 * [\text{Aspect_ Fuzzy}]) + (0/0169 * [\text{Height_ Fuzzy}])$$

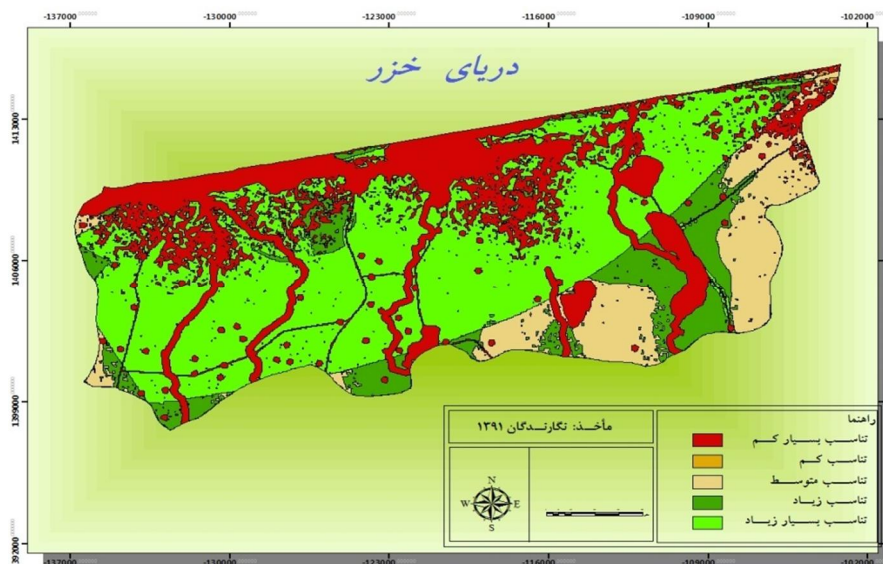
در مرحله آخر، طبق فرمول MCE، با ضرب دو نقشه فازی و بولین به دست آمده نقشه نهایی تناسب اراضی جهت توسعه و گسترش کالبدی شهرستان حاصل شد. هرچه اعداد

به دست آمده در نقشه نهایی که به صورت فازی طبقه بندی شده به عدد ۲۵۵ نزدیک تر باشد، نشان دهنده مطلوبیت بیشتر برای توسعه است و هرچه به صفر نزدیک شود، توانایی بسیار ضعیف منطقه را برای گسترش کالبدی آینده نشان می دهد. در این پژوهش، نقشه نهایی تناسب زمین جهت توسعه کالبدی شهرستان در محیط نرم افزار Arc GIS به پنج طبقه تقسیم شد که مساحت هر کدام به مترمربع در جدول شماره چهار آمده است (شکل ۱۹).

جدول ۴ مساحت و طبقات کلاس های نهایی برای جهات توسعه آتی شهرستان

ردیف	تناسب منطقه جهت توسعه کالبدی	مساحت به مترمربع	درصد
۱	بسیار ضعیف	۱۰۶۰۹۱۰۰۰	۲۹/۴۷
۲	ضعیف	۵۵۵۵۲۹	۰/۱۵
۳	متوسط	۴۴۳۸۹۶۰۰	۱۲/۳۳
۴	بالا	۳۹۲۲۵۶۰۰	۱۰/۹۰
۵	بسیار بالا	۱۶۹۷۳۹۰۱۰	۴۷/۱۵

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۱)



شکل ۱۹ طبقه بندی تناسب زمین برای توسعه کالبدی شهرستان



۱۰- بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر با هدف تعیین اراضی مناسب توسعه شهری شهرستان بابلسر و براساس آخرین اطلاعات موجود انجام شد. نقشه اولیه برونداد جهت مکان‌یابی نواحی مناسب برای توسعه کالبدی شهری در شهرستان بابلسر نقشه‌ای است تلفیقی با فرمت رستری که مقادیر آن ارزش‌هایی بین صفر تا ۲۵۵ دارد. مقادیر بالاتر (به سمت ۲۵۵) در این نقشه گویای تناسب بیشتر برای توسعه کالبدی و مقادیر کمتر (به سمت صفر) گویای زمین‌های با تناسب کمتر برای توسعه کالبدی است. با توجه به اینکه توسعه فیزیکی شهرها جزء ملزومات رشد شهری است و اگر توسعه فیزیکی در شهرها به‌طور بهینه مکان‌یابی نشود آثار منفی بسیاری را از نظر زیست‌محیطی و طبیعی و نیز از نظر عوامل انسانی برای شهر به‌بار می‌آورد؛ بنابراین لزوم توجه به توسعه فیزیکی و جهت‌یابی توسعه شهری امری ضروری است. شهرستان بابلسر که بر روی دلتای آبرفتی رودخانه‌های بابلرود و شازده و تالار استقرار دارد، از نظر شیب زمین، به علت موقعیت دلتایی و جلگه‌ای بستر شهرستان، با محدودیتی روبه‌رو نیست و عاری از سطوح پرشیب است. شایان ذکر است که رودخانه بابلرود، مسیل شازده و تالار مهم‌ترین عوامل طبیعی موجود در این شهرستان هستند. با این حال، با توجه به ویژگی‌های هیدرولوژیکی و فیزولوژیکی حوضه آبخیز این رودخانه‌ها در شهرستان ممکن است مسائل و مشکلاتی را برای شهرستان از نظر سیل‌گیری شهرهای موجود در آن به‌ویژه شهر بابلسر به‌وجود آورند. بنابراین، رعایت حد بستر و حریم آن‌ها ضروری است و هرگونه ساخت‌وسازی پیرامون آن مستلزم استعلام از وزارت نیرو و سازمان آب منطقه‌ای مازندران است.

دریای خزر که مهم‌ترین عامل طبیعی در شکل‌گیری شرایط جغرافیایی و اکولوژیکی شمال کشور است و در اقتصاد و معیشت ساکنان ناحیه خزر (به‌طور مستقیم و غیرمستقیم) و به تبع آن، در شکل‌گیری نقاط شهری و گسترش آن‌ها نقش برجسته‌ای دارد، سرتاسر حد شمالی ناحیه خزری را دربرمی‌گیرد؛ به‌گونه‌ای که ساختار کالبدی شهرستان بابلسر اغلب متأثر از مجاورت با این دریا بوده است. طی سال‌های گذشته، با پیشروی آب

دریا پاره‌ای مسائل و مشکلات برای مراکز جمعیتی و فعالیت‌های ساحلی ایجاد شده است. بنابراین، توجه به حریم دریا با توجه به تراز کنونی آن (۲۶/۵-) جهت گسترش درخور توجه است.

یکی دیگر از عوامل طبیعی که گسترش و نیز امکان استقرار خدمات شهری از قبیل گورستان و کشتارگاه را با محدودیت روبه‌رو می‌کند، اراضی پست و به نسبت گود جنوب غربی و جنوب شرقی شهرستان است. با توجه به موقعیت شهرستان در دلتای رودخانه بابلرود و نیز شیب زمین در آن- که از جنوب به شمال است- سطح آب زیرزمینی در گستره شهرستان و به ویژه اراضی پست آن بالاست. عمق ایستایی آب زیرزمینی در مناطق شمالی بابلسر حدود ۱/۵ تا ۲ متر و در مناطق جنوبی ۳/۵ تا ۵ متر است؛ در نتیجه در بسیاری از مناطق، شبکه جمع‌آوری فاضلاب در زیر سطح آب‌های زیرزمینی قرار خواهد گرفت. بنابراین، در بابلسر هرچه از دریا دور می‌شویم و به سمت جنوب پیش می‌رویم، سطح آب‌های زیرزمینی پایین‌تر می‌رود و تناسب زمین برای گسترش شهر مناسب‌تر می‌شود.

علاوه بر موارد یادشده، برخی از عوارض و عوامل مصنوعی از جمله اراضی کشاورزی، حریم‌های خطوط انتقال برق، شبکه ارتباطی، قیمت اراضی و... از عوامل محدودکننده رشد و گسترش شهرها هستند. زمین‌های کشاورزی اعم از باغات و مزارع و شالیزارها به علت داشتن نقش اساسی در معیشت و اقتصاد منطقه و پایداری شهرهای این شهرستان و نیز داشتن چشم‌انداز و سیمای اراضی پیرامونی شهرستان حائز اهمیت‌اند و حفظ و نگهداری آن‌ها موجب رشد و توسعه پایدار شهرها می‌شود. با توجه به اینکه شهرستان بابلسر در حصار زمین‌های کشاورزی با کشت آبی قرار گرفته است، هرگونه رشد و توسعه شهرها موجب تخریب این اراضی خواهد شد. از این‌رو، زمین‌های کشاورزی شهرستان یکی دیگر از عوامل محدودیت است که اصولاً شهرهای موجود در آن نمی‌توانند به طرف این مناطق توسعه پیدا کنند. همچنین، حریم‌های مربوط به خطوط فشارقوی در سطح شهرستان از محدودیت‌های دیگر است؛ به گونه‌ای که طبق مقررات



شهرسازی، توسعه شهر به سوی مناطقی که در حریم ۹۰ متری از این خطوط قرار گرفته‌اند، ممنوع است؛ زیرا واژگونی هریک از تیرک‌های خطوط فشارقوی و قطع و پارگی در این خطوط زیان‌ها و خسارت‌های جبران‌نشدنی برای شهرها به بار می‌آورد. به همین منظور، این حریم را بیشتر برای ایجاد فضای سبز در نظر می‌گیرند. همچنین، رعایت حریم ۱۵۰ متری از شبکه‌های ارتباطی بین‌شهری از دیگر مواردی است که مستلزم رعایت حریم‌های قانونی است که محدودیت‌هایی را برای ایجاد ساخت‌وساز و رشد و گسترش شهرها ایجاد می‌کند.

براساس یافته‌های تحقیق، از مجموع مساحت شهرستان بابلسر، حدود ۵۸/۰۵ درصد زمین‌ها در گروه زمین‌های با تناسب زیاد و بسیار زیاد برای توسعه کالبدی قرار دارند که بیشتر در قسمت جنوب شرقی و جنوب شهرستان واقع شده‌اند. همچنین، ۱۲/۳۳ درصد از زمین‌ها تناسب متوسطی دارند و بقیه زمین‌ها، یعنی ۲۹/۶۲ درصد تناسب کم و بسیار کمی برای توسعه شهری دارند.

سیستم اطلاعات جغرافیایی به دلیل قابلیت‌هایی که در گردآوری، ویرایش، تغییر و تحلیل حجم انبوهی از داده‌ها و اطلاعات مکانی و غیرمکانی دارد، ابزار بسیار مناسبی برای پشتیبانی در تحلیل‌ها و برنامه‌ریزی‌های فضایی است. کارکردهای بنیادین و پیشرفته این سیستم اجرای طیف وسیعی از عملیات آماری و ریاضی و الگوریتم‌های فضایی بر روی داده‌ها را امکان‌پذیر می‌کند. درباره تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی، علاوه بر روش ارزیابی چندمعیاره (MCE)، می‌توان از روش‌های فازی، تخصیص چندهدفی زمین و روش‌های متکی بر منطق بولی نیز یاری گرفت؛ ضمن اینکه می‌توان تعداد معیارهای ارزیابی را نیز متناسب با امکانات و محدودیت‌های پژوهش افزایش داد. این مجموعه روش‌شناسی‌ها در سایر عرصه‌های علوم زمین نیز کاربرد دارند و می‌توان از آن‌ها در برنامه‌ریزی روستایی، برنامه‌ریزی زیست‌محیطی، مکان‌یابی خدمات و تسهیلات و... نیز استفاده کرد.

۱۱- منابع

- حبیبی، کیومرث و محمدجواد کوهساری، «تهیه مدل یکپارچه به‌وسیله تلفیق روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) با GIS به‌منظور حل مسائل تصمیم‌گیری در شهرسازی (نمونه موردی: انتخاب سایت بهینه برای استقرار تجهیزات جدید شهری)» در همایش ژئوماتیک، تهران: سازمان نقشه‌برداری کل کشور، ۱۳۸۶، صص ۱-۱۲.
- زنگی‌آبادی، علی، تحلیل فضای الگوی توسعه فیزیکی شهر کرمان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۱.
- سلیمانی‌مقدم، هادی، بررسی تحولات کالبدی شهر مشهد برای تعیین جهات بهینه گسترش آتی آن با استفاده از RS و GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۸۵.
- سنایی، مریم، سید رشید فلاح شمسی و حامد فردوسی آسمانجردی، «ارزیابی چندمعیاره MCE زمین با دو راهبرد WLC و OWA در مکان‌یابی مناطق مناسب علوفه‌کاری (مطالعه موردی: زاخرد؛ فارس)»، مجله علمی- پژوهشی مرتع، س ۴، ش ۲، صص ۲۱۶-۲۲۷، ۱۳۸۹.
- عابدین درکوش، سعید، درآمدی بر اقتصاد شهری، چ ۷، تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۵.
- عندلیب، علیرضا و سید محمدعلی ثابت‌قدم، «نقش درآمدهای پایدار توسعه شهری در برنامه‌ریزی فضایی - کالبدی»، نشریه هویت شهر، س ۳، ش ۵، صص ۸۵-۹۸، ۱۳۸۸.
- قرخلو، مهدی، محمود داوودی، سیدمجدالدین زندوی و حسنعلی جرجانی، «مکان‌یابی مناطق بهینه توسعه فیزیکی شهر بابلسر برمبنای شاخص‌های طبیعی»، فصلنامه جغرافیا و توسعه، ش ۲۳، صص ۹۹-۱۲۲، ۱۳۹۰.
- کرم، امیر و اعظم محمدی، «ارزیابی و پهنه‌بندی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر کرج و اراضی پیرامونی برپایه فاکتورهای طبیعی و روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)»، فصلنامه جغرافیای طبیعی، س ۱، ش ۴، صص ۷۴-۵۹، ۱۳۸۸.



- کهنسال، محمدرضا و هادی رفیعی، «انتخاب و رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری بارانی و سنتی در استان خراسان رضوی»، مجله علوم و صنایع کشاورزی، ش ۲۲، صص ۹۱-۱۰۴، ۱۳۸۷.
- ماهینی، عبدالرسول و محمدرضا کامیاب، سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ادریسی، تهران: مهر مهدیس، ۱۳۸۸.
- مرکز آمار ایران، نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵، شهرستان بابلسر.
- مهدی‌زاده دهاقانی، ناصر، تحلیلی از ویژگی‌های برنامه‌ریزی شهری در ایران، چ ۶، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۵.
- مهدی، علی، بررسی و تحلیل سلامت زیست و دسترسی به شاخص‌های سلامت در مناطق حاشیه‌نشین؛ مورد مطالعاتی: محله شادقلی‌خان قم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، ۱۳۹۰.
- واحیدیان بیکی، لیلا، بررسی اثر رشد فیزیکی شهر تهران بر اراضی منطقه ۵، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۸۹.
- هوشیار، حسن، برنامه‌ریزی توسعه فیزیکی شهرهای میانه‌اندام مورد نمونه: مهاباد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تبریز: دانشگاه تبریز، ۱۳۸۱.
- Church, R.L., "Geographical Information Systems and Location Science", *Journal of Computers & Operations Research*, 29, Pp. 541-562, 2002.
- Jun Yu, X. & C. Nam Ng, "Spatial and Temporal Dynamics of Urban Sprawl Along Two Urban- Rural Transects: A Case Study of Guangzhou, China", *Journal of Landscape and Urban Planning*, 79, Pp. 96-109, 2007.
- Liu, J., J. Ye, W. Yang & S. Yu, "Environmental Impact Assessment of Land Use Planning in Wuhan City Based on Ecological Suitability

Analysis", *Journal of Procedia Environmental Sciences*, Pp. 185-191, 2010.

- Lotfi, S., A. Faraji, H. Hataminejad & A. Pourahmad, "A Study of Urban Quality of Life in a Developing Country", *Journal of Social Science*, 7 (2), Pp. 232-240, 2011.
- Merlin, P., *Methodes Quantitative and Space Urban*, Publisher University of Paris, 2000.
- Ortega- Alvarez, R. & I. Mac Gregot Fors, "Dusting-off the File: A Review of Knowledge on Urban Ornithology in Latin America", *Journal of Landscape and Urban Planning*, 101, Pp. 1-10, 2011.
- Park, S., S. Jeon, S. Kim & Ch. Choi, "Prediction and Comparison of Urban Growth by Land Suitability Index Mapping Using GIS and RS in South Korea", *Journal of Landscape and Urban Planning*, 99, Pp. 104-114, 2011.
- Qadeer, M.A., "Urbanization by Implosion", *Guest Editioal/ Habitate International*, 28, Pp. 1-12, 2004.
- Radiarta, I.N., S.I. Saitoh & A. Miyyazono, "GIS-based Multi-Criteria Evaluation Models for Identifying Suitable Sites for Japanese Scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) Aquaculture in Funka Bay, Southwestern Hokkaido, Japan", *Journal of Aquaculture*, 284, Pp. 127-135, 2008.
- Store, A. & H. Antikainen, "Using GIS-Based Multicriteria Evaluation and Path Optimization for Effective Forest Field Inventory", *Journal of Computers, Environment and Urban Systems*, 34, Pp. 153-161, 2010.



- Tolga, E., M.L. Demircan & C. Kahrama, "Operation System Seletion using Fuzzy Replacement Analysis and Analytic Hierarchy Process", *Production Economics*, No. 97, 2005.
- Xu, C., M. Liu, S. An, J.M. Chen & P. Yan, "Assessing the Impact of Urbanization on Regional Net Primary Productivity in Jiangyin County, China", *Journal of Environmental Management*, Pp. 597-606, 2007.
- Youssef, A., B. Pradhan & E. Tarabees, "Integrated Evaluation of Urban Development Suitability Based on Remote Sensing and GIS Techniques: Contribution from the Analytic Hierarchy Process", *Journal of Arab J Geosci*, 2011.
- Yu, Chain-Son, "A GP-AHP Method for Solving Group Decision-Making Fuzzy AHP Problems", *Computer & Operation Research*, 2002.
- Wu, Q., H.Q. Li, R.S. Wang, J. Paulussen, Y. He, M. Wang, B.H. Wang & Z. Wang, "Monitoring and Predicting Land Use Changein Beijing Using Remote Sensingand GIS", *Journal of Landscape and Urban Planning*, www.elsevier.com/locate/landurbplan, Pp. 322-333, 2006.
- Zhao, Y., S. Cui, J. Yang, W. Wang, A. Guo, Y. Liu & W. Liang, "Basic Public Health Services Delivered in an Urban Community:a Qualitative Study", *Journal of Public Helth*, Vol. 125, No. 1, Pp. 1-10, 2011.