

## ارزیابی توان اکولوژیکی توسعه شهری با استفاده از روش ANP و منطق فازی در GIS (مطالعه موردی: شهر جدید بهارستان، اصفهان)

انور امان‌اله پور\* - دانش آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران  
حسین نظم فر - دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران  
عطا غفاری گیلانده - دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۰۹

### چکیده

آنچه در فرآیند ارزیابی توان اکولوژیکی مدنظر قرار می‌گیرد، تاثیر متقابل منابع اکولوژیک پایدار و ناپایدار است که به صورت ویژگی‌های هر اکوسیستم خرد اثرات متقابل بر یکدیگر و محیط زیست می‌گذارند؛ لذا ذکر این نکته ضروری است که بهره‌مندی از طبیعت به گونه‌ای که کمترین زیان به محیط وارد شود و در کنار آن بهترین بهره‌وری برای انسان به دست آید، مدنظر است. به همین منظور با توجه به هدف اصلی در این تحقیق، شهر جدید بهارستان واقع در استان اصفهان، جهت ارزیابی توان اکولوژیکی به منظور توسعه شهری بر اساس اصول آمایش سرزمین، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد مطالعه قرار گرفت. بر این اساس ابتدا مطالعات پایه انجام و نقشه‌های موضوعی منطقه تهیه و سپس رقوم‌سازی شد. آنگاه مدل رقوم‌سازی ارتفاعی (DEM) با استفاده از نقشه توپوگرافی در محیط Arc GIS 10.2 تولید شد. سپس با همپوشانی و تلفیق نقشه‌های ارتفاع، شیب، جهت، انواع خاک، بافت خاک، عمق خاک، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، اقلیم و فاصله از گسل با روش‌های ANP و منطق فازی در محیط Arc GIS 10.2، نقشه توان اکولوژیکی توسعه شهری تهیه شد. نتایج کلی بیانگر آن است که کل محدوده توسعه با مساحتی حدود ۳۲۶۴/۰۶۸ هکتار در قسمت جنوب شرقی و شمالی بهارستان قرار دارد که با تدقیق این محدوده و در نظر نگرفتن محدوده‌هایی که در ارتباط با تأمین اراضی مناسب توسعه کارآیی ندارند، محدوده‌ای حدود ۲۸۰۰/۷۱۷ هکتار جهت برنامه‌ریزی توسعه‌ی آتی شهر بهارستان در نظر گرفته شده است.

واژه‌های کلیدی: توان اکولوژیکی، توسعه‌ی شهری، شهر جدید بهارستان، سامانه اطلاعات جغرافیایی

### نحوه استناد به مقاله:

امان‌اله‌پور، انور، نظم فر، حسین، غفاری‌گیلانده، عطا. (۱۳۹۸). ارزیابی توان اکولوژیکی توسعه شهری با استفاده از روش ANP و منطق فازی در GIS (مطالعه موردی: شهر جدید بهارستان، اصفهان). *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۴(۱)، ۷۴-۵۵. [http://jshsp.iaurasht.ac.ir/article\\_665122.html](http://jshsp.iaurasht.ac.ir/article_665122.html)

## مقدمه

ارزیابی توان اکولوژیک، سنجش موجودی و توان بالقوه سرزمین با ملاک‌ها و معیارهای مشخص و از پیش طرح‌ریزی شده است. این مطالعات به عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین در تمام نقاط جهان به کار گرفته می‌شود. این امر به دلیل ضرورت انتخاب و بهره‌برداری بهینه از پتانسیل اکولوژیک سرزمین در قالب مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت زیست محیطی به منظور حصول به اصل توسعه پایدار است (Adhami Mojarad, 1994). جوامع انسانی نمی‌تواند جدا از عوامل اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی زندگی کنند، بلکه جهت برخورداری از نیازهای اصلی‌شان به طبیعت، به‌ویژه محیط زیست نیز وابسته‌اند. جریان جمعیت در حواشی شهرناشی از مهاجرت از نواحی روستایی، به همراه رشد سریع جمعیت، توان اکولوژیک را مختل نموده است. این فرایند از توسعه پایدار اجتماعی-اقتصادی هر ناحیه جلوگیری می‌کند (Srivastava & Gupta, 2003: 78). اهمیت ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین تا به آنجا است که چنانچه سرزمین بالقوه فاقد توان اکولوژیک مناسب برای اجرای کاربری خاصی باشد (حتی در صورت نیاز اقتصادی - اجتماعی به وجود آن کاربری) اجرای آن طرح نه تنها سبب بهبود وضعیت زیست محیطی منطقه نمی‌گردد، بلکه تخریب بیشتر محیط را نیز به ارمغان خواهد آورد (Aurger, 2000: 11-20). ارزیابی توان اکولوژیک محیط عبارت است از برآورد سطح یا کلاس استفاده ممکن انسان از سرزمین برای کاربری‌های مختلف می‌باشد (Makhdoum et al., 2010: 289). مشکلاتی از قبیل سیل، فرسایش خاک، زمین لغزش، نابودی جنگل‌ها و مراتع، بیابانزایی، اقتصادی نبودن تولید در بخش کشاورزی، کاهش حاصلخیزی خاک‌ها، مسئله مهاجرت، بیابان منفی سفره‌های زیرزمینی، شورشدن منابع آب، خشک شدن چشمه‌ها و قنات‌های کهنسال و با ارزش، آلودگی محیط زیست، ریزگردها، بهم خوردن تعادل اکوسیستم‌های طبیعی و ده‌ها دشواری دیگر، همه و همه بطور مستقیم و یا غیرمستقیم در اثر عدم توجه به مسئله قابلیت اراضی و کاربری نامتناسب آن‌ها می‌باشد (Safi Gholi, 2002: 3). شناخت مشکلات و محدودیت‌های اراضی در یک منطقه و استفاده مناسب از آن‌ها براساس استعداد و توانایی که دارند می‌تواند در به حداقل رساندن تخریب و به حداکثر رساندن بهره‌برداری از آن اراضی مؤثر باشد (Ghaemyan, 2001: 87).

در سال‌های اخیر در ایران نیز ارزیابی توان اکولوژیک به مثابه یک ضرورت در برنامه‌ریزی استفاده از زمین (آمایش سرزمین) مطرح شده و این امر در برنامه‌های توسعه جمهوری اسلامی ایران تجلی یافته است (Ale sheikh et al., 2014: 2). برای دستیابی به آمایش سرزمین، روش ارزیابی توان اکولوژیک محیط زیست، چند عامله است و ارزیابی و طبقه‌بندی سرزمین با مقایسه بین ویژگی‌های اکولوژیک واحدهای زیست - محیطی و مدل‌های اکولوژیک ایران انجام می‌شود (Makhdoum, 1996: 83). از طرفی توسعه‌ی مناسب شهری نیز هنگامی محقق می‌شود که از سرزمین به تناسب پتانسیل‌ها و قابلیت‌های آن استفاده گردد؛ بنابراین شناسایی پتانسیل‌ها و قابلیت‌های سرزمین پیش از استقرار بر روی آن و بارگذاری کاربری‌ها و فعالیت‌های شهری بسیار حائز اهمیت است؛ در غیر این صورت توسعه شهرها به گونه‌ای صورت خواهد گرفت که محدودیت‌های طبیعی و اکولوژیک مانع از استمرار فعالیت‌ها شده و عملاً بسیاری از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده به هدر خواهد رفت (Pourjafar et al., 2013: 12). بنابراین مسأله اصلی و اساسی در ارزیابی توان اکولوژیک شهر جدید بهارستان، کاربرد معیارهای زیست محیطی در توسعه شهری آن، برای دستیابی به توسعه پایدار شهری و الگوی مناسب جهت توسعه آتی شهر جدید بهارستان اصفهان می‌باشد؛ در واقع هدف اصلی از این مطالعه، تعیین بهترین مکان مناسب برای توسعه شهری، شهر جدید بهارستان با روش منطق فازی است که کمترین آثار سوء را در حال حاضر و در آینده به دنبال داشته باشد.

ارزیابی توان اکولوژیک عبارت است از ارزش‌گذاری هریک از لکه‌های یکنواخت و همگن سرزمین برای انواع کاربری‌های مختلف (Sante-Riveira et al., 2008: 263). در واقع ارزیابی توان محیط زیست (چه توان اکولوژیک و چه اقتصادی و اجتماعی آن) عبارت است از برآورد استفاده ممکن انسان از سرزمین برای کاربری‌های کشاورزی، مرتع‌داری، جنگل‌داری، پارک‌داری، آبرزی پروری، امور نظامی و مهندسی و توسعه شهری، صنعتی و روستایی در چارچوب استفاده‌های کشاورزی، صنعت، خدمات و بازرگانی است (Makhdoum, 2006: 25). بنابراین می‌توان گفت توان اکولوژیک، توان بالقوه سرزمین در رابطه با قابلیت‌های اکولوژیک آن برای توسعه مناسب است. توان‌های محیطی، مجموعه داده‌های محیطی هستند که در بهره‌وری‌های اقتصادی انسان از محیط

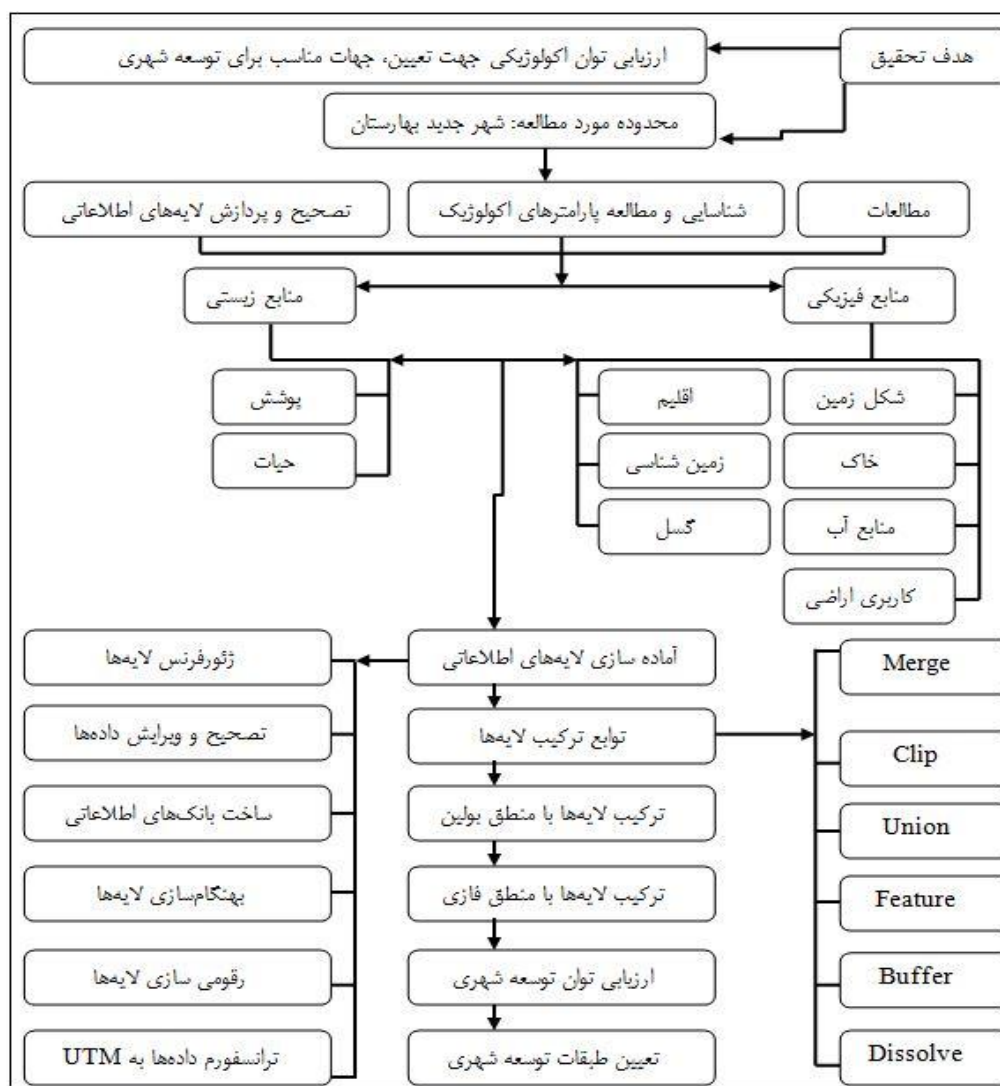
موثر بوده و در راستای فعالیت‌های اقتصادی انسان در محیط، کاربری داشته باشند (Noori, 2001: 1). بنابراین توانمندی‌های محیط طبیعی و انسانی، هم شامل توان وضع موجود و هم توان‌های نهفته منطقه می‌باشد، که این توان‌های نهفته وسعتی گسترده دارد که با شناخت و ارزیابی دقیق آن به راحتی می‌توان تصویر توسعه آینده را نمایان ساخت (Hosaeni Abri, 2001: 18). شهر جدید در نقاط مختلف جهان به اشکال گوناگونی مطرح شده و معانی متعددی را داراست؛ شهرهای جدید در نظام‌های اجتماعی - اقتصادی جهان و با توجه به تحولات نظریه‌ای بسیار دگرگون شده‌اند که هنوز تعریف جامعی برای شهرهای جدید ارائه نشده است، اما می‌توان تعاریف زیر را برای آن‌ها پذیرفت (Ziyari, 2010: 7):

- اجتماع‌های برنامه‌ریزی شده‌ای که در پاسخ به اهداف از پیش تعیین شده ایجاد می‌شوند.

- ایجاد شهر جدید عملی ارادی است که فرض را بر وجود یک منبع قدرت یا سازمانی می‌گذارد که تأمین کننده مکان و منابع برای توسعه شهر و اعمال کنترل مداوم بر آن است تا شهر به اندازه مطلوبی برسد.

اساساً از یک دیدگاه می‌توان گفت که شهرهای جدید در تمام ادوار از دوران باستان وجود داشته‌اند و تعداد آن‌ها طی دوره‌های رشد شدید شهری یا بازسازی، به دنبال جنگ‌ها یا در کشورهای مستعمره زیاد بوده است. با این همه تنها در آغاز قرن بیستم و نخست در بریتانیاست که شهر جدید به مفهوم امروزی آن زاده می‌شود (Mostafapour, 2006: 17).

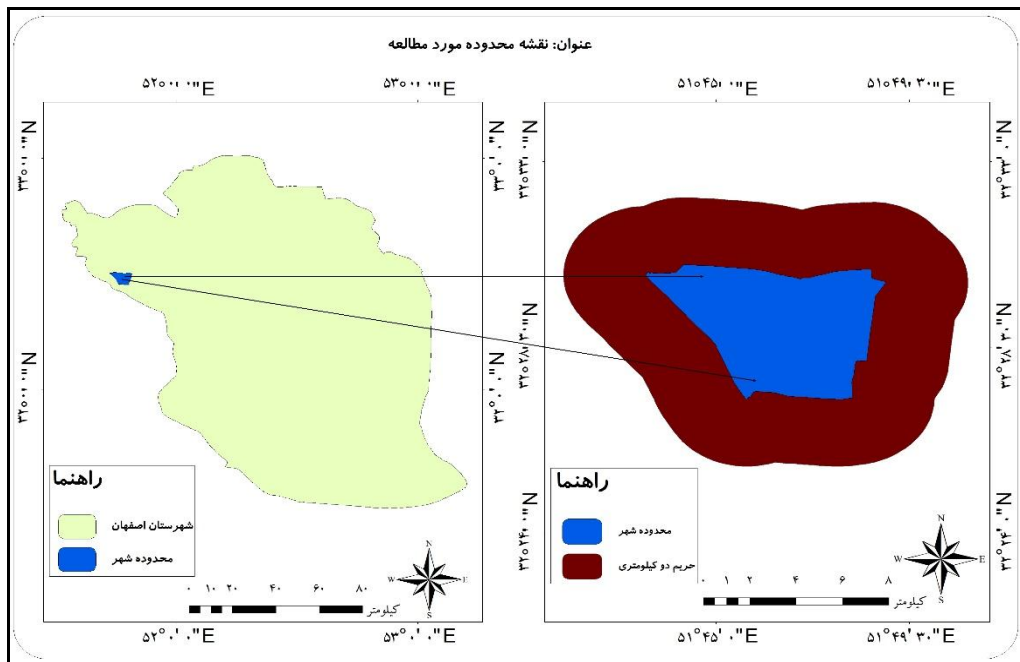
سانتا ریوبرا و همکاران (۲۰۰۸) بر این عقیده‌اند که توسعه پایدار در اغلب موارد بر موضوعاتی نظیر: استمرار یکپارچگی اکولوژیکی، تلفیق مراقبت‌های زیست‌محیطی با اهداف توسعه‌ای و اتخاذ یک رویکرد دراز مدت. مخدوم (۱۳۹۰) برنامه‌ریزی منطقه‌ای کاربری اراضی جهت رسیدن به توسعه پایدار را تنظیم رابطه بین انسان، سرزمین و فعالیت‌های انسان در سرزمین به منظور بهره‌برداری درخور و پایدار از جمیع امکانات انسانی و فایه سرزمین در جهت بهبود وضعیت مادی و معنوی اجتماع در طول زمان می‌داند. سودهیرا و همکاران (۲۰۰۴) بر این اعتقادند که مدل‌های پیش بینی و پیشرفت‌های روش شناختی در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی برای آنالیز منطقه‌ای و پیش بینی وضعیت محیط زیست مورد توجه هستند و تأکید دارند که این سامانه‌ها که مدل‌های پیش بینی ریاضی، پایگاه داده و اصول دانش را تلفیق می‌کنند، یکی از ابزارهای آینده‌نگری برای حل مشکلات محیط زیست منطقه‌ای می‌باشند. بنابراین اطلاعات کیفی باید در اصول علمی GIS ذخیره شده و برای مدل‌های پیش‌بینی استفاده شوند. از دیدگاه مک‌هارگ (۱۹۶۹)، فنون همپوشانی به عنوان یک روش پیشرو برای روش‌های کلاسیک همپوشانی در GIS شناخته می‌شود که در بسیاری از کاربردهای GIS شامل فنون آنالیز تناسب کاربری اراضی، همچون آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره و روش‌های هوش مصنوعی نقش اصلی را بازی می‌کند. همچنین فنون تجزیه و تحلیل تناسب کاربری اراضی با کمک GIS به میزان زیادی ساختار جامع فعالیت‌های برنامه‌ریزی شهری، منطقه‌ای و زیست محیطی را تشکیل داده است (Wolfslehner et al., 2005: 207). قرخلو و همکاران (۱۳۸۸) با ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه قزوین به منظور تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، نشان دادند که بهترین روش‌های ارزیابی، روش‌هایی هستند که عمل ارزیابی را با استفاده از مدل ارزیابی چندعامله و استفاده از عوامل موثر اکولوژیک، انجام می‌دهند؛ همچنین یادآور شدند که همواره بین محیط طبیعی و انتخاب بستر مناسب جهت توسعه شهر ارتباط معنا داری وجود دارد. از دیدگاه ضیایی و همکاران (۱۳۹۰) با ارزیابی توان اکولوژیکی و اولویت‌بندی پهنه‌های مستعد اکوتوریسم شهرستان مینودشت با بکارگیری GIS و با استفاده از مدل اکولوژیکی مربوطه، تحقیق پایداری زیست محیطی را یک اصل بنیادی در نظر گرفته‌اند و معتقدند که توسعه‌ها در جهاتی باشند که توان اکولوژیکی لازم توسعه را داشته باشند. از دیدگاه پورجعفر و همکاران (۱۳۹۱) در ارزیابی توان اکولوژیکی به منظور تعیین عرصه‌های مناسب توسعه در محدوده شهر جدید سهند با روش AHP، به این نکته اشاره نمودند که برای توسعه آتی شهر باید محدوده‌ها و عرض‌های نامناسب نادیده گرفته شوند؛ زیرا هزینه‌های زیرساختی را بالا می‌برند. حاتمی نژاد و همکاران (۱۳۹۲) با ارزیابی تناسب کاربری اراضی از طریق مدل توان اکولوژیک در استان اردبیل با هدف آمایش سرزمین با بهره‌گیری از GIS نشان داده که در عرصه‌های کشت زراعت دیم، کاربری وضع موجود مغایر با توان اکولوژیک می‌باشد.



شکل ۱. چهارچوب مفهومی تحقیق

## قلمرو جغرافیایی پژوهش

شهر جدید بهارستان در فاصله ۱۵ کیلومتری جنوب اصفهان و در محور شرقی جاده اصفهان - شیراز قرار گرفته است. از طرفی در دامنه کوه‌های لاشتر و رشته کوه‌های کم ارتفاع و زیبایی به نام میانکوه و از طرفی دیگر به دشت سرسبز زاینده رود با برخورداری از موقعیت جغرافیایی مناسب و جاذبه محیطی مطلوب به چشم‌اندازی زیبا قرار گرفته است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۷۰ متر و شیب زمین بین ۲ تا ۷ درصد است میزان بارندگی سالیانه با تقریب ۱۱۷ تا ۱۲۰ میلیمتر می‌رسد. طبیعت زیبای بهارستان شیب ملایم زمین و نزدیکی آن به اصفهان موجب شده که این شهر از شهرهای مشابه جلوتر و اراضی آن از نظر توسعه فیزیکی از امکانات مطلوبی برخوردار باشد. این شهر در وسعتی برابر ۳۰۰۰ هکتار برای احداث ۶۲۰۰۰ واحد مسکونی و اسکان ۳۲۰۰۰۰ نفر پیش بینی گردیده است در حالی که امکان افزایش جمعیت تا پانصد هزار نفر برای آن متصور است (Isfahan Governorate, 2017). بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان اصفهان در سال ۱۳۹۰، شهر بهارستان ۶۱۶۴۷ نفر جمعیت دارد (Statistical Center of Iran, 2012).



شکل ۲. محدوده مورد مطالعه

## روش پژوهش

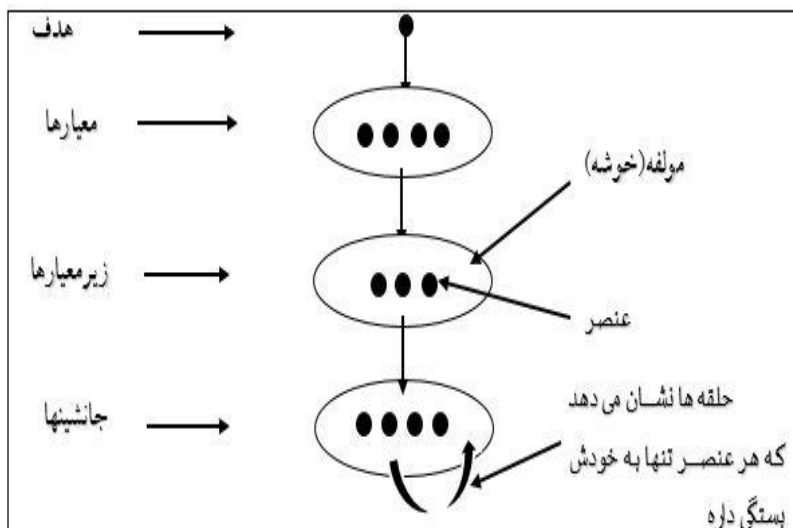
این تحقیق که از نوع کاربردی - توسعه‌ای است، با توجه به ماهیت مطالعات جغرافیایی روش تحقیق در این مقاله تحلیلی - توصیفی است. در واقع داده‌های خام که از طریق اسنادی و میدانی به دست آمده، همچنین اطلاعات مورد نیاز نیز از مرکز آمار ایران، شرکت عمران شهرهای جدید ایران، شرکت عمران شهرهای جدید بهارستان، سازمان مسکن و شهرسازی استان اصفهان، سازمان هواشناسی استان اصفهان، سازمان زمین شناسی استان اصفهان، استانداری استان اصفهان و موسسه آب و خاک و اداره کل حفاظت محیط زیست استان اصفهان تهیه شده (جدول ۱) و ضریب اهمیت هر یک از شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق با استفاده از روش ANP در نرم‌افزار Super Decisions محاسبه شده است (جدول ۲). در این تحقیق که بر اساس پارامترهای اکولوژیک حریم ۲ کیلومتری شهر بهارستان صورت گرفته، ابتدا پارامترهای اکولوژیک لازم برای ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری مطالعه و شناسایی گردید و سپس آماده سازی لایه‌های این پارامترها با عملیات ژئورفرنس، تصحیح و ویرایش، رقومی سازی، تعریف سیستم مختصات (UTM) و به هنگام سازی انجام گرفت. برای ساخت و طبقه‌بندی مجدد برخی از لایه‌های مورد نیاز تحقیق، نظیر نقشه شیب و جهات شیب و ... از لایه‌های DEM با دقت بالای پنج متر استفاده شد. از آنجا که مدل اکولوژیکی ایران برای اجرا به لایه‌های اطلاعاتی به صورت پلی‌گون نیاز دارد، بنابراین لایه‌های زمین شناسی، خاک و ... با عمل درونیابی به پلی‌گون تبدیل شده و طبقه بندی مجدد گردیده است. در نهایت با تلفیق و ترکیب یافته‌ها به کمک روش منطق منطبق فازی در نرم‌افزارهای Google Earth و Arc GIS 10.2 اقدام به تعیین جهات مناسب توسعه شهر جدید بهارستان شده است.

جدول ۱. داده‌های گردآوری شده به روش کتابخانه‌ای و میدانی در تحقیق

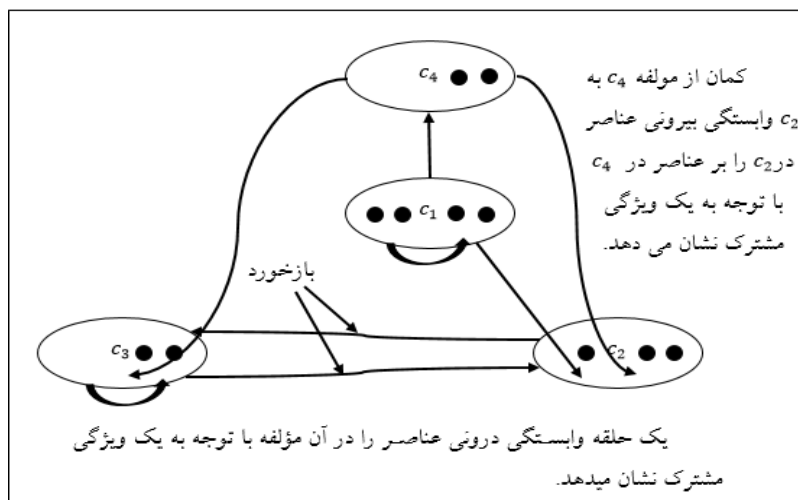
داده‌ها	منابع و سازمان‌ها	داده‌ها	منابع و سازمان‌ها
ارتفاع، شیب و جهت شیب	نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری و با استفاده از Google Earth	اقلیم	مهندسی مشاور بهارستان ۱۷/۵/۱۳۸۹
خاک	نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ منابع اراضی موسسات تحقیقات آب و خاک	خطوط گسل	مدیریت راهبردی توسعه شهر بهارستان ۱۳۸۹
پوشش گیاهی و کاربری اراضی	سازمان جنگل داری، مراتع و آبخیزداری استان اصفهان	زمین شناسی	پایگاه داده‌های علوم زمین کشور

### مدل تحلیل شبکه‌ای

در روش AHP، وابستگی‌ها باید به صورت خطی، از بالا به پایین و بالعکس باشد. چنان چه وابستگی دوطرفه بوده، یعنی وزن معیارها به وزن گزینه‌ها و وزن گزینه‌ها نیز به وزن معیارها وابسته باشد (شکل ۳)، اما در روش ANP، مسئله از حالت سلسله مراتبی خارج شده و تشکیل یک شبکه یا سیستم غیرخطی یا سیستم با بازخورد را می‌دهد (شکل ۴) که در این صورت برای محاسبه وزن عناصر نمی‌توان از قوانین و فرمول‌های سلسله مراتبی استفاده کرد. در این حالت برای محاسبه وزن عناصر باید از تئوری شبکه‌ها استفاده کرد (Ghodsipour, 2006).



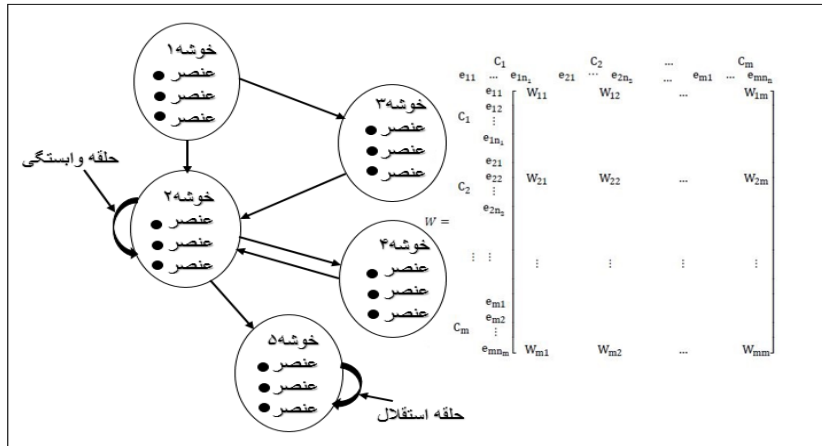
شکل ۳. ساختار سلسله مراتب خطی (Source: Zebrdast, 2002)



شکل ۴. ساختار شبکه‌ای (Source: Yuksel & Metin, 2007)

شبکه بازخوردی با مؤلفه‌های دارای وابستگی درونی و بیرونی در میان عناصرشان است که نگرش سوپر ماتریس که به طور مشهورتر به عنوان فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، شناخته می‌شود، تبدیل به یک ابزار جذاب برای درک بهتر مسئله تصمیم شده است؛ زیرا بر محدودیت‌های ساختارهای سلسله مراتبی غلبه می‌کند. چنین سیستم‌هایی می‌توانند به وسیله یک شبکه جهت‌دار (دیگرام) ارائه شود که در آن یک سطح یا خوشه ممکن است، به طور مستقیم یا غیرمستقیم، به وسیله ویژگی‌های دیگر تصمیم (عناصر) و سطوح (خوشه‌ها) هم تأثیر بپذیرد و هم تأثیر بگذارد. یک سیستم تصمیم شامل خوشه‌هایی که به وسیله  $h=1,2,\dots,m$  مشخص می‌شود را در نظر بگیرید و فرض کنید که این سیستم  $n_h$  عنصر دارد. اثر یک مجموعه معین از عناصر در یک

خوشه بر هر عنصر در این سیستم به‌وسیله یک بردار اولویت ناشی از رویکرد مقایسات زوجی AHP، ارائه می‌شود. پس‌از این مقایسات، سوپر ماتریس  $W$  برطبق این تعاملات میان عناصر و خوشه‌های یک سیستم می‌تواند، ارائه شود (Yuksel & Metin, 2007:3367).



شکل ۵. ساختار شبکه‌ای و سوپر ماتریس (Source:Yuksel & Metin, 2007)

جدول ۲. معیارهای بررسی شده و تعیین وزن معیارها بر اساس ماتریس ANP

وزن معیارها با ANP	کمیت و کیفیت‌ها	زیرمعیارها	معیارها
۰/۰۲۳	باتوجه به وضعیت آب و هوایی ایران بیش از درصد مساحت را مناطقی تشکیل می‌دهند که با کمبود بارش روبرو هستند (علیچانی، ۱۳۸۹: ۱۰۱).	اقلیم	اقلیم و آب و هوا
۰/۰۳۰	تا ۳۰ کیلومتر در ساعت	سرعت باد	
۰/۰۷۲	سبک (زهکشی خوب)، متوسط (زهکشی متوسط)، سنگین (زهکشی ضعیف)	بافت	خاک
۰/۰۵۲	عمیق (۱۲۰)، نیمه عمیق (۸۰ تا ۸۰)، کم عمق (کمتر از ۵۰)	عمق	
۰/۰۶۶	لومی، لومی-رسی، رسی، رسی و ...	نوع	شکل زمین
۰/۱۱۷	تا شیب ۹ درصد	میزان شیب	
۰/۰۴۶	تمامی جهات جغرافیایی در نظر گرفته شده است (شکل ۷)	جهت شیب	
۰/۰۷۳	۱۸۰۰-۰ متر	ارتفاع	
۰/۰۴۷	آندریت	سنگ مادر	زمین شناسی
۰/۰۷۸	دور بودن از حریم گسل (اصلی و فرعی)	گسل	
۰/۰۴۱	میزان زلزله خیزی در سطح پایین (کمتر از ۵ ریشتر)	زلزله خیزی	سایر معیارها
۰/۰۶۷	جهت توسعه بر روی اراضی مرغوب کشاورزی و جنگلی نباشد	کاربری اراضی	
۰/۰۶۳	محل استقرار و جهت توسعه شهر دور از حریم جنگل (حداقل ۵ کیلومتر)	پوشش گیاهی	
۰/۰۶۱	برای جهت توسعه شهر از حریم حفاظت محیط زیست، حداقل فاصله ۲۵ کیلومتر پیشنهاد می‌شود.	حیات و زیستگاه جانوری	
۰/۰۵۲	سفره‌های آب‌های زیرزمینی دارای محدودیت توسعه نباشد	منابع آب	
۰/۰۳۷	دسترسی آسان به منابع آب، خطوط انتقال نیرو و بزرگراه‌های اصلی	دسترسی‌ها	
۰/۰۷۵	آلودگی‌های صنعتی در جهت بادهای غالب به سمت شهر قرار نگیرد و موقعیت شکل زمین دره‌ای نباشد	موقعیت	

Source: Makhdoom, 2012. Pourjafar, 2010. Asadyan, 2015

– منطق بولین

منطق بولین، ساده‌ترین روش ترکیب محدودیت‌ها می‌باشد که وزن همه آن‌ها در نظر گرفته شده و با یکدیگر جمع شده و یا در هم ضرب می‌شوند (Malczewski, 2004: 26) و معمولاً برای تفکیک مناطقی که دارای مجموعه‌ای از شرایط و ویژگی‌های موردنظر باشند، کاربرد دارد. منطق بولین بر مبنای اعداد ۱ و ۰ و لزوم قطعیت در مورد وجود یا عدم وجود هر پدیده مورد بررسی در

فرآیند مکان‌یابی است. یعنی نقشه‌های استاندارد شده که در آن‌ها مناطق به دو گروه مطلوب و نامطلوب تقسیم می‌شوند و این دو گروه به ترتیب با ارزش‌های یک و صفر مشخص می‌گردند (Makhdom et al., 2002: 25).

### – منطق فازی

منطق فازی، اولین بار در پی تنظیم نظریه‌ی مجموعه‌های فازی به وسیله‌ی پروفیسور لطفی زاده (1965) در صحنه محاسبات نو ظاهر شد (Zadeh L.A, 1965: 347). واژه fuzzy به معنای غیردقیق، ناواضح و مبهم (شناور) است. کاربرد این بخش در علوم نرم‌افزاری را می‌توان به طور ساده این‌گونه تعریف کرد: منطق فازی از منطق ارزش‌های "صفر و یک" نرم‌افزارهای کلاسیک فراتر رفته و درگاهی جدید برای دنیای علوم نرم‌افزاری و رایانه‌ها می‌گشاید، زیرا فضای شناور و نامحدود بین اعداد صفر و یک را نیز در منطق و استدلال‌های خود به کار برده و به چالش می‌کشد. منطق فازی از فضای بین دو ارزش "برویم" یا "نرویم"، ارزش‌های جدید "شاید برویم" یا "می‌رویم اگر" یا حتی "احتمال دارد برویم" را استخراج کرده و به کار می‌گیرد (Mendel, J. M., 2001: 214).

بنابراین، این تحقیق به طور کلی در پنج مرحله انجام گرفته است:

۱. مطالعات کتابخانه‌ای و مرور منابع در ارتباط با موضوع و پیشینه علمی تحقیق؛
۲. جمع‌آوری داده‌ها و شناسایی منابع اکولوژیک منطقه؛
۳. تهیه نقشه‌های موضوعی رقومی از منابع موجود با استفاده از GIS؛
۴. ارزیابی توان اکولوژیک و شناسایی پهنه‌های مستعد توسعه شهری؛
۵. تعیین ضریب اهمیت هر یک از متغیرها و شاخص‌ها با استفاده از روش ANP؛

مدل‌های مورد استفاده در این تحقیق، از جمله مدل‌های ارزیابی توان اکولوژیکی جهت توسعه شهر در مراحل آتی می‌باشد و بر تجزیه و تحلیل سیستمی و ارزیابی چندمعیاره استوار است (Makhdom, 2012: 183). بنابراین از آن جهت که روش منطق بولین به تنهایی و به صورت مستقل قادر به ارزیابی نهایی از توان اکولوژیکی توسعه شهری نمی‌باشد و قدرت نتیجه‌گیری آن بر اساس دو ارزشی (مناسب و نامناسب) است (Makhdom et al., 2002: 63) علاوه بر آن، در این تحقیق از روش منطق فازی نیز بهره گرفته شده است که از توان ارزیابی بیشتری برخوردار می‌باشد و با توجه به تحقیقات مشابه که بیشتر از روش‌های بولین و AHP بهره گرفته شده است در این پژوهش سعی بر این بوده که از روش‌های فازی و ANP که از توانایی تفسیر بهتری برخوردارند و اینکه بهترین شیوه جهت مناسب توسعه شهری را نشان می‌دهند، استفاده شود.

### یافته‌ها و بحث

تجزیه و تحلیل داده‌ها و جمع‌بندی آن‌ها دراصل شامل تجزیه‌ی اطلاعات به بخش‌های قابل فهم و سپس ترکیب آن‌ها به صورت روان و ساده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و جمع‌بندی آن‌ها روش‌های متفاوتی وجود دارد که در این پژوهش از بین روش‌های مختلف، فرایند تجزیه و تحلیل مبتنی بر رهیافت سیستمی انتخاب گردیده است که به نوعی مجموعه‌ای از روش روی هم گذاری نقشه‌ها به شیوه مک‌هارگ و کدگذاری چند ترکیبی نقشه‌ها می‌باشد؛

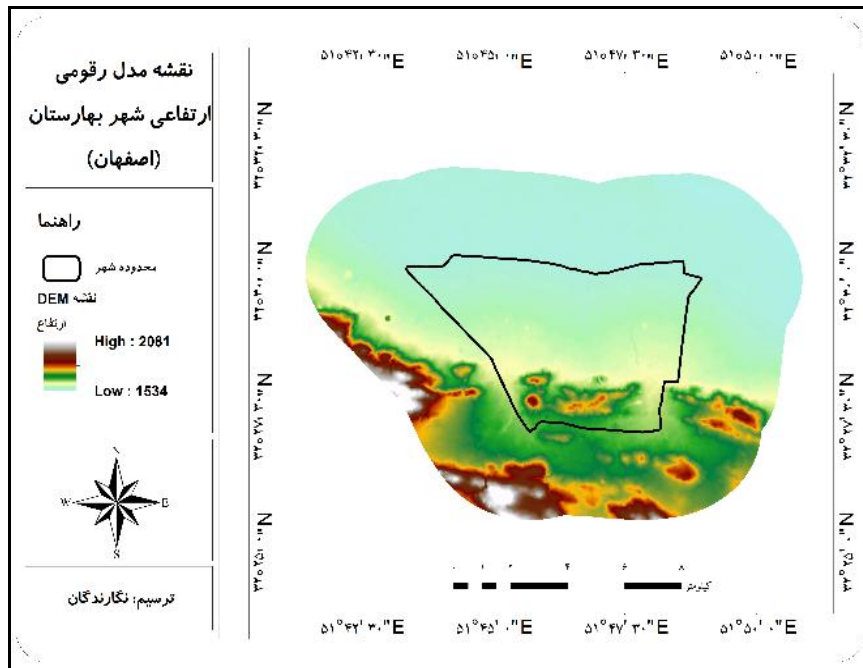
تجزیه و تحلیل داده‌ها در ارزیابی توان به منظور استخراج گروه‌های منظم داده‌ها در بی‌نظمی یک منطقه صورت می‌گیرد. اساس اینگونه تجزیه و تحلیل برپایه پیدا کردن نظم در بی‌نظمی قرار دارد. در مطالعه‌ی کنونی انواع نقشه‌ها بر اساس ضوابط و معیارهایی که در ساخت مدل اکولوژیک استفاده می‌شوند، گروه‌بندی و طبقه‌بندی شده تا نتایج به صورتی درآیند که بتوان از آن‌ها در فرآیند تلفیق داده‌ها و نهایتاً ارزیابی توان استفاده کرد. این طبقه‌بندی بر روی لایه‌های اطلاعاتی زیر صورت گرفته است:

### وضعیت توپوگرافی، شیب و جهات شیب

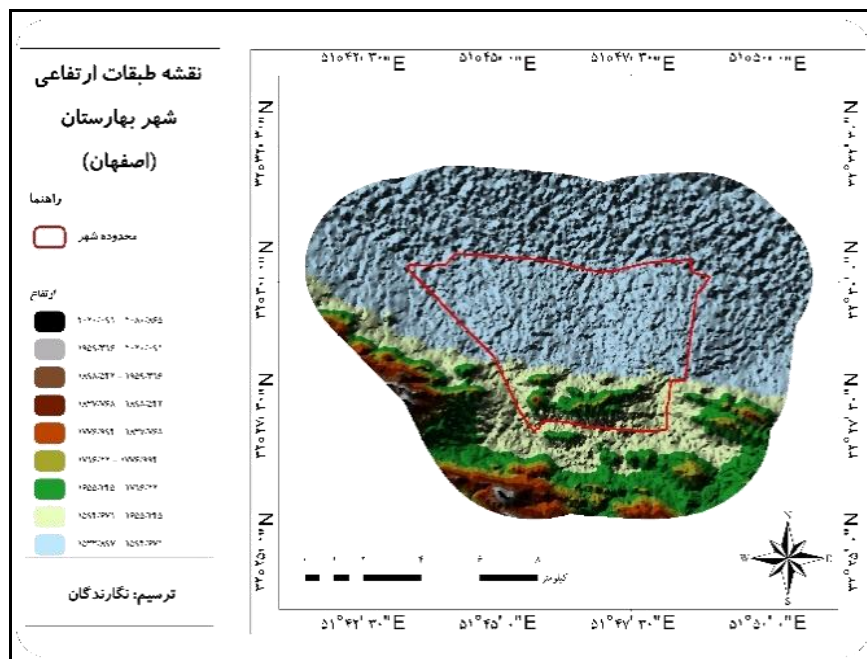
پستی و بلندی زمین، جهت و میزان شیب از عوامل مهم و موثر در استقرار و مکان‌یابی شهرها، سامانه حرکت آب‌های سطحی، چگونگی دفع فاضلاب‌های شهری و وضعیت شبکه‌بندی گذرگاه‌ها محسوب می‌شوند (Habibi & Pourahmad, 2006: 188). از این رو می‌بایست در اجرای پروژه‌های شهری به این مولفه‌های مهم توجه کافی شود که در اشکال زیر برای شهر بهارستان



نشان داده شده است؛ همچنانکه در شکل‌های (۶) و (۷) مشاهده می‌شود، میزان ارتفاع شهر جدید بهارستان در قالب نقشه‌های TIN (در طیف‌های مختلف و با رنگ‌های متفاوت در شکل ۷، مشخص شده است) و DEM (در دو طیف بالا و پایین در شکل (۶)، مشخص شده است) با دقت ۵ متر مشخص شده است؛ با این بررسی ارتفاع کمتر از ۱۸۰۰ متر جهت توسعه آینده شهر در نظر گرفته شده است که با توجه به پژوهش‌های انجام شده در این زمینه این ارتفاع (کمتر از ۱۸۰۰ متر)، جهت توسعه آتی شهر مناسب می‌باشد.



شکل ۶. مدل رقومی ارتفاعی محدوده مورد مطالعه



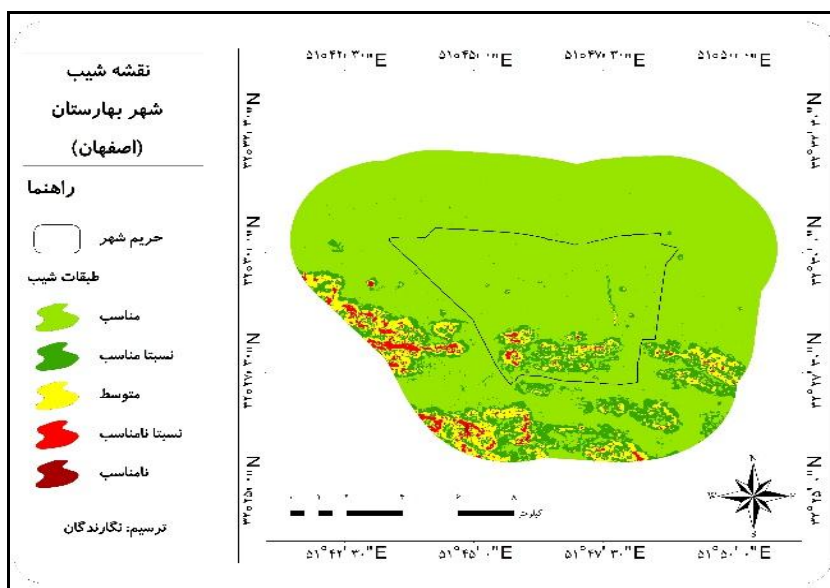
شکل ۷. طبقات ارتفاعی محدوده مورد مطالعه

همچنین در شکل‌های (۸) و (۹) جهات (تمامی جهات در نظر گرفته شده است) و میزان شیب به صورت رکلس شده در ۵ طیف قرار گرفته که سعی شده است شیب‌های مناسب برای شهرسازی جهت توسعه آتی شهر در نظر گرفته شود (جدول ۳):

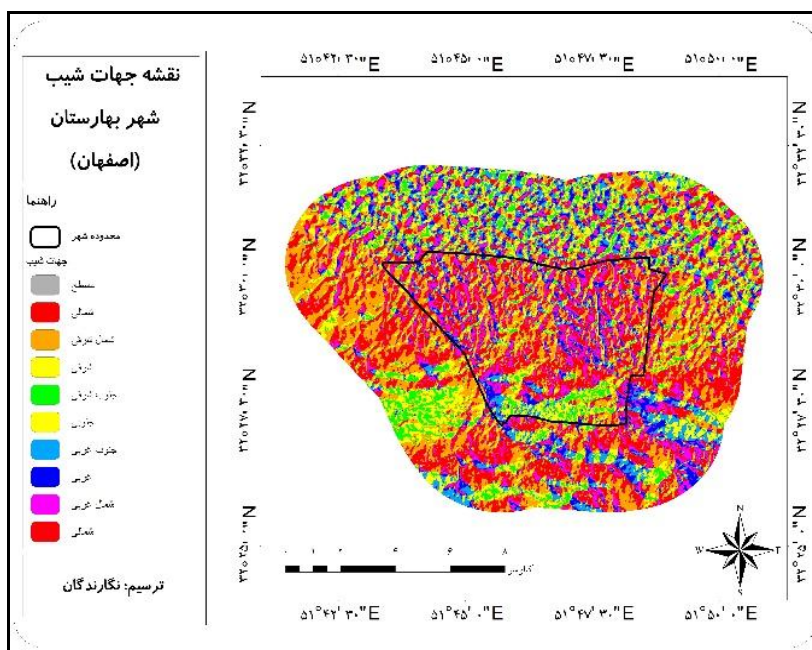
جدول ۳. طبقه بندی معیار مربوط به شیب

معیار	مناسب	نسبتاً مناسب	متوسط	نسبتاً نامناسب	نامناسب
شیب (درصد)	۰٫۵ تا ۶	۶ تا ۹	۹ تا ۱۲	۱۲ تا ۱۵	بالای ۱۵ درصد

Source: Ziyari, 2010: 7



شکل ۸. شیب محدوده مورد مطالعه

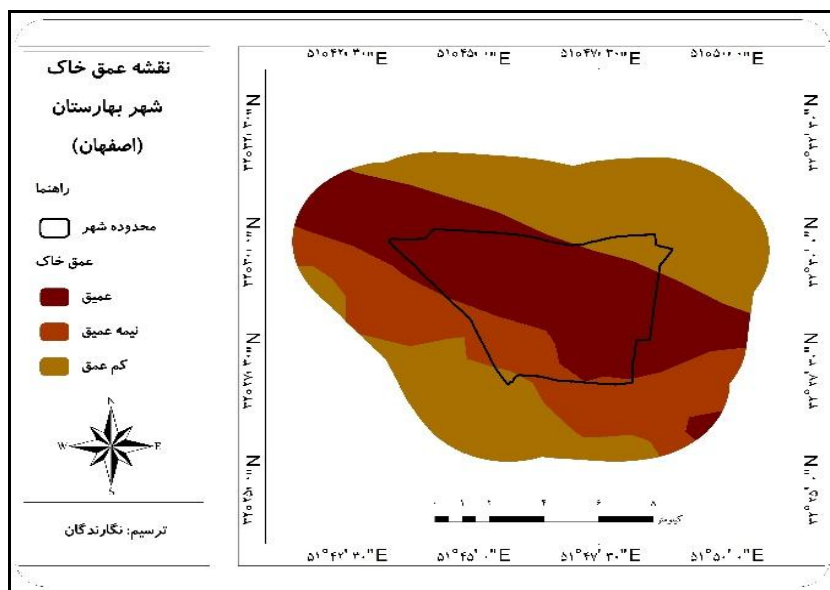


شکل ۹. جهات شیب محدوده مورد مطالعه

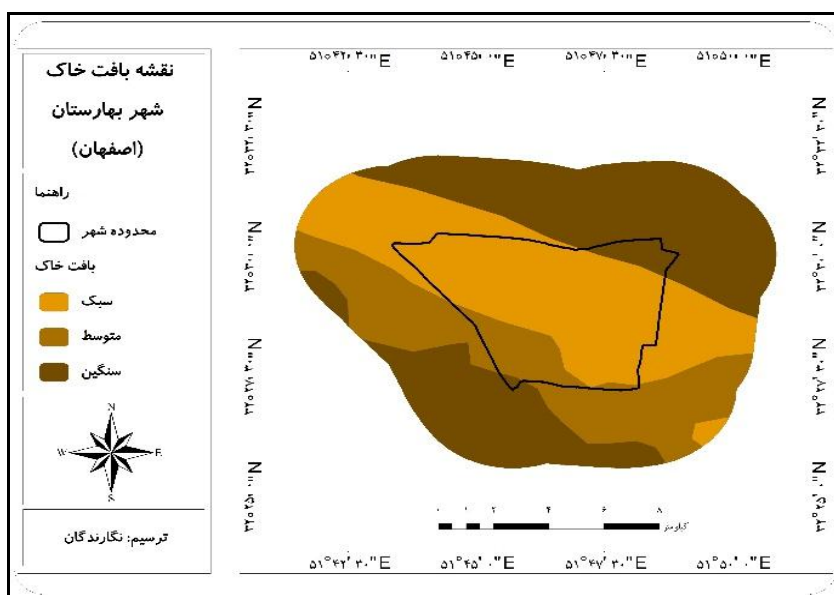
## وضعیت زیستی (خاک، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و ...)

### - وضعیت خاک (بافت، عمق و نوع آن)

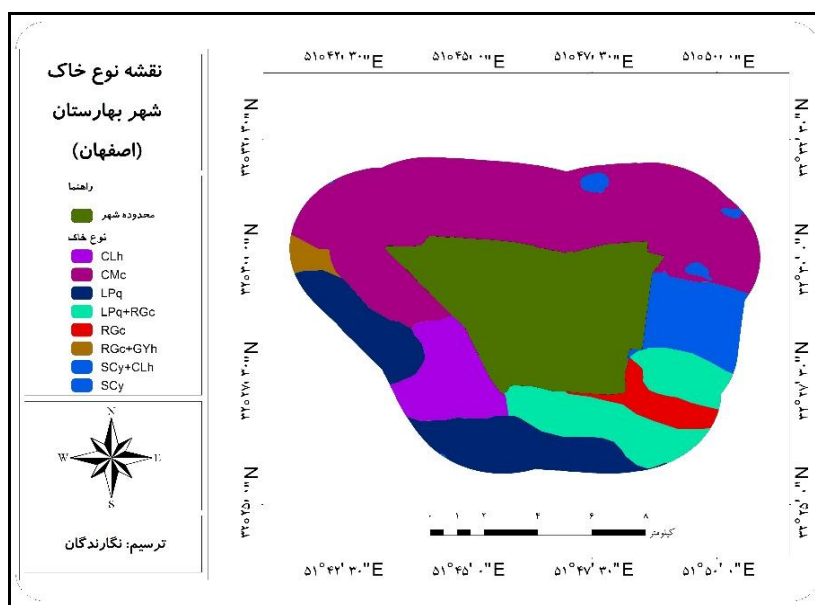
در این تحقیق وضعیت خاک شهر جدید بهارستان از لحاظ بافت، عمق و نوع آن بررسی شده است؛ همچنانکه در شکل ۱۰، مشخص شده است، عمق خاک به سه دسته (عمیق ۱۲۰ متر، نیمه عمیق ۸۰-۵۰ متر و کم عمق ۵۰-۱۰) و نوع خاک که در اشکال زیر نشان داده شده است؛ که سعی شده است جهت توسعه آتی شهر بر روی خاک عمیق قرار بگیرد. همچنین در شکل (۱۱) نیز مشخص شده است، بافت خاک به سه دسته (سبک با زهکشی خوب، متوسط با زهکشی نسبتاً خوب و سنگین با زهکشی ضعیف)، تقسیم شده است؛ که در این تحقیق سعی شده است مکانی را که دارای بافت سبک با زهکشی خوب می‌باشد جهت توسعه آتی شهر در نظر گرفته شود. همچنان که در شکل (۱۲)، مشاهده می‌شود انواع خاک منطقه محدوده مورد مطالعه بررسی شده است که جهت توسعه شهر در خاک‌هایی که دارای توانایی بالقوه کشاورزی نمی‌باشند لحاظ شده است.



شکل ۱۰. عمق خاک محدوده مورد مطالعه



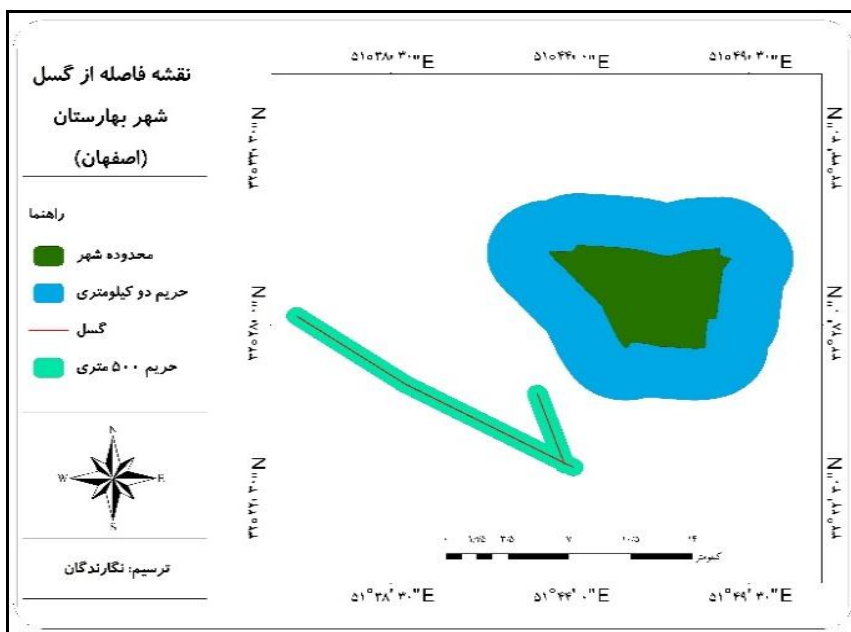
شکل ۱۱. بافت خاک محدوده مورد مطالعه



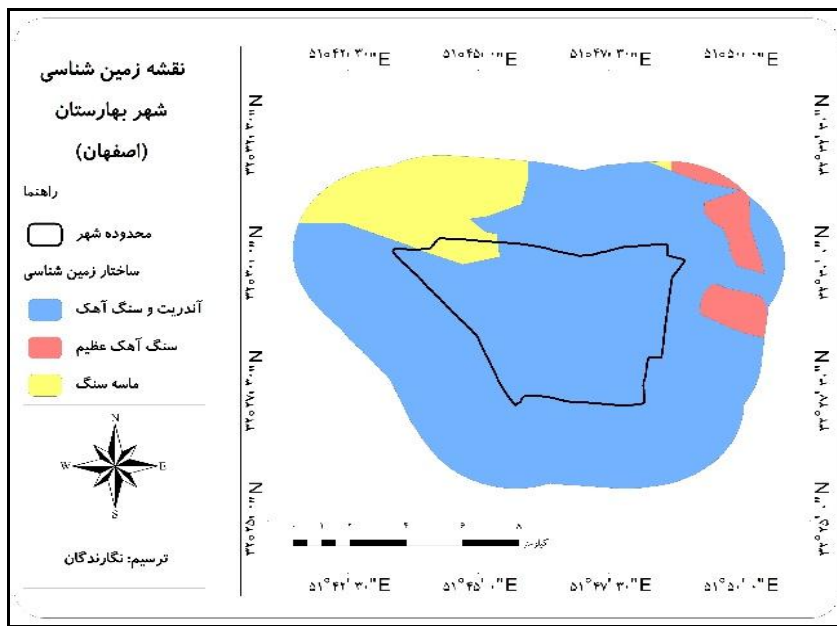
شکل ۱۲. نوع خاک محدوده مورد مطالعه

**– وضعیت گسل، زمین شناسی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی**

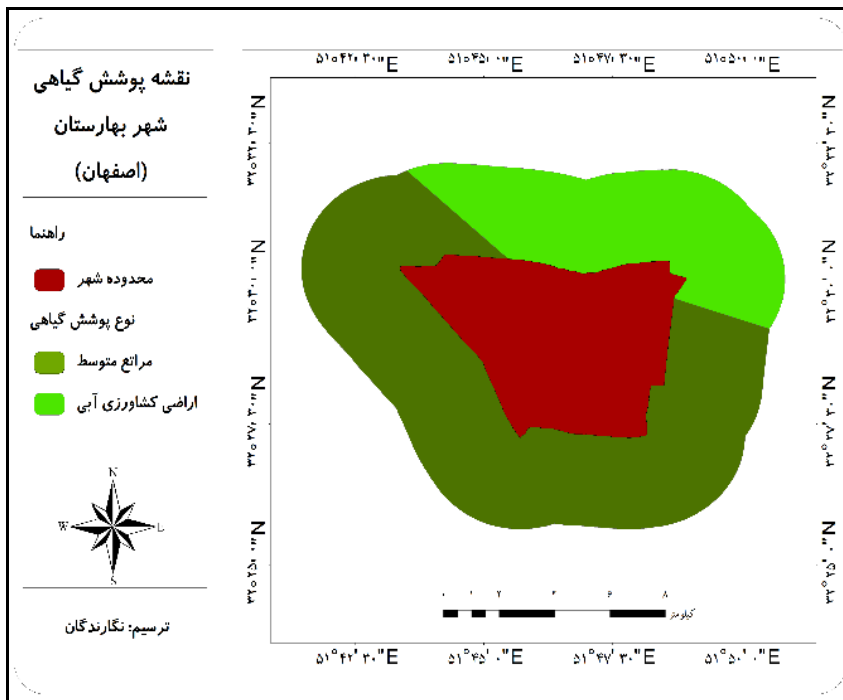
یکی دیگر از موانع توسعه شهرها وجود گسل‌هاست که به نوبه خود توانسته است در توسعه شهر به عنوان مانع ایفای نقش کند. لذا ضروری است در توسعه آبی شهر و ایجاد ساخت وسازها به آن توجه کافی شود. در این پژوهش گسل‌های شهر بهارستان و محدوده‌های اطراف آن مشخص شده و برای آن حریم خطر گسل‌ها تا ۵۰۰ متر تعیین گردیده است (شکل ۱۳). همچنین بررسی وضعیت زمین شناسی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی از جمله عوامل مهم در توسعه شهری می‌باشند که در اشکال (۱۴، ۱۵ و ۱۶) زیر بررسی شده است؛ در این راستا سعی شده است آن مناطقی را که از لحاظ ساختار زمین شناسی و سنگ مادر بهتر و از لحاظ پوشش گیاهی و کاربری اراضی، مناطقی که از حریم جنگل دور بوده و بر روی اراضی کشاورزی قرار نگرفته باشد، برای توسعه در نظر گرفته شود.



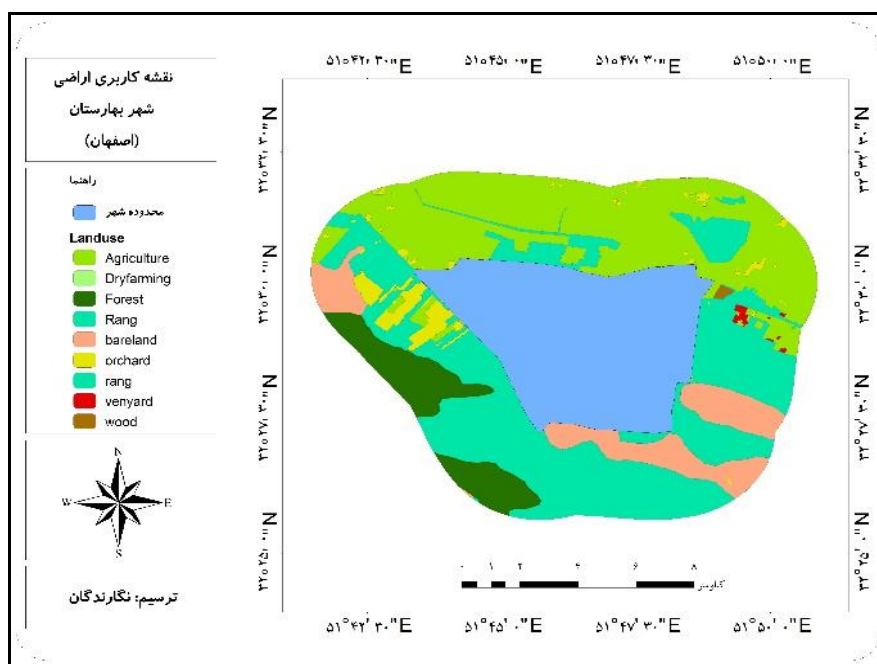
شکل ۱۳. موقعیت گسل در محدوده مورد مطالعه



شکل ۱۴. زمین شناسی محدوده مورد مطالعه

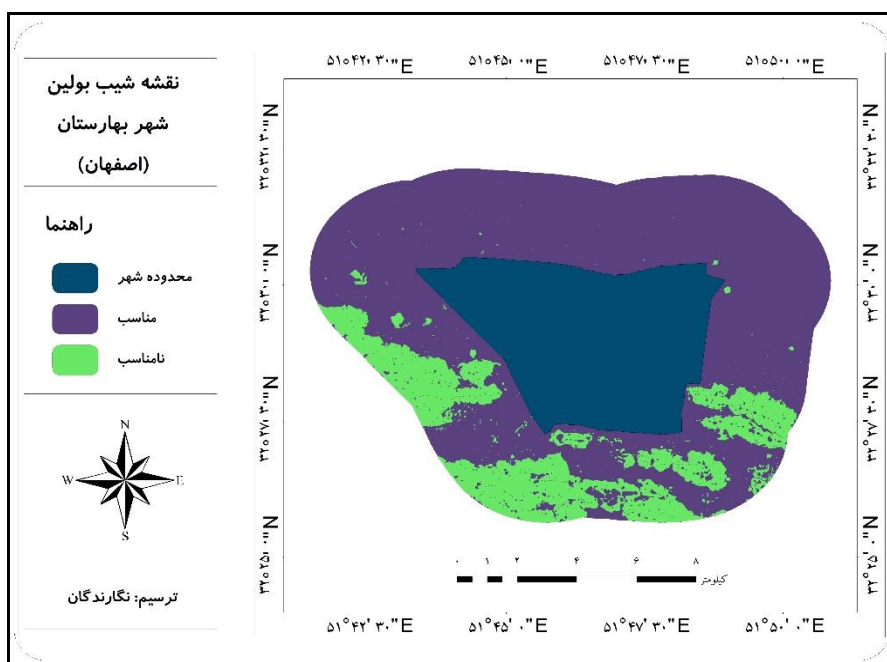


شکل ۱۵. پوشش گیاهی محدوده مورد مطالعه



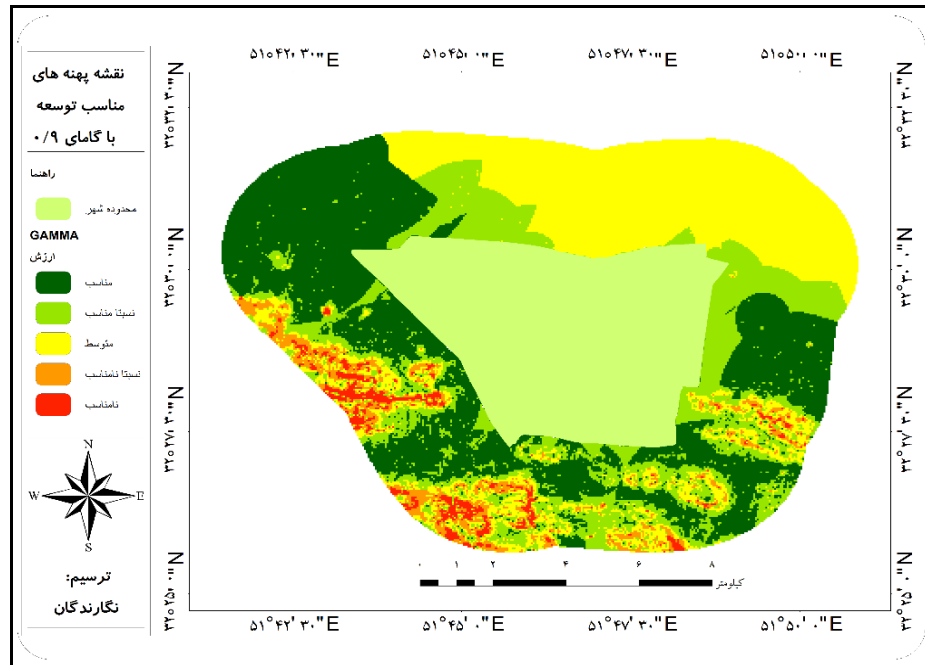
شکل ۱۶. کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه

برای تلفیق و جمع‌بندی داده‌ها از روش روی هم گذاری لایه‌های اطلاعاتی استفاده شده است. فرآیند تلفیق داده‌ها و تهیه نقشه واحدهای زیست‌محیطی که در سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام می‌شود، شامل ترکیب طبقات منابع پایدار با همدیگر و تولید نقشه واحد زیست محیطی است. در این مرحله نقشه نهایی ارزیابی توان اکولوژیک منطقه مورد مطالعه با روش بولین و فازی استخراج گردیده است. ابتدا بر اساس روش بولین این لایه به دو گروه مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شده است (شکل ۱۷). سرانجام نقشه نهایی با روش منطق فازی که لایه به ۵ گروه (مناسب، نسبتاً مناسب، متوسط، نسبتاً نامناسب و نامناسب) طبقه‌بندی شده است (شکل ۱۸).



شکل ۱۷. توان مناسب و نامناسب برای توسعه شهری با روش منطق بولین

همچنان که در شکل (۱۸)، مشاهده می‌شود جهات مناسب برای توسعه آتی شهر جدید بهارستان با توجه به معیارهای بررسی و مورد ارزیابی قرار گرفته شده، تعیین شده است؛ بر این اساس مناطقی که دارای ارزش مناسب در درجه اول و نسبتاً مناسب در درجه دوم، می‌باشند برای توسعه شهری بهارستان با روش منطق فازی در محیط GIS 10.2، لحاظ شده است.

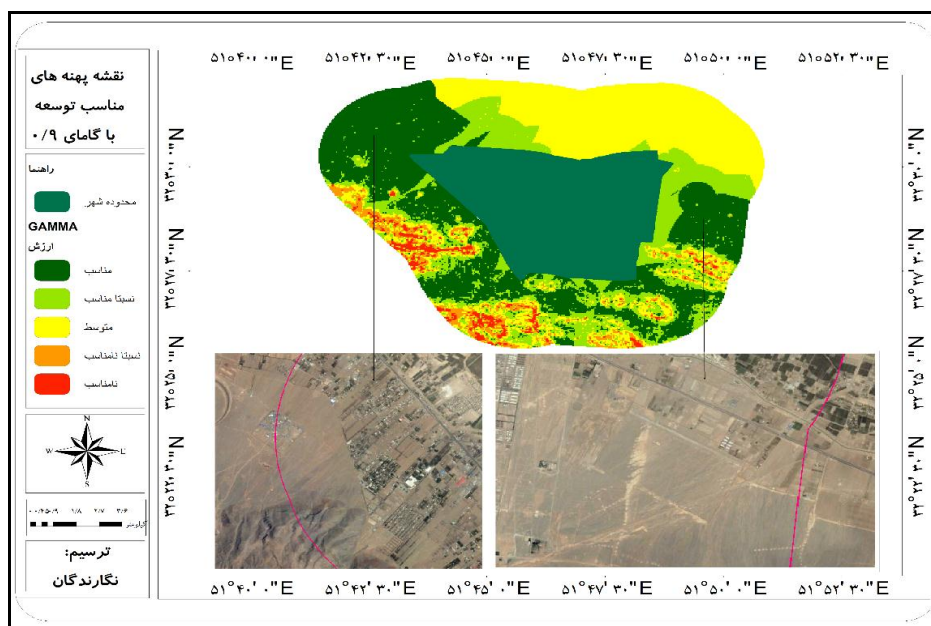


شکل ۱۸. توان مناسب و نامناسب برای توسعه شهری با روش منطق فازی

زمانی که شهر به منظور اسکان جمعیت اضافی خود نیاز به گسترش دارد، ابتدا گسترش داخلی شهر و استفاده از زمین‌های بایر، مناسب‌ترین الگوی گسترش، به ویژه برای شهرهایی که تراکم نسبی بالایی ندارند، قلمداد می‌شود؛ چرا که این نوع از گسترش همواره با افزایش تراکم صورت می‌گیرد (Ebrahimmzadeh & Rafiee, 2009). یکی از اهداف اصلی پژوهش حاضر، تعیین الگوی مناسب برای توسعه آتی شهر جدید بهارستان است؛ بنابراین وزن دهی با در نظر گرفتن موارد ذکر شده و ضوابط زیر صورت گرفته است:

- پهنه‌های مناسب توسعه شهر از لحاظ شیب بین (۳ - ۱۵) درصد قرار دارد.
- پهنه‌های مناسب توسعه شهر از بعد ارتفاع کمتر از ۱۸۰۰ متر از سطح دریاست.
- پهنه‌های مناسب توسعه شهر در حریم گسل‌های اصلی نیست.
- پهنه‌های مناسب توسعه شهر بر روی اراضی کشاورزی قرار نگرفته است.

البته با توجه به اختلافات مکانی و توان‌ها و تنگناهای محیطی این منطقه، بر اساس مطالعات انجام شده در وزن دهی به عوامل تا حدودی دخالت شده است. نتایج عمل هم پوشانی لایه‌ها و وزن دهی به عوامل گفته شده، حاکی از آن است که با رعایت ضوابط فوق، محدوده‌های مناسب توسعه شهری به صورت محدودی خواهد بود. چنین نتیجه‌ای بیانگر این واقعیت است که در محدوده مورد مطالعه نمی‌توان جهت و یا پهنه خاصی را برای توسعه شهر در نظر گرفت، بلکه توسعه آتی شهر با رعایت پارامترهای در نظر گرفته شده به صورت هسته‌های متعدد امکان پذیر است (شکل ۱۹). با در نظر گرفتن ضوابط طبیعی تعیین شده، تنها درصد اندکی از محدوده مورد مطالعه مناسب توسعه آتی شهری قلمداد می‌شود. این امر نقش عناصر ژئومورفولوژیک را در شناسایی تنگناهای طبیعی در توسعه آتی این شهر و مکان‌یابی مناسب توسعه شهری بیشتر آشکار می‌سازد.



شکل ۱۹. پهنه‌های مناسب برای توسعه شهر بهارستان با روش منطق فازی در مقایسه با دنیای واقعی

## نتیجه گیری

شهرها مانند موجودات زنده از لحاظ کالبد بزرگتر و از لحاظ ساخت پیچیده‌تر می‌گردند و به دنبال این رشد فیزیکی، توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی آن‌ها نیز به تدریج دگرگون می‌شود. توسعه فیزیکی شهر، فرایندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن درجهت‌های عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابند و اگر این روند سریع و بی برنامه باشد به تنسيق فیزیکی متعادل و موزون فضاهای شهری نخواهد انجامید و در نتیجه سامانه‌های شهری را با مشکلات عیده‌ای مواجه خواهد ساخت. در ایران ارزیابی توان اکولوژیک بر اساس ارزیابی چند عامله است. در این تحقیق نیز ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهر با نگرشی همه جانبه به کلیه پارامترهای اکولوژیک در محدوده یک حوزه مدیریتی به عنوان واحد برنامه‌ریزی و سرزمین مد نظر بوده که در این راستا، پارامترهای زیستی و فیزیکی مطالعه و شناسایی شدند. در این پژوهش نیز بر اساس معیارهایی که به منظور توسعه شهر جدید بهارستان مشخص گردید، سعی شد تا جهت و وسعت مناسب‌ترین محدوده‌های جغرافیایی توسعه برای شهر بهارستان استخراج گردند. با اعمال معیارهای ارزیابی مطرح شده و پس از استخراج محدوده مناسب از نظر توان اکولوژیک، محدوده نهایی توسعه با غربال کردن و روی هم گذاری لایه‌های مربوط به توان مناسب اکولوژیک از دید شهرسازی تعیین شد. نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی مورد نیاز از قبیل: شیب و جهت آن، میزان ارتفاع، فاصله از گسل‌ها، کاربری اراضی، اقلیم، ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی بیانگر آن است که عوامل فوق در توسعه شهری بهارستان تنگنانهایی جدی به وجود آورده‌اند، به گونه‌ای که براساس امتیازدهی به عوامل فوق و با توجه به معیارهای توسعه شهری، تنها درصد اندکی از کل محدوده مورد مطالعه مناسب توسعه فیزیکی شهری به شمار می‌آید. کل محدوده توسعه با مساحتی حدود ۳۲۶۴/۰۶۸ هکتار در قسمت جنوب شرقی و شمالی بهارستان قرار دارد که با تدقیق این محدوده و در نظر نگرفتن محدوده‌هایی که در ارتباط با تأمین اراضی مناسب توسعه کارایی ندارند، محدوده‌ای حدود ۲۸۰۰/۷۱۷ هکتار جهت برنامه‌ریزی توسعه آتی شهر بهارستان در نظر گرفته می‌شود؛ همچنین در محدوده‌ی پیشنهادی جدید از ایجاد پهنه‌ها و محدوده‌های با عرض نامناسب اجتناب شده است زیرا هزینه‌های زیرساختی را بالا می‌برد. به هر حال با توجه به کمبود پهنه‌های مناسب برای توسعه آتی شهر، لازم است که در طرح‌های توسعه شهر بازنگری جدی صورت پذیرد. همچنین مهندسان شهرساز می‌بایست فضاهای متروک و بایر منطقه مورد پژوهش را بر اساس ضوابط ژئومورفولوژیک به کاربری‌های اولویت دار اختصاص دهند و تا حد امکان با رعایت ضوابط فنی به گسترش عمودی شهر توجه کنند، تا بین عرضه و تقاضای مسکن توازن معنی داری برقرار گردد و زمینه توسعه پایدار شهری فراهم آید.



## References

- Adhamimoharad, M. (1994). *Comparing three methods of natural resources assessment*. unpublished Master's thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. (In Persian)
- Ale Sheikh, A., Jozi, S., & Rezaeyan, S. (2014). Designing a new model for assessing the ecological capacity of the land of Iran for the establishment of utilization of urban and provisional development. *Journal of Environmental Science and Technology*, 21(4), 1-10. (In Persian)
- Asadyan, F., Asadi, M., & Javadyan Namini, M. (2016). Evaluating ecological capability to determine the appropriate development areas within the Rhine section of Kerman, based on ecotourism zoning with GIS and AHP techniques. *Geographic Quarterly Territory*, 11(44), 35-43. (In Persian)
- Auger, P., Charles, S., Viala, M., & Poggiale, J.C. (2000). Aggregation and emergence in ecological modelling: integration of ecological levels. *Ecological Modelling*, 127 (1), 11-20.
- Ebrahimzadeh, E., & Rafiee, Gh. (2009). analysis on the physical-spatial expansion model of marvdasht city using Shannon and Hellendron Entropy models and presenting its future distribution model. *Journal of Human Geographical Research*, 41(69), 123-138. (In Persian)
- Ghaemyan, N., Barzegar, A., Mahmodi, SH., & Amari, P. (2001). Land suitability evaluation for wheat, sugar beet and alfalfa by parametric method in Piranshahr area. *Soil and Water Sciences*, 16(1), 83-94. (In Persian)
- Gharakhlo, M., Pourkhabaz, H., Amiri, M. & Sabokbar, H. (2010). Ecological capability evaluation to aim urban development using geographical information system (Case study: Qazvin). *Urban and Regional Studies and Research*, 1(2), 51-68.
- Ghodsipour, S. (2006). *Issues in multi-criteria decision making (hierarchical analysis process)*. Tehran: Amir Kabir University of Technology. (In Persian)
- Habibi, K., & Pourahmad, A. (2006). *Analysis of Physical Developmental Using Gis of the Sanandaj City*. First Edition. Sanandaj: Kurdistan University Press. (In Persian)
- Hataminejad, H., Rajaei, S., Salarvandyan, F., & Teymouri, E. (2014). The Evaluating of Land Use Suitability by the Method of Ecological Potential in the Ardebil Province toward Land Use Planning. *Two Quarterly Journal of Azimi Land*, 5(1), 5-26. (In Persian)
- Hosaeni Abri, S. (2001). The design of the theoretical framework and the pattern of development of rural collections in Balochistan. Research Deputy of Isfahan University. (In Persian)
- Makhdom, M. (1996). Ecological capacity assessment of Gilan and Mazandaran area for urban development, industrial, rural and tourism. *Journal of Ecology*, 16(16), 81-100. (In Persian)
- Makhdom, M. (2002). *Evaluating and planning the environment with the GIS*. Tehran: Tehran University Press. (In Persian)
- Makhdom, M. (2006). *The foundation of the alignment of the land*. 6<sup>th</sup> Edition, Tehran: Tehran University Press, Edition. (In Persian)
- Makhdom, M. (2012). *The foundation of the alignment of the land*. 11<sup>th</sup> Edition. Tehran: Tehran University Press. (In Persian)
- Makhdoom, M., (2010). *Fundamental of land use planning*. 9<sup>th</sup> Edition, Tehran: Tehran University Press Tehran University press, 9th edition, pp 289. (In Persian)
- Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview. *Journal of Progress in Planning*, 62, 3-65.

- Mendel, J. M., (2001). *Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems: Introduction and New Directions*, Prentice Hall PTR.
- Mostafapour, A. (2006). *The survey of Self-reliance of New Towns in Large Metropolitan Areas Case Study: Pardis of New Town in Tehran Metropolitan Area*. Master's Thesis for Geography and Urban Planning. Tarbiat Modares University. (In Persian)
- Noori, H. (2001). Spatial Analysis in Agricultural Geography. *Journal of Geographic Research*, 39, 1-10. (In Persian)
- Pourjafar, M., Montazer Alje, M., Ranjbar, E., & Kabiri, R. (2013). Evaluating ecological capability to determine the appropriate areas of development within the new Sahand city. *Geography and Development Quarterly*, 10(28), 11-22. (In Persian)
- Safigholi, M. (2000). Evaluation of Improvement of Land Use in Ghareagh Watershed of Fars Province. Watershed management of Fars Jihad Agricultural Organization. *Evaluation and Geographic Information Office*, p 15. (In Persian)
- Santé-Riveira, I., Crecente-Maseda, R., & Miranda-Barrós, D. (2008). GIS-based planning support system for rural land-use allocation. *Computers and electronics in agriculture*, 63(2), 257-273.
- Srivastava, S.K., & Gupta, R.D. (2003). *Monitoring of changes in landuse using multi-sensor satellite data*. map India conference 2003.
- Sudhira, H.S., Ramachandra, T.V., & jagadish, K.S. (2004). Urban Sprawl: metrics, dynamics and modeling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29-39.
- Wolfslehner, B., Harald., V., & Manfred, J.L. (2005). Application of the analytic network processing multi-criteria analysis of sustainable forest management, *Forest Ecology and Management*, 207(1), 157-170.
- Yüksel, İ., & Dagdeviren, M. (2007). Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis—A case study for a textile firm. *Information Sciences*, 177(16), 3364-3382.
- Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*. 8, 338-353.
- Zebrdast, E. (2002). Application of Analytical Hierarchy Process in Urban and Regional Planning. *Magazine Honarhaye ziba*, 10, 13-21. (In Persian)
- Ziyae, M., Banikamal, S., & Sharifikya, M. (2012). Ecological Capability Evaluation and Prioritization of Capable Zones for the Purpose of Ecotourism Development (A case study of Minoodasht area). *Lecturer in Humanities-Space Planning and Design*, 15(4), 110-128. (In Persian)
- Ziyari, K. (2010). *Planning new cities*. Print tenth, P, Tehran: Ublication Side. (In Persian)

**How to cite this article:**

Amanolapour, A., Nazmfar, H. & Ghaffari Gilandeh, A. (2019). Assessment of ecological competence of urban expansion through ANP and Fuzzy logic methods in GIS (Case Study: Baharestan new town, Esfahan). *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, 14(1), 55-74. [http://jshsp.iaurasht.ac.ir/article\\_665122\\_en.html](http://jshsp.iaurasht.ac.ir/article_665122_en.html)

## Assessment of Ecological Competence of Urban Expansion through ANP and Fuzzy Logic Methods in GIS (Case Study: Baharestan New Town, Esfahan)

**Anvar Amanolapour\***

*M. A in Geography & Urban Planning, Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran*

**Hossein Nazmfar**

*Assistant Professor, Dep. of Geography & Urban Planning, Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran*

**Atta Ghaffari Gilandeh**

*Assistant Professor, Dep. of Geography & Urban Planning, Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran*

**Received:** 30 September 2016

**Accepted:** 15 February 2018

### EXTENDED ABSTRACT

#### Introduction

The reciprocal effect of sustainable and unsustainable ecological resources is considered in the course of assessment of ecological capacity. These resources have reciprocal effects to each other and environment as specifications of each micro ecosystem. So, it is obligatory to utilize nature as it less harms environment and at the same time its benefits human more. Therefore, an appropriate urban development will also be realized when applied to the land in proportion to its potentials and capabilities. Therefore, it is very important to identify the potentials and capabilities of the land before deployment on it and the loading of urban utilities and activities; In this regard, the main issue in assessing the ecological capability of the new city of Baharestan is the application of environmental criteria in its urban development to achieve sustainable urban development and a suitable model for the future development of the new city of Baharestan in Esfahan. The main objective of this study is to determine the suitable location for urban development, the new city of Baharestan, with a fuzzy method that will have the least harmful effects now and in the future.

#### Methodology

Therefore, the main objective of this research, to assess the ecological capacity for surface expansion of town based on principles of reclamation of land, Baharestan new town in Esfahan Province was studied through geographical information system (GIS). At first, the basic studies were done and the theme maps of the area were prepared and then numerated. Digital Elevation Model (DEM) was produced in Arc gis 10.2 using topographic map. Then, the ecological resources Urban development map were produced by overlying the maps of elevation, slope, aspect, soil types, soil texture, soil depth, vegetation cover, geology, landuse, climate and distance to fault with ANP and Fuzzy logic methods in Arcgis 10.2.

#### Results and discussion

When the city needs to expand its population in order to locate its extra population, firstly the expansion of the city and the use of the Baier land are considered to be the most appropriate pattern of expansion, especially for cities with no high relative density; Because this kind of expansion is always done with increasing density. One of the main objectives of the present

---

\* Corresponding Author

Email: [a.amanolapour1371@gmail.com](mailto:a.amanolapour1371@gmail.com)

study is to determine the proper pattern for the future development of the new Baharestan city; Therefore weighing is done taking into account the abovementioned criteria and the following:

- The appropriate areas of development of the city are in terms of gradient between (15-3) percent.

-The proper areas of development of the city from a height dimension below 1800 meters above sea level.

Suitable zones for developing the city are not at the core of the main faults.

- The appropriate areas of development of the city are not located on agricultural lands.

Of course, due to the spatial disparities and the environmental weaknesses and limitations of the area, somewhat interfered with the factors based on studies of weighting factors. The results of the action of overlapping layers and weighing the factors mentioned above indicate that with the observance of the above criteria, the appropriate areas of urban development will be limited. Such an outcome reflects the fact that within the scope of the study one can not consider a particular direction or area for the development of the city, but the future development of the city is possible by observing the parameters considered as multiple nuclei. Considering the established rules, only a small percentage of the study area is considered suitable for future urban development. This will highlight the role of geomorphologic elements in identifying natural constraints in the future development of this city and the proper location of urban development.

### **Conclusion**

The results obtained from the analysis of the required spatial data show that the entire development area with an area of about 32648.067 acres is located in the southeast and northern part of Baharestan when by considering this range and not considering the areas that are ineffective in providing proper land suitable for development, the range of about 2800.717 hectares is considered for planning future development of Baharestan city; Also, in the new range, avoiding the creation of zones and areas with inappropriate width would be avoided as it increases infrastructure costs. Also, in the new proposed range, the creation of zones and areas with inappropriate width is avoided because it increases infrastructure costs. However, due to the lack of suitable areas for the future development of the city, it is necessary to make a serious review of urban development plans. Also, urban planners should allocate deserted and deserted areas of the study area according to geomorphologic criteria to priority applications and, as far as possible, observe the vertical expansion of the city in accordance with technical criteria, in order to maintain a balance between supply and demand for housing. Provide sustainable urban development.

**Keywords:** Ecological Competence, urban Expansion, Baharestan new town, GIS.