



## کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی جهت اولویت بندی مراکز شهری با ملاحظات اکولوژیکی (مطالعه موردی: آذربایجان غربی)

عبسی جوکار سرهنگی: استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران\*

حسین جباری: کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

وصول: ۱۳۹۰/۱۰/۱۸ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲۱، صص ۲۵۰-۲۳۷

### چکیده

از آنجایی که تعیین توان هر عرصه از سرزمین برای کاربری‌های مختلف دارای شرایط مبهم و نادقیق است، با به کارگیری منطق فازی به عنوان منطق مدل سازی ریاضی فرایندهای مبهم می توان بستری را برای مدل سازی عدم اطمینان مطرح شده در تعیین توان اکولوژیکی فراهم ساخت. هدف از این تحقیق ترکیب فنون آماری، ریاضی و تصمیم گیری چند معیاره فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی به عنوان روشی برای رفع ابهام در عدم قطعیت معیارهای اکولوژیکی به منظور اولویت بندی مراکز شهری استان آذربایجان غربی با ملاحظات اکولوژیکی است که به روش توصیفی و تحلیلی انجام شده است. با توجه به اینکه اهمیت و ارزش هر یک از معیارهای اکولوژیکی در مناطق مختلف دارای اولویت تأثیر گذاری گوناگونی هستند، در این تحقیق یک مدل تصمیم گیری چند معیاره در قالب فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) جهت انتخاب مناسبترین مناطق برای توسعه شهری با ملاحظات اکولوژیکی اجرا شده است. برای این منظور ابتدا معیارهای ارزیابی توان اکولوژیکی برای توسعه شهری (پایداری با حفاظت و یا بهبود سیستم‌های یکپارچه طبیعی) بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای، تهیه پرسشنامه در قالب تحلیل سلسله مراتبی، نظرخواهی از متخصصین دانشگاهی و کارشناسان شناسایی شدند. سپس از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (روش چانگ) برای تعیین وزن معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که جمع امتیاز شهرهای خوی، ماکو، چالدران، چابابره و پلدشت برای توسعه بیشتر است. این اولویت‌بندی مبتنی بر ویژگی‌های اکولوژیکی محیط این شهرها و با توجه به انطباق آنها با محتویات نقشه‌های منابع طبیعی به واقعیت نزدیک‌تر است.

کلید واژه‌ها: آمایش سرزمین، توان اکولوژیکی، تحلیل سلسله مراتبی فازی، توسعه شهری، آذربایجان غربی.

### ۱- مقدمه

به هرحال، انسجام هردو هدف به عنوان توسعه پایدار شهری، مفهوم اساسی با تفکر دقیق و تضمین شده در ارتباط با برنامه ریزی محیطی و مدیریت است. پایداری شهری دارای مفهوم چند بعدی محیطی، اقتصادی و اجتماعی و ابعاد سیاسی است (Huang et al., 2009; Olewiler, 2006)، به عبارتی ارزیابی

برای دست یابی به اهداف توسعه پایدار، ارزیابی توان اکولوژیکی مطالعه اساسی و پایه برنامه‌ریزی کاربری اراضی است. امروزه با تحت فشار قرار گرفتن مدیران شهری، توسعه‌ی شهری و پایداری زیست محیطی به نظر شبیه دو مفهوم متضاد هستند. در شهرهای موفق،

دانسته و سیستم محافظتی از اکولوژی شهری را به عنوان واحد یکپارچه کننده تقاضا برای توسعه شهری نام می‌برند که محدود کننده تأثیر نادرست توسعه شهری است. برای انجام مطالعات مرحله دوم آمایش سرزمین یعنی ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین به توسعه انواع کاربری‌ها و تعیین اولویت و ساماندهی بین کاربری‌های ممکن در یک فضای برنامه ریزی، سال‌هاست که از "روش سیستمی" مک‌هارگ در مقیاس جهانی با اصلاحات خاص منطقه‌ای در ساختار و منطبق بر محاسباتی در سطح اجمالی تا تفصیلی به روش دستی و کامپیوتری استفاده می‌شود (Jozi and et al., 2010: 273). نمونه‌های بارز آن در مناطق مختلف ایران شامل منطقه ساحلی شمال (وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۷۲) استان‌های گیلان و مازندران (مخدوم، ۱۳۷۰)، آبخیز کرخه (مخدوم، ۱۳۷۹)، استان گلستان (اونق و میرکریمی، ۱۳۷۷) و منطقه ارومیه (سکوتی و فرشاد، ۱۹۹۹) و مناطق طبیعت گردی دهستان لواسان کوچک (عشوری و همکاران، ۱۳۸۹) است. در سطح جهانی نیز شامل برنامه آمایش و مدیریت سواحل سانفرانسیسکو (اتحادیه ایالت‌های منطقه خلیج، ۱۹۹۰)، ارزیابی پایداری توسعه اقتصادی و اجتماعی در منطقه ساحلی شانگ‌های (شی و همکاران، ۲۰۰۴) و شی و همکاران در سال ۲۰۰۴ با ارزیابی سیستمی توسعه پایدار در منطقه ساحلی شانگ‌های و جزیره جونگ مینگ (خلیج یانگ تسه) نقاط ضعف و قوت توسعه را بر اساس پارامترهای زیست محیطی، اقتصادی و

توسعه پایدار در نواحی شهری چالش عمده‌ای برای مدیریت محیطی و مسئولان عمومی است (Holden, 2006; Luque-Martinez and Munoz-) (Leiva, 2005). ارزیابی محیطی نوعی مهارت ارزش گذاری کمی تابع تعریف نشده است، ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین به معنی تحقق شکل زمین به صورت واقعی برای استفاده بالقوه از زمین است. این مسئله در کشورهای توسعه یافته در اواخر قرن بیستم مطرح می‌شود، به طوری که آلدولثوپلد و ریچارد کارسن به عنوان اکولوژیست، نیاز به تشخیص روابط اکوسیستمی، آشکار سازی رابطه بین انسان- کاربری و نیز مسائل آلودگی را مد نظر قرار دادند (Wheeler and Et al., 2008). شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌های سرزمین پیش از بارگذاری فعالیت‌های گوناگون بسیارحایز اهمیت است. در غیر این صورت، استفاده از قابلیت‌های سرزمین به نوعی صورت خواهد گرفت که محدودیت‌های طبیعی و اکولوژیک مانع از استمرار فعالیت‌ها شده، عملاً بسیاری از سرمایه گذاری‌های انجام شده به هدر خواهد رفت. بنابراین مهم است که بر استعدادهای مختلف چشم اندازها تمرکز کنیم و در این زمینه اشتباه در کاربری زمین می‌تواند منابعی کمیاب را به خطر اندازد. سیل بیان می‌دارد که در قرن بیست و یکم سه عنصر مهم اکولوژیک یعنی: مردم، اقتصاد و محیط زبان طراحی جدید شهری می‌باشند (Sale, 1992: 52). یانگ و همکاران (۲۰۰۷) قابلیت توان اکولوژیکی را عملکرد پایدار کننده سیستم محافظتی از اکولوژی شهری برای توسعه شهری

نیستند به صراحت نظرشان را در مورد برتری‌ها اعلام کنند به همین دلیل در قضاوت‌هایشان ارائه یک بازه را به جای یک عدد ثابت ترجیح می‌دهند، برای غلبه بر این مشکلات روش تحلیل سلسله مراتبی فازی ارائه شده است که نمونه‌هایی از کاربرد آن را در جدول ۱ می‌توان مشاهده نمود.

#### جدول ۱- نمونه‌هایی از کاربرد روش تحلیل سلسله

##### مراتبی فازی

موضوع	ارائه دهنده
ارزیابی عملکرد دانشکده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی	Lee et al. (2008)
انتخاب تأمین کننده با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی	Kahraman et al. (2003)
انتخاب فناوری احیاء کننده روان ساز	YU-Lung (2009)
بقای انرژی ساختمان	Zheng (2009)
انتخاب روش معدن کاری زیرزمینی برای معدن بوکسیت جاجرم در ایران	Zare et al. (2009)
ارزیابی عملکرد شرکت‌های سیمان ترکیه	Ertugrul (2009)
مطالعه بنیادین محصولات پاک کننده در کارخانه‌های PWB تایوان	Tseng (2009)
تخصیص بوجه در شرکت فضائی	Tang (2009)
انتخاب روش معدن کاری زیرزمینی برای معدن بوکسیت جاجرم در ایران	عطائی و همکاران (۱۳۸۸)
انتخاب ماشین حفاری مناسب تونل‌های کوچک مقطع	جعفری (۱۳۸۸)
انتخاب سیستم نگهداری بهینه تونل بهشت آباد	رفیعی (۱۳۸۸)

(منبع: عطائی، ۱۳۸۹: ۱۰۵)

ایران به طور فزاینده ای در حال تبدیل شدن به مکان‌های شهری است. بسیاری از شهرها در ایران تجربه شهرنشینی سریعی را دارند و اساساً دارای فرم

اجتماعی مقایسه نموده اند. روشهای مرسوم تجزیه و تحلیل چند متغیره در GIS مانند عملگرهای همپوشانی بولین و روشهای ترکیب خطی وزن دار در بسیاری از مسائل مکان یابی و ارزیابی کاربری‌های اراضی استفاده شده اند (Malkzewski, Beedasy & whyatt, 1999, 2004 تاپا و همکاران) در مطالعه‌ای با ادغام تکنیک تحلیل سلسله مراتبی (AHP)<sup>۱</sup> و سیستم اطلاعات جغرافیایی به ارزیابی زمین‌های نواحی اطراف شهری برای کشاورزی پرداخته اند. آنها همچنین از روش تحلیل سلسله مراتبی برای وزن دهی به هریک از شاخص‌ها استفاده نموده اند. سانته ریویرا و همکاران در سال ۲۰۰۸ با استفاده از سیستم پشتیبانی برنامه ریزی بر اساس GIS، مکان یابی کاربری‌های اراضی روستایی را در ناحیه Terra Cha اسپانیا انجام دادند. هر چند هدف از به کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی به دست آوردن نظر کارشناسان و متخصصین است، با این وجود روش تحلیل سلسله مراتبی معمولی به درستی نحوه تفکر انسانی را منعکس نمی کند، زیرا در مقایسه‌های زوجی این روش از اعداد دقیق استفاده می‌شود. از دیگر مواردی که اغلب روش تحلیل سلسله مراتبی به خاطر آنها مورد انتقاد قرار می‌گیرد وجود مقیاس نامتوازن<sup>۲</sup> در قضاوت‌ها، عدم قطعیت و نادقیق بودن مقیاس‌های زوجی است. تصمیم‌گیرندگان اغلب به علت طبیعت فازی مقایسه‌های زوجی قادر

<sup>۱</sup>Analytical Hierarchy Process (AHP)

<sup>۲</sup>Geographical Information System (GIS)

<sup>۳</sup>Unbalanced scale

شهری بدون برنامه ریزی شده هستند. از نتایج این رشد سریع و بدون برنامه، مسائل عمده محیطی و افزایش فاصله بین جنبه‌های انسانی و طبیعی است. امروزه نتیجه تفکر بحث انگیز درباره کیفیت محیطی و زیست پذیری طولانی مدت نواحی شهری، پارادایمی برای برنامه ریزی حرفه‌ای شده است. در این پارادایم، مشارکت دانش اکولوژیکی به عنوان راهبردی برای حفاظت و بهبود محیط شهری ضروری است (Barati and Et al., 2010: 65). استان آذربایجان غربی نیز از این گزینه مستثناء نبوده و به صورت فزاینده ای در حال تبدیل شدن به مکان‌های شهری است که خود مسائل زیست محیطی و انسانی خاصی را در مناطق مختلف استان به همراه دارد و استعدادهای فضایی و غیر فضایی این استان جهت انتخاب مکان مناسب برای توسعه شهری و غیره در حال تحلیل است. از این رو مشارکت دانش اکولوژیکی به عنوان راهبردی برای حفاظت، بهبود و هدایت توسعه در پهنه‌های شهری مناسب را می‌طلبد. در این راستا جهت اولویت بندی مراکز شهری و استعدادهای فضایی و غیر فضایی این استان در تحقیق حاضر از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) استفاده شده است.

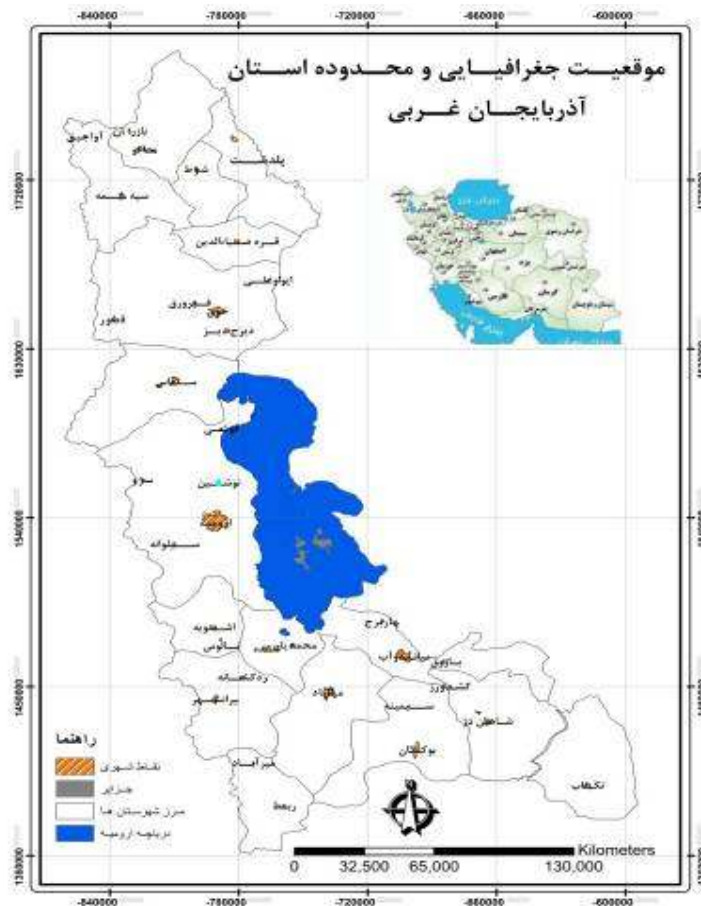
#### ۱-۱- مواد و روش‌ها

۱-۱-۱- موقعیت و ویژگی‌های اکولوژیکی منطقه استان آذربایجان غربی با وسعت ۳۷۵۹۰ کیلومتر مربع (بدون احتساب دریاچه ارومیه) بین ۳۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۳ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی

در شمال غربی ایران واقع شده است (شکل ۱). این استان از شمال به جمهوری خود مختار نخجوان و کشور ترکیه و از شرق به استان آذربایجان شرقی و از جنوب به استان کردستان و از غرب به کشورهای ترکیه و عراق محدود می‌شود. براساس تقسیمات کشوری استان آذربایجان غربی دارای ۱۷ شهرستان، ۴۰ بخش، ۳۸ شهر، ۱۱۳ دهستان و ۳۰۳۱ آبادی دارای سکنه است. نظام شهری استان در طی دوره ۵۰ ساله با افت و خیزهای مواجه بوده است به طوری که تعداد شهرها از ۸ شهر در سال ۱۳۳۵ به ۲۲ شهر در سال ۱۳۷۵ و ۳۸ شهر در سال ۱۳۸۵ رسیده است. از نظر کارکردی، اکثر شهرهای استان دارای عملکرد خدماتی بوده و به عنوان یک مرکز خدمات دهی عمل می‌کنند. بر اساس تقسیم‌بندی واحدهای زمین‌شناختی و ساختمانی ایران، استان آذربایجان غربی در بخشی از زون البرز غربی و آذربایجان قرار می‌گیرد. این زون حوادث زیادی را پشت سر گذاشته که آثار آن از پرکامبرین (زمینهای دگرگون زنجان، میانه، خوی و شمال ارومیه تا به امروز (ولکانیسم سبلان و سهند) قابل مشاهده است. ناهمواری‌های عمده در استان آذربایجان غربی در قسمت غربی آن یعنی در نواحی مرزی ایران و ترکیه و ایران و عراق واقع گردیده - است. این ارتفاعات که در واقع امتداد کوه‌های ارمنستان می‌باشند، از شمال به جنوب کشیده شده و در نهایت به سلسله جبال زاگرس شمالی منتهی می‌گردند. ارتفاعات عمده این ناحیه را کوه‌های مرزی ماکو، قطور، خوی در شمال که عموماً علائم مرزی

هکتار، فلاتها ۶۶۹۴۳۵ هکتار، دشتها ۴۲۳۴۹۵ هکتار، اراضی پست و گود و سیل گیر ۱۹۳۴۱۰ هکتار و ۶۵۶۷۶ هکتار اراضی متفرقه است. از نظر آب و هوایی این استان غالباً تحت تأثیر جریان هوای مرطوب اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه است و پس از سواحل دریای مازندران از مرطوب ترین قسمت های ایران است. از این رو نواحی لخت و فاقد پوشش گیاهی در آن کمتر دیده می شود.

بر روی آنها قرار دارد و کوه های غرب ارومیه، پیرانشهر و سردشت در جنوب تشکیل می دهند. این کوه ها در بیشتر ایام سال پوشیده از برف بوده و تقسیم کننده آب های مرزی می باشند. آب های قسمت شرقی به دریاچه ارومیه و آب های قسمت غربی به دریاچه وان در ترکیه منتهی می شوند (معاونت برنامه ریزی- استانداری آذربایجان غربی، ۱۳۹۰). استان آذربایجان از نظر واحدهای فیزیوگرافی دارای مناطق کوهستانی با مساحتی حدود ۲۰۲۷۵۵۵ هکتار، تپه ها ۵۰۵۴۲۰



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه

تحقیق حاضر به دنبال کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی جهت اولویت بندی مراکز شهری با

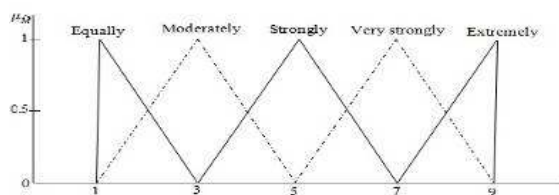
۱-۲- روش تحقیق

ناسازگاری موجود در طرح را کاهش و اطمینان مدل را افزایش داد) در اختیار متخصصین قرار گرفت تا اطمینان لازم در ارتباط با انتخاب معیارها برای اولویت بندی مراکز شهری منطقه مورد مطالعه بدست آید. در پایان این مرحله ۴ معیار مناسب و مرتبط انتخاب شد. در مرحله دوم، بر اساس نظر متخصصین ضریب اهمیت هریک از معیارها با استفاده اعداد فازی مطابق جدول و شکل ۲ مشخص گردید. در مرحله سوم، بر طبق معیارهای انتخاب شده به وسیله متخصصین، به تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی برای معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها اقدام شد و نهایتاً در مرحله چهارم، وزن نهایی هر معیار، زیر معیار و گزینه‌ها از لحاظ زیرمعیارها محاسبه گردید و امتیاز نهایی گزینه‌های مطالعاتی (پهنه‌های شهری طبقه بندی شده) از جمع حاصل ضرب وزن نهایی معیارها در وزن نهایی زیر معیارها در هریک از گزینه‌ها بدست آمد و اولویت مراکز شهری مورد مطالعه برای توسعه ارائه شد.

#### جدول ۲- ضریب اهمیت معیارها بر طبق اعداد فازی

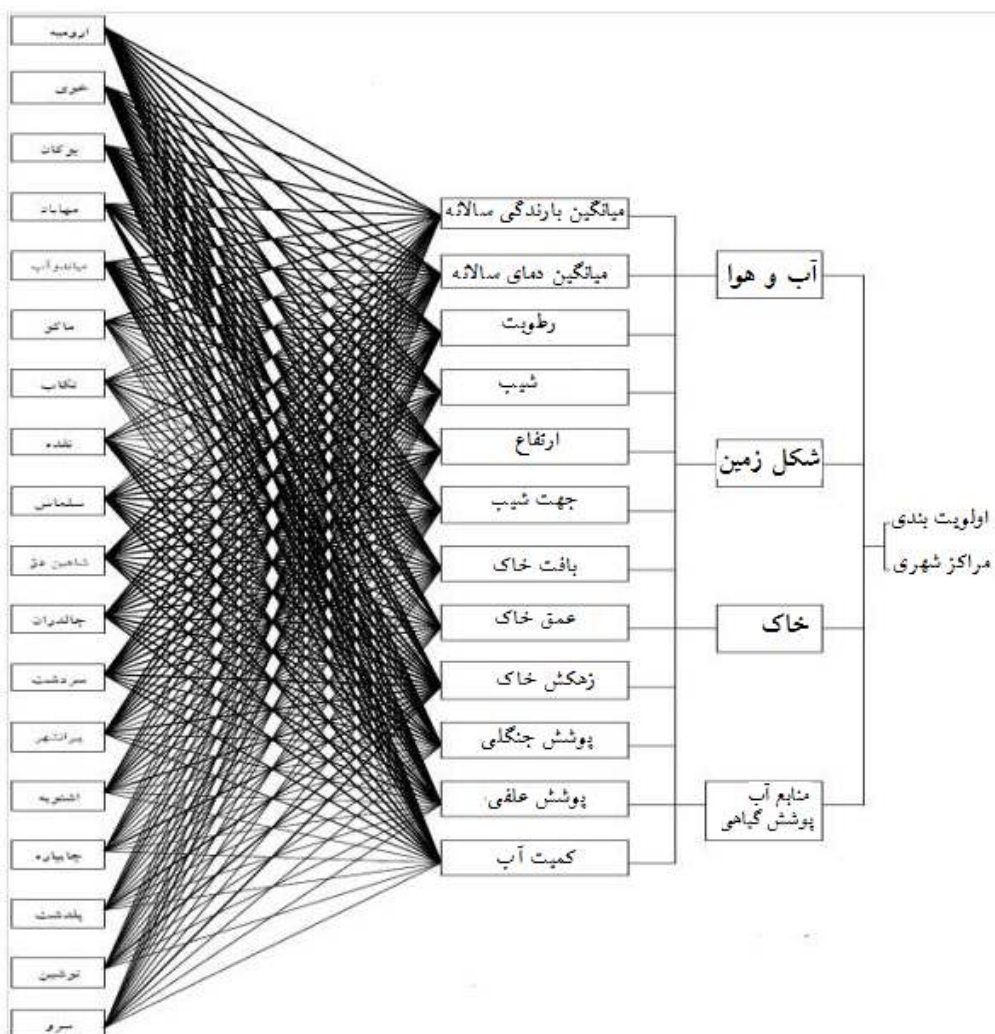
بدون اهمیت	کم اهمیت	اهمیت متوسط	با اهمیت	بسیار با اهمیت
1	3	5	7	9

#### شکل ۲- تابع عضویت فازی مثلثی برای متغیرهای زبانی



ملاحظات اکولوژیکی بوده که به روش توصیفی و تحلیلی انجام شده است. در این راستا از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (روش چانگ) استفاده شد که در این روش پس از تهیه نمودار سلسله مراتبی از تصمیم گیرنده (تصمیم گیرندگان) خواسته می‌شود تا عناصر هر سطح را نسبت به هم مقایسه و اهمیت نسبی را با استفاده از اعداد فازی بیان کنند (که عدم ناسازگاری با محاسبات فازی به حداقل رسید). به منظور تشکیل ماتریس مقایسات زوجی ابتدا پرسش نامه‌هایی که حاوی کلیه عوامل مؤثر (معیارهای اکولوژیکی) بر ارزیابی توان اکولوژیکی جهت اولویت بندی مراکز شهری استان آذربایجان غربی بود تهیه شد. در این پرسش نامه‌ها از ۶۰ کارشناس در زمینه مطالعات جغرافیایی، برنامه‌ریزی شهری، محیط زیست و سایر علوم محیطی که ۴۰ نفر دارای مدرک دکتری و کارشناسی ارشد و ۸۵ درصد دارای ۵ سال تجربه کاری بوده اند خواسته شد تا بر طبق فرآیند جمع آوری داده‌ها که در چهار مرحله هریک با روش جداگانه ای صورت گرفت، مشارکت نمایند. در مرحله اول، بر طبق مباحث نظری تحقیق، ۴ معیار فیزیکی و ۱۲ زیرمعیار برای ارزیابی توان اکولوژیکی مراکز شهری منطقه مورد مطالعه در قالب پرسشنامه‌های شماره یک و دو (از پرسشنامه ۱ برای ارزیابی معیارها و تطبیق مطالعات کتابخانه‌ای با نظر کارشناسان مربوطه و از پرسشنامه شماره ۲، موسوم به پرسشنامه FAHP، برای افزایش اعتبار مدل تحقیق و کسب نظر متخصصین و نخبگان استفاده شد زیرا

مراحل روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به شرح زیر  
مرحله اول: رسم نمودار سلسله مراتبی (نمودار ۱).  
انجام شده است.



نمودار ۱- ساختار سلسله مراتبی جهت اولویت بندی

مراکز شهری: مرحله دوم: تعریف اعداد فازی به

منظور انجام مقایسه‌های زوجی (جدول ۳).

جدول ۳- نمونه ای از اعداد فازی تعریف شده در روش تحلیل سلسله مراتبی

تابع عضویت	دامنه	مقیاس فازی مثلثی	تعریف	عدد فازی
$\frac{x-7}{9-7}$	$7 \leq x \leq 9$	(۷ و ۹ و ۹)	اهمیت مطلق	۹
$\frac{9-x}{9-7}$	$7 \leq x \leq 9$	(۵ و ۷ و ۹)	اهمیت خیلی قوی	۷
$\frac{x-5}{9-7}$	$5 \leq x \leq 7$			
$\frac{7-x}{7-5}$	$5 \leq x \leq 7$	(۳ و ۵ و ۷)	اهمیت قوی	۵

$\frac{x-3}{5-x}$	$3 \leq x \leq 5$			
$\frac{5-x}{x-1}$	$3 \leq x \leq 5$	(۱ و ۳)	اهمیت ضعیف	۳
$\frac{5-x}{x-1}$	$1 \leq x \leq 3$			
$\frac{3-x}{3-1}$	$1 \leq x \leq 3$	(۱ و ۳)	اهمیت یکسان	۱
-	-	(۱ و ۱)	دقیقاً مساوی	۱

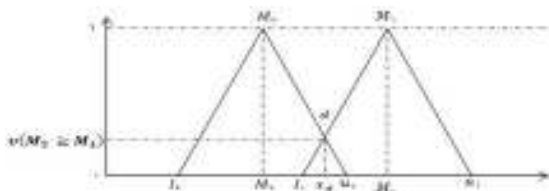
در روابط بالا  $u_i, m_i, I_i$  به ترتیب مؤلفه‌های اول تا سوم اعداد فازی هستند.

مرحله پنجم: محاسبه درجه بزرگی  $S_i$ ها نسبت به همدیگر

به طور کلی اگر  $M_1 = (I_1, m_1, u_1)$  و  $M_2 = (I_2, m_2, u_2)$  دو عدد فازی مثلثی باشند، طبق شکل ۳ درجه بزرگی  $M_1$  نسبت به  $M_2$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$v(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_2 \cap M_1) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{if } I_1 \geq u_2 \\ \frac{I_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - I_1)} & \text{otherwise} \end{cases}$$

شکل ۳- درجه بزرگی دو عدد فازی نسبت به هم



از طرف دیگر میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از  $K$  عدد فازی مثلثی دیگر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$v(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = v[(M \geq M_1) \text{ and } (M \geq M_2) \text{ and } \dots \text{ and } (M \geq M_k)] = \text{Min} v(M \geq M_i)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, k$$

مرحله ششم: وزن معیارها و گزینه‌ها در ماتریس‌های مقایسه زوجی که

بدین منظور از رابطه زیر استفاده گردید.

$$\hat{d}(A_i) = \text{Min} v(S_i \geq S_k) \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad k \neq i$$

بنابراین بردار وزن نرمال نشده به صورت زیر است.

$$W^* = (\hat{d}(A_1), \hat{d}(A_2), \dots, \hat{d}(A_n))^T \quad A_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

مرحله سوم: تشکیل ماتریس مقایسه زوجی ( $\hat{A}$ ) با به

کارگیری اعداد فازی

$$\hat{A} = \begin{bmatrix} 1 & \hat{a}_{12} & \dots & \hat{a}_{1n} \\ \hat{a}_{21} & 1 & \dots & \hat{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{a}_{n1} & \hat{a}_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

که این ماتریس حاوی اعداد فازی زیر است:

$$\hat{a}_{ij} = \begin{cases} 1 & i = j \\ \hat{i}, \hat{3}, \hat{5}, \hat{7}, \hat{9} \text{ or } \hat{i}^{-1}, \hat{3}^{-1}, \hat{5}^{-1}, \hat{7}^{-1}, \hat{9}^{-1} & i \neq j \end{cases}$$

مرحله چهارم: محاسبه  $S_i$  برای هر یک از سطرهای

ماتریس مقایسه زوجی

$S_i$  که خود یک عدد فازی مثلثی است از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$S_i = \sum_{j=1}^m m_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$$

که در این رابطه  $i$  بیانگر شماره سطر و  $j$  بیان گر

شماره ستون است.  $M_{gi}^j$  در این رابطه اعداد فازی

مثلثی ماتریس‌های مقایسه زوجی هستند. و مقادیر زیر

عبارتند از:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m M_{gi}^j &= \left( \sum_{j=1}^m I_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \\ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j &= \left( \sum_{i=1}^n I_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \\ \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} &= \left( \frac{1}{\sum_{j=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n I_i} \right) \end{aligned}$$



به منظور محاسبه امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها برای اولویت بندی مراکز شهری جهت توسعه ابتدا به تشکیل ماتریس مقایسه زوجی فازی برای معیارها اقدام شد که نتایج در جدول ۴ آمده است. سپس محاسبه  $S_i$ ها برطبق مرحله چهارم روش تحلیل سلسله مراتبی فازی و درجه بزرگی به همراه وزن نهایی معیارها محاسبه شد.

مرحله هفتم: محاسبه بردار وزن نهایی که برای محاسبه آن باید وزن محاسبه شده در مرحله قبل را نرمال کرد. بنابراین به کمک ضابطه زیر وزن نهایی نرمال شده است.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))T$$

۲- نتایج و بحث

جدول ۴- ماتریس مقایسه زوجی معیارها

معیارها	آب و هوا $C_1$	شکل زمین $C_2$	خاک $C_3$	منابع آب و پوشش گیاهی $C_4$
آب و هوا $C_1$	(1.1.1)	(1.15.1.8.3)	(0.64.1.29.1.75)	(1.15.1.8.8.3)
شکل زمین $C_2$	(0.33.0.56.0.87)	(1.1.1)	(0.44.0.71.1.08)	(0.54.1.1.86)
خاک $C_3$	(0.57.0.78.1.07)	(0.92.1.4.2.29)	(1.1.1)	(0.92.1.4.2.29)
منابع آب و پوشش گیاهی $C_4$	(0.33.0.56.0.87)	(0.54.1.1.86)	(0.44.0.71.1.08)	(1.1.1)

محاسبه  $S_{C_1}$  (برای آب و هوا):  $S_{C_1} = (3.94, 5.89, 14.05) \otimes (0.032, 0.058, 0.083) = (0.126, 0.341, 1.166)$

محاسبه  $S_{C_2}$  (برای شکل زمین):  $S_{C_2} = (2.31, 3.27, 4.81) \otimes (0.032, 0.058, 0.083) = (0.073, 0.189, 0.399)$

محاسبه  $S_{C_3}$  (برای خاک):  $S_{C_3} = (3.41, 4.58, 6.65) \otimes (0.032, 0.058, 0.083) = (0.109, 0.265, 0.551)$

محاسبه  $S_{C_4}$  (برای منابع آب و پوشش گیاهی):  $S_{C_4} = (2.31, 3.27, 4.81) \otimes (0.032, 0.058, 0.083) = (0.073, 0.189, 0.399)$

بردار وزن نرمال نشده:  $\hat{W} = (0.64, 1, 0.79, 1)$

محاسبه درجه بزرگی برای معیارها

$$v = (S_{C_1} \geq S_{C_2}) = 0.64 \quad v = (S_{C_2} \geq S_{C_1}) = 1$$

$$v = (S_{C_1} \geq S_{C_3}) = 0.83 \quad v = (S_{C_3} \geq S_{C_1}) = 1$$

$$v = (S_{C_1} \geq S_{C_4}) = 0.64 \quad v = (S_{C_4} \geq S_{C_1}) = 1$$

$$v = (S_{C_2} \geq S_{C_3}) = 1 \quad v = (S_{C_3} \geq S_{C_2}) = 0.81$$

$$v = (S_{C_2} \geq S_{C_4}) = 1 \quad v = (S_{C_4} \geq S_{C_2}) = 0.79$$

در این مرحله باتشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی برای زیر معیارها طبق فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی، با انجام محاسبات مربوطه به  $S_i$ ها و درجه بزرگی در نهایت وزن نهایی دوازده زیر معیار مشخص شد که به عنوان مثال نتایج ماتریس مقایسات زوجی برای زیر معیارهای آب و هوا در جدول ۵ ارائه گردید.

جدول ۵- ماتریس مقایسه زوجی برای زیر معیارهای آب و هوا

زیر معیار $C_{11}$	$C_{11}$ میانگین بارندگی	$C_{12}$ میانگین دما	درصد رطوبت $C_{13}$
$C_{11}$ میانگین بارندگی	(1.1.1)	(0.7.1.7.9)	(0.7.1.8.9)

$C_{12}$ میانگین دما	(0.1, 0.8, 1.4)	(1, 1.1)	(0.3, 1.2, 3)
درصد رطوبت $C_{12}$	(0.1, 0.8, 1.4)	(0.3, 1.1, 3)	(1, 1.1)

$$v = (S_{C_{22}} \geq S_{C_{21}}) = 1v = (S_{C_{22}} \geq S_{C_{22}}) = 0.98$$

$$v = (S_{C_{22}} \geq S_{C_{21}}) = 1v = (S_{C_{22}} \geq S_{C_{22}}) = 1$$

$$v = (S_{C_{41}} \geq S_{C_{42}}) = 1v = (S_{C_{41}} \geq S_{C_{42}}) = 1$$

$$v = (S_{C_{42}} \geq S_{C_{41}}) = 1v = (S_{C_{42}} \geq S_{C_{42}}) = 1$$

$$v = (S_{C_{42}} \geq S_{C_{31}}) = 0.63v = (S_{C_{42}} \geq S_{C_{42}}) = 0.74$$

حداقل درجه بزرگی  $S_i$ ها، بردار وزن نرمال نشده و

بردار وزن نرمال شده به شرح زیر است:

$$\begin{aligned} \hat{d}(c_{31}) &= \text{Min}(1, 0.8) - 0.9\hat{d}(c_{32}) - \text{Min}(1, 0.9) - 0.9\hat{d}(c_{33}) - \text{Min}(0.9, 0.9) \\ &= 0.9 \\ \hat{d}(c_{32}) &= \text{Min}(0.97, 0.92) - 0.82\hat{d}(c_{31}) - \text{Min}(1, 0.97) - 0.87\hat{d}(c_{33}) \\ &= \text{Min}(1, 1) = 1 \\ \hat{d}(c_{33}) &= \text{Min}(1, 0.97) - 0.97\hat{d}(c_{32}) - \text{Min}(1, 0.98) - 0.98\hat{d}(c_{31}) - \text{Min}(1, 1) \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\hat{d}(c_{21}) = \text{Min}(1, 1) = 1 \hat{d}(c_{22}) = \text{Min}(1, 1) = 1 \hat{d}(c_{23}) = \text{Min}(0.68, 0.74) = 0.68$$

$$\begin{aligned} \hat{W} &= (0.9, 0.9, 0.9) \hat{W} = (0.82, 0.87, 1) \hat{W} = (0.97, 0.98, 1) \hat{W} = (1, 1, 0.63) \\ \hat{W} &= (0.393, 0.393, 0.393, 0.304, 0.323, 0.371, 0.328, 0.332, 0.338, 0.38, 0.38, 0.259) \end{aligned}$$

در ادامه مانند گام دوم ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به زیر معیارها تشکیل شد و پس از محاسبه  $S_i$ ها و درجه بزرگی، وزن نهایی هریک از گزینه‌ها نسبت به زیر معیارها به دست آمد که به عنوان مثال نتایج محاسبات مربوط به ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به زیر معیار میانگین بارندگی سالانه در جدول ۶ ارائه شده است. لازم به ذکر است که ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به سایر زیر معیارها نیز تشکیل و محاسبات مربوط انجام شد که نتایج به صورت وزن نهایی هر کدام در جدول ۷ آمده است.

جدول ۶- مقایسه زوجی گزینه‌ها از لحاظ میانگین بارندگی سالانه

$C_{11}$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_1$	(1, 1.1)	(0.34, 0.56, 0.87)	(0.44, 0.71, 1.08)	(0.88, 1.67, 3.25)

$$S_{c_{11}} = (2.4, 3, 5.4) \otimes (0.033, 0.962, 0.192) = (0.0792, 2.886, 1.036)$$

$$S_{c_{12}} = (1.4, 3, 5.4) \otimes (0.033, 0.962, 0.192) = (0.0462, 2.886, 1.0368)$$

$$S_{c_{13}} = (1.4, 2.9, 5.4) \otimes (0.033, 0.962, 0.192) = (0.0462, 2.78, 1.0368)$$

ها برای زیر معیارهای شکل زمین به شرح زیر

است:  $S_i$

$$S_{c_{21}} = (2.6, 3.6, 0.8) \otimes (0.043, 0.113, 0.156) = (0.111, 0.406, 1.528)$$

$$S_{c_{22}} = (2.3, 3.3, 9.3) \otimes (0.043, 0.113, 0.156) = (0.0989, 0.372, 1.45)$$

$$S_{c_{23}} = (1.55, 2.7, 3.7) \otimes (0.043, 0.113, 0.156) = (0.065, 0.305, 0.577)$$

$S_i$ ها برای زیر معیارهای خاک به شرح زیر است:

$$S_{c_{31}} = (1.7, 3.2, 6) \otimes (0.061, 0.108, 0.192) = (0.103, 0.345, 1.152)$$

$$S_{c_{32}} = (1.7, 3.3, 6) \otimes (0.061, 0.108, 0.192) = (0.103, 0.356, 1.152)$$

$$S_{c_{33}} = (1.8, 3, 4.3) \otimes (0.061, 0.108, 0.192) = (0.109, 0.324, 0.825)$$

$S_i$ ها برای زیر معیارهای منابع آب و پوشش گیاهی به

شرح زیر است:

$$S_{c_{41}} = (1.5, 2.7, 4.7) \otimes (0.045, 0.093, 0.188) = (0.067, 0.251, 0.886)$$

$$S_{c_{42}} = (1.4, 2.7, 4.4) \otimes (0.045, 0.093, 0.188) = (0.063, 0.251, 0.827)$$

$$S_{c_{43}} = (2.4, 5.3, 12.9) \otimes (0.045, 0.093, 0.188) = (0.108, 0.492, 2.425)$$

درجه بزرگی  $S_i$ ها نسبت به هم به شرح زیر است:

$$v = (S_{C_{11}} \geq S_{C_{12}}) = 1v = (S_{C_{11}} \geq S_{C_{12}}) = 0.9$$

$$v = (S_{C_{12}} \geq S_{C_{11}}) = 1v = (S_{C_{12}} \geq S_{C_{12}}) = 0.9$$

$$v = (S_{C_{12}} \geq S_{C_{11}}) = 0.9v = (S_{C_{12}} \geq S_{C_{12}}) = 0.9$$

$$v = (S_{C_{21}} \geq S_{C_{22}}) = 0.97v = (S_{C_{21}} \geq S_{C_{22}}) = 82$$

$$v = (S_{C_{22}} \geq S_{C_{21}}) = 1v = (S_{C_{22}} \geq S_{C_{22}}) = 0.87$$

$$v = (S_{C_{22}} \geq S_{C_{21}}) = 1v = (S_{C_{22}} \geq S_{C_{22}}) = 1$$

$$v = (S_{C_{21}} \geq S_{C_{22}}) = 1v = (S_{C_{21}} \geq S_{C_{22}}) = 0.97$$

$A_2$	(1.15, 1.3, 3)	(1, 1, 1)	(0.94, 0.78, 1.07)	(1.5, 2.33, 4)
$A_3$	(0.92, 1.4, 2.29)	(0.57, 0.78, 1.07)	(1, 1, 1)	(1.5, 2.33, 4)
$A_4$	(0.31, 0.6, 1.14)	(0.19, 0.33, 0.53)	(0.25, 0.43, 0.67)	(1, 1, 1)

$$\begin{aligned}
 v = (S_2 \geq S_1) = 0.78v = (S_2 \geq S_2) = 1v = (S_2 \geq S_4) = 0.97 & \quad S_1 = (2.66, 3.94, 6.2) \otimes (0.037, 0.056, 0.076) = (0.098, 0.22, 0.471) \\
 v = (S_4 \geq S_1) = 1v = (S_4 \geq S_2) = 1v = (S_4 \geq S_3) = 1 & \quad S_2 = (4.59, 5.91, 9.07) \otimes (0.037, 0.056, 0.076) = (0.196, 0.33, 0.689) \\
 \hat{d}(S_1) = \text{Min}(1, 1, 0.68) = 0.68 \hat{d}(S_2) = \text{Min}(0.7, 0.95, 0.22) = 0.22 & \quad S_3 = (3.99, 5.51, 8.34) \otimes (0.037, 0.056, 0.076) = (0.147, 0.303, 0.693) \\
 \hat{d}(S_3) = \text{Min}(0.78, 1, 0.37) = 0.37 \hat{d}(S_4) = \text{Min}(1, 1, 1) = 1 & \quad S_4 = (1.75, 2.36, 3.34) \otimes (0.037, 0.056, 0.076) = (0.067, 0.132, 0.253) \\
 v = (S_1 \geq S_2) = 1v = (S_1 \geq S_3) = 1v = (S_1 \geq S_4) = 0.68 & \\
 v = (S_2 \geq S_1) = 0.7v = (S_2 \geq S_2) = 0.95v = (S_2 \geq S_4) = 0.22 &
 \end{aligned}$$

جدول ۷- وزن نهایی گزینه‌ها نسبت به زیر معیارها

وزن نهایی W	زیر معیارها $C_i$	۱
$W = (0.283, 0.099, 0.166, 0.45)$	$C_{11}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$
$W = (0.342, 0.175, 0.118, 0.381)$	$C_{12}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$
$W = (0.385, 0.103, 0.177, 0.432)$	$C_{13}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$
$W = (0.302, 0.116, 0.116, 0.465)$	$C_{21}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$
$W = (0.454, 0.122, 0.122, 0.3)$	$C_{22}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$
$W = (0.366, 0.111, 0.111, 0.411)$	$C_{23}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$
$W = (0.366, 0.111, 0.111, 0.411)$	$C_{31}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$
$W = (0.366, 0.111, 0.111, 0.411)$	$C_{32}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$
$W = (0.368, 0.234, 0.31, 0.0874)$	$C_{33}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$
$W = (0.368, 0.234, 0.31, 0.0874)$	$C_{41}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$
$W = (0.321, 0.272, 0.204, 0.204)$	$C_{42}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$
$W = (0.234, 0.311, 0.0878, 0.368)$	$C_{43}$	$A_1, A_2, A_3, A_4$

حاصل ضرب وزن نهایی معیارها در وزن نهایی زیر معیارها نسبت به هر یک گزینه‌ها به دست آمد.

امتیاز هر یک از گزینه‌ها جهت توسعه پایدار شهری با ضرب وزن‌های مطابق با روش تحلیل سلسله مراتبی کلاسیک به دست آمد. این امتیاز نهایی از جمع

جدول ۸- امتیاز نهایی گزینه‌ها

جمع امتیاز	$C_4$ (0.29)			$C_3$ (0.23)			$C_2$ (0.29)			$C_1$ (0.186)			معیارها
	$C_{43}$	$C_{42}$	$C_{41}$	$C_{33}$	$C_{32}$	$C_{31}$	$C_{23}$	$C_{22}$	$C_{21}$	$C_{13}$	$C_{12}$	$C_{11}$	زیر معیارها
	0.239	0.38	0.38	0.338	0.332	0.328	0.371	0.323	0.304	0.333	0.333	0.333	وزن‌ها
0.817	0.234	0.321	0.368	0.368	0.345	0.366	0.366	0.454	0.302	0.385	0.342	0.283	$A_1$
0.173	0.311	0.272	0.234	0.234	0.223	0.111	0.111	0.122	0.116	0.103	0.175	0.099	$A_2$

0.233	0.878	0.204	0.31	0.31	0.345	0.111	0.111	0.122	0.116	0.177	0.118	0.166	$A_3$
0.29	0.368	0.204	0.0874	0.0874	0.0874	0.411	0.411	0.3	0.465	0.432	0.381	0.45	$A_4$

برای منطقه است. با توجه به اینکه تغییرات هر یک از معیارهای توان اکولوژیکی منطقه تدریجی است، برای تفکیک و اولویت بندی مناسب مراکز شهری در این تحقیق از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شده است. به عبارتی توان فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی **FAHP** در مدلسازی، تحلیل و حل مسائل برنامه ریزی، به عنوان روشی توانمند برای ارزیابی‌های چند متغیره در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. در این راستا، با به کارگیری مفاهیم سیستم فازی، به مدل سازی ترجیحات انسانی جهت تحلیل و تصمیم گیری بر پایه متغیرهای زبانی پرداخته شد، به طوری که با انطباق نتایج به دست آمده از مدلسازی، تحلیل و نتیجه متغیرهای زبانی با منابع و توان اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه مشخص شد که منطقه دارای شرایط نسبتاً محدودی برای توسعه شهری است. این محدودیت در شهرهای پهنه میانی و غربی استان با دارا بودن شیب‌های بالای ۹ درصد، ارتفاعات بالای ۱۸۰۰ متر، عدم بافت و عمق نامناسب خاک، پایین بودن متوسط بارندگی به خصوص در جنوب استان و پایین بودن منابع آب و بسیاری از عوامل زیستی و فیزیکی زیاد بوده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد شهرهایی که در اولویت اول و دوم توسعه قرار دارند نه تنها به دلیل برخورداری از منابع اکولوژیکی است، بلکه بدلیل داشتن موقعیت استراتژیکی از جمله قرار گرفتن در مسیر ترانزیت کالا به کشورهای همسایه مثل ترکیه، جمهوری نخجوان، عراق، دارا بودن شاخص‌های بخش زیربنایی، برخورداری از منابع اکوتوریستی، گردشگری و زمینه‌های تاریخی می‌باشد. یکی از مهمترین نتایج این

برطبق امتیاز نهایی، گزینه‌هایی که بالاترین امتیاز را دارند به عنوان بهترین مراکز شهری برای توسعه شهری محسوب می‌شوند. در این تحقیق بر طبق چهار معیار و دوازده زیر معیار مطالعه شده فیزیکی و زیستی گزینه (شهرهای)  $A_1$  به عنوان بهترین اولویت شناخته شد و پس از آن گزینه‌های  $A_4$ ،  $A_3$  و  $A_2$  به ترتیب به عنوان اولویت‌های دوم تا چهارم مشخص شدند.

#### جدول ۹- اولویت بندی مراکز شهری

اولویت اول	مراکز شهری	وزن نهایی
$A_1$	خوی- ماکو- چالدران- چایپاره- پلدشت	0.817
$A_4$	شاهین دژ- بوکان- تکاب- سردشت	0.29
$A_2$	نقده- میاندوآب- پیرانشهر- مهاباد	0.233
$A_3$	ارومیه- سلماس- اشنویه- سرو- نوشین	0.173

#### ۳- نتیجه گیری

بسیاری از برنامه‌ریزان و تصمیم گیرندگان برای حل مسائل ناشی از متغیرهای گوناگون با سطوح بالایی از محدودیت‌ها و حجم زیادی از داده‌ها و اطلاعات روبه‌رو هستند، به طوری که به زعم بسیاری از صاحب‌نظران علت موفقیت و شکست سازمان‌ها و محققین را در عدم گزینش مناسب معیارها و متغیرها برای غلبه بر مسائل می‌دانند. آمایش سرزمین فرایند پیچیده‌ای است که به متغیرهای اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی وابسته است. یکی از مهمترین مراحل آمایش، تعیین توان اکولوژیکی سرزمین است. اولین مسئولیت در ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین، شناسایی و آماده کردن معیارها و گزینه‌های مناسب

حاضر بر اولویت بندی مراکز شهری با رویکرد اکولوژیکی تاکید دارد، پیشنهاد می‌شود جهت کاهش عدم تعادل شبکه‌های شهری در سطح منطقه و حفاظت از منابع اکولوژیکی جهت توسعه پایدار شهری از روش‌های ترکیبی و فرایندی FAHP و فوننی از جمله تحلیل شبکه، بخصوص Fuzzy GIS و غیره به درجه بندی و شفاف سازی اهمیت معیارهای اکولوژیکی جهت سمت و سو دادن به سیاست‌های توسعه شهری در سطح ملی و منطقه ای استفاده گردد. با تعیین معیارهای ارزیابی توان اکولوژیکی می‌توان در ارزیابی‌های زیستی و فیزیکی، طرحی برای توسعه پایدار شهری با مدیریت منابع اکولوژیکی فعلی و ارتقای آنها تدوین کرد که این طرح، علاوه بر رفع ابهام در مدل‌های ارزیابی توان اکولوژیکی، توانایی انتخاب مناسب معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها در رابطه با مناطق مختلف مطالعاتی را دارد.

#### منابع

- اونق، مجید، قانقرمه، عبدالعظیم، عابدی، قدرت، (آذر-دی ۱۳۸۵)، برنامه ریزی کاربری اراضی سواحل جنوب شرقی دریای خزر، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد سیزدهم، شماره پنجم.
- اونق، مجید، میر کریمی، س.ح، (۱۳۷۷)، ارزیابی توان اکولوژیکی و آمایش استان گلستان، گزارش طرح مطالعاتی، اداره کل حفاظت محیط زیست گلستان، ۷۵ص.
- اونق، مجید، میر کریمی، س.ح، (۱۳۷۸)، هدایت توسعه پایدار استان گلستان (آمایش بستر طبیعی)، مجموعه مقالات دومین همایش توانمندی‌های توسعه استان گلستان، گرگان، ۲۷۵-۲۶۵ص.
- سند ملی توسعه استان آذربایجان غربی، مصوب جلسه مورخ ۱۳۸۳/۵/۲۴ شورای توسعه و برنامه ریزی استان آذربایجان غربی، استان داری آذربایجان غربی.

تحقیق شناسایی و تعیین اهمیت معیارهای ارزیابی توان اکولوژیکی و اولویت بندی مناسب مراکز شهری بر پایه روش چند معیاره فازی با رویکرد توسعه پایدار می‌باشد، به طوری که با استفاده از این روش، ابهام در مورد ارزش هر یک از معیارهای ارزیابی توان اکولوژیکی به حداقل رسید. این معیارها به ترتیب اهمیتی که توسط نخبه‌های علمی مرتبط در استان انتخاب شده اند شامل: شکل زمین، منابع آب و پوشش گیاهی، خاک و آب و هوا می‌باشند. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که با استفاده از مدل ارائه شده در این زمینه می‌توان برای بهبود، ارتقاء، اولویت بندی و ارزیابی توان اکولوژیکی اقدام نمود. به عنوان مثال همان طور که نتایج تحقیق نیز نشان می‌دهد، اهمیت معیارهای اکولوژیکی در استان آذربایجان غربی برای توسعه شهری با واقعیت حاضر سلسله مراتب شهری استان منطبق است، به طوری که شهرهای متوسط و نسبتاً بزرگ استان در حال توسعه و رشد بی برنامه خود می‌باشند و نتایج این تحقیقات نیز حاکی از این امر است که اهمیت توجه به معیارهای اکولوژیکی به خصوص در شهرهای میانی و متوسط بسیار بالاست. زیرا این مراکز شهری کانون شکل گیری منطقه‌های شهری می‌باشند. از طرفی این مدل قابلیت آن را دارد تا در سنجش کمی ارزش پارامترهای اکولوژیک تأثیرگذار بر کاربری توسعه شهری و خدماتی شکل کاربردی به خود گیرد، زیرا عدم تعادل در شبکه شهری و افزایش این عارضه در مجموعه شهری آذربایجان غربی به خصوص در ارتباط با معیارهای اکولوژیکی وابسته و تأثیر گذار بر توسعه شهری به طور واضح روشن است. در خصوص اهمیت و بالا بودن اعتبار روش‌های ارزیابی فازی در علوم جدید به خصوص علوم محیطی و بنابر این موضوع که تحقیق

- Jozi, S.A., Zaredar, N., Rezaeian, S., (2010), Evaluation of Ecological Capability using Spatial Multi Criteria Evaluation Method (SMCE) (Case study: Implementation of Indoor Recreation in Varjin Protected Area-Iran). *International Journal of Environmental Science and Development* 1 (3), 273.
- Kaya, T., Kahraman, C., (2011), An integrated fuzzy AHP-ELECTRE methodology for environmental impact assessment. *Expert Systems with Applications* 38, 8553-8562.
- Malczewski, J., (2004), GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progr. Plann.* 62 (1), 3-65.
- Olewiler, N., (2006), "Environmental Sustainability for Urban Areas: The Role of Natural Capital Indicators." *Cities* 23, 3. 185-95.
- Peter F. Sale, (1998), Appropriate spatial scales for studies of reef-fish ecology, *Australian Journal of Ecology*, [Volume 23, Issue 3](#), pages 202-208, June.
- R. F. Tomlinson, (1998), The Canada geographic information system. In: Foresman, T.W. (Ed.), *the History of Geographic Information Systems: Perspectives from the Pioneers*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, pp. 21-32.
- Shadi Barati, Morteza Rahbar and Mahdi Shaibani, (2010), Tehran Urban Development Planning with a Landscape Ecology Approach. Case Study: Municipal District 22, Tehran. *Journal of Landscape Studies* 3, 65 - 73
- 23- Stephen M. Wheeler and Timotley, (2009), *The sustainable urban development (reader second edition)*, published by routledge.
- 24- Seyed Ali Jozi, Narges Zaredar and Sahar Rezaeian, (August 2010), Evaluation of Ecological Capability using Spatial Multi Criteria Evaluation Method (SMCE) (Case study: Implementation of Indoor Recreation in Varjin Protected Area-Iran), *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol. 1, No. 3, ISSN: 2010-0264.
- 25- Shi, C., Hutchinson, S.M., And Xu, S, (2004), Evaluation of coastal zone sustainability: an a integrated approach applied in Shanghai Municipality and Chong Ming Island, *Environmental management* 71 (4):335-344.
- 26- Sante-Riveira, I., Crecente-Maseda, R., and Miranda-Barros, D., (2008), GIS-based planning support system for rural land-use allocation, *Computers and Electronics in Agriculture* 63.
- 27-T. T. Duc, (2006), Multi criteria spatial decision analysis in web GIS environment. *International Symposium on Geo informatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences*.
- Teodoro Luque-Martinez, Salvador Del Barrio-Garcia, Jose Angel Ibanez, (October 2007), Modeling a city's image: The case of Granada, [Volume 24, Issue 5](#), Pages 335-352.
- 29- Sabates-Wheeler, R. et al. (2008), "Rural disaster risk – poverty Interfaces", report prepared for Global Assessment Report on Disaster Reduction, IDS, University of Sussex, Brighton.
- Xiong Ying, Zeng Guang-Min, Zeng Guang-Ming, Tang Lin, Wang Ke-Lin, Huang Dao-You, Huang Dao-You, (2007), *ecological modeling* 209, 97-109.
- عشوری، پروانه، فریادی، شهرزاد، (۱۳۹۰)، ارزیابی توانایی مناطق طبیعت گردی با استفاده از روشهای تجزیه و تحلیل چند معیاره (مطالعه موردی: دهستان لواسان کوچک)، [محیط شناسی، دوره: ۳۶، شماره: ۳](#)، دانشگاه تهران.
- عطائی، محمد، (۱۳۸۸)، تصمیم گیری چند معیاره فازی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود.
- مخدوم، مجید، (۱۳۷۹)، نخستین تجربه مدل سازی توامان برای سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در ایران، مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک، سازمان نقشه برداری، تهران، ۲۷۳-۲۹۴ص.
- مخدوم، مجید، (۱۳۷۲)، محیط زیست توسعه آذربایجان شرقی، سمینار آذربایجان و توسعه، تبریز، ۵۲۱-۵۱۲ص.
- مخدوم، مجید، (۱۳۷۰)، ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه گیان و مازندران برای توسعه شهری و صنعتی و توریسم، *مجله محیط شناسی*، شماره ۹۹، ۱۶-۱۸ص.
- مظفری، غلامعلی و انور اولی زاده، (۱۳۸۷)، بررسی وضعیت توسعه فیزیکی شهر سقز و تعیین جهات بهینه توسعه آبی آن، فصلنامه محیط شناسی ۴۷، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
- وزارت مسکن و شهرسازی، (۱۳۷۲)، مکان یابی و قابلیت اراضی ساحلی دریای خزر، نشریه شماره ۸۵، ۴۷ص.
- Beedasy, J., D., Whyatt. (1999). Diverting the tourists: spatial decision- support system for tourism planning on a developing Island. *J. Appl. Earth Observe. Geoinform.* 3/4, 163-174.
- Erling. Holden, And Kristin. Linnerud, (May/June 2007), The sustainable development area: satisfying basic needs and safeguarding ecological sustainability. *Sustainable Development*, [Volume 15, Issue 3](#), pages 174-187.
- Holden, E, (2004), Ecological footprint and sustainable urban form, housing and the built environment, 91-109.
- Huang, Q., Wang, R.H., Ren, Z.Y., Li, J., Zhang, H.Z, (2007), Regional ecological security assessment based on long periods of ecological footprint analysis. *Resources Conservation & Recycling*, 24-44.