Archive of SID

آمایش سرزمین
دورهٔ ششم، شمارهٔ اول، بهار و تابستان ۱۳۹۳
صفحات ۱۷۸ – ۱۵۳
ISSN: 2008-7047
http://jtcp.ut.ac.ir

# تدوین الگوی ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) (نمونهٔ موردی: شهرستان ساری)

سارا جوادیان کوتنایی [۱*]، سعید ملماسی [۲]، ندا اورک [۳]، جعفر مرشدی [۴]

۱.دانشجوی کارشناسی ارشد، رشتهٔ ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان
۲. استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
۳. استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز
٤. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۲۹)

## چکیده

امروزه با توجه به رشد روزافزون جمعیت شهرنشین و در پی آن گسترش شتاب‌زده و لجام‌گسیختهٔ شهرها، مسائل و مشکلات عدیده‌ای پیش روی جوامع بشری قرار گرفته است. از این رو، افزایش سطح سکونتگاه‌های شهری در محدودهٔ شهرستان ساری نیز، بدون توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های اراضی و فرآیند ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری انجام می‌گیرد که هرروزه موجب نابودی سطح وسیعی از اراضی باارزش می‌شود. فرآیند ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری، استفادهٔ ممکن انسان از سرزمین برای کاربری توسعهٔ شهری را برآورد می‌کند. پژوهش حاضر تحقیقی توصیفی و تحلیلی و از نوع کاربردی است و در شهرستان ساری با هدف طراحی و به‌کارگیری مدلی کل‌نگر و انعطاف‌پذیر به منظور ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) انجام گرفته است که در آن، مهم‌ترین معیارهای توان اکولوژیک توسعهٔ شهری در قالب ساختاری شبکه‌ای و با بهره‌گیری از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، تحلیل می‌شوند تا نقشهٔ پهنه‌بندی محدودهٔ مورد مطالعه براساس توان اکولوژیک توسعهٔ شهری تهیه شود. در نتیجهٔ پژوهش حاضر با به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در جهت بهینه‌سازی فرآیند توسعهٔ شهری به منظور جلوگیری از بحران‌های زیست‌محیطی، راهکارهای عملی پیشنهاد شد.

## کلیدواژگان

ارزیابی توان اکولوژیک، توسعهٔ شهری، شهرستان ساری، فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP).

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۹۳٦۲۷٦۰۷۱۵ رایانامه: Sara.Javadian66@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID



## مقدمه

امروزه بسیاری از نواحی شهری کشور ما با توجه به گسترش نامحدود و بدون برنامهٔ خود سبب دست‌اندازی به محیط‌های طبیعی و ازبین‌بردن آن‌ها شده‌اند. اما افزایش روزافزون جمعیت شهرنشین و در پی آن رشد شهرها، توجه به چگونگی کنترل توسعهٔ شهرها با برنامه و حرکت در راستای اصول توسعهٔ پایدار را الزامی می‌کند. در واقع، توسعهٔ مناسب شهری هنگامی محقق می‌شود که سرزمین به تناسب قابلیت‌های آن به‌کار گرفته شود (پورجعفر و همکاران، ١٣٩١). شهرستان ساری، واقع در شمال کشور، با توجه به اهمیت و اعتبار ویژه و موقعیت سیاسی- اداری خاص به عنوان نمونهٔ مورد مطالعه در پژوهش حاضر انتخاب شده است. توسعهٔ سطوح سکونتگاه‌های شهری بدون توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های اراضی، هر روز سطح بیشتری از زمین‌های مرغوب شهرستان ساری را از بین می‌برد و با تبدیل آن به اراضی ساخته‌شدهٔ شهری، پیامدهای بعضاً جبران‌ناپذیری را به همراه خواهد داشت. توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های محدوده با انجام‌دادن فرآیند ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری، راه‌حلی مناسب برای مقابله با بحران‌های زیست‌محیطی نوظهور و شیوه‌ای کارآمد برای نیل به اهداف توسعهٔ پایدار است و البته ابزار مدیریت توسعه در مراحل برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری تلقی می‌شود. در این پژوهش، با طراحی و کاربست مدلی انعطاف‌پذیر، کل‌نگر و پویا، توان اکولوژیک توسعهٔ شهری در شهرستان ساری، ارزیابی شود. در واقع، این فرآیند، ابزاری برای ارتقای عملکرد مدیریت توسعه است که از طریق بهبود روش‌ها و اصلاح دیدگاه‌ها، ارتقای کیفیت محیط زیست را هدف قرار می‌دهد. بنابر آن‌چه بیان شد، در پژوهش حاضر فن ANP که از فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره است، برای طراحی مدلی ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری در شهرستان ساری به‌کار گرفته شده است.

## پیشینهٔ پژوهش

در زمینهٔ ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری، در داخل و خارج از کشور تحقیقات بی‌شماری انجام گرفته است. پورجعفر و همکاران (١٣٩١) در مقاله‌ای، توان اکولوژیکی را براساس اصول

www.SID.ir

Archive of SID



آمایش سرزمین به منظور تعیین عرصه‌های مناسب توسعه در محدودهٔ شهر جدید سهند ارزیابی کردند که در نتیجهٔ این مطالعه، با استخراج واحدهای محیطی و سنجش آن‌ها براساس معیارهای اکولوژیکی، توان‌ها و استعدادهای بالقوه برآورد شد و محدوده‌های مناسب برای توسعهٔ آتی شهر جدید سهند با مساحتی حدود ۳۲۰۰ هکتار پیشنهاد شد. در نمونه‌ای دیگر، منوری و همکاران (۱۳۹۱)، توان اکولوژیک اراضی استان آذربایجان شرقی برای توسعهٔ صنایع را با به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی ارزیابی کردند که براساس نتایج آن، استان آذربایجان شرقی، برای توسعهٔ صنعتی محدودیت‌های نسبی دارد و توان درجهٔ یک ندارد. در حالی که ۲۱ درصد از استان، پتانسیل توسعهٔ صنعت طبقهٔ دو دارد. در نمونه‌های خارجی، رابیا و تریبایل در سال ۲۰۱۳، مفهوم پارامتری جدیدی در قالب پیشنهاد معادله‌ای با سه روش، برای بهترشدن نتایج فرآیند ارزیابی مناسب‌بودن اراضی معرفی کردند که در نتایج آن، ماهیت طبیعی محیط مهم‌ترین عامل محدودکننده تعیین شد. البته بین نتایج سه روش پیشنهادی این پژوهش، همبستگی بالایی حاصل شد (Rabia & Terribile, 2013). همچنین، در پژوهشی دیگر، چاندیو و همکاران در سال ۲۰۱۱، مناسب‌بودن اراضی محدودهٔ شهر لارکانا را بر پایهٔ GIS و با به‌کارگیری فن AHP به منظور برنامه‌ریزی پارک‌های عمومی، تحلیل و ارزیابی شد که پس از تحلیل معیارهای دسترسی، ارزش زمین و تراکم جمعیت در سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، پهنه‌های مناسب برای احداث پارک‌های عمومی تعیین شد (Chandio et al., 2011).

از سویی دیگر، پژوهش‌های متعدد داخلی و خارجی نیز فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) را به عنوان مدل تحلیلی به‌کار گرفته شد. برای نمونه، هادیزاده زرگر و همکاران (۱۳۹۲)، در مقاله‌ای توسعه‌یافتگی مناطق شهری اصفهان در بخش مسکن را با به‌کارگیری فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) سنجش کردند که در پایان رتبهٔ هر یک از مناطق از این نظر تعیین شد. در نمونه‌های خارجی، چن در سال ۲۰۰۹، کاربرد روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) را در ارزیابی محیط‌های ساخته‌شدهٔ پایدار از جمله ارزیابی ابنیه و ارزیابی طرح‌های تخریب و جز آن بررسی کردند که نتایج این مطالعه نیز بر کاربردی‌بودن مدل مذکور در ارزیابی محیط‌های مصنوع تأکید کرد (Chen, 2009).

www.SID.ir

Archive of SID



نکتهٔ شایان توجه این است که پس از بررسی پژوهش‌های انجام‌گرفته در حوزه‌های یادشده، مشخص شد، به‌ندرت پژوهشی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری را با به‌کارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) ارزیابی کرده است.

## روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش تحقیق، توصیفی- تحلیلی است. گردآوری داده‌ها به شیوهٔ کتابخانه‌ای و بررسی اسناد و منابع موجود، برنامه‌ها و طرح‌های توسعه در شهرستان ساری، همچنین، روش میدانی با به‌کارگیری ابزارهای مصاحبه با مقامات و مسئولان تصمیم‌گیر حوزهٔ شهرستان، دانشجویان و پژوهشگران و صاحب‌نظران عرصه‌های مرتبط و پرسشنامه به منظور جمع‌آوری آرای مربوط به قضاوت‌های زوجی در فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) انجام گرفت. افراد مذکور، ٤٥ نفر شامل ۲۰ نفر از مسئولان تصمیم‌گیرنده در محدوده و ۲۵ نفر از دانشجویان و پژوهشگران عرصه‌های مرتبط بوده است. البته با توجه به وسعت و جمعیت محدودهٔ مطالعاتی و نیز تعداد سازمان‌ها، نهادها و اداراتی که در ارتباط با موضوع، مسئولیت دارند، تعداد مسئولان جامعهٔ آماری تعیین شد و به نسبت آن، تعداد پژوهشگران شرکت‌کننده در گردآوری داده‌ها مشخص شد. تجزیه‌وتحلیل در این مطالعه با به‌کارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای انجام گرفت. به بیان دیگر، طراحی مدل تحلیلی مطالعهٔ حاضر با به‌کارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای و بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام گرفته است. شایان ذکر است، از آن‌جا که فرآیند تحلیل شبکه‌ای بر پایهٔ قضاوت‌های زوجی استوار است، همواره این مدل در کنار خود از روش دلفی بهره می‌برد. فرآیند دلفی در زمینه‌هایی از علم که در آن هنوز قوانین علمی توسعه نیافته است، اتکا به آرای خبرگان را مجاز می‌داند. به این ترتیب که برآیند (در بسیاری از موارد میانگین) نظرهای کارشناسان و افراد صاحب‌نظر به عنوان ارزش نهایی مورد قضاوت در نظر گرفته می‌شود. همچنین، تجزیه و تحلیل و پردازش داده‌ها در پژوهش حاضر با به‌کارگیری نرم‌افزارهای ArcGIS، Expert Choice و MATLAB انجام گرفته است. فرآیند پژوهش حاضر طوری است که پس از بررسی مبانی و پایه‌های نظری ارزیابی توان اکولوژیک و شناخت محدودهٔ مطالعاتی، مدلی منعطف

www.SID.ir

Archive of SID



با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل شبکه‌ای، به منظور ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری در شهرستان ساری طراحی و به‌کار گرفته شد. پس از طی مراحل مذکور، پهنه‌بندی محدودهٔ مطالعاتی بر اساس توان اکولوژیک توسعهٔ شهری، به عنوان نتیجهٔ مدل، بیان می‌شود.

## چارچوب نظری

چارچوب نظری پژوهش حاضر که پایه‌ها و بنیان‌های نظری مرتبط با موضوع پژوهش را تشکیل می‌دهند، در دو بخش اصلی، تعریف‌های مربوط به ارزیابی توان اکولوژیک، و فرآیند تحلیل شبکه‌ای بیان می‌شود.

ارزیابی به مفهوم کلی، عبارت است از بررسی و تشخیص نظام‌مند ارزش‌های چیزی یا شایستگی‌های کسی. ارزیابی برای این است که یک سازمان، خواه تشکیلات دولتی یا شرکت‌های خصوصی، اطلاعات به‌دست‌آمده در فرایند تصمیم‌سازی و از جمله، اصلاح خطاها به‌کار گیرند. بر ارزیابی به عنوان یکی از ارکان مهم فرآیند برنامه‌ریزی، همواره تأکید شده است (سعیدی و همکاران، ۱۳۸٦). ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین (اعم از توان اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی آن)، عبارت است از برآورد به‌کارگیری ممکن انسان از سرزمین برای کاربری‌های کشاورزی، مرتعداری، جنگلداری، پارک‌داری (حفاظت و توریسم)، آبزی‌پروری، امور نظامی و مهندسی، توسعهٔ شهری و روستایی، صنعتی و جز آن در چارچوب کاربردهای کشاورزی، صنعت، خدمات و بازرگانی (مخدوم، ۱۳۸۰). ارزیابی توان اکولوژیک یکی از روش‌های تعیین کاربری‌های بهینهٔ اراضی است که در آن، ابتدا با تهیهٔ نقشهٔ یگان‌های زیست‌محیطی که از تلفیق نقشه‌های طبقات ارتفاعی، شیب، جهت شیب، خاک و پوشش گیاهی و غیره به دست می‌آید، سپس، با روش‌های تحلیلی مناسب، توان انواع کاربری‌ها، ارزیابی می‌شود. با به‌کارگیری سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، نقشهٔ یگان‌های زیست‌محیطی حوزه‌های آبخیز تهیه، و پس از تلفیق نقشه‌ها و به‌هنگام‌شدن آن‌ها با به‌کارگیری مقایسهٔ مدل‌های ریاضی، کاربری‌های کشاورزی، مرتعداری، جنگلداری، توسعهٔ شهری و روستایی، تفرج متمرکز، تفرج گسترده، آبزی‌پروری و حفاظت با یگان‌های زیست‌محیطی، توان اکولوژیکی واحدهای یادشده ارزیابی و طبقه‌بندی می‌شوند. پس از ارزیابی

www.SID.ir

Archive of SID



توان اکولوژیکی کاربری‌ها، برای انتخاب بهترین گزینه‌ها در واحد سرزمین و ساماندهی کاربری‌ها، تعیین اولویت کاربری‌ها انجام می‌گیرد و نقشه‌های توان اکولوژیک تهیه می‌شود. البته شایان ذکر است که هر یک از عوامل و عناصر شکل‌دهندهٔ نواحی مختلف را منابع طبیعی یا اکولوژیکی می‌نامند که شامل منابع فیزیکی و زیستی است و انسان به‌طور منفرد و یا ترکیبی از بهره‌برداری می‌کند (مخدوم، ١٣٨٠). پیرامون مفهوم توسعهٔ شهری می‌توان این امر را به عنوان مفهومی فضایی به معنی تغییرات در کاربری زمین و سطوح تراکم، جهت رفع نیازهای ساکنان شهر در زمینهٔ مسکن، حمل و نقل، اوقات فراغت و غذا و غیره، تعریف کرد. چنین توسعه‌ای زمانی پایدار خواهد بود که در طول زمان، شهر مورد نظر از نظر زیست‌محیطی قابل سکونت و زندگی، از نظر اقتصادی بادوام، و از نظر اجتماعی همبسته باشد. توسعهٔ کالبدی شهر فرآیندی اجتناب‌ناپذیر، ناشی از عوامل و آثار متعدد است و پیامد آن، توسعهٔ کالبدی شهر در جهات و نقاط مختلف است.

روش‌های ارزیابی چندمعیاره کاربرد وسیعی در علوم از جمله در ارزیابی محیط زیست دارد. از بین این روش‌ها، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) که خود، از توابع ارزشی چندگانه است و عمده کاری که انجام می‌دهد، تجزیهٔ توابع ارزشی به اجزایی با اندازه‌های قابل کنترل و ساختار مناسب است که در عمل باعث ایجاد درخت سلسله‌مراتبی می‌شود (صالحی صدقیانی، ١٣٨٠). یکی از محدودیت‌های جدی AHP این است که وابستگی‌های متقابل بین عناصر تصمیم، یعنی وابستگی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها را در نظر نمی‌گیرد و ارتباط بین عناصر تصمیم را سلسله‌مراتبی و یک‌طرفه فرض می‌کند. این فرض ممکن است در بعضی موارد صادق نباشد و در چنین شرایطی نتیجهٔ روش AHP ممکن است، موجب برعکس‌شدن رتبه‌ها شود. یعنی با حذف گزینه‌ای، ممکن است نتیجهٔ رتبه‌بندی گزینه‌ها تغییر کند. بنابراین، باید در به‌کارگیری فن AHP اندکی محتاط بود، زیرا همهٔ مسائل و مشکلات برنامه‌ریزی لزوماً ساختار سلسله مراتبی ندارند (زبردست، ١٣٨٠). این محدودیت عمدهٔ AHP باعث شد ابداع‌کنندهٔ آن، توماس ال ساعتی، روش فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) را طراحی و معرفی کند که در آن ارتباطات پیچیده میان عناصر تصمیم، از طریق جایگزینی ساختار سلسله‌مراتبی با ساختار شبکه‌ای، در نظر گرفته می‌شود. فرآیند

www.SID.ir

Archive of SID



تحلیل شبکه‌ای حالت عمومی AHP و شکل گستردهٔ آن محسوب می‌شود (Saaty, 1999) که در آن، موضوعات با وابستگی متقابل و بازخورد را نیز می‌توان در نظر گرفت. به همین دلیل، در سال‌های اخیر به‌کارگیری ANP به‌جای AHP در اغلب زمینه‌ها افزایش یافته است (Jharkharia and Shankar, 2007).

فرآیند تحلیل شبکه‌ای، همهٔ ویژگی‌های مثبت AHP، از جمله سادگی، انعطاف‌پذیری، به‌کارگیری معیارهای کمی و کیفی به‌طور همزمان و قابلیت بررسی سازگاری و قضاوت‌ها را دارد و علاوه بر آن، می‌تواند ارتباطات پیچیده (وابستگی‌های متقابل و بازخورد) بین عناصر تصمیم را با به‌کارگیری ساختار شبکه‌ای به‌جای ساختار سلسله‌مراتبی در نظر بگیرد. تفاوت بین یک ساختار سلسله‌مراتبی و ساختار شبکه‌ای در شکل ۱ نشان داده شده است. فرآیند تحلیل شبکه‌ای هر موضوع و مسئله‌ای را به مثابهٔ شبکه‌ای از معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها (همهٔ این‌ها، عناصر نامیده می‌شوند) که با یکدیگر در خوشه‌هایی جمع شده‌اند، در نظر می‌گیرد. همهٔ عناصر در یک شبکه می‌توانند، به هر شکل، ارتباط با یکدیگر داشته باشند (Garcia Melon, 2008). بنابراین، ANP را می‌توان متشکل از دو بخش اصلی دانست: سلسله‌مراتب کنترلی و ارتباط شبکه‌ای. سلسله‌مراتب کنترلی ارتباط بین هدف، معیارها، و زیرمعیارها را شامل شده و بر ارتباط درونی سیستم تاثیرگذار است و ارتباط شبکه‌ای وابستگی بین عناصر و خوشه‌ها را شامل می‌شود (Saaty, 1999).

فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) را در چهار مرحلهٔ زیر می‌توان خلاصه کرد(زبردست، ۱۳۸۹):

۱. تبدیل مسئله یا موضوع به یک ساختار شبکه‌ای؛

۲. قضاوت‌های دودویی و تعیین بردارهای اولویت؛

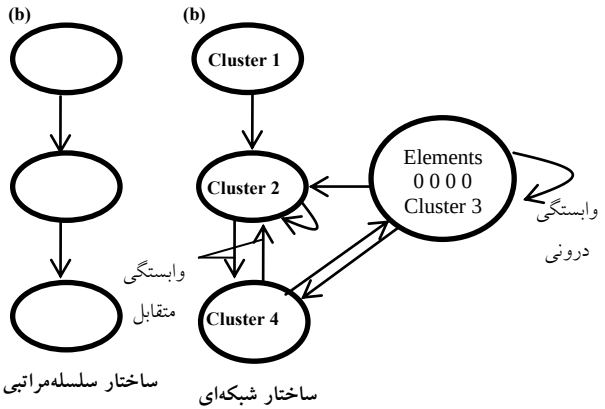
۳. سوپرماتریس و تبدیل آن به سوپرماتریس حد؛

٤. انتخاب گزینهٔ برتر.

www.SID.ir

Archive of SID






**شکل ۱. نمودار تفاوت ساختاری یک سلسله‌مراتب و شبکه (زبردست، ۱۳۸۹)**

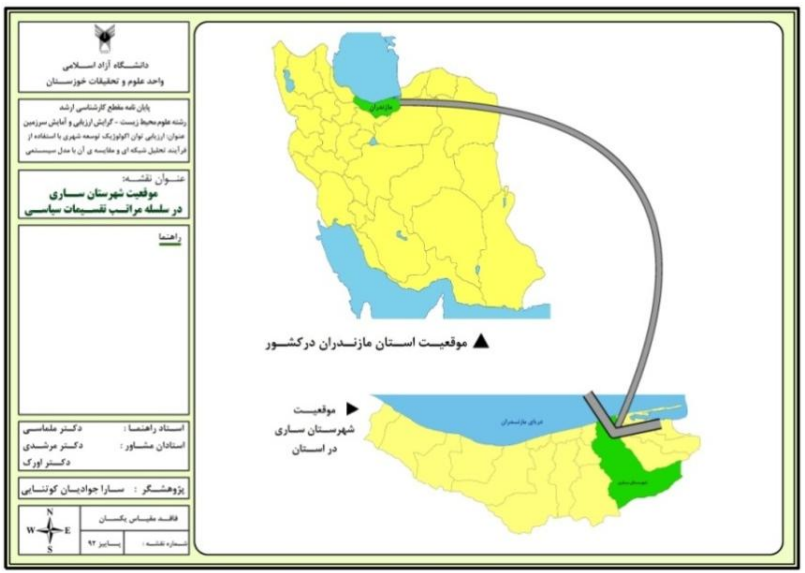
## شناخت محدودهٔ مطالعاتی

شهرستان ساری علاوه بر این که بزرگ‌ترین شهرستان استان مازندران از نظر وسعت، محسوب می‌شود، دربرگیرندهٔ شهر ساری به عنوان مرکز استان مازندران است. علاوه بر اعتبار و اهمیت سیاسی و اداری این شهرستان، شرایط خاصی که سرعت تغییرات کاربری اراضی در این شهرستان به وجود آورده است، موجب شده است شهرستان ساری به عنوان نمونهٔ موردی پژوهش حاضر انتخاب شود. این شهرستان در طول جغرافیایی ٥٢ درجه و ٥٥ دقیقه تا ٥٣ درجه و ٥٧ دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی ٣٥ درجه و ٥٨ دقیقه تا ٣٦ درجه و ٥٠ دقیقهٔ شمالی واقع شده است و با استان سمنان و شهرستان‌های نکا، جویبار، قائمشهر و سوادکوه مرز مشترک دارد (مهندسین مشاور امکو ایران، ١٣٨٧). این شهرستان ٣٦٦٣ کیلومتر مربع مساحت و ٥٣٤١٤٦ نفر جمعیت در سال ١٣٩٠ دارد که نزدیک به ٦٠ درصد از آن در شهرها زندگی می‌کنند (مهندسین مشاور مازندطرح، ١٣٩٢). نظام تقسیمات سیاسی این شهرستان مبتنی بر پنج بخش (مرکزی، میاندرود، دودانگه، چهاردانگه و کلیجان‌رستاق) است. نقشهٔ ١ موقعیت شهرستان ساری را در سلسله‌مراتب تقسیمات سیاسی کشور نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID






**شکل ۲. تقشهٔ موقعیت شهرستان ساری در سلسله‌مراتب تقسیمات سیاسی کشور (نگارندگان، با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی موجود)**

شهرستان ساری از ٤ شهر (ساری، کیاسر، سورک و فریم)، ۱۵دهستان، ۱۰۳۰ آبادی و ٤۳٦ سکونتگاه روستایی تشکیل شده است (مهندسین مشاور مازندطرح، ۱۳۸۹). این شهرستان، با توجه به قرارگیری در حدفاصل رشته‌کوه البرز و دریای مازندران، از سه پهنهٔ جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی تشکیل شده است. شهرستان ساری در حوضهٔ آبریز دریای خزر و زیرحوضهٔ تجن قرار دارد و در پیوند با منابع آب، شرایط مناسبی دارد. رود تجن، رود پرآب و قابل توجه جاری در آن است. بخش وسیعی از محدودهٔ این شهرستان در اقلیم معتدل خزری واقع شده است و بخشی از آن نیز در اقلیم سرد کوهستانی قرار دارد. محدودهٔ مورد مطالعه از نظر حیات گیاهی و جانوری بسیار غنی است. دربارهٔ مناطق چهارگانهٔ محیط زیستی، محدودهٔ شهرستان ساری فاقد اثر طبیعی ملی است، اما از سه مورد دیگر از مناطق چهارگانهٔ زیست‌محیطی (پناهگاه حیات وحش، منطقهٔ حفاظت‌شده و پارک ملی) در این محدوده وجود دارد. این مناطق عبارت‌اند از پناهگاه‌های حیات وحش دودانگه، سمسکنده و دشت ناز، مناطق حفاظت‌شدهٔ بولا، اساس و خیبوس و پارک‌های ملی شاهدژ و پابند (مهندسین مشاور مازندطرح، ۱۳۸۹).

www.SID.ir

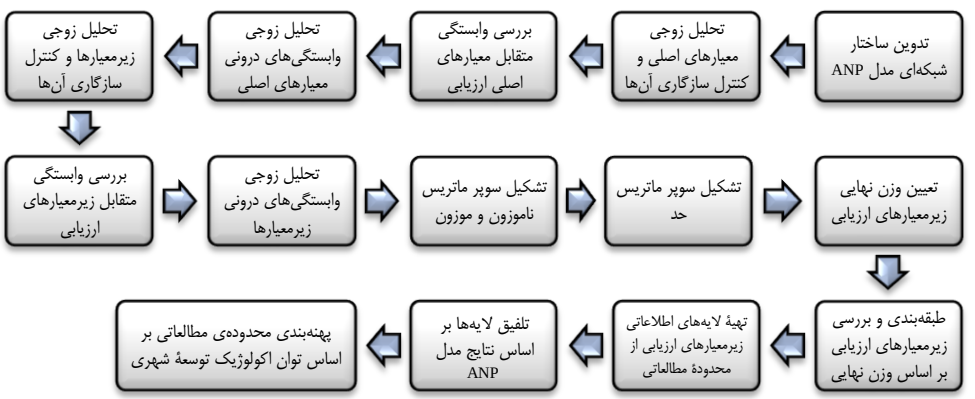
Archive of SID



نکتهٔ قابل توجه در این بخش این است که محدودهٔ مورد مطالعه از جنبه‌های گوناگون نظیر نظام اداری– سیاسی، ویژگی‌های جغرافیایی و منابع طبیعی، تأسیسات زیرساختی، نظام کاربری اراضی و وضعیت اجتماعی و اقتصادی به تفصیل بررسی شده است. با این که در این بخش، از بیان بیشتر مطالعات صرف‌نظر شده، در مراحل انجام فرآیند ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری در محدودهٔ شهرستان ساری، تا حد زیادی نتایج بررسی‌های مذکور به‌کار گرفته شده است.

## اجرای فرآیند ارزیابی

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، در پژوهش حاضر، با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، مدلی پویا و همه‌جانبه برای ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری طراحی شد و در محدودهٔ شهرستان ساری به‌کار گرفته شد. شکل ۳، گام‌های اجرایی ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری شهرستان ساری با به‌کارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای را در ١٤ گام نشان می‌دهد.




**شکل ۳. نمودار مراحل اجرایی ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری شهرستان ساری با به‌کارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای(نگارندگان)**

به منظور طراحی و کاربست مدل ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری در محدودهٔ شهرستان ساری با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) باید ساختار شبکه‌ای مدل شامل عناصر

www.SID.ir

Archive of SID



سازمان‌دهندهٔ مدل (هدف، معیارهای اصلی و زیرمعیارها) ایجاد شود. البته پیش از آن، معیارهای اصلی و زیرمعیارهای ارزیابی از نظر مناسبت اراضی برای اختصاص به توسعهٔ شهری تعیین شده‌اند. هدف مدل ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری در شهرستان ساری است، اما معیارهای اصلی و زیرمعیارهای ارزیابی بر اساس بررسی منابع معتبر خارجی و داخلی طوری انتخاب شده‌اند که اولاً، با بیشترین درجهٔ اهمیت، در چارچوب داده‌های دردسترس جای گیرند و قابلیت بررسی دارد. ثانیاً، بیشترین میزان انطباق با فن انتخاب‌شده (ANP) را دارند. عناصر مدل پس از انتخاب مناسب‌ترین و کامل‌ترین مجموعه از معیارها، ساختار شبکه‌ای مدل را شکل می‌دهند. ساختار شبکه‌ای یادشده در قالب شکل ٤ نشان داده شده است. ساختار شبکه‌ای طراحی‌شده شامل نُه معیار اصلی و سی‌ویک زیرمعیار است. معیارهای اصلی نُه‌گانهٔ پژوهش حاضر عبات‌اند از شکل زمین، پوشش و کاربری زمین، اقلیم، دسترسی به امکانات و تسهیلات، ملاحظات اقتصادی و اجتماعی، منابع آب، وضعیت خاک، آسیب‌نزدن به مناطق زیست‌محیطی، و مخاطرات طبیعی.

نظر به این که دلیل انتخاب معیارها و زیرمعیارهای مدل ارزیابی حاضر، تأثیرگذاری کم و بیش آن‌ها بر مناسب‌بودن اراضی برای به‌کارگیری در توسعهٔ شهری بوده، ممکن است افزایش مقدار یا کمیت تمامی معیارهای تعیین‌شده با مناسب‌بودن اراضی برای توسعهٔ شهری، هم‌جهت نباشند و برخی معیارها، از جمله میزان شیب، به‌طور معکوس بر مناسب‌بودن اراضی تأثیرگذار باشند. یعنی با افزایش میزان شیب، از مناسبت اراضی برای توسعهٔ شهری کاسته می‌شود که این امر در گام‌های آتی مدل پیش‌رو، رسیدگی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

**شکل ٤. نمودار ساختار شبکه‌ای مدل ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری در شهرستان ساری (نگارندگان)**

پس از تدوین ساختار شبکه‌ای مدل، تحلیل زوجی معیارهای اصلی با به‌کارگیری فن دلفی و بهره‌گیری از دیدگاه‌های کارشناسان، صاحب‌نظران و پژوهشگران، و نرم‌افزارهای Expert Choice

www.SID.ir

Archive of SID



و Microsoft Excel، براساس مقیاس ۹ کمیتی توماس ساعتی انجام گرفته (جدول ۱) و میزان ناسازگاری قضاوت‌های انجام‌گرفته کنترل می‌شود.

**جدول ۱. ماتریس قضاوت‌های زوجی معیارهای اصلی**

| معیار اصلی | شکل زمین | پوشش و کاربری زمین | اقلیم | دسترسی به امکانات و تسهیلات | ملاحظات اقتصادی و جمعیتی | منابع آب | وضعیت خاک | آسیب‌نزدن به مناطق زیست‌محیطی | مخاطرات طبیعی | بردار ویژه (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شکل زمین | | ۲ | ٦ | ۲ | ۲ | ٤ | ۷ | ۰/۳۳۳ | ۰/۵ | ۰/۱۳٤ |
| پوشش و کاربری زمین | ۰/۵ | | ٦ | ۲ | ۲ | ۳ | ٦ | ۰/۲۵ | ۰/۳۳۳ | ۰/۱۰۳ |
| اقلیم | ۰/۱٦۷ | ۰/۱٦۷ | | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲۵ | ۱ | ۰/۱۱۱ | ۰/۱۲۵ | ۰/۰۱۹ |
| دسترسی به امکانات و تسهیلات | ۰/۵ | ۰/۵ | ۵ | | ۰/۵ | ۲ | ۳ | ۰/۱٦۷ | ۰/۲۵ | ۰/۰٦۱ |
| ملاحظات اقتصادی و جمعیتی | ۰/۵ | ۰/۵ | ۵ | ۲ | | ۲ | ۳ | ۰/۱٦۷ | ۰/۲ | ۰/۰۷۰ |
| منابع آب | ۰/۲۵ | ۰/۳۳۳ | ٤ | ۰/۵ | ۰/۵ | | ۲ | ۰/۱٤۳ | ۰/۲ | ۰/۰٤۱ |
| وضعیت خاک | ۰/۱٤۳ | ۰/۱٦۷ | ۱ | ۰/۳۳۳ | ۰/۳۳۳ | ۰/۵ | | ۰/۱٤۳ | ۰/۲ | ۰/۰۲۵ |
| آسیب‌نزدن به مناطق زیست‌محیطی | ۳ | ٤ | ۹ | ٦ | ٦ | ۷ | ۷ | | ۳ | ۰/۳۳۸ |
| مخاطرات طبیعی | ۲ | ۳ | ۸ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۰/۳۳۳ | | ۰/۲۰۹ |

منبع: محاسبات نگارندگان

در این بخش، به منظور قضاوت‌های زوجی معیارهای اصلی با به‌کارگیری روش دلفی، برآیند نظرهای کارشناسان و صاحب‌نظران به‌کار گرفته می‌شود. کنترل ناسازگاری قضاوت‌های دودویی نیز با محاسبهٔ ضریبی به نام ضریب Inconsistency در نرم‌افزار Expert Choice انجام می‌گیرد، به این ترتیب که برای قابل‌قبول‌بودن مقایسات زوجی، ضریب یادشده باید کمتر از ۰/۱ باشد.

در جدول فوق، ستون بردار ویژه (ستون آخر)، همان بردار ویژهٔ $W_{21}$ است که به عنوان خروجی این بخش از فرآیند ارزیابی قلمداد می‌شود. در بخش بعد، وابستگی متقابل معیارهای اصلی ارزیابی بررسی می‌شود تا پس از تعیین وابستگی درونی معیارهای اصلی، تحلیل زوجی آن‌ها انجام گیرد. جدول ۲، وابستگی درونی معیارهای اصلی را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۲. ماتریس وابستگی درونی معیارهای اصلی**

| معیار اصلی | شکل زمین | پوشش و کاربری زمین | اقلیم | دسترسی به امکانات و تسهیلات | ملاحظات اقتصادی و جمعیتی | منابع آب | وضعیت خاک | آسیب‌نزدن به مناطق زیست‌محیطی | مخاطرات طبیعی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شکل زمین | | * | * | | | * | * | | * |
| پوشش و کاربری زمین | * | | * | * | * | * | * | | * |
| اقلیم | * | * | | | | | | | * |
| دسترسی به امکانات و تسهیلات | | * | | | * | | | | |
| ملاحظات اقتصادی و جمعیتی | | * | | * | | * | * | * | |
| منابع آب | * | * | | | * | | * | | * |
| وضعیت خاک | * | * | | | * | * | | | * |
| آسیب‌نزدن به مناطق زیست‌محیطی | | | | | * | | | | * |
| مخاطرات طبیعی | * | * | * | | | * | * | * | |

منبع: محاسبات نگارندگان

تحلیل زوجی وابستگی درونی معیارهای اصلی طوری است که آن دسته از معیارهای اصلی که وابستگی درونی با یکدیگر داشته‌اند، در ماتریس‌های مجزا، به‌طور دودویی قضاوت می‌شوند. البته در این بخش، قضاوت‌های دودویی با فرض ثابت‌ماندن، یا کنترل معیاری انجام می‌گیرد که وابستگی‌های درونی با آن معیار تأیید شده است. برای مثال، از کارشناسان در مورد اهمیت نسبی معیارهای اصلی نسبت به یکدیگر با فرض کنترل معیار شکل زمین (به عنوان اولین معیار اصلی) پرسیده می‌شود.

به این ترتیب، جدول ۳، مقایسهٔ زوجی معیارهای اصلی دارای وابستگی درونی با معیار اصلی شکل زمین را در صورت کنترل این معیار، نشان می‌دهد. خروجی این مرحله ماتریسی با نام $W_{22}$ است.

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۳. ماتریس مقایسهٔ زوجی معیارهای اصلی دارای وابستگی درونی با معیار شکل زمین در صورت کنترل معیار**

| معیار اصلی | پوشش و کاربری زمین | اقلیم | منابع آب | وضعیت خاک | مخاطرات طبیعی | بردار ویژه (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پوشش و کاربری زمین | | ٤ | ۳ | ۳ | ۰/۵ | ۰/۲۷۸ |
| اقلیم | ۰/۲۵ | | ۰/۳۳۳ | ۰/۵ | ۰/۲ | ۰/۰۶۰ |
| منابع آب | ۰/۳۳۳ | ۳ | | ۲ | ۰/۲۵ | ۰/۱۳۷ |
| وضعیت خاک | ۰/۳۳۳ | ۲ | ۰/۵ | | ۰/۲۵ | ۰/۰۹٤ |
| مخاطرات طبیعی | ۲ | ۵ | ٤ | ٤ | | ۰/٤۳۱ |

منبع: محاسبات نگارندگان

به همین ترتیب، تحلیل‌های زوجی معیارهای اصلی دارای وابستگی درونی برای ۸ معیار اصلی دیگر انجام گرفته است و بردارهای ویژهٔ مربوط به هر یک محاسبه شد. خروجی این مرحله از فرآیند تحلیل شبکه‌ای، بردار ویژهٔ $\mathbf{W}_{22}$ است که پس از انجام‌دادن تحلیل‌های زوجی مذکور و محاسبهٔ بردارهای ویژهٔ نُه‌گانه در این بخش، قابل محاسبه و بیان است. بردار ویژهٔ$W_{22}$ از ترکیب ۹ بردار ویژه‌ای که در این بخش حاصل شد، به دست می‌آید. بردار ویژهٔ $W_{22}$ در جدول ٤ نشان داده شده است.

**جدول ٤. بردار ویژهٔ $W_{22}$**

$$W_{22}=\begin{matrix}
۰/۲۰۱ & ۰/۰۰۰ & ۰/۱۳٤ & ۰/۳۱۱ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۲۹۷ & ۰/۲۱٦ & ۰/۰۰۰ \\
۰/۱۲۲ & ۰/۰۰۰ & ۰/۱۰۳ & ۰/۱۱۵ & ۰/۰۹٤ & ۰/۲۰۰ & ۰/۱٦۳ & ۰/۰۰۰ & ۰/۲۷۸ \\
۰/۰٤٤ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰٤٤ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰٦۰ \\
۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۱۰۸ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۱۲٦ & ۰/۰۰۰ \\
۰/۰۰۰ & ۰/۳۳۳ & ۰/۰۷۰ & ۰/۱۷٦ & ۰/۰۰۰ & ۰/۸۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۱۵۸ & ۰/۰۰۰ \\
۰/۰۸٦ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰٤۱ & ۰/۰۰۰ & ۰/۱٦۳ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۸۲ & ۰/۱۳۷ \\
۰/۰٦۸ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۸۷ & ۰/۱٤۲ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰٦٤ & ۰/۰۹٤ \\
۰/٤۷۹ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/٤۹٤ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ \\
۰/۰۰۰ & ۰/٦٦۷ & ۰/۲۰۹ & ۰/۳۱۱ & ۰/۰۰۰ & ۰/۰۰۰ & ۰/۵٤۰ & ۰/۳۱۱ & ۰/٤۳۱
\end{matrix}$$

منبع: محاسبات نگارندگان

پس از آن که بردارهای ویژهٔ $W_{21}$ و $W_{22}$ بر اساس تحلیل‌های زوجی معیارهای اصلی و وابستگی درونی معیارهای اصلی، حاصل شد، بردارهای ویژهٔ $W_{32}$ و $W_{33}$ نیز مانند مراحل پیشین

www.SID.ir

Archive of SID



به دست می‌آیند، با این تفاوت که دو مرحلهٔ پیشین مربوط به تحلیل زوجی و وابستگی‌های معیارهای اصلی بوده، در حالی که بردارهای ویژهٔ جدید براساس تحلیل زوجی زیرمعیارهای مربوط به معیارهای اصلی، و وابستگی‌های درونی زیرمعیارها تعیین شدند. به این ترتیب، پس از تحلیل‌های زوجی ۳۱ زیرمعیار مربوط به ۹ معیار اصلی به‌طور مجزا، بردارهای ویژهٔ منتج‌شده از هر یک با هم ترکیب می‌شوند و بردار ویژهٔ $W_{32}$ را ایجاد می‌کنند. پس از آن، برای تعیین بردار ویژهٔ $W_{33}$، وابستگی درونی همهٔ ۳۱ زیرمعیار پژوهش مانند جدول ۲ در ماتریسی بررسی می‌شود تا وابستگی درونی زیرمعیارها نیز مشخص شود. پس از آن، ماتریس‌های تحلیل زوجی برای زیرمعیارهای دارای وابستگی درونی نیز به‌طور مجزا برای ۳۱ زیرمعیار تشکیل شد و خروجی هر یک به صورت بردارهای ویژهٔ مجزا پس از ترکیب، بردار ویژهٔ $W_{33}$ را ایجاد می‌کنند. بردارهای ویژهٔ $W_{21}$، $W_{22}$، $W_{32}$ و $W_{33}$ در کنار هم در یک ماتریس، سوپرماتریس ناموزون فرآیند تحلیل شبکه‌ای را پدید می‌آورند. حالت کلی سوپرماتریس ناموزون فن ANP در شکل ۵ نشان داده شده است. البته به‌کارگیری واژهٔ ناموزون برای سوپرماتریس یادشده به این دلیل است که در آن حد اهمیت معیارهای اصلی نسبت به زیرمعیارها در نظر گرفته نشده است. بنابراین، با در نظر گرفتن حد اهمیت معیارهای اصلی نسبت به زیرمعیارها، سوپرماتریس ناموزون به سوپرماتریس موزون تبدیل می‌شود. البته در نظر گرفتن نسبت یادشده، طوری است که سوپرماتریس ناموزون در ماتریس خوشه‌ای اولیه ضرب شود. با توجه به این که براساس نتایج اجرای فن دلفی در پژوهش حاضر، اهمیت معیارهای اصلی دوبرابر زیرمعیارها بوده است، ماتریس خوشه‌ای اولیه نیز تدوین شده است.

$$W = \begin{array}{c|ccc} & \text{هدف} & \text{معیارهای اصلی} & \text{زیرمعیارها} \\ \text{هدف} & 0 & 0 & 0 \\ \text{معیارهای اصلی} & W_{21} & W_{22} & 0 \\ \text{زیر معیارها} & 0 & W_{32} & W_{33} \end{array}$$

**شکل ۵. نمودار حالت کلی سوپرماتریس ناموزون**

www.SID.ir

Archive of SID



همان‌طور که در مطالعات این بخش اشاره شد، سوپرماتریس ناموزون فرآیند تحلیل شبکه‌ای، ماتریسی است با درجهٔ ٤١ در٤١، که از ترکیب بردارهای ویژهٔ چهارگانه ایجاد شده است و از اعمال میزان اهمیت معیارهای اصلی نسبت به زیرمعیارها بر سوپرماتریس ناموزون، سوپرماتریس مورزون منتج می‌شود. همان‌طور که از حالت کلی سوپرماتریس ناموزون برمی‌آید، از ٤١ سطر و ستون سوپرماتریس یادشده، یک سطر و یک ستون مربوط به هدف مدل، نُه سطر و نُه ستون مربوط به معیارهای اصلی، همچنین، ۳۱ سطر و ۳۱ ستون نیز مربوط به زیرمعیارهای مدل است. حال پس از تدوین سوپرماتریس‌های ناموزون و موزون، با رساندن سوپرماتریس موزون ANP به توان بی‌نهایت، سوپرماتریس حد پدید می‌آید. در این مرحله از فرآیند ارزیابی، نرم‌افزار MATLAB به‌کار گرفته شد. البته در عملیات ریاضی یادشده در این پژوهش، سوپرماتریس موزون به توان ۱۰۰۰ رسید و سوپرماتریس حد حاصل شد. در سوپرماتریس حد، همهٔ مؤلفه‌های واقع در عرض هدف و معیارهای اصلی، صفر است و مؤلفه‌های متناظر با زیرمعیارهای پژوهش اعداد یکسان را نشان می‌دهد.

پس از تشکیل سوپرماتریس حد، به منظور یافتن وزن (میزان اهمیت) نهایی هر یک از زیرمعیارهای ارزیابی، کافی است اعداد متناظر با هر یک از زیرمعیارها در سوپرماتریس حد را با به‌کارگیری یکی از روش‌های نرمال‌سازی مانند روش فازی‌سازی، استاندارد کرد. فرآیند نرمال‌سازی به منظور هم‌مقیاس‌کردن همهٔ زیرمعیارها انجام می‌گیرد. البته در این پژوهش، اعداد متناظر با هر یک از زیرمعیارها با به‌کارگیری روش سهم از کل، استاندارد شده‌اند. به این ترتیب، که به ازای هر یک از اعداد یادشده، میزان نسبت هر یک از اعداد به مجموع اعداد به‌کار گرفته شده است. اعداد نرمال‌شده، وزن نهایی هر یک از زیرمعیارهای ارزیابی است. جدول ٦ میزان وزن نهایی را که هر یک از زیرمعیارهای مدل ارزیابی، کسب کرده‌اند، نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۶.وزن نهایی زیرمعیارهای مدل ارزیابی**

| زیرمعیار | وزن نهایی | زیرمعیار | وزن نهایی | زیرمعیار | وزن نهایی |
|---|---|---|---|---|---|
| ارتفاع از سطح آب‌های آزاد | ۰٫۰۱۲۵ | دسترسی به بنادر | ۰٫۰۰۸۰ | جنس خاک | ۰٫۰۱۲۷ |
| میزان شیب | ۰٫۰٤۱٤ | دسترسی به مراکز کلان خدماتی | ۰٫۰۰٦۲ | فرسایش خاک | ۰٫۰۳۹۱ |
| جهت جغرافیایی شیب | ۰٫۰۰٤۱ | پتانسیل رشد اقتصادی منطقه | ۰٫۰۲۱۱ | آسیب‌نزدن به مناطق حفاظت شده | ۰٫۰۵۳۰ |
| کاربری اراضی | ۰٫۲۱٤۹ | تراکم جمعیت | ۰٫۰۲۸۹ | آسیب‌نزدن به آثار طبیعی ملی | ۰٫۰٤۷۹ |
| گونه‌بندی اراضی | ۰٫۰٤۸۱ | توزیع سکونتگاه‌های روستایی | ۰٫۰۱۸۷ | آسیب‌نزدن به پارک‌های ملی | ۰٫۰٤۹۲ |
| درجه‌ی کیفیت اراضی کشاورزی | ۰٫۰۲۱۰ | نزدیکی به سکونتگاه‌های شهری موجود | ۰٫۰۲۹۰ | آسیب‌نزدن به پناهگاه‌های حیات وحش | ۰٫۰۷۳۰ |
| وضعیت پوشش گیاهی | ۰٫۱۰۷۲ | دسترسی به منابع آب | ۰٫۰۱۸٦ | فاصله از مناطق سیل گیر | ۰٫۰۰٦۳ |
| میانگین دمای سالانه | ۰٫۰۰۰۲ | حجم آب‌های سطحی | ۰٫۰۲۱۷ | فاصله از مناطق لرزه خیز | ۰٫۰۰۲٦ |
| میانگین بارش سالانه | ۰٫۰۰۱۳ | سطح آب‌های زیرزمینی | ۰٫۰۰٤۰ | فاصله از مناطق در معرض خطر رانش | ۰٫۰۷۵٤ |
| دسترسی به راه‌های اصلی | ۰٫۰۱۰۰ | کیفیت منابع آب | ۰٫۰۱٤۵ | فاصله از مناطق در معرض خطر پیشروی آب دریا | ۰٫۰۷۷ |
| دسترسی به فرودگاه | ۰٫۰۲۹ | | | | |

دربارهٔ جدول ٦، دو نکته شایان ذکر است، نخست، برای محاسبهٔ وزن نهایی هر یک از معیارهای اصلی مدل ارزیابی حاضر، می‌توان وزن زیرمعیارهای مربوط به هر یک از معیارهای اصلی را جمع کرد و حاصل را به عنوان وزن نهایی هر معیار اصلی در نظر گرفت. دوم، به منظور تسهیل در بررسی و تحلیل وزن‌های نهایی محاسبه‌شده برای زیرمعیارها، می‌توان آن‌ها را به‌طور صعودی، یا نزولی مرتب کرد. به این ترتیب، پس از مرتب‌کردن زیرمعیارها بر اساس میزان اهمیت، نتایج مدل ارزیابی تا این بخش شرح داده می‌شود.

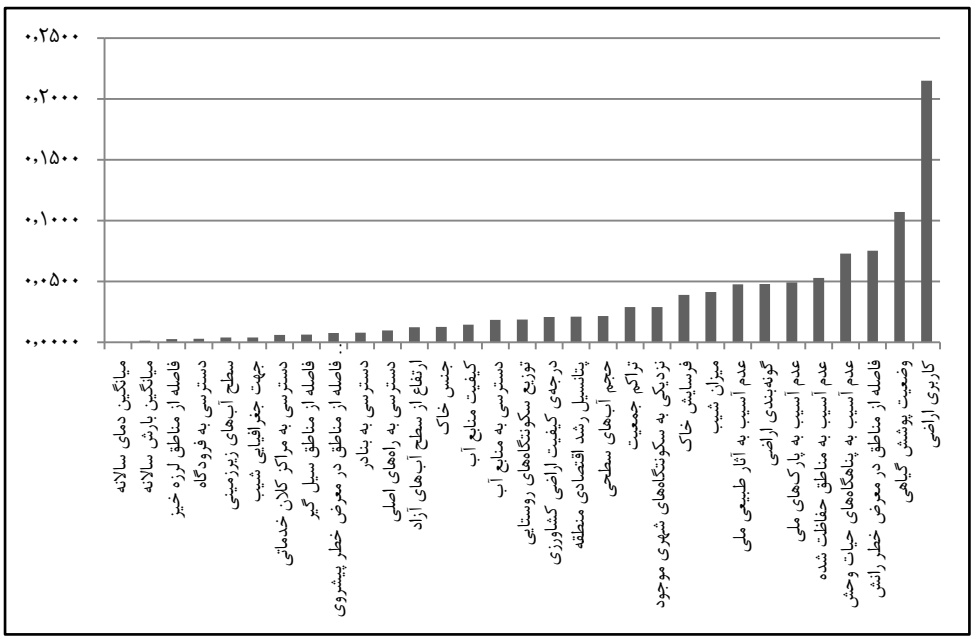
همان‌طور که بیان شد، به منظور تحلیل و تشریح نتایج وزن‌های نهایی زیرمعیارهای مدل ارزیابی، بهتر است زیرمعیارها در قالب شکل ٦ بر اساس وزن نهایی، مرتب شوند. بر اساس وزن نهایی زیرمعیارها در جدول ٦، و شکل ٦، زیرمعیارهای کاربری اراضی، وضعیت پوشش گیاهی، فاصله از مناطق در خطر رانش، آسیب‌نزدن به پناهگاه‌های حیات وحش و آسیب‌نزدن به مناطق

www.SID.ir

Archive of SID



حفاظت‌شده به ترتیب، از مهم‌ترین زیرمعیارها در فرآیند ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری بوده‌اند. از سویی دیگر، با توجه به این که زیرمعیارهای میانگین دمای سالانه و میانگین بارش سالانه کمترین وزن را کسب کرده است، این دو زیرمعیار کم‌اهمیت‌ترین زیرمعیار در فرآیند ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری با به‌کارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای محسوب می‌شود. میزان وزن نهایی زیرمعیارهای ارزیابی، بر اساس پایه‌های نظری مدل، تابع میزان اهمیت هر معیار بر حسب نظر کارشناسان و البته میزان تأثیرگذاری آن معیار بر معیارهای دیگر به‌کار گرفته‌شده در مدل ارزیابی حاضر است.




**شکل ۶. نمودار وزن نهایی زیرمعیارهای ارزیابی به طور مرتب‌شده**

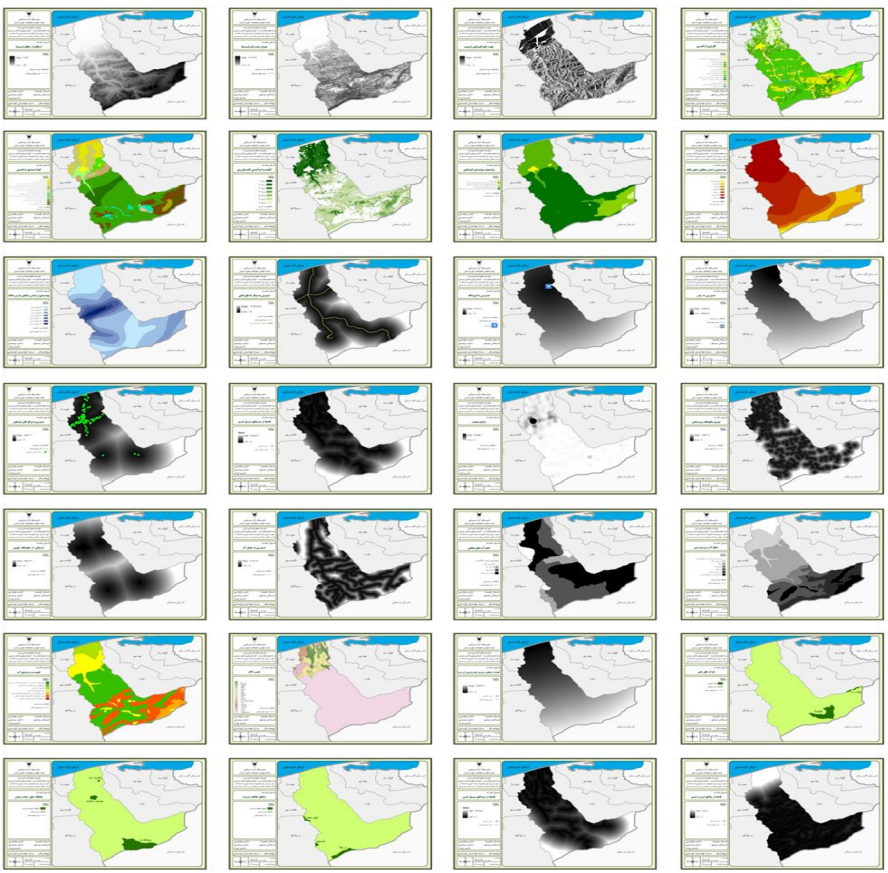
پس از تعیین وزن‌های نهایی زیرمعیارهای ارزیابی، از وضعیت هر یک از زیرمعیارهای ارزیابی در محدودهٔ مورد مطالعه با به‌کارگیری نرم‌افزار ArcGIS10، لایه‌هایی با فرمت رستر تهیه شده است. اندازهٔ پیکسل‌ها در لایه‌های رستری یادشده، ۲۵ در ۲۵ متر است. این لایه‌ها با به‌کارگیری

www.SID.ir

Archive of SID



روش بازه‌های برابر، هم‌مقیاس شدند. در روش تعداد بازه‌های برابر، به منظور تعیین میزان ارزش طبقات درونی لایه‌ها نیز دیدگاه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران به‌کار گرفته شده است. مجموعهٔ این لایه‌ها در در شکل ۷ نشان داده شده است.



**شکل ۷. نقشهٔ مجموعهٔ لایه‌های رس‌تری متناظر با زیرمعیارهای ارزیابی**

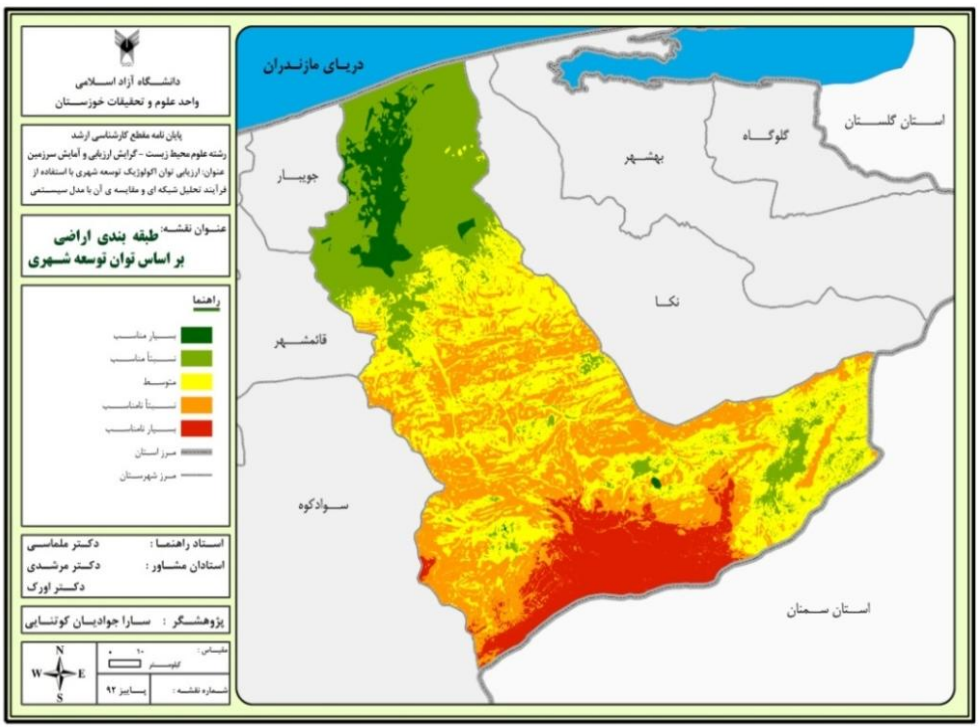
لایه‌هایی که در مرحلهٔ پیشین براساس زیرمعیارهای ارزیابی تهیه شدند، در این مرحله پس از اعمال وزن‌های اکتسابی، در GIS تلفیق می‌شوند تا رستر نهایی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری در محدودهٔ شهرستان ساری حاصل شود. لایهٔ رستری مذکور پیش از طبقه‌بندی، به صورت طیفی

www.SID.ir

Archive of SID



پیوسته، همواره دامنهٔ تغییرات توان اکولوژیک اراضی را از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر به‌طور متمایز تبیین می‌کند. با وجود این، به دلیل تسهیل در تحلیل و بررسی موضوع، مجموعهٔ واحدهای محیط زیستی (پیکسل‌ها) محدودهٔ مورد مطالعه بر اساس میزان توان توسعهٔ شهری به پنج طبقه تقسیم شده‌اند (شکل ۸). پهنه‌بندی محدوده نیز بر اساس توان اکولوژیک توسعهٔ شهری با به‌کارگیری روش تعیین جِنکس که بر پایهٔ تعیین نقاط شکست طبیعی نمودار فراوانی استوار است، انجام گرفته است.




**شکل ۸. نقشهٔ پهنه‌بندی محدوده بر اساس توان اکولوژیک توسعهٔ شهری**

## جمع‌بندی و طرح راهکارهای پیشنهادی

بر اساس مطالعات انجام‌گرفته مبنی بر نحوهٔ تغییر کاربری اراضی در محدودهٔ شهرستان ساری،

www.SID.ir

Archive of SID



مشخص شد، رشد کنترل‌نشده، نامنظم و بدون برنامهٔ ساخت‌وسازهای شهری بر زمین‌های کشاورزی و کاهش شدید تراکم جمعیتی، از مهم‌ترین پیامدهای فقدان توجه کافی به قابلیت‌ها و محدودیت‌های محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی پیش از گسترش مناطق شهری بوده است. با پهنه‌بندی محدودهٔ شهرستان ساری بر اساس توان اکولوژیک توسعهٔ شهری در قالب پنج طبقهٔ بسیار مناسب تا بسیار نامناسب، آخرین گام از گام‌های اجرایی مدل ارزیابی توان اکولوژیک بر مبنای فرآیند تحلیل شبکه‌ای، انجام می‌گیرد. بر این اساس، پهنه‌های بسیار مناسب برای توسعهٔ شهری (پهنه‌های سبز پررنگ در نقشهٔ ٣)، علاوه بر این که محدودهٔ کنونی شهرهای ساری و سورک را دربرمی‌گیرد، اراضی شمالی شهر ساری را تا فاصلهٔ پنج کیلومتری دریای مازندران نیز شامل می‌شود. پهنه‌های یادشده با مساحت تقریبی ١٦٦/٧ کیلومتر مربع، در حدود ٤/٥ درصد از محدودهٔ شهرستان ساری را به خود اختصاص داده است. به این ترتیب، می‌توان این اراضی را در جهت گسترش آتی نواحی شهری پیشنهاد کرد. از سویی دیگر، پهنه‌های بسیار نامناسب برای توسعه شهری در پهنه‌بندی نهایی محدوده، که بیشتر مناطق مرتفع و کوهستانی جنوب شهرستان ساری را دربرمی‌گیرد، شامل محدوده‌های به‌نسبت بکری است که بسیار از شعبه‌های رودخانه‌ی مهم تجن از آن مناطق سرچشمه می‌گیرد. بنابراین و با توجه به معیارهای به‌کار گرفته‌شده در فرآیند ارزیابی، پهنه‌های یادشده را می‌توان در کنار محدوده‌های محیط زیستی، به عنوان پهنه‌های حفاظتی پیشنهاد کرد. البته بر اساس نتایج مطالعات پژوهش حاضر مبنی بر ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری، می‌توان اذعان کرد، مهم‌ترین راهکارهای پیشنهادی برای جلوگیری از نابودی منابع حیاتی به علت تغییرات نادرست کاربری اراضی، در حوزهٔ برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای و در ارتباط با شهر ساری قرار می‌گیرد. جلوگیری از توسعهٔ افقی شهر در اراضی کشاورزی پیرامون، توسعهٔ شهر در اراضی بلااستفادهٔ درون محدوده و همچنین توسعهٔ شهر بنابر الگوهای شهر فشرده، شهر پایدار، نوشهرگرایی و رشد هوشمند، از مهم‌ترین راهکارهای پیشنهادی در حوزهٔ یادشده است. البته ملزم‌کردن طرح‌های توسعهٔ شهری به انجام‌دادن فرآیندی کارآمد و مورد تأیید کارشناسان برای ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری، از تغییرات زیان‌بار و مخرب کاربری

www.SID.ir

Archive of SID



اراضی در چارچوب برنامه‌های توسعه جلوگیری می‌کند. مهم‌ترین راهکارهای جلوگیری از تغییرات خودروی کاربری اراضی با آثار مخرب و زیان‌بار نیز عبارت‌اند از توانمندسازی ساکنین روستاییان برای جلوگیری از مهاجرت‌های بی‌رویه به نواحی حاشیه‌ای شهرها، توجه به امکانات غنی محیطی و بهره‌برداری صحیح از آن‌ها برای حفظ توازن در طبیعت، جلوگیری از بورس‌بازی زمین به‌ویژه در مناطق دارای چشم‌اندازهای زیبای طبیعی و ایجاد هماهنگی بین سازمان‌ها و نهادهای ملی، منطقه‌ای و محلی در بهره‌برداری و مدیریت اراضی. به این ترتیب، با جمع‌بندی نتایج فرآیند ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری، در محدودهٔ شهرستان ساری، با به‌کارگیری روش ANP و پیشنهاد راهکارهایی در جهت بهینه‌سازی فعالیت‌ها به منظور حفظ تعادل‌های اکولوژیکی، پژوهش حاضر انجام گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID



## منابع و مأخذ


۱. پورجعفر، محمدرضا؛ منتظرالحجه، مهدی؛ رنجبر، احسان؛ کبیری، رضا (۱۳۹۱). «ارزیابی توان اکولوژیکی به منظور تعیین عرصه‌های مناسب توسعه در محدودهٔ شهر جدید سهند». *مجلهٔ جغرافیا و توسعه*، شمارهٔ ۲۸، صفحات ۲۲-۱۱.

۲. جوزی، سیدعلی؛ رضاییان، سحر (۱۳۸۸). «طراحی مدل نوین ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین ایران به منظور استقرار کاربری توسعهٔ شهری و خدماتی، مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۲۲ شهر تهران». *فصل‌نامهٔ علوم و تکنولوژی محیط زیست*، شمارهٔ ٤۳، صفحات ۱۳۹-۱۲۷.

۳. داداش‌پور، هاشم؛ خدابخش، حمیدرضا؛ رفیعیان، مجتبی (۱۳۹۱). «تحلیل فضایی و مکانیابی مراکز اسکان موقت با استفاده از تلفیق فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS)». *مجلهٔ جغرافیا و مخاطرات طبیعی*، شمارهٔ ۱، صفحات ۱۳۲-۱۱۱.

٤. زبردست، اسفندیار (۱۳۸۰). «کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای». *مجلهٔ هنرهای زیبا*، شمارهٔ ۱۰، صفحات ۲۱-۱۲.

۵. زبردست، اسفندیار (۱۳۸۹). «کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای». *مجلهٔ هنرهای زیبا*، شمارهٔ ٤۱، صفحات ۹۰-۷۹.

٦. سعیدی، عباس و همکاران (۱۳۸٦). *دانشنامهٔ مدیریت شهری و روستایی*. تهران، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، وزارت کشور، بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی، وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری.

۷. صالحی صدقیانی، جمشید (۱۳۸۰). «رویکردی ریاضی به فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی». *فصل‌نامهٔ مطالعات مدیریت بهبود و تحول*، شماره‌های ۳۱ و ۳۲، صفحات ۱۳٦-۱۱۱.

۸. مخدوم فرخنده، مجید (۱۳۸۰). *شالوده آمایش سرزمین*. ویرایش دوم. تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

۹. منوری، مسعود؛ حسینی، محسن؛ قراگوزلو، علیرضا؛ نقدی، فریده (۱۳۹۱). «ارزیابی توان


www.SID.ir

Archive of SID



اکولوژیک اراضی جهت توسعهٔ صنایع با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، مطالعهٔ موردی: استان آذربایجان شرقی». *فصل‌نامهٔ کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی*، شمارهٔ ۳، صفحات ۱۱۵-۱۰۱.

۱۰. مهندسین مشاور امکو ایران (۱۳۸۷). *طرح توسعه و عمران (جامع) ناحیهٔ ساری*. ساری، سازمان مسکن و شهرسازی استان مازندران.

۱۱. مهندسین مشاور مازند طرح (۱۳۸۹). *برنامهٔ آمایش استان مازندران، تحلیل وضعیت و ساختار*. ساری، استانداری مازندران.

۱۲. مهندسین مشاور مازند طرح (۱۳۹۲). *طرح بازنگری طرح جامع شهر ساری*. ساری، اداره کل راه و شهرسازی استان مازندران.

۱۳. هادیزاده زرگر، صادق؛ هاشمی، وحید؛ مسعود، محمد (۱۳۹۲). «سنجش توسعه‌یافتگی مناطق شهری اصفهان در بخش مسکن». *مجلهٔ مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، شمارهٔ ۱۷، صفحات ۱۰۰-۸۵.

14. Agarwal, Etishree; Agarwal, Rajat; Garg, Rd; Garg, Pk. (2013). "Delineation of groundwater potential zone: An AHP / ANP approach". *Journal of Earth Syst*. 122 (3), 887-898.
15. Chandio, Imtiaz Ahmed; Matori, Abdul Nasir; Lawal, Dano Umar; Sabri, Soheil (2011). "GIS-based Land Suitability Analysis Using AHP for Public Parks Planning in Larkana City". *Modern Applied Science*. 5 (4). 177-189.
16. Chen, Zhen (2009). "The Application of Analytic Network Process for the Sustainable Built Environment". *Liverpool John Moores University*. 27(3), 238-258.
17. Dyer, Robert; Forman, Ernest (1992). "Group Decision Support with the Analytic Hierarchy Process". *Elsevier, Decision Support Systems*. 8(2), 99-124
18. Jharkharia, Sanjay; Shankar, Ravi (2007). "Selection of logistics provider: An analytic network process (ANP)". *Omega*. 35, 274-289.
19. Mendoza G, Martins H. (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management, a critical review of methods and new modelling paradigms. Elzevier, Forest Ecology and Management, 230 (1-3), 1-22.
20. Mu, Yao (2006). *Developing a suitability index for residential land use: a case study in Dianchi drainage area*" Msc thesis, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada.
21. Mukomo, S. (1996). "Sustainable urban development in sub-saharan Africa". *Journal of Cities*, 13(40), 265-271.
22. Rabia, Ahmed; Terribile, Fabio (2013). "Introducing a New Parametric Concept for

www.SID.ir

Archive of SID



LandSuitability Assessment". *International Journal of Environmental Science and Development*. 4(1), 15-19.

23. Saaty, Thomas (1999). *Fundamentals of the Analytic Network Process*. Kobe: Proceedings of ISAHP.

www.SID.ir