Archive of SID

فصلنامه علوم محیطی، دوره پانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶

۷۷-۸۸

نمایه‌های اکولوژیکی در ارزیابی توان رشد و توسعه شهری (بررسی موردی: کلان‌شهر تهران)

رومینا سیاح نیا[۱*]، مجید مخدوم[۲] و شهرزاد فریادی[۳]

[۱] گروه برنامه‌ریزی و طراحی محیط، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
[۲] گروه مهندسی جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۳] گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱

سیاح‌نیا، ر.، م. مخدوم فرخنده و ش. فریادی.۱۳۹۶. نمایه‌های اکولوژیکی در ارزیابی توان رشد و توسعه شهری (بررسی موردی: کلان‌شهر تهران). فصلنامه علوم محیطی.۱۵(۱): ۸۸-۷۷.

سابقه و هدف: طبق گزارش بانک جهانی، نرخ رشد شهری با سرعتی بیش از نرخ رشد مطلق جمعیت در حال افزایش است و این رشد و توسعه شهری اگر بدون توجه به پایداری اکولوژیکی بستر شهر صورت پذیرد، موجب بروز بحران‌های محیط زیستی در سطوح مختلف (جهانی، ملی و محلی) خواهد شد. آنچه مسلم است مدیریت توسعه کلان‌شهرها از جمله تهران نیز بدون در دست داشتن سند راهبردی که استخوان‌بندی اصلی توسعه را در بستر اکولوژیک سرزمین ترسیم کند امکان‌پذیر نیست. در این میان به نظر می‌رسد ارائه الگویی بر اساس نمایه‌های اکولوژیکی برای ارزیابی توان توسعه شهری راه‌حل مناسبی برای پیشگیری و بستر مناسبی برای برنامه‌ریزی محیط زیست شهری فراهم آورد.

مواد و روش‌ها: از آنجا که یافتن نمایه‌های اکولوژیکی متناسب در مدل‌سازی ارزیابی توان توسعه شهری نیازمند جامع‌نگری در تصمیم‌گیری و بهره‌مندی از تخصص‌های مختلف بر اساس معیارهای چندگانه کمی و کیفی است بنابراین به‌کارگیری روش تصمیم‌گیری چندمعیاره با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی در این تحقیق محرز است و از سوی دیگر ابهام و عدم قطعیت ذاتی حاکم بر محیط تصمیم‌گیری و ناسازگاری قضاوت‌های افراد تصمیم‌گیرنده موجب شد تا از منطق فازی برای مواجهه با ابهام موجود در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های این تحقیق در منطقه مطالعاتی کلان‌شهر تهران بهره گرفته شود.

نتایج و بحث: در این تحقیق پس از مرور منابع با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده، دانش تخصصی و تکنیک دلفی معیارهای مورد نظر شناسایی و وارد پایگاه داده در سامانه اطلاعات جغرافیایی شد. سپس با استفاده از تحلیل چندمعیاره و منطق فازی لایه‌های اطلاعاتی با ضریب اهمیت منتج از تکنیک دلفی با هم ترکیب و نهایتا طبق هر دو منطق بولین و فازی در نرم‌افزار ARC GIS 10.1 تصمیم‌گیری شد.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان می‌دهد با توجه به نمایه‌های اکولوژیکی مورد نظر در این تحقیق پهنه مناسبی برای توسعه افقی

* Corresponding Author. *E-mail Address*: r_sayahnia@sbu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

کلان‌شهر تهران قابل‌شناسایی نیست.

واژه‌های کلیدی: توسعه شهری، تحلیل چندمعیاره، منطق فازی، ارزیابی توان اکولوژیک.

مقدمه

طی ۵۰ سال گذشته بشر به شدت چهره زمین را دگرگون کرده است. یکی از علل اصلی این دگرگونی گسترش شهرنشینی بوده است (Alberti *et al.*, 2003). شهرنشینی مولفه مهمی در تغییر شکل سرزمین‌های جهان است (Picket *et al.*, 2011). اکنون نیمی از جمعیت کره زمین در شهرها زندگی می‌کنند و مناطق شهری سالانه ۶۷ میلیون افزایش جمعیت دارند (Sotoudeh, 2010). تا سال ۲۰۳۰ نزدیک به ۵ میلیارد نفر در شهرها زندگی خواهند کرد و در ۲۵ سال آینده جمعیت روستایی کاهش خواهد یافت و این بدان معناست که رشد جمعیت متعلق به مناطق شهری خواهد بود (UN, 2007). رشد جمعیت شهرنشین درکشور ما نیز پس از سال ۱۳۵۵ روند افزایشی بسیار شدیدی به خود گرفته به طوری‌که جمعیت شهری کشور از ۱۵/۸ میلیون نفر به ۲۶/۸ میلیون نفر در سال ۱۳۶۵، ۳۶/۸ میلیون نفر در سال ۱۳۷۵ و ۴۸/۲ ملیون نفر در سال ۱۳۸۵ رسیده است (Statistical Center of Iran, 2008). یعنی طی ۳۰ سال اخیر بیش از ۳ برابر شده است و پیش بینی می شود تا سال ۲۰۲۵ میلادی بیش از ۷۶ درصد جمعیت ایران شهرنشین خواهند بود. (UN, 2007) این رشد برق‌آسا باعث شده توازن یا تعادل بین شبکه‌های شهری و الگوهای طبیعی از بین رفته و شبکه‌های شهری بر شبکه‌های اکولوژیکی آسیب‌پذیر تسلط یابند و موجب افت کیفیت و سلامت سیستم‌های اکولوژیکی شوند که حیات خود شهر نیز به آنها وابسته است (Sotoudeh, 2010).

انسان، موجودی که روزگاری نه چندان دور به‌عنوان جزئی از طبیعت بود امروزه چنان طبیعت را تحت استیلای خود قرار داده است که آن را به‌عنوان وسیله‌ای برای رسیدن به اهداف خود می‌نگرد. بهره‌برداری انسان شهرنشین از محیط و منابع طبیعی و قدرت و نحوه تخریب او هم‌ردیف فاجعه‌های بزرگ طبیعی مانند سیل و زلزله است (Alberti, 2008).

سرزمین و محیط طبیعی از یک‌سو بستر توسعه شهری است و از سوی دیگر منبع غیرقابل جایگزینی است که در صورت استفاده نابجا و تخریب آن در بسیاری از موارد حتی با صرف بودجه‌های کلان، تجدید حیات آن امکان‌پذیر نیست؛ بنابراین ضرورت دارد که استفاده از آن همراه با اندیشه و برنامه‌ریزی باشد. اثرات سوء هر نوع فعالیت و برنامه‌ریزی نادرست و استفاده نابجا از سرزمین معمولاً حیات کل شهر را برای یک دوره طولانی تحت‌تاثیر قرار می‌دهد که در پاره‌ای از موارد حتی امید بازگشت به آستانه‌های حد قابل‌قبول ظرفیت برد محیط زیست دیگر مهیا نیست. در بیشتر طرح‌های توسعه شهری کشورمان در دهه‌های گذشته به این مهم یعنی تخصیص بهینه منابع سرزمین و به‌طورکلی درک اهمیت اکولوژیکی و سلامت بستر حیات توجه کمتری مبذول شده است.

شهر تهران به نحوی بی‌سابقه و شگفت‌آور، مراحل تحول و توسعه شهری را در طول کمتر از نیم قرن از سر گذرانیده و از صورت یک شهر متعارف سنتی به یک کلان‌شهر بدل شده است. یک روی سکه رفاه حاصل از توسعه است ولی روی دیگر آن اثرات

www.SID.ir

Archive of SID

مخربی است که در اثر توسعه شتاب‌زده و بی‌برنامه در محیط بروز می‌کند (Sayahnia, 2011). در این تحقیق آنچه به‌عنوان مسئله اصلی در کلان‌شهر تهران مورد توجه قرار گرفته است عدم توجه به هم‌خوانی محیط انسان‌ساخت با محیط طبیعی نظیر عدم سازگاری مورفولوژی شهر با الگوی توپوگرافی زمین و گسستگی در اجزای طبیعی شهر مانند آبراهه‌ها و پوشش گیاهی و ... در فرایند رشد و توسعه این کلان‌شهر است.

از آنجا که رشد و توسعه شهری امری اجتناب‌ناپذیر است بنابراین برای پیشگیری از بروز عوارض، معضلات و تغییرات غیرقابل جبران در ساختار و عملکرد و فرآیند اکولوژیکی بستر شهر و هماهنگ کردن محیط انسان‌ساخت با محیط طبیعی لازم است اصول و معیار و سیاست‌هایی برای پایداری اکولوژیکی شهر مورد توجه قرار گیرد.

در برنامه‌های توسعه فضایی-کالبدی شهرها توجه به الگوی اکولوژیک بستر شهری از اهمیت بالایی برخوردار است. توسعه و رشد کلان‌شهرها، بخش وسیعی از مرغوب‌ترین و مناسب‌ترین اراضی بلافصل شهرها از جمله زمین‌های کشاورزی و جنگلی مجاور را جذب کرده و تغییر شکل می‌دهد و تاثیر منفی بر تنوع‌زیستی منطقه می‌گذارد (Gharakhlou, 2009). شهر تهران به عنوان پایتخت و بزرگترین کلان‌شهر کشور در چند دهه اخیر شاهد رشد فزاینده‌ای بوده است (Ghafari *et al*., 2010). گسترش پرشتاب و بی‌رویه پیکره شهر تهران و ترکیب‌بندی ناموزون آن اگرچه زائیده مجموعه‌ای از عوامل تاریخی، اقتصادی-اجتماعی و سیاسی است ولی سرچشمه بسیاری از مسائل و مشکلات محیط-زیستی است. زیرا محیط زیست طبیعی، توان اکولوژیکی محدودی برای استفاده‌های بشر دارد. در برخی محیط‌ها طبیعت با کمترین خسران مهیای بالاترین توسعه است و در برخی دیگر کمترین توسعه در آن منجر به خرابی محیط زیست می‌شود و این بدین معناست که برای انجام انواع توسعه در محیط زیست، پیش از برنامه‌ریزی برای استفاده از آن، باید به ارزیابی توان و تناسب اکولوژیکی آن در چارچوب یک برنامه‌ریزی منطقه‌ای پرداخت (Makhdoum *et al*., 2002).

با توجه به رشد و توسعه شهرها در ایران و جهان تحقیقات و مطالعات بسیاری در دنیا انجام شده است که برخی از آنها در جدول (۱) خلاصه شده است. نتایج تحقیقات انجام‌شده در جهان و ایران گواه این مطلب‌اندکه تنها راه غلبه بر مشکلات محیط زیستی شهرهای بزرگ و پیشگیری از بروز این نوع معضلات برای شهرهای در حال رشد، توجه به ارزیابی توان و نمایه‌های اکولوژیکی برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی توسعه شهری است. در همه این تحقیقات روند انجام ارزیابی انتخاب شاخص‌های کلی و شاخص‌های فرعی و سپس تعیین استانداردها و آستانه‌های قابل‌تحمل محیط طبیعی برای مقایسه این معیارها است. تفاوت دیگری که در ارزیابی‌ها مشهود است دخیل بودن یا نبودن ضریب اهمیت فاکتورهای مورد نظر است. به‌طورکلی در همه این تحقیقات توجه به اصول اکولوژی و حفظ محیط زیست در برنامه‌ریزی شهری به‌صورت الگووارهای مختلفی مانند باغ‌شهرها (Howard, 1902)، طراحی با طبیعت (McHarg, 1969)، ردپای اکولوژیک (Rees and Wackernagel, 1996)، متابولیسم شهری(Newman, 1999)، تلفیق سیستم‌های اکولوژیک با شهر (Wadell, 2000; Alberti *et al*., 2001, 2003, 2008, 2010; Picket *et al*., 2001, 2011)، کاربرد اصول اکولوژی سیمای سرزمین (Bottequilha and Ahern, 2002)، مناطق شهری (Forman, 2008) و برنامه‌ریزی آمایش سرزمین (Makhdoum *et al*., 2002) مطرح و تلاش شده است تا به طرق مختلف پیوند شهر و طبیعت برقرار شود.

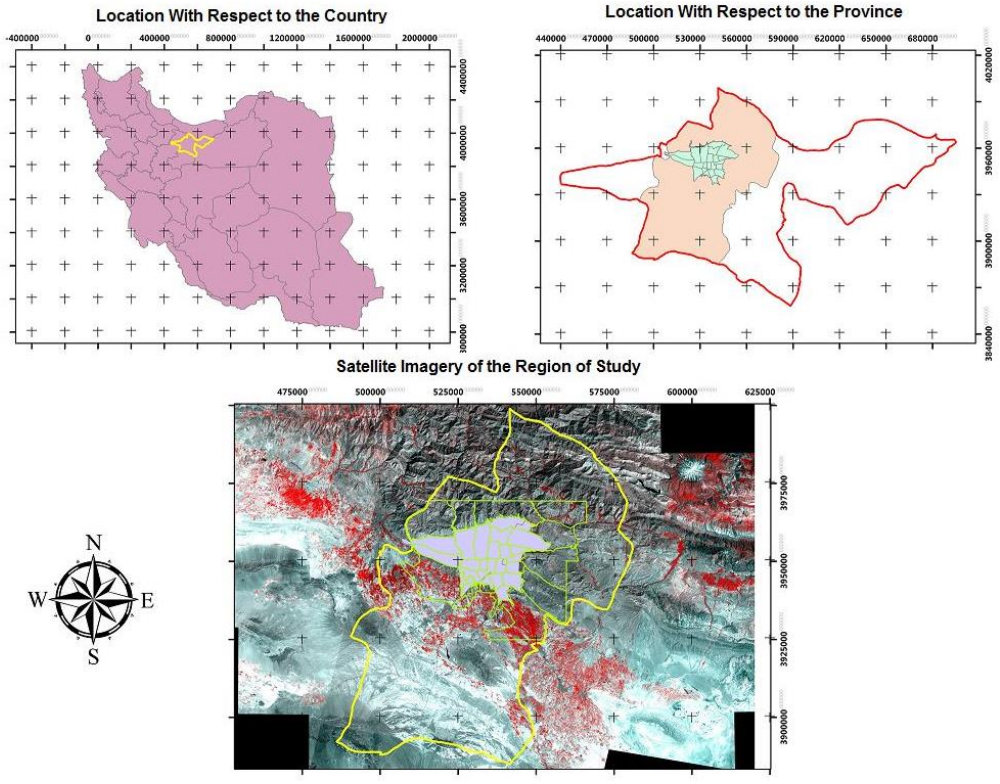
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- منابع مطالعاتی در این تحقیق

Table 1. Literature review of research.

پژوهشگر Researcher(s)	سال تحقیق Year	عنوان تحقیق Research Title	معیارهای موردنظر در تحقیق Selected Research Criteria
ژانگ دانگ و همکاران Dong, J. *et al.*	2008	ارزیابی تلفیقی تناسب اراضی برای توسعه شهری با استفاده از GIS\RS	ارتفاع، شیب، ژئومورفولوژی، دما رطوبت، منابع آب(ریزش های جوی و رودخانه‌ها)، کاربری اراضی، توسعه اقتصادی-اجتماعی(جاده، راه آهن، جمعیت).
سون زیانگ و همکاران Sun, X. *et al.*	2008	ارزیابی تناسب سرزمین برای برنامه‌ریزی شهری براساس تحلیل چندمعیاره	ارتفاع، شیب، فاصله از سکونتگاه‌ها، فاصله از مناطق صنعتی، فاصله از جاده‌های اصلی، فاصله از سیستم فاضلاب، حریم جنگل و مناطق حساس اکولوژیکی، پیوستگی اکولوژیکی، تنوع سیمای سرزمین، کاربری اراضی.
سوفیا ریتانگ و همکاران Ritung, S. *et al.*	2007	راهنمای کلی ارزیابی تناسب اراضی	داده‌های اقلیمی(بارش،دما)، خاک(شیب و مشخصه‌های خاک) داده‌های توپوگرافی(ارتفاع)
ستوده و همکاران Sotoudeh, A.	2010	تلفیق متریک‌های فضایی و شاخص نفوذناپذیری برای تحلیل تراديسی سیمای سرزمین در اثر گسترش شهر	شاخص نفوذناپذیری و متریک‌های فضایی
متکان و همکاران Matkan, A.A. *et al.*	2010	مکان‌یابی مناطق مناسب برای دفن پسماند با استفاده از GIS	شیب، کاربری اراضی، زمین‌لغزش، خطوط ارتباطی، فاصله از مراکز شهری و فرودگاه، خاک، هیدروگرافی
شمسی‌پور و شیخی Shamsipour, A.A. and Shekhi, M.	2010	پهنه‌بندی مناطق حساس و آسیب‌پذیری محیطی در ناحیه غرب فارس با روش طبقه‌بندی فازی و AHP	توپوگرافی، هیدرولوژی، قابلیت اراضی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی،اقلیم، زمین‌شناسی و گسل
سیاح‌نیا Sayahnia, R.	2011	تجزیه‌وتحلیل نمایه‌های اکولوژیکی در مدل‌سازی ارزیابی توان توسعه شهری	نمایه آسیب‌پذیری، نمایه میراث طبیعی، نمایه پیوستگی



شکل۱- موقعیت منطقه بررسی‌شده در کشور و استان

Fig .1- Location of the study area within the country and the province

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی در این تحقیق شهر تهران و حریم آن است. بستر طبیعی شهر تهران، گستره‌ای وسیع بین ۳۵ تا ۳۶ درجه عرض شمالی و ۵۰ تا ۵۳ درجه طول شرقی، در حدفاصل دامنه‌های البرز و کویر مرکزی ایران است. تهران از شمال محدود به بلندی‌های البرز است. لبه‌های شرقی و جنوب شرقی شهر را کوه‌های واقع در این قسمت تعریف می‌کنند. دشت‌ها و زمین‌های جنوب و جنوب غربی، گستره‌هایی متنوع از مراکز سکونت و فعالیت تا اراضی زیرکشت را پیش‌رو می‌نهند و معرف حدود تهران هستند. موقعیت منطقه مطالعاتی و بستر طبیعی شهر تهران به خوبی در شکل شماره (۱) و تصویر ماهواره‌ای مشخص است.

حریم شهر تهران، (بدون احتساب وسعت شهر) گستره‌ای به وسعت قریب ۵۹۱۶۶۳ کیلومترمربع است، که حوضه آبخیز شمال تهران، ارتفاعات شرقی تا رودخانه جاجرود و پهنه‌های هموار جنوبی تهران تا رود شور را در بر گرفته و کاربری اصلی آن به‌ویژه در قلمرو شمالی و شرقی، با توجه به وجود مناطق حفاظت‌شده، پارک‌های ملی و سایر پهنه‌های زیست‌محیطی نیازمند حفاظت، عمدتاً حفاظتی است.

نوع تحقیق توسعه‌ای-کاربردی و روش بررسی آن توصیفی-تحلیلی است. مراحل انجام تحقیق در شکل (۲) خلاصه شده است. با مرور منابع موضوع تحقیق مشخص شد که محققان، معیارهای متفاوتی را با توجه به شرایط محیطی و هدف بررسی برای ارائه الگوی اکولوژیک توسعه شهری شناسایی و به کار برده‌اند. بنابراین کاربرد همه معیارهای شناسایی‌شده برای ارزیابی لزومی ندارد و امکان‌پذیر هم نیست بلکه باید گروهی از معیارها انتخاب شوند که متناسب، در دسترس و جامع باشند.

با استفاده از مرور منابع و دانش تخصصی و در نهایت تکنیک دلفی، فاکتورها و ضریب اهمیت آنها مشخص شد. پس از تعیین فاکتورهای مورد نظر در این پژوهش، با استفاده از تکنیک دلفی در سه مرحله و بهره‌مندی از نظرات کارشناسی ۲۰ نفر از خبرگان در حوزه اکولوژی ضریب اهمیت فاکتورهای مورد نظر مشخص شد (شکل ۳).

در تعیین طبقات فاکتورها از استانداردهای موجود در این زمینه و مدل‌های اکولوژیکی ارائه‌شده (Makhdoum, 2002) بهره گرفته شد که در جدول ذیل خلاصه شده است (جدول 2). در مرحله طبقه‌بندی به هر دو منطق (بولین و فازی) توجه شد به‌طوری‌که در مورد فاکتورهایی که کمی هستند از منطق فازی برای طبقه‌بندی و با توجه به نوع توابع از توابع کاهشی یا افزایشی برای تصمیم‌گیری در نرم‌افزار Arc GIS بهره گرفته شد (جدول ۳).

توابع به‌کاررفته در عملیات فازی عبارتند از:

تابع کاهشی

$$F(x) = \begin{matrix} 1 \\ \\ 0 \end{matrix} \begin{cases} x < a \\ x - x_{min}/x \\ x > b \end{cases}$$

تابع افزایشی

$$F(x) = \begin{matrix} 1 \\ \\ 0 \end{matrix} \begin{cases} x > a \\ x_{max} - x/x \\ x < b \end{cases}$$

نتایج و بحث

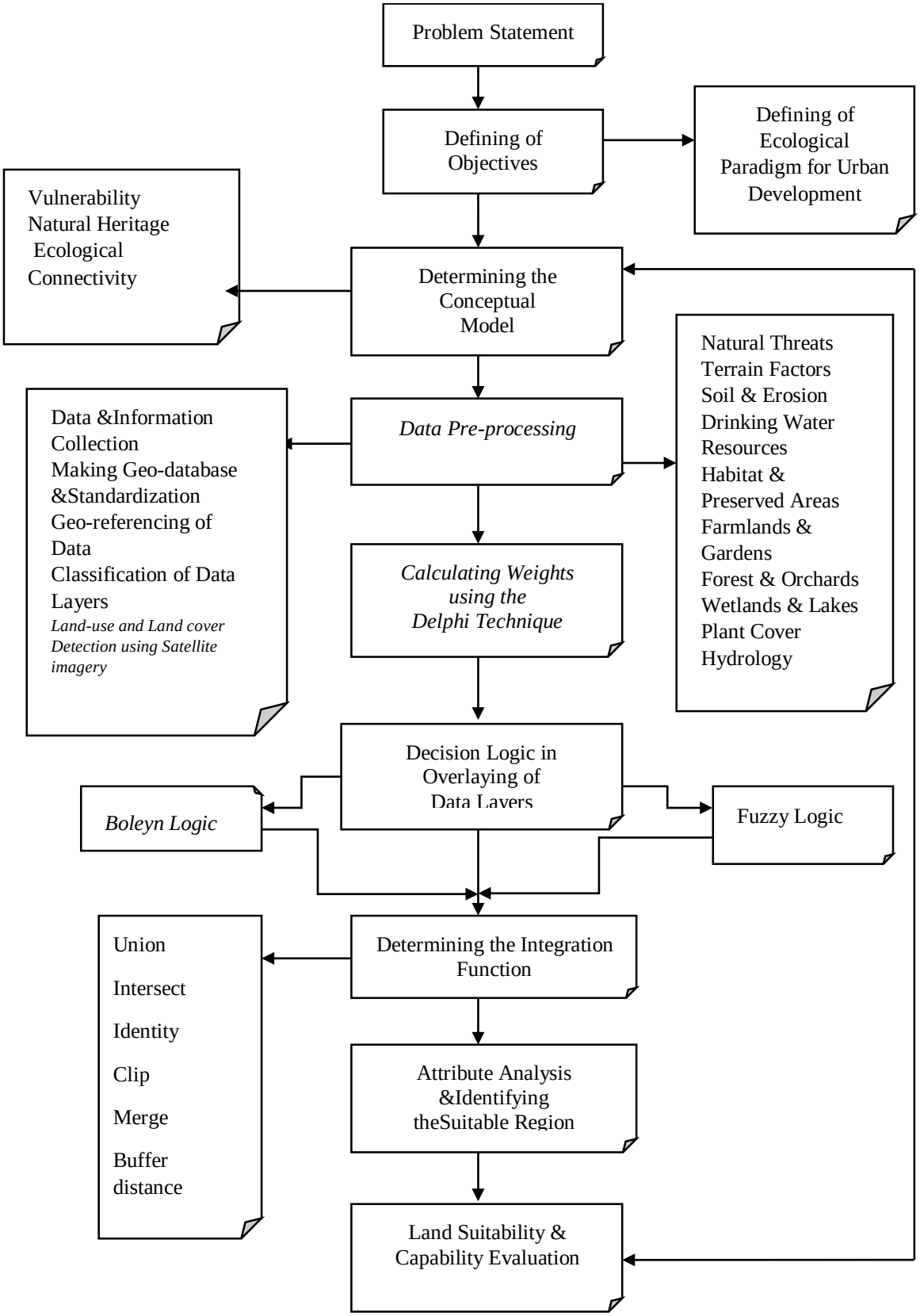
در مرحله نهایی آنچه که از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی فوق‌الذکر با اعمال ضرایب اهمیت فاکتورها و طبق قوانین منطق بولین و فازی تصمیم‌گیری در نرم‌افزار ARC GIS 10.1 انجام گرفت. در منطق بولین سه طبقه مناسب (کلاس ۱)، نسبتا مناسب (کلاس ۲) و نامناسب (کلاس ۳) در نظر گرفته شده است ولی در منطق فازی با توجه به درجه عضویت، کلاس‌ها مد نظر قرار گرفته است. در کلیه محاسبات اعمال ضریب با توجه به فرمول کلی ذیل انجام گرفته است:

$$A_i = \Sigma_i w_i X_{ij}$$

که در آن امتیاز گزینه iام با رعایت صفت j ام و w وزن گزینه x است.

www.SID.ir

Archive of SID

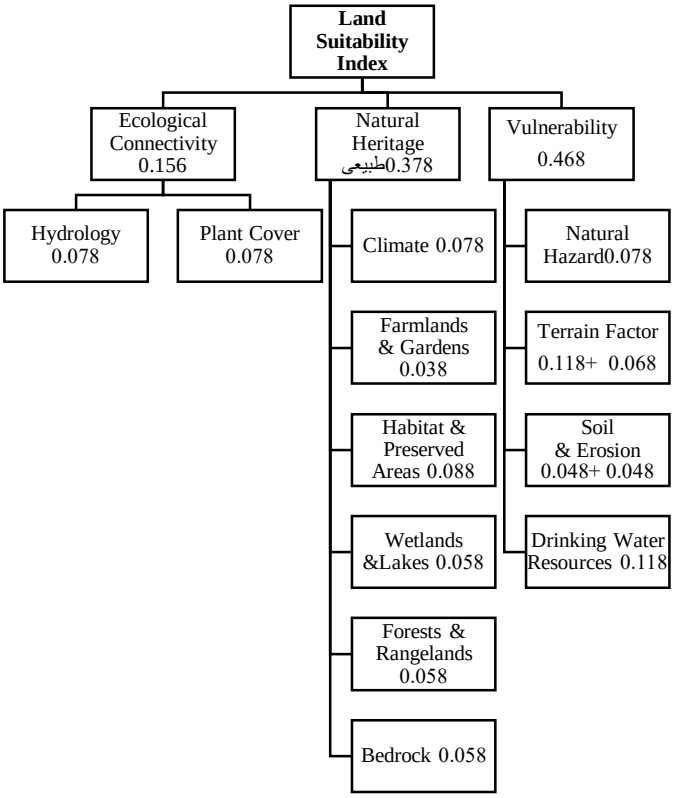


شکل۲- مراحل انجام تحقیق

Fig .2- Research workflow

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳- فاکتورها و ضریب اهمیت منتج از تکنیک دلفی

Fig. 3- Selected factors and their calculated weights using the Delphi technique

جدول ۲- طبقه‌بندی معیارها به روش بولین

Table 2. Classified factors with Boolean logic

طبقه بندی Classification	معیارها Factors	ارتفاع (متر) Elevation (meter)	شیب (درجه) Slope	حریم گسل اصلی (متر) Distance from Fault (meter)	حریم رودخانه اصلی (متر) Distance from Main River (meter)	تراکم پوشش گیاهی (%) Cover Vegetation Density (%)	سنگ مادر Bedrock	خاک Soil	میزان آب(لیتر/نفر) Amount of Drinking Water (liter/person)	اقلیم Clime
کلاس ۱(مناسب) HighlySuitable		<1200	<6	>1000	>500	<30	ماسه‌سنگ، روانه‌های بازالتی، رسوبات آبرفتی	لومی، لومی رسی	225-300	بارندگی mm ۵۰۰-۸۰۰ متوسط دمای سالانه ۲۴-۱۸ سرعت باد غالب تا km/h ۳۵
کلاس ۲(نسبتا مناسب) Relatively Suitable		1200-1800	6-9	-	150-500	30-60	سنگ آهک، سنگ رس، گرانیت، توف‌های شکاف‌دار، روانه‌های بین‌چینه‌ای و آبرفتی	شنی عمیق، شنی لومی، لومی، رسی- لومی	150-225	تمامی اقلیم‌ها به استثنای کلاس ۳
کلاس ۳ (نامناسب) Unsuitable		>1800	>9	<1000	<150	>60	گسل پیدا و پنهان، مارن، تپه‌های ماسه‌ای و دشت سیلابی	شنی کم، رسی سنگین، خاک هیدرومرف	<150	در مسیر گردباد و بادهای موسمی شدید ، سرعت باد غالب بیش از km/h 50

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- طبقه‌بندی معیارها به روش فازی
Table 3. Classified factors with Fuzzy logic

طبقه‌بندی Classification معیارها Factors	مناسب Highly Suitable	نسبتا مناسب Relatively Suitable	نامناسب Unsuitable	نوع توابع Types of Functions
ارتفاع(متر) Elevation (meter)	<1800	1800-2200	>2200	کاهشی
شیب (درجه) Slope%	0-8	8-15	>15	کاهشی
حریم گسل اصلی (متر) Distance from Fault(meter)	>1100	500-1100	<500	افزایشی
حریم رودخانه اصلی (متر) Distance from Main River(meter)	>1000	150-1000	<150	افزایشی

پس از انجام مراحل فوق با بکارگیری معیارها در مقیاس مورد نظر هیچ منطقه‌ای برای توسعه افقی شهر تهران در منطقه مطالعاتی شناسایی نشد.

نقشه‌های حاصل از دو روش (بولین و فازی) مورد استفاده در تحقیق نشان می‌دهد که کمترین زمین‌های ایجادشده (به لحاظ تعداد قطعات و مساحت) در روش بولین و بیشترین آن در روش فازی است. این موضوع بیانگر این مطلب است که در روش بولین به علت محدود بودن انتخاب‌ها و دامنه مقادیر معیارها در فرآیند مکان‌یابی انعطاف‌پذیری مناسبی وجود ندارد چرا که زمین‌ها بر اساس معیارهای مطلق و قطعی انتخاب می‌شوند(Shamsipour *and Shekhi*, 2010).

لیکن این روش به علت سادگی عملیات و سهولت کاربرد مورد توجه است. مزیت دیگر این روش این است که هیچ ریسکی را قبول نمی‌کند، یعنی زمین‌های منتخب به وسیله این روش به‌طور قطع دارای بهترین شرایطی است که برای انتخاب تعریف شده است (Matkan *et al.*, 2009) . البته این موضوع در مناطقی که زمین مناسب کم است، یک عیب تلقی می‌شود چرا که قدرت مانور روی معیارهای مختلف تنها از طریق تغییر محدوده مقدار معیارها میسر است. درحالی‌که با به‌کارگیری روش فازی به‌واسطه طیف گسترده دسته‌بندی مناطق، قدرت تصمیم‌گیری بالاتر است. بکارگیری هر دو منطق بولین و فازی در این پژوهش از تفاوت‌های این تحقیق با منابع مطالعه شده می‌باشد که نشان می دهد سیستم فازی به جای اعداد با مجموعه‌های فازی سر و کار دارد و از آنجا که مجموعه فازی قدرت تبیین بیشتری نسبت به یک عدد دارد استفاده از مجموعه‌های فازی توانایی تعمیم اطلاعات ارزیابی را به ما می‌دهد. ابهام در اطلاعات، نبود داده‌های کافی، برون‌یابی آماری و دانش محدود از طبیعت از دلایل توجه ما به منطق فازی در ارزیابی تناسب اراضی است.

در اکثر منابع مورد مطالعه لایه اطلاعاتی کاربری اراضی نقش عمده‌ای در ارزیابی توان و تناسب اراضی داشته است (Dong *et al.*, 2008; Xiang *et al.*, 2008; Matkan *et al.*, 2010; Shamsipour and Shekhi, 2010) که در این تحقیق نیز با تایید اهمیت این موضوع از نقشه کاربری اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال ۲۰۰۸ بهره گرفته شد.

این پژوهش همانند سایر پژوهش های انجام شده (Dong *et al.*, 2008; Matkan *et al.*, 2010; Shamsipour and Shekhi, 2010; Sotoudeh, 2010) نشان می‌دهد که سامانه اطلاعات جغرافیایی با توجه به تنوع توابع و قابلیت دستکاری داده‌ها به طرق گوناگون و قدرت انجام ترکیب لایه‌های اطلاعاتی، ابزاری بسیار قدرتمند در فرآیند مکان‌یابی است. فرآیندی که اگر قرار

www.SID.ir

Archive of SID

بود بدون کمک این ابزار انجام شود، بسیار وقت‌گیر، پرهزینه و کم‌دقت بود.

نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل ساختار طبیعی شهری تهران در این پژوهش حاکی از وجود موانع طبیعی و اکولوژیکی فراوان برای توسعه افقی شهر تهران بوده و از سویی دیگر دارای قابلیت‌های منحصر به فرد طبیعی برای شکل‌گیری سیمای شهری مطلوب و با هویت است. کوه‌های البرز و بی بی شهر بانو (در شمال و شرق)، رود- دره‌هایی که از دل کوه تا مسافتی درون‌شهر به پیش آمده‌اند(محورهای کن، فرحزاد، درکه، دربند - ری، دارآباد - بی‌بی شهربانو) و تپه ماهورهای طبیعی مانند تپه‌های لویزان و عباس‌آباد و پردیسان و چیتگر، مهمترین اجزاء محیط طبیعی تهران در مقیاس کلان است. در مورد شهر تهران باید اذعان کرد که این کلانشهر از شمال و شرق تا ارتفاعات البرز، از غرب تا شهر کرج و از جنوب تا شهرهای متعدد دیگر گسترش یافته است و با وجود بکارگیری منطق فازی در این پژوهش به منظور شناسایی مناطق مستعد توسعه شهری و تصمیم‌گیری بهتر در شرایط عدم قطعیت بنظر می‌رسد تهران دیگر امکان گسترش افقی ندارد. در پایان با توجه به این‌که منشا ظهور بیشتر مسائل و معضلات شهری به انسان و نیازهای اقتصادی – اجتماعی‌اش برمی‌گردد ولی در این تحقیق به منظور کاهش پیچیدگی و ابهام از نمایه‌های اقتصادی- اجتماعی صرفنظر شده و فقط نمایه‌های اکولوژیکی مد نظر قرار گرفته است لذا مطالعه، ارزیابی و تحلیل نمایه‌های اقتصادی و اجتماعی برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود.

منابع

Alberti, M., Botsford, E. and Cohen, A., 2001. Quantifying the urban gradient: Linking urban planning and ecology. Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World Journal. 89-115.

Alberti, M., Marzluff, J., Shulenberger, E., Bradley, G., Ryan, C. and Zumbrunnen, C., 2003. Bioscience. Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. 53(12), 1169-1179.

Alberti, M., 2008. Advances in Urban Ecology: Integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems. Springer Press, New York.

Alberti, M., 2010. Maintaining ecological integrity and sustaining ecosystem function in urban areas. Current Opinion in Environmental Sustainability Journal. 2 (3),178-184.

Botequilha, A. and Ahern, J., 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. Journal of Landscape and Urban Planning, 59, 65-93.

Dong, J., Zhuang, D. F., Xu, X. L. and Ying, L., 2008. Integrated evaluation of urban development suitability based on remote sensing and GIS techniques (A case study in Jingjinji area). China. Sensors. 15, 5975-5986.

Forman, R.T.T., 2008. Urban Regions, Ecology & Planning beyond the city, Edinburg Building, Cambridge, UK.

Ghafari, S.R., Shafaghi, S. and Salehi, N., 2010. Evaluation of urban land use compatibility using fuzzy multicriteria decision making model. Journal of Urban - Regional Studies and Research. 1(4), 59-76. (In Persian with English abstract).

Gharakhlou, M., Pourkhabbaz, H.R., Amiri, M.j.

www.SID.ir

Archive of SID

and Faraji Sabokbar, H.A., 2009. Ecological capability evaluation of Qazvin region for determining urban development potential points using geographic information system. Journal of Urban - Regional Studies and Research. 1(2), 51-68. (In Persian with English abstract).

Howard, E., 1902. Garden Cities of To-morrow. Published by Swan Sonnenschein & Co. Ltd. Harvard University.

Lingjun, L., Zong, H. and Yan, H., 2008. Study on land use suitability assessment of urban-rural planning based on remote sensing (a case study of liangping in Chongqing).The International Archives of the Photogrammetric, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B8. Beijing.

Makhdoum, M.F., Darvishsefat, A.A., Jafarzadeh, H. and Makhdoum, A.F., 2002. Environmental Evaluation and Planning by Geographic Information System. Tehran University Press, Tehran, Iran.

Matkan, A.A., Shakib, A.R., Pouali, H. and Nazmfar, H., 2009.Urban waste landfill Site selection by GIS (Case Study: Tabriz city).Environmental Science .6, 121-132. (In Persian with English abstract).

McHarg, I., 1969. Design with nature. Published by Natural History Press. N.Y.

Newman, P. and Kenworthy, J., 1999. Sustainability and Cities. Overcoming Automobile Dependence. Washington D. C: Island Press.

Pickett, S.T.A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Nilon, C.h., Pouyat, R.V., Zipperer, W.V., Costanza, R., 2001.Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. Annual Review of Ecology and Systematics. 32, 127-157.

Pickett, S.T.A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Boone, C.G., Groffman, P.M., Irwin, E., Kaushal, S.,Marshall, V., McGrath, B. P., Nilon, C. H., Pouyat, R. V., Szlavecz, K., Troy, A. and Warren,P., 2011.Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. Journal of Environmental Management, 92,331-362.

Rees, W. and Wackernagel, M., 1996. Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable And why they are a key to sustainability. Environmental Impact Assessment Review Journal. Volume 16, 223-248.

Sayahnia, R., 2011. The analysis of ecological criteria in urban development modeling. Ph.D. Thesis. University of Tehran. Iran.

Shamsipour, A.A. and Shekhi, M., 2010. Zoning of sensitive area and environment vulnerable in west of19 fars province using fuzzy and AHP classification. Physical geography research quarterly.73, 53-68. (In Persian with English abstract).

Sotoudeh, A., 2010. Identification of ecological health indicator to select the suitable alternative for urban development in Irananoturanian biom. Ph.D. Thesis. University of Tehran. Iran.

Statistical Center of Iran, 2008. Iran statistical yearbook 1386. Islamic Republic of Iran.

UN, 2007. World Urbanization Prospects: The 2005 Revision Population. Available online at: http://www.un.org/esa/population/publications/WUP2005/2005wup

www.SID.ir

Archive of SID

Waddell, P. and Alberti, M., 2000. An integrated urban development and ecological simulation model. Integrated Assessment. 1(3), 215-227.

Sun, X., Zhu, X., Li, Y. F., Zhang, L., Zhou, Y., 2009. Land suitability analysis for urban planning environmental assessment in an ecologically sensitive coastal area of Eastern China Based upon multi-criteria mechanism. China Strategic Environmental Assessment Forum. Nanjing University. China.

www.SID.ir

Archive of SID

Environmental Sciences Vol.15 / No.1 / Spring 2017

77-88

Ecological indices in evaluation of urban development capability (case study: Tehran metropolitan area)

Romina Sayahnia[1*], Majid Makhdoum[2] and Shahrazad Faryadi[3]

[1] Department of Planning and Designing the Environment, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[2] Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran
[3] Department of Environment Planning and Management, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: December 21, 2016 **Accepted:** May 22, 2017

Sayahnia, R., Makhdoum, M. and Faryadi, Sh., 2017. Ecological indices in evaluation of urban development capability (case study: Tehran metropolitan area). Environmental Sciences. 15(1):77-88.

Introduction: According to a World Bank report, the urban growth rate is increasing more than the rate of population growth throughout the world. Such an urban growth rate may cause environmental crises on different levels (global, national and local) if there is a failure to consider ecological factors. It is obvious that development of metropolises such as Tehran is also impossible without considering some master plan which defines the appropriate urban development planes based on ecological criteria.

Materials and methods: It seems that land suitability indicators based on ecological criteria may provide a suitable basis for urban planning purposes in order to identify a better solution and prevent environmental crisis. Multi-criteria assessment is required to find the suitable ecological criteria for evaluating urban development potential, therefore a multi-criteria decision making approach using GIS techniques was employed during present research to find appropriate ecological criteria. Besides that and due to inherent uncertainty governing the decision making process as well as the incompatibility of different judgments made by various decision makers, we were encouraged to use fuzzy logic to eliminate ambiguity of decisions in this research.

Results and discussion: During the present study the necessary factors were extracted through a literature review and the Delphi Technique, and were entered into a GIS database. Information layers were combined using weights derived from Delphi Techniques and the ultimate decision was made based on the two Boolean and Fuzzy Logic using ARC GIS 10.1.

Conclusion: Final results revealed that there is no more room for horizontal development in the City of Tehran.

Keywords: Urban development, Multi-criteria analysis, Fuzzy logic, Ecological suitability.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: r_sayahnia@sbu.ac.ir

www.SID.ir