فـصـلنامـه علمی ـ پژوهشی علـوم‌محیـطی، دوره یازدهم، شـمـاره ۳، پائیز ۱۳۹۲
Environmental Sciences Journal, Vol. 11, No. 3, Fall 2013

ارزیابی و تحلیل تناسب اراضی شهری برای توسعه پارک‌های شهری
(منطقه مطالعه: شهر سنندج)

محمدرضا مثنوی[۱]، مرتضی دیناروندی[۲] و حمید تاسا*[۳]
[۱]دانشیار گروه مهندسی طراحی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران
[۲]دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران
[۳]دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی طراحی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ... تاریخ چاپ:.....

چکیده

پارک‌ها به‌لحاظ کارکردهـای زیسـت‌محیطـی، اجتمـاعی و اقتصـادی موجب ارتقای کیفیـت محـیط شـهری و بهبـود سـطح رفـاه عمـومی می‌شوند، بنابراین نحوه پراکنش آنها در عرصه‌هـای شـهری بـه‌لحـاظ شهرسازی و نیز رعایت عدالت اجتماعی حائز اهمیت است. هدف اصلی این تحقیق، مدل‌سـازی تحلیـل درجـه تناسـب زمـین بـرای توسـعه پارک‌های شهری است که در قالـب مطالعـات فضـایی ـ مکـانی، و بـا اجرای یک مدل تحلیلی با بهره‌گیـری از GIS و FAHP در سـه گـام محقق شد. در گام اول، اهمیت و نقش پارک‌هـای شـهری بـا مطالعـه سوابق و از طریق مراجعه به منابع علمی و معتبر به دست آمد. سـپس در گام دوم، عوامل و مؤلفه‌های مؤثر بر انتخاب مکـان مناسـب بـرای توسعه پـارک‌هـای شـهری در منطقـه مطالعـه بـه روش دلفـی، و بـا نظرسنجی از دو گروه صاحب‌نظـران دانشـگاهی و کارشناسـان خبـره تعیین شد. در گام سوم، تناسب زمین از طریق مدل تحلیلی بر مبنای سه سناریو: ۱. در دسـترس بـودن زمـین؛ ۲. ارزش زمـین؛ ۳. تـراکم جمعیت، (به‌صورت جداگانه برای هر سـناریو) تعیـین شـد. در نهایـت به‌منظور تعیین مناسب‌ترین مکان‌ها با روی‌هم‌اندازی لایه‌های حاصـل از سناریوها، مکان‌های مناسب برای احداث پارک‌های شـهری تعیـین شد. نتایج حاصـل از ارزیـابی بیشـترین تناسـب زمـین بـرای توسـعه پارک‌های شهری سنندج نشان داد که برای ایـن منظـور ۲/۳٪ (۸۲/۴ هکتار) اراضی شهری کاملاً مناسب‌اند، ۱۱/۵٪ (۴۲۳/۸ هکتار) نسـبتاً مناسب، و ۸۶/۲٪ (۳۱۸۱/۷ هکتار) نامناسب‌اند.

کلمات کلیدی: برنامه‌ریزی محیط‌زیست شهری، پارک‌هـای شـهری، شهر سنندج، FAHP .

Analysis and Assessment of Urban Land Suitability for Allocation to Urban Parks, the Case of Sannadaj City

Mohammad Reza Masnavi,[1] Morteza Dinarvandi[2]and Hamid Tasa*[3]
[1]Associate Professor, Department of Environmental Design, Faculty of Environment University of Tehran.
[2]PhD. Candidate of Environmental Planning, Faculty of Environment, University of Tehran.
[3]MSc. of Environmental Design Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran

Abstract

Urban Parks can improve the quality of urban environment and promote the level of citizen's welfare due to their environmental, economic and social roles and functions. The geographical location and distribution of parks among other land-uses within the city therefore, are seen with great importance in terms of their accessibility and affordability for the citizens, social justice, and urban planning purposes as well. The objective of this research is to develop a model to analyze the land suitability for dedicating to urban parks through a spatial-geographical study. GIS and FAHP were used to undertake the study objective in three stages. Firstly, a review of the literature led to the formulation of the urban parks importance for the quality of life and urban environment. Secondly, the major factors influencing the identification of suitable locations for urban parks were identified using Expert Choice and Delphi methods. And thirdly, through an analytical model, three scenarios are offered based on three criteria: 1) accessibility of the land, 2) land value, and 3) population density. Finally the most suitable locations for urban parks, identified through overlaying scenarios. The findings of the research demonstrate that 2.3% (82.4 ha) of the lands are suitable, 11.5% (423.8 ha) are relatively suitable, and 86.2% are unsuitable for allocation to the urban parks in the Sanandaj City.

Keywords: urban parks; environmental planning; FAHP; Sanandaj city; analytical model; suitability analysis.

* Corresponding author. *E-mail Address*: hamidtassa@ut.ac.ir

۱- مقدمه

یکی از کاربری‌های مؤثر در کیفیت فضایی مناطق شهری پارک‌ها هستند که با گسترش و متراکم شدن بیش از پیش شهرها بر اهمیت آنها افزوده می‌شود [۹]. پارک‌های شهری با برخورداری از نقش اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی [۸]، و مزایایی چون درمان بیماری‌های روانی، جسمی و محیطی مطلوب برای پرورش کودکان، یک‌پارچگی اجتماعی، حفظ آسایش و نظایر این‌ها [۱۳]، شاخصی برای ارتقای فضای زندگی و توسعه جامعه محسوب می‌شوند [۲]. بنابراین شهرها در هر زمان و مکانی به پارک‌ها نیازمندند [۴]. احداث پارک فرصتی است برای به‌سازی شهرها و تأمین زیرساخت‌های سبز و سرآغازی است برای بهبود اکولوژیک شهر [۳].

پارک‌ها در محیط شهری با کارکردها، عملکردها و فعالیت‌های متنوع و برای پاسخ‌گویی به نیازهای افراد در سنین و گروه‌های مختلف متمایز می‌شوند [۴]. به‌عبارتی پارک‌ها تجسم تجربه مردم، زندگی، فرایندهای خودسازمان دهنده طبیعت، توانبخشی به اجتماع و توانمندسازی استفاده‌کنندگان هستند که به هویت و سرزندگی بخشیدن به مکان و محل زیست کمک خواهد کرد [۳].

پارک‌های شهری براساس مقیاس‌های مشخص به چهار گروه: همسایگی، محله، ناحیه و منطقه طبقه‌بندی می‌شوند [۱۲]. استقرار پارک‌های شهری از یک سو به‌لحاظ تأثیری که بر کیفیت زندگی شهری و نیل به توسعه پایدار دارند [۷] و از سوی دیگر به جهت بار مالی بدون بازگشت سرمایه و سودی که برای شهرداری‌ها و شهروندان به جای می‌نهند، ارزش بررسی گسترده را دارند [۱۶ و ۱۹]. برخلاف موارد گفته شده توجه کمی به حفاظت از پارک‌های شهری شده [۸] و ضابطه و الگوی مشخصی که نسبت این فضاها را تعیین نماید و یا چگونگی استقرار این کاربری‌ها را در داخل شهرها مشخص سازد، تعیین نشده است.

هدف اصلی این مقاله ارزیابی و تحلیل تناسب اراضی شهری برای توسعه و احداث پارک‌های شهری در قالب مطالعات فضایی ـ مکانی و به‌وسیله اجرای یک مدل تحلیلی با بهرگیری از GIS و FAHP است. روش‌های مختلفی در GIS برای ارزیابی تناسب اراضی شهری جهت توسعه کاربری‌ها وجود دارد که از آنها می‌توان به اعمال یک مدل مکانی [۲۱]، تولید شاخص‌های منطقه‌ای پایدار در سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی [۱۰]، استفاده از فرایند تحلیل شبکه [۲۳] و روش یک‌پارچه‌سازی و آنالیز فرایند سلسله‌مراتبی با استفاده از GIS [۲۰] اشاره کرد. در این مطالعه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) که علم و فناوری تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی است و سیستمی مناسب جهت تحلیل و ارزیابی تناسب اراضی شهری محسوب می‌شود [۱۷ و ۱۸] استفاده می‌شود. استفاده از GIS در این زمینه باعث کاهش بازدیدهای زمینی و افزایش دقت و صحت کار می‌شود [۵]. این پژوهش با در نظر گرفتن پارامترهای مؤثر بر تحلیل و ارزیابی تناسب اراضی شهری، و با استفاده از GIS و FAHP روشی مناسب برای توسعه و ایجاد پارک‌های شهری ارائه می‌دهد. رویکرد استفاده شده در این پژوهش می‌تواند برای تجدید نظر درمورد سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه شهری سنندج و نیر شهرهای دیگر کشور مورد استفاده قرار گیرد.

۲- مواد روش‌ها

۲- ۱- منطقه مورد مطالعه

شهر سنندج، مرکز استان کردستان، با مساحت ۳۶۸۷/۹ هکتار در غرب ایران و در بخش جنوبی استان کردستان قرار دارد. سنندج به‌لحاظ جغرافیایی در موقعیت $'۳۵\ ^{o}۱۴$ عرض شمالی و $^{o}۴۶$ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا بین ۱۴۵۰ تا ۱۵۳۸ متر در نقاط مختلف شهر متغیر است. این شهر در منطقه کوهستانی زاگرس واقع شده، آب و هوای سرد و نیمه‌خشک دارد، و بر پایه سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵جمعیت آن معادل ۳۱۱۴۴۶ نفر است (شکل ۱).

سازمان جهانی توریسم در سال ۲۰۰۷ به سنندج لقب «شهر هزارتپه» را اعطا کرد. بدین‌ترتیب سنندج به‌عنوان دومین شهر لقب‌دار ایران از سوی این سازمان، در فهرست شهرهای زیبای جهان قرار گرفت. محل قرارگیری شهر سنندج در شکل ۱ نمایش داده شده است.

شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

۲-۲- روش تحقیق

هدف از این تحقیق، مدل‌سازی تحلیل درجه تناسب زمین برای توسعه پارک‌های شهری سنندج است. برای تحقق این هدف مطالعات فضایی ـ مکانی با استفاده از یک مدل تحلیلی در سه گام اجرا شد: ۱- تعیین اهمیت و نقش پارک‌های شهری از طریق بررسی سوابق و مراجعه به منابع علمی معتبر؛ ۲- تعیین عوامل و مؤلفه‌های اثرگذار بر انتخاب مکان مناسب برای توسعه پارک‌های شهری در منطقه سنندج از طریق ارائه پرسش‌نامه به ۱۸ کارشناس، شامل دو گروه صاحب‌نظران دانشگاهی و کارشناسان خبره؛ ۳- تعریف مدل تحلیلی برای سه سناریو، و تعیین وزن هر کدام از زیرمعیارها و معیارها به‌طور جداگانه با روش FAHP برای هر سناریو. وزن حاصل روی لایه‌های مکانی منطقه اعمال شد و سپس، این وزن‌ها در محیط GIS در هریک از لایه‌های مربوط به معیارها برای سناریوها ضرب شده و همراه با آن تلفیق لایه‌ها نیز صورت گرفت. سپس نقشه نهایی به‌صورت رستری با روی‌هم‌گذاری لایه‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی حاصل شد. معیارهای مستخرج از گروه دلفی به‌منظور ارزیابی و تحلیل درجه تناسب زمین برای توسعه پارک‌های شهری سنندج در ۴ گروه اصلی رده‌بندی می‌شود: دسترسی به زمین، ارزش زمین، دسترسی‌ها، معیار اقتصادی ـ اجتماعی.

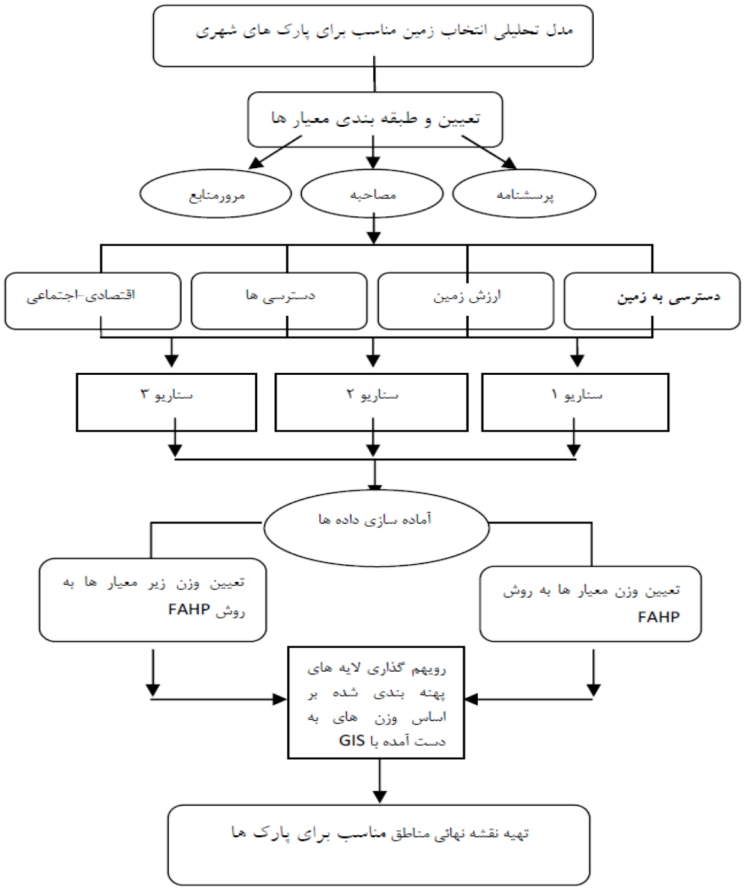
در شکل ۲ مدل تحلیلی تدوین شده به‌منظور ارزیابی و تحلیل درجه تناسب زمین برای توسعه پارک‌های شهری سنندج ارائه شده است.

۲-۲-۱- تکنیک دلفی

در تحقیقات مربوط به برنامه‌ریزی، دلفی یک روش نوین محسوب می‌شود [۲۷]. با توجه به فقدان یک روش نهایی برای تعیین معیارهای تحقیق و فقدان مبنای آماری برای نتیجه‌گیری‌ها، یک متدولوژی مرحله‌ای را می‌توان برای انجام تحقیق ارائه کرد.

هدف استفاده از تحقیق دلفی، کسب اطمینان از شناسایی خبرگان ذی‌ربط و دادن فرصت مشارکت در تحقیق، به آن‌ها است [۲۶]. تحقیق دلفی هیچ‌گونه وابستگی به نمونه آماری معرف جامعه ندارد. دلفی یک سازوکار تصمیم گروهی است که مستلزم مشارکت خبرگان شایسته‌ای است که درک عمیقی از موضوع دارند. بنابراین، یکی از مهم‌ترین الزامات آن «انتخاب خبرگان شایسته» است [۲۷].

ابتدا ما خبرگان را به دو گروه هیجده نفره از صاحب‌نظران دانشگاهی و کارشناسان خبره در امور برنامه‌ریزی و مدیریت شهری تقسیم کردیم. در این تحقیق از یک رویکرد چندمرحله‌ای برای شناسایی خبرگان استفاده شد: ۱. تهیه کاربرگ از نامزدهای منابع دانش؛



شکل ۲- مدل تحلیلی انتخاب زمین مناسب برای پارک‌های شهری

۲. پرکردن کاربرگ با اسامی؛ ۳. دور اول تماس‌ها، نامزد کردن خبرگان دیگر؛ ۴. رتبه‌بندی خبرگان براساس ویژگی‌ها؛ ۵. دعوت خبرگان به تحقیق. در این تحقیق، از رویه تحقیقات دلفی برای اجرای پرسش‌نامه‌ها استفاده شد. این رویه در سه گام کلی انجام شد: ۱. تراوشات فکری برای تعیین شاخص‌ها؛ ۲. محدود ساختن لیست اصلی به مهم‌ترین موارد؛ ۳. تعیین اولویت مهم‌ترین عوامل [۲۶].

۲-۲-۲- فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی[۱]

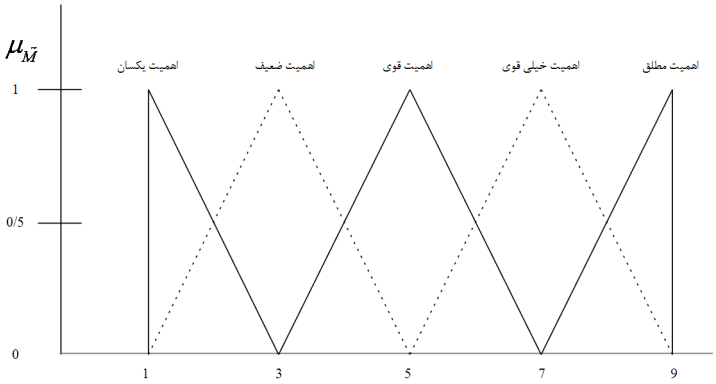
روش AHP[۲] که در دهه ۱۹۷۰ و توسط ساعتی[۳] پیشنهاد شد تصمیم‌گیرندگان را قادر به تعیین اثرات متقابل و هم‌زمان بسیاری از وضعیت‌های پیچیده و نامعین می‌سازد. این فرایند، تصمیم‌گیرندگان را یاری می‌کند تا اولویت‌ها را براساس اهداف، دانش و تجربه خود تنظیم کنند، به‌نحوی که احساسات و قضاوت‌های خود را به‌طور کامل در نظر گیرند [۲۲]. برای حل مسائل تصمیم‌گیری از طریق AHP، باید مسئله را به دقت و با همه جزییات، تعریف و تبیین کرد و جزییات‌آن را به‌صورت ساختار سلسله‌مراتبی ترسیم کرد[۲۵].

در سال ۱۹۹۲ ادغام فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) با ترکیب فازی روش تحلیل توسعه‌ای (AHP فازی) پیشنهاد شد [۱]. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی[۴] متدلوژی نسبتاً جدیدی است که پس از توسعه در سال ۱۹۸۳، AHP را برای حالتی که به محیط‌های فازی و مبهم منجر می‌شد بسط داد. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی توانایی سر و کار داشتن با عدم اطمینان و نسبی بودن در قضاوت‌های انسانی را دارد [۲۵]. به‌عبارت بهتر، استفاده از مجموعه‌های فازی، سازگاری بیشتری با توضیحات زبانی و بعضاً مبهم انسانی دارد و بنابراین بهتر است که با استفاده از مجموعه‌های فازی (به‌کارگیری اعداد فازی) به پیش‌بینی بلندمدت و تصمیم‌گیری در دنیای واقعی پرداخت. به‌طور مثال در جدول ۱ نمونه‌ای از اعداد فازی مثلثی تعریف، و توابع عضویت آن‌ها درج شده است. در شکل ۳ نیز تابع عضویت فازی برای متغیرهای زبانی نشان داده شده است [۲۸].

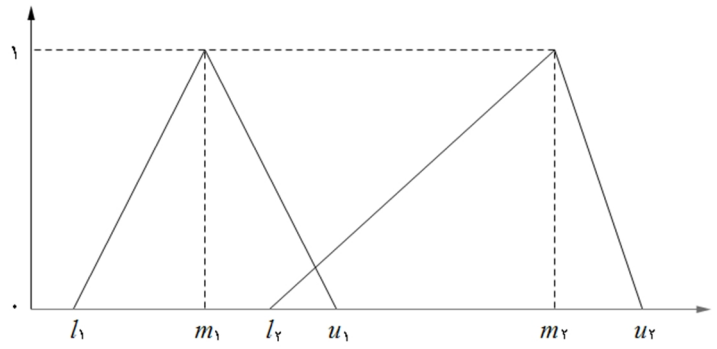
جدول ۱= نمونه‌ای از اعداد فازی تعریف شده در روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی

عدد فازی	تعریف	مقیاس فازی مثلثی	دامنه	تابع عضویت
$\tilde{۹}$	اهمیت مطلق	(۷،۹،۹)	$۷ \le x \le ۹$	$\frac{x-۷}{۹-۷}$
$\tilde{۷}$	اهمیت خیلی قوی	(۵،۷،۹)	$۷ \le x \le ۹$ $۵ \le x \le ۷$	$\frac{۹-x}{۹-۷}$ $\frac{x-۵}{۷-۵}$
$\tilde{۵}$	اهمیت قوی	(۳،۵،۷)	$۵ \le x \le ۷$ $۳ \le x \le ۵$	$\frac{۷-x}{۷-۵}$ $\frac{x-۳}{۵-۳}$
$\tilde{۳}$	اهمیت ضعیف	(۱،۳،۵)	$۳ \le x \le ۵$ $۱ \le x \le ۳$	$\frac{۵-x}{۵-۳}$ $\frac{x-۱}{۳-۱}$
$\tilde{۱}$	اهمیت یکسان	(۱،۱،۳)	$۱ \le x \le ۳$	$\frac{۳-x}{۳-۱}$
۱	دقیقا مساوی	(۱،۱،۱)	-	-

در ادامه روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی از دیدگاه چانگ بیان می‌شود. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند. مفاهیم و تعاریف فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی براساس روش تحلیل توسعه‌ای تشریح می‌شود [۱۱و۱۴].



شکل ۳- تابع عضویت فازی برای متغیرهای زبانی



شکل ۴- اعداد مثلثی M_1 و M_2

دو عـــــــــدد مثلثـــــــــی $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ را در نظر بگیرید (شکل ۴). عملگرهـای ریاضی آن مطابق روابط ۱، ۲ و ۳ تعریف می‌شود:

$$M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (۱)$$

$$M_1 * M_2 = (l_1 * l_2, m_1 * m_2, u_1 * u_2) \quad (۲)$$

$$M_1^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1}\right),\ M_2^{-1} = \left(\frac{1}{u_2}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{l_2}\right) \quad (۳)$$

باید توجه داشت که حاصل‌ضرب دو عدد فازی مثلثی یا معکوس یک عدد فازی مثلثی، دیگر یک عدد فازی مثلثی نیست. این روابط فقط تقریبی از حاصل‌ضرب واقعی دو عدد فازی مثلثـی، و معکـوس یـک عـدد فـازی مثلثـی را بیـان می‌کنند. در روش تحلیل توسعه‌ای، برای هریک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، مقدار S_k که خود یک عدد مثلثی است، به‌صورت رابطه ۴ محاسبه می‌شود:

$$S_k = \sum_{j=1}^{n} M_{kj} * \left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} M_{ij}\right]^{-1} \quad (۴)$$

که در آن k بیان‌گر شـماره سـطر، و i و j بـه‌ترتیـب نشان‌گر گزینه‌ها و شاخص‌ها هستند.

در روش تحلیل توسعه‌ای، پس از محاسبه S_kها، باید درجه بزرگی آن‌ها را نسبت به هم به دسـت آورد. بـه‌طـور کلی اگـر M_1 و M_2 دو عـدد فـازی مثلثـی باشـند، درجـه بزرگـی M_1 بـر M_2، کـه بـا $V(M_1 \geq M_2)$ نشـان داده می‌شود، به صورت رابطه ۵ تعریف می‌شود:

(۵)

$$\begin{cases} V\left(M_1 \geq M_2\right) = 1 & if\ m_1 \geq m_2 \\ V\left(M_1 \geq M_2 = hgt(M_1 \cap M_2\right) & otherwise \end{cases}$$

همچنین داریم:

$$hgt\left(M_1 \cap M_2\right) = \frac{u_1 - l_2}{\left(u_1 - l_2\right) + (m_2 - m_1)}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثـی از k عـدد فـازی مثلثی دیگر نیز مطابق رابطه ۶ به دست می‌آید:

$$V\left(M_1 \geq M_2, \dots, M_K\right) = V\left(M_1 \geq M_2\right), \dots, V(M_1 \geq M_K) \quad (۶)$$

برای محاسبه وزن شـاخص‌هـا در مـاتریس مقایسـه زوجی به صورت رابطه (۷) عمل می‌شود:

(۷)

$$W'(X_i) = Min\{V(S_i \geq S_k)\}, \quad k = 1,2,\dots,n. \quad k \neq i$$

بنابراین، بردار وزن[5] شاخص‌ها مطـابق رابطـه ۸ خواهـد بود:

$$W'(X_i) = \left[W'\left(C_1\right), W'\left(C_2\right), \dots, W'(C_n)\right]^T \quad (۸)$$

که همـان بـردار ضـرایب غیرنرمـال فراینـد تحلیـل سلسله‌مراتبی فازی است. به‌کمک رابطه ۹ نتایج غیرنرمـال به دست آمده از رابطه ۸ به‌هنجار می‌شود. نتایج به‌هنجـار[6] شده حاصل از رابطه ۹، w نامیده می‌شود.

$$W_i = \frac{w'_1}{\sum w'_i} \quad (۹)$$

۳- نتایج و بحث

چنان که پیش‌تر نیز اشاره شد، به‌منظور ارزیـابی و تحلیـل درجه تناسب زمین برای توسعه پارک‌های شهری سـنندج، پس از تعیـین معیارهـا بـه روش دلفـی و تهیـه لایـه‌هـای اطلاعـاتی، روش FAHP روی داده‌هـا اعمـال شـد و وزن هرکدام از زیرمعیارها و معیارها برای سه سناریو بـه‌صـورت جداگانه مشخص شـد. وزن حاصـل از مـدل‌سـازی FAHP روی لایه‌های ورودی اعمال شد. در گـام بعـد ایـن وزن‌هـا برای هر سناریو در محیط GIS در هریک از لایه‌هـا ضـرب شده و همراه با آن تلفیق لایه‌ها نیز صورت گرفـت. سـپس نقشه نهایی به‌منظـور تعیـین تناسـب زمـین بـرای توسـعه پارک‌های شهری به‌صورت رستری با روی‌هم‌گذاری لایه‌هـا حاصل شد. در ادامه، جداول داده‌هـای حاصـل از وزن‌هـای تعیین شده برای معیارها به‌تفکیک سناریوهـا و نقشـه‌هـای تناسب زمین، به‌صورت جداگانه برای سه سناریوی توسـعه پارک‌های شهری آمده است.

جدول ۲- وزن معیارها براساس سناریوی دسترسی به زمین

معیارها	دسترسی به زمین	ارزش زمین	دسترسی	اقتصادی ـ اجتماعی	وزن نهایی
دسترسی به زمین	(۱،۱،۱،۱)	(۵،۵،۶،۷)	(۳،۳،۴،۵)	(۲،۲،۳،۳)	۰/۴۵
ارزش زمین	(۱/۵، ۱/۵، ۱/۶، ۱/۷)	(۱،۱،۱،۱)	(۱/۵، ۱/۵، ۱/۶، ۱/۷)	(۱/۲، ۱/۲، ۱/۳، ۱/۳)	۰/۱۳
دسترسی	(۱/۳، ۱/۳، ۱/۴، ۱/۵)	(۵،۵،۶،۷)	(۱،۱،۱،۱)	(۱/۳، ۱/۳، ۱/۴، ۱/۴)	۰/۱۷
اقتصادی ـ اجتماعی	(۱/۲، ۱/۲، ۱/۳، ۱/۳)	(۲،۲،۳،۳)	(۳،۳،۴،۴)	(۱،۱،۱،۱)	۰/۲۵

جدول ۳- وزن معیارها براساس سناریوی ارزش زمین

معیارها	دسترسی به زمین	ارزش زمین	دسترسی	اقتصادی -اجتماعی	وزن نهایی
دسترسی به زمین	(۱،۱،۱،۱)	(۶،۶،۷،۸)	(۳،۴،۵،۵)	(۲،۳،۳،۴)	۰/۱۶
ارزش زمین	(۱/۶، ۱/۶، ۱/۷، ۱/۸)	(۱،۱،۱،۱)	(۱/۶، ۱/۷، ۱/۷، ۱/۸)	(۱/۲، ۱/۲، ۱/۳، ۱/۳)	۰/۴۸
دسترسی	(۱/۳، ۱/۴، ۱/۵، ۱/۵)	(۶،۷،۷،۸)	(۱،۱،۱،۱)	(۵،۶،۶،۷)	۰/۱۴
اقتصادی ـ اجتماعی	(۱/۳، ۱/۳، ۱/۴)	(۲،۲،۳،۳)	(۱/۵، ۱/۶، ۱/۶، ۱/۷)	(۱،۱،۱،۱)	۰/۲۲

جدول ۴- وزن معیارها براساس سناریوی تراکم جمعیت

معیارها	دسترسی به زمین	ارزش زمین	دسترسی	اقتصادی -اجتماعی	وزن نهایی
دسترسی به زمین	(۱،۱،۱،۱)	(۱/۶، ۱/۶، ۱/۷، ۱/۸)	(۱/۳، ۱/۴، ۱/۵، ۱/۵)	(۳،۴،۵،۵)	۰/۲۰
ارزش زمین	(۶،۶،۷،۸)	(۱،۱،۱،۱)	(۶،۶،۷،۸)	(۵،۶،۶،۷)	۰/۲۱
دسترسی	(۳،۴،۵،۵)	(۱/۶، ۱/۷، ۱/۷، ۱/۸)	(۱،۱،۱،۱)	(۲،۲،۳،۳)	۰/۰۸
اقتصادی ـ اجتماعی	(۱/۳، ۱/۴، ۱/۵، ۱/۵)	(۱/۵، ۱/۶، ۱/۶، ۱/۷)	(۱/۲، ۱/۲، ۱/۳، ۱/۳)	(۱،۱،۱،۱)	۰/۵۱

جدول ۵- وزن زیر معیارها برای سه سناریو

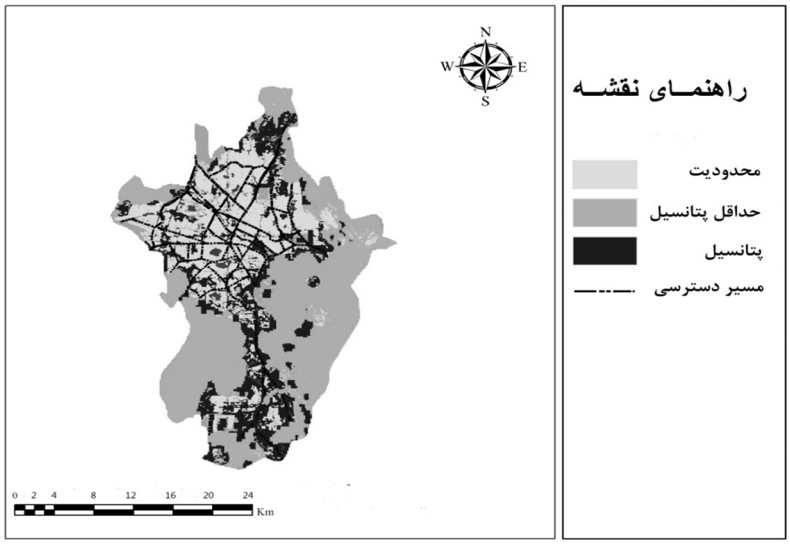
معیار	زیر معیارها (پارامترها)		وزن سناریو ۱	وزن سناریو ۲	وزن سناریو ۳
دسترسی به زمین	زمین خالی	عمومی	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۱۲
		خصوصی	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۲
	پارک‌های موجود	پارک‌های منطقه‌ای	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۴
		پارک‌های محلی و ناحیه‌ای	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۲
ارزش زمین	ارزش زمین	بالا	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۱
		متوسط	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۱
		کم	۰/۰۷	۰/۲۹	۰/۱
دسترسی	مسیرها	اصلی	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۳
		فرعی	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۵
اقتصادی ـ اجتماعی	تراکم جمعیت	بالا	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۱۹
		متوسط	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۱
		کم	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۵
	سطح درآمد	بالا	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۲
		متوسط	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۵
		کم	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۹
جمع			**۱**	**۱**	**۱**

لازم به ذکر است که اندازه هر سلول (۵×۵) بود و کل شبکه سلول‌ها برای منطقه مورد مطالعه ۱۴۷۵۱۶۰ است. که نتایج برای سناریوها به‌صورت زیر است.

نتایج حاصل برای سناریو ۱، با خروجی ۱۴۷۵۱۶۰ سلول عبارت است از: ۲۲۵۷۶۰ سلول (۱۵٪ یا ۵۶۴/۴ هکتار) زمین دارای پتانسیل؛ ۷۱۶۵۲۰ سلول (۴۹٪ یا ۱۷۹۱/۳ هکتار) زمین دارای حداقل پتانسیل، و ۵۳۲۸۸۰ سلول (۳۶٪ یا ۱۳۳۲/۲ هکتار) دارای محدودیت برای توسعه پارک‌های شهری هستند. این نتایج به‌عنوان درجه تناسب زمین برای سناریو ۱ در جدول ۶ ارائه شده است. در شکل ۵ پتانسیل مناطق برای زمین‌های مختلف براساس سناریو ۱ در سطح شهر سنندج نشان داده شده است.

جدول ۶- درجه تناسب زمین برای سناریو ۱ (دسترسی به زمین)

درجه تناسب	سناریو ۱		
	سلول	مساحت (هکتار)	درصد
پتانسیل	۲۲۵۷۶۰	۵۶۴/۴	۱۵
حداقل پتانسیل	۷۱۶۵۲۰	۱۷۹۱/۳	۴۹
محدودیت	۵۳۲۸۸۰	۱۳۳۲/۲	۳۶
کل	۱۴۷۵۱۶۰	۳۶۸۷/۹	۱۰۰

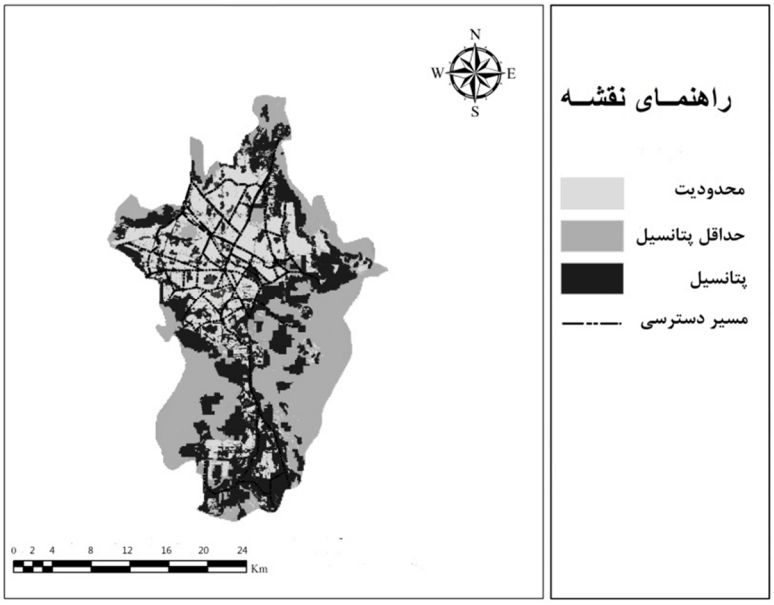


شکل ۵ – سناریو ۱ (دسترسی به زمین)

در تعیین درجه تناسب زمین برای سناریو ۲: ۴۴۵۹۲۰ سلول (۳۰٪ یا ۱۱۱۴/۸ هکتار) زمین دارای پتانسیل؛ ۶۲۶۰۸۰ سلول (۴۳٪ یا ۱۵۶۵/۲ هکتار) زمین دارای حداقل پتانسیل؛ ۴۰۳۱۶۰ سلول (۲۷٪ یا ۱۰۰۷/۹ هکتار) دارای محدودیت هستند. این نتایج در جدول ۷ نیز ارائه شده است. زمین‌های دارای پتانسیل براساس سناریو ارزش زمین در شهر سنندج در شکل ۶ نشان داده شده است.

جدول ۷- درجه تناسب زمین برای سناریو ۲ (ارزش زمین)

درجه تناسب	سناریو ۲		
	سلول	مساحت(هکتار)	درصد
پتانسیل	۴۴۵۹۲۰	۱۱۱۴/۸	۳۰
حداقل پتانسیل	۶۲۶۰۸۰	۱۵۶۵/۲	۴۳
محدودیت	۴۰۳۱۶۰	۱۰۰۷/۹	۲۷
کل	۱۴۷۵۱۶۰	۳۶۸۷/۹	۱۰۰

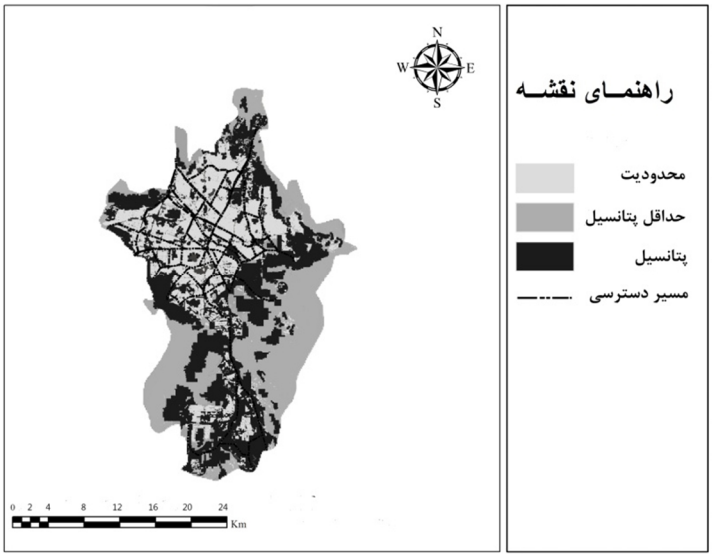


شکل ۶- سناریو ۲ (ارزش زمین)

در نهایت برای سناریو ۳ (تراکم جمعیت): ۵۱۶۳۲۰ سلول (۳۵٪ یا ۱۲۹۰/۸ هکتار) زمین دارای پتانسیل؛ ۵۳۱۰۴۰ سلول (۳۶٪ یا ۱۳۲۷/۶ هکتار) زمین دارای حداقل پتانسیل؛ و ۴۲۷۸۰۰ سلول (۲۹٪ یا ۱۰۶۹/۵ هکتار) زمین دارای محدودیت هستند. خروجی ۱۴۷۵۱۶۰ سلول برای درجه تناسب زمین در سناریو ۳، در جدول ۸ تشریح شده است. در شکل ۷ پتانسیل مناطق براساس سناریو تراکم جمعیت در شهر سنندج نشان داده شده است.

جدول ۸- درجه تناسب زمین برای سنایو ۳ (تراکم جمعیت)

درجه تناسب	سناریو ۳		
	سلول	مساحت (هکتار)	درصد
پتانسیل	۵۱۶۳۲۰	۱۲۹۰/۸	۳۵
حداقل پتانسیل	۵۳۱۰۴۰	۱۳۲۷/۶	۳۶
محدودیت	۴۲۷۸۰۰	۱۰۶۹/۵	۲۹
کل	۱۴۷۵۱۶۰	۳۶۸۷/۹	۱۰۰



شکل ۷- سناریو ۳ (تراکم جمعیت)

به‌منظور ارزیابی بیشترین تناسب زمین برای پارک‌ها براساس سناریوها، در این بخش نتایج حاصل از وزن‌دهی مجدد معیارها و روی‌هم‌گذاری لایه‌ها با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) عبارت است از:

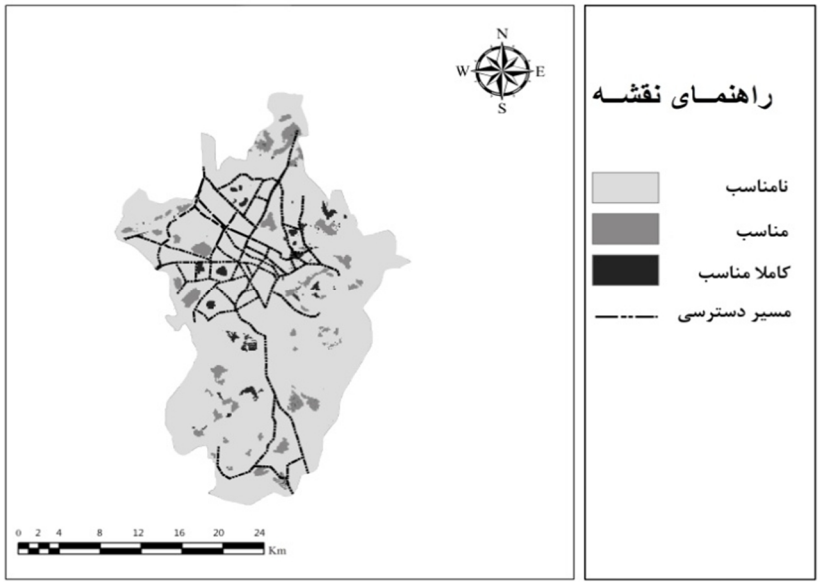
۳۲۹۶۰ سلول (۲/۳ ٪ یا ۸۲/۴ هکتار) کاملاً مناسب‌اند، ۱۶۹۵۲۰ سلول (۱۱/۵ ٪ یا ۴۲۳/۸ هکتار) نسبتاً مناسب‌اند؛ و ۱۲۷۲۶۸۰ سلول (۸۶/۲٪ یا ۳۱۸۱/۷ هکتار) برای برنامه‌ریزی احداث پارک‌ها نامناسب‌اند (جدول ۱۱). در شکل ۸ نیز زمین‌های کاملاً مناسب برای پارک در شهر سنندج نشان داده شده است.

جدول ۹ – اهمیت معیارهای اصلی با روش FAHP برای روی‌هم‌گذاری لایه‌های سناریوها

معیارها	دسترسی به زمین	ارزش زمین	دسترسی	اقتصادی -اجتماعی	وزن نهایی
دسترسی به زمین	(۱،۱،۱،۱)	(۵,۶,۶,۷)	(۱/۳، ۱/۴، ۱/۵)	(۴,۵,۵,۶)	۰/۲۴
ارزش زمین	(۱/۵، ۱/۶، ۱/۶، ۱/۷)	(۱،۱،۱،۱)	(۱/۴، ۱/۵، ۱/۵، ۱/۶)	(۵,۵,۶,۷)	۰/۲۱
دسترسی	(۳,۴,۴,۵)	(۴,۵,۵,۶)	(۱،۱،۱،۱)	(۱/۲، ۱/۲، ۱/۳، ۱/۳)	۰/۲۳
اقتصادی -اجتماعی	(۱/۴، ۱/۵، ۱/۵، ۱/۶)	(۱/۵، ۱/۵، ۱/۶، ۱/۷)	(۲,۲,۳,۳)	(۱،۱،۱،۱)	۰/۳۲

جدول ۱۰ - بیشترین درجه تناسب زمین برای پارک‌ها

درجه تناسب	سلول	مساحت(هکتار)	درصد
نامناسب	۱۲۷۲۶۸۰	۳۱۸۱/۷	۸۶/۲
مناسب	۱۶۹۵۲۰	۴۲۳/۸	۱۱/۵
کاملاً مناسب	۳۲۹۶۰	۸۲/۴	۲/۳



شکل ۸- بالاترین درجه تناسب زمین

٤- نتیجه‌گیری

هدف اصلی این تحقیق، مدل‌سازی تحلیل درجه تناسب زمین برای توسعه پارک‌های شهری در قالب مطالعات فضایی ـ مکانی است که با اجرای یک مدل تحلیلی در سه گام محقق شد. در گام اول اهمیت و نقش پارک‌های شهری از طریق مطالعه سوابق و مراجعه به منابع علمی معتبر تعیین شد. در گام دوم عوامل و مؤلفه‌های اثرگذار بر انتخاب مکان مناسب برای توسعه پارک‌های شهری در منطقه مورد مطالعه تعیین شد. با توجه به فقدان یک روش

نهایی برای تعیین و انتخاب معیارهای تحقیق، و نیز فقدان مبنای آماری برای نتیجه‌گیری‌ها، در این مطالعه برای تعیین شاخص‌ها از یک متدولوژی مرحله‌ای به‌نام «روش دلفی» استفاده شد. هدف استفاده از روش دلفی، کسب اطمینان از شناسایی خبرگان ذی‌ربط و دادن فرصت مشارکت در تحقیق به آن‌ها بود. بدین‌منظور ابتدا خبرگان به دو گروه صاحب‌نظران دانشگاهی و کارشناسان خبره در امور برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست شهری در قالب ۱۸ نفر تقسیم شدند. در این تحقیق از یک رویکرد چندمرحله‌ای برای شناسایی خبرگان استفاده شد. معیارهای مستخرج از گروه دلفی برای ارزیابی و تحلیل درجه تناسب زمین در توسعه پارک‌های شهری سنندج، شامل ۴ گروه معیار اصلی: دسترسی به زمین (با توجه به اهمیت زمین‌های خالی و عمومی برای توسعه پارک‌ها)، ارزش زمین (حاکی از قیمت، موقع و مقر زمین در سطح شهر)، دسترسی (حاکی از دسترسی‌های اصلی و فرعی و همچنین تأثیرگذار بر تقسیم‌بندی پارک‌های محلی، همسایگی، ناحیه‌ای و منطقه‌ای) و معیارهای اقتصادی ـ اجتماعی (مستقیماً مرتبط با سرانه و تراکم جمعیت) است. در گام سوم از طریق مشاوره و مصاحبه با صاحب‌نظران و کارشناسان مدل تحلیلی برمبنای سه سناریو تعریف شد و تناسب زمین برای سه سناریو به‌صورت جداگانه تعیین و مشخص شد. در نهایت به‌منظور تعیین مناسب‌ترین مکان‌ها با روی‌هم‌گذاری لایه‌های حاصل از سناریوها مکان‌های مناسب برای احداث پارک‌های شهری تعیین شد. براساس نتایج حاصله، برای سناریو ۳ (تراکم جمعیت) بالاترین درصد زمین مناسب (۳۵٪) است، در حالی که در سناریو ۲ (ارزش زمین) معادل ۳۰٪ و در سناریو ۱ (دسترسی به زمین) معادل ۱۵٪ به دست آمده است. همچنین نتایج ارزیابی بیشترین تناسب زمین در توسعه پارک‌های شهری نشان داد که ۳۲۹۶۰ سلول (۲/۳٪ یا ۸۲/۴ هکتار) کاملاً مناسب‌اند، ۱۶۹۵۲۰ سلول (۱۱/۵٪ یا ۴۲۳/۸ هکتار) نسبتاً مناسب‌اند و ۱۲۷۲۶۸۰ سلول (۸۶/۲٪ یا ۳۱۸۱/۷ هکتار) برای توسعه و احداث پارک‌ها نامناسب‌اند. این مطالعه چهارچوبی برای فرایند برنامه‌ریزی در شهر سنندج، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله‌مراتبی فازی ارائه می‌کند. همچنین یک راهنمای مهم برای تغییرات کاربری زمین است و راه حلی بهینه در شهرهای دارای شرایط همسان با سنندج در نظر دارد. مقایسه تحقیق حاضر با مطالعات مشابه موضوعی [۱۵] نشان می‌دهد که برای تعیین مناطق مستعد توسعه پارک‌های شهری در ایالت مونتانای آمریکا، بدون در نظر گرفتن وزن و اهمیت معیارها و تنها با تلفیق آن‌ها با منطق بولین، تحلیل درجه تناسب زمین باعث ایجاد گپ و ارائه‌نکردن پهنه‌های دقیق تجزیه و تحلیل کاربری اراضی شهری در این منطقه شد. چاندیو و همکاران [۶] و مالکزیوسکی [۱۷] از سیستم اطلاعات جغرافیایی و از مدل عضویت فازی برای تجزیه و تحلیل تناسب زمین در توسعه پارک‌های شهری استفاده کردند؛ با وجود تحقیق مناسب و استفاده از توابع عضویت فازی در رفع محدودیت طبقه‌بندی‌های کلاسیک، مسئله ضریب تأثیر معیارها مد نظر قرار نگرفته است و این می‌تواند به حجم مطالعه بیفزاید. در هر صورت، متولیان امر می‌توانند به‌کمک نتایج چنین مطالعاتی از پتانسیل کاربری‌های شهری برای توسعه پارک‌های شهری در مکان‌های تعیین شده استفاده کنند. بنابراین پیشنهاد می‌شود:

۱- از مدل ویژه انجام شده در این تحقیق برای تحلیل درجه تناسب اراضی شهری در توسعه پارک‌های شهری استفاده شود و با وزن‌دهی به معیارهای مؤثر، از معیارهایی استفاده شود که وزن بیشتری دارند تا بدین ترتیب تعدد معیارها، اجرای عمل ارزیابی را با مشکل مواجه نکند.

۲- توجه به مشخصه‌های دسترسی به زمین، ارزش زمین، دسترسی به محورهای اصلی و فرعی، و معیارهای اقتصادی ـ اجتماعی در تحلیل تناسب و مکان‌یابی پارک‌های شهری در نظر گرفته شود.

۳- ایجاد و توسعه پارک‌های شهری در سطح شهر سنندج با توجه به نقشه نهایی شایستگی به دست آمده و احداث پارک‌های جدید در مناطقی که در این نقشه‌ها دارای نیروی بالاتری هستند.

۴- احداث انواع پارک‌های شهری در مقیاس‌های مختلف همسایگی، محلی، ناحیه‌ای و منطقه‌ای در نقاط پرجمعیت‌تر با توجه به اهمیت مشخصه‌های اقتصادی ـ اجتماعی .

۵- توجه به طرح‌های مصوب در مکان‌یابی و توسعه پارک‌های شهری و انجام بازدیدهای میدانی جهت تعیین مکان نهایی توسعه پارک‌ها.

۶- مکان‌یابی و تحلیل تناسب پارک‌های شهری در مناطق مختلف شهر (براساس شرایط خاص آن منطقه)، تا بتوان به جمع‌بندی و طبقه‌بندی کلی برای شرایط مختلف و روش‌های تحلیل متفاوت (عامل‌ها و وزن‌های آن) رسید.

پی‌نوشت‌ها

1. Fuzzy AP
2. Analytic Hierarchy Process
3. Saaty
4. Fuzzy AHP
5. Weight Vector
6. Normalized

منابع

1. Alp Ö N, Demirtaş N, Baraçli H, Tuzkaya U R. Fuzzy AHP-PROMETHEE methodology to select bus garage location: a case study for a firm in the urban passenger transport sector in Istanbul. In 15th International Research/Expert Conference 'Trends in the Development of Machinery and Associated Technology' TMT; **2011**: 12-18.
2. Balram S. Attitudes toward urban green space: Integrating guestionnaire survey and collaborative GIS techniques to improve attitude measurements. landscape and urban planning; **2005**; **71**: 147-162
3. Bugress J. People, park and the urban green space: a study of popular meaning and values for open spaces in the city. Urban studies; 1988; **25**: 455-473.
4. Carmona, M. Public places-urban spaces. Routledge; **2010**.
5. Chandio I A, Matori A N B, WanYusof K B, Talpur M A H, Balogun A L, Lawal D U. GIS-based analytic hierarchy process as a multicriteria decision analysis instrument: a review. Arabian Journal of Geosciences; **2012**: 1-8.
6. Chandio I A, Matori A N, Lawal D U, Sabri S. GIS-based land suitability analysis using AHP for public parks planning in Larkana City. Modern Applied Science; **2011**; **5**(4): 177.
7. Chiesura A. The role of urban parks for the sustainable city. Landscape and urban planning; **2004**; **68**(1): 129-138.
8. Chiesura A. Critical natural capital: a socio-cultural perspective. Ecol. Econ; **2003**; **44**: 219–231.
9. Crompton J L. The role of the proximate principle in the emergence of urban parks in the United Kingdom and in the United States. Leisure Studies; **2007**; **26**(2): 213-234.
10. Graymore M L M, Wallis A M, Richards A J. An Index of Regional Sustainability: A GIS-based multiple criteria analysis decision support system for progressing sustainability. Ecological Complexity; **2009**; **6**: 453-462.
11. Hsu Y L, Lee C H, Kreng V B. The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. Expert Systems with Applications; **2010**; **37**(1): 419-425.
12. Ignatieva M, Stewart G H, Meurk C. Planning and design of ecological networks in urban areas. Landscape and ecological engineering; **2011**; **7**(1): 17-25.
13. Irvine K N, Warber S L, Devine-Wright P, Gaston K J. Understanding urban green space as a health resource: A qualitative comparison of visit motivation and derived effects among park users in Sheffield, UK. International journal of environmental research and public health; **2013**; **10**(1): 417-442.
14. Kahraman C, Ruan D, I Fuzzy group decision-making for facility location selection. Information Sciences; **2003**; **157**: 135-153.
15. Kong F. Application of land suitability analysis and landscape ecology to urban greenspace planning in Hanoi, Vietnam, Urban Forestry & Urban Greening; **2013**; 7(1): 25-40.
16. Lee A. The health benefits of urban green spaces: a review of the evidence, Journal of Public Health; **2010**; **33**: 212-222.
17. Malczewski, J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. Progress in Planning; **2004**; **62**: 3-65.
18. Malczewski, J. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature; International Journal of Geographical Information Science; **2006**; **20**(7): 703-726.
19. Manlum Y. Suitability Analysis of Urban Green Space System Based on GIS, ITC; **2003**.
20. Mohit A, Ali M. Integrating GIS and AHP for land sutiabiltiy Analysis for Urban Development in a Secondary City of Bangladesh. Journal alam Bina; **2006**; **8**(1).
21. Murray A T. Site placement uncertainty in location analysis; Computers, Environment and Urban Systems; **2003**; **27**: 205-221.

22. Saaty T L, Vargas L G. Criteria for Evaluating Group Decision-Making Methods. In Decision Making with the Analytic Network Process (pp. 295-318). Springer US.

23. Saaty, T L. Time dependent decision-making; dynamic priorities in the AHP/ANP: Generalizing from points to functions and from real to complex variables; Mathematical and Computer Modelling; **2007**; **46**: 860-891.

24. Steiner F R. Collins M G, Cook E. An approach for urban parks suitability analysis; Landscape and Urban Planning; 2012; **42**(2): 91-105.

25. Thompson, C.T. (2002). Urban open space in the 21st century. Landscape and Urban Planning, 60, 59–72.

26. Torfi F, Farahani R Z & Rezapour, S. Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and Fuzzy TOPSIS to rank the alternatives.Applied Soft Computing; **2010**; **10**(2): 520-528.

27. Wu C I, & Wang P F. The Application of Fuzzy Delphi Expert Method on Urban River Ecosystem Assessment. Advanced Materials Research; **2013**; **610**: 841-844.

28. Zami M S, Lee, A. A review of the Delphi technique: to understand the factors influencing adoption of stabilised earth construction in low cost urban housing. The Built & Human Environment Review; **2011**: 2.

29. Zhang Y, Feng L. Fuzzy AHP Method for Assessment of Urban Community Landscape Environment Satisfaction. International Journal of Applied Mathematics and Statistics; **2013**; **39**(9), 172-179.