Research Paper

Selecting the Best Way to Develop Blue Green Water Space with the Approach of Rehabilitation and Development of Urban Rivers Based on AHP Method

Hadi-Rajabi[1]*, Mohammad Ali-Firoozi[2], Saeed-Amanpoor[3], Neemat-Hasani[4]

1. Ph.D. student in Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Literature, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3. Associate Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Literature, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
4. Assistant Professor, Faculty of Civil Engineering, Water and Environment, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 2021/01/11
Revised: 2021/01/15
Accepted: 2021/04/07

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/wej.2021.26966.2289

Keywords:
Blue Green Infrastructure, Urban River Rehabilitation,
AHP Analytic Hierarchy Process

Introduction: The urban planning and management approach in the green city, as an essential and comprehensive part of urban strategies based on ecological management and by adapting environmental indicators, seeks ecological sustainability and consequently urban sustainability.
Method: In this paper, different methods of green water infrastructure development with the approach of urban river rehabilitation and development, with a multi-criteria decision support system (MCDM) using the Analytic Hierarchy Process (AHP) are presented.
Results: According to the six criteria and options presented, the criterion of "increasing the visual green area of water in urban rivers" is more important and also "Dynamic river landscapes" is the best option for development. Water green space was determined.
Conclusion: The output results of EC software based on the calculations are presented by presenting effective index diagrams in the selection of blue green space development with the approach of urban river reclamation. The final result for selecting the best indicator shows that from the point of view of the respondents, "increasing the visual level of blue green in urban rivers" has the greatest relative importance for the development of green space with the approach of urban river rehabilitation. Generally, natural and beautiful landscape is one of the most important desires of every person to use the urban space. In particular, "nature observation" is the first and most important demand of viewers and users of recreational urban environments, provided that the artificial barrier does not destroy the river landscape and the various landscape spaces around and along it can be used.

Citation: Rajabi H, Firoozi MA, Amanpoor S, Hasani N. Selecting the best way to develop blue green water space with the approach of rehabilitation and development of urban rivers based on AHP method. Water Resources Engineering Journal. 2021; 14 (50): 103 116.

***Corresponding author:** Hadi-Rajabi
Address: Iran Water and Power Resources Development Company, Tehran, Iran.
Tell: +989128006359
Email: hadirajabi58@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

In a green city, blue green infrastructure includes the use of natural or artificial systems to increase ecosystem services in water resources management and increase resistance to climate hazards. Blue-green infrastructure solutions can also be used to support the goals of several areas. For example, restored green spaces, rivers, lakes, and wetlands can, in addition to providing recreational and tourism benefits, reduce the risk of flooding in neighborhoods while simultaneously producing urban and habitat agricultural products. To support plant and animal species (1). Rivers and valleys are one of the most important natural spaces that are always life-giving in urban areas in different parts of the world and can play an effective role in creating a balance between man-made urban space, nature and human relationship with nature, so today around the world, the rehabilitation and regulation of urban rivers is considered and is developing rapidly.

Materials and Methods

The following steps are taken to make a decision using the AHP process:

- Specify the purpose, criteria, and options Determining the relationship of components and forming a hierarchical structure
- Calculate the weight of each criterion in relation to the goal and the weight of the options in relation to the criteria (relative weight)
- Calculate the final weight of the options related to the goal by multiplying the weight chain from the option to the goal
- Ranking of criteria and options in relation to the goal.

The main criteria in deciding the priority of techniques and methods include the following six issues:

- Easy access to the body of urban rivers
- Increasing the visual green level of urban rivers
- Dominating the blue-green infrastructure to gray
- Creating small businesses for the prosperity of the neighborhood economy along the river
- Creating a permanent river flow in all seasons of the year in rivers with non-permanent flow and
- The stability of animal habitats is due to keeping the riverbed moist.

Findings

The output results of EC software based on the calculations are shown with a diagram of the main effective indicators in the selection of blue green space development with the approach of urban river reclamation. These results are the result of the respondents' opinion and express the importance of each of the six indicators. The final result for selecting the best indicator shows that from the respondents' point of view, "increasing the visual level of blue green in urban rivers" has the greatest relative importance for the development of green space with the approach of urban river reclamation. Among the reasons for the respondents' interest in this issue, we can mention the benefits they consider in relation to this criterion. Generally, natural and beautiful landscape is one of the most important desires of every person to use the urban space. In particular, "nature observation" is the first and most important demand of viewers and users of recreational urban environments, provided that the artificial barrier does not destroy the river landscape and the various landscape spaces around and along it can be used.

Discussion

Blue-green infrastructure will integrate natural processes, make them more flexible and adaptable, so blue-green infrastructure can play a vital role in tackling climate change in cities. In this paper, in order to develop blue green infrastructure with an approach to urban river reclamation, a number of effective factors for decision making were identified and the relative importance of each of them was identified by experts in this field and then an analytical approach based on AHP methodology which was used to select the best option for the development of blue-green space. In these studies, it was found that among the major effective criteria in the development of blue green space, the criterion of increasing the visual level of blue green in urban rivers is

more important than 34% of the respondents. It was determined with a relative degree of importance of 23.4%. Also, among the options and techniques presented, the option of dynamic river landscapes with a relative degree of relative importance of more than 40% is the best way to develop blue green space with the approach of urban river rehabilitation.

Conclusion

According to studies conducted in recent decades in the world and in Iran regarding the development of urban spaces and the limitations in them, urban rivers have been attacked by the growth and development of urbanization, which has led to the expansion of infrastructure. They have turned gray and changed or destroyed the ecological structure of rivers. Therefore, rehabilitation, reorganization and naturalization of urban rivers seems necessary. However, the fewer these changes, the easier the river rehabilitation conditions can be and the urban landscape can be improved by developing blue green-river space and providing appropriate techniques(2). In this study, according to the conditions of Kan River and its governing policies, different methods of blue green infrastructure development with the approach of urban river rehabilitation and development, with a multi-criteria decision support system (MCDM) and the use of The Analytic Hierarchy Process (AHP) is presented. Thus, the criteria and techniques that were more important to experts were selected and the results were reviewed. Therefore, according to the determination of the six criteria and the proposed options, the criterion of "increasing the visual green level of urban rivers" is more important and also "dynamic river landscapes" is the best option for the development of irrigated blue green space.

Ethical Considerations compliance with ethical guidelines

The cooperation of the respondents and experts in the present study has been done voluntarily and with their consent.

Funding

No funding.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Hadi Rajabi.
Methodology and data analysis: Hadi Rajabi, Mohammad Ali Firoozi, Saeed Amanpour, Nemat Hassani;
Supervision and final writing: Hadi Rajabi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

انتخاب بهترین روش توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء و توسعه رودخانه های شهری براساس روشAHP

هادی رجبی[۱*]، محمد علی فیروزی[۲]، سعید امانپور[۳]، نعمت حسنی[۴]
۱. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲. استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳. دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۴. استادیار دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۱
تاریخ داوری: ۱۳۹۹/۱۰/۲٤
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۱/۱۸

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI:
10.30495/wej.2021.26966.2289

واژه‌های کلیدی:
زیرساخت سبزآبی، احیاء رودخانه‌های شهری، فرآیند تحلیل سلسله مراتبیAHP.

چکیده

مقدمه: رویکرد برنامه‌ریزی و مدیریت شهری در شهر سبز، به عنوان یک بخش ضروری و جامع‌نگر از استراتژی‌های شهری برمبنای مدیریت اکولوژیکی و با تطبیق شاخص‌های زیست محیطی، به دنبال پایداری اکولوژیکی و به تبع آن پایداری شهری است.

روش: در این مقاله روش‌های مختلف توسعه زیرساخت سبزآبی با رویکرد احیاء و توسعه رودخانه‌های شهری، با یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ارایه شده است.

یافته‌ها: با توجه به تعیین معیارهای شش‌گانه و گزینه‌های ارائه شده، معیار " افزایش سطح بصری سبزآبی رودخانه‌های شهری" دارای اهمیت بیشتری بوده و همچنین "چشم‌اندازهای رودخانه دینامیک" بهترین گزینه برای توسعه فضای سبزآبی تعیین گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج خروجی نرم‌افزار EC بر اساس محاسبات صورت گرفته با ارائه نمودارهای شاخص تأثیرگذار در انتخاب توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه‌های شهری ارائه می گردد. این نتایج برآیند نظر پرسش‌شوندگان بوده و اهمیت هر یک از شاخص‌های شش‌گانه را بیان می‌کند. نتیجه نهائی برای انتخاب بهترین شاخص، گویای این است که از دیدگاه پرسش‌شوندگان " افزایش سطح بصری سبزآبی رودخانه های شهری" دارای بیشترین اهمیت نسبی برای توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه‌های شهری است. از جمله دلایل علاقمندی پرسش‌شوندگان به این موضوع می‌توان به مزایای مد نظر ایشان در خصوص این معیار اشاره نمود. عموماً چشم انداز طبیعی و زیبا از مهم‌ترین خواسته‌های هر شخص برای استفاده از فضای شهری می‌باشد. به طور خاص " مشاهده طبیعت " اولین و مهم ترین خواسته بینندگان و استفاده کنندگان از محیطهای مفرح شهری است به شرطی که مانعی مصنوعی، چشم انداز رودخانه را از بین نبرده و از فضاهای منظر مختلف اطراف و حاشیه آن بتوان استفاده کرد.

* **نویسنده مسئول:** هادی رجبی
نشانی: شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران، تهران، ایران.
تلفن: ۰۹۱۲۸۰۰۶۳۵۹
پست الکترونیکی: hadirajabi58@yahoo.com

مقدمه

در یک شهر سبز، زیرساخت سبزآبی[1] شامل استفاده از سیستم‌های طبیعی یا مصنوعی برای افزایش خدمات اکوسیستم در مدیریت منابع آب و افزایش مقاومت در برابر خطرات آب و هوایی است. همچنین راه‌حل‌های زیرساخت سبزآبی می‌تواند برای حمایت از اهداف چندین حوزه استفاده شود. به عنوان مثال، فضاهای سبز، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌های ترمیم شده می‌توانند علاوه بر تأمین مزایای تفریحی و گردشگری، از خطرات ناشی از سیل در محله‌ها کاسته و همزمان تولید محصولات کشاورزی شهری و زیستگاه‌های گیاهی و جانوری را مورد حمایت قرار دهند(۱).

توسعه فضای سبزآبی در راستای توسعه پایدار و زیبا نمودن منظر شهر، سطوحی از شهر و خدمات آن با انسان را شامل می شود که به وسیله آن می‌توان شهر را به مثابه یک متن قرائت نمود و قادر است فصول پی‌درپی تاریخ یک جامعه شهری را به نمایش بگذارد به طوری که گفته می‌شود منظرشهر یک پیام رسان و راوی است(۲). منظر شهری ماهیتی است که به واسطه فعالیت‌های انسانی و همراه شدن آن با کالبد شهر در طول تاریخ پدید می‌آید و در ذهن شهروندان تفسیر می‌شود(۳). حال در این فضای توسعه‌ای، یکی از المان‌های دینامیک شهری که بیشترین تاثیر در منظر شهر را دارد، رودخانه‌های شهری می‌باشند. اما به علت توسعه بی‌رویه شهرها در حاشیه رودخانه‌های شهری و ضعیف نمودن عملکرد آن در شهر، احیاء و توسعه این رودخانه‌ها در اولویت قرار دارد چرا که توسعه زیرساخت‌های خاکستری در حاشیه رودخانه‌ها، چشم انداز طبیعی آن‌ها را مختل نموده‌است (۴). با استراتژی شهر سبز می‌توان علاوه براحیاء و توسعه رودخانه‌های شهری، ارتباط منطقی بین زیرساخت‌های خاکستری و سبزآبی برقرار نمود تا ضمن ایجاد منظر شهری مناسب، زیستگاه‌های گیاهی و جانوری نیز احیاء گردد(۵).

احیاء رودخانه های شهری طی سه دهه اخیر در جهان مطرح و از این زمان به بعد، طراحان شهری نسبت به این المان شهری حساس شدند و برنامه‌های منسجمی تهیه نمودند تا کشورهای مختلف نسبت به موقعیت جغرافیایی و سیاست حاکمیتی خود برای این موضوع برنامه ریزی نمایند. به طور مثال در نشست احیاء چهارمین مجمع جهانی آب در مارس ۲۰۰۶ در مکزیک، دو پیشنهاد در رابطه با ایجاد یک شبکه آسیایی با عنوان "شبکه احیای رودخانه های آسیا[2]" مربوط به احیای و تهیه راهنمای ترمیم رودخانه‌ها به منظور بهبود آن ارائه گردید که اولین عکس‌العمل به آن، مشترکاً توسط آژانس‌های ژاپنی، چینی و کره‌ای در نوامبر همان سال نشان داده شد و پیشنهادهای مرتبط با آن ارائه گردید (۶).

رودخانه ژوان هی[2] بخشی از شبکه آب کمربند شمالی چین است که کاخ تابستانی و پارک چویانگ[3] را به هم متصل می‌کند. این رودخانه یک سیستم رودخانه شهری است که از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۸۲ پوشیده شد تا پروژه احیاء رودخانه از سال ۲۰۰۲ آغاز گردد و احیاء آن منجر به ظهور تاریخچه اصلی آن شود. از نتایج احیاء رودخانه ژوان‌هی، ایجاد شش محل دیدنی شامل پارک‌های تاریخی و فرهنگی، پارک‌های اکولوژیکی، صحنه‌های آبی با سنگ‌های انباشت شده، ایوان اسکله، زمین‌های بدون پوشش خاکستری و کانال سبز در امتداد رودخانه شکل گرفتند. همچنین پس از مرمت رودخانه، تنوع زیستی به طور قابل‌توجهی بهبود یافت و ماهی‌ها، قورباغه‌ها و سایر گونه‌های آبزی به رودخانه باز گشتند(۷).

رودخانه چئونگ جی[4] که در مرکز شهر سئول جریان دارد به وسیله زباله، رسوبات فرسایش یافته از کوه‌های بدون پوشش گیاهی بالادست و همین طور پساب آلوده به فاضلاب تخلیه شده از خانه‌های قدیمی در طول دهه‌های۱۹۴۰ تا ۱۹۵۰ به شدت آسیب پذیر شده بود. در این راستا اقداماتی جهت احیاء رودخانه صورت گرفت که در ابتدا بزرگراه طبقاتی تخریب و رودخانه سرپوشیده زیر آن را بازیابی شد و به این دلیل که معمولاً جریان آب در رودخانه چئونگ‌جی وجود نداشت، آبی معادل ۱/۳۸ متر مکعب بر ثانیه از رودخانه هان و آب زیرزمینی از ایستگاه‌های مترو به آن انتقال و در نتیجه باعث ایجاد جریان ماندگار با عمق آبی در حدود ۴۰-۳۰ سانتیمتر در رودخانه گردید. احیاء این رودخانه در سئول ایجاد جریان ماندگار آب و محیط زیستی تمیز برای ماهی‌ها و گیاهان در مرکز شهر بود. همچنین حذف پوشش بتنی و احیاء رودخانه، منظر شهری زیبا و طبیعت سالم در مرکز شهر در راستای ارتقای کیفیت زندگی مردم به ارمغان آورد(۸).

رودخانه کن که به نام سولقان هم معروف می باشد و همانطور که مشخصات آن در جدول ۱ آمده است یکی از رودخانه‌های پرآب ورودی به دشت تهران می‌باشد. این رودخانه به‌دلیل وجود امامزاده داوود (ع) و بند سولقان از محل‌های معروف می‌باشد. حوضه آبریز این رودخانه در سرشاخه‌ها به حوضه‌های آبریز رودخانه شهرستانک از شمال، هفت چشمه از غرب و حصارک، فرحزاد و درکه از شرق محدود می‌گردد(۹). همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، مسیر طولانی این رود، بسیاری از شریان‌های شهری و فراشهری را قطع نموده و کاربری‌های عمده ای در طول رودخانه را که شامل شهرک‌ها و مناطق مسکونی مجاور آن می باشند، تشکیل داده است(۱۰).

در این مقاله سعی شده است با ارائه روش‌های مختلف توسعه فضای‌سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه‌های شهری(رودخانه کن)، براساس رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی AHP بهترین تکنیک توسعه فضای سبزآبی برای رودخانه مورد مطالعه انتخاب شود.

جدول ۱- مشخصات حوضه آبریز کن(٤)

شرح	مقدار	واحد
مساحت حوضه آبریز	۲۱۹	Km^2
محیط حوضه آبریز	۷۶	Km
دبی متوسط رودخانه	۱۳	m^3/s
دبی سیلابی	۲۷	m^3/s
عرض بستر رودخانه	۷۲	m
عرض دشت سیلابی	۱۱۴	m
موقعیت	۹۶۹۰۵۸ ،۵۲۳۷۳۰	(x,y)

[1] Green Infrastructure
[2] Zhuan He
[3] Park Chu Yang
[4] Cheong Ge

شکل ۱: عکس هوایی حوضه رودخانه‌کن

مواد و روش‌ها

در دو صده گذشته، مهندسی رودخانه، اکثر رودخانه‌های جهان را دگرگون کرده است. اقدامات سازه‌ای، کانالیزه کردن و سایر تاسیسات سخت رودخانه‌ای، عواقب غیر قابل جبرانی بر محیط‌زیست گذاشته است. علاوه بر آن از بین رفتن اکوسیستم رودخانه‌ها منجر به نابودی تنوع زیستی، از بین رفتن منابع اقتصادی مهم و همچنین باعث افزایش خسارت در پی مهار ناموفق سیل‌ها شده‌اند(۱۶). به همین علت در سطح جهان به دو دلیل تلاش برای احیای رودخانه صورت می‌گیرد:

۱. تخریب اکوسیستم رودخانه‌ها، مانند: آلودگی و پایین آمدن کیفیت آب، توسعه بیش از حد زیرساخت خاکستری در راستای کانالیزه کردن رودخانه و برداشت بیش از حد آب از رودخانه ها.

۲. از دست دادن خدمات رودخانه‌ها در فضای متراکم شهری، از جمله کاهش در دسترس بودن آب، از دست دادن فضای مطبوع، از بین بردن محل زندگی ماهی‌ها و افزایش خطر سیل یا خشکسالی(۱۱).

اما به دلیل ناتوانی از بازطبیعی‌سازی و ترمیم آن‌ها؛ معمول‌ترین هدفی که افراد و گروه‌ها برای مدیریت پایدار رودخانه‌ها به دنبال دستیابی به آن هستند، احیاء و ساماندهی آن‌هاست(۱۷). برای احیاء منطقه مورد مطالعه، تکنیک‌های مورد شناسایی شامل مسائل هیدرولوژی و هیدرودینامیک، مورفولوژی، کمیت و کیفیت آب، تنوع زیستی جانوری و گیاهی و مهمتر از همه سلامت و ایمنی جامعه؛ دارای اهمیت می‌باشد که به طور کلی سه مسیر باید تفکیک شده و به عنوان ساختار ارائه اقدامات و تکنیک های مربوطه عمل نمایند:

۱- اتصال عمودی، توصیف روابط متقابل با بستر رودخانه؛ تکنیک‌های بهبود مورفولوژی جریان که از جمله اقدامات افزایش اتصال عمودی با اتصال جریان و جانبی در خطوط کامل سواحل یک کانال جریان می‌باشد.

۲- اتصال جانبی، توصیف روابط متقابل با سواحل و دشت های سیلابی؛ تکنیک‌های احیاء و تلفیق دشت‌های سیلابی و اتصال آن به جریان آب به طوری که اتصال جانبی فراتر از خطوط کامل ساحل کانال جریان یابد.

۳- اتصال طولی، توصیف رابطه متقابل در محور اصلی آب؛ تکنیک هایی برای بهبود تداوم جریان که نشان دهنده اتصال طولی است(۱۲).

با توجه به مطالب فوق الذکر در این مقاله به بررسی تکنیک‌ها و روش‌های مختلف توسعه فضای سبزآبی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداخته شده است.

۱-۲- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

اساس کار فرآیند تحلیل سلسه مراتبی، مقایسات زوجی بوده و ساختار ترجیحات نسبی آن بر جدول ۲ منطبق است. این تکنیک در دهه ۸۰ میلادی توسط " توماس ال ساعتی " ابداع شد و از آن به بعد برای حل مسائل تصمیم گیری چند معیاره بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. همانطور که ذکر شد، فرآیند *AHP* از تکنیک مقایسات زوجی برای انتخاب استفاده می‌نماید، بدین معنی که برای تصمیم‌گیری و انتخاب یک گزینه از بین چند گزینه موجود، آنها را دو به دو براساس معیارهای داده شده مقایسه کرده و ترجیح هر یک بر دیگری را در مورد هر معیار بدست می آورد و پس از اعمال وزن معیارها در نتایج حاصله، گزینه ای که بیشترین امتیاز را دارد، انتخاب می کند. این تکنیک بر چهار اصل معکوسی، اصل همگنی، اصل وابستگی و اصل انتظارات استوار است(۱۴).

جدول ۲- مقیاس‌های عددی مقایسه های زوجی

ترجیحات	*Preference*	مقدار عددی
کاملا مرجح یا کاملا مهمتر یا کاملا مطلوبتر	*Extremely Preferred*	۹
ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	*Very Strongly*	۷
ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی	*Strongly Preferred*	۵
کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوبتر	*Moderately Preferred*	۳
ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت یکسان	*Equally Preferred*	۱
ترجیحات بین فواصل فوق	--	۲،۴،۶،۸

۲-۲- مراحل AHP

برای تصمیم‌گیری به کمک فرآیند AHP گام‌های زیر طی می‌شود:

- مشخص نمودن هدف، معیارها، و گزینه‌ها
- تعیین ارتباط اجزاء و تشکیل ساختار سلسله مراتبی
- محاسبه وزن هر یک از معیارها در ارتباط با هدف و وزن گزینه‌ها در ارتباط با معیارها (وزن نسبی)
- محاسبه وزن نهائی گزینه ها در ارتباط با هدف به کمک ضرب زنجیره وزن‌ها از گزینه تا هدف
- رتبه بندی معیارها و گزینه‌ها در ارتباط با هدف

لازم به ذکر است که برای محاسبه وزن‌های نسبی، ابتدا عناصر به صورت زوجی با هم مقایسه شده و ماتریس مقایسه زوج (برای عناصر هر سطح) تشکیل می‌گردد. سپس با استفاده از این ماتریس، وزن نسبی محاسبه می گردد. بطور کلی یک ماتریس زوجی بصورت معادله ۱ نشان داده می‌شود که در آن a_{ij} میزان ترجیح i ام نسبت به عنصر j ام است، حال با مشخص بودن a_{ij} ها، می خواهیم وزن عناصر W_i را به دست آوریم.

$A=[aij]\ i,j=1,2,3,\ldots,n$	(۱)

یک مساله مهم در اینجا نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی است . هر ماتریس مقایسه زوجی ممکن است سازگار و یا ناسازگار باشد. در حالتی که این ماتریس سازگار باشد، محاسبه وزن Wi ها ساده بوده و از نرمالیزه کردن عناصر هر ستون به دست می آید .

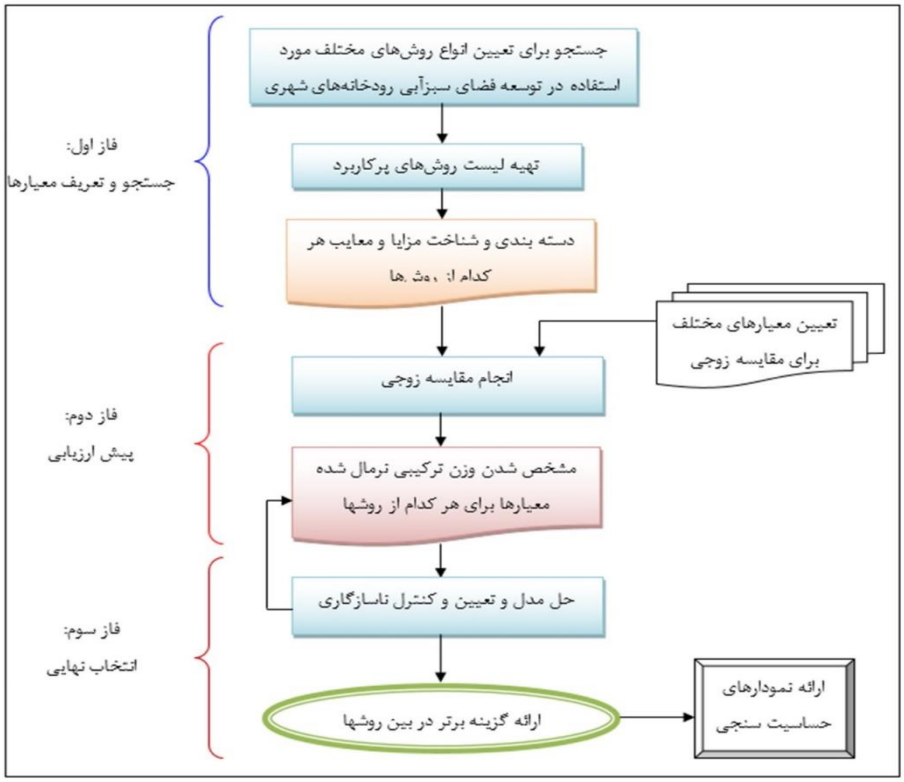
اما در حالتی که ماتریس ناسازگار باشد، محاسبه وزن ساده نبوده و برای بدست آوردن آن چهار روش عمده مورد استفاده قرار می گیرد که عبارتند از: روش حداقل مربعات، روش حداقل مربعات لگاریتمی، روش بردار ویژه و روشهای تقریبی لازم به ذکر می باشد که حداکثر نرخ ناسازگاری قابل قبول از نظر "ساعتی" برابر ۰/۱ می باشد. نکته قابل ذکر این است مقایسه زوجی گزینه ها با هم و تعیین ترجیحات، لزوما می‌بایست توسط" تصمیم گیرنده‌ای آگاه به گزینه ها و معیارها "صورت گیرد(۱۳).

۲-۳-اجزای فرآیند تصمیم گیری

برای هر انتخابی سه جزء کلیدی که شامل هدف، عیارها و گزینه هاست، لازم است. این سه اصل در مورد انتخاب روش‌های توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه‌های شهری نیز صادق است. بر این اساس هدف عبارتست از" انتخاب بهترین روش برای توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه کن"؛ معیارها، که همان عوامل تاثیرگذار بر انتخاب روش توسعه فضای سبزآبی رودخانه‌های شهری هستند و نهایتاً گزینه‌ها نیز عبارتند از روش‌های مختلف توسعه فضای سبزآبی، که در قسمت بعد مورد بحث قرار خواهند گرفت.

۲-٤-مدلسازی در نرم افزار ExpertChoice

به منظور تحلیل حساسیت در معیارهای انتخابی، فرآیند تصمیم‌گیری مورد نظر در نرم افزار Expert Choice که یک نرم افزار تخصصی می‌باشد، مدلسازی شده است. در شکل ۲ مراحل انجام این مدلسازی ارائه گردیده است(۱۴).



شکل ۲: دیاگرام انجام مدلسازی در نرم افزار Expert Choice

۵-۲- عوامل تاثیرگذار بر انتخاب بهترین روش و تکنیک توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه های شهری

در این پژوهش با توجه به شرایط رودخانه کن و سیاست‌های مدیریتی این رودخانه در شهر تهران، پرهیز از نظرات سلیقه‌ای و برای حصول از اطمینان از اولویت‌بندی استفاده از بهترین روش توسعه فضای سبزآبی برای رودخانه کن تصمیم گرفته شد تا با انجام یک نظرسنجی دقیق که شامل همه پارامترهای موثر باشد، روش‌های مختلف توسعه فضای سبز آبی، اولویت‌بندی شود. بنابراین با استفاده از مفاهیم اولیه و مفروضات مهندسی ارزش و نظرسنجی انجام یافته به اولویت‌بندی روش‌های مختلف توسعه فضای سبزآبی رودخانه‌های شهری پرداخته و در نهایت روش توسعه مناسب با در نظر گرفتن شرایط و معیارهای تعیین شده انتخاب شود. بدین ترتیب روش‌هایی که از نظر متخصصان، مهندسین و دانشگاهیان رشته‌های مهندسی منابع آب و برنامه‌ریزی‌شهری، دارای تاثیر بیشتری بودند، انتخاب و نتایج آن بررسی گردید.

در این مورد توجه به دو نکته مهم، ضروری است؛ اول اینکه امکان انتخاب و معرفی یک روش به عنوان بهترین روش برای توسعه فضای سبزآبی در تمامی رودخلنه‌ها، وجود ندارد. به عبارتی نمی‌توان برای همه رودخانه‌ها (با مشخصات متفاوت) یک روش احیاء را به‌عنوان روش بهتر تجویز نمود، بلکه می بایست با توجه به شرایط ویژه هر رودخانه، روش مناسب را انتخاب کرد. علاوه بر آن روش‌های تشریح شده دارای یک قالب و چارچوب کاملا ثابت و یکسان نیستند، بلکه می‌توانند بر اساس نحوه تامین مالی و شرایط خاص هر منطقه و رودخانه رویکردهای متفاوتی داشته باشند. نکته دیگر توجه به شاخص "ارزش پول هزینه شده" برای هر رودخانه می‌باشد، بدین معنی که روش بهتر برای توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه‌های شهری، لزوماً روشی نیست که هزینه‌های کارفرما را کمینه نماید، بلکه روشی مناسب‌تر و بهتر است که ارزش هزینه صرف شده کارفرما برای توسعه فضای سبزآبی و احیاء رودخانه های شهری را بیشینه نماید(۱۳).

معیارهای عمده در تصمیم‌گیری اولویت تکنیک‌ها و روش‌ها شامل شش موضوع ذیل می‌باشند:

۱- دسترسی آسان به جسم رودخانه‌های شهری

۲- افزایش سطح بصری سبز آبی رودخانه‌های شهری

۳- غالب نمودن زیرساخت سبزآبی به خاکستری

۴- ایجاد کسب و کارهای کوچک در جهت رونق اقتصاد محله ای در امتداد رودخانه

۵- ایجاد جریان ماندگار رودخانه در تمامی فصول سال در رودخانه های با جریان غیر ماندگار

۶- پایدار بودن زیستگاه های جانوری به واسطه مرطوب نگه داشتن بستر رودخانه می‌باشد.

همچنین از بین تکنیک‌ها و روش‌های مورد مطالعه توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه‌های شهری، جهت رعایت اختصار و پرهیز از پیچیدگی موضوع، پنج گزینه عمده انتخاب و سایر روش‌ها در قالب این پنج گزینه به عنوان زیرگزینه تعیین شد. گزینه‌های تعریف شده شامل موارد زیر می‌باشد(۱۵):

الف) ایجاد دیوار حائل و تفرجگاه‌ها ۱) توسعه فضایی خطی، ۲) توسعه فضایی انتخابی، ۳) نصب المان جهت حفاظت موقت، ۴) قراردان المان روی آب، ۵) نوسانات سطح آب، ۶) فضای منطبق بر سطح آب(شناور)

ب) دایک ها و دیوارهای سیل‌بند ۱) موانع حفاظتی، ۲) موانع قائم، ۳) موانع تقویتی، ۴) موانع یکپارچه، ۵) موانع موقت، ۶) – آشکاری سازی دینامیک رودخانه

ج) دشت‌های سیلابی ۱) توسعه فضایی، ۲) جاگذاری روی آب، ۳) نوسانات، ۴) گریز، ۵) سازگاری

د) بستر و جریان رودخانه‌ها ۱) تغییر شکل دادن جریان، ۲) فرم دادن به کانال‌ها، ۳) تغییر دادن بستر رودخانه، ۴) تغییر دادن تقویت لبه کناره رودخانه، ۵) تغییردادن تقویت بستر رودخانه

و) چشم‌اندازهای رودخانه دینامیک ۱) اجازه دادن به جابجایی کانال‌ها، ۲) ایجاد کردن دینامیک کانال، ۳) ایجاد کردن کانال‌های جدید، ۴) محدود کردن دینامیک کانال

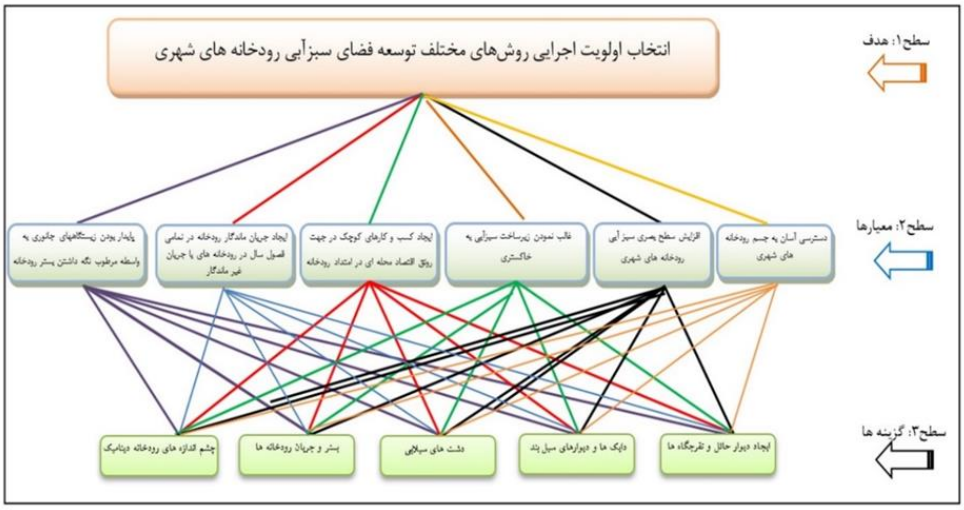
پس از تعیین ۶ دسته عوامل و گزینه‌های مهم و موثر در اولویت‌بندی تکنیک‌ها و روش‌های مورد مطالعه توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه‌های شهری، گام بعدی ساختن

یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری، شامل تعیین و اهمیت هر یک از عوامل در فرآیند تصمیم‌گیری است(۱۴).

در اینجا چون اهمیت این عوامل و زیر عوامل حالت باینری (۱ و ۰) نداشته و هر عامل بسته به نوع و مشخصات خاص هر پروژه، دارای اهمیتی بین فاصله صفر تا صددرصد خواهد بود، لذا " اهمیت نسبی" یا "ترجیحات نسبی" آنها ملاک تصمیم‌گیری می‌باشد.

در این تحقیق برای تعیین این اهمیت‌های نسبی از روش دلفی (نظر خبرگان) به کمک پرسشنامه‌های طراحی شده بر اساس تکنیک مقایسات زوجی استفاده شد. بدین ترتیب که بر اساس جامعه آماری در نظر گرفته شده از متخصصین صنعت آب و برنامه‌ریزان‌شهری و به کمک رابطه "تعیین اندازه نمونه با داده های کیفی در جامعه محدود"، تعداد پرسشنامه‌های موردنیاز، مشخص شده و نهایتاً ۲۱ پرسشنامه توسط متخصصین تکمیل گردید. در این پرسشنامه‌ها از متخصصین خواسته شده بود میزان اهمیت نسبی یا ترجیح هر عامل/ معیار بر عامل/ معیار دیگر را (با توجه به هدف مسأله) و میزان اهمیت نسبی یا ترجیح هر روش مدیریت بر روش دیگر را (با توجه به هرمعیار/ عامل تاثیرگذار)، بر اساس جدول ۲ امتیازدهی نمایند.لازم به ذکر است که جهت حفظ اعتبار مدل، مواردی نظیر داشتن حداقل ۱۰ سال سابقه در زمینه فعالیت‌های مرتبط با این حوزه یا تحصیلات مرتبط حداقل در یک مقطع تحصیلی، به‌عنوان حداقل مشخصات خبرگان در نظر گرفته شده است.

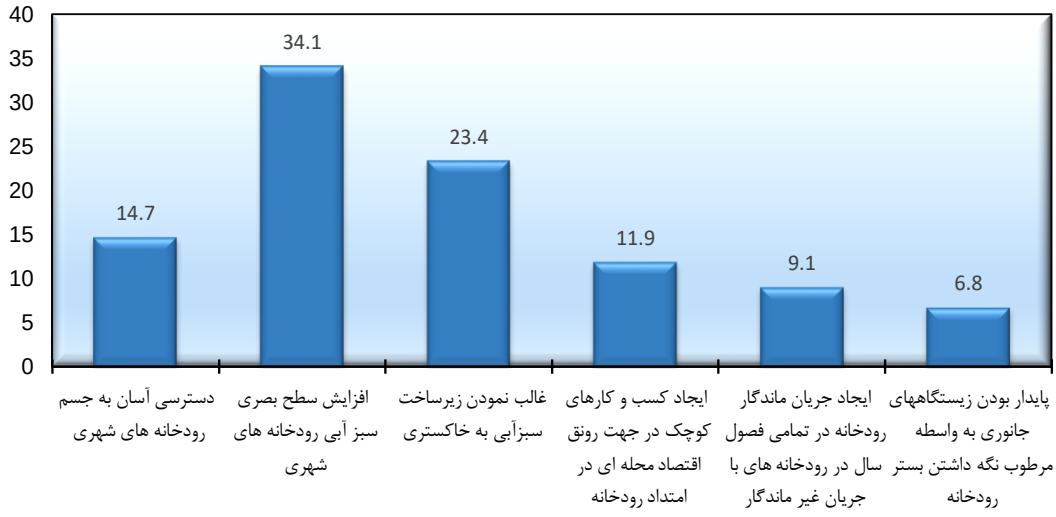
نهایتاً نتایج حاصل از جمع‌بندی پرسشنامه‌های تکمیل شده، به منظور شناسائی بهترین روش توسعه فضای سبزآبی در رودخانه‌های شهری به کمک "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی"مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفته‌اند. در شکل ۳ ساختار سلسله مراتبی که برای انتخاب روش بهینه توسعه فضای سبزآبی در رودخانه‌های شهری طراحی گشته، نشان داده شده است.



شکل ۳- ساختار سلسله مراتبی برای انتخاب روش بهینه توسعه فضای سبزآبی در رودخانه های شهری

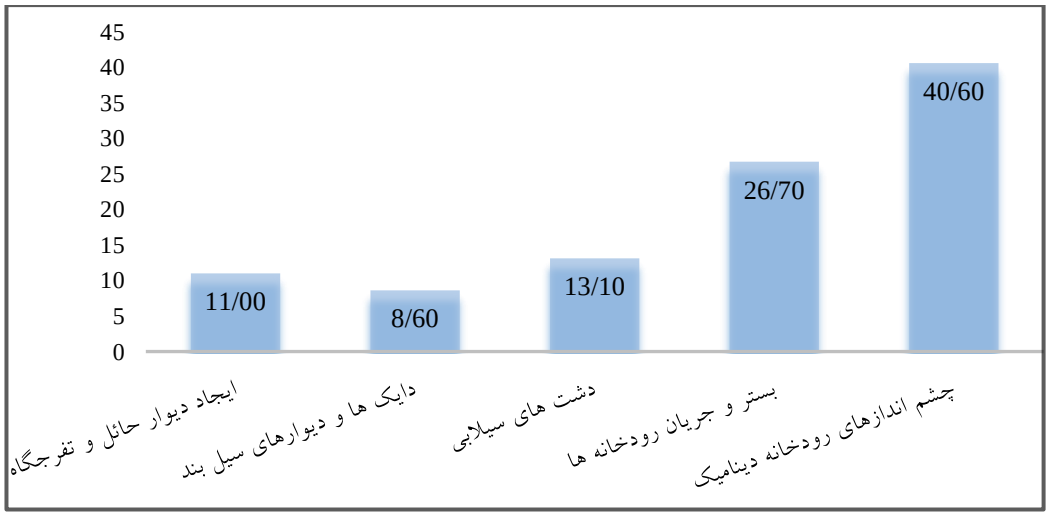
۳- نتایج و بحث

نتایج خروجی نرم‌افزار EC بر اساس محاسبات صورت گرفته، در شکل ۴ مشاهده می‌شود. در این نمودار شاخص‌های عمده تأثیرگذار در انتخاب توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه‌های شهری نشان داده شده است. این نتایج برآیند نظر پرسش‌شوندگان بوده و اهمیت هر یک از شاخص‌های شش‌گانه را بیان می‌کند. نتیجه نهائی برای انتخاب بهترین شاخص، گویای این است که از دیدگاه پرسش‌شوندگان "افزایش سطح بصری سبزآبی رودخانه های شهری" دارای بیشترین اهمیت نسبی برای توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه‌های شهری است. از جمله دلایل علاقمندی پرسش‌شوندگان به این موضوع می‌توان به مزایای مد نظر ایشان در خصوص این معیار اشاره نمود. عموماً چشم انداز طبیعی و زیبا از مهم‌ترین خواسته‌های هر شخص برای استفاده از فضای شهری می‌باشد. به طور خاص " مشاهده طبیعت " اولین و مهم ترین خواسته بینندگان و استفاده کنندگان از محیط‌های مفرح شهری است به شرطی که مانعی مصنوعی، چشم انداز رودخانه را از بین نبرده و از فضاهای منظر مختلف اطراف و حاشیه آن بتوان استفاده کرد.



شکل ٤- شاخص‌های عمده تأثیرگذار در انتخاب روش توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه‌های شهری

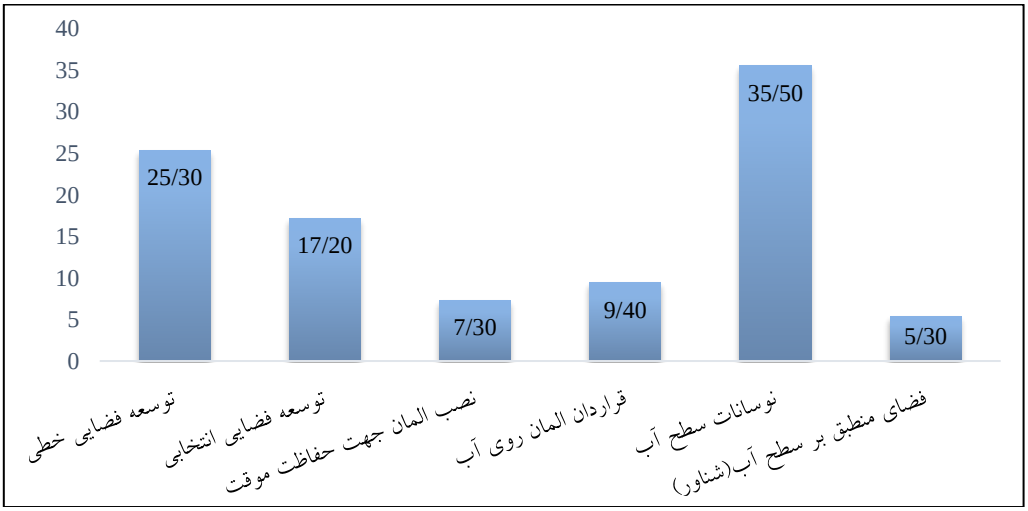
تکنیک‌های ۵ گانه‌ای که پرسش‌شوندگان بر اساس شاخص‌های شش‌گانه فوق، اولویت‌بندی کرده‌اند نهایتاً به ایجاد شکل ۵ منجر شده است. در این شکل همانگونه که مشاهده می‌شود، چشم‌اندازهای رودخانه دینامیک بالاترین اهمیت را در زمینه توسعه فضای سبزآبی رودخانه‌های شهری دارا می‌باشد.



شکل ۵- اولویت‌بندی کلی فعالیت‌ها از دیدگاه پرسش‌شوندگان

در شـــکل‌های ۶ الی ۱۰ نتایج تحلیل پرســـش‌شـــوندگان از دیدگاه گزینه‌های مختلف توسـعه فضـای سـبزآبی در خصـوص گزینه‌های عمده توسعه فضای سبزآبی نشان داده شده است.

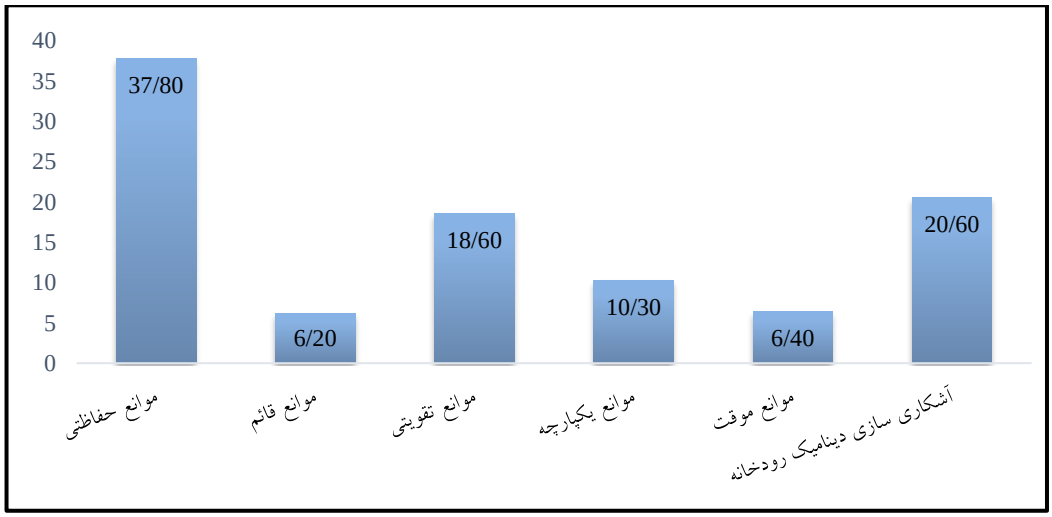
در شـــکل۶ اولویت بندی زیرگزینه‌های مرتبط با گزینه ایجاد دیوار حائل و تفرجگاه‌ها نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود از نظر پرسش‌شوندگان تکنیک "نوسانات سطح آب" بالاترین اولویت را داراسـت چرا که این می‌تواند بوجود آورنده جالب‌ترین و جذاب‌ترین فضـاهای رودخانه‌ای، در سـاحل رودخانه باشـد؛ ازجمله نشسـتن کنار رودخانه، گذاشـتن پا در آب، تماشـای ماهی و حرکت جریان آب، یکی از سـاده‌ترین تفریحات برای کودکان و بزرگسـالان اسـت. برای ایجاد کردن این فضاها، حتی در رودخانه‌هایی که مکرراً سیلابی هستند نیز چالشی است که استراتژی طراحی نوسان را می‌توان به کار گرفت. از منظر آنها مبله نمودن فضاهای باز شهری بین تراز متوسط و حداکثر آب برای غوطه وری موقت می‌تواند فضـاهای بصـری جذابی را ایجاد نماید. اما در حال حاضـر این فضـاها در مراکز شـهری اغلب نوارهای باریک و یا طاقچه‌ای در پای دیوار خاکی دیده می‌شوند که دسترسی به آن زیاد مناسب نبوده و مطمئناً این موضوع می‌تواند یکی از دلایل عمده نظر خبرگان در این خصـــوص باشـــد. اما به نظر می‌رســـد که پرســـش‌شـــوندگان با اولویت دوم قرار دادن گزینه "توســعه فضــای خطی"، توســعه اقتصــاد محله‌ای را مد نظر داشــته‌اند و به نظر آنها توسـعه رودخانه می‌تواند با این گزینه به اقتصـاد محله‌های حاشـیه‌ای کمک نماید.



شکل ٦- اولویت‌بندی زیرگزینه های توسعه فضای سبزآبی از دیدگاه گزینه ایجاد دیوار حائل و تفرجگاه

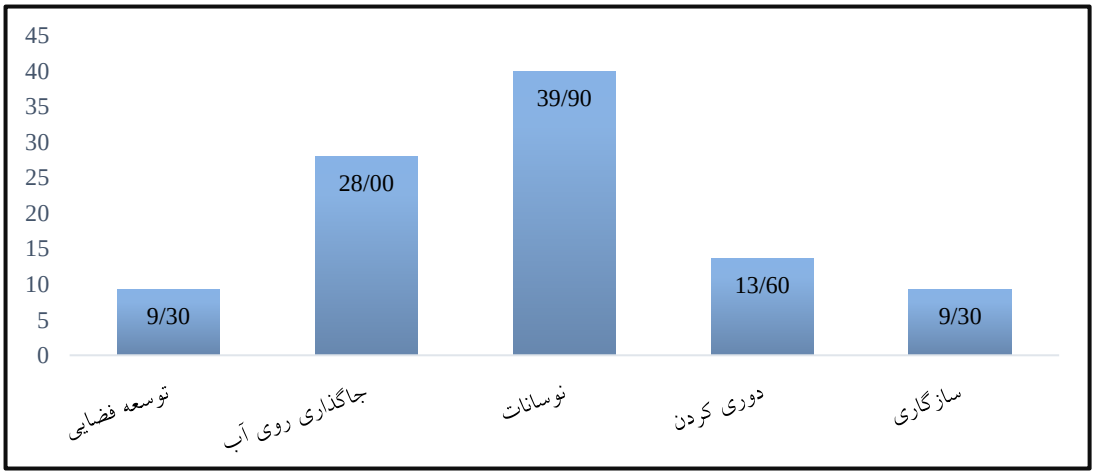
در شـــکل ۷ که اولویت‌بندی زیرگزینه‌های مرتبط با گزینه دایک‌ها و دیوارهای سیل‌بند نشان داده شده است، موانع حفاظتی بالاترین امتیاز را دارا می‌باشـــد. در یک منظر خیلی ســـاده می توان گفت نگاه پرسش‌شوندگان در این مورد به خصوص در مواقع سیلابی رودخانه این پاسـخ را تایید می‌نماید که می‌توان با پروفیله کردن یا پهن‌کردن دایک‌ها می‌توان سـطح ایسـتایی آنها را بهبود بخشـید و یا با اصـلاح روی ناحیه انتقالی در پای خاکریز بین مناطق تر و خشـــک فصـــلی، تنوع زیستی را افزایش داد. در جهت اولویت معیار چشم انداز سبزآبی

نیز هر چه شیب ملایم‌تر باشد ترکیب دایک با منظر اطراف ملموس‌تر بوده و مانعی برای چشم‌انداز بین فضای رودخانه و فضای کنار دایک ایجاد نخواهد شد و در نتیجه، دایک به عنوان یک پارک ساحلی عمل می‌کند. همچنین در گزینه" آشکار سازی دینامیک رودخانه" می‌توان به اولویت قراردادن ایمنی ساحل رودخانه برای بازدیدکنندگان اشاره داشت و استفاده از المان‌های تاریخی و هنری برای گوشزد نمودن خطر باشد. اما گزینه‌های موانع قائم و موارد مشابه آن به دلیل متاثر شدن منظر شهری از دید بازدیدکنندگان دارای کمترین اولویت بوده و استقبالی از آنها نشده است.



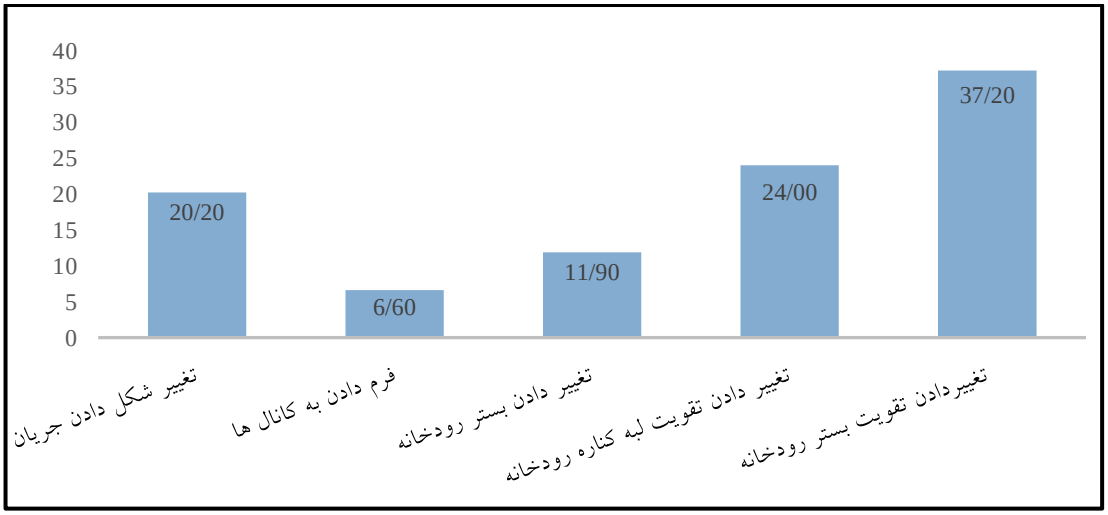
شکل ۷- اولویت‌بندی زیرگزینه های توسعه فضای سبزآبی از دیدگاه گزینه دایک ها و دیوارهای سیل بند

در شکل ۸ به بررسی گزینه دشت‌های سیلابی پرداخته شده است. این گزینه دارای پنج زیرگزینه می‌باشد که گزینه‌های نوسانات و جاگذاری روی آب از اولویت آن شناخته شده اند. با توجه به این که در بیشتر ایام سال، زمانی که رودخانه‌ها در تراز سطوح پایین آب یا کم آبی می باشند، امکان استفاده از دشت سیلابی وجود خواهد داشت لذا به همین دلیل، استفاده از امکانات ورزشی، زمین‌های بازی و مناطق تفریحی، زمین‌های فستیوال و یا مناطق شبه طبیعی با پوشش گیاهی کنار-ساحلی که حتی در زمان‌های سیلابی متاثر از آن نیستند، در این فضا قابل قبول است. همچنین از تکنیک‌های اجرایی "جاگذاری روی آب" می توان به مسیرهای کابلی اشاره نمود که بسیار هیجان آمیز و مفرح می‌باشد. اما در مورد گزینه‌های "سازگاری" و "توسعه فضایی" و یا حتی "دوری‌کردن"، پرسش شوندگان به درستی و با توجه به پهنه سیلابی رودخانه تشخیص داده‌اند که این گزینه‌ها برای این رودخانه کاربردی نخواهند بود.



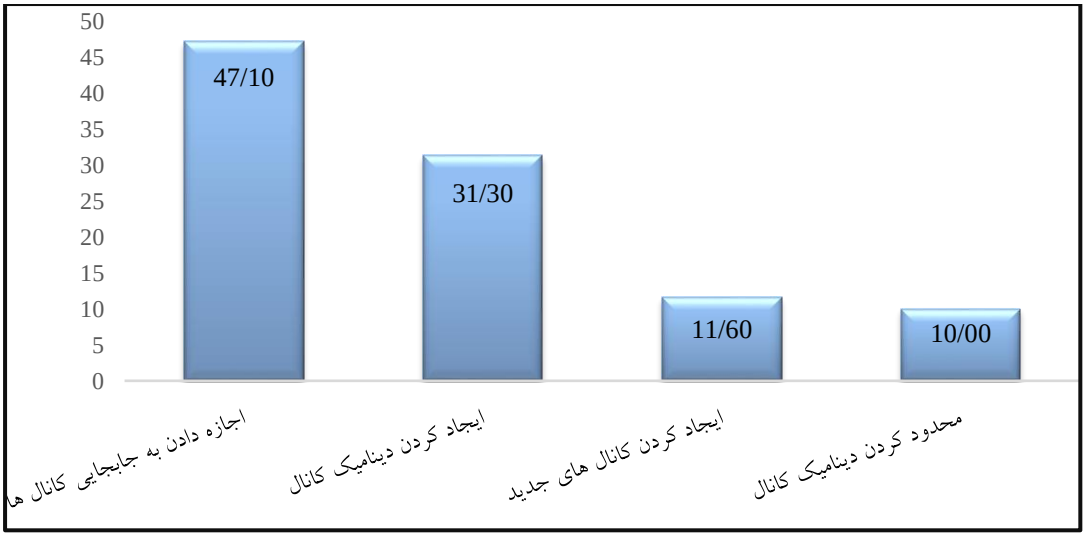
شکل ۸- اولویت‌بندی زیرگزینه های توسعه فضای سبزآبی از دیدگاه گزینه دشت‌های سیلابی

با توجه به این که در این فضای فرایندی، از بستر رودخانه بین کناره‌ها یا دیواره‌های تقویت شده استفاده می شود و این که مسیرآن غیرقابل جابجایی است بنابراین محدوده توسعه، کانال طبیعی رودخانه را شـکل می دهد. بنابراین نمی توان از دشـت سـیلابی به عنوان فضـایی جهت توسـعه طبیعی کانال رودخانه اسـتفاده نمود و خطوط دیوار حائل ثابت به مقدار خیلی کم قابل جابجایی هسـتند چرا که فضـاهای باز کنار آب کمیاب یا اصـلا وجود ندارند. در گزینه "تغییر دادن تقویت لبه‌کناره رودخانه" با توجه به تنظیم آب در بسـیاری از رودخانه‌ها با سـازه‌های عرضـی مصـنوعی مانند پایه، سـیل‌بند و یا سرریز، آن‌ها سرعت جریان را کاهش، از بستر رودخانه حفاظت و بر اختلاف ارتفاع غلبه می‌کنند اما می دانیم که با اسـتقرار موانع عبور عرضی، اساس فرایندهای رودخانه و در نتیجه توسعه دینامیک طبیعی کانال رودخانه از بین می رود. لذا " تغییر دادن تقویت بستر رودخانه" با نظر پرسـش‌شـوندگان در اولویت قرار گرفته و تا حد امکان تقویت‌های بسـتر، تخریب و یا به‌جای آن سـطوح شـیب دار اجرا می‌گردد تا اجازه تنوع بیشـتر حالت‌های جریان در سـطح آب و میزان جریان وجود داشـته باشـد و دوباره فرآیندهای طبیعی جریان را تا حد خاصی احیاء نماید(شکل ۹).



شکل ۹- اولویت‌بندی زیرگزینه های توسعه فضای سبزآبی از دیدگاه گزینه بستر و جریان رودخانه

در شـکل ۱۰ که تحلیل پرسـشـنامه‌ها از دیدگاه گزینه چشـم اندازهای رودخانه دینامیک بررسـی می‌شـود، زیر گزینه "اجازه دادن به جابجایی کانال‌ها"؛ بالاترین اولویت در بین سـایر زیرگزینه‌ها را دارد. از نگاه پرسـش‌شـوندگان سـاده‌ترین و طبیعی‌ترین روش بازیابی یک رودخانه به دینامیک جریان طبیعی آن، حذف تحکیمات ساحلی موجود، که در نتیجه کمتر شدن محدودیت‌های توسـعه خود دینامیک آن، جریان رودخانه به حالت نیمه طبیعی خود بازخواهد گشت(15).



شکل ۱۰- اولویت‌بندی زیرگزینه های توسعه فضای سبزآبی از دیدگاه گزینه چشم اندازهای رودخانه دینامیک

یکی از اهداف این اســتراتژی اجازه دادن به آبگذر جهت رســیدن به یک حالت نیمه طبیعی با یک کانال پر پیچوخم بدون دخالت اضــافی انسانی و صرفاً از طریق فرآیندهای دینامیک خود، می باشد. کمترین اولویت نیز به "محدود کردن دینامیک کلنال" و "ایجاد کلنال جدید" بوده اسـت. به نظر می‌رسـد پرسـش‌شـوندگان با نظرات خود، دخالت بیش از حد انسان در مسیر طبیعی رودخانه را مقبول نمی دانند.

٤- بحث و نتیجه گیری

زیرساخت سبز آبی فرایندهای طبیعی را ادغام، انعطاف‌پذیرتر و سازگارتر خواهد نمود لذا زیرساخت سبزآبی می‌تواند نقش حیاتی در مقابله با تغییرات آب و هوایی در شهرها داشته باشد. در این مقاله در راستای توسعه زیرساخت سبزآبی با رویکرد به احیاء رودخانه‌های شهری، تعدادی از فاکتورهای موثر برای تصمیم‌گیری شناسائی و اهمیت نسبی هر یک از آنها با ابراز نظر متخصصین این حوزه مشخص شد و در ادامه رویکردی تحلیلی بر اساس متدولوژیAHP برای انتخاب بهترین گزینه توسعه فضای سبزآبی مورد استفاده قرار گرفت. در این بررسی‌ها مشخص شد در بین معیارهای عمده تاثیر گذار در توسعه فضای سبزآبی معیار افزایش سطح بصری سبزآبی رودخانه های شهری از نظر پرسش‌شوندگان بیش از ۳۴٪ از اهمیت برخوردار است، معیار دوم مورد توجه، غالب نمودن زیرساخت سبزآبی به خاکستری با درجه اهمیت نسبی ٪۲۳/۴ تعیین شد. همچنین در بین گزینه‌ها و تکنیک های ارائه شده، گزینه چشم اندازهای رودخانه دینامیک با درجه اهمیت نسبی بیش از ۴۰٪ بهترین روش توسعه فضای سبزآبی با رویکرد احیاء رودخانه های شهری می‌باشد.

پیشنهادها

۱- انجام مطالعات مشابه با استفاده از شبکه های عصبی

۲- تحقیقات اینچنینی با رودخانه های شهری متفاوت از این تحقیق و بررسی تفاوت نتایج آن ها

۳- تحقیق حاضر با معیارهای کاربردی مورد ارزیابی قرار گرفته است، پیشنهاد می شود این نوع تحقیق را با معیارهای بنیادی (توسعه پایدار) اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی ارزیابی گردد و نتیجه آن با یکدیگر مقایسه گردد.

ملاحظات اخلاقی پیروی از اصول اخلاق پژوهش

همکاری پرسش شوندگان و متخصصان در تحقیق حاضر به صورت داوطلبانه و با رضایت آنان صورت گرفته است.

حامی مالی

هزینه تحقیق حاضر توسط نویسندگان مقاله تامین شده است.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی: هادی رجبی

روش‌شناسی و تحلیل داده‌ها: محمد علی فیروزی، سعید امانپور، نعمت حسنی؛

نظارت و نگارش نهایی: هادی رجبی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. Brears, R Ch. 2018. Blue and green cities: The role of blue-green infrastructure in managing urban water resources. 1-127
2. Sadeghi Komijani N, Chavoshian S, Dehghanian N, Mehrazar A and Pouradbi, ۱۳۹۷. International experiences of river rehabilitation. The first conference to review the challenges and present new solutions for urban management(in persian).
3. Hosseiniyoon S, 1390. Rivers and urban valleys, flowing capital or water drainage issues. Municipalities. 46-41(in persian).
4. Eftekhari M, 1390. Comprehensive flood management, case study: Kan river catchment area (potential for increasing flood productivity). Water Research Institute, Research Institute for Water Resources Studies and Research(in persian).
5. Eftekhari M, 1390. Comprehensive flood management, case study: Kan river catchment (basic studies: meteorology and hydrology). Water Research Institute, Research Institute for Water Resources Studies and Research(in persian).
6. Ishaqi R, 1392. Introduction of parameters and methods of river rehabilitation (Case study: Kan River). ۷th National Congress of Civil Engineering, Shahid Nikbakht School of Engineering, Zahedan(in persian).
7. Fazeli M, Safari M. 2014. Performance comparison of polymeric and inorganic coagulation and floculation. BIOSCIENCES BIOTECHNOLOGY RESEARCH ASIA.11(3):224-232(in persian).
8. Masnavi M,R, Tasa H. 2016. Restoration and Reclamation of the River Valleys' Landscape Structure for Urban Sustainability using FAHP Process, the Case of Northern Tehran- Iran(in persian).

9. Addy S, Cooksely S, Dodd N. 2014. Performance comparison of polymeric and inorganic coagulation and floculation. River Restoration and Biodiversity Nature-Based Solutions for Restoring the Rivers of the UK and Republic of Ireland:1-10.
10. Shinkawa Ch. 2012. Reference Guideline for Restoration by Eco-Compatible Approach in River Basin of Asia ASIA, ver2.
11. Graeme B. 2016. WaterPortal Compare and Contrast: "Study says $33 per person yearly could save 40 r11
12. Speed R ,Li Y. 2016. River Restoration A strategic approach to planning and management. 37-135
13. Shinkawa Ch. 2011. Reference Guideline for Restoration by Eco-Compatible Approach in River Basin of Asia ASIA, ver1.
14. Ghodsipour H, ۱۳۹۸. Analytic Hierarchy Process (AHP), 38-115(in persian).
15. Prominski, M. Stokman, A. Stimberg, V, Hinnerk Z, Susanne B. 2017. River.Space.Design.
16. Perini, K. Sabbion, P. 2016. Urban sustainability and river restoration: Green and blue infrastructure.
17. Bozovic, R. Maksimovic, C M. Ana Smith, K M. et.al. 2017. Blue Green Solutions. A Systems Approach to Sustainable, Resilient and Cost-Efficient Urban Development. Technical Report. Imperial College london.