

Research Paper

Landscape Design for Suburban Area Using an Ecological Index Based on Remote Sensing Data (Case Study: Suburb of Arak City)

*Amir Houshang Ehsani¹, Zahra Hosseinabadi²

1. Associate Professor, Department of Environmental Design, School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. MSc. in Environmental Design, School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.



Citation: Ehsani, A. H., & Hosseinabadi, Z. (2022). [Landscape Design for Suburban Area Using an Ecological Index Based on Remote Sensing Data (Case Study: Suburb of Arak City) (Persian)]. *Journal of Rural Research*, 13(3), 526-541, <http://dx.doi.org/10.22059/jrur.2022.309659.1556>

doi: <http://dx.doi.org/10.22059/jrur.2022.309659.1556>

Received: 08 Sep. 2020
Accepted: 19 Aug. 2022

ABSTRACT

Expansion of cities on the fringes has caused the loss of natural landscapes, agricultural lands and environmental problems. Restoring and improving these effects based on the principles of environmental design is a necessary matter. Considering the current state of development of Arak city on the eastern edge, it is very important to pay attention to this part due to the value of high-quality soil, the existence of rural areas, gardens and agricultural lands. In this paper, a part of the eastern fringe of Arak was studied by satellite data and remote sensing-based ecological Index (RSEI) that includes four sub-indices: built-up area, vegetation cover, land surface temperature and land surface moisture. Integrating them was done by principal component analysis. The results showed that the lower ecological quality in different areas was caused by the development of infrastructures, impervious urban surfaces, industrial lands and in general the spaces resulting from the pressure of human activities and the ecological quality was higher in gardens, active rural agricultural lands and scattered parks and green spaces. Then, the results were analyzed in the pressure-state-response framework, and a part of the land named "Qanat Naseri" was redesigned in order to maintain and expand the existing ecological values based on the results and analysis.

Key words:

Urban fringe, Assessment, Urban-Rural, Improvement, Landscape, Redesign

Copyright © 2022, Journal of Rural Research. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

Extended Abstract

1. Introduction

Cities are constantly undergoing structural change, redevelopment and growth. Changing processes are also visible in the suburbs and fringe areas

(Simon, 2008). Peri-urban spaces are mainly created by expanding artificial spaces towards natural, semi-natural, or agricultural areas. This process reduces peri-urban open spaces. It affects the biodiversity of the fringes and ecosystem services (Spyra et al., 2021). Peri-urban planning is one of the great opportunities that can be used in designing and creating policies that help maintain and sustain these spaces (Hazar & Özkan, 2019).

* Corresponding Author:

Amir Houshang Ehsani, PhD

Address: Department of Environmental Design, School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.

Tel: +98 (21) 66487171

E-mail: ehsani@ut.ac.ir

Considering the development of cities evaluation and quantification of the impact of urban environments on peri-urban spaces has become important. Remote sensing technology and geographic information systems can provide relevant data in this field (Magidi & Ahmed, 2019). In this research, the eastern edge of Arak city was studied due to the importance of these spaces. In this process, satellite data and a quantitative ecological index were used for evaluation and analysis, and then a part of these lands was redesigned based on the findings and analysis of the previous stages.

2. Methodology

The study area is the eastern fringe of Arak city in Iran. The small scale of this research is a part of this fringe called Qanat Naseri. In this research, satellite images of the studied area were first prepared. Then, the remote sensing ecological index (RSEI) was used for ecological assessment. RSEI was developed by XU Hanqiu (2013), which as a remote sensing-based ecological index includes four indicators (greenness, wetness, dryness, and heat) and principal component analysis (PCA) for integrating indicators. After evaluation, data analysis was done through Pressure-State-Response (PSR) framework, and in the last stage, a part of the eastern fringe was redesigned in small scale of research.

3. Results

Four indicators were prepared for the study area. Normalized difference built-up index (NDBI), Land surface temperature (LST), Normalized difference vegetation index (NDVI) and surface moisture. To integrate variables, Principal Component Analysis (PCA) was used. Four components, namely PC1, PC2, PC3, and PC4 were created. The percentage of the eigenvalue of PC1 was higher than 78%, which indicates the highest total variance of the data in this component (Xu et al., 2018). PC1 was selected for the ecological quality map and zoning was done on RSEI. Findings were analyzed using the Pressure-State-Response (PSR) framework in two scales. Then, with the results of the analysis, the "Qanat Naseri" area was redesigned.

4. Discussion

The results showed that the lower ecological quality in different areas was caused by the development of infrastructures, impervious urban surfaces, industrial lands and in general the spaces resulting from the pressure of human activities and the ecological quality was higher in

gardens, active rural agricultural lands and scattered parks and green spaces. From the point of view of this research, one of the important steps to increase the quality of the environment and landscape of the eastern fringe of Arak city is to preserve and develop spaces with ecological values. From the point of view of the authors, part of this issue requires preserving and improving the identity of the rural spaces on the eastern edge of the city, as well as improving rural agriculture and horticulture.

Other suggestions include: avoiding the mixing of industrial and urban spaces with rural-agricultural spaces in order to prevent the gradual loss of the identity of the spaces in terms of physical and conceptual aspects. Creating and improving ecological spots with native vegetation is suitable for the climate of Arak city. Paying attention to the past identity of spaces and rural-agricultural ecotourism is another effective way to support sustainability on various scales.

Due to the medium to good ecological quality of Qanat-Naseri lands and residual valuable patches within the urban context, a redesign was done: Zone-based design and creating various spaces with ecological and identity functions, sustainable residential-service zones (existing residential areas), theme park, tourism zone, neighborhood park, buffer zone, linking existing green area, improving hypaethral waterways of the aqueduct, and sustainable farming.

5. Conclusion

Analyzing pressures across various zones revealed that human activities in general spaces that have been most affected by urban texture and infrastructure development were the main contributors to reducing ecological quality at the fringe of the city. Rural-agricultural spaces in the vicinity of the edge and green patches are important to improve the environmental quality and identity of the suburban area. It should be noted that the results obtained by using the RSEI index are different due to the difference in land cover in different cities, the climatic characteristics of each region, plant phenology especially in agricultural lands, and also the quality of satellite data. In general, according to the authors, in drier areas and due to some challenges in these areas, the RSEI index can be upgraded and improved with complementary and helpful sub-indices or frameworks, as well as in accordance with the climate and land cover.

Acknowledgments

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of Interest

The authors declared no conflicts of interest



طراحی محیط و منظر پیراشهری با بهره‌گیری از شاخص اکولوژیک مبتنی بر داده‌های سنجش از دور (مورد مطالعه: منظر حاشیه شهر اراک)

*امیر هوشنگ احسانی^۱، زهرا حسین‌آبادی^۲

۱- دانشیار، گروه مهندسی طراحی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲- کارشناس ارشد، گروه مهندسی طراحی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

حکمه

تاریخ دریافت: ۱۸ شهریور ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۲۸ مرداد ۱۴۰۱

تغییر کاربری اراضی و توسعه تدریجی در حاشیه شهرها، از بین رفتن مناظر طبیعی، کشاورزی و مشکلات زیست محیطی در فضاهای پیراشهری را به دنبال داشته‌است. مطالعه، ترمیم و بهسازی این اثرها بر مبنای اصول و روش‌های طراحی محیطی امری ضروری و چالش برانگیز است. باتوجه به وضعیت موجود در حاشیه شرقی شهر اراک و موضوع رشد و توسعه، توجه به محیط و منظر این بخش از شهر، به دلیل ارزشمندی خاک مرغوب، وجود نواحی روستایی، باغ‌ها و اراضی کشاورزی، از اهمیت بسیاری برخوردار است. در راستای ارزیابی وضعیت این منطقه، شاخص اکولوژیک مبتنی بر سنجش از دور (Remote sensing-based ecological index)، با چهار زیر شاخص نواحی ساخته شده، پوشش گیاهی، دمای سطح زمین و رطوبت سطحی، به کار گرفته شد. نتایج نشان داد که کیفیت اکولوژیک در پهنه‌های مختلف در اثر توسعه زیرساخت‌ها، سطوح نفوذناپذیر شهری، اراضی صنعتی و به طور کلی فشار فعالیت‌های انسانی، مقادیر پایین‌تر و در باغات، اراضی کشاورزی فعال روستایی و پارک‌ها و فضای سبز پراکنده مقادیر بالاتری را به خود اختصاص داده بود. سپس نتایج حاصل در چهارچوب فشار-وضعیت-پاسخ، تحلیل شد. در پایان بخشی از اراضی قنات ناصری، باتوجه به باغات باقی مانده و فضاهای روستایی و کشاورزی آن در لبه شهر، بر اساس یافته‌ها و تحلیل‌های تحقیق، به منظور حفظ و گسترش ارزش‌های اکولوژیک موجود، با ایده‌ها و سیاست‌گذاری‌ها، مورد بازطراحی قرار گرفت.

کلیدواژه‌ها:

حاشیه شهر، ارزیابی، روستاشهری، بهسازی، منظر، باز طراحی

داده و خدمات محیطی و اکوسیستمی را نیز با مشکل مواجه می‌سازد (Spyra, Kleemann, Calò, Schürmann & Fürst, 2021).

از نظر وبستر^۱ (۲۰۰۲)، در فرایند گذار که در فراسوی لبه ساخته‌شده کلان‌شهرها رخ می‌دهد نواحی روستایی پیرامونی از لحاظ اقتصادی، اجتماعی و کالبدی به تدریج ویژگی‌های شهری را کسب می‌نمایند (Daneshpour, Sarrafi & Ashnaee, 2016). این توسعه فراتر از لبه شهر می‌تواند در مناظری شامل زمین‌های طبیعی و کاشته نشده و یا اراضی کاشته شده و زراعی، هزینه‌های زیادی را در پی داشته باشد (Esparza, 2009). مناظر حومه شهری، به عنوان سیستم‌های بوم‌شناختی و اجتماعی خاصی که دارای شخصیت پویا و طبیعت زود دگرگون هستند متحمل فشارهای زیادی به‌ویژه از سوی انسان‌هایی می‌شوند که تمایل دارند زمین بیشتری را برای فعالیت‌های مختلف خود درخواست کنند. این

مقدمه

در طول سه دهه گذشته رشد و تغییرات مداوم شهرها در بیشتر مناطق سرعت گرفته و چالش‌های مهمی را در تاب‌آوری این فضاها ایجاد کرده است (Simon & Adam-Bradford, 2016). شهرها به‌عنوان پدیده‌هایی انسان‌ساخت و پویا دائماً دستخوش تغییرات ساختاری، رشد و پیشرفت دوباره می‌شوند. این فرایندهای تغییر در مناطق پیراشهری نیز قابل مشاهده است (Simon, 2008). چنین شرایطی حاشیه‌ها را از نظر کمی و گونه‌شناختی تغییر داده و برنامه‌ریزی پایدار برای این فضاها را چالش برانگیز می‌کند. (Geneletti, La Rosa, Spyra & Cortinovis, 2017). شکل‌گیری فضاهای پیراشهری موجود در اطراف شهرها در فرایندی اتفاق می‌افتد که عمدتاً شامل گسترش فضاهای مصنوعی به سوی محیط طبیعی، نیمه‌طبیعی یا کشاورزی است. این فرایند، فضاهای باز پیرامون شهر و تنوع زیستی آن را کاهش

1. Webster

* نویسنده مسئول:

دکتر امیر هوشنگ احسانی

نشانی: تهران، دانشگاه تهران، دانشکده محیط‌زیست، گروه مهندسی طراحی محیط‌زیست.

تلفن: ۶۶۴۸۷۱۷۱ (۲۱) ۰۹۸+

پست الکترونیکی: ehsani@ut.ac.ir

روستاشهری^۵ استفاده کرد که توسط بسیاری دیگر از پژوهشگران به کار برده شد (Banu & Fazal, 2016). محیط‌های پیراشهری معمولاً به‌عنوان منطقه گذار بین فضاهای شهری و حومه اطراف آن شناخته می‌شوند (Lamb, 1983, cited by Theobald, 2001). این حومه و منظر پیراشهری می‌تواند محدوده گذار بین مناطق شهری و روستایی باشد (Meeus & Gulinck, 2008). حاشیه روستاشهری مرز گسترش شهری و پویاترین فضا در منطقه شهری است (Peng, Hu, Liu, Ma & Zhao, 2018). در این مناظر به‌عنوان فضاهای گذار میان شهر و محیط روستایی پیرامون آن، شهر، کشاورزی، روستا و طبیعت به هم می‌رسند (Balta & Atik, 2022).

ویژگی‌های روستایی مناطق حومه شهری برای ساکنان این محیط‌ها مهم است، زیرا به آن‌ها حس زندگی نزدیک به طبیعت را می‌دهد (Solecka, Rinne, Martins, Kytta & Albert, 2022). از نظر برنارد لسوس^۶ (۱۹۹۸)، معمار و معمار منظر فرانسوی، جامعه حاشیه شهری به آن چیزی که از جامعه روستایی باقی مانده نیاز دارد تا به‌وسیله آن در تطبیق با نوستالژی و تصویر پایدار از شکل روستایی خود در گذشته باقی بماند. لسوس به اهمیت امکان ایجاد یک ارتباط واقعی بین شبکه بزرگراه‌ها و فرم جدیدی از زیستگاه اشاره می‌کند. زیستگاهی که با بزرگراه ارتباط دارد ولی در همان زمان روستا را درون خودش جای می‌دهد. نتیجه این امر "Town-landscape" خواهد بود (Bann, 1995). پیشرفت و گسترش فرایندهای شهری و توسعه صنعت، مرزهای بین مناطق شهری و روستایی را محو و ناخوانا نموده و حومه‌های وسیع، فضاهای در حال دگرگونی و گذار و محیط‌های مختلط بین شهر و حومه، به میزانی که بایسته است دیده نمی‌شوند (Tian & Qian, 2021).

ای‌ین نایرن^۷، منتقد معماری، در کتاب "Outrage" از حفاظت از ویژگی‌ها و مشخصه‌های هر مکان حمایت می‌کند و مناظر فاقد شخصیت مشخص را که نه شهر هستند نه حومه، ساب‌توپیا^۸ می‌نامد (Pavesi, 2013). نایرن معتقد است که جرم ساب‌توپیا محو کردن تمایز بین مکان‌ها و ملایم کردن تفاوت بین محیط‌های مختلف از جمله شهر و پیرامون آن است (Nairn, 1957). اصطلاح دیگر نامکان^۹ است که توسط مارک اوژه^{۱۰} مطرح شد. از نظر وی مکان دارای سه ویژگی هویت، ارتباط و تاریخ است و در نامکان، این سه ویژگی شکل نمی‌گیرد (Auge, 1992, cited by Gholipoor, 2015). مرز بین شهر و پیرامون به‌عنوان منظر شتابناک و در حال گذار، با اجزای ناهماهنگ و به‌عنوان منظر

ترکیب و شکل‌های مختلف پوشش و کاربری زمین و همچنین ساختارهای اجتماعی - اقتصادی متفاوت و زود دگرگون، انواع بسیار گوناگونی از مناظر پیراشهری را ایجاد می‌کند (La Rosa, Geneletti, Spyra, Albert & Fürst, 2018).

پرداختن به موضوع چشم‌انداز حومه شهری در دهه گذشته موجب شده تا پژوهشگران به دنبال شفاف‌سازی ویژگی‌های فضایی باشند که محیط‌های شهری و روستایی را به هم پیوند می‌دهد. با این حال، گونه‌شناسی محیط‌های پیراشهری و دیدگاه‌های مختلف در مورد رابطه بین مناطق شهری، پیراشهری و روستایی، قابل بحث یا حل نشده باقی مانده است (Žlender, 2021). باتوجه به آن که فشارهای ناشی از تغییر شکل و رشد شهری در حاشیه‌ها متمرکز می‌شود، راهبردهای حمایت‌کننده برای همراه شدن توسعه شهری با هویت حاشیه و حومه به‌منظور انعطاف‌پذیری فضاهای پیراشهری اهمیت می‌یابد. (De las rivias sanz & Fernández-Maroto, 2019). برنامه‌ریزی مناسب محیط‌های پیراشهری از فرصت‌های بسیار خوبی است که می‌توان از آن برای طراحی و تنظیم سیاست‌هایی که به حفظ و پایداری این فضاها یاری می‌رساند بهره برد (Hazar & Özkan, 2019).

در این پژوهش، طراحی محیط و منظر پیراشهری در چهارچوب فرایند ارزیابی، تحلیل و طراحی مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا مطالعه بر روی بخشی از اراضی پیراشهری شرق شهر اراک که حفظ و پایداری آن به علت وجود خاک مرغوب، نواحی روستایی و کشاورزی و باغات، اهمیت زیادی دارد؛ به‌عنوان یک ضرورت در نظر گرفته شده و مراحل گوناگون تحقیق با روش‌شناسی مورد نظر بر روی دو مقیاس‌های مختلف از این اراضی انجام شده است. همچنین باتوجه به آگاهی از اهمیت فضاهای موجود در لبه شهر، حفظ و گسترش ارزش‌های اکولوژیک و محیطی، با ایده‌های مناسب، در چهارچوب سیاست‌گذاری‌ها و بازطراحی فضاها، مورد تأکید نگارندگان بوده است.

مروری بر ادبیات موضوع

عبارت حاشیه شهر^۲، که در این نوشتار با نام‌های حاشیه و پیرامون شهر، فضای پیراشهری یا حومه شهر، هموندی مفهومی دارد؛ نخستین بار توسط تی.ال. اسمیت^۳ در سال ۱۹۳۷، به‌عنوان منطقه ساخته‌شده درست بیرون از مرزهای رسمی شهر به کار برده شد (Pryor, 1968). نواحی اطراف مراکز شهری از نظر مفهومی که به آن‌ها نسبت داده شده و یا حدود مرزهای آن‌ها، نموده‌های گوناگونی در ادبیات دارند. برای مثال ورواین^۴ (۱۹۴۲)، در کار خود بر روی شهرهای ایالات‌متحده، از عبارت حاشیه

5. Rural-Urban fringe
6. Bernard Lassus
7. Ian Nairn
8. Subtopia
9. Non-Place
10. Marc Auge

2. Urban fringe, Peri-urban
3. T.L.Smith
4. Wehrwein

که هیچ ایده‌ای از اینکه خودش کجاست یا از جایی که شهر شروع می‌شود ندارد؛ با بی‌هویتی خود با آنچه اوژه به‌عنوان نامکان معرفی کرد ارتباط پیدا می‌کند (Kamvasinou, 2003).

به‌طور کلی رویکردهای مختلفی در ارتباط با توصیف نواحی دارای ویژگی‌های نیمه‌شهری مانند مناظر حاشیه شهرها وجود دارد. دسته‌ای از این دیدگاه‌ها بر توسعه محیطی پایدار متمرکز هستند مانند آنچه در مباحث مرتبط با باغ شهرها، شهرسازی نوین، کشاورزی شهری، منظر شهری، روستانشینی نوین و رویکردهای اکولوژیک شهری مطرح می‌شود (Meeus & Gulink, 2008). یکی از مباحث قابل توجه و مرتبط با مسائل توسعه پیراشهری، مفهوم «باغ شهر» بود که در سال ۱۸۹۸، توسط ابنزر هاوارد^{۱۱} در انگلستان مطرح شد (Saxena & Vyas, 2019). با افزایش توجهات زیست‌محیطی از سال ۱۹۷۰، حفاظت از طبیعت، احیای شهرها و یا موضوعاتی مانند اراضی رها شده و آلوده در توسعه کمربندهای سبز مورد توجه قرار گرفت (Elson, 1986, cited by kuhn, 2003).

تأثیر مدیریت محیط‌های پیراشهری، در توسعه پایدار شهر و روستا و ارتباط عملکردهای اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی موجود در پیراشهر بر روی شهر و حومه، از دیگر مباحث مرتبط با مناظر حاشیه شهرها بوده است (Allen, 2003). حفاظت از ارزش‌های اکوسیستم، ارتقای پیوستگی و ارتباط بین آن‌ها در زون‌های حاشیه شهری و همچنین نقش اجتماعی و اقتصادی فضاهای پیراشهری نیز از مواردی است که با هدف پایداری فضاهای حاشیه شهری مورد توجه قرار گرفته است (Pardo de Donlebún, 2012).

ارزیابی مناظر در حال تغییر و چند عملکردی که در حال دگرگونی و پذیرش فشارهای شهری هستند به ابزارهای چندگانه نیاز دارد (Solecka et al., 2022). یکی از موارد ضروری در تجزیه و تحلیل پایداری مناظر، اطلاعات فضایی و مکانی مناسب است و از این جهت، استفاده از داده‌های حاصل از ماهواره‌ها به‌عنوان ابزار بررسی ویژگی‌های پوشش زمین‌های شهری ثمربخش است (Ridd, 1995, cited by Ward, Phinn, & Murray, 2000). از جمله پژوهش‌های انجام‌شده در این چهارچوب می‌توان به پژوهش حاشیه شهری پرن^{۱۲} (۲۰۰۰)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی اشاره کرد. در این پژوهش با توجه به آسیب ایجادشده در پوشش گیاهی شهری و پوشش گیاهی طبیعی منظر پیرامون شهر، پرن^{۱۲} به نقش لکه‌ها و دالان‌های جنگلی در برقراری ارتباط این واحدها در حاشیه اشاره و پیشنهادهای خود را ارائه می‌کند. دلابرا، روبیو و بنزاف^{۱۳} (۲۰۱۶)، آثار توسعه منظر و تغییر شکل وضعیت نیمه‌طبیعی به زیستگاه حاشیه شهری را بررسی کرده‌اند. در پژوهش آن‌ها،

ارزیابی آثار این تغییر شکل از طریق رویکردهای اکولوژیک و محیطی و با تجزیه تحلیل سلسله مراتبی و سنجش‌ازدور، انجام شده است.

در پژوهش دیگری چویی، وانگ، سون و ال وی^{۱۴} (۲۰۲۰)، با تأکید بر شبکه‌های اکولوژیکی فضای سبز، اتصال زیستگاه‌های تکه‌تکه‌شده، حفاظت از تنوع زیستی و امنیت اکولوژیکی منطقه‌ای در محیط پیراشهری، از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فناوری سنجش‌ازدور و روش‌های تحلیل شاخص اکولوژیکی استفاده کردند. با توجه به توسعه شهرها و نیاز به راهبردهای مناسب، ارزیابی و کمیت سنجی تأثیر محیط‌های شهری بر فضاهای پیراشهری اهمیت یافته است و فناوری سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی می‌توانند داده‌های مرتبطی را در این زمینه ارائه نمایند (Magidi & Ahmed, 2019). در این پژوهش ابزار سنجش‌ازدور در کنار چهارچوب تحلیلی تحقیق، به کار برده شده و به‌عنوان ابزار اصلی تهیه داده‌های مورد نیاز در بررسی منظر پیراشهری شهر اراک مورد استفاده قرار گرفته است.

در سال‌های اخیر شاخص اکولوژیکی جدیدی بر پایه اطلاعات حاصل از سنجش‌ازدور مطرح شده است. **هان‌چیو شو**^{۱۵} (۲۰۱۳)، یک شاخص اکولوژیک مبتنی بر سنجش‌ازدور (RSEI^{۱۶})، را از طریق یکپارچه کردن چهار زیرشاخص (سبزینگی، رطوبت، خشکی، حرارت^{۱۷})، با استفاده از آنالیز مؤلفه اصلی (PCA^{۱۸})، توسعه داد که به‌صورت ارزیابی چند زمانه از وضعیت اکولوژیک فضای شهری فوجو در استان فوجان چین انجام شد. نتایج پیشنهاد داد که RSEI می‌تواند در ارزیابی وضعیت اکولوژیک شهری مؤثر باشد و همچنین می‌تواند در پایش تغییرات وضعیت اکولوژیک یک منطقه شهری، در هم‌سنجی سال‌های گوناگون نیز مورد استفاده قرار گیرد. این شاخص همچنین در پژوهش‌های دیگری مانند پژوهش هو و شو^{۱۹} (۲۰۱۸)، مورد استفاده قرار گرفت. در این روش، زیرشاخص‌های چندگانه‌ای که بازتاب‌دهنده وضعیت اکولوژیک محیط هستند با یکدیگر ادغام شده و نظارت سریع و ارزیابی وضعیت اکولوژیک منطقه را امکان‌پذیر می‌سازند (Guo, Zhang, Bai & He, 2017). با به‌کارگیری این شاخص در پژوهش پیش رو، نقشه کیفیت اکولوژیکی تهیه و نتایج حاصل در چهارچوب مورد نظر تحقیق تحلیل می‌شود. در نهایت، بخشی از اراضی موجود در لبه شهر اراک با بهره‌گیری از یافته‌ها و تحلیل‌ها، مورد بازطراحی قرار خواهد گرفت.

روش‌شناسی تحقیق

14. Cui, Wang, Sun, Lv

15. Hanqiu Xu

16. Remote sensing-based ecological index

17. Greenness, Wetness, Dryness, Heat

18. Principal component analysis

19. Hu, Xu

11. Ebenezer Howard

12. Pirnat

13. De la Barrera, Rubio, Banzhaf

منطقه مورد مطالعه

شد ادغام می‌کند. باتوجه به اینکه وزن دهی تجربی ممکن است توزیع وزن را تحت تأثیر قرار دهد، آنالیز مؤلفه اصلی (PCA^{۲۱})، برای شناسایی اهمیت نسبی هر متغیر قابل استفاده است (Hu & Xu, 2018). آنالیز مؤلفه اصلی یک روش فشرده‌سازی داده‌های چندبعدی است و قادر است اثر هم‌خطی را بین چهار متغیر موجود حذف کند (Seddon et al., 2016, cited by Hu & Xu, 2018). بعد از ایجاد نقشه کیفیت اکولوژیک جهت تحلیل یافته‌ها، از چهار چوب فشار - وضعیت - پاسخ^{۲۲}، استفاده شد.

در مرحله اول داده‌های سطح یک ماهواره لندست هشت و سنجنده OLI تهیه و پیش‌پردازش شد. تاریخ برداشت این داده‌ها به‌منظور مناسب بودن شرایط پوشش گیاهی موجود از نظر مرحله رشد گیاه، فصل برداشت و حرارت سطح زمین، خردادماه سال ۱۳۹۷، انتخاب شد. همچنین در فرایند تهیه شاخص‌ها از نرم‌افزارهای ENVI 5.3 و Arc GIS 10.5 استفاده گردید. پس‌از آن آماده‌سازی داده‌ها در مراحل تهیه تصویر رادیانس، تصحیح اتمسفری تصاویر از طریق الگوریتم^{۲۳} QUAC، تهیه نقشه هریک از شاخص‌ها و بازتعریف مقیاس رنج مقادیر هر شاخص، بین صفر و یک انجام شد. در ادامه به معرفی مختصر هر یک از شاخص‌های محاسبه‌شده می‌پردازیم.

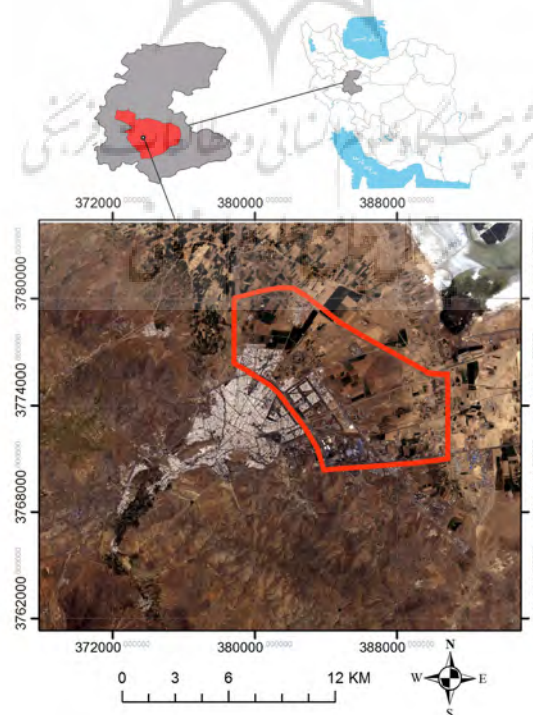
21. Principal component analysis
22. Pressure-State-Response
23. Quick atmospheric correction

شهر اراک از سال ۱۳۵۰ روند صنعتی شدن را آغاز نمود و به‌مرور صنایع جدید وارد این شهر کوچک باغستانی سرسبز و خوش آب‌وهوا شدند (Norouzi & Pagoli, 2014). تمرکز جمعیت و نیاز به فضاهاى سکونتی، به‌مرور زمان منجر شده تا محدوده شهر با اتصال به بخشی از اراضی پیرامونی افزایش یابد. باتوجه به مسائل زیست‌محیطی موجود و وجود صنایع، توجه به کیفیات محیطی و اکولوژیکی فضاهاى حاشیه شرقی که به دلیل محدودیت‌های توسعه از سایر جهات، در دسترس تغییر و توسعه قرار دارد، اهمیت می‌یابد. از این‌رو بخشی از حاشیه درون و بیرون شرق شهر اراک (تصویر شماره ۱)، به‌منظور بررسی وضعیت محیطی و اکولوژیک انتخاب شده است.

روش کار

این پژوهش در چند بخش و با رویکرد توصیفی - تحلیلی تحقیق انجام شده است. به‌منظور ارزیابی وضعیت اکولوژیکی حاشیه شرقی شهر اراک از شاخص اکولوژیکی مبتنی بر سنجش‌ازدور که از این‌پس به‌اختصار RSEI^{۲۰} نامیده می‌شود، استفاده شد. این مقیاس، چهار زیر شاخص سبزینگی، رطوبت، خشکی و حرارت را که در ادامه به آن‌ها شاخص گفته خواهد

20. Remote sensing-based ecological index



تصویر ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و شهر اراک. منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

سبزی و رطوبت صورت می‌گیرد (Arekhi & Niyazi, 2010). مؤلفه رطوبت با استفاده از اعمال فرمول مربوط به این شاخص، (Riadi & Suriadi, 2017)، با ضرایب مشخص برای هر باند طیفی به دست آمد.

(رابطه ۳):

$$(b2*0/1511)+(b3*0/1973)+(b4*0/3283)+(b5*0/3407)+(b6*(-0/7117))+(b7*(-0/4559))$$

$$b1= \text{band1}, b2= \text{band2}, b3= \text{band3}, b4= \text{band4}, b5= \text{band5}, b6= \text{band6}, b7= \text{band7}$$

شاخص دمای سطح زمین (LST)

در تهیه این شاخص پس از محاسبه تصویر رادینانس باند مادون قرمز حرارتی در سنجنده OLI، تصحیح اتمسفری از طریق الگوریتم Thermal Atmospheric Correction صورت گرفت. سپس با استفاده از الگوریتم خودکار Emissivity normalization حرارت سطح زمین محاسبه شد. در مرحله بعد شاخص‌ها در آنالیز مؤلفه اصلی مشارکت داده شدند.

یافته‌ها

با انجام آنالیز مؤلفه اصلی، چهار مؤلفه جدید، PC1، PC2، PC3، PC4، حاصل شد. باتوجه به نتایج حاصل از آنالیز مؤلفه اصلی، درصد مقدار ویژه PC1 بالاتر از ۷۸ درصد بود که نشان‌دهنده بیش‌ترین مجموع واریانس داده‌ها در این مؤلفه است (Xu et al., 2018). بنابراین این مؤلفه برای بررسی وضعیت اکولوژیک منطقه انتخاب شد. جدول شماره ۱، مقادیر آنالیز مؤلفه اصلی شاخص‌ها و جدول شماره ۲، مقادیر همبستگی شاخص‌ها را بیان می‌کند. در تصویر شماره ۲، نقشه وضعیت اکولوژیک (RSEI) ارائه شده است.

29. Land Surface Temperature

شاخص تفاوت نرمال شده نواحی ساخته شده (NDBI)

بررسی نواحی ساخته شده به‌عنوان مهم‌ترین فضاهای غیرطبیعی و انسان‌ساخت، فرایند توسعه فیزیکی شهری را آشکار می‌کند (Wang, Gong, Wang, Deng, & Cao, 2021). شاخص تفاوت نرمال شده نواحی ساخته شده، (رابطه ۱) نواحی شهری را برجسته می‌کند چراکه به‌طور معمول بازتاب بالاتری در منطقه مادون قرمز کوتاه در مقایسه با منطقه مادون قرمز نزدیک وجود دارد (Envi Help 5.3). در این رابطه $^{25}\text{SWIR}$ و ^{26}NIR به ترتیب طول موج مادون قرمز میانی و نزدیک هستند.

$$\text{NDBI} = (\text{SWIR} - \text{NIR}) / (\text{SWIR} + \text{NIR}) \quad (\text{رابطه ۱})$$

شاخص تفاوت نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI)

از شاخص‌های گیاهی پرکاربرد است که برای توصیف وضعیت پوشش گیاهی استفاده شد. سازوکار این شاخص بر مبنای ویژگی‌های نوری ساختار سلولی برگ‌ها است. رنگدانه‌های فتوسنتزی به‌طور مؤثر تابش را در محدوده باند قرمز جذب و در محدوده مادون قرمز نزدیک بازتاب می‌کنند (Robinson et al., 2017). این شاخص از طریق رابطه (۲) محاسبه می‌شود (Dutta, Kundu, Patel, Saha & Siddiqui, 2015).

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}) \quad (\text{رابطه ۲})$$

شاخص رطوبت سطحی

برای محاسبه این شاخص از تبدیل تسلدکپ^{۲۸} استفاده شد (رابطه ۳)، که در آن پایش تغییر بر اساس سه جزء روشنایی،

24. Normalize difference build up area
25. Short wave infrared
26. Near-infrared
27. Normalize difference vegetation index
28. Tasseled cap

جدول ۱. مقادیر آنالیز مؤلفه اصلی شاخص‌ها.

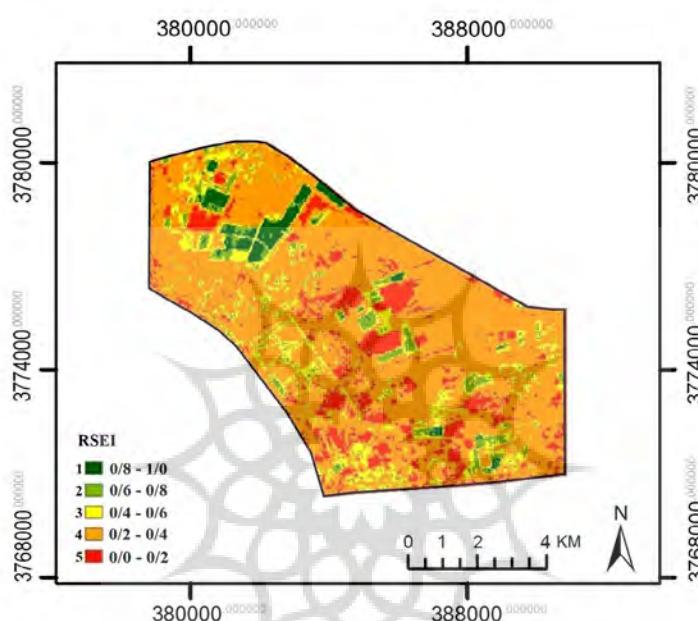
		مؤلفه‌های اصلی			
		PC1	PC2	PC3	PC4
بردار ویژه شاخص‌ها	پوشش گیاهی	-۰/۷۳۳۳۵	۰/۳۹۴۲۹	-۰/۴۸۴۰۷	۰/۲۶۶۳۵
	دمای سطح زمین	۰/۴۳۸۸۶	۰/۸۹۶۴۱	۰/۰۳۷۰۳	-۰/۰۴۹۷۴
	نواحی ساخته شده	۰/۴۸۶۳۰	-۰/۱۷۸۹۲	-۰/۵۰۲۷۶	۰/۶۹۱۹۱
	رطوبت سطحی	-۰/۱۷۷۹۰	۰/۰۹۴۶۸	۰/۷۱۵۲۲	۰/۶۶۹۲۲
	مقدار ویژه مؤلفه‌ها	۰/۰۳۲۱۳	۰/۰۰۶۹۷	۰/۰۰۱۵۲	۰/۰۰۰۱۶
درصد مقدار ویژه مؤلفه‌ها		۷۸/۷۸۷۵	۱۷/۰۸۹۲	۳/۷۲۹۸	۰/۳۹۳۵

جدول ۲. ماتریس همبستگی شاخص‌ها در آنالیز مؤلفه اصلی.

شاخص‌ها	پوشش گیاهی	دمای سطح زمین	نواحی ساخته‌شده	رطوبت سطحی
پوشش گیاهی	۱/۰۰۰۰۰	-۰/۵۳۳۳۳	-۰/۹۲۷۴۱	۰/۶۵۷۸۶
دمای سطح زمین	-۰/۵۳۳۳۳	۱/۰۰۰۰۰	۰/۵۷۷۳۵	-۰/۳۹۴۶۰
نواحی ساخته‌شده	-۰/۹۲۷۴۱	۰/۵۷۷۳۵	۱/۰۰۰۰۰	-۰/۸۴۳۱۲
رطوبت سطحی	۰/۶۵۷۸۶	-۰/۳۹۴۶۰	-۰/۸۴۳۱۲	۱/۰۰۰۰۰

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷



فصلنامه پژوهش‌های روستایی

تصویر ۲. وضعیت اکولوژیک حاشیه شرقی شهر اراک بر اساس روش RSEI. منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

کشاورزی.

کیفیت اکولوژیک بسیار کم در پهنه صنعتی مربوط به اراضی است که در آن زمین، با کاربری صنعتی پوشیده شده و کیفیت اکولوژیک بالای این پهنه در لکه کوچک متراکم درختی قابل مشاهده است. در پهنه روستایی - صنعتی زیرساخت‌های شهری و صنایع نزدیک به روستاها مقادیر پایین کیفیت اکولوژیک را دریافت کردند و مقادیر بالاتر در اراضی روستایی و کشاورزی و پوشش‌های پراکنده گیاهی دیده می‌شود. در پهنه روستا-کشاورزی بیشترین مقادیر مربوط به اراضی کشاورزی دارای پوشش گیاهی و لکه کوچک جنگلی بود. پهنه مسکونی-باغ در قسمت‌های مسکونی دارای مقادیر کیفیت کم و در کریدورهای سبز و پوشش کشاورزی - جنگلی پراکنده اراضی قنات کیفیت بالاتری را به شکل تجزیه‌شده نشان می‌دهد.

در پهنه کشاورزی اراضی کشاورزی دارای پوشش گیاهی

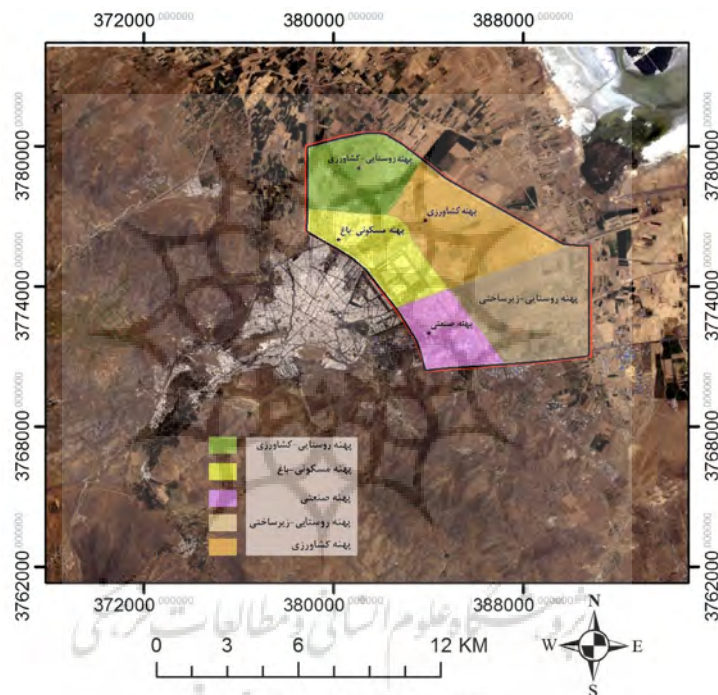
به‌منظور بررسی یافته‌های حاصل از شاخص RSEI، چهارچوب فشار - وضعیت - پاسخ به کار گرفته شد. بر اساس این چهارچوب، فعالیت‌های انسانی فشار معینی بر محیط وارد می‌کنند و به دنبال آن وضعیت محیطی دچار تغییر و دگرگونی می‌شود. جامعه انسانی به‌منظور ترمیم کیفیت زیست‌محیطی و یا جلوگیری از آسیب محیط، به این تغییرات پاسخ می‌دهد (Sun, 2014, cited by Zhao, Zhou, Dong, & Dai, 2019). بر مبنای چهارچوب ذکرشده مهم‌ترین فشارهای موجود بر محیط و منظر حاشیه شرقی شهر اراک بررسی و پاسخ‌های موردنیاز در قالب راهبردها، سیاست‌ها و اقدامات طراحی محیط و منظر پیراشهری در دو مقیاس حاشیه شرقی شهر و بخشی از پهنه اراضی قنات ناصری ارائه گردید. در این راستا ابتدا باتوجه به کاربری‌های غالب و تأثیرگذار حاشیه شرقی، پهنه‌بندی فضاهای مختلف صورت گرفت (تصویر شماره ۳)، که عبارت است از پهنه روستایی - زیرساختی، پهنه مسکونی-باغ، پهنه روستایی - کشاورزی، پهنه صنعتی و پهنه

توسط این عوامل، بررسی و سیاست‌ها در مقیاس تحلیل اکولوژیک برای پهنه‌های مختلف حاشیه شرقی شهر ارائه گردید (جدول شماره ۳).

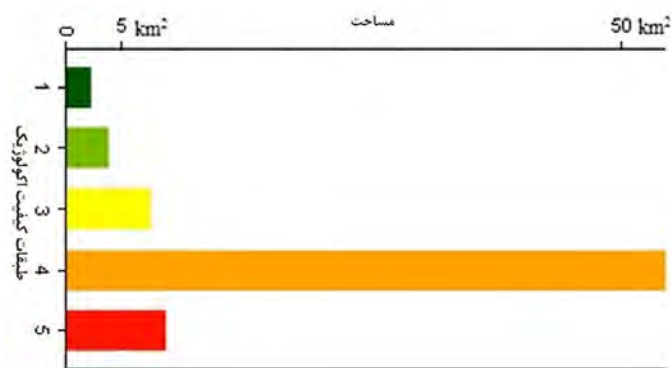
بهمنظور ارائه راهکارهای عملیاتی طراحی و اقدامات اجرایی بخشی از اراضی قنات ناصری (تصویر شماره ۵)، در لبه حاشیه شمال شرقی، که توسط بافت مسکونی احاطه شده است انتخاب شد. این اراضی باتوجه به کیفیت اکولوژیک متوسط و خوب در لکه‌های ارزشمند باقی مانده میان بافت شهری، بهسازی محیطی این اراضی می‌تواند فرصت مناسبی برای بهبود اکولوژیک محیط و منظر حاشیه شهر اراک باشد. جدول شماره ۴، مربوط به تحلیل PSR در سایت خرد تحقیق است.

کیفیت‌های بالاتر و اراضی فاقد پوشش کیفیت‌های کمتری داشتند. لازم به ذکر است این مسئله چه در این پهنه چه در اراضی کشاورزی سایر پهنه‌ها وجود داشت که نیازمند در نظر گرفتن تأثیر فنولوژی گیاهان کاشته شده بر کیفیت اکولوژیکی در زمین‌هایی است که کاربری غالب آن کشاورزی است و نیز در اقلیم‌های خشک‌تر قرار دارد. بنابراین سیاست‌گذاری‌ها باید بر مبنای اقلیم، مقایسه کاربری‌ها نسبت به یکدیگر و نه تنها بر اساس مقادیر کم کیفیت در این فضاها صورت بگیرد. تصویر شماره ۴، مساحت طبقات اکولوژیک را به شکل کلی نشان می‌دهد.

باتوجه به آنچه ذکر شد، عوامل فشار ناشی از فعالیت‌های انسانی در سایت، مورد توجه قرار گرفت و پس از آن وضعیت ایجاد شده



تصویر ۳. پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه در حاشیه شرقی شهر اراک. منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷



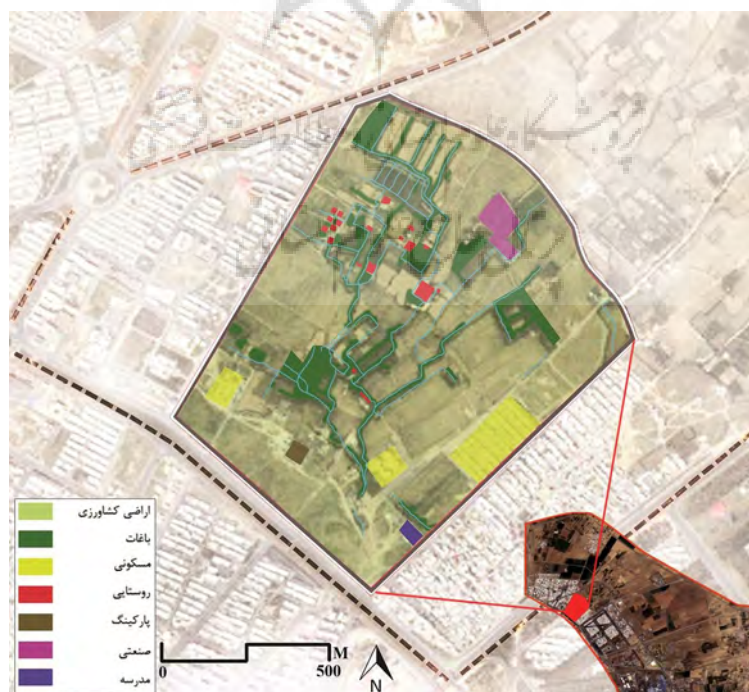
تصویر ۴. مساحت کلی طبقات اکولوژیک. منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

جدول ۳. تحلیل PSR در حاشیه شرقی شهر اراک.

فشار (P)	وضعیت (S)	پاسخ (R)
<p>- توسعه بافت شهری به سمت حومه</p> <p>- توسعه صنعتی، زیرساختی در حاشیه شرقی</p>	<p>- تغییر کاربری فضاها به شهری و صنعتی</p> <p>- توسعه زیرساخت‌های ارتباطی</p> <p>- تجزیه فضاها و از بین رفتن یکپارچگی</p> <p>- کوچک شدن عرصه‌های طبیعی-روستایی</p> <p>- از بین رفتن ارتباط معنادار فضاها، پیوستگی منظر و هویت مشخص</p> <p>- ضعف اهمیت حیات روستاهای حاشیه شهری</p> <p>- درهم آمیختگی عرصه‌های روستایی-کشاورزی با توسعه‌های شهری و صنعتی</p> <p>- تراکم و کیفیت پایین پوشش گیاهی</p> <p>- تنوع و مساحت پایین پوشش گیاهی</p> <p>- ضعیف بودن هویت روستا-باغی یا روستایی-کشاورزی حاشیه شرقی شهر</p> <p>- آلودگی هوا و ایجاد آلودگی خاک و تخریب پوشش گیاهی</p>	<p>سیاست‌ها و اقدامات کلی</p> <p>- کنترل افزایش سطوح نفوذناپذیر</p> <p>- توجه و زمینه‌سازی جهت ارتقاء بخش کشاورزی از طریق روش‌های نوین کشاورزی و آبیاری در جهت بهسازی این اراضی در پهنه‌های کشاورزی و روستایی</p> <p>- برنامه‌ریزی محصولات کشاورزی در جهت کشت گیاهان با بهره‌وری مناسب باتوجه به نیاز آبی و اقلیم به‌خصوص در پهنه کشاورزی</p> <p>- تلفیق اراضی کشاورزی با کریدورهای طبیعی مانند باغات و درختزارها در جهت کاهش آلودگی هوا و مقاصد تفریحی در پهنه‌های مختلف، مانند اکوپارک‌ها در پهنه‌های کشاورزی و مسکونی.</p> <p>- ایجاد محورهای گردشگری روستایی-کشاورزی باتوجه به پتانسیل‌های موجود مانند کریدور عبوری از پهنه‌های کشاورزی و روستایی تا فرودگاه اراک یا کویر میقان و ارائه محصولات کشاورزی، محصولات روستایی، عناصر تاریخی و هویت‌بخش</p> <p>- ایجاد باغ‌هایی با مقاصد تفریحی و زیست‌محیطی همراه با بهره‌وری‌های اقتصادی در زون‌های مجزا در پهنه‌هایی مانند باغات و یا پهنه کشاورزی</p> <p>- ایجاد بلت لاین اکولوژیک در میان پهنه‌های روستایی و کشاورزی و نقش بلت لاین در ارتباط دادن فضاهای درون و بیرون شهر با لاین‌های مجزا برای وسایل نقلیه موتوری، دوچرخه و پیاده‌روی در کلیه پهنه‌ها</p> <p>- تبدیل کریدورها و لکه‌های موجود و پیشنهادی به فضاهایی چند عملکردی و هویت‌بخش</p> <p>- اتصال و تقویت لکه‌های دارای ارزش اکولوژیک مانند پهنه باغات و روستا</p> <p>- تقویت لکه‌ها مانند پوشش گیاهی مناسب ذرات معلق در پهنه صنعتی</p> <p>- احیای پوشش طبیعی و درختی بومی حاشیه شرقی</p>

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷



فصلنامه پژوهش‌های روستایی

تصویر ۵. موقعیت بخشی از پهنه قنات ناصری. منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

جدول ۴. تحلیل PSR در بخشی از اراضی قنات ناصری.

فشار (P)	وضعیت (S)	پاسخ (R)		
		راهبرد	سیاست	اقدام
رشد بافت مسکونی درون سایت	تغییر پوشش اراضی و محدودیت بهسازی	برنامه‌ریزی هدفمند کاربری‌ها کنترل افزایش کاربری‌های ناهماهنگ	مداخله در جهت حفظ باغات و اراضی کشاورزی	ایجاد بافر برای اجزای ارزشمند سایت مانند قنات و باغات بر جای مانده حفظ اراضی در معرض تغییر و آسیب با تعریف جدیدی از فعالیت‌ها و فضاها مانند کشاورزی نوین، باغ محله مسکونی پایدار (بافت مسکونی موجود)، پارک‌ها ارتباط عناصر ارزشمند موجود ضمن بهسازی اکولوژیک اراضی ایجاد ارزش افزوده در سایت از طریق فضای اجتماعی و فرهنگی
				طراحی فضاهای احیاکننده باغات و کشاورزی با مشارکت مردم محلی مانند فضاهای گردشگری و ارائه محصولات ایجاد زون خدماتی در دو مقیاس محلی و شهری
افزایش جمعیت در مناطق مسکونی سایت	توسعه بافت مسکونی و استفاده از اراضی موجود برای سایت مانند تأسیسات و تجهیزات شهری، پارکینگ	ساماندهی اراضی با توجه به نیازهای ایجاد شده کاربری‌های ناهماهنگ با ماهیت سایت	طراحی محیط برای فضاهای خدماتی متناسب مشارکت دادن مردم محلی در طرح جدید اراضی باغ قنات	طراحی فضاهای احیاکننده باغات و کشاورزی با مشارکت مردم محلی مانند فضاهای گردشگری و ارائه محصولات ایجاد زون خدماتی در دو مقیاس محلی و شهری
				طراحی فضاهای احیاکننده باغات و کشاورزی با مشارکت مردم محلی مانند فضاهای گردشگری و ارائه محصولات ایجاد زون خدماتی در دو مقیاس محلی و شهری
کاهش کیفیت خاک	نخاله‌های ساختمانی رها شده رواناب‌های آلوده آلودگی آب قنات آلودگی ناشی از ورود وسایل نقلیه کاهش کیفیت بصری منظر سایت به دلیل مصالح، زباله‌ها	کاهش اثر عوامل آلاینده خاک	ساماندهی سیستم رواناب‌ها پالایش خاک از عوامل آلاینده ساماندهی ناهماهنگی‌های بصری	ایجاد فضای پالاینده رواناب‌ها به‌عنوان بخشی از پارک محله‌ای محدود کردن حرکت و ورود وسایل نقلیه سنگین پاک‌سازی مصالح ساختمانی استفاده از گیاهان مناسب جهت پالایش آب قنات از آلودگی فاضلاب شهری در مسیر رسیدن به سایت
				ایجاد فضای پالاینده رواناب‌ها به‌عنوان بخشی از پارک محله‌ای محدود کردن حرکت و ورود وسایل نقلیه سنگین پاک‌سازی مصالح ساختمانی استفاده از گیاهان مناسب جهت پالایش آب قنات از آلودگی فاضلاب شهری در مسیر رسیدن به سایت
بزرگراه در مجاورت باغات و اراضی کشاورزی	تردد وسایل نقلیه متعدد با مقاصد درون شهری و خارج شهری رها شدن اراضی حاشیه باغات و اطراف بزرگراه و منظر بی‌هویت	کاهش اثر آلودگی و بی‌نظمی در اثر مجاورت سایت با بزرگراه	ایجاد کمربند سبز در حاشیه اراضی مرتبط با بزرگراه ساماندهی بصری منظر حاشیه سایت به‌عنوان اولین فضا از اراضی قنات که از سمت بزرگراه توسط افراد تجربه می‌شود	استفاده از اراضی اطراف بزرگراه جهت کاشت گیاهان پالاینده طراحی فضای دعوت‌کننده و هویت‌بخش
				استفاده از اراضی اطراف بزرگراه جهت کاشت گیاهان پالاینده طراحی فضای دعوت‌کننده و هویت‌بخش
کاهش کیفیت پوشش گیاهی	پوشش گیاهی جدا شده از محیط اطراف اهمیت درختان پهن‌برگ به‌عنوان منبع متنوعی از درختان پهن‌برگ در شهر اراک	ایجاد ارتباط بین پوشش گیاهی سایت و پوشش گیاهی شهری	اتصال پوشش گیاهی سایت با پارک‌ها و پوشش گیاهی محلات مسکونی اطراف	امتناد دادن کریدورهای سبز موجود در محلات مسکونی حاشیه شرقی شهر از طریق سایت قنات ناصری طراحی گذر پیاده سبز، پارک و لکه‌هایی از درختان در قالب کریدور سبز تقویت کردن لکه‌های درختی موجود و ایجاد ارتباط بین لکه‌ها تقویت پوشش درختی بومی سایت
				امتناد دادن کریدورهای سبز موجود در محلات مسکونی حاشیه شرقی شهر از طریق سایت قنات ناصری طراحی گذر پیاده سبز، پارک و لکه‌هایی از درختان در قالب کریدور سبز تقویت کردن لکه‌های درختی موجود و ایجاد ارتباط بین لکه‌ها تقویت پوشش درختی بومی سایت
فقدان هویت مستقل و ویژه	تضعیف هویت روستایی و حومه شهری سایت بافت قدیمی رها شده عدم وجود هویت اجتماعی پررنگ	هویت بخشی با استفاده از پتانسیل‌های سایت	فضاهای جدید هویت‌بخش فرهنگ‌سازی و آموزش فرصت‌های گردشگری احیای هویت روستایی-باغ محله‌ای	ایجاد فضاهای گردشگری از طریق اراضی کشاورزی ایجاد باغ محله روستایی ایجاد فضاهای تفریحی آموزشی طراحی فضاهای یاد شده در مقیاس‌های محله‌ای، شهری و فراشهری
				ایجاد فضاهای گردشگری از طریق اراضی کشاورزی ایجاد باغ محله روستایی ایجاد فضاهای تفریحی آموزشی طراحی فضاهای یاد شده در مقیاس‌های محله‌ای، شهری و فراشهری

میزان مساحت، کمتر از میزان مطلوب بود.

در پژوهش شو^{۳۰} و همکاران (۲۰۱۸)، در منطقه جدید شانگان در استان هوبی چین، از شاخص RSEI برای پیش‌بینی کیفیت اکولوژیک استفاده شد که به دلیل عدم توسعه‌یافتگی شدید، وضعیت اکولوژیک موجود به‌طور کلی خوب برداشت شد. با این حال به دلیل اینکه پوشش چیره منطقه، پوشش زراعی بود، کیفیت اکولوژیک به فنولوژی پوشش زراعی حساس عنوان شد. این مسئله در مورد اراضی پیراشهری مورد مطالعه پژوهش حاضر در شهر اراک نیز وجود داشت و فنولوژی و دوره‌های رشد یا زمان برداشت محصولات زراعی بر کیفیت اکولوژیک حاصل از محاسبات شاخص، تأثیرگذار در نظر گرفته شد. همچنین نتایج شو و همکاران (۲۰۱۸)، نشان داد که منطقه نفوذناپذیر تأثیر قابل توجهی بر شرایط اکولوژیکی منطقه‌ای دارد. این شاخص در پژوهش هو و شو^{۳۱} (۲۰۱۸)، در شهر فوجو در استان فوجان چین نیز مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که فوجو در طول دوره مطالعه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ بهبودهای اکولوژیکی را تجربه کرده است و مقدار عددی شاخص RSEI افزایش داشته است. همچنین شکل‌گیری منطقه ساخته‌شده در طول دوره مورد مطالعه منجر به کاهش کیفیت اکولوژیک در بعضی قسمت‌های شهر و جنگل‌کاری شهری موجب ارتقای کیفیت محیطی در منطقه مرکزی شهر شده بود.

30. Xu

31. Hu & Xu

تصویر شماره ۶، طرح پیشنهادی نگارندگان در بخشی از اراضی قنات ناصری را نشان می‌دهد. در این طرح، فضاهای پیشنهادی به شکل پهنه‌ها و فضاهای مختلف با کارکرد اکولوژیک و هویت‌بخش ارائه شد که شامل پهنه مسکونی - خدماتی پایدار (بافت مسکونی موجود)، پارک موضوعی، پهنه گردشگری، پارک محله‌ای، بافر زون‌ها، ایجاد ارتباط بین پوشش‌های گیاهی موجود، ساماندهی مسیرهای روباز حرکت آب قنات و کشاورزی پایدار.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی وضعیت اکولوژیک حاشیه شرقی شهر اراک نشان داد بیشتر اراضی این محدوده باتوجه‌به روش استفاده‌شده در ارزیابی اکولوژیک در این تحقیق، به‌طور کلی دارای کیفیت اکولوژیک ضعیف هستند. همچنین بررسی و تحلیل پهنه‌های مختلف در قالب چهارچوب ارزیابی فشارهای وارد به محیط، مشخص کرد، عوامل و عناصر کاهش‌دهنده کیفیت اکولوژیک بیشتر شامل فعالیت‌های انسانی هستند که وجود فعالیت‌ها و فضاهای صنعتی، تغییر پوشش زمین و عدم تقویت پوشش گیاهی و به‌طور کلی فضاهایی که بیشتر تحت تأثیر توسعه بافت شهری و زیرساخت‌ها قرار داشته‌اند از جمله این موارد در حاشیه شرقی شهر اراک بوده است. از سوی دیگر وجود اراضی کشاورزی فعالی که در مجاورت روستاها به حیات خود ادامه می‌دهند، لکه‌های فضای سبز و باغات از جمله مواردی بودند که کیفیت اکولوژیک در آن‌ها مقادیر بالاتر و بهتری را به خود اختصاص داده بود ولی از لحاظ



تصویر ۶، طرح پیشنهادی بازطراحی بخشی از اراضی پیراشهری در محدوده قنات ناصری. منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

باید توجه داشت که نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از این شاخص، با توجه به تفاوت پوشش زمین در شهرهای گوناگون و پیرامون آن‌ها، ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه، فنولوژی گیاهی به‌خصوص در زمین‌های کشاورزی و همچنین کیفیت داده‌های ماهواره‌ای، متفاوت خواهد بود. به‌طور کلی از نظر نگارندگان در نواحی خشک‌تر و به دلیل بعضی چالش‌های موجود در این مناطق، شاخص RSEI می‌تواند با زیر شاخص‌ها یا چهارچوب‌های تکمیلی و کمک‌کننده و نیز متناسب با اقلیم و پوشش زمین، ارتقا یافته و بهبود پیدا کند.

از نظر این پژوهش، حفظ و بهبود هویت فضاهای روستایی موجود، بهسازی کشاورزی و باغداری روستایی، جلوگیری از اختلاط فضاهای صنعتی و شهری با فضاهای روستایی-کشاورزی، ایجاد و تقویت لکه‌های اکولوژیک به‌وسیله پوشش گیاهی بومی و یا متناسب با اقلیم، توجه به هویت گذشته سایت و یا اکوتوریسم روستایی - کشاورزی می‌تواند از اقدامات مؤثر در افزایش کیفیت اکولوژیک منظر حاشیه شرقی شهر اراک باشد.

تشکر و قدردانی

بنا به اظهار نویسنده مسئول، مقاله حامی مالی نداشته است.



References

- Allen, A. (2003). Environmental planning and management of the peri-urban interface: perspectives on an emerging field. *Environment and urbanization*, 15(1), 135-148.
- Arekhi, S., Niyazi, Y. (2010). Assessing different remote sensing techniques to detect land use changes (Case study in Dare-shahr, Ilam province). *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 17(1), 74-93. (In Persian).
- Balta, S., & Atik, M. (2022). Rural planning guidelines for urban-rural transition zones as a tool for the protection of rural landscape characters and retaining urban sprawl: Antalya case from Mediterranean. *Land Use Policy*, 119, 106144.
- Bann, S. (1995). The landscape approach of Bernard Lassus: Part II. *The Journal of Garden History*, 15(2), 67-106.
- Banu, N., & Fazal, S. (2016). *Livelihood and wellbeing in the urban fringe*. Springer International Publishing, Switzerland.
- Cui, L., Wang, J., Sun, L., & Lv, C. (2020). Construction and optimization of green space ecological networks in urban fringe areas: A case study with the urban fringe area of Tongzhou district in Beijing. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124266.
- Daneshpour, S., Sarrafi, M., Ashnaee, T. (2016). The Evolution of Peri-Urbanization in Tehran Metropolitan Fringe in 1996 to 2006 Towards a constructive development or a dispersed growth?. *Journal of Architecture and Urban Planning*, 8(16), 5-34. (In Persian).
- De la Barrera, F., Rubio, P., & Banzhaf, E. (2016). The value of vegetation cover for ecosystem services in the suburban context. *Urban Forestry & Urban Greening*, 16, 110-122.
- De las Rivas Sanz, J. L., & Fernández-Maroto, M. (2019). Planning strategies for a resilient urban fringe in three medium-sized Spanish cities. *Planning Perspectives*, 34(4), 725-735.
- Dutta, D., Kundu, A., Patel, N. R., Saha, S. K., & Siddiqui, A. R. (2015). Assessment of agricultural drought in Rajasthan (India) using remote sensing derived Vegetation Condition Index (VCI) and Standardized Precipitation Index (SPI). *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(1), 53-63.
- Esparza, A. X. (2009). Exurbanization and Aldo Leopold's Human-Land Community. In A. X. Esparza & G. McPherson (Eds), *The planner's guide to natural resource conservation: The science of land development beyond the metropolitan fringe* (pp. 3-26), Springer Science & Business Media, New York.
- Geneletti, D., La Rosa, D., Spyra, M., & Cortinovis, C. (2017). A review of approaches and challenges for sustainable planning in urban peripheries. *Landscape and Urban Planning*, 165, 231-243.
- Gholipoor, S., Kazemi, A. (2015). Development of non-places and threats for urban life A Case study of Kermanshah city. *Sociological Review*, 22(1), 77-101. (In Persian).
- Guo, H., Zhang, B., Bai, Y., & He, X. (2017). Ecological environment assessment based on Remote Sensing in Zhengzhou. *Earth and Environmental Science: IOP Conference Series* 94(1), 012190. IOP Publishing.
- Hazar, D., & Özkan, S. P. (2019). Urban Fringe Belt Planning and Design as a Green Infrastructure Strategy. *IDES'19 Symposium: Sustainability, Innovation, Production: IDES'19 Symposium, Bildiri Tam Metin Kitabı* (pp. 102-109). Izmir, Turkey.
- Hu, X., & Xu, H. (2018). A new remote sensing index for assessing the spatial heterogeneity in urban ecological quality: A case from Fuzhou City, China. *Ecological Indicators*, 89, 11-21.
- La Rosa, D., Geneletti, D., Spyra, M., Albert, C., & Fürst, C. (2018). Sustainable planning for peri-urban landscapes. In Perera, A., Peterson, U., Pastur, G., Iverson, L. (Eds), *Ecosystem services from forest landscapes* (pp. 89-126). Springer, Cham.
- Kamvasinou, K. (2003). The poetics of the ordinary: ambiance in the moving transitional landscape. In M. Dorrian, G. Rose (Eds.), *Deterritorialisations: Revisiting Landscapes and Politics* (pp. 182). Black Dog Publishing, London/New York.
- Kuhn, M. (2003). Greenbelt and Green Heart: separating and integrating landscapes in European city regions. *Landscape and urban planning*, 64(1-2), 19-27.
- Magidi, J., & Ahmed, F. (2019). Assessing urban sprawl using remote sensing and landscape metrics: A case study of City of Tshwane, South Africa (1984-2015). *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 22(3), 335-346.
- Meeus, S. J., & Gulinck, H. (2008). Semi-urban areas in landscape research: A review. *Living Reviews in Landscape Research*, 2(3), 1-45.
- Nairn, I. (1957). *Counter-attack against Subtopia*. London: Architectural Press.
- Norouzi, A., & Pagoli, A. (2014, May). Water sensitive urban design, a sustainable approach to reduce groundwater contamination and improve the quality of urban landscape, case study: Arak city. Paper presented at the First National Conference on Sustainable Ecology and Development, Arak. <https://civilica.com/doc/256820>. (In Persian).
- Pardo de Donlebun, R. (2012). Nature and Countryside within the urban fringe European periurban areas. Characterization and a management recommendations. Ministry of Agriculture, Fisheries and Environment. Andalusian Government (Sevilla).
- Pavesi, L. (2013). Ian Nairn, Townscape and the Campaign Against Subtopia. *Focus*, 10(1), 28.
- Peng, J., Hu, Y., Liu, Y., Ma, J., & Zhao, S. (2018). A new approach for urban-rural fringe identification: Integrating impervious surface area and spatial continuous wavelet transform. *Landscape and Urban Planning*, 175, 72-79.
- Pirnat, J. (2000). Conservation and management of forest patches and corridors in suburban landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 52(2), 135-143.
- Pryor, R. J. (1968). Defining the rural-urban fringe. *Social Forces*, 47(2), 202-215.
- Riadi, B., & Suriadi, A. B. (2017). Identification of paddy field using Landsat image in Karawang Regency, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 54(1), 012014.

- Robinson, N., Allred, B., Jones, M., Moreno, A., Kimball, J., Nangle, D., Erickson, T., Richardson, A. (2017). A dynamic Landsat derived normalized difference vegetation index (NDVI) product for the conterminous United States. *Remote Sensing*, 9(8), 863.
- Saxena, A. M., & Vyas, S. (2019). Peri urban development in developing countries. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10 (01), 2124-2133.
- Simon, D. (2008). Urban environments: issues on the peri-urban fringe. *Annual review of environment and resources*, 33, 167-185.
- Simon, D., & Adam-Bradford, A. (2016). Archaeology and contemporary dynamics for more sustainable, resilient cities in the peri-urban interface. In B. Maheshwari, B. Thoradeniya & V.P. Singh (Eds). *Balanced Urban Development: Options and Strategies for Liveable Cities* (pp. 57-83). Springer, Cham.
- Solecka, I., Rinne, T., Martins, R. C., Kytta, M., & Albert, C. (2022). Important places in landscape—investigating the determinants of perceived landscape value in the suburban area of Wrocław, Poland. *Landscape and Urban Planning*, 218, 104289.
- Spyra, M., Kleemann, J., Calò, N. C., Schürmann, A., & Fürst, C. (2021). Protection of peri-urban open spaces at the level of regional policy-making: Examples from six European regions. *Land Use Policy*, 107, 105480.
- Theobald, D. M. (2001). Land use dynamics beyond the American urban fringe. *Geographical Review*, 91(3), 544-564.
- Tian, Y., & Qian, J. (2021). Suburban identification based on multi-source data and landscape analysis of its construction land: A case study of Jiangsu Province, China. *Habitat International*, 118, 102459.
- Wang, H., Gong, X., Wang, B., Deng, C., & Cao, Q. (2021). Urban development analysis using built-up area maps based on multiple high-resolution satellite data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 103, 102500.
- Ward, D., Phinn, S. R., & Murray, A. T. (2000). Monitoring growth in rapidly urbanizing areas using remotely sensed data. *The Professional Geographer*, 52(3), 371-386.
- Wehrwein, G. S. (1942). The rural-urban fringe. *Economic Geography*, 18(3), 217-228.
- Xu, H. Q. (2013). A remote sensing urban ecological index and its application. *Acta Ecologica Sinica*, 33(24), 7853-7862.
- Xu, H., Wang, M., Shi, T., Guan, H., Fang, C., & Lin, Z. (2018). Prediction of ecological effects of potential population and impervious surface increases using a remote sensing based ecological index (RSEI). *Ecological Indicators*, 93, 730-740.
- Zhao, Y. W., Zhou, L. Q., Dong, B. Q., & Dai, C. (2019). Health assessment for urban rivers based on the pressure, state and response framework—A case study of the Shiwuli River. *Ecological indicators*, 99, 324-331.
- Žlender, V. (2021). Characterisation of peri-urban landscape based on the views and attitudes of different actors. *Land Use Policy*, 101, 105181.