

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 hypethral 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)

امیرهوشنگ احسانی^۱، زهرا حسین‌آبادی^۲

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

حکم

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

تفییر کاربری اراضی و توسعه تدریجی در حاشیه شهرها، از بین رفتن مناظر طبیعی، کشاورزی و مشکلات زیست محیطی در فضاهای پیراشه‌ری را به دنبال داشته است. مطالعه، ترمیم و بهسازی این اثرها بر مبنای اصول و روش‌های طراحی محیطی امری ضروری و چالش برانگیز است. با توجه 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 زیر‌شاخص 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 فضاهای حاصل از فشار فعالیت‌های انسانی، مقادیر پایین‌تر و در باختلاف اراضی کشاورزی فعال روستایی و پارک‌ها و فضای سبز پراکنده مقادیر بالاتری را به خود اختصاص داده بود. سپس نتایج حاصل در چهار چوب فشار-وضعیت-پاسخ تحلیل شد. در پایان بخشی از اراضی قنات ناصری، با توجه به باغات باقی‌مانده و فضاهای روستایی و کشاورزی آن در لبه شهر، بر اساس یافته‌ها و تحلیل‌های تحقیق، بهمنظور 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 ساخته شده 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 یا اراضی کاشته شده وزراعی، هزینه‌های زیادی را در پی داشته باشد (Esparza, 2009). مناظر جومه 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 تاب آوری این فضاهای ایجاد کرده است (Simon & Adam-Bradford, 2016). شهرها به عنوان پدیده‌های انسان‌ساخت و پویا دائمً 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 فضاهای چالش برانگیز می‌کند. (Geneletti, La Rosa, Spyra & Cortinovis, 2017). شکل گیری فضاهای پیراشه‌ری موجود در اطراف شهرها در فراینده اتفاق می‌افتد که عمدها شامل گسترش فضاهای مصنوعی بهسیوی محیط طبیعی، نیمه‌طبیعی یا کشاورزی است. این فراینده، فضاهای باز پیرامون شهر و تنوع زیستی آن را کاهش

1. Webster

* نویسنده مسئول:

دکتر امیرهوشنگ احسانی

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

تلفن: +۹۸ (۰۲۱) ۶۶۴۸۷۱۷۱

پست الکترونیکی: ehsani@ut.ac.ir

روستاشهری^۵ استفاده کرد که توسط بسیاری دیگر از پژوهشگران به کاربرده شد (Banu & Fazal, 2016). محیط‌های پیراشه‌ی معقولاً به عنوان منطقه گذار بین فضاهای شهری و حومه اطراف آن شناخته می‌شوند (Lamb, 1983, cited by Theobald, 2001). این حومه و منظر پیراشه‌ی می‌تواند محدوده گذار بین مناطق شهری و روستایی باشد (Meeus & Gulink, 2008). حاشیه روستاشهری مرز گسترش شهری و پویاترین فضا در منطقه شهری است (Peng, Hu, Liu, Ma & Zhao, 2018). در این مناظر به عنوان 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, Kypta & 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 تابه‌وسیله 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).

این 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، سابتوبیا^۸ می‌نامد (Pavesi, 2013). نایرن معتقد است که جرم سابتوبیا 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 & Kazemi, 2015) شتابناک و در حال گذار، با اجزای ناهمانگ و به عنوان منظری

ترکیب و شکل‌های مختلف پوشش و کاربری زمین و همچنین ساختارهای اجتماعی - اقتصادی متفاوت و زود دگرگون، انواع بسیار گوناگونی از مناظر پیراشه‌ی 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 فضاهایی باشند که محیط‌های شهری و روستایی را به هم پیوند می‌دهد. با این حال، گونه‌شناسی محیط‌های پیراشه‌ی و دیدگاه‌های مختلف در مورد رابطه بین مناطق شهری، پیراشه‌ی و روستایی، قابل بحث یا حل نشده باقی مانده است (Žlender, 2021). با توجه به آن که فشارهای ناشی از تغییر شکل و رشد شهری در حاشیه‌ها متتمرکز می‌شود، راهبردهای حمایت‌کننده برای همراه شدن توسعه شهری با هویت حاشیه و حومه به منظور انعطاف‌پذیری فضاهای پیراشه‌ی اهمیت می‌یابد (De las rivas sanz & Fernández-Maroto, 2019). برنامه‌ریزی مناسب محیط‌های پیراشه‌ی از فرسته‌های بسیار خوبی است که می‌توان از آن برای طراحی و تنظیم سیاست‌هایی که به حفظ و پایداری این فضاهای یاری می‌رساند بهره برد (Hazar & Özkan, 2019).

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

مروری بر ادبیات موضوع

عبارت حاشیه شهر^{۱۱}، که در این نوشتار با نام‌های حاشیه و پیرامون شهر، فضای پیراشه‌ی یا حومه شهر، هموندی مفهومی دارد؛ نخستین بار توسط تی.ال. اسمیت^{۱۲} در سال ۱۹۳۷، به عنوان منطقه ساخته شده 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 حدومرزهای آن‌ها، نمودهای گوناگونی در ادبیات دارند. برای مثال در روایان^{۱۳} (۱۹۴۲)، در کار خود بر روی شهرهای ایالات متحده، 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

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 تکه‌تکه شده، 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 رادر این زمینه ارائه نمایند (Magidi & Ahmed, 2019). در این پژوهش ابزار سنجش‌ازدور در کنار چهارچوب تحلیلی تحقیق، به کار برد شده و به عنوان ابزار اصلی تهیه داده‌های موردنیاز 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. هان چیو شو^{۱۵} (۲۰۱۳)، یک شاخص اکولوژیک مبتنی بر سنجش‌ازدور (RSEI)، راز طریق یکپارچه کردن چهار زیرشاخص (سبزینگی، رطوبت، خشکی، حرارت^{۱۶})، با استفاده از آنالیز مؤلفه اصلی (PCA)، توسعه داد که به صورت 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^{۱۷} (۲۰۱۸)، مورد استفاده قرار گرفت. در این روش، زیرشاخص‌های چندگانه‌ای که بازتاب دهنده 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 به کارگیری این شاخص در پژوهش پیش رو، نقشه کیفیت اکولوژیکی تهیه و نتایج حاصل در چهارچوب موردنظر تحقیق تحلیل می‌شود. درنهایت، بخشی از اراضی موجود در لبه شهر اراک با بهره‌گیری از یافته‌ها و تحلیل‌ها، مورد بازنگری قرار خواهد گرفت.

روشن‌شناسی 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

که هیچ ایده‌ای از اینکه خودش کجاست یا از جایی که شهر شروع می‌شود ندارد؛ با بی‌هویتی خود با آنچه اوژه به عنوان نامکان معروفی 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 مرتبه با غ 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 ابنزه هاوارد^{۱۸} در انگلستان مطرح شد (Saxena & Vyas, 2019) با افزایش توجهات زیست محیطی از سال ۱۹۷۰، حفاظت از طبیعت، احیای شهرها و یا موضوعاتی مانند اراضی رها شده و آلوده در توسعه کمریندهای 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 پیراشه‌ری 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 فناوری‌های 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 به عنوان ابزار بررسی ویژگی‌های پوشش زمین‌های شهری ثمریخش است (Ridd, 1995, cited by Ward, Phinn, & Murray, 2000). از جمله پژوهش‌های انجام‌شده در این چهارچوب می‌توان به پژوهش حاشیه شهری پرنت^{۱۹} (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، پرنت به نقش لکه‌ها و دالان‌های جنگلی در برقراری ارتباط این واحدها در حاشیه اشاره و پیشنهادهای خود را ارائه می‌کند. دلبراء، روبيو و بنزااف^{۲۰} (۲۰۱۶)، آثار توسعه منظر و تغییر شکل وضعیت نیمه‌طبیعی به زیستگاه حاشیه شهری را بررسی کرده‌اند. در پژوهش آن‌ها،

- 11. Ebenezer Howard
- 12. Purnat
- 13. De la Barrera, Rubio, Banzhaf

شد ادغام می‌کند. با توجه به اینکه وزن دهی تجربی ممکن است توزیع وزن را تحت تأثیر قرار دهد، آنالیز مؤلفه اصلی (PCA)، برای شناسایی اهمیت نسبی هر متغیر قبل از استفاده است (Hu & Xu, 2018). آنالیز مؤلفه اصلی یک روش فشرده‌سازی داده‌های چندبعدی است و قادر است اثر هم خطی 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^{۲۱}، استفاده شد.

در مرحله اول داده‌های سطح یک ماهواره لندست هشت و سنتجده OLI تهیه و پیش‌پردازش شد. تاریخ برداشت این داده‌ها بهمنظر مناسب بودن شرایط پوشش گیاهی موجود از نظر مرحله رشد گیاه، فصل برداشت و حرارت سطح زمین، خردامه سال ۱۳۹۷، انتخاب شد. همچنین در فرایند تهیه شاخص‌ها از نرم‌افزارهای ENVI 5.3 و Arc GIS 10.5 استفاده گردید. پس از آن آمده‌سازی داده‌ها در مراحل تهیه تصویر رادیانس، تصحیح اتمسفری تصاویر از طریق الگوریتم QUAC^{۲۲}، 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 محاسبه شده می‌پردازیم.

21. Principal component analysis

22. Pressure-State-Response

23. Quick atmospheric correction

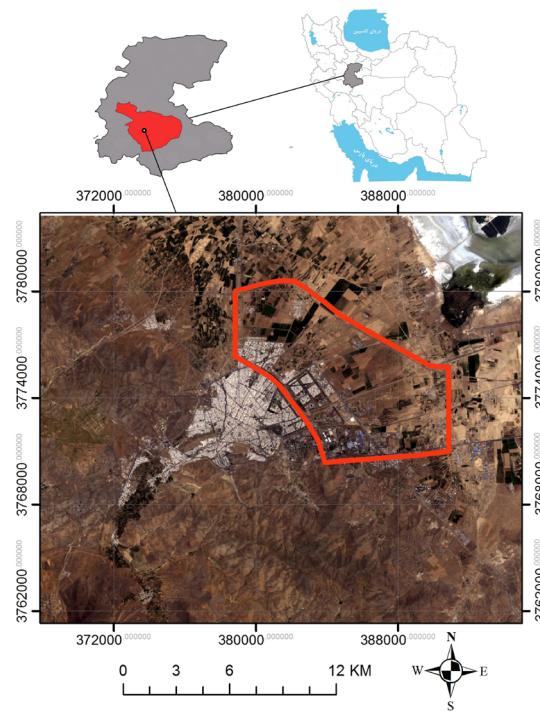
منطقه مورد مطالعه

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

روش کار

این پژوهش در چند بخش و با رویکرد توصیفی - تحلیلی تحقیق انجام شده است. بهمنظر ارزیابی وضعیت اکولوژیکی حاشیه شرقی شهر اراک از شاخص اکولوژیکی مبتنی بر سنجش از دور که از این پس به اختصار RSEI^{۲۳} 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, 2017) & 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= band1, b2= band2, b3= band3, b4= band4, b5= band5, b6= band6, b7= band7

شاخص دمای سطح زمین (LST)

در تهیه این شاخص پس از محاسبه تصویر رادیانس 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. با توجه 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 به عنوان 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 بر جسته می‌کند چراکه به طور معمول بازتاب بالاتری در منطقه مادون قرمز کوتاه در مقایسه با منطقه مادون قرمز نزدیک وجود دارد (Dutta, 2017). در این رابطه Envi Help 5.3. و 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)

NDVI از شاخص‌های گیاهی پرکاربردی است که برای توصیف وضعیت پوشش گیاهی استفاده شد. سازوکار این شاخص بر مبنای ویژگی‌های نوری ساختار سلولی برگ‌ها است. رنگدانه‌های فتوسنتری به طور 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, 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 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
پوشش گیاهی	-0/73345	+0/39429	-0/48407	+0/26635
دمای سطح زمین	+0/34886	+0/89641	+0/03703	-0/049179
نواحی ساخته شده	+0/48830	-0/17892	-0/50276	+0/69191
رطوبت سطحی	-0/+17790	+0/09468	+0/71522	+0/66922
مقدار ویژه مؤلفه‌ها	+0/03213	+0/00597	+0/00152	+0/00016
درصد مقدار ویژه مؤلفه‌ها	78/7875	17/0892	3/7298	+0/3935

فصلنامه پژوهش‌های روبوتیک

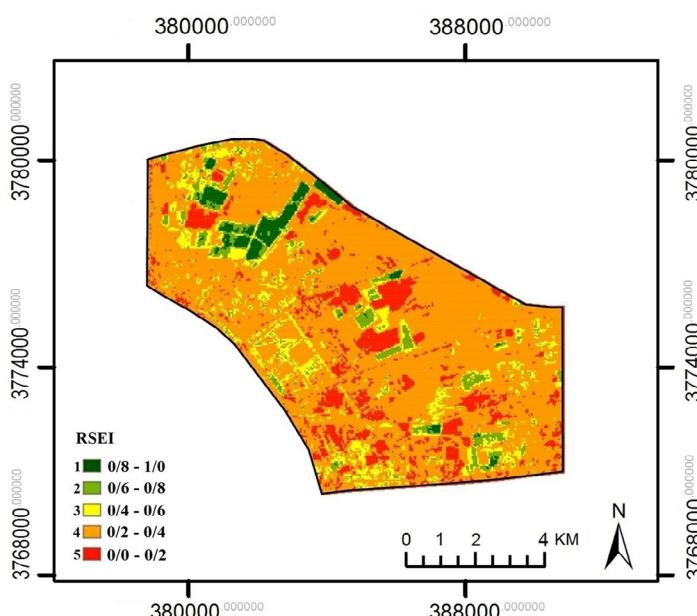
منبع: نگارنده‌گان، ۱۳۹۷

جدول ۲. ماتریس همبستگی شاخص‌ها در آنالیز مؤلفه اصلی.

شاخص‌ها	پوشش گیاهی	دما سطح زمین	نواحی ساخته شده	رطوبت سطحی
پوشش گیاهی	۱/۰۰۰۰۰	-۰/۵۳۲۲۳	-۰/۹۲۷۴۱	۰/۶۵۷۸۶
دما سطح زمین	-۰/۵۳۲۲۳	۱/۰۰۰۰۰	۰/۵۷۳۵	-۰/۳۹۴۶۰
نواحی ساخته شده	-۰/۹۲۷۴۱	۰/۵۷۳۵	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 زیرساختمانی شهری و صنایع نزدیک به روستاهای 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 تجزیه شده نشان می‌دهد.

در پهنه کشاورزی اراضی کشاورزی دارای پوشش گیاهی

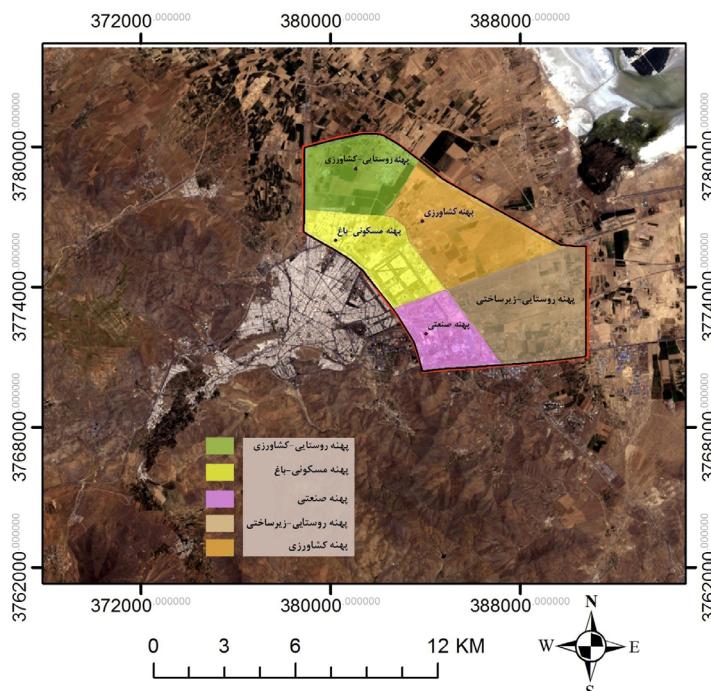
به منظور بررسی یافته‌های حاصل از شاخص RSEI، چهارچوب فشار - وضعیت - پاسخ به کار گرفته شد. بر اساس این چهارچوب، فعالیت‌های انسانی فشار معینی بر محیط وارد می‌کنند و به دنبال آن وضعیت محیطی دچار تغییر و دگرگونی می‌شود. جامعه انسانی به منظور ترمیم کیفیت زیست‌محیطی و یا جلوگیری از آسیب محیط، به این تغییرات پاسخ می‌دهد (Sun, 2014, cited by Zhao, Zhou, Dong, & Dai, 2019). بر مبنای چهارچوب ذکر شده 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 ناصروی ارائه گردید. در این راستا ابتدا با توجه به کاربری‌های غالب و تأثیرگذار حاشیه شرقی، پهنه‌بندی فضاهای مختلف صورت گرفت (تصویر شماره ۳)، که عبارت است از پهنه روستایی - زیرساختمانی، 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 اراک گردید (جدول شماره ۳).

به منظور 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 با توجه به کیفیت اکولوژیک متواتر و خوب در لکه‌های ارزشمند باقی‌مانده 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.

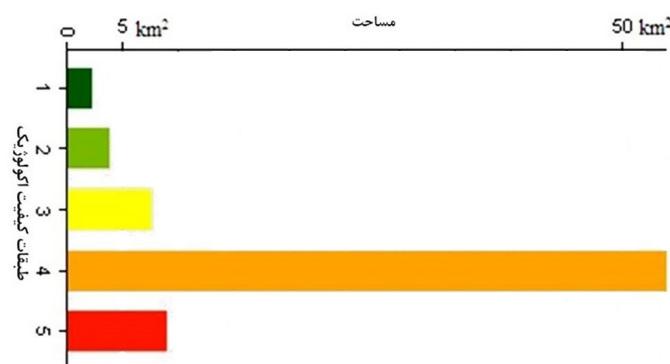
کیفیت‌های بالاتر و اراضی فاقد پوشش کیفیت‌های کمتر داشتند. لازم به ذکر است این مسئله چه در این پهنه چه در اراضی کشاورزی سایر پهنه‌ها وجود داشت که نیازمند در نظر گرفتن تأثیر فنولوژی گیاهان کاشته شده بر کیفیت اکولوژیکی در زمین‌هایی است که کاربری غالب آن کشاورزی است و نیز در اقلیم‌های خشکتر قرار دارد. بنابراین سیاست‌گذاری‌ها باید بر مبنای اقلیم، مقایسه کاربری‌های مرتبط به یکدیگر و نه تنها بر اساس مقدار کم کیفیت در این فضاهای 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



فصلنامه پژوهش‌های روستایی

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



فصلنامه پژوهش‌های روستایی

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

جدول ۳. تحلیل PSR در حاشیه شرقی شهر اراک.

فشار (P)	وضعیت (S)	پاسخ (R)
سیاست‌ها و اقدامات کلی		
<ul style="list-style-type: none"> - توسعه بافت شهری به سمت حومه 	<ul style="list-style-type: none"> - تغییر کاربری فضاهای شهری و صنعتی - توسعه زیرساخت‌های ارتباطی - تجزیه فضاهای از بین رفتن یکپارچگی - کوچک شدن عرصه‌های طبیعی-روستایی - از بین رفتن ارتباط معنادار فضاهای پیوستگی منظر و هویت مشخص - ضعف اهمیت حیات روستاهای حاشیه شهری - در هم‌آمیختگی عرصه‌های روستایی-کشاورزی با توسعه‌های شهری و صنعتی - تراکم و کثافت پایین پوشش گیاهی - تنوع و مساحت پایین پوشش گیاهی 	<ul style="list-style-type: none"> - کنترل افزایش سطح نفوذناپذیر - توجه و زمینه‌سازی جهت ارتقاء بخش کشاورزی از طریق روش‌های نوین کشاورزی و آبیاری در جهت بهسازی این اراضی در پهنه‌های کشاورزی و روستایی - برنامه‌ریزی محصولات کشاورزی در جهت کشت گیاهان با بهره‌وری مناسب با توجه به نیاز آبی و اقلیم بهخصوص در پهنه کشاورزی - تلفیق اراضی کشاورزی با کریدورهای طبیعی مانند باغات و درختزارها در جهت کاهش آلودگی هوا و مقاصد تفریحی در پهنه‌های مختلف، مانند آکواریکها در پهنه‌های کشاورزی و مسکونی. - ایجاد محورهای گردشگری روستایی-کشاورزی با توجه به پتانسیل‌های موجود مانند کریدور عبوری از پهنه‌های کشاورزی و روستایی تا فرودگاه ارak یا کویر میقان و ارائه محصولات کشاورزی، محصولات روستایی، عنصر تاریخی و هویت‌بخش - ایجاد باغ‌هایی با مقاصد تفریحی و زیست‌محیطی همراه با بهره‌وری‌های اقتصادی در زون‌های مجازا در پهنه‌هایی مانند باغات و یا پهنه کشاورزی - ایجاد بلت لاین اکولوژیک در میان پهنه‌های روستایی و کشاورزی و نقش بلت لاین در ارتباط دادن فضاهای درون و بیرون شهر با لاین‌های مجازا برای وسائل نقلیه متوری، دوچرخه و پیاده‌روی در کلیه پهنه‌ها - تبدیل کریدورها و لکه‌های موجود و پیشنهادی به فضاهایی چند عملکردی و هویت‌بخش - اتصال و تقویت لکه‌های دارای ارزش اکولوژیک مانند پهنه باغات و روستا - تقویت لکه‌ها مانند پوشش گیاهی مناسب ذرات معلق در پهنه صنعتی - احیای پوشش طبیعی و درختی بومی حاشیه شرقی
<ul style="list-style-type: none"> - توسعه صنعتی، - ضعیف بودن هویت روستا-باغی یا روستایی-کشاورزی زیرساختی در حاشیه شرقی - آلودگی هوا و ایجاد آلودگی خاک و تخریب پوشش گیاهی 	<ul style="list-style-type: none"> - حاشیه شرقی شهر 	<ul style="list-style-type: none"> - منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

فصلنامه پژوهش‌های روستایی



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)		اقدام
		راهبرد	سیاست	
رشد بافت مسکونی درون سایت	- تغییر پوشش اراضی و محلودیت 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 فضاهای 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
مشارکت مردم محلی مانند فضاهای گردشگری و ارائه محصولات	- توسعه بافت مسکونی و ساماندهی اراضی استفاده از اراضی موجود برای بازوجبه نیازهای ایجادشده کاربری‌های ناهماهنگ با ماهیت مسکونی سایت	- طراحی محیط برای فضاهای خدماتی متناسب	- مشارکت دادن مردم محلی در سایت سایت مانند تأسیسات و تجهیزات شهری، پارکینگ	- طراحی فضاهای احیاکننده باغات و کشاورزی با مشارکت مردم محلی مانند فضاهای گردشگری و ارائه فضاهای خدماتی متناسب - مشارکت دادن مردم محلی در طرح جدید اراضی باغ قنات - ایجاد زون خدماتی در دو مقیاس محلی و شهری در طبقه اجتماعی
کاهش کیفیت خاک	- نخلالهای ساختمانی رهاسنده - روانابهای آلووده - آلوگی آب قنات - آلوگی ناشی از ورود وسایل نقایه - کاهش کیفیت بصری منظر سایت به دلیل مصالح، زباله‌ها	- کاهش اثر عوامل آینده خاک	- طراحی سایت از روایانه با عنوان بخشی از پارک محله‌ای - پالایش خاک از عوامل آینده	- ایجاد فضای پالاینده روانابها به عنوان بخشی از پارک محله‌ای - محدود کردن حرکت و ورود وسائل تقلیلی سنگین - پاکسازی مصالح ساختمانی - استفاده از گیاهان مناسب جهت پالایش آب قنات از آلوگی فاضلاب شهری در سیسیر رسیدن به سایت
بازگرایی در مجاورت باغات	- تردد وسایل نقلیه متعدد با مقاصد درون‌شهری و خارج بی‌نظمی در اثر مجاورت سایت با بزرگراه - رها شدن اراضی حاشیه باغات و اطراف بزرگراه و اطراف بزرگراه و منظر بی‌هویت	- کاهش اثر آینده‌گی و شهری	- ایجاد کمربند سبز در حاشیه اراضی مرتبطاً با بزرگراه - استفاده از اراضی اطراف بزرگراه جهت کاشت گیاهان حاشیه سایت بد عنوان اولین پالاینده	- طراحی فضای دعوت‌کننده و هویت‌بخش سمت بزرگراه توسط افراد تجربه می‌شود
کاهش کیفیت پوشش گیاهی	- پوشش گیاهی جداسنده سایت از محيط اطراف - اهمیت درختان پهن برگ به عنوان منبع متنوعی از درختان پهن برگ در شهر اراک	ایجاد ارتباط بین پوشش گیاهی سایت گیاهی سایت و پوشش گیاهی گیاهی شهری	اتصال پوشش گیاهی سایت با پارک‌ها و پوشش گیاهی محلات مسکونی اطراف	- امتداد دادن کریدورهای سبز موجود در محلات مسکونی حاشیه شرقی شهر از طریق سایت قنات ناصری - طراحی گذر پایاده 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 قدریمی رهاسنده - عدم وجود هویت اجتماعی پررنگ	- هویت بخشی با استفاده از پتانسیل‌های سایت	- ایجاد فرم استواری از طریق اراضی کشاورزی تخریب شده قدیمی به شکل فضاهای جدید هویت‌بخش - فرهنگ‌سازی و آموزش - فراموشی از اراضی محله‌ای، شهری و فراشهری	- ایجاد فضاهای گردشگری از طریق اراضی کشاورزی - ایجاد باغ محله روستایی - ایجاد فضاهای تفریحی آموزشی - طراحی فضاهای یادشده در مقیاس‌های محله‌ای، احیای هویت روستایی - باغ محله‌ای

میزان مساحت، کمتر از میزان مطلوب بود.

در پژوهش شو^۳ و همکاران (۲۰۱۸)، در منطقه جدید شانگان در استان هوبی چین، از شاخص RSEI برای پیش‌بینی کیفیت اکولوژیک استفاده شد که به دلیل عدم توسعه یافته‌گی شدید، وضعیت اکولوژیک موجود به طور کلی خوب برداشت شد. بالاین 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 موردمطالعه 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^۴ و همکاران (۲۰۱۸)، نشان داد که منطقه نفوذناپذیر تأثیر اقبال توجهی بر شرایط اکولوژیکی منطقه‌ای دارد. این شاخص در پژوهش شو^۵ (۲۰۱۸)، در شهر فوجو در استان فوجان چین نیز مورداستفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که فوجو در طول دوره مطالعه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ ۲۰ بهبودهای اکولوژیکی را تجربه کرده است و مقدار عددی شاخص افزایش RSEI داشته است. همچنین شکل گیری منطقه ساخته شده در طول دوره موردمطالعه 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 نگارنده‌گان 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.

پژوهش و نتیجه‌گیری

بررسی وضعیت اکولوژیک حاشیه شرقی شهر اراک نشان داد بیشتر اراضی این محدوده با توجه به روش استفاده شده در ارزیابی اکولوژیک در این تحقیق، به طور کلی دارای کیفیت اکولوژیک ضعیف هستند. همچنین بررسی و تحلیل پهنه های مختلف در قالب چهار چوب ارزیابی فشارهای وارد به محیط، مشخص کرد، عوامل و عناصر کاهش دهنده کیفیت اکولوژیک بیشتر شامل فعالیت های انسانی هستند که وجود فعالیت ها و فضاهای صنعتی، تغییر پوشش زمین و عدم تقویت پوشش گیاهی و به طور کلی فضاهایی که بیشتر تحت تأثیر توسعه بافت شهری و زیرساخت ها قرار داشته اند از جمله این موارد در حاشیه شرقی شهر اراک بوده است. از سوی دیگر وجود اراضی کشاورزی فعالی که در مجاورت روستاهای حیات خود ادامه می دهند، لکه های فضای سبز و باغات از جمله مواردی بودند که کیفیت اکولوژیک در آن ها مقادیر بالاتر و بهتری را به خود اختصاص داده بود ولی از لحاظ



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

باید توجه داشت که نتایج به دست آمده با استفاده از این شاخص، با توجه به تفاوت پوشش زمین در شهرهای گوناگون و پیرامون آن‌ها، ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه، فنولوژی گیاهی به خصوص در زمین‌های کشاورزی و همچنین کیفیت داده‌های ماهواره‌ای، متفاوت خواهد بود. به طور کلی از نظر نگارندگان در نواحی خشک‌تر و به دلیل بعضی چالش‌های موجود در این مناطق، شاخص RSEI می‌تواند با زیر‌شاخص‌ها یا چهار چوب‌های 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 اختلالات فضاهای صنعتی و شهری با فضاهای روستایی-کشاورزی، ایجاد و تقویت لکه‌های اکولوژیک به وسیله پوشش گیاهی بومی و یا متناسب یا اقلیمی، توجه به هویت گذشته سایت و یا آکوتوریسم 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 Dara-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: ambience in the moving transitional landscape. In M. Dorrian, G. Rose (Eds.), *Deterritorialisations: Revisioning 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., & Gulnick, 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., Naugle, 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., Kypta, 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. *Eco-logical 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.