



Edible parks are an innovative strategy for enhancing environmental comfort and promoting sustainable urban development

Zahra Nobar¹, Akbar Rahimi^{2✉}, Jurgen Breuste³

1. Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: zahra.nobar@tabrizu.ac.ir
2. Corresponding author, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: akbar.rahimi@tabrizu.ac.ir
3. Department of the Environment and Biodiversity, University of Salzburg, Salzburg, Austria. Email: juergen.breuste@sbg.ac.at

Article Info

Article type

Research Article

Article history:

Received : 25 November 2024

Revised : 10 January 2025

Accepted 15 January 2025

Published : 18 February 2025

Keywords:

Edible Parks,
urban agriculture,
sustainable urban development,
microclimate,
Climate change.

ABSTRACT

Objective

Edible parks are an innovative strategy for revitalizing urban agricultural lands and promoting the sustainable development of cities. As multifunctional green infrastructure, they have the potential to improve air quality, reduce the effects of urban heat islands, and enhance food security through the production of local food and the strengthening of social engagement. These spaces contribute to urban resilience in the face of environmental and economic challenges.

Methods

This study utilized microclimatic simulation through ENVI-MET software, designed with three scenarios: bare land, agricultural land, and a combination of trees and crops in a large park at the urban agricultural site of Hokmabad. The simulation lasted 8 hours (from 10:00 to 18:00) on July 10, 2020, the hottest day of the year.

Results

The findings reveal that the edible park approach in this area, by preserving the structure of the study site, significantly reduced carbon dioxide concentrations—0.115 ppm in the agricultural land simulation and 2.69 ppm in the tree and crop combination scenario. Crop cultivation, on average, resulted in a reduction of 1.33 degrees in radiant temperature, while the combination of trees and crops reduced it by 10.26 degrees compared to bare land, marking a step toward urban climate improvement. Additionally, increasing vegetation in these spaces plays a crucial role in reducing environmental pollutants and enhancing urban air quality.

Conclusions

The results of this research demonstrate that integrating urban agriculture and developing edible parks, beyond meeting food needs, is an effective tool for improving cities' environmental and economic conditions. Edible parks not only serve as a solution to mitigate the negative effects of urbanization but also act as a driving force for sustainable urban development and the improvement of citizens' quality of life, offering a viable model for other cities to follow.

Cite this article: Nobar, Z., Rahimi, A., & Jurgen, B. (2025). Title of paper in lower case letters (except for initial letter of first word, initial of first word after a colon, and proper nouns). *Journal of Geography and Planning*, 28 (90)369-, 390. <http://doi.org/10.22034/gp.2025.64192.3318>



© The Author(s).

DOI: <http://doi.org/10.22034/gp.2025.64192.3318>

Publisher: University of Tabriz.

Introduction

Land is a critical natural resource, serving vital functions in food production and environmental services essential for human existence and development (Lee & He, 2024). Urbanization has adversely affected biodiversity, primarily through habitat loss, fragmentation, and degradation (Appleton et al., 2022; Ramírez-Delgado et al., 2022; Rosa et al., 2017). These effects, coupled with rapid urban growth, lead to permanent alterations in habitats and ecosystem functions (Chapin III et al., 2000; Chaudhary et al., 2015). Thus, it is imperative to implement effective urban planning strategies that mitigate climate change impacts while enhancing urban quality of life and public health (Boumans et al., 2014; Luber & McGeehin, 2008).

In recent decades, the incorporation of green spaces within urban parks has emerged as a vital strategy to address the challenges associated with urbanization (Akbari et al., 2001; Grimmond, 2007). Urban greening initiatives in parks can effectively reduce the urban heat island effect and improve microclimatic conditions for visitors by providing shade and enhancing thermal comfort (Ali-Toudert & Mayer, 2007; Park et al., 2012; Taha, 1997). Additionally, these initiatives help mitigate noise pollution (Van Renterghem et al., 2012), enhance air quality (Rahimi & Nobar, 2023; Jim & Chen, 2008; Nowak et al., 2006), and manage urban stormwater runoff (Armson et al., 2012). Moreover, urban parks promote increased physical activity, thereby contributing to the reduction of overweight and obesity risks.

Recognizing the multitude of environmental benefits that urban parks offer, there is a growing interest in how well-designed parks can attract more visitors and encourage prolonged stays. Beyond visual aesthetic appeal, thermal comfort is increasingly recognized as a crucial factor in outdoor space design (Rahimi & Nobar, 2023; Ali-Toudert & Mayer, 2007; Cheng et al., 2019; Heng & Chow, 2019; Johansson & Emmanuel, 2006; Karimi et al., 2020; Xu et al., 2019).

One innovative approach to managing urban spaces is the development of edible landscapes or edible parks, which aim to revitalize urban agricultural lands. This multifaceted strategy not only enhances urban green spaces but also contributes to food security and fosters social engagement. Edible parks transform public areas into spaces for cultivating food, thereby increasing community awareness of sustainable urban development (Ortez et al., 2024). By integrating urban agriculture into these spaces, edible parks address the challenges posed by urbanization and population growth, providing flexible solutions for ensuring access to healthy food (Adepoju et al., 2020).

Recent research indicates that revitalizing urban agricultural lands represents a promising response to the challenges of urbanization, environmental degradation, and sustainability (Rahimi & Nobar, 2023; Masheula, 2023; Nobar, 2022). As cities increasingly depend on imported food, edible parks can enhance local food production, thereby promoting food security and environmental sustainability (Li et al., 2024; Varzakas et al., 2024).

Key Concepts:

- **Edible Parks:** Edible parks exemplify innovative, nature-based solutions for sustainable urban transformation, significantly contributing to urban design while preserving existing structures and environments (Valizadeh & Dadashpour Moghadam, 2019). The development of urban green projects, ranging from small-scale interventions like green roofs to larger public green spaces, can substantially enhance sustainable urban development and improve quality of life.

- **Environmental Comfort:** Environmental comfort is a crucial consideration in urban park design. Thermal comfort, defined as the subjective satisfaction with environmental conditions, is influenced by various factors, including air temperature, humidity, and vegetation (ASHRAE, 2013). Several models, such as the wind chill index (Kargapolova, 2020), Physiological Equivalent Temperature (PET) (Binarti et al., 2020; Deb et al., 2010; Deng & Wong, 2020; Li & Liu, 2020; Lin et al., 2010; Sharmin et al., 2019; Shevchenko et al., 2020), and Universal Thermal Climate Index (UTCI) (Baaghdeh et al., 2016; Binarti et al., 2020; Brode et al., 2012; Li & Liu, 2020; Provençal et al., 2016; Xu et al., 2019), have been utilized to analyze the effects of microclimatic factors on thermal comfort.

The present study seeks to evaluate the environmental comfort of a large park located in District 4 of Tabriz, covering 600 hectares, making it one of the largest parks in Iran and the Middle East. The study employs microclimatic simulations to assess improvements in air quality, climate comfort, and reductions in environmental pollution. Scenarios based on the absence of the park, the establishment of an edible park, and the

preservation of vegetation are modeled using ENVI_MET 4.4.6 software. This research ultimately aims to assess environmental indicators related to air pollution (CO₂ levels), ambient temperature, and radiation coefficients while addressing the following research questions:

- To what extent does the enhancement of vegetation cover lead to improvements in air quality (measured by CO₂ levels) and increased oxygen production?
 - What are the implications of agricultural land degradation on climate comfort?

Materials and Methods

This research utilizes ENVI_MET 4.4.6 software for simulation, a three-dimensional model that analyzes interactions between surface, vegetation, and atmosphere, making it a prominent tool for urban climate modelling (Gusson & Duarte, 2016). The model examines urban design impacts on microclimates and quantifies vegetation effects, including leaf temperature, photosynthesis, soil moisture, and evaporation rates (Bruse, 2004).

Initial data for simulations are derived from meteorological parameters relevant to the study area, as outlined in the protection and development plan for Tabriz's large park (1399). Existing site conditions were also modelled using these data. The simulations incorporate daily cycles within urban structures, considering the influence of various building and vegetation configurations on microclimates (Celis & Frederico, 2018).

This study evaluates scenarios for vacant land cultivation, agricultural land simulation, and the integration of tree planting with crop production to establish an edible park. Ecological assessments, including CO₂ levels, air temperatures, and mean radiant temperatures (TMRT), are analyzed using the Leonardo V4.4 model and data from ENVI_MET V4.4.6. The PMV index and various recommended biometeorological indices are calculated using the Biomet V1.5.exe model.

Results

This study utilized ENVI-MET software to simulate three distinct scenarios: (1) vacant land devoid of vegetation, (2) agricultural land, and (3) combining crops with trees to develop a park. The selected native species from East Azerbaijan included the evergreen Silver Cypress (*Cupressus arizonica*), shade-tolerant Black Maple (*Acer nigrum*), and edible Oak (*Quercus*). These species were chosen for their superior performance due to their height, broad leaf area, and extensive canopy (Zhang et al., 2023).

Urban agriculture is critical in ecological transformation and is a key element in sustainable development (Rahimi & Nobar, 2023). Effective management and planning are essential to balance the needs of urban living with ecological requirements, thereby preventing the degradation of natural structures and biodiversity.

CO₂ Changes

The simulations demonstrated significant variations in CO₂ levels across the different scenarios. The first scenario (vacant land) recorded a CO₂ concentration of 405.81 ppm, while the agricultural scenario measured 405.69 ppm. In contrast, the park simulation with integrated plant species reduced the CO₂ concentration to 403.11 ppm. These results indicate that converting vacant land to agricultural use can lead to a CO₂ reduction of 0.12 ppm. Furthermore, the park scenario, characterized by the combination of trees and crops, achieved a greater reduction of 2.7 ppm, primarily due to the shading and height of the tree species, which enhanced the overall effect of the vegetation on atmospheric CO₂ levels.

- Air Temperature Changes

Analysis of air temperature changes revealed that including trees with crops significantly improved microclimatic conditions. The agricultural scenario exhibited no reduction in air temperature compared to bare agricultural land, whereas the combined scenario of trees and crops resulted in a temperature decrease of 0.50 °C. Specifically, during peak hours (16:00-18:00), the crop scenario led to a minimal temperature reduction of 0.013 °C, while the combination scenario achieved a more substantial reduction of 0.72 °C.

- Radiant Temperature Changes

Additionally, the presence of trees in the crop scenario significantly enhanced climatic indices, particularly by reducing the mean radiant temperature (TMRT). The agricultural scenario alone resulted in an average radiant temperature reduction of 1.33 °C compared to vacant land, while the hybrid scenario with trees achieved a noteworthy reduction of 10.26 °C. Peak reductions in radiant temperature were observed during critical hours (11:00, 12:00, 18:00), with the combined scenario resulting in the most substantial impact.

In summary, the findings of this study underscore the essential role of integrating agricultural practices and tree planting within urban planning frameworks. These measures can effectively mitigate atmospheric CO₂ levels, lower air temperatures, and enhance overall microclimatic conditions, highlighting the necessity of ecological principles in land-use planning to foster sustainability and biodiversity in urban environments.

Conclusion

The sustainable growth and environmental development of urban areas are imperative for creating attractive and livable cities. Urban agriculture, exemplified by the implementation of edible parks, plays a pivotal role in enhancing ecological sustainability while addressing the innate human need for green spaces. The strategic incorporation of diverse tree species is essential for mitigating urban heat islands and improving thermal comfort, particularly in the context of global warming and rapid urbanization. Recent research highlights significant fluctuations in vegetation coverage due to urban expansion; for instance, cities such as Tehran have witnessed a pronounced decline in green areas, whereas Metro Vancouver has experienced a notable increase in vegetation in specific regions. This variability underscores the importance of preserving urban green infrastructure, which delivers crucial ecosystem services including food production, carbon sequestration, and biodiversity enhancement. Furthermore, urban vegetation significantly contributes to air quality improvement by augmenting oxygen levels and absorbing carbon dioxide and other pollutants, with coniferous and broadleaf forests demonstrating the most substantial effects. Employing microclimate simulation tools like ENVI_MET enables a nuanced understanding of the ecological impacts of urban agricultural initiatives, illustrating the multifaceted benefits of integrating edible parks into urban planning frameworks. Beyond their environmental advantages, edible parks foster social cohesion and community engagement by providing local food sources, thereby bolstering economic resilience through reduced dependency on imported goods. Ultimately, this research highlights the integral role of urban agriculture and edible parks in achieving sustainable urban development, addressing critical environmental challenges while simultaneously enhancing social well-being and economic vitality, thus laying the foundation for more resilient and harmonious urban environments.



ادبیل پارک‌ها راهبردی نوآورانه در ارتقای آسایش محیطی و توسعه پایدار شهری

زهرا نوبر^۱، اکبر رحیمی^۲✉، یورگن بوروست^۳

۱. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: zahra.nobar@tabrizu.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

رایانامه: akbar.rahimi@tabrizu.ac.ir

۳. استاد، گروه محیط زیست و تنوع زیستی، دانشگاه سالزبورگ، سالزبورگ، اتریش. رایانامه: juergen.breuste@sbg.ac.at

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	هدف: ادبیل پارک‌ها به‌عنوان راهکاری نوآورانه برای احیای اراضی کشاورزی شهری و توسعه پایدار شهرها می‌باشد. چراکه به‌عنوان زیرساخت‌های سبز چندمنظوره، قادر به بهبود کیفیت هوا، کاهش اثرات جزایر گرمایی شهری، و ارتقای امنیت غذایی از طریق تولید مواد غذایی محلی و تقویت مشارکت‌های اجتماعی دارد، این فضاها به ایجاد تاب‌آوری شهری در برابر چالش‌های زیست‌محیطی و اقتصادی کمک می‌کنند.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۵	روش پژوهش: این مطالعه با استفاده از شبیه‌سازی میکرواقلیمی در نرم‌افزار ENVI-MET، با طراحی سه سناریو شامل زمین خالی از پوشش گیاهی، اراضی کشاورزی، و ترکیب درختان با محصولات زراعی در پارک بزرگ، محل اراضی کشاورزی شهری حکم آباد، به مدت ۸ ساعت (۱۸:۰۰ تا ۰۲:۰۰) در تاریخ ۱۰ تیرماه سال ۹۹ به‌عنوان گرم‌ترین روز سال صورت گرفت است.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۲۱	نتایج: یافته‌ها نشان می‌دهد که رویکرد ادبیل در این پارک با حفظ ساختار منطقه مورد مطالعه از طریق کاهش چشمگیر غلظت دی‌اکسید کربن در شبیه‌سازی اراضی کشاورزی ۰/۱۱۵ ppm و در سناریوی ترکیب درختان و محصولات زراعی ۲/۶۹ ppm سبب شده است در این میان کشت محصولات زراعی به طور میانگین سبب کاهش ۱/۳۳ درجه ضریب تابشی و ترکیب درختان و محصولات زراعی موجب کاهش ۱۰/۲۶ درجه‌ای این ضریب نسبت به زمین‌های بدون پوشش گیاهی شده که گامی در جهت بهبود اقلیم شهری می‌باشد. علاوه بر این، افزایش پوشش گیاهی در این فضاها نقش بسزایی در کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی و ارتقای کیفیت هوای شهری دارد.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۶	نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ادغام کشاورزی شهری و توسعه ادبیل پارک‌ها، فراتر از تأمین نیازهای غذایی، ابزار مؤثری برای بهبود شرایط زیست‌محیطی و اقتصادی شهرها است. ادبیل پارک‌ها نه تنها به عنوان راهکاری برای کاهش اثرات منفی شهرنشینی عمل می‌کنند، بلکه به عنوان نیروی محرکه‌ای برای توسعه پایدار شهری و بهبود کیفیت زندگی شهروندان، می‌توانند الگوی مؤثری برای سایر شهرها باشند.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۱/۳۰	کلیدواژه‌ها: ادبیل پارک‌ها، کشاورزی شهری، توسعه پایدار شهری، میکرواقلیم، تغییرات اقلیمی.

استناد: نوبر، زهرا؛ رحیمی، اکبر؛ و بوروست، یورگن (۱۴۰۳). ادبیل پارک‌ها راهبردی نوآورانه در ارتقای آسایش محیطی و توسعه پایدار شهری. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*،

۲۸ (۹۰)، ۳۶۹-۳۹۰

<http://doi.org/10.22034/gp.2025.64192.3318>



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه تبریز.

مقدمه

زمین به عنوان یکی از ارزشمندترین منابع طبیعی، دارای عملکردهای متعددی مانند تولید غذا و خدمات زیست‌محیطی است که برای بقا و توسعه انسان اهمیت زیادی دارد (Lee & He, 2024). توسعه شهری اثرات منفی قابل توجهی بر تنوع زیستی از طریق از دست دادن زیستگاه، تکه‌تکه شدن و تخریب دارد (Appleton et al., 2022, Ramírez-Delgado et al., 2022). ترکیب این اثرات نامطلوب با شهرنشینی منجر به تغییرات دائمی در زیستگاه‌ها و عملکردهای اکوسیستم می‌شود (دربندی و همکاران، ۱۴۰۲). استراتژی‌های مناسبی برای برنامه‌ریزی شهری در جهت کاهش اثرات نامطلوب تغییرات اقلیمی و بهبود کیفیت زندگی و سلامت در مناطق شهری مورد نیاز است (Boumans et al., 2014). در دهه‌های اخیر، فضاسازی سبز شهری در پارک‌های خاص شهری راه حلی ضروری برای کاهش مشکلات ناشی از شهرنشینی تبدیل شده است (Akbari et al., 2001; Grimmond, 2007). سبز شدن شهری در پارک‌ها می‌تواند اثر جزیره گرمایی شهر را کاهش داده و آسایش اقلیمی محیط را برای بازدیدکنندگان از طریق ایجاد سایه و تعدیل شرایط ریزاقلیمی بهبود بخشد (Ali-Toudert & Mayer, 2007; Park et al., 2012). همچنین، سبب کاهش سطح سر و صدا (آلودگی صوتی) (Van Renterghem et al., 2012)، بهبود کیفیت هوا (Jim & Chen, 2006; Nowak, Crane, & Stevens, 2008) و کاهش رواناب‌های آب طوفان شهری (Armson et al., 2012) منجر شود، علاوه بر این، پارک‌های شهری با افزایش سطح فعالیت بدنی افراد به طور غیرمستقیم به کاهش خطرات اضافه وزن و چاقی کمک می‌کند. با توجه به مزایای زیادی که پارک‌های شهری در بهبود زیست‌محیطی جوامع عمومی ارائه می‌کنند، علاقه شدیدی به دستیابی به درک بهتری در مورد اینکه چگونه یک طراحی خوب پارک شهری می‌تواند بازدیدکنندگان بیشتری را جذب کند یا آنها را برای ماندن طولانی‌تر جذب کند، وجود دارد. جدا از کیفیت زیبایی بصری منظره، آسایش حرارتی نیز به عنوان یکی از ملاحظات طراحی حیاتی برای استفاده از فضاهای بیرونی در نظر گرفته شده است (Rahimi and Nobar, 2023; Cheng, Zhang, & Huang, 2019; Xu, Jiang, & Zhang, 2019).

یکی از راه‌حل‌های پیشنهادی برای مدیریت فضاهای شهری، توسعه محوطه‌سازی خوراکی یا رویکرد ادیبل پارک‌ها می‌باشد، این استراتژی با هدف احیای اراضی کشاورزی شهری ارائه شده و با ارائه رویکردی چندجانبه، علاوه بر بهبود فضاهای سبز شهری، به افزایش امنیت غذایی و تقویت مشارکت اجتماعی کمک می‌کند و به عنوان فضاهایی سبز، گیاهان خوراکی را برای استفاده جامعه تولید کرده و رویکردی نوآورانه در مدیریت فضاهای سبز شهری به شمار می‌روند. هدف این پارک‌ها تبدیل فضاهای عمومی به مناطقی است که امکان تولید محصولات خوراکی برای استفاده روزمره جامعه را فراهم می‌سازد و نه تنها محلی برای افزایش تولید مواد غذایی را ارائه می‌دهند، بلکه موجب افزایش مشارکت و آگاهی جامعه در راستای توسعه پایدار شهری می‌شوند (Ortez et al., 2024). از طریق ادغام کشاورزی شهری در این فضاها، ادیبل پارک‌ها چالش‌های ناشی از رشد شهرنشینی و جمعیت را حل کرده و یک راه‌حل انعطاف‌پذیر برای تأمین غذای سالم ارائه می‌دهند (Adepoju et al., 2020). پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که استفاده از پتاسیل‌های موجود در اراضی کشاورزی شهری می‌تواند به عنوان پاسخی نوآورانه به چالش‌های شهرنشینی و تخریب محیط زیست و نیز بهبود پایداری اکولوژیکی و اجتماعی مطرح شود (Rahimi & Nobar, 2022; Masheula, 2023; Nobar, 2023). کشاورزی شهری به‌عنوان یکی از رویکردهای نوین در مدیریت پایدار شهرها، به بهره‌گیری از فضاهای درون‌شهری و حاشیه‌ای برای تولید مواد غذایی، ارتقای تاب‌آوری شهری و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی می‌پردازد و نقشی کلیدی در تقویت امنیت غذایی و ایجاد پیوند میان انسان و طبیعت در محیط‌های شهری ایفا می‌کند (زیاری و همکاران، ۱۴۰۳). کشاورزی شهری در تبریز، به ویژه در منطقه حکم آباد، فرصتی قابل توجهی برای رسیدگی به چالش‌های شهری از طریق ادغام زیرساخت‌های سبز است. احیای اراضی کشاورزی در تبریز برای ارتقای کیفیت محیط زیست و آسایش حرارتی بسیار مهم است. این رویکرد نه تنها آب و هوای شهری را بهبود می‌بخشد بلکه به توسعه پایدار شهری نیز کمک می‌کند (Rahimi and Nobar, 2023).

مطالعات اخیر نشان می‌دهند که احیای اراضی کشاورزی شهری می‌تواند به عنوان راه‌حل‌های نوین برای چالش‌های ناشی از

شهرنشینی و تخریب محیط زیست و پایداری اکولوژیکی و اجتماعی مطرح شوند (Rahimi & Nobar, 2023; Masheula, 2023; Nobar, 2022). باتوجه به وابستگی فزاینده شهرها به مواد غذایی وارداتی ادبیل پارک‌ها می‌توانند این وابستگی را با افزایش تولید مواد غذایی محلی کاهش داده (Li et al., 2024) و سبب کاهش وابستگی به منابع غذایی وارداتی و افزایش ارتقای امنیت غذایی و پایداری زیست محیطی می‌شوند (Varzakas et al., 2024).

منطقه کشاورزی شهری حکتاباد در تبریز، ایران، نمایانگر تقاطع حیاتی توسعه شهری و پایداری کشاورزی است. این منطقه به دلیل گسترش شهری با چالش‌هایی روبرو شده است، اما مطالعات اخیر پتانسیل آن را برای احیای مجدد از طریق شیوه‌های کشاورزی نوآورانه و استراتژی‌های کاربری زمین برجسته می‌کند. الگوی توسعه مکمل برای مدیریت رشد شهری ضروری است، زیرا هدف آن حفظ زمین‌های کشاورزی در عین حال سازگاری با توسعه شهر (Rahimi, 2016) است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که بدون مداخله در روند رشد شهر، زمین‌های کشاورزی در تبریز می‌تواند به طور قابل توجهی کاهش یابد و بر نیاز به برنامه ریزی شهری پایدار تأکید می‌شود (Rahimi, 2016).

– ادبیل پارک

ادبیل یک راه‌حل نوآورانه بر پایه طبیعت در جهت تحول پایدار شهری محسوب می‌شود. این روش با حفظ ساختارهای موجود، بدون تغییر در محیط فیزیکی، نقش مهمی در توسعه طراحی شهری ایفا می‌کند (ولی‌زاده و داداش‌پور مقدم، ۱۳۹۸). توسعه پروژه‌های سبز شهری در تمامی ابعاد، از سطوح کوچک مانند بام‌های سبز و فضاهای داخلی منازل تا فضاهای بزرگ‌تر مانند فضاهای سبز عمومی و اراضی رها شده، به عنوان زیرساخت‌های سبز می‌تواند نقشی کلیدی در توسعه پایدار شهری و بهبود سبک زندگی ایفا کند. پروژه‌های ادبیل در سراسر جهان تعهد شهروندان به بازآفرینی شهری را به شکل موفق و چشمگیری تقویت کرده است (Hall, 1993). ادبیل به عنوان یک رویکرد سیستماتیک در منظر شهری، به تولید مواد غذایی و پایداری زندگی در شهرهای سالم کمک می‌کند. این رویکرد جوامع محلی را با فعالیت‌های مشارکتی به توانایی غلبه بر فاصله‌های اجتماعی و ایجاد مشاغل سبز جدید هدایت می‌کند، که در نتیجه رشد اقتصادی و محلی را تقویت می‌کند و انسجام اجتماعی را افزایش می‌دهد. ادبیل، به عنوان یک شبکه باز و مشارکتی، این قدرت را به ساکنان شهرها را می‌دهد تا با استفاده از روش‌های عملی و بهره‌گیری از مزایای متعدد مانند آموزش مهارت‌های زندگی و تکنیک‌های پرورش مواد غذایی، به رشد فردی و جمعی دست یابند (Säumel et al., 2019). مزایای قابل توجه این رویکرد شامل ایجاد فرصت‌های شغلی معنادار برای جوانان، افزایش آگاهی عمومی درباره امنیت غذایی محلی، ترویج سبک زندگی سالم، و افزایش دسترسی به سبزیجات تازه است (Beatley, 2017).

از دیگر مزایای ادبیل می‌توان به اثرات شفافبخش طبیعت و فضاهای سبز اشاره کرد (Beatley, 2011). مفهوم ادبیل پارک‌ها عمدتاً بر فضاهای عمومی و خصوصی متمرکز است و به ایجاد زیرساخت‌های پایدار شهری و تعریف جدیدی از کاربری فضاهای باز کمک می‌کند. این رویکرد، علاوه بر فراهم کردن فضاهای تولید مواد غذایی، از طریق تقویت تعاملات اجتماعی و ایجاد اکوسیستم‌های شهری پایدار، کشاورزی شهری را به سطحی جدید از یکپارچگی اجتماعی و محیطی می‌رساند.

– آسایش محیطی

در کنار این مزایا، آسایش محیطی نیز به عنوان یکی از عوامل کلیدی در طراحی پارک‌های شهری به شمار می‌آید. آسایش حرارتی، که به عنوان رضایت ذهنی از شرایط محیطی تعریف می‌شود، تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله دمای هوا، رطوبت، و پوشش گیاهی قرار دارد (ASHRAE, 2013)، به عنوان مثال. شاخص سرمای باد (Kargapolova, 2020)، دمای معادل فیزیولوژیکی (PET) (Binarti, Triyadi, & Matzarakis, 2020; Deng & Wong, 2020; Li & Liu, 2020; Shevchenko et al., 2020) شاخص آب و هوای گرمایی جهانی (UTCI) (Binarti et al., 2020; Li & Liu, 2020; Xu et al., 2019)، این مدل‌ها برای آشکار کردن تأثیر عوامل ریزاقليمی مانند دمای هوا، تابش خورشیدی، سرعت باد و رطوبت نسبی بر آسایش حرارتی استفاده شده‌اند. علاوه بر این، در پاسخ به اثرات گرمای شهری قریب‌الوقوع، اکثر مطالعات گذشته بر آشکار کردن اثر خنک‌کننده پارک‌ها با بررسی دمای هوا و سطح آن‌ها تمرکز داشتند. مساحت یک پارک همیشه به عنوان یک عامل مهم بر دمای هوا در

یک پارک در نظر گرفته می‌شود (Lu, Yang, & Jin, 2012) چراکه پارک‌های بزرگ‌تر میزان بار سرمایشی بیشتری داشته و این تفاوت در شدت بار سرمایشی بین پارک‌های بزرگ و کوچک می‌تواند تا 2 K نیز باشد (Lu et al., 2012) با این وجود، حتی یک پارک کوچک با ابعاد 40×60 متر هم می‌تواند اثر خنک‌کنندگی قابل توجهی ایجاد کند (Saito, Ishihara, & Katayama, 1990). همچنین نتایج مطالعات نشان داد شکل پارک‌ها نیز تأثیر خنک‌کنندگی بر پارک نیز می‌گذارد (Ahmadi Venhari et al., 2017). پارک‌های دایره‌ای نسبت به پارک‌هایی با نسبت طول به عرض نزدیک به ۲ یا پارک‌هایی با شکل نامنظم خنک‌تر هستند (Chen, Su, Lu et al., 2012). علاوه بر این، نشان داده شده است که پوشش درختان تأثیرات قابل توجهی بر ریزاقليم یک پارک دارد (Atwa et al., 2020; Skoulika et al., 2014). درختان و پوشش گیاهی می‌توانند دمای سطح و هوا را کاهش دهند (Davtalab et al., 2020; Hami et al., 2019) و جهت باد (Honjo & Takakura, 1990; Li & Liu, 2020) را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این، ارتفاع، جهت، فاصله و فاصله ساختمان‌های اطراف بر دمای هوا و سطح تأثیر می‌گذارد (Castaldo et al., 2018) و تشعشعات خورشیدی بر میزان قرار گرفتن در معرض خورشید و سرعت باد در منطقه پارک تأثیر می‌گذارد (Kuang, 2020; Li & Liu, 2020). با این حال، اکثر مطالعات فوق در آشکار کردن تأثیر هندسه پارک بر آسایش حرارتی در پارک‌های شهری شکست خوردند. برخی از مطالعات قبلی تأثیر فضای سبز بر آسایش حرارتی را بررسی کرده‌اند.

مناطق سبز با درختان در تاج بزرگ (Sun et al., 2017) می‌توانند آسایش حرارتی را بهبود بخشند. درصد بالاتر پوشش سبز همچنین می‌تواند آسایش حرارتی را بهبود بخشد (Ali & Patnaik, 2018). با این حال، تمام این مطالعات به جای بررسی پیوندهای آن با پارک‌های مجاور و ویژگی‌های ساختمان اطراف در ارتباط با اثرات کل بر آسایش حرارتی شهری، صرفاً بر روی فضای سبز در انزوا متمرکز شدند (Ali & Patnaik, 2018; Colter et al., 2019; Sodoudi et al., 2018).

هدف از این پژوهش ارزیابی آسایش محیطی احداث پارک بزرگ واقع در منطقه ۴ تبریز (محله حکم آباد) با مساحت ۶۰۰ هکتار به عنوان یکی از بزرگترین پارک‌های ایران و خاورمیانه با شبیه‌سازی میکرواقليمی و ارزیابی میزان بهبود کیفیت هوا، آسایش اقلیمی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌باشد. این منطقه در غرب شهر تبریز واقع شده است طبق آمارنامه سال ۱۳۹۰، کاربری اراضی محله حکم آباد عمدتاً مسکونی می‌باشد و تنها ۰,۰۴۵ درصد از کل خدمات موجود شامل پارک می‌باشد (خوش‌سیمای سردرود و همکاران، ۱۳۹۹).

بر همین اساس با طراحی سناریوهای مبتنی بر عدم احداث پارک، احداث ادیبل پارک و حفظ پوشش گیاهی اقدام به شبیه‌سازی میکرواقليمی با استفاده از نرم افزار ENVI-MET4.4.6 در منطقه یاد شده در اوج گرما ی شهر تبریز صورت گرفته است، در نهایت به ارزیابی زیست محیطی شاخص آلودگی هوا (CO₂)، دمای محیط و ضریب تابشی پرداخته شده است. در نتیجه این پژوهش در جهت پاسخ به سوالات زیر می‌باشد:

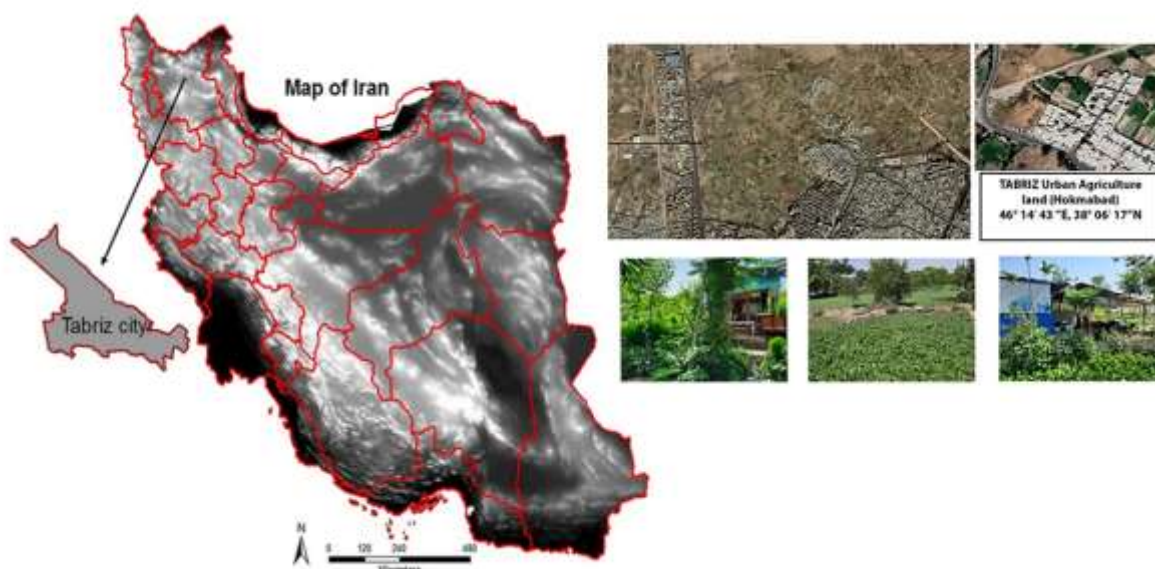
- میزان بهبود کیفیت هوا (ارزیابی شاخص CO₂) افزایش میزان اکسیژن تولیدی با بهبود پوشش گیاهی؟
- تخریب اراضی کشاورزی چه تأثیراتی بر آسایش اقلیمی می‌گذارد؟

معرفی محدوده مورد مطالعه

این سایت با مساحت ۶۰۰ هکتار به عنوان یکی از بزرگترین پارک‌های ایران و خاورمیانه در شمال غرب شهر تبریز قرار دارد. شهر تبریز در شمال غرب ایران در مرکز استان آذربایجان شرقی قرار دارد به عنوان چهارمین شهر ایران، در ارتفاع ۱۳۵۰ متری در محل تلاقی رودخانه قوری و رود آجی قرار دارد (رحیمی و نوبر، ۲۰۲۳، ۲۰۲۴). بر اساس آمار مرکز سرشماری ایران، این شهر ۲۲۷۰ کیلومتر مربع مساحت دارد. میانگین دمای تابستان بین ۱۴ تا ۳۰ درجه سانتیگراد و دمای زمستان بین ۵ تا -۴ درجه سانتیگراد متغیر است (استاندارداری وزارت استان آذربایجان شرقی، ۲۰۰۸).

شهر تبریز طی دهه‌های گذشته با افزایش جمعیت و توسعه بی‌رویه شهری مواجه شده است (رحیمی و نوبر، ۱۴۰۳). این توسعه باعث کاهش فضای سبز، زمین‌های کشاورزی و ارتباطات اکولوژیکی شده است (Mahmoudzadeh et al., 2022). رحیمی، ۱۳۹۵). تغییرات گسترده در کاربری زمین طی این دوره، سبب شده که شهر به‌جای فضای موزاییکی باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی، بیشتر به یک منطقه شهری تبدیل شود و بسیاری از ارزش‌های اکولوژیکی خود را از دست بدهد.

پژوهش حاضر اهمیت بازگرداندن اراضی کشاورزی رها شده به چرخه اکولوژیکی و همچنین بهره‌گیری از پتانسیل اراضی کشاورزی شهری از طریق روش‌هایی مانند ایجاد ادبیل پارک را برای احیای تنوع زیستی و گسترش فضای سبز نشان می‌دهد. در حال حاضر بخشی از اراضی کشاورزی شهری منطقه حکم آباد که دو رودخانه مهران رود و آجی‌چای از میان آن می‌گذرد در محل پیشین زمین‌های کشاورزی شهری تبدیل به پارک شده است، ادبیل پارک ها، به‌عنوان بخشی از راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت (NBS)، می‌توانند علاوه بر احیای زیستگاه‌های طبیعی و تنوع زیستی و مزایای اجتماعی و اقتصادی زیادی مانند کاهش اثرات گرمای شهری، جذب گردشگران و افزایش کیفیت زندگی برای ساکنان محلی ایجاد کنند و سبب گسترش نقش شبکه‌های سبز در تبریز را ایفا کند؛ در نهایت، این پژوهش بر اهمیت استفاده از روش‌های نوآورانه برای احیای اراضی شهری و کاهش اثرات منفی توسعه بی‌رویه شهری تأکید می‌کند. ادبیل پارک ها در شهر تبریز می‌توانند الگویی برای سایر شهرهای ایران و منطقه باشد که با مشکلات مشابهی مواجه هستند و به دنبال راه‌حل‌هایی برای بهبود کیفیت زیست‌محیطی و اجتماعی خود می‌گردند باشد. قسمتی از پارک بزرگ به بهره‌برداری رسیده و بخش‌های دیگر نیز در مرحله تملک و احداث قرار دارد، پارک بزرگ تبریز در صورت تکمیل و بهره‌برداری ریه تنفسی شهر تبریز تبدیل خواهد شد و همچنین یکی از مناطق جذب گردشگران داخلی و خارجی در آینده خواهد بود (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه شهر تبریز، منطقه مورد مطالعه، گوگل ارث

روش تحقیق پژوهش:

روش تحقیق در این پژوهش به صورت شبیه‌سازی در نرم افزار ENVI_MET4.4.6 می‌باشد؛ به عنوان یک مدل سه بعدی که تعاملات سطح، پوشش گیاهی و جو را مطالعه و شبیه‌سازی‌هایی را برای ابعاد ریزمقیاس ارائه می‌کند، و به عنوان یکی از شناخته‌شده‌ترین ابزارها برای مدل‌سازی اقلیم شهری می‌باشد (Gusson and Duarte, 2016). این ابزار امکان تحقیق و نظارت بر اثرات طراحی و معماری شهری بر اقلیم‌های کوچک و فضای باز را فراهم می‌کند (Simon et al., 2020)، همچنین به

محاسبه اثرات پوشش گیاهی مانند دمای بالقوه برگ‌ها، با در نظر گرفتن نرخ فتوسنتز، رطوبت خاک و نرخ تبخیر محلی می‌پردازد (Bruse, 2004).

داده‌های اولیه برای شبیه‌سازی در نرم‌افزار ENVI_MET، با استفاده از پارامترهای هواشناسی در محدوده مطالعاتی (مطالعات طرح حفاظت و توسعه پارک بزرگ تبریز، گزارش هوا و اقلیم (۱۳۹۹)) (جدول ۱) استخراج شده است. همچنین برای شبیه‌سازی شرایط موجود سایت با استفاده از همین داده‌ها و گزارش وضع موجود آبیاری و زهکشی (۱۳۹۹) (جدول ۲) بهره‌گرفته شده است. از دیدگاه ریزاقلیم، شبیه‌سازی‌ها چرخه‌های روزانه را در ساختارهای پیچیده شهری، از جمله ساختمان‌ها و گیاهان با اشکال و اندازه‌های مختلف در نظر می‌گیرند (Celis and Frederico, 2018). در چندین مطالعه برای پیش‌بینی دمای هوای نزدیک به زمین و کمک به درک تأثیر شکل شهری بر اقلیم کوچک استفاده شده است (Toska et al., 2018; Aslam and Rana, 2022) (شکل ۲). در نتیجه، شبیه‌سازی اثر این پارامترها را نادیده گرفته می‌شود، به این معنی که تغییر این متغیرها می‌تواند شرایط آسایش حرارتی را تغییر دهد.

این پژوهش با هدف بهره‌گیری از ظرفیت‌های بالقوه اراضی کشاورزی شهری و همسو با اهداف توسعه پایدار، به طراحی سناریوهایی برای احیای اراضی کشاورزی شهری در راستای احداث ادیبل پارک‌ها پرداخته شده است. این سناریوها، با رویکردی جامع و علمی، به منظور بهبود شرایط اکولوژیکی منطقه یاد شده و باززنده سازی زمین‌های کشاورزی طراحی شده‌اند. در این راستا از گونه‌های درختی بومی منطقه شمال غرب کشور (درخت به عنوان موثرترین زیرساخت اکولوژیکی سبزی) (Fauk & Schneider, 2023; Maurer, 2024; Rahimi & Nobar, 2023)) و بهره‌گیری از انواع گروه‌های درختی (همیشه سبز، برگ‌ریز، میوه دار، تضمین ارائه خدمات اکولوژیکی مداوم در طول سال صورت گرفته است، با توجه به اینکه کاربری پارک‌های شهری به بهره‌مندی مستمر و غیرمحدود از فضاهای سبز وابسته است و گونه‌ی زراعی متداول در منطقه‌ی یاد شده استفاده شده است، چراکه، استفاده از گونه‌های زراعی به‌عنوان بخشی از استراتژی احیای اراضی کشاورزی شهری، نقشی اساسی در حفظ عملکردهای اکولوژیکی و اجتماعی زمین‌های شهری ایفا می‌کند. این رویکرد نه تنها بر ارتقای کیفیت محیط‌زیست تأثیر می‌گذارد، بلکه به توسعه پایدار شهری و بهبود آسایش حرارتی در مناطق شهری کمک می‌کند.

به منظور ارزیابی این اهداف، سه سناریوی اصلی تدوین شده است:

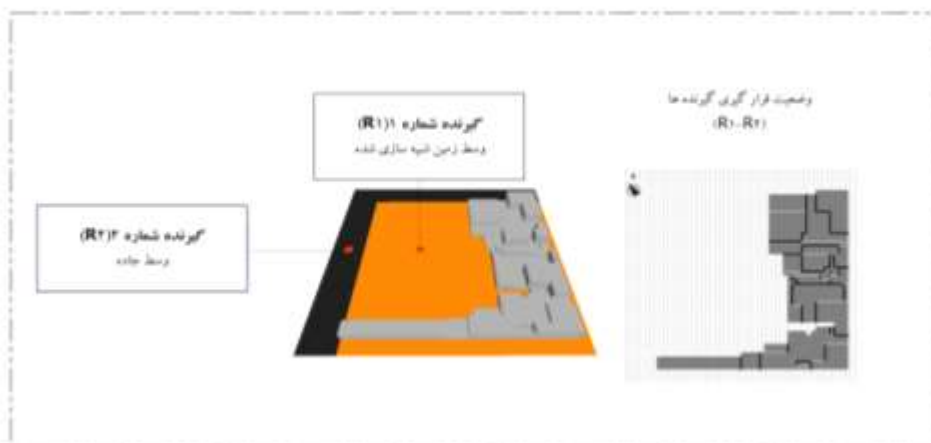
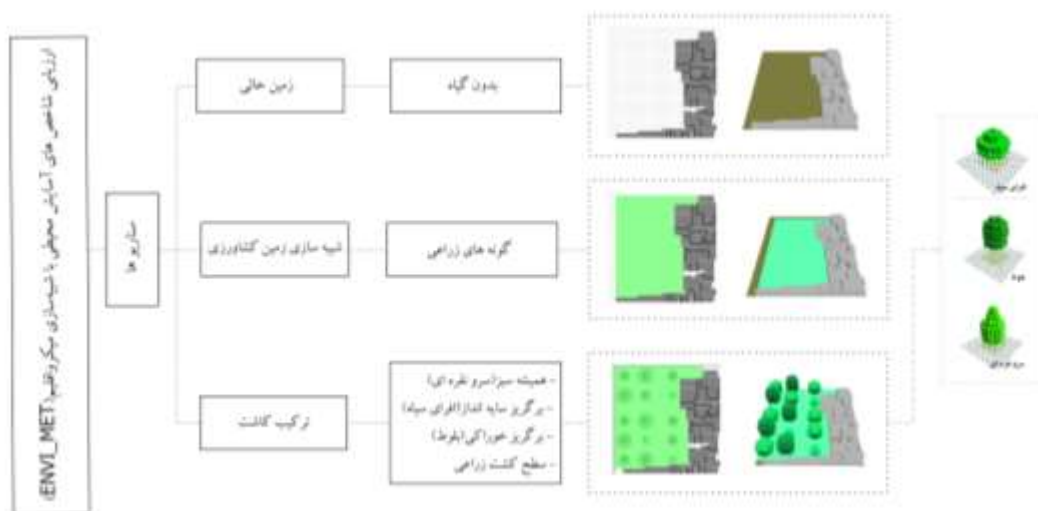
۱. **زمین خالی (بدون کشت محصول)**: به منظور تحلیل و ارزیابی وضعیت پایه اکولوژیکی منطقه بدون مداخله انسانی.

۲. **شبیه‌سازی زمین کشاورزی**: برای بررسی و حفظ کارکردهای کشاورزی شهری و سنجش تأثیر آن بر پایداری محیطی.

۳. **ترکیب کاشت درختان و محصولات کشاورزی**: با هدف ارزیابی پتانسیل ایجاد یک پارک شهری بزرگ با رویکرد ادیبل که بتواند ترکیبی از زیرساخت‌های سبز و تولید غذایی را ارائه دهد.

این سناریوها نه تنها فرصت‌های جدیدی برای ارتقای امنیت غذایی و بازسازی اکولوژیکی مناطق شهری فراهم می‌آورند، بلکه به عنوان یک ابتکار نوآورانه برای ادغام زیرساخت‌های سبز در برنامه‌ریزی شهری، به افزایش تاب‌آوری اکولوژیکی و اجتماعی مناطق شهری کمک خواهند کرد.

به ارزیابی اکولوژیکی (مقدار CO₂)، دمای هوا، میانگین ضریب تابشی (TMRT) در مدل فرعی Leonardo V4.4 برای استخراج نقشه‌های دو بعدی و داده‌های آب و هوا تولید شده توسط نرم‌افزار ENVI-Met V4.4.6 استفاده می‌شود. شاخص PMV با استفاده از مدل فرعی Biomet V1.5.exe استخراج شد. علاوه بر در دسترس بودن انواع شاخص‌های بیومترولوژیکی توصیه شده است (شکل ۳).



شکل ۲- مدل سازی سناریوهای شبیه سازی شده در نرم افزار ENVI-MET، ارتفاع ۱/۸ متر

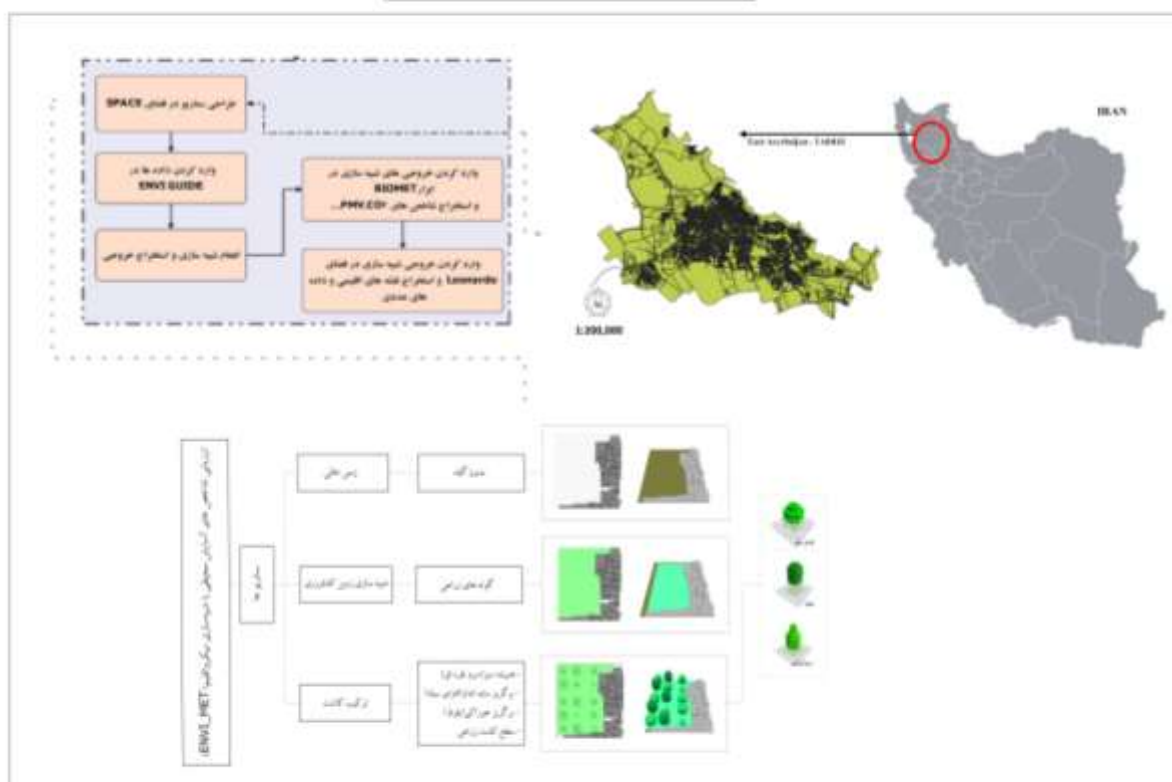
جدول ۱- پارامترهای هواشناسی در محدوده مطالعاتی (مطالعات طرح حفاظت و توسعه پارک بزرگ تبریز، گزارش هوا و اقلیم (۱۳۹۹))

پارامتر	شرح	واحد	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
بارش	مقدار	mm	۲۵/۶	۲۶/۲	۱۵/۷	۲۲/۷	۲۱/۶	۳۲/۴	۴۷/۴	۴۴/۵	۲۳/۶	۸/۳	۴/۴	۶/۶	۲۷۹
دما	حداکثر مطلق	C°	۳۰/۶	۲۳/۴	۲۱/۸	۱۶	۱۹	۲۵/۴	۳۰/۴	۳۳/۵	۳۹	۴۲	۴۰	۳۸	۴۲
	میانگین حداکثر	C°	۲۳/۱	۱۴/۸	۷/۳	۳/۲	۳/۹	۸/۴	۱۴/۶	۲۰/۷	۲۶/۷	۳۱/۳	۳۲/۶	۲۹/۷	۱۸
	میانگین روزانه	C°	۱۶/۷	۹/۵	۳	-۰/۸	-۰/۴	۳/۷	۹/۴	۱۴/۹	۲۰/۲	۲۴/۶	۲۵/۹	۲۲/۸	۱۲/۵
	میانگین حداقل	C°	۹	۲/۴	-۲/۵	-۵	-۳	۱/۴	۶/۶	۱۱/۳	۱۶/۶	۲۰/۴	۲۰/۲	۱۵/۲	۷/۷
	حداقل مطلق	C°	-۴	-۱۷	-۱۹/۵	-۲۵	-۲۲	-۱۹	-۱۲	-۰/۶	۴	۷	۱۰	۴	-۲۵
باد	جهت باد غالب	°	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵	۲۲۵	۲۲۵	۴۵	۴۵	۴۵	۱۱۲/۵	۴۵
	سرعت باد متوسط	m/s	۲/۴	۲	۱/۹	۲/۱	۲/۳	۲/۹	۳/۳	۳/۲	۳/۸	۴/۸	۴/۵	۳/۳	۳
	ساعات آفتابی	h	۲۳۱/۸	۱۷۷/۳	۱۳۲/۲	۱۳۲/۵	۱۴۶/۱	۱۷۹/۵	۲۰۱/۳	۲۶۹/۵	۳۳۶/۷	۲۵۲/۶	۳۳۹/۵	۳۰۲/۳	۲۷۹۴/۳
	روزهای یخبندان	d	۰	۹	۲۴	۲۸	۲۲	۱۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۹۶
	رطوبت نسبی (درصد)	mean	۵۱	۴۵	۷۲	۷۹	۶۲	۶۹	۵۶	۵۰	۴۱	۳۶	۳۶	۳۹	۵۴

جدول ۲- مساحت و ویژگی‌های کلاس‌های خاک شناسایی شده در محدوده مطالعاتی (مطالعات طرح حفاظت و توسعه پارک بزرگ تبریز. گزارش وضع موجود آبیاری و زهکشی (۱۳۹۹))

طبقه بندی اراضی	وسعت (هکتار)	توضیحات
I	۱۱۶	مناسب برای کشاورزی و آبیاری (فاقد محدودیت)
IIS	۳۰۸	برای کشاورزی و آبیاری مناسب بوده ولی این اراضی به دلیل برخورداری از یک یا چند عامل محدود کننده نظیر قابلیت نفوذ آهسته در این تحت کلاس قرار گرفته اند.
IIST	۸۸	برای کشاورزی و آبیاری مناسب بوده ولی دارای محدودیت هایی نظیر قابلیت نفوذ آهسته می باشند.
IISW	۱۶	برای کشاورزی و آبیاری مناسب بوده ولی دارای محدودیت هایی نظیر قابلیت نفوذ آهسته همراه با خصوصیات هیدرومورفیکی کم در این تحت کلاس قرار گرفته اند.
فاقد مطالعات	۸	-

روند انجام پژوهش



شکل ۳- روند انجام پژوهش

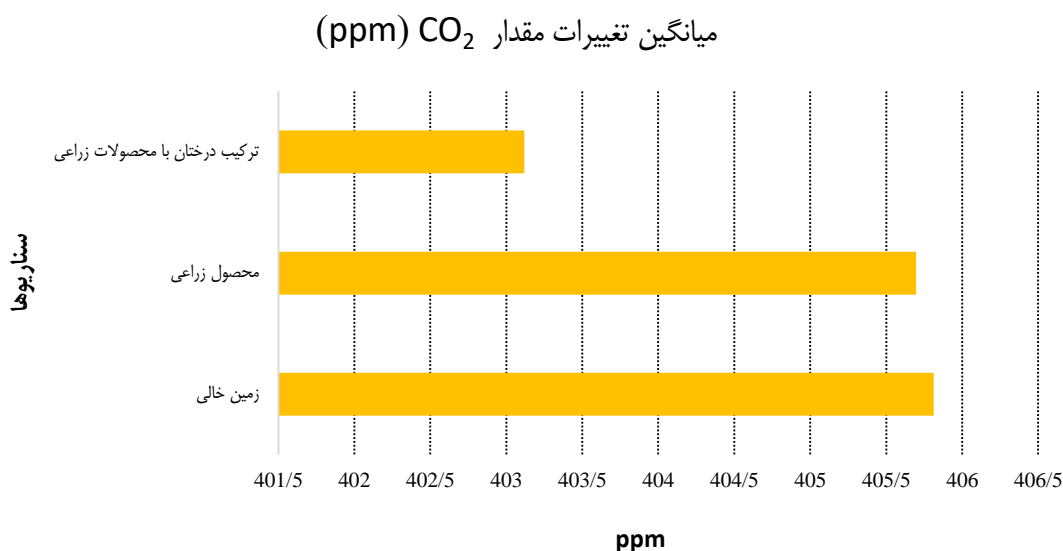
نتایج

شبیه‌سازی توسط نرم افزار ENVI-MET با طراحی سه سناریو متشکل از زمین خالی از پوشش گیاهی (اراضی رها شده کشاورزی)، اراضی کشاورزی (کاربری اول اراضی) و ترکیب محصولات زراعی با درختان (احداث پارک)، گونه های انتخابی بومی منطقه آذربایجان شرقی و متشکل از گونه های همیشه سبز (سرو نقره ای (Cupressus arizonica Greene))، برگریز سایه (Acer nigrum)، برگریز خوراکی (بلوط (Quercus))، لازم به ذکر است گونه های انتخابی دارای بهترین عملکرد در بین گونه های مشابه دارد چرا که دارای ارتفاعی بلند، سطح برگگی وسیع و تاج گسترده ای می باشند (Zhang et al., 2023). کشاورزی شهری و کاشت محصولات زراعی، نقش مهمی را در تغییرات اکولوژیکی و محیط زیست ایفا می کند و به عنوان عنصر کلیدی در توسعه پایدار به شمار می رود. بنابراین لازم است به گونه ای مدیریت و برنامه ریزی شود که هم انسان و نیازهای زندگی شهری و هم طبیعت و نیازهای اکولوژیکی آن در نظر گرفته شود (Rahimi & Nobar, 2023). بر این اساس و با توجه به تأثیراتی که یک برنامه ریزی اشتباه می تواند بر تخریب ساختارهای اکولوژیکی طبیعی همانند پوشش گیاهی مناطق کشاورزی شهری در درون و مجاورت شهرها و در نتیجه کاهش تنوع زیستی و پایداری فرآیندهای اکولوژیکی یک منطقه داشته باشد، لزوم توجه به اصول اکولوژیکی در برنامه ریزی کاربری اراضی امری ضروری می باشد. بنابراین، با توجه به تفاسیر ذکر شده با بررسی نقش محصولات زراعی در تعدیل دمای محیط و کاهش میزان CO₂، کاهش دمای هوا و ضریب تابشی به نتایج حائز اهمیت دست پیدا کرده ایم؛ لازم به ذکر است که در نرم افزار Envi-mt به دلیل عدم پوشش دهی این نرم افزار بر محصولات زراعی، از یک نوع پوشش سبز با ارتفاع ۲۵ سانتی متر استفاده شده است. داده های به دست آمده مربوط به ساعت ۱۲ بعد از ظهر و نقطه ی مرکزی ((۲۳،۲۳)) (مختصات گیرنده)) به عنوان گیرنده اول و برای بررسی تاثیرات سناریو های طراحی شده در نقاط پیرامونی سایت از گیرنده دوم با مختصات (۱،۲۴)، در نقطه ی مرکزی خیابان در مجاور سایت شبیه سازی استفاده شده است.

- گیرنده شماره ۱ (R1)

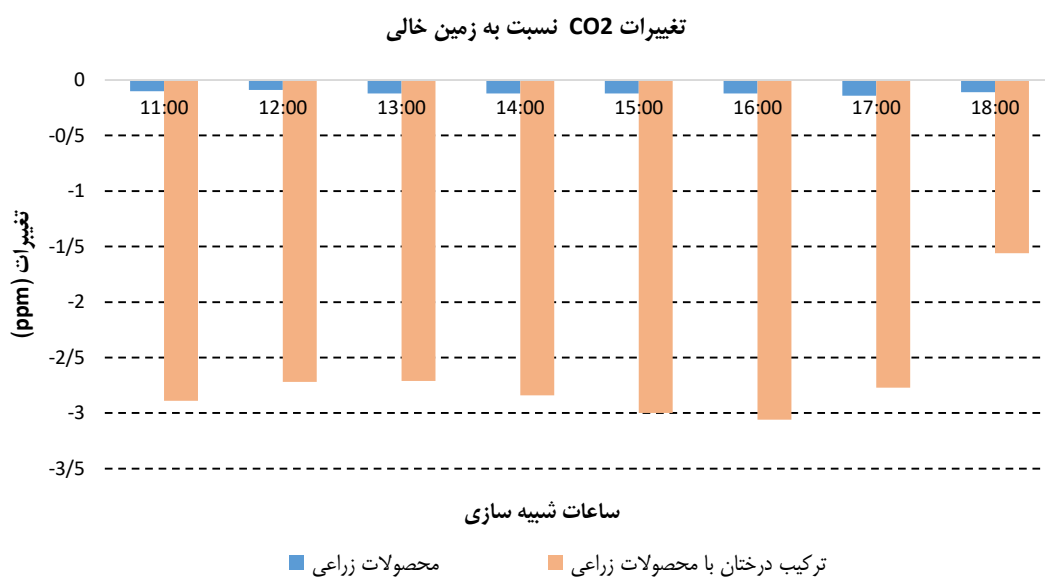
تغییرات میزان CO₂

با بررسی تاثیرات سناریوهای پیشنهادی بر تغییرات CO₂، نتایج حاکی از آن است که، مقدار کربن دی اکسید در سناریوی اول که شامل زمین خالی است برابر با ۴۰۵/۸۱ ppm در سناریوی شبیه سازی اراضی کشاورزی این مقدار برابر با ۴۰۵/۶۹ ppm می باشد؛ در نهایت در سناریوی مرتبط شبیه سازی پارک با گونه های گیاهی این مقدار برابر با ۴۰۳/۱۱ ppm می باشد (شکل ۴). این نتایج نشان می دهد که در صورت استفاده از زمین در جهت کشت محصولات زراعی، ۰/۱۲ ppm باعث کاهش میزان CO₂ نسبت به زمین خالی از محصول (زمین بایر) شده است در این میان سناریوی مرتبط با کاشت گونه های درختی و محصول زراعی (شبیه سازی پارک)، ۲/۷ ppm CO₂ موجود در جو را کاهش داده است. بر همین اساس سناریوی سوم موفق تر در جهت کاهش CO₂ عمل کرده است. که این عملکرد بهتر مرتبط با ارتفاع و سایه اندازی گونه های درختی می باشد که تاثیر کاشت گیاهان را افزایش می دهد.



شکل ۴- میانگین تغییرات مقدار کربن دی اکسید در مدت ۸ ساعت شبیه سازی، در ارتفاع ۱/۸۰ متری

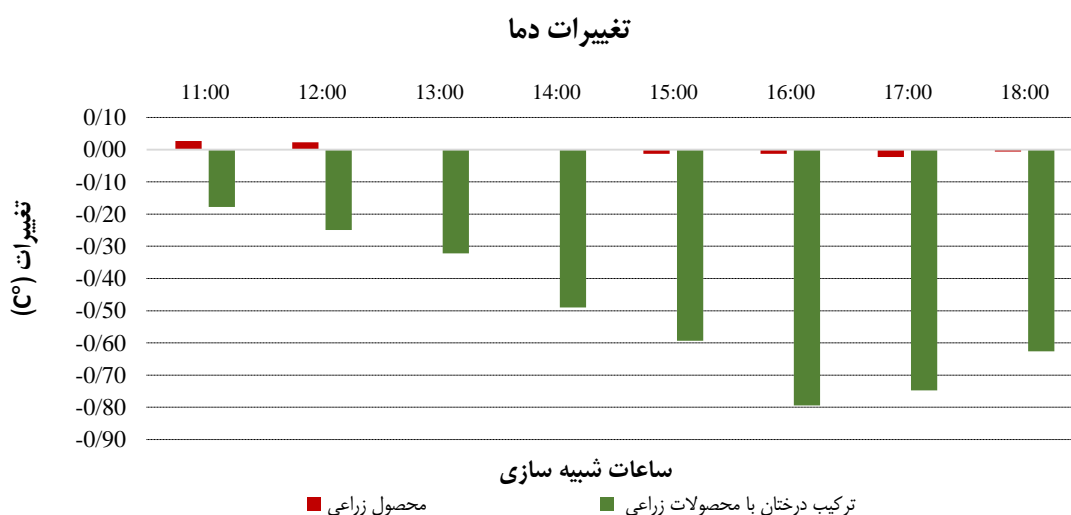
با توجه به شکل ۵، که مقدار تغییرات شاخص کربن دی اکسید در ۸ ساعت شبیه سازی را نشان می‌دهد؛ بر همین اساس تغییرات سناریوهای پیشنهادی نسبت به سناریوی اول که متشکل از زمین خالی (به عنوان سناریوی پایه) است کاملاً مشهود است چراکه به سبب این تغییرات، سناریوی شبیه سازی اراضی کشاورزی نسبت به زمین خالی $-۰/۱۱۵$ ppm کاهش مقدار کربن دی اکسید صورت گرفته است و سناریوی شبیه سازی پارک (متشکل در درختان همیشه سبز، برگ ریز میوه دار و برگریز سایه انداز، محصولات زراعی) با مقدار $-۲/۶۹$ ppm نسبت به زمین خالی تغییر کرده است. لازم به ذکر است این تغییرات در ساعات ۱۷:۰۰، ۱۶:۰۰، ۱۱:۰۰ به حداکثر مقدار خود نسبت به سناریوی اراضی کشاورزی شبیه سازی شده رسیده است و به صورت میانگین $۲/۹۰۶$ ppm مقدار CO₂ را در طی دوره ۸ ساعت شبیه سازی کاهش داده و سبب تغییرات قابل ملاحظه ای در مقدار کربن دی اکسید در جو را سبب شده است.



شکل ۵- نمودار تغییرات مقدار کربن دی اکسید نسبت به زمین خالی در مدت ۸ ساعت شبیه سازی در ارتفاع ۱/۸۰ متری

- تغییرات دمای هوا و میانگین ضریب تابشی:

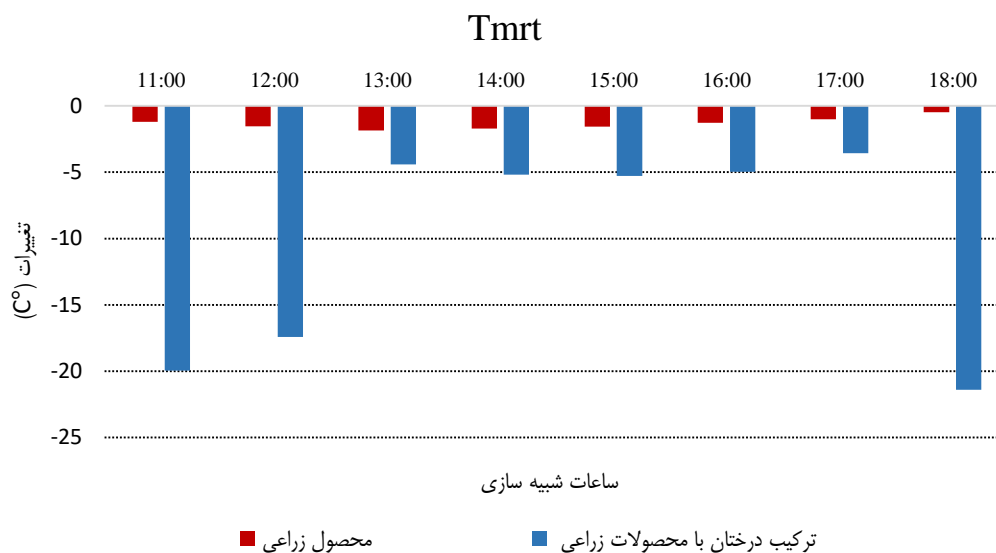
با توجه به شکل ۶، که مقدار تغییرات دمای هوا نسبت به زمین خالی فاقد گیاه را در مدت ۸ ساعت شبیه سازی (۱۸:۰۰-۱۰:۰۰) را نشان می دهد، نتایج حاکی از این است حضور درختان در سناریو ترکیب درختان با محصولات کشاورزی تاثیر بسزایی در بهبود شاخص های اقلیمی داشته است و سناریوی مربوط به محصولات زراعی با توجه به سناریو دوم از تغییرات کمتری در جهت بهبود شرایط ریز اقلیم برخوردار است، به طور کلی سناریوی محصول زراعی به طور میانگین ۰٫۰ درجه سبب تغییرات دمای هوا نسبت به زمین زراعی فاقد پوشش گیاهی شده و سناریوی متشکل از ترکیب درختان و محصول زراعی به طور میانگین ۰٫۵۰ درجه سانتی گراد سبب کاهش دمای هوا نسبت به سناریوی پایه (زمین زراعی فاقد پوشش گیاهی) شده است در این میان، ساعت ۱۸:۰۰، ۱۶:۰۰، ۱۷:۰۰، سناریوی متشکل از محصول زراعی و سناریوی متشکل از ترکیب درختان با محصول زراعی بیشترین تاثیر را در کاهش دمای هوا به ترتیب به صورت میانگین ۰٫۱۳/ درجه توسط سناریوی محصول زراعی و ۰٫۷۲/ درجه سانتی گراد توسط سناریوی ترکیب درختان با محصول زراعی را سبب شده است.



شکل ۶- تغییرات مقدار دمای هوا در سناریوها، در مدت ۸ ساعت شبیه سازی در ارتفاع ۱/۸۰ متری

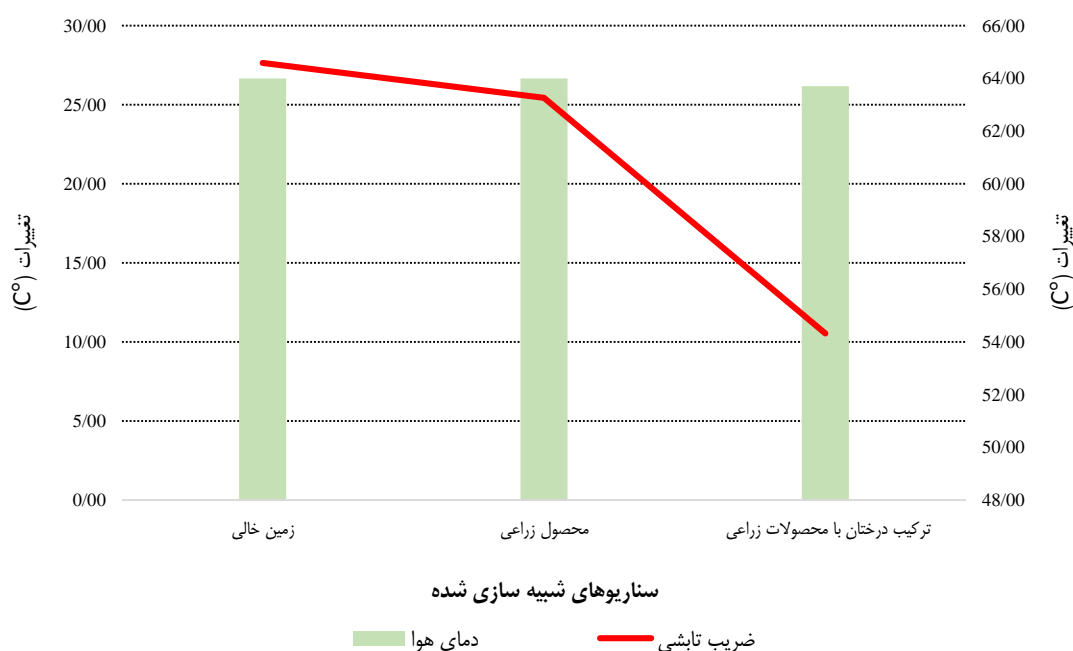
میانگین تغییرات ضریب تابشی نسبت به زمین خالی فاقد گیاه را در مدت ۸ ساعت شبیه سازی (۱۸:۰۰-۱۰:۰۰) توسط شکل ۷ به تصویر کشیده شده است، نتایج حاکی از این است حضور درختان در سناریو ترکیب درختان با محصولات کشاورزی تاثیر بسزایی در بهبود شاخص های اقلیمی به خصوص کاهش ضریب تابشی (افزایش انعکاس نور و گرما) داشته است و سناریوی مربوط به محصولات زراعی با توجه به سناریو دوم از تغییرات کمتری در جهت بهبود شرایط ریز اقلیم برخوردار است، به طور کلی سناریوی محصول زراعی به طور میانگین ۱/۳۳ درجه سبب تغییرات میانگین ضریب تابشی نسبت به زمین زراعی فاقد پوشش گیاهی شده و سناریوی متشکل از ترکیب درختان و محصول زراعی به طور میانگین ۱۰/۲۶ درجه سانتی گراد سبب کاهش ضریب تابشی نسبت به سناریوی پایه (زمین زراعی فاقد پوشش گیاهی) شده است در این میان، ساعت ۱۴:۰۰، ۱۳:۰۰، ۱۲:۰۰، سناریوی متشکل از محصول زراعی ۱/۷۲ درجه سانتی گراد به صورت میانگین سبب کاهش ضریب تابشی نسب به زمین خالی فاقد پوشش گیاهی شده است و در ضعیف ترین ساعات عملکرد که شامل ۱۸:۰۰، ۱۷:۰۰، ۱۶:۰۰ می باشد به صورت میانگین ۰/۹۲ درجه سانتی گراد سبب کاهش ضریب تابشی در این میان سناریوی متشکل از ترکیب درختان با محصول زراعی بیشترین تاثیر در کاهش ضریب تابشی را در ساعات ۱۸:۰۰، ۱۲:۰۰، ۱۱:۰۰ را داشته است و سبب کاهش

ضریب تابشی به میانگین $۱۹/۵۸$ درجه سانتی‌گراد شده است این سناریو در ضعیف‌ترین ساعات عملکردی خود که شامل $۱۷:۰۰$ ، $۱۶:۰۰$ ، $۱۳:۰۰$ می‌باشد به صورت میانگین سبب کاهش ضریب تابش به مقدار $۴/۳۳$ درجه سانتی‌گراد شده است.



شکل ۷: تغییرات مقدار ضریب تابشی در سناریوها، در مدت ۸ ساعت شبیه‌سازی در ارتفاع $۱/۸$ متری

تغییرات دمای هوا و ضریب تابشی در راستا و هم‌جهت باهم دیگر قرار داشته است، چراکه با توجه به نتایج حاصل از شکل ۸، دمای هوا در سناریوی محصول زراعی برابر با $۲۶/۶۶$ درجه بوده است که در سناریوی ترکیب درختان با محصولات زراعی $۰/۵$ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش دمای هوا شده است در حالی که ضریب تابشی نیز در زمین خالی برابر با $۶۴/۵۸$ درجه بوده که سناریوهای محصول زراعی و ترکیب درختان با محصولات زراعی به ترتیب سبب کاهش از زمین خالی از پوشش گیاهی (پایه) به مقدار $۱/۳۳$ درجه سانتی‌گراد و $۱۰/۲۸$ درجه سانتی‌گراد شده‌اند.



شکل ۸: تغییرات مقدار دمای هوا و ضریب تابشی در سناریوها، در مدت ۸ ساعت شبیه‌سازی در ارتفاع $۱/۸$ متری

گیرنده شماره ۲ (R2)

گیرنده شماره ۲، به‌عنوان نقطه‌ای خارج از محدوده پوشش گیاهی و واقع در زمینی با پوشش آسفالت و فاقد هرگونه پوشش گیاهی، به‌طور خاص برای تحلیل اثرات غیرمستقیم سناریوهای طراحی شده و بررسی تأثیر حضور یا عدم حضور پوشش گیاهی بر شرایط اقلیمی در محیط اطراف سایت انجام شده است. نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد که حضور پوشش گیاهی تأثیر قابل توجهی بر کاهش دما و بهبود شرایط اقلیمی دارد. بر اساس داده‌های ارائه‌شده در شکل ۹، حضور پوشش گیاهی در گیرنده شماره ۲، در مقایسه با زمین خالی شبیه‌سازی‌شده، منجر به کاهش دمای هوا به میزان ۰/۲۵ درجه سانتی‌گراد در سناریوی محصول زراعی و ۰/۷۹ درجه سانتی‌گراد در سناریوی ترکیب درختان با محصولات زراعی شده است. علاوه بر این، میانگین ضریب تابشی نیز در سناریوی محصول زراعی ۰/۴۴ درجه سانتی‌گراد و در سناریوی ترکیبی ۷/۴۶ درجه سانتی‌گراد کاهش داشته است.

در ارتباط با تغییرات مقدار CO_2 ، شبیه‌سازی‌ها نشان داده‌اند که این شاخص در مقایسه با زمین خالی فاقد پوشش گیاهی، به ترتیب در سناریوی محصول زراعی و ترکیب درختان با محصولات زراعی به میزان ۰/۲۶ ppm و ۴/۹ ppm کاهش یافته است. این نتایج تأیید می‌کنند که تأثیر پوشش گیاهی بر کاهش شاخص CO_2 به‌عنوان آلاینده محیطی در گیرنده شماره ۲ بیش از گیرنده شماره ۱ بوده است.

تحلیل‌ها همچنین نشان می‌دهند که تغییرات دمایی در گیرنده شماره ۲ در مقایسه با گیرنده شماره ۱ کاملاً محسوس است. این داده‌ها بر اهمیت کاشت ترکیبی پوشش گیاهی در بهبود دما و ارتقای شاخص‌های اقلیمی در محیط اطراف تأکید می‌کند. اگرچه تأثیرات میانگین ضریب تابشی در گیرنده شماره ۲، به دلیل فاصله از پوشش گیاهی، به مراتب کمتر از گیرنده شماره ۱ بوده است. این یافته‌ها تأیید می‌کنند که ترکیب گونه‌های مختلف پوشش گیاهی (درختان و محصولات زراعی) می‌تواند تأثیرات اقلیمی مؤثری حتی در فواصل دورتر داشته باشد و نقشی اساسی در بهبود شرایط اقلیمی و کاهش آلاینده‌ها ایفا کنند.



شکل ۹: تغییرات مقدار دما، ضریب تابشی و CO₂ در سناریوها، در مدت ۸ ساعت شبیه سازی در ارتفاع ۱/۸ متری (درگیرنده شماره ۲)

بحث:

رشد و توسعه زیست محیطی شهرها موضوعی است که در بسیاری از شهرهای دنیا در حال شکل گیری و پیگیری است، زیرا گسترش و رشد شهرها در صورتی که همراه با توسعه و به کار گیری مفاهیم پایه ای اکولوژیکی نباشد، در نهایت سبب این خواهد شد که شهرها تنها محلی برای سپری کردن زمان توسط شهرنشینان تبدیل خواهد شد و هیچ گونه جذابیتی برای ساکنان نخواهد داشت. مناطق کشاورزی شهری عرصه‌ای برای بسیاری از فعالیت‌ها در محیط باز و یکی از مهمترین موضوعات مورد بحث در پایداری شهرها و بهبود اکولوژیکی آن است. ضرورت و نیاز روانی انسان به حضور در فضاهای باز و اهمیتی که در برقراری آسایش در اینگونه فضاها احساس می‌شود (Morakinyo, et al, 2017)، بر همین اساس حضور طولانی‌تر و با کیفیت‌تر افراد در این دسته از فضاها ارتباط مستقیم با حضور گیاهان به ویژه درختان در بهبود و تعدیل شرایط موجود دارد (Salata et al., 2017).

– شاخص پوشش گیاهی و توسعه فیزیکی شهری در سال‌های اخیر

کاشت درختان یکی از ابزارهای موثر برای مبارزه با جزایر گرمایی شهری و بهبود آسایش محیطی در پی گرمایش جهانی و شهرنشینی گسترده است؛ گونه‌های مختلف درختی با خواص مورفولوژیکی متفاوت با ظرفیت و پتانسیل خنک کنندگی خود باعث تضعیف انرژی و حرارت خورشیدی شده و در نتیجه سبب تنظیم آسایش دمایی محیط می‌شوند (Morakinyo, et al 2017). درختان علاوه بر اینکه می‌توانند از طریق پاکیزه کردن هوا یا کاهش سطح آلودگی صوتی و ایجاد ثبات در خاک برای محیط زیست مؤثر واقع شوند، می‌توانند صرفه‌های اقتصادی عظیمی را شامل گردند (Jamei et al, 2016). در حالت کلی پوشش گیاهی می‌تواند باعث افزایش کیفیت فضایی محیط گردد (El-Bardisy et al., 2016)

در پنج سال گذشته تغییرات قابل توجهی در شاخص پوشش گیاهی و توسعه فیزیکی شهری در مناطق مختلف کلانشهرها رخ داده است. مطالعات متمرکز بر شهرهایی مانند تهران، مترو ونکوور و استانبول این تحولات را برجسته کرده است. تحقیقات در تهران، ایران، کاهش قابل توجهی در پوشش گیاهی به دلیل گسترش اراضی ساختمانی و افزایش تراکم جمعیت را نشان می دهد (Zenouzi et al., 2022). برعکس، مترو ونکوور افزایش پوشش گیاهی را به ویژه در امتداد قسمت شرقی منطقه کلانشهر تجربه کرد، در حالی که با از دست دادن پوشش گیاهی در مناطق با تقاضای مسکن بالا مانند ساحل شمالی مواجه شد (Davis et al., 2023). علاوه بر این، استانبول شاهد کاهش قابل توجهی در پوشش گیاهی بود که به افزایش قابل توجه منطقه ساخته شده است (Ettehad Osgouei & Kaya, 2017). این یافته ها ماهیت پویایی پوشش گیاهی شهری و تأثیر توسعه شهری بر فضاهای سبز را تأکید می کند و بر اهمیت برنامه ریزی پایدار برای حفظ پوشش گیاهی در مناطق با سرعت شهرنشینی تأکید می کند. همچنین در مطالعات متعددی در زمینه های صرفه جویی انرژی در تابستان با بهره گیری از سایه درختان صورت پذیرفته است (Pieot, 2004) (Akbari et al., 2001) درختان با سایه اندازی بر روی سطوح دمای سطحی را کاهش داده و با تبادل جریان هوای نزدیک سطح زمین از طریق جریان همرفتی موجب کاهش دما و بهبود تهویه می شوند (Morakinyo et al., 2017). گیاهان از طریق پدیده ی تبخیر و تعرق و کنترل و بازتاب نورهای تابشی باعث کاهش میانگین دمای تابشی و بهبود شرایط محیطی شوند (Salata et al., 2017; Rahimi & Nobar, 2023). آنها با کاهش کربن دی اکسید هوا (Lobaccaro & Acero, 2015)، کنترل جریان باد، هدایت و کاهش سرعت باد به این امر کمک می کنند (Perini et al., 2018). همچنین درختان می توانند با سایه اندازی خود باعث تغییر در میزان جذب تابش خورشیدی و باز تابش های زمینی جهت اصلاح نمودن خرداقلیم ها گردند (Fahmy, 2010; 356).

این پژوهش که براساس تاثیرات اکولوژیکی پروژه ی پارک بزرگ صورت گرفته است با به کمک مدل شبیه ساز خرد اقلیم ENVI_MET پرداخته شده. هدف از این شبیه سازی نشان دادن به تصویر کشیدن این موضوع است که اگر اراضی کشاورزی شهری تخریب شوند و یا به صورت هدفمند در جهت ایجاد ادبیل پارک ها ساماندهی بشوند که علاوه بر حفظ هویت اولیه خود که تولید محصولات کشاورزی (در جهت امنیت غذایی) (مربوط به سناریوی تولید محصولات زراعی) است، ایجاد امکاناتی در جهت تفریح و گذران اوقات فراغت (ایجاد پارک) (مربوط به سناریوی ترکیب محصولات کشاورزی با درختان)) چه تاثیراتی از نظر زیست محیطی و بهبود آسایش محیطی خواهد داشت. چراکه شاخص های کلیدی اکوسیستم که به واسطه ادبیل پارک ها به عنوان زیرساخت های سبز در محیط های شهری فراهم می شود، در چهار دسته اصلی خدمات اکوسیستمی (ارائه خدمات، تنظیم کننده ها، خدمات فرهنگی و انسانی، و خدمات پشتیبانی) سازماندهی می شوند. از جمله این خدمات می توان به تولید مواد غذایی و دارویی، ترسیب کربن، کاهش آلودگی هوا، کاهش رواناب آب و طوفان، بهبود زیبایی شناسی محیط، و تقویت تنوع زیستی اشاره کرد. به ویژه، جنگل های خوراکی شهری و سبزینگی های خوراکی در این تحلیل به عنوان یکی از موثرترین انواع زیرساخت ها مطرح شده اند، که نه تنها منابع غذایی پایدار را فراهم می کنند بلکه در بهبود شاخص های زیست محیطی نظیر حفظ تنوع زیستی و جلوگیری از فرسایش خاک نقش محوری ایفا می کنند (Clark & Nicholas, 2013; Mullaney et al., 2015). اهمیت این خدمات در تضمین تاب آوری شهرها در برابر چالش های اقلیمی و اکولوژیکی به وضوح نمایان و پایه ای برای طراحی و اجرای سیاست های شهری است

- بهبود کیفیت هوا - بهبود پوشش گیاهی

بررسی پوشش گیاهی و تغییرات ساختاری از گذشته به کنون، یکی از دلایل از بین رفتن پوشش گیاهی در یک منطقه به دلیل رشد شهرنشینی (افزایش ساخت ساز) می باشد. که به دنبال همین تخریبات و از بین رفتن زیرساخت های سبز شهری

مشکلات زیست محیطی روند رو به رشدی پیدا کرده است. به طور کلی میزان بهبود کیفیت هوا، به ویژه افزایش مقدار اکسیژن تولید شده، ارتباط نزدیکی با انواع پوشش گیاهی و تأثیر آنها بر محتوای اکسیژن هوا دارد. تحقیقات نشان می‌دهد که انواع مختلف پوشش گیاهی تأثیرات متفاوتی بر میزان اکسیژن هوا دارند و جنگل‌های مخروطی و پهن برگ بالاترین سطوح را نشان می‌دهند (Zhu et al., 2024). علاوه بر این، گیاهان شهری با جذب دی‌اکسید کربن، تولید اکسیژن و ارائه سایر خدمات اکوسیستم که مستقیماً بر کیفیت هوا تأثیر می‌گذارند نقش مهمی در افزایش کیفیت هوا ایفا می‌کنند (Xie et al., 2011). علاوه بر این، تعامل بین جو و پوشش گیاهی بر غلظت ازن تأثیر می‌گذارد و اهمیت پوشش گیاهی در حفظ سطح کیفیت هوا را برجسته می‌کند (Gong et al., 2020). بنابراین وجود پوشش گیاهی متنوع به ویژه در مناطق شهری می‌تواند به طور قابل توجهی با افزایش تولید اکسیژن و کاهش آلاینده‌های مضر به بهبود کیفیت هوا کمک کند. به نا به یافته‌های بیوکا و همکاران (۲۰۲۳)^۱ و مارستلیا و همکاران (۲۰۲۳)^۲ پوشش گیاهی به رسوب و احتباس آلاینده کمک می‌کند، با ویژگی‌های مختلف پوشش گیاهی که بر حذف آلاینده‌های عمده شهری مانند دی‌اکسید نیتروژن (NO₂) تأثیر می‌گذارد.

تحقیقات در سراسر شهرهای اروپایی تأثیر پوشش گیاهی موجود بر غلظت و رسوبات آلاینده‌ها را کمی کرده است و تأثیرات متغیر پوشش گیاهی بر کیفیت هوا در مناطق مختلف شهری را برجسته می‌کند (Mircea et al., 2023). در این پژوهش با شبیه‌سازی سناریوهای مختلف در یک سایت ثابت در جهت تأیید تأثیرات گونه‌های گیاهی و احیای اراضی کشاورزی می‌باشد. و حضور گونه‌های درختی سبب افزایش آسایش محیطی و کاهش آلاینده‌های جو شده است.

نتیجه‌گیری

پوشش گیاهی در جهت تامین خدمات اکوسیستمی، و پایداری شهری ضروری می‌باشد. این مطالعه به بررسی تأثیرات پوشش گیاهی و احیای زیرساخت‌های سبز هدفمند (ادبیل پارک) بوده است که در این جهت از نرم افزار شبیه ساز میکرو اقلیم برای بررسی تأثیرات زیست محیطی پوشش گیاهی احداث پارک بزرگ در شهر تبریز که در اراضی کشاورزی شهری بوده و به عنوان گامی در جهت احیای اراضی کشاورزی می‌باشد صورت گرفته است. این پژوهش با تمرکز بر ادغام کشاورزی شهری و ادبیل پارک‌ها به عنوان راهکاری جامع برای توسعه پایدار شهری، تأثیرات چندجانبه این رویکردها را بر جنبه‌های مختلف زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی بررسی می‌کند. از منظر بعد اجتماعی، ادبیل پارک‌ها فضایی برای تقویت تعاملات اجتماعی و ارتقای همبستگی جوامع شهری را فراهم می‌آورند. این فضاهای سبز علاوه بر کارکردهای زیست محیطی خود، بستری برای افزایش آگاهی عمومی نسبت به مسائلی همچون امنیت غذایی، پایداری منابع، و خودکفایی محلی می‌باشند. مشارکت عمومی در نگهداری و بهره‌برداری از این فضاها، به تقویت حس تعلق و مسئولیت‌پذیری اجتماعی شهروندان کمک شایانی می‌کند، و به عنوان نیروی محرکه‌ای برای ایجاد جوامع پایدار و تاب‌آور عمل می‌کند. همچنین از منظر اقتصادی، ادبیل پارک‌ها به عنوان مراکز تولید غذای محلی نه تنها هزینه‌های مرتبط با واردات مواد غذایی را کاهش می‌دهند، بلکه ظرفیت ایجاد فرصت‌های شغلی جدید در بخش‌هایی همچون کشاورزی شهری، مدیریت منابع طبیعی و طراحی زیرساخت‌های سبز را دارند. افزون بر این، توسعه چنین فضاهایی به افزایش جذابیت شهرها برای سرمایه‌گذاران و ساکنان منجر شده و از طریق بهبود کیفیت زندگی و ارتقای ارزش اقتصادی املاک، به توسعه پایدار اقتصادی نیز یاری می‌رساند.

این پژوهش با نگاهی فراگیر و مبتنی بر شواهد علمی، به بررسی دقیق ظرفیت‌های کشاورزی شهری و ادبیل پارک‌ها به‌عنوان راهکاری نوین در جهت تحقق اهداف توسعه پایدار شهری پرداخته است. در این راستا، ادبیل پارک‌ها به عنوان یکی از

¹ Biocca et al., 2024

² Marsili et al., 2023

اجزای حیاتی زیرساخت‌های سبز، نقشی چندجانبه در کاهش فشارهای زیست‌محیطی ایفا می‌کنند. آن‌ها نه تنها به‌طور مؤثر به کاهش پدیده جزایر حرارتی شهری کمک می‌کنند، کیفیت هوا را از طریق جذب آلاینده‌ها و افزایش پوشش گیاهی بهبود می‌بخشند، بلکه با حفظ و تقویت تنوع زیستی، به احیای اکوسیستم‌های طبیعی در محیط‌های شهری یاری می‌رسانند. ایجاد میکرواقلیم‌های پایدار در این فضاها به حفظ منابع طبیعی و کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های مجاور منجر می‌شود، که خود تأثیری قابل توجه در کاهش ردپای کربنی شهرها دارد.

از منظر اکولوژیکی، این فضاها سبز به‌طور قابل توجهی در بهبود و بازسازی عملکرد اکوسیستم‌های شهری نقش دارند. ادبیل پارک‌ها و کشاورزی شهری، با افزایش تنوع زیستی، نه تنها به حفظ گونه‌های گیاهی و جانوری در محیط‌های شهری کمک می‌کنند، بلکه با ارائه زیستگاه‌های امن برای گونه‌های مختلف، به تقویت چرخه‌های طبیعی اکوسیستم و احیای تنوع زیستی بومی یاری می‌رسانند. این فضاها با کاهش اثرات منفی فعالیت‌های انسانی مانند آلودگی هوا و آب، مصرف بی‌رویه انرژی، و تخریب زیستگاه‌های طبیعی، به حفظ تعادل اکولوژیکی کمک می‌کنند. همچنین، با کاهش استفاده از نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی و بهره‌گیری از روش‌های طبیعی تولید غذا، پارک‌های خوراکی به کاهش آلودگی‌های خاک و آب، و بهبود کیفیت این منابع کمک می‌کنند. افزون بر این، این فضاها از طریق جذب کربن و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، نقش مهمی در مبارزه با تغییرات اقلیمی ایفا می‌کنند. در نهایت، ادبیل پارک‌ها به‌عنوان بخشی از زیرساخت‌های سبز شهری، زمینه‌ای را برای ارتقای پایداری اکولوژیکی فراهم می‌کنند. آن‌ها با افزایش توانایی شهرها در مقاومت در برابر شوک‌های محیطی و اکولوژیکی، همچون خشکسالی، سیل و تغییرات اقلیمی، به تاب‌آوری شهری یاری می‌رسانند. بنابراین، این پژوهش نشان می‌دهد که پارک‌های خوراکی و کشاورزی شهری، از طریق تأثیرات اکولوژیکی مثبت خود، پایه‌ای محکم برای ایجاد شهرهای پایدارتر و متوازن‌تر با محیط زیست فراهم می‌کنند.

منابع

- جهان‌بین، خضر نژاد، پخشان. (۲۰۱۹). شناخت استانداردهای برنامه‌ریزی فضاهای سبز و مکانیابی آن‌ها در راستای دستیابی به بازدهی اکولوژیکی شهرها (مورد مطالعه: شهر تبریز). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۱(۵)، ۱۶۳-۱
- رحیمی، اکبر، نوبر، زهرا. (۱۴۰۳). بررسی نقش گیاهان پوششی (چمن) در بهبود دمای معادل فیزیولوژیکی و رطوبت نسبی (منطقه‌ی مورد مطالعه: استادیوم دانشگاه تبریز). دانش کشاورزی و تولید پایدار-187, 34(1), 204. doi: 10.22034/saps.2023.53515.2930
- خوش‌سیمای سردرود، مهسا، اصغری زمانی، اکبر &، روستایی، شهریور. (۱۳۹۹). بررسی نقش توسعه میان‌افزا در اصلاح بافت‌های فرسوده شهری (مطالعه موردی: محله حکم‌آباد تبریز). جغرافیا و برنامه‌ریزی، 24(72), 183-204. doi: 10.22034/gp.2020.10834
- زیاری، کرامت‌اله، حمیدی‌کای، شهریار. (۱۴۰۳). تحلیل عوامل موثر بر تغییرات کاربری اراضی شهری (نمونه موردی: شهر ارومیه). جغرافیا و برنامه‌ریزی doi: 10.22034/gp.2024.60785.3240
- ولی‌زاده، رضا، و داداش پورمقدم، مجید. (۱۳۹۸). روش‌های طراحی و برنامه‌ریزی شهری برای توسعه پایدار. شباک، ۵(۷) (پیاپی ۴۶)، ۴۹-۶۰. SID. <https://sid.ir/paper/520199/fa>
- دربندی، ندا، پورمحمدی، محمدرضا، قربانی، رسول. (۱۴۰۲). بررسی و ارزیابی تغییرالگوی کاربری اراضی شهری با رویکرد جای‌پای بوم‌شناختی (مطالعه موردی: کلانشهر تبریز). جغرافیا و برنامه‌ریزی doi: 10.22034/gp.2023.55429.3103
- Jahanbin, Khezer Nejad, Pakhshan. (2019). Understanding the standards of planning green spaces and their location in order to achieve ecological efficiency of cities (Case study: Tabriz city). Environmental Science and Technology, 21(5), 163-1 [In persian]
- Rahimi, Akbar, Nobar, Zahra. (1403). Investigating the role of cover plants (grass) in improving physiological equivalent temperature and relative humidity (Study area: Tabriz University Stadium). Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 34(1), 187-204. doi: 10.22034/saps.2023.53515.2930 [In persian]
- Khoshsimay Sardrood, Mahsa, Asghari Zamani, Akbar, & Roustaei, Shahrivar. (2019). Investigating the role of interstitial development in the reconstruction of worn-out urban textures (Case study: Hokambad neighborhood, Tabriz). Geography and Planning, 24(72), 183-204. doi: 10.22034/gp.2020.10834 [In persian]
- Ziari, K., Hamidi, K. (1403). Analysis of factors affecting urban land use changes (case study: Urmia city). Geography and Planning doi: 10.22034/gp.2024.60785.3240 [In persian]
- Valizadeh, Reza, and Dadash Pourmoghaddam, Majid. (2019). Urban design and planning methods for sustainable development. Shabak, 5(7 (46th issue), 49-60. SID. <https://sid.ir/paper/520199/fa> [In persian]
- Darbandi, N., Pourmohammadi, M., Ghorbani, R. (1402). Study and evaluation of urban land use pattern change with ecological footprint approach (case study: Tabriz metropolis). Geography and Planning doi: 10.22034/gp.2023.55429.3103. [In persian]
- Akbari, H. (2002). Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants. Environ. Pollut. 116, S119–S126. doi: 10.1016/S0269-7491(01)00264-0
- Ali, S. B., & Patnaik, S. (2018). Thermal comfort in urban open spaces: Objective assessment and subjective perception study in tropical city of Bhopal, India. Urban climate, 24, 954-967.
- Ali-Toudert, F., & Mayer, H. (2007). Thermal comfort in an east–west oriented street canyon in Freiburg (Germany) under hot summer conditions. Theoretical and applied climatology, 87, 223-237.

- Appleton, M. R., Courtiol, A., Emerton, L., Slade, J. L., Tilker, A., Warr, L. C., ... & Long, B. (2022). Protected area personnel and ranger numbers are insufficient to deliver global expectations. *Nature Sustainability*, 5(12), 1100-1110.
- Aslam, A., and Rana, I. A. (2022). The use of local climate zones in the urban environment: A systematic review of data sources, methods, and themes. *Urban Clim.* 42:101120. doi: 10.1016/j.uclim.2022.101120
- Beatley, T. (2011). *Biophilic cities: integrating nature into urban design and planning*. Island Press.
- Beatley, T. (2017). *Blue biophilic cities: nature and resilience along the urban coast*. Springer.
- Bemanian, M. and Mahmoudi Nejad, H., 2008. *Urban welfare oriented towards improving the quality of life*. Te mMunicipal and Village Administrations Publishing, Tehran.
- Binarti, F., Koerniawan, M. D., Triyadi, S., Utami, S. S., & Matzarakis, A. (2020). A review of outdoor thermal comfort indices and neutral ranges for hot-humid regions. *Urban Climate*, 31, 100531.
- Binarti, F., Koerniawan, M. D., Triyadi, S., Utami, S. S., & Matzarakis, A. (2020). A review of outdoor thermal comfort indices and neutral ranges for hot-humid regions. *Urban Climate*, 31, 100531.
- Binh, T. N. K. D., Vromant, N., Hung, N. T., Hens, L., & Boon, E. K. (2005). Land cover changes between 1968 and 2003 in Cai Nuoc, Ca Mau peninsula, Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*, 7, 519-536.
- Bröde, P., Krüger, E. L., Rossi, F. A., & Fiala, D. (2012). Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI—a case study in Southern Brazil. *International journal of biometeorology*, 56, 471-480.
- Bruse, M. (2004). ENVI-met 3.0: updated model overview. University of Bochum. Retrieved from: www.envi-met.com, 3.
- Celis, A. M. C., and Frederico, C. (2018). Protocolo de elaboração de arquivo climático de cidades brasileiras para o software ENVI-met 4.0. *Paranoá*. 22, 32–50.
- Chang, C., Li, X., Duanmu, L., Sun, B., & Ju, H. (2024). Analysis of the impact of indoor thermal comfort data characteristics on dataset quality. *Energy and Buildings*, 310, 114079.
- Chapin Iii, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., ... & Díaz, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405(6783), 234-242. <https://doi.org/10.1038/35012241>
- Cheng, B., Gou, Z., Zhang, F., Feng, Q., & Huang, Z. (2019). Thermal comfort in urban mountain parks in the hot summer and cold winter climate. *Sustainable Cities and Society*, 51, 101756.
- Davis, Z., Nesbitt, L., Guhn, M., & van den Bosch, M. (2023). Assessing changes in urban vegetation using Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) for epidemiological studies. *Urban Forestry & Urban Greening*, 88, 128080.
- Duc Uy P., Nakagoshi N., 2008, Application of land suitability analysis and landscape ecology to urban green space planning in Hanoi, Vietnam. *Landscape Ecology Journal*, No 29, pp 120-128.
- EEA European Environment Agency., 2006, EEA Glossary. Retrieved November 24. <http://glossary.eea.eu.int/EEAGlossary/D/DPSIR>.
- El-Bardisy, W. M., Fahmy, M., and El-Gohary, G. F. (2016). Climatic sensitive landscape design: towards a better microclimate through plantation in public schools, Cairo. Egypt. *Proc. Soc. Behav. Sci.* 216, 206–216. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.12.029
- Ettehadi Osgouei, P., & Kaya, S. (2017). Analysis of land cover/use changes using Landsat 5 TM data and indices. *Environmental monitoring and assessment*, 189, 1-11.
- Fiedler P L., White P S., Leidy R A., 1997, *A Paradigm Shift in Ecology and its Implications for Conservation*, Chapman and Hall, New York. USA.
- Forman R T T., 1995, *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*, Cambridge Univ. Press, Cambridge. UK.

- Gong, C., Lei, Y., Ma, Y., Yue, X., & Liao, H. (2020). Ozone–vegetation feedback through dry deposition and isoprene emissions in a global chemistry–carbon–climate model. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20(6), 3841-3857.
- Greene, C. S., & Kedron, P. J. (2018). Beyond fractional coverage: A multilevel approach to analyzing the impact of urban tree canopy structure on surface urban heat islands. *Applied Geography*, 95, 45-53.
- Grey, G. W., & Deneke, F. J. (1986). *Urban forestry* (p. 299). New York: John Wiley and Sons.
- Gusson, C. S., & Duarte, D. H. (2016). Effects of built density and urban morphology on urban microclimate-calibration of the model ENVI-met V4 for the subtropical Sao Paulo, Brazil. *Procedia engineering*, 169, 2-10.
- Hall, H. I., Leaderer, B. P., Cain, W. S., & Fidler, A. T. (1993). Mucosal irritation and thermal comfort among occupants of an office building. *Environment international*, 19(3), 253-259.
- He, X., An, L., Hong, B., Huang, B., & Cui, X. (2020). Cross-cultural differences in thermal comfort in campus open spaces: a longitudinal field survey in China's cold region. *Building and Environment*, 172, 106739.
- Heng, S. L., & Chow, W. T. (2019). How 'hot' is too hot? Evaluating acceptable outdoor thermal comfort ranges in an equatorial urban park. *International journal of biometeorology*, 63, 801-816.
- Jamei, E., Rajagopalan, P., Seyedmahmoudian, M., & Jamei, Y. (2016). Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1002-1017.
- Johansson, E., & Emmanuel, R. (2006). The influence of urban design on outdoor thermal comfort in the hot, humid city of Colombo, Sri Lanka. *International journal of biometeorology*, 51, 119-133.
- Kargapolova, N. (2020). Stochastic simulation of the spatio-temporal field of the average daily heat index in Southern Russia. *Climate Research*, 82, 149-160.
- Karimi, A., Sanaieian, H., Farhadi, H., & Norouzian-Maleki, S. (2020). Evaluation of the thermal indices and thermal comfort improvement by different vegetation species and materials in a medium-sized urban park. *Energy Reports*, 6, 1670-1684.
- Lee, C. C., & He, Z. W. (2024). The impact of green finance policy on land ecological security: City-level evidence from China. *Sustainable Cities and Society*, 105, 105347.
- Lee, C. C., & He, Z. W. (2024). The impact of green finance policy on land ecological security: City-level evidence from China. *Sustainable Cities and Society*, 105, 105347.
- Li Y., Li Y., Qureshi S., Kappas M., Hubacek, K., 2015, On the relationship between landscape ecological patterns and waterquality across gradient zones of rapid urbanization in coastal China. *Ecological Modelling*. No 20, pp 166-175.
- Makhdoum M. Evaluation model for environ mental changes. *Journal of Environmental Studies*. 1982;11(0):25-34 (in Persian)
- Marsili, V., Forti, L., & Arru, L. (2023). Unlocking Urban Insights: A Case Study on Impact of Urban Vegetation on Volatile Organic Compounds (VOCs) Variability Across Different Areas of Reggio Emilia, Italy. *Global journal of botanical science*, 1-13.
- Mircea, M., Borge, R., Finardi, S., Briganti, G., Russo, F., de la Paz, D., ... & Carlino, G. (2023). The role of vegetation on urban atmosphere of three European cities. Part 2: Evaluation of Vegetation Impact on Air Pollutant Concentrations and Depositions. *Forests*, 14(6), 1255.
- Morakinyo, T. E., Kong, L., Lau, K. K. L., Yuan, C., and Ng, E. (2017). A study on the impact of shadow-cast and tree species on in-canyon and neighborhood's thermal comfort. *Build. Environ.* 115, 1–17. doi: 10.1016/j.buildenv.2017.01.005
- Pickett S T A., Parker V T., Fiedler P F., 1992, The new paradigm in ecology: implications for conservation biology above the species level. In: P. L. Fiedler and J. A. Jain (eds.)

- Qureshi S., Haase D., Coles R., 2014, The theorized urban gradient (TUG) method: a conceptual framework for socio-ecological sampling in complex urban agglomerations. *Ecol. Indic*, No 36, pp 100-110.
- Qureshi, M. E., Dixon, J., & Wood, M. (2015). Public policies for improving food and nutrition security at different scales. *Food Security*, 7, 393-403.
- Rahimi, A., & Nobar, Z. (2023). The impact of planting scenarios on agricultural productivity and thermal comfort in urban agriculture land (case study: Tabriz, Iran). *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1048092.
- Rahimi, A., & Nobar, Z. (2024). Investigating the role of cover plants (grass) in improving the physiological equivalent temperature and relative humidity (study area: Tabriz University Stadium). *JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE AND SUSTAINABLE PRODUCTION*, 34(1), 187-204
- Ramírez-Delgado, J. P., M. Di Marco, J. E. M. Watson, C. J. Johnson, C. Rondinini, X. C. Llano, M. Arias, and O. Venter. 2022. "Matrix Condition Mediates the Effects of Habitat Fragmentation on Species Extinction Risk." *Nature Communications* 13 (1): 595. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28270-3>.
- Salata, F., Golasi, I., de Lieto Vollaro, R., and de Lieto Vollaro, A. (2016). Urban microclimate and outdoor thermal comfort. A proper procedure to fit ENVI-met simulation outputs to experimental data. *Sustain. Cities Soc.* 26, 318-343. doi: 10.1016/j.scs.2016.07.005
- Säumel, I., Hogrefe, J., Battisti, L., Wachtel, T., & Larcher, F. (2021). The healthy green living room at one's doorstep? Use and perception of residential greenery in Berlin, Germany. *Urban Forestry & Urban Greening*, 58, 126949.
- Schell L M., Ulijaszek S J., 1999, *Urbanism, health and human biology in industrialized countries*, Cambridge University Press, UK.
- Schreiber K F., 1987, *Connectivity in landscape ecology*, International Association of Landscape Ecology. 5th Urban Ecology International Conference, Paris.
- Simon, A., Geitner, C., & Katzensteiner, K. (2020). A framework for the predictive mapping of forest soil properties in mountain areas. *Geoderma*, 371, 114383.
- Toska, J., Ho, B. T., & Mekalanos, J. J. (2018). Exopolysaccharide protects *Vibrio cholerae* from exogenous attacks by the type 6 secretion system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(31), 7997-8002.
- Tsoka, S., Tsikaloudaki, A., and Theodosiou, T. (2018). Analyzing the ENVI-met microclimate model's performance and assessing cool materials and urban vegetation applications—A review. *Sustain. Cities Soc.* 43, 55-76. doi: 10.1016/j.scs.2018.08.009
- Varzakas, T., & Antoniadou, M. (2024). A Holistic Approach for Ethics and Sustainability in the Food Chain: The Gateway to Oral and Systemic Health. *Foods*, 13(8), 1224.
- Venhari, A. A., Tenpierik, M., & Hakak, A. M. (2017). Heat mitigation by greening the cities, a review study. *Environment, Earth and Ecology*, 1(1).
- Xie, Q., Zhou, Z., & Chen, F. (2011). QUANTIFYING THE BENEFICIAL EFFECT OF DIFFERENT PLANT SPECIES ON AIR QUALITY IMPROVEMENT. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*, 10(7).
- Xiong, Y., Huang, S., Chen, F., Ye, H., Wang, C., & Zhu, C. (2012). The impacts of rapid urbanization on the thermal environment: A remote sensing study of Guangzhou, South China. *Remote sensing*, 4(7), 2033-2056.
- Xu, M., Hong, B., Jiang, R., An, L., & Zhang, T. (2019). Outdoor thermal comfort of shaded spaces in an urban park in the cold region of China. *Building and Environment*, 155, 408-420.
- Zabardast, Esfandiari. 2007. *Textbook of Urban Planning Methods*. Tehran: Faculty of Urban Planning, Fine Arts Campus, University of Tehran.

- Zenouzi, A. S., Yenneti, K., Teimouri, R., Abbasiyan, F., & Palme, M. (2022). Analysis of changes in vegetation index during the rapid urban spatial development period (1990–2020) in Tehran metropolis, Iran. *Atmosphere*, 13(12), 2010.
- Zhang, Y., Chen, L., Sun, C., Fu, Y., & Xie, Y. (2023). An investigation of the influence of the morphological indexes of trees on the outdoor microclimate at high altitude in summer. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1098966.
- Zhu, S., Li, J., He, Q., Qiu, Q., Su, Y., Lei, T., & Cui, G. (2024). Temporal Dynamics and Influencing Mechanism of Air Oxygen Content in Different Vegetation Types. *Forests*, 15(3), 432.
- Mahmoudzadeh, H., Masoudi, H., Jafari, F., Khorshiddoost, A. M., Abedini, A., & Mosavi, A. (2022). Ecological networks and corridors development in urban areas: An example of Tabriz, Iran. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 969266.