



Ecosystem service of urban green spaces in mitigating the city temperature, a case study of District 5 of Tabriz

Hassan Mahmoudzadeh¹ | Ali Hamed² | Fereydoun Babaei Aghdam³

1. Corresponding Author, Professor, Geography and Urban Planning, Department of Urban and regional Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: mahmoudzadeh@tabrizu.ac.ir.
2. Graduate in Urban Management from the Department of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: Hamediali79gh@gmail.com
3. Associate Professor, Department of Urban and regional Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz. E-mail: fbabaei@tabrizu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 16 October 2024

Revised: 2 November 2024

Accepted: 9 November 2024

Published: 22 February 2025

Keywords:

Green Spaces
Urban Heat Islands
Urban Cooling Model
District 5

ABSTRACT

Urbanization and land-use changes in developing countries have intensified Urban Heat Islands (UHIs), particularly due to climate change. UHIs raise urban temperatures, energy demand, and pollution levels. One effective solution is the development of Urban Green Spaces, which function as Urban Cooling Islands (UCIs), reducing surface temperatures and improving environmental conditions. UCIs, created through green and blue infrastructures, regulate microclimates, support biodiversity, and enhance urban health. This study investigates the role of green spaces in reducing heat and electricity use in District 5 of Tabriz. Using remote sensing data, GIS tools, and the Invest Urban Cooling Model, the research analyzes the spatial impact of vegetation on surface temperature. Results show that dense urban parks like Arpadarresi and Roshdiyeh, covering over 77% of green space in the district, significantly lower surface temperatures compared to built-up zones. Electricity usage for cooling has risen by 46 million kWh over two decades due to green space loss. The findings stress the importance of preserving urban vegetation. Strategic planning of green infrastructure can mitigate UHIs, conserve energy, and support sustainable and climate-resilient urban development.

Cite this article: Mahmoudzade, Hassan., Hamed, Alil., & Babaei Aqdam, Fereydoon. (2025). Ecosystem service of urban green spaces in mitigating the city temperature, a case study of District 5 of Tabriz. *Journal of Remote Sensing and GIS Applications in Environmental Sciences*, 5 (14), 1-20. <https://doi.org/10.22034/rsgi.2024.64042.1107>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22034/rsgi.2024.64042.1107>

Publisher: University of Tabriz.



Introduction

Developing countries face rapid urbanization and land-use changes, intensifying Urban Heat Islands (UHIs) due to climate change (Oke, 1982). Urban green spaces mitigate UHIs by creating urban cold islands (Novak & Dwyer, 2007), improving air quality, regulating thermal balance, enhancing biodiversity, and elevating residents' quality of life (Tzoulas et al., 2007). Growing urbanization heightens environmental challenges and energy consumption (Seto et al., 2014), making green spaces vital for energy management and livability (Jim & Chen, 2003). Studies show green infrastructure reduces local temperatures, improves air quality, and lowers cooling energy demand (Santamouris et al., 2001; Bowler et al., 2010), promoting sustainability (Azizi et al., 2013). In Tabriz's District 5, accelerated construction and insufficient green cover have exacerbated UHI effects. This study examines green spaces' role in reducing electricity consumption and improving environmental conditions, proposing cost-effective strategies for green infrastructure optimization and sustainable development. Neglecting UHIs risks public health (e.g., stress, respiratory/cardiovascular diseases) (Sharma et al., 2020), necessitating impact assessment and mitigation planning. Green spaces offer low-cost, high-impact cooling potential for sustainability (Vogel et al., 2020), yet urban expansion constrains their growth (Giles-Corti et al., 2022), demanding precise management.

Materials and Methods

The research methodology provides a systematic framework using validated approaches to investigate unknowns and achieve solutions (Creswell, 2023). A clear scientific structure based on objectives enhances goal attainment (Babbie, 2016). This applied, empirical study combined library and field research. Primary objectives were examining green space changes in Tabriz's District 5 and their impact on energy consumption, assessing urban cooling via the Urban Cooling Model (UCM). District 5, in northwest Tabriz, features a temperate mountainous climate and diverse demographics (Hassanzadeh, 2022).

Data Sources and Materials: Multi-temporal Landsat 5 (1984, 2002) and Landsat 8 (2022) imagery generated land use classifications, UHIs, and evapotranspiration. Surface albedo data came from Copernicus EU Global Land Service. Supplementary data included Tabriz's 2019 comprehensive plan (population, density, infrastructure), a 2016 land use map, municipal construction permits (20 years), meteorological records, and urban development archives. Analyses used ENVI and ArcGIS.

Land Use Classification: Imagery processed in ENVI 5.8 and GIS classified land into: built-up, agricultural, barren, green spaces/gardens, rangelands.

Evapotranspiration (ET) Mapping: The ASCE-standardized Penman-Monteith equation estimated reference ET (ET_0) (Monteith, 1965; FAO standard). Inputs included net radiation (R_n), soil heat flux (G), psychrometric constant (γ), mean temperature (T), wind speed (U_2), vapor pressures (e_s , e_a), and constants (C_n , C_d). District 5 average ET_0 was 294.4 mm/year (1984), 266.258 mm/year (2002), 253.275 mm/year (2022).

Urban Heat Island (UHI) Definition: UHIs are urban zones significantly warmer than surroundings due to construction, lack of greenspace, fossil fuels, and human activity. UHI intensity quantifies this warming relative to rural areas (Kim & Baik, 2002; Memon et al., 2009). Negative impacts include increased energy use, pollution, health risks, and altered weather (NASA, USEPA). Mitigation involves



expanding greenspace and reflective materials. District 5 UHI intensity was 3.2°C (1984), 4.2°C (2002), 5.2°C (2022) above rural baselines (28.1°C, 27.2°C, 29.2°C respectively).

Results and Discussion

Land Use Change (1984-2022): Built-up area surged ~80-fold (17.37 ha → 1693.23 ha). Green spaces/orchards declined 69.25% (149.58 ha → 45.99 ha). Agricultural land decreased 42.20% (258.66 ha → 149.49 ha). Barren land reduced 37.84% (2679.48 ha → 1665.51 ha). Rangeland decreased 68.15% (659.7 ha → 210.12 ha).

Urban Heat Island Reduction Index: Values ranged 0.09 (poor reduction) to 0.82-0.83 (better reduction) across all years (1984, 2002, 2021).

Energy Consumption: No data for 1984 (insufficient development). Consumption was 5,148,763 kWh (2002). By 2022, it rose dramatically to 51,264,871 kWh – a 9-fold increase (+46,116,108 kWh). This surge, concentrated in summer, correlates directly with green space decline. Residences near large green spaces consistently showed the highest energy savings. Disrupted ecosystem services from urban expansion drove this massive increase in energy demand.

Conclusion

Land use maps (1984, 2002, 2022) were analyzed using post-classification change detection. The Urban Cooling Ecosystem Services (UCES) model quantified electricity consumption, demonstrating that disrupted ecosystem services from residential expansion caused a ninefold increase in electricity use (+46 million kWh over 20 years), highlighting green spaces' critical role in urban energy dynamics. This study innovatively applied InVEST software to assess urban green infrastructure impacts – a novel approach in Iranian research and rare internationally. Given the importance of connected green infrastructure for UHI mitigation, urban planners must prioritize expanding and linking green spaces. Continuous monitoring of land use changes using advanced methods is essential for improving green space management and addressing related urban challenges.

خدمت اکوسیستمی فضاهای سبز شهری در تعدیل درجه حرارت شهر مطالعه موردی منطقه ۵ کلان شهر تبریز

حسن محمود زاده^۱ | علی حامدی^۲ | فریدون بابایی اقدم^۳

۱. نویسنده مسئول، استاد، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه:

mahmoudzadeh@tabrizu.ac.ir

۲. فارغ التحصیل رشته مدیریت شهری گروه برنامه‌ریزی و علوم محیطی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: Hamediali79gh@gmail.com

۳. دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه:

fbabaei@tabrizu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۵	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۱۲	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۹	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۰۴	
کلیدواژه‌ها: جزایر حرارتی، فضاهای سبز، مدل سرمایش شهری، منطقه ۵	در سال‌های اخیر، کشورهای در حال توسعه شاهد تغییرات فزاینده اراضی شهری و شهرنشینی سریع هستند. این تغییرات همراه با تغییرات اقلیمی، منجر به ایجاد و تشدید جزایر حرارتی در شهرها شده است. اما فضاهای سبز می‌توانند با ایجاد بستری برای جزایر سرد شهری، نقش اساسی و حیاتی در کاهش این جزایر حرارتی داشته باشند. این جزایر سرد شهری، از طریق فضاهای سبز و آبی، تأثیرات مثبتی بر محیط‌زیست شهری دارند. از جمله اهمیت‌های این جزایر می‌توان به کاهش دمای شهر، کنترل آلودگی هوا، حفظ تعادل حرارتی، تنوع زیستی، و بهبود کیفیت زندگی شهروندان اشاره کرد. برای بررسی تأثیر فضاهای سبز شهری در کاهش مصرف انرژی برق و کاهش جزایر حرارتی شهری، پژوهش حاضر از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های کاربری اراضی برای دوره‌های زمانی مشخصی استفاده کرده است. همچنین روش پژوهش حاضر از نوع تجربی و از مدل سرمایش شهری نرم‌افزار Invest و نرم‌افزار GIS برای انجام تجزیه تحلیل استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که فضاهای سبز شهری با وسعت زیاد و تراکم بالا، همراه با جزایر سرد شهری، نقش بسزایی در کاهش جزایر حرارتی شهری دارند. به عنوان مثال، پارک جنگلی آپادرنه‌سی و پارک جنگلی تپه‌های رشدیه (شهرک رشدیه) به ترتیب ۴۷ و ۳۰ درصد از کل فضاهای سبز منطقه ۵ را شامل می‌شوند که از این امر مستثنی نیستند. همچنین نقش نوع کاربری اراضی در رابطه با جزایر حرارتی شهری مشخص شده است، به طوریکه بین زیرساخت‌های سبز، تفاوت‌هایی در کاهش جزایر حرارتی شهری وجود دارد. به نحوی که فضاهای سبز نسبت به مراتع نقش بیشتری در کاهش جزایر حرارتی شهری دارند. با توجه به روند کاهش فضاهای سبز و توسعه ساخت‌وسازها در منطقه، مصرف برق برای سرمایش محیط طی دو دهه گذشته حدود ۴۶ میلیون کیلووات ساعت افزایش یافته است. یافته‌ها بر اهمیت برنامه‌ریزی و حفظ زیرساخت‌های سبز به منظور ارتقای پایداری و تاب‌آوری شهری تأکید دارند.

استناد: محمودزاده، حسن؛ حامدی، علی؛ و بابایی اقدم، فریدون (۱۴۰۴). عنوان مقاله. کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در علوم محیطی، ۵ (۱۴)، ۲۰-۱.



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه تبریز.

مقدمه

کشورهای درحال توسعه شاهد تغییرات فزاینده اراضی شهری و شهرنشینی سریع هستند. این تغییرات همراه با تغییرات اقلیمی، منجر به ایجاد و تشدید جزایر حرارتی در کلان شهرها شده است (تیموتی ریچارد اوک، ۱۹۸۲). اما فضاهای سبز می توانند با ایجاد بستری برای جزایر سرد شهری، نقش اساسی و حیاتی در کاهش این جزایر حرارتی داشته باشند (نوواک و دویر، ۲۰۰۷). این جزایر سرد شهری، تأثیرات مثبتی بر محیط زیست شهری دارند. از جمله اهمیت های این جزایر می توان به کاهش دمای شهر، کنترل آلودگی هوا، حفظ تعادل حرارتی، تنوع زیستی، و بهبود کیفیت زندگی شهروندان اشاره کرد (تزولاس و همکاران، ۲۰۰۷).

با گسترش شهرنشینی و افزایش جمعیت در کلان شهرها، چالش های زیست محیطی و مصرف انرژی به طور فزاینده ای اهمیت یافته اند (ستو، گونرآلب و هاتیرا، ۲۰۱۴). در این میان، فضاهای سبز شهری به عنوان یکی از مؤلفه های کلیدی در مدیریت انرژی و بهبود کیفیت زندگی شهروندان شناخته می شوند (جیم و چن، ۲۰۰۳). تحقیقات نشان می دهند که افزایش فضاهای سبز می تواند به کاهش دماهای محلی، بهبود کیفیت هوا و کاهش مصرف انرژی برای خنک کردن ساختمان ها منجر شود (سانتاموریس و همکاران، ۲۰۰۱). فضاهای سبز شهری به عنوان یکی از ابزارهای مؤثر در کاهش دما و بهبود کیفیت زندگی شهروندان، نقش حیاتی در کاهش مصرف انرژی ایفا می کنند (بولر و همکاران، ۲۰۱۰). پژوهش های اخیر نشان می دهند که ایجاد و توسعه فضاهای سبز می تواند به کاهش مصرف انرژی برای خنک کردن ساختمان ها کمک کند و در نتیجه به بهبود شرایط زیست محیطی منجر شود (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۲). در منطقه ۵ کلان شهر تبریز، به دلیل افزایش ساخت و ساز و کمبود فضاهای سبز، پدیده جزایر حرارتی شدت یافته و مشکلات زیست محیطی متعددی را ایجاد کرده است.

این مطالعه به بررسی تأثیر فضاهای سبز در کاهش مصرف انرژی برق و بهبود شرایط زیست محیطی در این منطقه می پردازد و تلاش دارد تا راهکارهای عملی برای بهینه سازی فضاهای سبز و کاهش مصرف انرژی، مدیریت فضاهای سبز و انرژی و برنامه ریزی برای سال های پیشرو با کمترین هزینه در قالب مؤلفه توسعه پایدار ارائه دهد. از تبعات عدم توجه به این مهم می توان به مشکلات مختلف در حوزه سلامت از جمله استرس، بیماری های تنفسی و بیماری های قلبی و عروقی اشاره کرد (شارما و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین، بررسی تأثیر جزایر حرارتی بر روی شهروندان از اهمیت زیادی برخوردار است. ارائه راهکارهای کاهش جزایر حرارتی و ایجاد زیرساخت هایی برای مدیریت بهتر این وضعیت، می تواند به بهبود کیفیت زندگی شهروندان و حفظ سلامت آن ها کمک کند. هزینه کم و پتانسیل بالای خنک کنندگی فضاهای سبز در کاهش جزایر حرارتی عاملی کلیدی در جهت رسیدن به توسعه پایدار و شهر پایدار است (وگل و همکاران، ۲۰۲۰). از طرفی، محدود بودن محدوده شهر و افزایش تدریجی

¹Timothy Richard Oke(1982)

²David John Nowak&John F. Dwyer(2007)

³Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., & Tyrväinen, L(2007)

⁴Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R(2014)

⁵Jim, C. Y., & Chen, W. Y(2003)

⁶Santamouris, M., Papanikolaou, N., Livada, I., Koronakis, I., Georgakis, C., Argiriou, A., & Assimakopoulos, D. N.(2001)

⁷Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S(2010)

⁸Sharma, A., Woodruff, S., Budhathoki, M., Hamlet, A. F., Chen, F., & Fernando, H. J. S.(2020)

⁹Vogel, J., Schwaab, J., Baba, K., Breuste, J., Doulos, L., Figueiredo, A., & Vierikko, K. (2020).

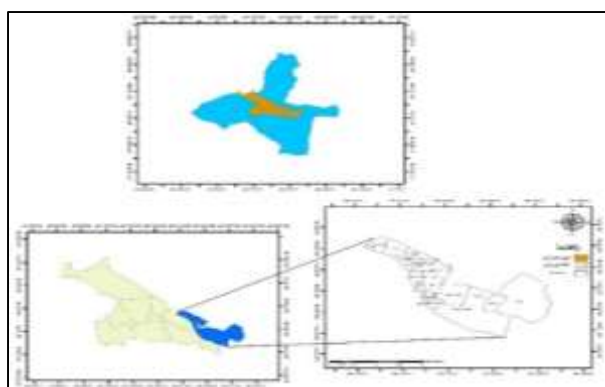
ساخت‌وسازها و سایر کاربری‌ها، عرصه را برای افزایش و رشد کاربری فضای سبز بسیار تنگ کرده است و حل این مسئله بنیادی در گرو مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق و صحیح است (گیلز کورتی بی و همکاران، ۲۰۲۳).

روش پژوهش

روش تحقیق به‌عنوان بستر پایه‌ای در تحقیق محسوب می‌شود و مجموعه‌ای از قواعد ابزارها و راه‌های معتبر و نظام‌یافته برای بررسی واقعیت‌ها کشف مجهولات و دستیابی به راه‌حل‌های مدنظر است. (کرسول، جان، ۲۰۲۳). در هر تحقیقی با توجه به هدف تعیین یک چارچوب علمی باعث می‌شود تا روند کار علمی شفاف‌تر شده و دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده افزایش یابد کند (بیبی، ارل، ۲۰۱۶). هدف کلی از انجام پژوهش حاضر بررسی روند تغییرات فضا‌های سبز شهری در منطقه ۵ کلانشهر تبریز و نقش آن در تغییرات مصرف انرژی می‌باشد. همچنین نقش فضای سبز در سرمایه‌ش شهری در منطقه ۵ با استفاده از مدل سرمایه‌ش شهری یا *urban cooling model* بررسی می‌شود. در همین راستا از ابزارها و مدل‌های مختلفی استفاده گردید که در ادامه به آنها اشاره خواهد شد. در ابتدا با توجه اینکه روش تحقیق این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت تجربی است؛ به منظور دستیابی به اهداف تحقیق مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی صورت گرفت و سپس بر مبنای مطالعات انجام شده چارچوب انجام تحقیق و داده‌های مورد نیاز تهیه گردید و در نهایت نتایج و یافته‌های پژوهش حاصل گردید. خلاصه مراحل انجام شده در این تحقیق در ذیل آورده شده است:

منطقه مورد مطالعه

منطقه ۵ تبریز یکی از مناطق شهرداری این شهر است که در شمال غربی آن واقع شده و به لحاظ جغرافیایی و اجتماعی دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است. این منطقه از شمال به ارتفاعات عینالی و از غرب به منطقه ۱ و ۲ شهرداری و از جنوب با شهرداری منطقه ۹ هم مرز می‌باشد. همچنین، منطقه ۵ به لحاظ دسترسی به امکانات شهری نظیر مدارس، بیمارستان‌ها و مراکز خرید از وضعیت خوبی برخوردار است. به طور کلی، این منطقه دارای آب و هوای معتدل کوهستانی است و با توجه به موقعیت جغرافیایی آن، در فصل‌های مختلف سال دمای متغیری را تجربه می‌کند. جمعیت این منطقه شامل اقشار مختلف جامعه است که به طور عمده از خانواده‌ها، جوانان و سالمندان تشکیل شده است. (حسن‌زاده، ۱۴۰۱).



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه

Fig. 1- Study area

¹ Giles-Corti, B., Vernez-Moudon, A., Reis, R., Turrell, G., Dannenberg, A. L., Badland, H., Foster, S., Lowe, M., Sallis, J. F., Stevenson, M., & Owen, N. (2022).

¹ Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023).

¹ Babbie, E. (2016)

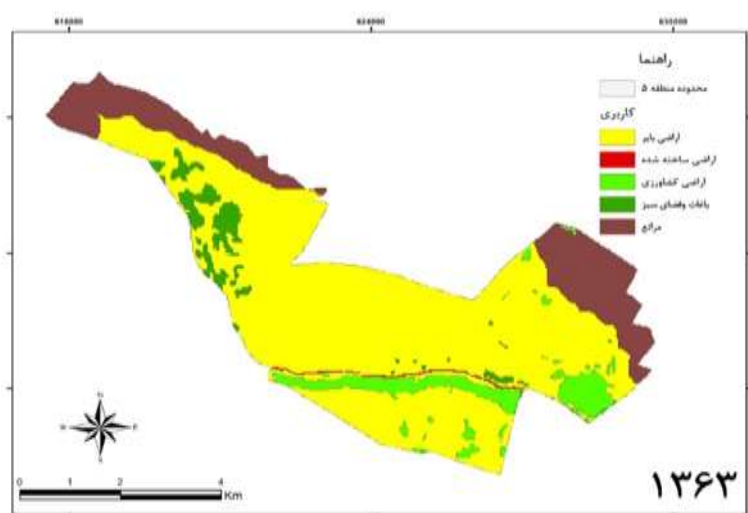
داده‌های مورد استفاده

تصاویر چندزمانه‌ای لندست ۵ و ۸: جهت بررسی وضع موجود محدوده مورد مطالعه، تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، جزایر حرارتی، نقشه‌های تبخیر و تعرق در بازه زمانی ۲۰ سال اخیر مربوط به سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۱-۱۳۶۳ تهیه شده است. طرح تفصیلی کلان‌شهر تبریز: طرح تفصیلی مربوط به سال ۱۳۹۸ جهت بررسی نحوه تدوین برنامه‌ها و مدیریت اجرایی شهر با جزئیات کامل در موضوعاتی همچون شرایط تراکم جمعیتی، تراکم ساختمان‌ها، شرایط حمل‌ونقل، تعیین متراژ املاک شهری و همچنین توسعه، نوسازی و بهسازی شهری و ... مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. نقشه کاربری اراضی منطقه ۵ شهرداری تبریز: داده‌های مربوط به نقشه کاربری اراضی تهیه شده در سال ۱۳۹۵. آمار پروانه‌های صادره شهرداری منطقه ۵: مراجعه و دریافت داده‌های مرتبط با ساخت و سازهای صورت گرفته طی ۲۰ سال اخیر. مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی: بررسی و ارجاع به پژوهش‌ها و تحقیقات صورت گرفته مرتبط با موضوع پژوهش حاضر.

روش اجرای پژوهش

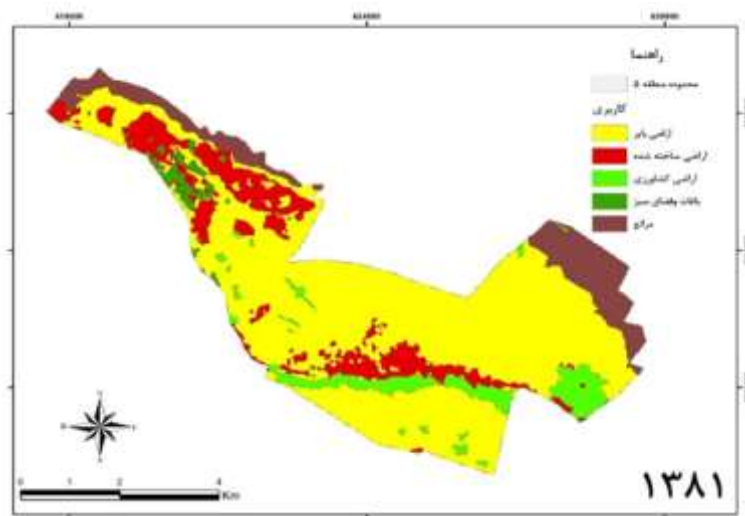
تهیه نقشه کاربری اراضی

جهت تهیه نقشه کاربری اراضی، این لایه از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵، برای سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۸۱ لندست ۸ و برای سال ۱۴۰۱، نرم افزارهای ۵.8 و ۵.8 استفاده شده است. نقشه کاربری اراضی در ۵ کلاس اراضی ساخته شده، اراضی کشاورزی، اراضی بایر، فضا‌های سبز و باغات، مراتع تهیه شده اند.



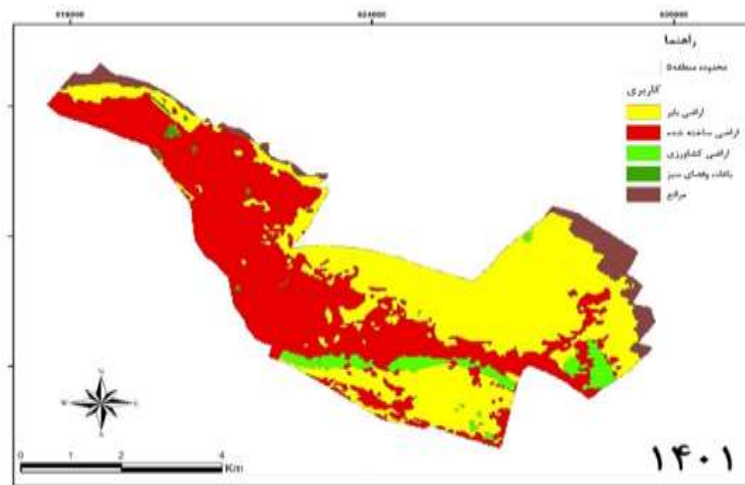
شکل ۲. نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۶۳

Fig. 2- Land use map of the year 1984



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۱

Fig.3- Land use map of the year2002



شکل ۴. نقشه کاربری اراضی سال ۱۴۰۱

Fig.4- Land use map of the year2022

تهیه نقشه تبخیر و تعرق

برای تهیه نقشه تبخیر و تعرق^۱ (ET) از روش پنمن مانیتیت استاندارد ASCE معادله استاندارد ارائه شده توسط انجمن مهندسين عمران آمریکا استفاده شده است، معادله پنمن-مانیتیت تبخیر و تعرق خالص (ET) را از داده‌های هواشناسی به‌عنوان جایگزینی برای اندازه‌گیری مستقیم تبخیر و تعرق تقریب می‌کند. این معادله به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد و توسط فائو برای مدل‌سازی تبخیر و تعرق

¹ Evapotranspiration

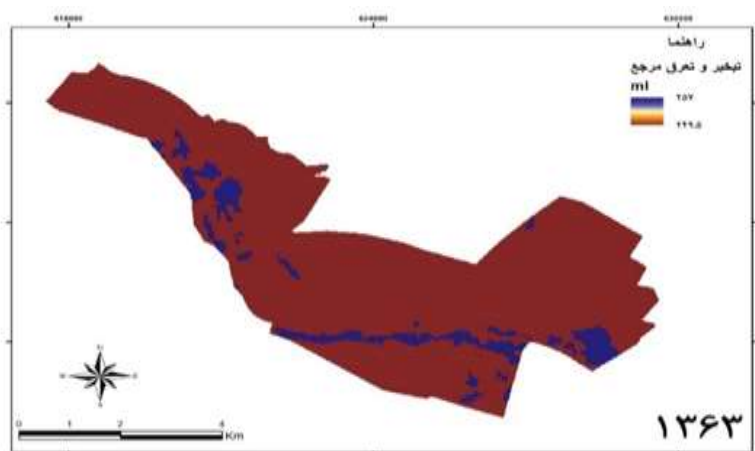
بالقوه (ET0) استخراج شده است. در نقشه بالا در روش پنمن مانیتیت ابتدا تبخیر و تعرق گیاه مرجع (علف) تخمین زده شده و بر اساس آن تبخیر و تعرق گیاه موردنظر محاسبه می‌شود.

معادله محاسبه تبخیر - تعرق مرجع در بازه زمانی ساعتی و روزانه به صورت زیر است (مونتیث، ۱۹۶۵)

$$T_0 = \frac{0.408 \Delta (R_g - G) + \gamma (C_g / T + 273.16) U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + c_d U_2)}$$

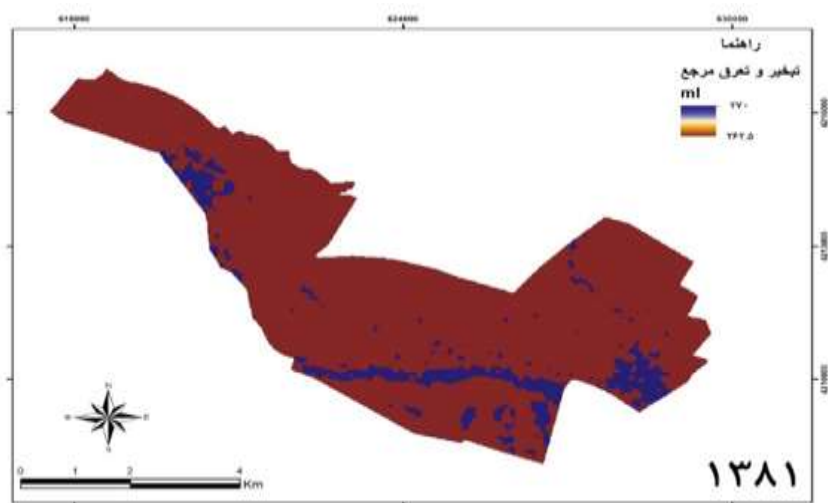
یکه در آن (ET) تبخیر - تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر بر روز برای دوره روزانه و میلی‌متر بر ساعت برای دوره‌های ساعتی) Δ شیب منحنی فشار بخار اشباع در میانگین درجه حرارت (کیلوپاسکال بر درجه سانتی‌گراد) تابش خالص در سطح گیاه (مگاژول بر مترمربع بر ساعت) G چگالی شار حرارتی خاک (مگاژول بر مترمربع بر ساعت) γ ثابت سایکرومتری (کیلوپاسکال بر درجه سانتی‌گراد) T_{hr} متوسط درجه حرارت ساعتی (درجه سانتی‌گراد) U_2 سرعت باد روزانه و ساعتی در ارتفاع ۲ متری (متر بر ثانیه) e_s میانگین فشار بخار اشباع هوا در ارتفاع "۱/۵ تا ۲ متری (کیلوپاسکال) e_a میانگین فشار بخار واقعی هوا در ارتفاع "۱/۵ تا ۲ متری (کیلوپاسکال) C_d و C_n به ترتیب ثابت های صورت و مخرج بوده و تابع نوع گیاه مرجع و بازه زمانی اندازه گیری میباشد تبخیر و تعرق مرجع یا رفرنس تابع ناحیه مدنظر تابش خورشید طول و عرض جغرافیایی و... است. میانگین تبخیر و تعرق مرجع برای کل محلات منطقه ۵ کلان شهر تبریز به ترتیب برای سال ۱۳۶۳ - "۲۹۴/۴" و "۱۳۸۱ - "۲۶۶/۲۵۸" و "۱۴۰۱ - "۲۵۳/۲۷۵" (میلی متر در سال) بوده است داده های مرتبط با آلبو از سایت زیر استخراج شده است.

<https://www.copernicus.eu/en/global-land-surface-albedo>



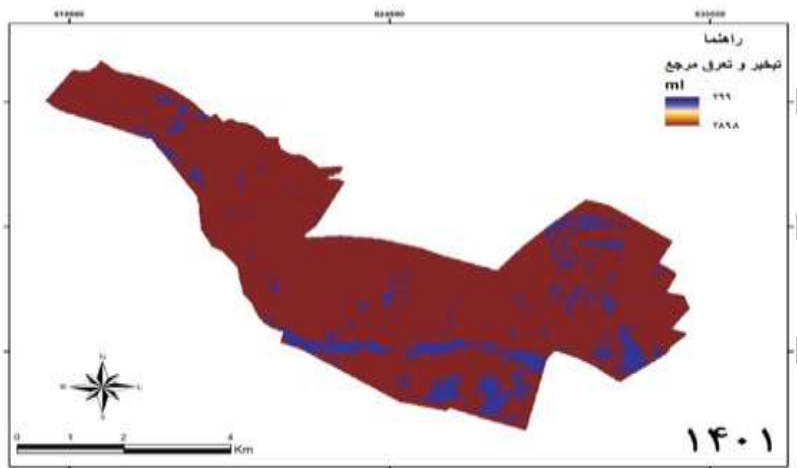
شکل ۵. نقشه تبخیر و تعرق سال ۱۳۶۳

Fig.5-Evaporation and transpiration map of the year1984



شکل ۶. نقشه تبخیر و تعرق سال ۱۳۸۱

Fig.6-.Evaporation and transpiration map of the year2002



شکل ۷. نقشه تبخیر و تعرق سال ۱۴۰۱

Fig. 7-Evaporation and transpiration map of the year2022

شدت جزایر حرارتی

معمولاً به عنوان منطقه‌های شهری یا مناطق خاص توصیف می‌شود که دارای دمای بالاتری نسبت به مناطق اطراف خود هستند. این افزایش دما به عواملی مانند تجمع ساخت‌وسازها، کمبود فضای سبز، استفاده از سوخت‌های فسیلی و افزایش فعالیت‌های انسانی برمی‌گردد. جزیره گرمایی شهری به انگلیسی (Urban heat island) به پدیده بالا بودن چشمگیر درجه دمای برخی از شهرها یا مناطق شهری در مقایسه با حومه شهر یا محدوده‌های روستایی نزدیکشان گفته می‌شود. شدت جزیره گرمایی ساده‌ترین و کمی‌ترین شاخص تغییرات حرارتی اعمال شده توسط شهر بر قلمروی است که در آن قرار دارد و گرم شدن نسبی آن در رابطه با محیط روستایی اطراف در شب (کیم و بایک، ۲۰۰۲) (ممون و همکاران، ۲۰۰۹) بر اساس تعاریف مراجع علمی، جزایر حرارتی می‌توانند عواقب منفی برای محیط‌زیست و کیفیت زندگی افراد داشته باشند. این عواقب شامل افزایش مصرف انرژی برای خنک کردن ساختمان‌ها، افزایش آلودگی هوا، افزایش خطرات برای سلامت افراد مختلف و تأثیرات منفی بر آب‌وهوا هستند.

باتوجه به اهمیت شناسایی و کنترل جزایر حرارتی، بسیاری از شهرداری‌ها و سازمان‌ها در حال اجرای طرح‌های افزایش فضای سبز، استفاده از مواد بازتابنده حرارت و ایجاد سیستم‌های خنک‌کننده در مناطق شهری هستند تا این تأثیرات ناخواسته کاهش یابند و محیط‌زیست و سلامت افراد را حفظ کنند. (NASA)، (USEPA)

این میزان یا همان شدت جزایر حرارتی، در مورد کل محلات منطقه ۵ کلان شهر تبریز در سال ۱۳۶۳ - "۳/۲" درجه سانتیگراد، سال ۱۳۸۱ - "۴/۲" درجه سانتیگراد و سال ۱۴۰۱ - "۵/۲" درجه سانتیگراد و دمای مرجع روستایی هم به ترتیب برای سالهای ۱۳۶۳، ۱۳۸۱ و ۱۴۰۱ - "۲۸/۱"، "۲۷/۲"، "۲۹/۲" درجه سانتیگراد است.

نتایج و بحث

تغییرات کاربری و پوشش اراضی

میزان اراضی ساخته شده در منطقه ۵ کلانشهر تبریز در سال ۱۳۶۳ از "۱۷/۳۷" هکتار به "۵۰۷/۶" هکتار در سال ۱۳۸۱ افزایش یافته است. همچنین تغییرات حادث شده حاکی از افزایش ۲۰ برابری این کاربری را نشان می‌دهند و این حاکی از افزایش ساخت و سازها در این بازه زمانی می‌باشد.

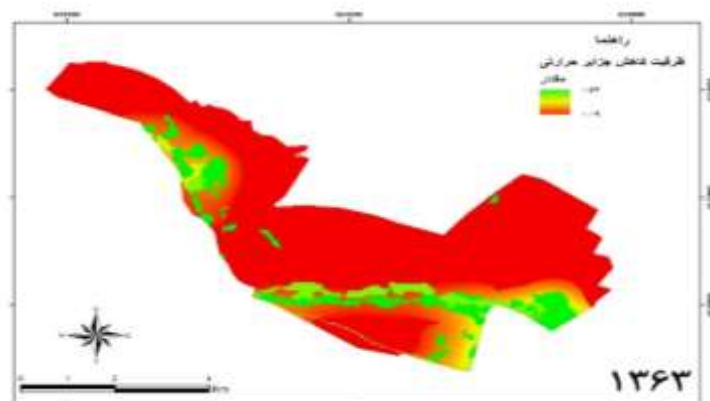
اراضی کشاورزی با مساحت "۲۵۸/۶۶" هکتار در سال ۱۳۶۳ به "۲۵۵/۵۱" هکتار در سال ۱۳۸۱ کاهش پیدا کرده است. در واقع اراضی کشاورزی "۱/۲۱" درصد کاهش پیدا کرده است. اراضی باغی و فضاهای سبز نیز با مساحت "۱۴۹/۵۸" هکتار در سال ۱۳۶۳ به "۶۷/۵" هکتار در سال ۱۳۸۱ کاهش پیدا کرده است و این حاکی از کاهش "۵۴/۸۷" درصدی میزان اراضی باغی و فضای سبز در طول بازه زمانی ۱۳۶۳-۱۳۸۱ می‌باشد. میزان اراضی بایر در سال ۱۳۶۳ برابر "۲۶۷۹/۴۸" هکتار می‌باشد اما در طول این دوره با کاهش "۵/۸۹" درصدی مواجه گشته و در سال ۱۳۶۳ به میزان "۲۵۲۱/۵۳" هکتار رسیده است. مراتع با مساحت "۶۵۹/۷" هکتار در سال ۱۳۶۳ به "۴۱۲/۲" هکتار در سال ۱۳۸۱ کاهش یافته است و این نشان دهنده کاهش "۳۷/۵۱" درصدی مراتع و تغییر کاربری آن می‌باشد. میزان اراضی ساخته شده در منطقه ۵ کلانشهر تبریز در سال ۱۳۸۱ از "۵۰۷/۶" هکتار به "۱۶۹۳/۲۳" هکتار در سال ۱۴۰۱ افزایش یافته است. همچنین تغییرات حادث شده حاکی از افزایش تقریباً "۲/۵" برابری این کاربری را نشان می‌دهند و این حاکی از افزایش ساخت و سازها در این بازه زمانی می‌باشد.

اراضی کشاورزی با مساحت "۲۵۵/۵۱" هکتار در سال ۱۳۸۱ به "۱۴۹/۴۹" هکتار در سال ۱۴۰۱ کاهش پیدا کرده است. در واقع اراضی کشاورزی ۴۱/۴۹ درصد کاهش پیدا کرده است. اراضی باغی و فضا‌های سبز نیز با مساحت "۶۷/۵" هکتار در سال ۱۳۸۱ به "۴۵/۹۹" هکتار در سال ۱۴۰۱ کاهش پیدا کرده است و این حاکی از کاهش "۳۱/۸۶" درصدی میزان اراضی باغی و فضای سبز در طول بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۴۰۱ می‌باشد.

میزان اراضی بایر در سال ۱۳۸۱ برابر "۲۵۲۱/۵۳" هکتار می‌باشد اما در طول این دوره با کاهش "۳۳/۹۴" درصدی مواجه گشته و در سال ۱۴۰۱ به میزان "۱۶۶۵/۵۱" هکتار رسیده است. مراتع با مساحت "۴۱۲/۲" هکتار در سال ۱۳۸۱ به "۲۱۰/۱۲" هکتار در سال ۱۴۰۱ کاهش یافته است و این نشان‌دهنده کاهش "۴۹/۰۲" درصدی مراتع و تغییر کاربری آن می‌باشد. اطلاعات فوق میزان تغییرات مساحت پوشش اراضی منطقه ۵ کلان شهر تبریز را در بازه زمانی ۲۰ ساله نشان می‌دهد. میزان اراضی ساخته شده در منطقه ۵ کلان شهر تبریز در سال ۱۳۶۳ از "۱۷/۳۷" هکتار به "۱۶۹۳/۲۳" هکتار در سال ۱۴۰۱ افزایش یافته است. همچنین تغییرات حادث شده حاکی از افزایش تقریباً ۸۰ برابری این کاربری را نشان می‌دهند و این حاکی از افزایش ساخت و سازها در این بازه زمانی می‌باشد. اراضی کشاورزی با مساحت "۲۵۸/۶۶" هکتار در سال ۱۳۶۳ به "۱۴۹/۴۹" هکتار در سال ۱۴۰۱ کاهش پیدا کرده است. در واقع اراضی کشاورزی "۴۲/۲۰" درصد کاهش پیدا کرده است. اراضی باغی و فضا‌های سبز نیز با مساحت "۱۴۹/۵۸" هکتار در سال ۱۳۶۳ به "۴۵/۹۹" هکتار در سال ۱۴۰۱ کاهش پیدا کرده است و این حاکی از کاهش "۶۹/۲۵" درصدی میزان اراضی باغی و فضای سبز در طول بازه زمانی ۱۳۶۳-۱۴۰۱ می‌باشد. میزان اراضی بایر در سال ۱۳۶۳ برابر "۲۶۷۹/۴۸" هکتار می‌باشد اما در طول این دوره با کاهش "۳۷/۸۴" درصدی مواجه گشته و در سال ۱۴۰۱ به میزان "۱۶۶۵/۵۱" هکتار رسیده است. مراتع با مساحت "۶۵۹/۷" هکتار در سال ۱۳۶۳ به "۲۱۰/۱۲" هکتار در سال ۱۴۰۱ کاهش یافته است و این نشان‌دهنده کاهش "۶۸/۱۵" درصدی مراتع و تغییر کاربری آن می‌باشد. اطلاعات فوق میزان تغییرات مساحت پوشش اراضی کلان شهر تبریز را در بازه زمانی ۳۸ ساله نشان می‌دهد.

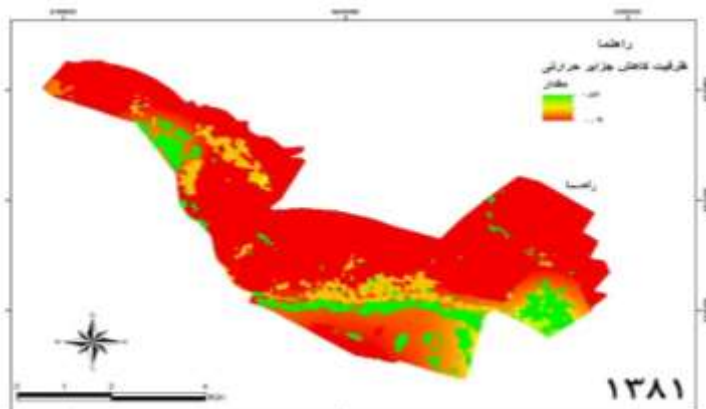
ظرفیت کاهش جزایر حرارتی شهری

در منطقه ۵ کلان شهر تبریز مقدار میانگین شاخص کاهش جزایر حرارتی شهری در سال ۱۳۶۳ از "۰/۰۹" تا "۰/۸۲" است هرچه به عدد "۰/۰۹" نزدیک‌تر می‌شویم نشان‌دهنده این است که این بخش‌ها در کاهش جزایر حرارتی بد عمل نموده و برعکس هر چقدر به "۰/۸۲" نزدیک‌تر می‌شویم نیز نشان‌دهنده این است که این بخش‌ها در کاهش جزایر حرارتی شهری بهتر عمل نموده اند. برای سال ۱۳۸۱ نیز همین امر صادق است مقدار میانگین شاخص کاهش جزایر حرارتی شهری در سال ۱۳۸۱ از "۰/۰۹" تا "۰/۸۳" درجه سانتیگراد است هر چقدر به عدد "۰/۸۳" درجه سانتیگراد نزدیک‌تر می‌شویم نشان‌دهنده این است که این بخش‌ها در کاهش جزایر حرارتی شهری بهتر عمل نموده اند همچنین برای سال ۱۴۰۱ مقدار شاخص کاهش جزایر حرارتی شهری معادل "۰/۰۹" تا "۰/۸۲" است هرچه به عدد "۰/۰۹" نزدیک‌تر می‌شویم نشان‌دهنده این است که این بخش‌ها در کاهش جزایر حرارتی بد عمل نموده و برعکس هر چقدر به "۰/۸۲" نزدیک‌تر می‌شویم نیز نشان‌دهنده این است که این بخش‌ها در کاهش جزایر حرارتی شهری بهتر عمل نموده اند.



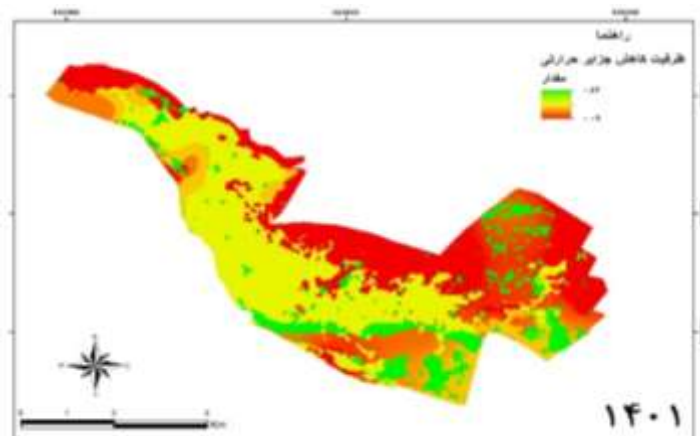
شکل ۸. نقشه ظرفیت کاهش جزایر حرارتی سال ۱۳۶۳

Fig. 8- Capacity to reduce heat islands year 1984



شکل ۹. نقشه ظرفیت کاهش جزایر حرارتی سال ۱۳۸۱

Fig.9- Capacity to reduce heat islands year 2002

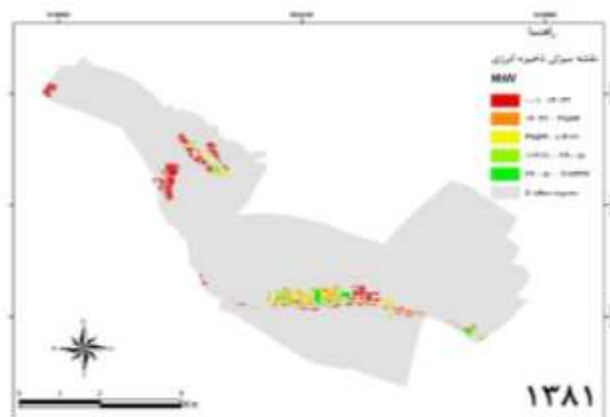


شکل ۱۰. نقشه ظرفیت کاهش جزایر حرارتی سال ۱۴۰۱

Fig.10- Capacity to reduce heat islands year 2022

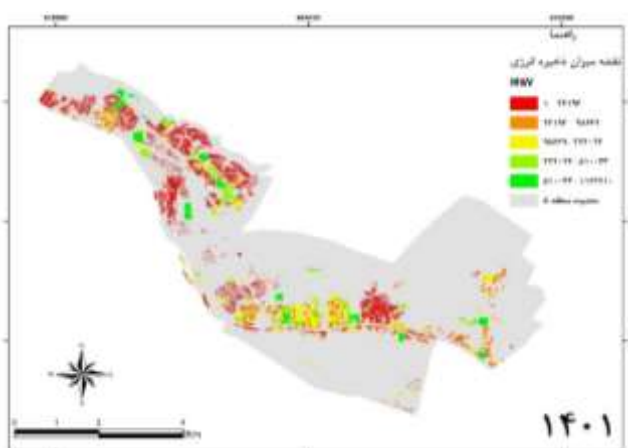
میزان مصرف انرژی براساس افزایش جزایر حرارتی

به دلیل عدم وجود ساخت و ساز و کاربری مسکونی، نقشه مصرف انرژی در سال ۱۳۶۳ در منطقه ۵ کلان شهر تبریز قابل تهیه نیست. برای سال ۱۳۸۱ منطقه ۵ کلان شهر تبریز مصرف انرژی معادل ۵۱۴۸۷۶۳ (کیلو وات در ساعت) را داشته است. از دلایل مهم روند افزایش مصرف انرژی به ویژه در فصول گرم سال که ریشه در کاهش باغات و فضاهای سبز دارد را می توان نام برد، قابل ذکر است در کل کاربری های مسکونی که در محدوده و در نزدیکی زیر ساخت های سبز خاصه پارک ها و فضاهای سبز بزرگ مقیاس واقع شده اند بیشترین میزان ذخیره انرژی را داشته ایم. در سال ۱۴۰۱ منطقه ۵ کلان شهر تبریز با مصرف انرژی معادل ۵۱۲۶۴۸۷۱ (کیلو وات در ساعت) نسبت به سال ۱۳۸۱ افزایش مصرف انرژی معادل ۴۶۱۱۶۱۰۸ (کیلو وات در ساعت) داشته است که یکی از دلایل مهم روند افزایش مصرف انرژی به ویژه در فصول گرم سال که ریشه در کاهش باغات و فضاهای سبز نسبت به سال های گذشته دارد، قابل ذکر است در کل کاربری های مسکونی که در محدوده و در نزدیکی زیر ساخت های سبز خاصه پارک ها و فضاهای سبز بزرگ مقیاس واقع شده اند بیشترین میزان ذخیره انرژی را داشته ایم.



شکل ۱۱. نقشه میزان ذخیره انرژی سال ۱۳۸۱

Fig.11- The amount of energy storage year 1984



شکل ۱۲. نقشه میزان ذخیره انرژی سال ۱۴۰۱

Fig. 12- The amount of energy storage year 2022

جدول ۲. مقایسه رشد کاربری مسکونی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۴۰۱ و کاهش فضای سبز (هکتار) و افزایش مصرف انرژی (kWh)

Table (2): Comparing the growth of residential use from 2002 to 2022, the reduction of green space (hectares) and the increase of energy consumption (kWh)

سال/شاخص	۱۳۸۱ (۲۰۰۲)	۱۴۰۱ (۲۰۲۲)	تغییرات (رشد) هکتار	تغییرات (رشد) درصد
مسکونی (هکتار)	۱۵۸/۳۶	۲۶۶/۸۹	+۱۰۸/۵۳	+۶۸/۵۳%
فضای سبز (هکتار)	۶۷/۵	۴۵/۹۹	-۲۱/۵۱	-۳۱/۸۶%
مصرف انرژی (kwh)	۵۱۴۸۷۶۳	۵۱۲۶۴۸۷۱	+۴۶۱۱۶۱۰۸	+۸۹۵/۶۷%

خدمات اکوسیستمی فضای سبز با افزایش کاربری مسکونی و توسعه شهری مختل شده و شاهد افزایش ۹ برابری مصرف برق هستیم که معادل ۴۶ میلیون کیلو وات انرژی بر ساعت طی ۲۰ سال اخیر تاثیر بسزایی داشته است.

نتیجه گیری

به طور کلی تحقیق حاضر در سه بخش کلی ارائه شده است در بخش اول نقشه های کاربری اراضی منطقه ۵ کلان شهر تبریز در بازه زمانی ۱۴۰۱-۱۳۸۱-۱۳۶۳ تهیه گردید و بر اساس تحلیل های معمول و همین طور بر اساس داده ها و اطلاعات جمع اوری شده از طریق شهرداری منطقه ۵ کلان شهر تبریز مورد ارزیابی قرار گرفت. با روش مقایسه ای پس طبقه بندی نقشه تغییرات (Postclassification) در حالت از به (from_to) تهیه شد، با استفاده از مدل خدمات اکوسیستمی سرمایش شهری میزان مصرف برق محاسبه شد و تاثیر کاهش فضای سبز در این افزایش کاملاً آشکار سازی شد بطوریکه خدمات اکوسیستمی فضای سبز با افزایش کاربری مسکونی و توسعه شهری مختل شده و شاهد افزایش ۹ برابری مصرف برق هستیم همچنین در افزایش مصرف انرژی معادل ۴۶ میلیون کیلو وات در ساعت طی ۲۰ سال تاثیر بسزایی داشته است.

تفاوتی که این پژوهش با پژوهش های انجام شده داخلی دارد این است که در پژوهش های داخلی به سنجش تاثیر زیرساخت های سبز شهری با استفاده از نرم افزار InVEST پرداخته نشده است و در مقایسه با پژوهش های خارجی هم امری که در پژوهش های خارجی نیز بدان پرداخته نشده است. باتوجه به این که پیوستگی و اتصال زیرساخت های سبز و مقدار مساحت این زیرساخت ها نقش بسزایی در کاهش جزایر حرارتی شهری دارد همچنین باتوجه به این که فضاهای سبز تکه تکه و ناپیوسته در کاهش جزایر حرارتی شهری تاثیر چندانی ندارند پیشنهاد می شود که برنامه ریزان و مدیران شهری در برنامه ریزی شهری به افزایش میزان و سرانه زیرساخت های سبز و پیوستگی و اتصال این زیرساخت ها توجه ویژه ای داشته باشند. از این رو بهترین راه پایش و بررسی فضاهای سبز توسط مدیران شهری به وسیله روش های نوین و به نوعی مدیریت و بررسی مداوم تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش های جدید در راستای بهبود و ارتقای فضاهای سبز و به تبع آن حل بسیاری از مسائل شهری که ریشه در مدیریت و برنامه ریزی درست این فضاها دارد.

منابع

- محمودزاده، حسن. (۱۴۰۱)، *تحلیل ساختار اجتماعی و اقتصادی مناطق شهری تبریز*. انتشارات دانشگاه تبریز.
- معصومی مقدم، امید؛ معصومی مقدم، حامد؛ معصومی مقدم، رضا و حسین نژاد دوین، رویا. (۱۴۰۳). تحلیل تأثیر فضاهای سبز شهری بر کیفیت زندگی در مناطق مسکونی شهری با تأکید بر شهر مشهد. در مجموعه مقالات پانزدهمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری، مدیریت شهری و محیط زیست. تهران، ایران.

References

- Babbie, E. (2016). *The practice of social research* (14th ed.). Cengage Learning.
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 230–241. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE. <https://doi.org/10.4135/9781071817942>
- Giles-Corti, B., Vernez-Moudon, A., Reis, R., Turrell, G., Dannenberg, A. L., Badland, H., Foster, S., Lowe, M., Sallis, J. F., Stevenson, M., & Owen, N. (2022). City planning and population health: A global challenge. *The Lancet*, 400(10355), 715-733. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00969-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00969-5)
- Hassanzadeh, M. (2022). *Analysis of the social and economic structure of urban areas of Tabriz*. Tabriz University Press. (Original work published 1401 SH)
- Jim, C. Y., & Chen, W. Y. (2003). Ecosystem services and urban sustainability: The role of urban green spaces. *Landscape and Urban Planning*, 63(3), 267-278. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00176-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00176-7)
- Mangalathu, S., Sun, H., Nweke, C. C., Yi, Z., & Burton, H. V. (2020). Classifying earthquake damage to buildings using machine learning. *Earthquake Spectra*, 36(1), 183-208. <https://doi.org/10.1177/8755293019899956>
- Masoumi Moghaddam, O., Masoumi Moghaddam, H., Masoumi Moghaddam, R., & Hosseinneshad Dovin, R. (2024). [Analysis of the impact of urban green spaces on quality of life in urban residential areas with emphasis on Mashhad city]. *Proceedings of the 15th International Conference on Modern Research in Civil Engineering, Architecture, Urban Management and Environment*, Tehran(In persion)
- Nieuwenhuijsen, M. J. (2021). New urban models for more sustainable, healthy and equitable cities. *Environment International*, 146, 106288. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106288>
- Nowak, D. J., & Dwyer, J. F. (2007). Understanding the benefits and costs of urban forests. In J. E. Kuser (Ed.), *Urban forestry: Ecosystem services and sustainability* (pp. 1-30). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4289-8_1
- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24. <https://doi.org/10.1002/qj.49710845502>

Santamouris, M., & Livada, V. (2001). Thermal and optical properties of cool colored coatings for the urban environment. *Solar Energy*, 70(3), 285-297.

[https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00089-X)

Santamouris, M., Papanikolaou, N., Livada, I., Koronakis, I., Georgakis, C., Argiriou, A., & Assimakopoulos, D. N. (2001). On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings. *Solar Energy*, 70(3), 201-216.

[https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00095-5](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00095-5)

Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutya, L. R. (2014). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(2), 464-469.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1211658110>

Sharma, A., Woodruff, S., Budhathoki, M., Hamlet, A. F., Chen, F., & Fernando, H. J. S. (2020). Urban green spaces and health: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 2000.

<https://doi.org/10.3390/ijerph17062000>

Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., & Tyrväinen, L. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 197–206.

<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001>

Vogel, J., Schwaab, J., Baba, K., Breuste, J., Doulos, L., Figueiredo, A., & Vierikko, K. (2020). The role of urban green spaces in mitigating urban heat island effects. *Urban Forestry & Urban Greening*, 53, 126683.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126683>