



Evaluation of Urban Flood Management Considering the Role of Vegetation in the River Basins of Tabriz City

Akbar Asghari Zamani ¹, Fatemeh Piralilou ²

1. Corresponding Author, Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: azamani621@gmail.com
2. Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: f79piralilou@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	Urban planning's primary goal is to enhance citizens' quality of life. However, poor implementation can heighten a community's vulnerability to hazards like floods. This study examines land use along Tabriz's riverbanks, focusing on both approved and deteriorated urban areas. Given the crucial role of vegetation in urban flood management, changes in riparian vegetation were also analyzed.
Article history: Received: 21 February 2025 Revised: 04 December 2025 Accepted: 24 December 2025 Published: 06 August 2026	To achieve this, the city's riverbanks were categorized and analyzed within three distinct buffer zones: 15, 30, and 500 meters. Vegetation changes were quantified using satellite imagery from the United States Geological Survey and by calculating the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) from 1980 to 2023.
Keywords: Flood, vegetation, NDVI, Tabriz, Mehraneh Rood.	The results reveal a predominance of residential, commercial, and industrial land uses within the studied river basins, alongside a substantial reduction in vegetation cover throughout the study period. These transformations and land-use modifications are particularly pronounced in the city center and at river confluences. Contributing factors include governmental oversight in urban planning and implementation, elevated land values driven by land-use changes, and increased societal demand for land in these regions. Moreover, despite 70% of buildings exhibiting acceptable construction material quality, the city remains highly vulnerable to severe flood damage. This highlights an urgent need to reinforce existing structures, particularly in dilapidated zones, and to comprehensively re-evaluate current land-use policies.

Cite this article: Asghari Zamani, A., & Piralilou, F. (2026). Evaluation of Urban Flood Management Considering the Role of Vegetation in the River Basins of Tabriz City. *Journal of Urban Space and Social Life*, 5 (17), 20-40. <http://doi.org/10.22034/jprd.2025.66002.1185>



© The Author(s).

DOI: <http://doi.org/10.22034/jprd.2025.66002.1185>

Publisher: University of Tabriz.

Introduction

Urban flooding has emerged as a significant threat to the sustainability of metropolitan areas worldwide in recent decades. A 2012 United Nations report identified flooding as the most frequent hazard impacting 633 major cities globally. This phenomenon is exacerbated by climate change, rapid urbanization, and the replacement of natural permeable surfaces with impermeable covers. In contrast, vegetation, a vital component of green infrastructure, plays a crucial role in moderating runoff and reducing flood intensity by storing water in tree crowns, promoting evaporation and transpiration, and increasing soil permeability. Research indicates that a mature tree can absorb up to 3,455 liters of rainfall in its crown.

Numerous studies, both domestic and international, have investigated this issue. Hedayi et al. (2007) observed an increased basin curve number in the Madraso River watershed since 1971, leading to intensified runoff. Azimi et al. (1401) attributed rangeland degradation in flood-prone areas of Golestan primarily to livestock overgrazing. Hosseini et al. (1402) utilized the NDVI index in Qirokarzin County to demonstrate that human activities have reduced upstream vegetation cover and increased flood occurrences. Internationally, Bora et al. (2023) found that green spaces and permeable pavements in Ahmedabad, India, reduced flood volume by 23% and flood-affected area by 1.5%. Wang et al. (2024) in Beijing and Gu and Leo (2024) in Hong Kong have also examined flood risk in high-density urban centers. Initiatives such as China's "Sponge City" project further underscore the effectiveness of green infrastructure in flood management.

The Tabriz metropolis faces high vulnerability to floods due to three rivers—Mehranehroud, Qorichai, and Divanchai—that flow through the city and converge in its central area (Baghmisheh Stone Bridge). The presence of degraded areas along these riverbanks further intensifies this vulnerability. Despite this, the role of vegetation in urban flood management in Tabriz has received limited attention. This research aims to evaluate urban flood management by examining the role of vegetation along Tabriz's river boundaries and assessing the status of land uses in degraded areas. Specifically, this study seeks to answer two main questions: (1) What is the status of land uses in the degraded areas along the river boundaries? (2) Has urban vegetation decreased?

Materials and Methods

This quantitative correlational study was conducted for practical purposes. Data were gathered from various sources: river courses from OpenStreetMap (OSM) and Google Earth; riverbeds and boundaries from the East Azerbaijan Regional Water Organization and Azarpymayash Consulting Engineers; and satellite images from the U.S. Geological Survey (USGS). Given the diverse nature of river boundaries, three buffer zones—15 meters, 30 meters, and 500 meters—were defined and extracted using ArcGIS 10.7's Buffer tool.

Vegetation cover change over a 43-year period (1980–2023) was assessed using Landsat 3 (60-meter pixel) and Landsat 9 (30-meter pixel) images, from which the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was calculated. Subsequently, land use mix, building quality, and the condition of dilapidated structures within these three buffer zones were analyzed.

Results

Findings indicate that within the 500-meter boundary, residential land use covers 42,506 linear meters and an area of 8,320,590 square meters (29.79%), supporting a large number of four-person households. Approximately 318,772 people in this area are at risk of flooding. Commercial use accounts for 9,895 plots, followed by industrial use with 1,303 plots. Residential density in the Tea Square boundary, which aligns with areas of worn urban fabric, is higher than in other regions and also exhibits the lowest vegetation cover.

Building quality analysis revealed that 70% of plots are in acceptable condition, while 2.3% are damaged and 7.5% require repair. Within the dilapidated urban fabric, 17,091 out of 19,571 plots (87%) lack modern metal and concrete structures, relying instead on vulnerable materials such as adobe, mud, wood, and brick.

NDVI analysis showed a decrease in vegetation cover from 25.6% (7,894,800 square meters) in 1980 to 20.6% (6,211,800 square meters) in 2023. A comparison of aerial photographs from 1967 and 2023 revealed that the most significant destruction occurred in the Baghmisheh Stone Bridge area (Seh Rud location). This area has experienced substantial population expansion since 1967 due to its high economic value within the city center.

Additionally, critical points such as the Bolor Tower (with an entrance lower than street level), bridges with inadequate openings, and underground entrances to the University Metro Station in the Mehraneh-Rood area are predicted to cause significant damage to floodplains. Factors exacerbating this situation include official negligence, urban congestion, licensing irregularities, profits from converting green spaces, and the preferential use of specific land strata for city center development.

Conclusion

The results demonstrate that while vegetation is a necessary component of flood risk management, it alone cannot completely eliminate flood risk in Tabriz. Flooding results from the interaction of multiple factors, including

climate change, urban congestion, uncontrolled physical development, reduced land permeability, and poor urban planning. Therefore, effective flood control requires a simultaneous review of construction regulations, development capacity in floodplains, strengthening urban drainage systems, and sustainable management of upstream basins.

Proposed solutions include using native plant species, implementing smart irrigation systems, fostering public education, enforcing strict regulations for preserving green spaces, developing vegetation on roads and rooftops, retrofitting dilapidated structures, and reviewing current urban policies. These findings underscore the need for an integrated approach to comprehensive flood management, ensuring that green spaces are not merely an alternative development method but an integral part of the urban management system. While greening can mitigate some deficiencies, it cannot compensate for the consequences of unsustainable development and poor decision-making. Future urban policies should therefore consider the diversity of urban textures and integrate the quantitative qualities of vegetation conservation into urban planning regulations to foster resilient and sustainable cities.



ارزیابی مدیریت سیل شهری با توجه به نقش پوشش گیاهی در حریم رودخانه های شهر تبریز

اکبر اصغری زمانی^۱، فاطمه پیرعلیلو^۲

۱. نویسنده مسئول، استاد، گروه برنامه ریزی شهری و منطقه ای، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه:

azamani621@gmail.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه برنامه ریزی شهری و منطقه ای، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه:

f79piralilou@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله علمی و پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۵/۱۵ کلیدواژه‌ها: سیلاب، پوشش گیاهی، NDVI، تبریز، مهرانه رود.	هدف اصلی برنامه ریزی شهری، بهبود کیفیت زندگی شهروندان است، اما گاه اجرای نادرست آن منجر به افزایش آسیب پذیری جوامع در برابر مخاطراتی مانند سیل می شود. هدف پژوهش حاضر، بررسی وضعیت کاربری های حریم رودخانه های عبوری از داخل شهر تبریز باتاکید بر محدوده مصوب بافت فرسوده واقع در حریم رودخانه ها می باشد و باتوجه به توانایی پوشش گیاهی در کمک به مدیریت سیل شهری، تغییرات پوشش گیاهی در حریم رودخانه ها بررسی شد. جهت انجام پژوهش، حریم رودخانه های شهر در سه طبقه ۱۵، ۳۰ و ۵۰۰ متری طبقه بندی شده و مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات پوشش گیاهی نیز با کمک تصاویر ماهواره ای اخذ شده از سایت زمین شناسی ایالات متحده آمریکا و محاسبه شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۳ بررسی شد. نتایج نشان داد کاربری مسکونی، تجاری و صنعتی دارای بیشترین فراوانی در حریم رودخانه های مورد مطالعه می باشند و پوشش گیاهی نیز در بازه زمانی مورد مطالعه تخریب شده است و این تخریب ها و تغییر کاربری اراضی در مرکز شهر و تلاقی رودخانه های مورد مطالعه به وضوح قابل مشاهده است و عواملی چون بی توجهی مسئولین طراح و مجری طرح های شهری و همچنین ارزش افزوده ناشی از تغییر کاربری اراضی، تقاضای قشر خاص جامعه برای اراضی واقع در این محدوده، در حصول این نتیجه موثر بوده اند، از سوی دیگر، با وجود اینکه ۷۰ درصد اینیه از نظر مصالح ساختمانی کیفیت قابل قبولی دارند، شهر در معرض خسارات جدی ناشی از سیلاب قرار دارد. این موضوع لزوم مقاوم سازی سازه ها، به ویژه در بافت فرسوده، و بازنگری در سیاست های کاربری اراضی را آشکار می سازد.

استناد: اصغری زمانی، اکبر و پیرعلیلو، فاطمه (۱۴۰۵). ارزیابی مدیریت سیل شهری با توجه به نقش پوشش گیاهی در حریم رودخانه های شهر تبریز. فصلنامه علمی و حیات اجتماعی، ۵ (۱۷)، ۴۰-۲۰.



<http://doi.org/10.22034/jprd.2025.66002.1185>

© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه تبریز.

مقدمه

فعالیت های انسانی به همراه حوادث طبیعی همواره به طور فزاینده ای پوشش گیاهی را چه در داخل و چه در خارج از محدوده شهرها مورد تهدید جدی قرار داده است و با تخریب اراضی و تغییر کاربری و... باعث کاهش پوشش گیاهی و در نهایت کاهش نفوذپذیری خاک در خصوص جذب رواناب های سطحی می شود که این مسئله، سبب مستعد شدن اراضی در سیل خیزی هنگام بارش های شدید و تگرگ می گردد. علیرغم شهرنشینی سریع بشر، نباید به نام توسعه و اصلاحات کاربری اراضی روندی به سمت تهی شدن منابع طبیعی شهری وجود داشته باشد. در واقع، حتی زمانی که بشریت بیشتر شهرنشین می شود، همچنان به دلایل مختلف به شدت به طبیعت متکی است. سازمان ملل متحد (۲۰۱۲) گزارش داد که سیل به شایع ترین و مهم ترین خطر برای ۶۳۳ شهر از بزرگترین شهرها یا تجمعات شهری در سراسر جهان تبدیل شده است (Zhang et al, 2015: 9).

تغییرات اقلیمی که به شدت بر الگوهای بارش و بروز سیلاب ها تاثیر گذاشته است، می تواند در شهرهای بزرگ که معمولاً دارای زیرساخت های قدیمی و ناکافی می باشند، باعث خسارات مالی و جانی بسیار زیادی شود. در محیط طبیعی، پوشش گیاهی با قطع بارندگی در تاج درخت، ذخیره سازی روی برگ یا زمین، تبخیر از آب ذخیره شده و نفوذ به خاک جریان بارش را متعادل می کند (Yang & Lee, 2021:1). تحقیقات آمریکایی دریافته اند که یک درخت حیات می تواند ۷۶۰ گالن (۳۴۵۵ لیتر) بارندگی را در تاج خود متوقف کند و رواناب های آلوده طوفان وسیل را کاهش دهد (Baratvakili et al, 2023: 98). با توجه به نقش پوشش گیاهی در افزایش قدرت خاک جهت جذب آب باران و رواناب ها و از طرفی عدم توجه به نقش پوشش گیاهی در مدیریت سیلاب ها و برنامه ریزی شهری، این موضوع به عنوان یک شکاف در برنامه ریزی شهری و مدیریت بحران عنوان می شود. کلانشهر تبریز که یکی از کهن شهرهای ایران به شمار می رود و دارای بافت ارگانیک و طراحی شده می باشد و باتوجه به عبور چند رودخانه و بهم پیوستن آنها در مرکز شهر، لزوم توجه به مسئله ارتقای امنیت شهر و شهروندان در مقابل سیلاب ها و جلوگیری از وقوع بحران دو چندان می شود؛ لذا با توجه به قرار گرفتن بافت قدیمی و فرسوده در حریم رودخانه های شهر و همچنین اهمیت مدیریت سیلاب ها و حفظ امنیت شهروندان و زیرساخت های شهری، مطالعه در رابطه با مخاطرات طبیعی از جمله کنترل سیلاب ها حائز اهمیت و مورد نیاز می باشد، مدیریت و کنترل سیلاب ها می تواند باتوجه به چندین عنصر و مولفه صورت گیرد، لیکن در پژوهش حاضر با توجه به تغییرات اقلیمی و منزوی شدن پوشش گیاهی و از طرفی نقش آن در مدیریت بحران و برنامه ریزی شهری، وضعیت پوشش گیاهی و سایر سطوح کاربری در حریم رودهای داخل شهر تبریز، مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. باتوجه به موارد مذکور سوالات زیر مطرح می شود:

- ۱- در محدوده بافت فرسوده واقع در حریم رودخانه های مورد مطالعه، وضعیت کاربری ها به چه صورتی است؟
 - ۲- پوشش گیاهی در حریم رودخانه در کدام یک از مناطق شهری دچار تخریب بیشتری شده است؟
- به دلیل عبور رودخانه ها از مرکز شهر و مساحت قابل توجه بافت فرسوده در شهر و نیز اطراف رودخانه های مورد مطالعه، انتظار می رود کاربری مسکونی و تجاری از جمله کاربری های دارای فراوانی بالا در حریم رودخانه باشند و پوشش گیاهی نیز در محل تلاقی سه رود قوری چای، مهرانه رود و دیوان چایی در منطقه یک شهرداری تبریز، بیشتر از سایر مناطق در دست تخریب قرار گیرد.

پیشینه پژوهش

تغییرات آب وهوایی از چالش های اصلی برای پایداری توسعه شهرها به شمار می رود و از اثرات بالقوه آن خشکسالی ها یا جاری شدن سیلاب، کاهش کیفیت آب ها، کاهش تنوع زیستی، به خطر افتادن امنیت غذایی و.. می باشد. باتوجه به گزارش رئیس سازمان زمین شناسی کشور، از شهرهای ایرانی، ۳۵۰ شهر در معرض سیل قرار دارند. روند افزایش سیل در ۵ دهه گذشته نشان می دهد که تعداد وقوع سیل در دهه ۸۰ نسبت به دهه ۴۰ تقریباً ۱۰ برابر شده است و به عبارت دیگر، ۹۰۰ درصد افزایش داشته است. عوامل اصلی ایجاد سیل، شرایط اقلیمی محل، شرایط هیدرولوژی و عوامل انسانی است (آذر و همکاران، ۱۳۹۲: ۹۷). مهار سیلاب مستلزم آشنایی مطلوب به نحوه عملکرد سیستم هیدرولوژیک منطقه می باشد. سیل به معنی طغیان ناگهانی

آب ناشی از برهم خوردن تعادل هیدرولوژیکی و آب و هوایی در یک منطقه است و در صورت عدم برنامه ریزی صحیح منجر به خسارات غیرقابل جبران خواهد شد (محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۶۸). طبق آیین نامه مربوط به بستر و حریم رودخانه ها، انهار، مسیل ها، مرداب ها، برکه های طبیعی و شبکه های آبرسانی، آبیاری و زهکشی، حریم به آن بخش از زمین های واقع در اطراف رودخانه ها، مسیل ها، نهرهای طبیعی یا سنتی، مرداب ها و برکه های طبیعی اشاره دارد که به صورت مستقیم پس از بستر قرار دارد. این منطقه به عنوان حق ارتفاق برای بهره برداری بهینه و حفاظت از این منابع آب شناخته می شود و طبق مقررات آیین نامه مربوطه توسط وزارت نیرو یا شرکت های آب منطقه ای مشخص می گردد. جهت ارتقای امنیت شهر و شهروندان در برابر خطرات سیلاب باید همواره به حریم رودخانه ها و تغییرات کاربری اراضی این نواحی توجه خاص داشت و از زیرساخت و فضاهای سبز به دلیل دارا بودن قابلیت یاری رسانی در مدیریت سیلاب ها استفاده نمود. فضای سبز شهری به بخشی از فضاهای باز در محیط های شهری اطلاق می شود که شامل عرصه های طبیعی یا عمدتاً مصنوعی است و توسط درختان، درختچه ها، بوته ها، گلها، چمن ها و سایر گیاهان پوشیده شده است. این فضاها تحت نظارت و مدیریت انسان و با رعایت قوانین، به منظور بهبود شرایط زیستی و رفاهی ساکنان شهرها و سایر مراکز جمعیتی غیروستایی، ایجاد، حفظ و نگهداری می شوند (جعفری و حسین زاده، ۱۴۰۲: ۷۴). نیاز به وجود فضاهای سبز شهری به قرن نوزدهم میلادی برمی گردد، زمانی که با گسترش شهرهای صنعتی، احتیاج به ایجاد مناطق سبز جمعیتی برای جلوگیری از تأثیرات آلودگی و تراکم جمعیت در شهرها احساس شد و این فضاهای سبز، به عنوان پناهگاهی برای افراد در برابر شرایط محیطی منفی شهرنشینی، در نظر گرفته می شدند (مصیب زاده و بقائی، ۱۴۰۲: ۶۱). با توجه به مطالعات، بیش از ۸۸ درصد خسارات مربوط به سیلاب ها در موقعیت هایی با پوشش گیاهی کم یا فاقد آن اتفاق افتاده است. استفاده از زیرساخت های سبز به عنوان یک روش تکمیلی برای مدیریت خطر سیل شهری، کنار زیرساخت های خاکستری سنتی، در بسیاری از شهرهای بین المللی به طور فزاینده ای شناخته شده است. این موضوع به دلیل ارائه خدمات و مزایای متعدد اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی، که تا حدودی فراتر از هدف اصلی بهره گیری از زیرساخت سبز یعنی کاهش خطر سیل می باشد، اهمیت پیدا می کند. این مزایا شامل بهبود کیفیت محیط زیست شهری، ایجاد فضاهای اجتماعی جذاب و دارای ارزش زیبایی شناختی با اثرات مثبت بر سلامت انسان و افزایش تنوع زیستی می شود (Green et al, 2021: 5). پوشش سبز از طریق افزایش تراوایی زمین، جذب و کاهش جریان آب، کاهش فرسایش خاک به حفظ محیط زیست نیز کمک می کند. طی ۳۵۰ سال گذشته مخصوصاً ۱۰۰ سال اخیر، سیل های متعددی تبریز را تهدید نموده و تکرار ۴ سیل پرخسارت در سال های ۱۳۰۸ تا سال ۱۳۱۰ از طرف رودخانه مهرانه رود باعث دیواره سازی جهت پیشگیری و مهار سیلاب صورت گرفت. با این وجود در سال ۱۳۹۸، حدود ۸۰۰ هزار شهروند در بافت های ناکارآمد و فرسوده تبریز در معرض مخاطرات بلایای طبیعی قرار دارند (نامجو و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۲۳). بافت فرسوده شهری به عرصه هایی از محدوده شهرها اطلاق می شود که به دلیل فرسودگی کالبدی، عدم برخورداری مناسب از دسترسی سواره، تاسیسات و خدمات و زیرساخت های شهری آسیب پذیر بوده و از ارزش مکانی، محیطی و اقتصادی نازلی برخوردارند (فولادوند و علیزاده، ۱۳۹۶: ۲). برخلاف کارهای ساختمانی رایج، سازه های میراثی که در نزدیکی رودخانه های مورد مطالعه نیز وجود دارند، ممکن است به شدت تحت تأثیر سیلاب هایی با جریان کمتر قرار بگیرند. جریان های جزئی ممکن است مستقیماً به از دست دادن ارزش میراث فرهنگی منجر شود. به عنوان مثال افزایش رطوبت ممکن است باعث آسیب به یراق آلات، اثاثیه، مجموعه ها، کتابخانه ها، اسناد بایگانی و... شود. (Sykora, 2022: 20 Holicky &). وجود پوشش گیاهی در این بافت ها هم باعث افزایش تراوایی زمین و مدیریت آب باران شده و هم سبب افزایش ارزش اقتصادی منطقه و ایجاد هارمونی بین بافت قدیمی و طبیعت می شود و سبب ارتقای آسایش بصری در این بافت ها می شود. جهت پایداری و تاب آوری شهرها در برابر انواع مخاطرات محیطی، می توان از اصول شهر پایدار پیروی کرد، جهت دستیابی به توسعه پایدار در فضاهای شهری، نیاز است از یک رویکرد یکپارچه و مبتنی بر اصول شهرسازی سبز استفاده شود. این روش، علاوه بر استفاده کارآمد از منابع طبیعی موجود، تلاش می کند تا بین منافع اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تعادل برقرار کند. هدف اصلی آن، ایجاد هماهنگی و هم افزایی در فضاها و ساختارهای شهری است، به نحوی که بتواند به چالش های مرتبط با تغییرات آب و هوا پاسخ دهد و همچنین اهداف گسترده تر پایداری را در نظر بگیرد (پورمحمدی و سعادت جو، ۱۴۰۳: ۲۱). ابتکارات متعددی

در سرتاسر جهان، برای کاهش نگرانی‌های مرتبط با خطر سیل صورت گرفته است. رویکردهای نوین ترکیبی از راهکارهای آبی و سبز را معرفی نموده‌اند که سازگاری با پدیده سیل را تسهیل می‌کنند، از جمله جدیدترین این ابتکارات راهکارهای مبتنی بر طبیعت در برنامه کاهش سیل اتحادیه اروپا و طرح «شهر اسفنجی» در چین است که نشانگر اثر بخشی پوشش گیاهی در مدیریت سیلاب است (Palazzo & Wang, 2022: 1). پیشینه پژوهش در داخل و خارج از کشور به تفکیک به شرح زیر آمده است.

۱. مطالعات داخلی

هدایی و همکارانش (۱۳۸۶)، در مقاله "بررسی نقش تغییرات پوشش گیاهی جنگل و مرتع در ایجاد سیل در حوضه آبخیز رودخانه مادرسو"، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در دو بازه زمانی پوشش گیاهی و پوشش کاربری اراضی را استخراج نموده و نیز نقشه DEM^۱ حوضه آبریز را تهیه کردند و در نهایت، جریان رواناب حوضه را شبیه سازی نمودند و دریافتند میزان شماره منحنی حوضه از سال ۱۳۵۰ تا به حال افزایش یافته و باعث افزایش میزان رواناب شده است و همچنین میزان رواناب به ازای دوره های بازگشت مختلف به میزان قابل توجهی افزایش پیدا کرده است. عظیمی و همکاران (۱۴۰۱)، در مقاله ای تحت عنوان "بررسی تاثیر تغییرات پوشش گیاهی مراتع خشک و نیمه خشک ایران در رابطه با وقوع سیل"، با بازدید از منطقه و تعیین وضعیت مراتع با روش چهار فاکتور اصلاح شده و استخراج وضعیت پوشش اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و همچنین انجام ۶۹ مصاحبه نیمه ساختاریافته جهت بررسی عوامل موثر بر تغییرات پوشش گیاهی، به این نتیجه رسیدند وضعیت مراتع در مناطق سیل زده، بیشتر در طبقه خیلی فقیر تا فقیر قرار داشت و شدت چرا در این مراتع ۱/۳ برابر ظرفیت مراتع می باشد و در بخش مصاحبه با دامداران مناطق تحت سیل، چرای بی رویه و هزینه بالای تعلیف مکمل، به عنوان اصلی ترین عامل تخریب مراتع شمال استان گلستان مطرح گردید.

حسینی و همکاران (۱۴۰۲) در مقاله ای تحت عنوان "تحلیل و پهنه بندی خطر سیل خیزی و ارتباط آن با پوشش گیاهی در شهرستان قزوین" با استفاده از تهیه نقشه چند معیار، از جمله ارتفاع، شیب، فاصله از رودخانه، شاخص رطوبت توپوگرافی و ارتفاع رواناب نقشه سیل خیزی و پتانسیل سیل خیزی منطقه را بدست آوردند، سپس با استفاده از شاخص تفاضل گیاهی نرمال شده تغییرات پوشش گیاهی را از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ استخراج کردند و نتیجه گرفتند در سیل خیزی منطقه شاخص رطوبت توپوگرافی و ارتفاع رواناب بیشترین و ارتفاع کمترین تاثیر را در سیل خیزی منطقه دارند و علی رغم افزایش زمین های زراعی و پوشش گیاهی، سیلاب در منطقه کاهش نیافته است و در نهایت پی بردند وجود پوشش گیاهی در بالادست حوضه موثرتر می باشد اما در سالهای اخیر فعالیت های انسانی باعث کاهش پوشش گیاهی در این بخش از محدوده شده است. آذر و همکاران (۱۳۹۲)، کرمی و همکاران (۱۳۹۴)، کریمی و رشیدپور (۱۳۹۸)، نوری و همکاران (۱۴۰۱) از جمله کسانی هستند که در حوزه مدیریت و کنترل سیلاب شهری پژوهش نموده اند.

۲. مطالعات خارجی

بورا و همکارانش (۲۰۲۳)، در مقاله خود با استفاده از شبکه زهکشی آب طوفان، ویژگی خاک موجود و ویژگی کاربری زمین استخراج شده از تصاویر ماهواره سنتینل و لندست، سیل شهری را در شهر احمدآباد هند با نرم افزار mike شبیه سازی کردند و نتایج نشان داد که روسازی های نفوذپذیر مثل ایجاد فضاهای سبز بیشترین کارایی را دارند و حجم سیلاب و مساحت سیل گرفته را به ترتیب ۲۳ و ۵/۱ درصد کاهش می دهند. وانگ و همکاران (۲۰۲۴)، در مقاله "ساخت زیرساخت سبز برای کاهش خطر سیل شهری در پکن چین" از داده های بارش و داده های سنجش از دور از جمله نقشه کاربری اراضی و پوشش گیاهی و داده های پایه جغرافیایی از جمله ارتفاع و جاده ها و داده های اجتماعی - اقتصادی مثل تراکم و ساختار جمعیت استفاده نمودند و از طریق برآورد خطر سیلاب و اولویت بندی طرح زیرساخت سبز شهری در شهر پکن، دریافتند که خطر سیل بالا عمدتاً در مناطق مرکزی که عمدتاً صنعت و جمعیت در آن متمرکز هستند، رخ می دهد و به طور کلی توزیع اولویت ها برای ساخت

¹ - Digital Elevation Model

زیرساخت های سبز شهری در پکن شباهت هایی را با توزیع خطر سیل در پکن نشان می دهد که در مرکز شهر و همچنین در دشت های جنوب شرقی متمرکز است.

گو و لئو (۲۰۲۴)، در مقاله ای با هدف بررسی خطرات سیل در شهرهای تراکم بالا، از طریق برآورد شاخص خطر سیل در ۲۱۱ واحد برنامه ریزی ثالث و استفاده از یک مدل پیش بینی خطر سیل در ۵، ۱۰ و ۱۵ سال آینده شهر هنگ کنگ دریافتند اغلب در کلانشهرهای فقیر، از مرگ و میر ناشی از سیل بیشتر رنج می برند و هرچه اختلاف ثروت بیشتر باشد، میزان مرگ و میر نیز بیشتر می شود، همچنین نتایج نشان داد مناطق ساحلی که دارای ساختمان های با تراکم بالا و زیرساخت های حمل نقلی بیشتری هستند با خطر سیل بالاتری مواجه می باشند. لئو و همکاران (۲۰۱۴)، لی و همکاران (۲۰۲۰)، داوتین و همکاران (۲۰۲۳) و... نیز در خارج از ایران، در مورد مدیریت سیلاب با تاکید بر زیرساخت های سبز پژوهش انجام داده اند. با توجه به پژوهش های صورت گرفته، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی مدیریت و کنترل سیل شهری با توجه به نقش پوشش گیاهی در مهار رواناب ها و کاهش شدت سیلاب ها صورت می پذیرد و وضعیت ترکیب کاربری ها در حریم رودخانه ها را با تاکید بر محدوده بافت فرسوده مصوب شهری که هنگام وقوع حوادث، با آسیب پذیری بیشتری همراه هستند را بررسی نموده و تغییرات پوشش گیاهی را از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۳ در حریم رودخانه های عبوری از داخل شهر تبریز را مورد بررسی قرار خواهد داد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر ماهیت و روش، همبستگی و کمی بوده و به لحاظ هدف کاربردی می باشد. داده های مورد نیاز پژوهش، از جمله مسیر رودخانه ها با استفاده از سایت ^۱osm و گوگل ارث تهیه گردید و تجزیه و تحلیل ها با اعمال حریم مربوطه صورت پذیرفت؛ بصورتی که از طریق اخذ داده مربوط به بستر و حریم رودخانه ها از سازمان آب منطقه ای استان آذربایجان شرقی و بررسی نقشه های تهیه شده توسط مهندسين مشاور آذرپیمایش و باتوجه به یکسان نبودن حریم رودخانه ها در کل طول مسیر، در مطالعه حاضر حریم رودخانه های مورد مطالعه در سه دسته ۱۵ متری، ۳۰ متری و ۵۰ متری طبقه بندی و مورد بررسی قرار گرفت و حریم مذکور به کمک ابزار Buffer در نرم افزار Arc Gis 10.7 استخراج شد و سپس در حریم ۵۰۰ متری، تغییرات پوشش گیاهی شهر طی بازه زمانی ۴۳ ساله از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۳ به کمک تهیه نقشه های NDVI^۲، آشکارسازی گردید و در مرحله بعدی ترکیب کاربری های شهری در سه حریم تعیین شده رودخانه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نقشه NDVI از طریق رابطه (۱) حاصل می شود:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad \text{رابطه (۱)}$$

تصاویر ماهواره ای مورد استفاده جهت تهیه نقشه شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی، از سایت ^۳USGS تهیه شد و مشخصات آن در جدول ۱ قابل مشاهده می باشد.

جدول (۱). مشخصات تصویر ماهواره ای مورد استفاده در پژوهش

ردیف	تاریخ	ماهواره	اندازه پیکسل	پوشش ابر
۱	۱۹۸۰/۰۶/۰۵	لندست ۳	۶۰	۳۰
۲	۲۰۲۳/۰۵/۱۱	لندست ۹	۳۰	۰/۸۸

محدوده مورد مطالعه

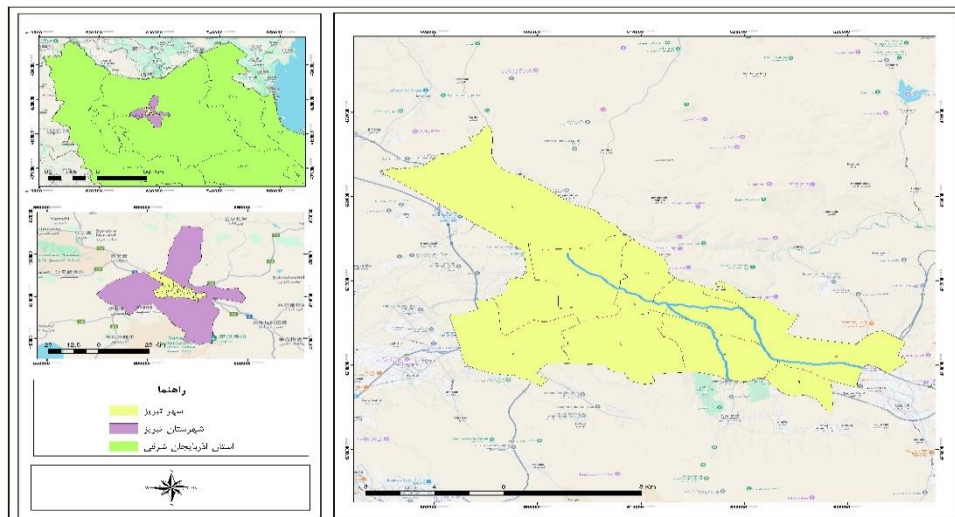
کلانشهر تبریز در استان آذربایجان شرقی و در شمال غربی ایران قرار دارد. این شهر با مساحت ۲۴۵۰۰ هکتار، مرکز شهرستان تبریز می باشد و در موقعیت جغرافیایی ۲۳°، ۴۵° تا ۱۱°، ۴۶° طول شرقی و ۹'، ۳۸° تا ۱'، ۳۸° عرض شمالی با ارتفاع

^۱ - Open Street Map

^۲ - Normalized Difference Vegetation Index

^۳ - The United States Geological Survey

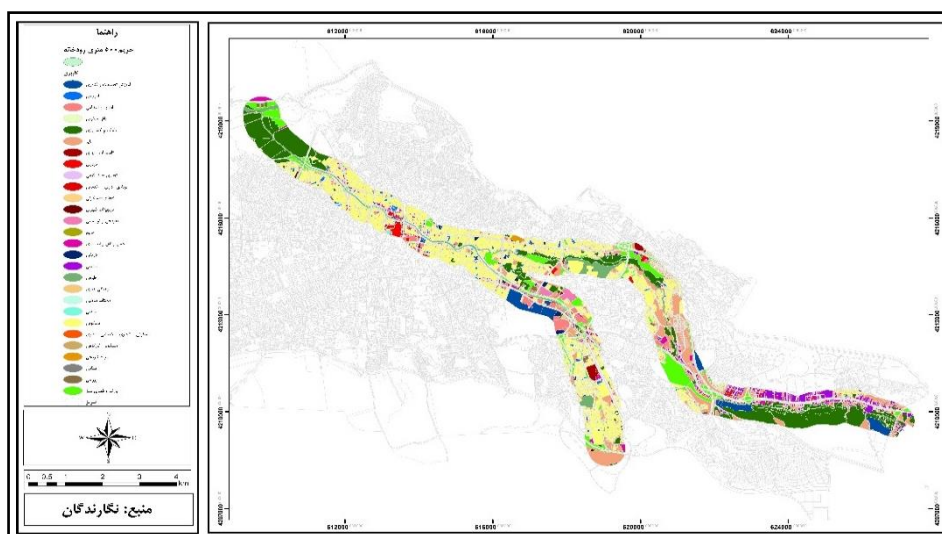
۱۳۴۸ تا ۱۵۶۱ واقع شده است. شهرستان تبریز از شمال به شهرستان ورزقان، از شمال غربی و غرب به شهرستان شبستر، از شمال شرقی به شهرستان هریس، از شرق به شهرستان بستان آباد و از جنوب به شهرستان اسکو محدود شده است. رودهای مورد مطالعه در این نوشتار، مهرانه رود می باشد که از کوه سهند سرچشمه گرفته و از سمت شرق تبریز وارد شهر می شود و در محل پل سنگی باغمیسه، از طریق اتصال با قوری چایی که از جنوب وارد شهر می شود، میدان چایی را تشکیل می دهند و در غرب تبریز به همراه کلیه جریانات سطحی و حوزه های مستقل و غیرمستقل به رود آجی چای که بزرگترین و وسیع ترین زیرحوضه دریاچه ارومیه محسوب می شود، تخلیه می شوند. موقعیت شهر و رودهای مورد مطالعه در شکل (۱) قابل مشاهده است.



شکل (۱): موقعیت محدوده مورد مطالعه (منبع: یافته های تحقیق)

نتایج

کلانشهرها به جهت برخورداری از تزايد جمعيت و کارکردهای فراوان، همواره دگرگونی‌های اقتصادی- اجتماعی و تغییرات کالبدی - فضائی و زیست‌محیطی در مقیاس منطقه‌ای و به خصوص محلی به دنبال دارند و این موضوعی است که کشورهای پیشرفته و در حال توسعه و از آن جمله ایران، آن را تجربه می‌کنند (پیرعلیلو و زمانی، ۱۴۰۳: ۵). تغییرات کالبدی شهر اگر طبق برنامه ریزی صحیح نباشد، منجر به مشکلات زیست محیطی و خسارت های متعدد می شود؛ از این رو مطالعات کالبدی جزو مهم ترین بخش های برنامه ریزی و مدیریت در شهرها به شمار می رود. در این نوشتار، با بررسی کاربری های موجود در حریم ۵۰۰ متری رودها، مشخص شد کاربری مسکونی با ۴۲۵۰۶ قطعه زمین دارای بیشترین فراوانی با ۸۳۲۰۵۹۰ مترمربع مساحت می باشد. با توجه به بعد متوسط خانوار که در حال حاضر چهار نفر در نظر گرفته می شود و نیز مجموع طبقات واحدهای مسکونی موجود در این حریم به تعداد ۷۹۶۹۳ واحد، تعداد ۳۱۸۷۷۲ نفر هنگام وقوع سیلاب در این حریم مورد تهدید قرار خواهند گرفت. در مرتبه بعدی کاربری تجاری با تعداد ۹۸۹۵ قطعه زمین دارای بیشترین فراوانی است که در نوع خود هنگام سیلاب، تعداد نفرت بیشتری را دچار سانحه خواهد نمود و نیز کاربری صنعتی با تعداد ۱۳۰۳ قطعه زمین سومین کاربری دارای فراوانی بالا در این حریم می باشد که در صورت سیلاب، خسارات مالی را افزایش خواهد داد. شکل (۲) پراکنش کاربری ها را در این حریم نشان می دهد. نکته حائز توجه اینکه تراکم کاربری های مسکونی در حریم میدان چایی که منطبق بر محلات با بافت فرسوده نیز می باشد، بیشتر است و همانطور که در شکل مشاهده می شود کمترین میزان پوشش گیاهی هم در این بخش از محدوده به چشم می خورد و با توجه به قرار گرفتن کاربری فضای سبز و مناطق دارای پوشش گیاهی در رده سطوح نفوذ پذیر و کاهنده شدت رواناب ها، این بخش محدوده در صورت طغیان رود، جمعیت زیادی را تحت تاثیر منفی قرار خواهد داد. کاربری فضای سبز و باغات و کشاورزی از توزیع متعادلی در سطح محدوده برخوردار نبوده و عمدتاً در ابتدا و انتهای مهرانه رود و دیوان چایی متمرکز شده اند.



شکل (۲): نقشه کاربری های حریم ۵۰۰ متری مهرانه رود

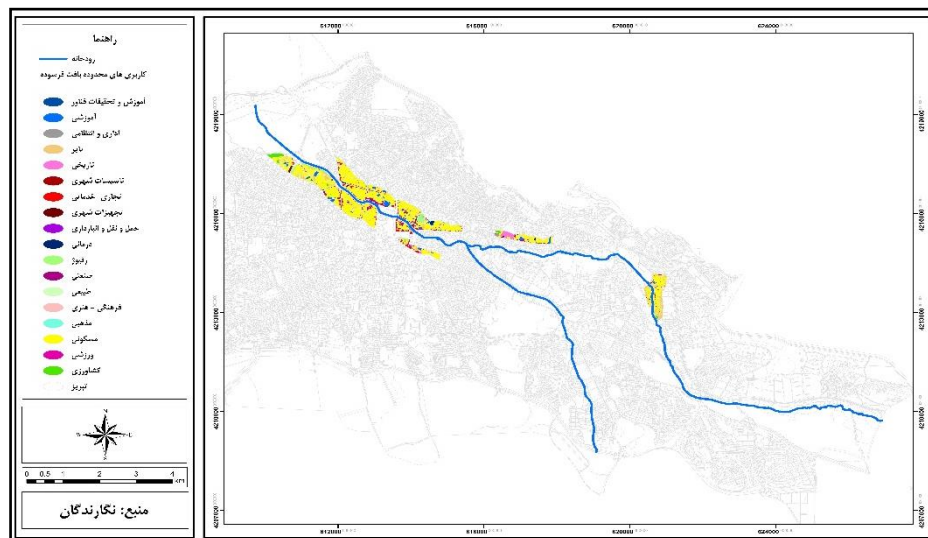
در حریم ۵۰۰ متری رودها، ۱۹ کاربری متفاوت توزیع شده و جدول (۲) جزئیات مربوط به تعداد قطعات، مساحت و سهم هر کاربری از کل کاربری های حریم رود را نشان می دهد. کاربری مسکونی ۲۹/۷۹ و باغات و کشاورزی ۱۸/۷۹ درصد مساحت حریم رودها را به خود اختصاص داده اند. تراکم بالای کاربری مسکونی در حریم رود و عدم تعادل در پراکنش و توزیع مناسب کاربری ها، نشان از عدم توجه کافی مدیریت و برنامه ریزی شهری در توسعه شهر و مدیریت بحران دارد. مساحت کل حریم ۵۰۰ متری رودخانه ها، ۳۴۳۶۳۱۰۴ مترمربع است که با کسر مجموع مساحت کاربری ها، مساحت معابر موجود در حریم بدست می آید که برابر با ۶۴۳۰۲۷۷ مترمربع می باشد و ۱۸ درصد از کل حریم را دربر می گیرد، وجود معابر در خدمات رسانی هنگام سیلاب نقش ویژه ای ارائه می دارد اما نزدیکی بیش از حد به حریم رود، موقع سرریز رواناب، موجب مسدود شدن معابر و اختلال در عبور و مرور می شود؛ در حریم رودخانه های مورد مطالعه، معابر اصلی و شریانی در حدفاصل حریم رود و سایر کاربری ها جای گرفته اند.

جدول (۲). وضعیت کاربری های موجود در حریم ۵۰۰ متری مهرانه رود

تعداد	کاربری	تعداد قطعات	مساحت	سهم از مساحت کل
۱	اداری و انتظامی	۱۷۷	۷۱۳۹۳۵	۲/۲۶
۲	آموزشی	۲۴۸	۱۳۰۴۷۴۲	۴/۶۷
۳	باغات و کشاورزی	۲۷۵	۵۲۴۹۷۶۱	۱۸/۷۹
۴	بایر	۲۷۶۸	۴۴۴۱۰۹۸	۱۵/۹
۵	پارک و فضای سبز	۶۹۸	۳۱۳۶۹۸۲	۱۱/۲۳
۶	تاسیسات شهری	۱۵۹	۱۸۵۰۰۶	۰/۶۶
۷	تجاری	۹۸۹۵	۱۰۷۲۱۱۴	۳/۸۴
۸	تجهیزات شهری	۶۲	۴۱۰۶۷	۰/۱۵
۹	تفریحی و توریستی	۱۲	۲۲۷۴۹۱	۰/۸۱
۱۰	حریم	۲	۱۷۳۰۹	۰/۰۶
۱۱	حمل و نقل و انبارداری	۳۹۹	۵۷۵۸۹۴	۲/۰۶
۱۲	درمانی	۴۸	۱۷۵۵۲۹	۰/۶۳
۱۳	صنعتی	۱۳۰۳	۹۰۰۲۸۸	۳/۲۲
۱۴	طبیعی	۷۸	۱۲۰۹۵۴۸	۴/۳۳

۱۵	فرهنگی و هنری	۲۸	۶۴۰۰۰	۰/۲۳
۱۶	مذهبی	۱۶۴	۷۷۴۸۲	۰/۲۸
۱۷	مسکونی	۴۲۵۰۶	۸۳۲۰۵۹۰	۲۹/۷۹
۱۸	میراث تاریخی	۹	۶۸۳۵۹	۰/۲۴
۱۹	ورزشی	۴۱	۱۵۱۶۳۲	۰/۵۴
۲۰	مجموع	۵۸۸۷۲	۲۷۹۳۲۸۲۷	۱۰۰

در این حریم ۵۸۹۱ قطعه با تراکم بیش از ۱۸۰ درصد قابل مشاهده می باشد و حداکثر تعداد طبقات در قطعات موجود در حریم، ۲۱ طبقه می باشد که عمدتاً در نزدیکی محل تلاقی دو رود قوری چای و مهرانه رود مستقر شده اند و این مسئله متأثر از عواملی مثل ارزش منطقه ای زمین باتوجه به نزدیکی به مرکز شهر و ^۱CBD و همچنین وجود تقاضای موثر توسط شهروندان با پایگاه اقتصادی متوسط رو به بالا و قشر خاص جامعه در این منطقه و نیز سودهای حاصل از افزایش تراکم ساخت و تغییر کاربری اراضی می باشد. از سویی قرار گرفتن بخشی از بافت قدیمی و فرسوده شهری در حریم رودخانه ها، اهمیت توجه به حرایم رودخانه های شهری را دوجندان می نماید، زیرا این بافت به دلیل ویژگی های خاص چون بافت فرسوده و ناپایدار و مصالح کم دوام و نیز معابر کم عرض و نفوذپذیری پایین و ریزدانی قطعات، خدمات رسانی هنگام وقوع مخاطرات را دشوار می سازد. پدیده فرسودگی شهری در بافت های شهری بر فعالیت های اجتماعی و اقتصادی تأثیر می گذارد و یکی از مهم ترین موضوعات در فضاهای شهری است که باعث به هم ریختگی، عدم تعادل، نارسایی و ناکارآمدی می شود (Sarvari et al, 2021: 4). لذا قبل از وقوع حوادث بایستی شناخت محدوده و برنامه های لازم تصویب و لازم الاجرا شود. شکل (۳) نقشه پراکندگی کاربری های متعلق به بافت فرسوده شهر را در حریم ۵۰۰ متری رودخانه های تبریز نشان می دهد.



شکل (۳): نقشه کاربری های بافت فرسوده در حریم ۵۰۰ متری رودخانه های شهر

جدول (۳) کاربری های بافت فرسوده واقع در حریم ۵۰۰ متری رودخانه های مورد مطالعه را نشان می دهد و باتوجه به آن کاربری های مسکونی، تجاری، بایر و صنعتی به ترتیب بیشترین تعداد قطعات را دارا می باشند و تعداد ۶۸۲۹ قطعه زمین دارای قدمت سی سال به بالا بوده و تعداد ۱۷۰۹۹ قطعه یا به عبارتی ۸۷ درصد قطعات مربوط به بافت فرسوده، فاقد سازه فلزی و بتنی می باشند؛ به عبارتی مصالح بکار رفته در اکثر این بافت شامل خشت، گل، چوب، آجر و آهن است که یکی از عوامل مسبب ناپایداری این بافت نیز عنوان می شود؛ از طرفی به دلیل توسعه شهر و ایجاد فضاهای مدرن سکونتی و زیستی جدید،

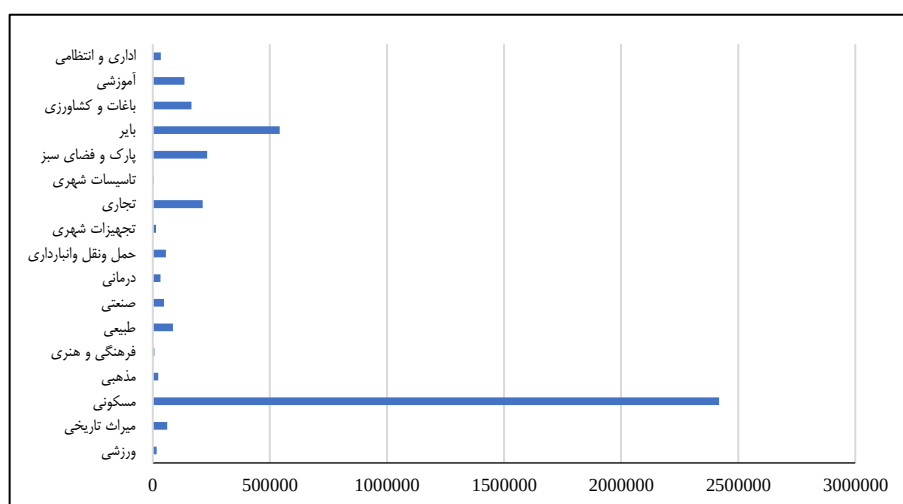
¹ - Central business district

افراد متمول از چنین بافت‌هایی مهاجرت کرده و مکان‌گزینی مهاجران و اقشار کم‌درآمد شهر را در این بافت سبب شده است و طبیعتاً این قشر از جامعه، توانایی ارتقای کیفیت ابنیه خود را ندارند و هنگام بروز حوادث، در رده آسیب‌پذیرترین اقشار جمعیتی شهر قرار می‌گیرند.

جدول (۳). وضعیت کاربری‌های بافت فرسوده واقع در حریم ۵۰۰ متری رودخانه‌ها

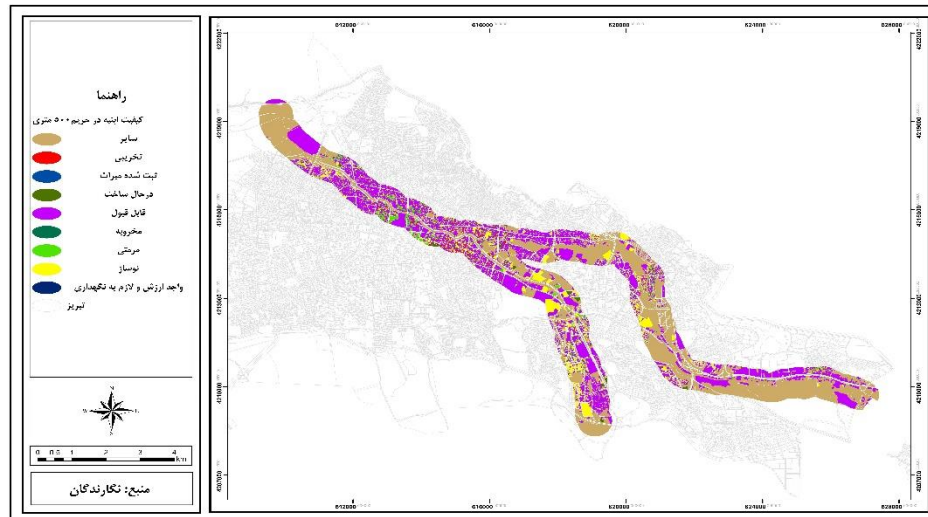
تعداد	کاربری	تعداد قطعات	مساحت	درصد از مساحت کل
۱	اداری و انتظامی	۳۳	۳۴۱۶۵	۰/۸
۲	آموزشی	۷۵	۱۳۶۰۸۱	۳/۳
۳	باغات و کشاورزی	۱۵	۱۶۴۸۳۷	۴
۴	بایر	۶۳۱	۵۴۲۰۳۴	۱۳/۲
۵	پارک و فضای سبز	۴۳	۲۳۲۴۹۹	۵/۷
۶	تاسیسات شهری	۳۳	۴۳۹۵	۰/۱
۷	تجاری	۳۷۳۵	۲۱۳۸۱۳	۵/۲
۸	تجهیزات شهری	۱۵	۱۳۵۶۷	۰/۳
۹	حمل و نقل و انبارداری	۱۱۸	۵۶۱۰۷	۱/۴
۱۰	درمانی	۱۸	۳۲۹۲۴	۰/۸
۱۱	صنعتی	۳۹۸	۴۸۷۱۹	۱/۲
۱۲	طبیعی	۵	۸۶۰۹۴	۲/۱
۱۳	فرهنگی و هنری	۱۴	۷۳۷۵	۰/۲
۱۴	مذهبی	۶۳	۲۳۰۰۷	۰/۶
۱۵	مسکونی	۱۴۳۶۴	۲۴۱۸۸۲۰	۵۹/۱
۱۶	میراث تاریخی	۴	۶۲۳۸۵	۱/۵
۱۷	ورزشی	۷	۱۶۱۴۴	۰/۴
۱۸	مجموع	۱۹۵۷۱	۴۰۹۲۹۶۶	۱۰۰

چنانکه در شکل (۴) نیز مشاهده می‌شود کاربری‌های مسکونی با تصرف ۵۹/۱ درصد از مجموع کاربری‌ها، بایر با ۱۳/۲ درصد، پارک و فضای سبز ۵/۷ درصد و تجاری با ۵/۲ درصد به ترتیب بیشترین مساحت را در بین کاربری‌های متعلق به بافت فرسوده واقع در حریم ۵۰۰ متری رودخانه‌ها دارا می‌باشند.



شکل (۴): مساحت کاربری‌های بافت فرسوده واقع در حریم ۵۰۰ متری رودخانه‌ها (منبع: یافته‌های پژوهش)

کیفیت مصالح بکار رفته در ابنیه رابطه مستقیمی با میزان تحمل و دوام بناها در برابر مخاطراتی چون سیل و زلزله دارد؛ لذا بررسی کیفیت ابنیه از گام های مهم در برنامه ریزی در شهرها شمرده می شود. نقشه کیفیت ابنیه در حریم ۵۰۰ متری رودخانه ها در شکل (۵) به نمایش درآمده است و نشان دهنده این موضوع است که بناهای با کیفیت قابل قبول دارای بیشترین فراوانی می باشند و همچنین بدلیل تمرکز قطعات مسکونی در حریم دیوان چایی، ابنیه با کیفیت مرمتی نیز در محدوده منطبق بر بافت فرسوده واقع در حریم این رود متمرکز شده اند. بیشتر قطعات نوساز نیز در حریم رود قوری جای جای گرفته اند.



شکل (۵): پراکنش کیفیت ابنیه در حریم ۵۰۰ متری رودخانه

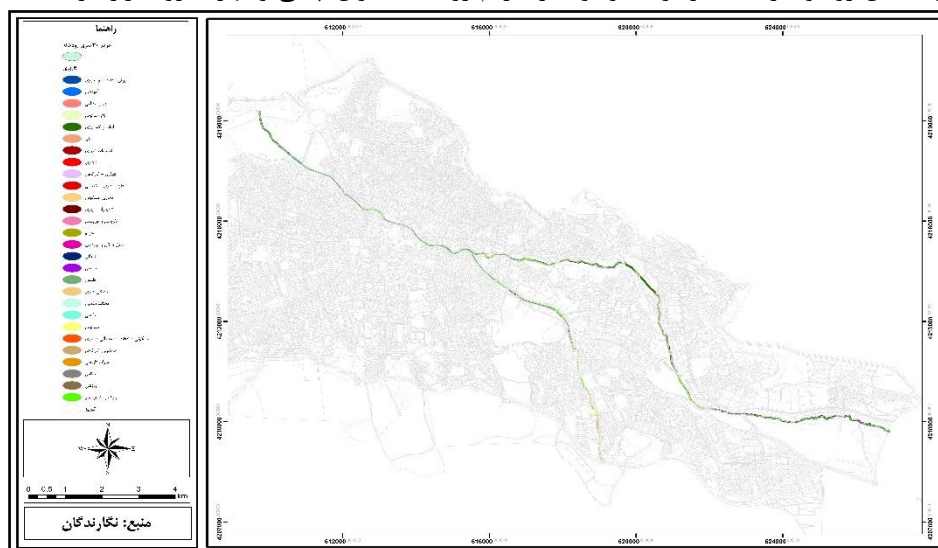
وضعیت کیفیت بناها به تفصیل در جدول (۴) قابل ملاحظه می باشد. چنانچه مشخص است ۲/۳ درصد از قطعات حریم ۵۰۰ متری رودخانه تخریبی و ۱۱/۹ درصد نوساز هستند. موضوع قابل تامل این است که از کل قطعات حریم ۷۰ درصد در وضعیت قابل قبولی قرار دارند و باتوجه به کاهش عمر مفید بناها در حال حاضر، در آینده ای نه چندان دور این ۷۰ درصد به دسته نیازمند مرمت و تخریبی خواهند پیوست و نیازمند برنامه ریزی صحیح جهت مقاوم سازی و بهسازی قطعات در حریم رودخانه جهت مقابله با مخاطرات می باشد. از سویی دیگر تعداد ۹۵۸ قطعه در حال ساخت است و وجود ۷۰۰۸ قطعه نوساز در حریم رودخانه ها نشان می دهد چه در بافت ارگانیک و فرسوده که بدون طراحی و برنامه ریزی قبلی رشد نموده و چه در بافت طراحی شده، حریم رود مورد توجه قرار نمی گیرد و وجود یا عدم برنامه ریزی در سطح شهر چندان تفاوتی نمی نماید و رانت و سود افراد خاص اهمیت و جایگاهی بالاتر از جان شهروندان یافته است.

جدول (۴). وضعیت کیفیت بناها به لحاظ تعداد قطعات و سهم از کل

تعداد	کیفیت بنا	تعداد قطعات	سهم از کل
۱	تخریبی	۱۳۴۹	۲/۳
۲	در حال ساخت	۹۵۸	۱/۶
۳	قابل قبول	۴۱۲۳۹	۷۰
۴	مرمتی	۴۴۰۳	۷/۵
۵	نوساز	۷۰۰۸	۱۱/۱۹
۶	سایر	۳۹۱۵	۶/۷
۷	مجموع	۵۸۸۷۲	۱۰۰

بررسی فراوانی کاربری ها در حریم ۳۰ متری رودخانه نشان می دهد کاربری مسکونی با ۶۳۲ قطعه زمین و کاربری پارک و فضای سبز با ۱۴۹ قطعه و در رتبه سوم کاربری تجاری با ۱۳۳ قطعه زمین دارای بیشترین فراوانی در این حریم رودخانه می

باشند. با توجه به شکل (۶) اکثر کاربری های مسکونی و دارای پوشش گیاهی کم یا فاقد آن، در ابتدای رود قوری چای و محل اتصال مهرانه رود با این رود و نیز بافت فرسوده موجود در حریم رودخانه دیوان چایی و مهرانه رود قرار گرفته اند.



شکل (۶): نقشه کاربری های حریم ۳۰ متری مهرانه رود

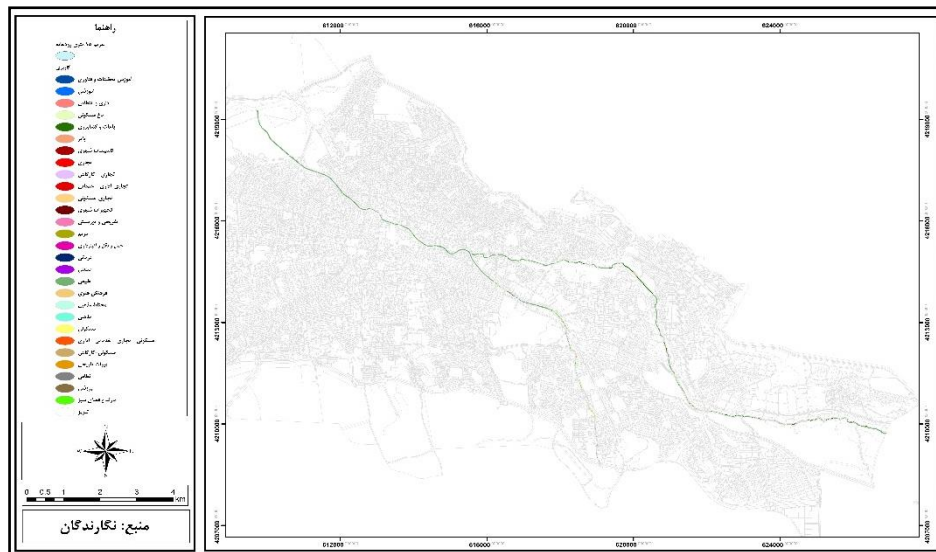
تعداد کاربری ها در این حریم ۱۷ نوع کاربری می باشد که کاربری مسکونی ۳۴.۵۲ درصد و باغات و کشاورزی ۲۵.۷۸ درصد حریم را به لحاظ بیشترین مساحت به خود اختصاص داده اند. در این حریم کاربری تاسیسات و تجهیزات شهری در رده کاربری های دارای کمترین تعداد قطعات و مساحت می باشند که قابل توجه است. مساحت کل این حریم برابر با ۱۸۷۷۶۷۸ مترمربع می باشد که با کسر مجموع مساحت کاربری های موجود، مساحت معابر ۲۹۸۳۰۲ مترمربع بدست می آید و ۱۵ درصد حریم را شامل می شود. در این حریم نیز ۴۷ قطعه با تراکم بیش از ۱۸۰ درصد یافت می شود.

جدول (۵). وضعیت کاربری های موجود در حریم ۳۰ متری مهرانه رود

تعداد	کاربری	تعداد قطعات	مساحت	درصد از مساحت کل
۱	اداری و انتظامی	۶	۷۵۹	۰/۰۵
۲	آموزشی	۳	۱۴۴۶۰	۰/۰۹۲
۳	باغات و کشاورزی	۸۹	۴۰۷۰۹۱	۲۵/۷۸
۴	بایر	۱۴۳	۱۷۴۵۶۲	۱۱/۰۵
۵	پارک و فضای سبز	۱۴۹	۳۰۴۶۶۳	۱۹/۲۹
۶	تاسیسات شهری	۲	۲۲۰۸	۰/۱۴
۷	تجاری	۱۳۳	۱۱۲۰۴	۰/۷۱
۸	تجهیزات شهری	۲	۲۴۵	۰/۰۲
۹	تفریحی و توریستی	۲	۲۶۵۰	۰/۱۷
۱۰	حریم	۲	۱۲۶۶۳	۰/۸
۱۱	حمل و نقل و انبارداری	۴۲	۱۶۶۲۱	۱/۰۵
۱۲	صنعتی	۴۶	۱۸۷۱۶	۱/۱۹
۱۳	طبیعی	۵۸	۵۴۵۲۷۵	۳۴/۵۲
۱۴	مذهبی	۳	۸۱۹	۰/۰۵
۱۵	مسکونی	۶۳۲	۶۳۲۴۵	۴
۱۶	میراث تاریخی	۴	۱۸۹۲	۰/۱۲

۱۷	ورزشی	۲	۲۳۰۳	۰/۱۵
۱۸	مجموع	۱۳۱۸	۱۵۷۹۳۷۶	۱۰۰

در حریم ۱۵ متری رودخانه، همچنان کاربری مسکونی با تعداد ۱۸۵ قطعه دارای بیشترین فراوانی است و سپس کاربری پارک و فضای سبز با تعداد ۹۶ قطعه در رتبه دوم کاربری های دارای فراوانی زیاد به لحاظ تعداد قطعات می باشد. کاربری مسکونی موجود در این حریم با مجموع طبقات ۲۷۵ طبقه و واحد مسکونی می باشد که با در نظر گرفتن ۴ نفر بودن بعد خانوار تعداد ۱۱۰۰ نفر در این حریم فقط در کاربری مسکونی در معرض خطر سیلاب قرار می گیرند. شکل (۷) پراکنش کاربری ها را در حریم ۱۵ متری رودخانه ها نشان می دهد.



شکل (۷): نقشه کاربری های حریم ۱۵ متری مهرانه رود

در این حریم رودخانه، تنوع کاربری ها در ۱۴ نوع کاربری تقسیم بندی شده است و کاربری مسکونی به لحاظ مساحت ۵۶/۴۸ درصد و باغات و کشاورزی ۱۸/۱۸ درصد محدوده را دربر گرفته اند. کل مساحت حریم ۱۵ متری، ۹۳۷۲۰۷ مترمربع است و با کسر مجموع مساحت کاربری های موجود، مساحت معابر برابر با ۹۵۱۶۷ مترمربع حاصل می شود و ۱۰ درصد مساحت حریم را به خود اختصاص داده است. در این حریم ۱۰ قطعه با تراکم بالای ۱۸۰ درصد وجود دارد و تعداد ۴ قطعه زمین نیز در حال ساخت می باشد و ۱۵ قطعه زمین نوساز در این حریم مشاهده می شود. وجود این آمار ساخت و ساز در حریم ۱۵ متری رودخانه ها نشان می دهد به منافع فردی و مالی نسبت به منافع عمومی و امنیت شهروندان ارجحیت داده شده است.

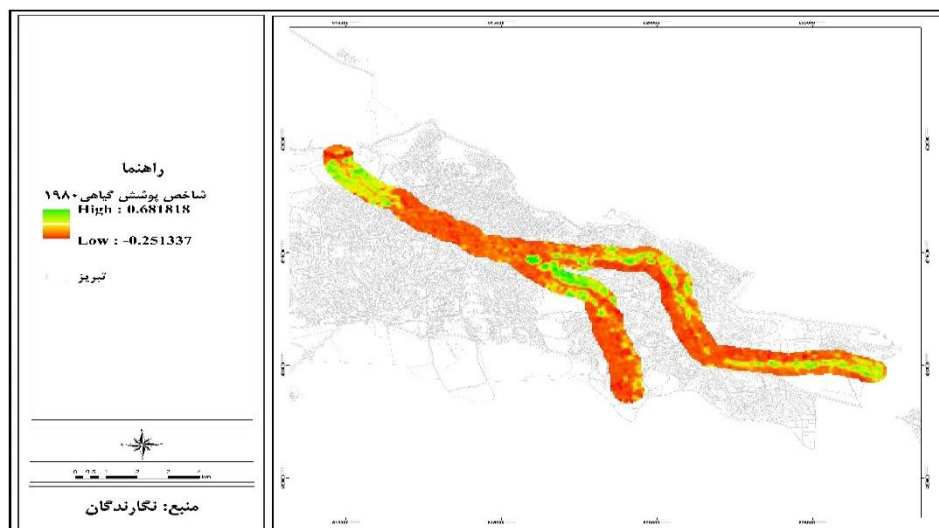
جدول (۶). وضعیت کاربری های موجود در حریم ۱۵ متری مهرانه رود

تعداد	کاربری	تعداد قطعات	مساحت	درصد از مساحت کل
۱	آموزشی	۱	۱۴۲۷	۰/۱۷
۲	باغات و کشاورزی	۶۵	۱۵۳۱۰۳	۱۸/۱۸
۳	بایر	۸۰	۶۹۲۲۰	۸/۲۲
۴	پارک و فضای سبز	۹۶	۱۱۳۹۷۶	۱۳/۵۴
۵	تجاری	۳۵	۱۶۷۹	۰/۲
۶	تفریحی و توریستی	۱	۹۷۵	۰/۱۲
۷	حریم	۱	۶۷۰۲	۰/۸
۸	حمل و نقل و انبارداری	۱۳	۲۸۹۷	۰/۳۴
۹	صنعتی	۲۳	۴۲۹۴	۰/۵۱
۱۰	طبیعی	۵۸	۴۷۵۵۸۴	۵۶/۴۸

۱۱	مذهبی	۲	۱۲۴	۰/۰۱
۱۲	مسکونی	۱۸۵	۱۰۵۶۵	۱/۲۵
۱۳	میراث تاریخی	۲	۱۱۲۴	۰/۰۱۳
۱۴	ورزشی	۱	۳۷۰	۰/۰۴
۱۵	مجموع	۵۶۳	۸۴۲۰۴۰	۱۰۰

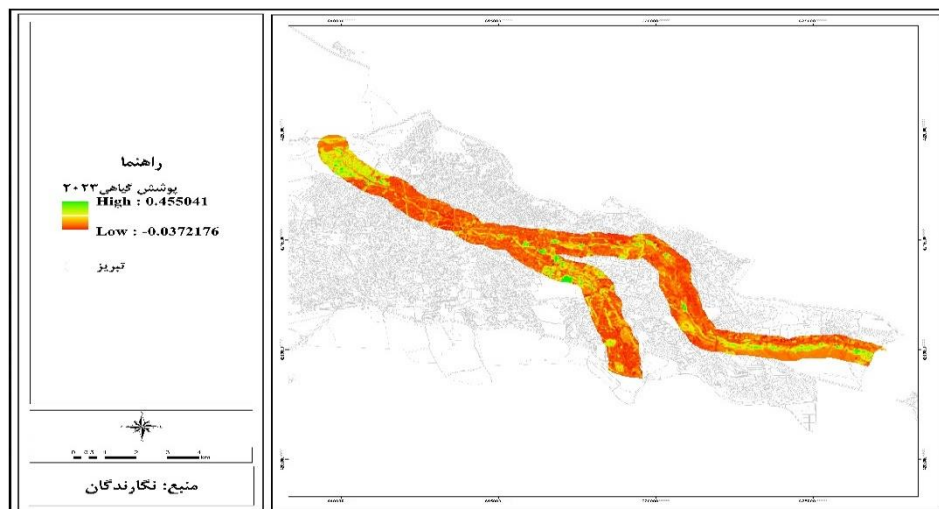
روش مورد استفاده برای اندازه گیری تغییرات پوشش گیاهی در این مطالعه شامل استفاده از شاخص NDVI می باشد که بصورت یک محاسبه آماری پیکسل به پیکسل روی تصاویر ماهواره ای در محیط جی ای اس صورت می پذیرد. نقشه شاخص نرمال شده پوشش گیاهی، امکان ردیابی فتوسنتز در طول زمان، شناسایی تغییرات غیرعادی در رشد پوشش گیاهی و تسهیل همبستگی های زمانی و مکانی را فراهم می آورد (Jafarpour Ghaleh teimouri et al, 2023, 291).

شکل (۸) نقشه NDVI مربوط به سال ۱۹۸۰ را در حریم ۵۰۰ متری رودخانه های مورد مطالعه به نمایش گذاشته است. در نقشه ذیل در انتهای رود دیوان چایی و در محل اتصال آن به آجی چایی و نیز در ورودی شهر از سمت شرق و ابتدای مهرانه رود پوشش گیاهی بیشتری نسبت به بقیه محدوده به چشم می خورد و کمترین میزان پوشش گیاهی در حریم دیوان چایی و قوری چای می باشد.



شکل (۸): نقشه NDVI مربوط به سال ۱۹۸۰

ترکیبی از تغییرات بارندگی و کاربری اراضی باعث می شود آسیب پذیری مناطق شهری در مقابل بارندگی شدید و سیلاب بیشتر شود (Miller & Hutchins, 2017:355). در سال ۲۰۲۳ همانگونه که از تصویر (۹)، قابل درک و دریافت است پوشش گیاهی در محل اتصال دو رود قوری چای و مهرانه رود و بافت فرسوده واقع در حریم مهرانه رود دچار تخریب شده است.



شکل (۹): نقشه NDVI مربوط به سال ۲۰۲۳

پس از کلاسه بندی نقشه های شاخص پوشش گیاهی بدست آمده در دو کلاس اراضی دارای پوشش گیاهی و اراضی فاقد پوشش گیاهی نتیجه براین شد که در سال ۱۹۸۰ میزان پوشش گیاهی ۲۵.۶ درصد از کل حریم ۵۰۰ متری رودخانه ها را شامل می شده و در سال ۲۰۲۳ نیز به ۲۰.۶ درصد رسیده است و این موضوع نشان می دهد در طول چهل و سه سال اخیر پوشش گیاهی مورد تخریب قرار گرفته است و توجه به زیبایی شهر، آسایش شهری حاصل از وجود پوشش گیاهی و ملاحظات مربوط به حریم رودخانه ها و وقوع حوادثی چون سیلاب کم کم به فراموشی سپرده شده و این مسئله با کنار گذاشته شدن فضای سبز در برنامه ها و تصمیمات مدیریت شهری و تغییر کاربری از باغات و فضای سبز به دیگر کاربری ها در جهت کسب منافع مالی و شخصی ادامه دار شده و در طولانی مدت باعث افزایش سطوح نفوذناپذیر و خاکستری در حریم رود و باقی مناطق شهری شده و هنگام وقوع سیلاب باعث تشدید حادثه می گردد.

جدول (۷). وضعیت اراضی دارای پوشش گیاهی و فاقد آن در حریم ۵۰۰ متری رودخانه ها

سال		۱۹۸۰		۲۰۲۳	
کاربری		مساحت	سهم	مساحت	سهم
		۷۸۹۴۸۰۰	۲۵/۶	۶۲۱۱۸۰۰	۲۰/۶
اراضی دارای پوشش گیاهی					
اراضی فاقد پوشش گیاهی		۲۲۹۶۰۸۰۰	۷۴/۴	۲۳۹۳۲۸۰۰	۷۹/۴

به دلیل عدم دسترسی به عکس هوایی مربوط به سال ۱۹۸۰ شهر تبریز، با استناد به عکس هوایی متعلق به سال ۱۹۶۷ شهر که از سازمان آب منطقه ای استان آذربایجان شرقی اخذ گردیده و نیز عکس هوایی مربوط به سال ۲۰۲۳ تهیه شده از تصاویر تاریخی گوگل ارث می توان بیان داشت عمده تخریب های صورت گرفته در اراضی دارای پوشش گیاهی متعلق به محدوده پل سنگی باغمیشه می شود که محل اتصال سه رود مورد مطالعه نیز می باشد که از عوامل بروز این اتفاق گسترش جمعیت از سال ۱۳۴۶ به بعد و نیاز به مسکن و به دنبال آن گسترش شهر به سمت شرق شهر بوده که در حال حاضر نیز این محدوده در مرکز شهر قرار گرفته و دارای ارزش اقتصادی بالایی شده است و باعث افزایش تخریب پوشش گیاهی در این بخش از حریم رودخانه شده است. شکل (۱۰) و (۱۱) نشان دهنده تغییرات کاربری ها و تخریب پوشش گیاهی در طی ۵۶ سال می باشند.



شکل (۱۰): عکس هوایی از محل اتصال رودخانه های تبریز در سال ۱۹۶۷ (منبع: سازمان آب منطقه ای آذربایجان شرقی)



شکل (۱۱): عکس هوایی از محل اتصال رودخانه های تبریز در سال ۲۰۲۳ (منبع: نگارندگان)

در جهت کنترل و مدیریت سیلاب در سطح شهر علاوه بر حفظ و گسترش مناطق دارای پوشش گیاهی که در افزایش سرزندگی و آسایش شهری نیز ایفای نقش می نماید، توجه به دیگر سیاست ها و برنامه ها نیز لازم می باشد و باید به همه عناصر شهری توجه نمود و اگرچه نتایج پژوهش نشان می دهد که افزایش پوشش گیاهی می تواند موجب کاهش رواناب و بهبود ظرفیت جذب آب شود، اما این اقدام به تنهایی قادر به رفع ریسک سیلاب نیست و تنها به عنوان یک مؤلفه از مجموعه راهکارهای مدیریت یکپارچه حوزه آبخیز مطرح می شود. از جمله عناصر تاثیرگذار در مبحث کنترل سیلاب که در مواقع خطر می تواند بحران آفرین باشد، وجود برخی ساختمان ها و پل های با طراحی نامناسب می باشد. از جمله ویژگی های مهمی که در احداث پل روی رودخانه ها در سطح شهر بایستی در نظر گرفته شود، دهانه بزرگ پل، پایه های مقاوم و نیز ارتفاع مناسب از رود می باشد تا هنگام وقوع سیلاب، آب به راحتی از پل عبور کند. در پل احداث شده ای که در منطقه طراحی و اجرا شده است و در شکل (۱۲) نیز قابل مشاهده می باشد، این ویژگی ها به خوبی رعایت نشده و هنگام وقوع بحران، اشجار قطع شده و دیگر اجسام همچون خودروها می توانند دهانه پل را مسدود کرده و باعث سرریز شدن رواناب در سطح معابر و اختلال در نظم شهر شوند و باتوجه به استقرار مراکز تجاری با تراکم بالا مثل برج بلور و نیز برخی زیرساخت های حمل و نقل عمومی چون ایستگاه های مترو در نزدیکی این پل و حریم مهرانه رود، در صورت وقوع بحران خسارات مالی و جانی قابل توجهی مورد انتظار می باشد.



شکل (۱۲): نمونه ای از پل احداث شده روی مهرانه رود (منبع: نگارندگان)

ساختمان برج بلور که یک برج تجاری، خدماتی و اداری در تبریز است از جمله ساختمان های با تراکم ساخت بالا می باشد که در حریم مهرانه رود ساخته شده و دارای طراحی نامناسب است، از جمله مشکلات طراحی این سازه در عدم پیش بینی وقوع مخاطراتی مثل سیلاب و زلزله است و چنانکه در شکل (۱۳) مشاهده می شود، ورودی برج در ارتفاع پایین تر از بر معابر کناری در نظر گرفته شده و این در صورتی است که نزدیک ترین فاصله با پل مذکور در بالا را دارا می باشد و در صورت انسداد دهانه پل و سرریز رواناب، این برج جزو اولین ساختمان های خسران دیده خواهد شد. علاوه بر عدم طراحی نامناسب ورودی ها، نبود فضای باز کافی در اطراف این برج و شیشه ای بودن نمای آن، هنگام بروز زلزله های با عمق کم نیز، باعث وقوع حوادث بزرگی خواهد بود.



شکل (۱۳): ورودی های برج بلور از سمت مهرانه رود (منبع: نگارندگان)

حضور زیرساخت های مهمی مثل زیرساخت های مربوط به حمل نقل عمومی اعم از ایستگاه های مترو که هزینه های بالایی نیز صرف ساخت آنها می شود، در حریم رودخانه ها، بخصوص که با وجود تعبیه سه ورودی برای ایستگاه دانشگاه، به دلیل قرار گرفتن در زیر زمین و همچنین ورودی های کم عرض که هنگام بروز حوادث خدمات رسانی را دچار مشکل می نماید، بر اهمیت حفاظت از حریم رودخانه ها می افزاید. شکل (۱۴) وضعیت یکی از ورودی های ایستگاه مترو واقع در حریم مهرانه رود را نشان می دهد.



شکل (۱۴): یکی از ورودی های ایستگاه مترو در حریم مهرانه رود (منبع: نگارندگان)

بحث و نتیجه گیری

با توسعه شهرها، حریم رودها نیز همواره در معرض خطر تغییر و تحول های غیر مهندسی قرار می گیرند. لازم است تأکید شود که افزایش پوشش گیاهی، هرچند نقش مهمی در کاهش رواناب و تنظیم رژیم هیدرولوژیک دارد، اما به تنهایی قادر به حل تمامی عوامل مؤثر بر بروز سیلاب در تبریز نیست. پدیده سیل نتیجه بهم کنش هم زمان مؤلفه های متعددی همچون تغییرات اقلیمی، تراکم فروشی، توسعه کالبدی کنترل نشده، کاهش نفوذپذیری سطح و ضعف برنامه ریزی شهری است. چنانکه اصغری زمانی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهش خود حریم مهرانه رود را مورد بررسی قرار دادند، در پژوهش حاضر نیز حریم مربوط به رودهای عبوری از داخل شهر تبریز با تأکید بر بافت فرسوده موجود در این محدوده، در سه دسته حریم ۱۵، ۳۰ و ۵۰۰ متری مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و نتایج بر این شد که کاربری مسکونی با ۸۳۲۰۵۹۰ مترمربع در حریم ۵۰۰ متری، و با ۶۳۲۴۵ مترمربع در حریم ۳۰ متری و نیز با ۱۰۵۶۵ مترمربع مساحت در حریم ۱۵ متری رودخانه ها، بیشترین فراوانی را به لحاظ تعداد قطعه زمین و مساحت دارا می باشد و کاربری تجاری و صنعتی در حریم ۵۰۰ متری رتبه دوم و سوم را به لحاظ بیشترین تعداد قطعه زمین به خود اختصاص داده است. در حریم ۳۰ متری نیز کاربری های پارک و فضای سبز و تجاری و در حریم ۱۵ متری رودخانه، پارک و فضای سبز و باغات و کشاورزی بعد از کاربری مسکونی بیشترین تعداد قطعه زمین را شامل می شوند؛ همچنین بررسی کیفیت ابنیه واقع در حریم رودخانه ها نشان داد هفتاد درصد بناها در وضعیت قابل قبول قرار دارند و جهت جلوگیری از آسیب پذیری این قطعات در آینده بایستی برنامه ریزی و چاره اندیشی صورت گیرد. بررسی کاربری های مربوط به بخشی از بافت فرسوده شهر که در حریم ۵۰۰ متری رودخانه ها مورد بررسی قرار گرفت نشان داد، کاربری مسکونی، تجاری، بایر و صنعتی به ترتیب بیشترین تعداد قطعات زمین را دارا هستند و از طرفی ۱۷۰۹۹ قطعه زمین که ۸۷ درصد قطعات در بافت فرسوده را شامل می شوند، فاقد سازه فلزی و بتنی هستند که کم دوام بودن و ضعف در تاب آوری ساختمان ها در برابر مخاطرات را نشان می دهد.

مطالعات مربوط به تغییرات پوشش گیاهی از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۳ نشان داد پوشش گیاهی از ۷۸۹۴۸۰۰ مترمربع به ۶۲۱۱۸۰۰ مترمربع کاهش داشته است و عمده این تخریب ها در محدوده پل سنگی باغمیشه که محل اتصال رودهای مورد مطالعه تحقیق هستند، صورت گرفته است. از مطالعه حاضر می توان نتیجه گرفت شهر در بحران قرار دارد و با کاهش پوشش گیاهی، افزایش سکونتگاه های انسانی در حریم رودخانه ها و نیز کاهش کیفیت ابنیه، عمربالای اکثر ساختمان ها و تعداد قابل توجه قطعات فاقد سازه فلزی و بتنی، شهروندان مورد تهدید سیل هستند. بنابراین، یافته های این پژوهش، پوشش گیاهی را به

عنوان یکی از اجزای ضروری در مدیریت ریسک سیلاب معرفی می‌کند و نه راه‌حلی واحد. کنترل مؤثر سیل در تبریز مستلزم مجموعه‌ای از اقدامات هم‌زمان شامل بازنگری در ضوابط ساخت‌وساز، مهار توسعه در پهنه‌های سیل‌خیز، تقویت سیستم زهکشی شهری و مدیریت پایدار حوضه‌های بالادست است. از عواملی که سبب بروز این مسائل شده است می‌توان به عدم توجه مسئولین در برنامه ریزی ها، نقص در تهیه و اجرای طرح های شهری، تراکم فروشی توسط شهرداری های مناطق، رانت و صدور مجوز در حریم رودخانه ها و همچنین سود حاصل از تغییر کاربری از فضای سبز و پوشش گیاهی به سایر کاربری ها از جمله مسکونی و تجاری و صنعتی و همچنین تقاضای اقشار خاص جامعه در مرکز شهر و تمرکز اقشار کم درآمد در بافت فرسوده و عدم توان آنها در ارتقای کیفیت ابنیه خود اشاره نمود. جهت حفظ و گسترش پوشش گیاهی و جلوگیری از تخریب بیش از پیش آن، می‌توان از گونه های گیاهی بومی و سازگار با هر اقلیم بهره برد و از سیستم های آبیاری هوشمند و سنسورهای تشخیص رطوبت خاک برای تعیین زمان و مقدار آبیاری در سطح شهر استفاده نمود. از راهکارهای دیگر آموزش و آگاهی رسانی به شهروندان در مورد اهمیت فضای سبز و تشویق آنها به مشارکت می‌باشد و برای حفظ پوشش گیاهی و جلوگیری از تخریب آن قوانین و مقررات خاص توسط نهادهای مسئول تصویب و اجرا شود و همچنین استفاده گسترده از پوشش گیاهی در معابر و بام ها که باعث افزایش زیبایی و ارتقای آسایش حرارتی در شهرها می‌شود نیز توصیه می‌گردد. بر این اساس، توسعه فضای سبز باید در چارچوب یک رویکرد یکپارچه مدیریت جامع سیلاب و نه به‌عنوان راهکاری جایگزین سایر اجزای مدیریت شهری مورد استفاده قرار گیرد. در واقع، سبزشازی می‌تواند اثرات برخی نارسایی‌های مدیریتی و کالبدی را تعدیل کند، اما قادر به جبران پیامدهای توسعه ناپایدار و تصمیم‌گیری‌های ضعیف شهری نیست.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنهاست.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

منابع

- آذر، علی؛ پناهی، علی؛ شریفی، رقیه (۱۳۹۲)، کاهش خسارت سیل از طریق تعیین حریم و بستر رودخانهٔ مهران رود تبریز، *مداد و نجات*، ۶ (۲)، ۹۶-۱۰۳.
- اصغری زمانی، اکبر؛ روستایی، شهریور؛ کوشش وطن، محمدعلی (۱۳۹۸)، بررسی وضعیت دخل و تصرف در حریم پهنه های آبی و گسلی شهر تبریز، *پژوهش های ژئومورفولوژی کمی*، ۸ (۳)، ۹۷-۱۱۴.
- پورمحمدی، محمدرضا؛ سعادت جو، مهری (۱۴۰۳)، ارزیابی ابعاد رویکرد توسعه پایدار شهری در بهبود فضاهای سبز شهری (نمونه موردی: منطقه ۱۰ کلانشهر تبریز)، *نشریه فضای شهری و حیات اجتماعی*، ۳ (۸)، ۱۹-۴۴.
- پیرعلیلو، فاطمه؛ اصغری زمانی، اکبر (۱۴۰۳)، بررسی نقش ساخت‌وسازها در تغییرات پوشش گیاهی محدوده باسمنج بین سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۰، *پژوهش های جغرافیای اقتصادی*، ۵ (۱۱)، ۱۴-۳۱.
- جعفری، فیروز؛ حسین زاده، آیلار (۱۴۰۲)، آشکارسازی پوشش فضای سبز شهری با استفاده از پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره ای (مطالعه موردی: محله های منجم و یوسف آباد تبریز)، *نشریه فضای شهری و حیات اجتماعی*، ۲ (۶)، ۷۳-۸۶.
- حسینی، سیده فاطمه؛ همتی، محمد؛ جعفری، مهتاب؛ استعلاجی، علیرضا (۱۴۰۲)، تحلیل و پهنه بندی خطر سیل خیزی و ارتباط آن با پوشش گیاهی در شهرستان قیر و کارزین، *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱۰ (۲)، ۷۷-۹۶.
- سازمان آب منطقه ای استان آذربایجان شرقی، (۱۳۷۹)، نقشه پلان توپوگرافی مهران رود

- عظیمی، مژگان سادات؛ شریفیان، ابوالفضل؛ ریاضی نیا، وحیده؛ ارزانی، حسین؛ عباسپور، کریم (۱۴۰۱)، بررسی تأثیر تغییرات پوشش گیاهی مراتع خشک و نیمه خشک ایران در رابطه با وقوع سیل، *نشریه علمی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران*، ۲۰ (۲)، ۲۴۸-۲۶۰.
- فولادوند، سحر؛ علیزاده؛ شیوا (۱۳۹۶)، نقش طراحی شهری در بازسازی بافت های فرسوده شهری (مطالعه موردی بافت فرسوده بلوک گلستان شهر تبریز)، *کنفرانس بین المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر*، تهران، ۱-۱۴.
- کرمی، مژگان؛ اردشیر، عبدالله؛ بهزادیان، کوروش (۱۳۹۴)، مدیریت خطرپذیری آب گرفتگی و آلودگی ناشی از سیلاب شهری با استفاده از راهکارهای بهینه متداول و نوین، *تحقیقات منابع آب ایران*، ۱۱ (۳)، ۱۰۰-۱۱۲.
- کریمی، ولی الله؛ رشیدپور، مصطفی (۱۳۹۸)، ارزیابی احداث مخازن ذخیره جهت کاهش سیلاب شهری، *نشریه مهندسی عمران/میرکبیر*، ۵۱ (۲)، ۱۹۷-۲۰۴.
- محمود زاده، حسن؛ امامی کیا، وحید؛ رسولی، علی اکبر (۱۳۹۳)، ریزپهنه بندی خطر سیلاب در محدوده شهر تبریز با استفاده از روش AHP، *تحقیقات جغرافیایی*، ۳۰ (۱)، ۱۶۷-۱۸۰.
- مصیب زاده، علی؛ بقائی، مریم (۱۴۰۲)، تبیین وضعیت برخورداری و نحوه توزیع فضای سبز در مناطق شهری با رویکرد عدالت فضایی (نمونه موردی: مناطق پنجگانه شهر ارومیه)، *نشریه فضای شهری و حیات اجتماعی*، ۲ (۴)، صص ۵۷-۷۱.
- نامجو، فروغ؛ صمدزاده، رسول؛ معصومی، محمدتقی (۱۴۰۰)، آینده پژوهی تاب_آوری کلانشهر تبریز در برابر آشوب سیل، *فضای جغرافیایی*، ۲۳ (۸۳)، ۱۲۱-۱۴۳.
- نوری، محبوبه؛ رضایی، محمدرضا؛ حسینی، سیدموسی؛ منصوریان، حسین (۱۴۰۱)، تبیین ضرورت کاربست روش های نوین در مدیریت رواناب های شهری با رویکرد افزایش تاب_آوری در برابر سیلاب (مطالعه موردی: شهر شیراز)، *فصلنامه پژوهش های جغرافیایی برنامه ریزی شهری*، ۱۱ (۱)، ۲۷-۴۹.
- هدایی، سعیده؛ فرامرز، محمد؛ صابری، موسی؛ اکبرپور، محمد (۱۳۸۶)، بررسی نقش تغییرات پوشش گیاهی جنگل و مرتع در ایجاد سیل در حوضه آبخیز رودخانه مادرسو، *چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران مدیریت حوزه های آبخیز، کرج*.

- Azar, A. Panahi, Al Sharifi, R (2013), Reducing flood impact by delineating the floodplain and riverbed of the Mehran-Rud River in Tabriz, *Rescue and Relief*, 6 (2), 96-103. [In Persian]
- Asghari Zamani, A. Roustae, Sh. Koushesh Vatan, M A. (2019). Investigating of manipulation in the Water and Fault bodies of Tabriz City, *Quantitative Geomorphological Research*, 8 (3), 97-114. [In Persian]
- Pourmohammadi, M r. Saadat jou, M. (2024). Evaluation of the Urban Environment in the Improvement of Green Space (Case Study: District 10 of Tabriz Metropolis), *Journal of Urban Space and Social Life*, 3 (8), 19-44. [In Persian]
- Piralilou, F. Asghari Zamani, A. (2025). Investigating the role of constructions in the vegetation changes of Basmenj area between 2000-2020. *Jornal of Economic Geography Research*, 5 (11), 14-31. [In Persian]
- Jafari, F. Hoseinzadeh, A. (2023). Revealing urban green space coverage using object-oriented processing of satellite images (Case study: Monajem and Yousefabad neighborhoods of Tabriz), *Journal of Urban Space and Social Life*, 2 (6), 73-86. [In Persian]
- hosseini F, hemmati M, jafari M, estelaji A. (2023). Flood risk analysis and zoning and its relationship with vegetation in Qirokarzin County. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 10 (2):77-96. [In Persian]
- East Azerbaijan Regional Water Organization, (2000), Topographic Plan Map of Mehran-e-Rood. [In Persian]

- Azimi, M. Sharifian Bahraman, A. Reyazinia, V. Arzani, H. Abbaspour, K. (2022). The study of impact rangeland vegetation changes in relation to the flood occurrence in arid and semi-arid of Iran, *Iranian Journal of Forests and Rangelands Protection Research*, 20 (2), 248–260. [In Persian]
- Foladvand, Sahar. Alizadeh; Shiva (2017), The role of urban design in the reconstruction of dilapidated urban textures (case study of dilapidated texture of Golestan block in Tabriz city), *International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Planning of Contemporary Iran*, Tehran, 1-14. [In Persian]
- Karami, M. Ardeshtir, A. Behzadian, K. (2015), Hazard Management of Inundation and Pollutants in Urban Floods Using Optimal Conventional and Novel Strategies, *Journal of Iran-Water Resources Research*, 11(3), 100-112. [In Persian]
- Karimi, V. Rashidpour, M. (2019), Evaluation of detention tanks for reducing urban flooding, *Amirkabir Journal of Civil Engineering*, 51(2), 197-204. [In Persian]
- Mahmoudzadeh, H. Emamikia, V. Rasouli, A A. (2014), Flood risk microzoning within the city of Tabriz using the AHP method, *Geographical Research*, 30 (1), 167-180. [In Persian]
- Mosayyebzadeh, A. baghaei, m. (2013). Explaining the status of possession and distribution of green space in urban areas with the approach of spatial justice (case study: the five areas of Urmia city areas of Urmia city, *Journal of Urban Space and Social Life*, 2(4), pp. 57-71. [In Persian]
- Namjoo, F. Samadzadeh, R. Masoumi, M T. (2011), Future research on the resilience of Tabriz metropolis against flood chaos, *Geographical Space*, 23 (83), 121-143. [In Persian]
- Noori, M. Rezaei, M R. Hosseini, S M. Mansourian, H. (2012). Explaining the necessity of using modern methods in the management of urban runoff with the approach of increasing resilience against floods (case study: Shiraz city), *Journal of Geographical Urban Planning Research*, 11(1), 27-49. [In Persian]
- Hodayee, S. Faramarz, M. Saberi, M. Akbarpour, M. (2007), Studying the role of changes in forest and rangeland vegetation cover in causing floods in the Madreso River watershed, *Fourth National Conference on Iranian Watershed Science and Engineering, Watershed Management*, Karaj. [In Persian]
- Baratvakili, I. Ahmadi, P. Dokouhaki, N, Nozari, M, Rahimian Shalbaf, F. (2023). Green Infrastructure for Protecting Shiraz's Historic Urban Fabric from Flooding, *Regional Problems of Architecture and Town Planning*, 17, 91-105.
- Boraha, A. Bardhanb, R. Bhatiaa, U. (2023). Protecting heritage: Insights into effective flood management using green infrastructure in a highly urbanized environment, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 98, 1-13.
- Dowtin, A. Cregg, B. Nowak, D. Levia, D. (2023). Towards optimized runoff reduction by urban tree cover: A review of key physical tree traits, site conditions, and management strategies, *Landscape and Urban Planning*, 239, 1-13.
- Green, D. O'Donnell, E. Johnson, M. Slater, L. Thorne, C. Zheng, Sh. Stirling, Ross. Chan, F. Li, L. Boothroyd, R. (2021), Green infrastructure: The future of urban flood risk management, *Wires Water*, 8, 1-18.
- Gu, X. Liu, X. (2024). Planning scale flood risk assessment and prediction in ultra-high density urban environments: The case of Hong Kong, *Ecological Indicators*, 162, 1-13.
- Holicky, M. Sykora, M. (2022), Risk assessment of heritage structures endangered by fluvial floods, Flood Recovery, *Innovation and Response II*, 205-213.
- Jafarpour Ghalehtemouri, K. Che Ros, F. Rambat, Sh. (2023). Flood risk assessment through rapid urbanization LULC change with destruction of urban green infrastructures based on NASA Landsat

- time series data: A case of study Kuala Lumpur between 1990–2021, *Ecological Frontiers*, 44, 288-306.
- Lia, L. Uyttenhovea, P. Vaneetveldeb, V. (2020). Planning green infrastructure to mitigate urban surface water flooding risk – A methodology to identify priority areas applied in the city of Ghent, *Landscape and Urban Planning*, 194, 1-12.
- Liu, W. Chen, W. Peng, Ch. (2014), Assessing the effectiveness of green infrastructures on urban flooding reduction: A community scale study, *Ecological Modelling*, 291, 6–14.
- Miller, J.D. Hutchins, M. (2017), The impacts of urbanisation and climate change on urban flooding and urban water quality: a review of the evidence concerning the United Kingdom, *Hydrology*, 12, 345-362.
- Palazzo, E. Wang, S. (2022), Landscape Design for Flood Adaptation from 20 Years of Constructed Ecologies in China, *Sustainability*, 14, 1-20.
- Sarvari, H. Mehrabi, A. Chan, D, Cristofaro, M. (2021), Evaluating urban housing development patterns in developing countries: Case study of Worn-out Urban Fabrics in Iran, *Sustainable Cities and Society*, 7, 1-11.
- Wang, Z. Li, Zh. Wang, Y. Zheng, X. Deng, X. (2024). Building Green infrastructure for mitigating urban flood risk in Beijing, china. *Urban Forestry & Urban Greening*, 93, 1-16.
- Yang, B. Lee, D. (2021), Urban Green Space Arrangement for an Optimal Landscape Planning Strategy for Runoff Reduction, *Land*, 10, 1-12.
- Zhang, B. Xie, G. Li, N. Wang, Sh. (2015). Effect of urban green space changes on the role of rainwater runoff reduction in Beijing, China, *Landscape and Urban Planning*, 140, 8–16.