Journal of Geography and Urban Research

Journal Homepage: https://gur.maragheh.ac.ir/

Assessing the Carrying Capacity of Water Resources in District Four of Tabriz Metropolitan Area Based on Population Density

Firouz Jafari[a], Nasrin Dinparvar[b]

a. *Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz.*
Email: f-jafari@tabrizu.ac.ir

b. *Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz.*
Email: nasrindinparvar2018@gmail.com

ARTICLEINFO

Article type:
Research Paper

Received:
24 January 2025
Received in revised form:
10 March 2025
Accepted:
16 March 2025
pp.1-12.

Keywords:
Carrying capacity,
Water,
Population density,
District Four.

ABSTRACT

Water has always been an undeniable necessity for social and economic development and the survival of vital ecosystems on Earth. The limitation of water resources and varying precipitation patterns indicate that existing surface and groundwater resources must be well identified and studied, and proper utilization should be carried out through precise planning. Water is one of the most important factors affecting any type of density. Therefore, in this research, District Four of Tabriz metropolitan area, as one of the most populous urban areas of Tabriz, was examined to estimate the carrying capacity of water resources. The present study is descriptive-analytical based on a case study. Research data were collected through documentary methods and referencing relevant institutions, including the municipality and the regional water and wastewater company. After integrating and consolidating the obtained information and preparing information layers in the GIS software, relevant maps were prepared. Based on the obtained information, it was revealed that the minimum and maximum population capacity of District 4 of Tabriz, based on the water index and the limiting factor of wastewater production and treatment, equals 172,800and 227,368 people, respectively. Given the population size of the area and a maximum allowable density of 95 persons, it can accommodate a gross density of 229 persons and a net residential density of 195 persons per hectare. However, based on the obtained results, the net residential density of District 4 is 329 persons per hectare, which exceeds the permissible threshold and falls within the critical-pressure range.

Citation: Jafari, F., & Dinparvar, N. (2025). Assessing the carrying capacity of water resources in District Four of Tabriz Metropolitan Area based on population density. *Journal of Geography and Urban Research*, 2(3), 1-12.
https://doi.org/10.22130/gur.2025.2051465.1010
© The Author(s) **Publisher:** University of Maragheh.
This is an open access article under the CC BY license(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Extended Abstract

Introduction

Water has always been an undeniable necessity for social and economic development and the survival of vital ecosystems on Earth. The limitation of water resources and varying precipitation patterns indicate that existing surface and groundwater resources must be well identified, studied, and properly utilized through precise planning. Water is one of the most important factors affecting any type of density. Therefore, in this research, District Four of Tabriz metropolitan area, as one of the most populous urban areas of Tabriz, was examined to estimate the carrying capacity of water resources. According to United Nations reports, by 2050, nearly 70% of the world's population will live in cities. With the rapid increase in urban population globally, achieving sustainable development goals regarding water, food, and energy security is one of the greatest challenges humanity faces. The World Water Organization (2020) studies show that global demand for water resources is growing at a rate of 1% annually due to population growth, economic development, and changing consumption patterns. However, the continuous growth of agriculture and other water-intensive industries has led to a decrease in freshwater resources and water pollution worldwide. Water scarcity and the ability to meet its demand, considering the costs associated with finding new water sources in the future, is one of the biggest concerns for many governments and public service providers. Urban water authorities and planners in many countries are striving to respond to the growing demand for urban water and wastewater while simultaneously seeking to achieve urban water system sustainability. In Iran, water resource studies and management indicate that this country, due to its geographical location, is among the arid regions of the world, and the only source of the country's main water resources is annual atmospheric precipitation, which accumulates as surface water in rivers and waterways. Tabriz, as one of Iran's metropolises, is not exempt from this rule due to increasing population and urban expansion, and one of the problems it will face in the future is related to water and its consumption.

Methodology

The present study is descriptive-analytical in nature based on a case study approach. Data were collected through documentary methods by referencing relevant urban institutions such as the municipality, the regional water and wastewater company, library studies, and internet websites. To estimate the final carrying capacity, Liebig's law of the minimum was used. This study, considering the nature of its objectives and relying on the pressure number model and concepts of urban carrying capacity, utilized a set of factors affecting environmental tolerance thresholds to measure the pressure on the territory. Based on this, permissible population thresholds and optimal urban density were determined using Geographic Information System (GIS). The concept of urban carrying capacity in this research is formed from the integration of two fundamental concepts: support capacity and vital capacity (or environmental resistance). To determine tolerance, first, the exploitation potential of each available resource and the functional load of each urban facility in response to the actual needs of urban residents were estimated. Then, based on environmental standards and permissible thresholds derived from experiences, scientific evidence, and legal requirements, the carrying capacity was determined. The carrying capacity calculation formula is based on the confrontation between supply and demand, modeled after previous studies by Albert Penck (1925), Westing (1981), and Qiu Shike (2005) studies.

Results and discussion

Water is one of the most important factors affecting any type of density. Urban studies and planning within the ecological territory of the water basin and determining the share of each land use from water resources, including residential, agricultural, industrial, green space, services, etc., is only one side of the

equation. On the other side of the equation are water resources that always have a fixed volume and relatively consistent annual reconstruction amount. Based on the obtained information, the minimum and maximum population capacity of District 4 of Tabriz according to the water index and the limiting factor of wastewater production and treatment, equals 172,800 and 227,368 people, respectively. This population will cover a built area of 12,434,100 square meters with an average floor area ratio of 125.56%, with a maximum population density of 89 people per hectare, gross density of 229 people per hectare, and net residential density of 195 people per hectare. Subsequently, the carrying capacity of the area was distributed in three ranges: optimal threshold (0-149), permissible threshold (149-195), and critical pressure (195 and above). Results showed that of the total 1,662 residential blocks in District 4 of Tabriz Municipality, 429 residential blocks (25.81%) with a total population of 3,720 people are in the optimal population threshold, 31 residential blocks (1.86%) with a total population of 4,330 people are in the permissible threshold, and 1,202 residential blocks (72.32%) with a total population of 290,151 people are in the critical pressure range, representing the highest pressure on the urban ecosystem.

Conclusion

The increasing growth of population in urban areas, especially large cities, without increasing urban and environmental infrastructure has created many problems for cities, among which water resources are the most important. Based on the calculations performed, the minimum and maximum population capacity of District 4 of Tabriz Municipality, based on water resource consumption and exploitation criteria and the limiting factor of wastewater production and treatment, equals 172,800 and 227,368 people, respectively. Overall, the net residential density in District 4 of Tabriz Municipality was calculated as 329 people per hectare, which far exceeds the permissible thresholds of density based on water resource consumption and exploitation and wastewater production, placing it in the critical pressure range. Therefore, measures must be taken, including implementing practical water conservation programs through changes in consumption patterns and optimization, as well as increasing the capacity and coverage coefficient of wastewater treatment plants to reduce pollutant levels entering surface water resources from wastewater discharge. Avoiding population congestion in one location is recommended as a precautionary prerequisite. Effective carrying capacity should always be maintained at a moderate level and less than the actual carrying capacity. Given local conditions and existing limitations, management services should always focus on controlling congestion and improving ecosystem conditions in crowded areas. Even under such conditions, excessive congestion beyond the estimated level is not permissible.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

فصلنامه جغرافیا و پژوهش‌های شهری
Journal Homepage: https://gur.maragheh.ac.ir/

ارزیابی ظرفیت برد منابع آب منطقه چهار کلانشهر تبریز بر اساس میزان تراکم جمعیتی

فیروز جعفری[1] ✉ ، نسرین دین پرور[2]

۱- گروه برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. **Email:** f-jafari@tabrizu.ac.ir
۲-گروه برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. **Email:** nasrindinparvar2018@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۱۱/۱۶
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۱۲/۲۰
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۱۲/۲۶
صص. ۱-۱۲

واژگان کلیدی:
ظرفیت برد،
آب، تراکم جمعیتی،
منطقه چهار.

چکیده

آب همواره یک ضرورت انکارناپذیر برای توسعه اجتماعی، اقتصادی و بقای اکوسیستم‌های حیاتی در سطح کره زمین بوده است. محدودیت منابع آب و نزول متفاوت بارندگی، دال بر این است که باید منابع آب‌های موجود سطحی و زیرزمینی به‌خوبی شناسایی و مطالعه شده و با برنامه‌ریزی دقیق، بهره‌برداری صحیح از آن‌ها صورت گیرد. آب یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر هرگونه تراکم است. لذا در این پژوهش منطقه چهار کلان‌شهر تبریز به‌عنوان یکی از پرجمعیت‌ترین مناطق شهری تبریز در جهت برآورد ظرفیت برد منابع آبی موردبررسی قرار گرفته است. پژوهش حاضر توصیفی _تحلیلی بر اساس نمونه موردی می‌باشد، داده‌های پژوهش به روش اسنادی و مراجعه به نهادهای مرتبط ازجمله شهرداری، شرکت آب و فاضلاب منطقه صورت گرفته است. پس از تلفیق و یکپارچه‌سازی اطلاعات به‌دست‌آمده و تهیه لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS به تهیه نقشه‌های مربوطه پرداخته شد. براساس اطلاعات به‌دست‌آمده حداقل و حداکثر توان جمعیت‌پذیری منطقه ۴ تبریز بر اساس شاخص آب و عامل محدودکننده تولید و تصفیه فاضلاب برابر۱۷۲۸۰۰و ۲۲۷۳۶۸ نفر است که با توجه به میزان جمعیت منطقه برابر با حداکثر تراکم ۹۵ نفر، تراکم ناخالص ۲۲۹ نفر و تراکم خالص مسکونی۱۹۵ نفر در هکتار را می‌تواند تحت پوشش قرار دهد لذا با توجه به نتایج به‌دست‌آمده تراکم خالص مسکونی منطقه ۴ برابر با ۳۲۹ نفر در هکتار است که از آستانه مجاز فراتر بوده و در میزان فشار بحرانی قرار دارد.

استناد: جعفری، فیروز و دین‌پرور، نسرین. (۱۴۰۴). ارزیابی ظرفیت برد منابع آب منطقه چهار کلان‌شهر تبریز بر اساس میزان تراکم جمعیتی. مجله جغرافیا و پژوهش‌های شهری، ۲(۳)، ۱۲-۱.

https://doi.org/10.22130/gur.2025.2051465.1010

© نویسندگان
ناشر: دانشگاه مراغه

مقدمه

آب یکی از اساسی‌ترین ارکان توسعه کشور است و اهمیت و نقش آن بر هیچ‌کسی در زندگی بشری پوشیده نیست. به‌عبارت‌دیگر نمی‌توان بر این باور بود که انسان یک روز بدون آب، زندگی خود را به سر ببرد. با توجه به این امر باید نسبت به مدیریت صحیح و بهینه آب توجه ویژه‌ای شود. علاوه بر این کمبود آب در ایران، یکی از عوامل محدودکنندهٔ اصلی توسعه و بهبود فعالیت‌های اقتصادی به شمار می‌رود. ازاین‌رو، حفظ و نگهداری آن با راهکارهایی همچون اصلاح الگوی مصرف ضروری است. با توجه به اینکه موضوع موردمطالعه موضوعی مهمی برای کشور است، در این مطالعه فرهنگ‌سازی بهینه مصرف آب شرب ضرورتی انکارناپذیر است. بر اساس گزارش سازمان ملل تا سال ۲۰۵۰ نزدیک به ۷۰درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد. با افزایش سریع جمعیت شهرنشین در جهان، دستیابی به اهداف توسعه پایدار در موضوع تأمین امنیت آب، غذا، و انرژی یکی از بزرگ‌ترین چالش‌هایی است که بشریت با آن مواجه شده است (Oki & Zhang,2023).

بررسی‌های سازمان جهانی آب[1] (۲۰۲۰) نشان می‌دهد، تقاضای جهانی برای استفاده از منابع آب هرساله با نرخ ۱ درصد در حال رشد است و این امر ناشی از افزاش و رشد جمعیت، توسعه اقتصادی و تغییر الگوی مصرف است (Oki & Zhang,2023). بااین‌حال، رشد مداوم بخش کشاورزی و سایر صنایع پرمصرف آب منجر به کاهش منابع آب شرب و آلودگی آب‌ها در سطح جهان شده است کمبود آب و توانایی برای مواجهه با تقاضای آن با توجه به هزینه‌های مرتبط با پیداکرده منابع جدید آب در آینده یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌ها برای بسیاری از دولت‌ها و تهیه‌کنندگان خدمات عمومی است. مقامات و برنامه‌ریزان آب شهری در بسیاری از کشورها در حال تلاش برای پاسخگویی به رشد تقاضای آب و فاضلاب شهری‌اند؛ درحالی‌که هم‌زمان به دنبال دستیابی به پایداری سیستم آب شهری‌اند (Badehian et al., 2015).

اهمیت بالای پایداری منابع آب از آن‌جهت حیاتی است که زیست‌بوم‌های شهری و نیازهای اساسی انسانی به منابع آب وابسته‌اند. آب یک منبع اساسی برای وجود انسان، رشد اقتصادی و بقای محیط‌زیست است، کل جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌عنوان‌مثال، بهره‌برداری از منابع آب در یک مکان ممکن است باعث کمبود آب در مناطق دیگر شود و کشاورزی، تولید انرژی و مصرف انسانی را تحت تأثیر قرار دهد(Nikpour, 2014). در این میان، بررسی وضعیت منابع آب و مدیریت آن در ایران، بیانگر این است که این کشور به لحاظ موقعیت جغرافیایی در زمره‌ی مناطق خشک جهان قرارگرفته و تنها خاستگاه منابع اصلی آب کشور، ریزش‌های جوی سالانه است که به‌صورت آب‌های سطحی در رودخانه‌ها، آبراهه‌ها و غیره انباشته می‌شود (Najafloo et al, 2019).

کمبود و یا کیفیت نامناسب آب، کم‌وبیش برای کل کشور مطرح است. چراکه رشد روزافزون تقاضای آب در شرایط خاص اقلیمی، ایران را در آستانه کمبود شدید و به دنبال آن تنش‌های اجتماعی و سیاسی قرار داده و بهبود این شرایط، نیازمند رویکردهایی برای تخصیص و استفاده بهینه از منابع آب موجود است. راهکار مهمی که تاکنون برای این معضل مورد توجه قرار گرفته، قیمتگذاری آب و تعیین تعرفه‌های مناسب بوده است و بسیاری آن را ابزاری قوی برای مدیریت تقاضا و بهترین رویکرد برای بهبود تخصیص و تشویق به حفاظت از منابع آبی قلمداد کرده‌اند (Salehnia et al, 2007). اما واقعیت آن است که قیمت همیشه تنها متغیر نیست و با وجود اصلاح مکرر قیمت، کماکان مصرف تغییر چندانی نکرده و دائماً در حال افزایش است. امروزه کارشناسان و متخصصان به این نتیجه رسیده‌اند که یکی از راه‌حل‌های مشکلات زیست‌محیطی و حوزه آب، فعالیت‌های داوطلبانه و سازمان‌های مردم‌نهاد است که باید به آن در حفظ محیط‌زیست و مدیریت آب توجه شود. شهر تبریز یکی از حیاتی‌ترین جنبه‌های توسعه پایدار اطمینان از دسترسی همه مردم به منابع آب کافی است و مدیریت منابع آب نقش اساسی در کمک به ارتقای رشد اجتماعی–اقتصادی و رفاه کلی یک کشور ایفا می‌کند (Shakeel et al, 2023).

[1] World Water Organization

تبریز به‌عنوان یکی از کلان‌شهرهای ایران، به علت افزایش روزافزون جمعیت و گسترش شهری از این قاعده مستثنا نیست و یکی از مشکلاتی که در آینده با آن روبرو خواهد بود، مسائل مربوط به آب و مصارف آن است. اهمیت این مسئله و همچنین فقدان الگو و توصیف مشخص از نحوه و میزان مصرف آب در کشور، استفاده از دستگاه‌های پردازش اطلاعات را در مدیریت منابع آب ضروری می‌نماید.

مبانی نظری

انسان‌ها از گذشته برای زندگی در محیط با روش‌های متعددی به بهره‌گیری از محیط خود پرداخته‌اند، که این بهره‌وری باگذشت زمان به‌موازات افزایش جمعیت و تنوع نیازهای آن‌ها روزبه‌روز بیشتر شده است تا جایی که دیگر بشر بدون توجه به امکانات محیطی به بهره‌مندی از آن پرداخته است که این موضوع باعث ایجاد مشکلات فراوان زیست‌محیطی مانند انواع آلودگی‌ها اعم از آلودگی آب، آلودگی هوا، آلودگی خاک و مشکلاتی چون از بین رفتن گونه‌های گیاهی مختلف، تولید زباله فراوان و درنتیجه تخریب محیط‌زیست شده است. هر زیست‌بوم توان مشخصی برای تولید کالا و خدمات دارد و درعین‌حال باید بتواند شرایط طبیعی خود را حفظ کند. به‌عبارت‌دیگر ظرفیت زیستی، ظرفیت هوا، آب‌وخاک برای حفظ شرایط طبیعی و جذب آلودگی تولیدشده ضمن حفظ تنوع زیستی است (Kazem Mohammadi, 2001).

موضوع آب یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی بوده است، که حیات انسان‌ها به آن وابسته بوده است. همچنین این منبع یک موضوع بااهمیت در عرصه سیاست داخلی و حتی کشورهای خارجی به‌ویژه در مناطق خشک است. متخصصین امور آب معتقدند هر زمان نسبت جمعیت به میزان آب شیرین بالاتر برود کمبود آب محسوس و فشار تنش کم‌آبی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. مفهوم مدیریت پایدار منابع آب کشاورزی در پاسخ به موضوعاتی درباره‌ی استفاده‌ی نامناسب از منابع آب و آثار مخرب زیست‌محیطی و اقتصاد کشاورزی سنتی مطرح‌شده است (Long et al:2016). یکی از روش‌های ارزیابی ظرفیت استاندارد منابع آبی، محاسبه ظرفیت برد است. ظرفیت برد معیاری است که حداکثر دامنه استفاده از موقعیت یا محل تفرجی یا هر منبع خاص را بدون آوردن خسارت محاسبه می‌کند. با توجه به این مفهوم می‌توان گفت هر قسمت از محیط‌زیست قادر به پاسخگویی نیازمندی‌های تعداد معین و مشخصی از حیوانات، انسان‌ها و گیاهان است. اگر به نسبت منابع و ظرفیت محیط از مواهب آن استفاده شود درواقع اگر تخریب، اسراف یا تجمع مواد در طبیعت صورت نگیرد این قطعه از زمین می‌تواند برای ساکنان خود به‌صورت دائم تأمین نیاز کند اما در صورت عکس این موضوع محیط دیگر ظرفیت ارائه‌ی خدمات به ساکنین را ندارد و دچار ناپایداری می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان گفت ظرفیت برد عبارت است از ماکزیمم تعداد افراد جمعیت از یک‌گونه در یک منطقه از محیط‌زیست و تأمین تمام نیازهای آن‌گونه بدون ایجاد هیچ‌گونه ناهنجاری در تولید نیازها و مهم‌تر اینکه محیط‌زیست بتواند به‌صورت نامحدود نیازهای گونه‌ی مستقر خود را تأمین نماید (Rezvani, 2008).

آنچه در برآورد ظرفیت برد حائز اهمیت بیشتری است یک نوع مصالحه مابین حداکثرسازی و بهینه‌سازی جهت نیاز به چنین سازشی از اختلاف نیل به یک حد قابل‌قبول تغییر در آستانه‌ها و شاخص‌های اثراست. نیاز به چنین شاخصی نشان از اختلاف بسیار شدید بین ظرفیت برد طبیعی و انسانی می‌باشد. مقوله‌ی تراکم شهری یکی از مباحث بسیار مهم و قابل‌توجه در مباحث ظرفیت برد است. رابطه بین تراکم و محیط‌زیست بسیار پیچیده است. تراکم به‌عنوان ابزاری مهم در دست شهرسازان برای کنترل کاربری زمین، ترافیک شهری و کیفیت محیط زندگی قرار می‌گیرد. یکی از اهداف اصلی شاخص‌های تراکم ایجاد توازن بین فضاهای تولیدِ با معماری فضاهای شهری و خارجی است. به‌طورکلی در برنامه‌ریزی برای سکونت‌گاه‌های شهری هر فضایی حد جمعیتی مشخصی دارد که حدی فراتر از آن باعث ایجاد ناهماهنگی در

محیط می‌شود. تعریف تراکم در دستورالعمل‌های شهرسازی برای این منظور است تا استفاده از زمین، شبکه معابر و مناطق مسکونی در حد آستانه توان محیط باشد تا بتواند پاسخگوی مناسب به نیازهای ساکنان خود باشد.

ازجمله مطالعات صورت گرفته در این زمینه می‌توان به شان و همکاران[1] (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان «مصرف آب خانگی: بینش از یک نظرسنجی در یونان و لهستان»، اشاره نمود؛ تعیین رفتار مصرف‌کنندگان داخلی آب می‌تواند، یک رویکرد پیشگیرانه‌تر برای مدیریت تقاضای آب را تسهیل کند و به‌عنوان پایه‌ای برای توسعه هر استراتژی مداخله‌ای که به دنبال کاهش مداوم و قابل‌توجه مصرف آب داخلی است، عمل کند. به‌عنوان بخشی از پروژه اتحادیه اروپا برای تأمین منابع انسانی و مدیریت منابع آب، یک نظرسنجی در مورد مصرف آب خانگی برای پاسخ دادن به سؤال در مورد چگونگی استفاده از آب در داخل خانه در اتحادیه اروپا انجام شد. این مقاله نشان‌دهنده تجزیه‌وتحلیل سه عنصر اصلی مربوط به رفتار مصرف‌کنندگان داخلی آب، رفتارهای استفاده نهایی، مشخصات اجتماعی و جمعیتی و ساختارهای روان‌شناختی مانند نگرش و باورها، در مصرف آب است. کانگ و همکاران[2] (۲۰۱۸) تحقیقی با عنوان «مصرف آب پایدار؛ چشم‌انداز مصرف‌کنندگان اسپانیایی»، انجام دادند. این مطالعه باهدف بررسی نقش اعتقادات مصرف‌کنندگان اسپانیایی نسبت به آب، خشک‌سالی و منابع مرتبط در شکل دادن ادراکات آن‌ها، رفتار خود گزارش‌شده و قصد رفتاری برای مصرف آب پایدار که شامل نه‌تنها فعالیت‌های عادات ماهیانه حفاظت آب است، بلکه اقدامات پیشگیرانه مصرف‌کنندگان را نیز در برمی‌گیرد. در این تحقیق یک مدل جامع ارائه شد که نشان می‌دهد که چگونه اعتقادات آب (اعتقادات آب‌رسانی به آب، باور عاطفی آب، شدت خشک‌سالی و نگرانی از کمبود منابع آب) بر روی نگرش، هنجار ذهنی، کنترل درک شده و تعهد اخلاقی نسبت به مصرف آب پایدار تأثیر می‌گذارد، که این به‌نوبه خود بر رفتار مصرف پایدار آب و پذیرش کاهش مصرف آب پایدار اثرگذار است. نتایج آزمون‌های مدل نشان داد که اثرات فراوانی از صرفه‌جویی در مصرف آب شامل، اعتقادات محیط زیستی و نگرانی منابع آب نسبت به ادراکات و رفتار مصرف‌کنندگان اسپانیایی نسبت به مصرف آب پایدار است.

در منابع داخلی می‌توان به مقاله بهشتی و همکاران (۱۳۹۹) شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی و پیشران‌های مؤثر در مدیریت یکپارچه منابع آب بر مبنای رویکرد آینده‌پژوهی (مطالعه موردی: شهرستان تبریز) از برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب، انطباق هر چه بیشتر تقاضای سیستم اجتماعی– اقتصادی آب باعرضه آب از طریق کنترل و مدیریت اداری بدون آسیب رساندن به پایداری اکوسیستم اشاره نمود. درنهایت نتایج تحقیق نشان می‌دهد که عوامل زیست‌محیطی و اقتصادی بیشتری تأثیر را در مدیریت منابع آب‌دارند. مولانژاد و همکاران (۱۳۹۷) بررسی عوامل مؤثر بر مشارکت کشاورزان در مدیریت منابع آب (موردمطالعه: شهرستان میاندوآب) کشاورزی از مفاهیم و روش‌های مشارکت، شایستگی مسئولی و کارکنان دولتی در اجرای طرح‌های آبیاری از دیدگاه کشاورزان، نگرش به مشارکت در طرح‌های حفاظت از منابع آب، میزان انسجام اجتماعی کشاورزان و غیره میزان مشارکت در مدیریت منابع آب را تبیین کردند. مخدوم و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله (برآورد ظرفیت برد اکولوژیک اکوسیستم‌های جنگلی، جنگل خیرود کنار) به تعیین امکان برداشت سالانه جنگل خیرود واقع در نوشهر می‌پردازد. برای این منظور، پس از طبقه‌بندی رویشگاه بهینه‌سازی که به لحاظ اکولوژیکی همگن هستند، رویش حجمی توده در هر یگان با استفاده از پلات‌های آماربرداری شده برآورد شد. تحلیل‌های آماری نشان داد که هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین میزان رویش یا توان اکولوژیک در یگان‌های همگن مختلف وجود ندارد. بنابراین، به‌منظور تعیین یگان‌های همگن اکولوژیک حقیقی با توان اکولوژیک متفاوت، یگان‌هایی

[1] Shan et al
[2] Kang et al

که بیشترین تشابه را به لحاظ برگ خریدهای تشکیل‌دهنده داشتند، به‌صورت آزمون‌وخطا با یکدیگر تلفیق و یگان‌های همگن اکولوژیک حقیقی مشخص شد.

روش پژوهش

تحقیق حاضر بر اساس ماهیت و روش توصیفی–تحلیلی است. اطلاعات بر اساس آمارنامه سال ۹۵ شهرداری منطقه ۴ تبریز گردآوری شده است. داده‌های این پژوهش از روش اسنادی با استفاده از مراجعه به نهادهای شهری مانند شهرداری، سازمان آب و فاضلاب، مطالعات کتابخانه‌ای و فیش‌برداری و نیز مراجعه به تارنماهای اینترنتی گردآوری‌شده‌اند و جهت برآورد ظرفیت برد نهایی از قانون حداقل لیبیگ استفاده‌شده است. این مطالعه با توجه به ماهیت اهداف و با تکیه بر مدل عدد فشار و مفاهیم ظرفیت برد شهری، از مجموعه‌ای از عوامل مؤثر بر آستانه‌های تحمل زیست‌محیطی جهت اندازه‌گیری فشار وارده بر سرزمین و بر مبنای آن آستانه‌های مجاز جمعیتی و تراکم بهینه شهری در سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره گرفته است.

مفهوم ظرفیت تحمل شهری در پژوهش حاضر، از تلفیق دو مفهوم اساسی شکل می‌گیرد؛ ظرفیت پشتیبان و ظرفیت حیاتی (و یا مقاومت محیط). به‌منظور تعیین تحمل در ابتدا پتانسیل بهره‌وری هریک از منابع موجود و بار عملکردی هر–یک از تأسیسات شهری در پاسخ به نیازهای واقعی شهرنشینان برآورده شده و سپس بر مبنای استانداردهای زیست‌محیطی و آستانه‌های مجاز بر مبنای تجربیات و شواهد علمی و الزامات قانونی به‌دست‌آمده، ظرفیت برد تعیین‌شده است. فرمول محاسبه ظرفیت تحمل زیست‌محیطی بر اساس تقابل بین عرضه و تقاضا و با الگوبرداری از مطالعات پیشین مطابق رابطه زیر است:

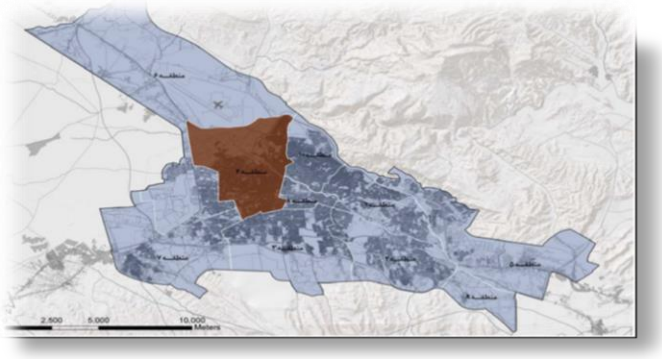
ظرفیت تأمین منابع یا عرضه(Resource Supply)=RSS/IRRSS=UCC

نیازمندی‌های فردی یا تقاضا(Individual Requirement)=IR

ظرفیت تحمل شهری(Urban Carrying capactiy)=UCC

محدوده مورد مطالعه

شهر تبریز با وسعتی حدود ۲۴۴۵۱ هکتار در ۳۸ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی واقع‌شده است. متوسط ارتفاع شهر حدود ۱۴۶۰ متر از سطح دریاهای آزاد برآورد گردیده است (Naghsh Mohit Consulting Engineers, 2012). منطقه ۴ شهرداری تبریز که خود دربرگیرنده ۵ ناحیه شهر است، در مجاورت مناطق۶، ۸، ۱۰، ۷ و ۳ واقع‌شده است. نقشه زیر موقعیت قرارگیری منطقه ۴ شهرداری تبریز را به‌طور دقیق نشان می‌دهد. جمعیت این منطقه در سال ۱۳۹۵ برابر ۳۲۵۸۹۸ نفر و مساحت آن نیز معادل ۲۵۵۰ هکتار است، با احتساب جمعیت و مساحت ذکرشده، سرانه کل کاربری‌های منطقه ۱۰۳ مترمربع است. بررسی سطح اراضی ساخته‌شده و اراضی باز و سبز شهری گویای این مطلب می‌باشد که مساحت اراضی ساخته‌شده برابر ۱۱۶۳ هکتار و اراضی سبز و باز شهری معادل ۱۳۸۷ هکتار است، که این خود به ترتیب سهمی برابر ۴۵/۵ و ۵۴/۵ درصد را دربرمی‌گیرد. سرانه اراضی ساخته‌شده معادل ۳۶/۲ مترمربع و اراضی باز و سبز شهری برابر ۴۳/۳ مترمربع است.



شکل۱.نقشه موقعیت منطقه ٤ در شهر تبریز
منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰٤

یافته‌های پژوهش

آب یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر هرگونه تراکم است. مطالعات و برنامه‌ریزی شهری در محدوده قلمرو اکولوژیک حوزه آبی و تعیین سهم هریک از کاربری‌ها از منابع آب مشتمل بر سکونت، کشاورزی، صنعت، فضای سبز، خدمات و غیره تنها یک‌طرف معادله است. در طرف دیگر معادله منابع آب قرار دارند که همواره دارای حجمی ثابت و مقدار بازسازی سالانه کم و بیش یکسانی می‌باشند. گرچه امروزه تقاضا برای مصرف آب، روندی فزاینده دارد، اما در مقدار منابع آب تغییر مثبت چندانی حاصل نمی‌شود.

آستانه‌های تحمل زیست شهری برحسب مصرف و بهره‌وری از منابع آب، مشتمل بر دو مفهوم است. نخست؛ ظرفیت تحمل پشتیبان برابر با مجموع منابع و امکانات تأمین آب به‌منظور پاسخ به تقاضای شهرنشینان نسبت به مصارف آب خانگی و سپس ظرفیت تحمل حیاتی (یا مقاومت محیط) برابر با حداکثر بار و فشار وارده، ناشی از مصرف آب بر اکوسیستم شهری است که بر اساس آلودگی ناشی از تخلیه فاضلاب به طبیعت سنجیده می‌شود.

تعیین آستانه‌های تحمل شهری بر مبنای مصرف و بهره‌وری از منابع آب مطابق با گام‌های مطالعاتی زیر است:

گام ۱– تعیین ظرفیت بهره‌وری از منابع آب برای مصارف آب خانگی

بنا بر اطلاعات به‌دست‌آمده از شرکت آب و فاضلاب شهر تبریز، آب مورد مصرفی شهروندان شهر از سه منبع تأمین می‌شود، منبع اول مربوط به زرینه‌رود با حجم ۲۵۰۰ لیتر در ثانیه است که ۱۸۰ کیلومتر لوله‌گذاری شده است و دارای ۵ پمپاژ کننده و ۱۲ مخزن تصفیه‌ی این مسیر در میاندوآب است. منبع دوم از سد نهند با حجم ۷۰۰ لیتر در ثانیه است که مسیر آن نیز باغمیشه است. منبع سوم با حجم ۱۵۰۰ الی ۱۸۰۰ لیتر از چاه‌های دامنه‌ی سهند می‌باشد. در این مطالعه ظرفیت تأمین آب موردنیاز مصارف خانگی شهرنشینان در منطقه ۴، برحسب ظرفیت تأسیسات و تصفیه‌خانه‌های آب در شهر تبریز اندازه‌گیری شده است. مطابق با اطلاعات به‌دست‌آمده کل تولید ۵۰۰۰ لیتر در ثانیه است. تعداد انشعابات شهر بیشتر از ۴۴۱ هزار انشعاب می‌باشد که ۱۳۸هزار انشعاب مربوط به منطقه ۴ تبریز است.

گام ۲– تعیین استاندارد مطلوب و سرانه مصرف آب خانگی

سرانه مصرف آب خانگی، مقدار متوسط آب مصرفی هر فرد برای انجام امور آشامیدن، پخت‌وپز، استحمام، شستشو، کولر و تهویه برحسب لیتر در شبانه‌روز است. سرانه مصرف آب با توجه به شرایط خاص اقلیمی و ویژگی‌های هر مکان از شهری به شهر دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت است. مطابق با بررسی به‌عمل‌آمده، استاندارد مطلوب سرانه مصرف آب خانگی با توجه به شرایط ایران و برحسب استاندار وزارت نیرو برابر با ۲۵۰ لیتر در شبانه‌روز است. برای استاندار مطلوب سرانه پیشنهادی وزارت نیرو و برای تقاضای واقعی شهرنشینان سرانه مصرف آب در منطقه به‌عنوان

کران بالا و پایین هر بازه استفاده می‌شود. مطابق با اطلاعات به‌دست‌آمده از شرکت آب و فاضلاب شهر تبریز، مقدار مصرف آب به‌طور روزانه برابر با۲۸۰۵۶۴ مترمکعب است که با توجه به جمعیت شهر تبریز در سال ۱۳۹۵ برابر با ۱۵۵۸۶۹۴نفر، سرانه مصرف آب خانگی برابر با ۱۸۰ لیتر در شبانه‌روز به ازای هر نفر محاسبه خواهد شد. این رقم در منطقه ۴ شهرداری تبریز برابر با ۱۹۰ لیتر در شبانه‌روز است (شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی).

گام ۳– تعیین ظرفیت تحمل پشتیبان و توان جمعیت‌پذیری منطقه

حال با مشخص شدن ظرفیت بهره‌برداری از منابع (عرضه)، استاندارد و سرانه مصرف آب (تقاضا) در منطقه، ظرفیت تحمل پشتیبان بر اساس تقابل بین عرضه و تقاضا، بنا بر رابطه (۱) به شرح ذیل قابل‌محاسبه خواهد بود.

$$WRCC = WS / WC \times ۱۰۰$$

در این رابطه: WRCC برابر با ظرفیت تحمل پشتیبان بر اساس معیار مصرف و بهره‌وری از منابع آب، ws (Water Supply) برابر با ظرفیت بهره‌برداری از منابع آب و WC برابر با سرانه مصرف آب به ازای هر نفر در طول شبانه‌روز است.

با توجه به مقدار آب تأمینی و میانگین مصرف، ظرفیت حمل شاخص تأمین آب را محاسبه می‌کنیم. مطابق با آمار به‌دست‌آمده از شرکت آب و فاضلاب شهر تبریز، چنانچه سرانه مصرف آب خانگی (تقاضای واقعی) را به‌طور متوسط برابر با ۱۹۰ لیتر در شبانه‌روز در نظر بگیریم؛ آنگاه با توجه به ظرفیت تأمین آب توسط تأسیسات و تصفیه‌خانه‌های آب، حداقل توان جمعیت‌پذیری منطقه برابر با ۱۷۲۸۰۰ نفر و چنان چه سرانه مطلوب مصرف آب را برحسب استاندارد برابر با ۲۵۰ لیتر در شبانه‌روز به ازای هر نفر در نظر بگیریم؛ آنگاه حداکثر توان جمعیت‌پذیری منطقه برابر با ۲۲۷۳۶۸ نفر خواهد شد.

WRCC==۴۳۲۰۰۰/۱۹۰×۱۰۰=۲۲۷۳۶۸

WRCC=۴۳۲۰۰۰/۲۵۰×۱۰۰=۱۷۲۰۰

جدول ۱. ظرفیت تحمل پشتیبان و توان جمعیت‌پذیری منطقه ٤ برحسب مصرف و بهره‌برداری از منابع آب

(لیتر ظرفیت تأمین آب شرب WSدر روز) /	سرانه مصرف آب خانگی (لیتر در WC /روز)		ظرفیت تحمل پشتیبان (نفر) / WRCC	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
۴۳۲۰۰۰	۱۹۰	۲۵۰	۱۷۲۸۰۰	۲۲۷۳۶۸

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰٤

در اینجا به دلیل کلی بودن آمار و عدم دسترسی به اطلاعات منطقه‌ای، توان جمعیت‌پذیری منطقه با توجه به زیرساخت‌های تصفیه آب در سطح شهر تبریز برآورد گردیده است.

گام۴– تعیین ظرفیت تحمل حیاتی و تعدیل توان جمعیت‌پذیری منطقه بر اساس آستانه‌های آلودگی

جهت تعیین ظرفیت تحمل حیاتی باید عامل تعدیل جمعیت که آلودگی ناشی از مصرف جمعیت بر منابع آب است، موردبررسی قرار گیرد. همواره یک رابطه مستقیم بین حجم فاضلاب تولیدی و میزان مصرف آب وجود دارد. در منابع مختلف این ضریب را ۸۰ درصد در نظر می‌گیرند که بر اساس این رقم در شهر تبریز سرانه تولید فاضلاب به ازای ۱۹۰ لیتر، ۱۵۲ لیتر فاضلاب و به ازای ۲۵۰ لیتر مصرف آب، ۲۰۰ لیتر فاضلاب خواهد نمود. لذا با توجه به متوسط غلظت BOD محلول فاضلاب ورودی (۲۵۰میلی‌گرم در لیتر) و تعداد جمعیت برآورد شده، ۱/۶E+10 روزانه حداقل میلی‌گرم در لیتر آلودگی تولید خواهد شد.

ظرفیت اسمی تصفیه‌خانه شهر تبریز بر اساس اطلاعات دریافتی از اداره آب و فاضلاب، برابر با ۲/۳ مترمکعب در ثانیه است. همچنین حداکثر دبی لحظه‌ای در روزهای بارانی و غیر بارانی در کل شهر به ترتیب ۳/۸ و ۲/۵ مترمکعب در ثانیه و غلظت BOD۵ و مواد معلق فاضلاب ورودی به ترتیب ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر و بار آلودگی BOD۵ و ظرفیت کل تصفیه‌خانه برای مواد معلق فاضلاب ورودی به ترتیب ۳۲۴۰۰ و ۴۵۳۶۰ کیلوگرم در روز است. ضمناً کیفیت پساب خروجی از تصفیه‌خانه بر اساس معیارهای طراحی عبارت‌انداز:

الف) غلظت BOD_5 فاضلاب تصفیه‌شده خروجی کمتر از ۲۰ میلی‌گرم در لیتر

ب) غلظت مواد معلق (SS) فاضلاب تصفیه‌شده خروجی کمتر از ۳۰ میلی‌گرم در لیتر

ج) غلظت کلر باقی‌مانده فاضلاب خروجی کمتر از ۰.۵ میلی‌گرم در لیتر

ظرفیت اسمی تصفیه‌خانه شهر تبریز برابر با ۲/۳ مترمکعب در ثانیه است، لیکن با توجه به ظرفیت اسمی روزانه ۱/۹E+10 لیتر از حجم فاضلاب، خروجی قابل تصفیه خواهد بود.

جدول ۲. محاسبات ظرفیت تحمل حیاتی و توان جمعیت‌پذیری برحسب مصرف بهره‌وری از منابع آب و تولید فاضلاب

حد سرانه	سرانه تولید فاضلاب (لیتر در روز)	فاضلاب تولیدشده (لیتر در روز)	فاضلاب تصفیه‌شده (لیتر در روز)	توان جمعیت‌پذیری (نفر)
حداقل	۱۵۲	۱/۲ E+10	۱/۹ E+10	۲۸۴۲۱۰
حداکثر	۲۰۰	۱/۶ E+10	۱/۹ E+10	۲۱۶۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰٤

گام ۵ – تعیین آستانه‌های مجاز تراکم شهری(تراکم جمعیتی و مسکونی)

یکی از شاخص‌های مهم جمعیتی که در برنامه‌ریزی‌ها از آن استفاده می‌شود؛ شاخص تراکم نسبی جمعیت است. این شاخص از تقسیم تعداد جمعیت به مساحت محاسبه می‌شود. تراکم جمعیتی؛ تراکم جمعیت شاخصی است که رابطه بین وسعت منطقه و تعداد جمعیت را معین می‌کند، معمولاً در کشورهای مختلف جهان با مقیاس و اندازه‌گیری مختلفی موردسنجش قرار می‌گیرد، چنانچه در مقیاس منطقه‌ای، ناحیه‌ای یا کشوری سنجیده شود به‌طور عمومی مقیاس آن ایکر یا هکتار است (Hossein Bani Fatemeh & Kouhi, 2006).

PD=P/A

در این رابطه: PD برابر با تراکم جمعیت برحسب نفر در هکتار، P برابر با جمعیت برحسب نفر و A(Area) برابر با کل مساحت قلمرو جغرافیایی برحسب هکتار است. تراکم ناخالص مسکونی دربرگیرنده (علاوه بر موارد فوق) فضاهای باز ارائه‌دهنده مساحت‌های بزرگ‌تر و سایر محوطه‌های چشم‌انداز و منظر، مدارس ابتدایی، مراکز درمانی محلی، خیابان‌های جمع و پخش‌کننده و شبکه معابر، خدمات و کاربری‌های مختلط هستند. تراکم ناخالص مسکونی معمولاً صنایع بزرگ و نواحی تجاری یا خیابان‌های اصلی و تقاطع حمل‌ونقل را در برنمی‌گیرد.

GRD= P/A

در این رابطه تراکم ناخالص مسکونی برحسب نفر در هکتار، P برابر با جمعیت نفر و A برابر با مساحت برحسب هکتار است. تراکم خالص مسکونی نوعی ابزار اندازه‌گیری است که معمولاً جهت سنجش در مقیاس پروژه‌های خاص مسکونی به کار می‌رود. تراکم مسکونی خالص تعداد افراد ساکن در هر ایکر به زمین خالص مسکونی است تراکم خالص مسکونی دربرگیرنده مساحت اشغال‌شده توسط خود مسکن و هر نوع خدمات و تسهیلاتی برای سود شخصی، باغ‌های خصوصی، باغ‌های مشترک، فضای بازی کودکان و فضاهای باز موجود می‌باشد. این فضاها شامل پارکینگ، دسترسی به

جاده از طریق محوطه و نیمی از عرض جاده اطراف هستند. تسهیلات کوچک‌مقیاس ازجمله فروشگاه‌های محلی یا مرکز محله می‌تواند شامل این فضاها نیز باشد (Jafari, 2015).

NRD= P/A

در این رابطه نیز P برابر با جمعیت برحسب نفر و A برابر با مساحت برحسب هکتار است؛ با توجه به اینکه در محاسبه سطح محدوده در این نوع تراکم، تنها اراضی مسکونی و فضای وابسته بدان منظور می‌گردد (Nikpour, 2014). با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از نقشه‌های رقومی منطقه ۴، مجموع مساحت منطقه ۴ شهرداری تبریز برابر با ۲۵۵۰ هکتار است. این رقم برای سطوح اشغال‌شده توسط واحدهای مسکونی و فضاهای وابسته بدان برابر با ۸۵۲ هکتار است. حال بنا بر محاسبات انجام‌شده، چنانچه حداقل و حداکثر توان جمعیت‌پذیری منطقه را برحسب مصرف و بهره‌وری از منابع آب برابر با ۱۷۲۸۰۰ و ۲۲۷۳۶۸ نفر در نظر بگیریم؛ آنگاه حداقل و حداکثر تراکم جمعیتی و مسکونی به شرح جدول زیر خواهد بود.

1=PD=UCC1=(۱۷۲۸۰۰/۲۵۵۰۲۳۷۶) ×۱۰۰۰۰=۶۸

(۲۲۷۳۶۸/۲۵۵۰۲۳۷۶) ×۱۰۰۰۰=۸۹

2=GRD=UCC2=(۱۷۲۸۰۰/۱۱۶۳۳۲۶۸) ×۱۰۰۰۰=۱۷۴

(۲۲۷۳۶۸/۱۱۶۳۳۲۶۸) ×۱۰۰۰۰=۲۲۹

3=NRD=UCC3=(۱۷۲۸۰۰/۹۹۰۲۱۹۴) ×۱۰۰۰۰=۱۴۹

(۲۲۷۳۶۸/۹۹۰۲۱۹۴) ×۱۰۰۰۰=۱۹۵

جدول ۳. محاسبات تراکم شهری بر مبنای ظرفیت تحمل منابع آب و فاضلاب در منطقه ٤ شهرداری

توان جمعیت‌پذیری (P)		تراکم جمعیتی (PD)		تراکم مسکونی (GRD)		تراکم خالص مسکونی (NRD)	
حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
۱۷۲۸۰۰	۲۲۷۳۶۸	۶۸	۸۹	۱۷۴	۲۲۹	۱۴۹	۱۹۵
مجموع مساحت برحسب مترمربع (A)						۲۵۵۰۲۳۷۶	
مجموع اراضی مساحت اراضی توسعه‌یافته برحسب مترمربع (A)						۱۱۶۳۳۲۶۸	
سطوح اشغال توسط کاربری مسکونی(A)						۹۹۰۲۱۹۴	

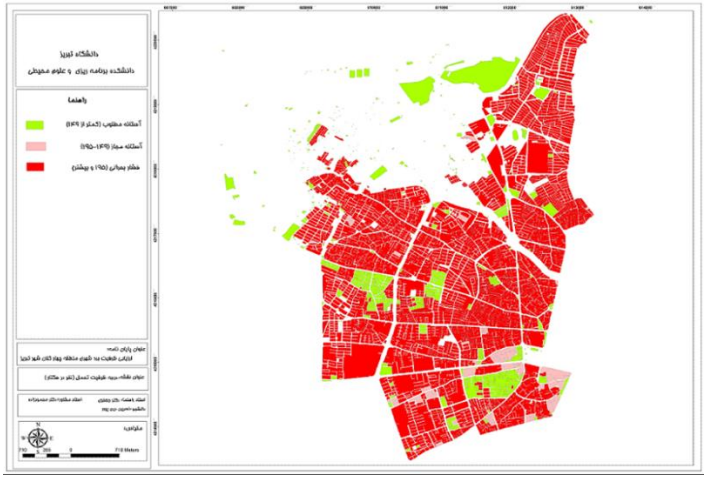
منبع: یافته‌های پژوهش، ١٤٠٤

گام ۶– ارزیابی ظرفیت تحمل برحسب مصرف و بهره‌وری از منابع آب و تولید فاضلاب در منطقه ۴

در این مطالعه به‌منظور ارزیابی ظرفیت تحمل منطقه بر مبنای مصرف و بهره‌وری از منابع آب و اندازه‌گیری فشار وارده از شاخص تراکم خالص مسکونی، به دلیل ارتباط مستقیم آن با میزان مصرف آب و تولید فاضلاب ناشی از آن استفاده شده است و ظرفیت تحمل در سه بازه با عنوان آستانه مطلوب، آستانه مجاز و فشار بحرانی مطابق با جدول زیر طبقه‌بندی و جای گرفته است. بدین منظور در تعیین فواصل بازه‌ها و انتخاب کران بالا و پایین هر بازه از استاندارد مطلوب و سرانه مصرف واقعی شهرنشینان به‌عنوان مبنای محاسبات استفاده‌شده است. نتایج محاسبات مطابق با جدول زیر است:

جدول ٤. طبقه‌بندی ظرفیت تحمل و اندازه‌گیری فشار وارده بر اکوسیستم در منطقه ٤

بازه‌ها	درجه ظرفیت تحمل	فواصل بازه		تعداد بلوک‌های مسکونی		مجموع جمعیت بلوک‌ها	
		کران پایین	کران بالا	مقدار مطلق	درصد	مقدار مطلق	درصد
آستانه مطلوب	DCC=1	۰	۱۴۹	۴۲۹	۲۵.۸۱	۳۷۲۰	۲/۱۴
آستانه مجاز	DCC=2	۱۴۹	۱۹۵	۳۱	۱/۸۶	۴۳۳۰	۳/۳۲
آستانه بحرانی	DCC=3	۱۹۵	و بیشتر	۱۲۰۲	۷۲/۳۲	۲۹۰۱۵۱	۹۵/۰۲
مجموع				۱۶۶۲	۱۰۰	۳۲۵۸۹۸	۱۰۰



شکل ۲. ظرفیت تحمل بر اساس معیار آب و فاضلاب در منطقه ٤ شهرداری تبریز
منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

گام ۷- تعیین ضرب سطح زیربنا(FAR) بر مبنای ظرفیت تحمل در منطقه ٤ شهرداری تبریز

تراکم ساختمانی یا FAR در ارتباط با نسبت زیربنا بر زمین دریک محدوده مشخص. تراکم ساختمانی عبارت است: از نسبت کل زیربنای ساختمانی یک قطعه تفکیکی به مساحت کل آن قطعه. بنابراین تراکم ساختمانی بدون واحد است و به‌صورت درصد معرفی می‌شود. درواقع این شاخص درصد مجاز ساخت زیربنای ساختمانی را نسبت به مساحت کل قطعه تفکیکی، مشخص می‌سازد (Jafari, 2015).

$$FAR= FA/LA$$

در این رابطه: FAR برابر با ضریب سطح زیربنا، FA برابر با سطح زیربنا برحسب مترمربع و LA برابر با سطح زمین برحسب مترمربع است (Jafari, 2015).

در برآورد ضریب سطح زیربنا بر اساس ظرفیت تحمل زیست‌محیطی، در ابتدا نیاز است که سطح زیربنای موردنیاز جهت اسکان جمعیت پیش‌بینی‌شده، تخمین و برآورد شود. سطح زیربنا عبارت است از مجموع سطح زیربنای مسکونی واقع در کلیه طبقات یک و یا چند ساختمان که از سطح بیرونی دیوارهای خارجی محاسبه می‌شود. سطح زیربنای موردنیاز برای اسکان جمعیت پیش‌بینی‌شده مطابق با رابطه زیر است:

$$FA= H * BA$$

در این رابطه: FA برابر با سطح زیربنا برحسب مترمربع، H برابر با تعداد واحد مسکونی و BA برابر با حداقل زیربنای مجاز برحسب مترمربع است. در این رابطه تعداد واحدهای مسکونی موردنیاز برابر با حاصل تقسیم جمعیت پیش‌بینی‌شده بر حاصل‌ضرب بعد خانوار در شاخص تراکم خانوار در واحد مسکونی است و مطابق با رابطه زیر می‌باشد (Jafari, 2015).

$$H= P/S*K$$

در این رابطه H: برابر با تعداد واحدهای مسکونی موردنیاز، P برابر با تعداد جمعیت برآورد شده بر اساس ظرفیت تحمل محیطزیست شهری، S برابر با بعد خانوار و K برابر با تعداد خانوار در هر واحد مسکونی است. حداقل زیربنای مجاز برابر با حداقل مجموع زیربنای مسکونی مجاز در کلیه طبقات یک ساختمان، بسته به سطح اشغال ساختمان است. منظور از سطح اشغال ساختمان کل زمینی است که توسط ساختمان مسکونی پوشیده شده و به‌صورت درصدی از مساحت زمین بیان می‌شود.

بنا بر روابط بالا، ضریب سطح زیربنا بر اساس ظرفیت تحمل محیطزیست شهری برحسب مصرف و بهره‌وری از منابع آب و تولید فاضلاب، منطبق بر رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

FAR= (P*BA) / (S*K*LA)

در این رابطه:

P: برابر با تعداد جمعیت برآورد شده بر اساس ظرفیت تحمل زیست‌محیطی شهری

S: بعد خانوار

K: خانوار در واحد مسکونی

LA: مساحت زمین (مترمربع) است: حداقل زیربنای مجاز (مترمربع)، حداقل زیربنای مجاز با حداقل مجموع زیربنای مسکونی مجاز در کلیه طبقات یک ساختمان بسته به سطح اشغال ساختمان است. منظور از سطح اشغال ساختمان کل زمینی است که توسط ساختمان مسکونی پوشیده شده و به‌صورت درصدی از مساحت زمین بیان می‌شود. بر مبنای محاسبات انجام‌شده، چنانچه حداکثر توان جمعیت‌پذیری منطقه را بر اساس مصرف و بهره‌وری از منابع آب و تولید فاضلاب برابر با ۲۲۷۳۶۸ نفر در نظر بگیریم، آنگاه حداکثر تعداد واحد مسکونی موردنیاز برای اسکان جمعیت پیش‌بینی‌شده، بر اساس بعد خانوار ۳/۲ و تراکم خانوار، ۱ خانوار در هر واحد مسکونی برابر با ۷۱۰۵۲ واحد مسکونی محاسبه خواهد شد. حال چنانچه متوسط زیربنای مجاز را در سطح اشغال مصوب برابر با ۱۷۵ مترمربع در نظر بگیریم؛ آنگاه جمعیت برآورده شده، زیربنایی برابر با ۱۲۴۳۴۱۰۰ مترمربع و کل سطح زمین کاربری مسکونی منطقه ۴ برابر با ۹۹۰۲۱۹۴ مترمربع ضریب سطح زیربنا برابر با ۱۲۵.۵۶ درصد پوشش خواهد داد.

نتیجه‌گیری

رشد روزافزون جمعیت در مناطق شهری و خصوصاً شهرهای بزرگ بدون افزایش زیرساخت‌های شهری و زیست‌محیطی مشکلات زیادی برای شهرها ایجاد کرده است، در این میان منابع آبی مهم‌ترین آن است، زیرا آن‌یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر هرگونه تراکم است. مطالعات و برنامه‌ریزی شهری در محدوده قلمرو اکولوژیک حوزه آبی و تعیین سهم هریک از کاربری‌ها از منابع آب مشتمل بر سکونت، کشاورزی، صنعت، فضای سبز، خدمات و غیره تنها یک‌طرف معادله است. در طرف دیگر معادله منابع آب قرار دارند که همواره دارای حجمی ثابت و مقدار بازسازی سالانه کم‌وبیش یکسانی می‌باشند. بنا بر محاسبات انجام‌شده، حداقل و حداکثر توان جمعیت‌پذیری منطقه ۴ شهرداری تبریز بر اساس معیار مصرف و بهره‌وری از منابع آب و عامل محدودکننده تولید و تصفیه فاضلاب، به ترتیب برابر با ۱۷۲۸۰۰ و ۲۲۷۳۶۸ نفر است. این جمعیت زیربنایی برابر با ۱۲۴۳۴۱۰۰ مترمربع را با متوسط ضریب زیربنای ۱۲۵.۵۶ درصد و با حداکثر تراکم جمعیت ۸۹ نفر در هکتار، تراکم ناخالص ۲۲۹ نفر در هکتار و تراکم خالص مسکونی ۱۹۵ نفر در هکتار پوشش خواهد داد. در ادامه ظرفیت تحمل منطقه در ۳ بازه با عنوان آستانه مطلوب (۱۴۹–۰)، آستانه مجاز (۱۴۹ – ۱۹۵) و فشار بحرانی (۱۹۵ و بیشتر) توزیع شد. نتایج نشان داد که از مجموع ۱۶۶۲ بلوک مسکونی واقع در منطقه ۴ شهرداری تبریز، تعداد ۴۲۹ بلوک مسکونی (۲۵/۸۱ درصد) با مجموع جمعیت ۳۷۲۰ نفر در آستانه مطلوب جمعیتی، تعداد ۳۱ بلوک مسکونی (۱/۸۶ درصد) با مجموع جمعیت ۴۳۳۰ نفر در آستانه مجاز و تعداد ۱۲۰۲ بلوک مسکونی (۷۲/۳۲ درصد) با مجموع جمعیت ۲۹۰۱۵۱ نفر در بازه فشار بحرانی برابر با بیشترین فشار وارده بر اکوسیستم شهری قرارگرفته‌اند.

به‌طورکلی تراکم خالص مسکونی در منطقه ۴ شهرداری تبریز برابر با ۳۲۹ نفر در هکتار به‌دست‌آمده که از آستانه‌های مجاز تراکم برحسب مصرف و بهره‌وری از منابع آب و تولید فاضلاب بسیار فراتر است و در بازه فشار بحرانی قرار دارد. بنابراین باید تمهیداتی صورت بگیرد. راه‌کارهایی ازجمله به‌کارگیری برنامه‌های عملی صرفه‌جویی در مصرف

آب از طریق تغییر در الگوی مصرف و بهینه‌سازی آن و همچنین افزایش ظرفیت و ضریب پوشش تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به‌منظور کاهش سطح آلاینده‌های ورودی به منابع آب سطحی از محل فاضلاب‌های خروجی. اجتناب از ازدحام جمعیت دریک مکان به‌عنوان پیش‌شرط احتیاطی توصیه می‌گردد ظرفیت برد مؤثر همواره می‌بایست در حد معدل و با کمتر از ظرفیت برد واقعی حفظ گردد. با توجه به شرایط مکانی و محدودیت‌های موجود خدمات مدیریتی همواره باید در راستای کنترل ازدحام و صرف بهبود وضعیت اکوسیستم‌ها در نقاط پرازدحام گام برداشته شود. حتی در چنین شرایطی نیز ازدحام بیش‌ازحد برآورد شده مجاز نیست.

References

1. Badehian, Z., Makhdoum, M., Zobeiri, M., & Marvi Mohajer, M. R. (2015). Estimating the ecological carrying capacity of forest ecosystems (Case study: Kheyrud Forest). *Journal of Environmental Researches*, *6*(11), 72-96.
2. Beheshti, M., Behboodi, D., Zali, N., & Ahmadzadeh Deljouan, F. (2020). Identification and analysis of key factors and drivers affecting integrated water resources management based on futures studies approach (Case study: Tabriz County). *Journal of Ecohydrology*, 2(2), 1-17. [In Persian]
3. Hossein Bani Fatemeh, H., & Kouhi, K. (2006). Investigation of factors and consequences of urban population density and presenting appropriate solutions. *Shushtar Journal of Social Sciences*, 3(2), 20-31. [In Persian]
4. Jafari, F. (2015). Investigation and analysis of building density FAR in urban neighborhoods using LUI: Case study of Golbad neighborhood in Tabriz. *Journal of Geographical Studies*, *3*(11), 1-11. [In Persian]
5. Kang, J., Son, D., Wang, G. J. N., Liu, Y., Lopez, J., Kim, Y., & Lee, Y. (2018). Tough and water-insensitive self-healing elastomer for robust electronic skin. *Journal of Advanced Materials*, 30(13), 45-55. 10.1002/adma.201706846
6. Kazem Mohammadi, M. (2001). Sustainable urban development: Concepts and perspectives. *Journal of Geographical Research*, *15*(2), 11-27. [In Persian]
7. Long, H., Tu, Sh., Dazhuan, Ge., Tingting, Li., & Liu, Y. (2016). The allocation and management of critical resources in rural China under restructuring: Problems and prospects. *Journal of Rural Studies*, 47(20), 392–412. 10.1016/j.jrurstud.2016.03.011
8. Moulannejad, L., & Yaghoubi, J. (2018). Investigation of factors affecting farmers' participation in water resources management: Case study of Miandoab County. *Journal of Water Resources Engineering*, 15(6), 11-20. [In Persian]
9. Naghsh Mohit Consulting Engineers. (2012).
10. Najafloo, P., Yaghoubi, J., & Nikbakht, J. (2019). Traditional water resources management in Iranian villages. *Journal of Water and Sustainable Development*, *6*(2), 27-38. [In Persian]
11. Nikpour, A. (2014). Physical measurement of urban form based on density: Case study of Amol City. *Journal of Studies of Urban Structure and Function*, 5(3),11-34. [In Persian]
12. Rezvani, M. (2008). *Tourism development*. University of Tehran Press.
13. Salehnia, N., Fallahi, M., Ansari, H., & Davari, K. (2007). Investigation of urban drinking water tariffs and their impact on water consumption patterns of subscribers: Case study of Neyshabur City. *Journal of Water and Wastewater*, 11(8), 66-78. [In Persian]
14. Shakeel, A., Haifeng, J., Anam A., Dingkun, Y., Zhengxia, C., Changqing, X., Wang, C., Qimeng, J., Zhang, X., Muhammad, I., & Rasheed, A. (2023). Water resources and their management in Pakistan: A critical analysis on challenges and implications. *Journal of WaterEnergy Nexus*, 6(10), 137-150. 10.1016/j.wen.2023.10.001
15. Shan, L.w., He, L.q., Suriyaprakash, J., & Yang, L.x. (2016). Photoelectrochemical (PEC) water splitting of BiOI {001} nanosheets synthesized by a simple chemical transformation. *Journal of Alloys and Compounds*, 665(200), 158 -164. 10.1016/j.jallcom.2016.01.008
16. Zhang, C.Y., & Oki, T.(2023). Water pricing reform for sustainable water resources management in China's agricultural sector. *Journal of* Agricultural Water Management, 27(18), 1-12. 10.1016/j.agwat.2022.108045