



<https://sppl.ui.ac.ir/?lang=en>

Spatial Planning

E-ISSN: 2476-3357

Document Type: Research Paper

Vol. 12, Issue 3, No.46, Autumn 2022, pp.1- 3

Received: 27/04/2022 Accepted: 07/01/2023

## Evaluation of the New City of Sahand Using the Urban Carrying Capacity Assessment System

Firooz Jafari <sup>1</sup>\*, Akbar Asghari Zamani<sup>2</sup>, Shiva Sattarzadeh Salehi<sup>3</sup>

1- Assistant Professor of Geography and Urban Planning, Tabriz University, Tabriz, Iran  
firuz\_jafari@yahoo.com

2- Associate Professor of Geography and Urban Planning, Tabriz University, Tabriz, Iran  
azamani621@gmail.com

3- Master of Geography and Urban Planning, Tabriz University, Tabriz, Iran  
sattarzadeh423@gmail.com

### Abstract

Among the main challenges in big cities, especially megacities, is the excessive increase in population regardless of the capacity of services and facilities to meet the basic needs of citizens. Identifying the factors affecting biological sustainability, measuring population capacity, and providing management strategies to improve the city were among the goals of this research. The information needed for the research was prepared via document-library and field methods. The fuzzy method was used to descale the indicators of population, water, electricity, and green space. Then, the mentioned indicators were used in the ArcGIS software environment with the methods of Gates Ardeji statistics, Moran's spatial autocorrelation analysis, Morris technique zoning, together with the model. After analyzing the pressure number, the results showed that the Moran values of population, water, electricity, and green space were 0.17, 0.15, 0.15, and 0.03, respectively. Therefore, the first three indicators followed a strong cluster pattern, while the green space index was scattered and distributed in the surface of the city. The maximum capacity of the population, carrying capacity of water, electricity, and green space indicators were equal to 105639, 129121, and 528540 people, respectively. Based on the analysis of population tolerance threshold, water consumption, and electricity distribution, the new city of Sahand was in the critical pressure range, while the green space index was at the optimal threshold so that in the last several years, the city had had a very good green space per

\*Corresponding Author

Jafari, F., Asghari Zamani, A & Sattarzadeh, S. (2023). Evaluation of Sahand's new city using the Urban Carrying Capacity of Assessment System. *Spatial Planning*, 12 (3), 1- 6.

2476-3357 © The Author(s). Published by University of Isfahan



This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>).



<https://doi.org/10.22108/sppl.2023.133424.1651>



20.1001.1.22287485.1401.12.3.6.0

capita. Its bearing capacity was more than 80%.

## **Introduction**

With the growth of urbanization and urbanism, the problems of the urban environment have reached a critical level, while one of the most important issues in the today's world is the problem of preserving the environment. To achieve sustainable urban development, it is necessary to establish appropriate laws and regulations and correctly implement them, as well as changing consumption patterns and environmental attitudes. The purpose of creating new cities can be attraction of the population overflow of cities, reduction of the economic activities of the mother city, regional development, and the use of natural resources, as well as optimal distribution of the population. In fact, these cities are created to help solve the economic, social, and environmental problems of big cities. Therefore, creation of new cities is a response to "megalopolis" or excessive concentration of population and economic activities in big cities. The new city of Sahand (Tabriz) is an example of these new cities, which has been created to attract the overflowing population of Tabriz metropolis with a high population density compared to other areas. The purpose of this research was to evaluate the urban range capacity system in the new city of Sahand by relying on the indicators of population, water, electricity, and green space and trying to estimate the population capacity of the city from an environmental point of view and the amount of pressure on it besides determining which indicator can be applied in its planning.

## **Materials & Methods**

The information required for the research was collected by directly referring to the city institutions, such as New Sahand City Municipality, New Sahand City Development Company, New City Water and Sewerage Department, East Azerbaijan Power Distribution Company, etc., as well as studying documents and electronic library resources, and conducting field studies. The statistical population of the present study included the citizens of the new city of Sahand. Due to the fact that the statistical blocks were not ready to be obtained in 2022 from the data of the previous years (2012-2017), the population of the city in 2022 was fulfilled. The urban range capacity indicators studied in this research were population (population in 2017 and 2022), water (production and annual water consumption of the new city of Sahand in 2022 in cubic meters), electricity (total number of subscribers in domestic, public, agricultural, and industrial sectors and other users, road lighting (based on people and energy consumption in 2022), and green space (areas of parks and green spaces based on each phase and number of the existing parks). These 4 indicators (population, water, electricity, and green space) were first descaled by the fuzzy method and then, the hot-cold spot method and Moran's spatial autocorrelation were used to analyze the spatial distribution of the urban range capacity system in the Arc GIS 10.8.1 software environment. The indicators used were measured and a consolidated index was obtained by using the Morris zoning technique. Finally, it was determined which phases of the new city of Sahand had services and facilities and which ones lacked them.

## **Research findings**

According to the general and housing population census of 2015, the new city of Sahand had a population of 82494, while the city of Tabriz as the mother city had a population of 1,558,693. The


increase in the price of housing in the city of Tabriz and appropriateness of its price in the new city of Sahand, compared to the metropolitan city of Tabriz, especially for the low and middle-income classes, as well as the policy of building Mehr housing in the new city of Sahand had greatly increased the population of the studied city so that the population growth rate of the studied city had reached from 12.66% during the years of 2007-2012 to more than 27.27% during the years 2012-2017. This rate had also increased greatly during the last 5 years according to the estimates. The population of the new city of Sahand in 2022 had reached more than 275000 people. It should be noted that out of the total of 5 phases designed for this city, Phase 5 had not yet been used and was empty. Thus, the mentioned phase was defined as zero in the calculations and only Phases 1, 2, 3, and 4 of the new city of Sahand were analyzed in the analysis of hot and cold spots.

### **Discussion of Results & Conclusion**

Today, the dominant view in the field of sustainability of cities is that they should be able to provide a good quality of living for their citizens and be receptive to the population as much as possible. Excessive density of population in urban environments is one of the most important factors in creating environmental problems in cities. In this research, according to the standards defined based on the indicators of population, water, electricity, and green space, evaluation of the urban range capacity system in the new city of Sahand was done by using the method of hot-cold spots and spatial autocorrelation analysis. Moran's spatial autocorrelation analysis was used to determine the spatial distributions of the mentioned indicators for the existing 4 phases of the new city of Sahand. The results showed that the Moran's values for the indices of population, water, electricity, and green space were 0.17, 0.15, 0.15, and 0.03, respectively. Therefore, the first three indicators followed a cluster pattern, while the green space index was distributed in a scattered pattern throughout the city. Accordingly, the threshold population capacity, water consumption, and electricity distribution of the new city of Sahand were in the critical pressure range, while the green space index was on a favorable threshold; hence, the city had had a very good green space per capita in recent years and its tolerance capacity was more than 80%.

**Keywords:** Urban Carrying Capacity System, Gates Ardaji Statistics, Moran Spatial Autocorrelation Analysis, New City of Sahand

## ارزیابی شهر جدید سهند با استفاده از سیستم ظرفیت برد شهری (U.C.C.A.S)

فیروز جعفری ، استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

firuz\_jafari@yahoo.com

اکبر اصغری زمانی، دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

azamani621@gmail.com

شیوا ستارزاده، دانشجوی کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

sattarzadeh423@gmail.com

### چکیده

طرح مسئله: از جمله چالش‌های اصلی در شهرهای بزرگ به‌ویژه کلان‌شهرها افزایش بی‌رویه جمعیت بدون توجه به ظرفیت خدمات و تأسیسات، پاسخ‌گو به نیازهای اساسی شهروندان است. ایجاد رابطه‌ای متعادل بین جمعیت و ظرفیت منابع مورد استفاده به‌منظور پایداری منابع باکیفیت استاندارد برای نسل‌های آتی، ضرورت توجه به مقوله ظرفیت برد را در تدوین برنامه‌های شهری آشکار می‌کند. ظرفیت برد نقش بسزایی در پایداری محیط‌های شهری دارد، به ایجاد تعادل بین میزان جمعیت و منابع موجود در شهر و به تبع آن مدیریت بهینه شهری کمک می‌کند. هدف: شناخت عوامل مؤثر بر پایداری زیستی، سنجش ظرفیت جمعیت‌پذیری و ارائه راهبردهای مدیریت برای بهبود شهر از اهداف این پژوهش است. روش پژوهش: پژوهش حاضر توسعه‌ای- کاربردی و روش تحقیق از نوع تحلیلی- توصیفی است. اطلاعات مورد نیاز پژوهش به روش اسنادی- کتابخانه‌ای و میدانی تهیه شده است. برای بی‌مقیاس‌سازی شاخص‌های (جمعیت، آب، برق و فضای سبز) از روش فازی استفاده و سپس شاخص‌های مذکور در محیط نرم‌افزار ArcGIS با روش‌های آماره گیتس اردجی، تحلیل خود همبستگی فضایی موران، پهنه‌بندی تکنیک موریس و مدل عدد فشار تجزیه و تحلیل شده است. نتایج و نوآوری پژوهش: نتایج نشان‌دهنده آن است که مقدار موران جمعیت، آب، برق و فضای سبز به ترتیب ۰/۱۷، ۰/۱۵، ۰/۱۵ و ۰/۰۳ است. به طوری که سه شاخص اول از الگوی خوشه‌ای قوی پیروی می‌کنند؛ در حالی که شاخص فضای سبز به صورت پراکنده در سطح شهر توزیع شده است. بیشترین توان جمعیت‌پذیری ظرفیت تحمل شاخص‌های آب، برق و فضای سبز به ترتیب برابر با ۱۰۵۶۳۹، ۱۲۹۱۲۱ و ۵۲۸۵۴۰ نفر است. براساس تحلیل‌های آستانه ظرفیت تحمل جمعیت، مصرف آب و توزیع برق شهر جدید سهند در بازه فشار بحرانی قرار گرفته است؛ در حالی که شاخص فضای سبز در آستانه مطلوب است. به طوری که در چندین سال اخیر شهر دارای سرانه فضای سبز بسیار خوبی بوده و ظرفیت تحمل آن بیش از ۸۰ درصد است. واژه‌های کلیدی: سیستم ظرفیت برد شهری، آماره گیتس اردجی، تحلیل خودهمبستگی فضایی موران، شهر جدید سهند.

\*نویسنده مسؤول

جعفری، فیروز، اصغری زمانی، اکبر، ستارزاده، شیوا. (۱۴۰۱). ارزیابی شهر جدید سهند با استفاده از سیستم ظرفیت برد شهری (U.C.C.A.S). *برنامه‌ریزی فضایی*، ۱۲

(۳)، ۸۳-۱۰۸.



## مقدمه

با رشد شهرنشینی و شهرگرایی، معضلات محیط‌زیست شهری به حد بحرانی رسیده است؛ درحالی‌که امروزه یکی از مسائل روز جهان، حفظ محیط‌زیست است. برای رسیدن به توسعه پایدار شهری، توجه به وضع قوانین و آیین‌نامه‌های مناسب، اجرای صحیح و نیز تغییر الگوی مصرف و نگرش‌های زیست‌محیطی، ضروری است (دهکا و همکاران، ۱۳۹۷: ۱). مسئله مهم دیگری که انسان با آن مواجه است، نحوه نگرش استفاده از منابع انرژی در دسترس و تعامل بین منابع و نحوه بهره‌برداری از این منابع است (Hosam et al., 2016: 498). در حال حاضر یکی از مسائل تمام شهرهای ایران، رشد سریع شهرنشینی و به تبع آن ناموزون شدن بودجه مناطق شهری است. ازجمله مهم‌ترین عواملی که توسعه کالبدی - فضایی شهرها را تسریع می‌بخشد، رشد بی‌رویه جمعیت ناشی از زادوولد، مهاجرت، صنعتی شدن شهرها، توسعه و اعمال سیاست‌های اقتصادی از سوی دولت‌هاست (صرافی، ۱۳۷۹: ۷). این روند موجب برهم خوردن تعادل اقتصادی و اجتماعی درون شهرها و اکولوژیک منطقه‌ای شده که عرصه‌های طبیعی را هر روزه بر ساکنان تنگ کرده است. به بیانی دیگر، در پی بهره‌برداری بی‌رویه و دخالت افسارگسیخته فعالیت‌های انسانی، در پوشش و کاربری اراضی به‌ویژه فضای سرزمین تغییر و تحولاتی صورت گرفته است (طالشی و همکاران، ۱۳۹۸: ۹۵). در نظام برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین، برآورد ظرفیت برد به‌عنوان یک رهیافت کل‌نگر و ابزار پشتیبانی از تصمیم به کار می‌رود. به عبارتی دیگر، ظرفیت برد شهری سطح خاصی از فعالیت‌های انسانی، رشد جمعیت، الگوها، توسعه کاربری زمین و توسعه فیزیکی است که پایداری محیط‌زیست شهری را حفظ می‌کند، بدون اینکه هیچ‌گونه اثر مخرب و برگشت‌ناپذیری داشته باشد (Irankhani, 2017: 145)؛ در نتیجه ارزیابی ظرفیت برد با شاخص‌های زیست‌محیطی علاوه بر اینکه میزان فشار وارده را به منابع مشخص می‌کند، نشان‌دهنده هماهنگی بین سیستم‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی است و این امکان را به برنامه‌ریزان می‌دهد تا با آگاهی از بالا یا پایین بودن ظرفیت منابع برنامه‌های شهری را در برای پایداری زیست‌محیطی ارائه دهند (جعفری و دین‌پرور، ۱۴۰۰: ۲).

با افزایش جمعیت در یک مکان نیازها و خواسته‌ها افزایش پیدا می‌کند. در تمامی محیط‌ها ظرفیتی محدود برای پاسخ‌گویی به نیازها و امکانات شهروندان در نظر گرفته شده است. اگر این نیازها بیش از ظرفیت تعریف شده باشند، باعث ایجاد ناهنجاری‌های زیست‌محیطی فراوان در محیط می‌شوند. برای اینکه سطح مقبولی در شهر برای ساکنان فراهم شود، باید میزان استفاده منابع از محیط از حد مقبول تجاوز نکند. بدین ترتیب که طی این سال‌ها بیشتر شهرها و کلان‌شهرهای کشورمان، هرکدام بنا بر مقتضیات مکانی و زمانی خود اقدام به ایجاد شهر یا شهرهای جدیدی در فواصل دور و نزدیک خود کرده‌اند (پور جعفر و همکاران، ۱۳۹۱: ۲). هدف از ایجاد شهرهای جدید، جذب سرریز جمعیتی شهرها، کاهش بار فعالیت‌های اقتصادی مادرشهر، توسعه ناحیه‌ای و استفاده از منابع طبیعی و همچنین توزیع بهینه جمعیت عنوان می‌شود. بدین ترتیب در واقع، این شهرها برای کمک به حل مشکلات اقتصادی، اجتماعی و محیطی شهرهای بزرگ به وجود آمدند. شهرهای جدید پاسخی به «مگالاپلیس» یا تمرکز بیش از حد جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی درون شهرهای بزرگ بوده‌اند (Hui & Lam, 2005). شهر جدید سهند

(تبریز) نمونه‌ای از این شهرهای جدید است که به منظور جذب سرریز جمعیت کلان‌شهر تبریز ایجاد شده است و میزان جمعیت‌پذیری زیادی نسبت به مناطق دیگر دارد. هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی سیستم ظرفیت برد شهری<sup>۱</sup> در شهر جدید سهند با تکیه بر شاخص‌های جمعیت، آب، برق و فضای سبز است که سعی شده است، ظرفیت جمعیت‌پذیری شهر را از نظر زیست‌محیطی برآورد کرده و میزان فشار وارده بر هرکدام از شاخص‌ها را مشخص کند تا در برنامه‌ریزی شهر جدید سهند اعمال شود. تاکنون پژوهش‌هایی در رابطه با مقوله ظرفیت برد شهری شکل گرفته که از مباحث اصلی پژوهش حاضر است. در راستای این تحقیق، به برخی از پژوهش‌های زیر اشاره می‌شود.

#### جدول (۱) پیشینه تحقیق در زمینه موضوع پژوهش

Table (1) Research background in the field of research

عنوان پژوهش	نویسنده/نویسندگان	سال	نتایج
ارزیابی ظرفیت برد گردشگری با استفاده از شاخص‌های اثرگذار	شارما <sup>۲</sup>	۲۰۱۶	ظرفیت برد به‌خوبی ابزاری برای مدیریت مشکلات ناشی از گردشگری کنترل‌نشده به‌منظور هر مقصدی است.
تجزیه و تحلیل ظرفیت برد محیطی برای توسعه شهرک‌های پایدار در منطقه شهری یوگیاکارتا	ویدودو <sup>۳</sup> و همکاران	۲۰۱۵	تجزیه و تحلیل برای ظرفیت برد محیطی منابع زمین‌های مسکونی و منابع آب به‌عنوان پایگاه توسعه پایدار و اسکان در منطقه شهری یوگیاکارتا ضروری است.
ارزیابی ظرفیت برد مقاصد گردشگری. روش‌شناسی برای ایجاد شاخص‌های مصنوعی استفاده‌شده در مناطق ساحلی	جورادو <sup>۴</sup> و همکاران	۲۰۱۲	رشد و گسترش گردشگری پدیده‌ای پیچیده و مطالعه آن نیازمند رشته‌های متعددی است. هنگامی به پایداری مربوط می‌شود که محدودیت‌های رشد و ظرفیت برد مقاصد در نظر گرفته شود.
ظرفیت برد محیط‌زیست و توسعه گردشگری در مالدیو و نپال	براون <sup>۵</sup> و همکاران	۱۹۹۷	تجربیات دو اقتصاد وابسته به گردشگری، مالدیو و نپال، قابل‌مقایسه و در تضاد است.
مدل ارزیابی ظرفیت برد شهری: مطالعه موردی کلان‌شهرهای چین	وی <sup>۶</sup> ییانگ و همکاران	۲۰۱۶	ارتباط مثبتی بین مقیاس شهر و ظرفیت برد شهری وجود دارد که این یک الگوی جغرافیایی است که شهرهای ساحلی نسبت به مرکز و مناطق غربی دارای ظرفیت برد شهری زیادی هستند.
ارزیابی ظرفیت برد گردشگری منطقه حفاظت‌شده قیصری در استان چهارمحال و بختیاری	شیخ و همکاران	۱۳۹۲	مناطق حفاظت‌شده یکی از مهم‌ترین مقصدهای گردشگری طبیعی هستند که نیاز به برنامه‌ریزی و مدیریت به‌منظور اطمینان از پایداری خدمات آنها در بلندمدت است.
ارزیابی ظرفیت برد گردشگری منطقه ژئوتوریسمی آبشاربیشه با تأکید بر توسعه پایدار	بهرداد و همکاران	۱۳۹۸	سنجش ظرفیت برد مناطق طبیعی از جهات مختلف، یکی از ابزار نیل به توسعه پایدار و کاستن از فشار بر اکوسیستم‌ها و جلوگیری از تخریب آنهاست.
ارزیابی ظرفیت برد شهری منطقه چهار کلان‌شهر تبریز	جعفری و دین‌پرور	۱۴۰۰	برای تعیین ظرفیت برد ابتدا پتانسیل بهره‌وری هرکدام از منابع را برآورد و سپس براساس جمعیت، میزان آستانه‌های مجاز بیان و با استانداردهای زیست‌محیطی مقایسه و بررسی شده‌اند.
ارزیابی ظرفیت برد گردشگری منطقه حفاظت‌شده سفیدکوه لرستان	کیانی و همکاران	۱۳۹۹	توسعه روزافزون گردشگری و افزایش تعداد گردشگران در مناطق حساس و شکننده کوهستانی ایران طی سال‌های اخیر و نبود برنامه‌ریزی مدون و جامع برای گردشگری این مناطق، لزوم توجه خاص به این مناطق را تشدید کرده است.

1. Urban Carrying Capacity Assessment System
2. Sharma
3. Widodo
4. Jurado
5. Brown
6. Wei

ارزیابی ظرفیت برد گردشگری در شهر مشهد	قلی زاده سرابی و غفوری	۱۳۹۳	ظرفیت پذیرش گردشگری در شهر مشهد به دلیل وجود امکانات، خدمات و زیرساخت‌های لازم گردشگری سطح مناسبی دارد.
---------------------------------------	------------------------	------	---

### منبع: مطالعات نگارندگان

وجه تمایز این پژوهش در این است که در پژوهش‌های قبلی، از سیستم ظرفیت برد شهری برای ارزیابی یک شهر یا منطقه‌ای از شهر استفاده شده و بیشتر تحقیقات نیز در راستای سنجش گردشگری شهرها بوده است؛ در حالی که این پژوهش برای اولین بار ظرفیت برد شهری را در یک شهر جدید بررسی می‌کند.

### مبانی نظری پژوهش

از ابتدای قرن بیست و یکم بیش از نیمی از مردم جهان در شهرها زندگی می‌کنند. رشد سریع جمعیت و به دنبال آن گسترش شهرها و مدیریت ناکارآمد و غیر مؤثر منابع، موجب افزایش روزافزون نرخ برداشت از منابع، ماده و انرژی شده است (عباس زاده تهرانی، ۱۳۸۷: ۲). مفهوم ظرفیت برد ابزاری برای نظارت بر توسعه پایدار است که از تئوری منحنی رشد لجستیک از سوی ورهالست در سال ۱۸۳۸ سرچشمه گرفته است (Liu, 2011: 2050). عده‌ای از زیست‌شناسان بر این باورند که مفهوم ظرفیت برد (تحمل) ریشه در علوم زیستی دارد (Changliang, 2012: 107; Clark, 2002: 35). بحث ظرفیت برد و کاربرد آن در برنامه‌ریزی توسعه کالبدی در ایران سابقه‌ای بیش از دو دهه دارد. افزایش جمعیت و به تبع آن ظرفیت‌پذیری شهرها فراتر از پتانسیل‌های زیست‌محیطی و حتی اجتماعی و اقتصادی و استفاده از سیستم ظرفیت برد شهری بیش از پیش ضروری است. بدیهی است، باید با توجه به ظرفیت برد به امکانات و گسترش شهری توجه شود تا ضمن گسترش عادلانه امکانات فشاری بیش از ظرفیت به فضای محدود شهری وارد نشود. زمانی که مصرف افراد بیشتر از ظرفیت تجدیدپذیری منابع باشد، در این صورت منابع طبیعی کاهش می‌یابد و موجب ناپایداری در محیط‌زیست می‌شود (مخفی، ۱۳۹۸: ۶۵). با نگاهی بر علوم زیستی، ظرفیت تحمل شهری برابر با بیشترین افرادی است که در یک ناحیه معین شهری حمایت می‌شوند، بدون اینکه تخریبی پایدار بر محیط طبیعی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی برای نسل‌های کنونی و آینده وارد کند یا توانایی آن محیط را در پایدارکردن کیفیت مطلوب زندگی در طول زمان کاهش دهد (Chennamaneni, 2007: 5). برنامه‌ریزان شهری ظرفیت برد یک شهر را به صورت توانایی یک ناحیه برای جا دهی رشد جمعیت و توسعه فیزیکی بدون ایجاد خسارت فیزیکی یا تخریب جالب توجه می‌دانند. ظرفیت تحمل عبارت است از بیشترین استفاده‌ای که از هر شهر می‌شود، بدون اینکه چنین استفاده‌ای موجب بروز اثرات منفی در منابع شود، میزان رضایت بازدیدکننده را کاهش دهد یا اثرات نامطلوبی بر جامعه، اقتصاد و فرهنگ آن شهر بگذارد (رضوانی، ۱۳۸۷: ۱۳۸)؛ از این رو، ظرفیت تحمل شهری بیشترین فشار وارده بر اکوسیستم شهری است (Linyu, 2010: 1878) که اغلب بر ارتباط بین محدودیت‌ها و فشار عرضه و تقاضا تمرکز دارد (Kang, 2010: 1695) به این معنا که همواره یک محدودیت در رشد جمعیت‌های زیستی وجود دارد (Schroll, 2012: 30). همگام با افزایش جمعیت و بهره‌برداری روزافزون و نادرست از منابع محدود، آسیب‌ها و مخاطرات زیست‌محیطی ابعاد پیچیده‌تری پیدا کرده که نیازمند رسیدگی‌های فوری است (تابعی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱). از آنجا که هرگونه فعالیتی برای ارتقای کیفیت زندگی و توسعه انسانی در محیط‌زیست تحقق می‌یابد، وضعیت محیط‌زیست و منابع آن از نظر پایداری یا

ناپایداری بر فرایند توسعه اثرگذار خواهد بود. طی سال‌های اخیر شتاب روزافزون توسعه شهری و افزایش جمعیت از یک سو و نبود برنامه‌ریزی مناسب پروژه‌های توسعه شهری و بی‌توجهی به سازوکارهای محیط‌زیست شهری از طرف دیگر صدمات جبران‌ناپذیری بر پیکره این شهرها وارد کرده است (مرکز کشوری مدیریت سلامت، ۱۳۹۸). شهرهایی که به سرعت رشد کرده، به دلیل تخریب محیط طبیعی در حال حاضر خود با بحران‌های زیست‌محیطی متعددی مواجه شده‌اند که کلان‌شهرهای ایران نمونه‌های بارز آنها هستند (سبزیان و همکاران، ۱۳۹۹: ۱). با استفاده از سیستم ظرفیت برد از صدمات جبران‌ناپذیری جلوگیری که بر سگونتگاه‌ها به خصوص شهرها وارد می‌شود؛ همان‌طور که افزایش جمعیت در نقاط شهری به‌ویژه کلان‌شهرها در ایران نیز باعث شکل‌گیری شهرهای جدید شد. توجه به نیازهای جمعیت ساکن در شهرهای جدید و بهبود زندگی آنان در مرحله اول به پیشرفت کلان‌شهرها می‌انجامد؛ زیرا ساکنان شهرهای جدید سرریز جمعیت کلان‌شهرها هستند و بهبود و افزایش کیفیت زندگی در شهرهای جدید از بسیاری از پدیده‌های منفی کلان‌شهری به‌عنوان مثال، مهاجرت به شهرهای بزرگ و حاشیه‌نشینی جلوگیری می‌کند (مبارکی، ۱۳۹۷: ۲). شهر جدید سهند نیز برای کاستن از مشکلات جمعیتی، اقتصادی، اجتماعی و کالبدی کلان‌شهر تبریز در حوزه نفوذ شهر تبریز احداث شده است؛ ولی این شهر در عمل نتوانسته است، از مشکلات کلان‌شهر تبریز با توجه به اهدافش بکاهد و اهداف از پیش تعیین‌شده آن در زمان مشخص عملی نشده‌اند (قرخلو و عابدینی، ۱۳۸۸: ۱)؛ بنابراین هر طرح و برنامه‌ای برای این شهر باید با دید سیستمی و رعایت اصول توسعه پایدار همراه باشد (ارغان و شعبانی، ۱۳۹۶: ۱) تا با بهبود شرایط محیطی از هدررفت منابع جلوگیری شود و ضمن حفظ منابع از بروز مشکلات زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و حتی فرهنگی برای نسل‌های حاضر و آینده جلوگیری به عمل آید. با در نظر گرفتن این امر، پژوهش حاضر، به شناخت عوامل مؤثر بر پایداری زیستی و ایجاد تعادل بین منابع و خدمات جمعیت ساکن با استفاده سیستم ظرفیت برد شهری در شهر جدید سهند توجه دارد.

### روش و محدوده پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی-تحلیلی است. اطلاعات موردنیاز پژوهش با مراجعه مستقیم به نهادهای شهری مانند شهرداری شهر جدید سهند، شرکت عمران شهر جدید سهند، اداره آب و فاضلاب شهر جدید، شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان شرقی و غیره، گردآوری و همچنین از روش مطالعه اسنادی، کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. جامعه آماری پژوهش حاضر، شهروندان ساکن شهر جدید سهند هستند. به دلیل آماده‌نبودن بلوک‌های آماری در سال ۱۴۰۰ از داده‌های بلوک‌های آماری سال‌های قبل (۱۳۹۰-۱۳۹۵)، جمعیت سال ۱۴۰۰ برآورده شده است. شاخص‌های ظرفیت برد شهری مورد مطالعه این پژوهش عبارت است از: جمعیت (جمعیت سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۴۰۰)، آب (تولید و مصرف سالانه آب شهر جدید سهند در سال ۱۴۰۰ برحسب مترمکعب)، برق (تعداد کل مشترکین (خانگی، عمومی، کشاورزی، صنعتی، سایر مصارف و روشنایی معابر) برحسب نفر و مصرف انرژی در سال ۱۴۰۰) و فضای سبز (مساحت پارک و فضاهای سبز طبق هر فاز و تعداد پارک‌های موجود). این ۴ شاخص (جمعیت، آب، برق و فضای سبز) ابتدا با روش فازی بی‌مقیاس و سپس برای تحلیل توزیع فضایی سیستم ظرفیت برد شهری از روش لکه‌های داغ-سرد و خودهمبستگی فضایی موران در محیط نرم‌افزار Arc



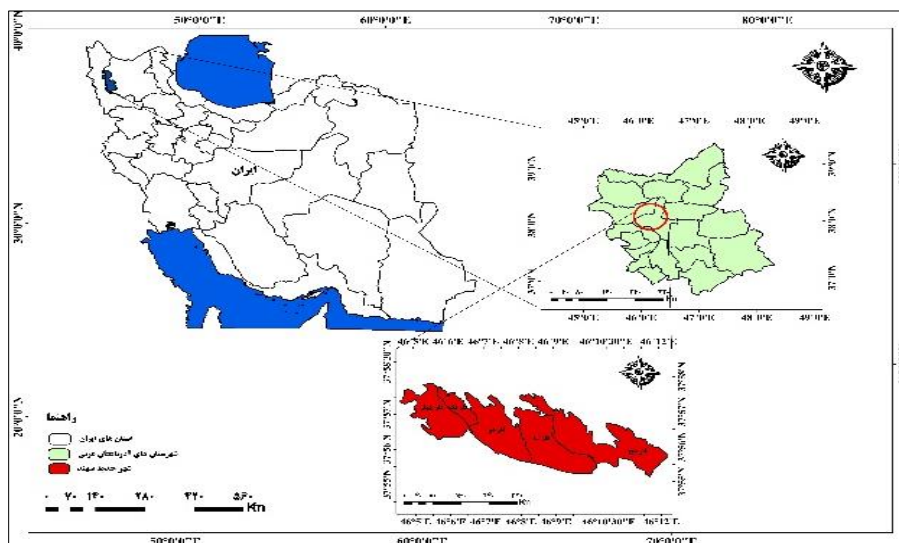
10.8.1 GIS استفاده شده است. در ادامه، شاخص‌های مورد استفاده اندازه‌گیری شد، یک شاخص تلفیقی با استفاده از تکنیک پهنه‌بندی موریس به دست آمد و مشخص شد که کدام یک از فازهای شهر جدید سهند دارای خدمات و امکانات و کدام یک فاقد خدمات و امکانات است. با توجه به ماهیت اهداف از مدل عدد فشار و مفهوم آستانه‌ای زیست‌محیطی برای اندازه‌گیری فشار وارده بر محیط بر مبنای آستانه‌های جمعیتی و تراکم بهینه شهری استفاده شده است. فرمول مدل‌های مورد استفاده طبق جدول (۲) است.

جدول (۲) فرمول مدل‌های به کاررفته در پژوهش

Table (2) Formula of models used in research

منبع	فرمول	مدل
عسگری، ۱۳۹۰	$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} w_{i,j}}{s \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2]}{n-1}}}$	لکه‌های داغ
عسگری، ۱۳۹۰	$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{so \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})}$	موران
اصغری، ۱۳۹۶	$nij = \frac{aij - Mina j}{Maxa j - Mina j} \quad (۱)$ $nij = \frac{Maxa j - aij}{Maxa j - Mina j} \quad (۲)$	بی‌مقیاس‌سازی فازی
جعفری و دین‌پور، ۱۴۰۰	$WRCC = \frac{WS}{WC} * 100$	مدل عدد فشار

شهر جدید سهند، تازه تأسیس در استان آذربایجان شرقی است که به‌منظور کنترل رشد بیش از اندازه شهر تبریز و پاسخ‌گویی به سرریز جمعیت این شهر، در فاصله ۲۰ کیلومتری جنوب غربی تبریز، در شرق محور ارتباطی تبریز- آذرشهر و در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه سهند احداث شد. این شهر در سال ۱۳۶۸ از سوی وزارت مسکن و شهرسازی و با استفاده از قانون تأسیس شهرهای جدید در تابعیت بخش مرکزی شهرستان اسکو در استان آذربایجان شرقی تأسیس شده است (ساپ، ۱۳۸۷: ۱۲). موقعیت جغرافیایی شهر جدید سهند در ۴۶ درجه، ۳ دقیقه و ۴۶ درجه، ۱۵ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۷ درجه، ۵۳ دقیقه و ۳۷ درجه، ۵۹ دقیقه عرض جغرافیایی واقع شده است (ساپ، ۱۳۸۷: ۱۴). موقعیت جغرافیایی شهر مورد مطالعه در شکل (۱) نشان داده شده است.

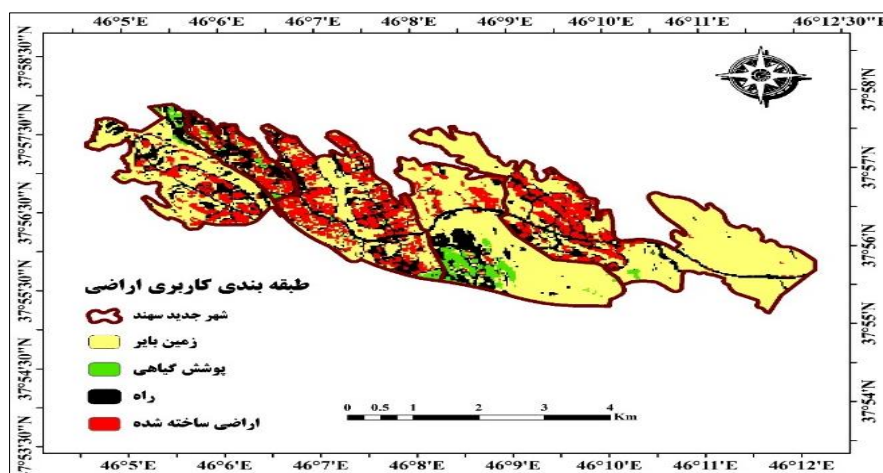


شکل (۱) نقشه موقعیت جغرافیایی شهر مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)

Figure (1) Map of the geographical location of the study area (References: Authors)

### کاربری اراضی شهر جدید سهند

برنامه‌ریزی کاربری زمین شهری در واقع، مجموعه فعالیت‌هایی است که محیط انسانی را مطابق خواسته‌ها و نیازهای جامعه شهری سامان می‌بخشد. طبق طرح جامع شهر جدید سهند اراضی اختصاص یافته حدود ۲۲۸۱ هکتار است؛ اما تا به امروز تنها ۲۲۰۱ هکتار از آن به‌طور کامل تأسیس و ساخته شده است. در پژوهش حاضر برای طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی وضع موجود شهر جدید سهند از روش الگوریتم حداکثر احتمال استفاده که به‌صورت ایجاد نقاط آموزشی در ۴ کلاس (زمین بایر، پوشش گیاهی، راه و اراضی ساخته‌شده) با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین (GEE<sup>۱</sup>) طبقه‌بندی شده است. سپس با انتقال چهار کلاس (زمین بایر، پوشش گیاهی، راه و اراضی ساخته‌شده) به نرم‌افزار Arc GIS 10.8.1 اقدام به تولید نقشه کاربری اراضی و تعیین محدوده هر یک از فازهای شهر جدید سهند شد که در شکل (۲) نشان داده شده است.



### 1. Google Earth Engine

شکل (۲) نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی شهر جدید سهند (منبع: نگارندگان)

Figure (2) Land use classification map of Sahand new city (References: Authors)

### یافته‌ها

طبق نتایج سرشماری عمومی و نفوس مسکن سال ۱۳۹۵، شهر جدید سهند ۸۲۴۹۴ نفر جمعیت و تبریز به‌عنوان مادر شهر ۱۵۵۸۶۹۳ نفر جمعیت داشته است. افزایش قیمت مسکن در شهر تبریز و مناسب بودن قیمت آن در شهر جدید سهند به‌خصوص برای اقشار کم‌درآمد و متوسط نسبت به کلان‌شهر تبریز و همچنین سیاست احداث مسکن مهر در شهر جدید سهند به‌شدت موجب افزایش جمعیت شهر مورد مطالعه شده است. به‌طوری‌نرخ رشد جمعیت شهر از ۱۲/۶۶ درصد طی سال‌های (۹۰-۸۵) به بیش از ۲۷/۲۷ درصد در سال‌های (۹۰-۹۵) رسیده است. این افزایش نرخ طی ۵ سال اخیر نیز به‌شدت زیاد شده است. براساس برآوردهای انجام شده جمعیت سال ۱۴۰۰ شهر جدید سهند به بیش از ۲۷۵ هزار نفر رسیده است. شایان ذکر است، از مجموع ۵ فاز طراحی شده برای این شهر هنوز فاز ۵ بهره‌برداری نشده و خالی از سکنه است. با عنایت به این امر، فاز پنج در محاسبات با عدد صفر تعریف شده و تنها فازهای یک، دو، سه و چهار سهند در تحلیل لکه‌های داغ و سرد تحلیل شده است. این تحلیل، آماره گیتس - اردجی کلیه عوارض موجود در داده‌ها را محاسبه می‌کند. اگر مقدار موران نزدیک به عدد مثبت یک باشد، داده‌ها دارای خودهمبستگی فضایی و الگوی خوشه‌ای بوده است و اگر نزدیک به عدد منفی یک باشد، آنگاه داده‌ها از هم گسسته و پراکنده هستند (عسگری، ۱۳۹۰). فرمول مورد استفاده برای برآورد جمعیت به شرح زیر است.

$$Pt = P0(1 + r)t \quad \text{رابطه (۱)}$$

متغیرهای این فرمول عبارت است از:  $Pt$  جمعیت در سال مدنظر،  $P0$  جمعیت سال پایه،  $r$  رشد سالانه جمعیت و  $t$  تعداد سال‌های بین سال پایه تا زمان مورد پیش‌بینی. در این فرمول با داشتن تعداد جمعیت سال پایه، رشد سالانه جمعیت و فاصله زمانی بین سال پایه و سال مدنظر، جمعیت سال مدنظر پیش‌بینی می‌شود (کاظمی پور، ۱۳۸۳).

جدول (۳) روند جمعیت‌پذیری شهر جدید سهند طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۹۵

Table (3) Population trend of Sahand new city during the years 2006-2016

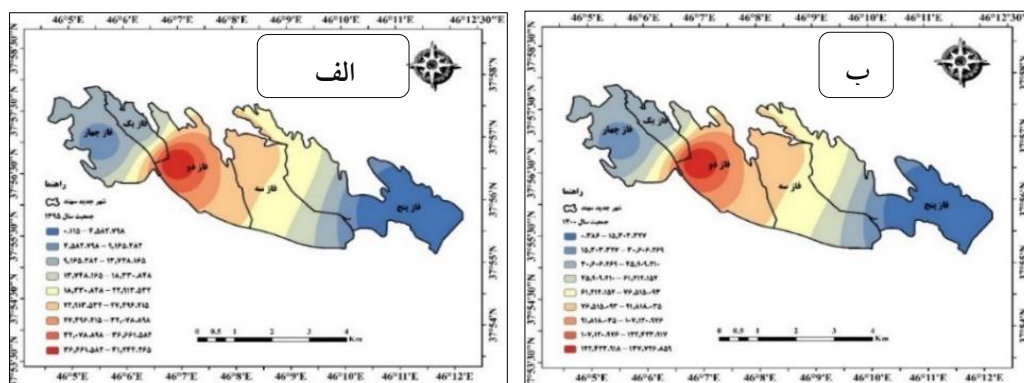
نام شهر	جمعیت سال ۱۳۸۵	جمعیت سال ۱۳۹۰	جمعیت سال ۱۳۹۵	نرخ رشد سال ۸۵-۹۰	نرخ رشد سال ۹۰-۹۵
سهند	۱۳۶۱۰	۲۴۷۰۴	۸۲۴۹۴	۱۲/۶۶	۲۷/۲۷
تبریز	۱۳۹۸۰۶۰	۱۴۹۴۹۹۸	۱۵۵۸۶۹۳	۱/۳۴	۰/۸۳

منبع: مرکز آمار ایران (سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن)

### شاخص جمعیت

گسترش ابعاد فیزیکی شهرها، توسعه شهر و اسکان غیررسمی اقشار تازه شهرنشین در حومه‌های شهرهای بزرگ کشور و زیاد شدن قیمت زمین و مسکن در محدوده شهرها و همچنین کلان‌شهر تبریز، تهیه مسکن را برای اقشار کم درآمد یا با درآمد متوسط بسیار مشکل و حتی غیرممکن کرده است (شرکت عمران شهر جدید سهند، ۱۳۹۹). این امر

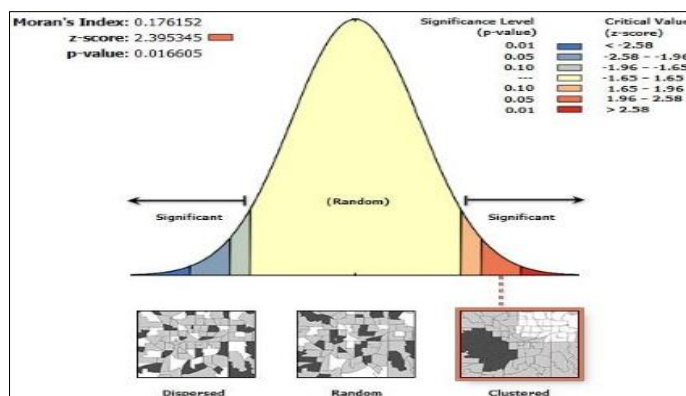
به افزایش جمعیت شهر جدید سهند منجر شده است. به طوری که طبق برآورد جمعیت در سال ۱۴۰۰ از ۸۲۴۹۴ نفر به ۲۷۵۴۷۲ نفر رسیده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). لکه‌های داغ و سرد برای شاخص جمعیت در سال‌های ذکر شده در شکل (۳) نشان داده شده است. نتایج نشان‌دهنده آن است که فاز دو سهند دارای بیشترین جمعیت بوده که با رنگ قرمز (نشان‌دهنده لکه داغ) و فاز چهارم با جمعیت کم در هر دو سال با رنگ آبی (نشانگر لکه سرد) مشخص شده است. با توجه به تحلیل‌های انجام شده اگر در سال‌های آتی توان جمعیت‌پذیری در فاز دو بیش از حد مجاز باشد، بحران اتفاق خواهد افتاد.



شکل (۳) الف) جمعیت سال ۱۳۹۵؛ ب) جمعیت سال ۱۴۰۰ شهر جدید سهند (منبع: نگارندگان)

Figure (3) Population in 2016; b) Population in 2021 in the new city of Sahand (References: Authors)

همچنین برای پراکنش فضایی از تحلیل خود همبستگی فضایی (موران) استفاده شده است. مقدار موران، برابر با ۰/۱۷ به دست آمده که نشان از خوشه‌ای بودن توزیع فضایی جمعیت شهر جدید سهند و به ترتیب در فاز دو، سه، یک و چهار توزیع یافته است (شکل ۴).

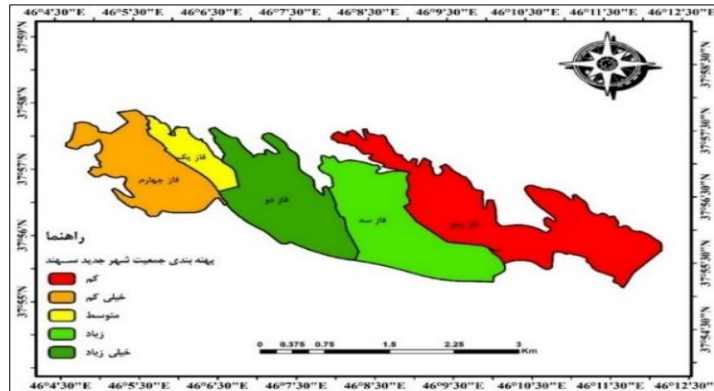


شکل (۴) الگوی توزیع فضایی سهند براساس شاخص جمعیت سال ۱۳۹۵ و ۱۴۰۰ (منبع: نگارندگان)

Figure (4) Sahand spatial distribution pattern based on population index in 2016 and 2021 (References: Authors)

بعد از تلفیق نقشه‌های لکه داغ و سرد، پهنه‌بندی شاخص جمعیت سال‌های ذکر شده آورده شده است (شکل ۵). نتایج حاصل از این پهنه‌بندی برای فازهای سهند به جز فاز پنجم که ساخت و سازی در آن انجام نشده (با عدد صفر در طبقه خیلی کم)، جمعیت فاز چهارم بیش از ۱۱ هزار نفر در طبقه کم با رنگ قرمز و فاز دوم با جمعیت بیش از ۳۷

هزار نفر در پهنه خیلی زیاد که با رنگ سبز پررنگ در ۵ سطح طبقه‌بندی شده است؛ در حالی که فاز دو سهند دارای بیشترین جمعیت نسبت به سه فاز دیگر است.

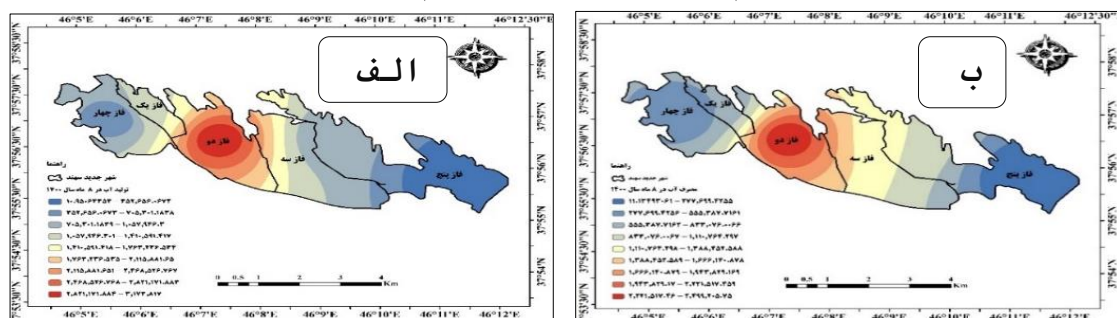


شکل (۵) پهنه‌بندی جمعیت سیستم ظرفیت برد شهری در شهر جدید سهند (منبع: نگارندگان)

Figure (5) Population zoning of Sahand urban carrying capacity assessment system (References: Authors)

### شاخص آب

بعد از بررسی شاخص جمعیت، شاخص آب شهر جدید سهند تحلیل شده است. در حال حاضر تولید کل آب در ۸ ماه سال (۱۴۰۰) سهند برابر با ۵۶۴۲۵۶۵ برحسب مترمکعب است (اداره آب و فاضلاب شهر جدید سهند، ۱۴۰۰). نتایج حاصل از تولید ماهانه آب سال مدنظر نشان‌دهنده آن بود که گسترش و توسعه شهری شهر جدید سهند در فاز دو و سه روی بیلان آبی و سیستم چرخش منابع آب اکوسیستم شهری تأثیرات بسیاری دارد و در تعامل ورودی و خروجی تولید منابع آب اختلال ایجاد می‌کند. به طوری که تقاضای روزافزون سهند برای دریافت منابع و افزایش میزان تولید ماهانه آب از طریق تصفیه‌خانه‌ها و آب‌های زیرزمینی است (جعفری و دین‌پرور، ۱۴۰۰)؛ در حالی که مصرف کل آب در ۸ ماه سال ۱۴۰۰ برابر با ۴۴۴۳۲۲۰ مترمکعب است (اداره آب و فاضلاب شهر جدید سهند، ۱۴۰۰) که کمترین میزان مصرف مربوط به فاز چهارم و بیشترین مصرف را فاز دوم به خود اختصاص داده است (شکل ۶).

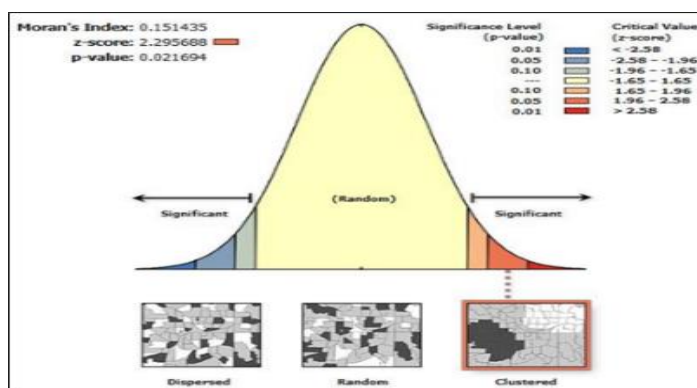


شکل (۶) الف) تولید آب در ۸ ماه سال؛ ب) مصرف آب در ۸ ماه سال (منبع: نگارندگان)

Figure (6) A) water production in 8 months of the year; b) water consumption in 8 months of 2021 (References: Authors)

نتایج حاصل از تحلیل خود همبستگی فضایی موران برای شاخص آب (تولید و مصرف) در شکل (۷) نشان‌دهنده آن بود که مقدار موران برابر با ۰/۱۵ است. با توجه به اینکه Z محاسبه شده برای شاخص آب، مقدار عددی مثبت و

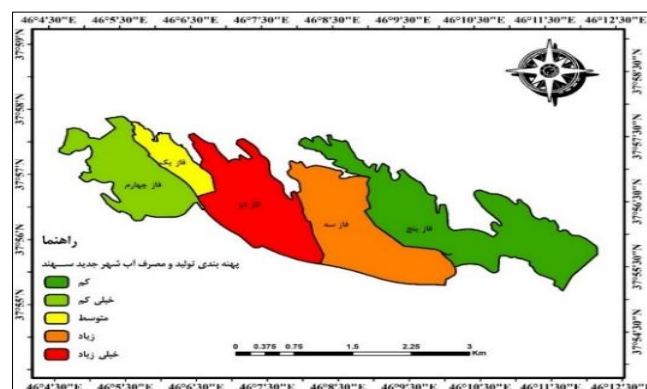
بزرگی دارد (۲/۲۹)، توزیع فضایی این شاخص با اطمینان بیش از ۹۷ درصد همانند شاخص قبلی از الگوی خوشه‌ای قوی پیروی می‌کند.



شکل (۷) الگوی توزیع فضایی سهند براساس شاخص مصرف آب سال ۱۴۰۰ (منبع: نگارندگان)

Figure (7) Sahand spatial distribution pattern based on water consumption index of 2021 (References: Authors)

همچنین با تبدیل نقشه لکه‌های داغ و سرد شاخص تلفیقی نقشه پهنه‌بندی تکنیک موریس برای تولید و مصرف آب در ۸ ماه سال ۱۴۰۰ تهیه شد (شکل ۸). در این نقشه پهنه خیلی زیاد و زیاد آب، با رنگ قرمز و نارنجی مشخص شده است. با توجه به زیادبودن جمعیت فازهای دو و سه مصرف آب این دو فاز بیشتر است؛ در حالی که فاز چهار در پهنه خیلی کم، کمترین میزان تولید و مصرف آب را به خود اختصاص داده است.



شکل (۸) پهنه‌بندی آب سیستم ظرفیت برد شهری سهند (منبع: نگارندگان)

Figure (8) Water zoning of Sahand urban carrying capacity assessment system (References: Authors)

آب، یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر هرگونه تراکم است. مطالعات و برنامه‌ریزی شهری در محدوده قلمرو اکولوژیک حوزه آبی و تعیین سهم هر یک از کاربری‌ها از منابع آب مشتمل بر سکونت، کشاورزی، صنعت، فضای سبز، خدمات و غیره تنها یک طرف معادله است (جعفری و دین‌پرور، ۱۴۰۰: ۶۵). 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 براساس آلودگی ناشی از تخلیه فاضلاب به طبیعت سنجیده می‌شود. آستانه‌های برد براساس معیار آب به شرح زیر است:

گام اول: تعیین ظرفیت بهره‌وری از منابع آب.

در این پژوهش ظرفیت تولید آب موردنیاز شهرنشینان برحسب ظرفیت آب در شهر جدید سهند اندازه‌گیری شده است. مطابق با اطلاعات جمع‌آوری شده، کل تولید آب در ۸ ماه سال (۱۴۰۰) ۵۶۴۲۵۶۵ برحسب مترمکعب و دارای ۵۳۴۰۰ فقره انشعاب آب است (اداره آب و فاضلاب شهر جدید سهند، ۱۴۰۰).

گام دوم: تعیین استاندارد مطلوب و سرانه مصرف آب.

استاندارد مطلوب سرانه مصرف آب خانگی با توجه به استاندارد وزارت نیرو برابر با ۲۵۰ لیتر در شبانه‌روز است. براساس استاندارد مطلوب سرانه پیشنهادی، وزارت نیرو و برای تقاضای واقعی شهرنشینان سرانه مصرف آب در شهر به‌عنوان کران بالا و پایین هر بازه استفاده می‌شود. مطابق با اطلاعات به‌دست آمده از اداره آب و فاضلاب شهر جدید سهند، مقدار مصرف آب روزانه برحسب لیتر ۱۷۱۱۳۵۲۳ است که با توجه به جمعیت شهر جدید سهند در سال ۱۴۰۰ (۲۷۵۴۷۲ نفر)، سرانه مصرف آب کل شهر برابر با ۱۶۲ لیتر در شبانه‌روز است.

گام سوم: تعیین ظرفیت تحمل پشتیبان و توان جمعیت‌پذیری.

با مشخص شدن ظرفیت بهره‌برداری تولید از منابع (عرضه)، استاندارد و سرانه مصرف آب (تقاضا) در منطقه، ظرفیت تحمل پشتیبان براساس تقابل بین عرضه و تقاضا، بنابر رابطه (۲) به شرح ذیل محاسبه می‌شود.

$$\text{WRCC} = \frac{WS}{WC} * 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

که  $WRCC^1$  برابر با ظرفیت تحمل پشتیبان براساس معیار مصرف و بهره‌وری تولید از منابع آب،  $WS^2$  برابر با ظرفیت بهره‌برداری از منابع آب و  $WC^3$  برابر با سرانه مصرف آب به ازای هر نفر در طول شبانه‌روز است. با توجه به مقدار آب تأمینی و میانگین مصرف، ظرفیت تحمل شاخص تأمین آب محاسبه می‌شود. مطابق با آمار به‌دست آمده، سرانه مصرف آب خانگی (تقاضای واقعی) سهند به‌طور متوسط برابر با ۱۶۲ لیتر در شبانه‌روز است. با توجه به ظرفیت تأمین آب با تأسیسات و تصفیه‌خانه‌های آب، کمترین توان جمعیت‌پذیری شهر برابر با ۱۰۵۶۳۹ نفر و چنانچه سرانه مطلوب مصرف آب را برحسب استاندارد برابر با ۲۵۰ لیتر در شبانه‌روز به‌ازای هر نفر است، بیشترین توان جمعیت‌پذیری شهر برابر با ۶۸۴۵۴ نفر خواهد شد.

جدول (۴) ظرفیت تحمل پشتیبان و توان جمعیت‌پذیری شهر جدید سهند برحسب مصرف و بهره‌برداری تولید از منابع آب

Table (4) Support tolerance and population capacity of Sahand new city in terms of consumption and production of water resources

مصرف روزانه آب برحسب (لیتر) WS	سرانه مصرف آب / (لیتر در روز) WC	ظرفیت تحمل پشتیبان (نفر) / WRCC
--------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

1. Water Resource Carrying Capacity
2. Water Supply
3. Water Consumption

بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	
۶۸۴۵۴	۱۰۵۶۳۹	۲۵۰	۱۶۲	۱۷۱۱۳۵۲۳

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

گام چهارم: تعیین آستانه‌های مجاز تراکم شهری (تراکم جمعیتی و مسکونی).

براساس نقشه کاربری اراضی شهر جدید سهند مساحت شهر برابر با ۲۲۸۱۲۸۸۱ مترمربع است. بنابر محاسبات

انجام‌شده، چنانچه کمترین و بیشترین توان جمعیت‌پذیری سهند برحسب مصرف و بهره‌وری از منابع آب برابر با ۱۰۵۶۳۹ و ۶۸۴۵۴ نفر در نظر گرفته شود، آنگاه کمترین و بیشترین تراکم جمعیتی و مسکونی طبق جدول (۵) ارائه می‌شود.

جدول (۵) محاسبات تراکم شهری بر مبنای ظرفیت تحمل منابع آب در شهر جدید سهند

Table (5) Urban density calculations based on tolerance capacity of water resource in the new city of Sahand

تراکم خالص مسکونی ( ${}^{\circ}\text{NRD}=\text{UCC}/\text{A}_3$ )		تراکم ناخالص مسکونی ( ${}^{\circ}\text{GRD}=\text{UCC}/\text{A}_2$ )		تراکم جمعیتی ( ${}^{\circ}\text{PD}=\text{UCC}/\text{A}_1$ )		توان جمعیت‌پذیری (UCC)	
بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین
۱۱۲	۱۷۳	۳۱	۴۸	۳۰	۴۷	۶۸۴۵۴	۱۰۵۶۳۹
۲۲۸۱۲۸۸۱		مجموع مساحت برحسب مترمربع ( $\text{A}_1$ )					
۲۲۰۱۶۲۵۸		مجموع اراضی مساحت توسعه‌یافته برحسب مترمربع ( $\text{A}_2$ )					
۶۱۱۲۶۷۷		سطوح اشغال توسط کاربری مسکونی ( $\text{A}_3$ )					

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

گام پنجم: ارزیابی ظرفیت تحمل برحسب مصرف و تولید آب در شهر جدید سهند.

در این پژوهش، به‌منظور ارزیابی ظرفیت تحمل شهر بر مبنای مصرف و تولید آب و اندازه‌گیری فشار وارده از شاخص تراکم خالص مسکونی، به دلیل ارتباط مستقیم آن با میزان مصرف و تولید آب ناشی از آن استفاده و ظرفیت تحمل در سه بازه با عنوان آستانه مطلوب، مجاز و فشار بحرانی در جدول (۶) و (۷) ارائه شده 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 استفاده شده است.

جدول (۶) طبقه‌بندی ظرفیت تحمل در شهر جدید سهند

Table (6) Classification of tolerance capacity in Sahand new city

عامل / درجه ظرفیت تحمل DCC	آستانه مطلوب ( $\text{DCC}=1$ )	آستانه مجاز ( $\text{DCC}=2$ )	فشار بحرانی ( $\text{DCC}=3$ )
آب	۱۱۲-۰	۱۷۳-۱۱۲	۱۷۳ و بیشتر

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

جدول (۷) درجه ظرفیت تحمل در شهر جدید سهند

Table (7) Degree of tolerance capacity in the new city of Sahand

1. Population Density
2. Gross Residential Density
3. Net Residential Density

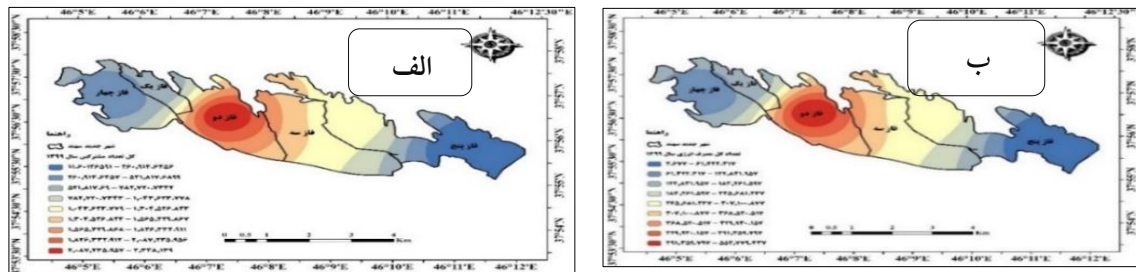


درجه ظرفیت تحمل	تراکم خالص (نفر در هکتار)		جمعیت (نفر)		عامل
	مقدار مجاز	وضع موجود	جمعیت پذیری	جمعیت موجود	
فشار بحرانی	۱۸۰	۴۵۰	۱۰۵۶۳۹	۲۷۵۴۷۲	آب

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

### شاخص برق

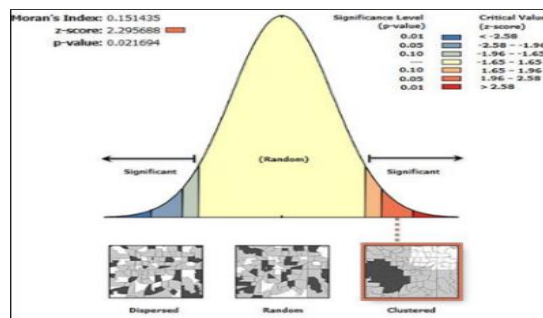
شهرها مصرف‌کنندگان اصلی انرژی در جهان هستند و هم‌زمان با رشد جمعیت و اقتصادی، انرژی زیادی مصرف می‌شود. صرفه‌جویی در انرژی شهرها را برای حفاظت انسان و محیط‌زیست انعطاف‌پذیر می‌کند. مصرف برق یکی از مهم‌ترین مواردی است که استفاده‌های مختلفی از سوی شهروندان داشته است. در شکل (۹) نقشه لکه‌های سرد و داغ کل تعداد مشترکان و مصرف انرژی برای سال موجود تهیه شده است. نتایج نشان‌دهنده آن است که تعداد مشترکان در فاز یک در لکه سرد با رنگ آبی واقع شده است و در فاز سوم در حد متعادلی نسبت به فاز دوم قرار دارد.



شکل (۹) الف) کل تعداد مشترکین؛ ب) تعداد کل مصرف انرژی سال ۱۳۹۹ (منبع: نگارندگان)

Figure (9) A) Total number of subscribers; b) Total number of energy consumption in 2020 (References: Authors)

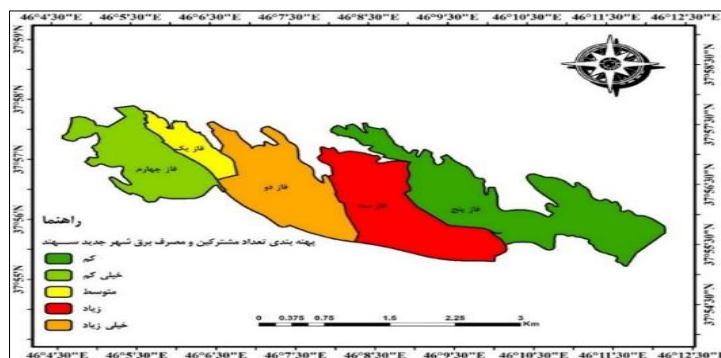
نتیجه حاصل از تحلیل خودهمبستگی موران کل مصرف برق شهر جدید سهند نشان‌دهنده توزیع خوشه‌ای این شاخص در سطح شهر است. ضریب موران آن برابر با ۰/۱۵ بوده است که کمترین میزان مصرف به ترتیب در فاز چهار و یک و بیشترین مقدار در فاز دو و سه بوده است. شکل (۱۰) نشان‌دهنده نتایج محاسبات شاخص میانگین موران است.



شکل (۱۰) الگوی توزیع فضایی سهند براساس شاخص مصرف انرژی سال ۱۳۹۹ (منبع: نگارندگان)

Figure (10) Sahand Spatial Distribution Pattern Based on Energy Consumption Index in 2020 (References: Authors)

براساس نقشه طبقه‌بندی موریس به دلیل بیشتر بودن تعداد مشترکان در فاز سه و دو میزان مصرف برق در این فازها نیز بیشتر بوده که در شکل (۱۱) در طبقه خیلی زیاد و زیاد واقع شده است؛ در حالی که میزان مصرف در فاز یک در حد متوسطی قرار دارد و فاز چهارم نسبت به سه فاز قبلی کم مصرف است که با رنگ سبز کم‌رنگ نشان داده شده است.



شکل (۱۱) پهنه‌بندی انرژی برق سیستم ظرفیت برد شهری سهند (منبع: نگارندگان)

Figure (11) Electricity Zoning of Sahand urban carrying capacity assessment system (References: Authors)

در برآورد ظرفیت تحمل براساس معیار انرژی، در ابتدا نیاز است که ظرفیت بهره‌وری از منابع و زیرساخت‌های تولید انرژی مشخص و سپس در تقابل بین نیاز واقعی و توان محیط در برآوردن آن، ظرفیت تحمل شهر در چندین گام به شرح ذیل ارزیابی شود. در این معیار ظرفیت تحمل از تلفیق دو مفهوم اساسی شکل می‌گیرد. نخست، ظرفیت تحمل پشتیبان برابر با مجموع امکانات و تأسیسات تولید انرژی (برق) برای پاسخ به تقاضای شهرنشینان نسبت به مصرف انرژی (برق) و سپس ظرفیت تحمل حیاتی یا (مقاومت محیط) برابر با حداکثر بار و فشار وارده بر اکوسیستم شهری که براساس آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های زنجیر تولید انرژی برق در طول فرایند تولید برق سنجیده می‌شود. گام‌های مطالعاتی در تعیین آستانه‌های تحمل محیط‌زیست شهری براساس معیار انرژی (برق) به شرح ذیل است:

گام اول: تعیین ظرفیت بهره‌برداری از امکانات و تأسیسات تولید انرژی (برق).

شهر تبریز دارای سه نیروگاه به نام‌های حرارتی سهند بناب، حرارتی-گازی تبریز و گازی صوفیان است. نیروگاه حرارتی سهند بناب (استان آذربایجان شرقی، در کیلومتر ۷ جاده بناب - تبریز در مجاورت روستای شورگل)، یکی از نیروگاه‌های ایران از نوع حرارتی با ظرفیت تولید ۶۵۰ مگاوات است که شامل ۲ واحد بخار ۳۲۵ مگاواتی است (جعفری و دین‌پرور، ۱۴۰۰: ۷۳).

گام دوم: تعیین استانداردها مطلوب و سرانه مصرف برق.

سرانه مصرف برق خانگی، مقدار متوسط برق مصرف‌شده از سوی هر شهروند برحسب کیلووات ساعت است. اطلاعات آماری شرکت توزیع نیروی برق تبریز، مجموع برق مصرف‌شده در شهر تبریز و در شهر جدید سهند، به‌طور میانگین به‌ترتیب برابر با ۱۳۰۰۰۰۰ و ۴۴۲۰۲۰۶ مگاوات در ساعت است (شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان شرقی، ۱۳۹۹). آنگاه سرانه مصرف برق به‌ترتیب برابر با (۸۰۰) و (۸۵۰) ساعت به ازای هر نفر تعیین خواهد شد.

گام سوم: تعیین ظرفیت تحمل پشتیبان و توان جمعیت پذیری شهر. مطابق با محاسبات انجام شده طبق جدول (۸)، چنانچه سرانه مصرف برق (تقاضای واقعی) به طور متوسط برابر با کیلووات ساعت به ازای هر نفر در نظر گرفته شود، آنگاه با توجه به تعداد کل مشترکان مصرف خانگی، عمومی، کشاورزی، صنعتی و سایر مصارف و روشنایی معابر، بیشترین توان جمعیت پذیری در شهر تبریز برابر با ۱۲۹۱۲۱ نفر و چنانچه سرانه مطلوب مصرف برق برحسب سرانه مصرفی سهند برابر با ۸۵۰ کیلووات ساعت به ازای هر نفر در نظر گرفته شود، آنگاه کمترین توان جمعیت پذیری شهر برابر با ۱۲۱۵۲۶ نفر تعیین خواهد شد.

جدول (۸) ظرفیت تحمل پشتیبان و توان جمعیت پذیری شهر جدید سهند براساس معیار انرژی

Table (8) Support tolerance and population capacity of Sahand new city based on energy criteria

ظرفیت تحمل پشتیبان (نفر)		سرانه مصرف برق خانگی (کیلووات در ساعت)		کل تعداد مشترکین
بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	
۱۲۹۱۲۱	۱۲۱۵۲۶	۸۰۰	۸۵۰	۱۰۳۲۹۷۳

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

گام چهارم: تعیین آستانه‌های مجاز تراکم شهری (تراکم جمعیتی و مسکونی). کمترین و بیشترین تراکم مجاز جمعیتی و مسکونی براساس توان جمعیت پذیری سهند برحسب معیار انرژی در جدول (۹) ارائه شده است:

جدول (۹) محاسبات تراکم شهری بر مبنای ظرفیت تحمل برحسب معیار انرژی در شهر جدید سهند

Table (9) Urban density calculations based on tolerance capacity in terms of energy criteria in the new city of Sahand

تراکم خالص مسکونی $NRD=UCC/A_3$ (۱)		تراکم ناخالص مسکونی $=UCC/A_2$ (GRD)		تراکم جمعیتی $PD=UCC/A_1$ (۲)		توان جمعیت پذیری (UCC)	
بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین
۲۱۱	۱۱	۵۹	۵۵	۵۷	۵۳	۱۲۹۱۲۱	۱۲۱۵۲۶
۲۲۸۱۲۸۸۱		مجموع مساحت برحسب مترمربع (۱A)					
۲۲۰۱۶۲۵۸		مجموع اراضی مساحت اراضی توسعه یافته برحسب مترمربع (۲A)					
۶۱۱۲۶۷۷		سطوح اشغال از سوی کاربری مسکونی (۳A)					

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

گام پنجم: ارزیابی ظرفیت تحمل برحسب معیار انرژی در شهر جدید سهند. به منظور ارزیابی ظرفیت تحمل شهر بر مبنای معیار انرژی و اندازه گیری فشار وارده از شاخص تراکم خالص مسکونی، به دلیل ارتباط مستقیم آن با میزان مصرف برق استفاده و ظرفیت تحمل در سه بازه با عنوان آستانه مطلوب، مجاز و فشار بحرانی مطابق با جدول (۱۰) و (۱۱) طبقه بندی شده و جای گرفته است.

جدول (۱۰) طبقه بندی ظرفیت تحمل در شهر جدید سهند براساس معیار انرژی

Table (10) Classification of tolerance capacity in Sahand new city based on energy criteria

فشار بحرانی (DCC=3)	آستانه مجاز (DCC=2)	آستانه مطلوب (DCC=1)	عامل / درجه ظرفیت تحمل DCC
۲۱۱ و بیشتر	۲۱۱-۱۱	۱۱-۰	برق و انرژی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

جدول (۱۱) درجه ظرفیت تحمل در شهر جدید سهند براساس معیار انرژی

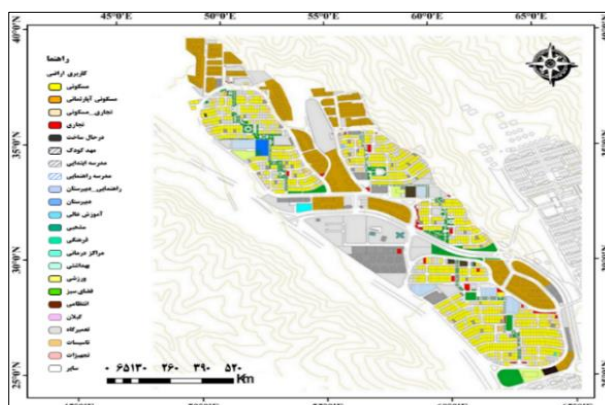
Table (11) Degree of tolerance capacity in Sahand new city based on energy criteria

درجه ظرفیت تحمل	تراکم خالص (نفر در هکتار)		جمعیت (نفر)		عامل
	مقدار مجاز	وضع موجود	جمعیت پذیری	جمعیت موجود	
فشار بحرانی	۲۱۱	۴۵۰	۱۲۹۱۲۱	۲۷۵۴۷۲	برق و انرژی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

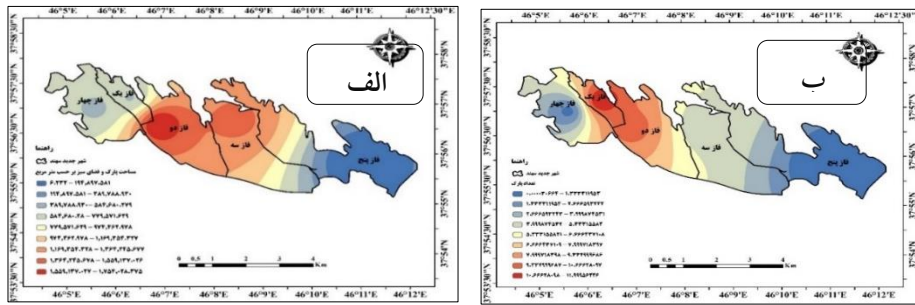
### شاخص فضای سبز

فضای سبز مناسب در شهرها، یکی از عوامل مؤثر در کاهش این تأثیرات است و به‌ویژه درباره گردوغبار و آلودگی هوا، فضای سبز مانند یک جنگل، ریه‌های تنفس شهرها به شمار می‌آید. مهم‌ترین تأثیر فضای سبز در شهرها تعدیل دما، افزایش رطوبت نسبی، لطافت هوا و جذب گردوغبار است. در کل وجود فضاهای سبز و تأثیر آنها در شهرها اجتناب‌ناپذیر است. به‌طوری که بدون آن ممکن نیست، شهرها پایدار باقی بمانند؛ بنابراین اگر فضای سبز به‌عنوان بخشی از بافت شهرها و نیز خدمات شهری ضرورت یافته باشد، جدا از نیازهای جامعه شهری قرار نمی‌گیرد؛ از این رو، فضای سبز باید از نظر کمی و کیفی متناسب با حجم فیزیکی شهر ساختمان‌ها، خیابان‌ها، جاده‌ها و نیازهای جامعه از لحاظ روانی، گذران اوقات فراغت و نیازهای بهداشتی با توجه به شرایط اکولوژیکی شهر و روند گسترش آتی آن ساخته شود تا به‌عنوان فضای سبز فعال، بازده زیست‌محیطی و مستمری داشته باشد (مجنونیان، ۱۳۷۴). براساس نقشه کاربری اراضی شهر جدید سهند حدود ۳۷۰ هکتار به پارک‌ها و فضای سبز شهری اختصاص یافته که بیشترین مساحت و تعداد پارک به ترتیب در فاز دو، یک و سه بیشتر است (شکل ۱۲). نقشه لکه‌های داغ و سرد مساحت پارک و فضای سبز و تعداد پارک‌ها در شکل (۱۳) تهیه شده است.



شکل (۱۲) نقشه پراکنندگی کاربری فضای سبز در سطح شهر (منبع: نگارندگان)

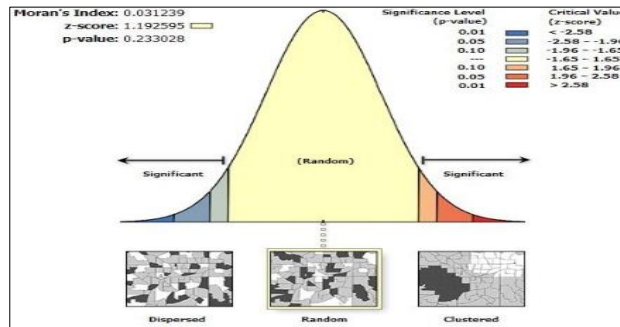
Figure (12) Sprawl map of green space land use in the city (References: Authors)



شکل (۱۳) الف) مساحت پارک و فضای سبز؛ ب) تعداد پارک (منبع: نگارندگان)

Figure (13) A) Area of park and green space; b) Number of parks (References: Authors)

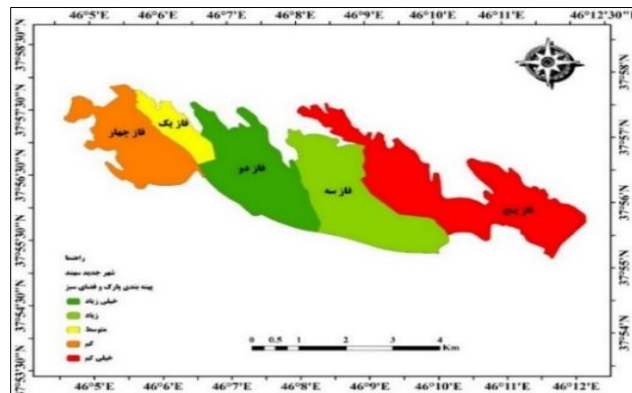
مقدار موران برابر با ۰/۰۳ به دست آمده که نشان‌دهنده توزیع پراکنده این کاربری فضای سبز در سطح شهر جدید سهند است؛ همچنین تمرکز کاربری پارک در بخشی از شهر و در نتیجه بهره‌مندی بیشتر در ناحیه خاص و کم‌بهره سایر ناحیه‌ها و محرومیت آنها از این تسهیلات است (شکل ۱۴).



شکل (۱۴) الگوی توزیع فضایی سهند برای شاخص فضای سبز (منبع: نگارندگان)

Figure (14) Sahand Spatial Distribution Pattern for Green Space Index (References: Authors)

بعد از تلفیق داده‌ها نقشه طبقه‌بندی موریس براساس تعداد پارک و مساحت طبق شکل (۱۵) تهیه شد. نتایج نشان‌دهنده آن بود که متوسط تعداد پارک و مساحت در فاز دو بیشتر از سایر فازهاست که به رنگ سبز پررنگ و فاز یک در وضعیت مطلوب با رنگ زرد مشخص شده است.



شکل (۱۵) پهنه‌بندی فضای سبز سیستم ظرفیت برد شهری سهند (منبع: نگارندگان)

Figure (15) Green space zoning of Sahand urban carrying capacity assessment system (References: Authors)

مهم‌ترین اثرات فضای سبز در شهرها کاهش آلودگی هوا و صوتی، تعدیل دما، افزایش رطوبت نسبی، تلطیف هوا و جذب گردوغبار است. سایر اثرات فضای سبز در شهرها نسبی هستند؛ ولی مجموعه اثرات فضای سبز حضور آنها را در شهرها اجتناب‌ناپذیر می‌کند (رجب محمدی، ۱۳۹۳). کاربری فضای سبز در شهرها و سرانه آن یکی از مباحث اساسی در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری است.

گام اول: تعیین ظرفیت بهره‌برداری از منابع سبز موجود.

با عنایت به اطلاعات به دست آمده از طرح تفصیلی شهر جدید سهند، مساحت فضای سبز مورد مطالعه به تفکیک پهنه‌های سبز، پارک‌های جنگلی، پارک‌های شهری، باغ‌ها و ... برابر با ۳۶۹۹۷۸۰ مترمربع است (طرح جامع شهر جدید سهند، ۱۳۹۹).

گام دوم: تعیین استاندارد مطلوب و سرانه سطوح سبز.

سرانه سطوح سبز با توجه به ویژگی‌های خاص یک مکان، از شهری به شهر دیگر و از منطقه‌ای به منطقه‌ای دیگر متفاوت است. براساس استاندارد پیشنهاد شده از سوی محیط‌زیست سازمان ملل متحد، سرانه فضای سبز شهری به ازای هر نفر برابر با ۲۰ تا ۲۵ مترمربع است. این رقم برای کشورهای در حال توسعه به ۱۶ مترمربع به ازای هر نفر و برای شهرهای ایران به ۷ تا ۱۲ مترمربع تعدیل یافته است (احمدپور، ۱۳۸۸: ۳۸). به منظور تعیین توان جمعیت‌پذیری شهر و ارزیابی ظرفیت تحمل در یک بازه از میزان کمترین فشار تا فشار بحرانی، از استاندارد سرانه مطلوب فضای سبز شهرهای ایران (تبریز) و سرانه پیشنهادی فضای سبز براساس سرانه پیشنهادی طرح توسعه و عمران شهر سهند، به عنوان کران بالا و پایین هر بازه استفاده شده است.

گام سوم: تعیین ظرفیت تحمل پشتیبان و توان جمعیت‌پذیری شهر.

مطابق با محاسبات انجام شده، سرانه مطلوب فضای سبز شهری برحسب استاندارد تبریز به طور متوسط برابر با ۷ مترمربع به ازای هر نفر در نظر گرفته شود، با توجه به مجموع سطوح سبز شهری در طرح جامع تبریز، بیشترین توان جمعیت‌پذیری منطقه برابر با ۵۲۸۵۴۰ نفر و چنانچه سرانه مطلوب فضای سبز شهری برحسب استاندارد پیشنهادی طرح جامع شهر سهند و مناطق آن برابر با ۱۳ مترمربع به ازای هر نفر در نظر گرفته شود، کمترین توان جمعیت‌پذیری شهر برابر با ۲۸۴۵۹۸ نفر تعیین خواهد شد.

جدول (۱۲) ظرفیت تحمل پشتیبان و توان جمعیت‌پذیری شهر جدید سهند براساس معیار سطوح سبز

Table (12) Support tolerance and population capacity of Sahand new city based on green level criteria

ظرفیت تحمل پشتیبان (نفر در هکتار)		سرانه فضای سبز شهری (مترمربع)		مجموع سطوح سبز شهری (مترمربع)
بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	
۵۲۸۵۴۰	۲۸۴۵۹۸	۷	۱۳	۳۶۹۹۷۸۰

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

گام چهارم: تعیین آستانه‌های تراکم شهری (تراکم جمعیتی و مسکونی). مطابق با تعاریف و روابط ذکر شده از تراکم جمعیتی و مسکونی در شاخص‌های قبلی، کمترین و بیشترین تراکم مجاز جمعیتی و مسکونی براساس توان جمعیت‌پذیری شهر مورد مطالعه، برحسب معیار فضای سبز مطابق با جدول (۱۳) است.

جدول (۱۳) محاسبات تراکم شهری بر مبنای ظرفیت تحمل برحسب معیار فضای سبز در شهر جدید سهند

Table (13) Urban density calculations based on tolerance capacity according to green space criteria in Sahand new city

تراکم خالص مسکونی ( $NRD=UCC/A_3$ )		تراکم ناخالص مسکونی ( $GRD=UCC/A_2$ )		تراکم جمعیتی ( $PD=UCC/A_1$ )		توان جمعیت‌پذیری (UCC)	
بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین	بیشترین	کمترین
۸۶۵	۴۶۶	۲۴۰	۱۲۹	۲۳۲	۱۲۵	۵۲۸۵۴۰	۲۸۴۵۹۸
۲۲۸۱۲۸۸۱		مجموع مساحت برحسب مترمربع (A <sub>۱</sub> )					
۲۲۰۱۶۲۵۸		مجموع اراضی مساحت اراضی توسعه‌یافته برحسب مترمربع (A <sub>۲</sub> )					
۶۱۱۲۶۷۷		سطوح اشغال توسط کاربری مسکونی (A <sub>۳</sub> )					

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

گام پنجم: ارزیابی ظرفیت تحمل برحسب معیار سطوح سبز در شهر جدید سهند. به منظور ارزیابی ظرفیت تحمل شهر بر مبنای معیار سطوح سبز و اندازه‌گیری فشار وارده از شاخص تراکم خالص مسکونی، به دلیل ارتباط مستقیم آن با سرانه سطوح سبز استفاده شده و ظرفیت تحمل در سه بازه با عنوان آستانه مطلوب، مجاز و فشار بحرانی مطابق با جدول (۱۴) و (۱۵) طبقه‌بندی شده و جای گرفته است.

جدول (۱۴) طبقه‌بندی ظرفیت تحمل براساس معیار فضای سبز

Table (14) Classification of tolerance capacity based on green space criteria

فشار بحرانی (DCC=3)	آستانه مجاز (DCC=2)	آستانه مطلوب (DCC=1)	عامل / درجه ظرفیت تحمل DCC
۸۶۵ و بیشتر	۸۶۵-۴۶۶	۴۶۶-۰	فضای سبز

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

جدول (۱۵) درجه ظرفیت تحمل براساس معیار فضای سبز

Table (15) Degree of tolerance capacity based on green space criteria

درجه ظرفیت تحمل	تراکم خالص (نفر در هکتار)		جمعیت (نفر)		عامل
	مقدار مجاز	وضع موجود	جمعیت‌پذیری	جمعیت موجود	
آستانه مطلوب	۴۶۰	۴۵۰	۵۲۸۵۴۰	۲۷۵۴۷۲	فضای سبز

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

تعیین ضریب سطح زیربنا (FAR) بر مبنای ظرفیت تحمل در شهر جدید سهند تراکم ساختمانی یا FAR در ارتباط با نسبت زیربنا بر زمین در محدوده‌ای مشخص. تراکم ساختمانی عبارت است از: نسبت کل زیربنای ساختمانی قطعه‌ای تفکیکی به مساحت کل آن قطعه؛ بنابراین تراکم ساختمانی بدون واحد است و به صورت درصد معرفی می‌شود. در واقع، این شاخص درصد مجاز ساخت زیربنای ساختمانی را نسبت به مساحت کل قطعه تفکیکی مشخص می‌کند.

$$\text{FAR} = \text{FA}/\text{LA} \quad \text{رابطه (۳)}$$

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. محاسبات ضریب سطح زیربنا برحسب توان جمعیت‌پذیری شهر، به تفکیک هر یک از عوامل به شرح جدول (۱۶) است.

جدول (۱۶) ضریب سطح زیربنا (FAR) در شهر جدید سهند به تفکیک عوامل

Table (16) Floor Area Ratio of sahand new city by factors

متوسط ضریب سطح زیربنا (درصد)	توان جمعیت‌پذیری		عامل
	بیشترین	کمترین	
۵۵	۶۸۴۵۴	۱۰۵۶۳۹	آب
۴۰/۲	۱۲۹۱۲۱	۱۲۱۵۲۶	برق و انرژی
۸۷	۵۲۸۵۴۰	۲۸۴۵۹۸	فضای سبز

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰

### نتیجه‌گیری

امروزه تفکر غالب در زمینه پایداری شهرها این است که شهرها باید تا حد امکان سطح زندگی با کیفیتی را برای شهروندان فراهم کنند و پذیرای جمعیت باشند؛ زیرا تراکم بیش از حد جمعیت در محیط‌های شهری از مهم‌ترین عوامل ایجاد مشکلات زیست‌محیطی در شهرهاست. در این پژوهش با توجه به استانداردهای تعریف‌شده در زمینه شاخص‌های (جمعیت، آب، برق و فضای سبز) به ارزیابی سیستم ظرفیت برد شهری در شهر جدید سهند توجه شده و از روش لکه‌های داغ - سرد و تحلیل خود همبستگی فضایی موران به منظور توزیع فضایی شاخص‌های ذکر شده برای چهار فاز موجود شهر جدید سهند استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان‌دهنده آن است که مقدار موران جمعیت، آب، برق و فضای سبز به ترتیب ۰/۱۷، ۰/۱۵، ۰/۱۵ و ۰/۰۳ است و روند پراکنش فضایی سه شاخص اول از الگوی خوشه‌ای پیروی می‌کند؛ در حالی که به دلیل کم بودن مقدار موران، شاخص فضای سبز به صورت پراکنده

1. Floor Area Ratio

2. Floor Area

3. Land Area



توزیع شده است. به دلیل گسترش ابعاد فیزیکی شهرها، توسعه شهر و اسکان غیررسمی اقشار تازه شهرنشین در حومه‌های شهرهای بزرگ کشور و زیاد شدن قیمت زمین و مسکن در محدوده شهرها و همچنین کلان‌شهر تبریز، تهیه مسکن برای طبقات کم درآمد یا با درآمد متوسط را بسیار مشکل و حتی غیرممکن کرده است. این امر به جذب جمعیت توسط شهر جدید سهند طی سال‌های اخیر منجر شده است. اندازه‌گیری شاخص‌های استفاده‌شده و ایجاد یک شاخص تلفیقی با استفاده از تکنیک پهنه‌بندی موریس نشان‌دهنده آن است که میزان مصرف آب و برق و سایر معیارهای بررسی شده به ترتیب در فازهای دو، سه، یک و چهار طبق نتایج پهنه‌بندی بیشتر است (فاز پنج به علت توسعه نیافتن در تحلیل‌ها عدد صفر برای آن تعریف شده است). در نهایت، به آستانه‌های مطلوب تراکم شهری بر مبنای ظرفیت تحمل با استفاده از مدل عدد فشار در شهر جدید سهند توجه شده است. وجه تمایز این پژوهش در این است که در تحقیقات قبلی، از سیستم ظرفیت برد شهری برای ارزیابی یک شهر یا منطقه‌ای از شهر استفاده (جعفری و دین‌پرور ۱۴۰۰؛ قلی زاده سرابی، ۱۳۹۳؛ مخفی و شایسته، ۱۳۹۸) و همچنین در پژوهش‌های قبلی بیشتر سیستم ظرفیت برد در راستای سنجش و برآورد ظرفیت گردشگری شهرها به کار گرفته شده است (پوریزدی و ملکیان، ۱۳۹۲؛ زلنکا و همکاران، ۱۳۹۳)؛ در حالی که این پژوهش برای اولین بار از سیستم ظرفیت برد شهری در مطالعه شهری جدید استفاده کرده است. براساس جمعیت برآورده شده سال ۱۴۰۰ شهر جدید سهند و مادرشهر آن، تبریز، نتایج به دست آمده از مدل عدد فشار نشان‌دهنده آن است که شاخص آب با توجه به جمعیت شهر مورد مطالعه و مصرف آب موجود ممکن است طی سال‌های آینده با مشکل کمبود آب مواجه شود. کمترین ظرفیت جمعیت‌پذیری شاخص آب برابر با ۶۸۴۵۴ نفر و بیش از ۱۰۵۶۳۹ نفر است. این در حالی است که جمعیت حال حاضر شهر بیش از ۲۷۰ هزار نفر است. با در نظر گرفتن جمعیت موجود و جمعیت‌پذیری شهر با شاخص آب، شهر در بازه فشار بحرانی قرار دارد. از لحاظ شاخص انرژی (برق) و کل تعداد مشترکان (از جمله خانگی، عمومی، کشاورزی، صنعتی، سایر مصارف و ...) بررسی‌ها نشان‌دهنده آن است که مصرف انرژی بسیار بیشتر از حد مطلوب آن قرار دارد که با ظرفیت‌پذیری کمترین ۱۲۱۵۲۶ نفر و بیشترین ۱۲۹۱۲۱ نفر با توجه به جمعیت شهر در بازه فشار بحرانی قرار گرفته است؛ همچنین شاخص فضای سبز در شهر جدید سهند، با توجه به طرح‌های اجرا شده در حوزه فضای سبز توسط شهرداری و شرکت عمران شهر جدید سهند و ایجاد پارک‌های محله‌ای در چندین سال اخیر شهر دارای سرانه فضای سبز بسیار خوبی بوده است. به طوری که ظرفیت تحمل آن بیش از ۸۰ درصد است. در مجموع فضای سبز شهری با ظرفیت جمعیت‌پذیری کمترین ۲۸۴۵۹۸ نفر و بیشترین ۵۲۸۵۴۰ نفر در سهند در وضعیت مطلوبی قرار گرفته است. براساس نتایج پژوهش، سیستم ظرفیت برد به عنوان یک سیستم جامع ارزیابی وضعیت تحمل شهری باید قبل از توسعه شهری مدنظر قرار گرفته و ظرفیت شهر براساس شاخص‌های مختلف ارزیابی شود تا از بروز عوارض منفی ناشی از فشار جمعیت، کاسته شود. این امر بر توسعه پایدار شهر اثرگذار خواهد بود.

## منابع

- احمدی دهکا، فریبرز و همکاران (۱۳۹۷). سنجش میزان تحقق‌پذیری فرهنگ محیط‌زیست شهری در راه رسیدن به توسعه پایدار شهری، مطالعه موردی: شهر سنندج. فصلنامه شهر پایدار، سال ۱، شماره ۱، ۱۳-۱.
- احمدپور، احمد و همکاران (۱۳۸۸). مدیریت فضای سبز شهری منطقه ۹ شهرداری تهران. پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، ۶۹-۴۱.
- ارغان، عباس و شعبانی، محمد (۱۳۹۶). از رشد شهر تا توسعه پایدار شهری و بررسی بعد زیست‌محیطی کلان‌شهر تهران، کنفرانس پژوهش‌های معماری و شهرسازی اسلامی و تاریخی ایران.
- اصغری‌پور، محمدجواد (۱۳۹۶). تصمیم‌گیری‌های چند معیاره. تهران: دانشگاه تهران.
- بهراد، فرزانه و همکاران (۱۳۹۸). ارزیابی ظرفیت برد گردشگری منطقه ژئوتوریسمی آبشار بیشه با تأکید بر توسعه پایدار. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۲۱(۱۰)، ۹۱-۸۱.
- پورجعفر، محمدرضا و همکاران (۱۳۹۱). بررسی روند توسعه فیزیکی شهر جدید سهند و تعیین محدوده‌های مناسب به منظور توسعه آتی آن. مطالعات و پژوهش‌های شهری منطقه‌ای، شماره ۱۳، ۹۴-۸۱.
- پوریزدی، سمانه و ملکیان، منصوره (۱۳۹۲). برآورد ظرفیت برد گردشگری پارک‌های شهری قم. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۳۰، ۲۲۸-۲۱۱.
- تابعی، محمدصادق و همکاران (۱۳۹۹). همگرایی در سایه محیط‌زیست: مسائل زیست‌محیطی کاسپین و همگرایی منطقه‌ای. مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی، شماره ۳۴، ۲۲۶-۲۰۰.
- جعفری، فیروز و دین‌پرور، نسرين (۱۴۰۰). ارزیابی ظرفیت برد شهری منطقه چهار کلان‌شهر تبریز. فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۵-۳.
- رضوانی، محمدرضا (۱۳۸۷). توسعه گردشگری روستایی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- سبزیان، ملیحه و همکاران (۱۳۹۹). توسعه پایدار شهری با تأکید بر حفظ ساختار زیست‌محیطی. هشتمین کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری و شهرسازی.
- مهندسین مشاور سبز اندیش پایش، ساپ (۱۳۸۷). طرح بازننگری جامع شهر جدید سهند، مهندسین مشاور سبز اندیش پایش (ساپ)، جلد اول، شرکت عمران شهرهای جدید، تبریز.
- شرکت عمران شهر جدید سهند (۱۳۹۹). طرح جامع شهر جدید سهند، مهندسین مشاور سبز اندیش، ۲۱-۱۵.
- شیخ، آرمان و همکاران (۱۳۹۲). ارزیابی ظرفیت برد گردشگری منطقه حفاظت‌شده قیصری در استان چهارمحال و بختیاری. مجله علمی پژوهشی اکولوژی کاربردی، ۲(۵)، ۶۴-۵۱.
- صرافی، مظفر (۱۳۷۹). مبانی برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای، تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- طالشی، مصطفی و همکاران (۱۳۹۸). تبیین عوامل مؤثر بنیادی بر تحولات کاربری اراضی با رویکرد بوم‌شناسی سیاسی؛ مطالعه موردی: شهرستان همدان. برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، دوره ۶، شماره ۲، تهران، ۱۱۰-۹۵.

- عسگری، علی (۱۳۹۰). تحلیل‌های آمار فضایی با ArcGIS. تهران: انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری.
- عباس‌زاده تهرانی، نادیا (۱۳۸۷). تلفیق مفاهیم ظرفیت برد در فرایند برنامه‌ریزی و مدیریت شهری مطالعه موردی: تدوین شاخص‌های فضایی تولید زباله در کلان‌شهر تهران. علوم محیطی، ۶-۲.
- قرخلو، مهدی و عابدینی، اصغر (۱۳۸۸). ارزیابی چالش‌ها و مشکلات شهرهای جدید و میزان موفقیت آنها در ایران: شهر جدید سهند. دانشگاه تهران، شماره ۱، ۱۶۵-۱۹۱.
- قلی‌زاده سرابی، شهرزاد و غفاری، الهام (۱۳۹۳). ارزیابی ظرفیت برد گردشگری در شهر مشهد. ششمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری با تأکید بر مؤلفه‌های شهر اسلامی، مشهد.
- کیانی‌صدر، مریم و همکاران (۱۳۹۹). ارزیابی ظرفیت برد گردشگری منطقه حفاظت‌شده سفیدکوه لرستان. فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری-منطقه‌ای، شماره ۱۰ (۳۴)، ۱۴۶-۱۳۱.
- کاظمی‌پور، شهلا (۱۳۸۳). مبانی جمعیت‌شناسی. تهران، مرکز مطالعات و پژوهش‌های جمعیتی آسیا و اقیانوسیه، چاپ دوم.
- مبارکی، امید (۱۳۹۷). ارزیابی و سنجش شاخص‌های ذهنی کیفیت زندگی در شهر جدید سهند. مجله جمعیت، شماره ۲۳ (۹۵)، ۱۲۳-۱۰۷.
- مخفی، گلنار و شایسته، کامران (۱۳۹۸). برآورد ظرفیت برد شهری همدان با استفاده از مدل عدد فشار. برنامه‌ریزی و آمایش فضا، شماره ۲۳ (۴)، ۸۵-۶۳.
- مرکز کشوری مدیریت سلامت (۱۳۹۸). توسعه اجتماعی و ثبات زیست‌محیطی، دانشگاه علوم پزشکی خدمات بهداشتی درمانی تبریز، ۲۵-۲۲.
- محمدی، رجب (۱۳۹۳). اهمیت فضای سبز در توسعه پایدار شهری. اولین همایش ملی عمران، معماری و توسعه پایدار، یزد.
- مجنونیان، هنریک (۱۳۷۴). مباحثی پیرامون پارک‌ها، فضای سبز و تفرجگاه‌ها، سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری تهران.

## References

- Abbas Zadeh Tehrani, N. (2009). Integrating Carrying capacity's concepts into the urban planning and management process, case study: Spatial indicators of waste generation in Tehran metropolis. *Journal of Environmental Sciences*, 6(2), 87-104 [In Persian]
- Ahmadi Dehka, F., Sajjadi, Zh., & Vahedi Yeganeh, F. (2017). Measuring the feasibility of urban environmental culture on the way to sustainable urban development, case study: Sanandaj city. *Journal of Sustainable City*, 1(1), 1-13 [In Persian]
- Arghan, A., & Sha'bani, M. (2016). From the growth of the city to the sustainable urban development and the environmental dimension of the metropolis of Tehran. *The Conference on Islamic and Historical*

*Architectural and Urban Planning Research in Iran* [In Persian]

- Asghari, A. (2013). *Spatial statistics analysis with ArcGIS*. Tehran: Publications of the Municipal Information and Communication Technology Organization [In Persian]
- Asgharpour, M. J. (2012). *Multi-criteria decision making*. Eleventh Edition. Tehran: Tehran University Press [In Persian]
- Behrad, F., Hadipour, M., Naderi, M., & Kazemi, A. (2018). Ecotourism carrying capacity evaluation with emphasis on sustainable development in Bisheh Waterfall as a geotourism area. *Journal of Environmental Science and Technology*, 21(10), 81-91 [In Persian]
- Brown, K., Turner, R. K., Hameed, H., & Bateman, I. A. N. (1997). Environmental carrying capacity and tourism development in the Maldives and Nepal. *Journal of Environmental Conservation*, 24(4), 316-325. <https://doi.org/10.1017/S0376892997000428>.
- Changliang, L., & Lina, L. (2012). Theoretical research of the urban comprehensive carrying capacity in the epoch of urbanization. *International Journal of Financial Research*, 3(1), 105-113. <https://doi.org/10.5430/ijfr.v3n1p105>.
- Chennamaneni, R., & Rao, S. (2007). Assessment of urban carrying capacity: A case study of environmental and institutional implications for water resource management in Hyderabad. *Research in Agricultural & Applied Economics*, 893. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.36945>.
- Clarke, A. L. (2002). Assessing the carrying capacity of the Florida Keys. *Journal of Population and Environment*, 23(4), 405-418. <https://doi.org/10.1023/A:1014576803251>.
- El Ghorab, H. K., & Shalaby, H. A. (2016). Eco and green cities as new approaches for planning and developing cities in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 55(1), 495-503. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.12.018>.
- Gharakhlou, M., & Abedini, A. (2008). Evaluating the challenges and problems of new cities and their success rate in Iran: Sahand New City. *Journal of Space Planning*, 1, 165-191 [In Persian]
- Golizadeh Sarabi, Sh., & Ghaffari, E. (2013). Evaluation of the capacity of tourism in Mashhad city. *The 6th National Conference on Urban Planning and Management with an emphasis on the components of the Islamic city*. Mashhad [In Persian]
- Hui, E. C., & Lam, M. C. (2005). A study of commuting patterns of new town residents in Hong Kong. *Habitat International*, 29(3), 421-437. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2004.01.001>.
- Irakhahi, M., Jozi, A., Farshchi, P., Shariat, M., & Liaghathi, H. (2017). Combination of GISFM and TOPSIS to evaluate urban environment carrying capacity (Case study: Shemiran City, Iran). *International Journal of Environmental Sciences and Technology*, 5(6), 142-16. <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1243-0>.
- Jafari, F., & DinParvar, N. (2022). Evaluation of urban carrying capacity of region 4 of Tabriz. *Journal of Research and Urban Planning*, 13(50), 286-301 [In Persian]

- Kang, P., & Xu, L. (2010). The urban ecological regulation is based on ecological carrying capacity. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1692-1700. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.180>.
- Kazemipour, Sh. (2013). *Basics of demography*. Second Edition. Tehran: Asia and Pacific Population Studies and Research Center [In Persian]
- Kyani Sadr, M., Mahmoudi, S., & Veisi, Z. (2019). Evaluation of the tourism board capacity of Sefidkooch Lorestan protected area. *Quarterly Journal of Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 10(34), 131-146 [In Persian]
- Linyu, X. U., Peng, K. A. N. G., & Jinjin, W. E. I. (2010). Evaluation of urban ecological carrying capacity: A case study of Beijing, China. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1873-1880. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.199>.
- Liu, R. Z., & Borthwick, A. G. (2011). Measurement and assessment of the carrying capacity of the environment in Ningbo, China. *Journal of Environmental Management*, 92(8), 2047-2053. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.03.033>.
- Majnounian, H. (1995). *Discussions about parks, green spaces and promenades*. First Edition. Tehran: Organization of Parks and Green Spaces of Tehran Municipality [In Persian]
- Makhfi, G., & Shaiste, K. (2018). Estimating the capacity of Hamedan urban range using pressure number model. *Space Planning and Preparation*, 23(4), 63-85 [In Persian]
- Mohammadi, R. (2013). The importance of green space in sustainable urban development. *The First National Conference on Civil Engineering, Architecture and Sustainable Development*. Yazd [In Persian]
- Mubaraki, O. (2017). Evaluation and measurement of subjective indicators of quality of life in the new city of Sahand. *Journal of Population*, 23(95), 123-107 [In Persian]
- National Center for Health Management (2018). *Social development and environmental stability*. Tabriz: Tabriz University of Medical Sciences, Health Services [In Persian]
- Navarro Jurado, E., Tejada Tejada, M., Almeida García, F., Cabello González, J., Cortés Macías, R., Delgado Peña, J., ... & Solís Becerra, F. (2012). Carrying capacity assessment for tourist destinations. Methodology for the creation of synthetic indicators applied in a coastal area. *Journal of Tourism Management*, 33(6), 1337-1346. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2011.12.017>.
- New Sahand City Development Company (2019). *Master plan of the new city of Sahand*. (n.p) [In Persian]
- PourAhmad, A., Akbarpour, M., & Sotoudeh, S. (2008). Management of urban green space in District 9 of Tehran Municipality. *Journal of Human Geographical Researches*, (69), 41-69 [In Persian]
- PourJafar, M. R., Montazer al-Hojah, M., Ranjbar, E., & Kabiri, R. (2011). Investigating the process of physical development of the new city of Sahand and determining the appropriate limits for its future development. *Journal of Urban Regional Studies and Research*, 4(13), 81-94 [In Persian]

- PourYazdi, S., & Malekian, M. (2012). Estimation of the tourism range capacity of urban parks in Qom. *Applied Research Journal of Geographical Sciences*, (30), 211-228 [In Persian]
- Rezvani, M. R. (2007). *Development of rural tourism*. Tehran: Tehran University Press [In Persian]
- Sabz Andish Payesh Consulting Engineers (2008). *Comprehensive revision plan of the new city of Sahand*. Tabriz: New City Construction Company [In Persian]
- Sabzeban, M., Bashiri Zadeh, A., Hadidi Nezhad, M., Noori, A., & Alvandi, M. (2019). Sustainable urban development with an emphasis on preserving the environmental structure. *The 8th National Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Planning*. Shirvan [In Persian]
- Sarafi, M. (1995). *Basics of regional development planning*. Tehran: Management and Planning Organization of Iran [In Persian]
- Schroll, H., Andersen, J., & Kjærgård, B (2012). Carrying capacity: An approach to local spatial planning in Indonesia. *The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies*, 11(1), 27. <https://www.proquest.com/docview/1010407587>.
- Sharma, R. (2016). Evaluating total carrying capacity of tourism using impact indicators. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 2(2), 187-196. <https://doi.org/10.7508/GJESM.2016.02.009>.
- Sheikh, A., Jafari, A., Yarali, N., & Sotoudeh, A. (2012). Estimating recreational carrying capacity of Gheisary protected area in Chaharmahal & Bakhtiari Province. *Scientific Research Journal of Applied Ecology*, 2(5), 51-64 [In Persian]
- Tabeei, M. S., Rashidi, A., & Ekhtiari Amiri, R. (2019). Convergence in the shadow of the environment: Caspian environmental issues and regional convergence. *Strategic Studies of Public Policy*, 10(34), 200-226 [In Persian]
- Taleshi, M., Rostami, Sh., Aliakbari, E., & Vejdani, H. (2018). Explaining the fundamental effective factors on land use changes with a political ecology approach; Case study: Hamedan city. *Physical Development Planning*, 6(2), 95-110 [In Persian]
- Wei, Y., Huang, C., & Xie, L. (2016). An evaluation model for urban carrying capacity: A case study of China's mega-cities. *Habitat International*, 53, 87-96. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.062>.
- Widodo, B., Lupyanto, R., Sulistiono, B., Harjito, A., Hamidin, J., Hapsari, E., ... & Ellinda, C. (2015). Analysis of environmental carrying capacity for the development of sustainable settlement in Yogyakarta urban area. *Procedia Environmental Sciences*, 28, 519-527. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.062>.
- Zelenka, J., & Kacetyl, J. (2014). The concept of carrying capacity in tourism. *Amfiteatru Economic Journal*, 16(36), 641-654. <http://hdl.handle.net/10419/168848>.