Geographical planning of space quarterly journal

Online ISSN: 2538-4821

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

Analysis of the Effects of Reducing Water Resources on Urbanization Developments in Isfahan Metropolitan Area in the Time Periods of 2006-2016

Sara Allahgholipour [1], Seyyed Abbas Rajaei [2] ✉, Hossein Mansourian [3], Ahmad Pourahmad [4]

1. *Department of Human Geograohy and planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*
Email: sara_gholipour7@ut.ac.ir
2. (Corresponding Author) *Department of Human Geograohy and planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*
Email: sarajaei@ut.ac.ir
3. *Department of Human Geograohy and planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*
Email: h.mansourian59@ut.ac.ir
3. *Department of Human Geograohy and planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*
Email: apoura@ut.ac.ir

ARTICLEINFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received:
10 April 2025
Received in revised form:
6 June 2025
Accepted:
3 July 2025
Available online:
18 August 2025

Keywords:
Urbanization
Water Resources
Regression
Metropolitan Area of Isfahan.

ABSTRACT

One of the most important issues of the 21st century is the growth of the urban population and the massive movement of urban immigrants. Climatic and environmental changes can cause this event. This research has been conducted with the aim of investigating the effect of water resources on urbanization developments in the metropolitan area of Isfahan. The method in this research is descriptive-analytical, and it is done by using the analysis of census data and statistics of urban blocks, as well as the analysis of Landsat satellite images. The weighted geographic regression method was used in the two periods of 2006 and 2016 to analyze the effects of water resources on urbanization developments. The findings show that the most uses of this area are for agriculture, drinking, and industry, respectively. The amount of water consumption and discharge decreased from 2006 to 2016, but the number of deep and semi-deep wells has increased. The results of geographic regression show that the highest level of influence of underground water level changes and population movements is in the area of Isfahan metropolis and the west of the region along the route of the cities around the Zayandeh Rud River so that the highest level of influence of the independent variable is in the north and northeast of Isfahan city, and the western cities of the region.

Citation: Allahgholipour, S., Rajaei, S. A., Mansourian, H., & Pourahmad, A. (2025). Analysis of the Effects of Reducing Water Resources on Urbanization Developments in Isfahan Metropolitan Area in the Time Periods of 2006-2016. *Geographical planning of space quarterly journal*, 15 (2), 1-21.
http://doi.org/10.30488/gps.2024.464696.3756

© The Author(s)
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Publisher: Golestan University Press

Extended Abstract

Introduction

Urbanization is one of the most important demographic trends of the 21st century. Most of the population growth is concentrated in cities and urban centers. Urbanization processes increase the process of economic development and transform it from an agricultural economy to an industrial and service economy. There is a strong correlation between population density and economy, which explains why urban areas are centers of production, sales, jobs, and workers. The main argument presented here is that cities develop in cycles rather than in a linear fashion. Throughout history, cities have sometimes shrunk; indeed, shrinking seems to be a normal part of any city's overall history. This shows that "permanent growth" is not real - long-term growth during industrialization and modernity is only one stage in a city's evolution. This theory describes four stages of urban development: urbanization, marginalization, de-urbanization, and re-urbanization through centralization/decentralization and growth/decline of total urban functional areas. Today, this theory is more widely applied to the entire urban application area. Urban development is a continuous cyclical process of change. Every city may experience different stages of development during its history as growth, stagnation, decline, or even death. Both internal and external factors influence the development process and outcomes. Due to the location of Isfahan province in the central desert of Iran, this area has been affected by climate changes and the occurrence of different periods of drought. However, the existence of the Zayandeh Rud River has guaranteed the life of the residents of this area and the development of urbanization for a long time. The Zendeh Rud stream has faced many challenges in the past decades. The ecological balance of the region has been greatly disturbed by the excessive harvesting of this valuable resource, especially by the drilling of authorized and unauthorized wells, the increasing pressure on the consumption of water resources with the development of industrial settlements, and extensive migrations. These conditions have led to a new cycle of spatial urbanization resulting from climate change and the reduction of water resources in the metropolitan area of Isfahan. The present study was conducted with the aim of investigating the effects of water resources on urbanization developments in Isfahan metropolitan area in the periods of 2006 and 2016.

Methodology

In order to investigate the changes in the urban population of the Isfahan metropolitan area, the results of the general population and housing census in 2006 and 2016 were used. The groundwater level information of Isfahan metropolitan area between 2006 and 2016 was received from Iran's Regional Water Studies Center and was converted into a GIS (Geographic Information System) map layer based on the latitude and longitude of the points in ArcGIS software. The collected data were converted from grid to point, and then using the Fishnet tool in ArcGIS, a 2 square kilometer grid was created for the metropolitan area of Isfahan. Data related to the urban and rural populations, LST, MNDWI, NDVI, piezometric water level, and well depth were analyzed in the framework of a fish grid with 15547 cells. Using the geographically weighted regression method, first, the cells that did not have values were removed from the analysis process, and then the cells with values were entered into the model, and the effect of each of the environmental criteria on urbanization developments was analyzed.

Results and discussion

Spatial-temporal changes in urbanization in the Isfahan metropolitan area from 2006 to 2016 were about 463 thousand 985 people. In the last 2 decades, the urban population of Isfahan has increased from 3 million and 535 thousand people in 2006 to more than 3 million and 999 thousand people in 2016. This study shows that the population of Isfahan has changed between 2006 and 2016. Many small and marginal settlements in the eastern and western regions have lost their population, and this population is mainly concentrated in large cities such as

Isfahan and its surroundings. The piezometric level of underground water in the metropolitan area of Isfahan shows that the highest level of exploitation was in Isfahan city and its surroundings, which consequently caused a sharp drop in the water level above 130 meters. In contrast, the lowest level of exploitation was located in the west of the region and along the western route of the Zayandeh Rud River, where this river enters the metropolitan area of Isfahan. As a result, the water level in this area is at a high level and is less than 15 meters deep. The results show a negative relationship between population growth and decreased groundwater depth in spatial units. In other words, with the increase in population growth and their density, the underground water level has also decreased significantly.

Conclusion

The results show a negative relationship between population growth and decreased groundwater depth in spatial units. In other words, with the increase in population growth and their density, the underground water level has also decreased significantly. In 2016, compared to 2006, the exact condition applied to NDVI and MNDWI variables. Thus, lands with high soil moisture and greater vegetation density attracted more population. The range of high population density has become more continuous, and with this rate increase, soil moisture, and vegetation have decreased compared to the same period, so its severity will be more noticeable in the coming decades.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved thecontent 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.

مجله آمایش جغرافیایی فضا

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۱-۲۵۳۸

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

تحلیل اثرات کاهش منابع آب بر تحولات شهرنشینی در منطقه کلان‌شهری اصفهان در مقاطع زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۵

سارا الله قلی پور [۱]، سید عباس رجائی [۲]، حسین منصوریان [۳]، احمد پوراحمد [۴]

۱- گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: sara_gholipour7@ut.ac.ir

۲- نویسنده مسئول، گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: sarajaei@ut.ac.ir

۳- گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: h.mansourian59@ut.ac.ir

۴- گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: apoura@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۱/۲۱

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۴/۰۳/۱۶

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۴/۱۲

تاریخ چاپ:
۱۴۰۴/۰۵/۲۷

واژگان کلیدی:
شهرنشینی،
منابع آب،
رگرسیون،
منطقه کلان‌شهری اصفهان.

چکیده

یکی از مهم‌ترین مسائل قرن بیست و یکم رشد جمعیت ساکنان شهرها و جابجایی گسترده مهاجران شهری است. تغییر کارکرد منطقه شهری اصفهان از کشاورزی به صنعتی و شکل‌گیری مناطق وسیعی از ساخت‌وسازهای صنعتی و شهری به همراه بهره‌برداری گسترده از منابع آبی و حوضه آبریز زاینده‌رود منجر به تخریب منابع سطحی و افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی شده است. این رخداد می‌تواند ناشی از تحولات اقلیمی و محیطی نیز باشد. این پژوهش با هدف بررسی اثرگذاری منابع آبی بر تحولات شهرنشینی در منطقه کلان‌شهری اصفهان انجام‌شده است. روش تحقیق در این پژوهش توصیفی-تحلیلی است و با استفاده از تحلیل داده‌های سرشماری و آمار بلوک‌های شهری همچنین روش تحلیل تصاویر ماهواره لندست انجام‌شده است. برای تحلیل اثرات منابع آب بر تحولات شهرنشینی از روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی در دو دوره ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ استفاده شد. یافته‌ها نشان می‌دهد بیشترین مصارف این منطقه به ترتیب برای کشاورزی، شرب و صنعت می‌باشد. میزان مصرف و تخلیه آب از سال ۱۳۹۵-۱۳۸۵ کاهش‌یافته است اما تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق افزایش داشته است. نتایج رگرسیون جغرافیایی نشان می‌دهد که بالاترین میزان اثرگذاری تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی و جابجایی‌های جمعیتی در محدوده کلان‌شهر اصفهان و غرب منطقه در طی مسیر شهرهای اطراف رودخانه زاینده‌رود می‌باشد به‌طوری‌که بیشترین میزان اثرگذاری متغیر مستقل در محدوده شمالی و شمال شرقی شهر اصفهان و شهرهای غربی منطقه است.

استناد: الله قلی پور، سارا؛ رجائی، سید عباس؛ منصوریان، حسین و پوراحمد، احمد. (۱۴۰۴). تحلیل اثرات کاهش منابع آب بر تحولات شهرنشینی در منطقه کلان‌شهری اصفهان در مقاطع زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۵. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۵ (۲)، ۲۱-۱.

http://doi.org/10.30488/gps.2024.464696.3756

© نویسندگان

ناشر: انتشارات دانشگاه گلستان

مقدمه

شهرنشینی یکی از مهم‌ترین روندهای جمعیتی قرن بیست و یکم است. بیشتر رشد جمعیت در شهرها و مراکز شهری متمرکز است (Bajracharya,2015). فرایندهای شهرنشینی، روند توسعه اقتصادی را افزایش می‌دهد و آن را از یک اقتصاد کشاورزی به یک اقتصاد صنعتی و خدماتی تبدیل می‌کند. همبستگی قوی بین تراکم جمعیت و اقتصاد وجود دارد که توضیح می‌دهد که چرا مناطق شهری مراکز تولید، خریدوفروش، مشاغل و کارگران هستند (Tucci, 2017). در کشورهای درحال‌توسعه، بیشتر رشد شهری بدون برنامه‌ریزی است که منجر به تراکم سریع و ساخت‌وساز ساختمان‌ها می‌شود که منجر به افزایش چشمگیر مناطق غیرقابل نفوذ به دلیل ایجاد مناطق ساخته‌شده می‌شود. با افزایش جمعیت، تقاضا برای مسکن و امکانات تجاری به‌طور طبیعی افزایش می‌یابد (Bajracharya, 2015). درحالی‌که فرایند شهرنشینی پیامدهای مهمی برای تغییر ویژگی‌های جمعیتی و دگرگونی منظر کالبدی دارد، شهرنشینی بی‌برنامه، غیر سیستماتیک و سریع می‌تواند تأثیرات عمیقی بر مؤلفه‌های مختلف محیطی، به‌ویژه زمین و آب داشته باشد (Patra, 2018). این شرایط با تغییر کاربری زمین و تغییر پوشش زمین (LULCC) به‌طور گسترده‌ای شناخته‌شده است که با تغییر هیدرولوژی حوضه‌ها، تأثیرات منفی بر اکوسیستم‌ها دارد (Shao, 2019)؛ بنابراین، درک دقیق پویایی تغییر پوشش زمین ناشی از شهرنشینی برای مقابله با تغییرات محیطی و تسهیل پایداری ضروری است. این امر به‌ویژه به این دلیل است که بیشتر مناطق شهری جهان در طول سال‌ها تغییرات قابل‌توجهی در پوشش زمین را تجربه کرده‌اند (Fang, 2020). علاوه بر این، این مناطق شهری بیشتر انرژی جهانی را مصرف می‌کنند و از طریق آلودگی هوا، آب و زمین باعث مشکلات جدی زیست‌محیطی و تخریب اکوسیستم‌ها می‌شوند. سطح شهرنشینی در کشور نیز طی سال‌ها افزایش چشمگیری داشته است (Fang, 2020., Shao, 2019).

شهرنشینی جهانی اثرات منفی اجتماعی و اقتصادی ناشی از بلایای شدید آب‌وهوایی (مانند سیل و خشک‌سالی) را تشدید می‌کند. در دهه‌های اخیر، فراوانی و شدت انواع مخاطرات آب‌وهوایی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش‌یافته است؛ بنابراین، حوضه‌های مجاور با ویژگی‌های فیزیکی مشابه (مانند الگوی آب‌وهوا، توپوگرافی، بافت خاک، پوشش گیاهی) – اما سرعت‌های مختلف شهرنشینی – مناطق مطالعاتی ایده‌آلی هستند که می‌توانند برای جداسازی اثرات پوشش زمین و اثرات آب‌وهوایی مورداستفاده قرار گیرند (Shao, 2019). سیستم‌های طبیعی در حال حاضر به‌طور فزاینده‌ای واکنش نشان می‌دهند و حضور خود را با رویدادهای شدید آب‌وهوایی در دهه‌های اخیر مانند سیل، خشک‌سالی و سونامی همراه با رودخانه‌های جهان، دریاچه‌ها، یخچال‌های طبیعی، مناطق ساحلی و بسیاری دیگر از عناصر طبیعی نشان می‌دهند و محیط فیزیکی منجر به عدم تعادل و خطرات طبیعی می‌شود. فعالیت بسیاری از سازمان‌ها مانند یونسکو، برنامه محیط‌زیست سازمان ملل[1]، هیئت بین‌دولتی تغییرات آب‌وهوایی[2] و برنامه اسکان بشر سازمان ملل متحد[3] در سطح بین‌المللی طی دهه‌های گذشته، مبنایی را برای استفاده منطقی و حفاظت از منابع زیست‌کره ایجاد کرده‌اند تا بر تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی برای بهبود روابط بین انسان و محیط‌زیست غلبه کنند. یکی از مهم‌ترین اثرات این شرایط، بروز خشک‌سالی‌های گسترده و تأثیر آن بر منابع آبی به‌ویژه آب‌های زیرزمینی بوده است (Sharma, 2017). کاهش آب زیرزمینی اصطلاحی است که اغلب به‌عنوان کاهش طولانی‌مدت سطح آب تعریف می‌شود. اگر برداشت آب زیرزمینی بیش از میزان تغذیه طبیعی آب زیرزمینی باشد به‌طور گسترده و برای مدت طولانی، بهره‌برداری بیش‌ازحد یا کاهش

1. UN Environment Programme
2. Intergovernmental Panel on Climate Change
3. United Nations Human Settlements Programme

مداوم آب زیرزمینی رخ می‌دهد. مصرف آب از دهه ۱۹۸۰ در سراسر جهان حدود ۱ درصد در سال افزایش‌یافته است. بسیاری از مناطق جهان در حال کاهش آب‌های زیرزمینی هستند. علت اصلی کاهش سطح آب‌های زیرزمینی[1]، بهره‌برداری بیش‌ازحد است. در مکان‌هایی که شهرنشینی سریع دارند، منابع آب زیرزمینی به‌شدت از نظر کمی و کیفی تحت تأثیر قرار می‌گیرند؛ بنابراین برداشت از آب‌های زیرزمینی و تغییرات کاربری اراضی از عوامل اصلی تخریب آب‌های زیرزمینی هستند. در فرایند شهرنشینی، سطح غیرقابل‌نفوذ تا حد زیادی افزایش می‌یابد که باعث افزایش جریان سطحی، کاهش زمان تأخیر رواناب و افزایش دوره بازگشت سیل می‌شود. شهرنشینی می‌تواند منجر به کاهش نفوذ شود که بر تغذیه و ذخیره آب زیرزمینی تأثیر می‌گذارد. در یک تجزیه‌وتحلیل نمونه، تبدیل جنگل‌ها به مناطق مسکونی و تجاری با تراکم بالا باعث از بین رفتن ۱۱ تا ۱۰۰ درصدی تغذیه طبیعی آب زیرزمینی شد (Viet, 2021). هم سوابق رصدی و هم پیش‌بینی‌های اقلیمی شواهد محکمی ارائه می‌کنند که منابع آب شیرین آسیب‌پذیر هستند و پتانسیل آن را دارند که به‌شدت تحت تأثیر نواحی شهری روبه افزایش قرار گیرند. تأثیرات احتمالی تغییر اقلیم به دلیل تغییرات در الگوهای آب‌وهوایی است؛ بنابراین احتمال افزایش تنوع بارش زیاد و سیل و خشک‌سالی‌های مکرر پیش‌بینی می‌شود. بدین‌صورت تغییرات کاربری زمین و پوشش زمین به دلیل شهرنشینی احتمالاً بر نیاز آب تأثیر می‌گذارد؛ زیرا برخی از مکان‌ها از کمبود آب و برخی با سیلاب‌های ناگهانی رنج می‌برند. تغییرات و انتقال پویا کاربری زمین نه‌تنها برای سیستم‌های اجتماعی، بلکه برای سیستم‌های اکولوژیکی و فرایندهای تصمیم‌گیری نیز با چالش مواجه می‌شود و نیاز فوری به برنامه‌ریزی و توسعه راه‌حل‌های موازی برای تغییر جهان را ایجاد می‌کند (Sharma, 2017).

منطقه کلان‌شهری اصفهان نیز به دلیل قرارگیری در محدوده کویر مرکزی ایران، در دهه‌های گذشته دچار خشک‌سالی‌ها و تغییرات آب‌وهوایی گسترده‌ای شده است. از طرفی دیگر تغییر کارکرد منطقه از کشاورزی به صنعتی و شکل‌گیری مناطق وسیعی از ساخت‌وسازهای صنعتی و شهری به همراه بهره‌برداری گسترده از آب‌های زیرزمینی و حوضه آبریز زاینده‌رود منجر به تخریب منابع سطحی و افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی شده است. در سال ۱۳۸۱ حوضه‌های اصلی استان اصفهان شامل (حوضه آبریز درجه‌یک: فلات مرکزی/ حوضه آبریز درجه‌دو: گاوخونی، کویر مرکزی و کویر سیاه کوه) بوده است. در بازه زمانی سال ۱۳۸۱ – ۱۳۸۲ ذخایر آب‌های سطحی و زیرزمینی کل کشور به این شرح بوده است: ۳۳۰۲۶۹ دهنه چاه نیمه عمیق، ۱۲۷۸۰۰ چاه عمیق، ۵۴۱۶۲ چشمه و ۳۳۶۹۱ قنات بوده است. در همین زمان این ذخایر برای استان اصفهان به این شرح بوده است: ۷۲۵۰ دهنه چاه عمیق، ۱۵۲۶۵ دهنه چاه نیمه عمیق، ۱۷۵۸ چشمه و ۲۷۸۳ قنات بوده است. در سال ۱۳۹۵ حوضه‌های اصلی استان اصفهان شامل (حوضه آبریز درجه‌یک: فلات مرکزی و خلیج‌فارس و عمان/ حوضه آبریز درجه‌دو: گاوخونی، کویر مرکزی و کویر سیاه کوه، کارون بزرگ و دریاچه نمک) بوده است (مطالعات پایه منابع آب ایران، ۱۳۹۶). در بازه زمانی ۱۳۹۴– ۱۳۹۵ نیز ذخایر آب‌های سطحی و زیرزمینی کل کشور به این شرح بوده است: ۵۹۹۱۷۸ دهنه چاه نیمه عمیق، ۱۹۴۸۲۲ چاه عمیق، ۱۷۴۲۴۸ چشمه و ۴۱۱۶۹ قنات بوده است. در همین زمان این ذخایر برای استان اصفهان به این شرح بوده است: ۱۵۷۷۵ دهنه چاه عمیق، ۳۳۳۳۴ دهنه چاه نیمه عمیق، ۸۶۸۶ چشمه و ۴۲۰۳ قنات بوده است (مطالعات پایه منابع آب ایران، ۱۳۹۶)؛ بنابراین این آمار در طی ۱۵ سال، افزایش دو برابری ذخایر بهره‌برداری را هم در سطح کشور و هم در استان اصفهان نشان می‌دهد. در سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۲ میزان مصرف کل کشور ۶۰۷۳۰/۲ بوده که از این میزان در بخش کشاورزی ۵۵۲۶۷/۹ میلیون مترمکعب، در بخش شرب ۴۳۵۸/۴ و در بخش صنعت ۱۱۰۳/۸ میلیون مترمکعب بوده است و در سال

1. Groundwater level

۱۳۹۴ تا ۹۵ از مصرف کل ۵۵۱۸۲/۹ میلیون مترمکعب، در بخش کشاورزی ۴۸۳۱۸/۵، در بخش شرب ۵۶۰۱/۴ و در بخش صنعت ۱۲۶۲/۹ میلیون مترمکعب شده است. در سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۲ میزان مصرف کل استان اصفهان ۳۸۰۵ بوده که از این میزان در بخش کشاورزی ۳۵۷۱/۴ میلیون مترمکعب، در بخش شرب ۱۹۷/۳ و در بخش صنعت ۳۶/۳۱ میلیون مترمکعب بوده و در سال ۱۳۹۴-۹۵ مصرف کل استان ۴۲۲۶/۷ میلیون مترمکعب بوده که از این میزان در بخش کشاورزی ۴۰۲۶/۴، در بخش شرب ۱۴۵/۵ و در بخش صنعت ۵۴/۸ میلیون مترمکعب بوده است (مطالعات پایه منابع آب ایران، ۱۳۹۶). بنابراین میزان مصارف کل کشور در طی روندی ۱۵ ساله نشان از کاهش در بخش‌های کشاورزی و افزایش در بخش شرب و صنعت دارد. در استان اصفهان نیز میزان مصارف در بخش کشاورزی و صنعت، افزایش و در بخش‌های شرب کاهش داشته است. بر اساس گزارش شرکت آب منطقه‌ای اصفهان این استان دارای ۱۷ دشت ممنوعه و ۱۰ دشت ممنوعه بحرانی می‌باشد که اکثر آن‌ها به دلیل افت سطح آب طی ۵ سال گذشته در حوضه آبریز فلات مرکزی ایران با مجموع کسری مخزن ۳۹/۳۴۸ متر در گروه دشت‌های ممنوعه قرارگرفته‌اند. شهرهای استان اصفهان بر اساس آمارهای جمعیتی از سال ۸۵ شاهد تغییرات جمعیتی بوده که نشان می‌دهد برخی از شهرها با کاهش شدید جمعیت و برخی شهرها با افزایش جمعیت همراه بوده است. این تغییرات در دشت‌های ممنوعه بحرانی استان مشاهده می‌شود.

اوا و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با عنوان " الگوهای انقباض شهری: تحلیل سیستماتیک شهرهای رومانی (۱۹۹۲-۲۰۲۰)"، یک حالت پیشرفته از ویژگی‌های کوچک شدن شهری در کشورهای اتحادیه اروپای شرقی-مرکزی ارائه می‌کند و از یک شبکه تحلیل برای ارزیابی شدت، شیوع، تداوم، سرعت و بروز منطقه‌ای زوال شهری در رومانی - یکی از کشورهای پسا سوسیالیستی در اتحادیه اروپا - استفاده می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که انقباض شهری در حال حاضر از نظر شیوع و شدت در میان شهرهای رومانیایی رو به افزایش است، بنابراین روند هشداردهنده‌ای که از سال ۱۹۹۰ شروع شد ادامه می‌یابد. کومار و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود با عنوان "تأثیر شهرنشینی بر حوضه رودخانه یامونا"، به تحلیل الگوی شهرنشینی و تأثیر آن بر کیفیت و کمیت جریان در حوضه رودخانه یامونا هند می‌پردازد. در این پژوهش با استفاده از داده‌های جمعیتی و اطلاعات منابع آبی و با ارائه جدول‌های آماری به توصیف وضعیت شهر طی سه دهه گذشته می‌پردازد. آسیب‌پذیری مناطق پرجمعیت در امتداد رودخانه افزایش‌یافته است. نتایج مطالعه ارائه‌شده در اینجا می‌تواند به‌طور مؤثر توسط مدیران و برنامه ریزان حوضه برای کاهش اثرات نامطلوب شهرنشینی در حوضه رودخانه یامونا مورداستفاده قرار گیرد. وانگ و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان "عوامل محرک انقباض شهری: بررسی نقش تنوع صنعتی محلی"، به بررسی انقباض شهری در شهرهای ژاپن می‌پردازد و تصویری ترکیبی از قطبی شدن جمعیت جغرافیایی ارائه می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که تنوع صنعتی در بررسی بیشتر دلایل کوچک شدن شهر ضروری است. خاوریان و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله‌ای با عنوان "تغییر اقلیم و تخریب محیط‌زیست و محرک‌های مهاجرت در بافت شهرهای در حال کوچک شدن (انقباض)، مطالعه موردی استان خوزستان"، ایران به بررسی نقش عوامل مختلف در مهاجرت به خارج از شهرهای کوچک استان خوزستان می‌پردازد. این مطالعه نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی و تخریب محیط‌زیست تأثیر قابل‌توجهی بر مهاجرت به خارج از کشور دارد. به‌طورکلی، این عوامل محیطی هم اثرات مستقیم و هم غیرمستقیم دارند. اولی که از طریق تحلیل کمی ثابت می‌شود، حاکی از آن است که تغییرات اقلیمی و محیطی آن‌قدر تأثیرگذار است که زیست‌پذیری انسان را در این منطقه از خاورمیانه به خطر انداخته است. سروری و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله‌ای با عنوان "رویکرد ریسک‌محور ارزیابی اثرات خشک‌سالی زاینده‌رود بر شاخص‌های توسعه

پایدار شهری حاشیه رودخانه در اصفهان–ایران"، به شناسایی و اولویت‌بندی خطرات خشک‌سالی رودخانه با توجه به هر سه حوزه توسعه پایدار اعم از محیطی، اجتماعی و اقتصادی می‌پردازد. بر اساس نتایج، کاهش سطح آب زیرزمینی، تغییر اقلیم و تخریب تدریجی خاک به ترتیب در رتبه‌های اول، دوم و سوم قرار گرفتند. انتظار می‌رود که نتایج، خلأ نظری و عملی موجود را پر کند که بر بهبود ارزیابی و مدیریت ریسک‌های توسعه پایدار تأثیرگذار است. سیمولا و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود با عنوان "مروری بر ادبیات تأثیرات تغییر اقلیم و شهرنشینی بر مدیریت منابع آب چشم‌انداز آسیایی"، با استفاده از روش توصیفی و مطالعه کتابخانه‌ای به بررسی ابعاد مختلف و ویژگی‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک بر اثر شهرنشینی در کشورهای آسیایی می‌پردازد. با بررسی مسائل مختلف در حوزه شهرنشینی و منابع آب راهکارها و پیشنهادهایی در این زمینه ارائه می‌دهند. مارکل و رایبارچک (۲۰۱۸) در پژوهش خود با عنوان "اثرات بحران آب بر پویایی جمعیت در شهر فلینت میشیگان"، به تحلیل پویایی جمعیت بر اثر بحران آب شهری می‌پردازد. در این تحقیق ۴۰۵ نفر از ساکنان فلینت را موردبررسی قرار می‌دهند و از روش‌های کمی و کیفی و همچنین تحلیل داده‌های فضایی اکتشافی برای آزمون پنج فرضیه در مورد بحران آب و پویایی جمعیت استفاده نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد در این شهر کاهش جمعیت هنوز شتاب نگرفته است، اما نزدیک به نیمی از ساکنان در نظر دارند آنجا را ترک کنند. پارک۱ (۲۰۱۵) در پایان‌نامه خود با عنوان "مدل‌سازی جمعیت و تغییر کاربری زمین در مناطق شهری اوهایو"، به بررسی و مدل‌سازی تغییر کاربری اراضی بر رشد یا کاهش و تعیین عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی در مقیاس زیر شهری می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد تأثیر عوامل جمعیت شناختی، اجتماعی–اقتصادی، شرایط مسکن و محله، دسترسی فیزیکی، و زمینه‌های منطقه‌ای بر میزان رشد و کاهش جمعیت محله‌ای بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ در سطح سرشماری مؤثر هستند. عزیزی و صادقی (۱۳۹۹) در مقاله‌ای با عنوان "خشک‌سالی و مهاجرت‌های اکولوژیکی در شمال غرب ایران در سه دهه اخیر" به بررسی رابطه میان خشک‌سالی اقلیمی و مهاجرت می‌پردازند. بدین منظور از شاخص استاندارد بارش برای پایش خشک‌سالی در منطقه موردمطالعه استفاده شد. شاخص میزان خالص مهاجرت نیز برای سه دهه اخیر محاسبه شدند. نتایج نشان می‌دهد که الگوی مکانی فراوانی رخداد خشک‌سالی از جنوب غرب به سمت سایر جهات جغرافیایی به‌ویژه مناطق شرقی و شمال شرقی منطقه گسترش دارد. موازنه مهاجرتی نیز نشان می‌دهد که در دوره موردبررسی اکثر شهرستان‌های منطقه موردمطالعه حدود ۷۵ درصد از موازنه مهاجرت منفی برخوردار بودند. خلج و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهش خود به‌عنوان "بررسی تأثیر عوامل انسانی و اقلیمی بر تغییرات تراز و کیفیت آب زیرزمینی در مناطق نیمه‌خشک"، به بررسی عوامل تأثیرگذار بر تغییرات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی می‌پردازد. جهت شناخت و شبیه‌سازی ویژگی‌های آبخوان دشت مهاباد از مدل gms10.05 استفاده نمود. ابتدا مدل با حذف عوامل اصلی انسانی تأثیرگذار شامل برداشت از منابع آب زیرزمینی و احداث سد اجرا شد. در مرحله دوم تأثیر احداث سد به‌عنوان یک عامل انسانی تأثیرگذار موردبررسی قرار گرفت. نتایج بررسی نشان می‌دهد تأثیر عوامل انسانی بر کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی قالب بوده و موجب تغییر کلاس آبیاری شده می‌شود. منصوریان (۱۳۹۵) در مقاله "پویش جمعیتی و الگوهای پوشش زمین در منطقه کلان‌شهری تهران"، به بررسی تحولات فضایی – زمانی جمعیت شهری و الگوهای پوشش زمین ناشی از آن را در چند دهه اخیر در منطقه کلان‌شهری تهران می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که پویش فضایی – زمانی جمعیت شهری در منطقه کلان‌شهری تهران دربرگیرنده مراحل اصلی تمرکز جمعیت در شهر تهران، برگشت تمرکز و تمرکززدایی جمعیت در پیرامون کلان‌شهری تهران و شکل‌گیری منطقه کلان‌شهری تهران است.

1. Park

ایران‌مهر و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود با عنوان "پایش اکولوژیکی و بررسی تغییرات مکانی درمانی پوشش اراضی با تأکید بر مقدار مصرف آب بخش کشاورزی در محدوده زاینده‌رود"، به بررسی روند تغییرات کاربری و پوشش اراضی اطراف زاینده‌رود و نیاز آبی کاربری کشاورزی با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که بیش از ۴۰ درصد از رودخانه زاینده‌رود و تالاب گاوخونی خونی در این مدت خشک‌شده و ساختار فیزیکی، اجتماعی و اکولوژیکی این منطقه دچار آسیب جدی شده است. رجائی (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان "شهرنشینی متغیر دیدگاه‌ها نظریات و تجربیات جهانی"، با استفاده از روش اسنادی و به‌کارگیری متون مختلف، به بررسی مراحل توسعه مناطق شهری در سطوح ملی و کلان‌شهری از دیدگاه مدل شهرنشینی متغیر می‌پردازد. یافته‌های مطالعه نشان می‌دهد مناطق شهری همانند شهرها در طی رشد و توسعه خود مراحلی از رشد و توسعه را طی می‌کنند که این مراحل بر اساس مدل شهرنشینی متغیر در سه مرحله شهرنشینی شهر گریزی و برگشت تمرکز مطرح می‌گردند.

بر اساس پیشینه‌های مطالعاتی تحقیق، این پژوهش با سایر پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه‌های مختلف هم‌راستا هستند. از نظر روش‌شناسی تحقیق، پژوهش حاضر با پژوهش‌های کومار ۲۰۲۰، اطلاعات و داده‌های جمعیت و منابع آب همپوشانی دارد. از نظر هدف تا حدودی در راستای پژوهش‌های سیمولا ۲۰۱۸(ابعاد مناطق خشک بر اثر شهرنشینی و منابع آب)، مارکل ۲۰۱۸(پویایی جمعیت بر اثر بحران آب) و خلج ۱۳۹۸(تأثیر عوامل انسانی بر کیفیت منابع آب زیرزمینی) می‌باشد. هم‌چنین بر اساس مبانی نظری نیز با پژوهش‌های خاوریان ۲۰۱۹(بررسی شهرنشینی ناشی از تغییر اقلیم) و رجائی ۱۳۹۴(شهرنشینی متغیر و تمرکز شهری) همپوشانی دارد. بیشتر مطالعات صورت گرفته در حوزه منابع آب شهری و مباحث مرتبط با آن در زمینه‌های مختلفی همچون تغییر کاربری اراضی شهری، سلامت و پایداری اکولوژیکی شهر، ارتباط با رشد و گسترش شهر، بررسی پارامترهای اقلیمی و الگوی بارش‌های فصلی، بررسی وضعیت هیدرولوژی و هیدروژئولوژی منطقه شهری، حوضه‌های آبریز شهری، تغییر اقلیم و الگوهای مصرف آب انجام‌شده است. نظریات و مطالعاتی که در زمینه تحولات سکونتگاهی و منابع آب مطرح‌شده است؛ توجه به ابعاد اقتصادی، صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس و تجمع همچنین مسائل زیست‌محیطی مانند آلودگی‌ها، کیفیت منابع آب و تراکم شهری را مورد تأکید قرار داده‌اند اما در دهه‌های اخیر مباحث تغییر اقلیم و آب از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین مسائل پیشروی شهرهای جهان قرارگرفته است. پژوهش حاضر شناخت تحولات سکونتگاهی و شهرنشینی در ابعاد منطقه‌ای و پیوند آن با بحران آب به‌ویژه در مناطق خشک و حساس به منابع آبی را مورد تأکید قرار می‌دهد؟ این مسئله وجه تمایز این پژوهش را از سایر مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد. وجه تمایز پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌ها به لحاظ روش‌شناسی و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای همچنین تحلیل اثرات عوامل مؤثر بر تحولات منطقه‌ای با استفاده از روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی است. در پژوهش حاضر به‌کارگیری ابعاد بیشتری از روندهای جمعیتی و ارتباط آن‌ها با نتایج روش طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را می‌توان به‌عنوان بارزترین وجه تمایز با سایر پژوهش‌ها مطرح کرد.

مبانی نظری

شکل‌گیری و توسعه شهرها در سیستم‌های شهری کشورهای صنعتی عموماً مبتنی بر توسعه صنعتی بوده و از یک الگوی واحد و معتدل پیروی می‌کند. بااین‌وجود، در کشورهای درحال‌توسعه در دهه‌های گذشته، صنایع شهری از صنایع روستایی مانند صنعت کشاورزی اهمیت بیشتری یافته‌اند. در کشورهای درحال‌توسعه به‌ویژه کشورهای خاورمیانه و ایران، سرمایه‌گذاری بر پایه نفت موردتوجه قرارگرفته است و همین امر باعث مهاجرت از روستاها به شهرها شده است.

نظریه‌های هیدرولیک شکل‌گیری شهر که معمولاً به‌عنوان نظریه‌های هیدرولیک یا فرضیه آبیاری نامیده می‌شود، نشان می‌دهد که توسعه جوامع پیچیده و شهری ارتباط تنگاتنگی با مدیریت منابع آب داشته است .این نظریه‌ها عمدتاً از کار دانشمندان اوایل قرن بیستم مانند کارل ویتفوگل که رابطه بین سیستم‌های آبیاری در مقیاس بزرگ و ظهور جوامع در سطح دولتی را بررسی کردند، پدیدار شدند:

۱) فرض اصلی: کنترل منابع آب

اساس نظریه‌های هیدرولیک در این ایده نهفته است که دسترسی و کنترل بر منابع آب برای بقا و رشد شهرهای اولیه، به‌ویژه در محیط‌های خشک یا نیمه‌خشک ضروری است. تمدن‌های اولیه بشر در مناطقی مانند بین‌النهرین، مصر، دره سند و بین‌النهرین، تکنیک‌های آبیاری پیشرفته‌ای را برای حمایت از کشاورزی توسعه دادند که منجر به افزایش تولید غذا، رشد جمعیت و شهرنشینی شد. طبق نظریه «تمدن هیدرولیک» کارل ویتفوگل، آبیاری در مقیاس بزرگ مستلزم هماهنگی نیروی کار بود که منجر به ساختارهای سیاسی متمرکزی شد که هم مدیریت آب و هم سازمان اجتماعی را کنترل می‌کردند یتفوگل استدلال کرد که این جوامع هیدرولیک با "استبداد شرقی" مشخص می‌شوند، جایی که نخبگان سیاسی از طریق کنترل منابع آب و نیروی کار قدرت را حفظ می‌کنند (Wittfogel,1957).

۲) تشدید و تولید مازاد کشاورزی

سیستم‌های هیدرولیک امکان تشدید کشاورزی را فراهم می‌آورد و مناطقی را که در غیر این صورت قادر به حفظ جمعیت بزرگ نیستند، دگرگون می‌کنند. این تشدید منجر به تولید مازاد شد که می‌توانست از فعالیت‌ها و تخصص‌های غیر کشاورزی حمایت کند. شهرها در اطراف این مناطق مازاد غنی شکل گرفتند و به مراکز تجارت، سیاست، مذهب و توسعه فرهنگی تبدیل شدند. مازاد غذا باعث توسعه تقسیم‌کار، تسهیل ظهور طبقه حاکم، کارگران متخصص و بوروکراسی‌ها شد. تمرکز ثروت و منابع در شهرها شهرنشینی را تسریع کرد و نیاز به مدیریت پیچیده‌تر سیستم‌های آب را تقویت کرد (Wittfogel,1957).

۳) نقد و تجدیدنظر در نظریه‌های هیدرولیک

درحالی‌که نظریه‌های ویتفوگل تأثیرگذار بودند، با انتقاد و بازنگری نیز مواجه شده‌اند. محققان خاطرنشان کرده‌اند که همه شهرهای اولیه یا جوامع پیچیده مبتنی بر سیستم‌های آبیاری در مقیاس بزرگ نبودند .به به‌عنوان‌مثال برخی از مراکز شهری اولیه، مانند آن‌هایی که در Mesoamerica یا ارتفاعات آند بودند، بدون اتکا به مهندسی هیدرولیک گسترده رشد کردند (Scarborough, 2003) محققان دیگر، مانند جولیااستوارد و رابرت مک کورمیک آدامز، فرضیه هیدرولیک را گسترش دادند تا تأکید کنند که سیستم‌های کنترل آب تنها یکی از عوامل متعدد در ظهور شهرهای اولیه، در کنار تجارت، جنگ و عوامل مذهبی بودند. درک مدرن از شهرنشینی اولیه، این مسیرهای چندگانه را برای پیچیدگی در برمی‌گیرد نه اینکه کنترل آب را به‌عنوان یک علت منحصربه‌فرد و قطعی ببیند. مطالعات موردی: بین‌النهرین و مصر اولین شهرهای بین‌النهرین (عراق امروزی) نمونه‌ای کلاسیک از شکل‌گیری شهر هیدرولیکی را ارائه می‌دهند. رودخانه‌های دجله و فرات آب موردنیاز برای کشاورزی در مقیاس بزرگ را در منظره‌ای خشک فراهم می‌کردند (Butzer, 1976). بنابراین نظریه‌های هیدرولیک شکل‌گیری شهر بر نقش مدیریت آب در توسعه جوامع شهری اولیه تأکید دارد .درحالی‌که در ابتدا به‌عنوان یک مدل قطعی توسط محققانی مانند کارل ویتفوگل پیشنهاد شد، تفاسیر مدرن ماهیت چندوجهی شهرنشینی اولیه را تشخیص می‌دهند و مدیریت هیدرولیک را یکی از بسیاری از عوامل حیاتی می‌دانند که بر ظهور شهرها تأثیر گذاشته است. بااین‌وجود، اهمیت کنترل آب در توانمندسازی کشاورزی در مقیاس بزرگ، حمایت

از رشد جمعیت، و تقویت پیچیدگی‌های اجتماعی و سیاسی یک موضوع کلیدی در درک توسعه اولیه شهری باقی‌مانده است.

درحالی‌که رشد شهری، عمدتاً در نتیجه مهاجرت داخلی، موضوع مکرر بحث بوده است، اخیراً برخی بحث‌ها بر سر مکان‌هایی که سهم قابل‌توجهی از جمعیت خود را از دست می‌دهند، به‌عنوان شهرهای در حال کوچک شدن (انقباض شهری) [1] شناسایی‌شده‌اند (Khavarian, 2019). ریچاردسون در سال ۱۹۷۷ نظریه‌ای ارائه کرد که مدعی بود با آن نظریه پدیده تمرکززدایی را که در حال حاضر در کشورهای درحال‌توسعه جهان شروع‌شده و تعدادی از این کشورها آن را جزء اهداف خود قرار داده‌اند تفسیر کرده است (کلانتری و عبدالله زاده، ۱۳۹۱: ۱۴۷-۱۴۹). کوچک شدن شهری" که به‌عنوان یک الگوی جایگزین شهرنشینی که کاملاً با "رشد شهری" سنتی متفاوت است مطرح شد، به موضوع مهمی در مطالعات شهری تبدیل‌شده است. تحقیقات در مورد این پدیده در آلمان، ایالات‌متحده و سایر کشورها انجام‌شده است (Qiwei Ma, 2020). وسالونی و بسانا[2] (۲۰۱۵) انقباض شهری را به‌عنوان "پدیده‌ای که مناطق پرجمعیت را مشخص می‌کند که جمعیتی را ثبت می‌کند که بخش‌های زیادی از گسترش خود را از دست می‌دهد و در همان زمان دستخوش دگرگونی پایه اقتصادی می‌شود و برخی از علائم بحران ساختاری را نشان می‌دهد" می‌شناسند. از دست دادن جمعیت، تعطیلی صنایع و بیکاری، کاهش چشمگیر درآمد در بودجه‌های محلی، پایان دادن به حمایت‌های اجتماعی و بسیاری دیگر از مشکلات اجتماعی، اقتصادی و حتی زیست‌محیطی مرتبط به ویژگی‌های معمول شهرهای دور از مراکز اصلی شهری تبدیل شد (Bruneckienė & Sinkienė, 2015). روند کلی کوچک شدن مناطق شهری نشان‌دهنده کاهش تمرکززدایی به نفع افول متمرکز است (Wolff, 2017). توصیف پویایی توسعه، که این اثر به آن اشاره می‌کند، نظریه چرخه‌های زندگی شهری است. بحث اصلی ارائه‌شده در اینجا این است که شهرها در چرخه توسعه می‌یابند و نه به شکلی خطی. در طول تاریخ، شهرها گاهی کوچک‌شده‌اند: در واقع، به نظر می‌رسد کوچک شدن بخشی عادی از تاریخ کلی هر شهر باشد. این نشان می‌دهد که "رشد دائمی" واقعی نیست - رشد طولانی‌مدت در طول صنعتی شدن و مدرنیته تنها یک مرحله از تاریخ تکامل یک شهر است. این نظریه چهار مرحله توسعه شهری را توصیف می‌کند: شهرنشینی، حاشیه‌نشینی، شهرزدایی و شهرنشینی مجدد از طریق فرآیندهای تمرکز / تمرکززدایی و رشد / کاهش کل مناطق عملکردی شهری. امروزه، این تئوری به‌طور گسترده‌تری نسبت به‌کل منطقه کاربردی شهری کاربرد دارد (Zakirova, 2010: 62).

توسعه شهری یک فرایند چرخه‌ای مداوم از تغییر است. هر شهر ممکن است در طول تاریخ خود مراحل مختلف توسعه را تجربه کند: رشد، رکود، افول یا حتی مرگ. عوامل داخلی و خارجی هر دو بر روند و نتایج توسعه تأثیر می‌گذارند. ظهور یک تکانه منفی یک اثر گلوله برفی دارد و باعث ایجاد فرآیندها و تحولات نامطلوب متوالی می‌شود (Stryjakiewicz, 2016). تغییر در توزیع فضایی جمعیت تا حدی نتیجه تغییر اولویت‌های مردم در انتخاب محل سکونت بود. اما در درجه اول، این امر ناشی از تغییرات ساختاری در اقتصاد بود که توزیع فضایی فعالیت‌های اقتصادی را تغییر داد (Lipshitz, 1996). یکی از عناصر رایج انقباض شهری، کاهش جمعیت است. کاهش جمعیت عمدتاً نتیجه دو فرایند است، یعنی مهاجرت جمعیت و شیوع مرگ‌ومیر بر تولد. بااین‌حال، شواهد تجربی اخیر نشان می‌دهد که تعداد زیادی از شهرهای کوچک‌شده جمعیت خود را به دلیل مهاجرت از دست می‌دهند (Khavarian, 2019). در ادامه پیامدهای توسعه شهری

1. Urban Shrinkage
2. Salone & Besana

می‌توان به بحران زیست‌محیطی از جمله تأثیرات مخرب آن بر منابع آبی سطحی و زیرزمینی به‌ویژه از نظر کمیت و کیفیت اشاره کرد. تقاضا برای آب برای مصارف صنعتی با صنعتی شدن سریع در حال افزایش است تا نیازهای بسیاری از جمعیت روبه رشد را برآورده کند و از بین رفتن گیاهان آبی به دلیل ساخت‌وساز صنایع و غیره رخ می‌دهد. در سطح خانوار، تقاضا برای آب توسط عوامل جمعیت شناختی از جمله اندازه خانوار تعیین می‌شود (ترکیب و ساختار سنی). رشد جمعیت به‌طور مستقیم منجر به افزایش تقاضای کلی آب می‌شود (Ayoub, 2019: 36). رشد جمعیت و اقتصاد، همراه با گسترش سبک زندگی شهری مصرف‌گرا، به بهره‌برداری رونق از منابع طبیعی کمک می‌کند (Niva et al, 2020: 1؛ Weifeng Li, 2019). این فشار فزاینده‌ای بر رفاه انسان و پایداری محیطی وارد می‌کند. درعین‌حال، جست‌وجوی ابزاری برای ایجاد تعادل بین خواسته‌های بخش رقابتی، بین نیازهای منطقه‌ای و استانی در یک کشور، و بین خواسته‌های انسانی و پایداری طبیعت، ضروری است. به‌طور خاص، انتظار می‌رود رقابت بین‌بخشی بر سر منابع آب افزایش یابد و منجر به بهره‌برداری بیش‌ازحد شود، زیرا رشد جمعیتی و اقتصادی، همراه با مصرف روبه رشد، منجر به افزایش قابل‌توجه تنش آبی در سراسر جهان می‌شود. شهرنشینی فرایند تمرکز جمعیت و محرک کلیدی برای تغییرات محیطی مختلف است (Niva et al, 2020: 1). آب نه‌تنها منابع طبیعی برای حفظ موجودیت انسان است، بلکه مبنای مادی برای تضمین توسعه اقتصادی – اجتماعی است (Kaize Zhang, Weifeng Li, 2019; Chao Bao, 2015; 2019). منابع آب به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم منابعی را برای توسعه اجتماعی تضمین می‌کند. بهره‌برداری منطقی و کارآمد از منابع آب به‌عنوان منبع مهم استراتژیک اجتماعی – اقتصادی برای توسعه شهرنشینی، بر اجرای راهبردهای توسعه پایدار شهری تأثیرگذار خواهد بود. سیستم شهرنشینی شامل روابط پیچیده وابستگی بین فعالیت‌ها و منابع اجتماعی – اقتصادی است (Kaize Zhang, 2019). شواهد تجربی نشان می‌دهد که خاورمیانه یکی از مناطقی است که به‌شدت تحت تأثیر تغییرات آب‌وهوایی و محیطی قرارگرفته است. خشک‌سالی، امواج گرما و طوفان گردوغبار در اکثر نقاط خاورمیانه رایج شده است. ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست و از دهه‌های ابتدایی شروع انقلاب اسلامی مهاجرت یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیشروی کشور بوده است. در این راستا نقش تغییر اقلیم و محیط‌زیست نیز قابل‌چشم‌پوشی نیست (Khavarian, 2019). با توجه به قرارگیری استان اصفهان در محدوده کویر مرکزی ایران، این منطقه تحت تأثیر تغییرات آب‌وهوایی و بروز دوره‌های مختلف خشک‌سالی قرار داشته است؛ اما وجود رودخانه زاینده‌رود، حیات ساکنان این منطقه و توسعه شهرنشینی را از دیرباز تضمین کرده است این در حالی است که جریان زنده رود در دهه‌های گذشته با چالش‌های فراوانی مواجه شده است. تعادل اکولوژیکی منطقه با برداشت‌های بی‌رویه این منبع ارزشمند به‌ویژه با حفر چاه‌های مجاز و غیرمجاز، فشار فزاینده بر مصرف بی‌رویه آبی با توسعه شهرک‌های صنعتی و مهاجرت‌های گسترده به‌شدت به‌هم‌ریخته است. این شرایط منجر به شکل‌گیری چرخه جدیدی از تحولات شهرنشینی به لحاظ فضایی منتج از تغییرات اقلیمی و کاهش منابع آبی در منطقه کلان‌شهری اصفهان شده است.

روش پژوهش

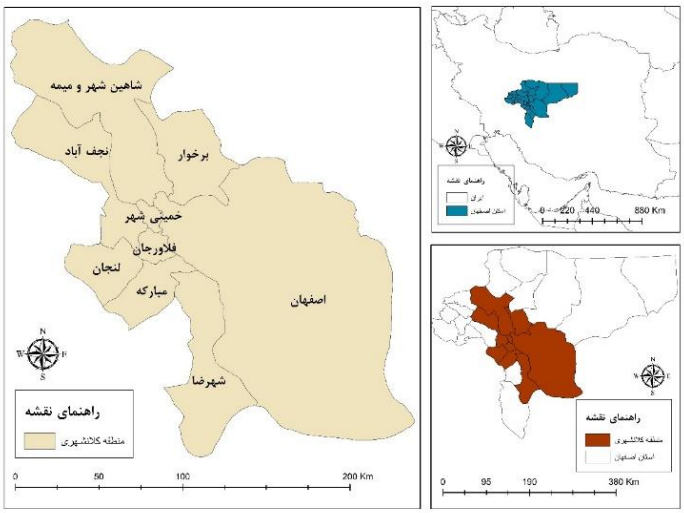
به‌منظور بررسی تغییرات جمعیت شهری منطقه کلان‌شهری اصفهان از نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ استفاده شد. اطلاعات سطح آب‌های زیرزمینی منطقه کلان‌شهری اصفهان بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ از مرکز مطالعات آب منطقه‌ای ایران دریافت شد و بر اساس طول و عرض جغرافیایی نقاط در نرم‌افزار ArcGIS به لایه نقشه تبدیل شد. داده‌های میانگین یک‌ساله از ماهواره Landsat8 برای NDVI با وضوح ۳۰ متر

استفاده شد. NDVI به‌صورت زیر محاسبه می‌شود: NDVI = (نزدیک باند مادون‌قرمز – نوار قرمز) / (نزدیک باند مادون‌قرمز + نوار قرمز).

داده‌های میانگین یک‌ساله شاخص MNDWI نیز با استفاده از ماهواره landsat8 با وضوح ۳۰ متری تهیه شد. داده‌های شاخص LST نیز با وضوح ۹۰ متری برای سال ۱۳۸۵ و سال ۱۳۹۵ بر اساس کمینه و بیشینه دما محاسبه شدند. نقاط جغرافیایی چاه‌ها و سطح پیزومتریک آب نیز بر اساس اطلاعات شرکت منابع آب ایران تهیه شدند. سپس با مساحت منطقه موردمطالعه برش داده شد و با استفاده از نرم‌افزار Arc-GIS پردازش داده‌ها صورت گرفت. داده‌های جمع‌آوری‌شده از حالت شطرنجی به Point تبدیل شدند و سپس با استفاده از ابزار Fishnet، سلول بندی 2 کیلومترمربعی برای منطقه کلان‌شهری اصفهان ایجاد شد. داده‌های مربوط به جمعیت شهرها و روستاها، LST، MNDWI، NDVI، سطح پیزومتریک آب و عمق چاه‌ها در چارچوب یک شبکه ماهی با ۱۵۵۴۷ سلول مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. با استفاده از روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی ابتدا سلول‌هایی که دارای مقادیر نبودند از روند تحلیل حذف شدند و سپس سلول‌های دارای مقادیر وارد مدل شدند و اثرگذاری هریک از معیارهای محیطی بر تحولات شهرنشینی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

محدوده موردمطالعه

طرح توسعه و عمران (جامع) ناحیه اصفهان نیز در چارچوب طرح یکپارچه مجموعه شهری و به‌عنوان اولین حلقه از فرایند برنامه‌ریزی مجموعه شهری اصفهان تهیه‌شده و محدوده شهرستان‌های نه‌گانه اصفهان، برخوار، شاهین‌شهر و میمه، خمینی‌شهر، نجف‌آباد، فلاورجان، لنجان، مبارکه و شهرضا را شامل می‌شود. محدوده مجموعه شهری اصفهان، به‌عنوان محدوده همبسته فضایی و عملکردی و دارای الگوی منظم تعامل‌های جمعیتی و فعالیتی، در طرح مذکور تعیین گردیده است (مهندسین مشاور نقش‌جهان پارس،۱۸،۱۳۸۳؛ رجائی، ۱۳۹۲). شکل شماره ۱ محدوده موردمطالعه پژوهش را نشان می‌دهد.

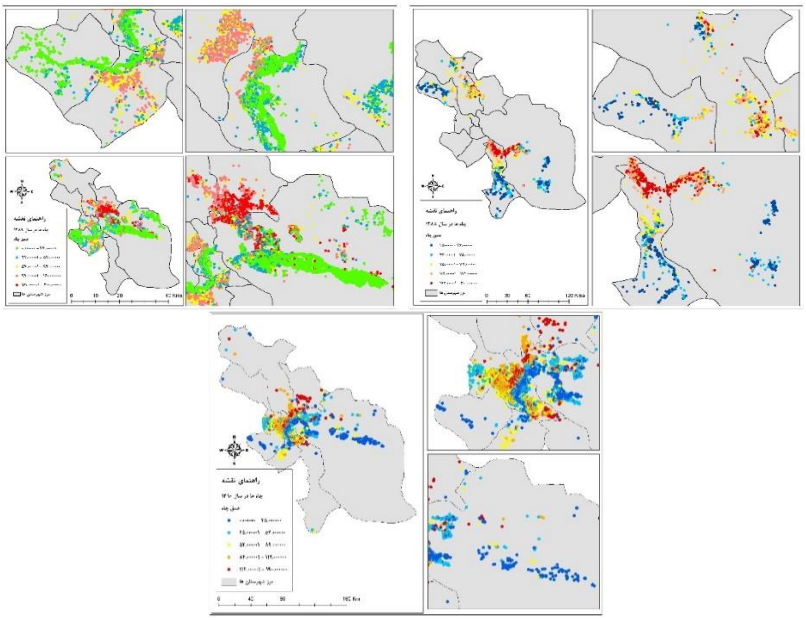


شکل ۱. محدوده کلان‌شهری اصفهان

یافته‌ها

وضعیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در منطقه کلان‌شهری اصفهان

وضعیت انهار نشان می‌دهد از تعداد ۸۰ نهر موجود در منطقه، ۵۹ نهر به‌صورت دائمی و ۲۱ نهر به‌صورت موقتی جریان داشته است. این آمار در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ جمع‌آوری‌شده است. سطح کل زیر کشت زمین‌های کشاورزی از این انهار، ۲۹۷۲ هکتار و میانگین کل دبی انهار ۱۸۴,۵ مترمکعب است. میانگین دبی انهار از ۵ و ماکزیمم آن تا ۱۰۰۰ مترمکعب متغیر است. کارکرد تمامی این انهار برای مصارف کشاورزی از جمله کشت محصولات سیفی و آبیاری باغات بوده است.



شکل ۲. وضعیت چاه‌ها در سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰، **منبع:** شرکت مدیریت منابع آب ایران

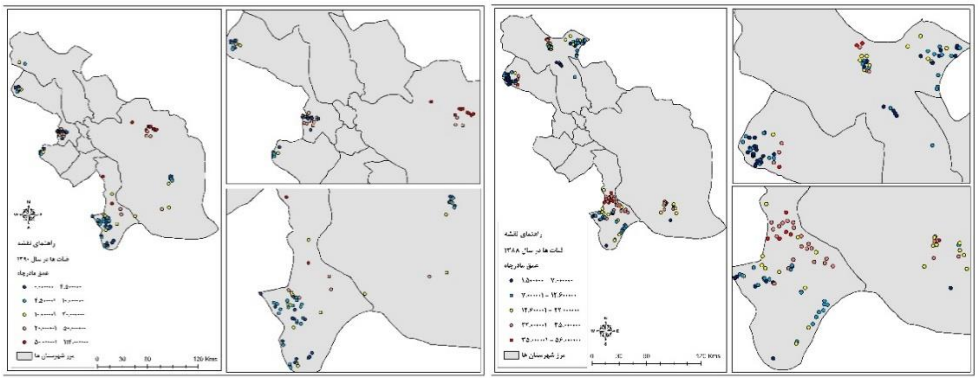
شکل شماره ۲ وضعیت چاه‌های محدوده موردمطالعه را نشان می‌دهد. تعداد کل چاه‌های جمع‌آوری‌شده از سال ۱۳۸۸ تا سال ۱۳۹۱، ۴۷۶۳۳ حلقه بوده؛ از این تعداد ۲۲۱۲ حلقه در سال ۱۳۸۸، ۲۳۹ حلقه در سال ۱۳۸۹، ۲۸۵۸۰ حلقه در سال ۱۳۹۰، ۱۵۵۱۳ حلقه در سال ۱۳۹۱ و ۱۰۸۷ حلقه در سال ۱۳۹۲ بوده است که روندی کاهشی را در طی این دوره ۵ ساله نشان می‌دهد.

جدول ۲. وضعیت مصارف چاه‌های منطقه از سال ۱۳۸۷ تا سال ۱۳۹۱

سال	تعداد کل چاه‌ها	میانگین کل عمق	سطح زیر کشت	کشاورزی	شرب	صنعت
۱۳۸۷	۲۲۱۲	۹۷/۲	۲۴۵۱	۲۱۴	۵۱	۶۵
۱۳۸۸	۲۳۸۰	۱۱۳/۷	۱۷۶۰۹/۶	۲۰۹۶	۱۲۴	۷۲۷
۱۳۸۹	۲۸۵۸۰	۳۴/۰۴	۷۵۹۱۲/۴	۲۷۷۲۹	۸۸	۱۲۵۰
۱۳۹۰	۱۵۱۳	۵۴/۸۹	۲۳۹۲۳/۵	۱۴۱۷۵	۵	۱۷
۱۳۹۱	۱۰۸۷	۶۴/۷	۳۵۰۰	۱۰۶۵	۰	۰

این روند کاهشی برای میانگین کل عمق چاه‌ها نیز صدق می‌کند. در سال ۱۳۸۸، ۲۴۵۱ مترمربع سطح زیر کشت را شامل می‌شده است که این میزان در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ روند افزایشی و در سال ۱۳۹۲ روند بسیار کاهشی داشته است. بیشترین سهم مصرف این چاه‌ها برای مصارف کشاورزی بوده است. بر اساس آمار تعداد حلقه چاه‌ها طی این دوره

۵ ساله، مشخص می‌شود که از ۴۷۶۳۲ حلقه چاه، ۱۲۲ حلقه چاه در وضعیت آزاد و ۴۷۵۱۱ حلقه چاه در وضعیت ممنوعه بوده است.



شکل ۳. وضعیت قنات‌ها در سال ۱۳۸۹ بر اساس عمق مادر چاه، مأخذ: شرکت مدیریت منابع آب ایران

جدول ۲. وضعیت قنات‌های منطقه از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰

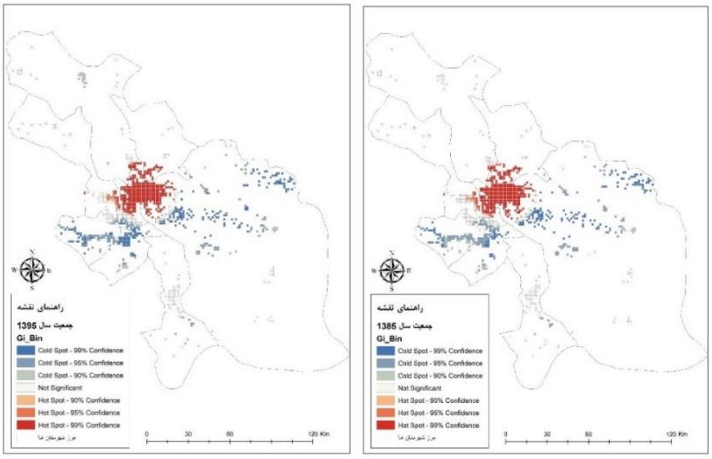
سال	تعداد کل قنات‌ها	میانگین عمق مادر چاه	وضعیت (بایر)	وضعیت (دایر)	سطح زیر کشت	نوع مصرف کشاورزی
۱۳۸۸	۱۵۹	۱۵/۵۱	۲۸	۱۳۱	۲۳۱۸/۵	۱۲۸
۱۳۸۹	۶۹۶	۱۴/۰۸	۱۱۰	۵۸۶	۳۷۰۰/۵	۵۷۳
۱۳۹۰	۱۲۲	۱۷/۴۵	۲۶	۹۶	۱۳۶۴/۵	۶۴

منبع: شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۴۰۲

شکل شماره ۳ و جدول شماره ۲ وضعیت قنات‌های محدوده موردمطالعه را نشان می‌دهد. بر اساس آمارهای شرکت منابع آب ایران، وضعیت قنات‌های منطقه موردمطالعه طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۱ جمع‌آوری‌شده و نشان‌دهنده ۱۰۰۴ دهنه قنات در بازه زمانی ذکرشده، به ثبت رسیده است این در حالی است که این آمار روند کاهشی داشته و تا سال ۱۳۹۱ قنات‌ها به‌طور کامل خشک‌شده است و آمار رسمی از آن‌ها در دست نیست. میانگین عمق قنات‌ها احتمالاً به دلیل افزایش بهره‌برداری، روندی افزایشی را نشان می‌دهد. سطح زیر کشت از طریق قنات‌ها در سال ۱۳۸۸، از ۲۳۱۸,۵ مترمربع به ۱۳۶۴,۵ مترمربع در سال ۱۳۹۰ رسیده است و در سال ۱۳۹۱ این میزان به عدد ۰ رسیده است. نوع وضعیت بر اساس دایر بودن قنات‌ها در سال ۱۳۸۸، از ۱۳۱ دهنه پس از روندی افزایشی در سال ۱۳۸۹، در سال ۱۳۹۰ به ۹۶ دهنه رسیده است.

رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی

تغییرات مکانی – زمانی شهرنشینی در منطقه کلان‌شهری اصفهان از سال ۱۳۸۵ تا ۹۵ حدود ۴۶۳ هزار و ۹۸۵ نفر بوده است. در ۲ دهه اخیر جمعیت شهری اصفهان از ۳ میلیون و ۵۳۵ هزار نفر در سال ۱۳۸۵ به بیش از ۳ میلیون و ۹۹۹ هزار نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است. این مطالعه نشان می‌دهد که بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ جمعیت اصفهان تغییر کرده است، بسیاری از سکونتگاه‌های کوچک و حاشیه‌ای در مناطق شرق و غربی منطقه، جمعیت خود را ازدست‌داده‌اند و این جمعیت عمدتاً در شهرهای بزرگ مانند اصفهان و اطراف آن متمرکز است (شکل شماره ۶).

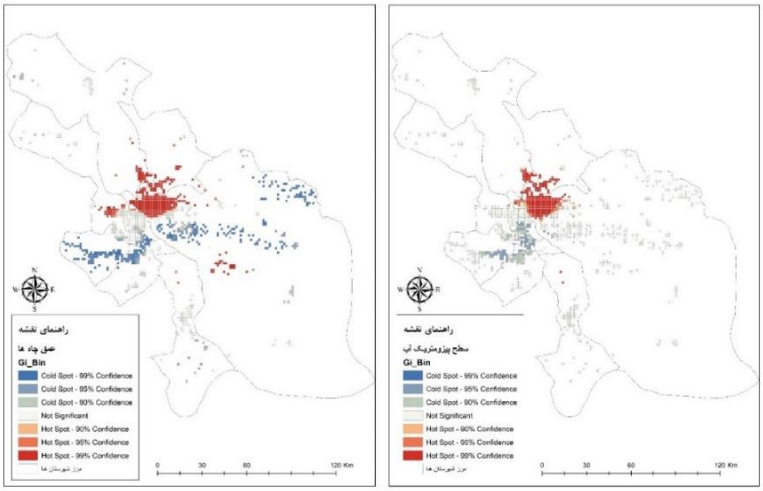


شکل ۴. وضعیت نقاط داغ و سرد تغییرات جمعیتی در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵، **منبع:** مرکز آمار ایران

تغییرات سطح آب زیرزمینی

وضعیت قنات‌های منطقه از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ روندی بسیار کاهشی را نشان می‌دهد به‌طوری‌که بسیاری از این موارد در دهه ۹۰ به‌طور کامل خشک‌شده است. نقشه نشان می‌دهد نقاط برداشت‌شده از عمق مادر چاه قنات‌های موجود روندی بسیار افزایشی از عمق قنات را نشان می‌دهد که ناشی از برداشت بیش‌ازحد و افت شدید سطح آب می‌باشد. (شکل شماره ۸).

سطح پیزومتریک آب‌های زیرزمینی در منطقه کلان‌شهری اصفهان نشان می‌دهد بیشترین میزان بهره‌برداری در محدوده شهر اصفهان و اطراف آن بوده است که به‌تبع آن سبب افت شدید سطح آب به میزان بالاتر از ۱۳۰ متر شود این در حالی است که کمترین میزان بهره‌برداری در غرب منطقه و در امتداد مسیر غربی رودخانه زاینده‌رود جایی است که این رودخانه وارد محدوده کلان‌شهری اصفهان می‌شود، قرار دارد و به‌تبع آن سطح آب در این محدوده در میزان بالایی قرار دارد و در عمق کمتر از ۱۵ متری است. نقشه شماره وضعیت سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از دستور لکه‌های داغ و سرد را نشان می‌دهد.

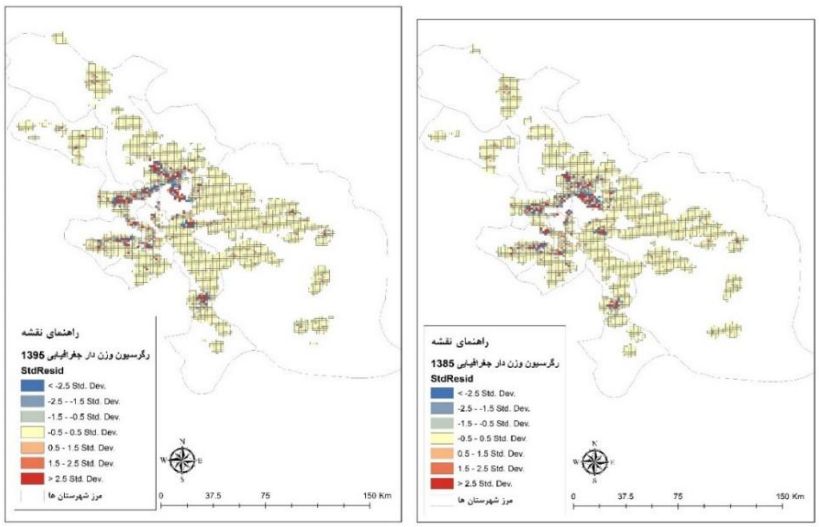


شکل ۵. وضعیت تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵، **منبع:** مرکز آمار ایران و محاسبه نگارنده بر اساس مدل هات اسپات، ۱۴۰۲

از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ که داده‌های مرتبط با منابع آبی به‌ویژه تعداد حلقه چاه‌های موجود جمع‌آوری گردید، تعداد چاه‌ها در منطقه کلان‌شهری اصفهان افت‌وخیز فراوانی داشته است اما به‌طورکلی می‌توان گفت تعداد آن‌ها در دهه ۹۰ با افزایش شدیدی همراه بوده و در برخی مناطق در طی چند سال خشک‌شده‌اند و سپس تعداد آن‌ها در سایر مناطق رشد داشته است. درعین‌حال عمق آب آن‌ها نیز به دلیل برداشت‌های بی‌رویه بشدت روند افزایشی داشته است. نقشه شماره وضعیت عمق چاه‌ها با استفاده از دستور لکه‌های داغ و سرد را نشان می‌دهد. بر اساس میانگین سطح پیزومتریک آب در سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۲ این میزان در میان کل نقاط برداشت‌شده در منطقه شهری، ۳۶ متر بوده که در سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ این میزان به ۴۰ متر رسیده است.

تجزیه‌وتحلیل رابطه بین سطح آب زیرزمینی و شهرنشینی

اثرات منابع آب و سایر مؤلفه‌های محیطی بر وضعیت شهرنشینی منطقه کلان‌شهری اصفهان با استفاده از رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی در دو دوره ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ موردبررسی قرار گرفت. نتایج مدل مورداستفاده در جدول شماره ۴ نشان داده‌شده است. GWR رگرسیون وزنی جغرافیایی تکنیکی است که برای تحلیل‌های توصیفی بر روی آمار فضایی مورداستفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق برای خنثی‌سازی اثرات مناطق خالی از سکنه (مناطق بدون جمعیت)، واحدهای فضایی بدون جمعیت از مدل حذف و مدل بر اساس ۶ شاخص دارای مقادیر انتخاب و اجرا شد. هریک از فیش نت‌های ساخته‌شده در منطقه کلان‌شهری اصفهان مساحت ۲ کیلومترمربعی را نشان می‌دهند. رگرسیون وزنی جغرافیایی یک مدل محلی از متغیر و یا فرایندی که شما درصدد فهم و یا پیش‌بینی بهتر آن هستید از طریق اجرای رگرسیون محلی برای یکایک عوارض تهیه می‌نماید. رگرسیون وزنی جغرافیایی این کار را از طریق تهیه معادلات رگرسیون جداگانه برای هر عارضه با ملاحظه متغیرهای وابسته و مستقلی که در طول باند (محدوده عارضه) قرار می‌گیرند انجام می‌دهد. یکی از اصلی‌ترین مقادیر در رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی مقدار R^2 و R^2 Adjusted (تعدیل‌شده) می‌باشد که مقدار این ضرایب هرچه بالاتر باشد نشان از تخمین خوب مدل در برآورد متغیر وابسته و متغیر توضیحی پیش‌بینی کننده است. با توجه به نتایج نشان داده‌شده در جدول ۴، مقدار R^2 و R^2 Adjusted شاخص‌های پژوهش در سال ۱۳۸۵ و در سال ۱۳۹۵ به ترتیب برابر با ۰/۶۹ و ۰/۶۲ است که نشان می‌دهد پنج متغیر موردمطالعه توانستند ۶۹ و ۶۲ درصد از تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهند. ضریب برای هر متغیر توضیحی هم قدرت و هم نوع رابطه را منعکس می‌کند.



شکل ۶. نتایج نهایی رگرسیون وزنی جغرافیایی در سال ۱۳۸۵ و سال ۱۳۹۵، **منبع:** مرکز آمار ایران و محاسبه نگارنده بر اساس مدل رگرسیونی، ۱۴۰۲

شکل شماره ۶ برازش بین مقادیر مشاهده‌شده و تخمین زده‌شده در سال ۱۳۸۵، در حد r^2=۶۲ و در سال ۱۳۹۵، ۶۹ =r^2درصد برآورد را نشان می‌دهد، یعنی اینکه مدل مزبور توانسته تا ۶۲ درصد در سال ۱۳۸۵ و ۶۹ درصد در سال ۱۳۹۵ رابطه موجود را ارزیابی کند و نسبت بالای این ضریب از کفایت و مناسب بودن مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی در پیش‌بینی تحولات شهرنشینی منطقه دارد. این میزان رابطه و نزدیک بودن میزان مقادیر مشاهده‌شده و مقادیر پیش‌بینی، نشان از عدم وجود خودهمبستگی فضایی نه‌چندان بالایی در مقادیر باقی‌مانده دارد.

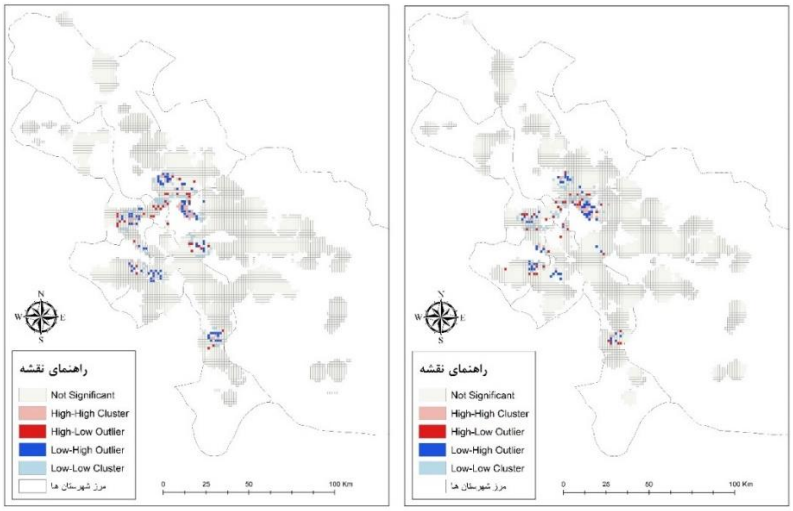
جدول ۴. ضرایب و مقادیر شاخص‌های موردمطالعه در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵

R^2Adjusted	R^2	AICc	Sigma	EffectiveNumber	ResidualSquares	Neighbors	year
0.623315038	0.791239832	-12659.83303	0.026341353	1460.091567	1.258611014	30	2016
0.692142756	0.829988909	-11640.50723	0.028888581	1415.921533	1.456355398	30	2006

جدول ۵. وضعیت شهرنشینی بر اساس تغییرات جمعیت شهری و روستایی در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵

سال	جمعیت نقاط قرمز	جمعیت نقاط آبی	تعداد نقاط قرمز (گرم)	تعداد نقاط آبی (سرد)
۱۳۸۵	۱۶۶۹۱۳۶	۳۹۸۴۰۰	۲۵۲	۳۵۰
۱۳۹۵	۱۷۶۹۸۹۲	۴۲۴۳۷۲	۲۸۷	۳۹۶

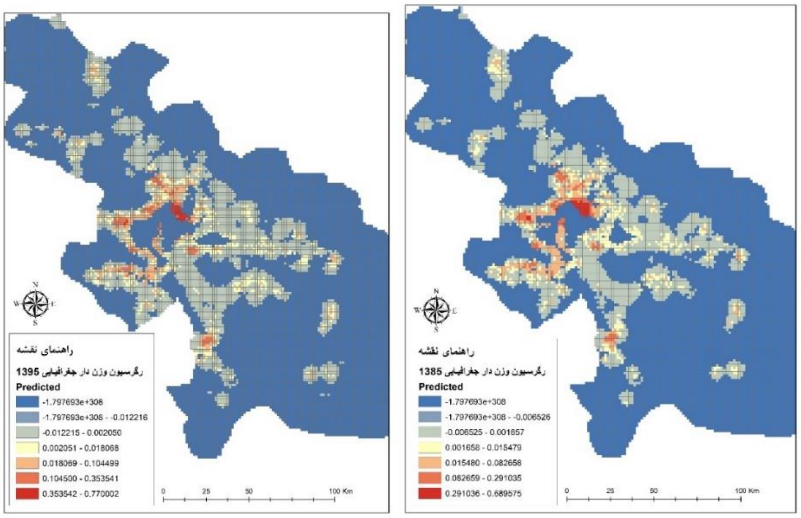
بر اساس جدول شماره ۵، کل جمعیت منطقه کلان‌شهری در سال ۱۳۸۵، ۱۶۶۹۱۳۶ نفر بوده که در سال ۱۳۹۵، به ۱۷۶۹۸۹۲ نفر رسیده است. تغییرات جمعیتی در این دوره حدود ۱۰۰ هزار نفر بوده اما بر اساس آمار نقاط آبی‌رنگ که نشان‌دهنده کاهش شدید جمعیت است می‌توان گفت کاهش جمعیت در این دوره برابر با ۴۲۴۳۷۲ نفر بوده است. حاصل اختلاف این عدد با روند افزایش ۱۰۰ هزارنفری آن نشان می‌دهد که ۱۰۰ هزار نفر از تغییرات جمعیت در درون منطقه شهری اتفاق افتاده است این در صورتی است که ۳۲۴ هزار نفر مابقی به خارج از استان اصفهان مهاجرت کرده‌اند. روند این تغییرات را نیز می‌توان در اختلاف میان تعداد پارسل‌های اشغال‌شده توسط نقاط سرد و گرم در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ مشاهده نمود. در سال ۱۳۸۵، تعداد نقاط گرم ۲۵۲ پیکسل و تعداد نقاط سرد ۳۵۰ پیکسل بوده که این ارقام در سال ۱۳۹۵ به ترتیب به ۲۸۷ و ۳۹۶ پیکسل برای نقاط گرم و سرد رسیده است.



شکل ۷. انسلین محلی موران برای باقیمانده‌ها در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵، **منبع:** مرکز آمار ایران و محاسبه نگارنده بر اساس مدل رگرسیون، ۱۴۰۲

نتایج نشان‌دهنده رابطه منفی میان رشد جمعیت و کاهش عمق آب‌های زیرزمینی در واحدهای فضایی است. به‌عبارت‌دیگر با افزایش رشد جمعیت و تراکم آن‌ها، سطح آب‌های زیرزمینی نیز کاهش محسوسی داشته است. این

شرایط در سال ۹۵ در مقایسه با سال ۸۵ برای متغیرهای Ndvi و Mndwi نیز صدق می‌کند به‌طوری‌که زمین‌های دارای رطوبت خاک بالا و تراکم بالاتر از پوشش گیاهی مقصد جذب بیشتری از جمعیت بوده‌اند و گستره تراکم بالای جمعیت پیوسته‌تر شده که با این میزان افزایش، رطوبت خاک و پوشش گیاهی نسبت به دوره مشابه کاهش داشته است به‌طوری‌که شدت آن در دهه‌های آتی محسوس‌تر خواهد بود.



شکل ۸. وضعیت متغیر پیش‌بینی کننده در دو دوره ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵، **منبع:** مرکز آمار ایران و محاسبه نگارنده، ۱۴۰۲

با توجه به وجود خودهمبستگی فضایی در داده‌ها برای شناخت میزان برآورد مناسب مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی و عدم وجود خودهمبستگی فضایی در مقادیر باقیمانده مدل پیش‌بینی، اقدام به تهیه نقشه مقادیر باقیمانده که از تفاضل مقادیر مشاهده‌شده و تخمین زده به دست می‌آید، استفاده‌شده است. شکل شماره ۹ انسلین محلی موران باقیمانده‌ها را نشان می‌دهد. مناطقی که با نقاط قرمزرنگ مشخص‌شده دارای خوشه‌های با مقادیر بالا و مناطقی که با رنگ آبی مشخص‌شده دارای خوشه‌های با مقادیر پایین هستند و این امر حاکی از آن است که مقادیر باقیمانده تأثیرگذاری ناشی از عوامل دیگر را در مدل نشان نمی‌دهد و به دلیلی پراکندگی مقادیر مشخص می‌شود که شاخص‌های توضیحی توانسته‌اند بالاترین اثرگذاری را در تحولات شهرنشینی نشان دهند. از دیگر فیلدهای که می‌توان نقشه آن‌ها را تهیه نمود فیلد مربوط به ضرایب تخمین زده‌شده می‌باشند که برای متغیرهای توضیحی تهیه می‌شود. شکل شماره ۱۰ مربوط به مقادیر پیش‌بینی کننده متغیر توضیحی پژوهش نشان می‌دهد که بالاترین مقادیر دارای تخمین مثبت در مرکز منطقه یعنی محدوده شمال شرق شهر اصفهان قرارگرفته است. دیگر مقادیر با تخمین بالا نیز در اطراف اصفهان حدفاصل شهرهای حول حوزه آبریز زاینده‌رود به‌ویژه شمال و شمال غرب شهر اصفهان دیده می‌شود. از طرفی دیگر مقادیر دارای کمترین تخمین که با رنگ زرد مشخص‌شده است (سایر مقادیر بین ۱/۷- تا ۰/۰۱- که با رنگ آبی مشخص‌شده جز مقادیر بی‌اثر هستند)، نشان‌دهنده رابطه معکوس میان رشد جمعیت و سطح آب زیرزمینی است به‌طوری‌که افزایش عمق آب منجر به کاهش جمعیت شده است. محدوده‌های قرمزرنگ همان مناطقی است که بر اساس این مقادیر، رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی نیز بیشترین اثرگذاری میان متغیر توضیحی و وابسته را نشان می‌دهد.

بحث

نتایج تحلیل مکانی – زمانی داده‌های جمعیتی نیز نشان می‌دهد که جمعیت سکونتگاه، روستاها و شهرهای کوچک منطقه کلان‌شهری در دهه‌های اخیر کاهش‌یافته و جهت حرکت و تمرکز جمعیت در شهر اصفهان و اطراف شهرهای بزرگ بوده است. منطقه کلان‌شهری اصفهان در بخش مرکزی ایران رشد سریع جمعیتی را در دهه‌های اخیر تجربه کرده است و جمعیت شهری آن از ۳۵۳۵۸۲۴ نفر در سال ۱۳۸۵ به بیش از ۳۹۹۹۸۰۹ نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است. نتایج تحلیل مکانی-زمانی داده‌های ماهواره‌ای نشان می‌دهد که سطح زیر کشت محصولات کشاورزی کاهش محسوسی داشته است پوشش گیاهی و سطح زیر کشت در مناطق شرقی منطقه کلان‌شهری به‌طور کامل از بین رفته است.

جدول ۵. وضعیت میزان مصارف و تخلیه کل منابع آبی در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵

		چاه نیمه عمیق		چاه عمیق		چشمه		قنات		مصرف				
سال	وسعت محدوده	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه	تخلیه کل	کشاورزی	شرب	صنعت	مصرف کل
۱۳	۳۴۰۵۴	۲۸۲	/۲۷۴	۱۲۸	/۴۲۲	۳۰	/۴۶۲۲	۱۶	/۱۴۸۷	/۳۰۷	/۹	/۴۷	/۲۱	/۵۸
۸۵		۱۷	۱۴۵۰	۳۸	۱۹۶۹	۶۸	۲۱۹	۷۶	۴۰۰	۴۰۳۹	۳۷۳۹	۷۵	۴۲	۳۸۵۷
۱۳	۳۷۷۵۶	۳۰۴	/۳۶۳	۱۳۵	/۲۲۸	۳۰	/۶۶۴	۱۷	/۴۵۱	/۰۷	/۴۴	/۳۲	/۹۹	/۷۵
۹۵		۲۰	۹۴۸	۲۹	۱۱۰۲	۷۳	۹۶	۵۰	۱۴۹	۲۲۹۶	۲۰۹۵	۷۳	۴۱	۲۲۱۰

بنابراین، به دلیل عدم دسترسی به منابع آب سطحی، آب موردنیاز کشاورزی یا سایر مصارف مانند صنعت، شرب و... از منابع آب زیرزمینی به‌ویژه استفاده بیش‌ازحد از چاه‌های عمیق و نیمه عمیق استخراج‌شده است. همان‌طور که جدول شماره ۵ نشان می‌دهد میزان مصرف آب از منابع زیرزمینی در سال ۱۳۸۵ حدود ۳۸۵۷ میلیون مترمکعب و در سال ۱۳۹۵ حدود ۲۲۱۰ میلیون مترمکعب بوده است که بر این اساس با توجه به افزایش سریع جمعیت شهری و تمرکز آن در مناطق شهری و افزایش سطح زیر کشت در حومه شهرها و برداشت بی‌رویه آب از منابع زیرزمینی برای رفع نیازهای روزافزون جمعیت شهری، سطح آب‌های زیرزمینی را به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌دهد. میزان تخلیه کل محدوده موردمطالعه در سال ۱۳۸۵، ۴۰۳۹ میلیون مترمکعب بوده که در سال ۱۳۹۵ به ۲۲۹۶ میلیون مترمکعب کاهش‌یافته است.

نتیجه‌گیری

در ایران، واقع در جنوب غربی آسیا با آب‌وهوای گرم و خشک، سکونتگاه‌های انسانی از دیرباز بر اساس دسترسی به منابع آبی شکل‌گرفته است. رشد جمعیت سکونتگاه‌ها متناسب با سطح دسترسی به منابع آب برای کشاورزی و مصرف انسانی بوده است. این موضوع در مناطق مرکزی ایران با بارندگی کم و بیابان‌های متعدد اهمیت بیشتری داشته است. با رشد سریع شهرنشینی در چند دهه اخیر و تمرکز بیش‌ازحد جمعیت و فعالیت در برخی سکونتگاه‌ها، تقاضا برای آب در مناطق مرکزی ایران افزایش‌یافته است. به دلیل عدم دسترسی به منابع آب سطحی، نیازهای جدید آبی با برداشت آب‌های زیرزمینی تأمین‌شده است.

در این زمینه مطالعات ریلی (۲۰۰۸)، کلهر (۲۰۱۵)، منصوریان (۲۰۲۲)، انانوگ (۲۰۲۱)، سارکر (۲۰۲۱)، شرما (۲۰۱۷)، پاترا (۲۰۱۸) و ویت (۲۰۲۰) به اثرات شهرنشینی بر منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی اشاره دارند. لارسون (۲۰۱۳)، خاوریان (۲۰۱۹) و فانگ (۲۰۲۰) نیز به بررسی اثرات شهرنشینی و تغییرات اقلیمی بر منابع آبی اشاره دارند. تأکید این

پژوهش ارزیابی اثرات منابع آبی بر تحولات شهرنشینی منطقه کلان‌شهری اصفهان است. با استفاده از روش نقاط قابل اصلاح، تغییرات شهرنشینی از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ شناسایی شد و این معیار به همراه معیارهای سطح پیزومتریک آب زیرزمینی، عمق چاه، پوشش گیاهی، رطوبت خاک و دمای سطح زمین در مدل GWR گنجانده شد. خروجی مدل رگرسیون نشان می‌دهد که بین تغییرات سطح پیزومتریک آب‌های زیرزمینی، عمق چاه، پوشش گیاهی و رطوبت خاک با تغییرات جمعیتی رابطه معکوسی وجود دارد و همچنین میان تغییرات جمعیتی و دمای سطح زمین رابطه مستقیمی وجود دارد. بر اساس نتایج، افزایش سریع جمعیت و تمرکز آن در محدوده‌های مرکزی و غربی منطقه کلان‌شهری منجر به کاهش دسترسی مناطق شرقی و جنوبی به جریان رودخانه زاینده‌رود که عمده فعالیت آن‌ها کشاورزی و توسعه باغات بوده است، شد و قطع شدن جریان رودخانه و به‌تبع آن کاهش منابع آبی سطحی و زیرزمینی در دهه‌های اخیر منجر به کاهش شدید پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی همچنین باغات منطقه کلان‌شهری شده و وسعت قابل‌توجهی از محدوده‌های کشاورزی شرق منطقه را به‌طور کامل از بین برده است. این مسئله مهاجرت و جابجایی جمعیت را به سمت مناطق غربی و شهرهای بزرگ سبب شده است. بالاترین سطح کاهش جمعیت در هریک از واحدهای فضایی مربوط به بخش‌های شرقی شهر اصفهان، بخش‌های شرقی و شمالی منطقه، شهرهای جنوبی و برخی شهرهای غربی می‌باشد که شدت اثرگذاری این کاهش در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۵ بیشتر و رشد از دست دادن جمعیت در این نواحی به‌طور پیوسته‌تر نمایان شده است. کل جمعیت منطقه کلان‌شهری در سال ۱۳۸۵، ۱۶۶۹۱۳۶ نفر بوده که در سال ۱۳۹۵، به ۱۷۶۹۸۹۲ نفر رسیده است. تغییرات جمعیتی در این دوره حدود ۱۰۰ هزار نفر بوده اما بر اساس آمار که نشان‌دهنده کاهش شدید جمعیت است می‌توان گفت کاهش جمعیت در این دوره برابر با ۴۲۴۳۷۲ نفر بوده است. حاصل اختلاف این عدد با روند افزایش ۱۰۰ هزارنفری آن نشان می‌دهد که ۱۰۰ هزار نفر از تغییرات جمعیت در درون منطقه شهری اتفاق افتاده است این در صورتی است که ۳۲۴ هزار نفر مابقی به خارج از استان اصفهان مهاجرت کرده‌اند.

بنابراین می‌توان گفت که کاهش منابع آبی در کاهش جمعیت و افزایش جابجایی‌های جمعیتی تأثیر مستقیمی داشته و منجر به آغاز روند انقباض شهری شده است که جمعیت کاهش‌یافته شهرهای کوچک و روستاها جذب شهر اصفهان و شهرهای متوسط اطراف آن شده‌اند. توسعه مراکز صنعتی و برداشت بیش‌ازحد آب از سفره‌های زیرزمینی از طرفی و از طرف دیگر تجمع جمعیت در شهرهای بزرگ و اطراف مناطق شهری، علاوه بر افزایش دمای زمین، نیاز به منابع آبی را تشدید کرده و نابودی پهنه‌های کشاورزی و پوشش گیاهی اطراف شهرها را نیز در پی داشته است. با توجه به روند روبه کاهش منابع آب زیرزمینی در منطقه کلان‌شهری اصفهان و افزایش تمرکز جمعیت در شهرهای بزرگ منطقه، کاهش جمعیت سکونتگاه‌های کوچک منطقه نیز ادامه خواهد داشت و طبیعتاً مهاجرت‌ها و جابجایی‌های جمعیت گسترده‌تر خواهد شد.

حامی مالی

این اثر حامی مالی ندارد.

سهم نویسندگان در پژوهش

نویسندگان در تمامی بخش‌ها و مراحل پژوهش سهم برابر داشتند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه‌کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به‌ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقالات را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

رجائی، سید عباس. (۱۳۹۲). کارکرد مناطق شهری در فرایند شهرنشینی متغیر در ایران با تأکید بر مناطق کلان‌شهری. (رساله دکترا منتشرشده رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری)، *دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران*، تهران، ایران.

مهندسین مشاور نقش‌جهان پارس. (۱۳۸۳). طرح مجموعه شهری اصفهان دیروز، امروز، فردا. *مجله آبادی*، ۸ (۹)، ۲۳–۱۸.

کلانتری، خلیل و عبدالله‌زاده، غلامحسین. (۱۳۹۱). *برنامه‌ریزی فضایی و آمایش سرزمین*. تهران: انتشارات فرهنگ صبا.

منصوریان، حسین. (۱۳۹۵). پویش جمعیتی و الگوهای پوشش زمین در منطقه کلان‌شهری تهران. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۴(۴)، ۶۱۳–۶۳۳. https://doi.org/۱۰,۲۲۰۵۹/jurbangeo.۲۰۱۶,۶۲۱۹۸

ایران‌مهر، محسن، پور منافی، سعید و سفیانیان، علیرضا. (۱۳۹۳). پایش اکولوژیکی و بررسی تغییرات مکانی – زمانی پوشش اراضی با تأکید بر مقدار مصرف آب، بخش کشاورزی در محدوده زاینده‌رود. *اکو هیدرولوژی*، ۲ (۱)، ۲۲–۲۸.
https://doi.org/۱۰,۲۲۰۵۹/ije.۲۰۱۵,۵۵۱۲۶

خلج، معصومه، خلقی، مجید، ثقفیان، بهرام و بذرافشان، جواد. (۱۳۹۸). بررسی تأثیر عوامل انسانی و اقلیمی بر تغییرات تراز و کیفیت آب زیرزمینی در مناطق نیمه‌خشک. *تحقیقات منابع آب ایران*، ۱۵(۲)، ۲۷۸–۲۹۰.
https://dor.isc.ac/dor/۲۰,۱۰۰۱,۱,۱۷۳۵۲۳٤۷,۱۳۹۸,۱۵,۲,۲۱,۰

رجائی، عباس، پوراحمد، احمد و زبردست، اسفندیار. (۱۳۹۴). شهرنشینی متغیر: دیدگاه‌ها، نظریات و تجربیات جهانی. *جغرافیا*، ۱۲ (۴)، ۲۰۱–۲۱۷.

عزیزی، علی و صادقی رسول. (۱۳۹۹). خشک‌سالی و مهاجرت‌های اکولوژیکی در شمال غرب ایران در سه دهه اخیر. *محیط‌شناسی*، ۴۶ (۴)، ۶۰۱–۶۲۳. https://doi.org/۱۰,۲۲۰۵۹/jes.۲۰۲۱,۳۲۳۲۸۷,۱۰۰۸۱۷۰

References

Ayoub, S. Y. (2019). The Impact of population growth on water resources availability in western district, zanzibar, *University of Tanzania.*

Azizi, A., & Sadeghi, R. (2019). Drought and ecological migrations in northwestern Iran in the last three decades. *Environment*, 46(4), 601-623. [In Persian]

Bajracharya, A. R., Rai, R. R., & Rana, Sh. (2015). Effects of Urbanization on Storm Water Run-off: A Case Study of Kathmandu Metropolitan City, Nepal. *Journal of the Institute of Engineering*, 11(1), 36-49. DOI: 10.3126/jie.v11i1.14694

Bao, Chao., & He, D. (2019). Scenario Modeling of Urbanization Development and Water Scarcity Based on System Dynamics: A Case Study of Beijing–Tianjin–Hebei Urban Agglomeration, China, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 1-15. https://doi.org/10.3390/ijerph16203834

Bruneckienė, J., & Sinkienė, J. (2015). The Economic Competitiveness of Lithuanian-Polish Border Region's Cities: The Specific of Urban Shrinkage. Equilibrium. *Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 10(4), 133-149. DOI: http://dx.doi.org/10.12775/ EQUIL.2015.039

Butzer, K. W. (1976). Early Hydraulic Civilization in Egypt: A Study in Cultural Ecology. *University of Chicago Press*.

Di Fang, L, H,, Zhen, C., Xiaolin, H., Mengsheng, Q., Jichao, H., Yongqiang, L., & Esmaili, M. M. (2019). water supply crisis in Zayandeh Rood catchment area; Political and social issues and solutions for their management (case study: protests of 1389 to 1392. *social studies and research in Iran*, 9 (3), 567-585. [In Persian]

Eva, M., Cehan, A. & Laz˘ar, A. (2021). Patterns of Urban Shrinkage: A Systematic Analysis of Romanian Cities (1992–2020). *Sustainability*, 13(13), 1-23.

Haase, D., Haase, A., Kabisch, N., Kabisch, S., & Rink, D. (2012). Actors and factors in land-use simulation: The challenge of urban shrinkage, *Environmental Modelling & Software*, 35, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.02.012

Iran Statistics Center. (2015). *General population and housing census*. [In Persian]

Iranmehr, M., Pour Manafi, S. & Sufianian, A. (2014). Ecological monitoring and study of spatial-temporal changes of land cover with an emphasis on the amount of water consumption, agricultural sector in the area of Zayandehroud. *Ecohydrology*, 2 (1), 22-28. [In Persian]

Kalantari, K. & Abdullahzadeh, G. (2011). *Spatial planning and land preparation*. Tehran: Farhang Saba Publishing House. [In Persian]

Khalaj, M., Khalki, M., Thaqfian, B., & Bazarafshan, J. (2018). Investigating the impact of human and climatic factors on changes in the level and quality of underground water in semi-arid regions. *Iran Water Resources Research*, 15(2), 278-290. [In Persian]

Khavarian-Garmsir, AR., Pourahmad, A., Hataminejad, H., & Farhoodi, R. (2019). Climate change and environmental degradation and the drivers of migration in the context of shrinking cities: a case study of Khuzestan province, Iran. *Sustainable Cities and Society*, 47, 1-33. DOI: 10.1016/j.scs.2019.101480

Kumar, M., Sharif, M. & Ahmed, S. (2020). Impact of Urbanization on the river Yamuna basin, *International Journal of River Basin Management*, 18(4), 461-475. https://doi.org/10.1080/15715124.2019.1613412

Larson, K.L., Polsky, C., Gober, P., Chang, H., & Shandas, V. (2013). Vulnerability of Water Systems to the Effects of Climate Change and Urbanization: A Comparison of Phoenix, Arizona and Portland, Oregon (USA). *Environmental Management*, (52), 179–195. DOI: 10.1007/s00267-013-0072-2

Li, W., Hai, X., Han, L., Mao, Ji., & Tian, M. (2019). Does urbanization intensify regional water scarcity? Evidence and implications from a megaregion of China. *Journal of Cleaner Production*, 244, 1-20. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118592

Lipshitz, G. (1996). Spatial concentration and deconcentration of population: Israel as a case study. *Geoforum*, 27(1), 87–96. https://doi.org/10.1016/0016-7185(96)00004-8

Ma, Q., Gong, Z., Kang, J., Tao, r., & Dang, A. (2020). Measuring Functional Urban Shrinkage with Multi-Source Geospatial Big Data: A Case Study of the Beijing-Tianjin-Hebei Megaregion. *Remote Sens*, 12, 1-22. https://doi.org/10.3390/rs12162513

Mansourian, H. (2015). Population survey and land cover patterns in the metropolitan area of Tehran. *Urban Planning Geography Research*, 4(4), 613–633. [In Persian]

Morckel, V., & Rybarczyk, G. (2018). The effects of the Water crisis on population dynamics in the City of Flint, Michigan, *Cities & Health*, 2(1), 1-13. https://doi.org/10.1080/23748834.2018.1473095.

Naqshjahan Pars Consulting Engineers. (2004). Isfahan urban complex plan yesterday, today, tomorrow. *Abadi Magazine*, 8 (9), 18-23. [In Persian]

Niva, V., Cai, J., Taka, M., Kummu, M., & Varis, O. (2020). China's sustainable water-energy-food nexus by 2030: Impacts of urbanization on sectoral water demand. *Journal of Cleaner Production*, *252*, 119755. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119755

Onanuga, M. Y., Eludoyin, A. O., & Ofoezie, I. E. (2022). Urbanization and its effects on land and water resources in Ijebuland, southwestern Nigeria. *Environment, Development and Sustainability, 24*(1), 592–616. https://doi.org/10.1007/s10668-021-01458-1

Park, M. Y. (2015). *Modeling population and land use change within the metropolitan areas of Ohio* (Doctoral dissertation). The Ohio State University.

Patra, S., Sahoo, S., Mishra, P., & Mahapatra, S. C. (2018). Impacts of urbanization on land use/cover changes and its probable implications on local climate and groundwater level. *Journal of Urban Management, 7*(2), 70–84. https://doi.org/10.1016/j.jum.2018.04.006

Rajaei, A., Pourahmad, A., & Mozaal, E. (2014). Changing urbanization: Global perspectives, theories and experiences. *Geography, 12*(4), 201–217. [In Persian]

Rajaei, A. (2014). Spatial analysis of urbanization processes in the metropolitan area of Tehran. *Urban and Regional Studies and Researches, 7*(25), 83–102. [In Persian]

Rajaei, S. A. (2012). *The function of urban areas in the process of changing urbanization in Iran with an emphasis on metropolitan areas* (Doctoral dissertation). University of Tehran, Department of Human Geography. [In Persian]

Riley, M. K. (2008). The effects of urbanization on water quality: A biological assessment of three Bay Area watersheds using benthic macroinvertebrates as biological indicators. *Water Quality and Urbanization, 1*, 1–20.

Sarker, B., Keya, K. N., Mahir, F. I., Nahiun, K. M., Shahida, S., & Khan, R. A. (2021). Surface and ground water pollution: Causes and effects of urbanization and industrialization in South Asia. *Scientific Review, 7*(3), 32–41. https://doi.org/10.32861/sr.73.32.41

Sarvari, H., Tamosaitiene, J., Chan, D. W. M., Rakhshanifar, M., & Bear, M. (2019). A risk-based approach to evaluating the impacts of Zayanderood drought on sustainable development indicators of riverside urban in Isfahan, Iran. *Sustainability, 11*(23), 6797. https://doi.org/10.3390/su11236797

Scarborough, V. L. (2003). *The flow of power: Ancient water systems and landscapes*. SAR Press. https://doi.org/10.2307/4141571

Shao, M., Zhao, G., Kao, S.-C., Cuo, L., Rankin, C., & Gao, H. (2020). Quantifying the effects of urbanization on floods in a changing environment to promote water security—A case study of two adjacent basins in Texas. *Journal of Hydrology*, 589, 125154. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125154

Sharma, S. (2017). Effects of urbanization on water resources—Facts and figures. *International Journal of Scientific & Engineering Research, 8*(4).

Simwela, A., Kintu, M. H., Morie, S., & Mekondjo, S. S. (2018). A literature review of impacts of climate change and urbanization on water resource management: An Asian perspective. *International Journal of Scientific and Research Publications, 8*(5), 417–423. https://doi.org/10.29322/IJSRP.8.5.2018.p7754

Stryjakiewicz, T., & Jaroszewska, E. (2016). The process of shrinkage as a challenge to urban governance. *Quaestiones Geographicae, 35*(2), 27–37. https://doi.org/10.1515/quageo-2016-0013

Tucci, C. E. M. (2017). Waters of Brazil: Urbanization and water resources. In *Waters of Brazil* (pp. 137–162). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41372-3_7

Viet, L. V. (2020). Effects of urbanization on groundwater level in aquifers of Binh Duong Province, Vietnam. *Journal of Groundwater Science and Engineering, 9*(1), 20–36. https://doi.org/10.19637/j.cnki.2305-7068.2021.01.003

Wang, F., & Prominski, M. (2020). *Water-related urbanization and locality protecting: Planning and designing urban water environments in a sustainable way*. Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102646

Wang, J., Yang, Z., & Qian, X. (2020). Driving factors of urban shrinkage: Examining the role of local industrial diversity. *Cities, 99*, 102646. https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102646

Wittfogel, K. A. (1957). *Oriental despotism: A comparative study of total power*. Yale University Press. https://doi.org/10.30541/v56i4pp.393-395

Zakirova, B. (2010). Shrinkage at the urban fringe: Crisis or opportunity? *Berkeley Planning Journal, 23*(1), 1–18. https://doi.org/10.5070/BP323111431

Zhang, K., Shen, J., He, R., Fan, B., & Han, H. (2019). Dynamic analysis of the coupling coordination relationship between urbanization and water resource security and its obstacle factor. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16*(23), 4765. https://doi.org/10.3390/ijerph16234765