

The Effects of Physical Expansion on the Environmental Resilience
Case Study: City Babol

Hajar Yadollahnia¹, Sayed Abbas Rajaei^{2*}, Ahmad PurAhmad³, Mohammad Amin Khorasani⁴.

1- M.A Student of Geography and Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Assistant Professor of Geography and Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran

3- Professor of Geography and Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran

4- Assistant Professor of Geography and Rural Planning, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 31 March 2021

Accepted: 2 August 2021

Extended Abstract

Introduction

The idea of resilience is an accepted positive trait that contributes widely to sustainability. Definitions of urban resilience focus mainly on sustainability. Urban resilience and sustainability have emerged in recent years as an important paradigm for understanding the threats to humanity and the environment. From the perspective of environmental management, socio-environmental system approaches use interdisciplinary research to evaluate and enhance the sustainability of social and environmental systems. Criteria for assessing urban resilience in regions are divided into several main issues that cover the environmental, economic, social and institutional dimensions of sustainability.

Methodology

This research is of applied type and can help in making decisions and improving urban growth management in the form of urban resilience approach. In this research, quantitative research method has been used. In order to achieve its goals, it is done by descriptive and analytical methods and the growth pattern of the city of Babol in recent decades was analyzed and analyzed with environmental resilience indicators. The method of data collection is both library and field. Library studies include the use of document sources, as well as books, dissertations, journals and articles, statistics, and research in this field. For this research, the method of interpreting satellite images and aerial photographs has been used. A combination of aerial and satellite images has been used to study and understand the growth of the city. The Holdern method is one of the basic methods for determining the urban sprawl. In this way, it is possible to determine how much of the urban growth has been due to population growth and how much has been due to unstable urban growth.

Results and discussion

The phenomenon of urban creep causes access to fertile agricultural lands around and around the city. With the destruction and analysis of the natural environment, the rural identity of these areas is destroyed. In the studies performed in the urban constructions of Babolrud area, the area of the river area has been used based on the specified area of the area prepared by the municipality. A number of urban blocks are completely or partially located in the river. According to the 2016 census, there are 10,478 people living in these blocks, who are at risk of

* . Corresponding Author (Email: sarajaei@ut.ac.ir)

Copyright © 2021 Journal of Geography. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages provided the original work is properly cited.

flooding and flooding of houses during heavy rains. The map obtained from the satellite images of 1986 shows that the city of Babol and the city of Amirkola were physically connected to each other. The phenomenon of urban creep causes access to fertile agricultural lands around and around the city. With the destruction and analysis of the natural environment, the rural identity of these areas is destroyed. In the studies carried out in the urban constructions of Babolrud area, the area of the river area has been used based on the specified area of the map prepared by the municipality and a number of urban blocks are completely or partially in the area of the river. According to the 2016 census, there are 10,478 people living in these blocks, who are at risk of flooding and flooding of houses during heavy rains. The map obtained from the satellite images of 1986 shows that the city of Babol and the city of Amirkola were physically connected to each other. The study of the city land use map shows that the residential lands with an area of 941.25 hectares constitutes the most land use within the city of Babel. Urban green space covers 898.65 hectares of the city limits, which include public green spaces, agricultural land and inner city gardens. The results of the Holdern model for the city of Babel in Table 3 show that between ۱۹۵۸ and ۱۹۸۷ about 66% of the physical growth of the city was related to population growth and 34% of the city growth was related to the horizontal distribution of the city. The obtained results related to the years 1365 to 1375 show that in this period, the growth of the city of Babel was 1.11 percent related to population growth and -0.11 percent was related to the physical growth of the city. The results of the study of the landscape pattern show the expansion of the main core of the city and the integration of the spots with the surrounding spots and the main core of the city and their inclusion. Examination of the marginal spots and their density shows that they have grown over the years and joined the core of the city.

Conclusion

According to the results obtained from the urban area of Babol, the increase of urban lands from 1958 to 2018 shows 12.63 times the increase of these lands. The city of Babol is one of the major cities in the northern region of the country, which is topographically located in a flat plain and in direct contact with fertile agricultural lands and water areas. There are also weaknesses in terms of paying attention to the river area and observing it, so that about 10,000 people live in building blocks, all or part of which are located in the area, which indicates a decrease in light. The city is prosperous in terms of environmental issues. Due to the widespread problems in cities, the effect of the horizontal distribution of the city of agricultural lands around the city and the conversion of these lands into urban levels has been determined that about 2635 hectares from 1958 to 2018 of arable land has been converted into a city and this The trend continues This part of our results is the study of Karimi Firoozjaee et al. (2018) are straightforward. The results obtained from the Holdern equation show that during the 3 decades 1958 to 1988 the unstable growth of the city was more due to the horizontal distribution of Babol, but in the 3 decades 1986 to 2018 most of the physical growth of the city was due to population growth and urban distribution trend This part of the results is in line with the results of the study of Alavi et al. (2017), which indicates a decrease in gross density and the annexation of peripheral areas to the city of Babol. From 1958 to 2016, 16 villages were merged and annexed to the city of Babol, and these villages are now part of the neighborhoods of this city. In fact, it can be said that the continuous texture built around the city consists of residential centers, streets, green space, etc. Agricultural lands have occurred with the merger and annexation of the surrounding villages, and the scattering of the city has occurred in a connected manner along the axes and separately with the change of agricultural land use in the surrounding rural areas.

Keywords: Resilience, physical growth of the city, environmental resilience, city of Babol.

اثرات گسترش فیزیکی بر تاب‌آوری زیست‌محیطی مطالعه موردی: شهر بابل*

هاجر یدالله‌نیا - دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

سید عباس رجایی^۱ - استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

احمد پوراحمد - استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

محمدامین خراسانی - استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۱

چکیده

یکی از موضوعات مهم قرن ۲۱ توجه به گسترش فیزیکی شهر است که اگر بدون برنامه باشد همواره مشکلات متنوعی از جمله مشکل زیست‌محیطی را به همراه دارد که نتیجه آن ایجاد مسائلی جبران‌ناپذیر برای منابع طبیعی خواهد بود. در این تحقیق محدوده بررسی، شهر بابل است که در تماس مستقیم با طبیعت و زمین‌های کشاورزی قرار دارد. روش تحقیق کمی است و در راستای رسیدن به اهداف، با روش توصیفی و تحلیلی صورت می‌پذیرد. نتایج به‌دست‌آمده از آمار جمعیتی نشان می‌دهد جمعیت شهری بابل و امیرکلا از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵، ۷/۷۵ برابر شده و به ۲۸۰۶۹۵ نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است. نتایج رشد مساحت شهر نشان می‌دهد مساحت ساخته‌شده شهری از ۲۲۶،۴۴ هکتار سال ۱۳۳۶ به ۲۸۶۱،۸۲ هکتار سال ۱۳۹۷ رسیده، یعنی ۱۲/۶۳ برابر شده که نشان می‌دهد رشد شهر از رشد جمعیت پیشی گرفته است. نتایج حاصل از مدل هلدرن در مورد شهر بابل نشان می‌دهد که در فاصله سال‌های ۱۳۳۶ تا ۱۳۶۵ حدود ۶۶ درصد رشد فیزیکی شهر مربوط به رشد جمعیت و ۳۴ درصد رشد شهر مربوط به پراکنش افقی شهر بوده است. ولی اطلاعات به‌دست‌آمده مربوط به سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۷ نشان از رشد فیزیکی منفی شهر بعد از سال ۱۳۶۵ است که نشان‌دهنده افزایش تاب‌آوری زیست‌محیطی شهر در دهه‌های اخیر است. نتایج بررسی الگوی سیمای سرزمین نشان‌دهنده گسترش هسته اصلی شهر و ادغام لکه‌ها با لکه‌های اطراف و هسته اصلی شهر و در بر گرفته شدن آن‌هاست. بررسی لکه‌های حاشیه‌ای و تراکم آن‌ها نشان می‌دهد در طی این سال‌ها رشد یافته‌اند و به هسته اصلی شهر پیوستند.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری، رشد فیزیکی شهر، تاب‌آوری زیست‌محیطی، شهر بابل.

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد سرکار خانم هاجر یدالله‌نیا در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری به راهنمایی نویسنده دوم و سوم و مشاوره نویسنده چهارم در دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران می‌باشد.

مقدمه

سیستم‌های شهری اکوسیستم‌های مستقل یا خودمختار نیستند. آن‌ها عمدتاً به اکوسیستم‌های اطراف در مناطق روستایی و یا اکوسیستم‌های دورتر بستگی دارند که نیازهای روزانه خود را شامل غذا، آب و مواد برای مسکن و سایر موارد را از آن‌ها به دست می‌آورند (Wratten et al, 2013: 11). گسترش شهری معمولاً با کنترل نامناسب مناطق اطراف حومه شهر پدید می‌آید. شکل‌گیری الگوهای کم تراکم، برنامه‌ریزی ضعیف برای توسعه به‌عنوان یک محصول انقلاب صنعتی در اوایل قرن نوزدهم بوده است. رشد شهر باعث از دست دادن زمین روستایی در حاشیه شهر و تخریب جنگل‌ها شده است (Brian, 2016: 201). در این میان با توسعه شهرها و افزایش تغییرات ناشی از فعالیت انسانی در محیط‌زیست، اکوسیستم طبیعی دچار بحران شده است؛ لذا تاب آور ساختن این جوامع از جمله مسائل مهم در این دوره به شمار می‌رود. تاب‌آوری به‌عنوان توانایی یک سیستم برای آماده شدن برای تهدیدات، تحلیل اثرات، بهبود و سازگاری پس از فشار مداوم و یا یک رویداد مخرب به حساب می‌آید (Marchese et al, 2018: 1275). ایده تاب‌آوری، یک ویژگی مثبت پذیرفته شده است که به‌طور گسترده به پایداری کمک می‌کند. تعاریف تاب‌آوری شهری عمدتاً بر پایداری تمرکز می‌کنند (Meerow et al, 2016: 39). تاب‌آوری شهری و پایداری در سال‌های اخیر به‌عنوان پارادایم مهمی برای درک تهدیدات بشریت و محیط‌زیست ظهور کرده است. از منظر مدیریت محیط‌زیست، رویکردهای سیستم اجتماعی-محیطی، از تحقیقات بین‌رشته‌ای برای ارزیابی و افزایش پایداری سیستم‌های اجتماعی و محیطی استفاده می‌کنند (Li et al, 2018: 184). معیارهای ارزیابی تاب‌آوری شهری مناطق به چند موضوع اصلی تقسیم می‌شوند که ابعاد زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و نهادی را از پایداری پوشش می‌دهند (Sharifi & Yamagata, 2014: 1491). در زمینه‌های تاب‌آوری شهری و گسترش فیزیکی شهر مطالعاتی انجام شده است که در ادامه به چند مورد آن‌ها اشاره شده است:

داپرس^۱ و همکاران (۲۰۱۶)، در پژوهشی به‌عنوان «تأثیرات گسترش شهری در ارتباطات زیست‌محیطی در منطقه مادر شهری مونترال» به اثرات ترویج شهری را بر محیط‌زیست پرداخته است. الگوهای و فرآیندهای در منطقه مادر شهر مونترال بین ۱۹۶۶ و ۲۰۱۰ پراکنده بوده است. مناطق شهری با تراکم کم در سرتاسر قلمرو در طول این دوره به شدت افزایش یافته است که باعث تکه‌تکه شدن قلمرو، جداسازی چندین فضای طبیعی باقی مانده و کاهش اتصال اکولوژیکی آن‌ها شده و در نهایت تنوع زیستی کاهش یافته است. نتایج به دست آمده به وضوح نشان می‌دهد که تغییرات کاربری زمین رخ داده در این مناطق باعث تغییرات عمیق در چشم‌انداز شده است. اسکوگ و استین^۲ (۲۰۱۶)، به پژوهشی با عنوان «تأثیر تمرکز و رشد جمعیت و ترویج پراکنش شهری روی زمین کشاورزی در نروژ چگونه است؟» پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد در راستای رشد جمعیت، مناطق شهری در اکثر شهرهای مرکزی، مهم‌ترین شهرک‌سازی شهر را درازای از بین رفتن زمین‌های کشاورزی تجربه می‌کنند. علاوه بر این، زمین‌های کشاورزی باقی مانده در مناطقی قرار دارند که قبلاً وجود داشته‌اند فشار قابل توجهی را برای ادامه کاربری کشاورزی تحمل می‌کنند. با فرض اینکه روند فعلی ادامه یابد، درگیری‌هایی در برنامه‌ریزی استفاده از آینده زمین شهری، چالش‌های بزرگی برای حفاظت از زمین‌های کشاورزی خواهد بود. باقری و توسی (۲۰۱۸)، در پژوهشی با عنوان «توضیح پدیده پراکندگی شهری در منطقه کلان‌شهر شیراز

1. Dapers

2. Skog & Stein

(SMA)» به بررسی پدیده پراکندگی شهر شیراز پرداخته‌اند. بررسی عوامل تأثیرگذار رشد شهر نشان داد، رشد جمعیت به دلیل فرصت‌های شغلی، درآمد نسبی بالای خانوار و سیاست‌های مسکن مقرون‌به‌صرفه، از عامل اصلی گسترش شهر است. علاوه بر این، جذب گروه خلاق از طریق توسعه دانش اقتصاد و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، تأثیر منفی بر گسترش شهرها دارد. علاوه بر این، خودرو محور شدن گسترش شهر به سمت مناطق ارزشمندی طبیعی و روستایی تشدید کرده است. ژو^۱ و همکاران (۲۰۱۹)، در پژوهشی به‌عنوان «گسترش شهری در یک سرزمین بزرگ: دیدگاه فضایی و زمانی چندگانه» به مطالعه پراکندگی شهر در مقیاس چندگانه فضایی و زمانی، بر روی ناحیه پکن-تیانجین-هبی که یکی از بزرگ‌ترین مناطق شهری در چین است پرداخته‌اند. نتایج با بررسی ویژگی‌های چندگانه گسترش فضایی شهری و نحوه تغییر آن‌ها به زمان، با استفاده از ترکیبی از تراکم و مرکزیت عبارت‌اند از: مجتمع مسکونی شهری این ناحیه در سال‌های ۱۹۸۴-۲۰۱۵ با گسترش روزافزون شهری، تغییرات بزرگی در نرخ رشد سالانه داشته است. همچنین سرانه زمین در این ناحیه روند رو به رشدی را نشان داد که نشان‌دهنده کاهش تراکم و بهره‌وری استفاده از زمین است و در نتیجه افزایش پراکنش شهری دیده می‌شود.

رشد شهر که به‌صورت گسترش فیزیکی بی‌برنامه‌ای است موجب تشدید بحران‌های زیست‌محیطی شهر و کاهش فضای سبز اطراف شهر شده است در نتیجه پراکندگی شهر مسائلی مانند اسراف در استفاده از زمین، افزایش هزینه زیرساختی و عدم پیوستگی حومه شهر پیش می‌آید. با رشد فیزیکی شهرها، زمین‌های کشاورزی و منابع طبیعی تغییر کاربری می‌دهند، که این عمل باعث قطعه‌قطعه شدن اکوسیستم طبیعی شده و بر تنوع زیستی منطقه تأثیر منفی می‌گذارد. در اینجا درک ارتباط بین انسان و طبیعت در شهرسازی و تصمیم‌سازی شهری برای رسیدن به تاب‌آوری و پایداری شهری ضرورت می‌یابد. شهر بابل به لحاظ موقعیت مکانی در میان اکوسیستم طبیعی واقع شده و با توجه به گسترش فیزیکی شهر و تأثیرگذاری منفی بر روی اکوسیستم طبیعی توجه به این مسئله را ضروری ساخته است. در این پژوهش به بعد زیست‌محیطی تاب‌آوری پرداخته شده است. سؤال‌های این تحقیق عبارت است از: روند گسترش فیزیکی شهر بابل در سال‌های اخیر چگونه بوده و چه تأثیری بر تاب‌آوری زیست‌محیطی شهر داشته است؟

مبانی نظری

شهرنشینی یک‌شکل از رشد شهری است که یک پاسخ به اغلب مجموعه‌های بی‌نظیری از نیروهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی و جغرافیای فیزیکی منطقه است. شهرنشینی، به‌عنوان یک تهدید برای محیط‌زیست و توسعه دیده نمی‌شود اما گسترش شهر را که تغییر کاربری اراضی آن در هر منطقه که نگرانی در از دست دادن زمین‌های کشاورزی را سبب می‌شود (Nengroo et al, 2017: 45). شکل پراکندگی شهری و ساخت‌وسازهای جدید در اطراف شهر، باعث آسیب‌های اجتماعی-اقتصادی و تخریب منابع زیست‌محیطی در شهرها و اطراف آن گردیده است (حسینی و امیریان، ۱۳۹۹: ۱۴۸). علل گسترش شهرها و شهرنشینی سریع در کشورهای درحال توسعه دو عامل مهم، مهاجرت روستایی-شهری و افزایش رشد طبیعی جمعیت است (Bekele, 2010: 15). زمین اصلی‌ترین عنصر در توسعه شهری محسوب می‌شود، از این‌رو تنظیم و کنترل نحوه استفاده از آن و همچنین محاسبه نیاز واقعی شهر به زمین به‌منظور تأمین کاربردهای مختلف، در حل مشکل گسترش فیزیکی شهر مؤثر است (محمودیان و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۵). گسترش

سریع شهری به‌طور فزاینده‌ای باعث از دست رفتن زیستگاه‌های مهم و کاهش ارتباطات چشم‌انداز است. به‌عنوان مثال حیوانات را از رسیدن به زیستگاه مناسب منع می‌کند. بنابراین، ارزیابی اتصال در یک چشم‌انداز شهری اهمیت حیاتی برای حفاظت از تنوع زیستی دارد (Huang et al, 2018: 1554). اثرات زیست‌محیطی شهرنشینی مانند آلودگی حوزه‌های آبخیز، از دست دادن تنوع زیستی و تغییر در آب‌وهوا و خدمات اکوسیستم محلی و در نهایت توانایی آن‌ها برای حفظ جمعیت شهری و زیرساخت‌های آن در مقیاس جهانی تأثیر می‌گذارد (Alberti & Marzluff, 2004: 241-242). اثرات زیست‌محیطی گسترش شهر عبارت‌اند از: از دست دادن فضای عمومی باز و زمین‌های کشاورزی، افزایش سفرهای خودرو محور، کاهش چشم‌انداز زیبایی بصری یکنواخت، افزایش فاضلاب و تخریب اکوسیستم (Lee et al, 2018: 71). گسترش سریع شهرها منجر به تغییر الگوی استفاده از زمین و تهدید منابع باارزش زیست‌محیطی می‌شود (Xu et al, 2018: 12). تبدیل سطح زمین به زمین شهری یکی از تأثیرات غیرقابل برگشت انسانی در زیست‌کره است که باعث از بین رفتن زمین‌های کشاورزی می‌شود و بر آب‌وهوای زیستگاه‌ها تأثیر می‌گذارد و تنوع زیستی را تهدید می‌کند (Seto et al, 2011: 1).

تاب‌آوری به ظرفیت انسانی اشاره دارد. از سوی دیگر تاب‌آوری در یک جامعه بسته به منظر رشته از راه‌های مختلف تعریف شده است. این می‌تواند یک گروه از افراد در زمینه جسمی، زیست‌محیطی، اقتصادی، ارتباطی، سیاسی و اجتماعی باشد (Masys, 2015: 228). تاب‌آوری به‌عنوان ظرفیت بالقوه سیستم، جامعه در معرض مخاطرات برای سازگاری یا مقاومت در برابر تغییرات به‌منظور رسیدن یا حفظ سطح مناسبی از عملکرد و ساختار شناخته می‌شود نبود تاب‌آوری سیستم را به سمت محدودیت‌های آن سوق می‌دهد (محمدی و راستگونی‌زاد، ۱۳۹۷: ۱۶۲). تاب‌آوری نشان‌دهنده درجه‌ای از یک سازگاری پیچیده است و سیستم قادر به خودسازمان‌دهی است (در مقابل کمبود یا عوامل خارجی)، درجه‌ای که سیستم می‌تواند ساخت و ظرفیت تعادل و انطباق را افزایش دهد (Folke et al, 2004: 558). در اکوسیستم‌های شهری، تاب‌آوری زیست‌محیطی به‌عنوان ظرفیت یک شهر بدون تغییر ساختار اساسی عملکرد و هویت خود بیان می‌شود. حتی اگر یک شوک غیرمنتظره اساس هویت یک شهر را تغییر یا پاک کند، شهر تاب آور می‌تواند چنین اثراتی را پشت سر بگذارد (Kattela et al, 2013: 500). «تاب‌آوری به ظرفیت اساسی یک اکوسیستم در مواجهه با نوسانات محیط‌زیستی و بهره‌برداری انسان اطلاق می‌شود (Parivar et al, 2013: 158). تاب‌آوری محیط‌زیستی بر ارائه خدمات اساسی و پایدار سیستم تأکید دارد. سیستم‌های محیط‌زیستی تاب آور، فشارها را کاهش داده و دارای منابع گسترده و قابل تجدید است (Mirzaee, 2014: 58). با توجه به فرآیندهای شهرنشینی و پراکندگی شهری زیرساخت‌های سبز و چشم‌انداز شهری اغلب به‌شدت تقسیم‌شده یا از یک سری از تکه‌های جداشده تشکیل شده است. اتصال زیست‌محیطی کاهش یافته و معمولاً باعث کاهش خدمات اکوسیستم می‌شود (Meerow, 2017: 92). با توجه به محدودیت‌های تحقیق و موجود بودن داده‌های اولیه، تعدادی از شاخص‌های موجود، بررسی شده است. شاخص‌های بررسی شده در این تحقیق در ادامه ارائه شده است:

نزدیکی به رودخانه

رودخانه بستر حیات است و بیشتر تمدن‌های بزرگ دنیا در کنار رودخانه‌ها شکل گرفته‌اند. فعالیت‌های انسانی و دخالت‌های او، با تأثیرپذیری از عواملی مانند وضعیت محیط، میزان جمعیت و سطح اقتصادی - صنعتی به‌طور جدی عملکرد طبیعی فرایندهای فیزیکی و زیستی رودخانه‌ها را تغییر خواهد داد (Jamali et al, 2016: 592). افزایش

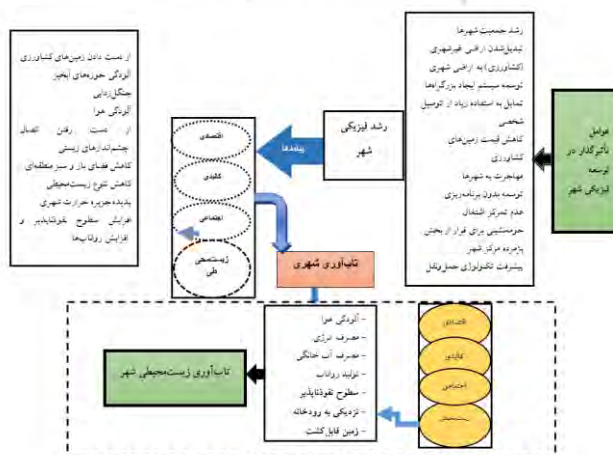
جمعیت و در پی آن کمبود زمین برای ساخت‌وساز خصوصاً در کلان‌شهرها، باعث شده تا تغییرات شدیدی در مورفولوژی حوزه‌های آبریز ایجاد شود. تجاوز به حریم رودخانه‌ها، مسیل‌ها و آبراهه‌ها، باعث تغییر الگوی زهکشی طبیعی و جاری شدن جریان‌های بیش از ظرفیت آبراهه‌ها و مسیل‌های شهری می‌شود (Heravi et al, 2015: 183).

سطوح نفوذناپذیر

با توسعه شهر، سطوح نفوذپذیر طبیعی به سطوح غیرقابل نفوذ، آسفالت، سنگ‌فرش و موزاییک تبدیل شده‌اند که از سوی بافت شهر جریان طبیعی آب را بر هم زده است و در هنگام بارندگی حجم زیاد آب حاصل از بارش در سطح خیابان‌ها جریان می‌یابد (Bolandnazar, 2017: 2). پوشش گیاهی باعث کاهش تولید رواناب و افزایش نفوذ آب در خاک می‌شود (Khazaei et al, 2011: 146). پوشش جنگل می‌تواند از فرسایش خاک، جاری شدن آب در سطح خاک و تشکیل سیلاب جلوگیری کند. جنگل باعث می‌شود آب به تدریج جریان یابد (Mokhtari, 2009: 76). جاده‌ها، پارکینگ‌ها، خانه‌ها و... جای اراضی طبیعی را گرفته‌اند لذا سطوح نفوذپذیر کاهش چشمگیری داشته است. بارانی که قبلاً پوشش گیاهی را سیراب می‌کرده و به درون خاک نفوذ می‌کرده اکنون مقادیر قابل توجهی از آن تبدیل به رواناب شده است (Habibi, 2013: 31). سطوح نفوذناپذیر را به‌عنوان شاخصی از منابع آلاینده غیر نقطه‌ای در نظر می‌گیرند. مهم‌ترین اثر توسعه شهری افزایش شدید رواناب سطحی است که حاصل گسترش سطوح نفوذناپذیر از جمله ساختمان، سنگ‌فرش پیاده‌روها و جاده‌هاست (Zaeri Amiri & Sofyanian, 2013: 1-3).

مناطق قابل کشت

در دهه‌های اخیر شدت تغییر کاربری اراضی به‌گونه‌ای بوده است که بنا بر گزارش سال ۲۰۱۲ فائو، بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ سرانه اراضی قابل کشت در جهان ۱,۴۶ و در ایران ۲,۰۵۴ درصد کاهش یافته است (Sadeghloo et al, 2019: 46). اراضی کشاورزی شهرها، نقش مهمی را در تأمین امنیت غذایی و کسب درآمد برای جمعیت شهری دارد (Mirkatooli, 2012: 34). گسترش افقی شهر و ساخت‌وسازهای جدید در اطراف شهر، باعث آسیب‌هایی از جمله تخریب منابع زیست‌محیطی می‌شود و با توسعه شهر زمین‌های قابل کشت مجاور شهر برای ساختمان‌سازی استفاده می‌شود (Ghorbani et al, 2013: 14). به دنبال تخریب باغ‌ها شاهد احداث توسعه‌های مسکونی و غیرمسکونی در قسمتی از باغات خواهیم بود و به تدریج باغ‌ها به فعالیت‌های غیر از تبدیل می‌شوند (Rahnama & Roosta, 2013: 114).



شکل شماره ۱. مدل مفهومی پژوهش

روش پژوهش

این تحقیق از نوع کاربردی است و می‌تواند در جهت امر تصمیم‌گیری و بهبود مدیریت رشد شهری در قالب رویکرد تاب‌آوری شهری کمک کند در این تحقیق از روش تحقیق کمی استفاده شده است. در راستای رسیدن به اهداف خود، با روش توصیفی و تحلیلی صورت می‌پذیرد و به تحلیل الگوی رشد شهر بابل در چند دهه اخیر پرداخته شد و با شاخص‌های تاب‌آوری زیست‌محیطی تحلیل گردید. روش گردآوری اطلاعات، به دو صورت کتابخانه‌ای و میدانی است. مطالعات کتابخانه‌ای شامل استفاده از منابع اسناد، همچنین کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها، مجله‌ها و مقاله‌ها، آمارنامه‌ها و پژوهش‌های انجام شده در این زمینه است. برای انجام این پژوهش از روش تفسیر تصویرهای ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی استفاده شده است. از تلفیق عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای در بررسی و شناخت رشد شهر بهره گرفته شده است. روش هلدن:

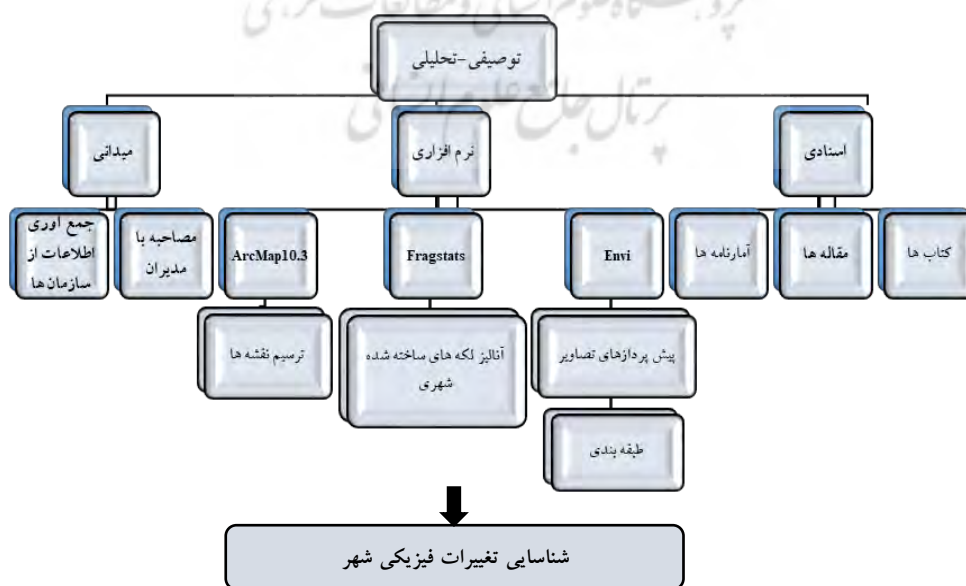
روش هلدن یکی از روش‌های اساسی برای مشخص نمودن پراکنش شهری (urban sprawl) است. با این روش می‌توان مشخص نمود چه مقدار از رشد شهر ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد بی‌قواره شهری بوده است. در این مدل از فرمول سرانه ناخالص زمین استفاده شده و با جایگزینی میزان رشد جمعیت و سرانه ناخالص نسبت مقادیر پایان دوره و آغاز دوره متغیرهای طی فاصله زمانی در رابطه خواهیم داشت:

$$\text{Ln} \frac{\text{سرانه ناخالص پایان دوره}}{\text{سرانه ناخالص آغاز دوره}} = \text{Ln} \frac{\text{جمعیت شهر پایان دوره}}{\text{جمعیت شهر آغاز دوره}} + \text{Ln} \frac{\text{وسعت شهر پایان دوره}}{\text{وسعت شهر آغاز دوره}}$$

بر اساس نرخ رشد می‌توان معادله هلدن را به شکل زیر نوشت:

سهم رشد افقی + سهم رشد جمعیت شهر = گسترش شهر

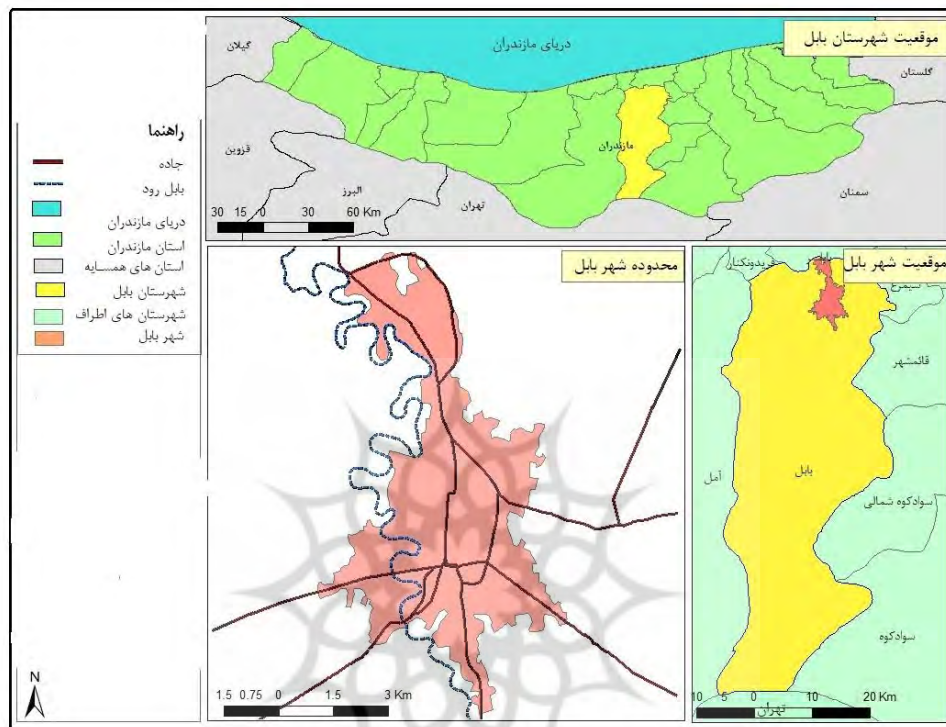
در ادامه برای تهیه شکل‌های لازم و استخراج اطلاعات از نرم‌افزارهای ArcMap10.3، Envi و Fragstats استفاده شده است و در زیر به صورت (شکل ۱)، نمایش داده شده.



شکل شماره ۲. روش تحقیق

محدوده مورد مطالعه

شهر بابل در ۲۱۷ کیلومتری شمال شرقی تهران در مرکز شهرستان بابل و به فاصله ۴۸ کیلومتری از مرکز استان (ساری) واقع شده است. شهر بابل در مختصات جغرافیایی ۳۴ دقیقه و ۳۶ درجه عرض جغرافیایی و ۴۴ دقیقه و ۵۴ درجه طول جغرافیایی قرار دارد (مهندسان مشاور هفت شهر، ۱۳۸۹).



شکل ۳. موقعیت جغرافیایی شهر بابل

بحث و یافته‌ها

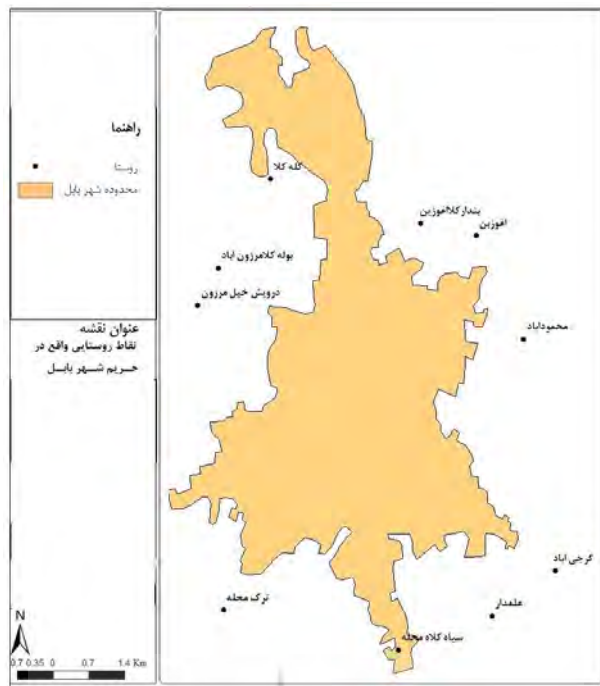
با افزایش جمعیت شهر، شهرها نمی‌توانند برای همه افراد فضای حیاتی مناسبی فراهم کنند به همین خاطر بخشی از جمعیت اضافه‌شده شهری به پیرامون شهر رانده می‌شوند. در اینجا روستاهای پیرامون شهر مرکز اصلی جذب جمعیت می‌شوند همچنین از دیگر دلایل مورد توجه بودن این روستاها قیمت مناسب زمین‌های آن نسبت به زمین شهری و امکان بهره‌مندی از خدمات شهری است با همین دلایل عنوان شده جمعیت این روستاها زیاد و زیادتر می‌شود و در اثر ساخت‌وساز به حالت پیوسته به شهر درمی‌آید و به تدریج به شهر الحاق می‌شوند. پیوستن برخی از روستاها به شهر در پی توسعه فضایی بابل و گسترش محدوده قانونی آن است. روستاهای کمانگرکلا (۹۱۳ نفر جمعیت طبق سرشماری سال ۱۳۷۵) در جنوب، روستای حیدرکلا در شرق و روستای کتی در بخش جنوب شرقی شهر در امتداد جاده بابل به ساری از این نمونه‌ها هستند (Haft Shahr Consulting Engineers, 2010: 46). اغلب روستاهای ادغام‌شده به جهت نزدیکی و قرارگیری در مجاورت محورهای ارتباطی برون‌شهری به شهر بابل ادغام‌شده‌اند. از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ تعداد ۱۶ روستا به شهر بابل ادغام و الحاق شده‌اند که بیش‌تر این ادغام‌ها و الحاق‌ها در دهه ۴۵-۱۳۳۵ و ۷۵-۱۳۶۵ اتفاق افتاده است و این روستاها هم‌اکنون بخشی از محله‌های این شهر را تشکیل می‌دهند. در واقع می‌توان گفت بافت پیوسته

ساخته شده اطراف شهر مشتمل بر مراکز سکونتی، خیابان‌ها، فضای سبز و... هستند (Kamanroodi Kojoori & Gholizade, 2019: 60). جمعیتی که به شهرها مهاجرت می‌کنند اکثر آن‌ها در نواحی حاشیه‌ای و روستاهای نزدیک و اطراف شهر به علت قیمت پایین‌تر زمین و مسکن نسبت به نواحی داخلی شهر، ساکن می‌شوند. لذا با افزایش ساخت‌وساز زمین‌های کشاورزی موجود بین روستاها و شهر به فضاهای ساخته شده تبدیل می‌شود تا جایی که روستا و شهر از لحاظ فیزیکی به یکدیگر متصل می‌شوند. بنابراین می‌توان گفت زمین‌های اطراف شهر بستر اصلی توسعه شهری و روستایی هستند که دولت‌ها باید با اعمال سیاست‌ها و برنامه‌هایی از رشد بدون برنامه آن‌ها جلوگیری کنند. با توجه به این تعریف روستاهایی در حریم شهر واقع شده‌اند، بررسی‌ها نشان داد که تعداد ۱۰ روستا با مجموع جمعیت ۱۵۵۴۷ هزار نفر در حریم شهر بابل واقع شده‌اند که طبیعتاً در آینده رشد شهری به شهر ملحق خواهند شد. در (جدول ۱)، روستاهای واقع در حریم شهر آورده شده است:

جدول شماره ۱. روستاهای موجود در حریم شهر بابل

روستا	جمعیت سال ۱۳۹۵ (نفر)
ترک محله	۱۸۱۱
علمدار	۲۳۲۴
گرچی آباد	۲۱۷۴
سیاهکلامحله	۳۸۶۶
گله کلا	۵۵۰
درویش خیل	۱۳۰۳
بوله کلا مرزون آباد	۱۱۶۶
محمود آباد	۲۹۰
بندر کلا آغوزین	۴۸۰
آغوزین	۱۵۸۳
مجموع جمعیت (نفر)	۱۵۵۴۷

پدیده خزش شهری موجب دست‌اندازی به زمین‌های حاصلخیز کشاورزی روستایی و پیرامون شهر می‌شود در این جانب می‌توان گفت با پیوستن روستاهای واقع در حریم شهر به شهر، محیط‌های طبیعی و کشاورزی جایشان به سازه‌های شهری می‌دهند که با از بین رفتن و تحلیل محیط طبیعی هویت روستایی این مناطق از بین می‌رود. در (شکل ۴)، موقعیت روستاهای موجود در حریم شهری بابل نشان داده شده است:

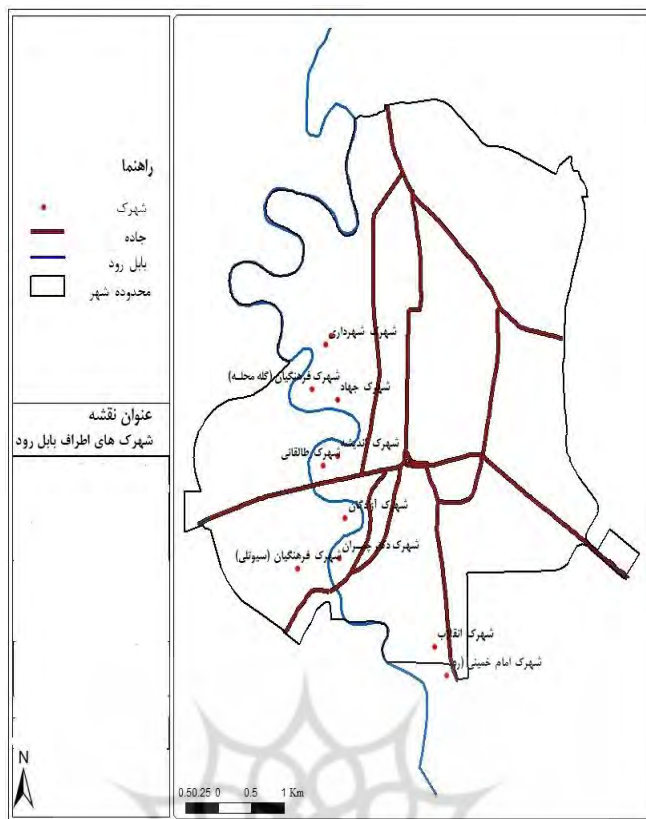


شکل شماره ۴. موقعیت روستاهای موجود در حریم شهری بابل

بررسی شاخص‌های تاب‌آوری زیست‌محیطی

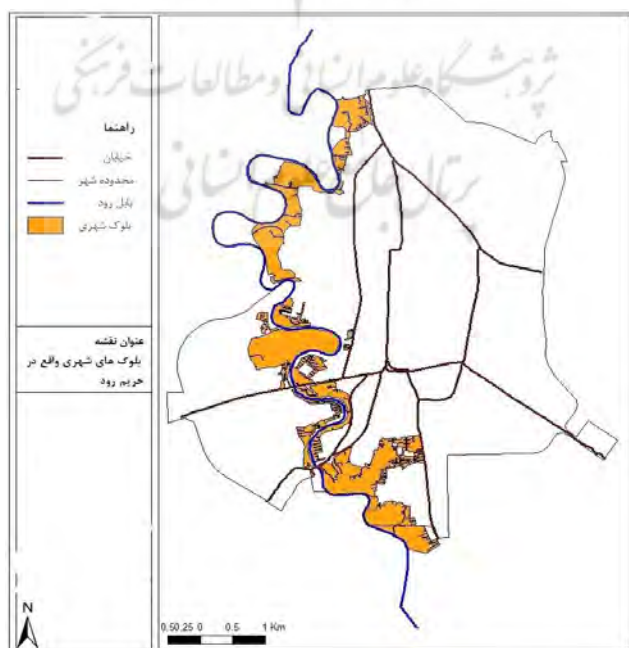
نزدیکی به رودخانه

حریم رودخانه یکی از شاخص‌های مهم تاب‌آوری زیست‌محیطی است که در ساخت‌وسازهای شهری تأثیر قابل توجهی دارد. در شهر بابل به دلیل عبور رودخانه بابل رود توجه به مسئله حریم رود ضروری است. اندازه حریم رودخانه از یک تا بیست متر، با توجه وضع رودخانه متغیر است. در سال‌های گذشته یکی از دلایل گسترش فضایی شهر بابل واگذاری زمین از سوی دولت به نهادهای جدید بعد انقلاب است از جمله: شهرک امام رضا و شهرک انقلاب (Nasiri, 2000: 93). علاوه بر آن شهرک‌سازی‌هایی در بخش شمال شرقی شهر (شهرک افق و شهرک دانش)، در بخش غرب شهر (شهرک فرهنگیان) طبق طرح‌های وزارت راه و شهرسازی ساخت‌وسازهای آپارتمانی گسترش یافت (Lahmian et al, 2008: 44). بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که هسته اولیه شهر بابل در مرکز آن باگذشت زمان به همه جهت‌ها رشد داشته است ولی نقش راه‌های ارتباطی در گسترش آتی آن مهم بوده است. وجود زمین‌های کشاورزی اطراف شهر و نبود موانع طبیعی مانند کوه باعث شده تا شهر به راحتی توسعه فیزیکی یابد. وجود بابل رود در قسمت غربی شهر نیز تأثیری در کاهش رشد فیزیکی این قسمت نداشته است و به راحتی در نزدیکی رودخانه و عبور از آن ساخت‌وسازهای شهری ادامه یافته است. شهرک‌های ساخته‌شده در اطراف رودخانه گویای این مطلب است. با تغییر کاربری‌های اطراف رودخانه، عرض بستر رودخانه کم و کم‌تر شده است که در مواقع بارندگی شدید باعث ایجاد سیل و خسارات جانی و مالی به ساکنان شهرک‌های اطراف رودخانه می‌شود. در ادامه در (شکل ۵)، موقعیت شهرک‌های اطراف رودخانه نشان داده شده است.



شکل شماره ۵. شهرک‌سازی‌های اطراف بابل رود

در ساخت‌وسازهای شهری توجه به حریم رودخانه، بستر طبیعی رودخانه و رعایت فاصله مناسب از آن، خطرهای سیل و آسیب‌های حاصل از آن را کاهش می‌دهد که نتیجه آن افزایش تاب‌آوری شهر در برابر خطرات طبیعی را به دنبال دارد.



شکل شماره ۶. مناطق ساخته‌شده واقع در حریم بابل رود

در بررسی‌های انجام‌شده در ساخت‌وسازهای شهری حریم بابل رود، محدوده حریم رود بر اساس محدوده حریم مشخص شده از نقشه تهیه‌شده شهرداری استفاده شده است و خروجی حاصل از (شکل ۶)، نشان می‌دهد تعدادی از بلوک‌های شهری به‌طور کامل یا قسمتی از آن‌ها در حریم رود قرار دارند. برحسب سرشماری سال ۱۳۹۵، تعداد ۱۰۴۷۸ نفر در این بلوک‌ها زندگی می‌کنند که خطر سیل و آب‌گرفتگی منازل در مواقع شدید بارانی برای آن‌ها وجود دارد.

سطوح نفوذناپذیر

میزان سطوح نفوذناپذیر و توزیع و تراکم آن در تاب‌آوری زیست‌محیطی شهر شاخص مهمی به‌شمار می‌رود. طی دوره‌های بررسی‌شده نسبت سطوح نفوذناپذیر به نفوذناپذیر کاهش یافته است که این حاکی از افزایش سطوح پوشش شهری است. گسترش سطوح نفوذناپذیر باعث کاهش نفوذ آب و افزایش رواناب‌ها می‌شود که به‌نوبه خود در آلودگی آب‌های سطحی و کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی نقش دارد. در ادامه به میزان و رشد این سطوح در طی سال‌های ۱۳۳۶ تا ۱۳۹۷ پرداخته شده و در (جدول ۲)، نمایش داده شده است.

جدول شماره ۲. رشد جمعیت و مساحت شهر بابل و امیرکلا

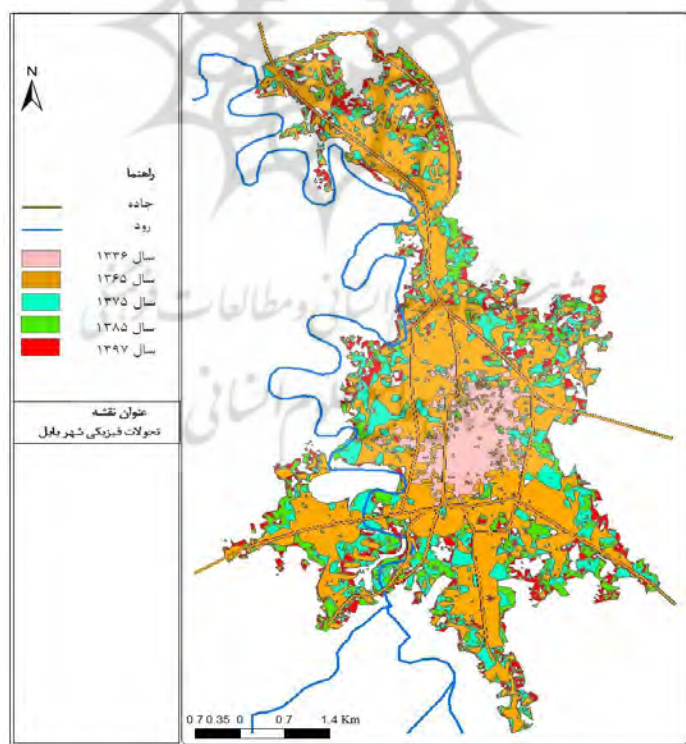
سال	۱۳۳۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۵
جمعیت (نفر)	۳۶۱۹۴	۱۳۳۶۱۵	۱۷۹۶۲۶	۲۲۶۵۲۱	۲۸۰۶۹۵
مساحت شهر (هکتار)	۲۲۶/۴۴	۱۶۵۶/۳۱	۲۱۶۰/۹۲	۲۴۷۷/۳۳	۲۱۶۲/۸۲
تراکم جمعیت	۱۵۹/۸۳	۸۰/۶۷	۸۹/۷۳	۱۰۵/۱۸	۱۰۲/۶۶

شهر بابل بر اساس اولین سرشماری رسمی کشور سال ۱۳۳۵، ۳۶۱۹۴ نفر جمعیت داشته و تنها شهر بخش مرکزی شهرستان بابل بوده است. با توجه به نقشه‌های به‌دست‌آمده از عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۶ مساحت محدوده ساخته‌شده شهر و مناطق ساخته‌شده پیوسته به آن ۲۲۶/۴۴ هکتار بوده است. با توجه به تعداد جمعیت و مساحت سطح ساخته‌شده شهر، تراکم جمعیتی شهر بابل در این دوره ۱۵۹ نفر در هکتار به‌دست‌آمده است. با توجه به نقشه به‌دست‌آمده از عکس هوایی سال ۱۳۳۶ کل محدوده شهر بابل ۲۸۴/۶۹ هکتار بوده است که ۷۹/۵ درصد آن را سطوح ساخته‌شده شهری (سطوح نفوذناپذیر) و ۲۰/۵ درصد آن سطوح نفوذپذیر از جمله باغ و زمین‌های کشاورزی تشکیل می‌دهد. با توجه به عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۶ مشاهده می‌شود که کاربری زمین‌های اطراف شهر بابل زراعت آبی و باغی بوده بدین‌صورت که شهر در تماس مستقیم با زمین‌های کشاورزی قرار داشته است و به لحاظ عارضه طبیعی محدودیتی جهت رشد شهر وجود نداشته است. بر اساس سرشماری سال ۱۳۶۵، جمعیت شهر بابل ۱۷۹۶۲۶ نفر و شهر امیرکلا ۱۸۲۹۵ نفر جمعیت داشته است. چون از نظر فیزیکی این دو شهر به هم متصل شده‌اند تراکم جمعیتی آن‌ها باهم در نظر گرفته شده است. جمعیت شهری از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۶۵، ۳۶۹ برابر و مساحت ساخته‌شده شهری از ۲۲۶/۴۴ هکتار سال ۱۳۳۶ به ۱۶۵۶/۳۱ هکتار سال ۱۳۶۵ رسیده است که نشان‌دهنده ۷/۳۱ برابر شدن آن است. تراکم جمعیتی شهر در سال ۱۳۳۵، ۱۵۹/۸۳ نفر در هکتار بوده و در سال ۱۳۶۵ به ۸۰/۶۷ نفر در هکتار رسیده است. در (جدول ۳)، تغییرات جمعیت و محدوده ساخته‌شده شهری بابل آورده شده است. دلیل اصلی رشد شهری افزایش جمعیت شهری، ارزان بودن زمین‌های کشاورزی و دسترسی آسان به خیابان‌های اصلی و مهم شهری است. با رشد شهرها مناظر و محیط طبیعی با

ارزش در معرض نابودی قرار می‌گیرند و به تدریج جاذبه‌های طبیعی از بین می‌رود. آسیب‌های زیست‌محیطی و نابودی زمین‌های کشاورزی مهم‌ترین عوارض رشد فیزیکی شهر هستند با توجه به اهمیت این مسائل برنامه‌ریزی دقیق و پایدار برای محیط‌زیست بسیار مهم است. نقشه به‌دست‌آمده از تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۶۵ نشان می‌دهد شهر بابل و شهر امیرکلا از لحاظ فیزیکی به همدیگر اتصال پیدا کردند به همین دلیل در ادامه بررسی‌های حاصل از رشد شهر محدوده ساخته‌شده شهری این دو شهر باهم در نظر گرفته شده‌اند. فضاهای اضافه‌شده شهری از سال ۱۳۳۶ تا ۱۳۶۵ نشان می‌دهد که شهر در همه جهتها رشد داشته است و در این بین خیابان‌های شهری نقش مهمی در این رشد داشته است. در این دوره از رشد شهری، رشد ناپیوسته شهر را می‌توان در حاشیه شهر مشاهده کرد. در این دهه رشد شهر در بخش جنوبی شهر به دلیل مهاجرت روستاییان بخش جنونی و ساکن شدن در حاشیه شهر مشهود است. افزایش سطوح نفوذناپذیر هزینه دفع و انتقال آب‌های سطحی را افزایش می‌دهد و در مواقع بحران مانند وقوع سیلاب به بافت فیزیکی و زیرساختی شهر آسیب وارد می‌کند. ضرورت توجه به سطوح نفوذناپذیر زمانی افزایش می‌یابد که به دلیل شیب خیلی کم پهنه شهری در زمان وقوع بارش‌های سیل‌آسا تخلیه با کندی صورت می‌گیرد و آب‌گرفتگی سطح خیابان و شهر را در پی دارد.

جمعیت شهری بابل و امیرکلا بر طبق سرشماری سال ۱۳۷۵ به ترتیب ۱۵۸۳۴۶ و ۲۱۲۸۰ نفر بوده است. رشد فیزیکی شهر در این دوره نسبت به دوره قبل کمتر با سرعت کمتری پیش رفته به طوری که مساحت ساخته‌شده شهری آن به ۲۱۶۰/۹۲ هکتار رسیده است. نتایج حاصل از نقشه و جدول حاکی از این مسئله است که جمعیت این دهه نسبت به دهه قبل ۱/۳ برابر و رشد فیزیکی شهر ۱/۳ برابر بوده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد در این دهه رشد شهر در فضاهای خالی بین محدوده ساخته‌شده، بوده است. نتایج حاصل‌شده از (جدول ۳)، نشان می‌دهد در این دهه تفاوت چندانی در تراکم جمعیت با دهه قبل وجود ندارد که نشان از ادامه روند رشد فیزیکی شهر است. این فضاهای ساخته‌شده حاصل از بین رفتن باغ‌های درون شهر بوده است. گسترش فیزیکی شهر تحت تأثیر عوامل مختلفی است و آن را می‌توان به بخش‌های مختلفی چون اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و اجتماعی تقسیم کرد. در بخش اقتصادی مهم‌ترین عامل قیمت پایین زمین‌های کشاورزی در شهر و حومه شهر، افزایش درآمد شهروندان و... بوده است. در بخش سیاسی از جمله عوامل تأثیرگذار در گسترش بافت فیزیکی نظارت کم و ضعیف مدیران و متولیان عرضه تصمیم‌گیری شهری، نبود طرح به‌خصوص در دهه ۵۰ و ۶۰ و واگذاری زمین به مستضعفان و نیازمندان توسط نهادهای مدیریتی را می‌توان نام برد. بر اساس سرشماری سال ۱۳۸۵ جمعیت شهری بابل و امیرکلا به ترتیب ۲۰۱۳۳۵ و ۲۵۱۸۶ نفر بوده است. جمعیت شهری این دهه ۱/۲۶ برابر شده و مساحت ساخته‌شده شهری این دهه از ۲۱۶۰/۹۲ هکتار به ۲۴۷۵/۳۳ هکتار رسیده و افزایش مساحت شهری معادل ۱/۱۴ برابر بوده است که نشان‌دهنده افزایش تراکم جمعیت این دهه است. نتایج حاصل از جدول شماره ۳ حاکی از آن است که در دهه ۸۵-۷۵ به میزان ۳۱۴/۴۱ هکتار به مساحت ساخته‌شده شهر اضافه‌شده است. طی سال‌های ۸۵-۱۳۷۵ تعداد ۳۶۸۲۱ نفر مهاجر به شهر بابل وارد شده است. جمعیت مهاجر ۱۸/۳ درصد از جمعیت کل شهر را به خود اختصاص داده است که این نشان‌دهنده مهاجری پذیر بودن شهر است (مهندسان مشاور هفت شهر، ۱۳۸۹، ۲۶). افزایش جمعیت شهری و افزایش مهاجرت به شهر نیازمندی جمعیت شهری به فضاهای مختلف مانند کاربری ورزشی و تفریحی، آموزشی، تجاری و... را افزایش می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد محدوده ساخته‌شده شهر بازم افزایش یافته است و در سال ۱۳۸۵ محدوده ساخته‌شده در شهر ۷۵ درصد از فضای شهر تشکیل می‌داده است. روند افزایشی سطوح شهری

غیرقابل اجتناب است ولی با نظارت دقیق‌تر بر ساخت‌وسازها و تغییر کاربری کشاورزی به شهری می‌تواند باعث حفظ زمین‌های باارزش کشاورزی شود. جمعیت شهری بابل و امیرکلا بر طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ به ترتیب ۲۵۰۲۱۷ و ۳۰۴۷۸ نفر بوده است. تراکم جمعیت به دست آمده نشان‌دهنده کاهش تراکم جمعیت است به طوری که سال ۱۳۸۵ تراکم جمعیتی ۹۱/۵۱ بوده و در سال ۱۳۹۷ به ۹۸/۰۸ رسیده است. محدوده‌های نفوذپذیر فعلی شهر شامل فضاهای سبز شهری مانند پارک‌ها و همچنین رودخانه‌ای است که از شهر می‌گذرد و قسمتی هم شامل زمین‌های بایر و باغ‌های درون شهری می‌شود. جدول شماره ۳ مقدار مساحت شهر و تراکم جمعیت آن را نشان می‌دهد که طی این دهه تراکم از ۹۱/۵۱ درصد به ۹۸/۰۸ درصد رسیده است. در شهر با افزایش جمعیت و کاهش زمین روند رشد شهرها به سمت حاشیه شهر و بلندمرتبه‌سازی پیش می‌رود و در شهرهایی که در تماس مستقیم با اکوسیستم طبیعی قرار دارند جهت حفظ فضای طبیعی نظارت بیشتر در ساخت‌وسازها ضرورت می‌یابد. وسعت محدوده ساخته شده شهری بابل و امیرکلا تقریباً ۳۳۰۰ هکتار است که با توجه به نقشه خروجی از تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۹۷، ۸۶/۷۱ درصد آن را فضای ساخته شده و ۱۳/۲۹ درصد آن فضای ساخته نشده را تشکیل می‌دهد که در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. افزایش قابل توجه کاربری‌های شهری باعث کاهش کاربری‌های دیگر مانند کشاورزی و باغی شده است. چنانچه رشد و توسعه به صورت افقی و بی‌برنامه ادامه پیدا کند همین مقدار از زمین در توسعه آتی شهر نیز از بین خواهد رفت و به زیر ساخت‌وسازهای شهری می‌رود. در زیر تحولات فیزیکی شهر بابل از دهه ۳۵ تاکنون نشان داده شده است (شکل ۷).

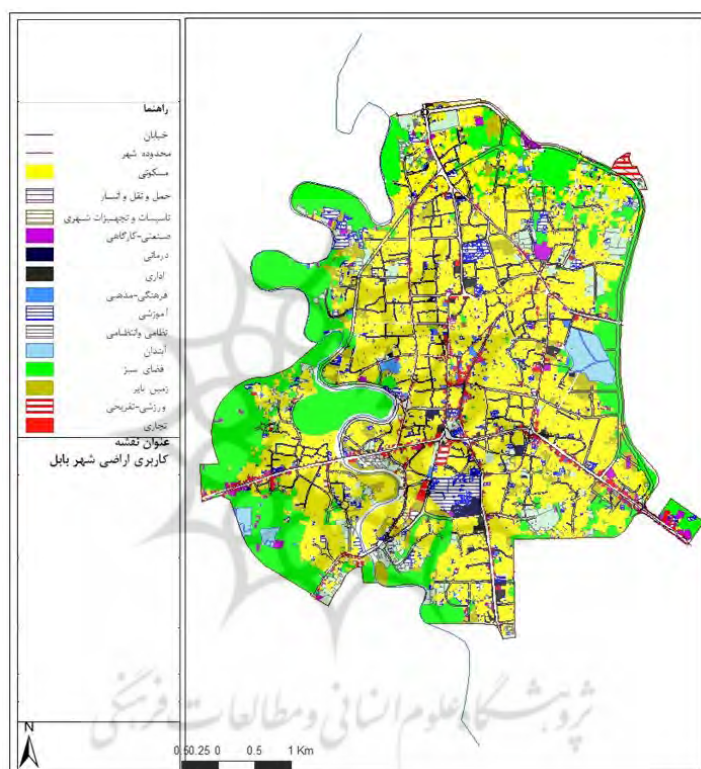


شکل شماره ۷. تحولات فیزیکی شهر بابل از دهه ۳۰ تاکنون

مناطق قابل کشت

مساحت محدوده خدماتی شهر بابل ۳۰۲۲ هکتار است و بررسی حاصل از نقشه کاربری‌های شهر نشان می‌دهد اراضی

ساخته شده مسکونی با مساحت ۹۴۱/۲۵ هکتار بیشترین کاربری درون محدوده شهر بابل را تشکیل می دهد. فضای سبز شهری ۸۹۸/۶۵ هکتار از محدوده شهر را تشکیل می دهد که شامل فضاهای سبز عمومی، زمین کشاورزی و باغ های درون شهری است. فضاهای سبز شهری به عنوان فیلترهای طبیعی برای آلودگی ها عمل می کنند همچنین این فضاها در گذران اوقات فراغت و آرامش روانی افراد نقش مهمی ایفا می کنند. مناطق قابل کشت درون شهری که شامل باغ و زمین کشاورزی می شود ۶۵۸/۳۶ هکتار از مساحت شهر را شامل می شود. زمین های بایر در محدوده شهر بابل حدود ۲۷۹/۴۶ هکتار که معادل ۹/۲۴ درصد است که برای توسعه آتی شهر بهتر است مورد توجه قرار بگیرد. در (شکل ۸)، کاربری اراضی شهر بابل نشان داده شده است.



شکل شماره ۸. کاربری اراضی شهر بابل، منبع: (نقشه پایه شهرداری سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲)

مدل هلدن

جهت استفاده از معادله هلدن، سال اول دهه در نظر گرفته شده را به عنوان سال پایه و سال پایان دهه را به عنوان سال پایان دوره در نظر گرفته شده است:

جدول ۳. مدل هلدن برای شهر بابل

سال	درصد رشد شهر بر اثر جمعیت	درصد رشد شهر بر اثر پراکنش افقی
۱۳۶۵-۱۳۳۵	۰/۶۶	۰/۳۴
۱۳۷۵-۱۳۶۵	۱/۱۱	-۰/۱۱
۱۳۸۵-۱۳۷۵	۱/۷۶	-۰/۷۶
۱۳۹۷-۱۳۸۵	۱/۵۳	-۰/۵۳

نتایج حاصل از مدل هلدرن در مورد شهر بابل در (جدول ۳)، نشان می‌دهد که در فاصله سال‌های ۱۳۳۶ تا ۱۳۶۵ حدود ۶۶ درصد رشد فیزیکی شهر مربوط به رشد جمعیت و ۳۴ درصد رشد شهر مربوط به پراکنش افقی شهر بوده است. نتایج به‌دست‌آمده مربوط به سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۵ نشان می‌دهد که در این فاصله رشد شهر بابل ۱/۱۱ برابر آن مربوط به رشد جمعیت بوده است و ۰/۱۱- درصد مربوط به رشد فیزیکی شهر بوده است. می‌توان از نتایج به‌دست‌آمده بیان کرد که رشد فیزیکی شهر بابل در این دوره نسبت به رشد جمعیت منفی بوده است. در دهه‌های ۱۳۸۵-۱۳۷۵ و ۱۳۹۷-۱۳۸۵ درصد رشد فیزیکی شهر به ترتیب ۰/۷۶- و ۰/۵۳- بوده است و نشان‌دهنده رشد فیزیکی منفی شهر و توقف توسعه فیزیکی شهر است.

کمی سازی ساختار سیمای سرزمین

در اثر رشد شهر و ساخت‌وسازهای شهری لکه‌هایی از سطوح نفوذناپذیر در محیط پیرامون شهر ایجاد شده است. لکه‌ها پوشش اراضی متفاوت انسان‌ساخت هستند که با محیط طبیعی پیرامون خود متفاوت‌اند. برای بررسی شکل، تراکم و چگونگی رشد آن‌ها و برای تحلیل الگوی مکانی و کمی کردن ساختار سیمای سرزمین از نرم‌افزار فرگستس (Fragstats) استفاده شده است. از جمله سنجه‌های بررسی‌شده سنجه بزرگ‌ترین لکه، تراکم حاشیه، شاخص چرخش، فاصله نزدیک‌ترین همسایه و مجاورت هستند که در (جدول ۴)، زیر سنجه‌های بررسی‌شده در سطح کلاس را نشان می‌دهد:

جدول شماره ۴. سنجه‌های بررسی‌شده برای تحلیل الگوی مکانی و کمی کردن مناطق ساخته‌شده شهری

سال	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۷
مساحت کل (CA)	۱۶۵۶/۳۱	۲۱۶۰/۹۲	۲۴۷۵/۲۳	۲۸۶۱/۸۲
نمایه بزرگ‌ترین لکه (LPI)	۹۰/۶۴	۹۶/۶۱	۹۸/۳۵	۹۹/۱۱
حاشیه کلی (TE)	۲۶۵۳۰۴/۴۴	۲۴۷۶۷۴/۵۹	۲۳۱۶۸۳/۱۰	۱۸۹۵۴۹/۶۲
تراکم حاشیه (ED)	۱۶۰/۱۷	۱۱۴/۵۲	۸۹/۵۵	۶۶/۲۳
میانگین مساحت لکه (AREA)	۸/۸۵	۱۸/۳۱	۲۷/۲۰	۸۹/۴۳
نمایه شکل (SHAPE)	۱/۲۵	۱/۲۴	۱/۱۹	۱/۳۷
نسبت محیط به مساحت (PARA)	۱۰۲۲/۲۵	۱۰۸۵/۸۶	۱۱۳۹/۲۷	۱۰۰۸/۲۳
فاصله هندسی نزدیک‌ترین همسایه (ENN)	۸۰/۸۴	۷۳/۹۲	۷۱/۲۵	۶۴/۲۰
نمایه مجاورت (PROX)	۱۱۲۸/۲۶	۳۱۱۶/۶۲	۴۱۴۷/۶۵	۵۸۷۳/۵۶
نمایه اتصال (CONNECT)	۰/۸۷	۱/۶۶	۲/۰۵	۶/۸۵

اطلاعات به‌دست‌آمده از (جدول ۴)، نشان می‌دهد مساحت مناطق انسان‌ساخت شهری در هر دهه رشد قابل‌توجهی نسبت به دهه قبل داشته است. که به ترتیب از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۷ از ۱۶۵۶/۳۱ هکتار به ۲۸۶۱/۸۲ هکتار رسیده است که بیان‌کننده افزایش فضای ساخته‌شده در مناطق داخلی شهر و تبدیل شدن سطوح نفوذناپذیر به سطوح نفوذناپذیر است. نمایه بزرگ‌ترین لکه که همان مساحت بخش پیوسته مرکزی و اصلی شهر است در سال ۹۰/۶۴ درصد از مساحت ساخته‌شده شهر و در نهایت در سال ۱۳۹۷ بیش از ۹۹ درصد مساحت ساخته‌شده شهر را نشان می‌دهد. افزایش این شاخص نشان‌دهنده گسترش هسته اصلی شهر و ادغام لکه‌ها با لکه‌های اطراف و هسته اصلی شهر و در بر گرفته شدن آن‌هاست. بررسی لکه‌های حاشیه‌ای و تراکم آن‌ها نشان می‌دهد در طی سال‌ها رشد یافته‌اند و به هسته اصلی منطقه ساخته‌شده پیوستند. سنجه تراکم حاشیه روند کاهشی داشته است که نشان‌دهنده نظم‌دارتر شدن و پیوستگی مناطق

ساخته شده است. سنجه مساحت لکه‌ها یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین بخش اطلاعاتی به دست آمده است که طبق نتایج حاصل به دست آمده رشد مساحت لکه‌ها رو نشان می‌دهد. نتایج مربوط به میانگین مساحت لکه نشان‌دهنده زیاد شده اندازه لکه‌ها در طی دهه‌های اخیر و رشد آن‌ها است. طبق (جدول ۴)، نمایه شکل نشان‌دهنده شکل دارتر شده لکه‌ها در سال‌های اخیر است. سنجه نسبت محیط به مساحت لکه‌ها بیان‌کننده شکل دار شدن و بزرگ شدن لکه‌ها از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ بوده است. ولی در ادامه در سال ۱۳۹۷ نشان‌دهنده بی‌نظم شدن شکل‌هاست. ساده‌ترین راه اندازه‌گیری بر اساس فاصله هندسی لکه‌های موردنظر با نزدیک‌ترین همسایه است. این فاصله بر اساس مراکز دو سلول (نزدیک‌ترین سلول‌ها) از دو لکه است (مختاری و سیاح‌نیا، ۱۳۹۶: ۱۴۴). نتایج حاصل از میانگین، دوره‌های مختلف در (جدول ۴)، نشان می‌دهد که به مرور زمان با رشد این لکه‌ها فاصله بین آن‌ها کاهش یافته است. به طوری که از ۸۰٫۸۴ متر سال ۱۳۶۵ به ۶۴/۲۰ متر در سال ۱۳۹۷ رسیده است. نمایه مجاورت اندازه و مجاورت کلیه لکه‌ها که شعاع آن‌ها در شعاع منطقه مطالعه لکه‌ی موردنظر است، را اندازه‌گیری می‌کند (مختاری و سیاح‌نیا، ۱۳۹۶: ۱۴۴). در این جانب شعاع موردنظر ۱۰۰ متر در نظر گرفته شده است که طی سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۷ روند افزایشی داشته است و نشان‌دهنده افزایش لکه‌ها در شعاع موردنظر است. نمایه اتصال پیوند بین تمامی لکه‌ها را با فاصله‌ای که کاربر تعیین کرده است محاسبه می‌کند (مختاری و سیاح‌نیا، ۱۳۹۶: ۱۴۴). برای اندازه‌گیری این نمایه مبنای فاصله موردنظر ۱۰۰ متر در نظر گرفته شده است و نتایج حاصل از آن نشان می‌دهد به ترتیب از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۷ این سنجه روند افزایشی داشته است که نشان‌دهنده رشد لکه‌ها و نزدیک شده آن‌ها به یکدیگر است.

نتیجه‌گیری

شهرها به دلایل متعددی در جذب جمعیت مهاجر پیشرو هستند و به همین علت شهرها از نقاط مهم انسان‌ساخت هستند که به برنامه‌ریزی اساسی جهت توسعه نیاز دارند. رشد فیزیکی شهرها همواره مورد توجه برنامه‌ریزان شهری در کشورهای مختلف است که در ادامه شناخت روند رشد شهر با کنترل و برنامه‌ریزی برای آینده شهر موضوع مهمی است. رشد جمعیت شهرها که به دنبال آن افزایش خودروهای شخصی، افزایش نیاز به زیرساخت‌های عمومی مختلف، افزایش ساخت‌وسازها و بسیاری از نیازهای ضروری ایجاد می‌شود. از طرفی در موضوعات مهم مرتبط با شهرها مسئله تاب‌آوری شهرها با توجه به جمعیت انبوه آن‌ها و تراکم جمعیت زیاد حائز اهمیت است. تاب‌آوری یک شهر، هنگام گرفتن تصمیمات و انجام انتخاب‌هایی برای آینده شهر و یا زمانی که درک صحیحی از خطرات پیش روی شهر انجام می‌پذیرد، تقویت می‌شود. مفهوم شهر تاب‌آور را می‌توان امری نسبی تلقی کرد زیرا به طور مستقیم و غیرمستقیم بازندگی افراد یک شهر ارتباط دارد. شهرهای تاب‌آور به شهرهایی گفته می‌شود که قادر به جذب، تطبیق، تغییر و آمادگی برای استرس‌ها و شوک‌های آینده به منظور دستیابی به توسعه پایدار، رفاه و رشد دربرگیرنده است. سیستم شهری بزرگ در برابر تهدیدات پیش‌بینی شده و غیرقابل پیش‌بینی آسیب‌پذیر است و هرگونه شوک به سیستم‌های پیچیده، پیامدهای اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و نهادی خواهد داشت. با توجه به نتایج به دست آمده از مساحت ساخته شده شهری بابل افزایش اراضی شهری از سال ۱۳۳۶ تا سال ۱۳۹۷ را نشان‌دهنده ۱۲/۶۳ برابر شدن این اراضی را نشان می‌دهد است. شهر بابل یکی از شهرهای بزرگ خطه شمال کشور است که به لحاظ توپوگرافی در دشت مسطح و در تماس مستقیم با زمین‌های حاصل خیز کشاورزی و پهنه‌های آبی قرار دارد. امروزه افزایش جمعیت شهرها و در نتیجه بالا رفتن

میزان مصرف آب، سبب تولید روزافزون فاضلاب شده که خود سبب بروز اشکالات و نارسایی‌هایی در جوامع شهری و حتی روستایی شده و روزبه‌روز هم در حال ازدیاد است، این اشکالات عموماً مسائل بهداشتی و آلودگی محیط و منابع آبی را در شرایط کنونی به دنبال دارد. به لحاظ توجه به حریم رودخانه و رعایت آن نیز ضعف‌هایی دیده می‌شود به طوری که حدود ۱۰ هزار نفر ساکن در بلوک‌های ساختمانی هستند که همه یا قسمتی از آن بلوک‌ها در حریم واقع شده‌اند که بیانگر کاهش تاب‌آوری شهر به لحاظ مسائل زیست‌محیطی است. با توجه به مشکلات گسترده در شهرها، تأثیر پراکنش افقی شهر زمین‌های کشاورزی اطراف شهر و تبدیل شدن این زمین‌ها به سطوح ساخته‌شده شهری مشخص شده است که حدود ۲۶۳۵ هکتار از سال ۱۳۳۶ تا ۱۳۹۷ از اراضی قابل کشت کشاورزی به شهر تبدیل شده‌اند و این روند همچنان ادامه دارد. این قسمت از نتایج ما مطالعه کریمی فیروزجایی و همکاران (۱۳۹۷)، هم‌راستاست افزایش قابل توجه اراضی ساخته‌شده و کاهش اراضی زراعی و فضای سبز حاشیه شهر بابل را به دنبال داشته است. نتایج به‌دست‌آمده از معادله هلدن نشان داده است که طی ۳ دهه ۱۳۳۵ تا ۱۳۶۵ رشد بی‌قواره شهر بیشتر حاصل از پراکنش افقی شهر بابل بوده است ولی در ۳ دهه ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۷ بیشتر رشد فیزیکی شهر حاصل از رشد جمعیت بوده است و پراکنش شهری روند منفی داشته به طوری که عامل رشد بی‌قواره شهری را خنثی کرده است این قسمت از نتایج هم‌راستا با نتایج مطالعه علوی و همکاران (۱۳۹۶)، بوده است که بیانگر کاهش تراکم ناخالص و الحاق مناطق پیرامونی به شهر بابل است. با رشد شهر طی دهه‌های اخیر برخی از روستاها به شهر پیوسته‌اند که در پی توسعه فضایی بابل و گسترش محدوده قانونی آن دیده شده است. اغلب روستاهای ادغام‌شده به جهت نزدیکی و قرارگیری در مجاورت محورهای ارتباطی برون‌شهری به شهر بابل ادغام‌شده‌اند. از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ تعداد ۱۶ روستا به شهر بابل ادغام و الحاق شده‌اند و این روستاها هم‌اکنون بخشی از محله‌های این شهر را تشکیل می‌دهند. در واقع می‌توان گفت بافت پیوسته ساخته‌شده اطراف شهر مشتمل بر مراکز سکونت، خیابان‌ها، فضای سبز و... هستند این قسمت از نتایج با مطالعه کمانرودی کجوری و قلی‌نیا (۱۳۹۸)، هم‌راستاست که بیانگر پراکنده رویی شهر بابل بر روی زمین‌های کشاورزی و با ادغام و الحاق روستاهای پیرامون آن اتفاق افتاده است و پراکنده رویی شهر به صورت متصل در امتداد محورها و منفصل با تغییر کاربری اراضی کشاورزی عرصه‌های روستایی پیرامونی به وقوع پیوسته است. در این تحقیق مشخص شده که رشد شهر چه اثرات زیست‌محیطی داشته و در کدام دوره از رشد شهر، شهر تاب‌آورتر بوده و طبق بررسی‌ها از تحقیقات خارجی و داخلی تا به حال چنین کاری انجام نشده است که این موارد تمایز این پژوهش با پژوهش‌های انجام‌شده گذشته را نشان می‌دهد.

تقدیر و تشکر

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله که برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد حامی مالی نداشته است.

منابع

- ۱) بلندنظر، سجاد (۱۳۹۶) نقش انسان در بروز سیل و آب‌گرفتگی شهری و اقدامات و میزان آمادگی شهرداری اصفهان در راستای مواجهه با آن، پنجمین کنفرانس جامع مدیریت و مهندسی سیلاب.
- ۲) پریور، پرستو؛ فریادی، شهرزاد؛ یآوری، احمدرضا؛ صالحی، اسماعیل؛ یآوری، احمدرضا؛ ستوده، احد. (۱۳۹۲) بسط چارچوب ارزیابی راهبردی محیط‌زیستی طرح‌های توسعه شهری بر اساس تفکر تاب‌آوری، دو فصلنامه معماری و شهرسازی، دوره ۶، شماره ۱۱، صص. ۱۷۰-۱۵۵.
- ۳) جمالی، میثم؛ مقیمی، ابراهیم؛ جعفرپور، زین العابدین؛ کردوانی، پرویز (۱۳۹۵) آثار گسترش فیزیکی و تغییر کاربری‌های

- شهری بر حریم رودخانه (مطالعه موردی: رود خشک شیراز). پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۸، شماره ۳، صص. ۶۰۲-۵۹۱.
- (۴) حبیبی، مهدی (۱۳۹۲) آلودگی‌های رواناب‌های شهری و روش‌های کنترل آن، نشریه ترویج و توسعه آبخیزداری، دوره ۱، شماره ۳، صص. ۳۸-۳۱.
- (۵) حسینی، علی و امیریان، سهراب (۱۳۹۹) تحلیل سیستمی اثرات تحولات تقسیمات سیاسی بر پراکنده رویی (نمونه مطالعاتی: شهر قم)، جغرافیا (فصلنامه علمی-پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیایی ایران)، دوره ۱۸، شماره ۶۶، صص. ۱۶۷-۱۴۷.
- (۶) خزایی، مجید؛ صادقی، حمیدرضا؛ میرنیا، خلاق (۱۳۹۰) آثار هیدرولوژیکی تخریب سطح جنگل (مطالعه موردی: جنگل آموزشی دانشگاه تربیت مدرس، مازندران)، مجله جنگل ایران، دوره ۳، شماره ۲، صص. ۱۵۵-۱۴۵.
- (۷) رهنما، محمدرحیم و روستا، مجتبی (۱۳۹۲) تحلیل کاربری اراضی و چگونگی حفظ و نگهداری فضای سبز (باغ‌ها) شهر جهرم در راستای توسعه پایدار، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۸، شماره ۲، صص. ۱۲۶-۱۱۳.
- (۸) زائر امیرانی، آزاده و سفانیان، علیرضا (۱۳۹۲) آشکارسازی تغییرات سطوح نفوذناپذیر در مناطق شهری (مطالعه موردی: شهر اصفهان)، بیستمین همایش ملی ژئوماتیک، اردیبهشت ۱۳۹۲.
- (۹) صادقلو، طاهره؛ سجاسی قیداری، حمدالله؛ حسینی کهنوج، سید رضا؛ یزدانی مروی لنگری، علی (۱۳۹۸) پیشران‌های کلیدی تغییر کاربری اراضی کشاورزی و اثرات آن بر نواحی روستایی (مورد مطالعه: دهستان میانجام در شهرستان تربت‌جام)، فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، دوره ۸، شماره ۲، صص. ۷۲-۴۵.
- (۱۰) علوی، علی؛ شاکری منصور، الهه؛ گروسی، علیرضا (۱۳۹۶) تحلیل فضایی عوامل شکل‌گیری خزش شهری در شهر بابل، فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی چشم‌انداز زاگرس، دوره ۹، شماره ۳۳، صص. ۸۸-۶۵.
- (۱۱) کریمی فیروزجایی، محمد؛ کیاورز، مجید؛ کلانتری، محسن (۱۳۹۷). پایش و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و گسترش فیزیکی شهر بابل در دوره زمانی ۱۳۶۴-۱۴۱۹ با استفاده از تصاویر چند زمانه لندست، نشریه برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، سال ۳، شماره ۷، صص. ۵۲-۳۲.
- (۱۲) کمانرودی کجوری، موسی و قلی‌نیا، صادق (۱۳۹۸) پراکنده رویی شهر بابل و تغییرات ساختاری-کارکردی روستاهای پیرامون، مطالعه موردی: سیاه کلا محله، مطالعات و ساختار و کارکرد شهری، سال ۶، شماره ۱۹، صص. ۷۲-۴۷.
- (۱۳) لحمیان، رضا؛ بدری فر، منصور؛ پرهیزکار، اکبر (۱۳۸۷) بررسی تعامل کنش انسان و طبیعت بر بافت مکانی شهر بابل. فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال ۵، شماره ۲۰، صص. ۴۸-۳۱.
- (۱۴) مجیدی هروی، آنیثا؛ قهروردی تالی، منیژه؛ حکمت نیا، حسن؛ فرهودی، رحمت‌الله؛ جاوری، مجید (۱۳۹۴) آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب شهری در شمال غرب تهران (حوضه‌های فرحزاد تا کن)، فصلنامه جغرافیا، دوره ۱۳، شماره ۴۶، صص. ۲۰۱-۱۸۱.
- (۱۵) محمدی، سعدی و راستگوونژاد، سید بختیار (۱۳۹۷) بررسی تغییرات تاب‌آوری معیشتی خانوارهای روستایی در دو دوره سکونت در شهر و مهاجرت به روستاها (مطالعه موردی دهستان دزلی شهر سروآباد)، جغرافیا (فصلنامه علمی-پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیایی ایران)، دوره ۱۶، شماره ۵۹، صص. ۱۷۷-۱۶۱.
- (۱۶) محمودیان، میترا؛ زیاری، یوسفعلی؛ سرور، رحیم (۱۳۹۸) تغییرات کالبدی-فضایی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و به‌کارگیری روش ترکیبی زنجیره‌های مارکوف و سلول‌های خودکار مطالعه موردی: شهر کرمانشاه، جغرافیا (فصلنامه علمی-پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیایی ایران)، سال ۱۷، شماره ۳، صص. ۱۲۲-۱۰۴.
- (۱۷) مختاری، زهرا و سیاح‌نیا، رومینا (۱۳۹۶) مبانی مطالعه و کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین به همراه راهنمای نرم‌افزار Fragstats 4.2. چاپ اول، تهران: انتشارات آواری قلم.
- (۱۸) مختاری، سمیه (۱۳۸۸) راهکارهای کنترل سیلاب، مسکن و محیط روستا، شماره ۱۲۶، صص ۸۹-۷۲.
- (۱۹) مهندسان مشاور هفت شهر (۱۳۸۹). طرح بهسازی و نوسازی بافت فرسوده بابل، مطالعات سطح یک.
- (۲۰) میرزایی، الهام (۱۳۹۳) کاربرد رویکرد تاب‌آوری در برنامه‌ریزی شهری جهت کاهش اثرات سوانح طبیعی، مورد مطالعه: شهر سنج، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رهنما: دکتر اصغر عابدینی، دانشکده هنر، دانشگاه ارومیه.
- (۲۱) میرکونلی، جعفر؛ حسینی، علی؛ رضایی نیا، حسن؛ نشاط، عبدالحامید (۱۳۹۱) آشکارسازی تغییرات پوششی و کاربری اراضی با رویکرد به مجموعه‌های فازی (مطالعه موردی: شهر گرگان)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۹، صص. ۵۴-۳۳.

- (۲۲) نصیری، معصومه (۱۳۷۹) ساخت اکولوژیک شهر و ارتباط آن با سیاست‌گذاری‌های دولتی و آسیب‌های شهری، مورد پژوهی: شهر بابل، رساله دکتری جغرافیا انسانی، راهنما: دکتر حسین شکویی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی.
- 23) Alberti, G.M. & Marzluff, M. (2004) Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions, *Urban Ecosystems*, Vol.7, pp.241–265.
 - 24) Bagheri, B. & Tousi, S.N. (2018). An explanation of urban sprawl phenomenon in Shiraz Metropolitan Area (SMA), *Cities*, Vol.73, pp.71–90.
 - 25) Bekele, F. (2010) The Impact of Horizontal Urban Expansion on Sub-Urban Agricultural Community Livelihood: The Case of Tabor Sub-City, Hawassa city, SNNPRS, Ethiopia. Advisor: Melese Abdissa This thesis is submitted to Institute of Rural Development, College OF Development Studies as a partial fulfillment for the requirement to obtain the Degree of Masters of Science in Food Security Studies.
 - 26) Brian, B. (2016) Temporal and spatial patterns of urban sprawl and their implications on environmental planning in Mbarara Municipality, *Appl Geomat*, Vol. 8, pp. 201–216.
 - 27) Bruneau, M. & Chang, S.E. & Eguchi, R.T. & Lee, G.C. & O'Rourke, Th.D. & Reinhorn, A.M. & Shinozuka, M. & Tierney, K. & Wallace, W.A. & Winterfeldt, D. (2003) A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, *Earthquake Spectra*, Vol.19, No.4, pp.733–752.
 - 28) Chester, L. & Arnold, Jr. & C, James Gibbons. (1996) Impervious Surface Coverage: The Emergence of a Key Environmental Indicator, *Journal of the American Planning Association*, Vol.62, No.2, pp.243-258.
 - 29) Dupras, J. & Marullb, J. & Parcerisas, L. & Coll, F. & Gonzalez, A. & Girard, M. & Tello, E. (2016) The impacts of urban sprawl on ecological connectivity in the Montreal Metropolitan Region, *Environmental Science & Policy*, No. 58, pp. 61–73.
 - 30) Folke, C. & Carpenter, S. & Walker, B. & Scheffer, M. & Elmqvist, T. & Gunderson, L. & Holling, C.S. (2004) REGIMES HIFTS, RESILIENCE, AND BIODIVERSITY IN ECOSYSTEM MANAGEMENT, *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst*, Vol.35, pp. 557–581.
 - 31) Fu, X. (2018) Developing an Integrated Scenario-based Urban Resilience Planning Support System. A dissertation submitted to the Graduate School of the University of Cincinnati in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Regional Development Planning of the College of Design, Architecture, Art and Planning. Committee: Xinhao Wang, Ph.D. (Chair) Christopher Auffrey, Ph.D. Danilo Palazzo, Ph.D.
 - 32) Huang, Y. & Huang, J.L. & Liao, T.J. & Liang, X. & Tian, H. (2018) Simulating urban expansion and its impact on functional connectivity in the Three Gorges Reservoir Area, *Science of the Total Environment*: No. 643, pp.1553–1561.
 - 33) Kattela, G.R. & Elkadi, H. & Meikle, H. (2013) Developing a complementary framework for urban ecology, *Urban Forestry & Urban Greening*, No. 12, pp. 498–508.
 - 34) Lee, W.H. & Ambrey, C. & Pojani, D. (2018) How do sprawl and inequality affect well-being in American cities?, *Cities*, Vol.79, pp.70-77.
 - 35) Li, Y. & Li, Y. & Kappas, M. & Zuckerman, M.p. (2018) Identifying the key catastrophic variables of urban social-environmental resilience and early warning signal, *Environment International*, No.113, pp.184–190.
 - 36) Marchese, D. & Reynolds, E. & Bates, M.E. & Morgan, H. & Clark, C.C. & Linkov, I. (2018) Resilience and sustainability: Similarities and differences in environmental management applications, *Science of the Total Environment*, Vol. 613–614, pp.1275–1283.
 - 37) Masys, A. (2015) *Urban Resilience and Sustainability: The Role of a Local Resilience Forum in England*. Springer International Publishing Switzerland.
 - 38) Meerow, S. & Newell, J.P. & Stults, M. (2016) Defining urban resilience: A review, *Landscape and Urban Planning*, No.147, pp.38–49.
 - 39) Meerow, S.A. (2017) *The Contested Nature of Urban Resilience: Meaning and Models for Green Infrastructure and Climate Change Adaptation Planning*. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (Natural Resources and Environment) in the University of Michigan. Doctoral Committee: Assistant Professor Joshua P. Newell, Chair., Professor Daniel G. Brown., Associate Professor Scott D. Campbell., Professor Maria Carmen Lemos.

- 40) Moghim, S. & Garna, R.K. (2019) Countries' classification by environmental resilience, *Journal of Environmental Management*, No. 230, pp.345–354.
- 41) Nengroo, Z.A. & Bhat, M.S. & Kuchay, N.A. (2017) Measuring urban sprawl of Srinagar city, Jammu and Kashmir, India, *Journal of Urban Management*, No. 6, pp.45–55.
- 42) Seto, K.C. & Fragkias, M. & Gu'neralp, B. & Reilly, M.K. (2011) A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion, *PLoS ONE*, Vol. 6, No.8, pp.23-77.
- 43) Sharifi, A. & Yamagata, Y. (2014) Resilient urban planning: Major principles and criteria, *Energy Procedia*, No. 61, pp. 1491 –1495.
- 44) Skog, K.L. & Steinnes, M. (2016) How do centrality, population growth and urban sprawl impact farmland conversion in Norway?, *Land Use Policy*, No. 59, pp.185–196.
- 45) Wratten, S. & Sandhu, H. & Cullen, R. & Costanza, C. (2013) *Ecosystem Services in Agricultural and Urban Landscapes*. First Edition 2013. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- 46) Wu, J. (2014) Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future Directions, *Landscape and Urban Planning*, No.125, pp.209–221.
- 47) Xu, L. & Huang, Q. & Ding, D. & Mei, M. & Qin, H. (2018) Modelling urban expansion guided by land ecological suitability: A case study of Changzhou City, China, *Habitat International*, Vol.75, pp.12-24.
- 48) Zhou, W. & Jiao, M. & Yu, W. & Wang, J. (2019) Urban sprawl in a megaregion: A multiple spatial and temporal perspective, *Ecological Indicators*, No.96, pp.54–66.

