

# Identifying potential areas for infill development using Remote Sensing

## (Case Study: Ahvaz metropolis)

**Ali Shojaeian** - Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities and social sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

**Amer Nikpour<sup>1</sup>** - Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities and social sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

**Naser Aligholizadeh Firouz jaei** - Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities and social sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

**Mohamad Soleymani lamiani** - Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities and social sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

---

Received: 12 June 2021      Accepted: 29 June 2022

### Highlights

- When infill occurs in a scattered pad area, it can be said that an unused, inefficient space is formed in the city.
- Of the 18,650-hectare legal area of the city of Ahvaz, more than 6,726 hectares has the possibility of infill development.
- Infill development with a suitable design can be a new type of development with a mixed residential structure and residents with different income levels.

---

### Extended abstract

#### Introduction

In the country of Iran, while the growth and development patterns of towns were determined by local, endogenous parameters, there was some balance between life and the growth of urban economy. As exogenous factors began to play a role, however, some cities grew extremely and irregularly. The city of Ahvaz has undergone extensive physical-spatial changes due to the increase in population, the development of oil industries, the centrality of the province, the establishment of urban services, and the attraction of the residents of the cities and villages of the province in the past decades. This caused the uneven expansion of the city and the emergence of the phenomenon of dispersion therein. The physical parameters that trigger development in Ahvaz include industrial towns, military lands, the airport complex and its facilities, the academic functions of the city, its role as the main communication pathway, the market line to the east of the river, and the integration of suburban areas. These factors have caused many domestic capacities and potentials to remain unused, such as distressed and less developed or undeveloped lands in the city. Therefore, according to the current conditions in Ahvaz, it is a necessity to know about the areas and regions that are prone to infill development, in order to present plans to prevent the phenomenon of dispersion and realization of infill development.

#### Theoretical Framework

To describe the notion of infill development, a large number of definitions have been proposed. The most common cause in the world is people's residence in less wild areas of the city. Given that civilization has often happened in developing countries, and that many of the urban districts in these countries have undergone enormous growth that could be efficient in regard to the key principles of development, a three-dimensional strategy could be adopted for the development of a vast area, involving: 1- new construction on a land that has not been developed, or, at least, cultivated, 2- physical

---

1 Responsible author: [a.nikpour@umz.ac.ir](mailto:a.nikpour@umz.ac.ir)

rehabilitation of the current unusable buildings, and 3- compatibility with the forms and functions of these buildings.

### Methodology

The data used in this research includes Landsat and IRS satellite images, which were processed in the PCI Geomatica environment. The first stage of pre-processing (geometric correction) in this research includes integration of the coordinates of the prepared images. For this purpose, 25 control points were used. In order to better distinguish body spaces from shadows, the histogram equalization operation was also performed on the corresponding images. Then, the distressed fabric map was extracted using the WS model. MLC classification was applied to the images in order to generate and present a map of empty and barren lands in Ahvaz. For this purpose, different bands of two types of data were merged (fused) with image-merging operations to obtain the best combination of bands for classification.

### Results and Discussion

The statistical investigations showed that of the total 18,650-hectare area of Ahvaz, 958.2 hectares was identified as distressed fabric, which makes up 5.13% of the city. The identified areas mostly correspond to the central parts of the city (the border between Salman Farsi and Taleghani Streets) and the old fabric around the Ali Mahziar Shrine. Moreover, in almost all the eight districts of the city, more or less scattered parts were identified as distressed fabric.

### Conclusion

The results of the research showed that of the 18650-hectare legal area of Ahvaz, more than 6726 hectares (including the identified barren areas and distressed fabric) have the potentials for infill development. This value represents 36.2% of the city's area, which is a relatively large ratio. Furthermore, over the entire area prone to infill development in Ahvaz, including distressed fabric and barren lands, the largest area concerns barren lands, with more than 5768 hectares, and the lowest values pertain to parts of the distressed fabric, with more than 958 hectares, representing 85.7% and 14.3%, respectively, of the entire area studied as prone to infill development. The results concerning the distribution of distressed fabric as identified in this research show that Municipal Districts One and Seven exhibit the largest values, with 3197360 and 3231110 square meters, representing 33.36% and 33.75% of the total distressed fabric of Ahvaz, respectively, and District Five has the smallest values, with 5850 square meters, making up 0.06%. These statistics are highly consistent with the field data, because Districts Seven and One of Ahvaz are considered as the old parts of the city and mainly contain the historic fabric. On the other hand, District Two, with a little more than 1720 hectares, and District One, with about 80 hectares, representing 28.5% and 0.3%, respectively, are known as the most and least severely barren and empty lands. The data in this section seem logical because District One (Old Ahvaz) is considered as part of the historic fabric and the primary, central core of Ahvaz, so the least severely abandoned, barren, and empty land occurs in this area.

### Key words:

Infill development, Barren lands, Distressed fabric, Remote sensing data, City of Ahvaz

**Citation:** Shojaeian, A., Nikpour, A. Aligholizadeh Firouz jaei, N. Soleymani lamiani, M. (2022) Identifying potential areas for infill development using Remote Sensing (Case Study: Ahvaz metropolis), , Motaleate Shahri, 12(45), 83–96. doi: 10.34785/J011.2023.009/Jms.2023.108.

### Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Motaleate Shahri. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



## شناسایی مناطق مستعد توسعه میان‌افزا با استفاده از دورسنجی

### نمونه مورد مطالعه: کلانشهر اهواز

علی شجاعیان - دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.  
 عامر نیک‌پور - دانشیار، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.  
 ناصر علیقلی‌زاده فیروزجایی - استادیار، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.  
 محمد سلیمانی لامیانی - دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۲ خرداد ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: ۰۸ تیر ۱۴۰۱

#### چکیده

زمانی که در یک محدوده زیستی، پدیده پراکنده‌رویی کالبدی پدیدار شود، می‌توان گفت که درون شهر فضاهای بلااستفاده، رها شده، ناکارآمد و فرسوده شکل می‌گیرد؛ از این روست که توجه و برنامه‌ریزی برای استفاده از این فضاها اهمیت پیدا می‌کند. در واقع رشد هوشمند شهری یکی از راهکارهای اساسی در پاسخ به پراکنده‌رویی است. بنابراین توجه به اصول توسعه میان‌افزا در محدوده‌های دارای ظرفیت شهر مانند بافت‌های فرسوده، مخروطه‌ها، اراضی بایر و بافت‌های ناکارآمد شهری می‌تواند به عنوان یکی از راهبرد های اساسی برای دستیابی به رشد هوشمند شهری کمک نماید. هدف پژوهش حاضر نیز شناسایی محدوده‌های با قابلیت توسعه درون‌زا با تأکید بر شاخص‌های قابل دستیابی از داده‌های دورسنجی شامل بخش‌های فرسوده و زمین‌های بایر در محدوده قانونی شهر اهواز است. برای این منظور پس از تهیه و استانداردسازی تصاویر ماهواره‌ای لندست (سنجنده ETM) و IRS (سنجنده ID)، با استفاده از مدل‌های WS (تقسیم حوزه‌ای) و MLC (بیشترین همانندی) به طبقه‌بندی و استخراج بافت‌های مورد نظر پرداخته و سپس در GIS با ترکیب خروجی‌های پیشین، نقشه کلاسه‌بندی مناطق قابل پیشنهاد توسعه میان‌افزا ارائه گردیده است. نتایج تحقیق نشان داد که از مساحت ۱۸ هزار و ۶۵۰ هکتار محدود قانونی شهر اهواز، بیش از شش هزار و ۷۲۶ هکتار (شامل مناطق شناسایی شده بایر و بافت فرسوده) قابلیت توسعه میان‌افزا را دارند. این مقدار ۳۶٫۲ درصد از مساحت شهر را شامل می‌شود. همچنین از کل پهنه پیشنهادی برای توسعه میان‌افزای اهواز، در بافت‌های فرسوده و اراضی بایر، بیشترین مساحت متعلق به اراضی بایر با بیش از پنج هزار و ۷۶۸ هکتار و کمترین مقادیر مربوط به قطعات بافت فرسوده با بیش از ۹۵۸ هکتار، به ترتیب با ۸۵٫۷ و ۱۴٫۳ درصد از کل مناطق اختصاص یافته به توسعه میان‌افزای منطقه مورد پژوهش بوده است.

واژگان کلیدی: توسعه میان‌افزا، اراضی بایر، بافت فرسوده، داده‌های دورسنجی، شهر اهواز.

#### نکات برجسته

- زمانی که در یک محدوده پدیده پراکنده‌رویی پدیدار شود، می‌توان گفت که درون شهر، فضاهای بلااستفاده و ناکارآمد شکل می‌گیرد.
- از مساحت ۱۸۶۵۰ هکتار محدود قانونی شهر اهواز، بیش از ۶۷۲۶ هکتار قابلیت توسعه میان‌افزا را دارا می‌باشند.
- توسعه میان‌افزا با یک طراحی مناسب می‌تواند یک نوع جدید توسعه با ساختار مختلط سکونتی و ساکنانی با سطوح مختلف درآمدی باشد.

## ۱. مقدمه

رشد شهرنشینی و متعاقب آن توسعه شهری یکی از معضلاتی است که جهان، اکنون با آن مواجه است (Serag et al, 2012:86). به این گونه که مناطق شهری به دلیل افزایش مداوم جمعیت ناشی از فرآیند شهرنشینی در حال افزایش هستند (Wegener, 2013:277). به تدریج با افزایش تراکم جمعیت و فعالیت در این مناطق، جمعیت و فعالیت از شهرهای بزرگ خارج می‌شود که منجر به شکل‌گیری مراکز فعالیت و اسکان در الگوهای مختلف ساختار فضایی شده است (Dadashpoor & Alidadi, 2017:52). براین اساس رشد شهری با تغییر کاربری اراضی و افزایش فعالیت شهر همراه است (Abedini & Khalili, 2019:317). از این رو پدیده پراکنده‌رویی شهری با روند، علل و پیامدهای متفاوت، به تدریج به یکی از الگوهای توسعه فضایی شهری در سراسر جهان تبدیل شده است (Mosammam et al, 2006:104). در کشورهای در حال توسعه نیز رشد بی سابقه شهرنشینی، محدودیت‌های فیزیکی شهر را گسترش داده و توسعه کیفی را تضعیف کرده است (Lotfi et al, 2011:232). در کشورهای در حال توسعه، این پدیده اغلب نتیجه سبقت شهرنشینی از برنامه‌ریزی شهری، سیاست‌های دولتی زمین و مسکن نامناسب، مهاجرت‌های شهری و روستایی و تلاش‌های خانوارهای متوسط و کم‌درآمد برای یافتن مسکن ارزان قیمت در حاشیه شهری است (Deng et al, 2004:211). چنین توسعه‌ای که اصولاً در اراضی آماده‌سازی نشده اتفاق می‌افتد، نتایج بسیاری (از جمله افزایش زمین‌های بلا استفاده، افزایش سهم فضاهای باز، کاهش تراکم جمعیت، گسستگی بخش‌های شهری و جدایی‌گزینی اجتماعی) را به همراه دارد (Hess, 2002:2). توسعه درون‌زا فرایند توسعه قسمت‌های خالی یا ساخته شده موجود درون نواحی شهری است و میان افزای شهری به توسعه جدید در اراضی خالی یا توسعه نیافته درون شهر گفته می‌شود که توسط اراضی توسعه یافته محصور شده است (Cooper, 2012:1). در کانون بحث توسعه میان‌افزا، زمین‌های رها شده اخیراً به کانون توجه دولت‌ها، جوامع، طرفداران محیط زیست، محققان و دانشمندان سراسر جهان تبدیل شده است (Zhua et al, 2015:187). مرکز جوامع زیست‌پذیر، چند دلیل در جواب به این که چرا باید در مناطق شهری موجود (مناطق میانی) ساخت و ساز کرد، عنوان می‌کند: وابستگی بیشتر به اتومبیل و ناکارآمدی زیاد اثرات مالی بر دولت‌ها به واسطه برنامه‌ریزی نامناسب (Connie, 2005:5). در کشور ایران تا زمانی که الگوی رشد و توسعه فضایی شهرها ازگانیک و تعیین‌کننده عوامل درون‌زا و محلی بود، محدوده شهری نیز کفایت کاربری‌های سنتی شهری را می‌داده و یک نوع تعادل میان محیط زیست و شهر برقرار بود؛ اما از زمانی که مبنای توسعه و گسترش شهرها به واسطه تحولات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی ماهیتی برون‌زا به خود گرفت، با موتوریزه شدن شهرها، درآمدهای حاصل از فروش نفت در اقتصاد شهری تزیق شد و شهرهای کشور در نظام اقتصاد جهانی و تحت تأثیر آن قرار گرفته و به دنبال آن الگوی توسعه بسیاری از شهرهای ایران روندی شتابان و بی‌رویه به خود گرفت (Arvin et al, 2017:164). شهر اهواز نیز به دلیل افزایش جمعیت، توسعه صنایع نفتی، مرکزیت استان، استقرار خدمات شهری و جذب جمعیت شهرها و روستاهای

استان در دهه‌های گذشته، تحولات کالبدی-فضایی وسیعی داشته که سبب گسترش ناموزون شهر و ظهور پدیده پراکنده‌رویی در شهر شده است. در برشمردن عناصر شاخص کالبدی محرک توسعه در شهر اهواز می‌توان به شهرک‌های صنعتی، اراضی نظامی، مجموعه فرودگاه و تأسیسات آن، عملکردهای آموزشی و دانشگاهی شهر اهواز و شریان‌های ارتباطی اصلی و راسته بازار در شرق رودخانه، ادغام مناطق حاشیه‌ای و غیررسمی و روستاها اشاره کرد. این عوامل سبب بلااستفاده ماندن ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های داخلی فراوان مانند اراضی فرسوده و کمتر توسعه یافته و اراضی توسعه نیافته در شهر شده است. از این رو، به کارگیری این ظرفیت و پتانسیل‌ها در بطن برنامه‌ریزی توسعه میان‌افزا می‌تواند دلیلی بر کاهش تخریب محیط زیست پیرامون، عدم توجه به الگوی سنتی بافت اصلی شهر، عدم توجه به هویت شهری و ... باشد. بنابراین با توجه به شرایط کنونی شهر اهواز آگاهی از نواحی و مناطقی که مستعد توسعه میان‌افزا هستند، نوعی ضرورت برای ارائه طرح‌ها و برنامه‌ها به منظور جلوگیری از پدیده پراکنده‌رویی و تحقق توسعه میان‌افزا است.

توسعه میان‌افزا، توسعه‌ای معمولاً مسکونی بر روی قطعه زمینی است که در میان ساختمان‌ها باقی مانده است. به عبارت دیگر، توسعه میان‌افزا بازیافت اراضی خالی داخل نواحی شهری است که خدمات زیرساختی مختلفی مانند جاده، دسترسی، آب، برق و ... دارد و از آن برای نیازهای شهر بهره گرفته می‌شود (Dadashpoor et al, 2017:94). در پژوهشی با عنوان "رویکرد توسعه میان‌افزا: یک راه انتقال هوشمند به توسعه پایدار شهری آینده" که به وسیله مهین و همکاران انجام شده، به چارچوبی سه مرحله‌ای برای شناسایی مناطق مستعد توسعه میان‌افزا در منطقه شماره یک شهرداری اصفهان بر اساس زیرساخت‌های آب شهری پرداخته‌اند. در ادامه با محاسبه وزن هریک از پهنه‌های موجود در مناطق با استفاده از مدل AHP همسایگی‌های محدوده مورد مطالعه برای توسعه آبی شهری رتبه‌بندی شدند. در انتهای پژوهش آنها به این نتیجه رسیدند که نه تنها دسترسی به زیرساخت‌های آب شهری نباید تنها معیار تصمیم‌گیری در مورد توسعه آینده در نظر گرفته شود، بلکه ظرفیت مازاد در این زیرساخت‌ها و مکانیابی آنها از اهمیت بیشتری برخوردار است (Mahin et al, 2021). عابدینی و خلیلی در پژوهشی با عنوان "تعیین ظرفیت توسعه درون‌زا در رشد کلانشهر ارومیه" با استفاده از نه شاخص به تحلیل فضایی در سطح شهر ارومیه پرداخته‌اند. سپس برای همپوشانی هر یک از لایه‌ها از روش AHP استفاده نموده‌اند. نتایج حاصل از سناریوسازی پژوهش آنها نشان داده است که منطقه وسیعی از شهر ارومیه برای توسعه میان‌افزا مناسب است و بخش‌های عمده‌ای از منطقه ۳ و ۱ در شهر، از پتانسیل توسعه میان‌افزا برخوردار است. همچنین منطقه ۴ این شهر از نظر دسترسی به شاخص‌های مورد بررسی شده در سطح مناسبی قرار دارد (Abedini & Khalili, 2019).

رضویان و صمدی در پژوهشی با عنوان "ارزیابی پتانسیل توسعه میان‌افزا در منطقه ۸ تبریز با روش تحلیل شبکه" با رویکرد توسعه میان‌افزا، توسعه آبی منطقه ۸ تبریز را مورد بررسی قرار دادند. برای سنجش توانمندی‌های توسعه میان‌افزا این منطقه، چندین شاخص از



عمومی کاهش خواهد یافت. همچنین می‌تواند برای رسیدن به آستانه جمعیتی لازم برای تأمین نیازهایی مانند فضای سبز و پارک و خدمات از این دست کمک کند (A comprehensive recipe for middleware development, 2015). بنابراین برای توصیف توسعه میان‌افزا، طیف گسترده‌ای از تعاریف وجود دارد. توسعه میان‌افزا، استفاده مجدد و باززنده سازی ساختارهای موجود و به دنبال آن ساخت‌وسازهای جدید متفاوت است (Felt, 2007:48). بنابراین از میان تعاریف مختلف، رایج‌ترین تعریف توسعه میان‌افزا، توسعه‌ای است که در قطعات تحت استفاده در مناطق قبلاً توسعه یافته و بخش‌های شهری رخ می‌دهد. با توجه به این که شهرنشینی اغلب در کشورهای در حال توسعه رخ می‌دهد (Kramer et al, 2001:3)، در سال‌های اخیر بسیاری از مناطق شهری این کشورها رشد چشمگیری را تجربه کرده‌اند که در این زمینه بهره‌گیری از اصول توسعه میان‌افزا می‌تواند بسیار کارآمد باشد (Cohen, 2006:71). در واقع این نوع از توسعه به عنوان تاکتیکی از راهبرد رشد هوشمند منطقه‌ای به حساب می‌آید و شامل سه فعالیت اصلی می‌شود: ۱- احداث ساختمان‌های جدید بر روی زمینی که در شرایط موجود توسعه نیافته و یا کمتر توسعه یافته است، ۲- احیای کالبدی ساختمان‌های غیرقابل استفاده کنونی و ۳- استفاده مجدد و سازگار با فرم و عملکرد قبلی این ساختمان‌ها (Connie, 2005:258). بنابراین توسعه میان‌افزا با یک طراحی مناسب می‌تواند یک نوع جدید توسعه با ساختار مختلط سکونت‌ی و ساکنانی با سطوح مختلف درآمدی باشد؛ چرا که این نوع توسعه سعی دارد تا فاصله‌های موجود بین محلات را از طریق رعایت عدالت اجتماعی بکاهد (Malekshahi et al, 2018:134). (جدول شماره ۱۵)

از جنبه کالبدی توسعه بین بافتی، بهسازی ساختمان‌های تاریخی و حفاظت از عناصر نشانه‌ای و یا میدان‌های عمومی شاخص را نیز در بر می‌گیرد و اینها به منظور حفظ و ارتقای خصوصیات محله انجام می‌شوند (American Planning Association, 2006:22). از آنجایی که زمین‌های خالی در هر مکانی می‌تواند باشد، اما با احتمال زیاد در طول محورهای حمل‌ونقل (حمل و نقل عمومی یا خودرو محور) یا مناطق کاربری انتقالی (به عنوان مثال کاربری صنعتی یا تجاری سابق)، در مناطق انتقال بین الگوهای مختلف مورفولوژیکی مثل حاشیه شهرها و حومه‌ها یا در مناطقی از شهر که در آن زیرساخت‌های اساسی، محل‌های کار و دیگر امکاناتی که قبلاً مکان‌گزینی شده‌اند، قرار دارند (Chris Chua, 2012:187). با به کارگیری توسعه میان‌افزا در این مناطق می‌توان موجبات توسعه را فراهم آورد (Nemeth and Lang, 2014:144). بنابراین آنچه که گفته شد، این الگوی رشد شهری مزایایی مانند افزایش درآمدی خانوار، کاهش هزینه حمل‌ونقل از طریق کاربری مختلط و حفظ اراضی حومه شهری دارد. همچنین توسعه میان‌افزا از طریق افزایش ارتفاع ساختمان با افزایش تراکم نیز رابطه مستقیم دارد و جمعیت لازم را برای ارائه خدمات فرام می‌سازد (Oye And Lee, 2013: 858).

جمله کیفیت ساختمان‌ها، دسترسی‌ها، فشرده سازی و دانه‌بندی را مورد استفاده قرار دادند. به منظور تعیین ظرفیت نهایی توسعه و تأثیر هر شاخص، شاخص‌ها با استفاده از تجزیه و تحلیل فرایند شبکه مدل تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای<sup>۱</sup> وزن دهی شدند. نتایج نشان داد که ۱۲ درصد از سطوح منطقه ۸ تبریز، توان بالایی برای توسعه میان‌افزا دارند که نیازمند یک برنامه‌ریزی مبتنی بر اصول توسعه هوشمند است (Razavian & Samadi, 2016).

آروین و زنگانه در پژوهشی با عنوان تحلیل موانع بهره‌گیری از رویکرد توسعه میان‌افزا مطالعه موردی: شهر اهواز به این نتیجه رسیدند که مدیران و کارشناسان معتقدند که عوامل قانونی-اداری بیشترین تأثیر را بر عدم تحقق و اجرای رویکرد توسعه میان‌افزا در شهر اهواز دارند و بعد از آن متغیر اقتصادی با ضریب ۰/۹۴، متغیر اجتماعی با ضریب ۰/۶۶ و متغیر کالبدی با ضریب ۰/۵۵ به ترتیب بیشترین تا کمتر تأثیر را بر عدم تحقق اجرای توسعه میان‌افزا در شهر اهواز دارند (Arvin & Zanganeh, 2020).

حکمت‌نیا در پژوهشی با عنوان "اولویت بندی نقش مؤلفه‌های توسعه میان‌افزا (درون‌زا) در توسعه فیزیکی شهر با رویکرد تحقق شهر هوشمند (مطالعه موردی: شهر یزد)" به این نتیجه رسید که چنانچه طی سال‌های آینده در این شهر هیچ‌گونه رشد و توسعه‌ای در محدوده‌های بیرونی و اطراف شهر صورت نگیرد و تمامی رشد و گسترش فیزیکی آینده شهر محدود به استفاده از زمین‌های خالی داخل شهر شود، در ۲۵ سال آینده شهر یزد نیاز به افزایش مساحت و وسعت نخواهد داشت و محدوده موجود شهر پاسخگوی نیازهای مسکونی و غیر مسکونی شهروندان خواهد بود (Hekmatnia, 2019).

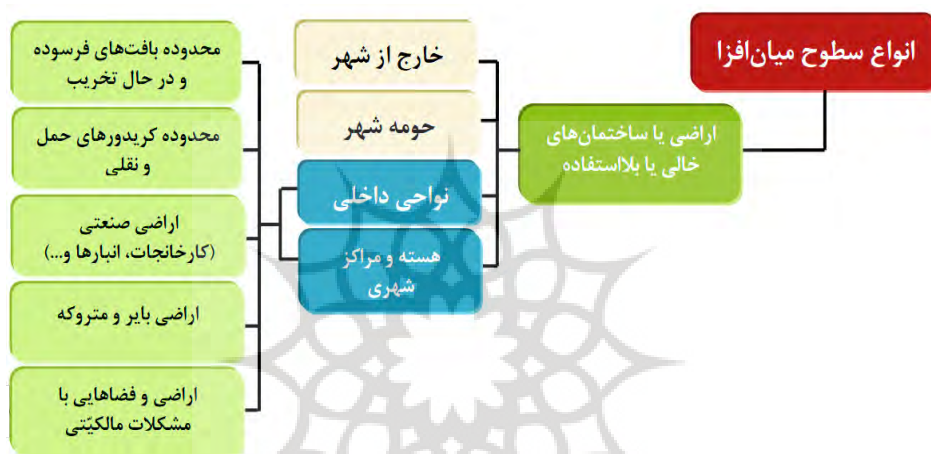
در این پژوهش برای نخستین بار از مدل ws برای مطالعه و شناسایی فرسودگی بافت‌های شهری استفاده شده است. استفاده از این مدل در واقع به کارگیری یکی از منطق‌های جاری در طبیعت برای واکاوی و تحلیل فعالیت‌های انسانی است. از طرفی از تلفیق داده‌های حاصل از مدل یادشده، با خروجی‌های حاصل از طبقه بندی تصاویر لندست (به منظور شناسایی محدوده‌های بایرو خالی)، بخش‌های قابل پیشنهاد برای توسعه میان‌افزا، استخراج شده است. بنابراین با استفاده از مجموعه روش‌های خودکار و نیمه خودکار با دقت و سرعتی بالا اهداف پژوهش محقق شده است.

## ۲. چارچوب نظری

مفهوم توسعه میان‌افزا برای اولین بار در سال ۱۹۷۹ توسط انجمن املاک و مستغلات آمریکا تعریف و در راستای اهداف اقتصادی به کار گرفته شد (Hudnu, 2001:1). کوان نیز در بیان مفهومی شهری، infill را در قالب development infill (توسعه درون‌زا) و به عنوان ساختمانی در سایت کوچک مرتبط با ساختمان‌های موجود می‌داند (Cowan, 2005:195). به عبارتی توسعه میان‌افزا به استفاده بهتر و مؤثرتر تسهیلات و خدمات موجود در نواحی هدف منجر خواهد شد که در اکثر مواقع ارزش مالکیت‌ها را افزایش می‌دهد و هزینه‌های خدمات عمومی مانند آب، فاضلاب، پیاده‌روها و تأمین امنیت

جدول شماره ۱: رویکردهای نظری مرتبط با توسعه میان افزا

| اصول و ابعاد مرتبط با توسعه میان افزا  | رویکردهای نظری                      |                         |
|--|-------------------------------------|-------------------------|
| افزایش فشردگی کالبدی در توسعه شهری، کاهش پراکندگی شهری، پر کردن بافت موجود شهر، افزایش متعادل تراکم، نوسازی و بازسازی مناطق متروک و فرسوده، احیا و تغییر کاربری بناهای قدیمی، کاهش فاصله محل کار و زندگی، کاهش استفاده از اتومبیل و کاهش آلودگی های محیطی (Nikpour & et al, 2018: 80-82) | توسعه پایدار                        | رویکردهای نظری سطح کلان |
| پیاده مداری، کاربری مختلط و متنوع، مسکن مختلط، افزایش تراکم، حمل و نقل هوشمند و پایداری (Ligmann et al, 2005)  | جنبش شهرسازی نوین                   |                         |
| تراکم بالا، کاربری مختلط شهری و استفاده از سیستم حمل و نقل عمومی کارا و همچنین تشویق پیاده روی و دوچرخه سواری (Seifoddini & et al, 2012: 160)  | شهر فشرده                           | رویکردهای نظری همسو     |
| اختلاط کاربری، خلق گستره ای از فرصت ها و گزینه های مسکونی، خلق محله های قابل پیاده روی، تقویت و هدایت توسعه به سوی جوامع موجود، فراهم کردن تنوعی از گزینه های حمل و نقل، تشویق جامعه و سرمایه داران به مشارکت در تصمیمات توسعه (SGN, 2002)   | رشد هوشمند                          |                         |
| ترکیب انواع کاربری تجاری، فرهنگی، تفریحی، اداری و ... با کاربری مسکونی به صورت عمودی یا افقی در کنار یکدیگر (TGM Program Staff, 2001)  | توسعه بارویکرد کاربری مختلط         | رویکردهای نظری مکمل     |
| ترویج حمل و نقل عمومی، پیاده محوری و نیز استفاده ترکیبی از کاربری ها (APA, 2006: 404)  | توسعه بر مبنای شبکه حمل و نقل عمومی |                         |



نمودار شماره ۱: انواع سطوح مورد استفاده برای توسعه میان افزا

تصاویر تهیه شده در این تحقیق دارای مختصات بوده اند، اولین مرحله از پیش پردازش (تصحیح هندسی) شامل هماهنگ سازی مختصاتی آنان است. برای این منظور ۲۵ نقطه کنترل مورد استفاده قرار گرفت. برای تمایز بهتر فضاهای کالبدی از سایه، در ادامه بر روی تصاویر مربوطه عملیات برابر سازی هیس توگرام نیز انجام گرفت. سپس با اعمال مدل WS با استخراج نقشه بافت فرسوده اقدام گردید. از فاکتورهای مهم در استفاده از الگوریتم WS، زاویه تابش و نوردهی هنگام تصویر برداری است. بدین منظور که در داده های دورسنجی معمولاً زاویه تابش ثبت نمی شود، با استفاده از نرم افزار StarryNight زاویه تابش در روز و ساعت تصویر برداری برای مکانی با مختصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه استخراج گردید. در ادامه برای بناهای انتخاب شده یک به یک مرزهای وکتوری استخراج گردید و سپس برای هر ساختمان لبه های سایه دار مشخص شدند. سپس با استفاده از WS یک حریم در امتداد لبه های سایه ایجاد گردید. به منظور ارائه و تولید نقشه زمین های خالی و بایر احوال از طبقه بندی MLC تصاویر استفاده شده است (تصویر شماره ۱). برای این منظور و قبل از طبقه بندی، با عملیات ادغام تصاویر، باندهای مختلف دو نوع داده با یکدیگر ادغام (فیوژن) گردید تا بهترین ترکیب باندهای برای طبقه بندی به دست آید.

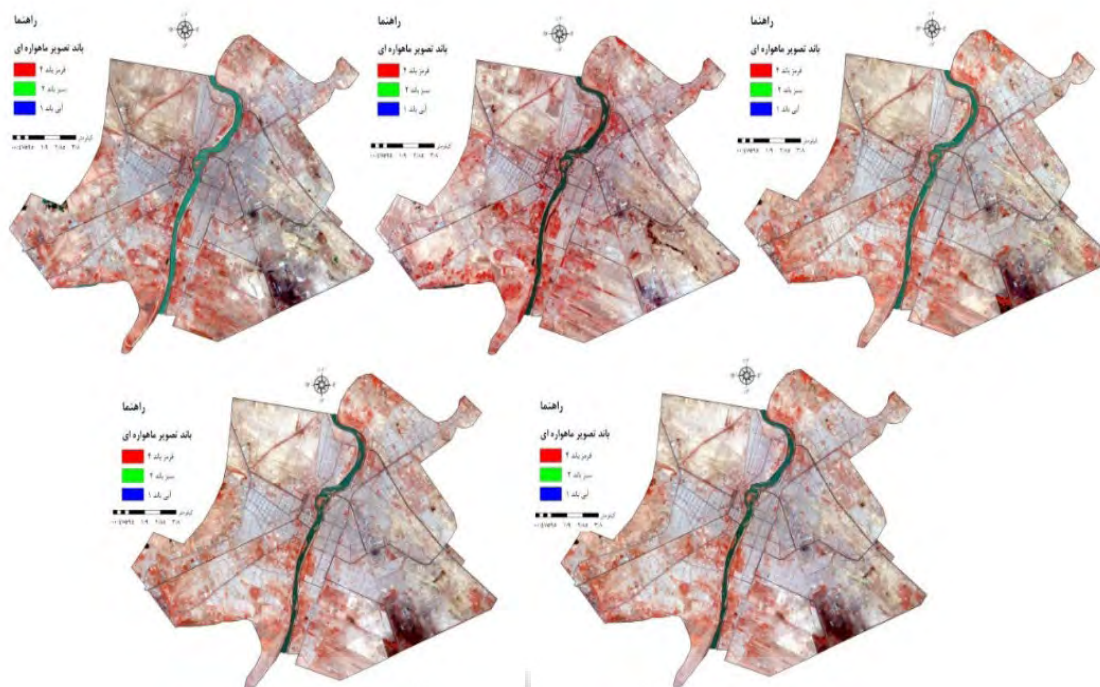
### ۳. روش پژوهش

داده های مورد استفاده در این تحقیق شامل تصاویر ماهواره ای لندست و IRS است. جدول شماره ۲ ویژگی های تصاویر مورد استفاده را نشان می دهد.

جدول شماره ۲: جزئیات تصاویر ماهواره ای مورد استفاده

| منبع              | تاریخ اخذ  | سنجنده | نوع داده |
|-------------------|------------|--------|----------|
| سایت USGS         | جولای ۲۰۲۰ | ETM    | Landsat  |
| سایت spaceimaging | می ۲۰۲۰    | 1D     | IRS      |

به طور کلی داده های به دست آمده از فرایند سنسجش از دور، قبل از هر نوع استفاده ای نیازمند عملیات پیش پردازش هستند. نوع و مراحل این عملیات نیز بسته به هدف مورد نظر، تا حدودی متفاوت خواهد بود. پردازش تصاویر در محیط PCI Geomatica استفاده شد. از آنجا که



تصویر شماره ۱: باندهای تصاویر لندست شهر اهواز

(Gothandaraman, 2001). نمایش پارامترهای ریاضی مدل عمومی WS را نشان می‌دهد. رابطه شماره (۱):

$$F = \left\{ \bigcup_{i=1}^N R_i \right\} \cup \left\{ \bigcup_{j=1}^M R'_j \mid \eta(R'_j) < \tau \right\}$$

که در این رابطه:

$N$  و  $M$ : مناطق منتخب از تصاویر  $A$  و  $C$

$n(R'_j)$ : تعداد پیکسل‌های تصویر در محدوده  $R'_j$

$T$ : مقادیر آستانه هستند.

رویکرد توپوگرافی این مدل می‌تواند مبنای محاسبه و استخراج بناهای موجود در بافت فرسوده شهری گردد (Shojaeian, 2007). نمودار شماره ۲ چارچوب‌های رویکرد توپوگرافی مدل قطعه‌بندی حوزه در این تحقیق را نشان می‌دهد.

### ۳.۳. مدل بیشترین همانندی (Maximum Likelihood MLC Classification)

روش بیشترین همانندی (حداکثر احتمال) از سایر روش‌های موجود برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای دقیق‌تر است (Beucher, 2019). میزان اندک واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی باندهای مختلف برای مناطق نمونه محاسبه می‌شود و از همین خاصیت برای ارتباط یک پیکسل طبقه‌بندی نشده به یکی از گروه‌ها یا نمونه‌های طیفی نیز استفاده می‌شود. به بیان دیگر برای بررسی نحوه توزیع ارزش‌های طیفی و احتمال آماری ارتباط یک پیکسل با یکی از گروه‌های نمونه

متداول‌ترین متد طبقه‌بندی پارامتریک، روش بیشترین احتمال (MLC) است (Shojaeian et al, 2015). در این روش پیکسل مجهول  $A$  را به رده‌ای که محتمل‌ترین رده برای آن پیکسل باشد، اختصاص می‌دهد. این روش فرض را بر آن می‌گذارد که توزیع داده‌های آموزشی هر رده، به صورت نرمال است. در روش رده‌بندی بیشترین احتمال، پس از جمع‌آوری داده‌های آموزشی و تعیین میانگین‌ها و انحراف معیارهای رده‌های تعریف شده تصویر، احتمال تعلق هر کدام از پیکسل‌های تصویر به تمام رده‌های تعریف شده آن تصویر، محاسبه شده و هر کدام از پیکسل‌ها به رده‌ای اختصاص داده می‌شوند. در ادامه و به منظور تعیین محدوده‌های قابل توصیه برای توسعه میان‌افزا، در محیط ArcGIS به تلفیق نقشه و خروجی‌های طبقه‌بندی MLC و الگوریتم WS اقدام گردید.

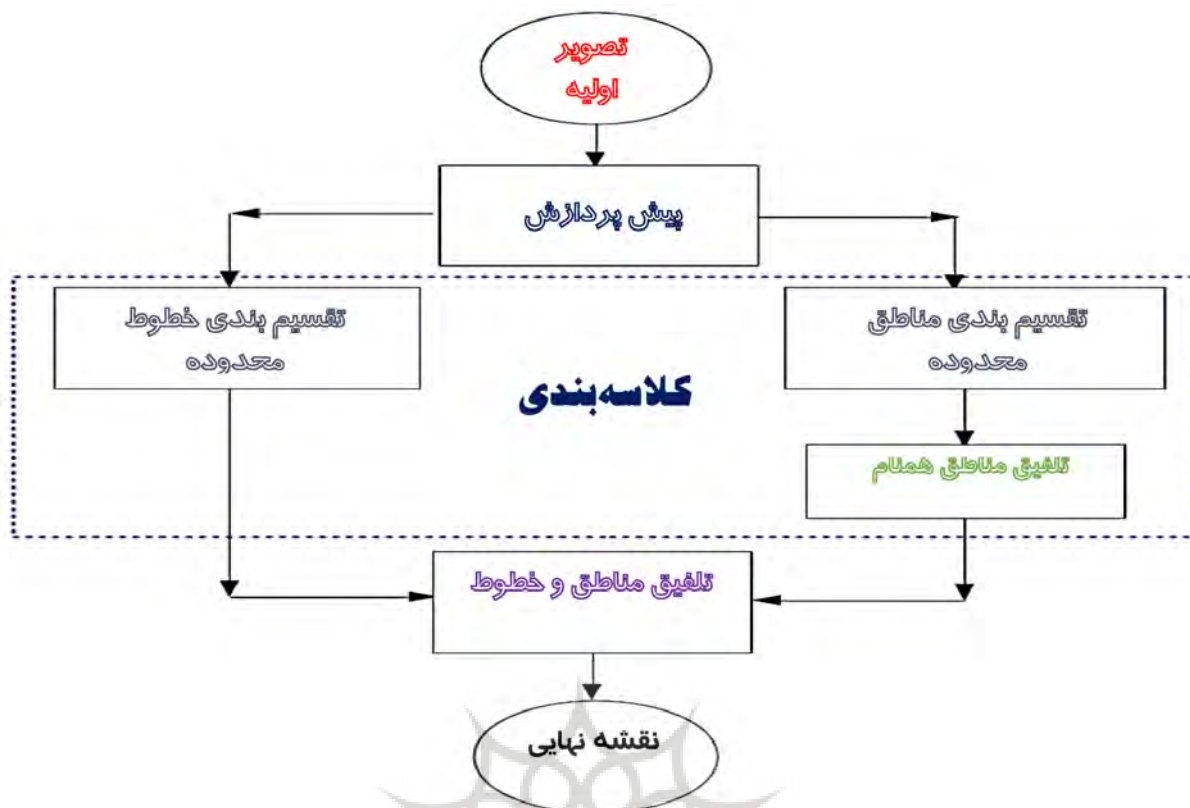
### ۳.۱. مدل‌های مورد استفاده

به منظور دستیابی به اهداف این پژوهش نیازمند استفاده از مدل‌های تقسیم‌حوزه‌ای برای استخراج عوارض ارتفاعی و همچنین بیشترین همانندی برای طبقه‌بندی تصاویر مورد استفاده هستیم.

### ۳.۲. مدل تقسیم حوزه‌ای (watershed segmentation) WS

یکی از روش‌های استخراج عوارض و طبقه‌بندی در تفسیر و پردازش داده‌های دورسنجی، مدل تقسیم‌حوزه‌ای براساس شبیه‌سازی حوزه‌بندی آبریز در علوم طبیعی است. الگوریتم و مدل قطعه‌بندی تصویر براساس مدل تقسیم‌حوزه‌ای (WS) به طور عمده در زمینه کلاسه‌بندی داده‌های هوایی و ماهواره‌ای استفاده می‌شود (Wang, 2008). در این مدل از سه رویکرد کلاسه‌بندی مبتنی بر شبیه‌سازی مرفولوژی، خطی و سطحی استفاده می‌شود





نمودار شماره ۲: نمودار رویکرد توپوگرافی در مدل WS

شهر اهواز ۱۳۹۶: ۶). جمعیت کلانشهر اهواز در نخستین سرشماری عمومی نفوس و مسکن (۱۳۳۵) برابر با ۱۲۰ هزار و ۹۸ نفر و در آخرین سرشماری یعنی (۱۳۹۵) برابر با یک میلیون و ۱۸۴ هزار و ۷۸۸ نفر بوده است. از نظر مقطع زمانی، هسته اولیه شهر اهواز تا قبل از سال ۱۳۳۵ شامل خرموشک، اهواز قدیم، منطقه مرکزی (شامل محلات خزعلیه، خیابان‌های امام و طالقانی کنونی، نادری، باغ شیخ و باغ معین) بوده است (تصویر شماره ۲). تغییرات وسعت شهر اهواز را این طور می توان بیان کرد که شهر اهواز در سال ۱۳۳۵ (یک دهه قبل از تهیه اولین طرح جامع) ۲۵۰۰ هکتار وسعت داشت و در سال ۱۳۴۵، ۲۰۰ هکتار به محدوده شهر افزوده شد.

در سال ۱۳۵۵ وسعت شهر به سه هزار و ۷۰۰ هکتار رسید. بعد از یک دهه و در بحبوحه دفاع مقدس وسعت شهر به شش هزار و ۹۰۰ هکتار رسید. در سال ۱۳۷۰ وسعت شهر در افق طرح جامع (۱۳۴۷) به ۱۰ هزار و ۶۱۵ هکتار رسید. در سال ۱۳۷۵، با تغییر محدوده طرح جامع وسعت شهر به ۲۰ هزار و ۶۱۵ هکتار تغییر کرد و طبق داده‌های سالنامه‌های آماری هر وسعت شهر در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به ترتیب ۲۱ هزار و ۲۵۷ و ۲۱ هزار و ۲۶۶ هکتار بوده و در سال ۱۳۹۱ با توجه به جدا کردن منطقه ۵ از محدوده شهر وسعت شهر به ۱۸۷۰۹/۸۷ هکتار کاهش پیدا کرد (Arvin & Zanganeh, 2020: 78). (تصویر شماره ۳) نمودار تغییرات مساحت شهر اهواز در فاصله زمانی ۱۳۳۵-۱۳۹۶ را نشان می دهد.

از ماتریکس واریانس و بردار میانگین که خود واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی را تعریف می‌کنند، استفاده می‌شود. با استفاده از عامل شدت احتمال، هریک از پیکسل‌های تصویر پس از آزمون آماری و محاسبه احتمال تعلق آنها به گروه‌های طیفی نمونه، به گروه مربوطه تعلق می‌گیرد.

(رابطه شماره ۲) پارامترهای ریاضی در محاسبه این روش طبقه‌بندی را نشان می‌دهد (Romero et al, 2020).  
رابطه شماره (۲):

$$L_k = P\left(\frac{k}{X}\right) = \frac{P(K) * P(X/k)}{\sum P(i) * P(X/i)}$$

که در آن:

P: احتمال قبلی کلاس k

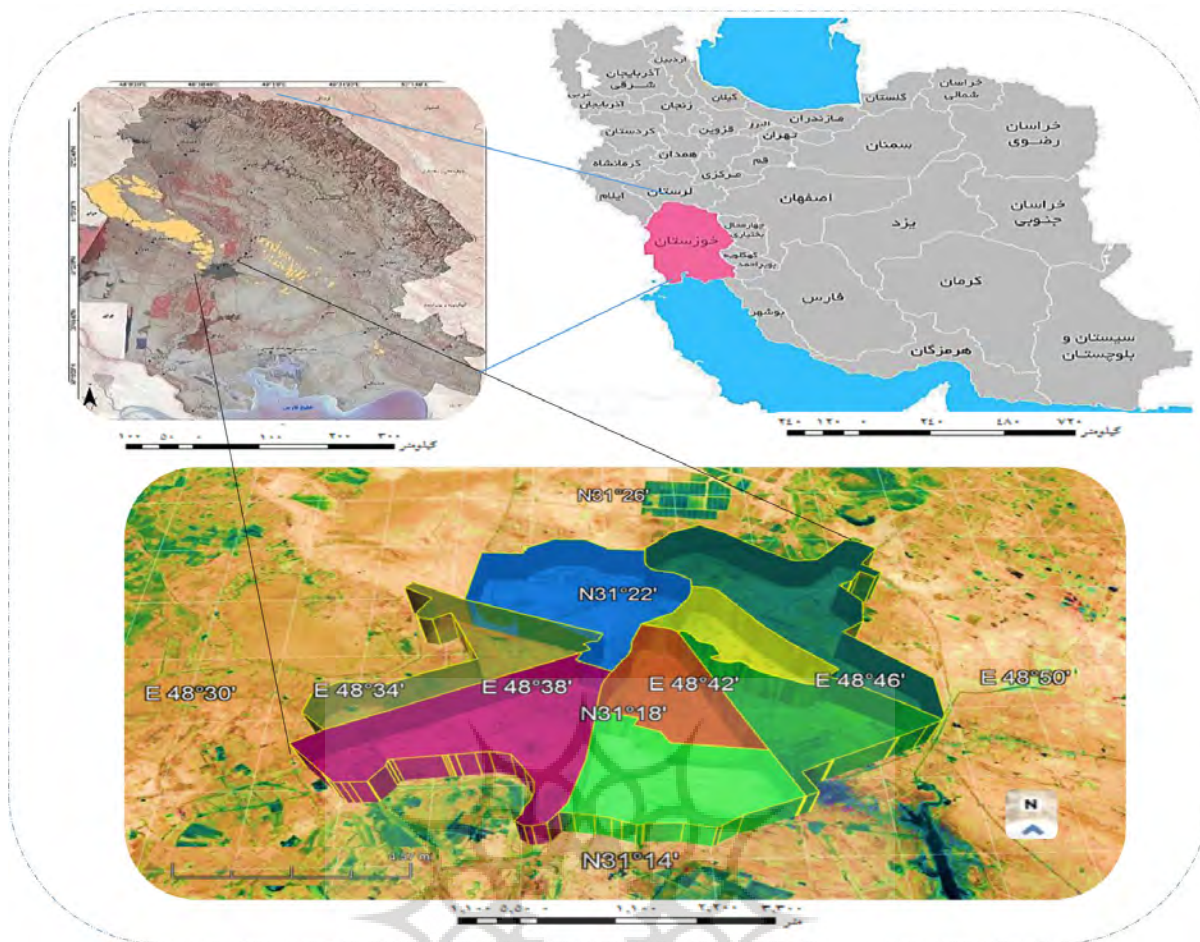
P(k/x): احتمال شرط مشاهده X از کلاس k

i: پیکسل در شماره درایه

#### ۳.۴. محدوده پژوهش

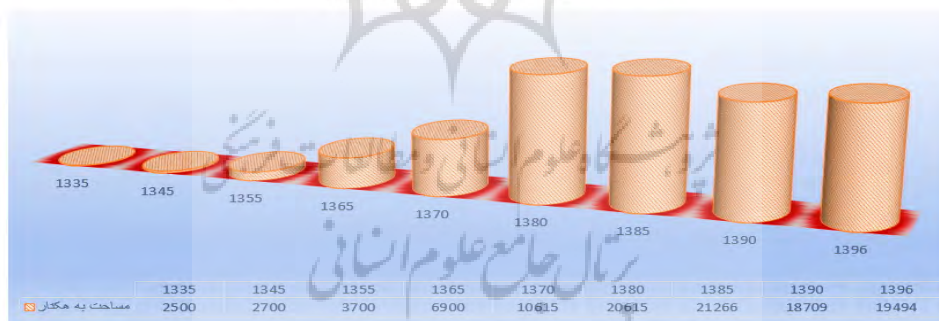
شهر اهواز مرکز استان خوزستان است که در حال حاضر با مساحت ۱۹۴۹۴/۰۱ هکتار وسیع‌ترین شهر استان است. شهر اهواز از نظر جغرافیایی در ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی قرار گرفته و ارتفاع از سطح دریا ۱۸ متر است (شهرداری





تصویر شماره ۲: موقعیت و فتومپ شهری اهواز

مساحت شهر اهواز در ادوار مختلف



تصویر شماره ۳: نمودار تغییرات مساحت شهر اهواز در فاصله زمانی ۱۳۹۶-۱۳۳۵

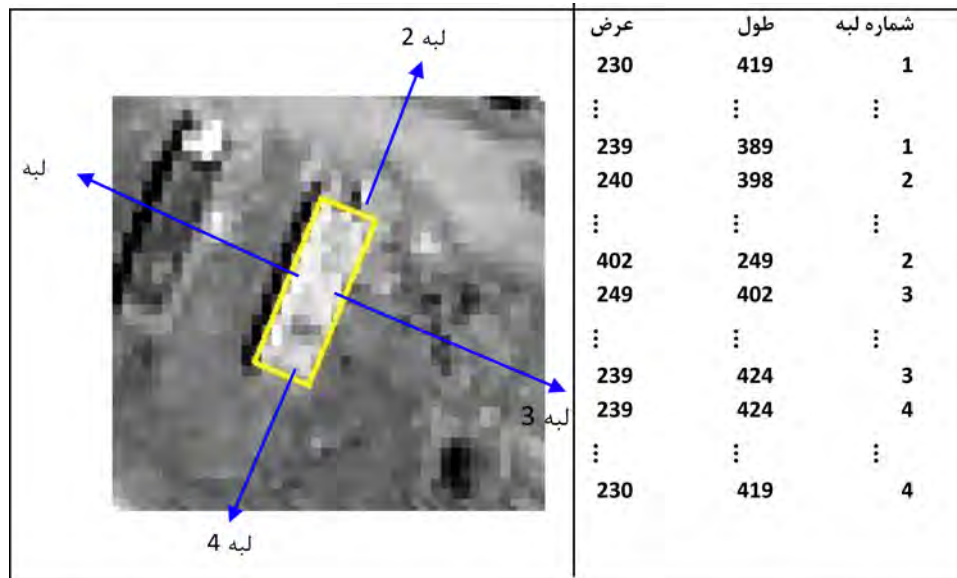
#### ۴. بحث و یافته‌ها

به منظور بررسی وضعیت هر بنا لازم است مرزها و حدود آن مشخص شده و از محدوده سایه بنا (در لبه‌هایی که به دلیل جهت تابش نور، سایه وجود دارد) تفکیک شود. این کار در محیط وکتوری به سهولت قابل انجام است به همین دلیل به شکل انفرادی به هر یک از بناها یک کد منحصر به فرد تعلق گرفت. برای مشخص نمودن لبه‌های چهارگانه هر بنا نیز ابتدا مختصات و موقعیت چهار گوشه هر بنا استخراج و پس آن این گوشه‌ها به هم وصل شده و مرز و حدود بناها تعیین گردید. سپس هر یک از لبه‌ها نیز با عدد شماره گذاری گردیدند. در (تصویر شماره ۴) مختصات چهار گوشه یک ساختمان (سه رقم انتهایی در مختصات

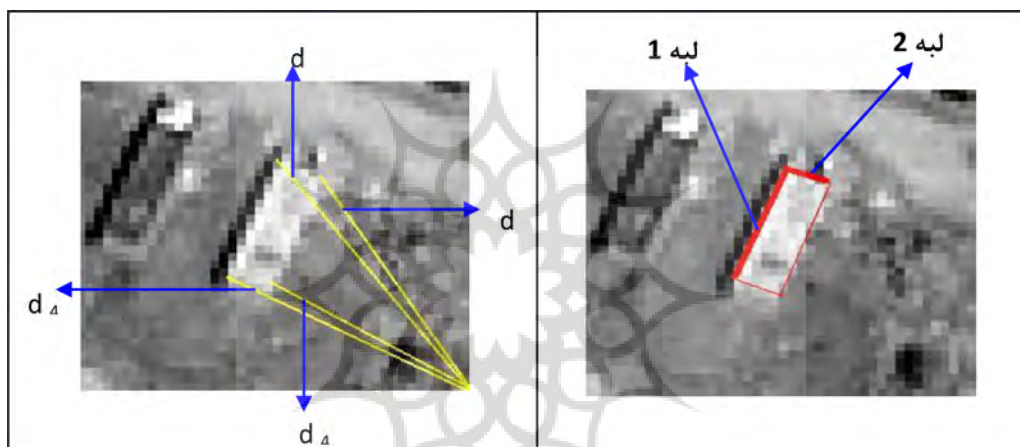
UTM) و لبه‌های محاسبه شده توسط آنها آمده است.

#### ۴.۱. مدل WS

در ادامه توسط یک الگوریتم ساده می‌توان ابتدا، لبه‌های سایه‌دار بنا و سپس حدود مناطق سایه را نیز مشخص کرد. بدین ترتیب که برای هر بنا حداقل می‌توان چهار گوشه را تصور نمود که به صورت دو به دو، مختصات ابتدایی و انتهایی یکسانی دارند (تصویر شماره ۵). این کنج‌ها با توجه به فواصل اقلیدسی (d1, d2, d3 و d4) از زاویه تابش محاسبه می‌شوند (تصویر شماره ۵).



(تصویر شماره ۴: لبه‌های ساختمان و مختصات ابتدا و انتهای آنها)

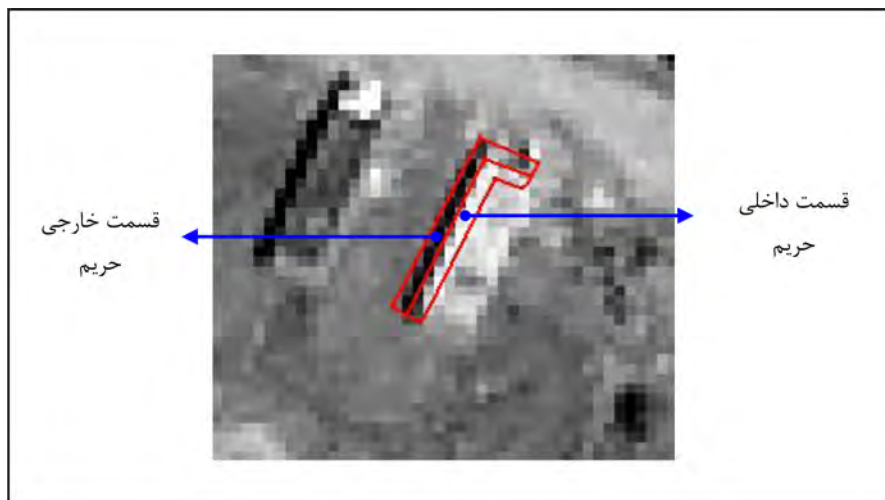


(تصویر شماره ۵: فاصله اقلیدسی از زاویه تابش (سمت چپ) و لبه‌های سایه دار (سمت راست))

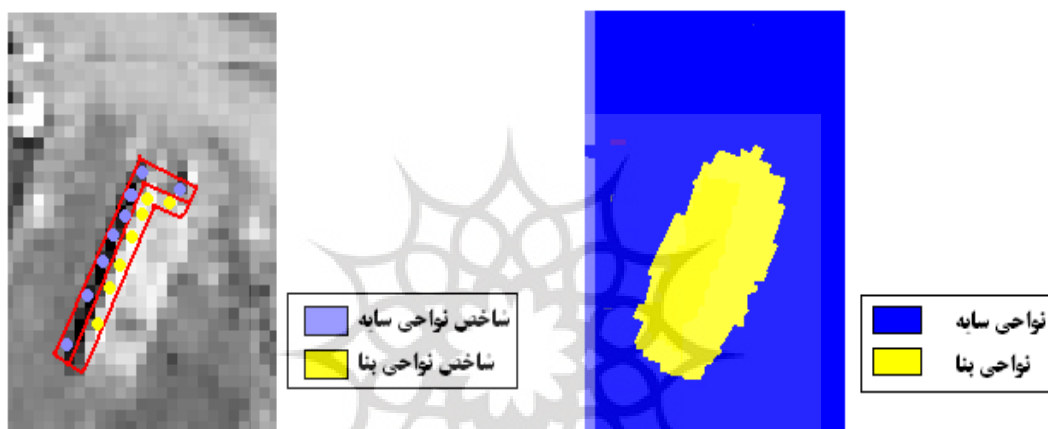
الگوریتم WS مبتنی بر ایده جریان از منابع انتخابی است. این منابع شاخص‌ها را نشان می‌دهند. در این تحقیق دو مجموعه از این شاخص‌ها نیاز است؛ یکی برای نواحی سایه و دیگری مناطق بنا. پس از یافتن شیب تصویر، شاخص‌های بنا و سایه به ترتیب برای ناحیه داخلی و بیرونی حریم انتخاب گردیدند. موقعیت شاخص‌ها تصادفی و غیر منظم انتخاب شدند. تصویر شماره ۷ چگونگی انتخاب شاخص‌های سایه و بنا را نشان می‌دهد. پس از مرحله انتخاب شاخص و اعمال WS، تصویری وجود دارد که دو منطقه روی آن قابل تشخیص خواهد بود، یکی نواحی سایه و دیگری فضاهای کالبدی (تصویر شماره ۷، سمت راست).

پس از مشخص کردن نواحی سایه و بنا برای هر ساختمان، به یک اندازه نسبی (به عنوان مرز بنا و سایه) در حریم لبه‌های سایه دار، بین پیکسل‌های سایه و ساختمان نیاز خواهد بود. برای رسیدن به هدف یادشده پیکسل‌های حریم داخلی و خارجی محاسبه و به عنوان سلول‌های سایه یا بنا دسته بندی می‌شوند. سپس نسبت پیکسل‌های مشخص شده به عنوان بنا، به کل پیکسل‌های حریم داخلی و همچنین نسبت سلول‌های مشخص شده به عنوان سایه به کل سلول‌های حریم خارجی محاسبه گردید. به عنوان نمونه برای بنای

عملکرد الگوریتم یادشده به این ترتیب است که اگر در میان فواصل اقلیدسی زاویه تابش، یک فاصله حداکثر وجود داشته باشد، لبه‌هایی که به نقطه انتهایی (گوشه) آن فاصله ختم می‌شوند، لبه‌های سایه دار خواهند بود. در حالی دیگر اگر دو فاصله حداکثر وجود داشته باشد، مرز و لبه‌ای که شامل آن دو نقاط گوشه باشد، لبه سایه است. برای مثال، چنانچه  $\{d1 > d4 > d2 > d3\}$  (یعنی یک فاصله حداکثر وجود داشته باشد) لبه‌های سایه، شماره‌های (۱) و (۲) هستند. اگر  $\{d1 = d4 > d2 > d3\}$ ، بنابراین لبه (۱) به عنوان لبه سایه دار انتخاب می‌شود، چرا که تنها لبه‌ای است که مشتمل بر بیشترین فواصل از زاویه تابش ( $d4$  و  $d1$ ) است. پس از مشخص نمودن لبه‌های سایه، یک حریم با پهنای شش پیکسل اطراف لبه‌های سایه دار برای هر بنا ایجاد گردید، به شکلی که سه پیکسل از آن به سمت داخل و سه پیکسل به سمت خارج بنا امتداد یابند. قسمت داخلی برای تحلیل بنا و قسمت خارجی برای تحلیل مناطق سایه مورد استفاده قرار گرفت. هدف از ایجاد این حریم بررسی و اندازه‌گیری مقادیر هر یک از نواحی بنا و سایه در محدوده لبه‌های سایه دار بود (تصویر شماره ۶). این نواحی را می‌توان مهمترین قسمت‌ها برای ارزیابی فرسودگی بنا نامید (Yongfa, et al, 2020).



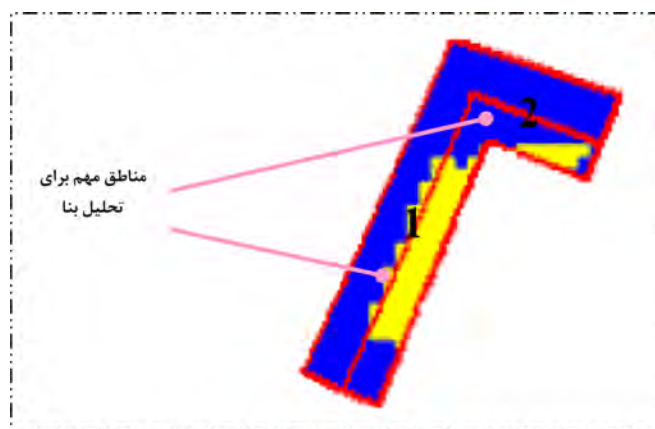
(تصویر شماره ۶: ایجاد حریم در محدوده مرزهای سایه دار بنا)



(تصویر شماره ۷: معرفی شاخص برای تصویر (سمت چپ) و تصویر حاصله پس از اعمال WS (سمت راست))

از آنجا که درصد های فوق برای تك تك فضاهای کالبدی تصویر محاسبه می شود، باید معیار و ملاکی وجود داشته باشد که براساس آن و با توجه به وضعیت و درصد سلول های هر بنا آن را فرسوده و یا غیرفرسوده در نظر گرفت. به همین دلیل نیاز به تعریف يك آستانه برای شناسایی نهایی وضعیت فضاهای کالبدی است. چنانچه نسبت بنا و سایه کمتر از آستانه یادشده باشد، می توان نتیجه گیری کرد که بنا فرسوده است و اگر نسبت های یادشده بالاتر از حد آستانه باشند، بنا

واقع در (تصویر شماره ۸) که دولبه سایه دار دارد، همه سلول های درون حریم در امتداد لبه های یادشده برابر با ۹۹ عدد برای حریم خارجی (سایه) و ۹۹ سلول برای حریم داخلی (ساختمان) محاسبه گردید. از مجموع سلول های حریم خارجی ۹۱ مورد مربوط به سایه و از مجموع سلول های حریم داخلی ۶۶ مورد متعلق به بنا بود. بدین ترتیب برای ساختمان مذکور درصد بنا و سایه به ترتیب برابر با  $\frac{6}{9} = 66.67\%$  و  $\frac{91}{9} = 91.99\%$  به دست آمد (تصویر شماره ۸).

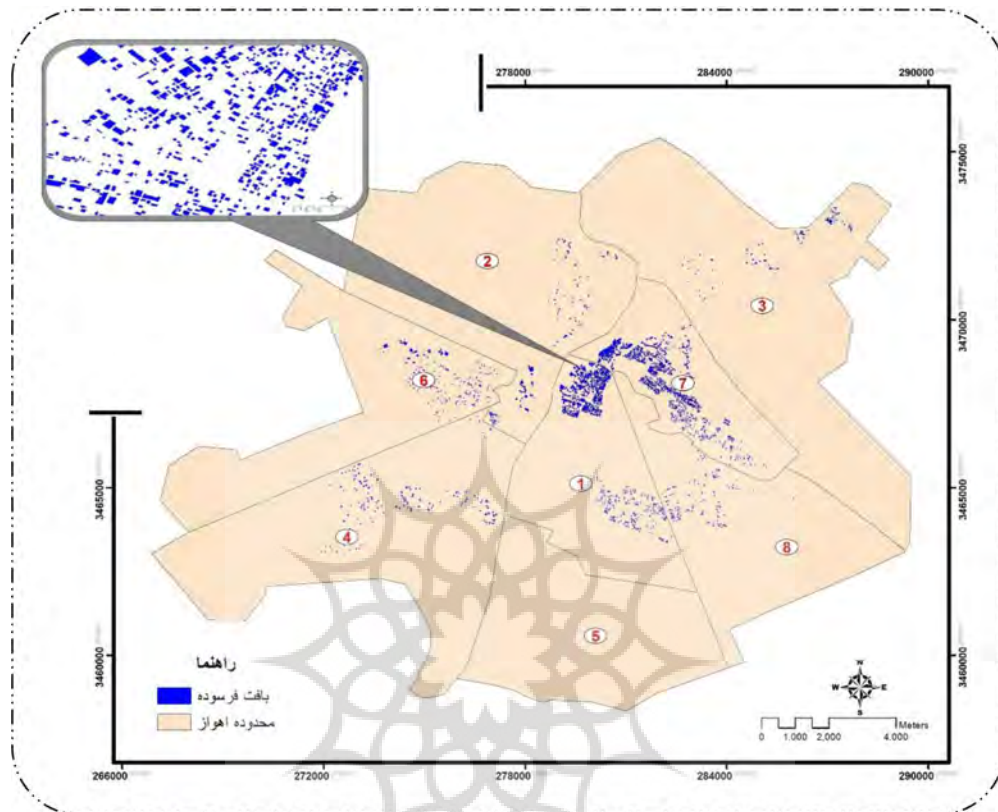


(تصویر شماره ۸: محدوده های مهم برای تحلیل بنا (حریم داخلی و قسمت هایی از حریم خارجی که جزو سلول های بنا قرار گرفته اند))



شهر اهواز را شامل می‌شود. محدوده‌های شناسایی شده بیشتر بر بخش‌های مرکزی شهر (حد فاصل خیابان سلمان فارسی و طالقانی) و همچنین بافت قدیمی اطراف مرقد علی مهزیار منطبق است. علاوه بر اینها تقریباً در تمام مناطق هشتگانه شهر، کم و بیش بخش‌هایی پراکنده به عنوان بافت فرسوده شناسایی شده است.

غیرفرسوده خواهد بود. پس از اعمال مدل بر تصاویر مورد استفاده، نقشه پراکنش و توزیع بافت‌های فرسوده شهر اهواز با تأکید بر قدمت بنا مشخص و با استفاده از ابزار کارتوگرافیک محیط ArcGIS نقشه مربوطه تهیه گردید (تصویر شماره ۹). بررسی‌های آماری نشان داد از مجموع مساحت ۱۸ هزار و ۶۵۰ هکتاری شهر اهواز، ۹۵۸٫۲ هکتار به عنوان محدوده بافت فرسوده شناسایی شدند که ۵٫۱۳ درصد از



(تصویر شماره ۹: نقشه پراکنش بناهای فرسوده در شهر اهواز، مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای)

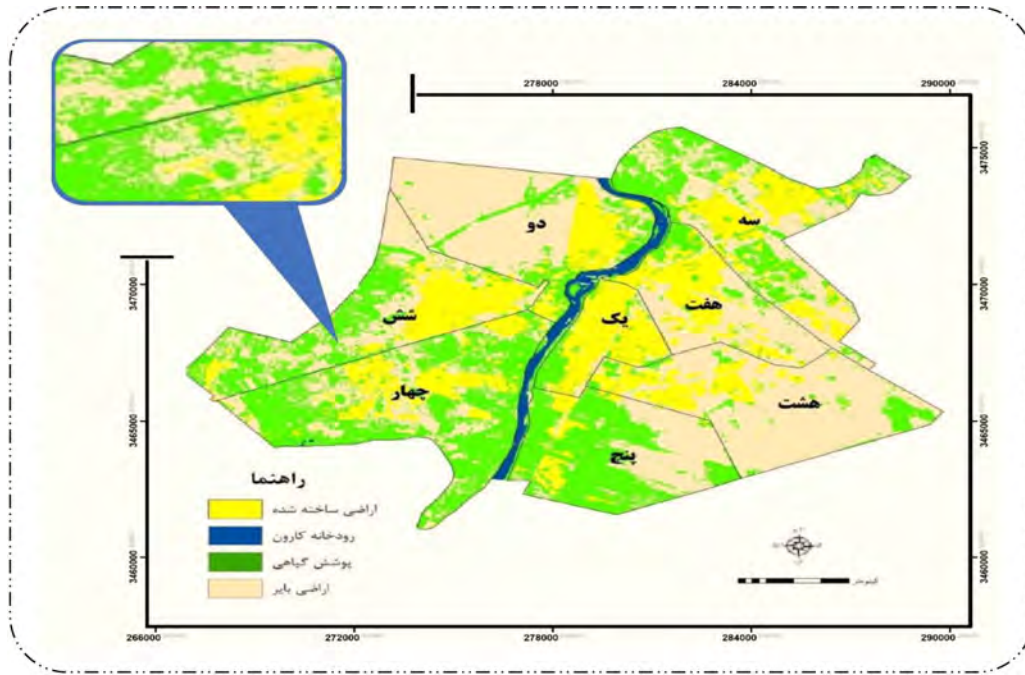
(جدول شماره ۳: مساحت و تعداد قطعات بافت فرسوده (استخراجی از مدل WS) شهر اهواز)

| منطقه شهری | مساحت (مترمربع) | تعداد | درصد  |
|------------|-----------------|-------|-------|
| ۱          | ۳۱۹۷۳۶۰         | ۱۹۱۴۰ | ۳۳٫۳۶ |
| ۲          | ۷۶۶۶۱۰          | ۱۷۳۰  | ۸٫۰۰  |
| ۳          | ۳۵۲۴۲۰          | ۱۳۵۰  | ۳٫۶۷  |
| ۴          | ۹۴۴۱۹۰          | ۱۹۳۰  | ۹٫۸۵  |
| ۵          | ۵۸۵۰            | ۳۰    | ۰٫۰۶  |
| ۶          | ۷۰۴۸۶۰          | ۲۲۹۰  | ۷٫۳۵  |
| ۷          | ۳۲۳۱۱۰          | ۲۸۷۸۰ | ۳۳٫۷۵ |
| ۸          | ۳۸۰۰۸           | ۱۶۹۰  | ۳٫۹۶  |
| مجموع      | ۹۵۸۲۴۸۰         | ۵۶۹۴۰ | ۱۰۰   |

می‌کنند، استفاده می‌شود. با استفاده از عامل شدت احتمال، هر یک از پیکسل‌های تصویر پس از آزمون آماری و محاسبه احتمال تعلق آنها به گروه‌های طیفی نمونه، به گروه مربوطه تعلق می‌گیرد (Shojaeian et al, 2015). برای تهیه نقشه توزیع و پراکنش اراضی بایر شهر اهواز بر روی تصاویر مورد استفاده عملیات طبقه‌بندی حداکثر احتمال اعمال گردید و نقشه ذیل استخراج شد (تصویر شماره ۱۰). مساحت زمین‌های بایر مورد محاسبه در (جدول شماره ۴) آمده است.

در این روش که از سایر روش‌های موجود برای طبقه‌بندی دقیق‌تر است (Ahmadpour et al, 2014)، میزان کمی واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی باندهای مختلف برای مناطق نمونه محاسبه می‌شود و از همین خاصیت برای ارتباط یک پیکسل طبقه‌بندی نشده به یکی از گروه‌ها یا نمونه‌های طیفی نیز استفاده می‌شود. به بیان دیگر برای بررسی نحوه توزیع ارزش‌های طیفی و احتمال آماری ارتباط یک پیکسل با یکی از گروه‌های نمونه از ماتریکس واریانس و بردار میانگین که خود واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی را تعریف

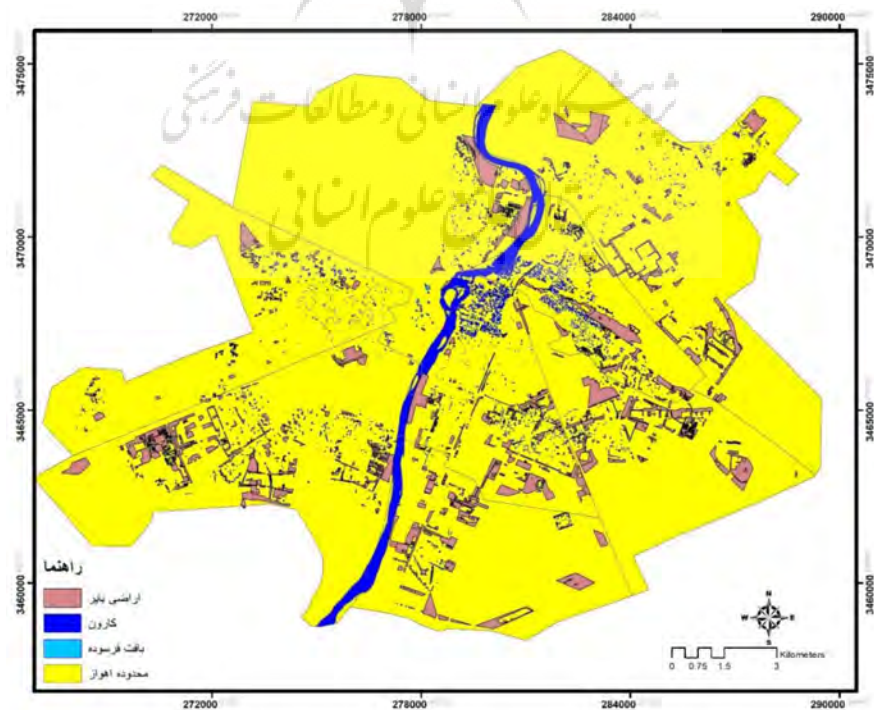




تصویر شماره ۱۰: نقشه توزیع و پراکنش زمین‌های بایر شهر اهواز، مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای

جدول شماره ۴: مساحت و تعداد قطعات اراضی بایر (استخراجی از مدل MLC) شهر اهواز

| منطقه شهری | مساحت (هکتار) | تعداد | درصد |
|------------|---------------|-------|------|
| ۱          | ۸۰,۷۰         | ۴۰۰   | ۰,۳  |
| ۲          | ۱۷۲۰,۹۸       | ۲۷۷   | ۲۸,۵ |
| ۳          | ۷۳۹,۰۰        | ۳۷۸۰  | ۱۲,۸ |
| ۴          | ۸۳۸,۳۰        | ۷۲۵   | ۱۴,۵ |
| ۵          | ۱۱۰۵,۲۶       | ۳۰۵   | ۱۹,۲ |
| ۶          | ۱۳۸,۴۵        | ۳۷۲   | ۳,۵  |
| ۷          | ۹۲۰,۴۰        | ۳۹۰   | ۱۵,۹ |
| ۸          | ۱۸۰,۰۰        | ۱۶۴   | ۱۴,۴ |
| مجموع      | ۵۷۶۸,۴۰       | ۳۰۱۳  | ۱۰۰  |



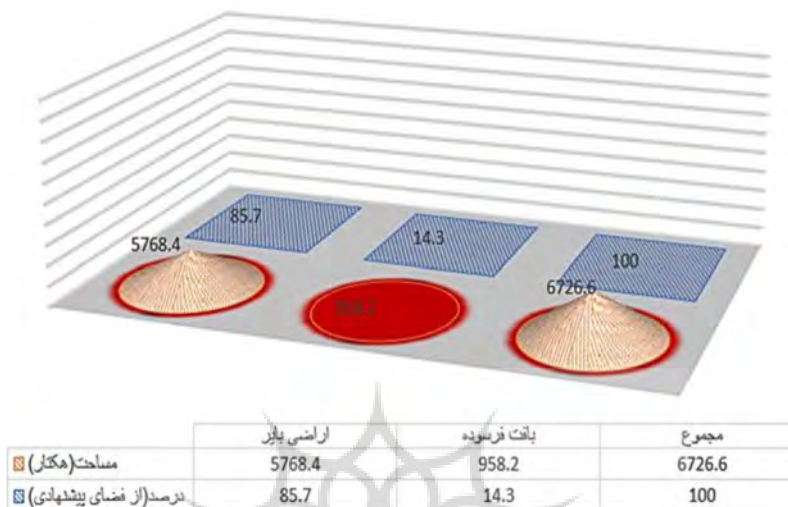
تصویر شماره ۱۱: نقشه نهایی مناطق پیشنهادی توسعه میان‌افزا (تلفیقی بافت فرسوده و اراضی بایر) شهر اهواز

بافت فرسوده و همچنین اراضی بایر پیشنهادی برای توسعه میان افزای شهر اهواز را نشان می‌دهد.

در ادامه با تلفیق نقشه اراضی بایر و بافت‌های فرسوده اهواز، نقشه ترکیبی برای توسعه میان افزای شهر با توجه به این دو عامل تهیه گردید (تصویر شماره ۱۲)، (جدول شماره ۵) مساحت و درصد محدوده‌های

جدول شماره ۵: مساحت و درصد بافت فرسوده و اراضی بایر پیشنهادی توسعه میان افزای اهواز

| عامل        | مساحت (هکتار) | درصد (از مساحت شهر) | درصد (از فضای پیشنهادی) |
|-------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| بافت فرسوده | ۹۵۸,۲         | ۵,۳                 | ۱۴,۳                    |
| اراضی بایر  | ۵۷۶۸,۴        | ۳۰,۹                | ۸۵,۷                    |
| مجموع       | ۶۷۲۶,۶        | ۳۶,۲                | ۱۰۰                     |



تصویر شماره ۱۲: نمودار مقایسه‌ای مساحت و درصد مناطق پیشنهادی توسعه میان افزای اهواز به تفکیک اراضی بایر و بافت فرسوده

را دارند. شناسایی مناطق یادشده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالا و با استفاده از مدل‌های WS و MIC انجام شد. از کل مناطق شناسایی شده دارای بافت فرسوده، نتایج تحقیق نشان داد که از مساحت ۱۸ هزار و ۶۵۰ هکتاری محدوده قانونی شهر اهواز، بیش از شش هزار و ۷۲۶ هکتار شامل مناطق شناسایی شده بایر و بافت فرسوده (قابلیت توسعه میان افزا را دارند). این مقدار ۳۶,۲ درصد از مساحت شهر را شامل می‌شود که عدد نسبتاً بزرگی محسوب می‌گردد. همچنین از کل پهنه پیشنهادی برای توسعه میان افزای اهواز، در بافت‌های فرسوده و اراضی بایر، بیشترین مساحت متعلق به اراضی بایر با بیش از پنج هزار و ۷۶۸ هکتار و کمترین مقادیر مربوط به قطعات بافت فرسوده با بیش از ۹۵۸ هکتار، به ترتیب ۸۵,۷ و ۱۴,۳ درصد، از کل مناطق اختصاص یافته به توسعه میان افزای منطقه مورد پژوهش بوده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در ارتباط با توزیع و پراکنش بافت فرسوده مشخص شده در این پژوهش، مناطق یک و هفت شهرداری با سه میلیون و ۱۹۷ هزار و ۳۶۰ و سه میلیون و ۲۳۱ هزار و ۱۱۰ متر مربع و با به ترتیب ۳۳,۳۶ و ۳۳,۷۵ درصد از کل بافت فرسوده اهواز، بیشترین و همچنین منطقه پنج با پنج هزار و ۸۵۰ متر مربع و ۰,۰۶ درصد کمترین مقادیر را به خود اختصاص داده‌اند. این آمار با داده‌های میدانی انطباق بالایی دارد چرا که مناطق هفت و یک جزو اهواز قدیم محسوب شده و عمدتاً بافت‌های تاریخی و قدیمی شهر را در خود جا داده‌اند. از سوی دیگر منطقه دو شهرداری با کمی بیش از یک هزار و ۷۲۰ هکتار و منطقه یک با حدود ۸۰ هکتار، به ترتیب با ۲۸,۵ و ۰,۳ درصد بیشترین و کمترین اراضی بایر و زمین‌های خالی را به خود اختصاص داده‌اند. داده‌های این بخش منطقی به نظر می‌رسد چرا که منطقه یک (اهواز قدیم) جزو بافت تاریخی و هسته اولیه و مرکزی اهواز محسوب می‌شود، بنابراین

## ۵. نتیجه‌گیری

توسعه میان افزا که بخش اساسی رشد هوشمند شهری است، در واقع راهکاری عملی برای جلوگیری از گسترش کالبدی شهر در زمین‌های توسعه نیافته پیرامون شهری و نواحی سبز روستایی و توسعه زمین‌های خالی و متروکه داخل مناطق شهری است و به نوعی حمایت‌کننده احیا و تجدید حیات شهری است. این توسعه با توجه به این که در بافت‌های درونی شهر صورت می‌گیرد، متفاوت با طرح‌هایی مانند آماده‌سازی حاشیه شهر و شهرهای جدید است. شهر اهواز تا قبل از دهه ۱۳۴۰ مجموعه‌ای نیمه ارگانیک با یک هسته مرکزی در قسمت شرقی رودخانه کارون و تعدادی تأسیسات نظامی و ایستگاه راه‌آهن و مسکن وابسته به آن بوده است. در واقع بخش اصلی شهر هنوز پوسته تاریخی خود را باز نکرده بود و در حصار قدیمی خود به حیات خویش ادامه می‌داد. به علاوه تا آن زمان اهواز در شبکه شهری استان به عنوان یک شهر با سایر شهرها عمل می‌کرده است. اما پس از انتخاب آن به عنوان یک شهر صنعتی، توأم با مرکزیت اداری سیاسی و متعاقب آن وقوع جنگ تحمیلی که موجب تخریب شهرهای ممتاز گردید، به شهر بی‌رقیب تبدیل شد؛ بنابراین انسجام شهری از هم گسیخته و شهر به صورت ناهمگون و غیرمنطقی رشد و گسترش پیدا نمود. از طرف دیگر، وجود قوانین و مقررات، طرح‌های جامع شهری، وجود اراضی صنعتی و نظامی و ... باعث بلااستفاده ماندن زمین‌های خالی در شهر اهواز شده است. که توجه به این زمین‌ها تأثیر بسزایی در ارتقای کیفیت زندگی و کاهش اثرات ناشی از وجود این زمین‌ها در شهر دارد. بنابراین شناسایی این زمین‌ها اولویت قدم در توسعه آنهاست. به همین دلیل هدف پژوهش حاضر شناسایی بخش‌هایی از شهر اهواز است که در قالب محدوده‌های فرسوده و زمین‌های بایر، قابلیت پیشنهاد برای توسعه میان افزا (درون‌زا)

- Connie, A., Lora, R., & Randy, B., (2005). Infill Development: Barriers and Incentives, Truckee Meadows Regional Planning Agency.
- Cooper, M (2012). Urban infill & brownfields, redevelopment program. American planning association, sustainable cities institute. Sustainable cities institute. org.
- Dadashpoor, H. & Alidadi, M. (2017). Towards decentralization: Spatial changes of employment and population in tehran metropolitan region, Iran. Applied Geography, 85, 51-61. [in Persian]
- Deng, F. F. & Huang, Y. (2004). Uneven land reform and urban sprawl in China: the case of Beijing, Progress in Planning, 61 (3), 211-236.
- EPA (Environment Protecting Agency), (1999), "Parking Alternative: Making Way for Urban Infill and Brownfield Redevelopment", Washington DC: Urban and Economic development division.
- Felt, E. (2007). Patching the Fabric of the Neighborhood: The Practical Challenges of Infill Housing Development for CDCs. Cambridge, MA and Washington, DC: Harvard Joint Center for Housing Studies and Neighbor Works America
- Ghodsi N., Nastaran M., Izadi A. (2021). Infill development approach: A smart transition way to the sustainable future urban development, Sustainable computing, Informatics and Systems, 35, 1-20.
- Hekmatnia, H. (2019). Prioritizing the Role of Infill Development Components in Physical Expansion of the City with Smart City Realization Approach (Case Study: Yazd), Journal of Physical Social Planning, 6 (3), 123-133. [in Persian]
- Hess, Gorge, (2001) just what is sprawl anyway? North California state university.
- Hudnu, William H., III, (2001). Comment on J. Terrence Farris's "The barriers to using urban infill development to achieve smart growth." Housing Policy Debate 12 (1), 31-40.
- Joseph T.L.Ooi, Thao T.T.Le, (2013). The spillover effects of infill developments on local housing prices. Regional Science and Urban Economics, 43, 850-861.
- Kramer, A., Hossain Khan, M., Kraas, F., (2011). Health in Megacities and Urban Areas, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, DOI 10.1007/978-3-7908-2733-0.
- Ligmann et al (2005). Sustainable Urban Land Use AI-location with Spatial Optimization, <http://www.geo-computation.org>.
- Lotfi, S., Faraji, A., Hataminejad, H., & Pourahmad, A. (2011). A Study of Urban Quality of Life in a وجود کمترین زمین های رها شده، بایرو خالی در این منطقه محسوس تر است. در مقابل بیش از نیمی از منطقه دوشهرداری زمین های خالی است که در برنامه های آتی شهری نیز به عنوان محدوده های قابل توسعه دیده شده است. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش می توان گفت که پژوهش حاضر از حیث این که اکثر مناطق مرکزی شهرداری قابلیت توسعه میان افزا را دارند، با پژوهش عابدینی و خلیلی و رضویان و صمدی همخوانی و تطابق بیشتری را نشان می دهد ( Abedini & Khalili, 2019; Razavian & Samadi, 2016).

## References:

- Abedini, A., Khalili, A. (2019). Determining the capacity infill development in growing metropolitans: A case study of Urmia city. Journal of Management, 8, 316-327. [in Persian]
- Ahmadpour, A., Solaimani, Karim, Shokri, M., Ghorbani, J. (2014). Comparison of three common methods in supervised classification of satellite data for vegetation studies, Journal of RS and GIS for Natural Resources, 5 (3), 77-89. [in Persian]
- Ahvaz Municipality Website 2020. [in Persian]
- American Planning Association (APA) (2006). Planning and Urban Design Standards, John Wiley and Sons, Inc, New York.
- American planning association. (2008). Planning and Urban Design Standards, Planning and Urban Design Standards, (G. Etemad, & Bhzadfar, M. & Rafeian, M. & Kazemian, Trans.), Tehran: Iranian Society of Consulting Engineers.
- Arvin, M., Pourahmad, A., Zanganeh Shahraki, S. (2017). Evaluation of vacant lands for infill development by used of hybrid decision-making techniques and ARCGIS (case study: Ahvaz city), Geographical Planning of Space Quarterly Journal, 7 (26), 163-182. [in Persian]
- Arvin, M., Zanganeh, S. (2020). Investigation barriers infill development approach (case study: Ahvaz City), Journal Sustainable city, 3 (1), 71-87. [in Persian]
- Beucher, S. Meyer, F. (2019) The morphological approach to segmentation: the watershed transformation. mathematical morphology in image processing. Opt. Eng. 34, 433-481.
- Chrysochooua, M. Browna, K., Dahala, G., Granda-Carvajalb, C., Segersonb, K., Garricka, N., Bagtzoglou, A (2012). A GIS and endexing scheme to screen brownfields for erea-wide redevelopment planning. Landscape and Urban Planing, pp.187-198.
- Cohen, B., (2006), Urbanization in developing countries: Current trends, future projections, and key challenges for sustainability, 28, 63-80.



- Developing Country. *Journal of Social Sciences*, 232-240. [in Persian]
- Malekshahi, Gh R, Ghadami, M, Bagheri Hojat, M. (2018). Assessing the capacity of infill development in the main domains and constructed textures in Ahvaz (zone 2), *Journal of Urban Structure and function studies*, 5 (16), 129-152. [in Persian].
  - McConnell, V. & Wiley, K. (2010) Infill development: Perspectives and evidence from economics and planning, *Resources for the Future*, 10, 1-13.
  - Mosammam, H. M. & Nia, J. T. & Khani, H. & Teymouri, A. & Kazemi, M. (2017). Monitoring land use change and measuring urban sprawl based on its spatial forms: The case of Qom city, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20 (1), 103-116. [in Persian]
  - Nemeth, J., Langhorst, J (2014). Rethinking urban transformation: Temporary uses for vacant land, *Cities* 40, 143-150. [www.elsevier.com/locate/cities](http://www.elsevier.com/locate/cities).
  - Nikpour, A., Rezazadeh, M., Allahgholitabar, F., (2018) Capacity assessment of city neighborhoods form based on compact city model: case of Babolsar
  - *Journal of Sustainable City*, 1 (2), 79-95
  - Razavian, M., & Samadi, R (2016). Evaluation of Infill Development Potential in Zone 8 of Tabriz by Analysis Network Process Method. *Journal of Current urban studies*, (4), 125-139. [in Persian]
  - Romero, R., and J.F. Reinoso-Gordo. (2020). An Updated Review on Watershed Algorithms, Springer International Publishing AG, 18-21.
  - Seifoddini, F., Ziari, F., Purahmd, A., Nikpour, A. (2012), Explanation of Dispersion and Compactness of Urban Form In Amol City, *Considering Sustainable Urban Form*, *Human Geography Research*, 80, 155-176.
  - Serag El Din, H., Shalaby, A., Elsayed Farouh H.A., & Elariane, S. (2012). Principles of urban quality of life for a neighborhood. *Housing and Building National Research Center Journal*, 86-92.
  - Shojaeian, A., Mokhtari Chelche, S., Keshtkar, L., Soleymani Rad, E. (2015), Comparing the performance of parametric and nonparametric methods of land cover classification by using of Landsat satellite images (Case study: a part of Dezful township), *Journal of Geographic Information Quarterly (Sephr)*, 93, 53-64. . [in Persian]
  - Shojaeian, A. (2007). Investigating the amount of destruction of buildings in earthquake affected urban areas using telemetry and GIS data, *The 5th International Conference on Seismology and Earthquake Engineering*. [in Persian]
  - Smart Growth Network (SGN) (2002), About smart growth, [www.smartgrowth.org/about](http://www.smartgrowth.org/about).
  - Statistics Center of Iran (2016).
  - TGM Program Staff (2001), Commercial and mixed-use development Code Handbook. Web site address - <http://www2.cr.nps.gov/tps/secstan1.htm>.
  - Wegener, M., (2013). The future of mobility in cities: Challenges for urban modeling. *Transport policy* 29, 275-282.
  - Yongfa, Y., Siyuan W., Yuanxu M., Guangsheng Ch., and Weihua Liu. (2020). Building Detection from VHR Remote Sensing Imagery Based on the Morphological Building Index, *Journal of Remote Sensing, Remote Sens.* 2020, 12(18), 2952; <https://doi.org/10.3390/rs12182952>
  - Zhua, Y. W. Hipelb, K. Y. Kec, G. & Chend, Y. (2015). Establishment and optimization of an evaluation index system for brownfield redevelopment projects: An empirical study. *Environmental Modeling & software*, 173-182.

نحوه ارجاع به مقاله:

شجاعیان، علی؛ نیک‌پور، عامر؛ علیقلی‌زاده فیروزجایی، ناصر؛ سلیمانی لامیانی، محمد؛ (۱۴۰۱) شناسایی مناطق مستعد توسعه میان‌افزا با استفاده از دورسنجی (نمونه مورد مطالعه: کلانشهر اهواز)، *مطالعات شهری*، 12 (45)، 83-96. doi: 10.34785/J011.2023.009/ .Jms.2023.108

#### Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Motaleate Shahri. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

