

بررسی روند زمانی - فضایی توسعه فیزیکی شهر ارومیه در طی دو دهه اخیر با تأکید بر شناسایی مؤلفه‌های تأثیرگذار بر آن

هادی حکیمی^۱ فردین مصطفایی جورنی^۲

۱- دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول)

۲. کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

Email : h.hakimi@tabrizu.ac.ir- Tel: 09141607815

چکیده

شهرنشینی روزافزون منجر به توسعه چشم‌گیر در تعدادی از مناطق شهری شده و علاوه بر آن تغییرات ساختار کاربری زمین به دلیل رشد و گسترش سریع مناطق شهری قابل توجه بوده است. شهر ارومیه نیز از این روند مستثنی نبوده و جمعیت و مساحت آن در طی چند دهه اخیر چندین برابر شده است. بر همین اساس، در پژوهش حاضر به مطالعه الگوهای زمانی و فضایی توسعه فیزیکی شهر ارومیه در طول دو دهه اخیر پرداخته شده است. پژوهش حاضر در دو مرحله اساسی به انجام رسیده است. ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و تکنیک طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان (SVM) اقدام به استخراج نقشه کاربری اراضی در سه سال ۱۳۸۲، ۱۳۹۲ و ۱۴۰۲ شده و در فاز بعدی به تحلیل روندهای مختلف و محاسبه نقش جمعیت با استفاده از مدل هلدرن پرداخته شده است. مطابق یافته‌های پژوهش، گستره اراضی مسکونی شهر ارومیه از ۴۳۷۷/۲ هکتار در سال ۱۳۸۲ به ۵۸۹۵/۷ هکتار در سال ۱۳۹۲ و ۶۵۷۳ هکتار در سال ۱۴۰۲ افزایش یافته و زمین‌های زیادی به محدوده شهر الحاق یافته است. بررسی‌ها حاکی از توسعه فیزیکی شهر در جهات مختلف و به‌ویژه به سمت غرب و شمال بوده است که این روند به شدت با گسترش سکونتگاه‌های غیررسمی و نیز ادغام روستاها در بافت شهری همراه گردیده است. همچنین، نتایج مدل هلدرن نیز نشان می‌دهد که در ده سال اول دوره ۸۸ درصد از توسعه فیزیکی شهر ناشی از رشد جمعیت بوده که در ده سال دوم به ۷۸ درصد تقلیل یافته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که به طور کلی توسعه فیزیکی شهر ارومیه از نوع اسپرال بوده و عوامل مختلفی از قبیل تغییر کاربری، رشد جمعیت و حاشیه‌نشینی در آن دخیل بوده‌اند

واژگان کلیدی: شهرنشینی، توسعه فیزیکی، کاربری اراضی، لندست، ارومیه.

A temporal-spatial analysis of the expansion of Urmia city during the past two decades with an emphasis on identifying its influential components

Hadi Hakimi¹ Fardin Mostafaei journi²

1. Associate Professor, Geography and Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University

2. MSc, Geography and Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University

* Email: h.hakimi@tabrizu.ac.ir

DOI: <http://doi.org/10.22034/JPRD.2024.59661.1071>

Received: December 2023 Accepted: May 2024

Abstract

Increasing urbanization has led to significant development in a number of urban areas, and changes in land use structure due to the rapid expansion of urban areas have been significant. At the same time, the population and area of Urmia city have also increased several times during the last few decades. Accordingly, in the present research, the temporal and spatial patterns of the physical development of Urmia city during the last two decades have been studied. Our research has been done in two basic phases. First, using Landsat images and support vector machine (SVM) algorithm, land use maps were extracted in the three years of 2003, 2013 and 2023, and in the next phase, trends are analyzed and population impact is calculated using Holdern's model. The results have shown that the area of urban residential land has increased from 4377.2 hectares in 2003 to 5895.7 hectares in 2013 and 6573 hectares in 2023 and many lands have been added to the city border. Analyzes have indicated the expansion of the city in different directions, especially towards the west and north, which is strongly associated with the expansion of informal settlements and the integration of villages into the urban texture. Furthermore, the results show that in the first ten years of the period, 88% of the city's expansion was due to population growth, which decreased to 78% in the second ten years. The results of the research show that in general, the physical development of Urmia city is sprawl and various factors such as land use change, population growth and marginalization have contributed to it.

Keywords: Urbanization, Urban expansion, Land use, Landsat, Urmia.

مقدمه

توسعه فیزیکی شهرها یکی از چالش‌های اصلی شهرنشینی در عصر حاضر می‌باشد (خمر و بلوچ، ۱۴۰۰: ۱۷۱). مطابق برآوردها، جمعیت شهرنشین تا سال ۲۰۳۰ میلادی به ۶ میلیارد نفر خواهد رسید که بخش اعظمی از آن در کلان‌شهرها سکونت خواهند داشت (ملکی و همکاران، ۱۴۰۱: ۹۵). از طرفی دیگر، چنین تخمین زده می‌شود که در سطح جهانی زمین‌های شهری با دو برابر نرخ رشد جمعیت در حال گسترش هستند و حتی این میزان در برخی مناطق سه برابر نیز شده است (Hanberry, 2023: 1). گسترش زمین شهری به‌عنوان یکی از مشهودترین و غیرقابل برگشت‌ترین اشکال دگرگونی زمین، تأثیرات عمیقی بر نظام ارضی از مقیاس محلی تا جهانی ایجاد کرده است (Wu et al, 2019: 33). روند روزافزون گسترش شهری در سراسر جهان منجر به از دست رفتن زمین‌های کشاورزی، کاهش زیستگاه‌های حیات وحش، تغییر چرخه هیدرولوژی و آب و هوای منطقه می‌شود (Guneralp et al, 2020: 1). به عبارتی دیگر، سیستم‌های اکولوژیکی و اجتماعی - اقتصادی زمین با گسترش شهرنشینی در دهه‌های اخیر عمیقاً تغییر پیدا کرده است (Li et al, 2018: 64).

شهر پدیده‌ای جغرافیایی است که در بستر زمان و مکان شکل گرفته و رشد می‌یابد (عباس‌پور و احمدی‌زاده، ۱۴۰۰: ۹۲). رشد و گسترش هر شهر تابعی از عوامل مختلف طبیعی و انسانی است که ابعاد و روند گسترش آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند (شماعی و همکاران، ۱۴۰۱: ۲۶). افزایش روزافزون جمعیت شهرنشین به‌عنوان مهم‌ترین این عوامل، توسعه فیزیکی و کالبدی شهرها در جهات مختلف را با خود به همراه داشته است (حاجی‌زاده بیگدلی و همکاران، ۱۴۰۱: ۷۴). این رشد جمعیت همواره با تغییراتی در کالبد و محیط زیست شهری همراه گردیده است، به نحوی که موجب گسترش ساخت‌وسازهای شهری، به ویژه واحدهای مسکونی شده و این عامل به نوبه خود باعث تغییر سایر کاربری‌ها به اراضی ساخته‌شده می‌شود (احدنژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۸). علاوه بر این، مهاجرت نیز به منزله یکی از پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و سیاسی که خود تأثیر چشمگیری در شکل‌گیری ساختارهای جدید اجتماعی و اقتصادی دارد، نقش مهمی در گسترش شهرها بر عهده داشته است (قبادیان‌نژاد و فلاحی، ۱۳۹۷). از این رو، مدیریت رشد و توسعه فیزیکی شهرها یکی از چالش‌های اساسی شهرنشینی در قرن بیست‌ویکم به شمار می‌آید (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۶۲).

مطالعه الگوهای مکانی و زمانی توسعه شهری در ارتباط با متغیرهای مختلف موضوع مطالعات متعددی بوده است. در پژوهشی که توسط حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۸) به انجام رسیده است، روند کمی و کیفی توسعه فیزیکی کلان‌شهر کرمانشاه در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۴ مورد ارزیابی قرار گرفته است. بر مبنای نتایج این پژوهش، مساحت شهر در طی این بازه رشدی ۴ برابری و جمعیت آن افزایشی در حدود ۱/۶۱ برابر را شاهد بوده است که به معنای توسعه کالبدی و جمعیتی سریع در این دوره می‌باشد. مؤذنی و پورمحمدی (۱۳۹۹) در پژوهش خود روند زمانی و مکانی توسعه شهر پارس‌آباد مغان را در ارتباط با تغییرات کاربری اراضی مورد مطالعه قرار داده و با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و بهره‌گیری از مدل ترکیبی زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار چنین استنباط نموده‌اند که در طی سالیان اخیر گستره وسیعی از مزارع و زمین‌های بایر با اراضی ساخته‌شده و مسکونی جایگزین شده و توسعه شهر عمدتاً در قسمت جنوب غربی آن مشاهده گردیده است. لاله پور و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی توسعه کالبدی شهر خرم‌آباد در ارتباط با مؤلفه‌های مختلف پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که با وجود پتانسیل‌های موجود توسعه درونی، این شهر در دهه‌های اخیر دچار رشد افقی پراکنده شده و عواملی از قبیل تراکم پایین جمعیت، روند مستمر توسعه پیرامونی و روند کند ساخت و سازها در بافت‌های فرسوده موجب بهره‌وری ناکافی از اراضی داخل شهر شده است.

از میان مطالعات در سطح بین‌المللی نیز، اوریه (۲۰۱۶) در پژوهش خود به مطالعه روابط بین سه متغیر گسترش کنترل‌نشده شهری، رشد جمعیت و توسعه شهرنشینی در منطقه ادو-اکیتی^۱ در کشور نیجریه پرداخته است. تجزیه و تحلیل‌های وی حاکی از وجود ارتباط کاملاً مستقیم میان رشد جمعیت و توسعه اراضی شهری منطقه بوده است به نحوی که کاهش جمعیت با ثبات شهری و افزایش جمعیت با رشد کاربری‌های شهری در بازه زمانی ۱۹۶۶ تا ۲۰۰۶ همراه گردیده است. در مطالعه‌ای دیگر، سربدار و ساتیانتان (۲۰۲۲) اقدام به ارزیابی توسعه فیزیکی و شناسایی پراکندگی شهری در محدوده کلان‌شهر چنای^۲ واقع در سواحل جنوب شرقی کشور هند نموده‌اند. در

¹ - Ado-Ekiti

² - Chennai

این راستا، آنان الگوی رشد شهری و مناطق پراکنده بین سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۹ را با استفاده از داده‌های سنجش از دور و با توجه به ترسیم مرز مرکزی شهری شناسایی کرده‌اند. نتایج آنان حاکی از رشد ۷۱/۷۷ درصدی گستره شهر در این بازه زمانی بوده است و علاوه بر این، رشد اسپرال شهری در امتداد بزرگراه‌ها، اطراف مناطق ویژه اقتصادی و کریدورهای صنعتی رخ داده است. در پژوهش گیرما و همکاران (۲۰۲۳) نیز به مطالعه فاکتورها و بازیگران توسعه فیزیکی منطقه شهری دوکم^۱ در کشور اتیوپی پرداخته شده است. یافته‌های این مطالعه چنین نشان داده است که استقرار صنایع و صنعتی شدن، موقعیت شهرداری و افزایش بعد جمعیتی از عوامل غالب برای گسترش شهری بوده است. علاوه بر این، سرمایه‌گذاران بخش خصوصی و دلالان دولتی و غیردولتی بازیگران اصلی توسعه شهر بوده‌اند. بر همین اساس، پایش و کنترل گسترش افقی شهر با استفاده از اصول آمایش سرزمین، راه حل پیشنهادی آنان بوده است.

شناخت و ارزیابی روند توسعه شهری در سالیان اخیر به یکی از موضوعات عمده تبدیل شده است. با این حال، توجه چندان زیادی، به‌ویژه در ایران، به علل رشد و توسعه شهری مبذول نشده است. به بیانی دیگر، اثرات مجزا و ترکیبی عوامل مختلف که برای دستیابی به درک مکانیسم‌های پشت‌گسترش شهری بسیار مهم هستند، به خوبی مطالعه نشده‌اند. این در حالی است که درک کامل محرک‌های گسترش شهری و مکانیسم‌های پویا به عنوان سنگ بنای برنامه‌ریزی و طرح‌های مدیریت شهری بسیار مهم تلقی می‌شود. در این راستا، شواهد حاکی از این است که توسعه کالبدی شهر ارومیه در دهه‌های اخیر با چالش‌های مختلفی از قبیل الحاق اراضی پیرامونی به شهر، حاشیه‌نشینی و گسترش سکونت‌گاه‌های غیررسمی و شهرک‌سازی‌های تعاونی همراه شده است و به سبب همین مشکلات، سیاست توسعه ناپیوسته شهر در طرح‌های توسعه و عمران آن مورد توجه قرار گرفته است. بر همین اساس، پژوهش حاضر تلاش دارد تا به ابعاد مختلف زمانی و مکانی توسعه فیزیکی وضعیت موجود شهر ارومیه پرداخته و نقش متغیرهای مختلف را در این زمینه مورد بررسی قرار دهد. بدین ترتیب، پرسش‌های اصلی پژوهش حاضر به شرح زیر می‌باشند:

- ۱- روند زمانی - فضایی رشد اراضی مسکونی شهر ارومیه به چه صورت بوده است؟
- ۲- آیا جمعیت‌پذیری موجب تشدید روند توسعه فیزیکی شهر ارومیه در دو دهه اخیر شده است؟
- ۳- حاشیه‌نشینی و رشد نامتوازن در چه مناطقی از شهر ارومیه شدت بیشتری داشته است؟

مبانی نظری

مفهوم توسعه فیزیکی

توسعه فیزیکی، گسترش افقی و پراکندگی شهری مفهیمی هستند که در دهه‌های اخیر در مفهومی تحت عنوان "اسپرال"^۲ وارد ادبیات علمی مربوطه شده‌اند. پیشینه این مفهوم به اواسط قرن ۲۰ میلادی و زمانی که در نتیجه استفاده بی‌رویه از اتومبیل شخصی و توسعه زیرساخت‌های بزرگراهی، بسط فضاهای شهری در آمریکا رونق گرفت، برمی‌گردد (قنبری و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۶). این مفهوم به طور گسترده در مطالعات برنامه‌ریزی فضایی به کار گرفته شده است اما علی‌رغم پذیرش گسترده اصطلاح و شناسایی فضایی پدیده، تعریف فراگیر و پذیرفته شده‌ای از آن وجود نداشته است. از این نظر، تلاش‌های اولیه برای تعریف این مفهوم به دهه ۱۹۷۰ برمی‌گردد و تاکنون تعاریف متعددی توسط چندین مؤسسه تحقیقاتی و سازمان ارائه شده است. لذا، این اصطلاح را می‌توان هم به عنوان فعل (فرآیند) و هم به عنوان اسم (شرط) استفاده نمود و توافقی کلی وجود دارد مبنی بر اینکه توسعه فیزیکی اثر ترکیبی افزایش ثروت، تغییر سبک زندگی^۳ و افزایش تحرک شخصی است (Shirvani & Saeedi, 2018: 2). توسعه فیزیکی شهری به رشد مناطق شهری ناشی از رشد کنترل نشده، ناهماهنگ و برنامه‌ریزی نشده اشاره دارد. این رشد در امتداد حاشیه شهرها، در امتداد بزرگراه‌ها و در امتداد جاده‌های متصل به شهر که فاقد امکانات اولیه مانند سرویس بهداشتی، تأمین آب تصفیه شده، مرکز بهداشت و غیره است، رخ می‌دهد زیرا برنامه‌ریزان قادر به تجسم چنین رشدی در طول برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری نبوده‌اند (Gottdiener et al, 2015: 4). توسعه فیزیکی پدیده‌ای دووجهی است؛ به گونه‌ای که گسترش متوازن هر شهر با مزایای تجاری متمرکز، مراقبت‌های بهداشتی، خدمات آموزشی، پتانسیل درآمد بیشتر و نهایتاً رشد اقتصادی و اجتماعی ارتباط مستقیم دارد (Zhou et al, 2021: 1; Mahtta et al, 2022: 3).

1- Dukem

2- Sprawl

3- Lifestyle

مقابل، گسترش کنترل نشده شهری به شدت با انتشار بیشتر گازهای گلخانه‌ای، تکه تکه شدن زیستگاه، از بین رفتن تنوع زیستی و جغرافیایی^۱، بهره‌برداری نادرست از منابع طبیعی و کاهش اراضی کشاورزی همراه است (Dai & Dai, 2019: 1; Wei et al, 2022: 2; Rahman et al, 2023: 2).

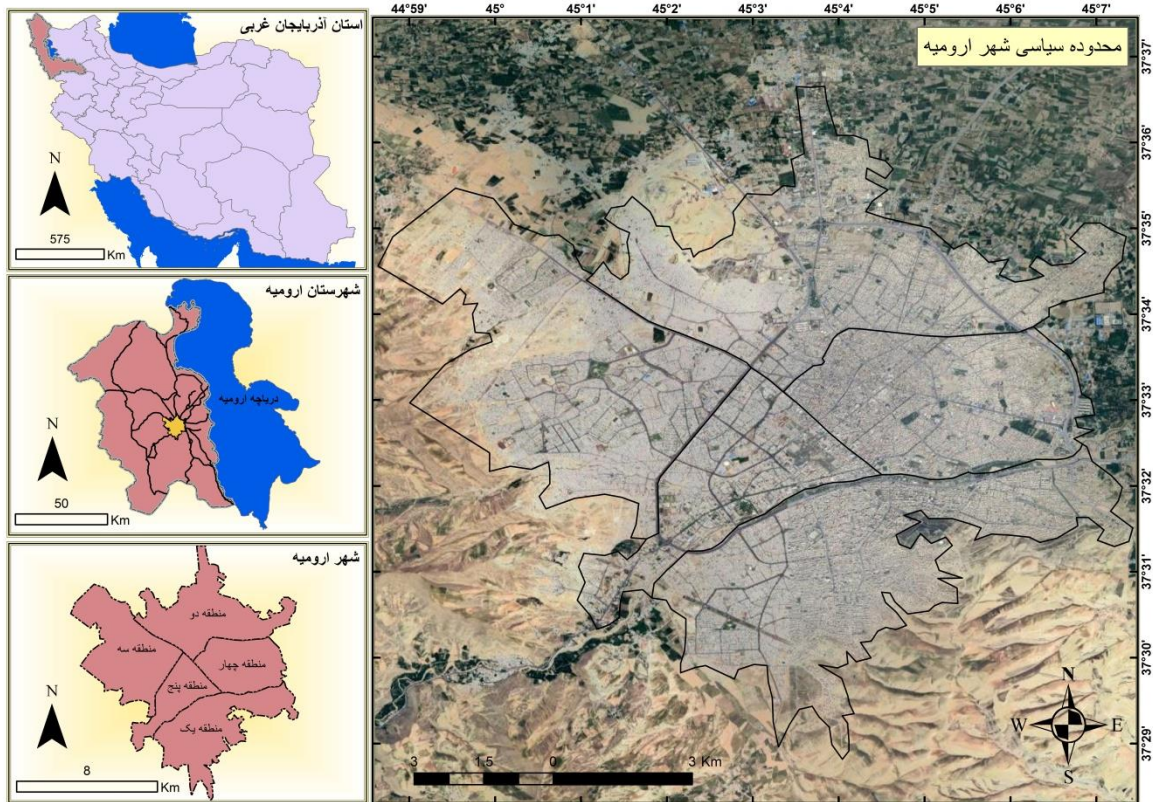
انواع مختلف توسعه فیزیکی

توسعه فیزیکی شهری اغلب به سه شکل صورت می‌گیرد: (۱) توسعه متصل به شهر، (۲) توسعه منفصل با فاصله‌ای که امکان اتصال آن در محدوده زمانی مشخصی به شهر محتمل باشد و (۳) توسعه منفصل با فاصله‌ای که امکان اتصال آن در محدوده زمانی مشخصی به شهر محتمل نباشد. محدوده‌ای که توسعه متصل و منفصل در آن شکل می‌گیرد، می‌تواند در حوزه نفوذ مستقیم شهرها قرار گرفته باشد زیرا توسعه‌های رخ داده در خارج از این محدوده در واقع توسعه‌های مستقل و یا متکی به سایر نقاط رشد منطقه بوده است (دلیر و همکاران، ۱۳۸۵: ۲۱۶). در بسیاری از کلان‌شهرهای جهان در حال توسعه، پراکندگی شهری یک معضل رایج است و تعداد قابل توجهی از ساکنان شهرها در محله‌های فقیرنشین داخل شهر یا در حاشیه شهری در فقر و محیط زیست تخریب شده زندگی می‌کنند. از این رو، توسعه فیزیکی شهری فرایندی چندبعدی و متأثر از عوامل مختلف اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، زیست‌محیطی و جمعیتی است (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۶۴).

محدوده مورد مطالعه

ارومیه مرکز شهرستان ارومیه و استان آذربایجان غربی است که یک شهر با ساختار تک مرکزی و شعاعی محسوب می‌شود (ماجدی و همکاران، ۱۳۹۶: ۳۸۱). این شهر از سمت شمال به شهرستان سلماس، از سمت شرق به دریاچه ارومیه، از سمت جنوب به شهرستان اشنویه و از سمت غرب به مرز ایران و ترکیه منتهی می‌شود. شهر ارومیه در طی چند دهه اخیر رشد سریعی را تجربه نموده و در حال حاضر دهمین شهر پرجمعیت ایران و دومین شهر بزرگ منطقه شمال غرب کشور به شمار می‌آید (مصیب زاده و بقائی، ۱۴۰۲: ۵۷). جمعیت این شهر در سال ۱۳۳۵ برابر با ۶۷۶۰۵ نفر بوده که در سال ۱۳۹۵ به ۷۳۶۲۲۴ نفر افزایش یافته است و انتظار می‌رود به ۹۸۷۸۵۰ نفر در سال ۱۴۰۵ برسد. از طرفی دیگر، مساحت محدوده شهر ارومیه از ۵۹۳۹ هکتار در سال ۱۳۶۵ به ۱۱۲۳۷/۲ هکتار (با احتساب ناحیه منفصل شهری گل‌مان) در سال ۱۳۹۵ رسیده است (شهرداری ارومیه، ۱۳۹۸: ۷). مطابق تقسیمات صورت گرفته، ارومیه دارای پنج منطقه شهری است که منطقه سه با مساحت ۲۱۵۴ هکتار وسیع‌ترین و منطقه پنج با مساحت ۱۰۳۴ هکتار کوچک‌ترین منطقه آن محسوب می‌شوند. در شکل (۱) نقشه موقعیت محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است.

¹ - Geodiversity



شکل (۱): نقشه موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

داده‌ها و روش تحقیق

تحقیق حاضر یک مطالعه کاربردی با روش توصیفی و تحلیلی است که با اهداف مختلفی از جمله الگویابی رشد و گسترش شهری، ارزیابی نوع تغییرات در بستر زمان و مکان، شناسایی جهات توسعه و تعیین فاکتورهای مؤثر در این زمینه در محدوده شهر ارومیه به انجام رسیده است. بدین منظور با استفاده از روش‌های مختلف کتابخانه‌ای، اسنادی و تکنیک‌های نرم‌افزاری اقدام به جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز تحقیق شده است. رویکردهای سنتی مطالعه گسترش شهری عمدتاً به داده‌های آماری تاریخی متکی هستند و علاوه بر اینکه مستلزم صرف زمان و هزینه زیادی می‌باشند، اغلب دقت پایینی را نیز حاصل می‌کنند (Zengxiang et al, 2018: 728). در همین راستا، در طی چند دهه اخیر و به دنبال افزایش دسترسی به داده‌های سنجنش از دور (RS^۱)، پایش روند توسعه فیزیکی شهرها از طریق ادغام منابع مختلف سنجنش از دور، به یک رویکرد رایج این زمینه تبدیل شده است (Sun et al, 2020: 2). به طور خاص، اطلاعات مربوط به کم و کیف توسعه شهری را می‌توان با داده‌های سنجنش از دور ماهواره‌ای چندزمانه آشکار کرد که برای اندازه‌گیری روند توسعه شهری از اهمیت اساسی برخوردار است (Feng, 2009: 49). اطلاعات به دست آمده از سنجنش از دور می‌تواند به توصیف و مدل‌سازی محیط شهری کمک نموده و منجر به درک بهتری شود که نهایتاً به نفع برنامه‌ریزی و مدیریت شهری است. بر همین اساس، داده‌های تصویری سطح ITP ماهواره لندست در سه سال ۱۳۸۲، ۱۳۹۲ و ۱۴۰۲ برای استخراج اراضی شهری و ارزیابی تغییرات در طی این دو دهه از پایگاه داده سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده^۲ به صورت رایگان دریافت شده و مورد استفاده قرار گرفته است (جدول ۱).

^۱- Remote Sensing

^۲- USGS

جدول (۱). داده‌های تحقیق و مشخصات آن

ردیف	ماهواره	سنجنده	تاریخ برداشت	شماره ردیف و گذر	درصد پوشش ابر
۱	لندست ۷	ETM	۲۰۰۳/۰۵/۱۱	۳۴ - ۱۶۹	< ۱۵%
۲	لندست ۸	OLI	۲۰۱۳/۰۶/۱۵		
۳	لندست ۹	OLI	۲۰۲۳/۰۶/۰۳		

تکنیک طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان^۱ یکی از الگوریتم‌های نظارت‌شده طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای است که در تحقیق حاضر از آن بهره گرفته شده است. این الگوریتم علاوه بر دقت بسیار بالا دارای سرعت عمل مناسبی نیز بوده و در سالیان اخیر مورد توجه محققان برنامه‌ریزی شهری قرار گرفته است. ماشین بردار پشتیبان یک رویکرد ناپارامتریک برای طبقه‌بندی است و شامل مجموعه‌ای از الگوریتم‌های یادگیری مرتبط است که در فرایند طبقه‌بندی استفاده می‌شود. کاهش عدم قطعیت در ساختار مدل و تناسب داده‌ها یکی از اهداف اصلی این مدل است (Yousefi et al, 2015: 4). الگوریتم ماشین بردار پشتیبان از مجموعه داده‌های آموزشی یاد می‌گیرد و تلاش می‌کند تا داده‌های جدید را تعمیم داده و پیش‌بینی درستی را به انجام برساند (Kranjic et al, 2019: 3). از سوی دیگر، ادغام داده‌های سنجنش از دور با تحلیل‌های جمعیتی به منظور درک بهتر الگوهای فضایی - زمانی گسترش شهری بسیار راهگشا بوده است. در این راستا، تکنیک‌های مختلفی به منظور سنجنش توسعه اسپرال شهری در ارتباط با جمعیت به کار گرفته شده که مدل هلدن یکی از رایج‌ترین آنها است. بر مبنای مدل هلدن، سهم رشد جمعیت از توسعه شهری بر اساس نسبت تغییر درصد کل جمعیت در یک دوره به تغییر سهم کل اراضی شهری در همان دوره به دست می‌آید (رابطه ۱):

$$a = \frac{A}{P} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن، a یا سرانه ناخالص برابر است با نسبت مساحت زمین شهری (A) به مقدار جمعیت موجود در شهر (P) که این مقادیر با جای‌گذاری در رابطه (۲) برای محاسبه نسبت توسعه شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$\ln\left(\frac{q}{w}\right) + \ln\left(\frac{e}{r}\right) = \ln\left(\frac{y}{s}\right) \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در رابطه فوق، q جمعیت پایان دوره، w جمعیت آغاز دوره، e سرانه ناخالص پایان دوره، r سرانه ناخالص آغاز دوره، y وسعت شهر در پایان دوره و s وسعت شهر در آغاز دوره است (حکمت‌نیا و همکاران، ۱۴۰۰: ۶۱). بنابراین، جهت انجام ارزیابی از روند توسعه فیزیکی و محاسبه کم و کیف آن، به موازات بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای از داده‌های جمعیتی و کالبدی طرح تفصیلی شهر ارومیه بهره گرفته شده است.

بحث و بررسی

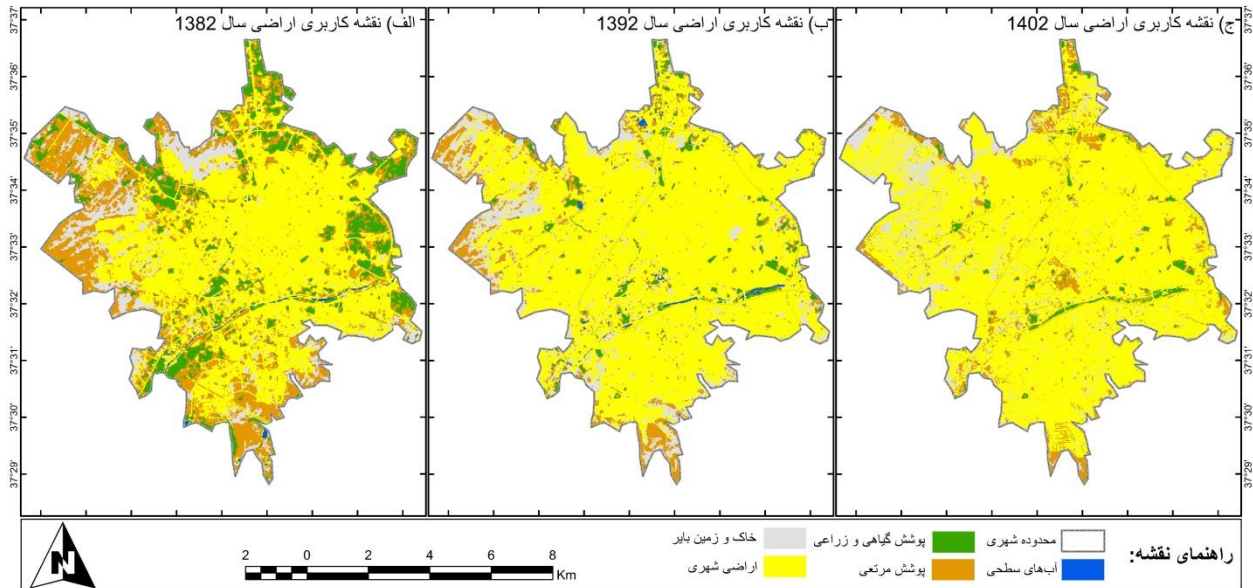
ارزیابی روند تغییرات اراضی شهری

در شکل (۲) نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی محدوده شهر ارومیه در سه تاریخ ۱۳۸۲، ۱۳۹۲ و ۱۴۰۲ نشان داده شده است. بر اساس نقشه مذکور، کاربری زمین در در محدوده مورد مطالعه در قالب پنج طبقه اراضی شهری، آب‌های سطحی، پوشش گیاهی و زراعی، پوشش مرتعی و خاک و اراضی بایر قابل بررسی بوده است. مطابق ارزیابی‌های انجام شده، در سال اول دوره (۱۳۸۲) و از مجموع مساحت ۸۷۲۹ هکتاری شهر ارومیه ۴۳۷۷/۲ هکتار یعنی چیزی در حدود ۵۰/۱ درصد به اراضی مسکونی یا ساخته شده که اغلب تحت عنوان اراضی شهری^۲ شناخته می‌شوند، اختصاص داشته است. در حالی که، این میزان در سال ۱۳۹۲ به ۵۸۹۵/۷ هکتار (۶۷/۵٪) و ۶۵۷۳ هکتار (۷۴٪) در سال ۱۴۰۲ رسیده است که به معنای روند پیوسته افزایشی توسعه اراضی شهر ارومیه در طی این مدت می‌باشد. علاوه بر این، بررسی‌ها چنین نشان داده است که مساحت آب‌های سطحی، پوشش گیاهی و زراعی، پوشش مرتعی و اراضی بایر و خاک در سال ۱۳۸۲ به ترتیب برابر با ۵۶/۹۵ هکتار، ۱۰۳۱/۲ هکتار، ۹۶۷ هکتار و ۲۳۰۱/۲ هکتار بوده است. در مقابل، مساحت همین گروه از

^۱- SVM

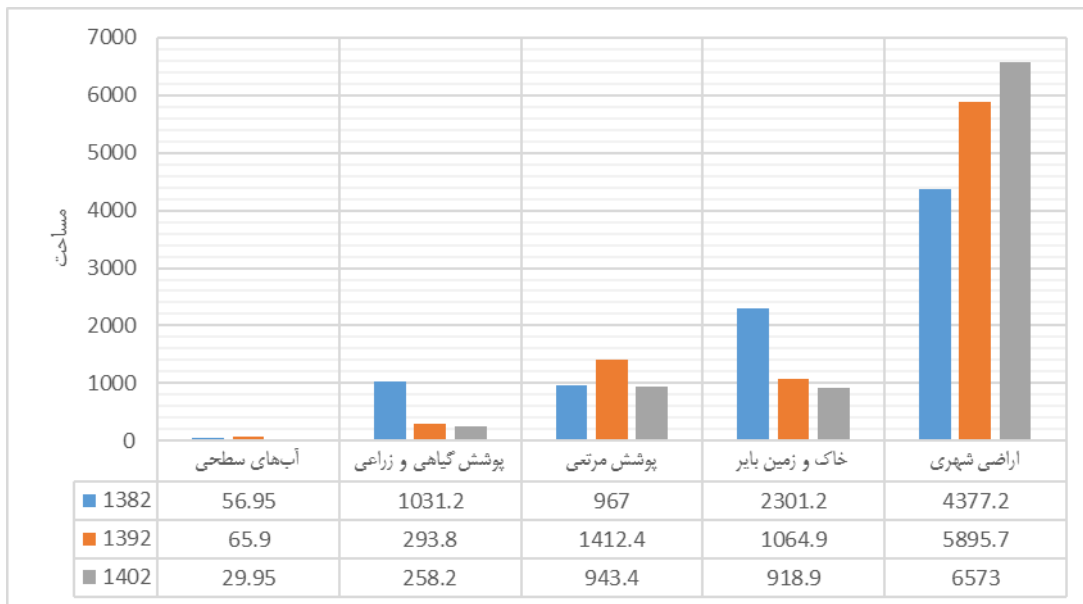
^۲- Urban

اراضی در سال ۱۳۹۲ به ترتیب ۶۵/۹ هکتار، ۲۹۳/۸ هکتار، ۱۴۱۲/۴ هکتار و ۱۰۶۴/۹ هکتار و در سال ۱۴۰۲ به ترتیب برابر با ۲۹/۹۵ هکتار، ۲۵۸/۲ هکتار، ۹۴۳/۴ هکتار و ۹۱۸/۹ هکتار محاسبه شده است. برآوردها حاکی از کاهش پیوسته گستره آب‌های سطحی، پوشش گیاهی و زاعی و خاک و زمین بایر در محدوده مطالعاتی و روند متناوب گستره پوشش مرتعی در آن می‌باشد (شکل ۳).



شکل (۲): نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی محدوده شهر ارومیه

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل (۳): مساحت کاربری اراضی شهری ارومیه در بازه زمانی ۱۳۸۲-۱۴۰۲

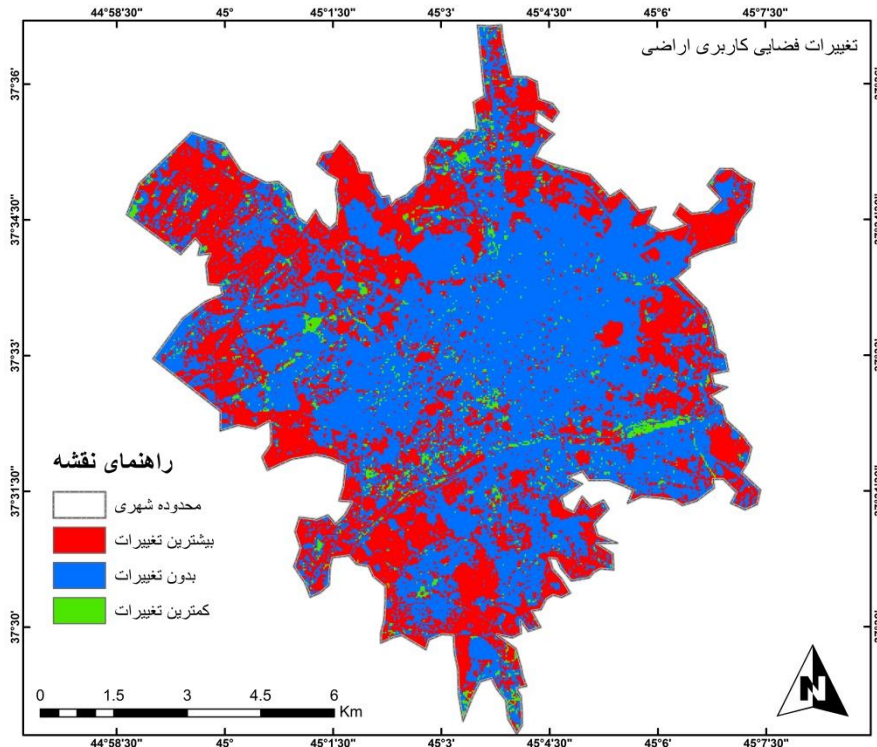
منبع: یافته‌های تحقیق

از طرفی دیگر، با استفاده از ماتریس درصد تغییرات به ارزیابی الگوی تغییر کاربری و نقش توسعه اراضی مسکونی در تغییرات سایر اراضی محدوده شهر ارومیه پرداخته شده است. مطابق اطلاعات ارائه شده در جدول (۲)، رقمی در حدود ۷۶/۰۵ درصد از مساحت اراضی مسکونی شهر ارومیه در سال ۱۳۸۲ بدون تغییر بوده و ۲۳/۹۴ درصد از آن در سال ۱۴۰۲ در سایر انواع اراضی دسته‌بندی شده‌اند. اما از سویی گستره قابل توجهی از سایر کاربری‌ها در سال ۱۴۰۲ به اراضی شهری تبدیل شده‌اند. به عبارتی دیگر، ۰/۰۹۱ درصد از آب‌های سطحی، ۳۸/۸۵ درصد از پوشش گیاهی و زراعی، ۵۰/۱ درصد از پوشش مرتعی و ۵۸/۷۹ درصد از خاک و اراضی بایر به مساحت اراضی

شهری در سال ۱۴۰۲ افزوده شده است. از این رو، ارومیه در طی این بازه زمانی بیست ساله توسعه فیزیکی چشمگیری را تجربه نموده است که این امر با از بین رفتن بخش بسیار وسیعی از پوشش طبیعی منطقه در پیرامون این شهر همراه گردیده است. مطابق آنچه که در شکل (۴) نشان داده شده است، دامنه تغییرات فضایی اراضی شهر ارومیه در سه گروه حداکثر تغییرات، حداقل تغییرات و بدون تغییرات قابل بررسی است. بر این اساس، مناطقی از محدوده شهر ارومیه که در طی این بیست سال اغلب بدون تغییر بوده‌اند با رنگ آبی نمایان شده است. این مناطق عمدتاً دربرگیرنده هسته مرکزی شهر و ساخت‌وسازهای صورت گرفته در دوره‌های پیشین می‌باشد که جهت سکونت شهروندان مورد استفاده قرار گرفته‌اند. همچنین، رنگ سبز در روی نقشه بیانگر مناطقی با حداقل تغییرات در طی این بازه زمانی بوده‌اند که به شکل ناچیز شاهد روند افزایشی یا کاهش تغییرات بوده‌اند. در مقابل، آن دسته از مناطق شهر ارومیه که بیشترین تغییرات فضایی در آنها رخ داده است با رنگ قرمز مشخص شده‌اند. این نواحی همان‌طور که در نقشه حاصله قابل مشاهده می‌باشد، اغلب منطبق بر حاشیه‌های شهر و در موارد کمتر منطبق بر قسمت‌هایی از بافت مرکزی شهر بوده است. در این راستا، روند توسعه فیزیکی در این نواحی با شدت زیادی جریان یافته است و می‌توان گفت که اراضی شهری منطقه تقریباً در تمامی جهات به رشد خود ادامه داده است. با این وجود، بررسی‌ها حاکی از این است که توسعه فیزیکی شهر ارومیه در ده سال اول (۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲) بیشتر در جهت غربی و جنوبی رخ داده است که دلیل اصلی آن رشد ساخت و سازهای مسکونی و شهرک‌سازی (اعم از شهرک شهریار، شهرک شاهد در شمال غرب، شهرک دانشگاه در غرب و شهرک بهداشتی و فرشته در جنوب) محسوب می‌شود. از سوی دیگر، در بازه زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۲ و به دلیل محدودیت توپوگرافی در غرب و جنوب شهر، روند توسعه فیزیکی شهر در جهت شرق و نیز به شکل چشمگیری در بخش‌هایی از شمال مشاهده شده است. در طی این سال‌ها، توسعه مسکن مهر در شهرک گل‌مان در سمت شرقی شهر منجر به جذب ساخت و سازها در این سمت شده و شاهد گسترش سکونتگاه‌های غیررسمی در پیرامون کمربندی شهر (حاجی پیرلو و ریحان‌آباد) بوده‌ایم. بعلاوه، در سمت شمال شهر نیز به دنبال گسترش محلات اسلام آباد و کشتارگاه، سکونتگاه‌های غیررسمی در محله موسوم به بادکی رشد چشمگیری یافته است. به طور کلی، نتایج ارزیابی‌ها چنین مشخص نموده است که سرعت و گستره توسعه فیزیکی محدوده شهر ارومیه در طی دو دهه اخیر بسیار زیاد بوده و حاشیه‌نشینی به‌منزله علت و معلول در آن دخالت داشته است.

جدول (۲). ماتریس درصد تغییرات متقابل کاربری اراضی (۱۳۸۲-۱۴۰۲)

سال ۱۳۸۲						کاربری زمین	سال ۱۴۰۲
ارضای شهری	خاک و زمین بایر	پوشش مرتعی	پوشش گیاهی و زراعی	آب‌های سطحی	ارضای شهری		
۱/۲۳۱	۰/۵۱۸	۱/۰۸	۱/۴۱۲	۰/۰۲	آب‌های سطحی		
۰/۵۹۲	۰/۹۴۱	۱/۹۷۲	۹/۸۰۷	۹۹/۷۲	پوشش گیاهی و زراعی		
۱/۸۲۵	۳/۵۹۵	۱۰/۱۳۹	۱۵/۵۹۱	۰/۰۷۴	پوشش مرتعی		
۲۰/۲۹۲	۳۶/۱۵۱	۳۶/۷۰۵	۳۴/۳۴	۰/۱	خاک و زمین بایر		
۷۶/۰۵۹	۵۸/۷۹۵	۵۰/۱۰۴	۳۸/۸۵	۰/۰۹۱	ارضای شهری		
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	مجموع کلاس		
۲۳/۹۴۱	۶۳/۸۴۹	۸۹/۸۶۱	۹۰/۱۹۳	۹۹/۹۸	میزان تغییرات		



شکل (۴): نقشه دامنه تغییرات فضایی اراضی شهر ارومیه در بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۸۲
منبع: یافته‌های تحقیق

بررسی نقش تحولات جمعیتی در توسعه فیزیکی شهر ارومیه

از آنجایی که جمعیت به عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی تعیین‌کننده سطح تقاضا مطرح می‌باشد، اطلاع از میزان جمعیت شهری دارای اهمیت بسیار زیادی در زمینه برنامه‌ریزی مسکن شهری است (کریمی، ۱۴۰۱: ۱۷). ارومیه به عنوان یکی از شهرهای کهن در منطقه شمال غرب کشور، همچون سایر شهرهای ایران در چند دهه اخیر رشد جمعیت زیادی را به خود دیده است، به گونه‌ای که جمعیت آن از ۶۷۶۰۵ نفر در سال ۱۳۳۵ (به عنوان نخستین سال سرشماری) به ۷۳۶۲۲۴ نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده و به موازات آن شاهد رشد ساختار فیزیکی بوده است. اما در مقابل، نرخ رشد جمعیت در طی دهه‌های اخیر در آن دارای روند کاهشی بوده و میزان آن از ۶/۲۲ درصد در سال ۱۳۶۵ به ۲/۳۶ درصد در سال ۱۳۹۵ نزول پیدا کرده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). مطابق داده‌های جدول (۳)، مساحت اراضی خالص شهری در سال ۱۳۸۲ برابر با ۴۳۷۷/۲ هکتار و در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۴۰۲ به ترتیب ۵۸۹۵/۷ هکتار و ۶۵۷۳ هکتار و تعداد جمعیت در همین سه سال به ترتیب ۵۳۰۲۵۵ نفر، ۶۹۰۲۲۴ نفر و ۸۳۶۰۰۰ نفر می‌باشد. از این نظر، تراکم جمعیت شهر ارومیه در سه سال ۱۳۸۲، ۱۳۹۲ و ۱۴۰۲ به ترتیب ۱۲۱/۱، ۱۱۷ و ۱۱۴/۴ نفر در هر هکتار و سرانه جمعیت آن نیز به ترتیب برابر با ۸۲/۵۴، ۸۵/۴۱ و ۸۷/۳۹ نفر در متر مربع بوده است.

جدول (۳). اطلاعات جمعیت و مساحت شهر ارومیه (۱۳۸۲-۱۴۰۲)

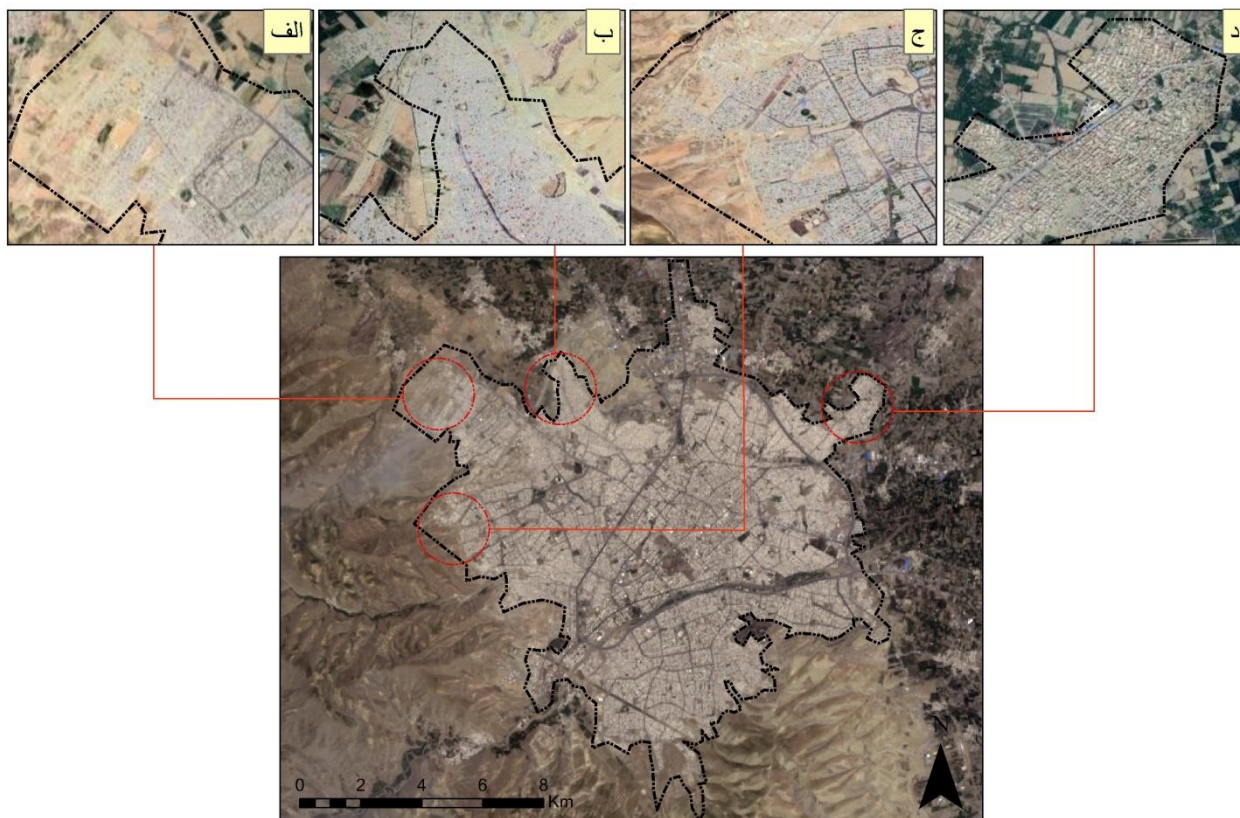
ردیف	سال	مساحت اراضی شهری (هکتار)	تعداد جمعیت (نفر)	سرانه زمین شهری (متر مربع)	تراکم جمعیت (نفر در هکتار)
۱	۱۳۸۲	۴۳۷۷/۲	۵۳۰۲۵۵	۸۲/۵۴	۱۲۱/۱
۲	۱۳۹۲	۵۸۹۵/۷	۶۹۰۲۲۴	۸۵/۴۱	۱۱۷
۳	۱۴۰۲	۶۵۷۳	۷۵۲۱۰۰	۸۷/۳۹	۱۱۴/۴

مقادیر جدول فوق در رابطه (۲) جای‌گذاری شده و محاسبات مدل هلدن برای تعیین میزان نقش جمعیت در توسعه فیزیکی شهر ارومیه در سال‌های مورد نظر به انجام رسیده است. نهایتاً با تقسیم طرفین معادله به عدد ۰/۲۹۷ برای دوره ده ساله اول و عدد ۰/۱۰۹ برای دوره ده ساله دوم حاصل شده است:

$$\left(\frac{0.263}{0.297}\right) + \left(\frac{0.034}{0.297}\right) = \left(\frac{0.297}{0.297}\right) = 0.885 + 0.115 = 1 \quad \text{دوره ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲}$$

$$\left(\frac{0.085}{0.108}\right) + \left(\frac{0.021}{0.108}\right) = \left(\frac{0.108}{0.108}\right) = 0.78 + 0.22 = 1 \quad \text{دوره ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۲}$$

مطابق محاسبات صورت گرفته در قالب مدل هلدن باید گفت که در بازه زمانی ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ حدود ۸۸ درصد از توسعه فیزیکی شهر ارومیه تحت تأثیر افزایش جمعیت و شهرنشینی رخ داده است، در حالی که این میزان در بازه زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۲ به ۷۸ درصد کاهش یافته است که نشان می‌دهد در سالان اخیر نقش توسعه بی‌رویه و اسپرال شهری بیش از مؤلفه جمعیت در زمینه گسترش شهر ارومیه تأثیرگذار بوده است. به عبارتی دیگر، به مرور زمان و با پیشی گرفتن رشد مساحت شهر نسبت به جمعیت، وضعیت توسعه فیزیکی این شهر میل به بی‌نظمی داشته است که پیامد اصلی این وضعیت، گسترش حاشیه‌نشینی، الحاق اراضی روستایی به شهر و تخریب پوشش گیاهی و کشاورزی بوده است (شکل ۵).



شکل (۵): نمونه‌هایی از پیامدهای توسعه فیزیکی شهر ارومیه (الف: رشد سکونتگاه‌های غیررسمی در شهرک شهریار؛ ب: حاشیه‌نشینی متراکم در محله کشتارگاه؛ ج: رشد ساخت و سازها در نواحی شیب‌دار طرزیلو؛ د: گسترش شهر در اراضی روستای ریحان آباد)
منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری

در عصر حاضر بسیاری از شهرهای جهان و به‌ویژه شهرهای کشورهای در حال توسعه، رشد بسیار زیادی را شاهد بوده‌اند. این رشد فزاینده منجر به تغییر و تحولات وسیعی در کاربری یا پوشش زمین در راستای تطبیق با فعالیت‌های انسانی در جوامع شهری شده است. از سویی دیگر، رشد جمعیت مناطق شهری نیز بر شدت و وسعت تغییرات در کالبد و محیط زیست شهری افزوده است و طبق برآوردها، طی ۳۰ سال آینده نیز ۲/۵ میلیارد نفر دیگر به افراد شهرنشین افزوده خواهد شد که به نوبه خود به زمین شهری جدید نیاز دارند. در پژوهش حاضر نیز به مطالعه و ارزیابی روند شهرنشینی در شهر ارومیه در

طی دو دهه اخیر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تحلیل‌های جمعیتی پرداخته شده و الگوهای موجود در این زمینه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به طور کلی نتایج پژوهش به شرح زیر قابل ارائه است:

- کاربری زمین در محدوده شهر ارومیه در طی دو دهه اخیر با شدت و سرعت زیادی در حال تغییر بوده است، به نحوی که روند ساخت و سازهای مسکونی به شکل همواره صعودی و همراه با کاهش گستره ساختار طبیعی منطقه اتفاق افتاده است. بر اساس نتایج، توسعه اراضی شهری موجب کاهش وسعت پوشش گیاهی و اراضی زراعی اعم از باغات و زمین‌های دیم و نیز مراتع شده است که با نتایج پژوهش محمودزاده و همکاران (۱۳۹۸) و پوراحمد و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت داشته است.

- میزان بالای جمعیت‌پذیری در اوایل دوره و سیل مهاجران منجر به توسعه اراضی مسکونی در حاشیه‌های شهر ارومیه شده است. به دنبال این رشد شتابان، تعادل مناسبی میان توسعه فیزیکی و توان محیطی منطقه برقرار نشده که بارزترین پیامدهای این وضعیت، حاشیه‌نشینی و رشد سکونتگاه‌های غیررسمی، بیکاری و فقر، آلودگی‌های زیست محیطی، نابرابری‌های فضایی و سایر آسیب‌های اجتماعی و اقتصادی می‌باشد. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهند که تعدادی از روستاهای پیرامون محدوده شهر ارومیه از توسعه فیزیکی آن متأثر شده و در بافت شهری ادغام شده‌اند که از این نظر، نتایج با یافته‌های پژوهش عاشری و همکاران (۱۳۹۴) هم‌سو بوده است.

- نتایج حاکی از عدم همخوانی ساخت و سازها و نیازهای واقعی شهر ارومیه بوده است که همین امر سبب شدت گرفتن پدیده اسپرال در ده سال اخیر و پیشی گرفتن گسترش شهر از رشد جمعیت گردیده است. در نتیجه این وضعیت، جمعیت مازاد شهری به دلیل عرضه بی‌رویه زمین جهت ساخت و ساز در توسعه نامتوازن آن نقش مهمی ایفا نموده است. از این رو، نتایج پژوهش مبنی بر شکل‌گیری توسعه اسپرال شهری با نتایج کار خدمت‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) و نیز نتایج حکمت‌نیا و همکاران (۱۴۰۰) مبنی بر نقش جمعیت به عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی گسترش شهر ارومیه هم‌راستا بوده است.

منابع

- احدنژاد روشتی محسن؛ زلفی علی؛ شکری پور دیزج حسین. (۱۳۹۰). ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهر اردبیل ۱۴۰۰ - ۱۳۶۳). *آمایش محیط*، (۱۵): ۱۲۴-۱۰۷.
- پوراحمد احمد؛ صالحی میثانی حیدر؛ وثوقی راد لیلیا؛ رومیانی احمد. (۱۳۹۴). ارزیابی توسعه فیزیکی شهر ارومیه به‌منظور حفظ پوشش گیاهی و اراضی کشاورزی، *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، (۵۴)۱۹: ۸۳-۱۰۳.
- حاتمی‌نژاد حسین؛ قربانی رامین؛ فرهادی ابراهیم. (۱۳۹۸). بررسی روند توسعه فیزیکی کلان‌شهر کرمانشاه و ارائه الگوی بهینه جهات رشد، *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، (۳۱)۹: ۹۱-۱۱۲.
- حاجی‌زاده بیگدلی علی؛ افضل‌کورش؛ زیاری کرامت‌اله. (۱۴۰۱). ارزیابی و سنجش نقش شاخص‌های محیط طبیعی در توسعه کالبدی شهرها مطالعه موردی (شهرهای ایران)، *فصل‌نامه جغرافیا و مطالعات محیطی*، (۴۲)۱۱: ۷۲-۹۱.
- حسین‌زاده دلیر کریم؛ هوشیار حسن. (۱۳۸۵). دیدگاه‌ها، عوامل و عناصر مؤثر در توسعه فیزیکی شهرهای ایران، *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۶: ۲۱۳-۲۲۶.
- حکمت‌نیا حسن؛ موسوی میرنجف؛ رسولی محمد؛ سعیدپور شراره. (۱۴۰۰). شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی مؤثر در سیاست‌گذاری توسعه فیزیکی شهر ارومیه، *فصل‌نامه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، (۴۵)۱۲: ۷۰-۵۵.
- خدمت‌زاده علی؛ موسوی میرنجف؛ محمدی ترکمانی حجت. (۱۳۹۹). تحلیلی بر تغییرات و پیش‌بینی روند کاربری اراضی شهر ارومیه با استفاده از مدل SVM و شبکه‌های عصبی، *نشریه سنجش از دور و GIS/ایران*، (۴)۱۲: ۷۲-۵۳.
- خمر غلامعلی؛ بلوچ ناهید. (۱۴۰۰). ارزیابی و تحلیل پهنه‌های بلافضل شهر نیک‌شهر به منظور تعیین جهات مناسب توسعه فیزیکی، *فصل‌نامه آمایش محیط*، (۵۵)۱۴: ۱۸۹-۱۶۹.
- شماعی علی؛ واحدی نژاد سیدحسین؛ آذرشب صغری؛ قاسمی مسلم. (۱۴۰۱). تحلیل فرایند توسعه کالبدی شهر و ارائه الگوی راهبردی مناسب آن، مطالعه موردی: شهر اهواز، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، (۶۷)۲۲: ۳۹-۲۵.
- شهرداری ارومیه. (۱۳۹۸). *طرح تفصیلی یکپارچه شهر ارومیه*. مهندسان مشاور طرح و آمایش، آذر ۱۳۹۸.
- صمدی علی؛ مصیب‌زاده علی؛ صابونچی امیرضیاء. (۱۴۰۱). ارزیابی تطبیقی وضعیت سکونتگاه‌های غیررسمی شهری با تأکید بر مؤلفه‌های رویکرد حق به شهر (مطالعه موردی: محلات کشتارگاه و اسلام‌آباد ۲ شهر ارومیه)، *نشریه مهندسی جغرافیایی سرزمین*، (۱۳)۶: ۶۶۰-۶۴۷.
- عاشری امامعلی؛ عبدالهی عبدالله؛ کریم‌زاده سوران؛ عزیزی روزین. (۱۳۹۴). بررسی پیامدهای تغییر کاربری اراضی پیرامون شهری بر سکونتگاه‌های روستایی با استفاده از راهبرد مدل‌سازی سلول‌های خودکار. مطالعه موردی: شهرستان ارومیه، *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، (۱۸)۵: ۱۶۷-۱۵۱.
- عباس‌پور فاطمه؛ احمدی‌زاده سیدسعیدرضا. (۱۴۰۰). ارزیابی توان توسعه شهری با رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: شهر قائن)، *پژوهش‌های محیط‌زیست*، (۲۴)۱۲: ۹۱-۱۰۲.
- عظیمی نورالدین؛ زالی نادر؛ آزاده سیدرضا. (۱۳۹۵). تحلیل الگوهای توسعه فیزیکی شهرهای ایران با توجه به متغیرهای جمعیتی، طبیعی و کالبدی، *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، (۳)۴۸: ۴۷۳-۴۶۱.
- قبادیان نژاد مهران؛ فلاحتی غلامرضا. (۱۳۹۷). توسعه فیزیکی شهر شیراز و تاثیر آن در روند تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از اتوماتای سلولی و روش فازی و تصاویر ماهواره‌ای، *مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی*، (۳)۹: ۶۰-۵۱.
- قنبری ابوالفضل؛ کرمی فریبا؛ حیدری‌نیا سیداحمد. (۱۳۹۵). تحلیل روند رشد و توسعه ناموزون شهرهای میانه اندام در ایران (مطالعه موردی: شهر مرنده - آذربایجان شرقی)، *فصل‌نامه آمایش محیط*، ۳۳: ۹۳-۷۱.
- کرمی سونیا. (۱۴۰۱). بررسی تغییرات ساختاری جمعیت و نیاز به زمین و مسکن با رویکردهای باروری محتمل در افق ۱۴۱۰ ایران، *نشریه برنامه‌ریزی شهری و توسعه منطقه‌ای*، (۳)۱: ۳۸-۱۷.

- لاله پور منیژه؛ اسمعیل پور مرضیه؛ پهلوانی فرزانه. (۱۴۰۰). بررسی توسعه کالبدی شهر خرم‌آباد با تأکید بر شاخص‌های توسعه درونی شهر، *نشریه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۶(۴): ۹۳۴-۹۱۹.
- محمودزاده حسن؛ درخشانی کبری؛ مؤمنی سحر. (۱۳۹۸). مدل‌سازی تأثیرات حاشیه‌نشینی بر تغییرات شهر ارومیه و پیش‌بینی توسعه فیزیکی شهر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تا افق ۱۴۱۰، *نشریه پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۵۱(۴): ۸۹۰-۸۷۱.
- محمودزاده حسن؛ زینی گلدر فاطمه؛ محمدپور سنگانی زینت. (۱۴۰۱). بررسی تطبیقی تغییرات ساختاری سیمای سرزمین پایه الگوهای توسعه شهری کلان‌شهر تبریز، ارومیه و شهر مراغه، *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۶(۸۲): ۲۲۶-۲۱۱.
- مصیب زاده علی؛ بقائی مریم. (۱۴۰۲). تبیین وضعیت برخورداری و نحوه توزیع فضای سبز در مناطق شهری با رویکرد عدالت فضایی (نمونه موردی: مناطق پنجگانه شهر ارومیه)، *نشریه برنامه‌ریزی شهری و توسعه منطقه‌ای*، ۲(۴): ۷۱-۵۷.
- ملکی کیومرث؛ علی اکبری اسماعیل؛ محمودزاده حسن؛ پاهکیده اقبال. (۱۴۰۱). ریسک‌پذیری توسعه فیزیکی شهر کرمانشاه در مقابل خطر زلزله با رویکرد پدافند غیر عامل، *نشریه برنامه‌ریزی شهری و توسعه منطقه‌ای*، ۱(۲): ۱۱۴-۹۵.
- مؤذنی مهدی؛ پورمحمدی محمدرضا. (۱۳۹۹). مدل‌سازی زمانی - مکانی روند توسعه شهرها با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل Markov-Ca (مطالعه موردی: شهر پارس‌آباد مغان)، *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۴(۷۳): ۳۷۷-۳۴۹.
- Dai, W., Dai, W. و (2019), **Effects of urban expansion on environment by morphological study**, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, **5**: p052004, IOP Publishing.
- Feng, L. (2009), **Applying remote sensing and GIS on monitoring and measuring urban sprawl. A case study of China**, International journal of sustainability, technology and humanism, **(4)**: 47-56.
- Girma, B., Shata, B., Sisay, G. (2023), **Factors and actors of urban expansion: The case of Dukem Town, Ethiopia**, European Journal of Sustainable Development Research, **7(1)**: em0208.
- Gottdiener, M., Budd, L., Lehtovuori, P. (2015), **Key concepts in urban studies**, Sage, 187p.
- Güneralp, B., Reba, M., Hales, B. U., Wentz, E. A., & Seto, K. C. (2020), **Trends in urban land expansion, density, and land transitions from 1970 to 2010: A global synthesis**, Environmental Research Letters, **15(4)**: 044015.
- Hanberry, B. B. (2023), **Urban land expansion and decreased urban sprawl at global, national, and city scales during 2000 to 2020**, Ecosystem Health and Sustainability, **9**: 0074.
- Kranjčić, N., Medak, D., Župan, R., Rezo, M. (2019), **Support vector machine accuracy assessment for extracting green urban areas in towns**, Remote Sensing. **11(6)**: 655.
- Li, G., Sun, S., Fang, C. (2018), **The varying driving forces of urban expansion in China: Insights from a spatial-temporal analysis**, Landscape and Urban Planning, **174**: 63-77.
- Mahtta, R., Fragkias, M., Güneralp, B., Mahendra, A., Reba, M., Wentz, E. A., & Seto, K. C. (2022), **Urban land expansion: the role of population and economic growth for 300+ cities**, Npj Urban Sustainability, **2(1)**: 5.
- Oriye, O. (2016), **Uncontrolled urban expansion, population growth and urban development in Ado-Ekiti, Nigeria**, International Journal of Architecture and Urban Development, **6(4)**: 5-12.
- Rahman, G., Chandio, N. H., Moazzam, M. F. U., Al Ansari, N. (2023), **Urban expansion impacts on agricultural land and thermal environment in Larkana, Pakistan**, Frontiers in Environmental Science, **11**: 1115553.
- Shirvani Moghadam, S., Saeidi Mofrad, S. (2018), **Urban sprawl trend analysis using statistical and remote sensing approach Case Study: Mashhad City**, Creative City Design, **1(1)**: 1-8.
- Sridhar, M. B., Sathyanathan, R. (2022), **Assessment of urban expansion and identification of sprawl through delineation of urban core boundary**, Journal of Landscape Ecology, **15(3)**: 102-120.
- Sun, W., Shan, J., Wang, Z., Wang, L., Lu, D., Jin, Z., & Yu, K. (2020), **Geospatial analysis of urban expansion using remote sensing methods and data: A case study of Yangtze River Delta, China**, Complexity, **2020**: 1-12.
- Wei, L., Zhou, L., Sun, D., Yuan, B., & Hu, F. (2022), **Evaluating the impact of urban expansion on the habitat quality and constructing ecological security patterns: A case study of Jiziwan in the Yellow River Basin, China**, Ecological Indicators, **145**: 109544.

- Wu, W., Shuqing, Z., Geoffrey, M. H. (2019), **Drivers of urban expansion over the past three decades: a comparative study of Beijing, Tianjin, and Shijiazhuang**, Environ Monit Assess, **191(34)**: 1-15.
- Yousefi, S., Mirzaee, S., Tazeh, M., Pourghasemi, H., & Karimi, H. (2015), **Comparison of different algorithms for land use mapping in dry climate using satellite images: a case study of the Central regions of Iran**, Desert, **20(1)**: 1-10.
- Zhang, Z., Liu, F., Zhao, X., Wang, X., Shi, L., Xu, J., ... & Liu, B. (2018), **Urban expansion in China based on remote sensing technology: a review**, Chinese Geographical Science, **28**: 727-743.
- Zhou, W., Yu, W., Qian, Y., Han, L., Pickett, S. T., Wang, J., ... & Ouyang, Z. (2022), **Beyond city expansion: multi-scale environmental impacts of urban megaregion formation in China**, National Science Review, **9(1)**: nwab107.