Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Investigating the process of physical development of the new city of Sahand using Landsat satellite image

Zahra Sharghi[1] | **Mostafa Basiri**[2] | **Mahsa Faramarzi Asl**[3]

1. PhD student in the Urban Planning Department, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
   E-mail: z.shargi70@gmail.com
2. Corresponding author, Assistant Professor, Department of Urbanism and Architecture, Ilk.C., Islamic Azad University, Ilkhchi, Iran.
   E-mail: mostafabasiri@iau.ac.ir
3. Assistant Professor, Department of Urban Planning, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
   E-mail: shr_md@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2022/11/09
Received in revised
2022/12/10
Accepted
2022/12/12
Published
2022/12/15
Published online
2025/12/22

Keywords:
New city,
Landsat Imagery,
Sahand City,
Physical Development.

ABSTRACT

The emergence of new cities can be attributed to the significant increase in the population of urban areas. Over the past two decades, numerous new cities have been established in proximity to the country's metropolises, with the new city of Sahand serving as a pertinent example. The primary objective of this research is to elucidate the physical development trajectory of Sahand, utilizing Landsat satellite imagery spanning the statistical period from 1373 to 1401. To this end, satellite images corresponding to four distinct statistical periods (1373, 1383, 1393, and 1401) were acquired from the Landsat 5 and Landsat 8 satellites. By applying a band calculation function to the images captured by the Thematic Mapper (TM) and Operational Land Imager (OLI) sensors, the physical changes in the urban fabric of Sahand during the specified temporal intervals were quantified and analyzed. The findings of this research indicate that the physical growth and development of Sahand commenced in 2013, at which point the urban area encompassed 282 hectares, representing a 28-fold increase since that year. In the subsequent decade, the urban area expanded to 570 hectares, reflecting a 100% growth relative to the previous decade. Ultimately, during the final decade under review, the urban area reached 850 hectares, exhibiting a growth rate of 50%. Notably, District 6 of Sahand, which constitutes approximately 35% of the city's physical fabric, emerged as one of the fastest-growing regions between the years 1393 and 1400. Moreover, a statistically significant correlation was identified between population growth and the physical development of Sahand during the statistical period from 1380 to 1400, with a confidence level of 0.95 (P_value=0.05) and a correlation coefficient (R) of 0.91. Consequently, the regression model fitted to the relationship between population growth and urban fabric expansion, when incorporating the projected population density following the implementation of Mehr housing policies (which anticipates a population of 185,000), suggests that the area of Sahand's physical fabric will increase to 1,181 hectares in the forthcoming decade, indicating a growth rate of 38%.

Cite this article: Sharghi, Zahra., Basiri, Mostafa., & Faramarzi Asl, Mahsa. (2025). Investigating the process of physical development of the new city of Sahand using Landsat satellite image. *Applied Researches in Geographical Sciences*, 25 (79), 414-429. DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.12

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.12

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Urban growth in recent decades has profoundly influenced land-use changes in urban areas and their peripheries. Cities are shaped and expanded by a multitude of forces and factors, including social transformations, demographic shifts, economic developments, and technological advancements. As populations increase, economic activities and investments inevitably accelerate, prompting fundamental transformations in the physical structure and organization of urban environments (Vahidian Beigi et al., 2011: 108). Although urban areas occupy less than 0.1% of the Earth's surface (Lee & Baik, 2011), the majority of the global population, approximately 6.6 billion individuals, currently resides in urban regions (Miller et al., 2013). The phenomena of rapid population growth and urbanization, along with their consequences, are irrefutable. Cities, adapting to their evolving roles and positions, impose new forms of social life both upon themselves and their surrounding environments, thereby impacting climate, agricultural production, public health, and various other aspects of life. Urbanization transforms natural landscapes into anthropogenic land uses and alters surfaces with distinct physical characteristics. Changes in land cover have significant implications for local atmospheric and climatic conditions (Shamsipour et al., 2014). Zandi et al. (2019) employed a Markov chain model to analyze the growth and development trajectory of Neyshabur city, with a particular focus on earthquake risks up to the year 2030. Their findings suggested that the southern and southwestern directions are optimal for urban expansion during the forecast period. The primary objective of this study is twofold: first, to elucidate the trends in the physical growth and development of Sahand New City over the past three decades (1994–2022) utilizing Landsat satellite imagery, and second, to propose a regression model for simulating and estimating the city's physical expansion in the forthcoming decade (2021–2031). This regression-based estimation takes into account Sahand New City's population-loading policies and aims to clarify the relationship between urban physical growth and population absorption over the past two decades.

Material and Methods

This study utilized Landsat 5 and Landsat 8 satellite imagery (sensors: OLI/TIRS and TM) from path 168 and row 34 across four distinct temporal periods: 1995 (1374), 2005 (1384), 2015 (1394), and 2022 (1401). Imagery for the month of July, characterized by minimal cloud cover, was sourced from the Earth Explorer database. The spatial resolution of these sensors is 30 meters for the multispectral bands and 15 meters for the panchromatic band. For the initial two periods (1995 and 2005), imagery obtained from the Landsat 5 TM sensor was employed, whereas Landsat 8 OLI/TIRS imagery was utilized for the years 2015 and 2022. It is noteworthy that Landsat 7 data was excluded from this analysis due to the SLC-off error. To assess the physical transformations in Sahand New City over the four decade-long intervals (1995, 2005, 2015, and 2022), band-based remote sensing indices derived from the OLI/TIRS and TM sensors were applied. The urban texture index was computed to delineate the area and periodic changes occurring within Sahand City.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Results and Discussion

The current study employed Landsat 5 and 8 satellite imagery to investigate the physical expansion of Sahand New City over the past three decades. The analysis revealed that these satellite images effectively captured the city's developmental trends, achieving an overall accuracy of 70% over 28 years, along with a Kappa coefficient of 0.74. The findings indicated that Sahand New City has followed a consistent trajectory of physical growth from 1994 (1373) to 2022 (1401), with a notable acceleration in the rate of urban expansion of approximately 50% during the decade from 2014 to 2022 (1393–1401). A significant observation is that the most pronounced growth occurred in the final decade leading up to 2022 (1401), in contrast to previous studies on remote sensing-based assessments of growth in metropolitan or mid-sized cities (Asadi et al., 2020; Akbari et al., 2019; Ghobadian Nejad et al., 2018; Mahmoudian, 2019), which reported more uniform or slightly fluctuating trends over comparable periods .During the 28-year period analyzed, the physical fabric of Sahand City expanded by 850 hectares, with the majority of this development occurring after 2006 (1385). Regionally, Zone 6 of Sahand City, which contained approximately 35% of the urban fabric by 2022 (1401), exhibited the most rapid growth during the decade from 2014 to 2021 (1393–1400), with a 52% increase in urban infrastructure. Given that the primary development objective of Sahand is to mitigate population overflow from the metropolitan area of Tabriz, population growth has served as a significant driver of its physical expansion. The fitted regression model demonstrated that over 80% of the city's physical changes could be attributed to population shifts over the past two decades. Furthermore, the study underscored that to accommodate its estimated population absorption capacity of 185,000 residents, Sahand necessitates an additional 38% physical expansion, raising its total urban area to 1,181 hectares.

Conclusion

This study demonstrates that Landsat satellite imagery is a viable and effective tool for detecting trends in urban physical changes. The urban expansion values obtained from Landsat imagery exhibited a strong correlation with the population growth of Sahand City. A significant relationship was established between population growth and the physical development of the city during the statistical period of 2001–2021 (1380–1400). Consequently, the regression model developed to analyze the relationship between population growth and urban fabric expansion—after considering the proposed population absorption capacity of 185,000 residents under the Mehr Housing Policy—projects that the urban fabric area of the city will expand by 38% over the next decade, reaching a total of 1,181 hectares.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۲۲۲۸-۷۷۳۶ شاپا الکترونیکی: ۲۵۸۸-۵۱۳۸
https://jgs.khu.ac.ir/

بررسی روند توسعه کالبدی شهر جدید سهند با استفاده از تصویر ماهواره‌ای لندست

زهرا شرقی[۱]، مصطفی بصیری[۲]✉، مهسا فرامرزی اصل[۳]

۱. دانشجوی دکتری گروه شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. رایانامه: z.shargi70@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه شهرسازی و معماری، واحد ایلخچی، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلخچی، ایران.
رایانامه: mostafabasiri@iau.ac.ir
۳. استادیار، گروه شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. رایانامه: Shr_md@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۰۸/۱۸
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۱/۰۹/۱۹
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۰۹/۲۱
تاریخ انتشار:
۱۴۰۱/۰۹/۲۴
تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۴/۱۰/۰۱

کلیدواژه‌ها:
شهر جدید،
ماهواره لندست،
شهر سهند،
توسعه کالبدی.

چکیده

شهرهای جدید در واقع پاسخی بودند به افزایش و سرریز جمعیتی کلان‌شهرها و بر این اساس در طی دو دهه اخیر شهرهای جدید متعددی پیرامون کلان‌شهرهای کشور توسعه پیدا کردند که شهر جدید سهند نمونه‌ای از این موارد است. هدف اساسی این تحقیق آشکارسازی روند توسعه کالبدی شهر جدید سهند، به‌عنوان یکی از شهرهای جدید کشور با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست طی دوره آماری ۱۳۷۳-۱۴۰۱، می‌باشد. در این راستا ابتدا تصاویر ماهواره‌ای موردنیاز برای ۴ دوره آماری ۱۳۷۳، ۱۳۸۳، ۱۳۹۳ و ۱۴۰۱، از دو ماهواره لندست ۵ و ۸ اخذ گردید. با اجرای یک تابع محاسبات باندی روی تصاویر سنجنده‌های TM و OLI، مقادیر تغییرات کالبدی بافت شهری طی گام‌های زمانی موردبررسی در سطح شهر سهند محاسبه و استخراج گردید. نتایج این تحقیق بیانگر آن بود که رشد و توسعه کالبدی شهر سهند از سال ۱۳۸۳، شروع شده است. در این سال مساحت بافت شهری به ۲۸۲ هکتار رسیده است که نسبت به سال ۱۳۷۳، با یک رشد ۲۸ برابری روبرو بوده است؛ اما در دهه بعد یعنی سال ۱۳۹۳، نیز مساحت شهر با یک رشد ۱۰۰ درصدی نسبت به دهه قبل به ۵۷۰ هکتار رسید و در نهایت در دهه پایانی مساحت شهر با نرخ رشد ۵۰ درصدی به ۸۵۰ هکتار رسید. ناحیه ۶ شهر سهند که حدود ۳۵ درصد از بافت کالبدی شهر را به خود اختصاص می‌دهند، از پرشتاب‌ترین مناطق شهر طی دهه ۱۳۹۳-۱۴۰۰ بوده است. با توجه به اینکه یک همبستگی معنی‌دار در سطح اطمینان ۰/۹۵ (P_value=0.05) بین رشد جمعیت و توسعه کالبدی شهر سهند طی دوره آماری ۱۳۸۰-۱۴۰۰ آشکار گردید (R=0.91)، لذا مدل رگرسیونی برازش داده شده بین رشد جمعیت و رشد بافت شهری، با قرار دادن جمعیت‌پذیری پیشنهادی این شهر پس از اعمال سیاست‌های مسکن مهر (۱۸۵ هزار نفر)، نشان داد که مساحت بافت کالبدی این شهر، در دهه آینده به ۱۱۸۱ هکتار رسیده با یک رشد ۳۸ درصدی مواجه خواهد شد.

استناد: شرقی، زهرا؛ بصیری، مصطفی؛ و فرامرزی اصل، مهسا (۱۴۰۴). بررسی روند توسعه کالبدی شهر جدید سهند با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۵ (۷۹)، ۴۱۴-۴۲۹.
http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.12
ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.

© نویسندگان.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

مقدمه

امروزه و در آستانه هزاره سوم شهرنشینی یکی از مهم‌ترین پدیده‌های عصر حاضر است تا حدی که صحبت از انقلاب شهری در جهان می‌شود. از انقلاب صنعتی در اواخر قرن ۱۸، جمعیت جهان به‌طور نمایی و با سرعت حیرت‌انگیزی افزایش یافته است؛ به‌طوری‌که از یک میلیارد نفر در سال ۱۸۳۰ به بیش از هفت میلیارد نفر در سال ۲۰۱۳ رسیده است. از طرف دیگر، جمعیت شهری جهان بسیار سریع‌تر از جمعیت روستایی افزایش یافت و از ۱۴ درصد در سال ۱۹۰۰ به ۴۷ درصد در ۲۰۰۵ رسیده و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ به ۶۱ درصد خواهد رسید. در اصل انتظار می‌رود که همه رشد آتی جمعیت در نواحی شهری و به‌ویژه نواحی شهری کشورهای درحال‌توسعه رخ دهد (هو و همکاران،2010 ,.). در دهه‌های پیش رو، افزایش سریع شهرهای بزرگ در کشورهای درحال‌توسعه و دگرگونی چشم‌اندازهای شهری در کشورهای توسعه‌یافته از زمره بزرگ‌ترین چالش‌ها در رابطه با رفاه جوامع انسانی و محیط‌زیست جهانی خواهد بود (ناتزبند و همکاران، ۲۰۱۷) الگوهای رشد و سرعت توسعه شهری عمدتاً توسط رشد جمعیت و شرایط اقتصادی تعیین می‌شود (یانگ و لی، ۲۰۱۳) توسعه فیزیکی شهر فرآیندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضای کالبدی آن در جهت‌های افقی و عمودی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابند (محمودیان و همکاران، ۱۳۹۸) و اگر این روند سریع و بی‌برنامه باشد به توسعه فیزیکی متعادل و موزون شهری نمی‌انجامد (نظریان و همکاران، ۲۰۱۶).

با توجه به رشد شهرنشینی در دهه‌های اخیر بیشتر زمین‌های داخل و اطراف خود را تحت تأثیر تغییر کاربری اراضی قرار داده‌اند همچنین شهرها همواره تحت تأثیر نیروها و عوامل گوناگونی شکل گرفته و گسترش می‌یابند؛ با تحولات اجتماعی، جابه‌جایی‌های جمعیتی، تغییرات اقتصادی و نوآوری‌های فن شناختی، دگرگون می‌شوند. در زمانی که جمعیت افزایش یابد، فعالیت و سرمایه‌گذاری لاجرم به سرعت توسعه می‌یابد و نظام و سازمان کالبدی شهرها دستخوش تغییرات اساسی می‌شوند (واحدیان بیگی و همکاران،۱۳۹۰: ۱۰۸). مناطق شهرنشین کمتر از ۰/۱٪ از سطح زمین را اشغال می‌کنند (لی و بایک، ۲۰۱۱)، اما بیشتر جمعیت جهان (۶/۶ میلیارد نفر) در حال حاضر در مناطق شهری، زندگی می‌کنند (میلر و همکاران، ۲۰۱۳) رشد شتابان جمعیت و شهرنشینی و پیامدهای ناشی از آن در شهرها، پدیده‌ای است چشمگیر و انکارناپذیر است زیرا شهرها به پیروی از نقش و موقعیت جدیدی که پیدا کرده‌اند، اشکال تازه‌ای از زندگی اجتماعی را بر خود و فضای پیرامونی خویش تحمیل می‌کنند که آثار آن‌ها بر آب‌وهوا، محصولات کشاورزی، بهداشت عمومی و ... تأثیرگذار است. شهرنشینی سبب تغییر چشم‌اندازهای طبیعی به کاربری‌های انسان‌ساخت و تغییر سطوح با ویژگی‌های فیزیکی متفاوت می‌شود. تغییر و تبدیل در پوشش‌های سطحی، تأثیر مهمی بر شرایط جوی و آب‌وهوای محلی دارد (شمسی‌پور و همکاران،۱۳۹۳) در دهه‌های اخیر کاربری و پوشش اراضی در کلان‌شهرها تفاوت بسیاری نسبت به حومه‌های آن‌ها پیدا کرده است. این تفاوت‌ها سبب گردیده متوسط درجه حرارت در شهر چند درجه بیشتر از حومه آن باشد که این پدیده به نام جزایر حرارتی شهرها شناخته می‌شود (ساسان پور و همکاران،۱۳۹۲).

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنولوژی سنجش‌ازدور بهترین وسیله برای پیش‌بینی تغییرات محیطی و استخراج کاربری اراضی بوده که بیشترین سرعت را دارد با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجش‌ازدور با کمترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج کاربری‌های اراضی اقدام کرد و سپس با مقایسه آن در دوره‌های زمانی مختلف نسبت تغییرات را ارزیابی و رشد شهر برای سال‌های آتی را شبیه‌سازی و پیش‌بینی کرد (فیضی زاده و همکاران،۱۳۸۷).

آشکارسازی روند تغییرات و توسعه شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای همواره یکی از موضوعات مهم و کاربردی موردعلاقه محققان مختلف است. پیشرفت فناوری‌های سنجش‌ازدوری این امکان را فراهم کرده است که با دقت زمانی و مکانی مناسبی بتوان تغییرات و توسعه کالبدی شهرها را پایش کرد و سمت‌وسوی توسعه آن‌ها را ارزیابی کرد. مغانی رحیمی و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی توسعه شهری و تغییرات پوشش اراضی محدوده شهر ابرکوه با استفاده از تلفیق باندهای تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ پرداختند نتایج این مطالعه نشان داد که از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ اراضی مسکونی روند افزایشی داشته‌اند، به این صورت که در سال ۲۰۰۰ مقادیر آن برابر با ۴.۲۵ کیلومترمربع بوده و در سال ۲۰۲۰ مقدار آن به ۵.۵۸ کیلومترمربع افزایش یافته است. تغییرات مساحت اراضی بایر در سال‌های موردبررسی دارای نوسان بوده به این

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

صورت که در سال ۲۰۰۰ مساحت آن برابر با ۳.۶۱ کیلومترمربع، در سال ۲۰۱۰ برابر با ۲.۵ کیلومترمربع و در سال ۲۰۲۰ برابر با ۳.۷۳ کیلومترمربع می‌باشد. مهم‌ترین نکته‌ای که در تغییرات این دوره زمانی به چشم می‌خورد، اراضی مزروعی منطقه است که مساحت آن تحت تأثیر شهرگرایی از ۳.۶۶ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۲.۱۷ کیلومترمربع در سال ۲۰۲۰ کاهش یافته است. پریزادی و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی الگوی توسعه فیزیکی شهر با رویکرد توسعه میان‌افزا موردمطالعه: شهر میاندوآب پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که دود ۳۳ درصد از رشد فیزیکی شهر، مربوط به رشد جمعیّت و ۶۷ درصد توسعه فیزیکی شهر در نتیجه عوامل دیگری همچون (بورس‌بازی زمین و...) بوده و به عبارتی سهم متغیر جمعیّت نسبت به عوامل دیگر کمتر بوده و این نتیجه خود دلیلی بر توسعه افقی و پراکنده شهر می‌باشد. مقدار آنتروپی (G) شهر میاندوآب برای سال ۹۵ برابر با ۰/۹۳۳ می‌باشد. که نشان دهنده رشد پراکنده شهر و پدیده اسپرال است که در این سال‌ها در شهر میاندوآب اتفاق افتاده است. همچنین نزدیک بودن مجموع فراوانی آنتروپی (H) یعنی ۱/۶۷۲ به مقدار حداکثر LN(n) یعنی ۱/۷۹۲ بیانگر رشد پراکنده این شهر می‌باشد. اکبری و همکاران (۱۳۹۸) به مطالعه تحلیل و پیش‌بینی گسترش شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و زنجیره مارکوف (طی سال‌های ۱۴۰۴-۱۳۷۹) پرداختند نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین تغییر، در سال‌های ۷۹ تا ۸۸ مربوط به محدوده باغات و اراضی کشاورزی بوده است، اراضی بایر در سال ۱۳۸۸ به نسبت سال ۱۳۷۹ کاهش یافته است اما در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۸ افزایش یافته است. مساحت مراتع در سال ۱۳۸۸ به نسبت سال ۱۳۷۹ کاهش یافته است اما در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۸ و ۱۳۷۹ افزایش چشمگیری داشته است. همچنین در طی ۳ بازه زمانی ۱۳۹۵، ۱۳۸۸، ۱۳۷۹ بیشترین تغییر در کاربری‌ها مربوط به محدوده‌های ساخته شده است که بر اساس پیش‌بینی مارکوف در افق ۱۴۰۴ این کاربری حدود ۱۲۱،۵۷٪ دچار تغییر خواهد شد.

زندی و همکاران(۱۳۹۸) به مدل‌سازی جهت رشد و توسعه شهر نیشابور، براساس مدل زنجیره مارکوف با تأکید بر مخاطره زلزله تا سال ۱۴۰۹، پرداختند. نتایج تحقیق ایشان بیانگر آن بود که جهت‌های جنوب و جنوب غرب بهترین سمت برای توسعه شهر در دوره مورد برآورد است. اسدی و همکاران (۱۳۹۹) به پیش‌بینی توسعه فیزیکی شهر قائن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پرداختند نتایج این مطالعه نشان داد که طی سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ مساحت کاربری محدوده‌های ساخته‌شده در شهر قائن افزایش داشته و این افزایش سبب نزدیک‌شدن شهر به سازندهای رسی، گسل‌ها و آبراهۀ اصلی شده است؛ به‌طوری‌که مساحت اراضی ساخته‌شده (۱۱۴/۸۴ درصد)، باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی (۹۹/۱ درصد)، زمین‌های بایر (۹۹/۷۱ درصد) و مراتع (۹۹/۹۴ درصد) تغییر خواهد کرد. قبادیان نژاد و فلاحی (۱۳۹۷) به مطالعه توسعه فیزیکی شهر شیراز و تأثیر آن در روند تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از اتوماتای سلولی و روش فازی و تصاویر ماهواره‌ای پرداختند نتایج این مطالعه نشان داد که مساحت شهر در سال ۱۳۸۸ از ۱۳۱۶۰/۰۷ هکتار طی یک دوره ۷ ساله به ۱۷۳۵۰/۲۹ هکتار در سال ۱۳۹۵ رسیده است. چنانچه این شرایط باقی بماند مساحت شهر در سال ۱۴۰۰ با رشدی ۱۹/۲۱ درصدی برابر با ۲۰۶۸۳/۵۸ هکتار خواهد شد. ارزیابی شاخص NDVI نمایان کرد که تراکم پوشش گیاهی در شهر شیراز دارای یک روند کاهشی محسوسی است. به‌نحوی‌که مجموع پوشش گیاهی خوب و پوشش گیاهی خیلی خوب حاصله از شاخص NDVI در سال ۱۳۸۸ برابر با ۶۱۲۸/۳۷ هکتار بوده است، درحالی‌که این مقدار در سال ۱۳۹۵ به ۴۲۸۲/۴۷ هکتار کاهش پیدا کرده است که این به معنای کاهش ۴۳/۱۰ درصدی پوشش گیاهی در این دوره می‌باشد. نتایج پژوهش نشان داد که بین سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۵ بالغبر ۱۸۹۱ هکتار پوشش گیاهی و باغات به زمین‌های ساخته شده تبدیل شده است. پراتیوش و آمیت (۲۰۱۹) به پایش و مدل‌سازی رشد شهری فضایی-زمانی دهلی با استفاده از اتوماتای سلولی و ژئوانفورماتیک پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که مساحت شهری به ترتیب در سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۱۴ به ۷۰۸ کیلومترمربع و ۷۸۷ کیلومترمربع، عمدتاً در بخش‌های غربی و شرقی افزایش خواهد یافت. شاوکی و همکاران (۲۰۲۲) به پیش‌بینی گسترش زمین‌های ساخته شده در یک محیط شهری کویری پرداختند نتایج این مطالعه نشان داد که تغییرات LULC مشاهده‌شده عمدتاً در سراسر شهر طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ سریع بوده و بیابان، زمین‌های بایر و پوشش گیاهی را به مناطق ساخته شده تبدیل کرده است.

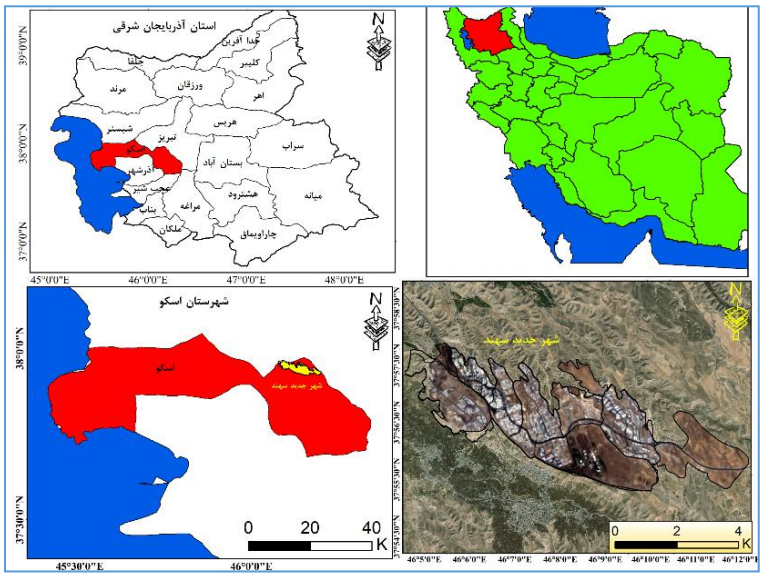
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

پیش‌بینی نشان داد که مساحت تبدیل زمین از بیابان به شهری در طول دو دهه آینده از ۵۶۶۶ هکتار و تا سال ۲۰۵۰ به ۷۷۵۱ هکتار خواهد رسید. شاوکی و همکاران (۲۰۲۰) به مطالعه پایش تغییرات کاربری و پوشش زمین در شهرهای کوهستانی عمان با استفاده از تکنیک GIS و مدل‌سازی CA-Markov پرداختند نتایج این مطالعه نشان داد که تغییر واقعی LULC طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸، ۱۲۰۱۴ هکتار رشد خالص شهری (۴۱۸.۵ درصد تغییر) بوده است، درحالی‌که انتظار می‌رود تغییر شبیه‌سازی شده تا سال ۲۰۲۸ به ۱۴،۹۸۵ هکتار، با مجموع افزایش ۳۷،۴۶۵ هکتاری باشد. در طول دو دهه آینده، مناطق ساخته شده غالب خواهند بود و درصد زیادی از زمین‌های بایر (تلفات خالص ۱۲۸۱۳ هکتار) و پوشش گیاهی (تلفات خالص ۳۵ هکتار) به‌تدریج به کاربری مسکونی تبدیل خواهند شد. هدف اساسی این تحقیق اولاً آشکارسازی روند رشد و توسعه کالبدی شهر جدید سهند طی سه دهه اخیر(۱۳۷۳-۱۴۰۱)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و سپس ارائه یک مدل رگرسیونی برای مدل‌سازی و برآورد روند گسترش کالبدی این شهر جدید در دهه آینده (۱۴۰۰-۱۴۱۰) است. این برآورد رگرسیونی با توجه به سیاست بارگذاری جمعیت در شهر جدید سهند و آشکارسازی ارتباط بین رشد کالبدی شهر و بار جمعیت‌پذیری آن طی دو دهه اخیر بوده است.

روش‌شناسی

موقعیت منطقه موردمطالعه

شهر جدید سهند از شهرهای تازه تأسیس در استان آذربایجان شرقی است که تقریباً دو دهه پیش به‌منظور کنترل رشد بیش‌ازاندازه شهر تبریز و پاسخگویی به سرریز جمعیت این شهر در فاصله ۲۰ کیلومتری تبریز احداث گردید. این شهر در سال ۱۳۶۸ از سوی وزارت مسکن و شهرسازی با استفاده از قانون تأسیس شهرهای جدید در تابعیت بخش مرکزی شهرستان اسکو در استان آذربایجان شرقی تأسیس شد. اراضی اختصاص یافته به این شهر حدود ۱۲۶۵۰ هکتار است که در دامنه کوه سهند واقع شده است. همان‌طور که در شکل (۱) دیده می‌شود، این شهر در محدوده طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و در محدود عرض ۳۷ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۳۷ دقیقه و ۵۹ درجه عرض شمالی در ۲۰ کیلومتری جنوب غرب شهرتبریز در بخش اسکوی شهرستان اسکو واقع است. این شهر روی جاده تبریز مراغه بر روی ارتفاعات مجاور دشت خسرو شهر و دره اسکو واقع شده است (پورجعفر و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل (۱). موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه (منبع: نگارندگان)

روش انجام پژوهش

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ (سنجنده‌هایOLI/TIRS و TM) به شماره گذر ۱۶۸ و ردیف ۳۴ به برای ۴ دوره آماری سال‌های، ۱۹۹۵(۱۳۷۴)، ۲۰۰۵(۱۳۸۴)، ۲۰۱۵(۱۳۹۴) و ۲۰۲۲(۱۴۰۱) برای ماه جولای که در این

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

ماه کمترین پوشش ابرناکی در تصاویر وجود داشت، از پایگاه داده Earth explorer اخذ گردید[1]. رزولوشن فضایی این سنجنده‌ها در باندهای رنگی ۳۰ متر و در باندپانکروماتیک ۱۵ متر می‌باشد. برای ۲ دوره اول موردبررسی یعنی سال‌های، ۱۹۹۵ و ۲۰۰۵، از تصاویر ماهواره لندست ۵ سنجنده TM استفاده شد و برای سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۲۲ از تصاویر ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI/TIRS استفاده گردید. شایان‌ذکر است از داده‌های ماهواره لندست ۷ به دلیل وجود خطای SLC-off استفاده نشد.

آشکارسازی تغییرات کالبدی شهر جدید سهند

در این تحقیق برای آشکارسازی تغییرات کالبدی شهر جدید سهند طی ۴ دوره ۱۰ ساله موردبررسی یعنی سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۵، ۲۰۱۵ و ۲۰۲۲، از شاخص سنجش‌ازدوری محاسبات باندی دو سنجنده OLI/TIRS و TM استفاده گردید و با محاسبه شاخص بافت شهری، مساحت و تغییرات دوره‌ای شهر سهند استخراج گردید.

پیاده‌سازی شاخص تفاضل نرمال شده کالبد شهری[2]

شاخص تفاضل نرمال شده کالبد شهری برای استخراج و آشکارسازی بافت‌های ساخت‌وساز شده یا بافت‌های تبدیل شده به کالبد شهری از روی تصاویر ماهواره‌ای مورداستفاده قرار می‌گیرد. مناطق ساخت‌وساز شده در طول‌موج مادون‌قرمز کوتاه (SWIR) انعکاس بالاتری نسبت به مادون‌قرمز نزدیک (NIR) دارند درحالی‌که در مورد اراضی پوشیده از پوشش‌گیاهی رفتار برعکسی در این دو باند، دیده می‌شود. براین اساس ابتدا براساس رابطه ۱- شاخص نرمال شده بافت شهری (NDBI) محاسبه شده و سپس با خارج کردن شاخص پوشش گیاهی[3] از آن، شاخص باینری بافت شهری BU به دست می‌آید. در رابطه ۱- شاخص تفاضل نرمال شده کالبد شهری ارائه شده است:

رابطه (۱). شاخص تفاضل نرمال شده کالبد شهری

$$NDBI = {SWIR - NIR}/{SWIR + NIR}$$

در رابطه (۱) SWIR، باند مادون‌قرمز کوتاه است که در لندست ۵ (سنجنده TM)، باند ۵ و در لندست ۸ باند ۶ به این کانال اختصاص داده شده است درحالی‌که NIR مادون‌قرمز نزدیک است که در لندست ۵ باند ۴ و در لندست ۸ باند ۵ به آن اختصاص داده شده است. در ادامه شاخص نرمال شده پوشش گیاهی نیز از روی تصاویر دهه‌ای لندست ۵ و ۸ برای محدوده شهر جدید سهند براساس رابطه باندی (۲) محاسبه گردید.

رابطه (۲). شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی

$$NDVI = {NIR - RED}/{NIR + RED}$$

باند RED باند قرمز ماهواره لندست است که در لندست ۵ باند ۳ و در لندست ۸ باند ۴ مختص آن است. در نهایت شاخص باینری بافت شهری به‌صورت رابطه (۳) محاسبه می‌گردد که عبارت است از استخراج پوشش گیاهی از شاخص بافت نرمال شده شهری

رابطه (۳). شاخص باینری بافت کالبدی شهر

$$BU = NDBI - NDVI$$

روش‌های صحت سنجی[4]

لازمه استفاده از هر نوع اطلاعات موضوعی، آگاهی از درستی و صحت آن است.

در این تحقیق برای ارزیابی و اعتبارسنجی نقشه‌های توسعه بافت شهری تولیدشده، از ۷۰ نقطه یا موقعیت نمونه‌برداری شده بافت شهری محدوده شهر سهند استفاده شد. این ۷۰ نقطه به‌صورت تصادفی با استفاده از تصاویر گوگل ارث جولای

[1] .https://earthexplorer.usgs.gov/
[2].Normalized Difference Built up Index(NDBI)
[3] .Normalized Difference Vegetation Index(NDVI)
[4] .Accuracy assessment

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

سال ۲۰۲۱، از محدوده ساخت‌وساز شده شهر سهند انتخاب گردید. در نهایت برای صحت سنجی، صحت تشخیص این ۷۰ موقعیت در تصاویر ملاک قرار گرفت. در تحقیق حاضر از ضرایب صحت کلی۵ و ضریب کاپا۶، جهت بررسی صحت نقشه‌های تولید شده بافت شهری استفاده گردید. دقت کلی از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها طبق رابطه (۴) به دست می‌آید (راید، ۱۹۹۸):

رابطه (۴). صحت کلی

$$OA = \frac{1}{N}\sum P_{ii}$$

در رابطه(۴)؛ OAدقت کلی، Nتعداد پیکسل‌های آزمایشی، $\sum P_{ii}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا. به دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی، غالباً در کارهای اجرائی که مقایسه دقت طبقه‌بندی موردتوجه است، از شاخص کاپا استفاده می‌شود. چون شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را مدنظر قرار می‌دهد. شاخص کاپا از رابطهٔ (۵) محاسبه می‌شود:

رابطه (۵). ضریب کاپا

$$Kappa = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c} \times 100$$

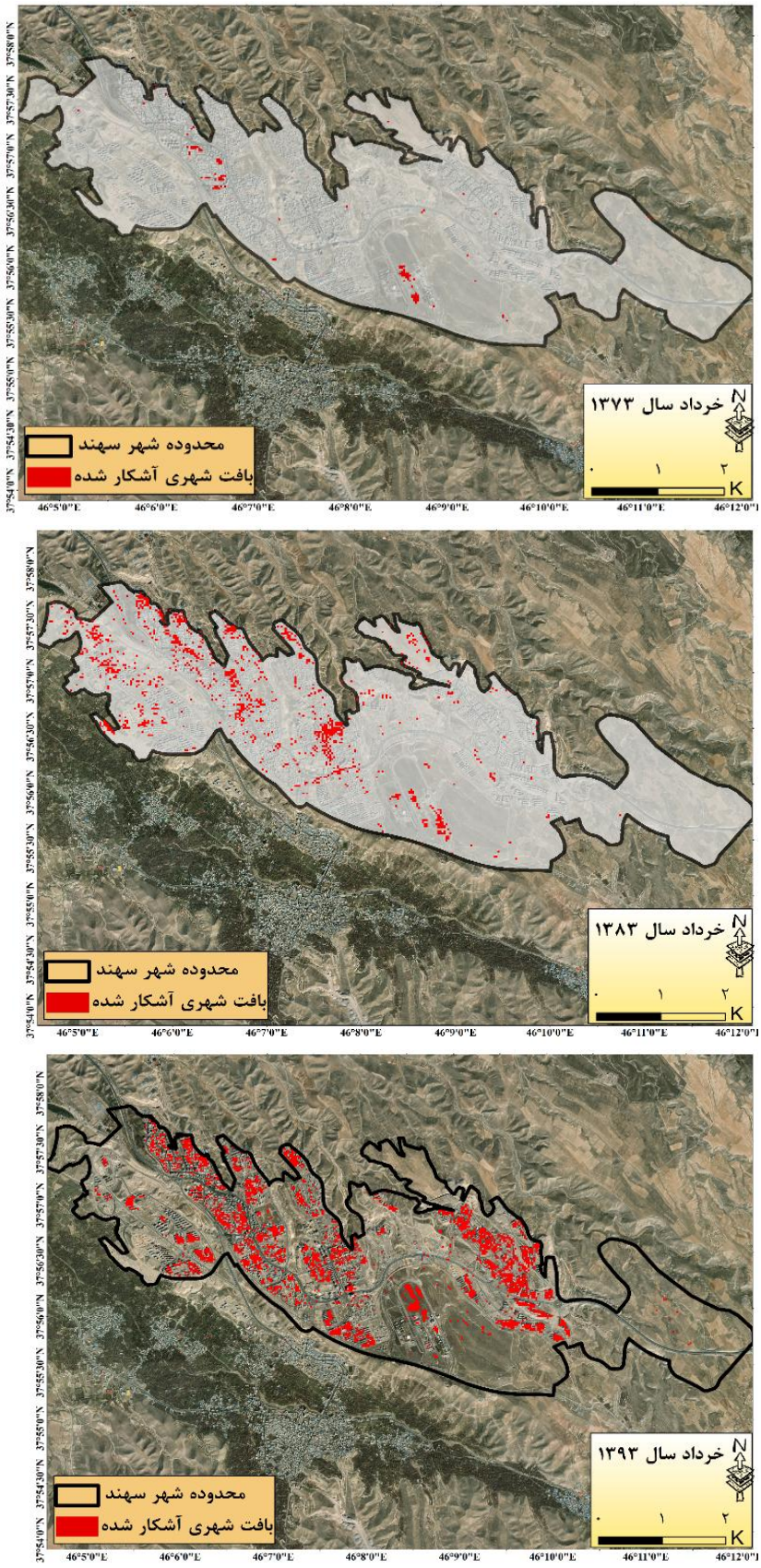
که در رابطه (۵)؛ po درستی مشاهده شده، pcتوافق مورد انتظار می‌باشد (راید، ۱۹۹۸).

نتایج و بحث

اجرای شاخص بافت شهری نرمال شده، بر روی تصاویر سنجنده TM لندست ۵ در خرداد سال ۱۳۷۳، بیانگر آن بود که در این سال بافت شهری در محدوده شهر سهند، به صورت بسیار کم و نادر تشخیص داده شد. تنها در محدوده دانشگاه سهند، در جنوب‌شرق شهر سهند و نیز بافت‌های محدودی در شمال غرب شهر بافت شهری شناسایی شد. به‌طورکلی در این سال یعنی خرداد سال ۱۳۷۳ تنها حدود ۱۰۷ پیکسل از تصویر محدوده شهر سهند که برابر ۹.۵ هکتار است، به‌عنوان بافت شهری تشخیص داده شد؛ اما در دهه بعد یعنی خرداد سال ۱۳۸۳، مساحت بافت شهری تشخیص داده شده از روی تصویر TM لندست ۵، به صورت قابل‌توجهی نسبت به سال ۱۳۷۳، رشد داشته است. در این سال بافت شهری عموماً در قسمت‌های شمال غرب شهر سهند رشد کرده است. مساحت بافت شهری در این سال به ۲۸۲ هکتار رسیده است که نسبت به سال ۱۳۷۳، با یک رشد ۲۸ برابری روبرو بوده است؛ اما در دهه بعد یعنی سال ۱۳۹۳، روند رو به رشد بافت شهری شهر جدید سهند تداوم داشته است. در این سال گسترش شهر سهند علاوه بر بخش‌های جنوبی شهر، به محدوده‌های شرقی شهر سهند نیز سرایت کرده است. در این سال، مساحت بافت شهری تشخیص داده شده از روی تصاویر سنجنده OLI/TIRS لندست ۸، برابر ۵۷۰ هکتار بوده است که نسبت به سال ۱۳۸۳، یک رشد ۱۰۰ درصدی را نشان می‌دهد؛ اما در دهه پایانی موردبررسی یعنی خرداد سال ۱۴۰۱، مساحت بافت شهری تشخیص داده شده از روی تصاویر سنجنده OLI/TIRS لندست ۸ مجدد بیانگر آن بود که روند توسعه کالبدی شهر جدید سهند با شتابی کمتر تداوم داشته است. در این سال مساحت شهر جدید سهند براساس تصاویر مذکور، به حدود ۸۵۰ هکتار رسیده است که نسبت به دهه قبل یعنی سال ۱۳۹۳ با یک توسعه ۵۰ درصدی روبرو بوده است.

5. Overall accuracy
6. Kappa coefficient

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

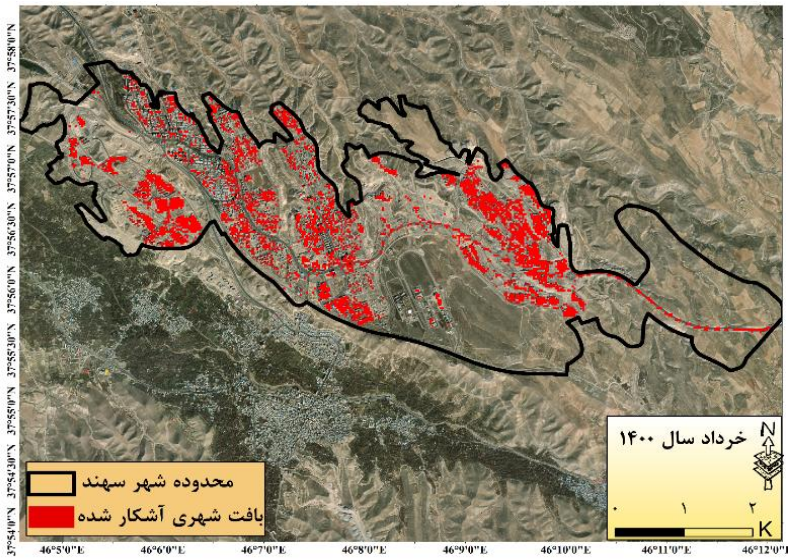


خروجی الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده MLC برای خرداد سال ۱۹۹۵- سنجنده TM لندست ۵

خروجی الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده MLC برای خرداد سال ۲۰۰۵- سنجنده TM لندست ۵

خروجی الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده MLC برای خرداد سال ۲۰۱۵- سنجنده OLI لندست ۸

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

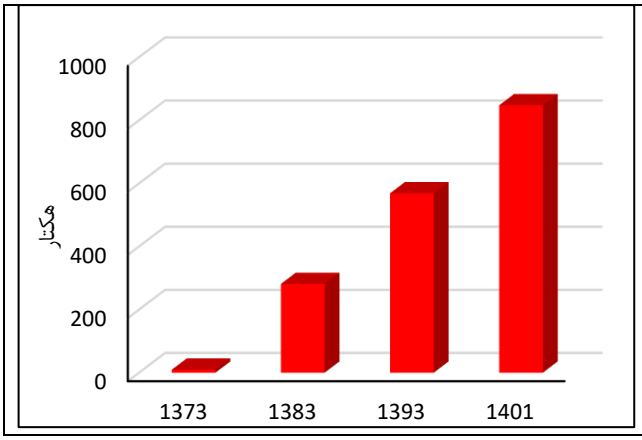


شکل (۲). روند توسعه کالبدی شهر جدید سهند مستخرج از تصاویر سنجنده‌های TM و OLI لندست ۵ و ۸ طی دوره ۱۳۷۳-۱۴۰۱ با استفاده از اجرای شاخص بافت شهری

همان‌طور که در جدول (۱) دیده می‌شود، طی دوره ۲۸ ساله موردبررسی یعنی از سال ۱۳۷۳ تا ۱۴۰۱، بافت کالبدی شهر سهند با یک رشد ۸۴۰ هکتاری روبرو بوده است. این توسعه کالبدی به‌جز در محدوده دانشگاه سهند سایر مناطق شهر سهند با شتاب‌های متفاوتی انجام گرفته است. شاخص‌های صحت سنجی اجرا شده با استفاده از ۷۰ نقطه نمونه‌برداری شده تصادفی از بافت شهری سهند بیانگر آن بود که صحت کلی پهنه‌های بافت شهری استخراج شده از روی تصاویر لندست ۵ و ۸ طی دوره‌های ۴ گانه موردبررسی به‌طورکلی برابر ۷۲ درصد و ضریب کاپای این نقشه‌ها نیز برابر ۰/۷۴ است. این شاخص‌های اعتبارسنجی بیانگر آن هستند که پهنه‌های کالبدی استخراج شده از روی تصاویر ماهواره‌ای تطابق مناسبی با واقعیت دارد.

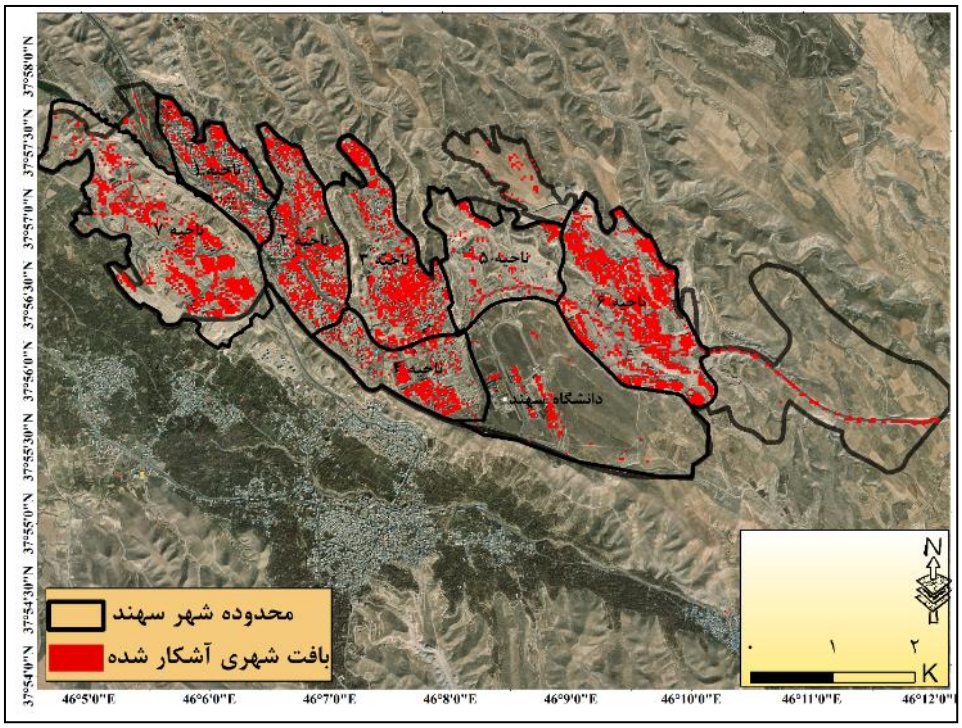
جدول (۱). تغییرات توسعه کالبدی شهر جدید سهند مستخرج از تصاویر سنجنده‌های TM و OLI لندست ۵ و ۸ طی دوره ۱۳۷۳-۱۴۰۱ با استفاده از اجرای شاخص بافت شهری

سال موردبررسی	توسعه کالبدی- هکتار	نرخ تغییرات- درصد
۱۳۷۳	۹.۶	-
۱۳۸۳	۲۸۲	۲۸۰۰
۱۳۹۳	۵۷۰	۱۰۱
۱۴۰۱	۸۵۰	۴۹
صحت کلی	۷۱/۷	
ضریب کاپا	۰/۷۴	



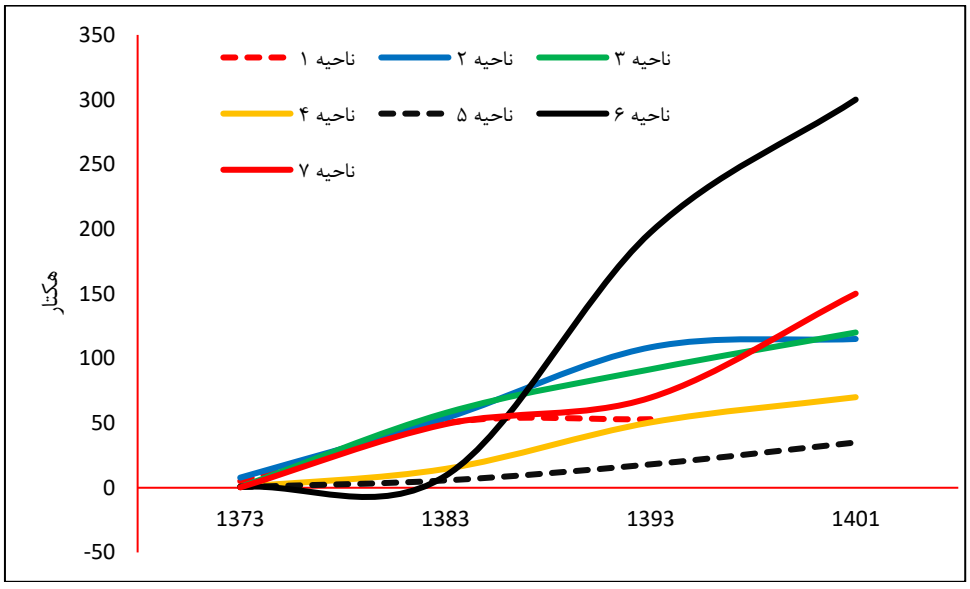
همان‌طور که در شکل (۳) دیده می‌شود، به‌طورکلی از مساحت سال ۱۴۰۱ شهر جدید سهند، حدود ۳۵ درصد از کل بافت شهری آشکار شده شهر جدید سهند، در ناحیه ۶ این شهر قرار دارد در این ناحیه ۳۰۰ هکتار از بافت شهری آشکار شده قرار گرفته است، ناحیه ۷ شهر نیز با در بر گرفتن ۱۸ درصد (۱۵۰ هکتار) از بافت شهری آشکار شده دومین ناحیه از لحاظ بافت شهری آشکار شده سطح شهر سهند می‌باشد. نواحی ۲ و ۳ شهر سهند نیز به ترتیب با در برگرفتن ۱۱۵ و ۱۲۰ هکتار از مساحت شهر سهند، در جایگاه‌های سوم و چهارم از لحاظ در برگفتن مساحت بافت شهری آشکار شده قرار دارند.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



شکل(۳). توزیع فضایی تغییرات کالبدی استخراج شده شهر سهند از تصاویر لندست ۵ و ۸ در نواحی شهر سهند

روند توسعه بافت شهری در هرکدام از نواحی ۷ گانه شهر سهند در ۴ گام زمانی ۱۳۷۳، ۱۳۸۳، ۱۳۹۳ و ۱۴۰۱، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای محاسبه گردید که نتایج به صورت شکل (۴) ارائه شده است. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، بیشترین شتاب رشد بافت شهری مربوط به ناحیه ۶ شهر سهند بوده است. این ناحیه تا سال ۱۳۹۳، از لحاظ شتاب توسعه کالبدی تفاوت معنی‌داری با سایر نواحی شهر سهند نداشته است اما در دهه آخر موردبررسی یعنی از سال ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۱ به صورت چشمگیر نسبت به سایر نواحی شهر، توسعه کالبدی پیدا کرده است به‌طوری‌که مساحت بافت شهری آشکار شده در سال ۱۹۳، در این ناحیه از ۱۹۷ هکتار به ۳۰۰ هکتار در سال ۱۴۰۱ رسیده است و با یک رشد ۵۲ درصدی روبرو بوده است.



شکل (۴). روند تغییرات و توسعه کالبدی استخراج شده شهر سهند از تصاویر لندست ۵ و ۸ در نواحی ۷ گانه شهر سهند

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

برای پیش‌بینی روند توسعه شهر سهند، نتایج این تحقیق نشان داد که یک همبستگی معنی‌دار در سطح اطمینان ۰/۹۵ (P_value=0.05) بین توسعه کالبدی شهر سهند و رشد جمعیت این شهر برقرار است (R=0.91). وجود این همبستگی معنی‌دار در سطح اطمینان ۰/۹۵ این امکان را فراهم می‌کند که بتوان روند توسعه کالبدی شهر سهند را براساس تغییرات روند جمعیتی این شهر مدل‌سازی کرد. همان‌طور که در جدول (۲) دیده می‌شود، جمعیت شهر سهند تا سال ۱۳۸۰ برابر حدود ۲۴ هزار نفر بوده است که در سال ۱۴۰۰ به ۱۳۷ هزار نفر رسیده است و با یک رشد ۵.۵ برابری روبرو بوده است.

جدول (۲). روند تغییرات جمعیت و بافت کالبدی شهر سهند طی دو دهه اخیر

سال	جمعیت	مساحت استخراج شده از تصاویر لندست ۵ و ۸-هکتار
۱۳۸۰	۱۵۰۰۰	۶۵
۱۳۸۵	۲۴۰۰۰	۲۸۲
۱۳۹۰	۶۰۰۰۰	۴۵۰
۱۳۹۵	۸۲۵۰۰	۶۰۱
۱۴۰۰	۱۳۷۰۰۰	۸۵۰

مدل برآوردگر رگرسیونی برازش داده شده بین تغییرات جمعیتی دوره‌ای شهر سهند و تغییرات کالبدی این شهر بیانگر آن بود که تغییرات جمعیتی شهر سهند به‌عنوان مؤلفه برآوردگر و پیش‌ران توسعه کالبدی شهر، می‌تواند ۸۰ درصد از روند توسعه کالبدی شهر سهند را تبیین کند. براساس مدل برازش داده شده و با جاگذاری ظرفیت جمعیت‌پذیری این شهر (با لحاظ نمودن اعمال سیاست‌های مسکن مهر) که برابر ۱۸۵۰۰۰ نفر است، در مدل مذکور، بافت کالبدی شهر سهند به ۱۱۸۱ هکتار خواهد رسید که نسبت به وضع موجود سال ۱۴۰۱ (۸۵۰ هکتار) با یک افزایش ۳۸ درصدی روبرو خواهد شد.

جدول (۳). مدل رگرسیونی برازش داده شده برای پیش‌بینی روند توسعه شهر سهند براساس رشد جمعیت شهر

مؤلفه‌های مدل	مقادیر عددی
ضریب همبستگی Pearson	۰.۹۱
ضریب تعیین مدل(R2)	۰.۸
Intercept	۷۱
β	۰.۰۰۶

نتیجه‌گیری

توسعه شهرهای جدید در واقع راهکاری بود برای جلوگیری از سرریز کردن جمعیت کلان‌شهرها به همین دلیل غالب شهرهای جدید در پیرامون کلان‌شهرها توسعه پیدا کرده‌اند. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و امکانات سنجش‌ازدوری یکی از بهینه‌ترین و به‌صرفه‌ترین روش‌هایی است که امکان آشکارسازی و پایش تغییرات کاربری اراضی به‌ویژه تغییرات کالبدی شهری را فراهم می‌کند. توالی زمانی مناسب این تصاویر در کنار دقت فضایی آن‌ها، امروزه آن‌ها را تبدیل به یکی از ابزارهای عمده و اصلی پایش رشد و دینامیک کالبدی عرصه‌های شهری کرده است(شاوکی، ۲۰۲۲). تحقیق شاوکی و همکاران(۲۰۲۲) نشان داد که برآوردی که از رشد کالبدی و گسترش افقی شهرها در عمان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست به‌دست‌آمده است، با آمارهای نهادهای رسمی شهری همخوانی قابل‌توجهی دارد لذا ایشان برآوردهای رشد شهری مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای لندست را قابل‌اعتماد ارزیابی کردند. در تحقیق حاضر طی ۳ دهه اخیر به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ بیانگر رشد مستمر شهر جدید سهند بود. در این تحقیق دیده شد که تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ با دقت قابل‌توجهی توانستند روند توسعه شهر جدید سهند را آشکار کنند(ضریب صحت کلی ۲۸ ساله برابر ۷۰ درصد و ضریب کاپای کلی برابر ۰/۷۴). نتایج این تحقیق نشان داد که شهر جدید سهند از سال ۱۳۷۳ تا ۱۴۰۱ (آخرین سال موردبررسی)، همواره یک روند توسعه کالبدی را دنبال کرده است که شتاب این نرخ رشد کالبدی شهر در دهه ۱۳۹۳-

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

۱۴۰۱، حدود ۵۰ درصد بود. نکته قابل‌توجهی که در این بخش تحقیق باید مدنظر قرار گیرد این است که طی دوره ۳۰ سال موردبررسی رشد شهر جدید سهند، بیشترین میزان رشد در دهه آخر منتهی به ۱۴۰۱ آشکار شد درحالی‌که در تحقیقاتی که در مورد آشکارسازی سنجش‌ازدوری رشد کلان‌شهرها یا شهرهای میانی انجام گرفته است(اسدی و همکاران، ۱۳۹۹، اکبری و همکاران، ۱۳۹۸، قبادیان نژاد و همکاران، ۱۳۹۷، محمودیان،۱۳۹۸) روند نسبتاً یکسان یا با نوسان کمی در طی دوره آماری مشاهده گردید. طی این دوره ۲۸ ساله مشخص شد که بافت کالبدی شهر سهند با یک رشد ۸۵۰ هکتاری روبرو شده بود که بخش عمده این ساخت‌وسازها مربوط به بعد از سال ۱۳۸۵ بوده است. از لحاظ رشد ناحیه‌ای دیده شد که ناحیه ۶ شهر سهند که حدود ۳۵ درصد از بافت شهری سهند را در سال ۱۴۰۱ در خود جای داده است، از پرشتاب‌ترین نواحی شهر طی دهه ۱۳۹۳-۱۴۰۰ بوده‌اند به‌طوری‌که حجم بافت شهری در این ناحیه در دهه ۱۳۹۳-۱۴۰۱ با یک رشد ۵۲ درصدی مواجه بوده است. با توجه به اینکه هدف اساسی توسعه شهر سهند جلوگیری از سرریز جمعیتی کلان‌شهر تبریز بوده است، لذا رشد جمعیت یکی از پیشران‌های عمده توسعه کالبدی این شهر بوده است به‌طوری‌که براساس مدل رگرسیونی برازش داده شده، بیش از ۸۰ درصد از تغییرات کالبدی شهر جدید سهند، براساس تغییرات جمعیتی دو دهه اخیر این شهر قابل تبیین است. در این تحقیق دیده شد که با تکمیل ظرفیت جمعیت‌پذیری برآوردی این شهر که حدود ۱۸۵ هزار نفر است، این شهر نیاز به یک توسعه کالبدی ۳۸ درصدی دیگر نیز دارد که مساحت بافت کالبدی آن به ۱۱۸۱ هکتار برسد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌هاست.

مشارکت نویسندگان

جمع‌آوری داده‌ها: زهرا شرقی، تهیه گزارش پژوهش: زهرا شرقی، مصطفی بصیری و مهسا فرامرزی؛ تحلیل داده‌ها: زهرا شرقی، مصطفی بصیری و مهسا فرامرزی

مشارکت نویسندگان در مقاله مستخرج از پایان‌نامه تقریباً به شکل زیر باشد:

زهرا شرقی: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، انجام آزمایش و گردآوری داده‌ها، انجام محاسبات، تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیش‌نویس مقاله

مصطفی بصیری: استاد راهنمای پایان‌نامه، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی سازی مقاله

مهسا فرامرزی اصل: استاد مشاور پایان‌نامه، مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی ندارد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

منابع

اسدی احمد؛ اکبری ابراهیم؛ شفیعی نجمه. (۱۳۹۹). پیش‌بینی توسعه فیزیکی شهر قائن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، برنامه‌ریزی فضایی،۱۰(۱):۶۷-۸۴.

اکبری ابراهیم؛ زندی رحمان؛ کلاته میمری رقیه. (۱۳۹۸). تحلیل و پیش‌بینی گسترش شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و زنجیره مارکوف (طی سال‌های ۱۴۰۴-۱۳۷۹)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۸(۲): ۱۴۹- ۱۶۶.

پریزادی طاهر؛ میرزازاده حجت؛ اصغری رویا؛ کریمی علیرضا. (۱۴۰۰). بررسی الگوی توسعه فیزیکی شهر با رویکرد توسعه میان‌افزا موردمطالعه: شهر میاندوآب، پژوهش‌های جغرافیای انسانی 10.22059/jhgr.2021.323421.1008298 . doi:

ساسان پور فرزانه؛ ضیاییان پرویز؛ بهادری مریم.(۱۳۹۲). بررسی رابطه کاربری و پوشش اراضی و جزایر حرارتی شهر تهران، نشریه جغرافیا، ۱۱(۳۲): ۲۵۶-۲۷۰.

شمسی‌پور علی‌اکبر؛ عزیزی قاسم؛ کریمی احمدآباد مصطفی؛ مقبل معصومه. (۱۳۹۳). مطالعه الگوی دمای سطوح فیزیکی در شرایط جوی متفاوت، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۶(۱): ۵۹-۷۶.

فیضی زاده، بختیار؛ حاجی میررحیمی سید محمود. (۱۳۸۷). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی شی گرا مطالعه موردی :شهرک اندیشه، همایش ملی ژئوماتیک، .سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۸۷

قبادیان نژاد مهران؛ فلاحی غلامرضا. (۱۳۹۷). توسعه فیزیکی شهر شیراز و تأثیر آن در روند تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از اتوماتای سلولی و روش فازی و تصاویر ماهواره‌ای، نشریه علمی ترویجی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، ۹ (۳): ۵۱-۶۰.

محمودیان میترا؛ زیاری یوسفعلی؛ سرور رحیم. (۱۳۹۸). ارزیابی تغییرات کالبدی – فضایی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و به‌کارگیری روش ترکیبی زنجیره‌های مارکوف و سلول‌های خودکار مطالعه موردی: شهر کرمانشاه، جغرافیا فصلنامه علمی انجمن جغرافیایی ایران،۱۷(۶۲): ۱۰۴-۱۲۲.

مغانی رحیمی فریبا؛ مزیدی احمد؛ غفاریان مالمیری حمیدرضا. (۱۴۰۱). بررسی توسعه شهری و تغییرات پوشش اراضی محدوده شهر ابرکوه با استفاده از تلفیق باندهای تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر،۳۱(۱۲۱): ۱۲۷-۱۴۱.

واحدیان بیگی لیلا؛ پوراحمد احمد؛ سیف‌الدینی فرانک. (۱۳۹۰). اثر توسعه فیزیکی شهر تهران بر تغییر کاربری اراضی منطقه ۵، فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، ۴(۱): ۹۹-۱۱۱.

زندی رحمان؛ زنگنه مهدی؛ مقدم مهسا. (۱۳۹۸). ارزیابی، مدل‌سازی و پیش‌بینی توسعه شهری نیشابور، با تأکید بر زلزله، مطالعات جغرافیای مناطق خشک، ۹(۳۶): ۳۱-۱۶.

Akbari, E., Zandi, R., & Kalateh Maimari, R. (2019). Analysis and prediction of Mashhad city expansion using multi-temporal satellite images and Markov chain (During the years 1379-1404). Geography and Environmental Hazards, 8 (2), 149–166. (In persian).

Asadi, A., Akbari, E., & Shafeii, N. (2020). Predicting the physical development of Qaen city using satellite images. Spatial Planning, 10 (1), 67–84.

Fayyazadeh, B., & Haji Mirrahimi, S. M. (2008). Detecting land use changes using object-based classification method: A case study of Andisheh Town. In National Geomatics Conference .National Cartographic Center. (In persian).

Ghobadian Nejad, M., & Fallahi, G. (2018). Physical development of Shiraz city and its impact on vegetation cover changes using cellular automata, fuzzy method, and satellite images. Promotional Scientific Journal of Surveying Engineering and Geospatial Information, 9 (3), 51–60. (In persian).

Lee, S.-H., & Baek, J.-J. (2011). Evaluation of the vegetated urban canopy model (VUCM) and its impacts on urban boundary layer simulation. Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences, 47, 151–165.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

Mahmoudian, M., Ziari, Y. A., & Sarvar, R. (2019). Evaluating physical-spatial changes using satellite images and a combined method of Markov chains and cellular automata: A case study of Kermanshah City. Geography Quarterly of the Iranian Geographical Association, 17 (62), 104–122. (In persian).

Miller, R. B., & Small, C. (2013). Cities from space: Potential applications of remote sensing in urban environmental research and policy. Environmental Science & Policy, 6, 129–137.

Moghami Rahimi, F., Mazidi, A., & Ghafarian Malamiri, H. R. (2022). Investigating urban development and land cover changes in Abarkooh city using the integration of Landsat 7 and 8 satellite image bands. Geographical Information Quarterly Sepehr, 31 (121), 127–141. (In persian).

Nazarnia, N., Schwick, C., & Jaeger, J. A. G. (2016). Accelerated urban sprawl in Montreal, Quebec City, and Zurich: Investigating the differences using time series 1951–2011. Ecological Indicators, 60, 1229–1251. (In persian).

Netzband, M., Stefanov, W. L., & Redman, C. (2007). Applied remote sensing for urban planning, governance and sustainability. Springer.

Parizadi, T., Mirzazadeh, H., Asghari, R., & Karimi, A. (2021). Investigating the pattern of urban physical development with an infill development approach: A case study of Miandoab City. Human Geography Research. https://doi.org/10.22059/jhgr.2021.323421.1008298

Sasanpour, F., Ziaeian, P., & Bahadori, M. (2013). Investigating the relationship between land use/cover and thermal islands in Tehran. Geography Journal, 11 (32), 256–270. (In persian).

Shamsipour, A. A., Azizi, G., Karimi Ahmadabad, M., & Maghbool, M. (2014). Studying the temperature pattern of physical surfaces under different weather conditions. Physical Geography Research, 46 (1), 59–76. (In persian).

Vahedian Beigi, L., Pourahmad, A., & Seifoldini, F. (2011). The impact of Tehran's physical development on land use changes in District 5. New Approaches in Human Geography, 4 (1), 99–111. (In persian).

Wu, J., Jenerette, G. D., Buyantuyev, A., & Redman, C. L. (2010). Quantifying spatiotemporal patterns of urbanization: The case of the two fastest growing metropolitan regions in the United States. Ecological Complexity, 8, 1–8.

Yang, X., & Li, J. (2013). Advances in mapping from remote sensor imagery: Techniques and applications. CRC Press.

Zandi, R., Zanganeh, M., & Moghaddam, M. (2019). Assessment, modeling, and prediction of urban development in Neyshabur with an emphasis on earthquakes. Geographical Studies of Arid Regions, 9 (36), 16–31. (In persian).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]