ISSN 2645-7784

Journal of
Urban Social Geography
© Department of Geography, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

Modeling the future optimum dynamics of urban development based on spatial data for land compatibility analysis (Case study: Shahr-e-Kord)

Mousavi, S.H [a, 1]**. Momenbeik, Z** [b]

[a] Assistant Professor, Department of Geography and Ecotourism, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.

[b] MSc Graduate of Urban Planning, Department of Geography and Ecotourism, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.

ABSTRACT

Objective: Site selection of future urban development is one of the most complex geographic decisions that is considered as optimal location determination in the field of land adaptation analysis. This process assesses the physical fitness and socioeconomic and social equilibrium so that urban dynamic has the least impact on nature and minimum environmental tensions. Purpose of this research is to model the future development of Shahr-e-Kord based on comparison of Analytical Hierarchy Process (AHP) and Weighted Mean (WM) methods for analyzing land adaptation.

Method: For this purpose, first, digital layers of elevation, slope, aspect, lithology, distance from fault and earthquake focus, density and distance from stream, temperature, precipitation, humidity, wind speed mean, maximum speed of dominant wind and frosty days, density and distance from routes, distance from health centers, hospitals, services and offices, higher education, elementary and secondary education, protected area, urban green space, and land use type were prepared. Then, to determine the relative weight of the parameters, they were analyzed using quantitative analysis and prioritized by pairwise comparison. Finally, by combining the layers based on their weights, using AHP and WM methods, they prepared a zoning map of the region.

Results: Results showed that area of 128.72 and 184.74 km^2 (31.6 and 55.22%) of the total study area, respectively, in AHP and WM methods has high to very high suitable for future development of Shahr-e-Kord. These zones are extending substantially to the central and northern parts of study area.

Conclusion: Although observance of ascending order of accuracy assessment index from very low to very high suitability zones in AHP confirms its results, but the results are reasonably due to the high accuracy of WM in prediction of high and very high suitability zones, as well as uniformity and their concentration in land suitability map.

Keywords: Optimum Physical Development, Compatibility Analysis, Weighted Mean, Analytical Hierarchy Process, Shahr-e-Kord.

Received: May 06, 2019 ***Reviewed:*** July 02, 2019 ***Accepted:*** September 30, 2019 ***Published Online:*** March 20, 2020

Citation: Mousavi, S.H., Momenbeik, Z (2020). ***Modeling the future optimum dynamics of urban development based on spatial data for land compatibility analysis (Case study: Shahr-e-Kord)***. Journal of Urban Social Geography, 7(1), 21-45. **(*In Persian*)**

DOI: 10.22103/JUSG.2020.2003

[1] Corresponding author at: University of Kashan, P.C: 8731753153, Kashan, Iran. E-mail address: hmousavi15@kashanu.ac.ir (Mousavi, S.H).

دوفصلنامهٔ
جغرافیای اجتماعی شهری
ISSN 2645-7784
© صاحب امتیاز: دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

الگوسازی پویایی توسعهٔ بهینهٔ آتی شهری بر پایهٔ داده‌های مکانی جهت تحلیل سازگاری زمین (مطالعهٔ موردی: شهرکُرد)

سیّدحجّت موسوی[a و ۱]، **زهرا مؤمن‌بیک**[b]

[a] استادیار گروه جغرافیا و اکوتوریسم، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.
[b] کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا و اکوتوریسم، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.

چکیده

تبیین موضوع: مکان‌یابی توسعهٔ بهینهٔ آتی شهری یکی از پیچیده‌ترین تصمیم‌های جغرافیایی است که در زمرهٔ تحلیل سازگاری زمین و در چهارچوب تعیین مکان مطلوب قرار می‌گیرد. این فرآیند قابلیت‌سنجی فیزیکی بستر و تناسب‌های اقتصادی و اجتماعی را ارزیابی می‌کند تا پویای شهری کمترین برخورد با طبیعت و حداقل تنش‌های محیطی را به‌همراه داشته باشد. بنابراین هدف از این پژوهش الگوسازی پویایی توسعهٔ بهینهٔ آتی شهرکرد بر پایهٔ مقایسهٔ روش‌های میانگین‌گیری وزنی و تحلیل سلسله‌مراتبی جهت تحلیل سازگاری زمین است.

روش: بدین منظور، ابتدا لایه‌های رقومی ارتفاع، شیب، جهت دامنه، سنگ‌شناسی، فاصله‌از گسل و کانون زلزله، تراکم و فاصله‌از آبراهه، دما، بارش، رطوبت‌نسبی، میانگین سرعت باد، حداکثر سرعت باد غالب، روزهای یخبندان، تراکم و فاصله‌از راه‌ها، فاصله‌از مراکز درمانی، بیمارستان، خدماتی و اداری، آموزش عالی، آموزش ابتدایی و متوسطه، فضای سبز شهری، فضای سبز حفاظت‌شده و کاربری اراضی تهیه شد. سپس برای تعیین وزن نسبی پارامترها، ازطریق مقایسهٔ زوجی مبادرت به تحلیل کمّی و ارجحیت‌بندی آن‌ها گردید. درنهایت با تلفیق لایه‌ها برمبنای وزنشان طبق روش‌های میانگین‌گیری وزنی و تحلیل سلسله مراتبی، اقدام به تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌بندی منطقه به لحاظ مناطق دارای معیارهای بهینه جهت گسترش آتی شهرکرد شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که به‌ترتیب وسعتی برابر ۱۲۸/۷۲ و ۱۸۴/۷۴ کیلومترمربع (۳۱/۶ و ۵۵/۲۲ درصد) از کل منطقه در روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و میانگین‌گیری برای توسعهٔ آتی شهرکرد تناسب زیاد تا خیلی‌زیاد دارند که گستردگی آنها عمدتاً با بخش‌های مرکزی و شمالی محدوده مطابقت مکانی دارد.

نتایج: اگرچه رعایت ترتیب صعودی شاخص ارزیابی دقت از پهنهٔ تناسبی خیلی‌کم به خیلی‌زیاد در تحلیل سلسله مراتبی مؤید نتایج قابل‌قبول آن است، اما به‌دلیل صحت بالای میانگین‌گیری در پیش‌بینی پهنه‌های زیاد و خیلی‌زیاد و همچنین یکنواختی و تمرکز آن‌ها در نقشهٔ تناسب ارضی، نتایج به‌نسبت مطلوب‌تری دارد.

کلیدواژه‌ها: توسعهٔ کالبدی مطلوب، تحلیل سازگاری، میانگین وزنی، تحلیل سلسله‌مراتبی، شهرکرد.

دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۶ **بازنگری:** ۱۳۹۸/۰۴/۱۱ **پذیرش:** ۱۳۹۸/۰۷/۰۸ **انتشار آنلاین:** ۱۳۹۹/۰۱/۰۱

استناد: موسوی، سیّدحجّت؛ مؤمن‌بیک، زهرا (۱۳۹۸). ***الگوسازی پویایی توسعهٔ بهینهٔ آتی شهری برپایهٔ داده‌های مکانی جهت تحلیل سازگاری زمین (مطالعهٔ موردی: شهرکُرد).*** دوفصلنامهٔ جغرافیای اجتماعی شهری، ۷ (۱)، ۴۵-۲۱.

DOI: 10.22103/JUSG.2020.2003

[۱] ***نویسندهٔ مسئول:*** دانشگاه کاشان، کاشان، ایران، کد پستی: ۸۷۳۱۷۵۳۱۵۳ رایانامه: hmousavi15@kashanu.ac.ir (سیّدحجّت موسوی)

مقدّمه

عصر حاضر جریان بی‌سابقه‌ای از شهرنشینی را تجربه کرده است، به‌گونه‌ای که جمعیت جهان با نرخ رشد ۱/۷ درصدی، هر ۴۰ سال دو برابر شده و برآوردها حاکی از این است که نرخ شهرنشینی ۴۵ درصد زمان حال به ۶۰ درصد در سال ۲۰۳۰ می‌رسد (Small & Miller, 1999). بنابراین ویژگی زمان حال افزایش جمعیت شهری، توسعهٔ شهرنشینی و در پی آن گسترش شهرهای کوچک و بزرگ است (Gilbert & Galger, 1996: 7؛ میرکتولی و کنعانی، ۱۳۹۰: ۷۶)، چرا که نتایج تحلیل همبستگی حاکی از رابطهٔ مثبت قوی بین تراکم جمعیت و رشد شهری است (Bagan & Yamagata, 2012: 210). توسعهٔ شهرها منابع طبیعی حومهٔ آنها را به شدت تحت فشار قرار داده و این فرایند در آینده نیز تداوم دارد (Jiang et al., 2013: 33). این وضعیت موجب می‌شود تا علاوه بر توسعهٔ فیزیکی مرز شهرها، بافت درون‌شهری نیز تغییر یابد. کاهش مساحت زمین‌های زراعی حومه، تخریب پوشش گیاهی و افزایش دمای سطحی زمین در مناطق شهری، پیامدهای منفی توسعهٔ درون‌شهری، ساختمان‌سازی، و خیابان‌کشی‌ها هستند که سلامت انسان و محیط‌زیست را با خطر جدی روبرو ساخته است (دبیری و همکاران، ۱۳۹۲: ۹۱).

از منظر چشم‌انداز، شهر روند تغییر کاربری اراضی از چشم‌انداز طبیعی نظیر آب، خاک و گیاه به چشم‌انداز مصنوعی مانند سیمان، آسفالت، مواد شیمیایی و فلزات را نشان می‌دهد (Zhang et al., 2012: 574) که به تبع آن، وسعت زیادی از مناطق کشاورزی و جنگلی به نواحی مسکونی و صنعتی و دیگر زیرساخت‌ها تبدیل می‌شود. از آنجایی که رشد شهرنشینی در کشور ایران طی چند دههٔ گذشته بسیار سریع بوده و با توان تجهیز فضاهای شهری و گسترش زیرساخت‌ها متناسب نیست، مشکلات عدیده‌ای نظیر الگوی بی‌قواره شهری، گرانی مسکن، اسکان غیررسمی، معضلات اجتماعی و بیکاری را به شدیدترین شکل ممکن در سیمای ظاهری شهرها به وجود آورده است (زیاری، ۱۳۸۴: ۱۲). ازاین‌رو، مهم‌ترین موضوعی که در برابر توسعهٔ شهری قرار می‌گیرد، مکان بهینهٔ استقرار آن (ابراهیم‌زاده، ۱۳۸۸: ۴۶؛ یاری‌قلی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۷۴) و به عبارتی شناسایی موقعیت فضایی و مکانی مطلوب برای گسترش شهری است. لذا لزوم مکان‌یابی اراضی مناسب گسترش شهری، با ارزیابی امکانات رشد کالبدی و توسعهٔ شهرهای موجود همراه با تعیین جهات، حدود منطقی و مراحل مختلف توسعهٔ آنها در آینده را ایجاب می‌کند (فکوهی، ۱۳۸۳: ۱۹؛ یاری‌قلی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۷۴).

بنابراین پژوهش پیش‌رو سعی دارد تا با استفاده از ابزارهای تحلیل مکانی سیستم اطلاعات جغرافیایی و همچنین مقایسه دو روش میانگین‌گیری وزنی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، به بررسی سازگاری زمین جهت توسعهٔ آتی شهری در شهرکرد بپردازد. همچنین تغییرات توسعه‌ای سکونتگاه‌های شهرکرد مورد ارزیابی قرار گیرد و در نهایت از طریق قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به تعیین مناسب‌ترین مکان توسعهٔ سکونتگاه‌های شهری در منطقهٔ مطالعاتی گردد. لذا انتخاب معیارها و استانداردها، تهیهٔ لایه‌های رقومی عوامل، تعیین وزن نسبی آنها، همپوشانی لایه‌ها و تهیهٔ نقشهٔ گسترش مطلوب شهرکرد از محورهای اصلی این پژوهش می‌باشد تا مناطق مناسبی که بیشترین قابلیت را برای توسعهٔ شهری دارند، در شهرکرد مشخص گردد.

پیشینهٔ نظری

توسعهٔ فیزیکی شهر، فرآیندی پویا و مداوم است که طی آن محدودهٔ شهر و فضای کالبدی آن در جهات عمودی و افقی از حیث کمّی و کیفی رشد می‌کند و اگر این روند سریع و بی‌برنامه باشد، فضا و کالبد شهر را با مشکلات عدیده‌ای مواجه می‌سازد (زنگی‌آبادی، ۱۳۷۱: ۵؛ صدوق و فهیم، ۱۳۹۳: ۱۲۳؛ یاری‌قلی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۷۵). به عبارتی توسعهٔ نسنجیدهٔ کاربری شهری باعث تخریب زمین‌های مرغوب و از بین رفتن اکوسیستم‌های حساس می‌شود و محیط طبیعی را دچار بحران می‌کند. برای کنترل و هدایت چنین توسعه‌ای تعیین جهات مطلوب، مکان‌های مناسب و اعمال سیاست‌های

حفاظت از منابع طبیعی در رأستای اهداف اجتماعی و اقتصادی اجتناب‌ناپذیر است و نیاز به برنامه‌ریزی و مدیریت توسعهٔ زمین‌های شهری دارد (امین‌زاده، ۱۳۷۹، ۹۴؛ پورجعفر و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۲).

زمین مورد نظر برای توسعهٔ شهری در افقی بلند مدت بایستی در مکانی انتخاب شود که ویژگی‌های لازم برای برخورداری از خدمات در فضای مناسب را از منظر معیارهای دسترسی، پایداری بستر، قابلیت ارضی، و تناسب اقتصادی و اجتماعی داشته باشد (مهدوی و رحمانی، ۱۳۹۰: ۲؛ صیامی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۰۵). بنابراین در پی افزایش جمعیت، تحلیل تناسب زمین برای توسعهٔ شهری در قالب شناسایی اراضی مناسب و تعیین اولویت آنها به‌منظور توسعهٔ کالبدی شهر بسیار ضروری است (کرم و محمدی، ۱۳۸۸: ۵۹).

مکان‌یابی، فعالیتی است که قابلیت‌ها و توانایی‌های فضایی یک منطقه را از لحاظ وجود زمین مناسب و کافی برای کاربری‌های خاص مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد (فرهادی، ۱۳۷۹: ۵)، و در تعیین مشخصات مکانی هر نوع کاربری عوامل هدایت‌کننده، رفاه اجتماعی و اقتصادی ملاک سنجش قرار می‌گیرد (سعیدنیا، ۱۳۷۸: ۲۴، وارثی و همکارن، ۱۳۹۴: ۵۸). معیارهای مکان‌یابی شهرها به مولفه‌های پویا (نظیر شبکهٔ راه‌ها، تأسیسات زیربنایی و درآمد خانوارهای ساکن که در طی زمان قابل تغییر هستند) و ایستا (نظیر توپوگرافی، جنس خاک، قابلیت ارضی، شرایط اقلیمی و پوشش گیاهی که تغییرات آنها در طی زمان بسیار کُند و ناچیز است) طبقه شده (Golany, 1978: 83) و نسبت به نوع کاربری متفاوت هستند، اما اکثر آنها در جهت انتخاب مکان مناسب همسویگی دارند (پورمحمدی، ۱۳۹۱: ۲۴، مجردکاهانی و همکاران، ۱۳۹۳: ۸۲). در این خصوص مدل‌های مکان‌یابی با بهره‌گیری از تکنیک‌های مختلف سعی دارد تا عوامل مؤثر در استقرار فضایی فعالیت‌های شهری را شناسایی کند که از هر کدام با توجه به شرایط اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و محیطی در زمان‌های متفاوت بهره‌گیری می‌شود. این مدل‌ها در تلفیق با سیستم اطلاعات جغرافیایی به برنامه‌ریزان این امکان را می‌دهد که با گردآوری و تحلیل اطلاعات گسترده، برای سالم‌سازی محیط‌زیست جامعهٔ شهری همراه با آینده‌نگری منطقی در مسائل شهری در مطلوبیت بخشیدن به محیط شهر، سهم عمده‌ای را بر عهده گیرد که یکی از این راهبردها، مکان‌یابی مناسب توسعهٔ آتی شهر است (شکویی، ۱۳۷۳).

با ارزیابی تطبیقی روش‌های مکان‌یابی شهرهای جدید در دهه‌های ۶۰ تا ۸۰ در ایران مشخص شد که روش‌ها و مدل‌های علمی مکان‌یابی در گزینش مکان شهرهای جدید کاربرد محدودی دارد و در مواردی نیز ارزیابی‌های کیفی منجر به مداخلهٔ سلایق و سیاست‌های خاص در تعیین مکان می‌شود و در اغلب این مطالعات نیز فرایند علمی تحلیل مکان‌یابی واضح نیست و توجیهی برای مکان مطلوب از پیش تعیین‌شده است (امین‌زاده گوهرریزی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۱). از سویی دیگر امروزه حجم بالای اطلاعات در زمینه‌های مختلف و چگونگی تحلیل آنها، تصمیم‌گیری‌ها را پیچیده کرده است. لذا تحلیل‌های رقومی و استفاده از مدل‌های چند معیاره، فرآیندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری را تسهیل می‌کند که به خصوص در مکان‌یابی نیز بسیار مورد استفاده قرار گرفته است.

پیشینهٔ عملی

در زمینهٔ ارزیابی توسعهٔ شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های کمّی مطالعات متعددی انجام شده است. برای نمونه تال و همکاران (۲۰۰۵) از روش تلفیق ارزیابی چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیای برای ارزیابی تناسب مناطق اکولوژیکی استفاده کردند که نتایج آن شامل تهیهٔ یک لایهٔ تناسبی که مناسب‌ترین پهنهٔ ارضی را برای کاربری‌ها پیشنهاد می‌کند، است (Tal et al., 2005: 337). یانگ و همکاران (۲۰۰۸) از تلفیق روش ضرایب خاکستری و تحلیل سلسله مراتبی، برای کسب ارتباط بین عامل اصلی و دیگر عوامل مرجع در یک سیستم معلوم، برای آمایش شهری در شمال‌غربی چین بهره گرفتند (Yang et al., 2008: 1279). باز و همکاران (۲۰۰۹) بر اساس تکنیک‌های مدل‌سازی و تحلیل بر مبنای سیستم اطلاعات جغرافیایی، توسعهٔ بی‌برنامهٔ شهر استانبول را در قسمت‌های شمالی، شرقی

و غربی شناسایی کردند (Baz et al., 2009: 128). باگان و یاماگاتا (۲۰۱۲) رشد فضایی شهر توکیو را طی ۴۰ سال گذشته با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای لندست مطالعه نمودند که نتایج نشان‌دهنده رابطهٔ مثبت بین رشد شهر و تراکم جمعیت است (Bagan & Yamagata, 2012: 210). جیانگ و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی تاثیر گسترش شهر بر نحوه تغییرات کاربری کشاورزی در چین، بیان داشتند که توسعهٔ شهری منابع طبیعی حومهٔ شهر را به شدت تحت فشار قرار داده‌است و این در آینده نیز تداوم دارد (Jiang et al., 2013: 33). لوکستد و دوادوس (۲۰۱۴) با استفاده از تحلیل آماری ناپارامتری رشد بزرگترین شهرهای هند را برای دوره اصلاحات پس از اقتصاد ۱۹۹۱-۲۰۱۱ بررسی کردند و بیان داشتند که رشد شهر مستقل از اندازهٔ جمعیت بوده و شاخص زیف (Zipf) محلی نزدیک به یک و پایدار است (Luckstead & Devadoss, 2014: 516). سینگ بوری و همکاران (۲۰۱۶) جهت بررسی رشد شهرهای سنگاپور، مانیل و کوالالامپور از تصاویر ماهواره‌ای لندست بهره‌گرفتند که برمبنای این داده‌ها یک روش ارزیابی برای تراکم مناطق ساخته شدهٔ شهری از مرکز به بیرون تا شعاع ۵۰ کیلومتری تدوین گردید (Singh Boori et al., 2016: 1576). وو و همکاران (۲۰۱۷) مدل توسعهٔ شهری پکن را به‌منظور کسب رابطه همبستگی بین انتشار جمعیت و رشد جاده پیشنهاد کردند که در این مدل، فرایند توسعهٔ فیزیکی برای تاثیرسنجی توپولوژی شبکه جاده‌ها و عامل اکتشافی تصادفی بررسی شد تا تحلیل جمعیت را براساس مدل اتومای سلولی انجام دهد (Wu et al., 2017: 1). آبهیسهاک و همکاران (۲۰۱۷) عوامل موثر بر رشد شهرهای هند طی سه دوره متوالی را ارزیابی کردند که بدین منظور از طریق روش رگرسیون، هشت متغیر اقتصادی کلاسیک و چشم‌انداز جغرافیای اقتصادی تحلیل شد. نتایج نشان داد که جمعیت اولیه و وضعیت پایتخت تأثیر مثبتی بر رشد شهری دارد و باعث می‌شود که شهرهای نزدیک به پایتخت بزرگ‌تر شوند (Abhishek et al., 2017: 48).

مظفری و اولی‌زاده (۱۳۸۷: ۱۱) به بررسی وضعیت توسعهٔ فیزیکی شهر سقز و تعیین جهات بهینهٔ رشد آتی آن پرداختند که این توسعه به طور عمده متوجه اراضی سمت شرقی و جنوبی محدودهٔ فعلی شهر است. غفاری و همکاران (۱۳۸۹: ۵۹) با در نظر گرفتن عوامل آلودگی صوتی و هوا، امنیت و آسایش، و زیبایی‌شناختی به ارزیابی سازگاری کاربری اراضی شهری از طریق مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی پرداختند که منجر به تهیهٔ لایه‌های سازگار کاربری شد. میرکتولی و کنعانی (۱۳۹۰: ۷۵) به منظور تعیین نواحی مناسب توسعهٔ شهری در شهرستان ساری، بر اساس شاخص‌های مدل ارزیابی توان اکولوژیک، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره بر پایهٔ سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره گرفتند که از کل مساحت شهرستان ساری در سال ۱۹۶۵، ۳۰۰۰۰ هکتار به پهنهٔ مناسب، ۴۵۰۰۰ هکتار به پهنهٔ متوسط و ۲۵۰۰۰ هکتار به پهنهٔ نامناسب توسعهٔ شهری اختصاص دارد. امین‌زاده گوهرریزی و همکاران (۱۳۹۱: ۲۱) به ارزیابی تطبیقی روش‌های مکان‌یابی شهرهای جدید در دهه‌های ۶۰ تا ۸۰ در ایران پرداختند و بیان داشتند که روش‌ها و مدل‌های علمی مکان‌یابی در گزینش مکان شهرهای جدید در ایران کاربرد محدودی دارد و در مواردی نیز ارزیابی‌های کیفی منجر به مداخلهٔ سلایق و سیاست‌های خاص در تعیین مکان می‌شود و در اغلب این مطالعات نیز فرایند علمی تحلیل مکان‌یابی آشکار نیست و توجیهی برای مکانی از پیش تعیین‌شده است. احمدی و همکاران (۱۳۹۲: ۱۹) با استفاده از مدل TOPSIS محدودیت‌ها و قابلیت‌های واحدهای ژئومورفیک در برنامه‌ریزی شهر خرم‌آباد را بررسی نمودند و بیان داشتند که مخاطرات طبیعی احتمالی، بیشترین تأثیر را در اولویت‌بندی مناطق توسعهٔ شهری دارد. سرور و همکاران (۱۳۹۳: ۹۵) برمبنای عوامل طبیعی شامل واحدهای ژئومورفیک، زمین‌شناسی، شیب، ارتفاع، قابلیت کشاورزی، نوع خاک، سطح ایستابی و کیفیت آب‌های زیرزمینی؛ مطلوب‌ترین مکان برای توسعهٔ شهر ملکان را بررسی کردند و بیان نمودند که این خصیصه‌ها، فرصت‌های زیادی را برای توسعهٔ فیزیکی ملکان فراهم کرده‌اند، ولی گسترش شهر به سمت شمال بوده و در محدودهٔ تاریخی تالاب باعث مسائلی نظیر برخورد با واحدهای ژئومورفیک نامناسب، شیب‌های تند، سازندهای نامقاوم، سطح ایستابی بالا و قرارگیری در معرض

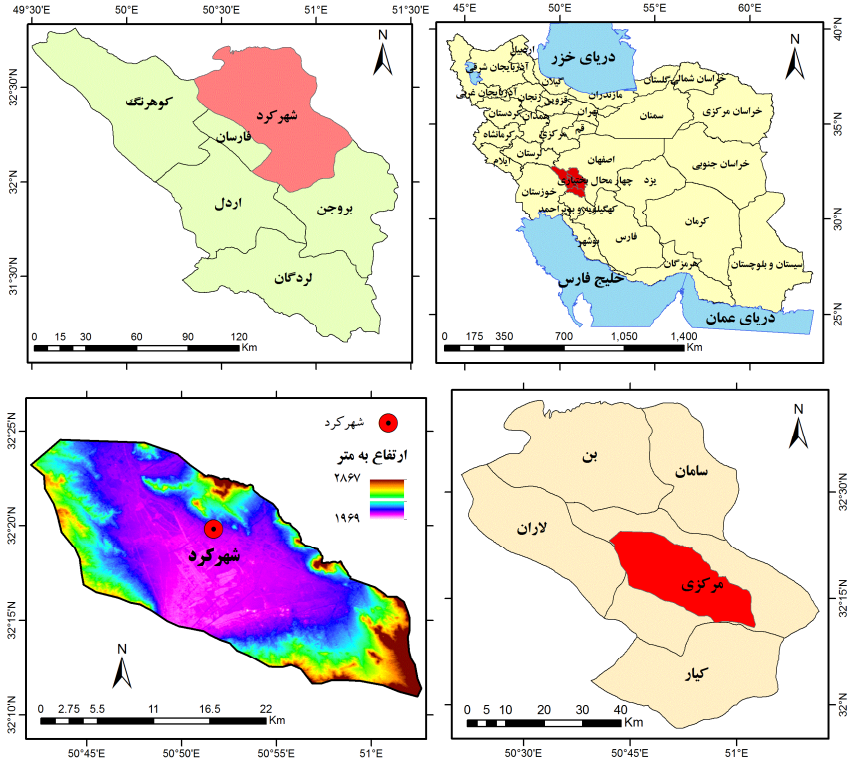
سیلاب‌های محلی شده است. حسینی و همکاران (۱۳۹۴: ۲۱) با استفاده از تصاویر چندزمانه DMSP/OLS به بررسی پویایی شهرنشینی ایران از ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۱ پرداختند و نتیجه گرفتند که با ضریب تعیین ۰/۸۵۴ برای جمعیت شهری، می‌توان از این تصاویر به عنوان عاملی برای شناسایی پویایی نظام شهری بهره گرفت. موسوی و همکاران (۱۳۹۵: ۶۹) با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی به مکان‌یابی عرصه‌های مناسب توسعهٔ آتی شهر یاسوج برمبنای پارامترهای ژئومورفولوژی، اقلیمی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی و انسانی پرداختند و بیان داشتند که پهنهٔ بسیار مناسب ۸/۷۲ کیلومترمربع (۴۱/۷۲ درصد) از وسعت سکونتگاه موجود را شامل می‌شود و امکان گسترش تا ۷۷/۴۵ کیلومترمربع را دارد. جمعه‌پور و همکاران (۱۳۹۶: ۵۳) با تدوین راهبردهای رشد شهر اراک با رویکرد توسعهٔ دانش بنیان، بیان داشتند که این شهر ظرفیت‌های تبدیل شدن به شهر دانش بنیان را دارد. حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۶: ۵۱۹) برای تحلیل الگوی گسترش فیزیکی شهر خرم‌آباد از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن بهره گرفتند و با استفاده از مدل AHP جهات بهینهٔ گسترش آن را به سمت جنوب تعیین کردند.

داده‌ها و روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و توسعه‌ای می‌باشد و روش تحقیق آن مبتنی‌بر تجزیه‌وتحلیل داده‌های مکانی، میدانی و مصاحبه‌ای است. تحلیل‌های مکانی برمبنای توابع اندازه‌گیری فاصله و تراکم‌سنجی، روش‌های زمین‌آمار و میان‌یابی در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.4.1 انجام شده‌است. پایگاه اطلاعاتی برای تهیهٔ داده‌های مبنا، شامل نقشه‌های پایه‌ای میان مقیاس توپوگرافی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی و تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث می‌باشد. شکل (۱) نیز مراحل گام‌به‌گام اجرایی روش انجام پژوهش را به تصویر کشیده است.

شکل ۱- نمودار جریانی مراحل انجام پژوهش (ترسیم: نگارندگان)

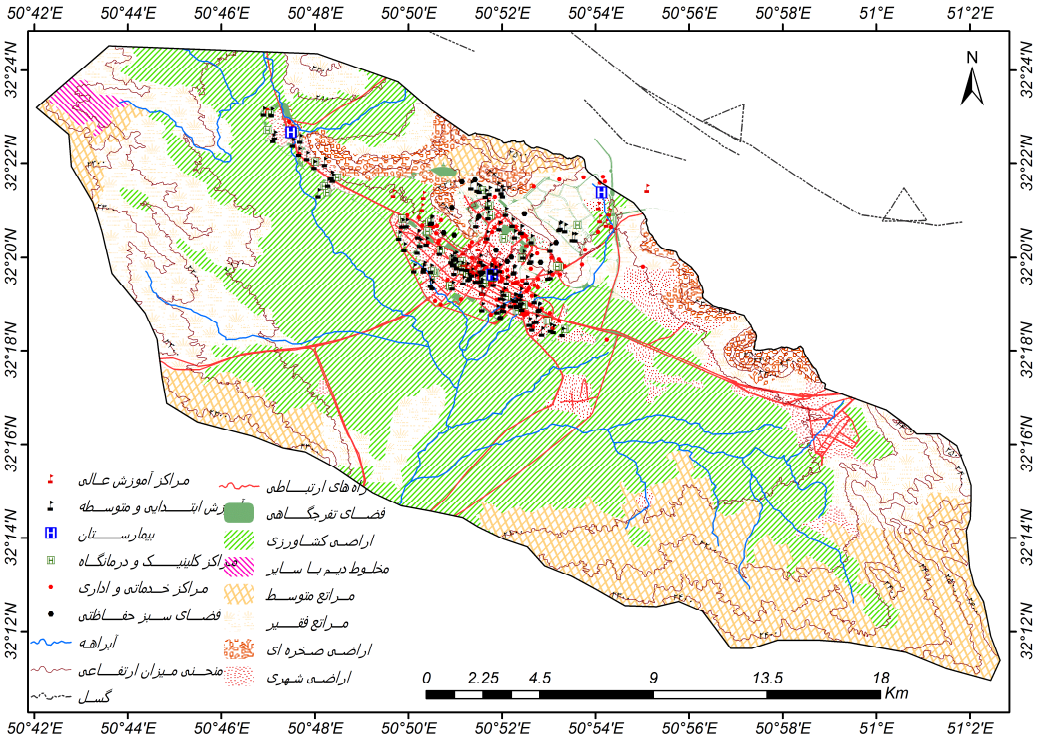
در رأستای دستیابی به اهداف ابتدا به کمک تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و بررسی‌های میدانی، محدوده مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور با تلفیق داده‌های مذکور، پهنه‌ای از شهرستان شهرکرد که هسته شهری در آن واقع شده است و از نظر طبیعی امکان توسعهٔ کالبدی آن وجود دارد، تعیین موقعیت گردید. از آنجایی که محدودهٔ مورد نظر در یک منطقهٔ کوهستانی گستردگی دارد و مؤلفه‌های ناهمواری‌ها، توده‌های کوهستانی مرتفع و شیب زیاد امکان رشد شهرکرد را در تمام جهات میسر نمی‌سازد، بنابراین پهنه‌ای با وسعت ۳۲۰/۹۰۱ کیلومترمربع پیرامون شهر که در بررسی‌های اولیه محدودیتی براساس عوامل ارتفاعی و شیب برای توسعهٔ آتی شهر ایجاد نمی‌کند، به عنوان منطقهٔ مطالعاتی تعیین حدود گردید. این محدوده در موقعیت جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۱ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۲ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۵ دقیقهٔ عرض شمالی و در ۱۰۰ کیلومتری جنوب غرب شهر اصفهان و در ارتفاع ۱۹۶۹ تا ۲۸۶۷ متری واقع شده است (شکل ۲). شهرکرد با توجه به شرایط اقلیمی و محلی دارای آب و هوایی مدیترانه‌ای با زمستان‌های مرطوب و سرد و تابستان‌های معتدل و دو فصل اعتدالی بهار و پاییز می‌باشد. این شهر با مساحت ۱۸۰۲۷۶ کیلومترمربع دارای جمعیتی برابر ۱۶۲۵۰۳ نفر (سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰) می‌باشد و طبق تقسیمات شهرداری شامل دو منطقه است (معاونت برنامه‌ریزی و پژوهش شهرداری شهرکرد، ۱۳۹۱)



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی محدودهٔ مورد مطالعه (ترسیم: نگارندگان)

در مرحلهٔ بعد بر اساس بهره‌گیری از نتایج پژوهش‌های مشابه و مطالعات تطبیقی نظیر Golany (۱۹۷۸: ۸۳)، Abhishek و همکاران (۲۰۱۷: ۴۸)، داستان و همکاران (۱۳۹۲: ۳۷)، سرور و همکاران (۱۳۹۳: ۹۵)، موسوی و همکاران (۱۳۹۵: ۷۵)، حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۶: ۵۱۹)، و نظرات کارشناسان، برمبنای خصیصه‌های چشم‌انداز جغرافیایی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، اقلیمی، تأسیسات عمرانی و زیرساختی، قابلیت ارضی، اقتصادی، دسترسی و راه‌های ارتباطی منطقهٔ مطالعاتی؛ ۶ معیار و ۲۴ زیرمعیار جهت دستیابی به اهداف شناسایی و تعیین گردید، که شامل ارتفاع

از سطح دریا، شیب، جهت شیب، نوع سازند و جنس مواد (ژئومورفولوژی)، فاصله از گسل و کانون زلزله‌های پیشین (لرزه‌خیزی)، تراکم و فاصله از آبراهه‌ها (سیل‌خیزی)، دما، بارش، رطوبت‌نسبی، میانگین سرعت باد، حداکثر سرعت باد غالب و تعداد روزهای یخبندان (اقلیمی)، تراکم و فاصله از راه‌های ارتباطی، فاصله از مراکز درمانی کلینیک و درمانگاه، بیمارستان، خدماتی و اداری، آموزش عالی، آموزش تحصیلی ابتدایی و متوسطه، فضای سبز شهری (دسترسی) و نوع کاربری و فاصله از فضای سبز حفاظت‌شده (کاربری) است. شکل (۳) موقعیت مکانی برخی از مؤلفه‌های مزبور را به تصویر کشیده است.



شکل ۳- موقعیت مکانی برخی از مؤلفه‌های مورد استفاده در تحلیل سازگاری زمین جهت توسعهٔ بهینهٔ شهرکرد (ترسیم: نگارندگان)

برای تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز به منظور پهنه‌بندی و تحلیل تناسب ارضی برای توسعهٔ شهرکرد نیز نخست لایه‌های شیب، جهت شیب و طبقات ارتفاعی از روی مدل رقومی ارتفاع منطقه استخراج گردید. لایه‌های فاصله از رودخانه و تراکم آن از طریق لایهٔ رقومی آبراهه‌های اصلی و فرعی مستخرج از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شد. لایه‌های فاصله از راه‌های ارتباطی و تراکم آن نیز از طریق لایهٔ رقومی راه‌های ارتباطی اصلی و فرعی مستخرج از تصاویر گوگل ارث ترسیم گردید. لایه‌های فاصله از گسل از طریق لایهٔ رقومی گسل‌ها، و همچنین لایهٔ جنس سازند منطقه مستخرج از نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ می‌باشد. لایهٔ فاصله از کانون زلزله‌های پیشین از اطلاعات مربوط به زلزله‌های رخداده در منطقه (۱۳۸۷ تا ۱۳۹۳) تهیه شد که مستخرج از داده‌های مرکز لرزه‌نگاری کشور است. لایه‌های فاصله از مراکز آموزش عالی، ابتدایی، بیمارستان، مراکز درمانی، اداری، فضای سبز، مناطق حفاظتی و نوع کاربری مستخرج از داده‌های اداره شهرسازی و شهرداری شهرکرد می‌باشد که لایه‌های فاصله‌ای براساس تابع محاسباتی فاصله اقلیدسی تهیه گردید. این تابع فاصلهٔ معمولی بین دو نقطه است که توسط قضیه فیثاغورس بدست می‌آید، بدین صورت که فاصلهٔ دو نقطهٔ p و q اندازهٔ پاره‌خطی است که آنها را به هم متصل می‌کند. به‌عبارتی در سیستم مختصات دکارتی اگر (p1,

p= (p2, …, pn و q= (q1, q2, …, qn دو نقطه در فضای اقلیدسی n بعدی باشد، آنگاه فاصلهٔ بین آنها به صورت رابطهٔ (۱) تعریف می‌شود (Deza & Deza, 2009: 94).

$$d(p,q)=\sqrt{(p1-q1)^2+(p2-q2)^2+...+(pn-qn)^2}=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(pi-qi)^2}$$ رابطهٔ (۱)

نظر به اینکه در ایران دمای هوا به شدت تابع ارتفاعات است و بارش نیز از توزیع جغرافیایی ناهمواریها پیروی می‌کند (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۷۹ و ۱۲۹)، لایه‌های هم‌دما و هم‌بارش، هم‌مقدار روزهای یخبندان و هم‌میزان رطوبت نسبی نیز براساس روابط خطی بین ارتفاع با عناصر اقلیمی دما، بارش، روزهای یخبندان و رطوبت نسبی (جدول ۱) که از داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی منطقهٔ مطالعاتی و نواحی همجوار، مستخرج از اداره هواشناسی چهارمحال و بختیاری می‌باشد، تهیه گردید. نقشهٔ هم‌خطوط میانگین سرعت باد و حداکثر سرعت باد غالب نیز از طریق تابع میان‌یابی IDW[1] با توان ۲ ترسیم شد. در این تابع برای برآورد ارزش سلول‌هایی که ارزش نامعلوم دارند، با استفاده از سلول‌های اطراف در یک شعاع مشخص، مطابق رابطهٔ (۲)، عددی محاسبه می‌شود که W(x,y): مقادیر برآوردشده در موقعیت (x,y)، n: تعداد نقاط معلوم مجاور (x,y)، λ_i وزن اختصاص‌یافته به هر یک از مقادیر معلوم wi در موقعیت (xi,yi)، di: فاصله اقلیدسی بین هر یک از نقاط واقع در موقعیت‌های (x,y) و (xi,yi) و p: مقدار توان که متأثر از وزن wi بر w است (Webster & Oliver, 2000؛ اخوان و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۰۹).

$$W(x,y)=\sum_{i=1}^{n} w_i\left(\lambda_i=\frac{\left(\frac{1}{d_i}\right)^p}{\sum_{k=1}^{n}\left(\frac{1}{d_k}\right)^p}\right)$$ رابطهٔ (۲)

جدول ۱- روابط آماری بین ارتفاع با عناصر اقلیمی دما، بارش، روزهای یخبندان و رطوبت نسبی

متغیر مستقل	متغیر وابسته	نوع رابطه	ضریب تعیین	معناداری	معادله
ارتفاع	دما	خطی	۰/۹۸	۰/۰۰۰	y= -۰/۰۰۷۲x + ۲۶/۷۳۳
	بارش	خطی	۰/۹۵	۰/۰۰۰	y= ۰/۰۱۴x + ۲۸۸/۹۳
	روزهای یخبندان	خطی	۰/۹۸	۰/۰۰۰	y= ۰/۱۱۳۵x + ۱۳۴/۸۲
	رطوبت نسبی	خطی	۰/۹۷	۰/۰۰۰	y= ۰/۰۰۴۴x + ۳۴/۱۱۱

در مرحلهٔ سوم با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice مبادرت به تجزیه و تحلیل کمّی معیارها و زیرمعیارها گردید تا از طریق مقایسه زوجی، ارجحیت‌بندی شوند و وزن نسبی آنها بدست آید. درنهایت با تلفیق لایه‌ها با توجه به وزنشان برمبنای روش میانگین‌گیری وزنی (رابطهٔ ۳) که نوعی سنجش گرایش به مرکز است و از میانگین حسابی یک مجموعه داده‌های نابرابر و ناموزون، بر مبنای حاصل‌ضرب وزن یا ارزش معین برای هر یک از عامل‌های نابرابر و سپس تقسیم مجموع آنها بر جمع اوزان محاسبه می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۹: ۶۹۹) و همچنین اصل ترکیب فرایند تحلیل سلسله مراتبی (رابطهٔ ۴) که وزن نهایی هر گزینه از مجموع حاصل‌ضرب اهمیت معیارها و زیرمعیارها در وزن گزینه‌ها به‌دست می‌آید

1- Inverse Distance Weighting

(زبردست، ۱۳۸۰: ۱۸)، اقدام به تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌بندی منطقهٔ مطالعاتی به لحاظ مناطق دارای معیارهای بهینه جهت گسترش آتی شهرکرد شد.

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i \times x_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i}$$ رابطهٔ (۳)

$$V_H = \sum_{k=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} W_k W_i (g_{ij})$$ رابطهٔ (۴)

در رابطهٔ (۳)، $\overline{X}$: میانگین وزنی، xi: معیار، wi: وزن هر عامل، n : تعداد عامل‌های نابرابر، و در رابطهٔ (۴)، VH: امتیاز نهایی گزینهٔ j، WK : ضریب اهمیت معیار k، Wi: ضریب اهمیت معیار i و gij: وزن گزینهٔ j در ارتباط با زیرمعیار i می‌باشد.

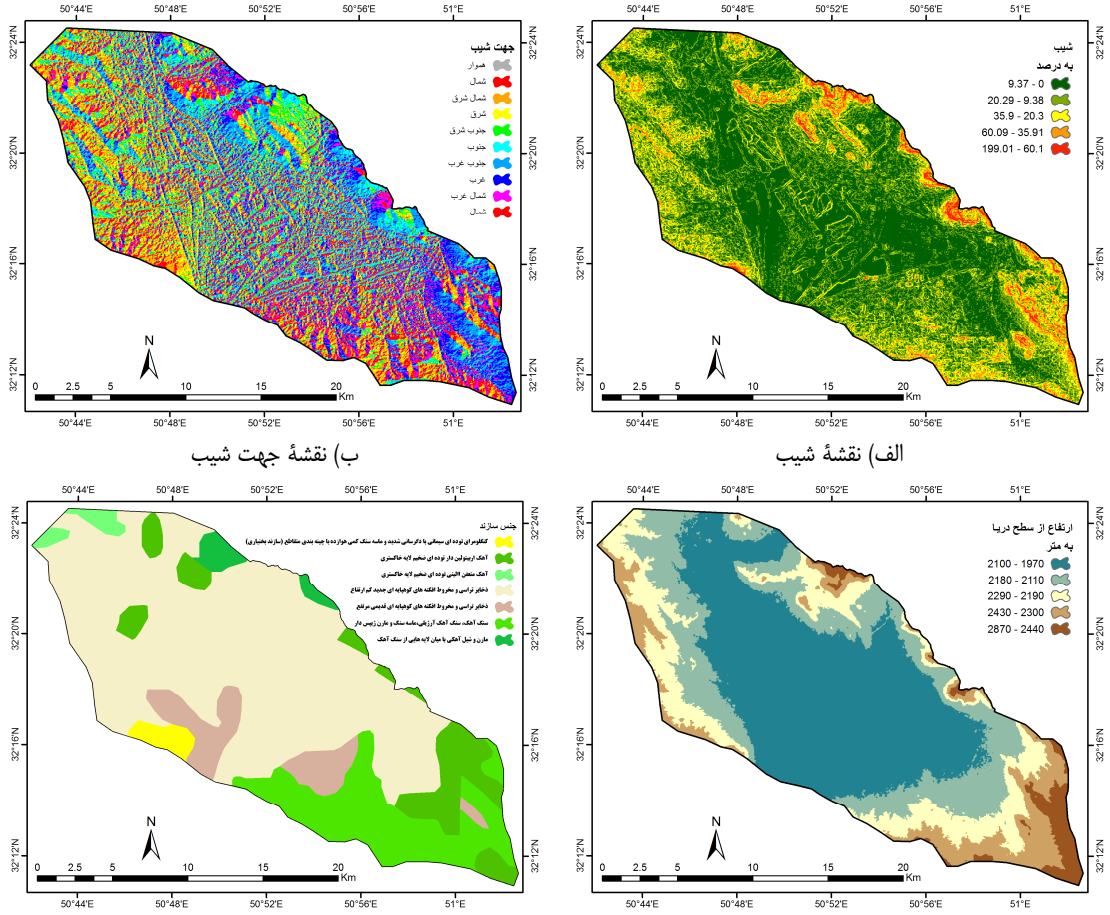
در پایان جهت اطمینان از نتایج و مقایسهٔ دو روش تحلیل سلسه مراتبی و میانگین‌گیری وزنی، نقشه‌های نهایی هر روش بر مبنای سکونتگاه‌های موجود فعلی براساس رابطهٔ (۵) (Van Westen et al., 1997؛ موسوی و همکاران، ۱۳۹۵: ۸۴) مورد ارزیابی صحت قرار گرفت. اگر روند این شاخص نامنظم، و یا درصد آن در پهنه‌هایی با تناسب پایین بیشتر از پهنه‌هایی با تناسب بالا باشد، نقشهٔ تهیه شده از دقت کافی برخوردار نخواهد بود و بایستی در نتایج آن تجدید نظر کرد.

$$AcI = \frac{Si/Ai}{\sum_{i=1}^{n} (Si/Ai)} \times 100$$ رابطهٔ (۵)

در رابطهٔ (۵)، AcI : شاخص ارزیابی دقت در هر پهنه به درصد؛ Si : مساحتی از سکونتگاه فعلی که در پهنهٔ پیش‌بینی‌شده قرار گرفته است؛ Ai : مساحت پهنهٔ پیش‌بینی شده و n : تعداد پهنه‌ها می‌باشد.

یافته‌ها

ویژگی‌های ژئومورفولوژی یک مکان نه تنها در پراکندگی و تجمع فعالیت‌های انسانی موثر است بلکه یک عامل مهم در سیمای فیزیکی ساخت‌های فضایی به‌شمار می‌آید. علاوه‌براین همچنان که مکان‌یابی اولیه شهرها تحت تأثیر واحدهای ژئومورفولوژی نظیر دشت، کوه، جلگه و دامنه، و فرآیندهای حاکم بر آنها قرار دارد، قطعاً توسعهٔ فیزیکی شهرها نیز باعث برخورد آن‌ها با عناصر و واحدهای گوناگون ژئومورفیک خواهد شد. درنتیجه نتایج حاصل از تحلیل مکانی خصیصه‌های ژئومورفولوژی منطقه به عنوان یک معیار مهم مورد ارزیابی قرار گرفت و زیرمعیارهای ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت شیب و نوع سازند و جنس مواد در آن گنجانده شد که داده‌های آنها به صورت شکل (۴) می‌باشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود مقدار شیب تا ۱۹۹ درصد متغییر است و بیشترین گستردگی آن مربوط به مقادیر کمتر از ۹/۳۷ درصد است. از نظر جهت شیب نیز جهت‌های هشتگانه به‌همراه جهت هموار مشاهده می‌شود که تقریباً در تمام پهنهٔ مطالعاتی به نسبتی برابر گستردگی دارند. مقدار ارتفاع از سطح دریا از حداقل ۱۹۷۰ تا حداکثر ۲۸۷۰ متر در نوسان است و طبقهٔ ارتفاعی ۱۹۷۰ تا ۲۱۰۰ متر بیشترین وسعت را دربرگرفته‌است. از منظر سنگ‌شناسی نیز انواع جنس‌های کنگلومرا، آهک، مارن و رسوبات تراستی وجود دارد که در این بین بیشترین گستردگی به ذخایر تراستی و مخروط‌افکنه‌های کوهپایه‌ای جدید کم ارتفاع تعلق دارد.



الف) نقشهٔ شیب

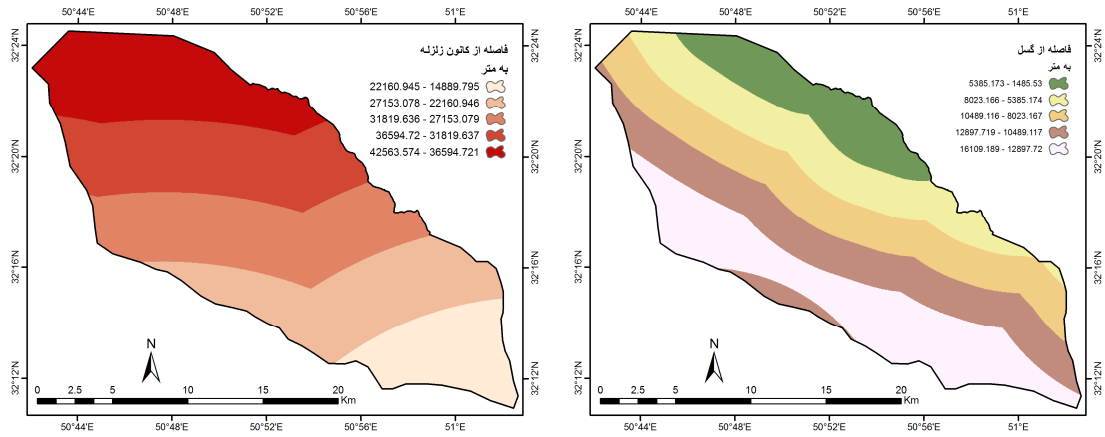
ب) نقشهٔ جهت شیب

ج) نقشهٔ ارتفاع از سطح دریا

د) نقشهٔ لیتولوژی و جنس سازند

شکل ۴- نقشهٔ زیرمعیارهای عامل ژئومورفولوژی (ترسیم: نگارندگان)

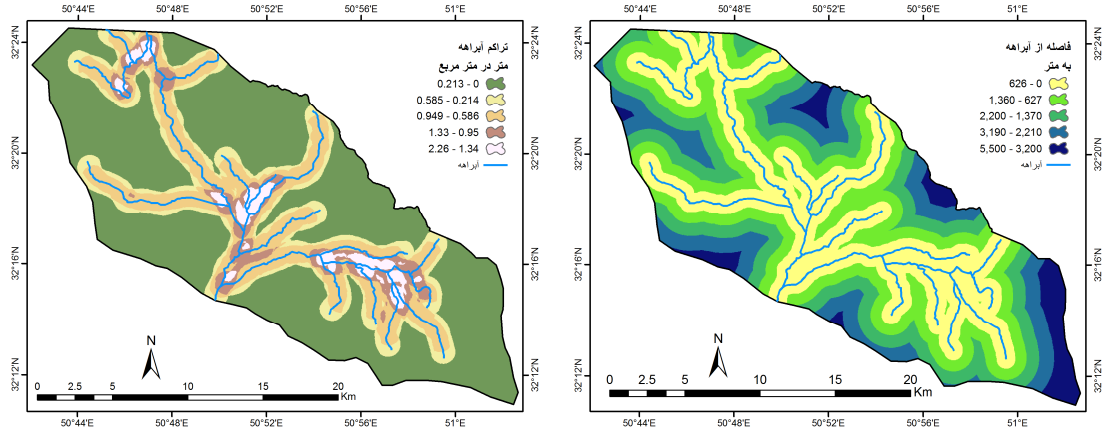
در مطالعات مرتبط با توسعهٔ آتی شهرها به منظور کاهش اثرات نامطلوب زلزله لازم است تا معیار لرزه‌خیزی مورد ارزیابی قرار گیرد. اگر چه نمی‌توان این موضوع را به صورت مستقیم بررسی نمود اما پارامترهایی نظیر تراکم گسل و فاصله از آن، تراکم کانون وقوع زلزله‌های پیشین و فاصله از آنها می‌تواند به صورت غیرمستقیم بر معیار لرزه‌خیزی دلالت کند. بدین‌منظور برای کاهش خطرات ناشی از لرزه‌خیزی باید حتی‌الامکان جایی را برای مکان‌گزینی شهر انتخاب نمود که حداکثر فاصله تا گسل و کانون وقوع زلزله‌های پیشین، و یا کمترین تراکم آنها را داشته باشد. نتایج حاصل از بررسی عامل لرزه‌خیزی منطقه مطالعاتی در قالب دو زیرمعیار فاصله از گسل و کانون زلزله‌های پیشین به صورت شکل (۵) می‌باشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود گسل عمده‌ای در منطقه وجود ندارد و فاصله از گسل از ۱۴۸۵ تا ۱۶۱۱۰ متر و فاصله از کانون زلزله‌های رخداده از ۱۴۸۸۹ تا ۴۲۵۶۴ متر در نوسان است، بنابراین نواحی شمال و شمال‌غرب منطقه به‌علت داشتن دورترین فاصله بیشترین اهمیت را برای توسعهٔ آتی شهرکرد دارند.



الف) نقشهٔ فاصله از گسل ب) نقشهٔ فاصله از کانون زلزله‌های رخداده

شکل ۵- نقشهٔ زیرمعیارهای عامل لرزه‌خیزی (ترسیم: نگارندگان)

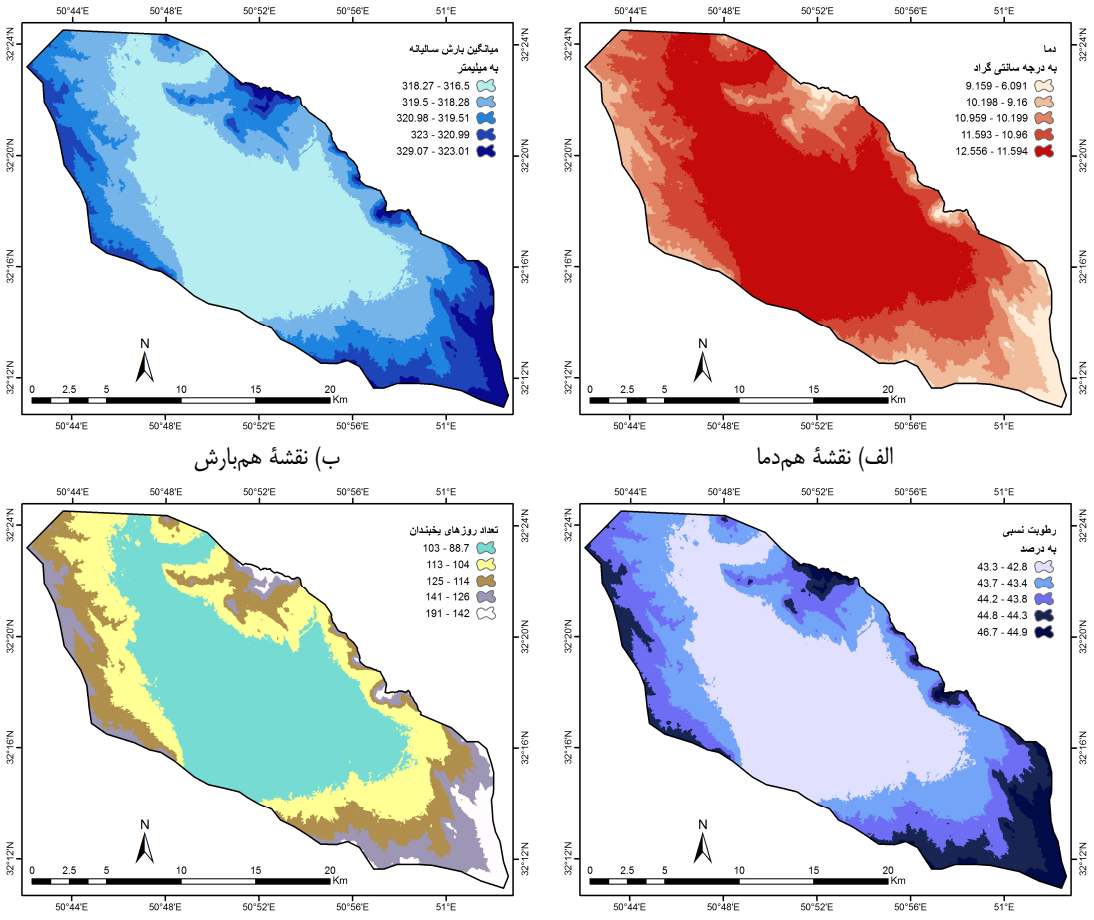
رودخانه‌ها به دلیل فعالیت‌های فرسایشی نظیر کندوکاو، انتقال و رسوب‌گذاری، سبب تخریب دامنه‌ها و تغییر شیب می‌شوند که در جهت افزایش شیب، تقویت نیروی جاذبه، کاهش مقاومت مواد و نهایتاً ناپایداری بستر را به‌دنبال دارد. همچنین رودخانه‌ها در مواقع طغیانی بر بستر و کرانه‌های خود هجوم می‌آورند و بر اثر سرریز آب، باعث سیل‌خیزی، مختل‌شدن فعالیت‌ها و خسارت‌های سنگین اقتصادی می‌شوند. بنابراین هنگام گسترش سکونتگاه‌های انسانی باید به تمام رفتارهای رودخانه از جمله سیل‌خیزی، میزان دبی، دوره‌های طغیان، سرعت جریان و حفظ حریم آنها توجه داشت که در صورت عدم توجه و کمبود مطالعات دقیق، خسارت‌های جبران ناپذیری رخ خواهد داد. در نتیجه بایستی برای ایجاد و توسعهٔ سکونتگاه‌های شهری پارامترهایی نظیر تراکم و فاصله از آبراهه‌ها و حفظ حریم رودخانه‌ها جهت بررسی اثرات سیل‌خیزی و کاهش زیان‌های احتمالی ناشی از وقوع سیل به طور کارشناسی ارزیابی گردد. نتایج حاصل از بررسی عامل سیل‌خیزی منطقه مطالعاتی در قالب دو زیرمعیار تراکم و فاصله از آبراهه‌ها به صورت شکل (۶) می‌باشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود فاصله از آبراهه تا حداکثر ۵۵۰۰ متر و تراکم آن تا بیشینهٔ ۲/۲۶ متر در مترمربع متغیر است، بنابراین مناطق دارای دورترین فاصله و کم‌ترین تراکم آبراهه، بیشترین اهمیت را برای رشد آتی شهرکرد دارند.



الف) نقشهٔ فاصله از آبراهه ب) نقشهٔ تراکم آبراهه

شکل ۶- نقشهٔ زیرمعیارهای عامل سیل‌خیزی (ترسیم: نگارندگان)

آب‌وهوا، سنجش وضع هوا در فاصلهٔ زمانی طولانی بر اساس میانگین بلندمدت و نوسانات عناصر اقلیمی است که نیازمند مشاهدات ثبت‌شده در ایستگاه‌های هواشناسی می‌باشد. عوامل و عناصر آب‌وهوایی به لحاظ تأثیر بر ساختار فیزیکی شهر، امکان توسعهٔ شهری، ایجاد فضای سبز، پیش‌بینی فعالیت‌های صنعتی و ایجاد شبکه‌های حمل‌ونقل، جایگاه ویژه‌ای در مکان‌گزینی شهرها دارد. از جمله عناصر اقلیمی که بایستی هنگام مکان‌یابی شهری مورد بررسی قرار گیرد، عبارتند از تابش خورشید، دما، رطوبت، بارش و شرایط باد که به‌دلیل همبستگی معنی‌دار با فیزیونومی انسان، بیشترین تأثیر را بر اُرگانیسم آن دارند. زیرا گردش خون، تنفّس و عملکرد سیستم‌های عصبی تا حد زیادی متأثر از این عوامل محیطی است. نتایج حاصل از ارزیابی عامل اقلیم در قالب بررسی زیرمعیارهای دما، بارش، رطوبت‌نسبی، میانگین سرعت باد، حداکثر سرعت باد غالب و تعداد روزهای یخبندان در شکل (۷) گزارش شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود مقدار دما از ۶ تا ۱۲/۵ درجه سانتیگراد، مقدار بارش از ۳۱۵ تا ۳۳۰ میلیمتر، میانگین سرعت باد از ۲/۸ تا ۲/۹۸ نات، حداکثر سرعت باد غالب از ۸/۹۹ تا ۹/۰۹ نات، مقدار رطوبت نسبی از ۴۲/۸ تا ۴۶/۷ درصد، و تعداد روزهای یخبندان از ۸۸ تا ۱۹۱ روز در نوسان است. در نتیجه از منظر عناصر دما، بارش، رطوبت‌نسبی و روزهای یخبندان نواحی مرکزی محدوده مطالعاتی دارای بیشترین اهمیت هستند و از منظر عناصر میانگین سرعت باد و حداکثر سرعت باد غالب نواحی شرقی، جنوبی و مرکزی حداکثر ارجحیت را دارند.

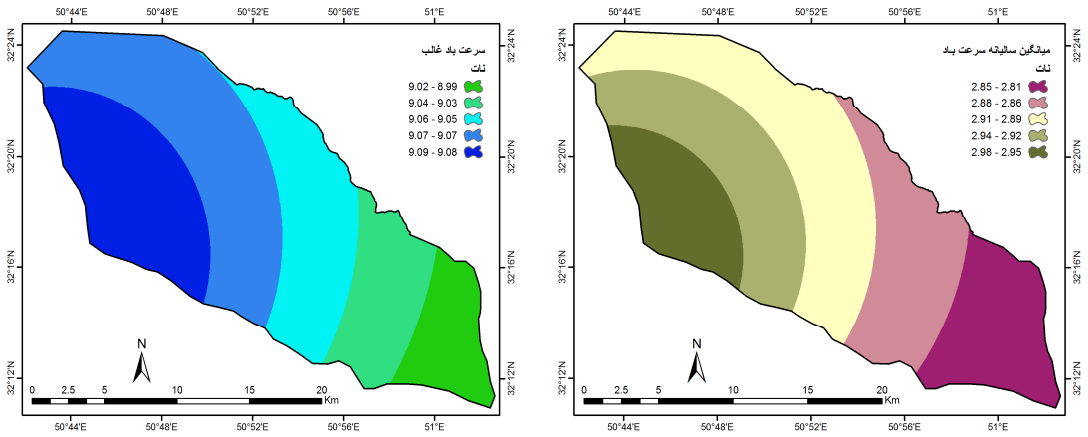


الف) نقشهٔ هم‌دما

ب) نقشهٔ هم‌بارش

ج) نقشهٔ هم‌خطوط رطوبت نسبی

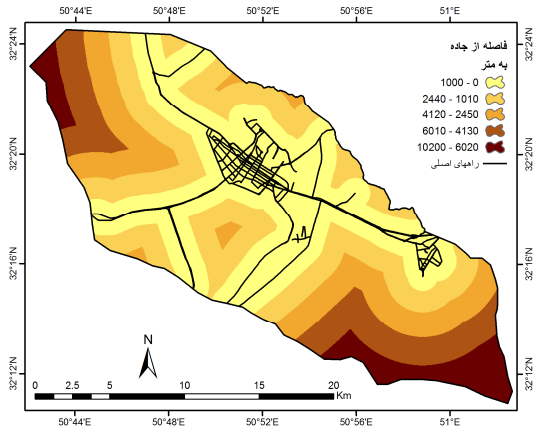
د) نقشهٔ هم‌خطوط تعداد روزهای یخبندان



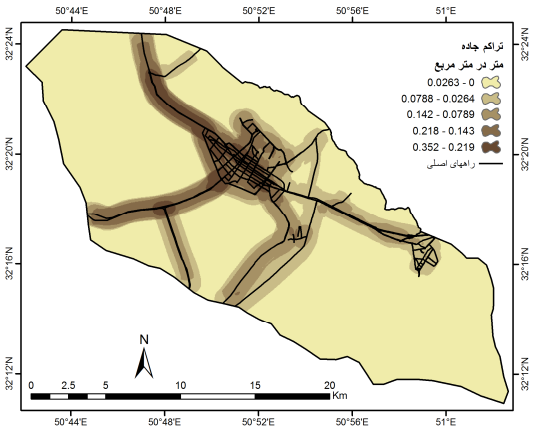
و) نقشهٔ هم‌خطوط میانگین سرعت باد ی) نقشهٔ هم‌خطوط سرعت باد غالب

شکل ۷- نقشه زیرمعیارهای عامل اقلیمی (ترسیم: نگارندگان)

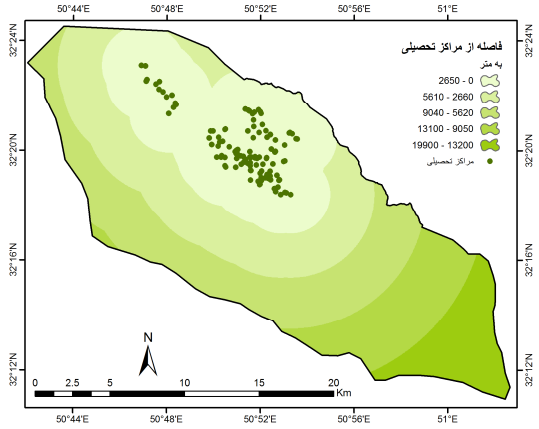
انسان همواره با فعالیت‌هایی نظیر ایجاد زیرساخت‌های عمرانی و صنعتی و افزایش سطوح زیر کشت، سبب توسعهٔ سکونتگاه‌های شهری شده‌است که نتیجهٔ این فرآیند نحوهٔ دسترسی به خدمات شهری را راحت‌تر کرده و افزایش امنیت در نتیجه تراکم بیشتر جمعیت شهری را در پی خواهد داشت. بنابراین برای اینکه مدیریت و برنامه‌ریزی مناسبی برای توسعهٔ سکونتگاه شهری وجود داشته باشد، بایستی این عوامل مورد بررسی قرار گیرد. دسترسی به راه‌ها و سیستم حمل‌ونقل مناسب از جمله عواملی هستند که در مکان‌گزینی سکونتگاه‌های شهری نقش مهمی دارند، بدین‌گونه که بسیاری از نواحی منزوی و دورافتاده، زمانی که از امکانات ارتباطی و حمل‌ونقل بهینه برخوردار می‌شوند، از انزوای جغرافیایی خارج شده و ارزش اقتصادی بالایی بدست می‌آورند. زیرا راه‌ها و وسایل حمل‌ونقل، شریان‌های ارتباطی، شاهرگ‌های مواصلاتی و عامل ارتباط دهندهٔ تأسیسات مختلف شهری هستند و وجود چنین امکاناتی، توجیه لازم را برای ایجاد کانون‌های جمعیتی فراهم می‌کند. پارامترهای مورد استفاده در پژوهش حاضر جهت بررسی اثرات عوامل انسانی در رشد بهینهٔ آتی شهرکرد عبارتند از کاربری اراضی و دسترسی که در قالب زیرمعیارهای تراکم و فاصله از راه‌های ارتباطی، فاصله از مراکز درمانی (کلینیک و درمانگاه)، بیمارستان، خدماتی و اداری، آموزش عالی، آموزش تحصیلی (ابتدایی و متوسطه)، فضای سبز شهری، نوع کاربری و فاصله از فضای سبز حفاظت‌شده مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از بررسی عامل دسترسی به صورت شکل (۸) می‌باشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود فاصله از راه تا ۱۰۲۰۰ متر، تراکم جاده تا ۰/۵۵ متر در مترمربع، فاصله از مراکز آموزشی ابتدایی و متوسطه تا ۱۹۹۰۰ متر، آموزش عالی تا ۲۲۲۰۰ متر، کلینیک و درمانگاه تا ۱۹۹۰۰ متر، بیمارستان تا ۲۳۱۰۰ متر، اداری و خدماتی تا ۱۸۶۰۰ متر و فضای سبز شهری تا ۱۸۰۰۰ متر متغیر است. از آنجایی که نزدیکی به این مراکز و تراکم بالای آنها نشان از مطلوبت دسترسی دارد، بخش مرکزی منطقه دارای بهترین تناسب ارضی برای توسعهٔ شهرکرد است.



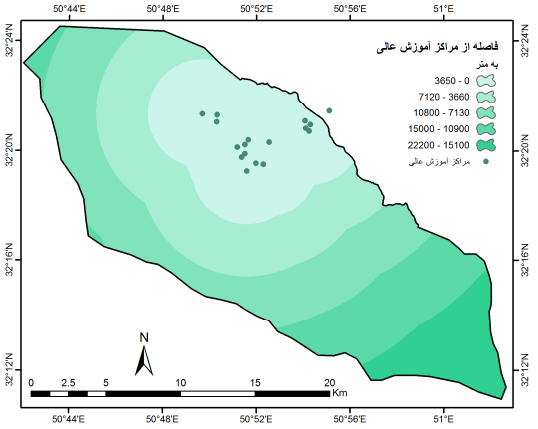
الف) نقشهٔ فاصله از راه‌های ارتباطی



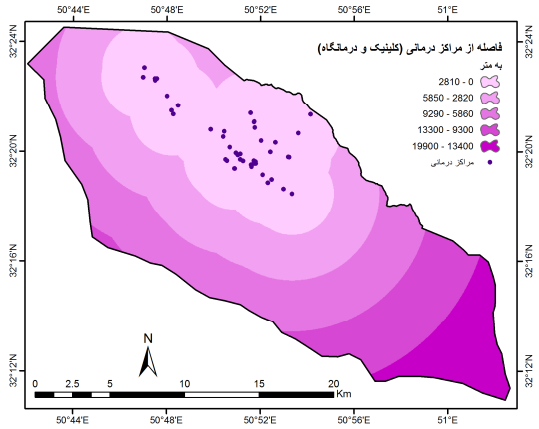
ب) نقشهٔ تراکم راه‌های ارتباطی



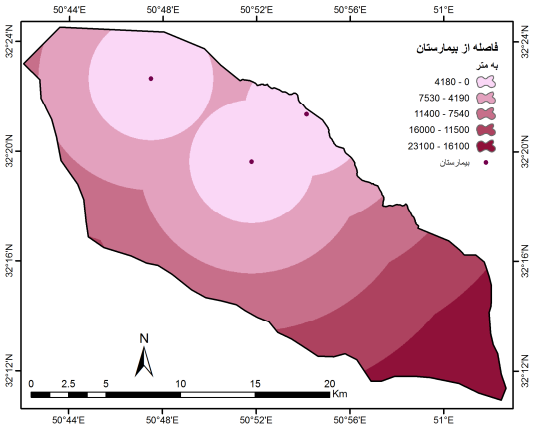
ج) نقشهٔ فاصله از مراکز تحصیلی (ابتدایی و متوسطه)



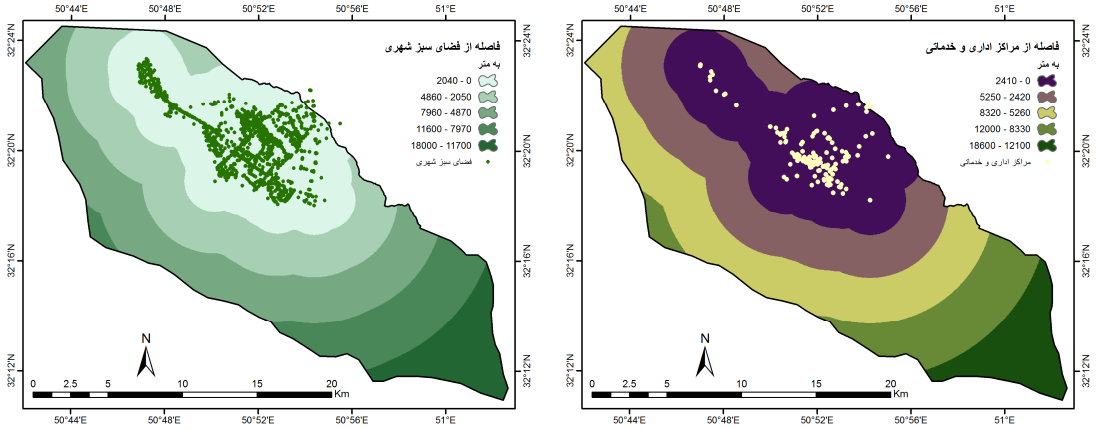
د) نقشهٔ فاصله از مراکز آموزش عالی



ذ) نقشهٔ فاصله از مراکز درمانی (کلینیک و درمانگاه)



ر) نقشهٔ فاصله از بیمارستان

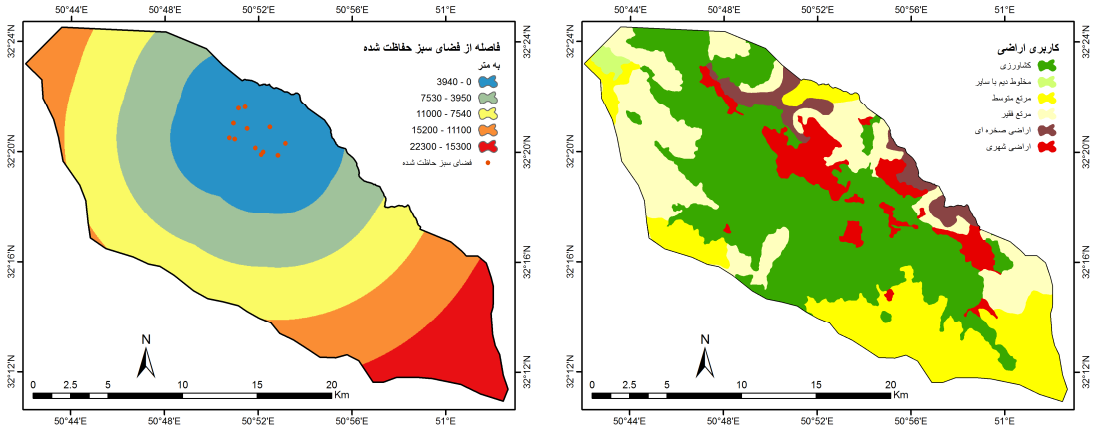


ز) نقشهٔ فاصله از مراکز اداری و خدماتی

و) نقشهٔ فاصله از فضای سبز شهری و تفرجگاه

شکل ۸- نقشهٔ زیرمعیارهای عامل دسترسی (ترسیم: نگارندگان)

کاربری، به‌کارگیری زمین توسط انسان برای اهداف خاص و نوع بهره‌برداری صحیح انسان از طبیعت است که حاکی از امکانات و توانمندی‌های زمین می‌باشد. اهمیت کاربری اراضی در توسعهٔ شهری در مبحث تغییر کاربری خلاصه می‌شود که به صورت بلندمدت بر روی اقلیم و ناپایداری بستر سکونتگاه شهری تأثیر می‌گذارد و باعث تنش‌های محیطی می‌شود. با افزایش جمعیت، توسعهٔ صنعت و کشاورزی، تغییرات کاربری اراضی در مناطق شهری و به تبع آن گستره‌ای از تغییرات محیطزیستی دیده می‌شود که بیشتر در ارتباط با تغییر نواحی زراعی به مسکونی و صنعتی است، درحالی‌که بهترین اراضی جهت توسعهٔ شهر از نظر کاربری در مرحلهٔ نخست زمین‌های درجه ۳ هستند. در پژوهش حاضر برای ارزیابی نقش کاربری اراضی در توسعهٔ آتی شهرکرد، این عامل نیز به صورت یک معیار مستقل در نظر گرفته شد و در قالب زیرمعیارهای نوع کاربری و فاصله از فضای سبز حفاظت‌شده مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج حاصل از آن به صورت شکل (۹) می‌باشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود کاربری‌های کشاورزی و مراتع بیشترین گستردگی را در منطقه دارند و با توجه به نوع و اهمیت بهره‌وری، مراتع فقیر مناسبترین مکان‌های توسعهٔ آتی شهرکرد محسوب می‌شوند. زیرا گسترش شهر در این کاربری، کمترین برخورد با طبیعت و حداقل تنش محیطی را در پی دارد. فاصله از فضای سبز حفاظت‌شده، مسافت حداکثری تا ۲۲۳۰۰ متر را نشان می‌دهد که بخش‌های جنوب‌شرقی بالاترین تناسب توسعهٔ آتی شهرکرد را دارند.



الف) نقشهٔ نوع کاربری

ب) نقشهٔ فاصله از فضای سبز حفاظت‌شده

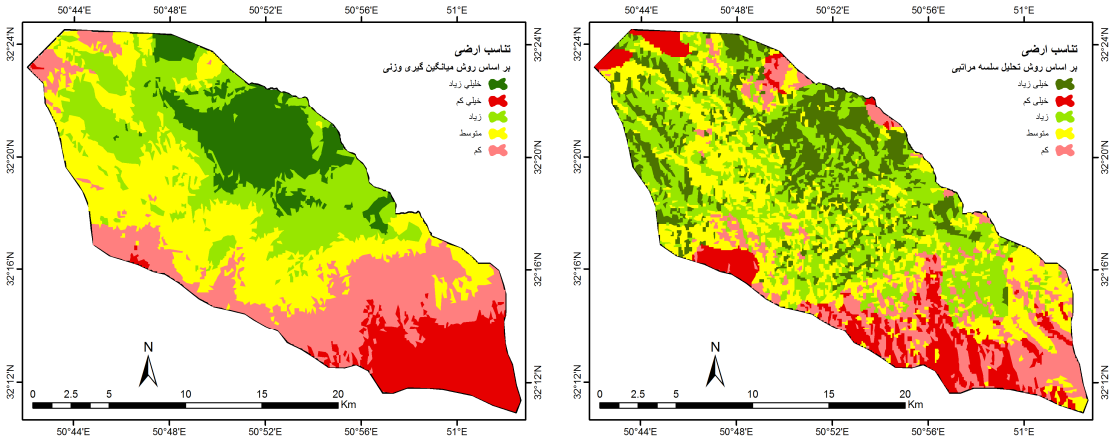
شکل ۹- نقشهٔ زیرمعیارهای عامل کاربری اراضی (ترسیم: نگارندگان)

در مرحلهٔ بعدی مدل مکان‌یابی پژوهش حاضر، وجود یک منطق و روش محاسباتی تعیین اولویت جهت ایجاد یک مجموع مقادیر عددی برای اعمال وزن لایه‌های رقومی معیارها و زیرمعیارها ضروری است که جهت ارجحیت‌بندی و تعیین وزن پارامترها از روش مقایسهٔ زوجی استفاده شد. برای این منظور پس از تعیین عوامل مؤثر در سازگاری زمین برای توسعهٔ آتی شهرکرد و تهیهٔ لایه‌های رقومی آنها، ارجحیت‌بندی عوامل نسبت به یکدیگر انجام شد و ماتریس‌های مقایسهٔ زوجی برای عوامل و زیرعامل‌ها شکل گرفت. سپس با استفاده از روش تقریبی میانگین‌گیری، وزن نسبی آنها محاسبه شد که نتایج حاصل از محاسبهٔ بردار وزن عوامل مؤثر در تحلیل سازگاری زمین، به صورت جدول (۲) می‌باشد. نرخ ناسازگاری ۰/۰۷، معنی‌داری ماتریس مقایسهٔ زوجی و سازگاری عوامل موثر در توسعهٔ بهینهٔ شهرکرد را تأیید می‌کند. نتایج مقایسه زوجی عوامل موثر در گسترش آتی شهرکرد (جدول ۲) حاکی از این است که در بین معیارها، ژئومورفولوژی و کاربری به‌ترتیب با وزن‌های ۰/۳۸۳ و ۰/۲۱۵، و در بین زیرمعیارها، شیب و جنس مواد و نوع سازند به‌ترتیب با وزن‌های ۰/۱۳۳ و ۰/۱۳۲ بالاترین اولویت را به خود اختصاص دادند. این نتایج با پژوهش یانگ و همکاران (۲۰۰۸: ۱۲۸۱) که با مقایسه زوجی عوامل توسعه شهری براساس AHP در چانگشای چین نتیجه گرفتند زیرمعیار شیب با وزن ۰/۴۰۳۶ بالاترین اهمیت را دارد، مطابقت دارد. همچنین با نتایج پژوهش داستان و همکاران (۱۳۹۲: ۴۴ و ۴۵) که با تبیین تأثیر فرم و فرآیندهای ژئومورفیک در توسعه شهری به مقایسه زوجی عوامل طبیعی و انسانی از طریق AHP پرداختند و به این نتیجه رسیدند که معیار ژئومورفولوژی با وزن ۰/۵۱۳ و زیرمعیارهای شیب و جنس سازند به ترتیب با وزن ۰/۲۰۵ و ۰/۱۲۹ حداکثر اهمیت را در گسترش شهر یاسوج دارد، مشابه است.

جدول ۲- بردار وزن معیارها و زیرمعیارها براساس روش مقایسهٔ زوجی (نرخ ناسازگاری ۰/۰۷)

معیار	بردار وزن	زیرمعیار	بردار وزن
ژئومورفولوژی	۰/۳۸۳	شیب	۰/۱۳۳
		جهت شیب	۰/۰۹۶
		جنس مواد و نوع سازند	۰/۱۳۲
		ارتفاع از سطح دریا	۰/۰۹۳
سیل‌خیزی	۰/۰۷۱	فاصله از آبراهه	۰/۰۴۴
		تراکم آبراهه	۰/۰۲۲
لرزه‌خیزی	۰/۱۴۹	فاصله از گسل	۰/۰۵۰
		فاصله از کانون زلزله‌های پیشین	۰/۰۵۱
اقلیم	۰/۰۴۰	بارش	۰/۰۴۲
		درجه حرارت	۰/۰۴۱
		میانگین سرعت باد	۰/۰۰۹
		درصد رطوبت نسبی	۰/۰۰۷
		حداکثر سرعت باد غالب	۰/۰۱۷
		تعداد روزهای یخبندان	۰/۰۰۶
دسترسی	۰/۱۴۱	فاصله از راه‌های ارتباطی	۰/۰۳۹
		تراکم راه‌های ارتباطی	۰/۰۴۰
		فاصله از مراکز آموزش عالی	۰/۰۱۰
		فاصله از بیمارستان	۰/۰۳۸
		فاصله از مراکز درمانی (کلینیک و درمانگاه)	۰/۰۳۵
		فاصله از مراکز تحصیلی (ابتدایی و متوسطه)	۰/۰۱۲
		فاصله از مراکز خدماتی و اداری	۰/۰۱۲
		فاصله از فضای سبز شهری و تفرجگاه	۰/۰۱۰
کاربری	۰/۲۱۵	فاصله از فضای سبز حفاظت‌شده	۰/۰۱۲
		نوع کاربری ارضی	۰/۰۵۰

در این مرحله، وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها جهت تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌بندی منطقه، به لایه‌های متناظر آنها اعمال گردید و سپس لایه‌های موزون براساس روش‌های میانگین‌گیری وزنی و تحلیل سلسله مراتبی با یکدیگر تلفیق شدند که نتایج حاصل از آن به صورت شکل (۱۰) می‌باشد. همانگونه که مشاهده می‌شود پهنه‌های تناسب ارضی خیلی‌زیاد و زیاد در روش میانگین‌گیری وزنی از یکنواختی بیشتری برخوردار هستند و عموماً در بخش‌های شمالی و مرکزی منطقه متمرکز شده‌اند، در حالیکه این یکنواختی و تمرکز در نقشهٔ تناسب ارضی به روش تحلیل سلسله‌مراتبی دیده نمی‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد که از لحاظ بصری و صوری روش میانگین‌گیری عملکرد مناسب‌تری نسبت به تحلیل سلسله مراتبی دارد.



الف) نقشهٔ تناسب اراضی براساس روش تحلیل سلسله مراتبی

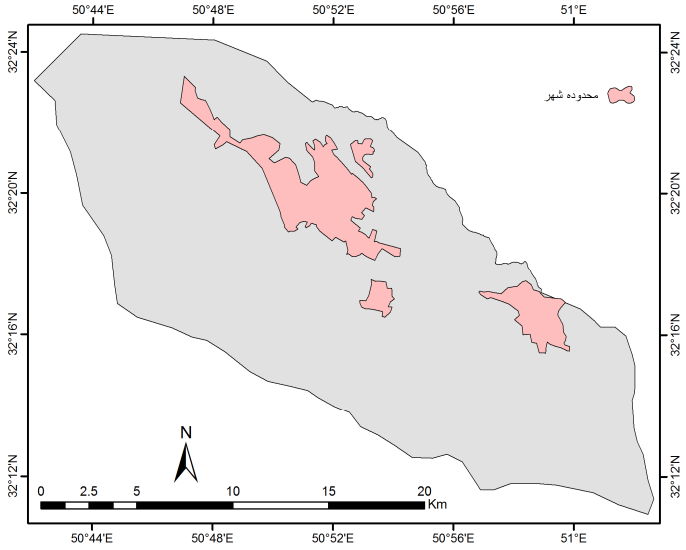
ب) نقشهٔ تناسب اراضی بر اساس روش میانگین‌گیری وزنی

شکل ۱۰- نقشه‌های تناسب ارضی منطقه مطالعاتی جهت توسعهٔ بهینهٔ شهرکرد در آینده (ترسیم: نگارندگان)

نتایج تحلیل تناسب ارضی توسعهٔ بهینهٔ شهرکرد (شکل ۱۰) نشان داد که وسعتی برابر ۱۲۸/۷۲ و ۱۸۴/۷۴ کیلومترمربع (۳۱/۶ و ۵۵/۲۲ درصد) از کل منطقه مطالعاتی به‌ترتیب در روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و میانگین‌گیری وزنی برای توسعهٔ بهینهٔ آتی شهرکرد تناسب زیاد تا خیلی‌زیاد دارد. موقعیت و گستردگی فضایی پهنه‌های مناسب پژوهش حاضر عمدتاً با بخش‌های مرکزی و شمالی منطقه مطالعاتی مطابقت مکانی دارد. این همسویگی به دلیل حداقل شیب و ارتفاع؛ گستردگی مواد رسوبی مخروط‌افکنه‌ای؛ بارش و روزهای یخبندان و رطوبت‌نسبی حداقلی، دمای حداکثری، کمترین سرعت باد، بیشینه دسترسی به خدمات آموزشی و درمانی و رفاهی و تفرجی و اداری، شبکه راه‌های ارتباطی متراکم و نوع کاربری مراتع فقیر می‌باشد. این نتایج با پژوهش یانگ و همکاران (۲۰۰۸: ۱۲۸۲) که با تحلیل مکانی مدیریت کاربری شهری در چانگشای چین برمبنای تلفیق AHP و GIS بیان کردند مساحت ۶۵۶۱/۲۷ کیلومترمربع (۵۵/۴۸ درصد) از کل منطقه برای توسعه شهری مناسب است که از این مقدار وسعت ۱۷۴۶/۴۶ کیلومترمربع (۱۴/۷۷ درصد) تناسب بسیار بالا دارد و عمدتاً بر شیب‌های کمتر از ۳ درصد و اراضی فقیر منطبق است، مطابقت دارد. همچنین نتایج موسوی و همکاران (۱۳۹۵: ۶۹) مطابق با نتایج پژوهش حاضر است که با مکان‌یابی عرصه‌های مناسب توسعهٔ آتی شهری بر اساس تلفیق AHP و GIS نتیجه گرفتند پهنه‌های مناسب توسعه شهری یاسوج ۵۷/۸ درصد (۱۲/۰۸ کیلومترمربع) از مساحت سکونتگاه فعلی را دربرگرفته و امکان افزایش تا ۱۱۳/۸ کیلومترمربع را دارد و عمدتاً به‌واسطه شیب کم، دمای پایین، حداکثر بارش، حداقل احتمال وقوع زلزله و سیل، تراکم بالای راه و سهولت دسترسی به مراکز خدماتی بر نـواحی شمالی، مرکزی و غرب منطقه منطبق است.

در پایان جهت بررسی میزان صحت نقشه‌های گسترش مطلوب شهرکرد از لایهٔ رقومی سکونتگاه‌های موجود فعلی (شکل ۱۱) بهره‌گیری شد. برای این منظور نقشه‌های پهنه‌بندی توسعهٔ بهینهٔ شهرکرد (شکل ۱۰) با سکونتگاه‌های فعلی

(شکل ۱۱) تلاقی داده شد و نتایج ارزیابی دقت به صورت جدول (۳) محاسبه و گزارش گردید. نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که پهنهٔ تناسبی خیلی‌زیاد به‌ترتیب با وسعتی معادل ۷۱/۰۳ و ۵۷/۶۹ کیلومترمربع (۱۷/۵۷ و ۱۴/۳ درصد از کل منطقه) در روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و میانگین‌گیری وزنی، ۴۵/۶۶ و ۶۵/۹۹ درصد از مساحت سکونتگاه موجود را به خود اختصاص داده‌است. پهنهٔ تناسبی زیاد نیز به‌ترتیب با وسعتی معادل ۱۲۵/۷۱ و ۵۹/۳ کیلومترمربع (۳۱/۱ و ۲۴/۱۲ درصد از کل منطقه) در روش‌های مزبور، ۴۳ و ۱۶/۴۲ درصد از مساحت سکونتگاه‌های موجود را دربرگرفته‌است.



شکل ۱۱- نقشهٔ سکونتگاه‌های فعلی شهرکرد (ترسیم: نگارندگان)

جدول ۳- نتایج حاصل از تلفیق نقشهٔ سکونتگاه‌های شهری موجود و نقشهٔ گسترش بهینهٔ آتی شهرکرد

روش	پهنهٔ تناسبی	مساحت پهنه (کیلومترمربع)	درصد مساحت پیش‌بینی شده	مساحت تلاقی داده شده	درصد مساحت تلاقی داده شده
تحلیل سلسله مراتبی	خیلی‌کم	۴۳/۰۸	۱۰/۶۶	۰/۰۸	۰/۲۳
	کم	۵۷/۳۶	۱۴/۱۹	۰/۵۶	۱/۶
	متوسط	۱۰۶/۹۸	۲۶/۴۷	۳/۳۳	۹/۵۱
	زیاد	۱۲۵/۷۱	۳۱/۱	۱۵/۰۷	۴۳
	خیلی‌زیاد	۷۱/۰۳	۱۷/۵۷	۱۶	۴۵/۶۶
میانگین‌گیری وزنی	خیلی‌کم	۴۷/۴۳	۱۱/۷۶	۰	۰
	کم	۸۴/۱۴	۲۰/۸۶	۴/۳۳	۱۲/۳۵
	متوسط	۱۱۶/۸۳	۲۸/۹۶	۱/۸۳	۵/۲۳
	زیاد	۹۷/۳	۲۴/۱۲	۵/۷۶	۱۶/۴۲
	خیلی‌زیاد	۵۷/۶۹	۱۴/۳	۲۳/۱۳	۶۵/۹۹

آنچه که از نتایج مکان‌یابی مبتنی بر ارزیابی روش‌ها (جدول ۳) حاصل شد، نشان داد که رعایت ترتیب و وجود روند صعودی مقادیر شاخص ارزیابی دقت از پهنهٔ تناسبی خیلی‌کم (۰/۲۳ درصد) به خیلی‌زیاد (۴۵/۶۶ درصد) در روش تحلیل سلسله مراتبی نیز مؤید نتایج قابل‌قبول آن است، درحالی‌که این ترتیب صعودی در پهنه‌های تناسبی کم (۱۲/۳۵درصد) و متوسط (۵/۲۳ درصد) در روش میانگین‌گیری رعایت نشده است. با این وجود به‌دلیل اینکه پهنه‌های خیلی‌زیاد (۶۵/۹۹

درصد) و زیاد (۱۶/۴۲ درصد) در اولویت‌های نخست و دوم اهمیت توسعهٔ بهینهٔ شهرکرد قرار دارند و ترتیب صعودی شاخص ارزیابی دقت در این پهنه‌ها برمبنای روش میانگین‌گیری رعایت شده است، بنابراین نتایج این روش نیز از صحت قابل‌قبول برخوردار است. این نتایج با پژوهش‌های تال و همکاران (۲۰۰۵: ۳۳۷) در تلفیق تحلیل چند معیاره با GIS برای ارزیابی تناسب اکولوژیکی شهری، یانگ و همکاران (۲۰۰۸: ۱۲۷۹) در ترکیب AHP و GIS برای آمایش شهری، باز و همکاران (۲۰۰۹: ۱۲۸) در تلفیق تکنیک‌های مدل‌سازی و تحلیل بر مبنای GIS در توسعهٔ بی‌برنامهٔ شهری، میرکتولی و کنعانی (۱۳۹۰: ۷۵) در تلفیق مدل ارزیابی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری با روش تصمیم‌گیری چند معیاره بر پایهٔ GIS به منظور تعیین نواحی مناسب خزش شهری، موسوی و همکاران (۱۳۹۵: ۶۹) در بهره‌گیری از AHP و GIS برای مکان‌یابی عرصه‌های مناسب توسعهٔ آتی شهری، و حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۶: ۵۱۹) در استفاده از مدل‌های AHP، آنتروپی شانون و هلدرن برای ارزیابی جهات بهینهٔ گسترش فیزیکی شهری مشابه است. قریب به اتفاق اکثر این پژوهش‌ها بیان کردند که تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های چند معیاره نظیر تحلیل سلسله مراتبی می‌تواند به عنوان روشی قدرتمند جهت ارائه مدل پیش‌بینی و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی مورد استفاده قرار گیرد. در نتیجه به مدیران و برنامه‌ریزان محیطی این امکان را می‌دهد که با استفاده از توابع تحلیل معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها، مناسبترین پهنه توسعه شهری را شناسایی و معرفی نمایند.

نتایج

در مکان‌یابی توسعهٔ بهینه شهری، ارزیابی سیستماتیک و مقیاس‌مند تحلیل سازگاری اراضی و نوع کاربری از دیرباز مورد توجه پژوهشگران بوده است که عمدهٔ آنها رویکرد حل مسئله دارند و بیشتر از یک روش با تاکید بر تحلیل سلسله مراتبی بهره جسته‌اند. پژوهش حاضر در یک چارچوب مقایسه‌ای رویکرد ارزیابی روش‌ها را نیز به رویکرد حل مسئله افزوده است و دیدگاه مطالعاتی خود را به صورت گسترده‌تری روی مقایسهٔ نتایج روش‌های میانگین‌گیری وزنی و تحلیل سلسله مراتبی برمبنای داده‌های مکانی جهت تحلیل سازگاری زمین برای توسعهٔ بهینهٔ آتی شهرکرد متمرکز کرده است، تا بتوان به نتایج جامع‌تری در این خصوص دست یافت که در صورت تحقق، حاکی از تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تر دارد. به‌عبارتی گشتاور چارچوب پژوهش پیش‌رو علاوه بر حل مسئله که شناسایی مکان‌های مطلوب توسعهٔ آتی شهرکرد است، روی مقایسهٔ روش‌های میانگین‌گیری وزنی و تحلیل سلسله مراتبی قرار دارد. از مزایای این دیدگاه می‌توان به انعطاف‌پذیری آن در خصوص نتایج مطلوب‌تر اشاره نمود که کمترین برخورد توسعهٔ شهری با بستر محیطی و خصیصه‌های طبیعی آن و در نهایت کاهش مسائل انسانی و محیط زیستی را در پی خواهد داشت.

کثرت استفاده از معیارها و زیرمعیارهای متعدد در کنار بهره‌گیری از زیرمعیارهایی نظیر تعداد روزهای یخبندان، حداکثر سرعت باد غالب، میانگین سرعت باد و رطوبت‌نسبی به طور خاص، امتیاز نسبی پژوهش حاضر را در انتخاب و تأثیرسنجی گستره‌ای از شاخص‌های موثر نشان می‌دهد. انتخاب این پارامترها به دلیل تأثیر حداکثری آنها بر اُرگانیسم انسان است، به‌گونه‌ای‌که گردش خون، تنفّس، عملکرد سیستم‌های عصبی و سایر خصوصیات فیزیونومی انسان تا حد زیادی تحت تأثیر این عناصر قرار دارد. بنابراین بایستی در مطالعات توسعهٔ آتی شهرکرد و سایر پژوهش‌های مشابه که انسان، فعالیت‌هایش و محیط‌زیست در رأس تصمیم‌گیری‌ها قرار دارد، این پارامترها مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرد. در خصوص معیار دسترسی و شاخص‌های زیر مجموعهٔ آن علاوه‌بر راه‌های ارتباطی نیز گستره وسیعی از پارامترها نظیر فاصله از مراکز درمانی (کلینیک و درمانگاه)، خدماتی و اداری، آموزش عالی، آموزش تحصیلی (ابتدایی و متوسطه)، بیمارستان و فضای سبز شهری مورد بررسی قرار گرفت که در مقایسه با پژوهش‌های مشابه یک حُسن نسبی محسوب می‌شود. وجود این پارامترها حاکی از دسترسی مطلوب به خدمات شهری، رفاه نسبی و اشتغال شهروندان می‌باشد و قابلیت‌ها و توانمندی‌های ویژه آن مرکز را برای جذب جمعیت نشان می‌دهد که در صورت فقدان آنها با معضلات عدم سکونت‌گزینی جمعیت، پدیدهٔ مهاجرت

ناخواسته، اختلال در محیط‌های فرهنگی و به‌هم‌ریختگی بافت اقتصادی و اجتماعی مواجح می‌شود. رعایت جنبه‌های زیست‌محیطی توسعهٔ شهری نظیر حفاظت از گونه‌های جانوری و گیاهی و عدم دست‌اندازی به طبیعت نیز از دیگر شاخص‌های اصلی مورد سنجش در پژوهش حاضر است که در قالب عامل کاربری اراضی و زیرمعیار فاصله تا فضای سبز حفاظت‌شده مورد ارزیابی قرار گرفته‌است. این شاخص از چند جهت دارای اهمیت است، نخست اینکه پوشش گیاهی و جانوری طبیعی یکی از محسوس‌ترین نشانه‌های وضعیت اکولوژیکی منطقه محسوب می‌شود. دوم اینکه پوشش گیاهی طبیعی و انتخاب آن جهت ایجاد فضای سبز در شهر می‌تواند راهنمایی برای ایجاد و توسعهٔ فضای سبز سازگار با محیط در آینده باشد و قابلیت و استعداد سرزمینی را برای کشت گونه‌های مختلف نشان می‌دهد. سوم اینکه پوشش گیاهی طبیعی موجود در منطقه را می‌توان در نماسازی شهری، ایجاد تفرجگاه و تهویهٔ هوا به کار گرفت که در این صورت کمترین مسائل زیست‌محیطی را به همراه خواهد داشت.

در مجموع می‌توان بیان نمود که توسعهٔ بهینهٔ آتی شهرکرد بر مبنای پارامترهای مزبور و تلفیق روشهای تحلیل سلسله مراتبی و میانگین‌گیری وزنی با سیستم اطلاعات جغرافیایی، به سمت بخش‌های مرکزی و شمالی منطقه مطالعاتی بالاترین مطلوبیت و تناسب ارضی را دارد و در صورت اجرا بیشترین پایداری بستر محیطی، کمترین برخورد با طبیعت و حداقل تنش‌های محیط‌زیستی را در پی خواهد داشت و به تبع آن بیشینهٔ رضایت روحی و روانی برای شهروندان ایجاد می‌کند. عکس این وضعیت در بخش‌های جنوب‌شرقی منطقه مشاهده می‌شود که طبق نقشه‌های ترسیمی شرایطی معکوس وضعیت فوق‌الذکر در آن وجود دارد.

هرچند که از نظر صوری روش میانگین‌گیری وزنی نقشهٔ تناسبی به نسبت مطلوب‌تری از روش تحلیل سلسله مراتبی برای توسعهٔ آتی شهرکرد نشان می‌دهد، اما نتایج شاخص ارزیابی دقت به دلیل دارا بودن روند صعودی کامل مقادیر آن در روش تحلیل سلسله مراتبی، این موضوع را نقض می‌کند و نشان از دقت بالاتر آن دارد. ناگفته نماند که عدم رعایت مقادیر صعودی شاخص ارزیابی دقت در روش میانگین‌گیری وزنی تنها در پهنه‌های کم و متوسط مشاهده می‌شود که به دلیل اهمیت ناچیز آنها در مباحث اجرایی توسعهٔ بهینهٔ شهرکرد در آینده، نتایج این روش را کم‌اهمیت نمی‌کند. بنابراین می‌توان گفت که به دلیل دقت بالای روش میانگین‌گیری وزنی در پیش‌بینی پهنه‌های زیاد و خیلی‌زیاد و همچنین یکنواختی و تمرکز آنها در نقشهٔ تناسب ارضی تهیه شده براساس آن، نتایج به نسبت منطقی‌تری از روش سلسله مراتبی دارد. لذا پیشنهاد می‌شود که این روش‌ها به همراه سایر روش‌های مشابه در سایر مناطق نیز مورد مطالعه قرار گیرد و همچنین نتایج حاصل از آنها با نتایج پژوهش حاضر مقایسه گردد تا بتوان کارایی آنها را به صورت جامع‌تری مورد بررسی قرار داد و به دنبال آن بهترین روش را جهت پژوهش‌های آتی و کسب نتایج مطلوب‌تر انتخاب نمود.

قدردانی

پژوهش حاضر مستخرج از طرح پژوهشی در دانشگاه کاشان با شمارهٔ قرارداد ۷۸۳۲۷۶ می‌باشد. بدین‌وسیله از حوزهٔ معاونت پژوهشی دانشگاه کاشان به دلیل تأمین هزینه‌های مالی این طرح تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

References:

ابراهیم‌زاده، عیسی؛ رفیعی، قاسم (۱۳۸۸). ***مکان‌یابی بهینهٔ جهات گسترش شهری با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) (موردشناسی: شهر مرودشت)***. جغرافیا و توسعه، دوره ۷، شماره ۱۵، صص ۷۰-۴۵.

احمدی، طیبه؛ زنگنه اسدی، محمدعلی؛ رامشت، محمدحسین؛ مقصودی، اکبر (۱۳۹۲). ***محدودیت‌ها و قابلیت‌های فرآیندهای ژئومورفیک در توسعه و برنامه‌ریزی شهر خرم‌آباد***. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، دوره ۳، شماره ۱۱، صص ۳۴- ۱۹.

اخوان، رضا؛ کرمی خرم‌آبادی، منا؛ سوسنی، جواد (۱۳۹۰). ***کاربرد دو روش کریجینگ و IDW در پهنه‌بندی تراکم و تاج پوشش جنگل‌های شاخه‌زاد بلوط (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ کاکارضای خرم‌آباد لرستان)***. مجلهٔ جنگل ایران، دوره ۳، شماره ۴، صص۳۱۶-۳۰۵.

امانپور، سعید؛ علیزاده، هادی؛ قراری، حسن (۱۳۹۲). ***تحلیلی بر مکان‌یابی جهات بهینه توسعه فیزیکی شهر اردبیل با استفاده از مدل AHP***. برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دوره ۳، شماره ۱۰، صص ۹۶-۸۳.

امین‌زاده گوهرریزی، بهنام؛ روشن، مینا؛ بدر، سیامک (۱۳۹۱). ***ارزیابی تطبیقی روش‌های مکان‌یابی شهرهای جدید در ایران (دهه ٦٠ تا ٨٠)***. باغ نظر، دوره ۹، شماره ۲۳، صص ۳۲ – ۲۱.

پورجعفر، محمدرضا؛ منتظرالحجه، مهدی؛ رنجبر، احسان؛ کبیری، رضا (۱۳۹۱). ***بررسی روند توسعه فیزیکی شهر جدید سهند و تعیین محدوده‌های مناسب به منظور توسعه آتی آن.*** مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، دوره ۴، شماره ۱۳، صص ۹۴- ۸۱.

پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۹۱). ***برنامه‌ریزی مسکن،*** چاپ دهم، انتشارات سمت، تهران، ۱۶۴ صفحه.

جمعه پور، محمود؛ عیسی لو، شهاب الدین؛ گودرزی، وحید؛ دوستی سبزی، بهزاد (۱۳۹۶). ***تدوین راهبردهای توسعه شهری با رویکرد توسعه دانش بنیان (مورد مطالعه: شهر صنعتی اراک).*** اقتصاد و مدیریت شهری، دوره ۵، شماره ۲۰، صص ۶۵-۵۳.

حاتمی نژاد، حسین؛ لرستانی، اکبر؛ احمدی، سجاد؛ محمدی، مریم (۱۳۹۶). ***تحلیل الگوی گسترش فیزیکی شهر خرم آباد با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن و تعیین جهات بهینه گسترش آن با استفاده از مدل AHP.*** پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۹، شماره ۳، صص ۵۳۷-۵۱۹.

حسینی، سید احمد؛ ابراهیم زاده، عیسی؛ رفیعیان، مجتبی؛ مدیری، مهدی؛ احدنژاد روشتی، محسن (۱۳۹۴). ***نظارت بر پویایی شهرنشینی در ایران معاصر با استفاده از تصاویر چند زمانه DMSP/OLS***. فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۴، شماره ۹۶، صص ۳۷-۲۱.

داستان، داریوش؛ ولی، عباسعلی؛ رنجبر، ابوالفضل؛ موسوی، سید حجت (۱۳۹۲). ***تبیین تأثیر فرم و فرآیندهای ژئومورفیک در توسعه فیزیکی سکونتگاه شهری یاسوج.*** پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، دوره ۳، شماره ۶، صص ۶۰-۳۷.

دبیری، آزاده؛ منوری، سید مسعود؛ شریعت، سید محمود؛ فرشچی، پروین (۱۳۹۲). ***ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تجمعی شهرک‌های صنعتی شهرستان نظرآباد.*** علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۵، شماره ۲، صص ۱۰۴-۹۱.

زبردست، اسفندیار (۱۳۸۰). ***کاربرد «فرایند تحلیل سلسله مراتبی» در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای.*** هنرهای زیبا، شماره ۱۰، صص ۲۱-۱۳.

زنگی آبادی، علی (۱۳۷۱). ***تحلیل فضای الگوی توسعه فیزیکی شهر کرمان.*** پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

زیاری، کرامت الله (۱۳۸۴). ***برنامه‌ریزی شهرهای جدید.*** چاپ ششم، انتشارات سمت، تهران، ۱۸۴ صفحه.

سرور، هوشنگ؛ خیری‌زاده آروق، منصور؛ لاله‌پور، منیژه (۱۳۹۳). ***نقش عوامل محیطی در امکان‌سنجی توسعه فیزیکی بهینه شهر ملکان***. پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، دوره ۵، شماره ۱۸، صص ۱۱۴-۹۵.

سعیدنیا، احمد (۱۳۷۸). ***کتاب سبز راهنمای شهرداری‌ها، کاربری زمین شهری***. چاپ اول، انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری وزارت کشور، تهران، ۱۷۰ صفحه.

شکوئی، حسین (۱۳۹۳). ***دیدگاه‌های نو در جغرافیای شهری***. جلد اول، چاپ ۱۷، انتشارات سمت، تهران، ۵۵۲ صفحه.

صدوق، سید حسن؛ فهیم، علی (۱۳۹۳). م***حدودیت‌های ژئومورفولوژیک و رشد فیزیکی شهر تویسرکان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل رقومی ارتفاعی (DEM)***. فصلنامه آمایش محیط، دوره ۷، شماره ۲۷، صص ۱۴۲-۱۲۱.

صیامی، قدیر؛ ویسه، مهدیه؛ رخساری طالمی، سمیه (۱۳۹۴). ***سنجش معیارهای بهینه مکان‌یابی پروژه‌های مسکن مهر استان البرز با استفاده از روش‌های تحلیل چندمعیاره AHP و TOPSIS***. فصلنامه شهر پایدار، دوره ۲، شماره ۱، صص ۱۲۸- ۹۹.

علیزاده، امین (۱۳۸۹). ***اصول هیدرولوژی کاربردی***. چاپ ۳۱، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد، ۹۴۲ صفحه.

غفاری، سیدرامین؛ شفقی، سیروس؛ صالحی، نگین (۱۳۸۸). ***ارزیابی سازگاری کاربری اراضی شهری با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی***. مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، دوره ۱، شماره ۴، صص ۷۶-۵۹.

فرهادی، رودابه (۱۳۷۹). ***تجزیه و تحلیل مکانی و مکان‌یابی مدارس با استفاده از GIS (مطالعه موردی: مدارس ابتدایی در منطقه ٦ تهران)***. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

فکوهی، ناصر (۱۳۸۳). ***انسان شناسی شهری***. چاپ اول، نشر نی، تهران، ۶۰۸ صفحه.

کرم، امیر؛ محمدی، اعظم (۱۳۸۸). ***ارزیابی و پهنه‌بندی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر کرج و اراضی پیرامونی بر پایه‌ی فاکتورهای طبیعی و روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)***. فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، دوره ۱، شماره ۴، صص ۷۴-۵۹.

گیلبرت، آلن؛ گاگلر، ژوزف (۱۹۹۶). ***شهرها، فقر و توسعه شهرنشینی در کشورهای جهان سوم***. ترجمه پرویز کریمی ناصری، ۱۳۷۵، چاپ اول، انتشارات شهرداری تهران، تهران، ۵۱۹ صفحه.

مجرد کاهانی، مسعود؛ خواهنده کارنما، اسدا...؛ صادقی، زین العابدین؛ حسینی، زهرا (۱۳۹۳). ***اولویت‌بندی مکان‌های پیشنهادی پاسگاه‌های اضطراری برای ارایه خدمات شهری پس از وقوع زلزله با استفاده از AHP (مطالعه موردی: شهر کرمان)***. فصل‌نامه دانش انتظامی، دوره ۵، شماره ۸، صص ۹۴-۷۹.

مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۰). ***آب و هوای ایران***. چاپ اول، انتشارات شریعهٔ توس، مشهد، ۲۷۷ صفحه.

مظفری، غلامعلی؛ اولی زاده، انور (۱۳۸۷). ***بررسی وضعیت توسعه فیزیکی شهر سقز و تعیین جهات بهینه توسعه آتی آن***. محیط شناسی، دوره ۳۴، شماره ۴۷، صص ۲۰-۱۱.

موسوی، سید حجت؛ ولی، عباسعلی؛ رنجبر، ابوالفضل؛ داستان، داریوش (۱۳۹۵). ***مکان‌یابی عرصه‌های مناسب توسعهٔ آتی شهر یاسوج***. پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دوره ۴، شماره ۱، صص ۸۸-۶۹.

مهدوی، مسعود؛ رحمانی، محمد (۱۳۹۰). ***تحلیلی بر مکانیابی اراضی مسکن در شهرهای اقماری با روش TOPSIS (نمونه موردی: شهر صالح آباد همدان)***. آمایش محیط، شماره ۱۴، صص ۱۹۵-۱۶۵.

میرکتولی، جعفر؛ کنعانی، محمد رضا (۱۳۹۰). ***ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه‌ی شهری با مدل تصمیم‌گیری چندمعیاری MCDM و GIS(مطالعه‌ی موردی: شهرستان ساری، استان مازندران)***. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۳، شماره ۷۷، صص. ۸۸-۷۵.

وارثی، حمیدرضا؛ تقوایی، مسعود؛ شریفی، نسرین (۱۳۹۴). ***تحلیل فضایی و مکانیابی بهینه فضاهای سبز شهری (نمونه موردی: شهر نجف آباد)***. پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، دوره ۶، شماره ۲۱، صص ۷۲-۵۱.

یاری‌قلی، وحید؛ زرین کاویانی، عظیم؛ سلطانی، ابوالفضل (۱۳۹۵). ***تعیین اراضی مناسب توسعه شهری با استفاده از روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی (AHP)، مطالعه موردی: شهر زنجان***. فصل‌نامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، دوره ۸، شماره ۲۸، صص ۱۹۰-۱۷۳.

Abhishek, N., Jenamani, M., Mahanty, B (2017). ***Urban growth in Indian cities: Are the driving forces really changing?*** Habitat International, No.69, pp.48-57.

Bagan, H., Yamagata, Y (2012). ***Landsat analysis of urban growth: How Tokyo became the world's largest megacity during the last 40 years***. Journal of Remote Sensing of Environment, No.127, pp.210–222.

Baz, I., Geymen, A., Nogay, S (2009). ***Development and application of GIS-based nalysis/synthesis modeling techniques for urban planning of Istanbul Metropolitan Area***. Advances in Engineering Software, No.40, pp.128–140.

Deza, M.M., Deza, E (2009). ***Encyclopedia of Distances***, Springer, Dordrecht Heidelberg, London, New York, DOI: 10.1007/978-3-642-00234-2, 583p.

Golany, G (1978). ***New town Planning: Principles and Practice***, John Wiley & Sons, New York.

Jiang, L., Deng, X., Seto, K.C (2013). ***The impact of urban expansion on agricultural landuse intensity in China***. Journal of Land Use Policy, No.35, pp.33–39.

Luckstead, J., Devadossb, S (2014). ***A nonparametric analysis of the growth process of Indian cities***. Economics Letters, No.124, pp.516–519.

SinghBoori, M., Choudhary, K., Kupriyanov, A., Kovelskiy, V (2016). ***Satellite data for Singapore, Manila and Kuala Lumpur city growth analysis***. Data in Brief, No.7, pp.1576–1583.

Small, C., Miller, R.B (1999). ***Monitoring the Urban Environment from Space, Lamont Doherty Earth Observatory***, Columbia University, Palisades, NY, USA.

Tal, S., Pua, B., Tsafra, B (2005). ***Urban land-use allocation in a Mediterranean ecoton: Habitat heterogeneity model incorporated in a GIS using a multicriteria mechanism***. Journal of Landscape and Urban Planning, No.72, pp.337-351.

Van Westen, C. J., Rengers, N., Terlien, M. T. J. and Soeters, R (1997). ***Prediction of the occurrence of slope instability phenomena through GIS-based hazard zonation***. Geologische Rundschau, No.86, pp.404-414.

Webster, R., Oliver, M.A (2000). ***Geostatistics for environmental scientists***, Wiley Press, 271 pp.

Wu, J., Li, R., Ding, R., Li, T., Sun, H (2017). ***City expansion model based on population diffusion and road growth***. Applied Mathematical Modelling, No.43, pp.1-14.

Yang, F., Zeng, G., Du, C., Tang, L., Zhou. J., Li, Z (2008). ***Spatial analyzing system for urban land-use management based on GIS and multi-criteria assessment modeling***. Progress in Natural Science, No.18, pp.1279-1284.

Zhang, Y., Yiyun, C., Qing, D., Jiang, P (2012). ***Study on Urban Heat Island Effect Based on Normalized Difference Vegetated Index: A Case Study of Wuhan City***. The 18th Biennial Conference of International Society for Ecological Modeling, Procedia Environmental Sciences, No.13, pp.574-581.