journal homepage: www.Jnabm.ir

Journal of Intelligent Marketing Management (JIMM)

ISSN: 2783-5405

Optimizing the spatial distribution of urban uses in order to improve relief operations in times of crisis by using biogeography optimization algorithm.

Mehdi Habibian[1], Saeid Giveh Chi*[2]

1- Master of Management in Natural Disasters, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

2*- Associate Professor, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran (corresponding author).
Email: givehchi@ut.ac.ir

Abstract

This research was done in order to reduce the vulnerability of urban areas against crises and increase their flexibility. The main problems of conventional methods of urban crisis management, such as the use of geographic information systems, are not paying attention to the mutual relationships between functions in the land complex.The research method is based on the evolution of the algorithm, which starts from an initial generation and improves with iteration. The research data is derived from a binary spectrum that shows the rate of inward migration (λ) and the rate of outward migration (μ). These data are used to determine the status of each variable in the tables and use in MATLAB software.The approved area of Semnan city with an area of 2,370 hectares is divided into two areas, old texture and new texture. The results of the research show that the required uses of one Semnan region, according to the transfer rate, are considered close to the urban development plans. The results of the algorithm showed that among the different dimensions (economic, social, physical-physical, environmental-ecological), the physical-physical dimension with a weight of 0.299 has the greatest effect on the distribution system of land uses and their neighborhood in Semnan city. Social factors with a weight of 0.217, environmental-ecological factors with a weight of 0.195 and economic factors with a weight of 0.171 are in the next ranks.For each of the four dimensions of the research, a GIS layer is prepared and the layers are overlapped according to the weights of each dimension. The overlapping results are compared with the development plan and show that the urban land use pattern of Semnan has not been formed based on the dimensions of biogeography and this creates management problems in rescue and relief in times of crisis. Therefore, there is a need to improve and optimize the distribution of land uses according to the biogeography optimization algorithm. After identifying the influencing variables, this method could help to improve the situation of relief and rescue and the system of distribution of uses in the city..

Keywords: urban uses, optimization, crisis aid, biogeography, algorithm

Citation:
Habibian, M., & Giveh chi, S. (2023). Optimizing the spatial distribution of urban uses in order to improve relief operations in times of crisis by using biogeography optimization algorithm.. Journal of Intelligent Marketing Management, 4(4),

Journal of Intelligent Marketing Management (JIMM), 1402, Volume 4, Number 4, Number 22
Publisher: Journal of Intelligent Marketing Management (JIMM)
Type of Article: Scientific Research
https://doi.org/ JABM.3.2.15564.35802323442
© Authors
Received: 08/10/1402
Received in revised from: 19/11/1402
Accepted: 21/12/1402
Published online: 26/12/1402

journal homepage: www.Jnabm.ir

نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند

ISSN: 2783-5405

بهینه سازی توزیع فضایی کاربری های تجاری شهری به منظور بهبود عملیات امدادونجات در مواقع بحران با استفاده از الگوریتم بهینه سازی جغرافیای زیستی

مهدی حبیبیان[1*]، سعید گیوه چی [2]

1- کارشناس ارشد مدیریت در سوانح طبیعی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

2- دانشیار دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). ایمیل:*givehchi@ut.ac.ir*

چکیده

در تحقیق حاضر، هدف بهینه‌سازی توزیع فضایی کاربری‌های شهری به منظور بهبود عملیات امداد و نجات در مواقع بحران با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی جغرافیای زیستی است. این پژوهش به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر بحران‌ها و افزایش انعطاف‌پذیری آنها انجام شده است. مشکلات اصلی روش‌های مرسوم مدیریت بحران شهری، مانند استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، عدم توجه به ارتباطات متقابل میان عملکردها در مجموعه اراضی است. روش تحقیق مبتنی بر تکامل الگوریتم است که از یک نسل اولیه شروع می‌کند و با تکرار بهبود می‌یابد. داده‌های تحقیق از یک طیف دوتایی حاصل شده‌اند که نرخ مهاجرت به داخل (λ) و نرخ مهاجرت به خارج (μ) را نشان می‌دهند. این داده‌ها برای تعیین وضعیت هر یک از متغیرها در جداول و استفاده در نرم‌افزار متلب به کار گرفته می‌شوند.محدوده مصوب شهر سمنان با مساحت ۲۳۷۰ هکتار به دو منطقه بافت فرسوده و بافت جدید تقسیم شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که کاربری‌های مورد نیاز منطقه یک سمنان، با توجه به نرخ انتقال، نزدیک به طرح‌های توسعه شهری در نظر گرفته شده هستند. نتایج حاصل از الگوریتم نشان داد که در بین ابعاد مختلف (اقتصادی، اجتماعی، کالبدی-فیزیکی، محیطی-اکولوژیکی)، بعد کالبدی-فیزیکی با وزن ۰.۲۹۹ بیشترین اثرگذاری را بر نظام توزیع کاربری‌ها و همجواری آنها در سطح شهر سمنان دارد. عوامل اجتماعی با وزن ۰.۲۱۷، محیطی-اکولوژیکی با وزن ۰.۱۹۵ و اقتصادی با وزن ۰.۱۷۱ در رتبه‌های بعدی قرار دارند.برای هر یک از ابعاد چهارگانه تحقیق، لایه GIS تهیه شده و همپوشانی لایه‌ها با توجه به اوزان هر بعد انجام می‌شود. نتایج همپوشانی با طرح توسعه مقایسه شده و نشان می‌دهد که الگوی کاربری اراضی شهری سمنان بر اساس ابعاد جغرافیای زیستی شکل نگرفته است و این امر مشکلات مدیریتی در امداد و نجات در مواقع بحران ایجاد می‌کند. بنابراین، نیاز به بهبود و بهینه‌سازی توزیع کاربری‌ها با توجه به الگوریتم بهینه‌سازی جغرافیای زیستی وجود دارد. این روش توانست پس از شناسایی متغیرهای اثرگذار، به بهبود وضعیت امداد و نجات و نظام توزیع کاربری‌ها در سطح شهر کمک کند.

کلیدواژه‌ها: کاربری‌های شهری، بهینه سازی، بحران، امدادونجات، الگوریتم جغرافیای زیستی

استناد:

حبیبیان, مهدی و گیوه چی, سعید. (۱۴۰۲). بهینه سازی توزیع فضایی کاربری های تجاری شهری به منظور بهبود عملیات امدادونجات در مواقع بحران با استفاده از الگوریتم بهینه سازی جغرافیای زیستی. مدیریت بازاریابی هوشمند, ۴(۴).

نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند، ۱۴۰۲، دوره ۴، شماره ۴، پیاپی ۲۲

ناشر: نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند

نوع مقاله: علمی پژوهشی

© نویسندگان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۸

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۵

https://doi.org/ JABM.3.2.15564.35802323442

مقدمه

امروزه یکی از مسائل مهم در مدیریت بحران و همچنین برنامه ریزی شهری، ارائه الگو و سیاست های مناسب جهت استقرار کاربری زمین در مناطق مختلف شهر است. جهان در حال حاضر در یک دوره تغییر و گذار سریع است. کشورها در معرض بلایای طبیعی بالقوه، بلایای تصادفی، رویدادهای بهداشت عمومی، امنیت اجتماعی تحت شرایط توسعه سریع اقتصادی، افزایش سریع جمعیت، شهرنشینی شتابان و دگرگونی اجتماعی سریع قرار گرفته‌اند(آبا[1]،۲۰۲۳). بحران های شهری فوق در هر زمان جان و دارایی مردم را تهدید می کند و حتی امنیت ملی را مستقیماً به خطر می اندازد. این رویدادها توسعه و تکامل بسیار پیچیده ای دارند(گرونوسترا[2]،۲۰۲۳). وقوع مکرر آنها و دشواری در کنترل نتیجه آنها توجه گسترده ای را در همه اقشار جامعه متوجه خود کرده و به یک خطر پنهان بزرگ تبدیل شده است که هماهنگی و ثبات اقتصادی و اجتماعی را به خطر می اندازد. بنابراین، یافتن روش‌های جدید مدیریت بحران شهری و تحلیل عمیق مکانیسم درونی توسعه اهمیت عملی زیادی در واکنش مؤثر به رویدادهای بحران عمومی شهری و پرداختن به آنها دارد(کاهش خطرات امنیتی برای مردم و کاهش خسارات اقتصادی و حفظ هماهنگی و ثبات اجتماعی) . ژانگ و همکاران (۲۰۲۰) پیشنهاد می‌کنند که مدیریت بحران‌های شهری، باید یک مدل زنجیره‌ای از مدیریت «محرک-پاسخ» تشکیل دهد(چانگ[3]،۲۰۲۳) .

از سوی دیگر، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری عملی است که طی آن برای هر واحد زمین، کاربردی خاص تخصیص می دهند، هدف از این برنامه‌ریزی ایجاد برنامه‌ای است که میزان رفاه اجتماعی را با توجه به محدودیت‌ها افزایش دهند. دستیابی به این هدف، نیازمند درک چگونگی تخصیص فضا و توزیع زمین میان کاربریها است که با روشهای ارزیابی کمی و کیفی کاربریها امکانپذیر است(آئوبری[4]،۲۰۲۲). بررسی و تعیین تناسب اراضی شامل مقایسه نیازمندیهای هر یک از انواع کاربریها با مشخصات و کیفیت موجود در هر یک از واحدهای اراضی است. متأسفانه در بسیاری از نقاط کشور ما از اهمیت این نکته چشم پوشی شده و اراضی بسیاری تحت کاربریهای نامناسب قرار میگیرند. همین توسعه و توزیع نامتناسب کاربریها در هر بخش از شهر در زمان وقوع بحران منجربه ایجاد مشکلاتی در امداد رسانی و مدیریت بحران در سطح شهر خواهد شد(بیبی[5]،۲۰۲۱).

مشکل اصلی شیوه های مرسوم همچون استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی و ... این است که دراین مدلها ارتباط متقابل میان عملکردها در مجموعه اراضی هدف مورد سنجش قرار نمی گیرند به همین دلیل از مدل های مبتنی بر الگوریتم های فراابتکاری استفاده میشود که سهم بسزایی را در حل تقریبی مسائل بهینه سازی دارا می باشند(چانگ[6]،۲۰۲۰). روش حل پیشنهادی در این پژوهش الگوریتم بهینه سازی جغرافیای زیستی bbo میباشد. در تبیین الگوی مناسب کاربری اراضی شهری با استفاده از این الگوریتم ، هر منطقه شهر به عنوان یک عضو منفرد شناخته میشود و دارای"شاخص میزان مطلوبیت " مخصوص به خود است و جمعیتی از جوابها برای گزینش یکی از شاخص های توزیع مناسب کاربری اراضی شهری استفاده میشود.شاخصی که مطلوبیت بیشتری در یک منطقه شهری دارد جواب بهینه برای آن منطقه میباشد که با استفاده از عملگرهای مهاجرت و جهش این الگوریتم به هرمنطقه اختصاص می یابد.عملگرجهش شاخصهایی که برای ارتقای کاربری اراضی در یک منطقه نیاز می باشد و عملگر مهاجرت شاخصهایی از کاربری

---

[1] - Abba
[2] - Grunstra
[3] - Chang
[4] - Aubrie
[5] - Beibei
[6] - Chang

اراضی که نیاز به جابجایی دارند ،ارزیابی و بهینه میکنند(ایون[1]،۲۰۱۹). در این تحقیق این شاخصها همگی در ابعاد امدادو نجات و بعنوان شاخص های مطلوب SiV بررسی میشوند که شامل ۴ بعد میباشد(ابعاد اقتصادی ، ابعاد اجتماعی ، ابعادکالبدی-فیزیکی ،ابعادمحیطی -اکولوژیکی).باتوجه به مطالب فوق الذکر، مساله اصلی این تحقیق آنست که آیا الگوریتم جغرافیای زیستی بر منجربه بهینه سازی توزیع فضایی کاربریهای شهری به منظور بهبود عملیات امدادونجات در شهر سمنان در مواقع بحران می شود؟

ضرورت تحقیق

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و ضرورت توسعه مناطق شهری, چگونگی مقابله با بحران های شهری, یکی از نگرانی های مهم جوامع شهری می باشد. رشد شهری در حال تغییر مستمر از شرایط زیست انسان بر زمین است. ابعاد و اندازه شهرهای امروز چه از نظر جمعیت ساکن و چه از حیث وسعت بی سابقه است. تغییرات عمده ای در ابعاد شهرها, نحوه استفاده از زمین و منابع آن و به دنبال آن اثرات نامطلوب محیطی ناشی از این تغییرات آشکار شده است. بررسی میزان آسیب ها و صدمات ناشی از بحرانها در شهرها در بسیاری از موارد نشان داده است درصد بالایی از صدمات به طور مستقیم و یا غیرمستقیم به وضعیت نامطلوب برنامه ریزی شهری و شناسایی و کاهش خطرات شهری مربوط می شده است. در واقع می توان گفت علل عمده آسیب ها و تلفات ناشی از بحرانهای شهری را علاوه بر بی توجهی و سهل انگاری در رعایت استانداردها و فقدان اصول ،برنامه ها و طرح های شهرسازی مناسب ،می توان در توزیع نامناسب کاربری اراضی شهری نیز جستجو کرد. با شناخت نحوه عمل و رفتار بحران در مناطق شهری و به کارگیری راهبردهای مناسب در توزیع مناسب کاربری اراضی شهری می توان خطر بحران را در مناطق شهری به کمترین میزان کاهش داد. یکی از جنبه های موثر در جهت کاهش آسیب پذیری مناطق شهری در برابر خطر بحران،بهره گیری از الگوریتم های بهینه سازی فراابتکاری همانند الگوریتم جغرافیای زیستی است می تواند انعطاف پذیری مناطق شهری را در برابر بحران، افزایش دهد.

ادبیات تحقیق

بررسی ادبیات بهینه سازی کاربری اراضی نشان می دهد که مطالعات متعدد بر روی تناسب اراضی و اهداف مبتنی بر زمین متمرکز شده است. این توابع عمدتا شامل تناسب اراضی ، فشرده سازی و توابع مرتبط با فاصله هستند. کائو و همکاران (۲۰۱۱) به حداکثر رساندن تولید ناخالص داخلی، تناسب زمین شناسی و محیط زیست، فشرده سازی، سازگاری و دسترسی، و به حداقل رساندن تغییر کاربری اراضی را به عنوان اهداف بهینه سازی کاربری اراضی معرفی مینمایند(افراسیابی[2]،۲۰۲۳). لیو، لی و همکاران (۲۰۱۲) حداکثر نمودن سازگاری و فشرده سازی و حداقل سازی تغییر کاربری را در یک منطقه مطالعاتی را بهینگی میدانند. لی و همکاران (۲۰۱۳) به حداقل رساندن فاصله سلول اختصاص یافته به نزدیکترین منطقه و به حداکثر رساندن تناسب کاربری اراضی، سازگاری را جز اهداف بهینه سازی کاربری اراضی میدانند. انتقاد از روش های رسمی بهینه سازی برای برنامه ریزی کاربری زمین به این خاطر است که امکان وقوع تمام اهداف مدنظر در مدل بهینه سازی وجود ندارد. روال های بهینه سازی نیز برای برنامه ریزان کاربری اراضی محبوب نیست، زیرا مفاهیم اساسی ممکن است برای ارتباط با برنامه ریزان مشکل باشد. فرمول ریاضی همیشه با درک کاربران از ویژگی های پیچیده فضایی سازگار نیست(حدیدی[3]،۲۰۱۷). به همین دلیل، سیستم پشتیبانی تصمیم برای اجرای مدل بهینه سازی کاربری اراضی توسعه داده شده که استفاده گسترده از نقشه ها را به عنوان رابط بین مدل کامپیوتر و کاربر استفاده می کند(کاوه[4]،۲۰۱۹).پورتا و همکاران[5] (۲۰۱۳)

---

[1] - Eun
[2] - Afrasyabi
[3] - Hadidi
[4] - Kaveh
[5] - Porta et al.

(۲۰۱۳) کارایی الگوریتم ژنتیک را در تمرکز بر کاربری اراضی زمین و تناسب آن برای برنامه ریزی کاربری اراضی بالا و موثر دانسته است.اکونومو و کاراکوزتا[1] (۲۰۱۴) تناسب کاربری اراضی، پتانسیل اراضی، مقاومت در برابر توسعه و پیوستگی را شاخص های توزیع فضایی مطلوب اراضی(بهینگی) در نظر گرفتند. در کنار مطالعات فوق، برخی از محققان تلاش کردند تا اهداف مورد نظر ذینفعان را در نظر بگیرند و در مفاهیم برنامه ریزی شهری ذکر نمایند(لاویکا[2]،۲۰۱۹). با توجه به شهرنشینی جدید، هاک و آسامی (۲۰۱۴) تلاش می کنند تا با ارائه تعاریف حداکثر سازی تناسبات کاربری های اراضی، کمینه سازی ناسازگاری و قیمت کاربری ها، بهینه سازی اراضی را با استفاده از الگوریتم های هوش مصنوعی نمایندگی نمایند. پس از هوشمند شدن توسعه کاربری اراضی توسط الگوریتم های هوش مصنوعی، گابریل، فاریا و مگلن (۲۰۰۶) چهار ذینفع بهینگی کاربری اراضی را در نظر گرفتند: برنامه ریز دولتی، توسعه دهنده زمین، حفاظت محیط زیست و خود محیط زیست، که با عدم تغییر کاربری مناطق حساس منتفع میشوند. انواع مختلف ، بهینه سازی اراضی ها معمولا توسط برنامه نویسی خطی[3] در دهه های گذشته حل شده است(نیلا[4]،۲۰۱۸).چوویکو[5](۱۹۹۳) ترکیب برنامه نویسی خطی و GIS GIS را برای پیدا کردن توزیع بهینه کاربری اراضی در نظر گرفته اند که در تابع عملکرد آن ،حداقل رساندن بیکاری روستایی و محدودیت های فنی، مالی و زیست محیطی مورد توجه قرار گرفته اند. استوارت و همکارانش[6] (۲۰۰۳) از برنامه نویسی خطی برای تطبیق فضایی انواع مختلف کاربری های اراضی در یک منطقه مطالعه واقعی استفاده کردند. با توجه به پیچیدگی و غیر خطی بودن توزیع بهینه کاربری اراضی ، برای حل این نوع مشکل علاوه بر مدل برنامه نویسی خطی ، از روش های مبتنی بر پارتو[7] و روش های وزنی استفاده میشوند(ننادِ[8]،۲۰۲۲). روش های مبتنی بر پارتو براساس مفهوم مجموعه پارتو عمل می کنند که فرض می کند که اهمیت اهمیت نسبی تابع هدف مستقل است(ژیائوها[9]،۲۰۱۴). با ترکیب روش های برنامه نویسی خطی، و استفاده از روش های وزنی ، توزیع بهینه کاربری اراضی چند هدفه ، به یک مساله بهینه سازی تک هدفه تبدیل می شود. زیرا در توزیع بهینه کاربری اراضی چند هدفه ، تمرکز بر بهره برداری از راه حل های مختلف است، که اغلب از اثربخشی ناکافی برخوردار هستند، در حالیکه مساله بهینه سازی تک هدفه راه حلی ساده دارد که با اثربخشی بیشتری اجرا میشود، اما نیاز به یادگیری قبلی دارد و قادر به دستیابی به راه حل های بهینه نیست(زینمینگ[10]،۲۰۲۰). با این حال، با استفاده از روشهایی هم چون برنامه نویسی هدف گرا، این نقص را میتوان حذف کرد. انواع این رویکردها نیاز به ضرورت استفاده از الگوریتم های بهینه سازی مناسب برای کمک به فرایند برنامه ریزی کاربری اراضی را نشان می دهند. سانتروویرا و همکاران (۲۰۰۸) استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات را برای تخصیص کاربری اراضی با استفاده از روش وزنی چرچ،لیگمن و زیلینسکا و جانکونسکی[11](۲۰۰۸) یک روش بهینه سازی را برای بهره گیری مناسب از کاربری های اراضی را بانام جست و خیز-پرش[12] توسعه دادند(ژولان[13]،۲۰۲۴). ژانگ و همکاران (۲۰۱۰) یک مدل بهینه سازی فضایی برای حل مساله توزیع بهینه

---

1 - Karakostas & Economou
2 - Lavika
3 - LP
4 - Neela
5 - Chuvieco
6 - J. C. Aerts ،Eisinger ،Heuvelink & Stewart
7 - Pareto
8 - Nenad
9 - Xiaohua
10 - Xinming
11 - Ligmann-Zielinska ،church ،Jankowski
12- hop-skip-jump
13 - Xuelan

کاربری اراضی از طریق یکپارچه سازی الگوریتم ژنتیک ایجاد کردند.ماسومی[1] و همکاران (۲۰۱۳) از الگوریتم بهینه سازی ذرات برای برای بهینه سازی کاربری اراضی در یک منطقه با چند قطعه مختلف بهره گرفت. ارائه روش های ترکیبی امکان ایجاد الگوریتم های با بهره وری و کیفیت بالاتر را فراهم میکند. رایدل (۲۰۰۶) الگوریتم های ترکیبی هوش مصنوعی را براساس معیارهای متعددی مانند سطح و نظم ترکیب طبقه بندی کرد .ادیک و دولیکراویچ[2] و (۲۰۰۸) الگوریتم تکاملی ایی بر اساس مفهوم الگوریتم های سطح بالا را توسعه داد؛ شیائو (۲۰۱۲) پنج الگوریتم ترکیبی را معرفی کرد که می تواند در رده بندی الگوریتم های سطح بالا برای حل مسایل بهینه سازی کاربری اراضی طبقه بندی شود. الگوریتم ژنتیک به عنوان یک الگوریتم سازگار با ساختار بهینه سازی کاربری اراضی ، برای کاوش فضای راه حل قدرتمند است (جلالی نائینی، جعفری اسکندری، و نوذری، ۲۰۱۲) .الگوریتم ترکیبی سطح پایین گروهی[3] با توجه به مفهوم الگوریتم های ترکیبی سطح پایین، برای افزایش فاز بهره برداری ،از ترکیب آن با دو الگوریتم جستجوی محلی قوی حریصانه[4] و جستجوی ممنوعه [5]توسعه داده شده است(ژائو[6]،۲۰۱۹).

مدلی که بطور موثر شبیه سازی توسعه شهرها را براساس حفاظت از منابع زیست محیطی در نظر بگیرد ، می تواند مرجع تصمیم گیری برای توسعه پایدار شهر و ترویج توزیع عقلانی منابع زمین باشد. همانند مدل حداقل مقاومت انباشتگی[7] که برای ارزیابی و تجسم سلامت محیط زیست اراضی یک منطقه مورداستفاده قرار میگیرد که از الگوریتم تصادفی جنگل[8] و اتوماتای سلولی[9] برای ساختن یک الگوریتم شبیه سازی توسعه آینده اراضی شهری بهره میگیرد. این الگوریتم ترکیبی به عنوان پایه بهینه سازی توسعه شهری مورد استفاده قرار گرفت و با مهار پراکندگی بیش از حد ، توانست از تقسیم منابع زمین جلوگیری کند، در نتیجه ارزش خدمات اکوسیستمی را افزایش دهد. بنابراین میتوان گفت مدل می تواند منافع فضایی بین توسعه شهری و حفاظت از منابع زیست محیطی را به طور موثر بهینه سازی نماید و به برنامه ریزی شهری معقول تر کمک کند(لانگ،۲۰۱۸) براساس مطالعه کینگروی(۲۰۱۸) الگوریتم ژنتیک[10] و مدل راهنمای اس[11] ،برای بهینه سازی الگوهای کاربری اراضی در توسعه شهری می توانند مورد استفاده قرار گیرند و برای ارزیابی اثر بهینه سازی کاربری اراضی در کنترل آلودگی منابع غیر نقطه ای مورد بهره برداری واقع شوند (کینگروی،۲۰۱۸).

بهینه سازی مبتنی بر الگوریتم جغرافیای زیستی[12] یا BBO یک روش محاسبه جدید زیست شناختی است که بر اساس علم جغرافیای زیستی است. الگوریتم جغرافیای زیستی برای بهینه سازی جامع، از طریق دو مرحله اصلی جستجو عمل می کند: مهاجرت و جهش. ازانجا که مسئله برنامه ریزی یکی از دشوارترین مشکلات بهینه سازی ترکیبی است، الگوریتم اصلی جغرافیای زیستی برای نمونه هایی از کاربری اراضی با اندازه بزرگ، گاهی نمیتواند آن را به خوبی انجام دهد، لذا باید از الگوریتم اصلاحی همانند الگوریتم ترکیبی جغرافیای زیستی HBBO [13]بهره گرفت(احمدی،۱۳۹۸).

---

[1] - Masoomi
[2] -ethics & Dulikravich
[3] - low-level teamwork GRASP–GA–TS
[4] - GRASP
[5] - TS(Tabu search)
[6] - Zhao
[7] - MCR= Minimum Reservoir Resistance
[8] - RF= Random forest
[9] - Cellular Automata
[10] - Genetic Algorithm
[11] - CLUE-S
[12] - Biogeography-based_optimization
[13] - hybrid biogeography-based optimization

سامیکشا(۲۰۰۹) میگوید تحولات اخیر در روشهای بهینه سازی کاربردی و اکتشافی که برای استخراج عوارض از تصاویر ماهواره ای مورد استفاده قرار گرفته اند به شدت تحت تاثیر سیستم های طبیعی و بیولوژیکی قرار گرفته اند. یافته های مطالعات اخیر شواهد محکمی برای این واقعیت وجود دارد که برخی از جنبه های جغرافیای زیستی ممکن است برای حل مشکلات خاص در علوم و مهندسی استفاده شود. الگوریتم مبتنی بر این پارادایم، بهینه سازی مبتنی بر جغرافیای زیستی است که برای تشخیص عوارض مختلف از تصاویر ماهواره ای مورد بررسی قرار گرفته است. این الگوریتم بر اساس توزیع جغرافیایی موجودات زنده است(افشار،۱۳۹۶) . این مدل پس از مهاجرت گونه ها بین جزایر در جستجوی زیستگاه های دوستانه تر است. الگوریتم جغرافیای زیستی اصلی ویژگی خوشه بندی درونی ندارد(سامیکشا،۲۰۰۹). پانچال(۲۰۰۹)، اظهار میدارد جغرافیای زیستی ،مطالعه توزیع جغرافیایی موجودات زنده است. ذهنیت مهندس این است که ما می توانیم از طبیعت یاد بگیریم. بهینه سازی مبتنی بر جغرافیای زیستی یک روش الهام بخش از طبیعت پرشور است تا راه حل مطلوب مشکل را پیدا کند(الوندی ،۱۳۹۸).

در بهینه سازی مبتنی بر جغرافیای زیستی ، راه حل های پیشنهادی برای انتخاب زیستگاه بستگی به مکانیزم های مهاجرت اکوسیستم دارد. در الگوریتم جغرافیای زیستی هر یک از راه حل های انفرادی به عنوان یک زیستگاه با شاخص مطلوبیت زیستی[1] در نظر گرفته می شود. قابل سکونت بودن یک منطقه با شاخص متغیر مناسب (SIV[2]) نشان داده میشود. یک زیستگاه با شاخص مطلوبیت زیستی بالا بدان معنی است که یک زیستگاه تعداد زیادی از گونه ها را در خود دارد. از سوی دیگر، یک زیستگاه با شاخص مطلوبیت زیستی کم تعداد کمی از گونه ها را دارد. بنابراین یک راه حل خوب ، مشابه با یک جزیره با شاخص مطلوبیت زیستی بالا است و یک راه حل ضعیف نشان دهنده یک جزیره با شاخص مطلوبیت زیستی کم است. مناطق با شاخص مطلوبیت زیستی بالا تمایل دارند ویژگی های خود را به مناطق با شاخص مطلوبیت زیستی کم منتقل کنند(آئوبری،۲۰۲۲). لاویکا (۲۰۱۰) بیان میکند یافته های مطالعات اخیر شواهد محکمی بر این واقعیت هستند که برخی از جنبه های جغرافیای زیستی ممکن است برای حل مشکلات خاص در علوم و مهندسی استفاده شود. عملیات پیشنهادی وی، یک تکنیک الهام گرفته از زیست شناسی ترکیبی را ارائه می دهد که می تواند با پایگاه داده دانش تخصصی، برای یک طبقه بندی تصویری متمرکز تر، سازگار باشد(لاویکا،۲۰۱۹).

بانرجی(۲۰۱۲) میگوید بسیاری از تحقیقات تحت تأثیر نهادهای مختلف و پدیده های زیستی قرار می گیرند که منجر به توسعه تکنیک های هوشمند شناخته شده میشوند که ابراکتشافات مبتنی بر جمعیت هستند و رفتار اجتماعی برخی ارگانیسم ها را مد نظر قرار می دهند. کلونی زنبور عسل یکی از این رویکردها است که تلاش می کند رفتار طبیعی زنبور عسل واقعی را در خوراک غذا مدل کند(حدیدی،۲۰۱۷).

-ابعاد جغرافیای زیستی در شهر

ابعاد جغرافیای زیستی در شهر بصورت زیر قابل تقسیم بندی هستند:

-بعد اقتصادی جغرافیای زیستی در شهر:

الف-درآمد و اشتغال :

۱-درآمد بیشتر

۲-فرصت های درآمد بیشتر شغلی در منطقه

۳-داشتن شغل مناسب

---

[1] - HIS= Habitat Suitability Index

[2] - Suitability Index Variable

۴-تعدد فرصت های شغلی در منطقه

۵-امکان دسترسی به شغل مناسب در منطقه

۶-درآمدمناسب فرصت های شغلی موجود (زیاری،۱۳۹۹).

-بعد اجتماعی جغرافیای زیستی در شهر:

الف-آموزش عمومی :

فضای آموزشی مناسب و کافی مدارس ، کیفیت دسترسی دانش آموزان به مدارس نواحی مجاور، کیفیت تجهیزات آموزشی مدارس، کیفیت ساختمان های مدارس، کیفیت معلمان مدارس

ب-بهداشت:

کیفیت خدمات شبکه بهداشت، تحت پوشش بیمه بودن

ج-امنیت فردی و اجتماعی:

بزهکاری و جرایم، احتمال نزاع های قومی ، نزاع بین افراد بومی و تازه واردان،امنیت تردد زنان درشبانه روز ،امنیت تردد در شب،تردد سواره (دوچرخه، موتورسیکلت و اتومبیل) ،امنیت عبور از خیابان از نظر سرعت اتومبیل ها ،کیفیت عملکرد پاسگاه انتظامی

د-حمل و نقل:

میزان و سطح در دسترس راه،ساعات کار وسایل نقلیه عمومی، تعداد وسایل نقیله عمومی، وسایل حمل و نقل عمومی

ه-تفریحات و اوقات فراغت:

کیفیت خدمات و تجهیزات سالن ورزشی، کیفیت خدمات و وسعت کتابخانه، کیفیت خدمات مکان های مذهبی، کیفیت خدمات مکان های فرهنگی و تاریخی، هزینه استفاده از خدمات تفریحی و فراغتی

و-انسجام اجتماعی:

اعتماد ، مشارکت و همبستگی(حیدری،۱۳۹۸).

-بعد کالبدی-فیزیکی جغرافیای زیستی در شهر:

الف-مسکن:

حمام و سرویس بهداشتی، سیستم گرمایشی و سرمایشی، روشنایی، مساحت مناسب وکافی مسکن، تعداد اتاق

ب-امکانات و خدمات:

کیفیت راه و معابرو تقاطع، کیفیت آب ، شبکه انرژی، مراکز فروشگاهی

-بعد محیطی -اکولوژیکی جغرافیای زیستی در شهر:

الف-فضاهای سبز و باز:

وسعت فضای بازی کودکان یا فضای سبز، کیفیت فضای بازی کودکان از نظر امنیت و نظافت، قرارگرفتن فضای مناسب برای پارک و فضای بازی کودکان

ب-آلودگی:

سیستم دفع بهداشتی فاضلاب، کیفیت جمع آوری آب های سطحی (سالاریان،۱۳۹۹).

جدول ۱-مقایسه و نتایج بهره برداری از الگوریتم های فراابتکاری در بهینه سازی کاربری اراضی

محقق/ سال	الگوریتم مورد استفاده	وجه افتراق	وجه اشتراک	نتایج
کائو و همکاران (۲۰۱۸)	الگوریتم ژنتیک	نوع تکاملی	بهینه سازی کاربری اراضی	تناسب زمین شناسی و محیط زیست، فشرده سازی، سازگاری و دسترسی، و به حداقل رساندن تغییر کاربری اراضی
لیو، لی و همکاران (۲۰۱۷)	الگوریتم ازدحام ذرات	نوع تکاملی	بهینه سازی کاربری اراضی	حداکثر نمودن سازگاری و فشرده سازی و حداقل سازی تغییر کاربری
لی و همکاران (۲۰۱۹)	الگوریتم زنبور عسل	نوع تقریبی- فازی	بهینه سازی کاربری اراضی	حداقل رساندن فاصله سلول اختصاص یافته به نزدیکترین منطقه و به حداکثر رساندن تناسب کاربری اراضی، سازگاری
پورتا و همکاران (۲۰۱۸)	الگوریتم ژنتیک	نوع تکاملی	بهینه سازی کاربری اراضی	کاربری اراضی زمین و تناسب آن
اکونومو و کاراکوزتا(۲۰۱۷)	الگوریتم جنگل	نوع زیستی	بهینه سازی کاربری اراضی	تناسب کاربری اراضی، پتانسیل اراضی، مقاومت در برابر توسعه
هاک و آسامی (۲۰۲۰)	الگوریتم ازدحام ذرات	نوع زیستی	بهینه سازی کاربری اراضی	حداکثر سازی تناسبات کاربری های اراضی، کمینه سازی ناسازگاری و قیمت کاربری ها
گابریل، فاریا و مگلن (۲۰۱۶)	برنامه نویسی خطی (LP)	نوع تک هدفه	بهینه سازی کاربری اراضی	شناسایی ذینفعان بهینگی کاربری اراضی
چوویکو(۱۹۹۳)	ترکیب برنامه نویسی خطی و GIS	نوع ترکیبی	بهینه سازی کاربری اراضی	حداقل رساندن بیکاری روستایی و محدودیت های فنی، مالی و زیست محیطی
استوارت و همکارانش(۲۰۰۳)	برنامه نویسی خطی	نوع تک هدفه	بهینه سازی کاربری اراضی	تطبیق فضایی انواع مختلف کاربری های اراضی در یک منطقه مطالعه واقعی
بالینگ و آرجی و همکاران ، ۱۹۹۹ – کائو وهمکاران،۲۰۱۱ – چاندرامولی ، ۲۰۰۹ – هوانگ و همکاران،۲۰۱۳)	مدل برنامه نویسی خطی مبتنی بر پارتو	نوع چند هدفه	بهینه سازی کاربری اراضی	توزیع بهینه کاربری اراضی
کائو و همکاران،۲۰۱۲ و یانگ و همکاران، ۲۰۱۵	مدل برنامه نویسی خطی مبتنی بر روش های وزنی	نوع چند هدفه	بهینه سازی کاربری اراضی	توزیع بهینه کاربری اراضی
سانتروویرا و همکاران (۲۰۱۸)	الگوریتم ازدحام ذرات	نوع زیستی	بهینه سازی کاربری اراضی	تخصیص کاربری اراضی
چرچ،لیگمن و زیلینسکا و جانکونسکی(۲۰۱۸)	روش وزنی	نوع چند هدفه	بهینه سازی کاربری اراضی	تخصیص کاربری اراضی
ژانگ و همکاران (۲۰۲۰)	الگوریتم ژنتیک	نوع تکاملی	بهینه سازی کاربری اراضی	حداکثر نمودن سازگاری و فشرده سازی و حداقل سازی تغییر کاربری
ماسومی و همکاران(۲۰۱۹)	الگوریتم بهینه سازی ذرات	نوع زیستی	بهینه سازی کاربری اراضی	بهینه سازی کاربری اراضی در یک منطقه با چند قطعه مختلف

شیفا(۲۰۱۷)	الگوریتم بهینه سازی کلونی مورچه	نوع زیستی	بهینه سازی کاربری اراضی	محدود سازی مرزهای توسعه شهری وجلوگیری از گسترش هرج و مرج و حفظ محیط زیست
هاکلی(۲۰۱۷)	الگوریتم ژنتیک (ALP-GA)	نوع تکاملی	بهینه سازی کاربری اراضی	جلوگیری از تقسیم بندی زمین و افزایش بهره وری کاربری اراضی
لانگ (۲۰۱۸)	الگوریتم تصادفی جنگل (RF) و اتوماتای سلولی (CA)	نوع زیستی- سلولی	بهینه سازی کاربری اراضی	شبیه سازی توسعه شهرها را براساس حفاظت از منابع زیست محیطی
کینگروی(۲۰۱۸)	الگوریتم ژنتیک GA و مدل CLUE-S	نوع ترکیبی- تکاملی	بهینه سازی کاربری اراضی	ارزیابی اثر بهینه سازی کاربری اراضی در کنترل آلودگی منابع غیر نقطه ای
ژائوآ(۲۰۱۸)	الگوریتم اصلاحی BBO	نوع زیستی	بهینه سازی کاربری اراضی	برنامه ریزی کاربری اراضی
سامیکشا(۲۰۰۹)	. الگوریتم BBO	نوع زیستی	بهینه سازی کاربری اراضی	استخراج عوارض و بهینه شدن کاربری اراضی
پانچال(۲۰۰۹)	. الگوریتمBBO	نوع زیستی	بهینه سازی کاربری اراضی	بهینه شدن کاربری اراضی
گوپتا(۲۰۱۱)	. الگوریتمBBO	نوع زیستی	بهینه سازی کاربری اراضی	توزیع متناسب کاربری اراضی
لاویکا (۲۰۲۰)	. الگوریتمBBO	نوع زیستی	بهینه سازی کاربری اراضی	طبقه بندی تصویری متمرکز تر، سازگار
بانرجی(۲۰۱۲)	کلونی زنبور عسل	نوع تقریبی- فازی	بهینه سازی کاربری اراضی	برنامه ریزی کاربری اراضی

نمودار۱-فلوچارت تحقیق

روش تحقیق

پژوهش جاری از گروه تحقیقات کاربردی میباشد. جهت گردآوری اطلاعات از مقالات،کتب،اینترنت، مشاهده، توابع تحلیلی در نرم افزارARCGIS، وخروجی مدل جغرافیای زیستی در نرم افزار Mathlab کمک گرفته می شود. الگوریتم جغرافیای زیستی یک الگوریتم تکاملی (EA) است که بهینه‌سازی یک تابع را بصورت تکرار و تصادفی باتوجه به روش‌های پیشنهادی بهبود و با توجه به داده‌های اندازه‌گیری کیفیت و یا عملکرد بررسی میکند.دلیل استفاده از این الگوریتم آنست که سایر الگوریتمهای تکاملی همانند GA، همواره عملگرهایی همانند عملگر جهش و برش مطرح میشود، در الگوریتم BBO نیز عملگرهای مهاجرت و جهش باعث ایجاد تغییرات مطلوب در روند تولید جمعیت نسلها میشود، ولی این روند تغییرات با سرعت بالاتری تحلیل میشود .در این الگوریتم وابستگی داده های ورودی به کمک الگوریتم آنالیز اجزای اصلی از بین رفته و داده های مستقل به عنوان ورودی در نظر گرفته میشود که استفاده ازاین آنالیز اجزای مستقل تاثیر بسزایی در افزایش دقت دارد. از آنجایی که در برخی موارد دقت به تنهایی بیانگر کارایی روش استفاده شده نمیباشد مقادیر ویژگی و حساسیت نیز توس این الگوریتم ، با بکارگیری آنالیز اجزای مستقل محاسبه میگردد.همچنین ابهامات محیطی ناشی از مدل‌های کاربری اراضی سبب تشدید پیچیدگی در تصمیم‌گیری شده است. در چنین شرایطی دیگر نمی‌توان داده‌ها را با ابزارهای سنتی تحلیل نمود چرا که بسیاری از متغیرهای تأثیرگذار ناشناخته بوده و روابط آن‌ها نیز غیرخطی و پیچیده است.این الگوریتم هر مسئله‌ای که قابل فرموله شدن باشد را می‌تواند حل کند. نیاز به دانش مسئله ندارد، یعنی موضوع مسئله مهم نیست و هر مسئله فرموله شده را می‌تواند حل کند. مبتنی بر تکامل است به‌این‌ترتیب که از یک نسل اولیه بد شروع می‌کند و با چندین بار تکرار آن را بهبود می‌بخشد.داده های تحقیق از یک طیف دو تایی حاصل شده اند که معرف نرخ مهاجرت به داخل λ و نرخ مهاجرت به خارج μ هستند.برای اولی مقدار عددی ۱ و برای دومی مقدار عددی ۲ را تعیین نموده ایم.پس از جمع اوری داده ها ،از مقادیر میانگین هندسی آنها برای تعیین وضعیت هریک از متغیرها در جداول وروی به نرم افزار متلب بهره گرفته میشود. داده ها توسط الگوریتم bbo و توابع متناسب با آن تحلیل شده و نتایج برای آزمون فرضیات در اختیار قرار میگیرد.

حدود و موقعیت جغرافیایی

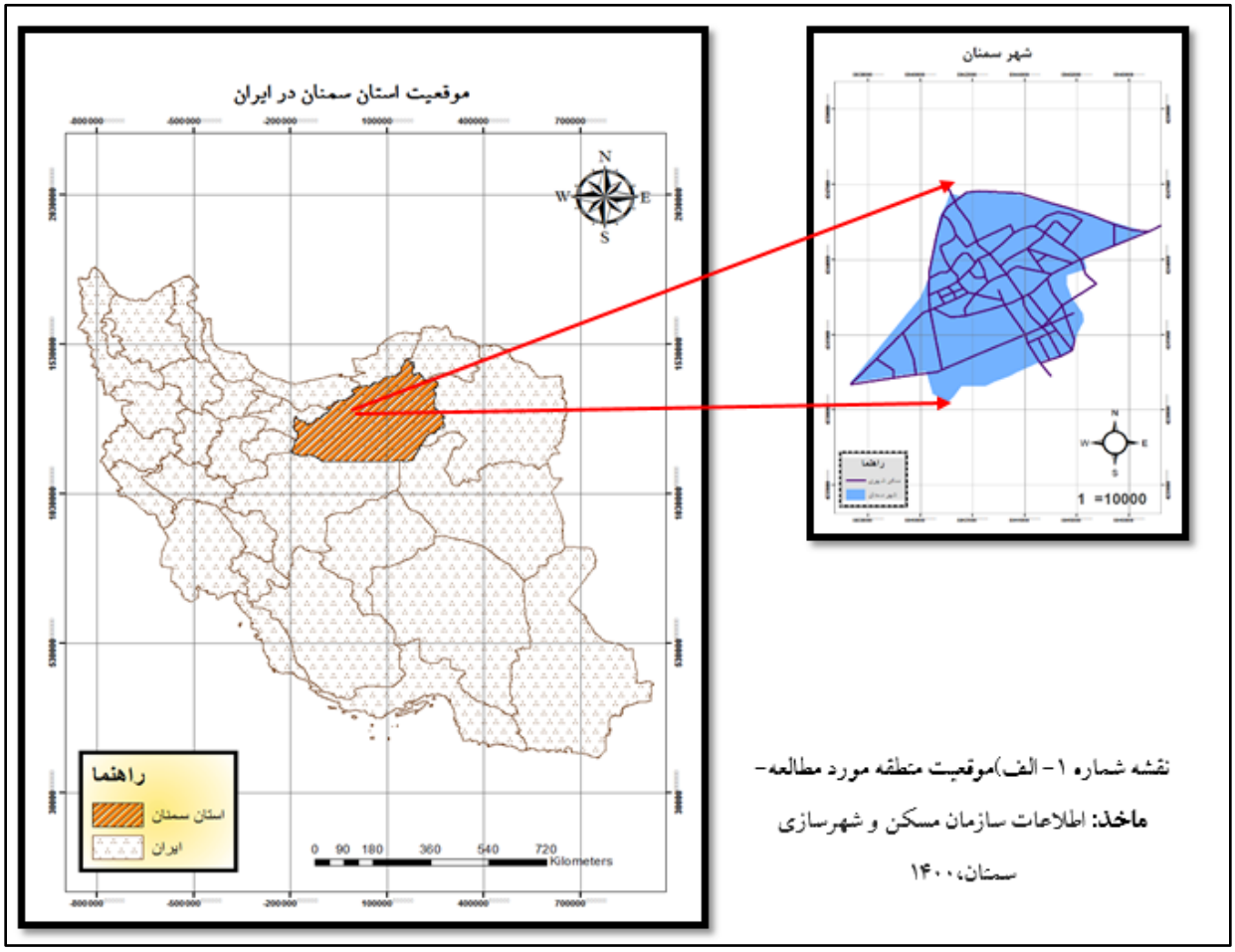
سمنان یکی از شهرهای ایران، مرکز استان سمنان و شهرستان سمنان است. این شهر در جنوب رشته کوه البرز و شمال دشت کویر در راه تهران به خراسان قرار گرفته‌است.این شهر از سوی خاور با شهرستانهای دامغان شاهرود، از شمال به درجزین، مهدیشهر و شهمیرزاد و از باختر با سرخه همسایه است. در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۲۳ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه واقع شده و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۱۳۰ متر است. (شهرداری سمنان،۱۳۹۹). جمعیت شهر سمنان در سال ۱۳۳۵ برابر با ۲۹۰۳۶ نفر بوده که درسال ۱۴۰۰ به ۲۰۵۹۳۶ نفر رسیده است.همچنین متوسط نرخ رشد سالیانه در طول دوره تقریبا شش دهه ایی برابر با ۳/۰۸ درصد است. (سالنامه آماری،۱۴۰۰). محدوده ی مصوب شهر سمنان ۲۳۷۰ هکتار مساحت دارد ودارای دو منطقه مصوب می باشد:

۱- منطقه یک شامل بافت فرسوده و بافت تاریخی و قدیم شهر: بخش قدیمی علیرغم فرسودگی شدید هنوز در برخی قسمت‌ها ارزش بصری خود را حفظ کرده اما از نظر سکونت و و آمد و شد مبتلا به مسائل زیادی است. گذرهای تنگ با دسترسی دشوار درون بافت قدیم و عدم برخورداری از تسهیلات و تأسیسات شهری لازم از جمله معضلات شهری بافت قدیم می‌باشد که این عوامل باعث متمرکز شدن فقر شهری در این منطقه گردیده است.

۲-منطقه دو شامل شهرک های جدید الاحداث مانند: فاز ۱و۲ – خودساز – مسکن مهر و... که غالب آنها پس از انقلاب اسلامی و طی ۴۰ سال گذشته شکل گرفته اند. منطقه (۱) از بلوار ۱۷ شهریور به پایین و منطقه (۲) از بلوار ۱۷ شهریور به بالا را شامل می گردند.

یافته ها

روش تجزیه و تحلیل داده ها بااستفاده از الگوریتم جغرافیای زیستی خواهد بود که در نرم افزار متلب نوشته و اجراخواهد شد. مراحل کار به شکل زیر قابل شرح میباشد:



نقشه شماره ۱- الف)موقعیت منطقه مورد مطالعه-

ماخذ: اطلاعات سازمان مسکن و شهرسازی سمنان، ۱۴۰۰

۱-تعریف مساله

در این مرحله بیان میشود که تابع هدف بهبود الگوی کاربری اراضی شهری سمنان بر اساس ابعاد جغرافیای زیستی آن بمنظور شرایط امدادو نجات در مواقع بحران میباشد.این تابع نشاندهنده آن است که قصد انجام بهینه سازی وجود دارد. در این بخش متغیرهای تصمیم را دریک آرایش سطری یک در دو به منظور تعیین سایر ماتریس متغیرهای تصمیم، قرار میگیرند. برای متغیرها یک حد بالا و پایین براساس تعداد مناطقی که قرار است ویژگی های مناسب خودرا به این منطقه انتقال دهند ، قرار میدهیم. براساس اطلاعات طی سال های اخیر یک منطقه در حوزه شاخص های الگوی کاربری اراضی شهری اوضاع مناسبتری داشته اند (منطقه ۲)، بنابراین یک حد بیست تایی بین ۲- تا ۲ در نظر گرفته میشود:

```
%% Problem Definition
CostFunction=@(x) RESCUE-SEMNAN_LANDUSE_RANKING AND OPTIMIZATION(x);        % Cost Function
```

```
nVar=4;            % Number of Decision Variables
VarSize=[1 nVar];  % Decision Variables Matrix Size
VarMin=-2;         % Decision Variables Lower Bound
VarMax= 2;         % Decision Variables Upper Bound
```

۲-تعیین پارامترهای الگوریتمBBO

مقدار ماکزیمم تکرار الگوریتم با توجه داده ها ۲۵۵ مرتبه درنظر گرفته میشود. سپس منطقه ای که بعنوان منطقه دارای شاخص الگوی کاربری اراضی شهری مناسب تر، قابلیت انتقال ویژگی های SIV را دارد بعنوان اندازه جمعیت یاهمان تعداد سکونتگاه مناسب وارد میشوند. به این دلیل که قرار نیست تا رسیدن به جواب بهینگی، کل جمعیت قدیم یا همان شاخص زیست پذیری موجود و اولیه(در مناطق دارای شاخص ضعیف تر) کاملا دچار تغییرات شود و نتیجه نهایی کار تا این مرحله مشخص نیست که تاچه اندازه بهینه میشود ،لذا تنها ۲۵ درصد(۰.۲۵) از ویژگیهای این منطقه به منطقه دیگر منتقل میگردد تا درصورتی که به جواب بهینه نرسید بازگشت به مراحل اولیه و قبل از ایجاد جمعیت جدید صورت گیرد.NKeep معرف جمعیت جدید و nPop معرف جمعیت قدیم هستند.درادامه جهش و پارامتر تعیین نرمال تعیین میگردند:

```
%% BBO Parameters
MaxIt=۲۵۵;         % Maximum Number of Iterations
nPop=50;           % Number of Habitats (Population Size)
KeepRate=0.2;                % Keep Rate
nKeep=round(KeepRate*nPop);    % Number of Kept Habitats
nNew=nPop-nKeep;               % Number of New Habitats
% Migration Rates
mu=linspace(1،0،nPop);         % Emmigration Rates
lambda=1-mu;                   % Immigration Rates
alpha=0.9;
pMutation=0.1;
sigma=0.02*(VarMax-VarMin);
```

۳-آماده سازی

در این مرحله جستجوی موقعیت بهترین منطقه ازبین ۲ منطقه براساس ویژگی هایSIV آن منطقه صورت میگیرد و HSI هرمنطقه تعیین میشود.بدین شکل که دو عدد بین ۲ – تا ۲ تولید میشوند که نشانگر سکونتگاه هایی هستند که قرار است SIV آنها منتقل شود.اولین عضوجمعیت (سکونتگاه) برساس نرخ μ و λ ، بهترین خصوصیات را برای انتقال دارد.بنابراین دراین بخش جواب تولید و ارزیابی صورت گرفته است:

```
%% Initialization
% Empty Habitat
habitat.Position=[];
habitat.Cost=[];
% Create Habitats Array
pop=repmat(habitat،nPop،1);
% Initialize Habitats
for i=1:nPop
   pop(i).Position=unifrnd(VarMin،VarMax،VarSize);
   pop(i).Cost=CostFunction(pop(i).Position);
end
% Sort Population
[~، SortOrder]=sort([pop.Cost]);
pop=pop(SortOrder);
% Best Solution Ever Found
BestSol=pop(1);
% Array to Hold Best Costs
BestCost=zeros(MaxIt،1);
```

۴-تشکیل حلقه الگوریتم

در این مرحله، ۹ گام از گام های ۱۱ گانه الگوریتم، به ترتیب زیر از گام سوم تا یازدهم اجرا خواهند شد:

-به ازای هر محل مانند i، مراحل شماره ۴تا ۸ تکرار میشود.

-به ازای هر متغیر مانند k در محل i ، مراحل ۵تا ۸ تکرار میشود.

-با احتمال λ_i در X_{ik} ،تغییرات طبق مراحل شماره۶ تا ۸ اعمال میگردد.

-تعیین مبدا مهاجرت با استفاده از مقادیر μ و به صورت تصادفی که منجربه j میشود.

-انجام مهاجرت از X_{jk} به X_{ik} به صورت پیوسته یا گسسته

-با احتمال معین برروی مولفه X_{ik} تغییرات تصادفی(جهش) اعمال میشود.

-مجموعه پاسخ های جدید بدست آمده ارزیابی میگردد.

-ترکیب سکونتگاه های قدیم دارای شاخص های الگوی کاربری اراضی شهری اولیه (جمعیت قدیمی) و جمعیت موقت(ناشی از مهاجرت) و ایجاد جمعیت مرحله جدید

-در صورت برآورده نشدن شرایط خاتمه به مرحله شماره ۳، بازگشت انجام میشود:

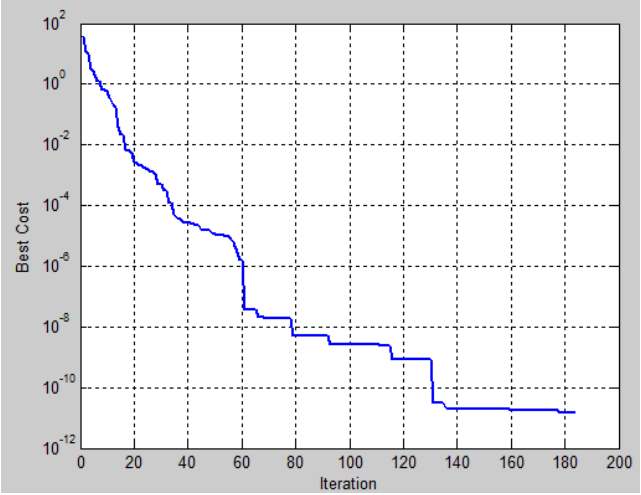
```
%% BBO Main Loop
for it=1:MaxIt
  newpop=pop;
   for i=1:nPop
      for k=1:nVar
         % Migration
         if rand<=lambda(i)
            % Emmigration Probabilities
            EP=mu;
            EP(i)=0;
            EP=EP/sum(EP);
            % Select Source Habitat
            j=RouletteWheelSelection(EP);
            % Migration
            newpop(i).Position(k)=pop(i).Position(k) ...
               +alpha*(pop(j).Position(k)-pop(i).Position(k));
                  end
         % Mutation
         if rand<=pMutation
            newpop(i).Position(k)=newpop(i).Position(k)+sigma*randn;
         end
      end
            % Apply Lower and Upper Bound Limits
      newpop(i).Position = max(newpop(i).Position، VarMin);
      newpop(i).Position = min(newpop(i).Position، VarMax);
            % Evaluation
      newpop(i).Cost=CostFunction(newpop(i).Position);
   end
      % Sort New Population
   [~، SortOrder]=sort([newpop.Cost]);
   newpop=newpop(SortOrder);
      % Select Next Iteration Population
   pop=[pop(1:nKeep)
       newpop(1:nNew)];
       % Sort Population
   [~، SortOrder]=sort([pop.Cost]);
   pop=pop(SortOrder);
      % Update Best Solution Ever Found
```

```
    BestSol=pop(1);
      % Store Best Cost Ever Found
    BestCost(it)=BestSol.Cost;
      % Show Iteration Information
    disp(['Iteration ' num2str(it) ': Best Cost = ' num2str(BestCost(it))]);
    end
%% Results
figure;
%plot(BestCost,'LineWidth',2);
semilogy(BestCost,'LineWidth',2);
xlabel('Iteration');
ylabel('Best Cost');
grid on;
```

۵-نتایج

باتوجه به خروجی حاصل شده از الگوریتم ، از بین ابعاد اقتصادی،اجتماعی ،کالبدی-فیزیکی،محیطی-اکولوژیکی ، بعد کالبدی-فیزیکی جغرافیای زیستی در شهر بیشترین اثرگذاری را بر نظام توزیع کاربریها و همجواری آنها در سطح شهر سمنان باتوجه به نقش امدادونجات دارد. به طوری که این متغیر با وزن ۰.۲۹۹ در رتبه نخست قرار گرفته است. عوامل اجتماعی با وزن ۰.۲۱۷در پله دوم و عوامل محیطی-اکولوژیکی با وزن ۰.۱۹۵ در پله سوم و عوامل اقتصادی با وزن ۰.۱۷۱ در پله چهارم قرار میگیرند.

باتوجه به نمودار خروجی(۱)، پس از حدود ۱۸۶ بار تکرار از ۲۵۰ تکرار تعریف شده ، الگوریتم به جواب بهینه ای دست یافته که در آن عامل کالبدی-فیزیکی اثرگذاری معنادارتری نسبت به بقیه متغیر ها با نظام توزیع کاربریها و همجواری آنها در سطح شهر سمنان دارد.



نمودار۱-جواب بهینه الگوریتم با نرخ انتقال ویژگی ۲۵ درصد

```
Iteration ۱۸۵: Best Cost = ۱.۴۸۰۷e-۰۱۱
Iteration ۱۸۶: Best Cost = ۱.۴۸۰۷e-۰۱۱
>> BestSol.Position
ans =
  ۱.۰e-۰۰۵ *
۰.۲۱۷   ۰.۱۹۵   ۰.۲۹۹   ۰.۱۷۱
```

هدف پس از شناسایی اثرگذارترین متغیر ، بهبود وضعیت امدادو نجات با توجه به شاخص های نظام توزیع کاربریها و همجواری آنها در تمام سطح شهر است. برای این امر توزیع نامناسب شاخص های کاربری اراضی شهری سمنان باید از حالت تمرکز یافته در نواحی خاص به نواحی دارای ضعف منتقل شود.

باتوجه به تعریف الگوریتم جغرافیای زیستی ، میتوان گفت که شهر سمنان SIV های لازم برای سوق دادن شاخص های نظام توزیع کاربریها و همجواری مناسب به نواحی دارای ضعف را داراست و برای فعال نمودن این پتانسیل نیاز دارد تا در بخش محدودیت ها، λ خود را که راکاهش دهد تا HSI آن افزایش یابد. بطور مثال اگر این مقدار را به نصف برسانیم در این صورت نتایجی به صورت زیر حاصل میشود :

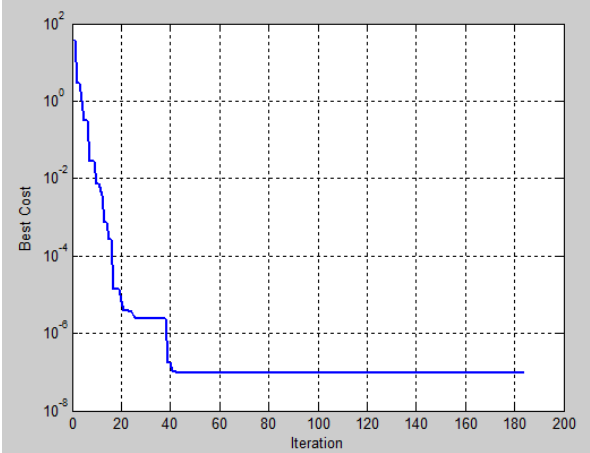
```
Iteration ۱۸۵: Best Cost = 1.481e-008
Iteration ۱۸۶: Best Cost = 7.8979e-009
>> BestSol.Position
ans =
  1.0e-004 *
    0.6579    0.4589    0.3827    0,264
```

همانطور که مشاهده میشود با کاهش مقدار λ ، وزن متغیر کالبدی-فیزیکی کاهش و مقادیر متغیرهای اجتماعی،اقتصادی و محیطی-اکولوژیکی افزایش می یابند.

گفته شد که به این دلیل که قرار نیست تا رسیدن به جواب بهینگی، تنها ۲۵ درصد از ویژگیهای منطقه شاخص به این منطقه منتقل گردیده بود. اکنون که نتیجه نهایی کار تا این مرحله مشخص شده است درصد بیشتری از ویژگیهای منطقه شاخص به این منطقه منتقل میگرددیعنی۲۵ درصد به نرخ KeepRate که معرف نرخ جمعیت جدید میباشد، به ۲۵ درصد قبل اضافه میشود(نرخ انتقال ویژگی ۵۰ درصد). نتیجه ای که حاصل میشود آن است که مقدارمتغیر کالبدی-فیزیکی از همه متغیر ها بیشترکاهش یافته(۰.۰۱۳۰) و الگوریتم با حدود ۴۷ تکرار به نرخ بهینه رسیده و از آن پس ثابت می ماند(نمودار ۲).

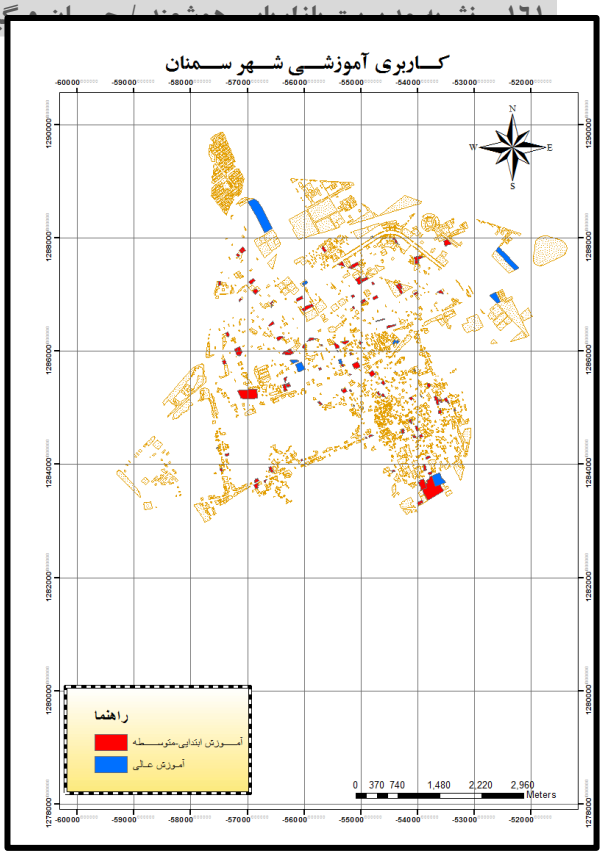
```
Iteration 46: Best Cost = 9.6765e-008
Iteration 47: Best Cost = 9.6765e-008
>> BestSol.Position
ans =
  1.0e-003 *
    0.012۲    0.01۲۵    0.0130    0,012۶
```

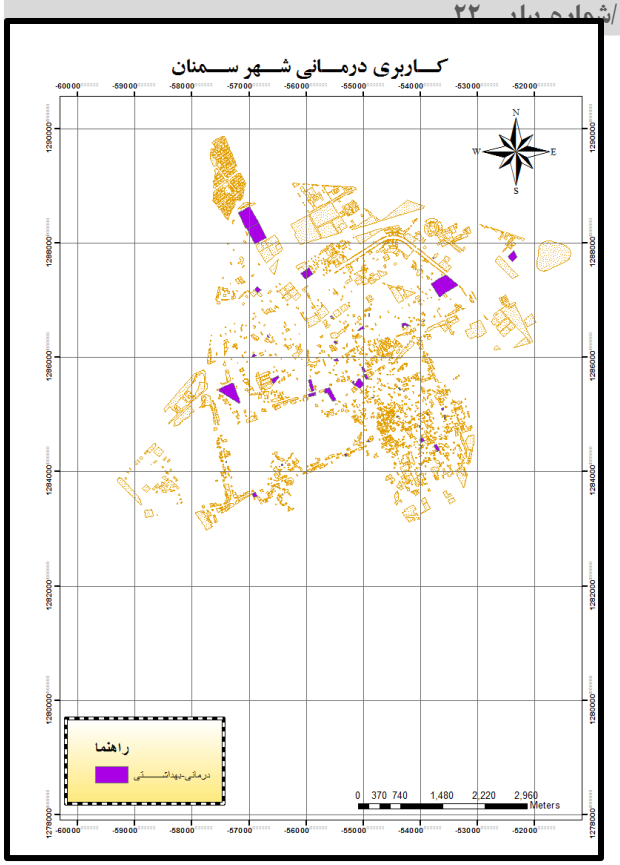
کاهش مقادیر و یکنواخت شدن ونزدیکی مقادیر حاصل بعلت خارج شدن متمرکز شاخص های کاربری اراضی شهری از ناحیه ۲ شهر و توزیع متناسب ابعاد جغرافیای زیستی در سطح شهر میباشد که با افزایش نرخ انتقال ویژگی از ۲۵ درصد به ۵۰ درصد ایجاد شده است.جواب بهینه در نمودار زیر مشاهده میشود.

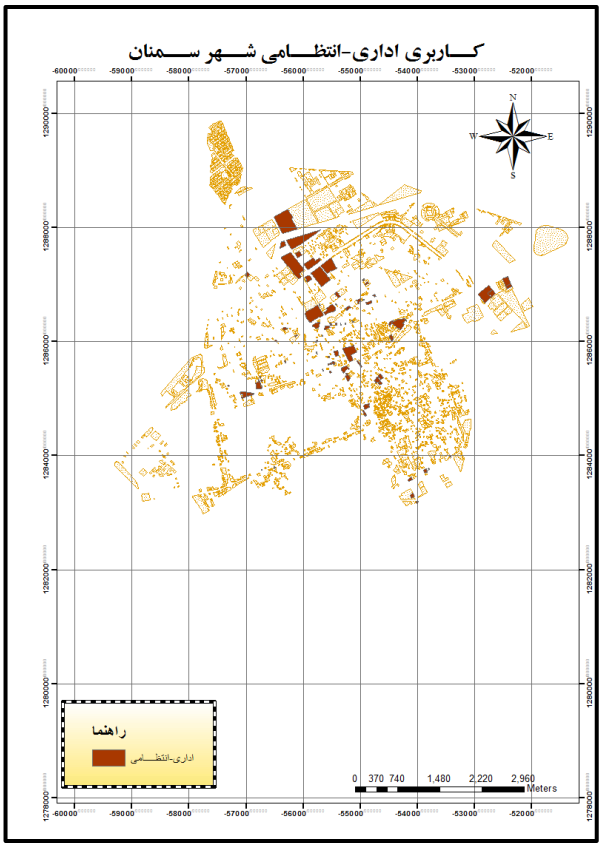


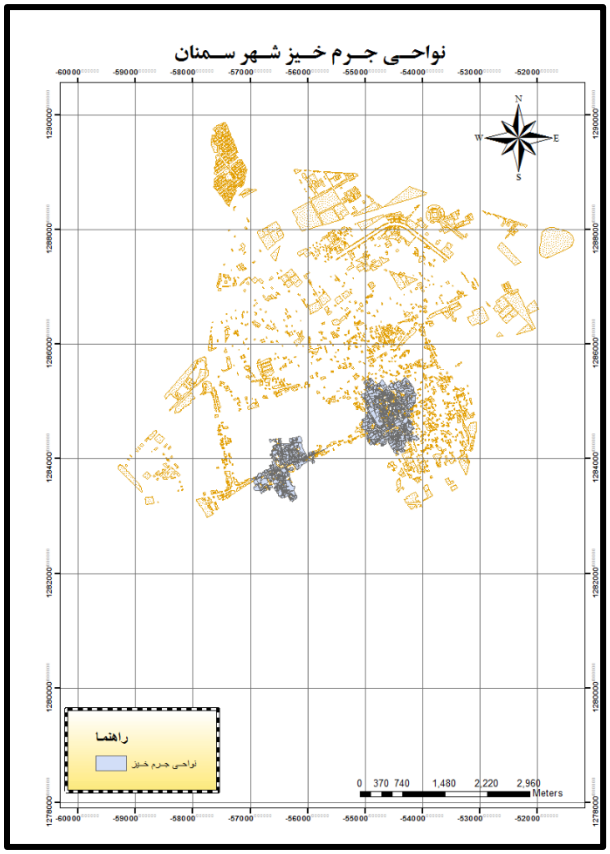
نمودار-2جواب بهینه الگوریتم با نرخ انتقال ویژگی ۵۰ درصد

حال برای مقایسه نتایج تحقیق جاری به لحاظ کاربری های مورد نیاز منطقه یک شهر سمنان با طرح توسعه شهر سمنان، باید برای هریک از ابعاد ۴ گانه تحقیق لایه GIS آن تهیه شود،سپس باتوجه به اوزان هریک از این ابعاد ۴ گانه که براساس نرخ انتقال ۵۰ درصد بدست آمده اند و نشانگر بهینه شدن توزیع متناسب ابعاد جغرافیای زیستی در سطح شهر هستند، همپوشانی لایه ها صورت میگیرد، نتایج حاصل از این همپوشانی با طرح توسعه مقایسه خواهد شد.ابتدا نقشه لایه های بعد اجتماعی تهیه میشوند که در ادامه آورده شده اند(نقشه های ۲ الی ۱۰).

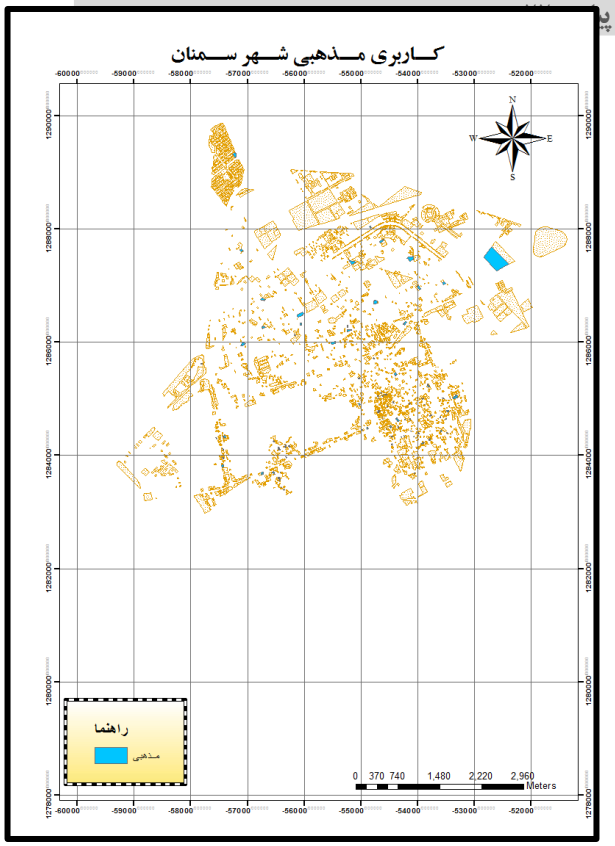

کاربری آموزشی شهر سمنان
راهنما
آموزش ابتدایی-متوسطه
آموزش عالی
0 370 740 1,480 2,220 2,960
Meters

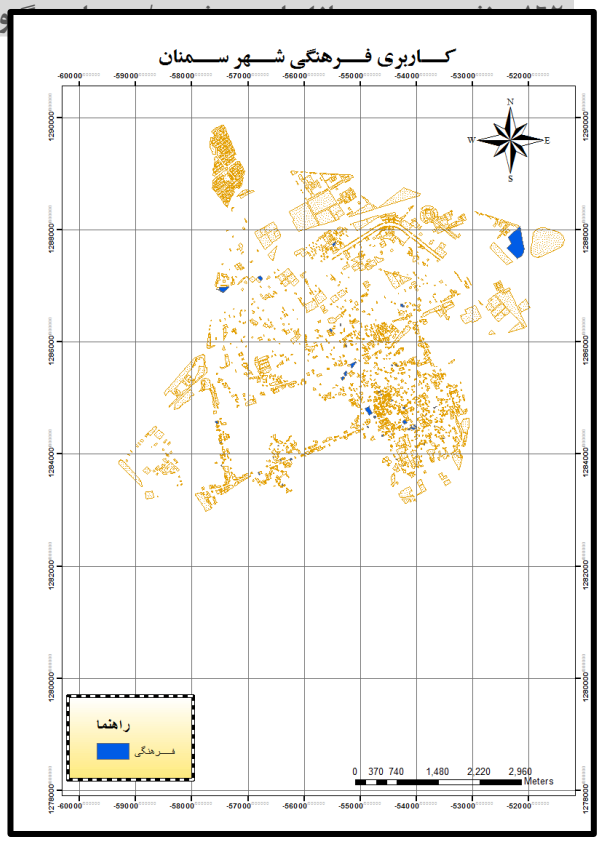

کاربری درمانی شهر سمنان
راهنما
درمانی-بهداشتی
0 370 740 1,480 2,220 2,960
Meters

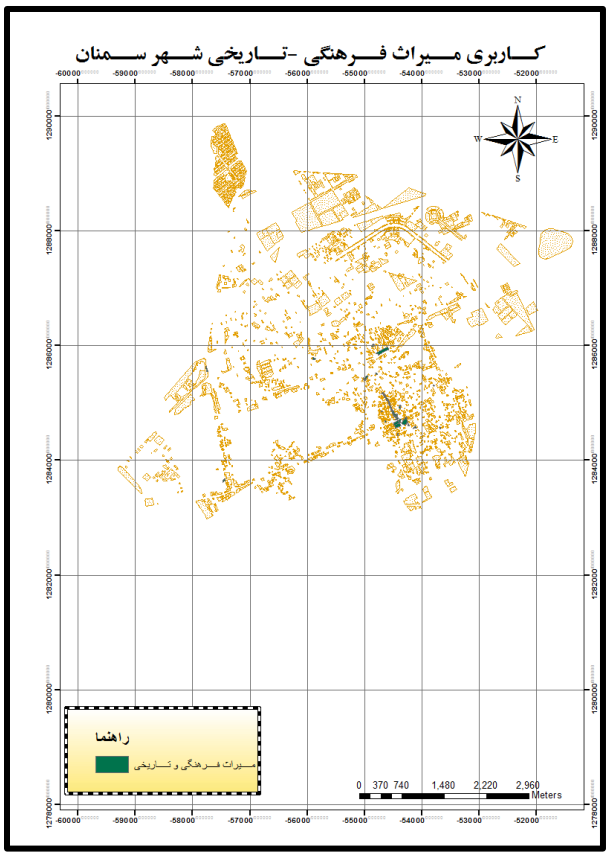

کاربری اداری-انتظامی شهر سمنان
راهنما
اداری-انتظامی
0 370 740 1,480 2,220 2,960
Meters

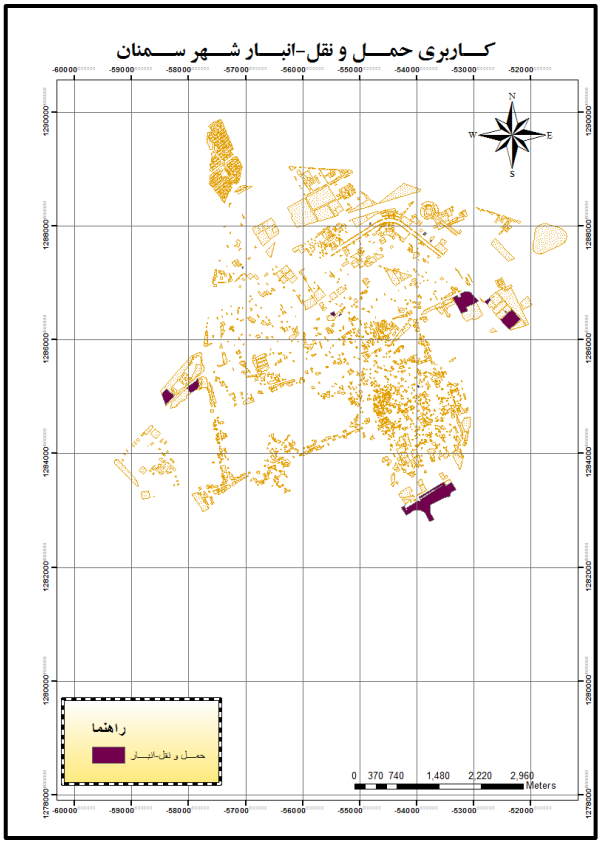

نواحی جرم خیز شهر سمنان
راهنما
نواحی جرم خیز
0 370 740 1,480 2,220 2,960
Meters

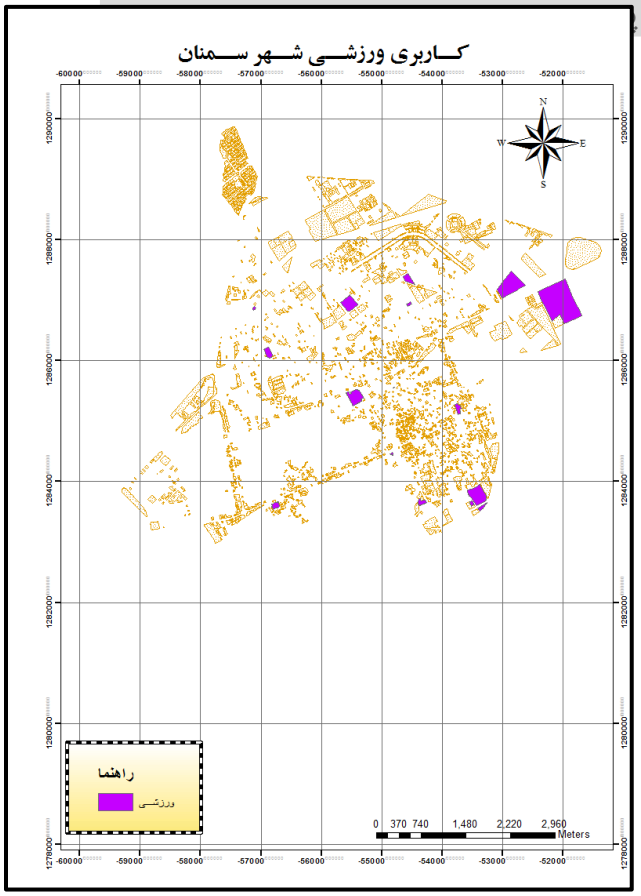
نقشه های شماره۲ تا ۵-لایه های تشکیل دهنده بعد اجتماعی

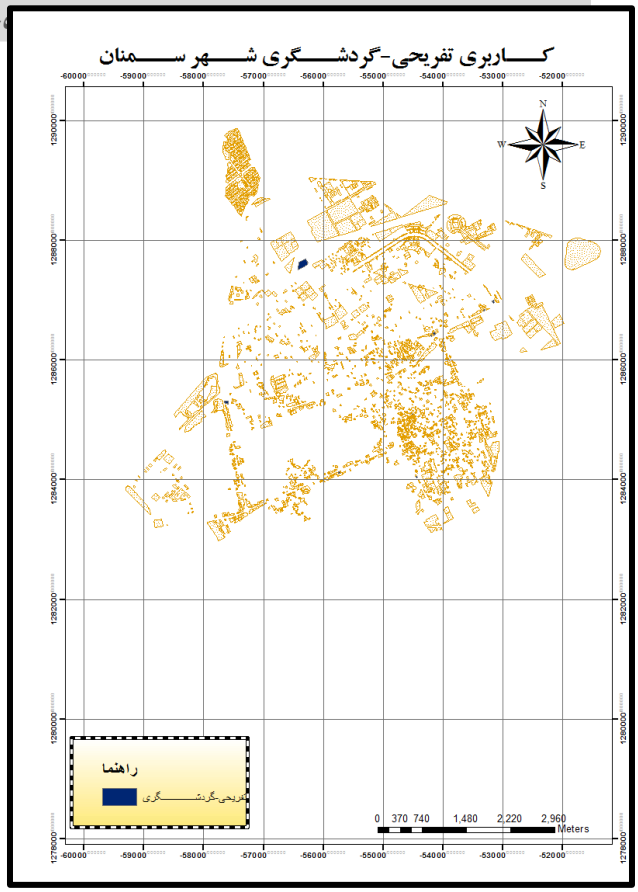








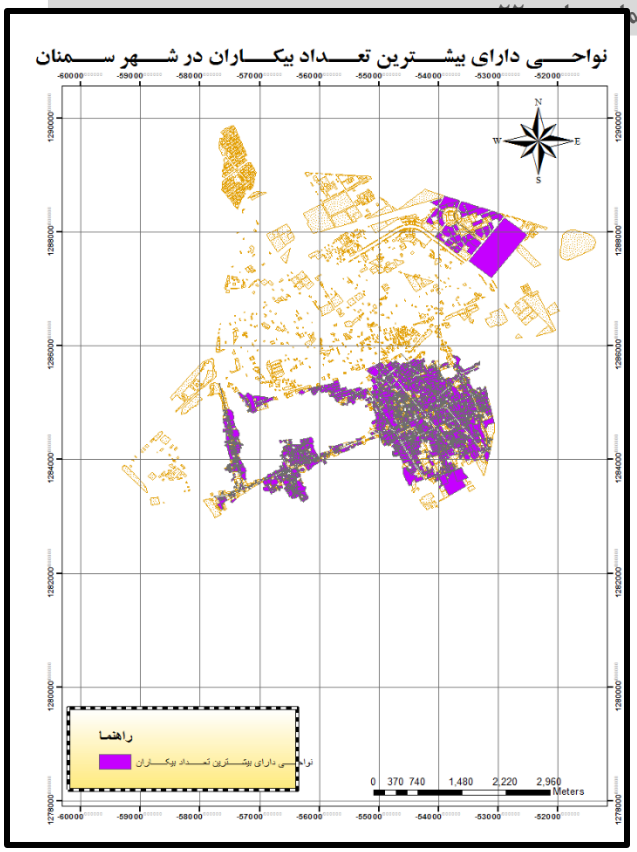


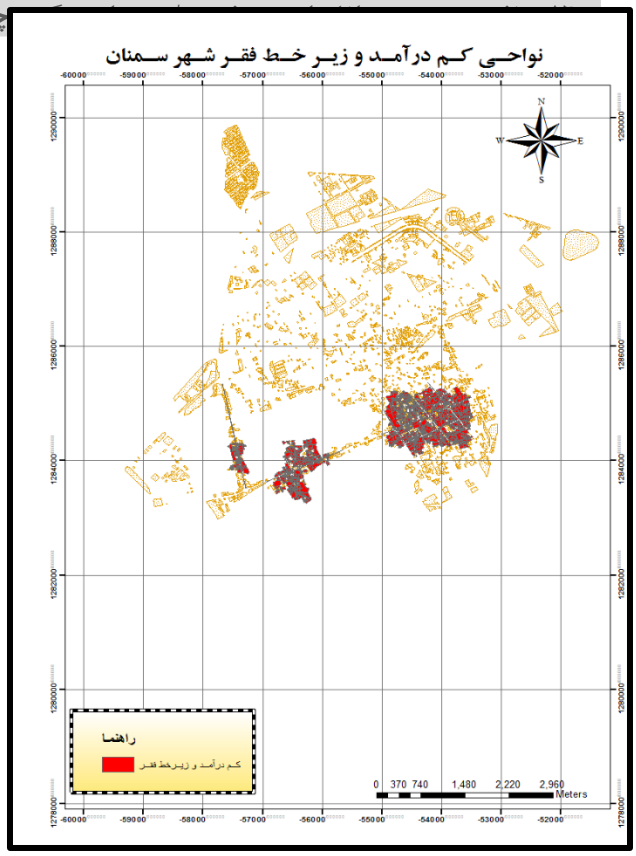


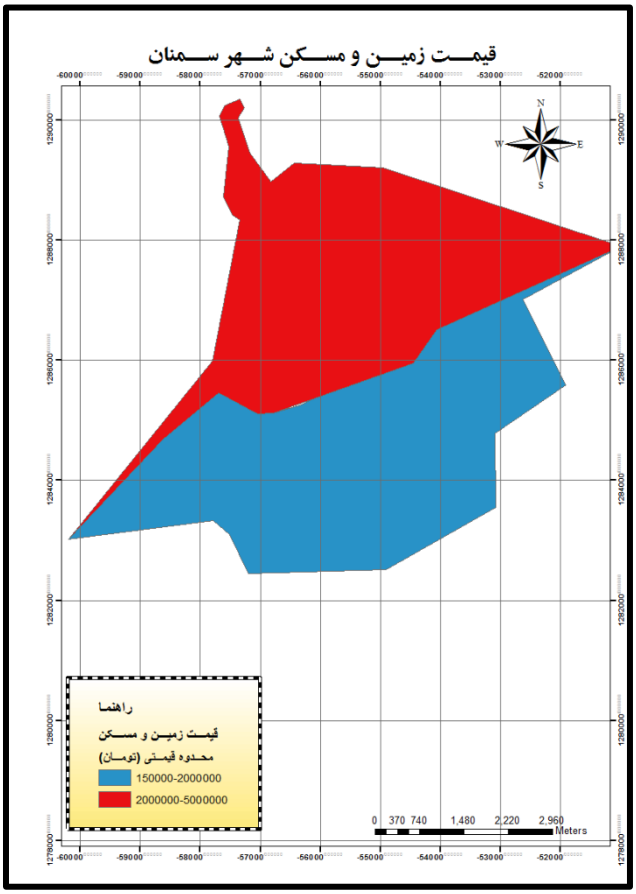
نقشه های شماره۶ تا۹- لایه های تشکیل دهنده بعد اجتماعی(ادامه)

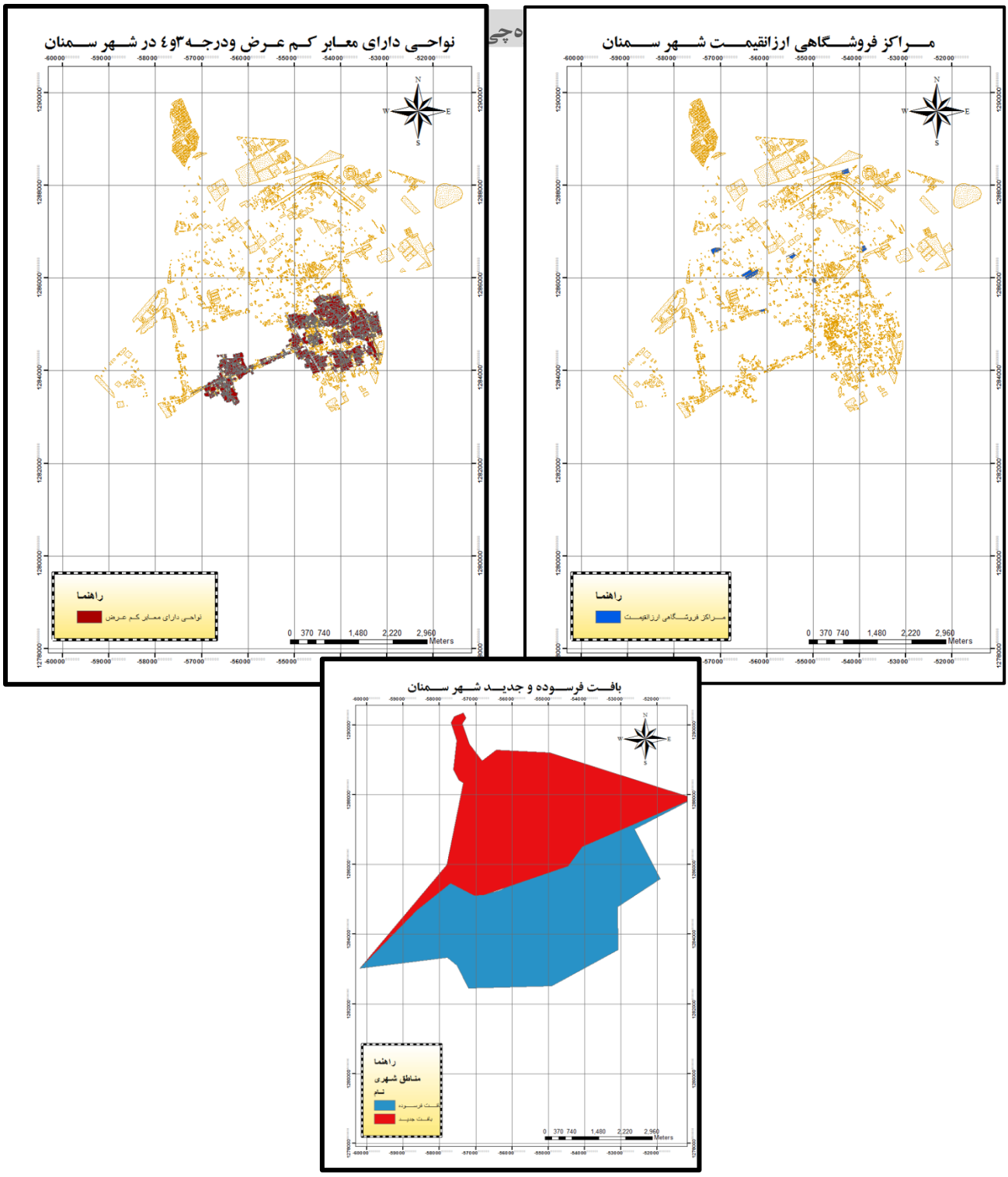
نقشه های شماره۱۰ تا ۱۱-لایه های تشکیل دهنده بعد اجتماعی (ادامه)

در ادامه نقشه لایه های بعد اقتصادی که برای تشکیل این بعد نیاز هستند آورده شده اند.این نقشه ها شامل نقشه شماره ۱۲ الی ۱۴ هستند. سپس نقشه لایه های بعد کالبدی-فیزیکی (نقشه های شماره ۱۵ الی ۱۷) برای ایجاد لایه کالبدی فیزیکی تهیه میشوند.در نهایت طی نقشه های ۱۹ الی ۲۲ ، لایه های مورد نیازبرای ایجاد لایه محیطی-اکولوژیکی آورده شده اند.

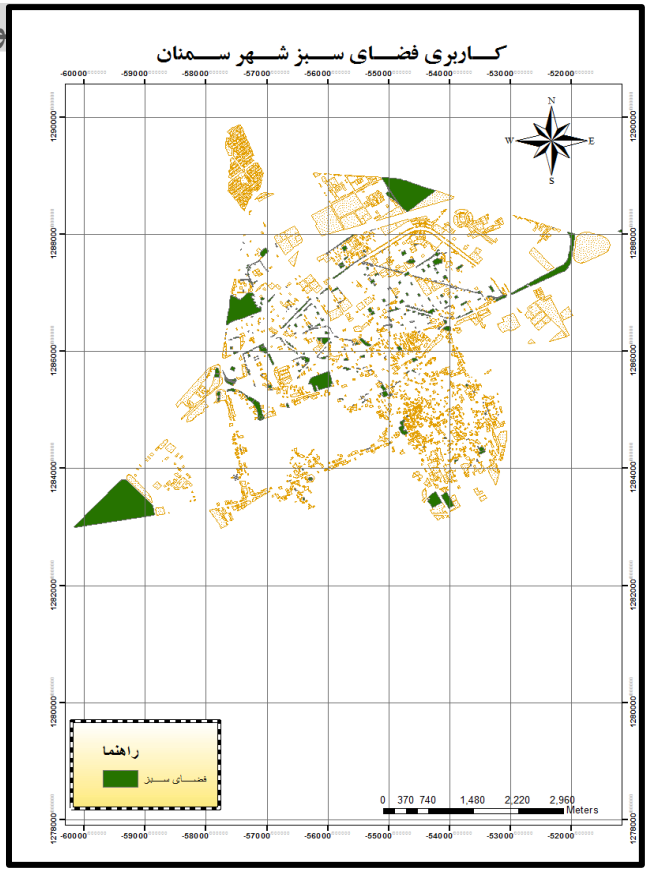

نواحی دارای بیشترین تعداد بیکاران در شهر سمنان
راهنما
نواحی دارای بیشترین تعداد بیکاران
0 370 740 1,480 2,220 2,960
Meters

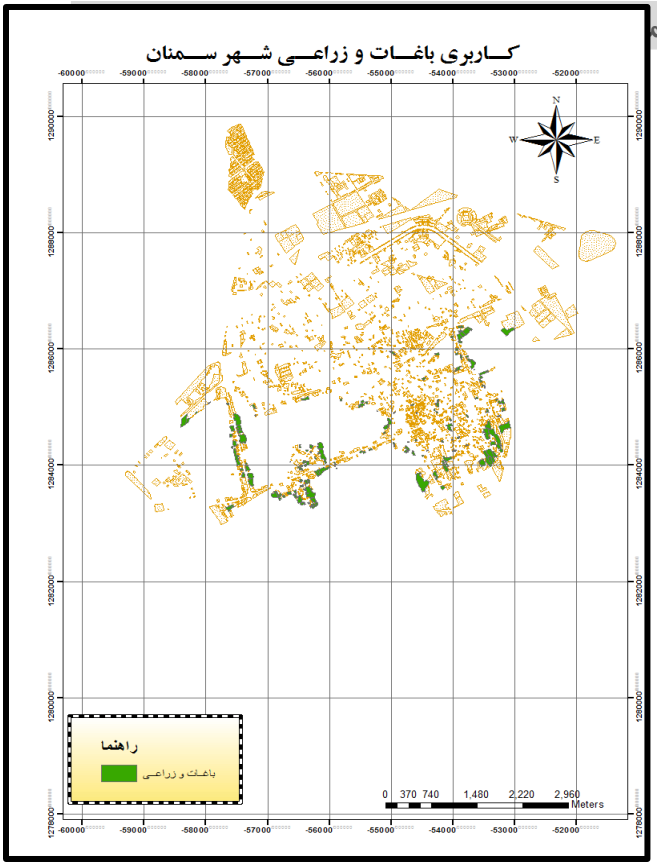

نواحی کم درآمد و زیر خط فقر شهر سمنان
راهنما
کم درآمد و زیر خط فقر
0 370 740 1,480 2,220 2,960
Meters


قیمت زمین و مسکن شهر سمنان
راهنما
قیمت زمین و مسکن
محدوده قیمتی (تومان)
150000-2000000
2000000-5000000
0 370 740 1,480 2,220 2,960
Meters



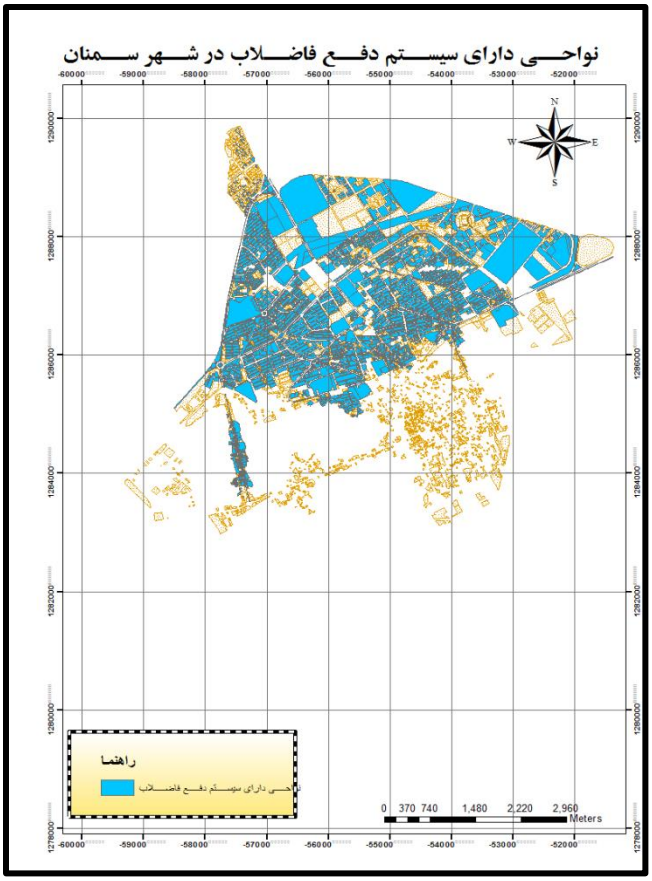
نقشه های شماره۱۲ تا ۱۴-لایه های تشکیل دهنده بعد اقتصادی

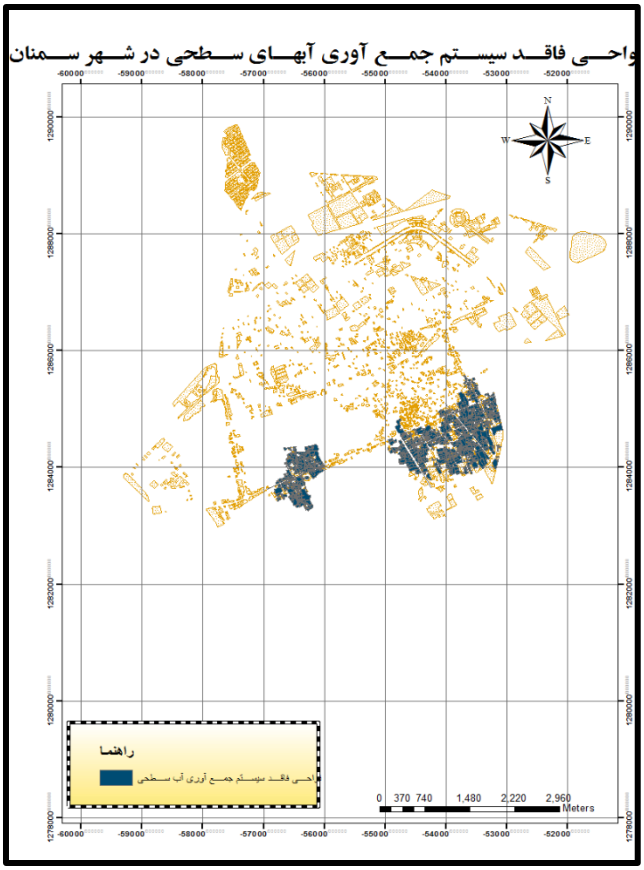




نقشه

های شماره۱۶ تا ۱۷-لایه های تشکیل دهنده بعد کالبدی-فیزیکی



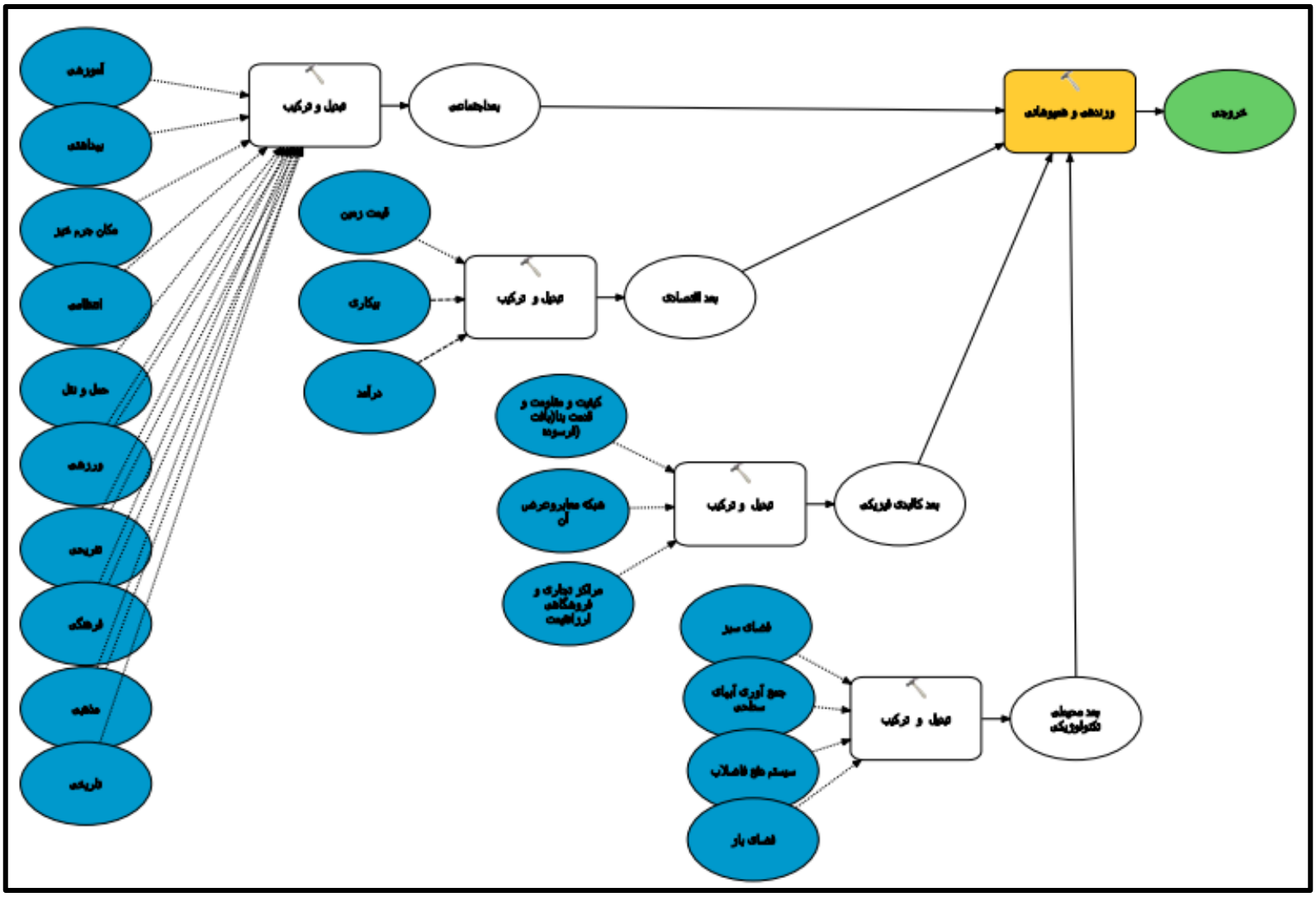


نقشه های شماره۱۸ تا ۲۱-لایه های تشکیل دهنده بعد محیطی-اکولوژیکی

در این بخش نقشه لایه های بدست آمده توسط ابزار مدل بیلدر در نرم افزار ARCGIS تبدیل به فرمت رستری شده و با هم ترکیب و سپس براساس وزن بدست آمده برای هر یک از ابعاد، همپوشانی میگردند.

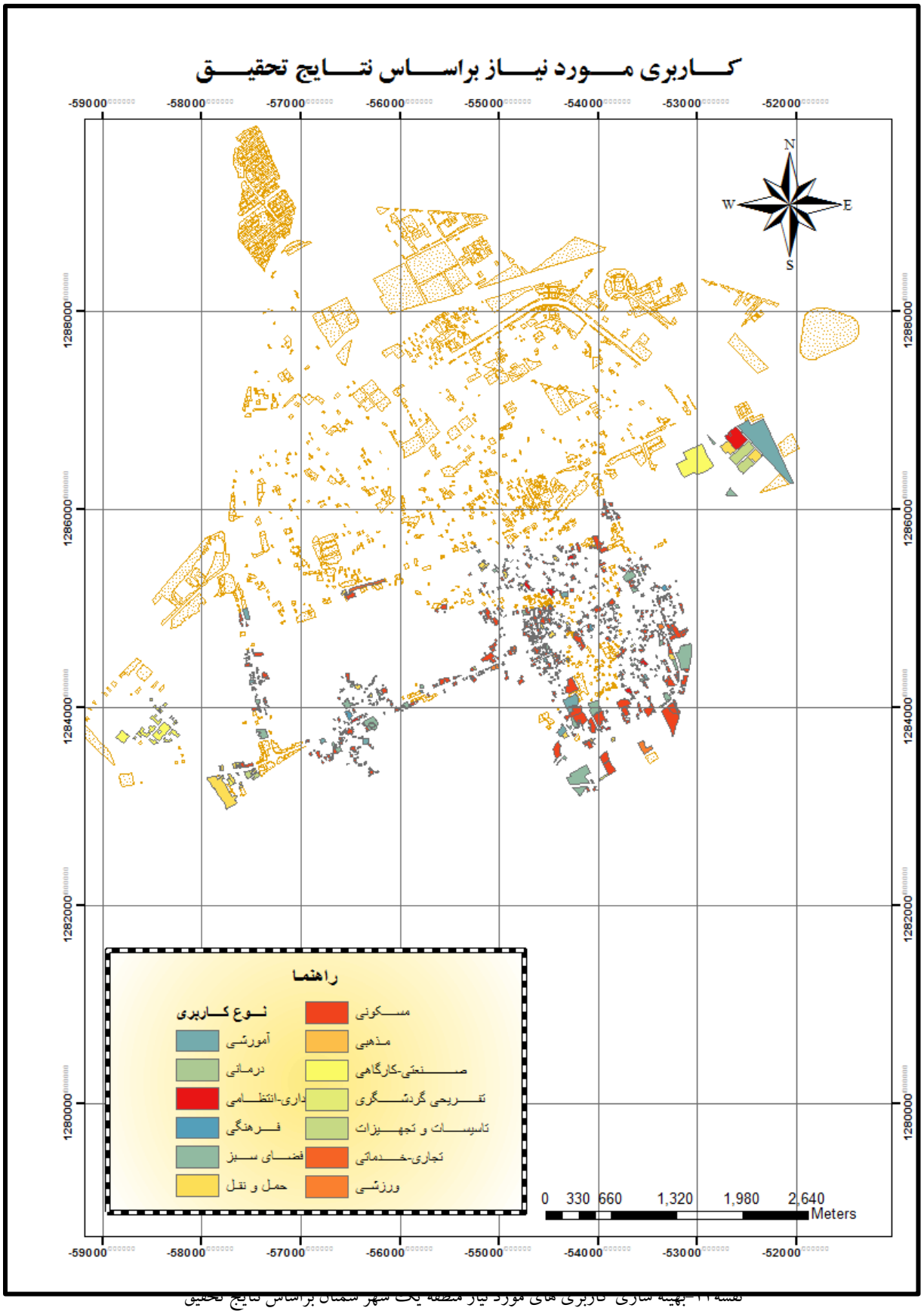
شکل -2همپوشانی لایه ها در مدل بیلدرARCGIS- منبع: نتایج تحقیق،۱۴۰۲

پس از ایجاد خروجی، نقشه تهیه شده تصویری رستری را نشان میدهد که عمده سلولها و پیکسلهای آن در ناحیه یک تجمیع شده اند

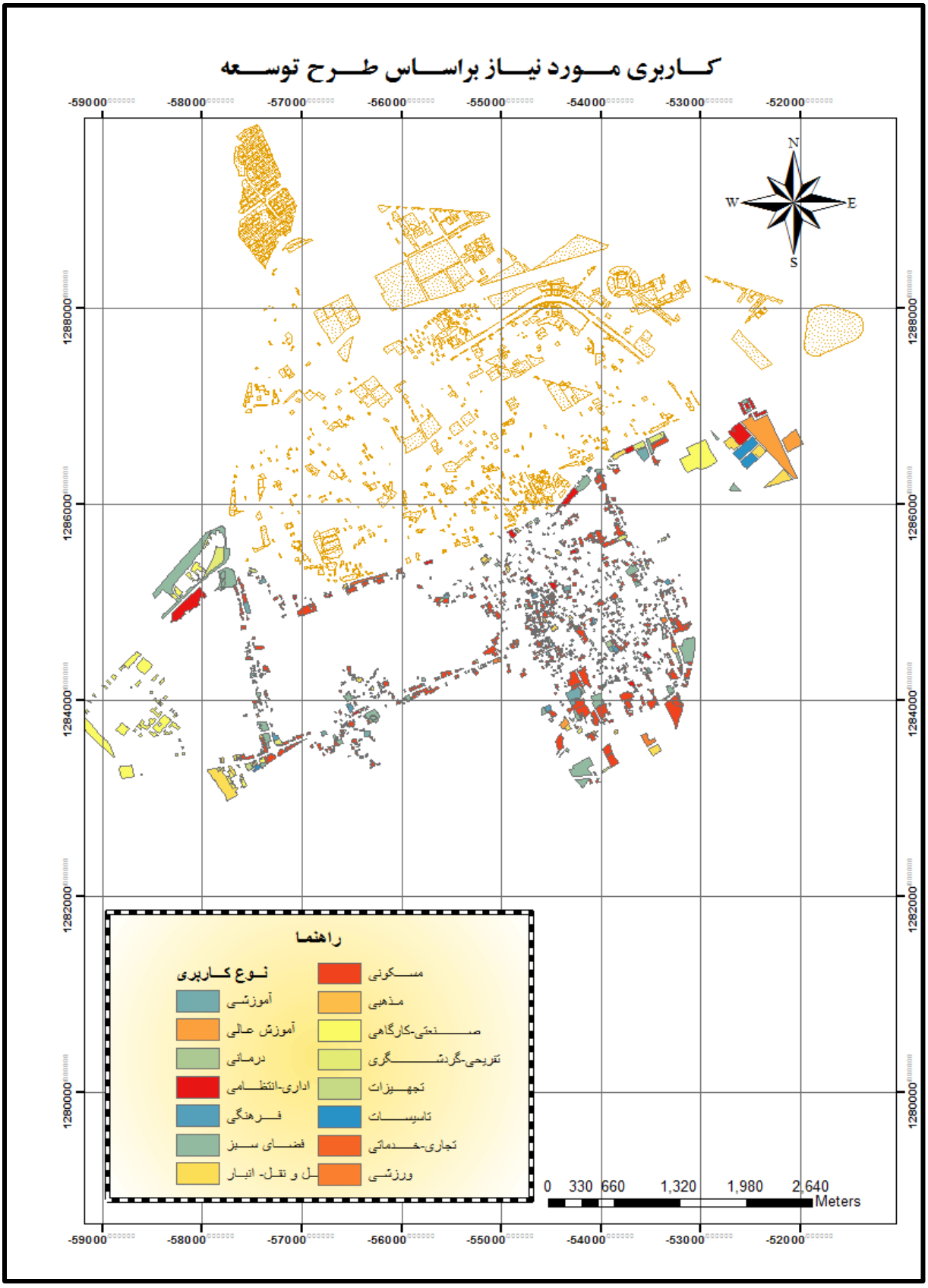


لذا پس از استفاده از ابزار پاکسازی ERASE ، پیکسهای اضافی و محدود و پراکنده حذف شده و میتوان برای شناسایی نوع کاربری، از تصویر رستری ایجاد شده براساس لایه وکتوری کاربری اراضی،خروجی گرفته و سپس آنرا به پلیگون تبدیل مینماییم و با تطبیق آنها با لایه کاربری اراضی هر پلیگون متناظر با آن را بنام کاربری نام گذاری مجدد مینماییم(.

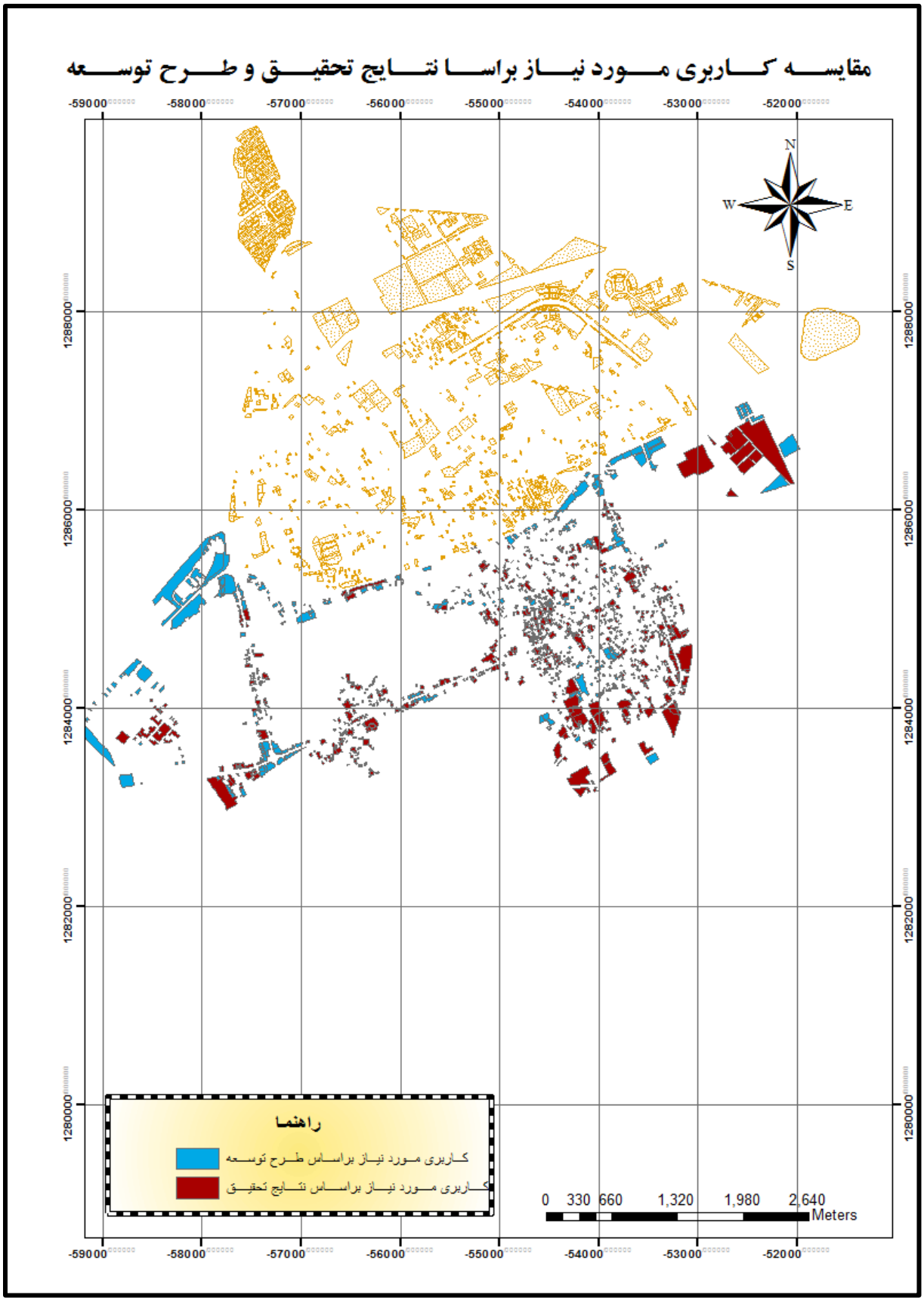
همچنین برای مقایسه نتایج تحقیق با طرح توسعه ، مساحت حاصل از کاربری های بدست آمده از این تحقیق را با طرح توسعه مقایسه مینماییم.



نقشه ۱۲-تهیه شاری کاربری های مورد نیاز منطقه یک شهر شمال براساس نتایج تحقیق



نقشه۲۳- کاربری های مورد نیاز منطقه یک شهر سمنان براساس طرح توسعه



نقشه۲۴- مقایسه کاربری های مورد نیاز منطقه یک شهر سمنان براساس طرح توسعه و نتایج تحقیق

جدول۱- مقایسه کاربری های مورد نیاز منطقه یک شهر سمنان براساس طرح توسعه موجود و نتایج بهینه سازی این تحقیق

	براساس نتایج تحقیق	براساس طرح توسعه
نوع کاربری	مساحت مورد نیاز(هکتار)	مساحت مورد نیاز(هکتار)
آموزشی	۱۹/۲۱	18/22
درمانی	۰/۴۰۲	0/417
اداری انتظامی	۱۳/۴۱	13/99
فرهنگی	2/601	2/874
فضای سبز	34/81	36/42
حمل و نقل	19/67	18/5
مسکونی	58/33	۷۳/22
مذهبی	0/327	0/406
صنعتی -کارگاهی	25/52	27/63
تفریحی گردشگری	5/93	6/16
تجهیزات و تاسیسات	5/12	5/64
ورزشی	1/62	1/91

باتوجه به نتایج تحقیق و بررسی های میدانی و مطالعات توسعه آتی مسکن و شهرسازی سمنان، کاربری های مورد نیاز منطقه یک شهر سمنان باتوجه به نرخ انتقال مورد بررسی ، نزدیک به طرح های توسعه در نظر گرفته شده برای این شهر میباشند.

۱- بعد اقتصادی جغرافیای زیستی شامل شاخص هایی چون قیمت زمین، سطح درآمد و پراکندگی بیکاران در سطح شهر بود(نقشه های ۱۲ الی ۱۴). این متغیر با وزن ۰.۱۷۱ در پله چهارم اثرگذاری را بر نظام توزیع کاربریها و همجواری آنها در سطح شهر سمنان جهت بهبود وضعیت امدادونجات قرار گرفت.لذا میتوان گفت در اولویت قرار نمیگیرد. این بعد پس از بهینه سازی ، به سطح ۰.۰۱۲۲ رسید دلیل این امر کاهش مقادیر و یکنواخت شدن ونزدیکی مقادیر حاصل بعلت خارج شدن متمرکز شاخص های کاربری اراضی شهری از ناحیه ۲ شهر و توزیع متناسب ابعاد جغرافیای زیستی در سطح شهر بود که با افزایش نرخ انتقال ویژگی از ۲۵ درصد به ۵۰ درصد ایجاد شد.

۲- بعد اجتماعی جغرافیای زیستی شامل شاخص هایی چون آموزش، بهداشت، حمل و نقل،ورزش، فرهنگ، میزان جرم و...بود(نقشه های ۲ الی ۱۱). این متغیر با وزن 0.217 در پله دوم اثرگذاری را بر توزیع کاربریها و همجواری آنها در سطح شهر سمنان جهت بهبود

وضعیت امدادونجات قرار گرفت.لذا میتوان گفت این بعد در اولویت قرارنمیگیرد. این بعد پس از بهینه سازی ، به سطح ۰.۰۱۲6 رسید دلیل این امر کاهش مقادیر و یکنواخت شدن ونزدیکی مقادیر حاصل بعلت خارج شدن متمرکز شاخص های کاربری اراضی شهری از ناحیه ۲ شهر و توزیع متناسب ابعاد جغرافیای زیستی در سطح شهر بود که با افزایش نرخ انتقال ویژگی از ۲۵ درصد به ۵۰ درصد ایجاد شد.

۳- بعد کالبدی-فیزیکی جغرافیای زیستی شامل شاخص هایی چون بافت فرسوده(کیفیت ابنیه، مقاومت و قدمت ابنیه) و شبکه معابر و عرض انها ،وجود مراکز فروشگاهی و تجاری ارزان و.. بود(نقشه های ۱۵ الی ۱۷). این متغیر با وزن ۰.۲۹۹در پله اول اثرگذاری بر توزیع کاربریها و همجواری آنها در سطح شهر سمنان قرار گرفت.لذا میتوان گفت این بعد در اولویت قرار دارد. این بعد پس از بهینه سازی ، به سطح ۰.۰۱۳۰ رسید دلیل این امر کاهش مقادیر و یکنواخت شدن ونزدیکی مقادیر حاصل بعلت خارج شدن متمرکز شاخص های کاربری اراضی شهری از ناحیه ۲ شهر و توزیع متناسب ابعاد جغرافیای زیستی در سطح شهر بود که با افزایش نرخ انتقال ویژگی از ۲۵ درصد به ۵۰ درصد ایجاد شد.

۴-بعد محیطی –اکولوژیکی جغرافیای زیستی شامل شاخص هایی چون فضای سبز، سیستم دفع فاضلاب، فضای باز و جمع آوری آبهای سطحی بود(نقشه های ۱۸ الی ۲۱). این متغیر با وزن ۰.۱۹۵ در پله سوم اثرگذاری بر توزیع کاربریها و همجواری آنها در سطح شهر سمنان قرار گرفت.لذا میتوان گفت این بعد در اولویت قرار ندارد. این بعد پس از بهینه سازی ، به سطح ۰.۰۱۲۵ رسید دلیل این امر کاهش مقادیر و یکنواخت شدن ونزدیکی مقادیر حاصل بعلت خارج شدن متمرکز شاخص های کاربری اراضی شهری از ناحیه ۲ شهر و توزیع متناسب ابعاد جغرافیای زیستی در سطح شهر بود که با افزایش نرخ انتقال ویژگی از ۲۵ درصد به ۵۰ درصد ایجاد شد.

نتیجه گیری

براساس این نتایج حاصل شده در این تحقیق میتوان گفت الگوی کاربری اراضی شهری سمنان بر اساس ابعاد جغرافیای زیستی آن شکل نگرفته است و برای امدادونجات در مواقع بحران ایجاد مشکلات مدیریتی میکند و لذا نیاز به بهبود دارند.مدلی که بتواند این بهینه سازی را با توجه به ابعاد مورد مطالعه تحقیق شناسایی و اولویت بندی نماید استفاده از مدل BBO بود. با توجه به نتایج حاصل، مشاهده میشود که توسط ابعاد جغرافیای زیستی در شهر سمنان و الگوریتم مربوطه توانست پس از شناسایی اثرگذارترین متغیر ،به بهبود وضعیت امدادو نجات باتوجه به شاخص های نظام توزیع کاربریها و همجواری آنها در تمام سطح شهر کمک کند. برای این امر توزیع نامناسب شاخص های کاربری اراضی شهری سمنان باید از حالت تمرکز یافته در نواحی خاص به نواحی دارای ضعف منتقل شود.لذامیتوان گفت که شهر سمنان SIV های لازم برای سوق دادن شاخص های نظام توزیع کاربریها و همجواری مناسب به نواحی دارای ضعف را داراست بطوریکه با کاهش مقادیر و یکنواخت شدن ونزدیکی مقادیر حاصل بعلت خارج شدن متمرکز شاخص های کاربری اراضی شهری از ناحیه ۲ شهر و توزیع متناسب ابعاد جغرافیای زیستی در سطح شهر میباشد که با افزایش نرخ انتقال ویژگی از ۲۵ درصد به ۵۰ درصد ایجاد شده است(نقشه های ۲۲ ،۲۳ و ۲۴). بنابراین این تحقیق نشان داد که استفاده از الگوریتم جغرافیای زیستی میتواند الگویی جدیدی برای نظام توزیع و بهبود کاربری اراضی شهری سمنان بر اساس ابعاد جغرافیای زیستی ارائه دهد.

منابع

احمدی، فرشته؛ (۱۳۹۸). ارزیابی شاخص‌های کیفیت زندگی با تأکید بر اصول شهر زیست‌پذیر، نمونهٔ موردی: شهرک گلستان در منطقهٔ ۲۲ تهران، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد به راهنمایی دکتر علیرضا بندرآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی.

افشار, میثم (۱۳۹۶). بررسی وضعیت مدیریت ساخت و ساز شهری در راستای زیست پذیری شهری (مطالعه موردی: شهر جیرفت)، سومین کنفرانس سالانه پژوهش های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری، شیراز.

الوندی, احسان(۱۳۹۸).مدل سازی تناسب زمین برای توسعه شهری با استفاده از روش هایتصمیم گیری چند شاخصه و GIS مطالعه موردی: حوضه آبخیز زیارت استان گلستان، فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر) ۲۶ (۱۰۱).

حاجی مقصود, هنگامه(۱۳۹۶). تدابیر معمارانه و تطبیق نظریه فروشنده دوره گرد در طراحی شهری و مدیریت بحران، اولین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی درعلوم و مهندسی، مشهد.

سالاریان ، فردیس (۱۳۹۹).تحلیل تاثیر پراکنده‌رویی بر تغییر کاربری زمین در منطقه شهری ساری- پژوهش های جغرافیایی برنامه ریزی شهری: موسسه جغرافیا- دوره ۳ شماره ۲.

طاهری، محمد(۱۳۹۹)- مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین شهرستان تبریز با استفاده از شبکهٔ عصبی مصنوعی و زنجیرهٔ مارکف- دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران- پژوهشهای جغرافیای طبیعی: مؤسسه جغرافیا- دوره ۴۵ شماره ۴.

عزیزی،سارا(۱۳۹۲)-مدل سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و سامانه های اطلاعات جغرافیایی در منطقه کوهمره سرخی استان فارس- دانشگاه شهید چمران اهواز - پژوهشکده علوم زمین.

واعظی, سمانه؛ محمد سعدی مسگری و فرناز کاویاری، ۱۳۹۴، ارزیابی مکانی همسایگی در کاربریهای شهری از نظر سازگاری و وابستگی مطالعه موردی شهر ابهر، اولین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی، تهران، دانشکده مهندسی نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی.

یزدی، هدی(۱۳۹۴)- مقایسه عملکرد چهار الگوریتم فراابتکاری نوین برای حل مسایل بهینه سازی ریاضی- دکترا،مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران.

اسماعیلی، مهران. (۱۳۹۳). تحول های ساختاری در جغرافیای زیستی مدینه. مطالعات تاریخ اسلام، ۶(۲۱)، ۲۹-۴۶.

حیدری، علی اصغر (۱۳۹۸). طراحی و پیشنهاد یک الگوریتم فرا اکتشافی جدید بر مبنای بهینه سازی جغرافیای زیستی (MBBO) (مطالعه موردی: حل مساله VRP تعمیم یافته: مسیریابی- موجودی). همایش ملی ژئوماتیک.

زیاری، یوسفعلی (۱۳۹۹). کاربری اراضی شهری و الگوریتم بهینه سازی مبتنی بر جغرافیای زیستی تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی (علوم جغرافیایی)، ۲۰(۵۷)، ۲۴۳-۲۶۴.

Abba ,S.I. (2023)- Mapping of groundwater salinization and modelling using meta-heuristic algorithms for the coastal aquifer of eastern Saudi Arabia- Interdisciplinary Research Center for Membranes and Water Security, King Fahd University of Petroleum & Minerals, Dhahran 31261, Saudi Arabia.

Afrasyabi ,Parastoo (2023)- A crossover-based multi-objective discrete particle swarm optimization model for solving multi-modal routing problems- Department of Geodesy and Geomatics, K. N. Toosi University of Technology, Tehran 19967-15433, Iran.

Aubrie, B. Onoufriou(2022)- Biogeography in the deep: Hierarchical population genomic structure of two beaked whale species- School of Biology, University of St Andrews, St Andrews, UK.

Beibei ,Chen(2021)- Trophic interrelationships drive the biogeography of protistan community in agricultural ecosystems- State Key Laboratory of Crop Stress Biology in Arid Areas, Shaanxi Key Laboratory of Agricultural and Environmental Microbiology, College of Life Sciences, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi, 712100, PR China.

Chang ,Xia(2020)- Delineating early warning zones in rapidly growing metropolitan areas by integrating a multiscale urban growth model with biogeography-based optimization- Department of Urban Planning and Design, The University of Hong Kong, Hong Kong SAR.

Chang, Liu(2023)- Biogeography and diversity patterns of antibiotic resistome in the sediments of global lakes- College of Water Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Eun ,Joo Yoon(2019)- Multi-objective planning model for urban greening based on optimization algorithms- Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea.

Grunstra ,Nicole D.S. (2023)- Climate, not Quaternary biogeography, explains skull morphology of the long-tailed macaque on the Sunda Shelf- Department of Evolutionary Biology, University of Vienna, Vienna, Austria.

Hadidi ,Amin (2017)- Design and economic optimization of shell-and-tube heat exchangers using biogeography-based (BBO) algorithm- Department of Mechanical Engineering, Ahar Branch, Islamic Azad University, Ahar, Iran.

Kaveh ,Mehrdad (2019)- Improved biogeography-based optimization using migration process adjustment: An approach for location-allocation of ambulances- Dept. of GIS, Faculty of Geodesy and Geomatics, K.N.Toosi University of Technology, Tehran 19967-15433, Iran.

Lavika ,Goel(2019)- Biogeography and geo-sciences based land cover feature extraction- Delhi Technological University (DTU), Computer Engineering Department, Delhi 110042, India.

Neela ,R. (2018)- BBO Algorithm for Line Flow Based WLS State Estimation- Dept. of Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Annamalai University, Annamalai Nagar 608002, Tamilnadu, India.

Nenad ,Mladenovic (2022)- Optimization approaches for the urban delivery problem with trucks and drones- School of Management, Hefei University of Technology, Hefei, 230009, Anhui, PR China.

Xiaohua, Wang(2014)- A hybrid biogeography-based optimization algorithm for job shop scheduling problem- State Key Laboratory of Virtual Reality Technology and Systems, School of Automation Science and Electrical Engineering, Beihang University (BUAA), Beijing 100191, PR China.

Xinming ,Zhang(2020)- Novel biogeography-based optimization algorithm with hybrid migration and global-best Gaussian mutation- College of Computer and Information Engineering, Henan Normal University, Xinxiang, Henan 453007, China.

Xuelan ,Tan(2024)- Delineating urban growth boundaries by coupling urban interactions and ecological conservation- College of Resources, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China.

Zhao, Fuqing(2019)- A two-stage differential biogeography-based optimization algorithm and its performance analysis- School of Computer and Communication Technology, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China.