Vol.12, No.3, Fall 2023, pp.217-245 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2022.78283.1268 Open access

Evaluating and Identifying Potential Areas for the Construction of Industrial Parks in Urmia City

Omid Pirian Kalat[a], Roxana Kamkar ghorbanzadeh[b], Parsa Zamani[c] , Keramatollah Ziari[d]*

[a] *MA in Regional Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*
[b] *MA in Urban Design, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran*
[c] *MA in Urban Design, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran*
[d] *Postoctoral in Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran*

Received: 16 June 2022 ***Revised: 8 August 2022*** ***Accepted: 13 September 2022***

Abstract

Urmia city is a region with high potential for the development of industrial centers. However, in the last few decades, the indiscriminate development of industries in this area has led to environmental and socio-economic problems. This study aimed to identify areas prone to the construction of an industrial town in this city and evaluate the existing areas. In order to collect the required data of this descriptive-analytical study, library studies were used. Moreover, in order to achieve the goals of the research, the combined Boolean and fuzzy multi-criteria evaluation method were used. At first, relying on seven criteria of distance from the city, slope, height, fault, waterway, communication lines and land use, maps of restrictions and factors were drawn. In the second step, the fuzzy primary suitability map and the Boolean primary suitability map were prepared and finally, based on the correlation coefficients and standard deviation of the operators, gamma 0.5 was chosen as the most appropriate gamma to overlap the two mentioned maps. The results showed that about 94% of the area of the region is completely unsuitable for the establishment of industries and only about 6% of the area are approximately suitable to completely suitable. Regarding the evaluation of the establishment of the existing industrial areas, it was found that the industrial town of Phase 1 and 2, Karimabad industrial area and the electronics and food industry town are located in the inappropriate area of establishment. Moreover, 8 square kilometers of the Phase 3 of the industrial town is located in the suitable area for settlement and 1 square kilometer is located in the unsuitable area for settlement.

Keywords: Boolean Logic, Fuzzy Logic, Industrial Parks, Settlement Evaluation, Urmia City

*.Corresponding author: Keramatollah Ziari Email: zayyari@ut.ac.ir Tel:+989144039787

How to cite this Article: Piryan Kalat, O., Kamkar ghorbanzadeh, R., Zamani, P., & Ziari, K. (2023). Evaluating and identifying potential areas for the construction of Industrial parks in Urmia city. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *12*(3), 217-245.
DOI: 10.22067/geoeh.2022.78283.1268

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 12, Issue 3 - Number 47, Fall 2023
https://geoeh.um.ac.ir
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.78283.1268

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دوازدهم، شمارهٔ چهل و هفتم، پاییز ۱۴۰۲، صص ۲۴۰-۲۱۷

مقاله پژوهشی

ارزیابی و شناسایی پهنه‌های مستعد احداث شهرک صنعتی در شهرستان ارومیه

امید پیریان کلات- کارشناس ارشد برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
رکسانا کامکار قربان‌زاده- کارشناس ارشد طراحی شهری، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.
پارسا زمانی- کارشناس ارشد طراحی شهری، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.
کرامت‌اله زیاری[1]- فوق دکترای مهندسی شهرسازی، استاد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۲۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۵/۱۷ تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۶/۲۲

چکیده

شهرستان ارومیه به‌عنوان منطقه‌ای با پتانسیل بالا جهت توسعه مراکز صنعتی است. بااین‌حال، در چند دهه اخیر، توسعه بی‌رویه صنایع در این محدوده منجر به ایجاد مسائل و مخاطرات طبیعی و زیست‌محیطی گردیده، ازآنجاکه برخی از مخاطرات تماماً طبیعی هستند اما عمده مخاطرات و فجایع زیستی به علت فعالیت‌های انسانی رخ می‌دهند؛ در این میان شناسایی پهنه‌های صنعتی که کمترین مخاطره را به دنبال داشته باشد ضروری به نظر می‌رسد، پژوهش حاضر با هدف شناسایی پهنه‌های مستعد احداث شهرک صنعتی در شهرستان و ارزیابی پهنه‌های موجود صنعتی انجام گرفته است، روش انجام پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی و از نظر هدف کاربردی بوده، به‌منظور گردآوری آمار و اطلاعات موردنیاز در رابطه با موضوع، از مطالعات کتابخانه‌ای نیز بهره گرفته شد. جهت دستیابی به اهداف پژوهش از روش ارزیابی چندمعیارهٔ تلفیقی بولین و فازی استفاده گردید؛ در ابتدا با تکیه بر هفت معیارِ فاصله از شهر، شیب، ارتفاع، گسل، آبراهه، خطوط ارتباطی و کاربری اراضی، نقشه‌های قیود و عوامل ترسیم گشت؛ در مرحلهٔ دوم

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۴۰۳۹۷۸۷
Email: zayyari@ut.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:
پیریان کلات، امید؛ کامکار قربان‌زاده، رکسانا، زمانی، پارسا؛ زیاری، کرامت اله؛ ۱۴۰۲. ارزیابی و شناسایی پهنه‌های مستعد احداث شهرک صنعتی در شهرستان ارومیه. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ۱۲(۳)، صص ۲۴۰-۲۱۷
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.78283.1268

نقشهٔ مناسبت اولیه فازی و مناسبت اولیهٔ بولین تهیه گردید و درنهایت، با توجه به ضرایب همبستگی و انحراف معیار عملگرها، گامای ۰.۵ به‌عنوان مناسب‌ترین گاما جهت همپوشانی دو نقشه مذکور انتخاب گردید؛ نتایج حاصله حاکی از آن بود که حدوداً ۹٤ درصد از مساحت منطقه برای استقرار صنایع کاملاً نامناسب است و تنها حدوداً ٦ درصد از محدوده در طبقهٔ حدوداً مناسب تا کاملاً مناسب قرار گرفته‌اند. در ارزیابی استقرار پهنه‌های صنعتی موجود، مشخص شد که شهرک صنعتی فاز یک، دو، ناحیهٔ صنعتی کریم آباد و شهرک الکترونیک و صنایع غذایی در محدودهٔ نامناسب استقرار قرار دارند؛ همچنین مساحت ۸ کیلومترمربع از شهرک صنعتی فاز سه در محدودهٔ مناسب استقرار و ۱ کیلومترمربع آن در محدودهٔ نامناسب استقرار، واقع شده است.

کلیدواژه‌ها: منطق بولین، منطق فازی، شهرک‌های صنعتی، ارزیابی استقرار، شهرستان ارومیه.

۱- مقدمه

رشد صنعت پدیده‌ای است که اخیراً با توجه به استفاده از قابلیت‌های هر منطقه موردتوجه قرار گرفته است (سالاری و همکاران، ۱۳۹۷)؛ در بسیاری از کشورها، نواحی صنعتی نقش مهمی در استراتژی اقتصادی ایفا می‌کنند و ارتقاء و برنامه‌ریزی در این مناطق از جملهٔ بخش‌های اساسی برنامه‌ریزی شهری محسوب می‌شوند (عرب شیبانی و همکاران[1]، ۲۰۱٦). در این میان مسئله پایدارسازی جوامع انسانی در برابر مخاطرات محیطی به‌عنوان یک ضرورت، که در یک دههٔ گذشته به آن توجه شده، شامل استفاده پایدار از منابع طبیعی و همچنین درک تأثیرات ناشی از آلودگی و استفاده از زمین بر محیط‌زیست، اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است (ژانگ و همکاران[2]، ۲۰۱۹). با درنظر داشتن مفهوم پایداری، رشد فعالیت‌های صنعتی و اقتصادی همراه با رشد جمعیت می‌تواند استفاده بهینه از منابع طبیعی را نادیده بگیرد و تعادل محیط‌زیست را در منطقه برهم بزند (الملالی و همکاران[3]، ۲۰۱۹). مناطق آلودهٔ صنعتی برای دستیابی به توسعه مجدد و قابل استفاده شدنِ زمین، نیاز فوری به مدیریت و ترمیم مؤثر دارند (ریکالوویچ و همکاران[4]، ۲۰۱٤)؛ به‌منظور دستیابی به توسعهٔ پایدار، بسیاری از شهرها در سراسر جهان جابجایی شرکت‌های صنعتی شهری را اجرا نمودند (لوو و همکاران[5]، ۲۰۲۰) پرداختن به توسعه‌های مجدد در مقیاس بزرگ عموماً سیستم را با وضعیت پیچیده و نگرانی‌های اضافی همراه می‌ساخت (ریکالوویچ و همکاران، ۲۰۱٤). در این میان آنچه در آغاز بارگذاری فعالیت‌ها حائز اهمیت گشت و به‌عنوان عامل کلیدی در برنامه‌ریزی توسعهٔ منطقه‌ای عنوان می‌شد، یافتن مکان مناسب برای ایجاد نواحی صنعتی بود (عرب شیبانی و همکاران، ۲۰۱٦). شناسایی پهنه‌های مستعد احداث نواحی

1 Arabsheibani et al
2 Zhang et al
3 Al-Mulali et al
4 Rikalovic et al
5 Luo et al

صنعتی، فرآیندی است که بهترین مکان را برای اجرای پروژه با توجه به شرایط اجتماعی–اقتصادی و محیطی معین می‌کند (ریسی و همکاران[1]، ۲۰۱۱). در حقیقت طی انجام این فرآیند، مکانی جهت استقرار مشخص می‌شود که در آن فعالیت‌های صنعتی با کمترین مصرف منابع اولیه (تجهیزات مواد، نیروی انسانی، زمان و هزینه) و کمترین اثرات مخرب بر کاربری‌ها و فعالیت‌های انسانی و طبیعی پیرامون آن صورت گیرد (فرانسیس[2]، ۲۰۱۵).

در گذشته مکانیابی استقرار، صرفاً بر اساس معیارهای اقتصادی و فنی انجام می‌شد؛ به‌عنوان نمونه، جهت مکان‌گزینی شهرک‌های صنعتی با در نظر گرفتن فاصله استاندارد از خطوط مواصلاتی و منابع اولیه، سعی می‌شد فاصله جغرافیایی با شهر را به حداقل برسانند زیرا مطابق با اصل هزینه– فایده، هرچه فاصله با شهر کمتر باشد امکان فروش و حمل کالاهای تولید شده به‌بازار راحت‌تر و اقتصادی‌تر خواهد شد (زیلانی و همکاران[3]، ۲۰۰۷). بدین‌جهت، گفته می‌شد مناسب‌ترین و باصرفه‌ترین محل استقرار این شهرک‌ها پیرامون شهرها است تا خود را به بازارهای مصرف و نیروی کار، نزدیک‌تر سازند. امروزه بشر دریافت که بسیاری از مخاطرات محیطی به علت گسترش فعالیت‌های انسانی بر روی بسترهای طبیعی مخاطره‌آمیز شکل‌گرفته و این مهم در مناطق شهری به علت تراکم جمعیت و نوع خاص فعالیت‌ها، در هنگام وقوع حادثه می‌تواند میزان تلفات انسانی را به بالاترین حد ممکن افزایش دهد (صابری فر، ۱۳۹۱)؛ بدین‌جهت اکنون درجه بالاتری از پیچیدگی در مکان‌گزینی انتظار می‌رود که غفلت از آن‌ها ممکن است به ضایعات بزرگ انسانی و محیطی منجر شود؛"معیارهای انتخاب، باید الزامات زیست‌محیطی و اجتماعی را که توسط قوانین و مقررات دولتی اجرا می‌شوند، برآورده سازد" (خامس و همکاران[4]، ۲۰۲۰). در این زمینه باید یادآور شد که اگر یک کاربری در مکان مناسب خود قرار نگیرد به‌هیچ‌وجه درجه کمی و کیفی مناسب را از نظر کارایی نخواهد داشت، این مسئله برای کاربری‌های آلاینده می‌تواند اهمیت دو چندان یابد؛ استفاده نادرست از زمین و تولید آلودگی و از میان بردن منابع طبیعی مشکلات جدی ناشی از عدم تعادل محیط در بسیاری از نقاط جهان را رقم زده است. تمام این مشکلات نشان‌دهنده قدرت محدود محیط‌زیست برای تحمل بهره‌برداری انسان از سرزمین است (آنگ[5]، ۲۰۱۷). اهمیت و ضرورت مکان‌گزینی مناسب جهت استقرار نواحی صنعتی تا حدی است که در ادبیات این حوزه به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر موقعیت بنگاه اقتصادی صنعتی محسوب می‌شوند. به این علت که می‌تواند در رشد اشتغال بنگاه، سودآوری بنگاه و رقابت آن تأثیر گذار واقع شود (خلیجی و سعیده زرآبادی، ۱۳۹٤)؛

1 Reisi et al
2 Francis
3 Zailani et all
4 Khamis et al., 2020
5 Aung

از مشـــکلات اصـــلی انتخاب بهترین مکان اســـتقرار، مواجه با مقدار قابل توجهی از اطلاعات موردنیاز جهت تجزیه‌وتحلیل وضـعیت اسـت؛ به‌منظور سـرعت بخشـیدن به فرآیند تصـمیم‌گیری، لازم اسـت یک مدل بهینه شـده و مناسب برای انتخاب مکان صنعتی ایجاد شود (ریکالوویچ و همکاران[1]، ۲۰۱۷)، مدل بهینهٔ مذکور باید چندین راه‌حل جایگزین و معیارهای ارزیابی را مدنظر قرار دهد (لی و همکاران[2]، ۲۰۱۷). تصـمیم گیرندگان با اسـتفاده از روش‌های تحلیل ریاضی ازجمله GIS (ایزدی‌خواه و صائن[3]، ۲۰۱۶) که به‌عنوان یک سیستم مدیریت پایگاه داده دیجیتال، برای مدیریت حجم زیادی از داده‌های توزیع فضاییِ جمع آوری شده از منابع مختلف، طراحی شده است، جهت مطالعات انتخاب سـایت ایده‌آل می‌باشـد؛ چراکه به‌طور مؤثر اطلاعات را مطابق با مشـخصـات تعریف شـده ذخیره، بازیابی، تجزیه–تحلیل و نمایش می‌دهد (هادی‌پور و همکاران[4]، ۲۰۱٤؛ یانکیو–ویتکوفسـکا و همکاران[5]، ۲۰۲۰)؛ در کنار آن تحلیل چند معیاره[6] (چاووهان و سـینگ[7]، ۲۰۱٦) می‌توانند مشـکل انتخاب سـایت را حل کرده و درنهایت به مناسب‌ترین مکان مخصوص صنعت دست یابند (لی و همکاران، ۲۰۱۷؛ الجوهانی و تامپسون[8]، ۲۰۲۰). در حقیقت فرآیند انتخاب مکان اسـتقرار به معنای تجزیه‌وتحلیل چند معیاره، شـامل مجموعه پیچیده‌ای از عوامل مرتبط با مسـائل محیطی، اجتماعی، اقتصـادی، فنی و سـیاسـی اسـت (ریکالوویچ و همکاران، ۲۰۱۷). در ارتباط با ضـرورت انجام پژوهش حاضر در سطح شهرستان ارومیه لازم به ذکر بوده که با توجه به نیاز روزافزون استقرار شهرک‌های صنعتی شـهرسـتان به‌عنوان موتور محرکه اسـتان آذربایجان غربی، لزوم بازنگری و برنامه‌ریزی دقیق به‌منظور شـناسـایی سـایت‌های مناسـب اسـتقرار بیش از گذشـته موردتوجه می‌باشـد تا با کاهش هزینه‌های حمل و نقل، اثرات وارده بر محیط‌زیست را نیز کاهش دهد. از میان ۲۷ شهرک و نواحی صنعتی واقع در استان، چهار شهرک و یک ناحیهٔ صنعتی در شهرستان ارومیه واقع شده‌اند؛ مهم‌ترین مسئله پیش رو در این میان آن است که آیا استقرار و پراکنش این شهرک‌ها از منظر سـازگاری با محیط‌زیسـت و مطلوبیت اقتصـادی به‌صـورت بهینه قرار گرفته‌اسـت یا خیر! هدف از پژوهش حاضر شناسایی پهنه‌های جدید مستعد احداث شهرک صنعتی در شهرستان و ارزیابی پهنه‌های موجود صنعتی، با در نظر داشتن معیارهای انسانی و طبیعی مورد مداخله در امر استقرار به جهت کاهش اثرات منفی وارده به محیط‌زیست و افزایش مطلوبیت اقتصادی، در محدودهٔ موردمطالعه می‌باشد.

در مطالعات اخیر به‌منظور شـناسـایی نواحی مسـتعد احداث کاربری صـنعتی، از تکنیک‌های مختلفی جهت تلفیق لایه‌ها و ارزش‌گذاری آن‌ها اسـتفاده شـده اسـت، در جدول شـمارهٔ ۱ روش‌های مورد اسـتفاده و سـطح تحلیل آن‌ها

1 Rikalovic et al
2 Li et al
3 Izadikhah & Saen
4 Hadipour et al
5 Yankiv-Vitkovska et al
6 Multi-Criteria Analysis
7 Chauhan & Singh
8 Aljohani & Thompson

مشـخص گردیده‌اسـت؛ در ادامه جدول شـمارهٔ ۲، به معیارهای مؤثر در مکان‌گزینی از جهت تکرار و اهمیت آن در مطالعات پیشین پرداخته است. با واکاوی مطالعات پیشین در وهلهٔ نخست، آنچه مبرهن بوده آن است که از کاربست مدل تلفیقی بولین و فازی جهت نواحی مستعد شهرک‌های صنعتی در سطح شهرستان پژوهشی به عمل نیامده، ازین رو پژوهش حاضـر به دنبال دسـتیابی به شـکاف دانشـی در این حوزه انجام می‌شـود. در مرحلهٔ بعد با درنظر داشـتن معیارهای مکان‌گزینی نواحی صـنعتی در ۱۰ پژوهش اخیر داخلی و خارجی، نمرهٔ اهمیت هر کدام بر اسـاس میزان توجه در پژوهش‌های گذشته استخراج شده که می‌تواند، در منطق ارزش‌گذاری معیارها درک صحیح‌تری در پژوهش حاضر ایجاد نماید.

جدول ۱-پژوهش‌های انجام شدهٔ پیشین با تأکید بر مفاهیم، روش و سطح تحلیل آن‌ها

شماره	نگارندگان	مفاهیم کلی	روش‌ها	سطح تحلیل
۱	یاسوری، ۱۳۹۲	بررسی وضعیت استقرار صنایع و مکانیابی آن	شاخص همپوشانی	شهرستان
۲	مجیدی خامنه و جنگی، ۱۳۹۳	مکانیابی صنایع پیرامون شهرها	منطق بولین، منطق فازی	شهر
۳	معتمدی و همکاران، ۱۳۹۳	ارزیابی مکان استقرار شهرک صنعتی	منطق فازی	شهر
٤	کرمی و همکاران، ۱۳۹۸	ارزیابی مکان استقرار شهرک صنعتی	مدل الکتره	شهرستان
٥	افشاری و لطفی، ۱۳۹۹	مکانیابی صنایع با روش ارزیابی چند معیاره	منطق بولین، منطق فازی، ترکیب خطی وزنی (WLC)	شهرستان
٦	ریکالوویچ و همکاران، ۲۰۱٤	تجزیه‌وتحلیل انتخاب سایت صنعتی	Fuzzy-AHP	شهر
۷	خاوریان گرمسیر و رضایی[1]، ۲۰۱۵	مکانیابی نواحی صنعتی	Fuzzy-ANP	شهرستان
۸	بدی و همکاران[2]، ۲۰۱۸	مکانیابی کارخانهٔ نمک‌زدایی	CODAS	کشور
۹	نووهو و همکاران[3]، ۲۰۲۲	ارزیابی معیارهای انتخاب شهرک صنعتی	Fuzzy-AHP	کشور
۱۰	اغمشهدی[4]، ۲۰۲۲	ارزیابی قابلیت زمین‌های شهرک صنعتی	Fuzzy-ANP	استان

منبع: گردآوری نگارندگان، ۱٤۰۱

1 Khavarian-Garmsir & Rezaei
2 Badi et al
3 Nuhu et al
4 Aghmashhadi

جدول ۲- اهمیت معیارهای مؤثر در استقرار شهرک صنعتی از جهت تکرار در مطالعات پیشین

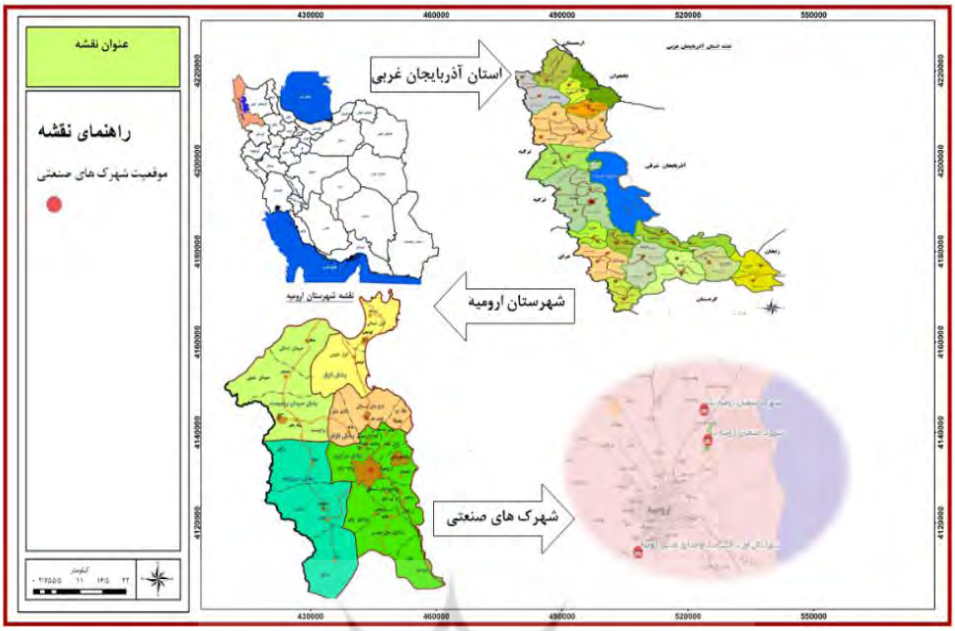
پژوهش‌ها / معیارها	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۹	۱۰	نمرهٔ اهمیت
فاصله از شهر	●	●		●	●		●	●		٦
شیب	●	●	●	●	●		●		●	۷
گسل		●	●	●	●		●		●	٦
آبراهه	●		●		●		●			٤
خطوط ارتباطی	●			●	●	●	●	●	●	۷
ارتفاع		●		●	●			●	●	٥
کاربری اراضی	●	●	●	●	●	●		●		۷

منبع: نگارندگان، ۱٤۰۱

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-موقعیت منطقهٔ موردمطالعه

استان آذربایجان غربی دارای ۱۵ شهرستان و ۳٦ بخش می‌باشد که در این میان شهرستان ارومیه به‌عنوان دومین شهرستان از نظر مساحت پس از شهرستان خوی و اولین شهرستان از نظر جمعیت، در جلگه‌ای به طول ۷۰ کیلومتر و عرض ۳۰ کیلومتر در کنار دریاچه‌ی لاجوردی ارومیه گسترده است (سالنامه آماری آذربایجان غربی، ۱۳۹۸). در محدوده قانونی شهرستان ارومیه می‌توان به شهرک‌های صنعتی مختلفی ازجمله شهرک فن‌آوری الکتریک و صنایع غذایی در جنوب غربی شهرستان، شهرک صنعتی شماره یک و دو در شمال شرقی به ترتیب در نزدیکی روستای طلاتپه و زولاچای، شهرک صنعتی شماره سه در شمال شهرستان و در نزدیکی دهستان انزل جنوبی و ناحیه صنعتی کریم آباد در شمال شهرستان نیز اشاره نمود. در این بین شهرک صنعتی شماره سه ارومیه، با مساحت حدوداً ۹ کیلومترمربع، بیشترین مساحت را به نسبت سایر شهرک‌های صنعتی موجود داراست.

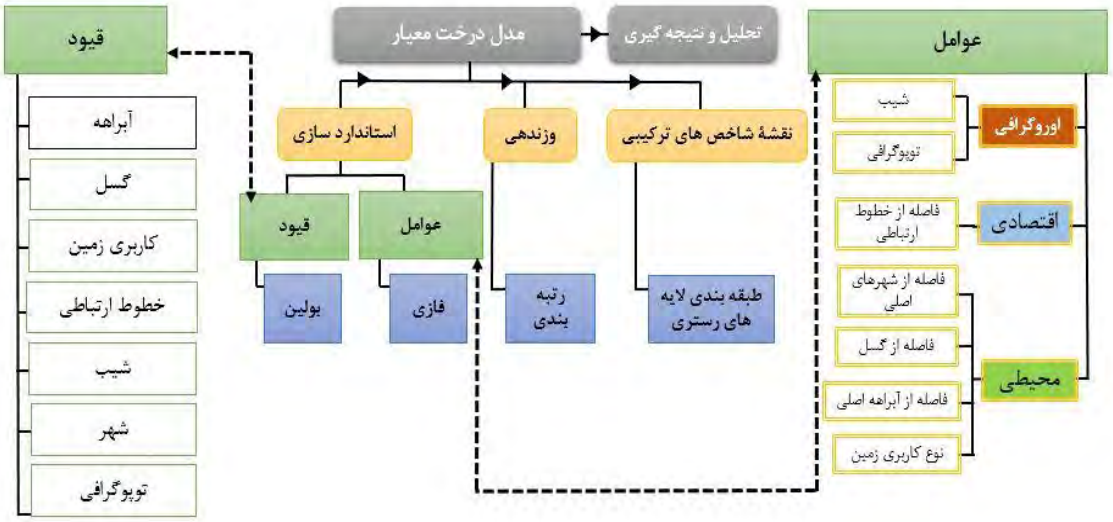


شکل ۱- موقعیت مکانی شهرستان ارومیه در تقسیمات سیاسی و شهرک‌های صنعتی (ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱)

۲-۲- روش انجام پژوهش

روش انجام پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی و از نظر هدف کاربردی است. به‌منظور گردآوری آمار و اطلاعات موردنیاز در رابطه با موضوع، از مطالعات کتابخانه‌ای بهره گرفته شد. این پژوهش در مرحلهٔ نخست، با بهره‌گیری از داده‌های اثرگذار در منطقه، با استفاده از ابزار تحلیلی نرم افزار Arc Gis 10.8، وضعیت محدودهٔ موردمطالعه را به ازای هریک از معیارها از نظر مطلوبیت مشخص می‌کند؛ به این شکل که معیار مورد نظر از نظر فواصل، سطح دسترسی، پراکنش و غیره با استفاده از توابع مشخص بولین (برای قیود) و فازی (برای عوامل) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرند؛ در مرحلهٔ دوم، لایه‌های تحلیلی، با بهره‌گیری از نظر خبرگان و درجهٔ اهمیت معیارها در مطالعات پیشین (جدول ۲)، ارزش‌گذاری خواهند شد؛ اعمال ارزش بر روی لایه‌ها و تلفیق آن‌ها صورت خواهد گرفت به گونه‌ای که هریک از لایه‌های بولین در ارزششان ضرب می‌شوند و به یک لایهٔ نهایی بولین می‌رسیم و نیز هر یک از لایه‌های فازی در ارزششان ضرب شده که به سه لایهٔ فازی خواهیم رسید (لایهٔ فازیِ اوروگرافی، محیطی و اقتصادی)؛ با همپوشانی این سه، لایهٔ نهایی فازی شکل می‌گیرد؛ در ادامه با همپوشانی لایه‌های نهایی بولین و فازی، از طریق مجموعه ابزار همپوشانی فازی[1] در محیط Arc Map، به شناسایی نقاط بهینه جهت استقرار شهرک‌های صنعتی منتج می‌گردد. روند کلی پژوهش در قالب شکل ۲ نشان داده شده است.

1 Raster Calculator Tool



شکل ۲- ساختار فرآیند شناسایی پهنه‌های مستعد احداث شهرک صنعتی شهرستان ارومیه[۱] (منبع: نگارندگان، ۱٤۰۱)

۳-۲- منطق مدل در پژوهش

اکثر مطالعات مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، در ارتباط با انتخاب سایت مناسب بر اساس تحلیل چند معیاره[۲] (MCA) برای حل مسائل پیچیده با چندین متغیر طراحی شده‌اند (لوئیس و همکاران، ۲۰۱۵؛ میرزویاک و کالکا[۳]، ۲۰۱۷). به گفته هرمان و همکاران[٤]، MCA یک ابزار تصمیم‌گیری است که در تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های محیطی برای ارزیابی یک مشکل با سفارش گزینه‌های متعدد بر اساس چندین معیار که ممکن است واحدهای متفاوتی داشته باشند، استفاده می‌گردد. برخی از مهم‌ترین روش‌های تحلیل چند معیاره عبارتند از: فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[۵]، فرآیند تحلیلی شبکه[٦]، منطق بولین[۷] و منطق فازی[۸] (یانکیو-ویتکوفسکا و همکاران[۹]، ۲۰۲۰).

منطق بولین (دو دویی)، شکلی از جبر است که در آن ترکیب منطقی همه مقادیر تنها به اعداد درست (۱) و غلط (۰)، تنزل می‌یابد؛ به‌عبارت‌دیگر در مدل بولین، قرارگیری در مجموعه به‌صورت عضویت (عدد یک) و عدم

۲- توضیحات: عوامل، توابعی هستند که یک متغیرجدید را بر حسب سایر متغیرهای موجود تعریف می‌کنند؛ اما قیود، بر روی متغیرهای موجود عمل می‌کنند و متغیرهای جدیدی را تعریف نمی‌کنند (نوراللهی و همکاران، ۲۰۲۲).

2 Multi-Criteria Analysis
3 Mierzwiak & Calka
4 Hermann et al.
5 analytical hierarchical process (AHP)
6 analytical network process (ANP)
7 Boolean logic
8 fuzzy logic
9 Yankiv-Vitkovska et al

عضـــویت (عدد صـــفر)، بیان می‌گردد، که توابع عضـــویت به چهار حالتNOT ,AND, OR, XOR وجود دارند (ابراهیم و همکاران[1]، ۲۰۲۱؛ چنگ و تامپسون[2]، ۲۰۱٦)؛ این منطق در هر معیار، منطقه را به بخش مناسب یا نامناسب جهت استقرار شهرک‌های صنعتی، طبقه‌بندی می‌کند؛ این مدل دارای انعطاف‌پذیری پایین و برخوردی توأم با قطعیت است. همپوشانی و تلفیق لایه‌ها در منطق بولین با استفاده از عملگر AND انجام می‌شود، این عملگر بر منطق تقاطع استوار است بدین معنا که اگر دو سلول درست باشند، سلول خروجی عدد یک است و اگر یکی از آن دو سلول غلط باشد، سلول مورد نظر در خروجی شامل صفر خواهد شد (فنوو و همکاران[3]، ۲۰۱٤). منطق بولین، ماهیت و نگرشی دوگانه به قضـایا دارد: بود یا نبود، هسـت یا نیسـت، درسـت یا غلط. در منطق بولین نمی‌توان حالتی را تصـور کرد که چیزی هم باشد و هم نباشد، هم درست و هم غلط باشد؛ در نتیجه حالت بینابینی وجود ندارد. چنین تقسیم‌بندی دو ارزشـی مسـلماً نیازمند تعریف مرزهای مشـخصـی اسـت که بتوان بر اسـاس آن مصـادیق را مرزبندی کرد. منطق بولین به‌صورت زیر در معادله تعریف شده است (رابطهٔ ۱) (سعادت فومنی و همکاران[4]، ۲۰۱۷) :

$$\mu A(x) = \{1\ if\ x\ \in\ A\ ;0\ if\ x \notin A\} \qquad (1)$$

اما منطق فازی بر این فرض اسـتوار اسـت که منطق باینری[5] (منطق کلاسـیک یا بولین)، قادر به تشـخیص برخی از ابهاماتی که ممکن بوده بین مقادیر دقیقاً درست یا نادرست وجود داشته باشد، نیست؛ در مقایسه با مجموعه کلاسیک، مجموعه فازی مرزهای واضـحی ندارد (سـعادت فومنی و همکاران، ۲۰۱۷). این منطق، شـکلی از منطق چند ارزشـی اسـت که در آن مقادیر عضـویت در متغیرها ممکن اسـت هر عدد واقعی بین ۰ و ۱ باشـد و برای رسـیدگی به مفهوم عضویت جزئی، گسترش یافته است؛ جایی که مقدار عضویت ممکن است بین کاملاً درست و درست، کاملاً غلط و غلط باشد. علاوه بر این، زمانی که از متغیرهای زبانی استفاده می‌شود، این درجات ممکن است توسط توابع خاصی مدیریت شـوند (چنگ و تامپسـون، ۲۰۱٦). منطق فازی یکی از محبوب‌ترین تکنیک‌های MCDM اسـت که در آن استانداردسـازی معیارهای فضـایی از طریق یک فرآیند پیوسته انجام می‌شود (الکارداقی و همکاران[6]، ۲۰۱۹a؛ برزه‌کار و همکاران[7]، ۲۰۱۹)؛ و برای حل عدم قطعیت و عدم دقت ناشی از تصمیم‌گیری استفاده می‌شود (خراط و همکاران[8]، ۲۰۱٦a). در پژوهش‌های مختلف، از دو سـبک متفاوت منطق فازی اسـتفاده شـده اسـت. یکی از کاربردهای منطق

1 Ibrahim et al
2 Cheng & Thompson
3 Fenno et al
4 Saadat Foomani et al
5 binary logic
6 Alkaradaghi et al
7 Barzehkar et al
8 Kharat et al

فازی، طبقه‌بندی زمین به چند دسته است؛ به‌عنوان‌مثال پژوهش‌هایی همچون (قبادی و همکاران[1]، ۲۰۱۳؛ یانکیف ویتکوفسکا و همکاران[2]، ۲۰۲۰؛ نوراللهی و همکاران[3]، ۲۰۲۲) زمین‌ها را به نواحی مناسب، نامناسب و نسبتاً مناسب تفکیک می‌کنند. در کاربردهای دیگر، با توجه به عضویت فازی، زمین به یک مقدار پیوسته‌ای از مناسبت تخصیص می‌یابد (گبانی و همکاران[4]، ۲۰۱۳؛ خاوریان گرمسیر و رضایی، ۲۰۱۵؛ مطلق و صیادی[5]، ۲۰۱۵). منطق فازی امکان درجه عضویت را با استفاده از تابع عضویت ارزیابی می‌کند. به‌عنوان‌مثال، تابع عضویت برای مجموعه "A" در جهان گفتمان "X" به‌صورت زیر در معادله تعریف شده است (رابطهٔ ۲) (زرین و همکاران[6]، ۲۰۲۱):

$$A = \{X\ .\mu A(x)\ |x \in X\} \qquad (2)$$

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تهیه نقشه‌های بولین

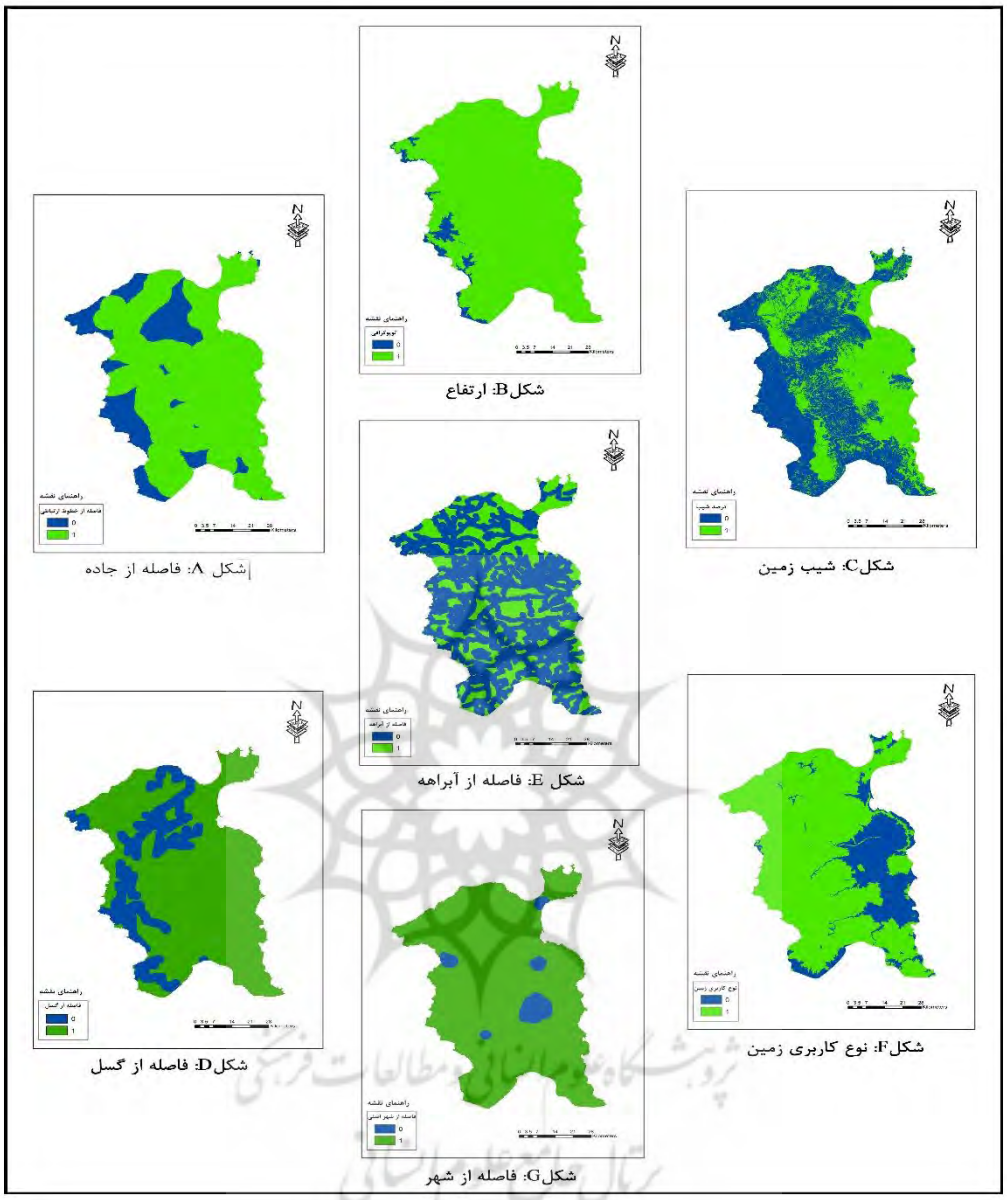
در نقشه فاصله از جاده تمامی شهرک‌های صنعتی از امتیاز ۱ با ارزش بسیار بالا برخوردار گشتند که این موضوع تا حدود زیادی به استقرار این صنایع در مجاورت خطوط ارتباطی ارومیه – تبریز بر می‌گردد (شکل A). از لحاظ طبقه‌بندی ارتفاع بر مبنای منطق بولین محدوده تمامی پنج شهرک صنعتی، به دلیل قرارگیری در گستره دریاچه‌ی ارومیه از ارتفاع استانداردی جهت استقرار برخوردارند (شکل B)، ازآنجاکه راه‌سازی و توسعه در شیب‌های تند سبب ایجاد مخاطرهٔ زمین لغزه (رانش زمین) می‌گردد، توجه به این مقوله در توسعهٔ محدوده‌های صنعتی از اهمیت بالایی برخوردار است؛ با توجه به نقشه محدودهٔ اطراف شهر ارومیه، تمامی شهرک‌های صنعتی از شیب مناسبی برخوردار هستند و به‌طورکلی محدودهٔ شرقی شهرستان شیب مناسب‌تری نسبت به محدودهٔ غربی داراست (شکل C). گسل شمال ارومیه در امتداد خطوط ارتباطی ارومیه –تبریز بوده و ازاین‌رو تمامی شهرک‌های صنعتی موجود در منطقه به‌دوراز حریم گسل قرار گرفته‌اند (شکل D) به دیگر بیان، مخاطرهٔ زمین‌لرزه برای شهرک‌های مستقر فعلی وجود ندارد.

یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار در استقرار شهرک‌های صنعتی، فاصله مناسب از آبراهه‌های اصلی است؛ رودخانه‌های باراندوزچای، شهرچای، روضه چای و نازلوچای در شهرستان ارومیه در حوضه آبریز دریاچه ارومیه مجموعه‌ای از رودها را تشکیل می‌دهند. همه این رودخانه‌ها که با جهت شرقی غربی به داخل دریاچه ارومیه سرازیر

1 Ghobadi et al
2 Yankiv-Vitkovska et al
3 Noorollahi et al
4 Gbanie et al
5 Motlagh & Sayadi
6 Zarin et al

می‌شوند، در مناطق شمال شرقی استان در جریان هستند، با توجه به گذر این رودها از مرکز محدوده مورد نظر و همچنین انشعابات آن از اطراف، چهار شهرک صنعتیِ فاز یک، فاز دو، الکترونیک و ناحیه صنعتی کریم آباد در حریم این رودخانه‌ها واقع شده‌اند و امتیاز صفر را کسب کرده‌اند و محل استقرار شهرک‌های فعلی در محدودهٔ مخاطرهٔ سیلاب است (شکل E)؛ فعالیت‌های انسانی در ساخت‌وساز و توسعه، با از میان بردن نواحیِ دارای تراکم بالای پوشش گیاهی و قطع درختان، فرسایش و آلودگی خاک را به همراه دارد؛ در این میان باید توجه داشت که استقرار صنایع در محدودهٔ کاربری‌های دارای پوشش گیاهی متراکم، کاملاً نامناسب شناخته شود. در ارتباط با لایه‌ی اطلاعاتی کاربری زمین، ابتدا هر یک از کاربری‌ها توسط توابع تحلیلی GIS مشخص گردیده و سپس بر اساس منطق صفر و یک، امتیازدهی شدند؛ به‌گونه‌ای مناطقی که به‌منظور استقرار کاربری صنعتی محدودیت دارند، امتیاز صفر و بقیه مناطق امتیاز یک را کسب نمودند، با این شرایط شهرک صنعتی فاز یک و فاز دو امتیاز صفر را کسب خواهند کرد (شکل F). از نظر رعایت فاصله از شهرهای اصلی نیز راسته‌ی جنوب غربی به شمال شرقی یعنی جانویسلو – ارومیه– نوشین شهر به‌عنوان مهم‌ترین کریدورهای استقرار شهرک‌های صنعتی به‌حساب می‌آیند. به دلیل قرارگیری شهرک الکترونیک و مواد غذایی در حریم، این شهرک امتیازی برای نزدیکی به شهر دریافت نمی‌کند (شکل G).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



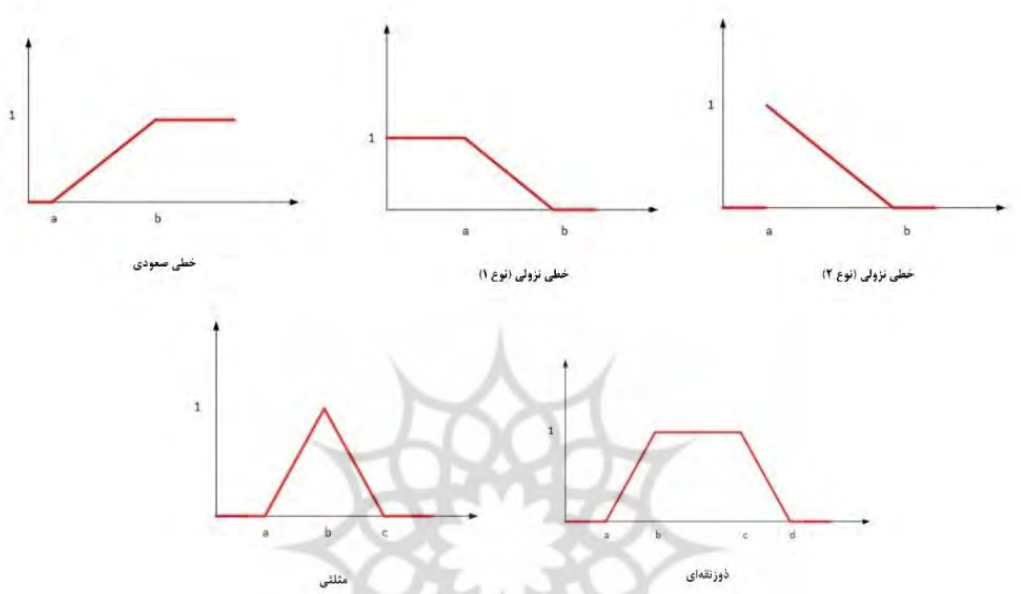
شکل ۳- استانداردسازی لایه‌ها مبتنی بر منطق بولین (ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱)

۳-۲-تهیهٔ نقشه‌های فازی

توابع فازی، توابعی هستند که فازی سازی مقادیر ورودی را در محدوده ۰ تا ۱ انجام می‌دهند. توابع خطی (صعودی یا نزولی)، مثلثی و ذوزنقه‌ای ازجمله این توابع هستند (یوسفی و همکاران[1]، ۲۰۱۸)، شکل ٤ انواع حالات

1 Yousefi et al

معادلات ریاضی توابع ذکر شده را نشان می‌دهد. در هر نقشه، مقدار فازی مربوط به هر پیکسل با استفاده از تابع فازی مناسب محاسبه خواهد شد. برای هر معیار در نظر گرفته شده، مقادیر یک سلول در نقشهٔ فازی درجه تناسب سلول را با توجه به آن معیار نشان می‌دهد. توابع عضویت مورد استفاده برای هر معیار در جدول ۳ آورده شده است.

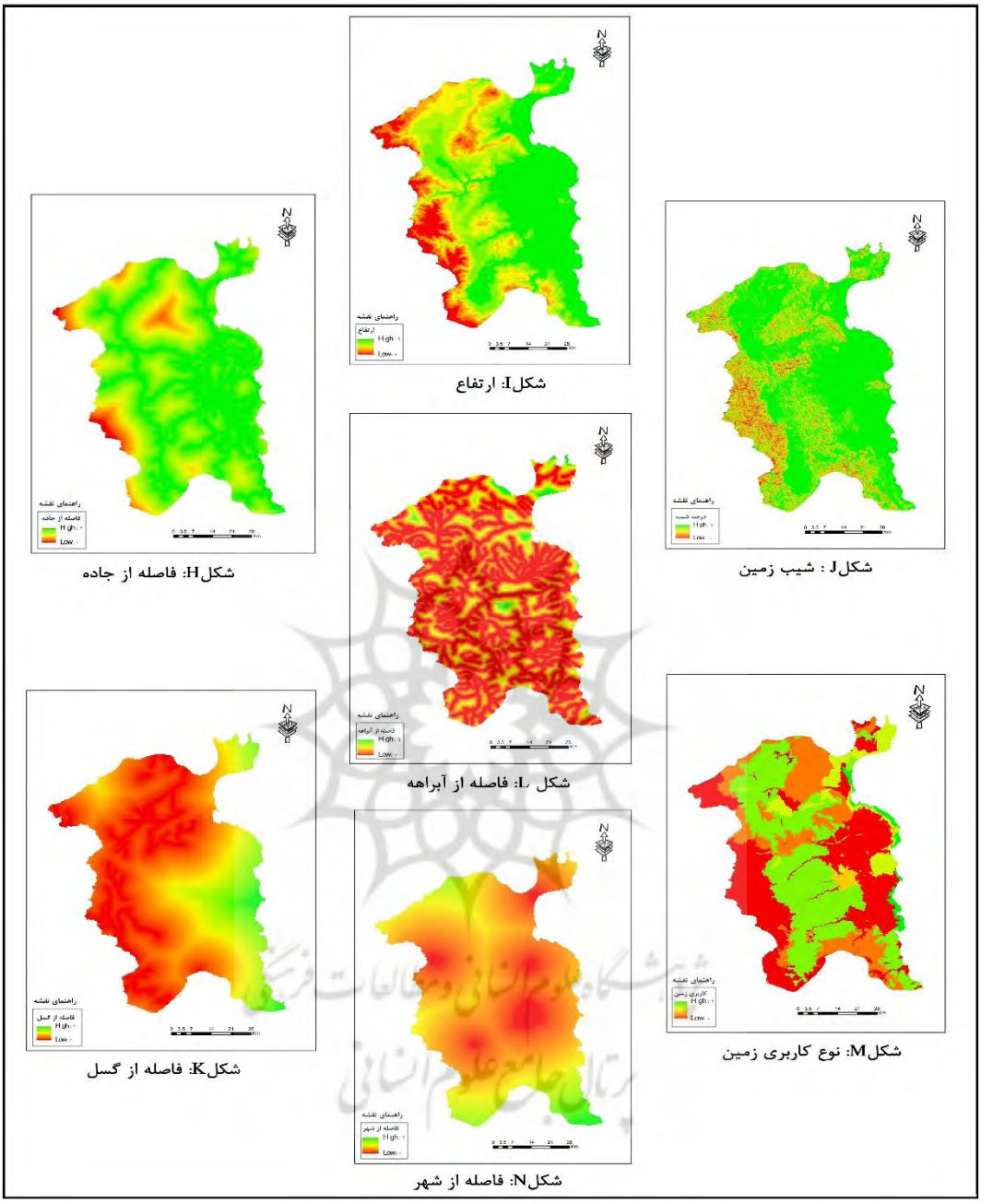


شکل ٤- توابع عضویت فازی

جدول ۳- توابع عضویت و پارامترهای فازی‌سازی لایه‌های معیار

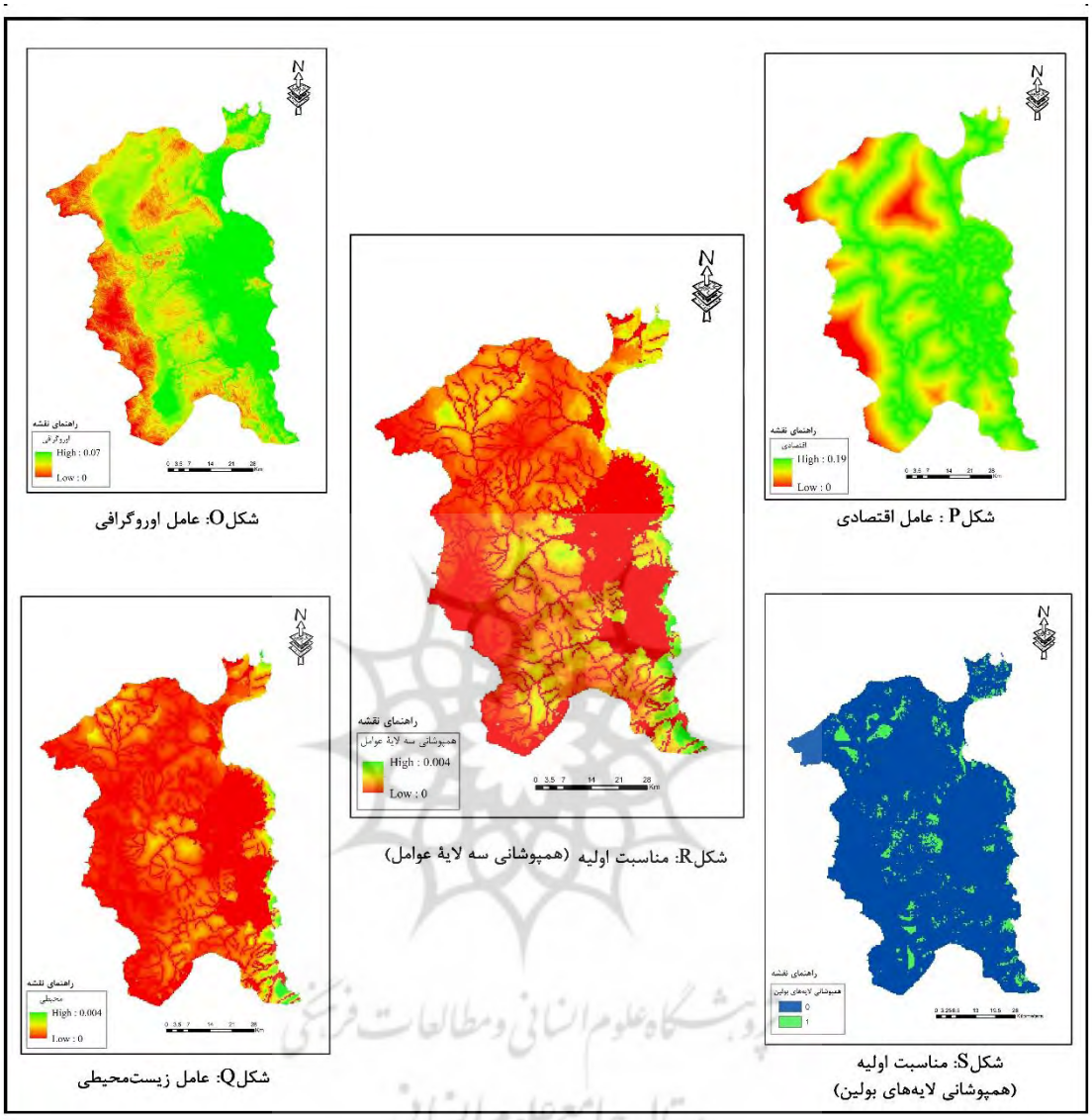
معیارها	نوع تابع عضویت فازی	واحد	a	b	c	d
فاصله از شهر	ذوزنقه‌ای	کیلومتر	۲	٦	۱۰	٤٨.٢
شیب	خطی نزولی (نوع یک)	درصد	۲	۱۲	–	–
گسل	خطی صعودی	متر	۱۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۳٦٤۷٥
آبراهه	خطی صعودی	متر	۱۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	٦۰۰۹
خطوط ارتباطی	مثلثی	متر	٥۰۰	۱۰۰۰	٦۰۰۰	۱٦۳٥۱.٤
ارتفاع	خطی نزولی (نوع دو)	متر	٥۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳٥۷٦
کاربری اراضی	تعریف شده توسط کاربر					

منبع: نگارندگان، ۱٤۰۱



شکل ۵- استانداردسازی لایه‌ها مبتنی بر منطق فازی (ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱)

نقشه مناسبت اولیه فازیِ مکان استقرار صنایع در شهرستان ارومیه، با همپوشانی سه لایه، حاصل از عوامل اقتصادی، زیست‌محیطی و اوروگرافی ایجاد شده (شکل O, P, Q)؛ در ادامه، نقشهٔ مناسبت اولیهٔ بولین نیز از همپوشانی اشکال ۲ به دست آمده است.



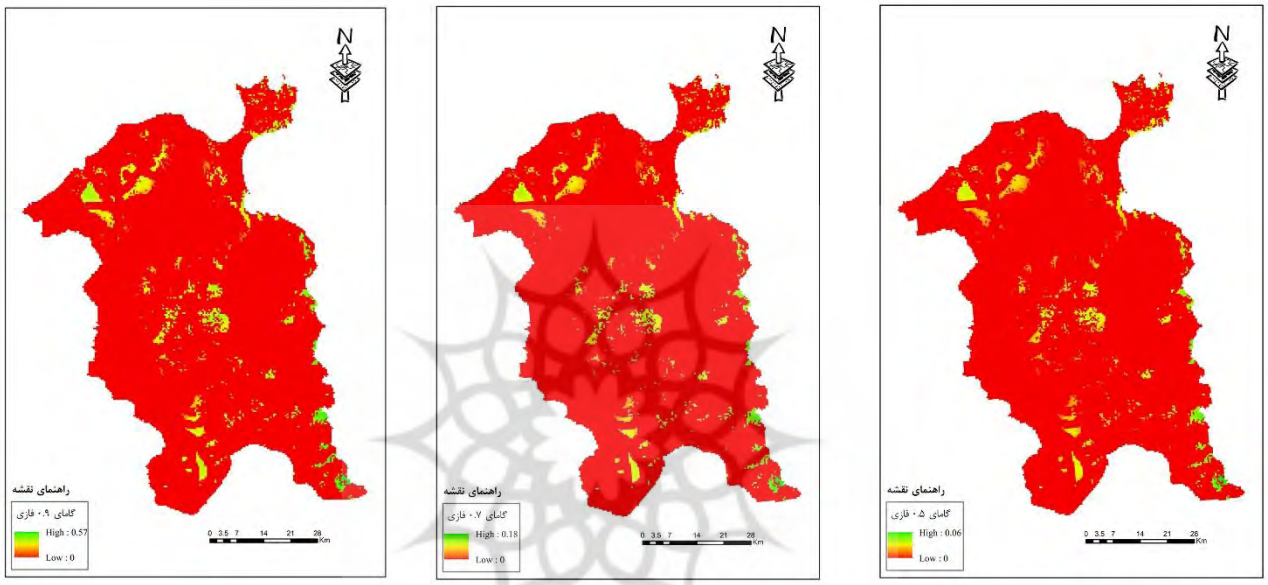
شکل ٦- نقشهٔ عوامل و قیود (ترسیم: نگارندگان، ١٤٠١)

۳-۳- تحلیل مناسبت نهایی

گرچه استفاده از منطق فازی برای تجزیه‌وتحلیل جغرافیایی، نتایج واقعی‌تری را برای تصمیم‌گیری نسبت به روش بولین ارائه می‌دهد (قاسمی و همکاران[1]، ۲۰۱۹)، اما ترکیب این دو روش از قابلیت‌های هر دوی آن‌ها برای ارائه یک ابزار تحلیلی قوی جهت مطالعات انتخاب مکان با استفاده از GIS فراهم می‌کند (یوسفی و همکاران، ۲۰۱۸). انتخاب

1 Ghasemi et al

عملگرهای مناسب برای ترکیب لایه‌های مختلف با توجه به رابطه و تعامل بین لایه‌ها است (خاوریان گرمسیر و رضایی، ۲۰۱۵). بدین‌جهت در ابتدا به همپوشانی لایه‌های تناسب اولیه، با عملگر گامای ۰.۵، ۰.۷ و ۰.۹ می‌پردازیم و در ادامه به‌منظور تعیین مناسب‌ترین گاما، جداول انحراف از معیار و همبستگی آن‌ها استخراج می‌شود (جدول ٤). نقشه‌های نهایی مناسبت مکان استقرار صنایع، در اشکال ۷ تا ۹ ارائه شده است؛ این نقشه‌ها از همپوشانی دو نقشهٔ مناسبت اولیه (اشکال R و S)، با گاماهای متفاوت به دست آمده‌اند.

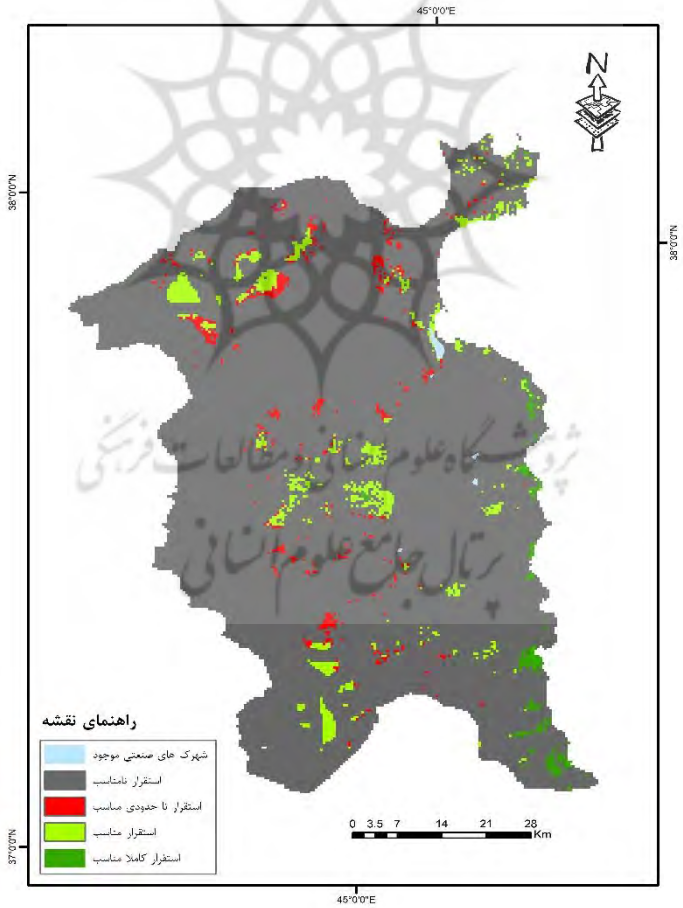


جدول ٤- انحراف معیار و ضریب همبستگی گاماهای مورد استفاده

Statistics of Individual Layears				
Layear	MIN	MAX	MEAN	STD
Gama 0.5	0.0000	0.0586	0.0021	0.0084
Gama 0.7	0.0000	0.1823	0.0083	0.0319
Gama 0.9	0.0000	0.5670	0.0323	0.1237
Covariance Matrix				
	Gama 0.5	Gama 0.7	Gama 0.9	
Gama 0.5	2.893668e-05	1.102040e-04	4.096074e-04	
Gama 0.7	1.102040e-04	4.225699e-04	1.581166e-03	
Gama 0.9	2.096074e-04	1.581166e-03	6.320630e-03	
Correlation Matrix				
	Gama 0.5	Gama 0.7	Gama 0.9	
Gama 0.5	1.00000	0.99661	0.95777	
Gama 0.7	0.99661	1.00000	0.96749	
Gama 0.9	0.96749	0.95777	1.00000	

منبع: نتایج تحلیلی حاصل از نرم افزار Arc Map 10.8

همان‌طور که در جدول ۳، مشخص شده است، گامای ۰.۵ با انحراف از معیار ۰.۰۰۸٤ نسبت به سایر انحراف معیارها و همچنین ماتریس همبستگی بالاتر، به‌عنوان مناسب‌ترین گاما به‌منظور مکانیابی استقرار شهرک‌های صنعتی، انتخاب خواهد شد؛ در ادامه اقدام به نافازی‌سازی نقشهٔ مناسبت نهایی می‌شود که بیان کیفیِ درجاتِ نقاط مستعد استقرار، مشخص گردد (شکل ۱۰). با استفاده از روش طبقه‌بندی در محیط Arc map 10.8 و مطابق جدول ۵، مشاهده می‌شود: حدود ۹٤.۲ درصد از شهرستان که مساحتی معادل با ٤۸۲۷ کیلومترمربع دارد، در دستهٔ **استقرار نامناسب** قرار گرفته، این مقدار در دستهٔ **استقرارِ تا حدودی مناسب**، برابر با ۱.۵ درصد معادل با ۷۹ کیلومترمربع در محدودهٔ موردمطالعه است؛ ۳.۳ درصد از مساحت محدوده که حدوداً معادل ۱۷۰ کیلومترمربع است، در دستهٔ **استقرار مناسب** قرار گرفته است و درنهایت مابقی زمین‌های منطقه (کمتر از یک درصد) یعنی حدوداً ٤۵ کیلومترمربع، برای مکان‌گزینی شهرک‌های صنعتی در شهرستان **کاملاً مناسب** هستند.



شکل ۱۰- نقشهٔ مناسبت نهایی استقرار صنایع با مدل گامای ۰.۵ (ترسیم: نگارندگان، ۱٤۰۱)

جدول ۵- دسته‌بندی مقادیر مناسبت زمین جهت استقرار شهرک‌های صنعتی

دسته‌بندی مناسبت زمین	مساحت (km^2)	مساحت (٪)
استقرار نامناسب	٤٨٢٧.٦٦٨٦٧	٩٤.٢
استقرار تا حدودی مناسب	٧٨.٩٨١٥٧٢	١.٥٤
استقرار مناسب	١٦٩.٧٠٦٩٨٦	٣.٣
استقرار کاملاً مناسب	٤٥.٤٦٩١٣٨	٠.٨٩

منبع: نگارندگان، ١٤٠١

پژوهش‌های متعددی در ارتباط با موضوع این پژوهش انجام گرفته است که از جدیدترین آن در پژوهش‌های داخلی می‌توان به مکانیابی صنایع با روش‌های ارزیابی چند معیاره (افشاری و لطفی، ۱۳۹۹)، اشاره نمود، نتایج پژوهش حاضر همانند نتایج افشاری و لطفی، نشان می‌دهد منطق بولین حداقل نواحی مناسب جهت استقرار را معین می‌کند و نواحی که با استفاده ازاین‌روش به دست می‌آید باید تمامی معیارهای ارزیابی را در سطح مناسبی داشته باشد و در این مدل اگر واحدی از نظر یکی از معیارها تا حدودی نامناسب باشد، آن منطقه از نظر استقرار نامناسب بوده و حذف می‌شود؛ همچنین از دلایل ضعف این روش، ناتوانی در تعیین درجات تناسب زمین است؛ اما تلفیق منطق بولین و فازی می‌تواند ارزیابی دقیق و نزدیک به واقعیت را در برنامه‌ریزی منطقه‌ای به تصویر کشد. از پژوهش‌های خارجی جدید می‌توان به ارزیابی و پسا ارزیابی قابلیت اراضی شهرک صنعتی (اغمشهدی ،۲۰۲۲)، ارزیابی معیارهای انتخاب مکان شهرک بوم صنعتی[1] برای اقدامات مبتکرانهٔ توسعه پلیدار (نووهو و همکاران، ۲۰۲۲) و انتخاب مکان‌های مناسب برای مناطق صنعتی با استفاده از روش‌های GIS-Fuzzy (خاوریان گرمسیر و رضایی ،۲۰۱۵) اشاره نمود.

تشابه پژوهش‌های پیشین با این پژوهش در یک سطح آشکار است و آن مکان‌گزینی شهرک صنعتی در پهنه‌های طبیعی است؛ اما تفاوت پژوهش در بخش نخست، ارزیابی پهنه‌های موجود و شناسایی همزمان پهنه‌های جدید جهت استقرار شهرک‌های صنعتی؛ در بخش دوم، استفاده از کاربست تلفیقیِ مدل بولین و فازی در سطح شهرستان و در بخش سوم، استفاده از مجموعه معیارهای تعیین کنندهٔ مناسبت استقرار، با تأکید بر اهمیت آن در پژوهش‌های پیشین بوده است. اهمیت پژوهش حاضر عمدتاً در آن است که با رویکرد علت (با منشأ عمدتاً خارج اختیار) و معلولی (اثرگذاری در فضای منطقه) مخاطرات محیطی ناشی از استقرار شهرک صنعتی در پهنه‌های نامناسب را مورد بررسی و سنجش قرارداده که به نوبه خود جدید محسوب خواهد شد، بدین منظور تعیین طبقات مناسب زمین جهت استقرار شهرک‌های صنعتی در شهرستان ارومیه، در راستای اقدامات پیشگیرانه و برنامه‌ریزی‌های پیش از وقوع مخاطرات محیطی، هدف ویژه‌ای در فرایند این پژوهش است (جدول ۵).

1 Eco-Industrial Park (EIP)

٤- جمع‌بندی

شـهرک‌های صـنعتی به‌عنوان مجموعه‌ای از صـنایع با تجمع در کنار یکدیگر با هدف اشـتراک خدمات، تعریف می‌شوند، در این میان ارزیابی اراضی جهت استقرار سایت‌های صنعتی، عامل مهمی در برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای اسـت. انتخاب مکان صـنعتی می‌تولند بخش مهمی از اسـتراتژی برنامه‌ریزی کاربری زمین را به‌ویژه در عوامل اجتماعی-اقتصـادی و اکولوژیکی ایفا کند. ارزیابی بهینهٔ قابلیت اسـتقرار صـنایع در زمین، عموماً فرآیندهای پیچیده و چند معیاره را در بر می‌گیرد. امروزه اسـتفاده از مدل‌های مبتنی بر سیسـتم اطلاعات جغرافیایی با هدف انتخاب مکان بهینهٔ شهرک‌های صنعتی، می‌تواند مشکلات مرتبط با تقاضای مناطق صنعتی را حل کند که نتیجهٔ این عمل، به حداقل رساندن اثرات منفیِ استقرار صنایع و حداکثر رساندن پایداری، کاهش مخاطرات طبیعی و سودآوری صنعت، خواهد بود؛ در حقیقت انتخاب مکان مناسـب تأسـیسـات صـنعتی، نقش ویژه‌ای در کاهش هزینه‌های توزیع، جابجایی بار، تأثیرات مخرب بر محیط‌زیست و ساکنان شهرها، خواهد داست. این پژوهش، به دنبال آن بوده تا در شهرستان ارومیه، با زیرسـاخت‌های صـنعتی منحصـربه‌فرد، از طریق ملاحظات اقتصـادی، جغرافیایی و محیط‌زیسـتی؛ در وهلهٔ نخسـت، مکان‌های مستعد استقرار فعالیت‌های صنعتی متعدد را با هدف توسعهٔ منطقه‌ای مشخص کرده و درنهایت به ارزیابیِ استقرار پهنه‌های صـنعتی موجود در این شـهرسـتان بپردازد. به‌منظور دسـتیابی به اهداف پژوهش از روش‌های ارزیابی چند معیاره، شـامل روش بولین، روش فازی، روی هم‌گذاری با تلفیق بولین و فازی، اسـتفاده گردید. با توجه به این مهم که اسـتفاده از منطق فازی جهت تجزیه‌وتحلیل می‌تواند نتایج مطلوب‌تری جهت تصـمیم‌گیری، نسـبت به روش بولین داشـته باشـد، اما تلفیق دو روش از قابلیت‌های هر دوی آن‌ها برای ارائه یک ابزار تحلیلی قوی اسـتفاده می‌کند، نتایج تلفیقی از مدل بولین و فازی مورد تحلیل قرار گرفت؛ به‌طورکلی فرآیند انجام کار در ۳ مرحله تکمیل شـد: در **مرحلهٔ نخسـت**، نقشـهٔ **قیود** حاصـل از هفت معیارِ فاصـله از شـهر، شـیب، ارتفاع، گسـل، آبراهه، خطوط ارتباطی و کاربری اراضـی تهیه گردید، در ادامه به ایجاد نقشـه **عوامل** اقتصـادی، اوروگرافی و زیسـت‌محیطی پرداخته شـد؛ در **مرحلهٔ دوم** نقشهٔ مناسبت اولیهٔ فازی، حاصل از همپوشانی عوامل و نقشهٔ مناسبت اولیهٔ بولین، حاصل از همپوشانی قیود، تهیه گردید و درنهایت **مرحلهٔ نهایی**، با همپوشانی نقشهٔ مناسبت اولیهٔ فازی و نقشهٔ مناسبت اولیهٔ بولین، با سه عملگر گامای فازیِ ۰.۵، ۰.۷ و ۰.۹ انجام شد. به‌منظور تعیین مناسب‌ترین گاما به ضرایب همبستگی و انحراف معیار آن‌ها رجوع شـد؛ در پایان گامای ۰.۵ به‌عنوان مناسـب‌ترین گاما جهت مکانیابی اسـتقرار صـنایع در شـهرسـتان ارومیه برگزیده شد. نقشهٔ مناسبت نهایی استقرار صنایع، نشان داد که حدوداً ۹٤ درصد از مساحت منطقه موردمطالعه برای اسـتقرار صـنایع کاملاً نامناسـب اسـت و تنها حدوداً ٦ درصـد از مسـاحت محدوده در طبقهٔ حدوداً مناسـب تا کاملاً مناسب قرار گرفته‌اند. عمده نواحی کاملاً مناسب و مناسـب جهت اسـتقرار، در بخش شـرقی، جنوب شـرقی، شـمال شـرقی و بخشـی از نواحی شـمالی و مرکزی شـهرسـتان واقع شـده‌اند؛ با ارزیابی اسـتقرار پهنه‌های صـنعتی موجود،

مشخص شد که شهرک صنعتی فاز یک، فاز دو، ناحیهٔ صنعتی کریم آباد و شهرک الکترونیک و صنایع غذایی در محدودهٔ نامناسب استقرار، مساحت حدوداً ۸ کیلومترمربع از شهرک صنعتی فاز سه در محدودهٔ مناسب استقرار و یک کیلومترمربع آن در محدودهٔ نامناسب استقرار، واقع شده‌اند. توجه جدی به مراکز صنعتی موجود و ساماندهی مناسب آن‌ها با نظر به اینکه ۸۰ درصد آن‌ها در پهنه‌های نامناسب استان واقع شده‌اند انکارناپذیر است؛ باید درنظر داشت که توسعه سایر واحدهای صنعتی در آینده باید تا حد امکان با دقت انجام شود، زیرا مناطق بالقوه اکثراً اشغال شده و نسبتاً محدود هستند (حدود ٤ درصد)، با در نظر گرفتن نارضایتی جامعه بومی نسبت به آلودگی‌های صنعتی، به‌ویژه آلودگی هوا، رویدادهای اقلیمی و کمبود آب، این مسائل سیاست‌گذاران را وادار خواهد کرد تا برای ساماندهی واحدهای صنعتی موجود تلاش کنند تا شاید با ارائه راهکارهایی در جهت کاهش آلودگی‌ها و مخاطرات محیطی گام بردارند. در ادامه به مهم‌ترین پیشنهادهای اجرایی در این زمینه پرداخته می‌شود:

- انتقال شهرک‌های صنعتی که در پهنه‌های نامناسب استقرار واقع شده‌اند به نزدیک‌ترین پهنهٔ مناسب و یا کاملاً مناسب، با فوریت شهرک‌های فاز یک، دو، ناحیهٔ صنعتی کریم آباد و شهرک مواد غذایی.
- انتقال مرحله‌ای و تدریجی صنایع آلایندهٔ و آب‌بر واقع در جنوب شرقیِ شهرک صنعتی فاز سه که یک کیلومتر از آن در پهنهٔ نامناسب استقرار واقع شده است (به‌عنوان اولویت دوم) در افق زمانی معین.
- ارائهٔ برنامهٔ مدیریتی مخاطرات اقلیمی و پایش محیط‌زیستی با توجه به مدیریت پساب (نوع، حجم، طریقه و محل دفع)، پسماند (نوع، حجم، طریقه و محل دفع) و کنترل آلودگی هوا (نوع، حجم، طریقه و نوع سیستم‌های کنترلی) در تمامی واحدهای صنعتی موجود و آتی شهرستان.
- ایجاد کریدور شرقی– جنوب شرقی در شهرستان به‌عنوان کریدور توسعهٔ آتی صنایع سنگین (بخش مرکزی شهرستان ارومیه به‌عنوان قطب استقرار شهرک‌های صنعتی) و لزوم توجه به پساب‌های صنعتی در این کریدور به علت همجواری با دریاچهٔ ارومیه.
- ایجاد بخش مرکزی شهرستان ارومیه (شمال غربی بخش مرکزی، جنوب غربی بخش نارلو، جنوب شرقیِ بخش صومای برادوست و شمال شرقی بخش سیلوانه) به‌عنوان هستهٔ استقرار صنایع سبک (با تأکید بر صنایع پاک و کم آب‌بر)؛ به علت توان اکولوژیکیِ متوسط (پهنه‌های مناسب و تا حدودی مناسب) محدوده.
- توجه به پهنه‌های جنوب غربی شهرستان (محدوده‌های مناسب استقرار که حدوداً ۲۲ کیلومترمربع مساحت دارند)، جهت مکان‌گزینی مجتمع‌های بزرگ صنعتی که معطوف به دروازه‌ی بازارهای بین‌المللی (کشور ترکیه) برای صادرات باشند.

کتابنامه

افشاری، سمیرا؛ لطفی، علی؛ ۱۳۹۹. مکانیابی صنایع با استفاده از روش‌های ارزیابی چندمعیاره در شهرستان گلپایگان. *فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»*. ۲۹(۱۱۶)، ۱۵۱-۱۶۶ https://www.sepehr.org/article_242866.html?lang=fa

خلیجی، محمدعلی؛ سعیده زرآبادی، زهراسادات؛ ۱۳۹٤. تحلیلی بر مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی در شهرستان تبریز با بهره‌گیری از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره. *فصلنامه علمی-پژوهشی برنامه‌ریزی منطقه‌ای*. ۵ (۱۹)، ۱۰۱-۱۱٤. https://jzpm.marvdasht.iau.ir/?_action=articleInfo&article=916

سالاری، مسعود؛ شریعت، سید محمود؛ رحیمی، راضیه؛ دشتی، سولماز؛ ۱۳۹۷. ارزیابی توان سرزمین به‌منظور استقرار کاربری شهرک صنعتی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره و AHP (مطالعه موردی: جزیره قشم). *فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)*. ۸(۳)، ۳۰۳-۳۱۵. https://www.jgeoqeshm.ir/article_69935.html

سالنامه آماری کل کشور، استان آذربایجان غربی، ۱۳۹۸

صابری فر، رستم؛ ۱۳۹۱. مطالعه توسعه فیزیکی شهر بیرجند با معیار مخاطرات محیطی. *فصلنامه علمی ـــ پژوهشی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*، ۳(٦)، ۹۳-۱۰۲. https://grup.journals.pnu.ac.ir/article_1060.html

کرمی، فریبا؛ قنبری، ابوالفضل؛ علیرضایی، معصومه؛ ۱۳۹۸. تحلیلی بر مکانیابی شهرک‌های صنعتی شهرستان بستان‌آباد با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره. *فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)*. ۱۰ (۱-۲)، ٦۰۷-٦۲٦. https://www.jgeoqeshm.ir/article_104514.html

مجیدی خامنه، بتول؛ جنگی، حسن؛ ۱۳۹۳. تحلیل فضایی استقرار بهینهٔ شهرک‌های صنعتی در پیرامون شهرها با بهره‌گیری از مدل‌های تلفیقی بولین و فازی در محیط GIS مطالعه موردی: کلانشهر تبریز. *مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، ۷(۲۵)، ۱۹-۳۷. https://urs.ui.ac.ir/article_20137.html

معتمدی، محمد؛ زعفرانلو، عطاالله؛ خالقی، محمد؛ ۱۳۹۲. مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با استفاده از GIS فازی نمونه موردی (شهرک صنعتی شیروان). *فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*. ٦ (۱)، ۱۰٤-۱۱٤. https://geography.garmsar.iau.ir/article_665605.html

یاسوری، مجید؛ ۱۳۹۲. بررسی وضعیت استقرار صنایع و مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی در شهرستان مشهد. *مجله آمایش سرزمین*. ۵(۲)، ۲٦۱-۲۸۸. https://jtcp.ut.ac.ir/article_50085.html

Aghmashhadi, A. H., Azizi, A., Hoseinkhani, M., Zahedi, S., & Cirella, G. T., 2022. Industrial park land capability assessment and post-evaluation in Markazi province. *Applied Geomatics*, *14*(1), 105-118. https://doi.org/10.1007/s12518-021-00415-x

Aljohani, K., & Thompson, R. G., 2020. A multi-criteria spatial evaluation framework to optimise the siting of freight consolidation facilities in inner-city areas. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *138*, 51-69. https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.05.020

Alkaradaghi, K., Ali, S. S., Al-Ansari, N., Laue, J., & Chabuk, A., 2019 a. Landfill site selection using MCDM methods and GIS in the Sulaimaniyah Governorate, Iraq. *Sustainability*, *11*(17), 4530. https://doi.org/10.3390/su11174530

Al-Mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L., & Mohammed, A. H., 2015. Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation. *Ecological indicators*, *48*, 315-323. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.08.029

Arabsheibani, R., Kanani Sadat, Y., & Abedini, A., 2016. Land suitability assessment for locating industrial parks: a hybrid multi criteria decision making approach using Geographical Information System. *Geographical Research*, *54*(4), 446-460. https://doi.org/10.1111/1745-5871.12176

Aung, T. S., 2017. Evaluation of the environmental impact assessment system and implementation in Myanmar: Its significance in oil and gas industry. *Environmental Impact Assessment Review*, *66*, 24-32. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.05.005

Badi, I., Ballem, M., & Shetwan, A., 2018. SITE SELECTION OF DESALINATION PLANT IN LIBYA BY USING COMBINATIVE DISTANCE-BASED ASSESSMENT (CODAS) METHOD. *International Journal for Quality Research*, *12*(3). https://doi.org/10.18421/IJQR12.03-04

Barzehkar, M., Dinan, N. M., Mazaheri, S., Tayebi, R. M., & Brodie, G. I., 2019. Landfill site selection using GIS-based multi-criteria evaluation (case study: SaharKhiz Region located in Gilan Province in Iran). *SN Applied Sciences*, *1*(9), 1-11. https://doi.org/10.1007/s42452-019-1109-9

Chauhan, A., & Singh, A., 2016. A hybrid multi-criteria decision making method approach for selecting a sustainable location of healthcare waste disposal facility. *Journal of Cleaner Production*, *139*, 1001-1010. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.098

Cheng, C., & Thompson, R. G., 2016. Application of boolean logic and GIS for determining suitable locations for Temporary Disaster Waste Management Sites. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *20*, 78-92. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.10.011

Fenno, L. E., Mattis, J., Ramakrishnan, C., Hyun, M., Lee, S. Y., He, M., ... & Deisseroth, K., 2014. Targeting cells with single vectors using multiple-feature Boolean logic. *Nature methods*, *11*(7), 763-772. https://doi.org/10.1038/nmeth.2996

Francis, A., 2015. Analyzing the environmental impact assessment process for sustainable development of the oil and gas industry in Trinidad and Tobago. Electrical thesis dissertation. https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/etd/1321/

Gbanie, S. P., Tengbe, P. B., Momoh, J. S., Medo, J., & Kabba, V. T. S., 2013. Modelling landfill location using geographic information systems (GIS) and multi-criteria decision analysis (MCDA): case study Bo, Southern Sierra Leone. *Applied Geography*, *36*, 3-12. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.06.013

Ghasemi, G., Noorollahi, Y., Alavi, H., Marzband, M., & Shahbazi, M., 2019. Theoretical and technical potential evaluation of solar power generation in Iran. *Renewable Energy*, *138*, 1250-1261. https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.068

Ghobadi, M. H., Babazadeh, R., & Bagheri, V., 2013. Siting MSW landfills by combining AHP with GIS in Hamedan province, western Iran. *Environmental earth sciences*, *70*(4), 1823-1840 https://doi.org/10.1007/s12665-013-2271-9

Hadipour, A., Vafaie, F., & Hadipour, V., 2015. Land suitability evaluation for brackish water aquaculture development in coastal area of Hormozgan, Iran. *Aquaculture international*, *23*(1), 329-343. https://doi.org/10.1007/s10499-014-9818-y

Hermann, B. G., Kroeze, C., & Jawjit, W., 2007. Assessing environmental performance by combining life cycle assessment, multi-criteria analysis and environmental performance indicators. *Journal of cleaner production*, *15*(18), 1787-1796. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.04.004

Ibrahim, G. R. F., Hamid, A. A., Darwesh, U. M., & Rasul, A., 2021. A GIS-based Boolean logic-analytical hierarchy process for solar power plant (case study: Erbil Governorate—Iraq). *Environment, Development and Sustainability*, *23*(4), 6066-6083. https://doi.org/10.1007/s10668-020-00862-3

Izadikhah, M., & Saen, R. F., 2016. A new preference voting method for sustainable location planning using geographic information system and data envelopment analysis. *Journal of Cleaner Production*, *137*, 1347-1367. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.021

Khamis, A., Khatib, T., Yosliza, N. A. H. M., & Azmi, A. N., 2020. Optimal selection of renewable energy installation site in remote areas using segmentation and regional technique: A case study of Sarawak, Malaysia. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *42*, 100858. https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100858

Kharat, M. G., Kamble, S. J., Raut, R. D., & Kamble, S. S., 2016. Identification and evaluation of landfill site selection criteria using a hybrid Fuzzy Delphi, Fuzzy AHP and DEMATEL based approach. *Modeling Earth Systems and Environment*, *2*(2), 1-13. https://doi.org/10.1007/s40808-016-0171-1

Khavarian-Garmsir, A. R., & Rezaei, M. R., 2015. Selection of appropriate locations for industrial areas using GIS-Fuzzy methods. a case study of Yazd Township, Iran. *Journal of Settlements and Spatial Planning*, *6*(1), 19-25.

Lewis, S. M., Gross, S., Visel, A., Kelly, M., & Morrow, W., 2015. Fuzzy gis based multi criteria evaluation for us agave production as a bioenergy feedstock. *Gcb Bioenergy*, *7*(1), 84-99. https://doi.org/10.1111/gcbb.12116

Li, Y., Lin, C., Wang, Y., Gao, X., Xie, T., Hai, R., ... & Zhang, X., 2017. Multi-criteria evaluation method for site selection of industrial wastewater discharge in coastal regions. *Journal of Cleaner Production*, *161*, 1143-1152.

Luo, C., Ju, Y., Gonzalez, E. D. S., Dong, P., & Wang, A., 2020. The waste-to-energy incineration plant site selection based on hesitant fuzzy linguistic Best-Worst method ANP and double parameters TOPSIS approach: A case study in China. *Energy*, *211*, 118564. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118564

Mierzwiak, M., & Calka, B., 2017. Multi-criteria analysis for solar farm location suitability. *Reports on Geodesy and Geoinformatics*, *104*. https://doi.org/10.1515/rgg-2017-0012

Motlagh, Z. K., & Sayadi, M. H., 2015. Siting MSW landfills using MCE methodology in GIS environment (Case study: Birjand plain, Iran). *Waste management*, *46*, 322-337. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.08.013

Nuhu, S. K., Reba, M. N. M., Abd Manan, Z., Alwi, S. R. W., & Ridzuan, F. N. S., 2022. Assessing the Criteria of Eco-Industrial Park Site Selection for the Sustainable Development Goals Initiatives. In *Sustainability Management Strategies and Impact in Developing Countries*. Emerald Publishing Limited. https://doi.org/10.1108/S2040-726220220000026011

Reisi, M., Aye, L., & Soffianian, A., 2011. Industrial site selection by GIS in Isfahan, Iran. In *2011 19th International Conference on Geoinformatics* (pp. 1-4). IEEE. https://doi.org/10.1109/GeoInformatics.2011.5981171

Rikalovic, A., Cosic, I., & Lazarevic, D., 2014. GIS based multi-criteria analysis for industrial site selection. *Procedia engineering*, *69*, 1054-1063.

Rikalovic, A., Cosic, I., Labati, R. D., & Piuri, V., 2015. A comprehensive method for industrial site selection: the macro-location analysis. *IEEE Systems Journal*, *11*(4), 2971-2980. https://doi.org/10.1109/JSYST.2015.2444471

Saadat Foomani, M., Karimi, S., Jafari, H., & Ghorbaninia, Z., 2017. Using boolean and fuzzy logic combined with analytic hierarchy process for hazardous waste landfill site selection: A case study from Hormozgan province, Iran. *Advances in environmental technology*, *3*(1), 11-25. https://doi.org/10.22104/aet.2017.502

Yankiv-Vitkovska, L., Peresunko, B., Wyczałek, I., & Papis, J., 2020. Site selection for solar power plant in Zaporizhia city (Ukraine). *Geodesy and Cartography*, *69*(1). https://doi.org/12.10.24425/gac.2020.131076

Yousefi, H., Hafeznia, H., & Yousefi-Sahzabi, A., 2018. Spatial site selection for solar power plants using a gis-based boolean-fuzzy logic model: A case study of Markazi Province, Iran. *Energies*, *11*(7), 1648. https://doi.org/10.3390/en11071648

Zailani, S., Wahid, N. A., Premkumar, R., & Sathasivam, M., 2007. The relationship between quality improvement and firms' productivity in Malaysia. *International Journal of Productivity and Quality Management*, *2*(3), 347-364.

Zarin, R., Azmat, M., Naqvi, S. R., Saddique, Q., & Ullah, S., 2021. Landfill site selection by integrating fuzzy logic, AHP, and WLC method based on multi-criteria decision analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(16), 19726-19741. https://doi.org/10.1007/s11356-020-11975-7

Zhang, J., Xu, C., Song, Z., Huang, Y., & Wu, Y., 2019. Decision framework for ocean thermal energy plant site selection from a sustainability perspective: The case of China. *Journal of Cleaner Production*, *225*, 771-784. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.032

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی