فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی

مدل تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب مکان‌های مناسب صنایع براساس روش‌های Swaraو Fuzzy-Gis (مطالعه موردی: استان کرمانشاه)

ابوالقاسم تقی‌زاد فانید[۱و*]، پیمان قدسی [۲] و سعید بساک [۳]

۱. استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۳. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۸/۰۶ **تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۱۰/۰۱**

اطلاعات مقاله

دوره ۳، شماره ۹، پاییز ۱۴۰۱
صص ۷۷ – ۹۶
DOR: 20.1001.1.27173747.1401.3.9.4.5

چکیده

انتخاب سایت صنعتی یکی از تصمیمات ضروری کلیدی در فرآیند راه‌اندازی، گسترش یا تغییر مکان انواع سیستم‌های صنعتی است و یکی از مهمترین و طولانی‌ترین تصمیماتی که مدیران عملیاتی با آن مواجه هستند، تصمیم‌گیری در مورد محل استقرار تأسیسات صنعتی جدید است. بر این اساس هدف از این مطالعه، انتخاب مکان مناسب برای صنایع بر اساس روش‌های Swara و Fuzzy در استان کرمانشاه و در محیط Gis بوده است. این تحقیق از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ ماهیت و روش، توصیفی و تحلیلی می‌باشد. در این مطالعه، از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای ارزیابی تناسب زمین برای پیشنهاد مکان‌های مناسب برای مناطق صنعتی در استان کرمانشاه استفاده شده است. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (Gis) و تصمیم‌گیری چند معیاره (Mcdm) با هم ترکیب شده‌اند تا به طور مشخص مناطق مناسب برای صنایع را شناسایی کنند. برای تشخیص بهترین سایت صنعتی از ده معیار استفاده شد. معیارهای انتخاب شده از طریق جمع‌آوری نظرات خبرگان با استفاده از تکنیک Swara مشخص گردید. این معیارها شامل فاصله از آب‌های سطحی، شیب، فاصله از نقاط شهری و روستایی، فاصله از جاده، مناطق حفاظت شده، فاصله از مناطق گسلی، نوع کاربری زمین، نقشه دما و باران هستند. سپس کلیه معیارها با فرمت مشابه به Gis وارد و استانداردسازی شدند. در مرحله بعد از روش Swara برای وزن‌دهی معیارها استفاده شد و درنهایت کلیه لایه‌ها با استفاده از روش Fuzzy وزن‌دار تلفیق شدند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که، از کل مساحت ۲۴۶۴۰ کیلومتر مربع استان کرمانشاه، ۹/۱۱ درصد، معادل ۲۲۲۴/۳۷ هکتار در سطح کاملاً مناسب،۲۶ درصد، معادل ۶۴۱۴/۰۹ هکتار در سطح مناسب، ۱۸/۶۹ درصد، معادل ۴۶۰۶/۰۹ هکتار در سطح بی‌تفاوت، ۲۶ درصد، معادل ۶۳۹۳/۲۲ هکتار در سطح نامناسب و ۱۴/۵ درصد، معادل ۳۵۷۴/۸۰ هکتار در سطح کاملاً نامناسب جهت استقرار صنایع در استان کرمانشاه قرار دارند.

کلید واژه‌ها: استان کرمانشاه، مکان‌یابی صنایع، تصمیم‌گیری چند معیاره

[*] نویسنده مسئول: dr.fanid.2021@gmail.com

ارجاع به این مقاله: تقی‌زاده فانید، ابوالقاسم؛ قدسی، پیمان؛ و بساک، سعید. (۱۴۰۱). مدل تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب مکان‌های مناسب صنایع براساس روش‌های Swara و Fuzzy-Gis مطالعه موردی: استان کرمانشاه)، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، ۳(۹)، ۷۷-۹۶.

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۹، ۷۷-۹۶، پاییز ۱۴۰۱.

مقدمه

در سال‌های اخیر مطالعات مکان‌یابی صنعتی به عنوان یکی از عناصر کلیدی در موفقیت و بقاء مراکز صنعتی مطرح است. مطالعات مکان‌یابی صنعتی هم در سطح ملی و هم در سطح بین‌المللی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این میان شناخت هدف‌ها و روش‌های حل مسائل مکان‌یابی، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. مکان‌یابی مناطق صنعتی با در نظر گرفتن پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی، یک فاکتور کلیدی در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای می‌باشد. مکان مناسب برای استقرار صنایع به دامنه وسیعی از معیارها توجه داشته و فواید اقتصادی و اجتماعی را با پایداری زیست‌محیطی هماهنگ و همراه می‌نماید. تصمیم‌گیری پیرامون مکان احداث صنایع سنگین یک تصمیم‌گیری کلیدی برای صاحبان صنایع و مسئولان امر است. در واقع باید گفت مکان‌یابی مراکز صنعتی تصمیم مهمی است که پایداری فعالیت‌های صنعتی را در محیط‌های پیرامونی و در کل توسعه پایدار را در منطقه تحت تأثیر قرار می‌دهد. در واقع این نوع از تصمیم‌گیری بسیار پیچیده بوده و به دامنه وسیعی از معیارها وابسته است (Ahadnezhad et al, 2013: 63).

انتخاب مکان صنایع یک مطالعه پیچیده است. این به دلیل تعدد محدودیت‌ها و پارامترهایی است که باید در نظر گرفته شوند (زیست‌محیطی، توپوگرافی و جغرافیایی، مخالفت‌های عمومی، موانع نظارتی و غیره). به عبارت دیگر، برنامه‌ریزان با چالش‌های مضاعفی روبرو هستند، زیرا باید پروژه‌هایی را طراحی کنند که به رشد اقتصادی کمک کند و در عین حال خطرات زیست‌محیطی را به حداقل برساند و مخالفت ذینفعان محلی را کاهش دهند. در نتیجه، شناسایی (ارزیابی) مکان‌های مناسب برای توسعه صنایع بسیار مهم است. انتخاب مکان صنعتی معمولاً نه تنها نیازمند الزامات فنی، بلکه نیازمند عوامل اقتصادی، اجتماعی، محیطی و سیاسی نیز است و یکی از مهم‌ترین و طولانی‌ترین تصمیم‌هایی که مدیران با آن مواجه هستند، تصمیم‌گیری در مورد مکان‌یابی تأسیسات صنعتی جدید است (Bhatnagar and Sohal, 2005:443- 456). انتخاب مکان صنعتی فرآیند انتخاب مکان‌های بالقوه است که در آن تلاش می‌شود مجموعه‌ای از الزامات جامع را برآورده کند و می‌تواند در برنامه‌ریزی منطقه‌ای مفید باشد (Rikalovic Et Al., 2014:1054-1063). به طور سنتی، انتخاب مکان صنعتی منحصراً بر اساس معیارهای اقتصادی و فنی انجام می‌شد. با این حال، امروزه درجه بالاتری از توجه مورد نظر است (Ramin et al, 2017: 252-255). در نظر گرفتن مجموعه‌ای جامع از معیارها در انتخاب سایت، نه تنها منافع اقتصادی را به حداکثر می‌رساند، بلکه نیازهای اجتماعی و زیست‌محیطی را نیز برآورده می‌کند (Karimi et al, 2022: 155-167). پس مناسب‌ترین مکان برای یک واحد صنعتی مکانی است که در آن فعالیت‌های صنعتی با کمترین مصرف منابع (نیروی انسانی، تجهیزات، مواد، هزینه و زمان) و کمترین اثرات مخرب بر کاربری‌ها و فعالیت‌های انسانی و طبیعی پیرامون آن صورت می‌گیرد (Kamali et al, 2017: 99-105). از این جهت، یکی از اهداف اصلی انتخاب سایت صنعتی، یافتن مناسب‌ترین سایت با شرایط مطلوب تعیین شده توسط معیارهای انتخابی است (Williams, 1983: 22). انتخاب مکان، فرآیند یافتن مکان‌های مناسب برای استقرار پروژه‌ها بسته به معیارهای اجتماعی- اقتصادی و محیطی است (Eldrandaly, 2013: 2455-2482). ایجاد یک تأسیسات جدید به عنوان یک مسأله تصمیم‌گیری مهم و استراتژیک در نظر گرفته می‌شود زیرا اثرات بلندمدتی بر پایداری، در دسترس بودن و سودآوری تسهیلات خواهد داشت. انتخاب مکان نامناسب در دنیای رقابتی امروزی می‌تواند نتایج غیر قابل جبرانی را ایجاد نماید (Onden and Eldemir, 2015:18-22). امروزه از روش‌های مختلف Mcdm برای حل مسائل مختلف استفاده می‌شود (Chatterjee and Stevic, 2019: 72-90). علاوه بر روش‌های Mcdm، از Gis (سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی) نیز

می‌توان برای حل مسأله انتخاب مکان استفاده کرد، زیرا Gis می‌تواند داده‌های جغرافیایی را جمع‌آوری، ذخیره، دستکاری، مدیریت و مهمتر از همه ارزیابی نماید (Bolstad, 2002:12؛ Onden and Eldemir, 2015:18-22) . مطالعات بسیاری از رویکرد Mcdm در زمینه‌های مختلف علوم و مهندسی استفاده کرده‌اند و تعداد آنها در سال‌های گذشته افزایش یافته است. یکی از زمینه‌هایی که مدل‌های Mcdm در آن به کار گرفته شده است، مسأله انتخاب مکان است. انتخاب مکان یکی از کاربردهای مهم مدل‌های Mcdm است. مکان‌یابی مناطق صنعتی با در نظر گرفتن تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی، فاکتوری کلیدی در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ایی است. مکان مناسب برای استقرار صنایع بایستی جهت هماهنگی فواید اقتصادی با مسائل زیست‌محیطی، دامنه وسیعی از معیارها را مدنظر داشته باشد. جهت دستیابی به توسعه پایدار بایستی تأثیرات منفی حاصل از ایجاد و بهره برداری از صنایع را به حداقل رساند. در واقع مکان‌یابی مراکز صنعتی، تصمیم‌گیری مهمی است که پایداری فعالیت‌های صنعتی و در کل توسعه پایدار را در منطقه تحت تأثیر قرار می‌دهد (ایمانی و همکاران، ۱۳۷۶: ۱۸۳-۲۰۷). تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره (Mcdm) با هدف ارائه ابزارهایی به تصمیم‌گیرنده برای پیشرفت در حل مسأله تصمیم‌گیری است که در آن چندین دیدگاه، اغلب متناقض، باید در نظر گرفته شوند (Chakhar, 2006: 11). تصمیم‌گیری چندشاخصه یکی از شناخته‌شده‌ترین شاخه‌های تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری در تحقیقات است که به حل مسائل مربوط به عوامل گوناگون کمک می‌کند.

Mcdm با فرآیند تصمیم‌گیری در زمانی‌که اهداف چندگانه وجود دارند سروکار دارد. هدف انتخاب یک گزینه از میان چندین گزینه با استفاده از تعدادی معیار تصمیم‌گیری است (Baban, 2001: 59-71). عوامل زیادی باید در فرآیند تصمیم‌گیری دخیل باشند، که انتخاب ابزارهای مناسب برای امکان ذخیره‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها را به چالش می‌کشد. تصمیم‌گیری برای انتخاب یک مکان صنعتی با داده‌های متعددی مرتبط است. تخمین زده شده است که ۸۰ درصد داده‌های مورد استفاده توسط مدیران و تصمیم گیرنده‌گان ماهیت جغرافیایی (مکانی) دارند (Worrall, 1991: 34) . از این رو، از مسائل تصمیم‌گیری که شامل داده‌های جغرافیایی می‌شود به عنوان مسائل تصمیم‌گیری جغرافیایی یا مکانی نام برده می‌شود (Malczewski, 2004: 3-65). توسعه‌های اخیر در زمینه تصمیم‌گیری منجر به پیشرفت‌های چشم‌گیری در قابلیت‌های Gis در تحلیل مکانی شده است (Rinner And Voss, 2013: 12-13)، و ادغام سیستم اطلاعات جغرافیایی (Gis) و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (Mcdm) قادر به ایجاد یک مدل‌سازی کاربردی پویا شده است. ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های چندمعیاره، کیفیت تصمیم‌گیری را در آنالیزهای مکانی افزایش می دهد (رئیسی و همکاران، ۱۳۸۹: ۴). سیستم اطلاعات جغرافیایی قابلیت‌های زیادی برای دست‌کاری، ذخیره‌سازی، مدیریت، تجزیه و تحلیل و تجسم داده‌های مکانی دارد، در حالی‌که Mcdm مجموعه‌ای از رویه‌ها، تکنیک‌ها و الگوریتم‌ها را برای حل پیچیدگی‌ها در تصمیم‌گیری، ساختارسازی، طراحی، ارزیابی و اولویت‌بندی تصمیم‌های جایگزین ارائه می‌دهد (Gigovic et al, 2017: 501-521). هدف از این مطالعه، انتخاب مکان‌هایی برای مناطق مناسب برای صنایع در استان کرمانشاه با استفاده از ادغام سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (Gis) و تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره (Mcdm) است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

فرآیند انتخاب سایت یک کار تصمیم‌گیری پیچیده است که شامل تعداد زیادی از عوامل است که باید به دقت در نظر گرفته شود (Current et al, 1990: 297). یافتن مکان‌های مناسب برای ایجاد فعالیت در یک حوزه جغرافیایی معین،

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۹، ۷۷-۹۶، پاییز ۱۴۰۱.

جزء مراحل مهم پروژه‌های اجرایی، به ویژه در سطح کلان و ملی به شمار می‌رود. مکان‌های انتخابی باید در حد امکان شرایط لازم را دارا باشند و عدم بررسی این شرایط قبل از اجرای پروژه‌ها، نتایج نامطلوب فراوانی را به دنبال خواهد داشت. با اجرای یک مکان‌یابی موفق، کلیه عوامل مؤثر در ایجاد فعالیت‌ها، در سطح منطقه مورد مطالعه، بررسی شده و مکان‌های مناسب، در قالب خروجی فرآیند مکان‌یابی، در اختیار مدیران و تصمیم‌گیران قرار می‌گیرد. مکان‌یابی مراکز صنعتی تصمیم مهمی است که پایداری فعالیت‌های صنعتی را در محیط‌های پیرامونی و در کل توسعه پایدار را در منطقه تحت تأثیر قرار می‌دهد (رئیسی و سفیانیان، ۱۳۸۹: ۳). انتخاب یک سایت صنعتی شامل مجموعه پیچیده‌ایی از عوامل ضروری است که شامل مسائل اقتصادی، اجتماعی، فنی، زیست‌محیطی، سیاسی و غیره می‌شود. بدیهی است که عوامل زیادی باید در فرآیند تصمیم‌گیری دخیل باشند، که این مسأله انتخاب را چالش برانگیز می‌کند. یکی از مهمترین و طولانی‌ترین تصمیماتی که مدیران اجرایی با آن مواجه هستند، تصمیم‌گیری در مورد محل استقرار تأسیسات صنعتی جدید است. یکی از اهداف اصلی انتخاب سایت صنعتی، یافتن مناسب‌ترین مکان با شرایط مطلوب و مشخص شده توسط معیارهای انتخاب است. انتخاب مکان صنعتی، به عنوان بهینه‌سازی تعدادی اهداف در تعیین مناسب بودن یک مکان خاص برای یک سیستم صنعتی تعریف شده است. چنین بهینه‌سازی اغلب شامل عوامل تصمیم‌گیری متعددی است که اغلب متناقض هستند و این فرآیند اغلب شامل تعدادی سایت ممکن است که هرکدام مزایا و محدودیت‌هایی دارند. فرآیند انتخاب مکان صنعتی به معنای یک تجزیه و تحلیل چند معیاره پیچیده است که شامل مجموعه پیچیده‌ایی از عوامل مرتبط با مسائل اقتصادی، اجتماعی، فنی، محیطی و سیاسی است که ممکن است منجر به اهداف متضاد شود (Williams and Massa, 1983: 17). در دنیا در سالیان اخیر پژوهش‌های زیادی با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام شده است .

جلیلیان و همکاران (۲۰۲۲)، در تحقیقی با عنوان « تجزیه و تحلیل مناسب بودن محل دفن زباله برای دفع زباله جامد با استفاده از روش‌های Swara و Multimoora مطالعه موردی در کرمانشاه، غرب ایران»، که در آن از معیارهای فاصله تا گسل، فاصله تا مناطق حفاظت‌شده، فاصله تا مناطق مسکونی، فاصله تا آب‌های سطحی، عمق آب‌های زیرزمینی، زمین‌شناسی، فاصله تا فرودگاه، فاصله تا جاده، فاصله از خطوط برق و کاربری زمین، و معیارهای مورفولوژیکی مانند جهت و شیب استفاده کرده‌اند و از روش‌های Multimoora و Swara برای ارزیابی، ترکیب، تجزیه و تحلیل و همچنین یکپارچه‌سازی معیارهای انتخاب شده استفاده کرده بودند. بر اساس نتایج به دست‌آمده، ۹۷/۵۴ درصد از منطقه تحقیقاتی نامناسب برای دفن زباله، ۰/۷۶۰ درصد مناسب متوسط و تنها ۱/۷۰ درصد به عنوان مکان دفن زباله مناسب تشخیص داده شد. سپس ۱۹ سایت به عنوان جایگزین مناسب شناسایی شدند (Jalilian et al, 2022: 1175).

محمد ایفکرن و همکاران (۲۰۲۲)، در پژوهشی با عنوان « تجزیه و تحلیل مبتنی بر Gis و تصمیم‌گیری چندمعیاره برای نقشه‌برداری مکان‌های مناسب برای مزارع بادی خشکی در جنوب شرقی فرانسه»، برای شناسایی مکان‌های مناسب برای مزارع بادی آینده در منطقه جنوب شرقی، ترکیبی از Gis با رویکردهای Mcdm مانند Ahp را به کار بردند. آن‌ها در پژوهش خود شش عامل تعیین‌کننده را که شامل؛ میانگین سرعت باد با وزن ۳۸ درصد ، مناطق حفاظت شده با وزن نسبی ۲۶ درصد، فاصله تا پست‌های برق و شبکه‌های جاده‌ایی هر دو با وزن نسبی ۱۳ درصد و در نهایت شیب و ارتفاع که به ترتیب دارای وزن‌های ۵ درصد و ۳ درصد بودند را به کار گرفتند. نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که، مناطق شناسایی شده برای نصب توربین‌های بادی در مجموع ۹۶۲۶۱۲ پیکسل تعریف شده‌اند که در مجموع ۶۵۱ کیلومتر مربع

را پوشش می‌دهند و حدود ۶,۹۸ درصد از منطقه تحقیقاتی را شامل می‌شود. همچنین نتایج محاسبات نظری پتانسیل باد نشان داده است که حداقل برای یک سایت با مساحت بزرگتر از ۴۰۰ هکتار، انرژی خروجی بین ۱۸۲/۶۰ و ۲۸۰/۲۰ مگاوات است و سایت‌های برنامه‌ریزی شده مناسب به نظر می‌رسند و هر سایت می‌تواند میانگین ظرفیت نصب شده ۴۵ مگاوات را پشتیبانی کند. این مزیت نیازهای انرژی حمل و نقل، گرمایش و برق جمعیت منطقه را برآورده می‌کند (Ifkirne et al, 2022: 15).

تولون و همکاران (۲۰۲۲)، در تحقیقی با عنوان « انتخاب مناسب‌ترین مکان تأسیسات بیوگاز با سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره: مطالعه موردی حوضه بسته قونیه، ترکیه »، با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (Mcdm) و (Gis)، منطقه مناسبی برای تأسیس نیروگاه بیوگاز در حوضه بسته قونیه (Kcb) بزرگترین حوضه بسته ترکیه و دارای پتانسیل قابل توجه میدان انرژی تجدیدپذیر تعیین کردند. ۹ معیار برای انتخاب مناسب‌ترین مکان‌هایی که نیروگاه بیوگاز می‌تواند در مناطق اولویت‌دار ساخته شود، استفاده شد. این معیارها با استفاده از روش سازگاری کامل (Fucom)، بر اساس نظرات متخصصان وزن شدند. با ترکیب وزن‌های محاسبه شده با داده‌های مکانی، نقشه‌های مناسب برای ساخت نیروگاه بیوگاز ایجاد شد. بر اساس نقشه نهایی، مناسب‌ترین مکان برای تأسیسات بیوگاز بر روی یک منطقه صنعتی تازه تأسیس در مرکز کارامان همپوشانی دارد (Tulun et al., 2022: 11).

فانید و قدسی (۱۴۰۰)، در تحقیقی با عنوان « مدل Mcdm برای انتخاب روستای هدف گردشگری بر اساس روش‌های swara و aras (مطالعه موردی: شهرستان پاوه) »، بر شناسایی معیارهای حکمرانی خوب و رتبه‌بندی روستاهای هدف گردشگری شهرستان پاوه بر اساس هشت معیار شفافیت، پاسخگویی، حاکمیت قانون، مشارکت، مسئولیت‌پذیری، أثربخشی و کارایی، اجماع و مشروعیت و برابری و فرآگیری استفاده کردند. از روش Swara برای وزن‌دهی معیارها و از روش Aras برای اولویت‌بندی گزینه‌ها در ارتباط با مهم‌ترین معیارهای حکمرانی خوب در روستاهای هدف گردشگری در منطقه مورد مطالعه بهره گرفتند. نتایج روش Swara نشان داد که معیار مشارکت با وزن ۰/۱۷۲ مهم‌ترین معیار حکمروایی خوب در سطح روستاهای شهرستان پاوه است و بعد از آن معیار برابری و فراگیری با وزن ۰/۱۵۴ دومین معیار مهم حکمرانی خوب است و معیار پاسخگویی با ۰/۱۲۰، شفافیت با ۰/۱۱۸، مسئولیت‌پذیری با ۰/۱۱۱، حاکمیت قانون با ۰/۱۰۹، اثر بخشی و کارایی با ۰/۰۹۲ و اجماع و مشروعیت با ۰/۰۸۸ به ترتیب قرار دارند. نتایج محاسبه روش Aras نیز نشان داد که، روستای داریان با ۰/۸۵۹ دارای بالاترین اهمیت کلی بوده و در رتبه اول قرار دارد و بعد از آن روستای دشه با ۰/۷۶۹ در درتبه دوم، خانقاه با ۰/۷۶۲، و شمشیر با ۰/۷۰۱ در رتبه سوم و چهارم و روستای هجیج بزرگ با ۰/۶۸۶ در رتبه آخر قرار دارد (فانید و قدسی، ۱۴۰۰ : ۷۵-۵۶).

افشاری و لطفی (۱۳۹۹)، در تحقیقی با عنوان « مکان‌یابی صنایع با استفاده از روش‌های ارزیابی چند معیاره در شهرستان گلپایگان »، از چهار معیاره استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داده است که، در روش منطق بولین، ۲۷۸۳ هکتار از منطقه برای توسعه صنعتی مناسب بوده و در روش روی‌هم‌گذاری فازی ۱۷۶۹ هکتار از منطقه و در روش ترکیب خطی وزنی ۱۹۰۲ هکتار و در روش وزن‌دهی ۱۷۵۸ هکتار از منطقه برای توسعه صنعتی در طبقات خوب تا عالی قرار گرفته‌اند (افشاری و لطفی ، ۱۳۹۹: ۱۵۱-۱۶۶).

اولوتاس و کاراکاس (۲۰۲۱)، در تحقیقی با عنوان « انتخاب مکان برای یک مرکز تولید نساجی با Gis و بر اساس رویکرد ترکیبی Mcdm از هشت معیار استفاده کردند. معیارها توسط روش Fucom وزن‌دهی شدند و از روش Piv-F برای رتبه‌بندی مناطق مناسب برای یک مرکز تولید نساجی استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد که، معیار روابط

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۹، ۷۷-۹۶، پاییز ۱۴۰۱.

عمومی با توجه به نتایج Fucom به عنوان مهمترین معیار تعیین شده است و با توجه به نتایج Piv-f، چهار منطقه به عنوان مناسب‌ترین مناطق برای ایجاد کارخانه تولید پارچه در استان سیواس بدست آمده‌اند (Ulutas, And Karakus, 2021: 126-132).

وانگ و همکاران (۲۰۱۸)، در تحقیقی با عنوان « رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره (Mcdm) برای انتخاب محل نیروگاه خورشیدی در ویتنام »، یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره (Mcdm) را با ترکیب سه روش شامل؛ فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (Fahp)، تحلیل پوششی داده‌ها (Dea) و تکنیک ترتیب اولویت بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل (Topsis) را برای یافتن بهترین مکان برای ساخت نیروگاه خورشیدی بر اساس معیارهای کمی و کیفی را ارائه کردند (Wang et al, 2018: 653-663).

ایمانی و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهشی با عنوان « امکان‌سنجی استقرار صنایع در شهرستان اردبیل»، با استفاده از مدل Ahp–Vicor و هشت معیار مؤثر در امر مکان‌یابی صنایع، به اولویت‌بندی پهنه‌های شناسایی شده پرداختند. نتایج تحقیق نشان داده است که مکان فعلی صنایع در شهرستان اردبیل با پهنه‌های بهینه شناسایی شده در این تحقیق، مغایرت دارد و همچنین شش پهنه مناسب جدید برای استقرار واحدهای صنعتی در محدوده شهرستان اردبیل شناسایی و اولویت‌بندی استقرار صنایع در این پهنه‌ها مشخص شد (ایمانی و همکاران ، ۱۳۹۶ : ۱۸۳-۲۰۷).

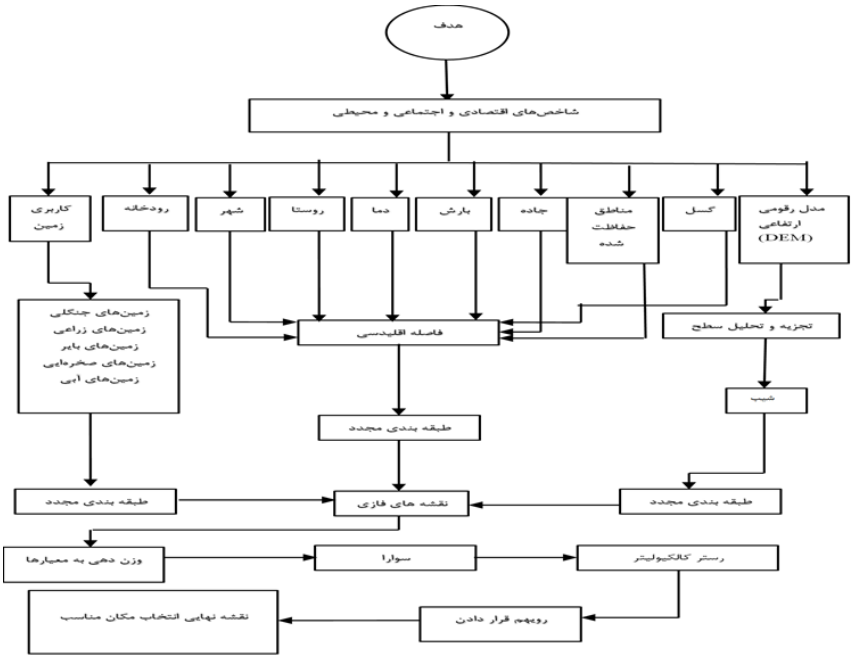
روش پژوهش

فرآیند مکان‌یابی یا Site Selection فرآیندی است که در آن تمام ویژگی‌های عمده یک منطقه جهت احداث یک مکان صنعتی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بر اساس نقشه‌های موجود، برای ایجاد یک مکان صنعتی نیاز داریم بعضی از متغیرها را سنجیده و بر اساس ارزش و اهمیت هر یک از متغیرهای موجود، مهمترین مکان را برای احداث صنعت مورد نظر مورد ارزیابی قرار دهیم. در این مرحله باید تمام داده‌ها به فرمت رستری تبدیل شوند. در این مطالعه تنها نقشه Dem از نوع رستری بوده و بقیه نقشه‌ها از نوع وکتوری هستند و هنوز به نقشه تبدیل نشده‌اند. ابتدا همه داده‌ها را به نقشه از نوع رستری تبدیل می‌نماییم. انتخاب سایت جهت جانمایی فعالیت‌های صنعتی یک مطالعه پیچیده است که نه تنها شامل ملاحظات فنی، بلکه نیازمندی‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است. در این مطالعه، نویسنده‌گان یک مدل Mcdm شامل Swara و Fuzzy را برای انتخاب بهترین مکان برای استقرار فعالیت‌های صنعتی در استان کرمانشاه ارائه می‌کنند. یکی از اهداف اصلی در انتخاب مکان صنعتی، یافتن مناسب‌ترین سایت با شرایط مورد نیاز است. رویکرد ما مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (Gis) و تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره (Mcdm) برای ارزیابی مکان‌های مناسب برای استقرار فعالیت‌های صنعتی در استان کرمانشاه است. روش پژوهش بر اساس هدف کاربردی و بر اساس ماهیت توصیفی تحلیلی می‌باشد. جهت ارزیابی معیارها و مکان‌یابی استقرار صنایع در منطقه مورد مطالعه از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک چند شاخصه Swara استفاده شد. هدف تحقیق ما توسعه یک رویکرد پویا، جامع، و چندمعیاره برای ارزیابی اراضی با کیفیت است که از یک مطالعه کتاب‌شناختی عمیق و مشاوره گسترده با مجموعه‌ای از متخصصان در این زمینه حاصل شده است. داده‌های دیجیتال در قالب‌های شطرنجی و برداری از نهادهای مختلف دولتی برای تهیه نقشه‌ها جمع‌آوری شد. داده‌های جمع‌آوری شده شامل یک مدل رقومی ارتفاعی دیجیتال با وضوح ۳۰ متر (Dem)، مرزهای روستاها، شهرها، رودخانه‌ها، کاربری زمین، گسل، جاده‌ها، دما، بارش، مناطق حفاظت شده و شیب می‌باشد جدول شماره (۱).

جدول ۱. معیارهای مورد استفاده در این تحقیق

معیارهای مورد استفاده در این تحقیق	
معیارهای اقتصادی و اجتماعی	معیارهای محیطی
شیب	فاصله از رودخانه‌ها
فاصله از جاده	فاصله از مناطق حفاظت‌شده
فاصله از نقاط شهری	کاربری زمین
فاصله از گسل‌ها	بارش
فاصله از نقاط روستایی	دما

برای تشخیص بهترین مکان صنعتی از ۱۰ معیار استفاده شد. معیارهای مورد استفاده فاصله از شهرها، فاصله از مناطق روستایی، فاصله از جاده‌ها، فاصله از مناطق حفاظت شده، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از گسل‌ها، نوع کاربری زمین، دما، شیب و باران بود. به منظور تهیه این لایه‌ها، ابتدا تمامی نقشه‌ها به محیط Arc Gis وارد شد. سپس با سیستم زمین مرجع همسان (Utm; Wgs 1984, Zone 39) و (Cell Size 50) در محیط Gis برای پردازش و ارزیابی آماده شدند. همه لایه‌ها از حالت برداری به رستر تبدیل شدند و با استفاده از نرم افزار Arc Gis لایه‌های نقشه‌های مورد نیاز پژوهش، آماده‌سازی شدند. لازم به ذکر است که برای وزن‌دهی به شاخص‌های تحقیق از روش Swara استفاده شد. سپس با تکیه بر تکنیک Fuzzy و ابزار Fuzzy-Membership به انجام امر مکان‌یابی و تشخیص مناسب‌ترین پهنه‌ها به منظور استقرار کاربری‌های صنعتی در استان کرمانشاه اقدام گردید. شکل شماره (۱)، چارچوب روش پیشنهادی تحقیق را نشان می‌دهد.



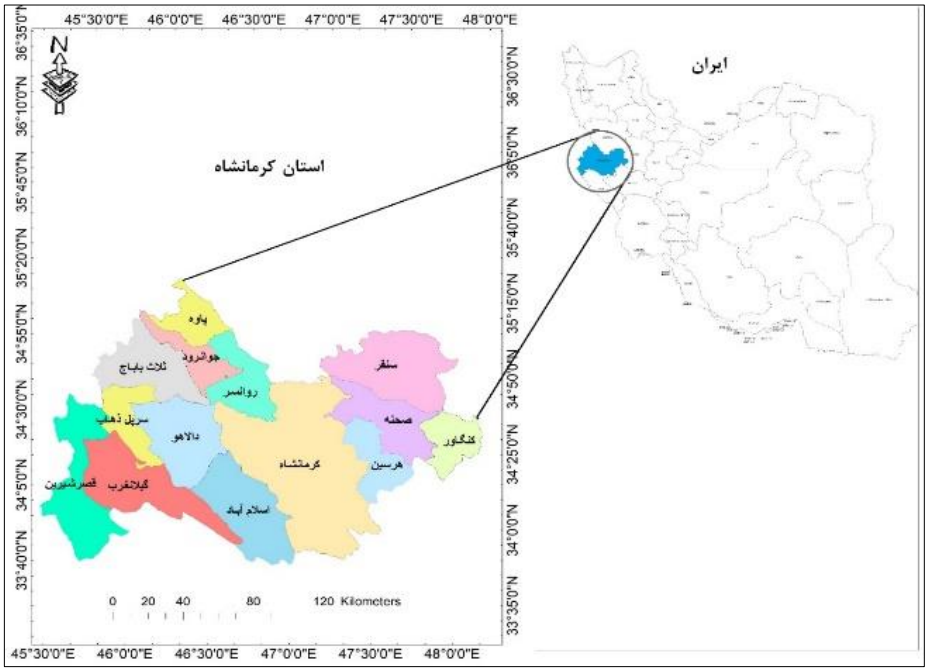
شکل ۱. *چارچوب روش پیشنهادی تحقیق*
منبع: (فانید و همکاران،۱۴۰۱)

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق، استان کرمانشاه واقع در غرب ایران را شامل می‌شود شکل شماره (۲)، مساحت کل این منطقه ۲۴۴۳۴ کیلومتر مربع می‌باشد که تقریباً ۱/۵درصد از کل مساحت کشور را به خود اختصاص داده است. این منطقه بین طول‌های جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۰ دقیقه الی ۴۸ درجه ۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه الی ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. هفدهمین استان ایران از نظر وسعت به

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۹، ۷۷-۹۶، پاییز ۱۴۰۱.

شمار می‌رود. استان کرمانشاه که ۱/۵ درصد مساحت کشور را در بر می‌گیرد، از دسته استان‌های غربی به شمار می‌آید که با کشور عراق مرز مشترک دارند. این استان از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان لرستان و ایلام، از شرق به استان همدان و از غرب به استان‌های دیاله و حلبچه در کردستان عراق محدود می‌شود. مرکز استان کرمانشاه، شهر کرمانشاه است . بر اساس آخرین تغییرات در سال ۱۳۹۰ استان کرمانشاه از ۱۴ شهرستان، ۳۵ شهر، ۳۱ بخش و ۸۴ دهستان تشکیل شده است.

شکل ۲. *موقعیت منطقه مورد مطالعه*



منبع: (فانید و همکاران،۱۴۰۱)

روش فازی[1]

روش عضویت‌گیری فازی[2]، رستر ورودی را به مقیاس ۰ تا ۱ تبدیل می‌کند. مقدار ۱ نشان دهنده عضویت کامل در مجموعه فازی است، با کاهش عضویت تا (صفر)، که نشان می‌دهد عضوی از مجموعه فازی نیست. ما از Gis و Mcdm برای انتخاب مکان مناسب برای صنایع استفاده کردیم. برای تصویربرداری و تحلیل داده‌های مکانی از نرم افزار Arc Gis ۱۰/۷ استفاده شد. تعدادی از ابزارهای تجزیه و تحلیل Gis مانند، فاصله اقلیدسی، طبقه‌بندی مجدد و تحلیل هم‌پوشانی در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفتند.

انواع وزن‌دهی

ارزیابی وزن یک مسأله مهم در بسیاری از مسائل Madm است. برخی از رویکردهای معروف ارزیابی وزن عبارتند از: فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(Ahp) – (Saaty, 2008: 83-98)، فرآیند شبکه تحلیلی (Anp) (Saaty, 2016: 363 - 419)، تکنیک آنتروپی شانون (Shannon,1948: 379-423)، روش فار -(Fare) – (Ginevicius, 2011: 1067-1095)، روش سوارا (Swara) - (Kersuliene et al, 2010).

1. Fuzzy
2. Fuzzy-Membership

روش سوآرا[۱]

در میان روش‌های فوق‌الذکر، روش سوارا یکی از روش‌های کاملاً جدید است که کاملاً با روش‌های دیگر مانند Fare، Bwm، Ahp یا Anp متفاوت است. برای ارزیابی وزن معیارها از روش سوآرا استفاده شد. روش Swara ، به عنوان یک روش ذهنی استفاده می‌شود که از کارشناسان برای تعیین وزن معیارها استفاده می‌کند. روش تحلیل نسبت وزن ارزیابی گام به گام (سوآرا) کارآمدترین روش برای ارزیابی معیارها است. سوآرا شامل دو مرحله مهّم است: اول اولویت‌بندی معیارها با مشورت کارشناسان، و مرحله دوم فرآیند وزن‌دهی است. در روش سوآرا، ارزیابی‌ها و محاسبه وزن، وظیفه کارشناسان است و ارزش هر معیار را تعیین می‌کنند و تمام معیارها به این طریق وزن‌دهی می‌شوند. سوآرا روشی است که در آن یک متخصص از دانش، اطلاعات و تجربیات ضمنی خود استفاده می‌کند (Aghdaie, 2014: 1-7) .کارشناسان از طریق اطلاعات، تجربیات و دانش ضمنی خود، مهمترین معیار را به دست می‌آورند و به این طریق کمترین امتیاز به معیار در رتبه آخر داده می‌شود. آنها با توجه به ارزش متوسط رتبه‌ها، رتبه‌های کلی را مشخص می‌کنند (Thakkar, 2021 : 14). بر اساس این روش، شاخص‌ترین معیار رتبه یک به عنوان بهترین، در حالی‌که آخرین رتبه به بی‌اهمیت‌ترین معیار داده می‌شود (Hashemkhani Zolfani, 2018: 7399-7405) و رتبه‌های کلی بر اساس ارزش متوسط رتبه‌ها توسط گروه خبرگان مشخص می‌شوند (Vafaeipour et al., 2014: 653-663). پس از تعریف و تشکیل فهرستی از معیارهای دخیل در فرآیند تصمیم‌گیری، روش سوارا شامل مراحل زیر است:

گام اول: معیارها باید بر اساس اهمیتشان مرتب شوند. برای تعیین اهمیت هر معیار، از روش قضاوت متخصص که توسط کندال (۱۹۷۰)، پیشنهاد شده است استفاده می‌شود. در این مرحله کارشناسان، معیارهای تعریف شده را با توجه به اهمیتی که دارند رتبه‌بندی می‌کنند. هر متخصص بر اساس دانش، اطلاعات و تجربه ضمنی خود اولویت هر معیار را مشخص می‌کند. به مهمترین معیار رتبه یک و کمترین معیار رتبه آخر داده می‌شود و متعاقباً، میانگین ارزش رتبه‌ها برای تعیین رتبه‌های کلی در نظر گرفته می‌شود. وزن‌های بدست آمده با رویکرد ذهنی منعکس‌کننده قضاوت ذهنی یک فرد است که منجر به رتبه‌بندی گزینه‌ها برای یک مسأله معین می‌شود. به عنوان مثال: مهم‌ترین معیارها در بالا قرار می‌گیرند و معیارهای با اهمیت کمتر در جایگاه آخر قرار می‌گیرند و معیارهای بینابینی هم از اهمیت برخوردار هستند.

گام دوم: تعیین کردن اهمیت نسبی مقدار متوسط s_j است. با شروع از دومین معیار رتبه‌بندی شده، تعیین اهمیت آنها ضروری است، به این معنا که، چقدر معیار c_j ازمعیار c_{j+1} مهم‌تر است. مقادیر در ستون s_j نشان دهنده نگرش‌های کارشناس است، یعنی مقادیر داده شده توسط متخصصان.

گام سوم: ضریب k_jرا به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ s_{j+1} & j > 1 \end{cases}$$ معادله۱

گام چهارم: تعیین‌کردن وزن مجدد محاسبه شده q_j به صورت زیر:

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases}$$ معادله۲

گام پنجم: به دست آوردن مقادیر وزنی معیارها با مجموع برابر با یک:

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^{n} q_j}$$ معادله۳

۱ . Swara

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۹، ۷۷-۹۶، پاییز ۱۴۰۱.

که در آن w_j وزن هر معیار را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده اهمیت هر معیار است. در ادامه به منظور ارزیابی وزن معیارها از ابزار پرسشنامه استفاده شد و با استفاده از نظرات کارشناسان و خبرگان میزان اثرگذاری هر کدام از معیارها با استفاده از تکنیک Swara مشخص شد (Keršuliene, 2010: 243-258; Stanujkic et al, 2015: 18-181).

یافته‌ها و بحث

با توجه به جدول شماره (۲)، برای تعیین وزن معیارها تیمی متشکل از ۳ خبره تشکیل شد، اطلاعات پیشینه نخبگان متخصص در آن مشخص شده است.

جدول۲. اطلاعات پیشینه متخصصان

دسته بندی	طبقه‌بندی برنامه‌ریزی آمایش سرزمین برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ایی	تعداد
سابقه کاری	مرتبط	۳
سطح تحصیلات	کارشناسی ارشد	۲
	دکترا	۱
جنسیت	مرد	۲
	زن	۱

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

نگرش کارشناس اول و دوم و سوم و همچنین وزن محاسبه شده معیارها در جداول ۳ و ۴ و ۵ نشان داده شده است. مقادیر در ستون Sj نشان دهنده نگرش‌های متخصص است، یعنی مقادیر داده شده توسط متخصصان. مقادیر در ستون‌های kj، qj و wj با استفاده از معادله‌های ۱و ۲و۳ به‌دست می‌آیند.

جدول ۳. نگرش کارشناس اول و همچنین وزن محاسبه شده هر معیار

معیار	ترتیب اهمیت	اهمیت نسبی مقدار متوسط Sj	ضریب Kj Kj = Sj + 1	وزن w_j $q_j=\frac{w_j}{\sum_{k=1}^{n} w_j}$	وزن محاسبه شده مجدد $w_j=\begin{cases}1\\ \frac{x_{j-1}}{q_j}\end{cases}$
فاصله از شهر-C۱	۱		۱/۰۰	۱	۰/۱۸۰
فاصله از روستا-C۲	۲	۰/۲۰	۱/۲۰	۰/۸۳۳	۰/۱۵۰
شیب-C۸	۳	۰/۱۵	۱/۱۵	۰/۷۲۴	۰/۱۳۱
فاصله از رودخانه-C۴	۴	۰/۱۰	۱/۱۰	۰/۶۵۸	۰/۱۱۸
فاصله ازمناطق حفاظت شده-C۵	۵	۰/۵	۱/۵	۰/۶۷۲	۰/۱۱۴
فاصله از گسل-C۶	۶	۰/۵	۱/۵	۰/۴۱۸	۰/۰۷۵
فاصله از جاده-C۷	۷	۰/۱۰	۱/۱۰	۰/۳۸۰	۰/۰۶۸
کاربری زمین C۸	۸	۰/۲	۱/۲	۰/۳۱۶	۰/۰۵۸
بارش-C۱۰	۹	۰/۰۵	۱/۰۵	۰/۳۰۱	۰/۰۵۴
دما-C۹	۱۰	۰/۰۵	۱/۰۵	۰/۲۸۷	۰/۰۵۲
جمع				۵/۵۴۸	۱

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

جدول ۴. نگرش کارشناس دوم و همچنین وزن محاسبه شده هر معیار

معیار	ترتیب اهمیت	اهمیت نسبی مقدار متوسط Sj	ضریب Kj Kj = Sj + 1	وزن w_j $q_j=\frac{w_j}{\sum_{k=1}^{n} w_j}$	وزن محاسبه شده مجدد $w_j=\begin{cases}1\\ \frac{x_{j-1}}{q_j}\end{cases}$
فاصله از شهر-C۱	۱		۱/۰۰	۱	۰/۲۱۰
فاصله از روستا-C۲	۲	۰/۲۵	۱/۲۵	۰/۸	۰/۱۶۸
فاصله از رودخانه-C۴	۳	۰/۲۰	۱/۲۰	۰/۶۶۶	۰/۱۴۰
کاربری زمین-C۳	۴	۰/۳۰	۱/۳۰	۰/۵۱۲	۰/۱۰۷
فاصله از گسل-C۶	۵	۰/۱۵	۱/۱۵	۰/۴۴۵	۰/۹۳۰
فاصله ازمناطق حفاظت شده-C۵	۶	۰/۱۰	۱/۱۰	۰/۴۰۵	۰/۸۵۰
فاصله از جاده-C۷	۷	۰/۲۰	۱/۲۰	۰/۳۳۷	۰/۷۱۰
شیب-C۸	۸	۰/۰۵	۱/۰۵	۰/۲۲۵	۰/۴۷۰
دما-C۹	۹	۰/۱۵	۱/۱۵	۰/۱۹۵	۰/۴۱۰
بارش-C۱۰	۱۰	۰/۲۰	۱/۲۰	۰/۱۶۳	۰/۳۴۰
جمع				۴/۷۵۲	۱

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

جدول ۵. نگرش کارشناس سوم و همچنین وزن محاسبه شده هر معیار

معیار	ترتیب اهمیت	اهمیت نسبی مقدار متوسط Sj	ضریب Kj Kj = Sj + 1	وزن w_j $q_j=\frac{w_j}{\sum_{k=1}^{n} w_j}$	وزن محاسبه شده مجدد $w_j=\begin{cases}1\\ \frac{x_{j-1}}{q_j}\end{cases}$
فاصله از شهر-C۱	۱		۱/۰۰	۱	۰/۱۹۳
فاصله از روستا-C۲	۲	۰/۳۰	۱/۳۰	۰/۷۶۹	۰/۱۴۹
فاصله از رودخانه-C۴	۳	۰/۲۰	۱/۲۰	۰/۶۴۱	۰/۱۲۴
کاربری زمین-C۳	۴	۰/۲۰	۱/۲۰	۰/۵۳۴	۰/۱۰۳
فاصله ازمناطق حفاظت شده-C۵	۵	۰/۱۰	۱/۱۰	۰/۴۸۵	۰/۰۹۴
شیب-C۸	۶	۰/۱۵	۱/۱۵	۰/۴۲۲	۰/۰۸۱
فاصله از جاده-C۷	۷	۰/۰۵	۱/۰۵	۰/۴۰۲	۰/۰۷۷
فاصله از گسل-C۶	۸	۰/۲۰	۱/۲۰	۰/۳۳۵	۰/۰۶۴
بارش-C۱۰	۹	۰/۱۰	۱/۱۰	۰/۳۰۴	۰/۰۵۹
دما-C۹	۱۰	۰/۱۵	۱/۱۵	۰/۲۶۴	۰/۰۵۱
جمع				۱۵۹/۵	۱

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

پس از تکمیل فرآیند، وزن کلی معیارهای ارزیابی به عنوان میانگین هندسی وزن‌های به دست آمده از سه کارشناس از طریق رابطه زیر به دست آمد:

$$W_J = \left(\prod_{K=1}^{K} W_J^K\right)^{1/K}$$

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۹، ۷۷-۹۶، پاییز ۱۴۰۱.

که W_j^K وزن نسبی معیار j است که بر اساس مقایسه زوجی k- امین کارشناس به دست می‌آید و K تعداد کارشناسان را نشان می‌دهد. در جدول شماره (۶) وزن نهایی معیارهای ارزیابی بدست آمده از سه کارشناس بدست آمده است.

جدول ۶. وزن نهایی شاخص‌ها ـ بدست آمده با روش سوآرا

شاخص‌ها	فاصله از شهر	فاصله از روستا	فاصله از رودخانه	کاربری زمین	فاصله از گسل	فاصله از مناطق حفاظت شده	فاصله از جاده	شیب	دما	بارش
وزن نهایی	۰/۱۹۴	۰/۱۵۵	۰/۰۷۹	۰/۱۲۷	۰/۰۹۷	۰/۰۷۸	۰/۰۷۲	۰/۰۷۶	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

بعد از تعیین اوزان شاخص‌ها، گام‌های بعدی پژوهش به صورت زیر آنجام شد:

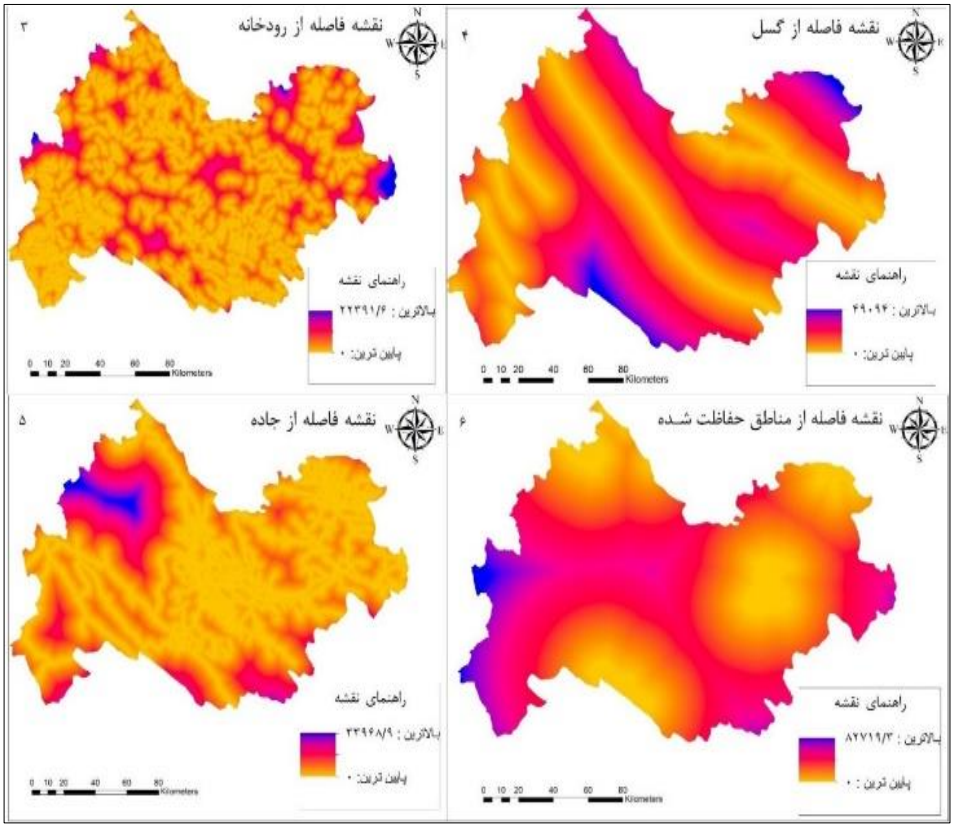
مرحله اول: تبدیل داده‌های برداری به رستر[1]

بعد از اینکه لایه‌های اطلاعاتی گردآوری شده وارد محیط Arc Gis گردید و محاسبات نرم‌افزاری روی آنها صورت گرفت، تمام لایه‌های از نوع برداری (نقطه، خط و پلیگون) با استفاده از جعبه افزار Arctoolbox تبدیل به لایه‌های رستری شدند تا محاسبات ریاضی و ارزش‌گذاری به‌توان روی آن‌ها انجام داد. یک رستر شامل ماتریسی از سلول‌ها (یا پیکسل‌ها) است که در ردیف‌ها و ستون‌ها (یا یک شبکه) سازمان‌دهی شده‌اند که در آن هر سلول حاوی مقداری است که اطلاعات آن را نشان می‌دهد. رسترها، عکس‌های هوایی دیجیتال، تصاویر ماهواره‌ها، تصاویر دیجیتالی یا حتی نقشه‌های اسکن شده هستند.

مرحله دوم: محاسبه فاصله اقلیدسی[2]

ابزار فاصله اقلیدسی در بین ابزارهای توابع مختلف مجاورت محسوب می‌شود. با ابزار فاصله اقلیدسی می‌توانید فایل رستری را ایجاد کنید که در هر نقطه و هر پیکس آن فاصله از یک عارضه را نشان دهد. برای ساخت نقشه فاصله در Arcgis یا ایجاد یک نقشه که نشان دهنده فاصله در Gis باشد، می‌توان از روش‌ها و ابزارهای مختلفی استفاده نمود. اما اصولی‌ترین روشی که می‌توان برای ایجاد چنین نقشه‌ای در نرم افزار Gis اجرا کرد، به‌کارگیری ابزار فاصله اقلیدسی است. با استفاده از این ابزار فاصله تک تک نقاط منطقه تا نزدیکترین عوارض به صورت نقشه‌های شماره (۳، ۴ ، ۵، ۶، ۷ ، ۸) بدست آمد.

1 . Convert vector data to raster
2 . euclidean distance



اشکال ۳ تا ۸. *نقشه‌های فاصله اقلیدسی*
منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

مرحله سوم: طبقه‌بندی مجدد [1]

مقادیر را در یک رستر مجدداً طبقه‌بندی می‌کند (یا تغییر می‌دهد). فرآیند گرفتن مقادیر سلول ورودی و جایگزینی آنها با مقادیر جدید سلول خروجی. مقادیر ورودی جدید همانطور که در جدول شماره (۷) نشان داده شده است از ضوابط و معیارهای استقرار صنایع مصوب هیأت وزیران (۱۳۸۴) اخذ شده است.

1 . Reclassify

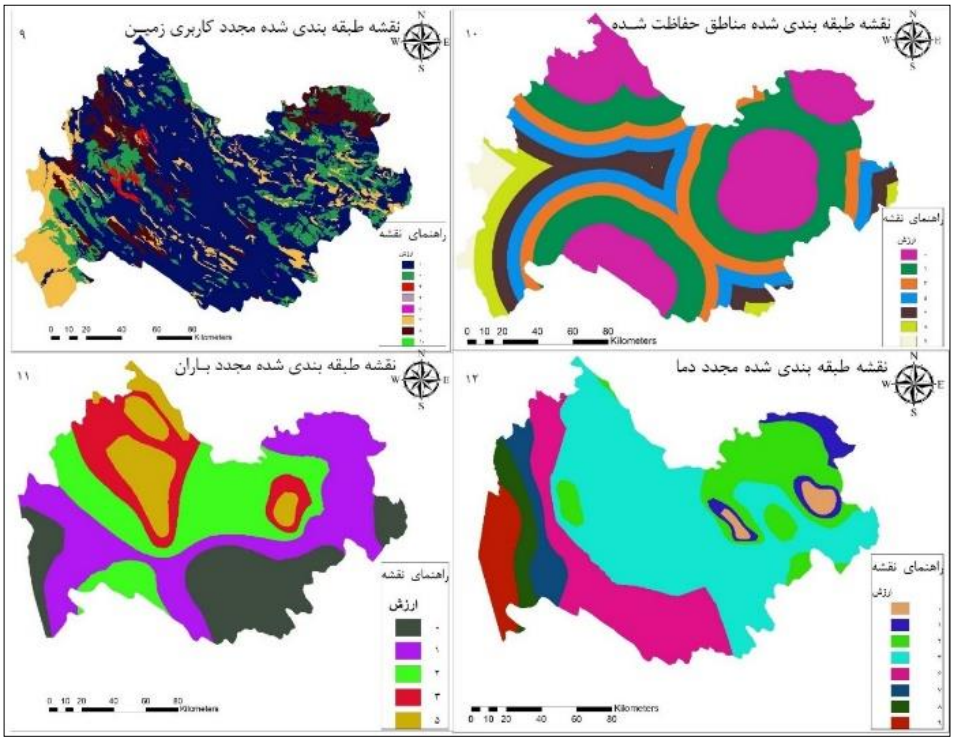
پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۹، ۷۷-۹۶، پاییز ۱۴۰۱.

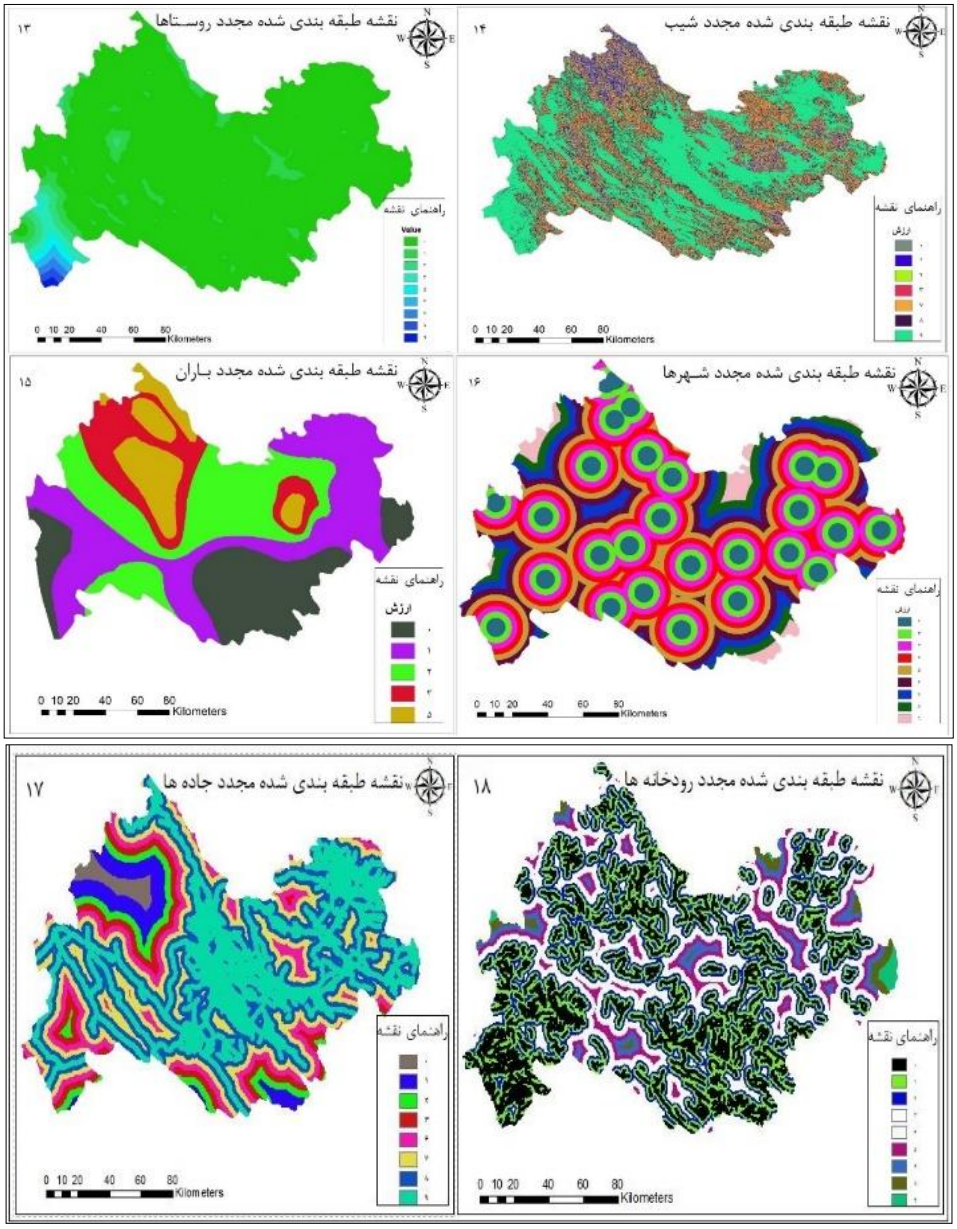
جدول ۷. *ضوابط و استانداردهای، معیارهای استقرار صنایع معیارهای مناسب و نامناسب در نظر گرفته شده*

معیار	مناسب	نامناسب
	<۸۰۰	۸۰۰>
فاصله تا رودخانه (به متر).	<۲۴-۱۸	۲۴-۱۸>
دما	<۱۰۰۰	۱۰۰۰>
فاصله از گسل‌ها	<۳۰۰۰	۳۰۰۰>
فاصله تا مناطق حفاظت‌شده و طبیعی (به متر).	<۱۵۰۰	۱۵۰۰>
فاصله تا شهر (به متر).	<۱۰۰۰	۱۰۰۰>
فاصله تا روستا (به متر).	<۲۵۰	۲۵۰>
فاصله از جاده	<۸۰۰ (میلی‌متر)	۸۰۰<
بارش	<۴۰	۴۰>
شیب (به درصد).	زمین‌های بایر	جنگل‌ها
نوع کاربری زمین.	زمین‌های زراعی	آبی
	اراضی مرتعی	مناطق مسکونی
		کوهستانی یا سنگی

منبع: ضوابط و معیارهای استقرار صنایع مصوب هیئت وزیران، ۱۳۸۴

با طبقه‌بندی مجدد، می‌توانید مقادیر را در یک رستر ورودی تغییر دهید و تغییرات را در یک رستر خروجی جدید ذخیره کنید. نقشه‌های شماره (۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸) نقشه‌های رستری ریکلاسی‌فای شده را نشان می‌دهد.





اشکال ۹ تا ۱۸. *نقشه‌های طبقه‌بندی مجدد شده*

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

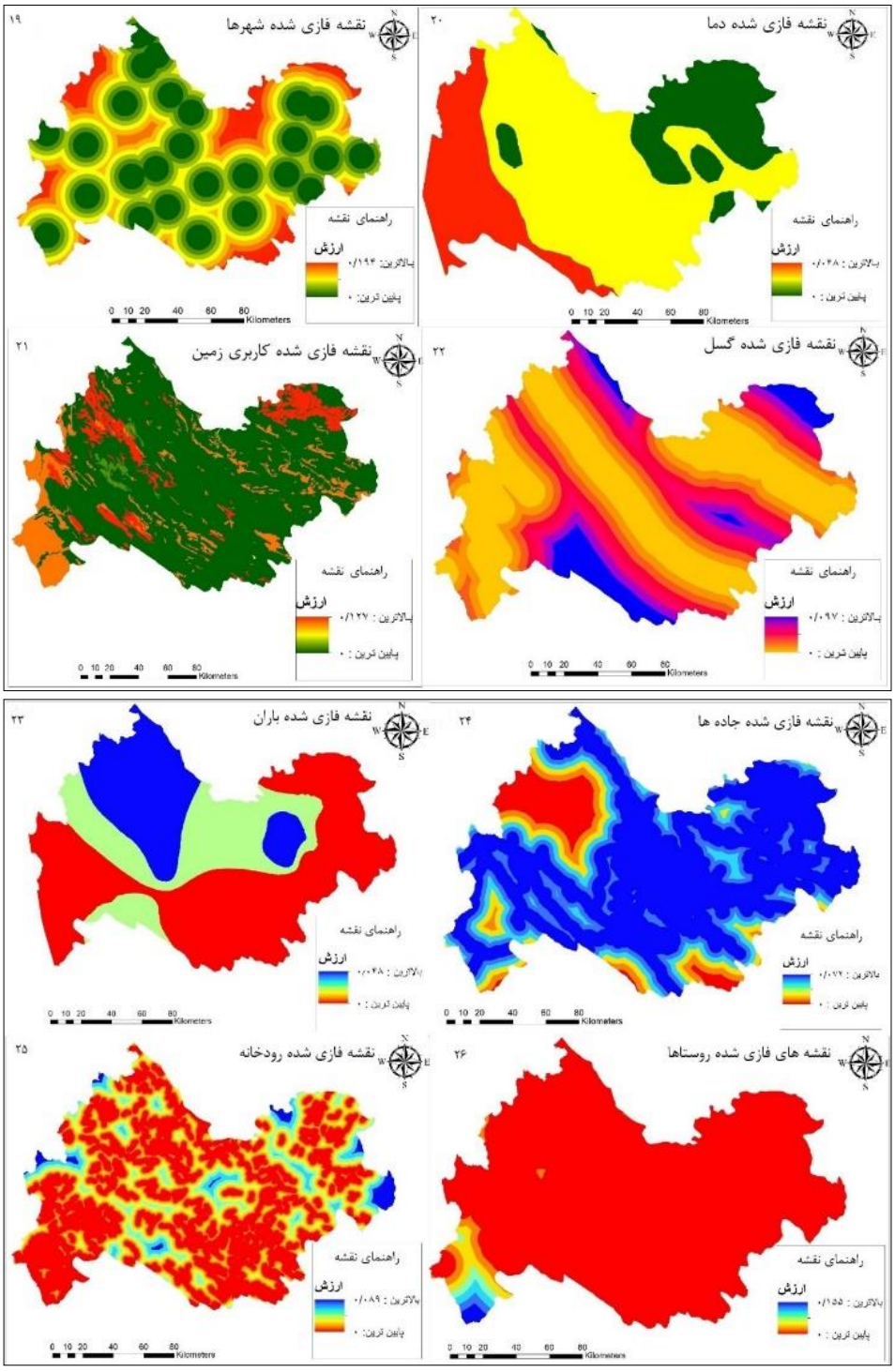
مرحله چهارم: عضویت فازی[1]

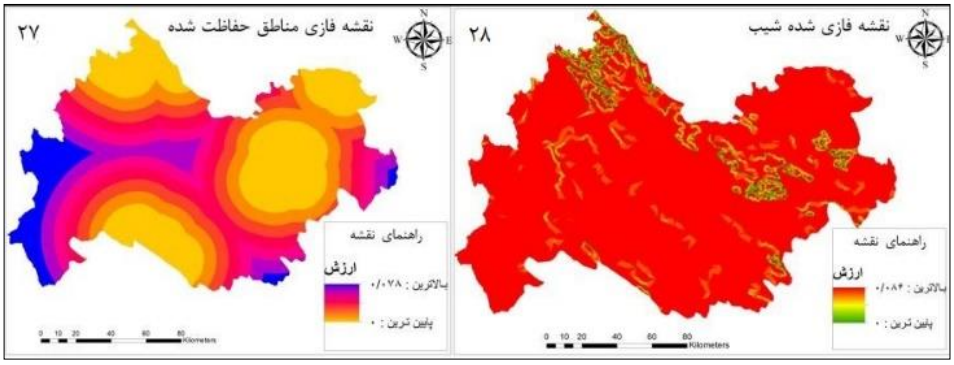
ابزار عضویت فازی داده‌های ورودی را بر اساس امکان عضویت در یک مجموعه مشخص مجدداً طبقه‌بندی یا به مقیاس صفر تا یک تبدیل می‌کند. صفر به مکان‌هایی اختصاص داده می‌شود که قطعاً عضوی از مجموعه مشخص شده نیستند و یک به مقادیری که قطعاً عضوی از مجموعه مشخص شده هستند، و کل محدوده احتمالات بین صفر و یک به سطحی از عضویت ممکن اختصاص داده می‌شود (هر چه عدد بزرگتر باشد احتمال بیشتر است). تابع عضویت خطی فازی Fuzzy Linear Membership مقادیر ورودی را به صورت خطی در مقیاس ۰ تا ۱ تبدیل می‌کند، که صفر به کمترین مقدار ورودی و یک به بزرگترین مقدار ورودی اختصاص می‌یابد و همه مقادیر بینابینی مقداری از ارزش عضویت را بر اساس

1 . Fuzzy Membership

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۹، ۷۷-۹۶، پاییز ۱۴۰۱.

مقیاس خطی دریافت می‌کنند، به مقادیر ورودی بزرگتر، احتمال بیشتری یا نزدیکتر به ۱ اختصاص داده می‌شود. نقشه‌های شماره (۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸) نقشه‌های فازی‌سازی شده را نشان می‌دهند.





اشکال ۱۹ تا ۲۸. *نقشه‌های فازی شده*

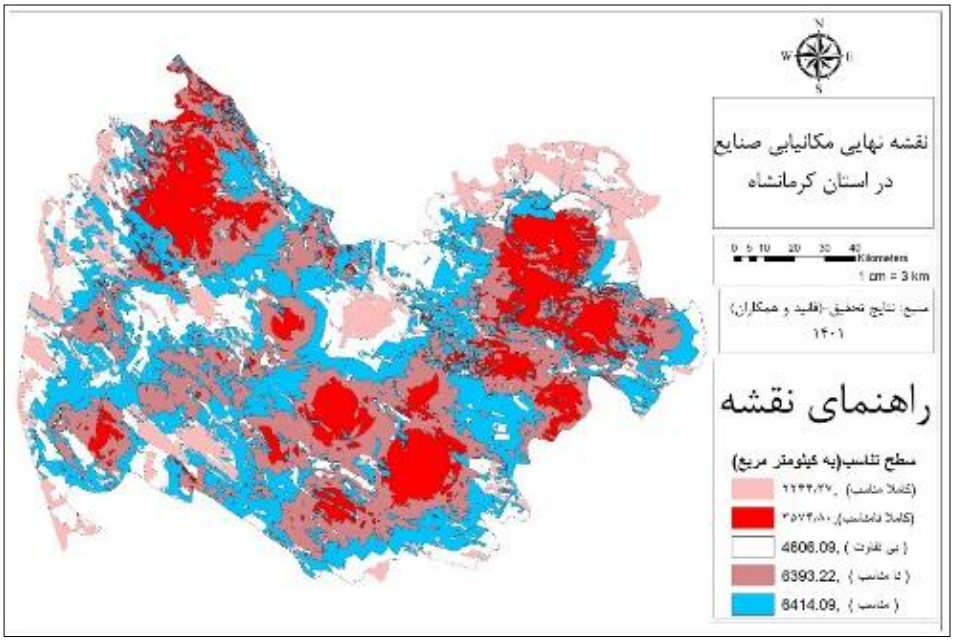
منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

مرحله پنجم: رستر کالکیولیتر[1]

در این مرحله، تمام نقشه‌های فازی‌سازی شده در وزن به دست آمده از هر معیار که در روش Swara به دست آمده ضرب شد و همه لایه‌های ضرب شده با هم جمع شدند و نقشه خروجی فازی وزن‌دار شده برای تمام لایه‌ها بدست آمد.

مرحله ششم: ساخت نقشه نهایی[2]

تمام لایه‌های فازی شده که وزن‌دار گردیده‌اند در قسمت Raster Calculator با هم جمع شدند و نقشه نهایی به صورت شکل شماره (۲۹) ساخته شد.



شکل۲۹. *نقشه نهایی تولید شده*

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

نتیجه‌گیری

یکی از اهداف اصلی در انتخاب مکان مناسب برای صنایع، یافتن مناسب‌ترین مکان با شرایط مطلوب تعیین شده توسط معیارهای تعیین شده است. بیشتر داده‌های مورد استفاده مدیران و تصمیم‌گیران در انتخاب انتخاب مکان مناسب برای

1. Raster Calculator
2. Final map construction

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۹، ۷۷-۹۶، پاییز ۱۴۰۱.

صنایع، جغرافیایی است که به این معنی است که فرآیند انتخاب مکان صنعتی یک مسأله تصمیم‌گیری مکانی است. به دلیل ماهیت ترکیبی فرآیند، نیاز به استفاده همزمان از چندین ابزار پشتیبانی تصمیم مانند سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (Gis) و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (Mcdm) لازم است. تعداد زیادی از محققین به دلیل در دسترس بودن و کاربردهای گسترده آن در انتخاب مکان به Gis وابسته هستند. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (Gis) ابزار قدرتمندی برای تجزیه و تحلیل‌های فضایی هستند که قابلیت‌هایی را برای ضبط، ذخیره، جستجو، تجزیه و تحلیل، نمایش و خروجی اطلاعات جغرافیایی فراهم می‌کنند. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی همراه با سیستم‌ها و روش‌های دیگر مانند، تصمیم‌گیری چندمعیاره (Mcdm) استفاده می‌شوند. اثر هم‌افزایی با ترکیب این ابزارها به کارایی و کیفیت تجزیه و تحلیل فضایی برای انتخاب مکان مناسب برای صنایع کمک می‌کند. تکنیک جدید تجزیه و تحلیل نسبت ارزیابی گام به گام وزن Swara می‌تواند به‌طور سودمندی برای تخصیص وزن به معیارهای مختلف در Mcdm استفاده شود. هدف از مطالعه حاضر توسعه روشی برای استفاده از Gis و Mcdm برای انتخاب مکان مناسب برای استقرار صنایع در استان کرمانشاه ایران است. برای تعیین مناسب‌ترین مکان صنعتی، یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به نام تجزیه و تحلیل نسبت ارزیابی گام به گام وزن سوآرا (Swara) با GIS ترکیب شد تا ۱۰ معیار فاصله از شهرها، فاصله از مناطق روستایی، فاصله از جاده‌ها، فاصله از مناطق حفاظت‌شده، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از گسل‌ها، نوع کاربری زمین، دما، شیب و باران، بررسی شود. وزن نسبی اهمیت معیارها با استفاده از Swara تخمین زده شد و نقشه معیارها با استفاده از عملیات مکانی Gis تهیه شد و در نهایت، یک نقشه تناسب نهایی ایجاد شد که مناسب بودن را برای مکان استقرار فعالیت‌های صنعتی نشان می‌دهد. معیارهای انتخاب مکان صنعتی در استان کرمانشاه از طریق جمع‌آوری نظرات خبرگان در تکنیک Swara و مطالعه پیشینه تحقیق استخراج شده‌اند. نتایج کلی بیانگر این است که با بهره‌گیری از روش‌های Swara-Fuzzy مناطق مناسب توسعه صنعتی استان کرمانشاه در ۵ سطح کاملاً نامناسب، نامناسب، بی‌تفاوت، مناسب و کاملاً مناسب تعیین شدند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که، از کل مساحت ۲۴۶۴۰ کیلومتر مربع استان کرمانشاه، ۹/۱۱ درصد، معادل ۲۲۲۴/۳۷ هکتار در سطح کاملاً مناسب،۲۶ درصد، معادل ۶۴۱۴/۰۹ هکتار در سطح مناسب، ۱۸/۶۹ درصد، معادل ۴۶۰۶/۰۹ هکتار در سطح بی‌تفاوت، ۲۶ درصد، معادل ۶۳۹۳/۲۲ هکتار در سطح نامناسب و ۱۴/۵ درصد، معادل ۳۵۷۴/۸۰ هکتار در سطح کاملاً نامناسب جهت استقرار صنایع در استان کرمانشاه قرار دارند. که این مناطق، در شمال شرق و غرب استان و به طور محدود در مرکز استان قرار داشته و به این معناست که در سیاست‌گذاری‌ها، برنامه‌ریزی و سرمایه گذاری‌های آینده برای توسعه صنعتی منطقه با درنظر گرفتن آمایش سرزمین این مناطق در اولویت قرار گیرند.

منابع

افشاری، سمیرا؛ لطفی، علی؛ و پورمنافی، سعید. (۱۳۹۹). مکان‌یابی صنایع با استفاده از روش‌های ارزیابی چند معیاره در شهرستان گلپایگان، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی « سپهر»، شماره ۱۱۶، صص: ۱۶۶-۱۵۱.

ایمانی، بهرام؛ یزدانی، محمد حسن؛ و روحی پور، سولماز. (۱۳۹۶). امکان‌سنجی استقرار صنایع در شهرستان اردبیل، فصلنامه برنامه ریزی توسعه شهری و منطقه ای, شماره ۴, صص: ۲۰۷-۱۸۳.

تقی‌زاد فانید، ابوالقاسم؛ و قدسی، پیمان. (۱۴۰۰)، مدل mcdm برای انتخاب روستای هدف گردشگری بر اساس روش‌های Swara و Aras مطالعه موردی: شهرستان پاوه، پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، شماره۶، صص: ۷۵-۵۶.

رئیسی، مرضیه؛ سفیانیان، علیرضا؛ و قدوسی، حمیدرضا. (۱۳۸۸)، به کارگیری منطق بولین برای یافتن مکان‌های بهینه صنایع مطالعه موردی اصفهان بزرگ، همایش ژئوماتیک ، تهران سازمان نقشه‌برداری کشور، صص: ۹-۱.

رئیسی، مرضیه؛ و سفیانیان، علیرضا. (۱۳۸۹). مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی، مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴، صص: ۲۴-۱.

Ahadnezhad, M., Zolfi, A., & Norozi, M. (2013): Analysis of The Location of Land to Establish Industries by Using Ahp and Vikor (Case Study: Central Part of Aras Free Zone), A Season Of Preparation Environment, 24(7), 63-82. (In Persian).

Aghdaie, M. H., Zolfani, S. H., & Zavadskas, E. K. (2014): Sales Branches Performance Evaluation: A Multiple Attribute Decision Making Approach. Paper Presented at The 8th International Scientific Conference “Business and Management.

Baban, S. M., & Parry ,T. (2001): Developing and Applying a Gis-Assisted Approach to Locating Wind Farms in The Uk. Renewable Energy, 24(1): 59-71 .

Bhatnagar, R., and Sohal, A. S. (2005): Supply Chain Competitiveness: Measuring The Impact of Location Factors, Uncertainty and Manufacturing Practices. Technovation, 25(5): 443-456 .

Bolstad, P. (2002): Gis Fundamentals.

Chakhar, S. (2006): Cartographie Décisionnelle Multicritère: Formalisation Et Implémentation Informatique. Université Paris Dauphine-Paris Ix ,

Chatterjee, P & ,.Stević, Ž. (2019): A Two-Phase Fuzzy Ahp-Fuzzy Topsis Model for Supplier Evaluation In Manufacturing Environment. Operational Research in Engineering Sciences: Theory And Applications, 2(1): 72-90 .

Current J., Min H., Schilling D., Multiobjective Analysis of Facility Location Decisions. (1990): European Journal of Operational Research, 49, 295–307.

Eldrandaly, K. A. (2013): Exploring Multi-Criteria Decision Strategies in Gis with Linguistic Quantifiers: An Extension of the Analytical Network Process Using Ordered Weighted Averaging Operators. International Journal of Geographical Information Science, 27(12): 2455-2482 .

Gigovic, L., Pamucar, D., Bozanic, D., & Ljubojevic, S. (2017): Application of The Gis-Danp-Mabac Multi-Criteria Model for Selecting the Location of Wind Farms: A Case Study of Vojvodina, Serbia. Renewable Energy, 103, 501-521 .

Jalilian, S., Sobhanardakani, S., Cheraghi, M. Et Al. (2022): Landfill Site Suitability Analysis for Solid Waste Disposal Using Swara and Multimoora Methods: A Case Study in Kermanshah, West of Iran. Arab J Geosci, 15, 1175.

Hashemkhani Zolfani, S., Yazdani, M., & Zavadskas, E. K. (2018): An Extended Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis (Swara) Method for Improving Criteria Prioritization Process. Soft Computing, 22(22): 7399-7405 .

Ifkirne, M. El Bouhi, H. Acharki, S. Pham, Q.B. Farah, A. Linh, N.T.T. (2022): Multi-Criteria Gis-Based Analysis for Mapping Suitable Sites for Onshore Wind Farms in Southeast France. Land, 11, 1839.

J. Lin. (1991): "Divergence measures based on the Shannon entropy," in *IEEE Transactions on Information Theory*, 37(1): 145-151.

Kamali, M., Alesheikh, A. A., Borazjani, S. A., Jahanshahi, A., Khodaparast, Z., & Khalaj, M. (2017): Delphi-Ahp and Weighted Index Overlay-Gis Approaches for Industrial Site Selection Case Study: Large Extractive Industrial Units in Iran. Journal of Settlements and Spatial Planning, 8(2): 99-105. (In Persian).

Karimi, H., Herki, B., Gardi, S. Q., Galalizadeh, S., Hossini, H., Mirzaei, K., & Pirsaheb, M. (2022): Site Selection and Environmental Risks Assessment of Medical Solid Waste Landfill

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۹، ۷۷-۹۶، پاییز ۱۴۰۱.

for The City of Kermanshah-Iran. International Journal of Environmental Health Research, 32(1): 155-167. (In Persian) .

Keršuliene, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010): Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (Swara). Journal of Business Economics and Management, 11(2): 243-258 .

Malczewski, J. (2004): Gis-Based Land-Use Suitability Analysis: A Critical Overview. Progress in Planning, 62(1): 3-65.

Onden, I., and Eldemir, F. (2015): Gis and F-Ahp Integration for Locating a New Textile Manufacturing Facility. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 5(113): 18--22 .

Ramin ,H., Hanafizadeh, P., & Akhavan Behabadi, M. A. (2017): Thermal, Economical and Environmental Optimization of Insulation Thickness in Residential Building's Wall. Modares Mechanical Engineering, 16(13): 252-255 .

Rikalovic, A., Cosic, I., & Lazarevic, D .(2014): Gis Based Multi-Criteria Analysis For Industrial Site Selection. Procedia Engineering, 69, 1054-1063 .

Rinner, C., and Voss, S. (2013): Mcda4arcmap–An Open-Source Multi-Criteria Decision Analysis and Geovisualization Tool for Arcgis 10. Feature Article, Cartouche, Newsletter of The Canadian Cartographic Association, 86, 12-13 .

Saaty, T. L. (2008): Decision Making with The Analytic Hierarchy Process. International Journal of Services Sciences, 1(1): 83-98.

Saaty, T. (2016): The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for The Measurement of Intangible Criteria and for Decision-Making. 233, 363-419.

Stanujkic, D., Karabasevic, D., & Zavadskas, E. K. (2015): A Framework for The Selection of a Packaging Design Based On the Swara Method. Engineering Economics, 26(2): 181-18 .

Shannon, Claude Elwood. "A mathematical theory of communication." The Bell system technical journal 27.3 (1948): 379-423.

Thakkar, J. J. (2021): Multi-Criteria Decision Making. Springer, 336.

Tulun, S., Arsu, T. & Gurbuz, E. (2022): Selection of The Most Suitable Biogas Facility Location with The Geographical Information System and Multi-Criteria Decision-Making Methods: A Case Study of Konya Closed Basin, Turkey. Biomass Conv. Bioref.

Ulutaş, A., & Karakuş, C. B. (2021): Location Selection for A Textile Manufacturing Facility with Gis Based On Hybrid Mcdm Approach .Industria Textila, 72(2): 126-132 .

Vafaeipour, M., Zolfani, S. H., Varzandeh, M. H. M., Derakhti, A., & Eshkalag, M. K. (2014): Assessment of Regions Priority for Implementation of Solar Projects in Iran: New Application of a Hybrid Multi-Criteria Decision Making Approach. Energy Conversion and Management, 86, 653-663 .

Wang, C.-N., Van Thanh, N., Nhi, T., & Duong, D. (2018): Multi-Criteria Decision Making (Mcdm) Approaches for Solar Power Plant Location Selection in Viet Nam. Energies, 11.

Williams, E. A., & Massa, A. K. (1983): Siting of Major Facilities: A Practical Approach: Mcgraw-Hill Companies.

Worrall, L. (1991): Spatial Analysis and Spatial Policy Using Geographic Information Systems: Crc Press.