دسترسی در سایتِ http://jnrm.srbiau.ac.ir
سال هشتم، شماره سی و نهم، آذر و دی ۱۴۰۱
شماره شاپا: ۵۸۸-۲۵۸۸X

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
پژوهش‌های نوین در ریاضی

طراحی مدل ریاضی تعیین مکان بهینه‌ی استقرار شعب شرکت بیمه با استفاده از ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره‌ی فازی

فاطمه دین‌آرا[۱]، منصور صوفی*[۲]

(۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مدیریت بازرگانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
(۲) گروه مدیریت صنعتی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ ارسال مقاله: ۱۳۹۶/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۱۶

چکیده

انتخاب مکان استقرار شعبه و یا دفتر بیمه، به عنوان مساله‌ی اصلی شرکت مادر، همواره مورد توجه بوده است. هدف این تحقیق تعیین محل استقرار شعبه جدید بیمه البرز در استان گیلان با استفاده از ترکیب چند مدل تصمیم‌گیری چند معیاره با داده‌های فازی است. در مدل طراحی شده، پنج معیار و شش گزینه (مکان) وجود دارد. برای حل مساله‌ی اولویت‌بندی مکان در این پژوهش هفت گام اصلی برداشته شده است: ۱) تعیین مکان‌های پیشنهادی و انتخاب خبرگان توسط مدیران شعبه، تعریف متغیرهای کلامی و تعیین اعداد فازی مربوط؛ ۲) انتخاب چند شاخص موثر از بین شاخص‌های مختلف با استفاده از تکنیک دلفی فازی؛۳) مقایسه‌ی زوجی شاخص‌ها و گزینه‌ها با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی فازی؛ ۴) محاسبه‌ی میانگین وزنی شاخص‌ها برای هر یک از خبرگان با استفاده از تکنیک کمترین مجذورات لگاریتمی فازی؛ ۵) تشکیل ماتریس تصمیم جامع؛ ۶) تشکیل تابع ترجیح فازی، ماتریس ترجیح کل، محاسبه‌ی جریان‌های مثبت و منفی، محاسبه‌ی جریان خالص با پرومته‌ی فازی و دیفازی کردن اعداد با روش چن؛ ۷) تعیین درجه‌ی امکان و در نتیجه وزن هر گزینه. در نهایت با توجه به امتیاز هر گزینه، مکان ۳ به عنوان اولویت اول و به ترتیب مکان‌های ۴، ۵، ۶، ۱ و ۲ در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. در این پژوهش برای اجرای مدل‌ها از نرم‌افزارهای اکسل و لینگو استفاده شده است.

واژه‌های کلیدی: مساله مکان‌یابی، دلفی فازی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، حداقل مجذورات لگاریتمی فازی، پرومته‌ی فازی.

*عهده دار مکاتبات: E-mail: msoufi@aol.com

۱- مقدمه

اولین دغدغه‌ی مدیران هر مؤسسه، تبدیل مناسب و بهینه‌ی منابع سرمایه‌ای موجود به زمان و مکان مناسب است؛ بنابراین در شرایط اقتصادی امروز چگونگی و محل سرمایه‌گذاری امری پیچیده و مخاطره‌آمیز خواهد بود[۱]. انتخاب مکان مناسب برای استقرار واحدهای خدماتی و تولیدی از دیرباز مورد توجه مدیران سازمان‌ها و پژوهش گران بوده است. انتخاب مکان به‌خودی‌خود، بر روی هزینه‌های واحد تولیدی یا خدماتی و نیز امکان دسترسی به منابع تولید، اعم از تسهیلات حمل و نقل، مواداولیه و نیروی‌کار تأثیر فراوان دارد [۲]. همچنین به واسطه فاصله از بازارها و دسترسی به مشتریان بر روی میزان درآمد این سازمان‌ها تأثیری انکار نشدنی خواهد گذاشت. این امربه ویژه در مورد سازمان‌های خدماتی که عمدتًا ارتباطی رودررو با مصرف‌کنندگان نهایی خدمات خود دارند به معنای گوشه‌ای از استراتژی‌های بازاریابی جلوه می‌کند. از توزیع ناهمگون و غیر بهینه‌ی شعب و نمایندگی‌های بیمه به عنوان یکی از عوامل مهم عدم توسعه فرهنگ بیمه‌ای در کشور نام برده شده است[۳].

در سطح شهرهای کشور امکان ارائه‌ی پوشش مناسب بازار با مشکل مواجه است. در برخی نقاط، تعداد شعب و نمایندگی‌های بیمه مربوط به شرکتی خاص یا شرکت‌های مختلف زیاد بوده و این در حالی است که در مناطق دیگر تعداد این شعب و نمایندگی‌ها، محدود است و شرکت‌های بیمه با مشکل پوشش نامناسب عرضه مواجه می‌باشند[۴]. شاخص‌های فراوانی باید در انتخاب مکان بهینه‌ی خدمات، مورد نظر قرار گیرد. بسته به نوع خدمات و بازار مورد نظر تعدادی از این شاخص‌ها عبارتند از: قیمت نیروی کار، تخمین حوزه‌ی بازاردر دسترس، مشتریان بالقوه، دسترسی به تأمین‌کنندگان، مسائل زیست محیطی و ملاحظات اجتماعی [۵]. تعدادی از متغیرهای فوق به همراه شاخص‌های فراوان دیگری می‌توانند در انتخاب مکان مناسب جهت استقرار شعب و نمایندگی‌های بیمه دخیل باشند که تعداد، نوع و میزان اهمیت این شاخص‌ها تاکنون به‌صورت کامل و دقیق شناسایی نشده‌اند. لذا تصمیمات مدیران شرکت‌های بیمه در برخورد با مقوله‌ی مکان یابی شعب و نمایندگی‌های خود عمدتًا همراه با نوعی سردرگمی و مبتنی بر تصادف و ادراکات شخصی است.

کلیه نظریه‌های مکان‌یابی با به کارگیری تکنیک‌های مختلف سعی می‌کنند که عوامل مؤثر بر استقرار فضایی فعالیت‌های گوناگون شهری را بشناسند. مرکز ثقل نظریه‌های مکان‌یابی کشور آلمان است. قدیمی‌ترین مدل مکان‌یابی متعلق به سافل (۱۸۷۸) است. اندیشمندانی نظیر لانهارت (۱۸۸۲) و آلفرد وبر (۱۹۰۹) تا زمان جنگ جهانی دوم به تکمیل و ارائه مدل‌های جدیدی در این حیطه پرداختند [۶]. آغاز توجه به دو یا چند متغیر مکانی در مدل‌های مکان‌یابی را می‌توان کارهای انجام شده توسط هیچکاک دانست. فرمول جبری او (۱۹۴۱) به مساله حداقل کردن حمل و نقل در توزیع تولیدات از چند مکان تولید به تعداد زیادی از نواحی بازار پاسخ می‌دهد. پس از جنگ جهانی دوم آگوست لوچ اقتصاددان آلمانی مکان بهینه را عملکردی از تقاضای بازار دانست. گرن‌هات مکان بهینه‌ی استقرار را مکانی دانست که دو منحنی هزینه و درآمد بیشترین دوری‌گزینی و فاصله را از یکدیگر دارند. از این دوران به خصوص در دهه‌های ۱۹۷۰و۱۹۶۰ مسائل مکان‌یابی با توجه به تغییرات تکنولوژیک سیر تکاملی داشته‌اند [۷]. در حال حاضر، مدل‌های مطرح در مکان‌یابی انعطاف پذیرترند و اگر این روش‌ها با مدل‌های تصادفی مطرح در تئوری‌بازی‌ها ترکیب شوند، نتایج واقع بینانه‌تری را در پی‌خواهند داشت [۸].

در پژوهش‌های‌جدید از تئوری‌های مجموعه‌های فـازی در حل مساله مکـان‌یـابی استفاده شده است. ایشیکاوا (۱۹۹۳) الگوریتمی بر مبنای مفهوم فازی و با تکیه بـر سـاختار سلـسله مراتبی ارائـه کـرد. چنگ، لی و تانگ (۲۰۰۹) یـک سیـستم پـشتیبانی تـصمیم بر مبنـای تئـوری مجموعه‌های فازی و تحلیل سلسله مراتبی ارائه دادند. چو و وارما (۲۰۱۲) در همـین سـال نتـایج حاصـل از تکنیک‌های چند معیاره فازی به کار رفته در حل مساله‌ی مکان‌یـابی را بـا هـم مقایـسه کـردند؛ آن-ها با استفاده از مفهوم فاصله از ایده‌آل‌های مثبت و منفـی از تکنیـک تاپسیس فازی گروهی در حل مسئله‌ی مکان‌یابی اسـتفاده کـردند. هروی، فتحی و فائقی (۲۰۱۶) چهـار روش مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی را در چهارچوب تئوری مجموعه‌های فازی با یکدیگر مقایسه کردند.

همچنین با توجه بـه قـدرت و امکانـات مناسـب سیـستم اطلاعـات جغرافیـایی، روز به روز استفاده از این تکنولوژی پیشرفته در زمینه‌ی مکان‌یابی افزایش می‌یابد. امروزه قابلیت‌های بالای سیستم‌های اطلاعات مکانی در مدیریت و تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی منجر به ارائه محیط بسیار کارآمدی برای اجرای مراحل مختلف تحلیل‌هایی از قبیل مکان‌یابی گردیده است. محققان معیارهای فراوانی برای حل مسئله‌ی مکان‌یابی مؤسسات خدماتی و تولیدی ارائه کرده‌اند. تعدادی از این معیارهای تصمیم‌گیری مطرح شده عبارتند از: دسترسی به عوامل حمل و نقل، هزینه حمـل و نقـل، دسترسـی بـه نیـروی کـار، هزینـه زنـدگی، دسترسی و قیمت مواداولیه، بررسی‌های مبتنی بر تخمین واکنش بازار، اندازه‌ی بـازار و قابلیت رشد آن، موقعیت رقابتی درآمد ورشـد جمعیـت، قیمـت زمـین و تـسهیلات تـشویقی دولـت‌هـای ملـی و یـا محلـی، سـاختار مالیـات در منطقـه، ملاحظـات زیست محیطی‌ودسترسی به موسسات و ادارات دولتی [۹].

تریودی و سینگ (۲۰۱۷) پـس از جمـع‌بنـدی شـاخص‌هـای مـورد مطالعه در مقـالات و پژوهش‌های انجام شده، کلیه شاخص‌های مؤثر در امر انتخاب مکان را به این صـورت طبقه‌بندی می‌کنند: (۱) شاخص‌های حیاتی: کلیه‌ی شاخص‌های ملاحظات امنیتی و اجتماعی و یا معیـارهای تکنیکـی و اقتـصادی مدنظر مدیران که به تنهایی تعیین می‌کنند که یک مکان نباید انتخـاب شـود در ایـن طبقه قرار می‌گیرند، (۲) شاخص‌های عینی: کلیه‌ی شاخص‌هایی که با عبارات کمی قابل بیان باشند شاخص عینی به شمار مـی‌آینـد. مبنا و مفهوم مقایسه‌ی این شاخص‌ها در بین گزینه‌های مختلف از نظر تصمیم‌گیرندگان یکی می‌باشد و (۳) شاخص‌های ذهنی: ایـن شـاخص‌هـا کیفـی بـوده و بیـشتر مبتنـی بـر تخمـین‌هـای ذهنـی و شخـصی تصمیم گیرندگان است.

بنا بر این هر روش یا مدلی از میان روش‌های مختلف تصمیم‌گیری که بتواند هم شاخص‌های عینی و هم شاخص‌های ذهنی را در امر انتخاب مکان لحاظ‌کند برای استفاده در حل مسئله انتخاب مکان بهینه استقرار نمایندگی‌های بیمه مناسب است.مدل‌های زیادی برای تصمیم‌گیری برمبنای ادراکات ساده و سریع جهت انتخاب بهترین گزینه از میان گزینه‌های موجود توسعه یافته‌انـد. بـسیاری از ایـن مـدل‌هـا در توجه کردن به ماهیت و زمینه‌ی پیچیده و ساختار نیافتـه‌ی مـسائل تـصمیم‌گیـری امـروزی ناکارآمد به نظر می‌رسند. در واقع بسیاری از مدل‌های موجود تصمیم‌گیـری صـرفًا بـه‌جمع‌بندی شاخص‌های قابل ملاحظه در انتخاب بهترین گزینه از میان گزینه‌هـا اکتفـا می-کنند. از ایـن رو اسـتفاده از روش‌هـای تـصمیم گیـری چنـد معیـاره ضـروری به نظر می‌رسد. مسئله‌ی مکان‌یابی معمولاً یک مسئله‌ی تصمیم

گیری چند معیاره‌گروهی است که این شرایط را دارد:

- تعداد m کاندیدا برای انتخاب وجود دارد که مکان مورد نظر باید از میان این m مکان انتخاب شود.
- تعداد n شاخص مد نظر تصمیم‌گیرندگان است که باید درانتخاب مکان مورد توجه قرار گیرند. معمولاً این معیارها در جهت عکس هم رفتار می‌کنند. به این معنی‌که امکان کاهش یک شاخص در صورت افزایش یکی دیگر وجود دارد.
- نظرات و ارزیابی‌های یک گروه k نفری از تصمیم‌گیرندگان در امر انتخاب مکان باید لحاظ گردد. در ضمن با توجه به تفاوت اعضای این گروه تصمیم‌گیرنده از نظر تجربه و دانش و میزان نفوذ آن‌ها در شرایط تصمیم‌گیری، نقش و اهمیت نقطه نظرات هر کدام از این تصمیم‌گیرندگان متفاوت از سایرین خواهد بود.

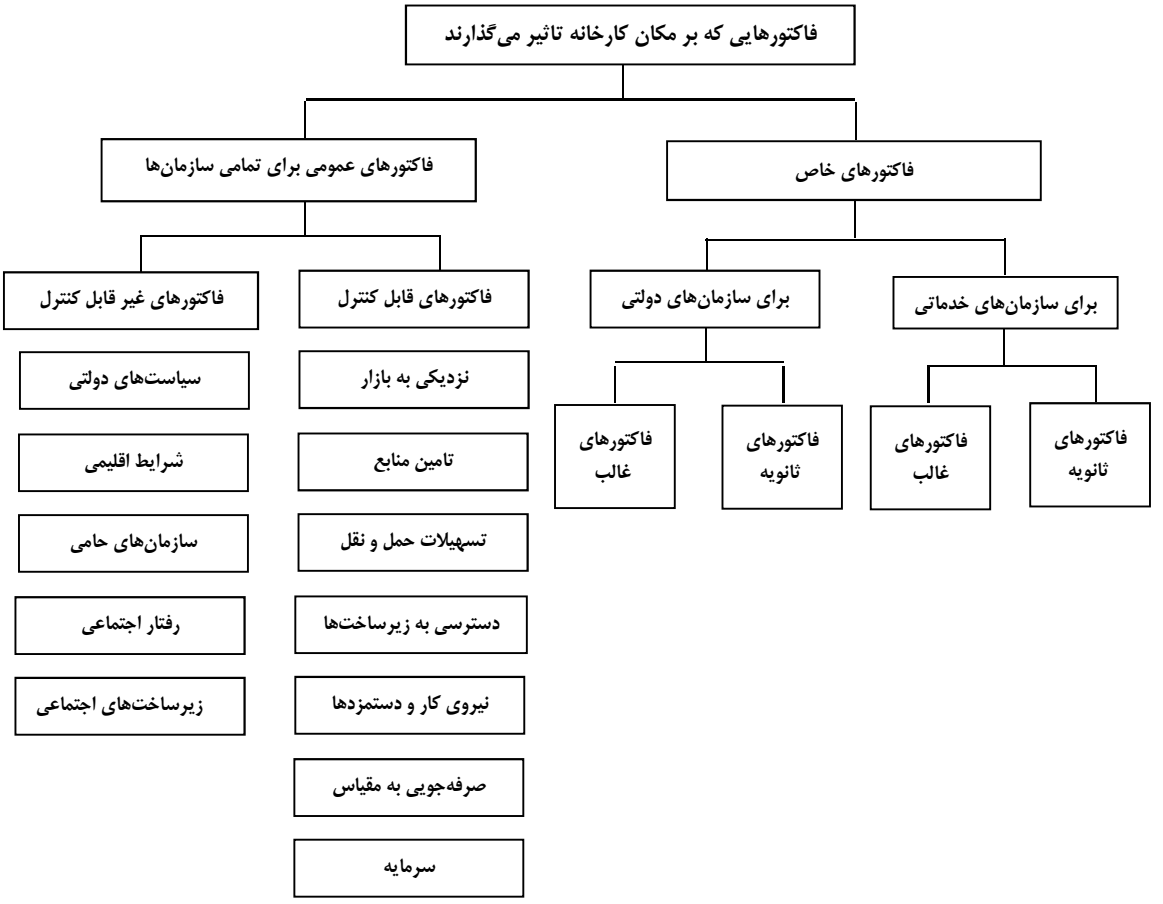
به همین دلیل شرکت بیمه‌ی البرز به این نتیجه رسیده است که اگر بتواند هنگام ارائه مجوز افتتاح شعبه‌ی جدید، چند مکان مناسب را با تعیین اولویت به افراد معرفی نماید، هم به کاهش هزینه-های شعبه‌ی جدید و هم به افزایش درآمد خود کمک می‌نماید. این تحقیق به دنبال دست‌یابی به یک مدل ریاضی غیر قطعی برای تعیین مکان استقرار بهینه شعب با استفاده از شاخص‌های کیفی و ترکیبی از مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی فازی مناسب است.

۲- ادبیات تحقیق

مشکل مکان تسهیلات؛ اعم از ساختمان مرکزی، شعبات، انبارها و موارد مشابه، یک تصمیم گیری مهم در سطح استراتژیک است. یکی از خصوصیات کلیدی فرایند تبدیل، انتقال کالا یا خدمات به مشتری است. این امر به مکان خدمت‌رسانی و یا تسهیلات ارتباط مستقیم دارد. انتخاب مکان یک تصمیم کلیدی است، زیرا هزینه و سرمایه گذاری زیادی برای اجاره، ساخت یا خرید ساختمان مرکزی، شعب و دفاتر بیمه و تجهیز آنها صورت می‌گیرد و بدیهی است که باید به تناسب هزینه‌های صورت گرفته، درآمد بیشتری کسب شود تا منجر به سود قابل قبولی شود. همچنین توصیه نمی‌شود و البته امکان پذیر هم نیست که مکان شعب و دفاتر به طور پیوسته تغییر کنند. بنابراین یک مکان نامناسب می‌تواند به اتلاف سرمایه‌های به کار رفته برای اجاره، ساخت یا خرید ساختمان مرکزی، شعبات و دفاتر بیمه و تجهیز آنها، منجر شود. قبل از اینکه مکانی برای استقرار انتخاب شود، پیش-بینی‌های زیادی باید برای نیازهای سازمان در آینده صورت بگیرند. مکان استقرار باید بر اساس برنامه-های گسترش و توسعه‌ی سازمان، تغییر شرایط بازار، تغییر در برنامه‌ها و سیاست‌ها، برنامه برای محصولات متفاوت و متنوع، تغییرات منابع و بسیاری موارد دیگر صورت بگیرد. هدف مطالعه‌ی و تحقیق برای مکان بهینه‌ی استقرار، این است که مناسب ترین مکان که بهترین مزایا را برای سازمان به ارمغان می‌آورد پیدا شود [۱۰]. مکان تسهیلات، فرایند مشخص کردن یک مکان جغرافیایی برای عملیات شرکت است. مدیران سازمان‌های خدماتی و تولیدی باید برای انتخاب یک مکان فاکتورهای زیادی، مانند نزدیکی به مشتریان، تامین کنندگان، هزینه نیروی کار و هزینه‌های حمل و نقل را مد نظر داشته باشند و آنها را سبک و سنگین کنند. شرایط مکان استقرار پیچیده است و می‌تواند خصوصیات مختلفی از جمله قابل لمس (هزینه محصولات، نرخ بارگیری) و غیر قابل لمس (امنیت، کیفیت، اعتماد) برای آن در نظر گرفت. ارزیابی شرایط مکان سخت است. هزینه‌های قابل لمس بر اساس فاکتورهایی مانند دستمزدها و هزینه‌های تولید می‌توانند به دقت مورد محاسبه قرار گیرند. از طرف دیگر عوامل غیر قابل لمس مانند اعتماد، در دسترس بودن و

امنیت می‌توانند با مقیاس‌های ترتیبی و یا اسمی ارزیابی شوند. به‌طور خلاصه خصوصیات غیر قابل لمس در تصمیم‌گیری‌های مربوط به مکان کارخانه خیلی مهم هستند. بهتر است که فاکتورهایی که بر مکان کارخانه یا تسهیلات تاثیر می‌گذارند را بر اساس طبیعت سازمان دسته‌بندی کنیم (شکل۱) [۱۰].

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در زمینه‌ی مکان یابی با استفاده از تکنیک‌های مختلف انجام شده است که بخشی از آن به جهت جلوگیری از طولانی شدن مطالب به صورت جدول (۱) از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۷ ارائه می‌گردد.



شکل ۱. فاکتورهایی که بر مکان کارخانه تاثیر می‌گذارند[۱۰]

جدول۱. مقالات مرتبط با مکان یابی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه

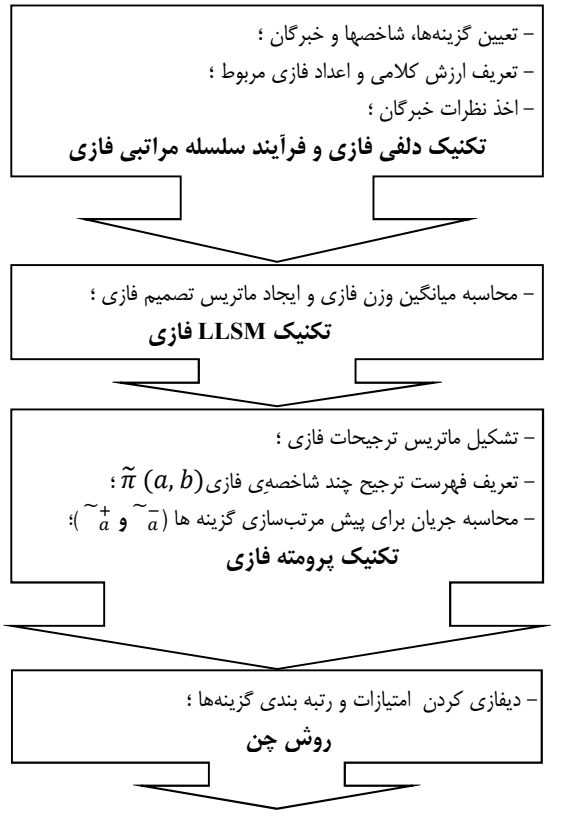
نویسنده	روش	موضوع
Macharis et al.[۱۱]	MCDA	به کارگیری تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره در فرایند تصمیم‌گیری راهبردی حمل و نقل و سیستم لجستیک در کشور هلند
Rybarczyk & Wu[۱۲]	MCDA	برنامه‌ریزی تسهیلات دوچرخه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره
Maniya & Bhatt [۱۳]	MADM	طراحی یک روش جایگزین تصمیم‌گیری چند شاخصه برای حل مسائل بهینه‌سازی چیدمان تسهیلات
Moheb-Alizadehet al.[۱۴]	MCDEA	حل مسائل تخصیص جا و مکان در محیط فازی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های چند معیاره
Choudhary & Shankar[۱۵]	FAHP-TOPSIS	ارزیابی و انتخاب محل استقرار نیروگاه حرارتی با استفاده از Fuzzy AHP-TOPSIS
Ruiz et al.[۱۶]	MCDM	توسعه و به کارگیری یک سیستم پشتیبان تصمیم فضایی چند معیاره برای برنامه ریزی مناطق صنعتی پایدار در شمال اسپانیا
Sánchez-Lozano et al.[۱۷]	GIS-MCDM	استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش‌های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) برای ارزیابی مکان استقرار کارخانه‌های تجهیزات خورشیدی درجنوب شرقی اسپانیا
Chung & Kim[۱۸]	F-MCDM	توسعه مدل‌های رویکرد چند معیاره‌ی فازی برای اولویت‌بندی مکان‌های استقرار تصفیه‌ی فاضلاب باتوجه به شرایط تغییر آب و هوایی
Kabir & Sumi[۱۹]	PROMETHEE	انتخاب محل استقرار ایستگاه فرعی برق با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی و PROMETHEE در بنگلادش
Guo & Zhao[۲۰]	F-TOPSIS	انتخاب سایت بهینه‌ی ایستگاه شارژ وسایل نقلیه الکتریکی با استفاده از روش TOPSIS فازی براساس دیدگاه توسعه پایدار
Qin & Liu[۲۱]	F-MAGDM	تصمیم گیری گروهی چند شاخصه با استفاده از ارزش رتبه‌بندی ترکیبی در محیط فازی داخلی نوع دوم
Vargas Florez et al.[۲۲]	DSS	سیستم پشتیبانی تصمیم برای تعیین استقرار محل کارخانه
Vuijak &Zorlak[۲۳]	MCDM	استفاده ازروش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای انتخاب بهترین جایگزین برای ورودی‌های تونل بزرگراه
Temur[۲۴]	MADM	رویکردنوین تصمیم‌گیری چند شاخصه برای تعیین محل استقرار در شرایط عدم اطمینان بالا
Chauhan & Singh[۲۵]	MCDM	روش تصمیم گیری چندمعیاره‌ی ترکیبی برای انتخاب مکان پایدار تاسیسات دفع زباله های بهداشتی
Gupta et al.[۵]	F-VIKOR	تصمیم‌گیری گروهی چندشاخصه‌ی فازی با استفاده از برنامه کاربردی برای انتخاب محل استقرار کارخانه براساس روش جدید VIKOR توسعه یافته
Trivedi & Singh, [۱]	FAHP	مدل تصمیم‌گیری چندهدفه‌ی ترکیبی برای پروژه‌های مکان‌یابی و مکان‌یابی مجدد اورژانس با استفاده از روش سلسله مراتبی تحلیل فازی و رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی
Dey et al. [۲۶]	GMCDM	عدم تطابقگر و هدر مدل تصمیم گیری چندگانه با استفاده از برنام ها نتخاب محل استقرار انبار در یک زنجیره تامین

۳- روش‌شناسی تحقیق

مباحث کمی از حیث معرفت شناسی و هستی شناسی از نوع پوزیتیویسم، از حیث هدف از نوع کاربردی، از نظر رویکرد از نوع قیاسی، از حیث روش شناسی از نوع تحلیلی ریاضی، از نظر روش از نوع مطالعات میدانی، از نظر راهبرد، از نوع مطالعه‌ی پیمایشی و موردی و از نظر ماهیت پژوهش، به دنبال توصیف و تبیین روابط بین متغیرها در قالب یک مدل است. مراحل انجام پژوهش در شکل (۲) نمایش داده شده است.

۳-۱- پرومته فازی

روش پرومته که به معنی "روش سازماندهی رتبه بندی ارجحیت برای غنی‌سازی ارزیابی" است، در طبقه تکنیک‌های رتبه‌بندی گزینه‌ها طبقه‌بندی می‌شود. اولین‌بار روش پرومته ۱ (رتبه‌بندی ناقص) و پرومته ۲ (رتبه‌بندی کامل)، در سال ۱۹۸۲ توسط برنز و همکارانش مطرح شدند و چند سال بعد نیز آنها پرومته ۳ (رتبه بندی بر اساس فاصله) و پرومته ۴ (مورد پیوسته) ارائه دادند. به همین ترتیب در سال‌های بعد نسخه‌های دیکر این تکنیک یعنی پرومته ۵ (تصمیم‌گیری چند شاخصه شامل محدودیت‌های تقسیم‌بندی شده) و پرومته ۶ (نمایش مغز انسان) عنوان شدند. روش پرومته تاکنون کاربردهای موفقی در زمینه‌های مختلف داشته است. روش پرومته فازی که از ترکیب منطق فازی و روش پرومته ایجاد می‌شود، توسط هو (۲۰۰۶)ارئه شد که انعطاف‌پذیری بیشتری دارد[۹].



شکل ۲. مراحل انجام تحقیق

۲-۳- فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی، یکی از معروف-ترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه است. هنگامی که در تصمیم‌گیری، با چند گزینه و شاخص روبرو هستیم، این روش می‌تواند مفید باشد.گرچه افراد خبره از شایستگی‌ها و توانایی‌های ذهنی خود برای انجام مقایسات استفاده می‌نمایند، اما باید به این نکته توجه داشت که فرایند تحلیل سلسله مراتبی سنتی، امکان انعکاس کامل سبک تفکر انسانی را ندارد. به عبارت بهتر، استفاده از مجموعه‌های فازی، سازگاری بیشتری با توضیحات کلامی و بعضاً مبهم انسانی دارد و بنابراین بهتر است با استفاده از مجموعه‌های فازی (به‌کارگیری اعداد فازی) به پیش‌بینی بلندمدت و تصمیم‌گیری در دنیای واقعی پرداخت. در ۱۹۸۳ دو محقق هلندی به نام‌های لارهورن و پدریک، روشی را برای فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی پیشنهاد نمودند که بر اساس روش حداقل مجذورات لگاریتمی بود. پیچیدگی مراحل این روش باعث شد این روش چندان مورد استفاده قرار نگیرد[۹].

۳-۳- روش حداقل‌مجذورات فازی (FLLSM[1])

منطق تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر این فرض استوار است که مقیاس مقایسات زوجی و ماتریس مقایسات زوجی یک ماتریس سازگار است. اگر ماتریس مقایسه زوجی کاملا سازگار باشد می توان نوشت:

$$a_{ik} \times a_{kj} = a_{ij}$$

بنابراین:

$$a_{ij} = \frac{W_i}{W_j}$$

$$a_{ij}.W_j \quad W_i = e = 0$$

در محیط کاربردی، فرض سازگاری کامل فرضی ایده آل به نظر می‌رسد، از این رو به دنبال کمترین خطا (e) هستیم. در روش حداقل مربعات می‌دانیم حداقل خطا به ازا گشتاور دوم مجموع خطاها رخ می‌دهد، یعنی:

$$Min\ e = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}(a_{ij}.W_j \quad W_i)^2$$
$$\text{S.T: } \sum_{i=1}^{n} W_i = 1\ W_i \geq 0\ ;$$
$$j, i = 1,2, \dots, n$$

بر اساس روش حداقل مربعات لگاریتمی، حداقل خطا به صورت زیر رخ می‌دهد:

$$Min\ e = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}(\log a_{ij} \log(\frac{W_i}{W_j}))^2$$
$$\text{S.T: } \sum_{i=1}^{n} W_i = 1\ W_i \geq 0\ ;$$
$$j, i = 1,2, \dots, n$$

برای استخراج وزن از مقایسات زوجی فازی، دو نوع روش وجود دارد. نوع اول روش‌هایی هستند که اوزان به دست آمده در آن‌ها به صورت اعداد حقیقی هستند مانند روش برنامه‌ریزی ترجیحات فازی (FPP)(Mikhailov,2003) و روش برنامه-ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی (LFPP) (Wang&Chin,2011). نوع دوم روش‌هایی هستند که اوزان به صورت اعداد فازی استخراج می‌شوند، روش LAMBDA-Max (Wang et al,2006)، روش آرمانی خطی (Wang&Chin,2008) و روش حداقل مربعات لگاریتمی فازی (Wang&Chin,2010) از این نوع می‌باشند [۹].

۴-۳- روش دلفی فازی

به نظر ایشیکاوا (۱۹۹۳) یکی از نقاط ضعف روش دلفی این است که برای رسیدن به همگرایی، نیاز به بررسی‌های تکراری توسط خبرگان دارد. این امر موجب افزایش هزینه‌های این روش به ویژه در مسائل بزرگ و پیچیده می‌شود. روش دلفی فازی برای کاهش این مشکل استفاده شده است. استفاده

[1] - Fuzzy logarithmic Least Square method

از اعداد فازی برای ارزیابی نظرات خبرگان موجب همگرایی سریع‌تر می‌شود[۹].

۴- مورد مطالعه

هدف این مطالعه، مدل‌سازی تعیین مکان تاسیس دفاتر بیمه در شهر رشت از استان گیلان می‌باشد. در این پژوهش از جمع‌آوری، تلخیص و طبقه‌بندی فراوانی‌های پاسخ به پرسش‌های تخصصی پرسشنامه‌ها برای استخراج اطلاعات استفاده شده است. با توجه به اینکه برای انتخاب آلترناتیوها در شهر رشت، درجه‌ی اهمیت شاخص‌های تعیین شده مهم هستند؛ پرسشنامه‌ی تعیین شاخص‌های مکان-یابی دفاتر، بین خبرگان (نمایندگی‌های با چندین سال سابقه) استان گیلان توزیع گردید. البته هر شهری شرایط خاص خود را دارد ولی انتخاب شاخص‌ها باید بگونه‌ای باشد که برای انتخاب مکان تاسیس دفاتر عمومیت داشته باشد و قابل استفاده در شهرهای مختلف باشد. به همین دلیل خبرگان سراسر استان باید در مورد شاخص‌ها اظهارنظر کنند و فقط مختص شهر رشت نمی‌باشد.

۴-۱- تعیین شاخص‌های تحقیق با روش دلفی فازی

در مکان یابی مراکز خدمات عمومی سه شرط در نظر گرفته می‌شود: الف) ساختار تصمیم قابل شمارشی وجود دارد که شامل یک یا چند تصمیم گیرنده می‌باشد. ب)رفتار مشتریان به‌طور دقیق نمی‌تواند تعریف شود و همیشه هم منطقی نیست (تصادفی است). ج) همیشه معرفی شاخص دقیق که کارایی جواب‌های گوناگون را بیان دارند ممکن نیست. مدل‌های مطرح در زمینه مکان‌یابی عبارتند از: نظریه حد مرکزی، مدل فاصله، مدل کارایی-مساوات، مدل جاذبه، مدل وزن‌دهی، برنامه ریزی عدد صحیح (صفر- یک و مختلط)، مدل تاکسونومی عددی، مدل تاپسیس، مدل دایره‌ای یا شعاعی، مدل‌های تصادفی یا مبتنی بر احتمال، مدل اثر متقابل فضایی و مدل های تخصیص- مکان‌یابی.

در این تحقیق با استفاده از چند روش تصمیم‌گیری چندشاخصه درصدد مکان‌یابی یک دفتر بیمه از بین چند مکان پیشنهادی می‌باشیم. برای این کار ابتدا باید شاخص‌هایی را برای تصمیم‌گیری در نظر بگیریم. بر اساس مطالعات انجام شده در زمینه‌های مشابه، تاکنون از شاخص‌های زیر برای تصمیم‌گیری استفاده شده است: ۱. قیمت زمین در منطقه انتخابی؛ ۲. جمعیت بالقوه مورد نظر برای استفاده از مزایای سازمان تامین اجتماعی؛ ۳. نزدیکی به پارکینگ‌های عمومی؛ ۴. نزدیکی به شعب بانک‌های عامل جهت پرداخت حق بیمه و حقوق به مستمری بگیران؛ ۵. نزدیکی به کارگزاری‌های رسمی سازمان تامین اجتماعی؛ ۶. نزدیکی به درمانگاه های تامین اجتماعی؛ ۷. نزدیکی به مترو؛ ۸. نزدیکی به ایستگاه‌های اتوبوس؛۹. نزدیکی به بزرگراه ها؛ ۱۰. نزدیکی به پارکینگ عمومی و یا امکان پارک آسان در محل.

با توجه به نوع و مکان تحقیق، برخی از این شاخص‌ها نقشی در تصمیم‌گیری ندارند به همین دلیل برای انتخاب شاخصهای مناسب از نظر خبرگان با روش دلفی فازی استفاده شده است. اساس تکنیک دلفی بر این است که نظر متخصصان هر قلمرو علمی در مورد پیش‌بینی آینده، بهترین نظر است؛ بنابراین برخلاف روش‌های پژوهش پیمایشی، اعتبار روش دلفی نه به شمار شرکت کنندگان در پژوهش که به اعتبار علمی متخصصان شرکت کننده بستگی دارد. شرکت کنندگان در تحقیق دلفی از ۵ تا ۲۰ نفر را شامل می‌شوند.[19].

در این مطالعه از نظرات پنج نفر از مدیران و کارشناسان خبره شعبه‌ی مرکزی رشت، پنج نفر از مسئولین دفاتر بیمه‌گری در سطح شهر رشت و پنج نفر از مسئولین دفاتر شهرهای مختلف استان گیلان استفاده شده است. ۱۵ پرسشنامه متغیرهای کلامی

در میان ۱۵ خبره در چند مرحله توزیع شد. در نتیجه پنج شاخص دسترسی آسان به وسائط حمل و نقل عمومی، امنیت مکان، نزدیکی به بانک عامل، نزدیکی به مشتریان و پارکینگ (جدول۲) برای رتبه‌بندی مکان‌های پیشنهادی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندشاخصه بیشترین امتیاز را به دست آورد.

۴-۲- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی فازی با روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی

در این مطالعه برای تعیین شاخص‌های مهم از پانزده نفر از خبرگان استان گیلان نظرسنجی شده است، ولی برای تشکیل ماتریس مقایسات زوجی از پنج نفر از همین خبرگان که شامل دو نفر از مدیران شعبه، یک نفر از بیمه‌گران خبره‌ی شهر رشت، یک نفر از لاهیجان و یک نفر از بندر انزلی که دارای سابقه‌ی کاری بیشتری بودند استفاده گردیده است. پس از مشخص شدن تصمیم-گیرندگان، از متغیرهای کلامی (جدول ۳) برای به دست آوردن ماتریس تصمیم شاخص‌ها برای هر یک از تصمیم‌گیرندگان (جدول ۴) استفاده گردید.

جدول ۲. شاخص‌های تعیین مکان‌یابی

شاخص	تعریف
قابلیت دسترسی(C1)	دسترسی به وسایل حمل و نقل عمومی (تاکسی و اتوبوس)
امنیت(C2)	امنیت مکان نسبت به حوادث، سرقت و تخریب
نزدیکی به بانک عامل (C3)	برای انجام اموری که نیاز به حضور در همان بانک دارد
نزدیکی به مشتریان(C4)	فاصله مشتریان تا مکان مورد نظر
پارکینگ (C5)	نزدیکی پارکینگ عمومی به محل و یا امکان پارک در نزدیک محل

جدول۳. رابطه متغیرهای کلامی و رتبه‌های فازی

متغیرهای کلامی	اعداد فازی مثلثی		
خیلی کم	۰	۰	۰/۲
کم	۰/۱	۰/۲	۰/۳
تا اندازه‌ای کم	۰/۲	۰/۳۵	۰/۵
متوسط	۰/۴	۰/۵	۰/۶
تا اندازه‌ای زیاد	۰/۵	۰/۶۵	۰/۸
زیاد	۰/۷	۰/۸	۰/۹
خیلی زیاد	۰/۸	۱	۱

جدول ۴. متغیرهای کلامی تصمیم‌گیرنده‌ی (۱)

شاخص مکان	دسترسی به وسایل حمل و نقل عمومی	امنیت	نزدیکی به بانک عامل	نزدیکی به مشتریان	پارکینگ
۱	کم	خیلی کم	کم	متوسط	متوسط
۲	تا اندازه‌ای کم	تا اندازه‌ای زیاد	خیلی کم	کم	کم
۳	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	متوسط
۴	زیاد	متوسط	تا اندازه‌ای زیاد	کم	خیلی کم
۵	متوسط	تا اندازه‌ای زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
۶	زیاد	تا اندازه‌ای کم	زیاد	کم	خیلی کم

۴-۳- محاسبه اوزان شاخص‌ها با استفاده از تکنیک مجموع مجذورات لگاریتمی فازی

پس از جمع‌آوری داده‌های کلامی خبرگان، بایستی ماتریس مقایسات زوجی شاخص‌ها تشکیل شود تا با استفاده از آن شروع به کدنویسی لگاریتمی برای وارد کردن به نرم‌افزار لینگو جهت محاسبه‌ی اوزان شاخص‌ها نمود. پس از کدنویسی محاسبه‌ی اوزان بر اساس روش کمترین مجذورات لگاریتمی و وارد کردن آن در نرم‌افزار لینگو، نتایج زیر در جدول ۵ برای پنج تصمیم‌گیرنده خبره به دست آمد.

۴-۴- رتبه‌بندی مکان‌های پیشنهادی با روش پرومته‌ی فازی

در ابتدا با استفاده از تکنیک‌های دلفی فازی، تحلیل سلسله مراتبی فازی و کمترین مجذورات لگاریتمی که پیش از این توضیح داده شدند، ماتریس تصمیم برای هر یک از خبرگان تشکیل می گردد.سپس ماتریسی با عنوان ماتریس تصمیم جامع (جدول ۶) شکل می‌گیرد که هر یک از عناصر آن از مجموع حاصلضرب تک تک عناصر ماتریس مقایسات زوجی هر یک از خبرگان در اوزان نرمالایز شده آنها به دست می‌آید. یعنی میانگین وزنی نظرات هر یک از خبرگان به دست آمده و در هر درایه ماتریس قرار می‌گیرد.

جدول ۵. اوزان فازی شاخص‌ها با استفاده از کمترین مجذورات لگاریتمی فازی برای خبرگان

شاخص	دسترسی آسان به وسایل حمل و نقل عمومی			امنیت			نزدیکی به بانک عامل			نزدیکی به مشتریان			پارکینگ		
وزن	W_{11}	W_{12}	W_{13}	W_{21}	W_{22}	W_{23}	W_{31}	W_{32}	W_{33}	W_{41}	W_{42}	W_{43}	W_{51}	W_{52}	W_{53}
نفر ۱	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۳۰	۰/۲۹	۰/۴۲	۰/۵۴	۰/۴۷	۰/۵۸	۰/۷۰	۰/۴۷	۰/۵۹	۰/۷۲	۰/۶۳	۰/۷۲	۰/۸۳
نفر ۲	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۴۲	۰/۵۵	۰/۴۷	۰/۵۸	۰/۶۸	۰/۴۱	۰/۵۴	۰/۶۶	۰/۴۵	۰/۵۲	۰/۶۵
نفر ۳	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۳۰	۰/۳۲	۰/۴۴	۰/۵۶	۰/۴۹	۰/۵۹	۰/۷۰	۰/۴۶	۰/۵۸	۰/۷۰	۰/۳۸	۰/۴۵	۰/۵۸
نفر ۴	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۴۰	۰/۵۱	۰/۴۵	۰/۵۵	۰/۶۵	۰/۳۹	۰/۵۱	۰/۶۴	۰/۴۳	۰/۵۰	۰/۶۳
نفر ۵	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۳۷	۰/۴۹	۰/۴۶	۰/۵۶	۰/۶۷	۰/۴۴	۰/۵۷	۰/۷۰	۰/۵۲	۰/۶۰	۰/۷۲

جدول ۶. تشکیل ماتریس تصمیم جامع

شاخص مکان	دسترسی آسان به وسایل حمل و نقل عمومی			امنیت			نزدیکی به بانک عامل			نزدیکی به مشتریان			پارکینگ		
۱	۰/۵۸	۰/۶۸	۰/۷۸	۰/۲۰	۰/۲۸	۰/۴۰	۰/۲۶	۰/۳۴	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۵۸	۰/۷۰	۰/۴۲	۰/۵۳	۰/۶۴
۲	۰/۲۴	۰/۳۸	۰/۵۲	۰/۳۸	۰/۴۹	۰/۶۴	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۴۰	۰/۳۴	۰/۴۴	۰/۵۴
۳	۰/۷۲	۰/۸۲	۰/۹۲	۰/۶۶	۰/۷۷	۰/۸۸	۰/۶۶	۰/۷۷	۰/۸۸	۰/۴۰	۰/۵۰	۰/۶۰	۰/۵۰	۰/۶۱	۰/۷۲
۴	۰/۴۲	۰/۵۱	۰/۶۴	۰/۳۴	۰/۴۴	۰/۵۴	۰/۳۸	۰/۵۰	۰/۶۲	۰/۴۶	۰/۵۸	۰/۷۰	۰/۲۸	۰/۳۶	۰/۵۲
۵	۰/۴۰	۰/۵۰	۰/۶۰	۰/۴۲	۰/۵۶	۰/۷۰	۰/۴۸	۰/۵۹	۰/۷۰	۰/۲۶	۰/۳۸	۰/۵۰	۰/۳۶	۰/۴۳	۰/۵۸
۶	۰/۴۰	۰/۵۳	۰/۶۶	۰/۳۰	۰/۴۴	۰/۵۸	۰/۵۰	۰/۶۱	۰/۷۲	۰/۳۰	۰/۴۱	۰/۵۲	۰/۲۴	۰/۳۰	۰/۴۴
وزن	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۴۱	۰/۵۳	۰/۴۷	۰/۵۷	۰/۶۸	۰/۴۳	۰/۵۶	۰/۶۸	۰/۴۸	۰/۵۶	۰/۶۸

در ادامه، بر اساس تابع ترجیحات فازی، ماتریس مقایسات زوجی گزینه‌ها برای هر شاخص به صورت جداگانه تشکیل می‌شود. برای هر شاخص (C_j) یک ماتریس مجذور ترجیحات (P_i) تشکیل می‌گردد که در آن گزینه‌ها به صورت زوجی با هم (P_{ij}) و بر اساس یک شاخص C_j مقایسه می‌شوند.

سپس، ماتریسی به نام ماتریس ترجیح کل (π) تشکیل می‌گردد. هر درایه‌ی ماتریس ترجیح کل، از مجموع حاصلضرب هر عنصر در وزن متناظر خود در هر یک از شاخص‌ها ساخته می‌شود. در این ماتریس، گزینه‌های پیشنهادی با تمام شاخص‌ها و همینطور با همدیگر مقایسه می‌شوند.

پس از این مرحله، محاسبه جریان‌های $\tilde{}^{+}$ (فازی پرومته۱) و $\tilde{}^{-}$ (فازی پرومته ۲) برای پیش مرتب-سازی گزینه‌ها صورت می‌گیرد. $\tilde{a}^{+}$ نشان دهنده مجموع ترجیح a نسبت به سایر گزینه‌ها می‌باشد که از حاصل جمع عناصر درایه‌های متناظر هر یک از گزینه‌ها در ماتریس ترجیح فازی کل به دست می‌آید. هر چقدر $\tilde{a}^{-}$ بزرگتر باشد گزینه a بهتر است. همچنین $\tilde{a}^{-}$ مجموع ترجیح a نسبت به سایر گزینه‌ها است که از مجموع ستون‌های ماتریس ترجیح کل به‌دست می‌آید. هر چه این مقدار کوچکتر باشد، گزینه a بهتر است. جدول ۷، نتیجه این محاسبات را نشان می‌دهد.

در نهایت جریان خالص $\tilde{}$ از تفاضل $\tilde{}^{+}$ و $\tilde{}^{-}$ به دست می آید، بنابراین داریم: $\tilde{} = \tilde{}^{+} - \tilde{}^{-}$.

جدول ۷. محاسبه جریان های $\tilde{a}^{-}$ و $\tilde{a}^{+}$

مکان	$\tilde{a}^{-}$			$\tilde{a}^{+}$		
۱	۳/۴۵	۱/۵۶	۰/۲۰	۲/۵۸	۰/۹۱	-۰/۵۴
۲	۶/۰۹	۲/۴۹	-۰/۶۱	۰/۸۱	۰/۲۸	-۰/۲۰
۳	۰/۳۷	۰/۰۶	-۰/۱۴	۶/۳۷	۲/۸۹	۰/۲۵
۴	۲/۰۸	۰/۷۸	-۰/۲۲	۳/۴۵	۱/۰۶	-۰/۵۴
۵	۲/۹۱	۰/۹۴	-۰/۳۸	۲/۸۵	۱/۰۱	-۰/۳۴
۶	۳/۵۲	۱/۲۳	-۰/۳۶	۲/۳۵	۰/۹۱	-۰/۱۴

جدول ۸. محاسبه جریان خالص

مکان	$\tilde{a}$		
۱	۲/۳۸	-۰/۶۶	-۴
۲	۱/۴۳	-۲/۲۱	-۶/۲۹
۳	۶/۵۱	۲/۸۴	-۰/۱۲
۴	۳/۶۷	۰/۲۸	-۲/۶۲
۵	۳/۲۳	۰/۰۷	-۳/۲۵
۶	۲/۷۱	-۰/۳۲	-۳/۶۶

با توجه به اینکه خروجی گام پنجم به صورت اعداد فازی است، برای تعیین رتبه هر گزینه باید اعداد فازی به اعداد قطعی تبدیل شوند. یکی از ساده ترین روش ها برای این کار، استفاده از رابطه $\frac{l+4m+u}{6}$ است. دراین رابطه u حد بالا، m محتمل‌ترین حالت و l حد پایین است. در این پژوهش، از بخشی از روش آنالیز توسعه‌ای چانگ استفاده شده است.سپس برای تعیین درجه‌ی امکان هر گزینه، کمترین عدد هر ستون را انتخاب می‌کنیم. برای تعیین وزن گزینه‌ها، هر یک از عناصر سطر درجه‌ی امکان را بر مجموع سطر درجه‌ی امکان تقسیم می‌کنیم. جدول ۹ نتیجه این کار را نشان می‌دهد. به این ترتیب گزینه‌های (۳)، (۴) و (۵) در اولویت‌های اول تا سوم و گزینه‌ی (۲) در اولویت آخر قرار می‌گیرد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

براساس مطالعات پیشینه‌ی تحقیق مشخص گردید که تاکنون از روش‌های قطعی و غیرقطعی مختلفی برای مکان‌یابی استفاده شده است ولی با توجه به اینکه شاخص‌های در نظر گرفته شده کیفی می‌باشند و از طرفی این عوامل بر یکدیگر تاثیرگذار هستند، استفاده از روش‌هایابتکاری و فراابتکاری که از منطق ریاضی هم پیروی کنند در حل مسائل مکان‌یابی از قوت بیشری برخوردارند و با توجه به نقاط ضعف و قوت روش‌ها، می‌توان در مراحل مختلف یک تکنیک از تکنیک‌هایی که در آن مورد نقطه‌ی قوت بیشتری دارند استفاده نمود.به همین دلیل برای نظرسنجی انتخاب شاخص از تکنیک دلفی فازی، برای مقاسیات زوجی در مراحل مختلف از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، برای تعیین وزن شاخص‌ها از کمترین مجذورات لگاریتمی فازی و برای رتبه‌بندی گزینه‌ها از پرومته‌ی فازی استفاده شد.

جدول ۹. دیفازی کردن و رتبه‌بندی گزینه‌ها

	گزینه (۱)	گزینه (۲)	گزینه (۳)	گزینه (۴)	گزینه (۵)	گزینه (۶)
گزینه (۱)	۱	۰/۷۸	۱	۱	۱	۱
گزینه (۲)	۱	۱	۱	۱	۱	۱
گزینه (۳)	۰/۴۲	۰/۲۳	۱	۰/۶۰	۰/۵۵	۰/۴۷
گزینه (۴)	۰/۸۴	۰/۶۲	۱	۱	۰/۹۶	۰/۹۰
گزینه (۵)	۰/۸۹	۰/۶۷	۱	۱	۱	۰/۹۴
گزینه (۶)	۰/۹۵	۰/۷۳	۱	۱	۱	۱
درجه‌ی امکان	۰/۴۲	۰/۲۳	۱	۰/۶۰	۰/۵۵	۰/۴۷
وزن	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۳۱	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۴
رتبه	**۵**	**۶**	**۱**	**۲**	**۳**	**۴**

در این پژوهش مقیاس صفر و یک برای رتبه‌ی شاخص‌ها و گزینه‌ها به کار گرفته شده است. با توجه به داده‌های کلامی جمع‌آوری شده، با فرمول نویسی مبتنی بر مبانی ریاضی تحقیق در نرم‌افزار اکسل، ابتدا داده‌ها وارد و بر اساس اعداد فازی مثلثی، ماتریس تصمیم برای هر تصمیم‌گیرنده تشکیل گردید. در محیط کاربردی، فرض سازگاری کامل فرضی ایده آل به نظر می‌رسد، از این رو برای واقعی‌تر شدن اوزان، کمترین خطا (e) مناسب-تردانسته شد و از روش کمترین مجذورات لگاریتمی فازی استفاده شده است که پس از نوشتن کد مربوط به محاسبه‌ی اوزان بر اساس روش کمترین مجذورات لگاریتمی و وارد کردن آن در نرم‌افزار لینگو، اوزان فازی بدست آمد.

پس از وارد کردن اوزان در ماتریس‌های تصمیم فرآیند پرومته فازی با تشکیل ماتریس تصمیم جامع که حاوی میانگین موزون نظرات خبرگان است با نرم افزار اکسل تشکیل گردید تا بر اساس آن بتوانیم به صورت گروهی، گزینه‌ها را نسبت به هر یک از شاخص‌ها به صورت جداگانه مقایسه نمائیم؛ در این مرحله بر اساس تابع ترجیحات فازی، ماتریس مقایسات زوجی آلترناتیوها برای هر شاخص به صورت جداگانه تشکیل شد. در ادامه تمامی ماتریس‌ها در ماتریس ترجیح کل از مجموع حاصلضرب هر عنصر در وزن منتاظر خود در هریک از شاخص‌ها تشکیل گردید. در این ماتریس، گزینه-های پیشنهادی با تمام شاخص‌ها و همینطور با همدیگر مقایسه شدند.

پس از آن شدت جریان بین گزینه‌ها کهنشان دهنده مجموع ترجیح a نسبت به سایر گزینه ها می‌باشد محاسبه گردید. در گام بعدی جریان خالص از تفاضل جریان‌های مثبت و منفی که نشاندهنده‌ی میزان خطا است محاسبه شد. در نهایت برای رتبه-بندی مکان‌های پیشنهادی بایستی اعداد از حالت فازی به قطعی تبدیل شوند که برای این کار از روش چانگ استفاده شد، در نهایت مکان‌ها بر اساس بیشترین وزن رتبه‌بندی گردیدند (جدول ۹).

با توجه به خروجی نرم‌افزار و امکان اولویت‌بندی مکان‌ها با مدل ترکیبی ارائه شده، پیشنهاد می‌گردد شرکت بیمه‌ی البرز، نرم‌افزار تخصصی مربوط را تهیه نماید تا همواره چندین مکان برای افتتاح شعبه و یا دفاتر جدید با توجه به شاخص‌های در نظر گرفته شده، داشته باشد. در صورت ناکارآمد بودن یک یا چند دفتر بیمه‌ی موجود در جلب مشتری، تغییر محل دفتر در یکی از مکان‌های نعیین شده به ترتیب اولویت می‌تواند به عنوان یک راهکار پیشنهاد شود. همچنین با توجه به اینکه مکان‌های اولویت بندی شده در قسمت‌هایی از شهر می‌باشند که قیمت خرید یا اجاره‌ی دفاتر در آنها با هم تفاوت قابل توجهی دارند، پیشنهاد می‌گردد که قبل از اعطای مجوز افتتاح دفتر، بر ضرورت استقرار در یکی از مکان‌های پیشنهادی به ترتیب اولویت تعیین شده تاکید گردد.

فهرست منابع

[1] A. Trivedi and A. Singh, “A hybrid multi-objective decision model for emergency shelter location-relocation projects using fuzzy analytic hierarchy process and goal programming approach,” *Int. J. Proj. Manag.*, 2017.

[۲] احمد. جعفرنژاد،"*مدیریت تولید و عملیات نوین*". دانشگاه تهران، موسسه انتشارات، ۱۳۹۲.

[۳] احمد. جعفرنژاد، داوود. دستجردی، غلامرضا. فولادوندی و مریم. یگانه، "*ارائه یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب مکان بهینه استقرار نمایندگی‌های شرکت‌های بیمه در شهر تهران*". فصلنامه صنعت بیمه، شماره (۳). صفحات (۱۲۳-۹۵). ۱۳۸۸.

[۴] منصور. مومنی، احمد. جعفرنژاد و شکوفه. صادقی, "*جایابی بهینه مراکز توزیع در فرآیند بازاریابی با استفاده از روش ریاضی*".مدیریت صنعتی، شماره (۳). صفحات (۱۴۸-۱۲۹). ۱۳۹۰.

[5] P. Gupta, M. K. Mehlawat, and N. Grover, “Intuitionistic fuzzy multi-attribute group decision-making with an application to plant location selection based on a new extended VIKOR method,” *Inf. Sci. (Ny).*, vol. 370–371, no. 1, pp. 184–203, 2016.

[6] S. T. Li and W. C. Chou, “Power planning in ICT infrastructure: A multi-criteria operational performance evaluation approach,” *Omega (United Kingdom)*, vol. 49, pp. 134–148, 2014.

[7] A. Antunes and D. Peeters, “On solving complex multi-period location models using simulated annealing,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 130, pp. 190–201, 2001.

[8] D. Ben-Arieh, “Sensitivity of multi-criteria decision making to linguistic quantifiers and aggregation means”. *Comput. Ind. Eng.*, vol. 48, no. 2, pp. 289–309, 2005.

[9] H. Safari, M. Soufi, and E. Aghasi, “Select a Hypermarket Location Based on Fuzzy Multi Criteria Decision Making (F-Mcdm) Techniques”.*Journal of Business and Management Review,* vol. 4, no. 1, pp. 76–95, 2014.

[10] S.Anilkumar and N.Suresh, "Operation Management.", *New Age International (P) Ltd*, 2009.

[11] C.Macharis, A.De Witte, &L.Turcksin, The Multi-Actor Multi-Criteria Analysis (MAMCA) application in the Flemish long-term decision making process on mobility and logistics. *Transport Policy*, 17(5), 303–311, 2010.

[12] G. Rybarczyk&C.Wu, "Bicycle facility planning using GIS and multi-criteria decision analysis".*Applied Geography*, 30(2), 282–293.2010.

[13] K. D. Maniya and M. G. Bhatt, “An alternative multiple attribute decision making methodology for solving optimal facility layout design selection problems,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 61, no. 3, pp. 542–549, 2011.

[14] H.Moheb-Alizadeh, S.M. Rasouli, &R.Tavakkoli-Moghaddam. The use of multi-criteria data envelopment analysis (MCDEA) for location-allocation problems in a fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5687–5695.2011.

[15] D. Choudhary and R. Shankar, “An STEEP-fuzzy AHP-TOPSIS framework for evaluation and selection of thermal power plant location: A case study from India,” *Energy*, vol. 42, no. 1, pp. 510–

Okongwu, and L. Dupont, “A decision support system for robust humanitarian facility location,” *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 46, pp. 326–335, 2015.

[23] Vuijak, B., Pai, M., & Zorlak, A. (2015). Use of multi-criteria decision aid methods for selection of the best alternative for the highway tunnel doors. Procedia Engineering, 100(January), 656–665.

[24] G. T. Temur, “A novel multi attribute decision making approach for location decision under high uncertainty,” *Appl. Soft Comput. J.*, vol. 40, pp. 674–682, 2016.

[25] A. Chauhan and A. Singh, “A hybrid multi-criteria decision making method approach for selecting a sustainable location of healthcare waste disposal facility,” *J. Clean. Prod.*, vol. 139, pp. 1001–1010, 2016.

[26] B. Dey, B. Bairagi, B. Sarkar, and S. K. Sanyal, “Group heterogeneity in multi member decision making model with an application to warehouse location selection in a supply chain,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 105, pp. 101–122, 2017.

521, 2012.

[16] M. C. Ruiz, E. Romero, M. A. Pérez& Fernández, I. Development and application of a multi-criteria spatial decision support system for planning sustainable industrial areas in Northern Spain. *Automation in Construction*, 22, 320–333. 2012.

[17] J. M. Sánchez-Lozano, J. Teruel-Solano, P. L. Soto-Elvira, &M.Socorro García-Cascales, "Geographical Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 544–556. 2013.

[18] E. S. Chung, &, Y.Kim,. Development of fuzzy multi-criteria approach to prioritize locations of treated wastewater use considering climate change scenarios. *Journal of Environmental Management,* 146, 505–516.2014.

[19] G. Kabir and R. S. Sumi, “Power substation location selection using fuzzy analytic hierarchy process and PROMETHEE: A case study from Bangladesh,” *Energy*, vol. 72, pp. 717–730, 2014.

[20] S. Guo and H. Zhao, “Optimal site selection of electric vehicle charging station by using fuzzy TOPSIS based on sustainability perspective,” *Appl. Energy*, vol. 158, pp. 390–402, 2015.

[21] J. Qin and X. Liu, “Multi-attribute group decision making using combined ranking value under interval type-2 fuzzy environment,” *Inf. Sci. (Ny).*, vol. 297, pp. 293–315, 2015.

[22] J. Vargas Florez, M. Lauras, U.