فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال دوازدهم/ شماره۳۹ / بهار ۱۳۹۶

مکان‌یابی دستگاه‌های خودپرداز بانک مهر ایران با استفاده از ترکیب تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط فازی

مهدی ابراهیم نژاد رفسنجانی (نویسنده مسؤول)
دانشیار دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان
Email: Ebrahimi.nejad@uk.ac.ir
سید محمد موسوی ندوشن
کارشناس ارشد مدیریت اجرایی دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان
مرجان توسلی فرد
کارشناس ارشد مدیریت اجرایی دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۵ * تاریخ پذیرش: ۹۶/۱/۲۸

چکیده

انتخاب جایگاه مناسب برای استقرار ماشین‌های خودپرداز جدید یکی از مباحث مهم در صنعت بانکداری الکترونیکی به شمار می‌آید. علم مکان‌یابی همواره به دنبال ارائه روش‌ها و تکنیک‌های بهینه‌ی تعیین و انتخاب مکان فعالیت بنگاه‌ها است. با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان انتظار داشت که مکان معرفی‌شده، کلیه معیارهای موردنظر را به نسبت وزنی که دارند ارضا کند. همچنین استفاده از منطق فازی در تصمیم‌گیری، مسأله عدم قطعیت و عدم دقت مرتبط با آگاهی تصمیم‌گیرنده در اختصاص دادن وزن دقیق به معیارها را حل کرده است. مطالعه حاضر با استفاده از ترکیب رویکردهای تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط فازی به ارائه مدل نوینی در مکان‌یابی دستگاه‌های خودپرداز بانک قرض‌الحسنه مهر ایران در شهر کرمان پرداخته است. معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس مطالعات مشابه استخراج گردید و توسط کارشناسان بانک قرض‌الحسنه مهر ایران شهر کرمان با روش اولویت‌بندی فازی وزن دهی شد. پس‌ازآن با استفاده از روش تئوری گراف و رویکرد ماتریسی فازی، محدوده‌ها رتبه‌بندی شدند.

کلمات کلیدی: تکنیک‌های MCDM، مکان‌یابی، دستگاه‌های خودپرداز، منطق فازی.

۱- مقدمه

مکان‌یابی یک فعالیت اقتصادی اعم از یک بنگاه خرده‌فروشی، کارخانه، مرکز خدماتی، از مهم‌ترین مسائل پیش روی یک بنگاه اقتصادی است تا آنجا که این مسأله می‌تواند تعیین‌کننده موفقیت یا شکست بنگاه باشد، زیرا هر بنگاه ازلحاظ مکانی دامنه نفوذی دارد که اکثریت مشتریان خود را از داخل این محدوده جذب می‌کند. این محدوده با عنوان منطقه خدماتی یا تجاری شناخته می‌شود، البته باید توجه داشت که این منطقه به لحاظ مسافت دارای محدودیت است و دامنه نفوذ محدودی دارد. حال اگر مکان انتخاب‌شده برای بنگاه به نحوی باشد که در دامنه نفوذ بنگاه، مشتریان بالقوه زیادی وجود داشته باشند، امکان موفقیت بنگاه به‌شدت افزایش می‌یابد. یکی از بزرگ‌ترین نوآوری‌های رخداده در حوزه‌ی بانکداری الکترونیک اختراع ماشین‌های خودپرداز است. امروزه، ماشین‌های خودپرداز مشهورترین سخت‌افزار الکترونیکی در صنعت خدمات بانکی به‌حساب می‌آیند که توانسته‌اند در میان انواع سخت‌افزارهای الکترونیکی، از بیشترین میزان رشد برخوردار شوند. مطالعه‌ی بازار کشورهای مختلف گویای آن است که در بیشتر مواقع، مشتریان بانک‌ها، استفاده از ماشین‌های خودپرداز را بر مراجعه به بانک ترجیح می‌دهند (Azar & Rajabzadeh, 2002). صرف هزینه‌های گزاف به‌منظور ایجاد بنگاه‌های اقتصادی و نیز توجه به ارتباطات و سهولت در دسترسی، بیانگر اهمیت موضوع مکان‌یابی صحیح و تعیین موقعیت مکانی مناسب برای این دسته از فعالان اقتصادی است، به‌نحوی‌که استفاده آسان و سریع برای اکثر شهروندان از این بنگاه‌ها فراهم می گردد. این ضرورت وقتی محسوس‌تر می‌شود که رشد شهرها و افزایش هزینه‌ی مکان و نیز عدم پراکنش یکسان جمعیت در بخش‌های مختلف شهر، موردتوجه قرار گیرد.

بانک‌ها به‌عنوان بخشی از بنگاه‌های اقتصادی که همیشه با مردم در ارتباط هستند، حساسیت ویژه‌ای بر انتخاب مکان مناسب جهت حداکثر نمودن سهم خود از بازار و افزایش رضایتمندی مشتریان از طریق دسترسی سریع دارند. دستگاه‌های خودپرداز باهدف تحول در ارائه خدمات بانکی با استفاده از کاستن میزان مراجعه حضوری مشتریان به شعب و کارمندان بانک ازجمله رویکردهای موردتوجه بانک‌های مختلف در دهه‌ی اخیر در جهان است. انتخاب مکان استقرار دستگاه‌های خودپرداز چنان چه با دقت لازم و باهدف به دست آوردن مزیت‌های راهبردی نسبت به رقبا انتخاب گردد، می‌تواند باعث کاهش هزینه‌ی خرید یا استقرار در مکان، تنوع خدمات و فعالیت‌ها، آزادسازی بخشی از نیروی انسانی در سیستم بانکی و خصوصا در مراکز پرجمعیت در شهرها گردد. در غیر این صورت جبران سرمایه‌گذاری ثابت بلندمدت ناشی از استقرار، هزینه‌ی زیرساخت‌های ارتباطی موردنیاز، نگهداری و تعمیر و شارژ بسیار دشوار خواهد بود (Goli et al., 2010). تحت این شرایط، دور از ذهن نیست که انتخاب جایگاه مناسب برای استقرار ماشین‌های خودپرداز نقش مهمی در افزایش مقبولیت ماشین‌های خودپرداز نزد مشتریان داشته باشد. مناسب بودن جایگاه استقرار ماشین‌های خودپرداز، نتایج پولی و غیر پولی بسیاری را برای بانک‌ها در پی دارد. این موضوع موجب افزایش توان بانک در توسعه‌ی فعالیت‌ها، خدمت‌رسانی بهتر به مشتریان، افزایش سودآوری و کاهش هزینه‌های ارائه‌ی خدمت می‌شود (Parks, 1982). درعین‌حال به‌واسطه‌ی بالا بودن هزینه‌ی به‌کارگیری ماشین‌های خودپرداز، تصمیمات نادرست مکانی خسارات مالی قابل‌توجهی را متوجه بانک‌ها می‌کند (Olfat & Fookordi, 2011). با در نظر گرفتن موارد بیان شده، مسأله اصلی این پژوهش، اولویت‌بندی مکان‌های مستعد برای استقرار دستگاه‌های خودپرداز بانک قرض‌الحسنه مهر ایران در شهر کرمان می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که کلیه عوامل، معیارها و محدودیت‌های اساسی ارضا شده و از بین مکان‌ها و گزینه‌های اولویت‌بندی شده بهترین مکان‌ها انتخاب شود. در ادامه به شرحی اجمالی در مورد مباحث مطرح شده در این پژوهش پرداخته شده است.

مکان‌یابی: به‌طورکلی جایابی به معنی انتخاب محلی مناسب برای نصب و استقرار یک شرکت، کارخانه یا دستگاه است به‌گونه‌ای که: ۱- دسترسی به منابع موردنیاز راحت باشد، ۲- مشکلی برای محیط اطراف ایجاد نکند، ۳- حمل‌ونقل حتی‌الامکان کم و ارتباط امکان‌پذیر باشد، ۴- نیاز دستگاه یا کارخانه حتی‌الامکان در محیط برآورده شدنی باشد و ۵- پارامترهای انتظاری را حذف یا کم نماید (Entezari, 2004).

عوامل مؤثر در مکان‌یابی: درواقع عوامل بسیاری بر تصمیمات مکان‌یابی دخیل هستند. اهمیت نسبی این عوامل به محدوده و قلمرو مسأله مکان‌یابی شامل بین‌المللی، داخلی و منطقه‌ای بستگی دارد. برای مثال اگر هدف، تعیین مکان تسهیلات کارخانه در

یک کشور خارجی است، عواملی از قبیل ثبات سیاسی، فضای تجاری و مالیات نقش اساسی دارند (Sadeghi, 2008). برخی از مهم‌ترین عوامل مکان‌یابی در جدول فهرست شده‌اند.

جدول شماره (۱): عوامل مؤثر بر تصمیمات مکان‌یابی (Sadeghi, 2008)

هزینه و میزان دسترسی به انرژی و تأسیسات	سیستم حمل‌ونقل
قوانین صادرات و واردات	گزارش‌های فنی
نزدیکی به منابع اولیه	هزینه در دسترس بودن مهارت و بهره‌وری
قوانین محیطی در سطوح مختلف مرکزی، محلی و منطقه‌ای	عوامل مؤثر در رقابت
مالیات در سطوح مختلف مرکزی، محلی و منطقه‌ای	خدمات پشتیبانی
بیمه	هزینه‌های زمین، ملک و یا ساخت
ثبات سیاسی و دولتی	آب و هوا

یکی از دسته‌بندی‌های انجام‌شده در زمینه عوامل مؤثر بر مکان‌یابی، دسته‌بندی عوامل به «عوامل اصلی» و عوامل «ثانویه» است.

الف. عوامل اصلی آن‌هایی هستند که از اولویت‌های رقابتی ناشی می‌شوند و تأثیر قابل‌توجهی بر هزینه‌ها دارند. مثال وضعیت نیروی کار، تأمین‌کنندگان، رقبا، نزدیکی به بازار، هزینه‌های دارایی‌های ثابت و ... در این رشته قرار گیرند.

ب. عوامل ثانویه عواملی هستند که گر چه دارای اهمیت هستند اما درصورتی‌که عوامل دیگر از اهمیت بیشتری برخوردار باشند ممکن است توجه کمتری به آن‌ها شود. عواملی چون فضای لازم، هزینه انتقال مواد، قوانین و مقررات عمومی، هزینه بیمه و ... نیز می‌توانند از این جمله باشند.

معرفی مدل‌های مکان‌یابی: به‌منظور حل مسائل مکان‌یابی با توجه به شرایط متفاوت موجود در فضای مسأله، مدل‌های بسیار متنوعی در کتب و پژوهش‌های پیشین به چشم می‌خورد که می‌توان بعد از شناسایی ویژگی‌ها و عوامل مؤثر بر مسأله با استفاده از یک یا ترکیبی از مدل‌های گفته‌شده، اقدام به حل مسأله مربوط کرد. در ذیل به شرح مختصری از مدل‌های مهم مکان‌یابی پرداخته می‌شود (Fathi, 2012):

- برنامه‌ریزی عدد صحیح: مدل فوق در مسائل مکان‌یابی عمدتاً شامل: «برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط» و «برنامه‌ریزی صفر و یک» می‌باشد.
- مدل های جاذبه[۱]
- مدل وزن دهی[۲]
- مدل اثر متقابل فضایی
- مدل‌های پویا[۳]
- مدل‌های تصادفی و احتمالی[۴]
- مدل‌های مکان‌یابی- تخصیص[۵]:
- اشکال برنامه‌ریزی خطی شامل: «مدل حداقل فاصله»، «مدل حداکثر تراکم» و «مدل حداکثر پوشش» می‌باشند.
- مدل افرویسمن- ری[۶]
- مدل pull, push

1Gravity Models
2 Factor Rating
3 Dynamic Models
4 Stochastic & Probable Models
5 Assignment Models
6 Effroysman & Ray

- مدل براون- گیبسون[۷]
- مدل کارایی- مساوات[۸]
- مدل دایره‌ای یا شعاعی
- تاکسونومی عددی[۹]
- نظریه حد مرکزی وبر
- روش مجموع حداقل فواصل
- مدل‌های پوششی
- روش‌های مبتنی بر رگرسیون

پیشینه‌ی پژوهش: مطالعات متعددی با هدف تبیین چرایی و چگونگی استفاده از دستگاه‌های خودپرداز صورت گرفته و یا در حال انجام است که می‌توان آن‌ها را به دو گروه دسته‌بندی کرد: نخست مطالعات مربوط به توصیف ویژگی‌های جمعیتی کاربران دستگاه‌های خودپرداز (مشخصه‌های جمعیتی) و گروه دوم مطالعات تعیین‌کننده عوامل مؤثر بر رشد و تقویت استفاده و مقبولیت این دستگاه‌هاست (مشخصه‌های مکانی) (Almosavi, 2001; Partovi, 2006). در مطالعات مشخصه‌های جمعیتی تغییرهایی چون سن، جنس، تأهل، درآمد و سطح تحصیلات موردبررسی قرار می‌گیرد. نتایج حاصل به همراه بررسی عوامل ادراکی تأثیرگذار بر مشتریان مانند آسایش و راحتی و سازگاری با سبک زندگی از مهم‌ترین مفروضات پژوهش است (Sweinyard & Ghee, 1987; El-Haddad et al., 1992).

بررسی مشخصه‌های مکانی تقاضا برای دستگاه خودپرداز نیز مؤید آن است که تقاضا در مکان‌هایی وجود دارد که از دو ویژگی عمده برخوردار باشند: نخست، حضور تعداد زیاد بنگاه‌ها و مؤسسات خرده‌فروشی که سبب افزایش احتمال بروز خرید می‌شود و دوم ویژگی‌های فردی مراجعان به این مکان‌ها که عمدتاً گروه سنی جوان (۱۸-۳۴ ساله) را در بر می‌گیرد. به عنوان مثال نتایج مطالعات صورت گرفته توسط الحنبلی در اردن (2003)، میلیوتیس[۱۰] و همکاران در یونان (2002)، ژائو[۱۱] و همکاران در استرالیا (2004)، یانگ و همکاران در چین (1997)، الموسوی در بحرین (2001)، الدجانی و همکاران در عربستان (2009)، معماریانی (۱۳۸۲) و فرجی در ایران (۱۳۸۴)، (Olfat & Fookordi, 2011).

در پژوهش صورت گرفته بانام «اولویت‌بندی و انتخاب مکان مناسب برای شعب بانک کشاورزی» مسأله مکان‌یابی از دو بعد مکان‌یابی ناحیه‌ای و منطقه‌ای مورد ارزیابی قرارگرفته است. در رابطه با مکان‌یابی شعب بانک کشاورزی ابتدا ضریب اهمیت ناحیه‌ها و در کل بهترین ناحیه برای احداث شعب مشخص گشته که این کار با به‌کارگیری روش TOPSIS و بر اساس آمار موجود مربوط به شهر تهران برای عوامل تعیین‌شده قبلی انجام شده است و درنتیجه ضریب اهمیت هر منطقه از شهر تهران مشخص‌شده اما هدف اصلی این بوده که نقاط بهینه برای احداث شعب تعیین گردد که این کاربر اساس روش GIS (سیستم اطلاعات جغرافیایی) و به خاطر محدودیت تحقیق تنها برای منطقه دارای اولویت صورت گرفته که درنتیجه با محاسبات نرم‌افزاری نقاط مناسب مربوط به منطقه مورد نظر، ارزیابی و اولویت‌بندی شده است. در آخر نیز به خاطر بها دادن به نقطه نظرات صاحبان بانک و همچنین مشتریان برای اولویت‌بندی مجدد تعدادی از این نقاط با استفاده از روش AHP دو پرسشنامه تهیه و نتایج از طریق نرم‌افزار تحلیل و استخراج گشته است و درنهایت نقاط موردنظر انتخاب‌شده‌اند (Moosavi, 2001).

صفری و دیگران (۲۰۱۲) در پژوهش خود برای انتخاب مکان بهینه تسهیلات از روش TOPSIS فازی استفاده کرده‌اند. در این پژوهش ابتدا عوامل مؤثر در انتخاب مکان بهینه مشخص گردیده، سپس وزن هر یک از این عوامل بر اساس نظرات خبرگان

7 Brown-Gibson
8 Efficiency-Equity
9 TAXONOMI
10 Miliotis
11 Zhao

تعیین‌شده است. درنهایت پس از تشکیل ماتریس تصمیم و به‌کارگیری روش TOPSIS فازی مکان بهینه انتخاب‌شده است (Safari et al., 2012).

کیو روش ترکیبی جدیدی را برای انتخاب مکان بهینه مراکز توزیع بین‌المللی ارائه می‌کند. در این پژوهش تکنیک Fuzzy DEMATEL به منظور تعیین ساختار مناسب بین معیارها استفاده شده است، سپس به منظور تعیین وزن معیارها و انتخاب بهترین مکان از AHP فازی استفاده شده است (Kuo, 2011).

در پژوهش دیگری که در خصوص مکان‌یابی تسهیلات خدماتی است، با این هدف که مشتریان هر زمانی که به خدمت و پشتیبانی نیاز داشته باشند مراکز خدمت‌دهی موردنظر در نزدیک آن‌ها باشد، از توسعه روش برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح صفر و یک برای حل مشکل استفاده شده است. مدل مورداستفاده در این پژوهش به‌عنوان بخشی از سیستم پشتیبانی تصمیم می‌باشد که از یک رویه ابتکاری کارآمد جهت مکان‌یابی مراکز خدماتی و تخصیص نوعی از خدمت به آن‌ها پشتیبانی می‌کند. مدل ارائه‌شده قابلیت پاسخ‌گویی به نهایتاً ۲۵۰۰۰ محدودیت و ۲۰۰۰۰ متغیر صفر و یک را دارد (Jayaraman et al., 2003).

مؤمنی و دیگران (۲۰۱۱) در پژوهش خود به‌منظور تعیین مکان بهینه کارخانه از روش VIKOR فازی استفاده کرده‌اند. در این پژوهش رویه و راهکار با یک مثال عددی بیان‌شده است. پس از تعیین وزن معیارها، ماتریس تصمیم تشکیل شده و با به‌کارگیری روش VIKOR فازی گزینه برتر مشخص شده است (Momeni et al., 2011).

در خصوص استفاده از روش اولویت‌بندی فازی، در پژوهش با عنوان «تدوین و اولویت‌بندی استراتژی‌های صنعت نرم‌افزار»، از روش اولویت‌بندی فازی استفاده شده است. در این پژوهش به‌منظور اولویت‌بندی استراتژی‌ها، مقایسات زوجی فازی بین استراتژی‌ها انجام شده است. سپس با استفاده از روش اولویت‌بندی فازی، مسأله بهینه‌سازی غیرخطی برای ماتریس‌های مقایسات زوجی تشکیل شده است و با به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک این مسائل حل شده است و وزن استراتژی‌ها به دست آمده و استراتژی‌ها اولویت‌بندی شده‌اند (Jafarnejad et al., 2011).

محقر و دیگران (۲۰۱۱) در پژوهش خود به‌منظور انتخاب تأمین‌کننده مناسب، از روش ترکیبی آنتروپی شانون فازی و GTMA استفاده کرده‌اند. در این پژوهش وزن معیارها با استفاده از روش شانون فازی محاسبه شده است؛ سپس این وزن‌ها به عنوان ورودی روش GTMA مورداستفاده قرارگرفته‌اند و با انجام محاسبات تئوری گراف و رویکرد ماتریسی، تأمین‌کننده مناسب انتخاب شده است (Mohaghar et al., 2011).

فتحی (۱۳۹۱) در پژوهش خود با عنوان مکان‌یابی ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شرکت گاز استان تهران با استفاده از ترکیب روش اولویت‌بندی فازی و GTMA فازی اقدام به حل مسأله مکان‌یابی نمودند که با استفاده از روش اولویت‌بندی فازی وزن معیارهای مؤثر را یافته و سپس با استفاده از تئوری گراف و رویکرد ماتریسی به اولویت‌بندی مکان‌های در دسترس اقدام نمودند.

۲- مواد و روش‌ها

در این بخش با توجه به بکار گیری مدل ترکیبی مذکور در محیط فازی، ابتدا شرح اجمالی از مفهوم و تفکر فازی ارائه می‌گردد. پس از آن روش‌های اولویت‌بندی فازی و GTMA فازی به طور کامل و گام‌به‌گام توضیح داده می‌شود.

مفهوم و تفکر فازی: نظریه فازی، نظریه‌ای در شرایط عدم اطمینان بوده و قادر است بسیاری از مفاهیم و متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهم هستند به شکل ریاضی در آورد و زمینه را برای استدلال، استنتاج و کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد.

این نظریه در سال ۱۹۶۵ توسط پروفسور لطفی زاده به جامعه‌ی علمی و دانشگاهی و عموم دانش‌پژوهان معرفی شد و با منطق کلاسیک، آن‌ها را تحت‌الشعاع قرار داد؛ به‌طوری‌که امروزه، مجموعه‌های کلاسیک، یک نوع از مجموعه‌های فازی به شمار می‌روند.

مجموعه‌های فازی: یک مجموعه فازی $\tilde{a}$، در یک جهان مباحثه‌ی X به وسیله‌ی تابع عضویت $\mu_{\tilde{a}}(x)$ مشخص می‌شود که x در X را به یک عدد واقعی در فاصله [0,1] ترسیم می‌کند. ارزش $\mu_{\tilde{a}}(x)$، درجه‌ی عضویت x در $\tilde{a}$ نایده می‌شود. تئوری مجموعه‌ی فازی طوری طراحی‌شده که عدم اطمینان و ابهام را به‌صورت ریاضی بیان می‌کند و ابزارهای فرمول‌بندی شده را

برای برخورد با ابهام به‌صورت ریاضی بیان می‌کند و ابزارهای فرمول‌بندی شده را برای برخورد با ابهام ذاتی نسبت به بسیاری مشکلات فراهم می‌آورد ().

برای بازه‌های حسابی[۱۲]، برخی از اعمال اصلی روی A و B به این صورت می‌باشند (Kaufmann, 1985):

$$(A(+)B)^{\alpha} = \left[A_l^{\alpha} + B_l^{\alpha}\ , A_u^{\alpha} + B_u^{\alpha}\right] \qquad (\ )$$

$$(A(-)B)^{\alpha} = \left[A_l^{\alpha} - B_l^{\alpha}\ , A_u^{\alpha} - B_u^{\alpha}\right] \qquad (۲)$$

$$(A(\times)B)^{\alpha} = \left[A_l^{\alpha} B_l^{\alpha}\ , A_u^{\alpha} B_u^{\alpha}\right] \qquad (۳)$$

$$(A(\div)B)^{\alpha} = \left[A_l^{\alpha} \div B_u^{\alpha}\ , A_u^{\alpha} \div B_l^{\alpha}\right] \qquad (۴)$$

$$(A(\times)r)^{\alpha} = \left[A_l^{\alpha} r\ , A_u^{\alpha} r\right], r \in R^{+} \qquad (۵)$$

$$\left(A^{\alpha}\right)^{-1} = \left[1 \div A_u^{\alpha}\ , 1 \div A_l^{\alpha}\right] \qquad (۶)$$

روش اولویت‌بندی فازی[۱۳]: این روش یکی از روش‌های وزن دهی می‌باشد که در سال ۲۰۰۷ برای اولین بار توسط ونگ و همکارانش مطرح گردید (Wang, 2007). در این روش به‌جای انجام محاسبات AHP فازی سنتی از یک مسأله بهینه‌سازی استفاده می‌گردد که نهایتاً با حل این مسأله، وزن معیارها به‌صورت نرمال شده به دست می‌آید. در ادامه به تشریح این روش می‌پردازیم:

اگر معادله (۱۸) نشان‌دهنده یک ماتریس مقایسه زوجی فازی در یک مسأله اولویت‌بندی که n عنصر دارد باشد، در این ماتریس اعداد مثلثی فازی a_{ij} به‌صورت $\left(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}\right)$ بیان می‌شوند که در آن $l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}\ \ i, j = 1, 2, \dots, n$ به ترتیب عبارت‌اند از حد بالا، حد میانی و حد پایین مجموعه مثلثی فازی. در این روش داریم:

$$a_{ij} = a_{ji} = (1,1,1)$$

$$\tilde{A} = \{\tilde{a}_{ij}\} = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & \tilde{a}_{nn} \end{bmatrix} \qquad (۷)$$

در این روش، بردار اولویت $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)^T$ که از ماتریس $\tilde{A}$ به دست می‌آید باید بتواند نابرابری فازی زیر را ارضاء کند:

$$l_{ij} \lessapprox \frac{w_i}{w_j} \lessapprox m_{ij} \qquad (۸)$$

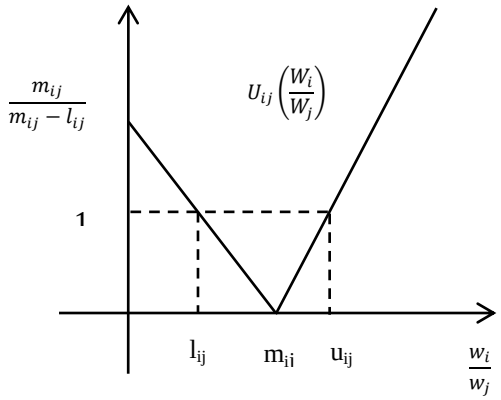
که در آن $W_j > 0, W_j > 0, i \neq j$ و علامت $\lessapprox$ به معنی کوچک‌تر یا مساوی فازی است.

با توجه به دو طرف نابرابری فازی معادله ۸، برای اندازه‌گیری درجه ارضاء نسبت‌های مختلف $\frac{w_i}{w_j}$، می‌توان تابع زیر را تعریف نمود:

$$u_{ij}\left(\frac{w_i}{w_j}\right) = \begin{cases} \frac{m_{ij} - (w_i/w_j)}{m_{ij} - l_{ij}} & 0 < \frac{w_i}{w_j} \leq m_{ij} \\ \frac{(w_i/w_j) - m_{ij}}{u_{ij} - m_{ij}} & , \frac{w_i}{w_j} > m_{ij} \end{cases} \qquad (۹)$$

همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، مقدار تابع $u_{ij}\left(\frac{w_i}{w_j}\right)$ ممکن است بزرگ‌تر از یک باشد. همچنین مقدار آن در طول فاصله $[0, m_{ij})$ به‌طور خطی کاهش و در طول فاصله $[m_{ij}, \infty)$ به‌طور خطی افزایش می‌یابد. مقدار کم $u_{ij}\left(\frac{w_i}{w_j}\right)$ نشان‌دهنده آن است که نسبت $\frac{w_i}{w_j}$ قابل‌پذیرش‌تر است.

12 Interval Arithmetic
13 Fuzzy Prioritization Method



شکل شماره (۱): تابع اندازه‌گیری درجه ارضا نسبت $\frac{w_i}{w_j}$

برای یافتن جواب بردار اولویت $(W_1, W_2, \dots, W_n)^T$، این دیدگاه وجود دارد که همه نسبت‌های $\frac{w_i}{w_j}$ باید n(n-1) مقایسه زوجی فازی (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) را برآورده سازند به‌شرط اینکه $i, j = 1, 2, \dots, n$.

بنابراین، در این پژوهش ارزیابی اولویت‌ها به‌عنوان مسأله بهینه‌سازی تدوین شده است:

Min J (w1,w2,...,wn)

$$= \min \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \left[m_{ij} \left(\frac{w_i}{w_j} \right) \right]$$

$$= \min \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \begin{bmatrix} \delta \left(m_{ij} - \frac{w_i}{w_j} \right) \left(\frac{m_{ij} - (w_i/w_j)}{m_{ij} - l_{ij}} \right)^P \\ + \delta \left(\frac{w_i}{w_j} - m_{ij} \right) \left(\frac{(w_i/w_j) - m_{ij}}{u_{ij} - m_{ij}} \right)^P \end{bmatrix}$$

Subject to

$\sum_{k=1}^{n} w_k = 1$, wk >0, k=1,2,...,n.

Where i≠j,P N, and

$$x) = \begin{cases} 0 & , x < 0 \\ 1 & , x \geq 0 \end{cases} \qquad (۱۰)$$

شاخص توان p، یک عدد ثابت می‌باشد و به‌وسیله تصمیم‌گیرندگان در مسأله MCDM خاص انتخاب می‌شود. معمولاً پیشنهاد می‌شود که مقدار p را برابر ۱۰ لحاظ کنیم. تابع $J(W_1, W_2, \dots, W_n)$ غیرقابل‌تمایز است؛ بنابراین الگوریتم جامعی که برای بهینه‌سازی توابع محدب متعارف بکار می‌رفت، برای این مسأله بهینه‌سازی کاربرد ندارد. بدین منظور الگوریتم‌های ژنتیک که توانایی زیادی برای حل مسائل بهینه‌سازی پیچیده با توابع هدف گسسته دارند، برای این مسأله انتخاب شده است.

روش GTMA فازی[۱۴]: تئوری گراف و رویکرد ماتریسی یکی از روش‌های حل مسائل MADM است که ساختاری شبیه به VIKOR و TOPSIS دارد. با استفاده از تئوری گراف و رویکرد ماتریسی، ارتباط بین شاخص‌ها را می‌توان به‌سادگی تحلیل کرد و حتی می‌توان آن‌ها را به معادلات ریاضی تبدیل نمود. کاربرد تئوری گراف به دهه‌های پیشین بازمی‌گردد، زمانی که مسأله قدیمی پل کنیگزبرگ با استفاده از گراف در سال ۱۷۳۶ توسط لئوناردالوئر[۱۵] حل شد. این تئوری در اصل با شاخه‌های بسیاری از ریاضیات مثل تئوری گروه، تئوری ماتریس، تحلیل عددی، احتمال، مکان‌شناسی و مختلط در ارتباط است (Rao, 2007).

گام‌های حل مسأله GTMA فازی به شرح ذیل می‌باشد:

14 Fuzzy Graph theory and matrix approach
15 Leonhard Euler

گام اول (تشکیل ماتریس اهمیت نسبی معیارها): پس از آن که وزن معیارها از طریق روش اولویت‌بندی فازی به دست آمد، این وزن‌ها، ماتریس اهمیت نسبی معیارها را تشکیل می‌دهند.

جدول شماره (۲): ماتریس اهمیت نسبی معیارها

	C_1	C_2	⋯	C_n
C_1	-	f_{12}	⋯	f_{1n}
C_2	f_{21}	-	⋯	⋯
⋯	⋯	⋯	-	⋯
C_m	f_{m1}	⋯	⋯	-
W_j	W_1	W_2	⋯	W_n

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، وزن‌های نرمال شده در سطر آخر قرار می‌گیرند. قطر اصلی این ماتریس خالی می‌باشد و بقیه اعداد براساس وزن‌های به‌دست آمده محاسبه می‌شوند. برای به دست آوردن این اعداد به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$F_{ij} = 1 - f_{ij}, f_{ij} = \frac{w_i}{w_i + w_{j2}} \qquad (۱۱)$$

گام دوم (ایجاد ماتریس نرمال شده تصمیم‌گیری فازی): پس از تشکیل ماتریس اهمیت نسبی، ماتریس تصمیم‌گیری فازی ایجاد می‌شود. این ماتریس در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول شماره (۳): ماتریس تصمیم‌گیری فازی

	C_1			⋯	C_n				
	L	m	U		L	m	U		L
A_1	a_{11}	b_{11}	c_{11}	A_1	a_{11}	b_{11}	c_{11}	A_1	a_{11}
⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯
⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯
A_m	a_{m1}	b_{m1}	c_{m1}	A_m	a_{m1}	b_{m1}	c_{m1}	A_m	a_{m1}

در ادامه، ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال شده به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$c_j^+ = \underset{i}{Max}\, c_{ij} \quad , \quad j \in B;$$

$$a_j^- = \underset{i}{Min}\, a_{ij} \quad , \quad j \in C;$$

$$\tilde{u}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+}\right) \quad , \quad j \in B;$$

$$\tilde{u}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right) \quad , \quad j \in C \qquad (۱۲)$$

با توجه به روش نرمال‌سازی ذکرشده فوق، بازه اعداد مثلثی فازی محدود به $[\circ \ 1]$ می‌باشد.

گام سوم (محاسبه حد پایین ثابت ماتریس فازی): در این گام، حد پایین‌های گزینه اول ماتریس تصمیم نرمال شده را در قطر اصلی ماتریس اهمیت نسبی قرارمی دهیم. سپس با محاسبه دترمینان ماتریس حاصل شده (جدول ۴)، حد پایین ثابت ماتریس گزینه اول به دست می‌آید. برای سایر گزینه‌ها هم به ترتیب، این رویه انجام می‌شود.

جدول شماره (۴): ماتریس حد پایین

	C_1	C_2	⋯	C_n
C_1	a_{11}	f_{12}	⋯	f_{1n}
C_1	f_{21}	a_{12}	⋯	⋯
⋯	⋯	⋯	a_{13}	⋯

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

C_m	f_{m1}	⊀	⊀	a_{1n}

گام چهارم (محاسبه حد میانی ثابت ماتریس فازی): در این مرحله، حد وسط‌های گزینه اول ماتریس تصمیم نرمالایز شده را در قطر اصلی ماتریس اهمیت نسبی قرارمی دهیم. سپس با محاسبه دترمینان ماتریس حاصل شده، حد میانی ثابت ماتریس گزینه اول به دست می‌آید. برای سایر گزینه‌ها هم بدین‌صورت، مقادیر حد میانی ثابت ماتریس محاسبه می‌گردد.

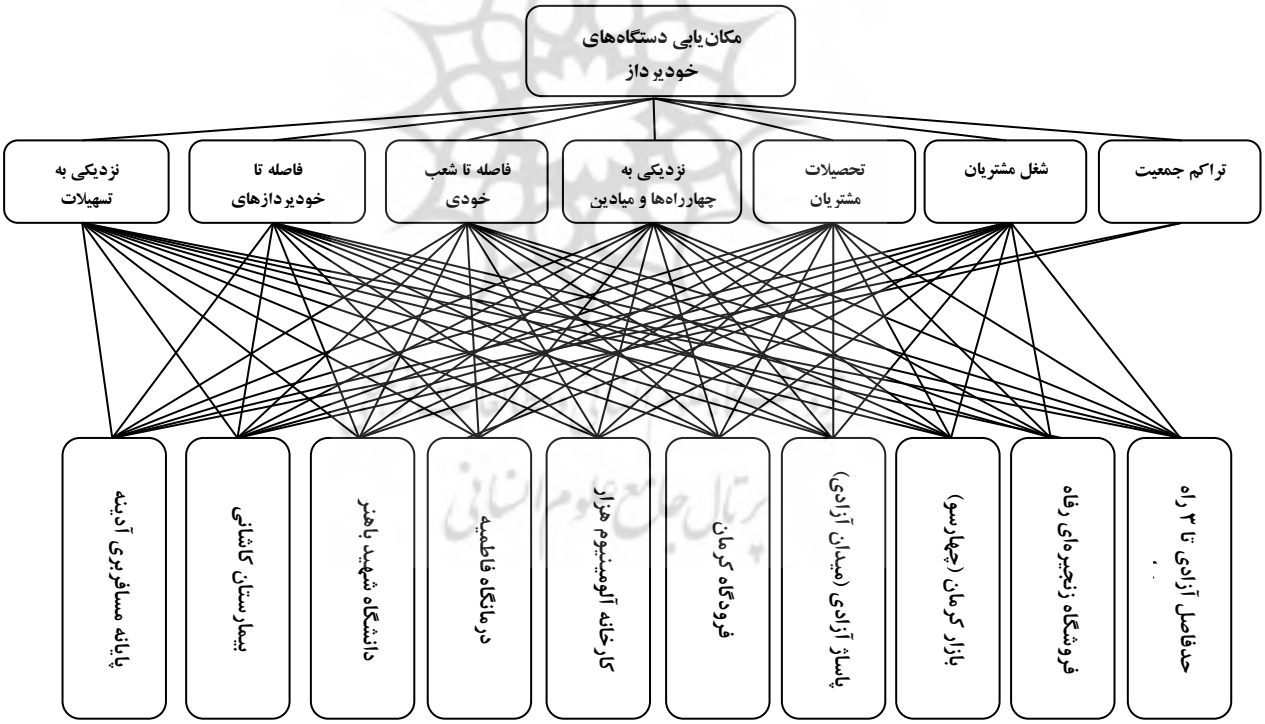
گام پنجم (محاسبه حد بالای ثابت ماتریس فازی گزینه اول): در این گام، همانند دو گام قبلی، حد بالاهای گزینه اول ماتریس تصمیم نرمال شده را در قطر اصلی ماتریس اهمیت نسبی قرارمی دهیم. سپس با محاسبه دترمینان ماتریس حاصل شده، حد بالای ثابت ماتریس گزینه اول به دست می‌آید. برای سایر گزینه‌ها هم به ترتیب، این رویه انجام می‌شود.

گام ششم (ثابت ماتریس فازی): در این مرحله با کنار هم قرار دادن مقادیر ثابت ماتریس گزینه اول، ثابت ماتریس فازی حاصل می‌گردد که به‌صورت ذیل نشان داده می‌شود:

(ثابت ماتریس فازی گزینه اول) = حد بالای ثابت ماتریس، حد میانی ثابت ماتریس، حد پایین ثابت ماتریس

۳- بحث و نتایج

در این بخش ابتدا درخت تصمیم ارائه و پس از آن اجرای مدل مذکور برای مکان‌یابی دستگاه‌های خودپرداز گام به گام بیان می‌شود.



قبل از هر چیز لازم است تا اندیس‌های مدل تعریف گردند: همان‌طور که قبلاً اشاره شد، گروهی متشکل از k تصمیم‌گیرنده $(D^1, D^2, ..., D^k)$ که مسئول ارزیابی m گزینه $(A_1, A_2, ..., A_m)$ بر اساس n معیار $(C_1, C_2, ..., C_n)$ می‌باشند؛ که در آن k = 15 تعداد تصمیم‌گیرندگان و m =10 تعداد مکان‌های کاندید شده و هم‌چنین n = 7 تعداد عوامل مؤثر بر انتخاب مکان بهینه دستگاه‌های خودپرداز می‌باشد. در این فصل از پژوهش، روش‌های مورداستفاده به همراه جداول آن‌ها و همچنین داده‌های جمع‌آوری‌شده نشان داده می‌شود.

به دست آوردن وزن معیارها با استفاده از روش اولویت‌بندی فازی: جهت به دست آوردن وزن معیارها، ازآنجایی‌که مسأله دارای ۷ شاخص است، باید ۲۱ مقایسه زوجی صورت گیرد. در این پژوهش دو پرسشنامه در میان ۱۵ نفر از مدیران، کارشناسان و متخصصان شعب بانک مهر ایران (شهر کرمان) جهت ارزیابی، توزیع و سپس جمع‌آوری گردید. پرسشنامه اول به‌منظور به دست آوردن وزن معیارها مورداستفاده قرارگرفته است و شامل یک جدول است که در آن تصمیم‌گیرنده با استفاده از متغیرهای کلامی که در یک طیف ۵ تایی که در جدول ۵ آورده شده است معیارها را دوبه‌دو با یکدیگر مقایسه می‌کند.

جدول شماره (۵): عبارات کلامی برای تعین اوزان معیارها

مقادیر فازی	عبارات کلامی
(۲و۰و۰)	خیلی ضعیف
(۳و۲و۱)	ضعیف
(۵و۳/۵و۲)	متوسط ضعیف
(۶و۵و۴)	متوسط
(۸و۶/۵و۵)	متوسط خوب
(۷و۹.۸)	خوب
(۱۰و۱۰و۸)	خیلی خوب

در پرسشنامه دوم، تصمیم‌گیرنده هر بار با توجه به یک معیار به همه ۱۰ گزینه با استفاده از متغیرهای زبانی در طیف ۷ تایی زیر امتیاز می‌دهد. (جدول ۶)

جدول شماره (۶): عبارات کلامی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها

مقادیر فازی	عبارات کلامی
(۱/۵و۱و۰/۵)	اهمیت خیلی کم (برابر)
(۲و۱/۵و۱)	نسبتاً مهم‌تر
(۲/۵و۲و۱/۵)	مهم‌تر
(۳و۲/۵و۲)	خیلی مهم‌تر
(۳/۵و۳و۲/۵)	فوق‌العاده مهم‌تر

ازآنجایی‌که ۱۵ تصمیم‌گیرنده در تصمیم‌گیری دخالت دارند، لذا میانگین نظرات کارشناسان مختلف در مورد معیارها محاسبه گردید و به‌صورت ماتریس مقایسه زوجی تجمیعی در نظر گرفته شد.

جدول شماره (۷): ماتریس مقایسه زوجی فازی تجمیعی

	C_1	...	C_7
C_1	(۱و۱و۱)	...	(۰/۲۸و۰/۸۰و۳/۰۰)
C_2	(۰/۲۸و۰/۴۱و۱/۰۰)	...	(۰/۲۸و۰/۴۱و۱/۰۰)
C_3	(۰/۲۸و۰/۴۹و۲/۰۰)	...	(۰/۲۸و۰/۴۲و۱/۰۰)
C_4	(۰/۵۰و۱/۳۴و۳/۰۰)	...	(۰/۲۸و۰/۹۶و۳/۰۰)
C_5	(۰/۲۸و۰/۶۱و۲/۵۰)	...	(۰/۲۸و۰/۴۵و۱/۰۰)
C_6	(۰/۲۸و۰/۹۶و۲/۵۰)	...	(۰/۲۸و۰/۵۰و۲/۵۰)
C_7	(۰/۳۳و۱/۷۰و۳/۵۰)	...	(۱و۱و۱)

در گام بعدی مسأله بهینه‌سازی بیان‌شده در رابطه (۱۰) برای جدول مقایسه زوجی جدول ۷ بسط داده شد که به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Min } J(w_1, w_2, \ldots, w_7) =$$

$$\text{Min } \delta\left(2.5 - \frac{w_1}{w_2}\right)\left(\frac{2.5-(w_1/w_2)}{2.5-1.0}\right)^P + \delta\left(\frac{w_1}{w_2} - 2.5\right)\left(\frac{(w_1/w_2)-2.5}{3.5-2.5}\right)^P +$$

$$\delta\left(2.19 - \frac{w_1}{w_3}\right)\left(\frac{2.19-(w_1/w_3)}{2.19-0.5}\right)^P + \delta\left(\frac{w_1}{w_3} - 2.19\right)\left(\frac{(w_1/w_3)-2.19}{3.5-2.19}\right)^P +$$

$$\delta\left(0.77 - \frac{w_1}{w_4}\right)\left(\frac{0.77-(w_1/w_4)}{0.77-0.33}\right)^P + \delta\left(\frac{w_1}{w_4} - 0.77\right)\left(\frac{(w_1/w_4)-0.77}{2-0.77}\right)^P + \ldots$$

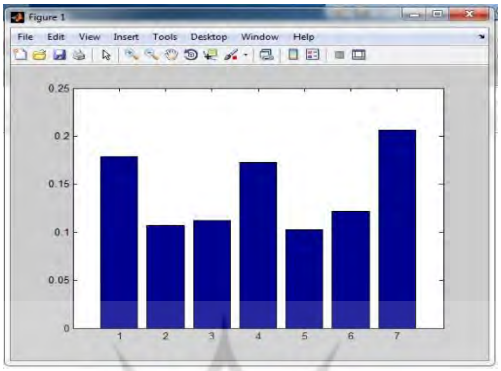
Subject to

$w1 + w2 + w3 + w4 + w5 + w6 + w7 = 1$

$wk > 0$ Where $i \neq j$, $P \in N$, and

$$\delta(x) = \begin{cases} 0 & , x < 0 \\ 1 & , x \geq 0 \end{cases}$$

پس از حل مسأله بهینه‌سازی بسط یافته توسط الگوریتم ژنتیک، وزن‌های نرمال شده معیارها به دست آمد که در جدول ۸ و طی نمودار شکل ۲ نشان داده‌شده است.



شکل شماره (۲): نمودار وزن معیارها

جدول شماره (۸): وزن معیارها با استفاده از اولویت‌بندی فازی

وزن (Wi)	معیار(Cj)	
۰/۱۷۸۵	C_1	تراکم جمعیت
۰/۱۰۶۸	C_2	شغل مشتریان
۰/۱۱۲۲	C_3	تحصیلات مشتریان
۰/۱۷۲۹	C_4	نزدیکی به چهارراه‌ها و میدان‌ها اصلی شهر
۰/۱۰۲۶	C_5	فاصله تا شعب خودی
۰/۱۲۱۶	C_6	فاصله تا ماشین‌های خودپرداز بانک‌های رقیب
۰/۲۰۶۳	C_7	نزدیکی به مراکز خرید و سایر تسهیلات ارائه‌دهنده خدمات

استفاده از روش GTMA فازی: گام اول (ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری فازی): ازآنجایی‌که در این روش ۱۰ گزینه به‌وسیله ۷ معیار مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، جهت به دست آوردن ماتریس تصمیم فازی اولیه باید از اطلاعات مربوط به هر گزینه با توجه به ۷ شاخص که جمع‌آوری شده است، استفاده شود. درنهایت ماتریس کمی شده تصمیم مربوط به ۱۰ گزینه و ۷ شاخص به دست آمد و در جدول ۹ قابل‌مشاهده می‌باشد:

جدول شماره (۹): ماتریس تصمیم‌گیری فازی

ماتریس تصمیم	C_1	...	C_7
A_1	(۷و۸/۴و۱۰)	...	(۰و۳/۴و۱۰)
A_2	(۲و۷/۳و۱۰)	...	(۰و۴و۸)
A_3	(۵و۷و۹)	...	(۰و۲/۱و۸)
A_4	(۱و۳/۸و۶)	...	(۰و۴/۹و۹)
A_5	(۰/۱۰۰/۸و۶)	...	(۰و۱/۴و۶)
A_6	(۰و۴و۸)	...	(۰/۳و۴و۸)

A_7	(۲و۷/۵و۱۰)	...	(۲/۵و۳و۱۰)
A_8	(۷و۷/۲و۱۰)	...	(۵و۶/۵و۱۰)
A_9	(۱و۵/۴و۹)	...	(۱و۵و۱۰)
A_{10}	(۲و۷/۶و۱۰)	...	(۴و۵/۶و۱۰)

گام دوم: ایجاد ماتریس تصمیم نرمال شده فازی

جدول شماره (۱۰): ماتریس تصمیم نرمالایز شده فازی

	C_1	...	C_7
A_1	(۰/۷۰و۰/۸۴و۱/۰۰)	...	(۰/۰۰و۰/۳۴و۱/۰۰)
A_2	(۰/۲۰و۰/۷۳و۱/۰۰)	...	(۰/۰۰و۰/۴۰و۰/۸۰)
A_3	(۰/۵۰و۰/۷۰و۰/۹۰)	...	(۰/۰۰و۰/۲۱و۰/۸۰)
A_4	(۰/۱۰و۰/۳۸و۰/۶۰)	...	(۰/۰۰و۰/۴۹و۰/۹۰)
A_5	(۰/۰۰و۰/۱۸و۰/۶۰)	...	(۰/۰۰و۰/۱۴و۰/۶۰)
A_6	(۰/۰۰و۰/۴۰و۰/۸۰)	...	(۰/۰۰و۰/۳۴و۰/۸۰)
A_7	(۰/۲۰و۰/۷۵و۱/۰۰)	...	(۰/۲۵و۰/۳۰و۱/۰۰)
A_8	(۰/۷۰و۰/۷۲و۱/۰۰)	...	(۰/۵۰و۰/۶۵و۰/۱۰)
A_9	(۰/۱۰و۰/۵۴و۰/۹۰)	...	(۰/۱۰و۰/۵۰و۱/۰۰)
A_{10}	(۰/۲۰و۰/۷۶و۱/۰۰)	...	(۰/۴۰و۰/۵۶و۱/۰۰)

گام سوم: تشکیل ماتریس اهمیت نسبی معیارها

جدول شماره (۱۱): ماتریس اهمیت نسبی معیارهای مؤثر

	C_1	...	C_7
C_1		...	۰/۴۶۳
C_2	۰/۳۷۴	...	۰/۳۴۱
C_3	۰/۳۶۴	...	۰/۳۵۲
C_4	۰/۴۹۲	...	۰/۴۵۵
C_5	۰/۳۸۵	...	۰/۲۳۲
C_6	۰/۴۰۵	...	۰/۳۷۰
C_7	۰/۵۳۶	...	
Wj	۰/۱۷۸	...	۰/۲۰۶

گام چهارم: محاسبه حد پایین ثابت ماتریس فازی

جدول شماره (۱۲): ماتریس حد پایین گزینه اول

A1-l	C_1	...	C_7
C_1	۰/۷۰۰	...	۰/۴۶۳
C_2	۰/۳۷۴	...	۰/۳۴۱
C_3	۰/۳۶۴	...	۰/۳۵۲
C_4	۰/۴۹۲	...	۰/۴۵۵
C_5	۰/۳۸۵	...	۰/۲۳۲
C_6	۰/۴۰۵	...	۰/۳۷۰
C_7	۰/۵۳۶	...	۰/۰۰۰

گام پنجم: محاسبه حد میانی ثابت ماتریس فازی

جدول شماره (۱۳): ماتریس حد میانی گزینه اول

A1-m	C_1	...	C_7
C_1	۰/۸۴	...	۰/۴۶۳
C_2	۰/۳۷۴	...	۰/۳۴۱
C_3	۰/۳۶۴	...	۰/۳۵۲
C_4	۰/۴۹۲	...	۰/۴۵۵
C_5	۰/۳۸۵	...	۰/۲۳۲
C_6	۰/۴۰۵	...	۰/۳۷۰
C_7	۰/۵۳۶	...	۰/۳۴۰

گام ششم: محاسبه حد بالای ثابت ماتریس فازی

جدول شماره (۱۴): ماتریس حد بالای گزینه اول

A1-u	C_1	...	C_7
C_1	۱/۰۰	...	۰/۴۶۳
C_2	۰/۳۷۴	...	۰/۳۴۱
C_3	۰/۳۶۴	...	۰/۳۵۲
C_4	۰/۴۹۲	...	۰/۴۵۵
C_5	۰/۳۸۵	...	۰/۲۳۲
C_6	۰/۴۰۵	...	۰/۳۷۰
C_7	۰/۵۳۶	...	۱/۰۰

گام هفتم: (محاسبه مقادیر ثابت ماتریس فازی): در این گام پس از این که مقادیر ثابت ماتریس برای هرکدام از گزینه‌ها به‌صورت جداگانه محاسبه شد، مقادیر ثابت ماتریس فازی به دست می‌آید که این مقادیر در جدول ۱۵ نشان داده شده است:

جدول شماره (۱۵): مقادیر ثابت ماتریس فازی

کاندید	مقادیر ثابت فازی
A_1	(۱۵/۵۰۹۸و۲۵/۲۰۵۵و۷۱/۴۷۱۴)
A_2	(۱۴/۴۴۴۳و۲۷/۱۹۶۶و۵۶/۵۴۶۳)
A_3	(۱۷/۴۷۴۵و۳۱/۴۷۴۵و۶۵/۸۱۸۰)
A_4	(۱۷/۶۲۷۲و۳۲/۳۴۶۷و۵۸/۱۷۵۶)
A_5	(۱۳/۶۲۵۶و۲۵/۶۲۳۸و۶۵/۳۱۲۲)
A_6	(۱۳/۹۶۲۸و۲۷/۹۷۷۹و۶۷/۵۹۸۵)
A_7	(۱۶/۲۳۵۲و۳۶/۱۲۲۷و۸۸/۲۳۸۹)
A_8	(۲۲/۰۱۱۵و۳۷/۴۷۶۹و۷۵/۹۲۲۹)
A_9	(۱۵/۷۹۰۳و۳۲/۸۳۲۹و۷۱/۳۸۰۷)
A_{10}	(۱۸/۷۰۹۶و۳۹/۵۲۱۳و۸۰/۳۵۳۱)

گام هشتم: تبدیل مقادیر ثابت ماتریس فازی به مقادیر ثابت ماتریس قطعی

جدول شماره (۱۶): ماتریس درجه بزرگی گزینه‌ها نسبت به یکدیگر

درجه بزرگی (V)	A_1	...	A_{10}
A_1		...	۰/۸۹۹۳
A_2	۰/۹۸۰۵	....	۰/۸۹۱۴
A_3	۱	...	۰/۹۳۸۵

A_4	۱	...	۰/۹۳۵۹
A_5	۱	...	۰/۸۹۱۹
A_6	۱	...	۰/۹۱۱۰
A_7	۱	...	۰/۹۷۸۵
A_8	۱	...	۰/۹۸۵۹
A_9	۱	...	۰/۹۵۰۲
A_{10}	۱	...	

در ادامه مقادیر ثابت ماتریس قطعی را که از جدول ۱۶ به دست می‌آید، نرمال کرده و مقادیر ثابت ماتریس قطعی نرمال شده به دست می‌آید که در جدول ۱۷ نشان داده شده است:

جدول شماره (۱۷): مقادیر ثابت ماتریس قطعی نرمالایز شده

کاندید	مقادیر ثابت ماتریس
	۰/۰۹۶۱
A_2	۰/۰۹۲۵
A_3	۰/۱۰۰۲
A_4	۰/۱۰۰۰
A_5	۰/۰۹۳۲
A_6	۰/۰۹۷۳
A_7	۰/۱۰۴۵
A_8	۰/۱۰۴۶
A_9	۰/۱۰۱۵
A_{10}	۰/۱۰۶۸

در روش تئوری گراف و رویکرد ماتریسی، گزینه‌هایی که دارای مقادیر بیشتری از ثابت ماتریس هستند دارای رتبه بالاتری خواهند بود. بنابراین بیشترین مقدار یعنی ۰/۱۰۶۸ مشخص کننده جواب مسأله می‌باشد. یعنی از میان ۱۰ گزینه پژوهش، جواب مسأله، گزینه ده (حدفاصل میدان آزادی تا سه‌راه بهمنیار شهر کرمان) خواهد بود.

باتوجه به هزینه‌های زیاد استقرار دستگاه‌های خودپرداز هدف این پژوهش استفاده از روشی کارآمد برای انتخاب مناسب‌ترین محدوده به منظور افزایش کارآیی و خدمت‌رسانی این دستگاه‌ها است. اکثر پروژه‌هایی که در کشور در زمینه مکان‌یابی انجام گرفته است؛ براساس روش‌های MADM، مدل حمل‌ونقل و برنامه‌ریزی آرمانی و یا با استفاده از GIS صورت گرفته است. هر کدام از این روش‌ها مزایای خاص خود را دارند. به عنوان مثال روش GIS با توجه به پیچیدگی‌های بافت شهری روش مناسبی است اما قادر نیست همه نوع اطلاعات توصیفی بویژه عواملی بسیار کیفی را به صورت مناسب در خود به کار بگیرد. اما در این پژوهش از ترکیب روش‌های FPM-FGTMA برای وزن‌دهی معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده شد. با توجه به محوریت بُرد–بُرد بنگاه‌های اقتصادی در دنیای امروز ، پیشنهاد می‌شود که با استفاده از قضیه نقاط هم ترازی، بانک‌ها و بنگاه‌های اقتصادی متفاوت، با ایجاد یک مجموعه واحد، خودپردازهای خود را روی خطوط هم ترازی به اشتراک بگذارند، بدین صورت انتفاع هر بنگاه به میزان قابل توجهی افزایش یافته و از طرف دیگر جامعه و مصرف کننده‌گان نیز در رفاه بیشتری قرار می‌گیرند. برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود برای به دست آورد وزن معیارها از رویکردهای خاص تصمیم‌گیری چندمعیاره[16] در محیط فازی استفاده شود. همچنین پیشنهاد می‌شود مکان‌یابی تحت محیط فازی تردیدی[17] انجام شود.

٤- منابع

16 MCDM
17 Hesitant Fuzzy

1. Almosavi, Mohammad. (2001). Bank selection criteria employed by college student in Bahrain: an empirical analysis, *international Journal of Bank Marketing*, 19(3), 115-125.
2. Azar, Adel., & Rajabzadeh, Ali. (2002). Practical decision making by MCDM approach. Look knowledge Publishers.
3. Entezari Heravi, Abd Alrsool. (2004). designing of industrial units. Jame Jam Publication, Imam Hossein University.
4. Fathi, Mohammad Reza. (2011). Location Selection of Gas Stations Using of Fuzzy GTMA and Fuzzy Prioritization Method: Tehran Province Gas Company (Master's Thesis). Tehran University Management School.
5. Goli, Ali., Olfat, Laya., Fookordi, Rahim. 2010. Locate ATMs using the Analytic Hierarchy Process (AHP): Case Study: Keshavarzi Bank of Kerman. *Geography and Development Quarterly*, 18(2), 93-108.
6. Jafarnejad Chaghooshi, Ahmad., Fathi, Mohammad Reza., Omidian, Asie., & Karimi Zarchi, Mohammad. (2011). Integration of FPM, fuzzy AHP and ANP Methods in Formulation of Software Industry Strategy: System Group Company. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(9), 1232-1247.
7. Jayaraman, Vaidyanathan., Gupta, R., & Prikul, H. (2003). Selecting Hierarchical Facilities in a Service Operations Environment. European journal of Operation Research, 147(1) 613-628.
8. Kaufmann, Arnold., & Gupta, Madan. M. (1985). Introduction to fuzzy arithmetic: Theory and applications. Van Nostrand Reinhold, New York.
9. Kuo, Ming. Shang. (2011). Optimal location selection for an international distribution center by using a new hybrid method. *Expert system with application*. 38(1), 7208-7221.
10. Mohaghar, Ali., Fathi, Mohammad. Reza., Kashef, Mojtaba., & Paslarzadeh, Sanam. (2011). Applying GTMA and Fuzzy Shannon sEntropy for Vendor Selection: a case study. *Middle- East journal of scientific research*, 9(1), 140-148.
11. Momeni, Mansoor., Fathi, Mohammad. Reza., & Kashef, Mojtaba. (2011). A fuzzy VIKOR approach for plant location selection. *Journal of American Science*, 7(9), 766-771.
12. Moosavi, Naser. (2002). Prioritize and select appropriate locations for banks Farmers using hierarchical analysis technique AHP (Master's Thesis). Tehran University Management School.
13. Olfat, laya., & Fookordi, Rahim. (2011). Explain the deployment of ATM machines. *Journal of Mining Business Management*. 5(1), 74-96.
14. Parks, George. M. (1982). Location: Single and Multiple Facilities. Handbook of Industrial Engineering, Wieley, New York, 10(1) 6-10.
15. Rao, R.Venkata., & Padmanabhan, K.K. (2007). Rapid Prototyping Process Selection Using Graph Theory and Matrix Approach. *Journal of Materials Processing Technology*, 194(1-3), 81˚88.
16. Safari, Hossein., Faghih, Alireza., & Fathi, Mohammad. Reza. (2012), Fuzzy multi-criteria decision making method for facility location selection. *African Journal of Business Management*, 6(1), 206-212.
17. Sadeghi, Shokoofeh. (2008). Optimal placement of distribution centers in the marketing process Taliya using mathematical methods (Master's Thesis). Tehran University Management School.
18. Wang, Ling., Chu, Jian., & Wu, Jun. (2007). Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzy analytic hierarchy process. *Int. J. Production Economics*, 107(1), 151˚163.

19. Zanjirani, Reza., & Asgari, Nasrin. (2007). Combination of MCDM and covering techniques in a hierarchical model foe facility location: a Case Study. *European journal of Operation Research*, 176(1), 1839- 1858.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی