مجله علوم جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، شماره ۳۸، بهار ۱۴۰۱

مکان‌یابی واحدهای صنایع تبدیلی با تأکید بر شاخص‌های توسعه پایدار

سارا جعفریان

استادیار گروه جغرافیا ، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران(نویسنده مسئول)

jamatia.math@gmail.com

محسن عرفانیان امیدوار

دانشیار گروه ریاضی،واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

چکیده

مکان‌یابی با هدف استقرار پروژه‌های مختلف صنعتی، تابعی از سیاست‌ها و تعاملات داخلی و بین‌المللی است که بر مبنای اهداف بلندمدت یک کشور شکل می‌گیرد. در این میان عدم توجه به این مسائل در تدوین استراتژی‌های بخش توسعه ملی و به‌خصوص توسعه پایدار ملی می‌تواند منافع بلندمدت جامعه را تحت تأثیر قرار دهد. مکان‌یابی واحدهای صنعتی بر اساس اصول توسعه پایدار یکی از مؤثرترین سطوح برای دستیابی به توسعه پایدار است. واحدهای صنعتی بر اساس ویژگی‌های توسعه پایدار منجر به هماهنگی اهداف گروه‌های مختلف برنامه ریزان توسعه صنعتی، برنامه ریزان توسعه شهری، بنگاه‌های اقتصادی و اهداف زیست‌محیطی می‌شود. در این مقاله با استفاده از روش سلسله مراتبی دلفی فازی (FDAHP) به تعیین اولویت پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی بر اساس اصول توسعه پایدار پرداخته می‌شود. همچنین با تلفیق روش غیرخطی میخایلوف و مدل تاپسیس (Topsis)، از میان پنج مکان جهت استقرار واحدهای صنایع تبدیلی در استان تهران، مناسب‌ترین مکان را انتخاب می‌گردد. متناسب با روش‌های مذکور، جمع‌آوری داده‌ها با استفاده ازنظر خبرگانی که در زمینه تئوری و عملی مکان‌یابی تخصص داشته‌اند، صورت گرفته است.

کلمات کلیدی

توسعه پایدار؛ مکان‌یابی؛ تاپسیس فازی؛ روش برنامه‌ریزی غیرخطی میخایلوف؛ روش سلسله مراتبی دلفی فازی.

مقدمه

موفقیت در اجرای هر پروژه صنعتی متأثر از عوامل بسیاری است که در تحقق اهداف آن پروژه به اشکال گوناگون نقش دارند. یکی از مهم‌ترین این عوامل، انتخاب مکان مناسب جهت استقرار صنعت موردنظر است که خود تابعی از دیدگاه‌ها و اهداف کلان سیاسی، سرمایه‌گذاری، منابع طبیعی، منابع انسانی، محیط‌زیست و غیره است. به‌منظور ارزیابی مکان‌های مختلف برای احداث واحدهای صنعتی، ضرورت بررسی معیارهای[۱] تأثیرگذار در تصمیم‌گیری برای این امر حائز اهمیت فراوان است. معیارهای مؤثر در انتخاب محل استقرار واحدهای مختلف صنعتی، به عوامل متعددی تقسیم می‌گردد که برحسب نوع صنعت موردنظر، معیارهای تأثیرگذار و حائز اهمیت آن‌ها تغییر پیدا می‌کند [۱-۳]. مطالعات مکان‌یابی[۲] صنعتی به‌عنوان یکی از عناصر کلیدی در موفقیت و بقای مراکز صنعتی مطرح است. در سال‌های اخیر، گسترش روزافزون واحدهای صنعتی و همچنین گسترش وسعت شهرها باعث شده که مکان‌یابی واحدهای صنعتی (شهرک‌های صنعتی) موردتوجه قرار بگیرد [۱, ۴]. در چند دهه قبل برای احداث واحدهای صنعتی بیشتر به عواملی چون: تولید انبوه، هزینه سرمایه‌گذاری کمتر، دسترسی به مواد اولیه، سود بیشتر و ... بسنده می‌کردند ولی در عصر کنونی و آینده، عصر فنّاوری‌های متعادل با اکوسیستم است.

توسعه پایدار را می‌توان برآوردن نیازهای نسل حاضر بدون لطمه زدن به منابع مورداستفاده نسل‌های آینده در جهت برآوردن نیازهای طبیعی‌شان دانست [۵]. توسعه بر اساس قابلیت‌های یک مکان، جایگاه مهمی در یک شهر دارد که از سویی، ابعاد پیچیده اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی توسعه پایدار[۳] و از سویی دیگر، پایایی توسعه در یک جامعه شهری، یعنی تأمین حد مطلوبی از رشد تولید اقتصادی، نرخ اشتغال، رفاه اجتماعی و ... ضرورت توجه به بحث مکان‌یابی مناسب برای توسعه پایدار را می‌رساند [۶]. بنابراین، مکان‌یابی واحدهای صنعتی بر اساس اصول توسعه پایدار یکی از مؤثرترین سطوح برای دستیابی به توسعه پایدار است. با بهره‌گیری از دانش افراد خبره و مروری بر ادبیات، برخی از معیارها و زیرمعیارهای مؤثر در انتخاب محل استقرار واحدهای مختلف صنعتی بر اساس اصول توسعه پایدار در جدول ۱ بیان شده‌اند.

جدول ۱- معیارهای مکان‌یابی

معیار	زیر معیار

[۱] Criteria
[۲] Location
[۳] Sustainable development

عوامل اجتماعی	اشتغال ساختار آموزش بومی شناسی دسترسی به مسکن امکانات پزشکی و بهداشتی خدمات رفاهی مهاجرت بی‌رویه مراکز آموزش عالی دسترسی به بازار محصولات اصلی مجاورت با دیگر صنایع هزینه‌ها ثبات موقعیت بازار دسترسی به تأمین‌کنندگان دسترسی به بازار محصولات فرعی تعداد رقبای آینده هزینه مالیات و گمرک
عوامل زیست‌محیطی	مدیریت محیط اقلیم توپوگرافی آلودگی فاصله از مناطق حفاظت‌شده زلزله‌خیز بودن روان گرایی زمین منطقه بندی
عوامل زیر بنایی	دسترسی به شبکه‌های حمل‌ونقل دسترسی به آب دسترسی به انرژی دسترسی به بازیافت دسترسی به خدمات الکترونیکی دامنه توسعه برای آینده ترافیک پایین در مسیرهای منتهی به نقطه موردنظر دسترسی به مراکز پشتیبانی (ایستگاه آتش‌نشانی، نیروی انتظامی و...) دسترسی به خدمات (تجاری، مالی و قانونی)

عوامل برنامه‌ریزی	وجود طرح‌های توسعه منطقه‌ای وجود طرح‌های توسعه صنعتی وجود طرح‌های طبقه‌بندی اراضی حمایت دولت از طرح خوشه‌بندی صنعتی

در پژوهش [۷]، با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند متغیره (MCDM)، یک مکان مناسب برای احداث نیروگاه برق موردبررسی قرار گرفت. در این تحقیق از روش Topsis و برنامه‌ریزی آرمانی استفاده شد و با استفاده از اطلاعات تاریخی مطالعات مکان‌یابی نیروگاه برق، روش مناسبی ارائه شد. در پژوهش [۸]، با توجه به معیارهای مکان‌یابی شهری و با توجه به مبانی توسعه پایدار، مکان مناسب برای احداث شهر جدید بینالود مورد بررسی قرار گرفت. در پژوهش [۹]، مسائل مکان‌یابی به دو دسته مکان‌یابی تسهیلات مطلوب و تسهیلات نامطلوب تقسیم گردید و با استفاده از روش‌های چندهدفه فازی و برنامه‌ریزی فازی به تشریح تفاوت‌های راه‌حل تسهیلات مطلوب و تسهیلات نامطلوب پرداخته شد. در پژوهش [۱۰]، یک مدل ترکیبی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی برای تعیین مکان احداث شهرک صنعتی تخصصی ریلی ارائه گردید. با استفاده از ترکیب روش‌های Fuzzy AHP و Fuzzy Topsis، یک مدل جدید برای حل مسئله به دست آمد. در پژوهش [۱۱]، مسئله مکان‌یابی و استقرار دستگاه‌های خودپرداز بانک صادرات شهر بوشهر با به‌کارگیری روش‌های AHP و Topsis برای انتخاب مناسب‌ترین مکان به‌منظور افزایش کارایی و خدمات‌رسانی این دستگاه‌ها بررسی و با در نظر گرفتن معیارهای تصمیم‌گیری حاصل از مطالعات مشابه سایر کشورها و نظرات خبرگان و مدیران شعب منتخب بانک صادرات، جایگاه‌های مطلوب استقرار شناسایی گردید. در مقاله مذکور، با بهره‌گیری از تکنیک‌های AHP و Topsis، مناسب‌ترین نقاط استقرار دستگاه‌ها جهت پوشش تقاضای محدوده‌ی موردمطالعه تعیین شد. همچنین در [۱۲]، به اهمیت مطالعات مکان‌یابی قبل از احداث واحد صنعتی پرداخته شد.

این پژوهش، با در نظر گرفتن پتانسیل‌ها و پیشینه‌ی صنایع تبدیلی در استان تهران و همچنین گسترش روزافزون این صنعت در یک دهه اخیر، به ارائه راه‌حلی برای مسئله انتخاب بهترین مکان جهت استقرار واحدهای صنایع تبدیلی در این شهر با استفاده معیارهای توسعه پایدار می‌پردازد. به بیان دقیق‌تر، هدف این پژوهش، توسعه مدل تاپسیس فازی بر اساس معیارهای توسعه پایدار است.

در این پژوهش، به‌منظور اولویت‌دهی مکان‌های موردنظر بر اساس معیارهای توسعه پایدار از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره[۴] فازی استفاده می‌گردد. یکی از این روش‌ها، مدل شباهت به گزینه ایده آل فازی[۵] (Fuzzy Topsis) [۱۳] بوده که در این تحقیق با توسعه مدل شباهت به گزینه ایده آل فازی با استفاده از معیارهای توسعه پایدار و اعداد فازی، مکان مناسب پیشنهاد می‌گردد. همچنین برای وزن دهی پارامترها از روش غیرخطی میخایلوف[۶] [۱۴] استفاده می‌شود. متناسب با روش مذکور، جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از روش دلفی فازی [۱۵] و با اتکا به نظریه خبرگانی که در زمینه تئوری و عملی مکان‌یابی تخصص داشته‌اند صورت گرفت است. مقاله حاضر ازنظر هدف، کاربردی بوده و ازنظر زمان گردآوری داده‌ها، یک پژوهش پیمایشی است. ازآنجاکه جامعه آماری محدود و شامل مدیران منتخب واحدهای صنایع تبدیلی و همچنین خبرگان این صنعت است، از روش سرشماری استفاده می‌شود. قلمرو مکانی پژوهش، شامل پنج مکان در استان تهران جهت استقرار واحدهای صنایع تبدیلی بر اساس اصول توسعه پایدار می‌باشد که به ترتیب در ذیل معرفی می‌شوند:

---

[۴] *Multi criteria decision making (MCDM)*

[۵] *Fuzzy technique for order performance by similarity to ideal solution (FTOPSIS)*

[۶] *Mikhailov*

- شهرک صنعتی شمس‌آباد*(A)*: این شهرک صنعتی در کیلومتر ۴۰ اتوبان تهران-قم قرار دارد. مساحت این شهرک صنعتی ۲۸۹۱ هکتار می‌باشد. این شهرک صنعتی که در سال ۱۳۶۹ به تصویب رسیده است در حال حاضر دارای امکانات آب، برق تلفن و شبکه گازرسانی می‌باشد.
- شهرک صنعتی عباس آباد *(B)*: این شهرک صنعتی در محور تهران-گرمسار در فاصله ۴۵ کیلومتری شهر تهران قرار دارد. مساحت این شهرک صنعتی ۱۰۳۰ هکتار می‌باشد. این شهرک صنعتی که در سال ۱۳۶۹ به تصویب رسیده است در حال حاضر دارای امکانات آب، برق، شبکه گازرسانی، ارتباطات مخابراتی، شبکه جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه‌خانه فاضلاب و... می‌باشد.
- شهرک صنعتی فیروزکوه *(C)*: واقع در محور تهران-فیروزکوه و در کیلومتر ۱۲۰ جاده تهران-فیروزکوه می‌باشد. مساحت این شهرک صنعتی ۲۰۳ هکتار می‌باشد. در این شهرک صنعتی که در سال ۱۳۸۰ به تصویب رسیده است در حال حاضر دارای امکانات آب، برق، شبکه گازرسانی، ارتباطات مخابراتی، شبکه جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه‌خانه فاضلاب و... می‌باشد.
- شهرک صنعتی پرند *(D)*: واقع در ۴۵ کیلومتری جنوب غرب تهران می‌باشد. مساحت این شهرک صنعتی ۳۵۸ هکتار می‌باشد. این شهرک صنعتی که در سال ۱۳۸۱به تصویب رسیده است در حال حاضر دارای امکانات آب، برق، شبکه گازرسانی، ارتباطات مخابراتی، شبکه جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه‌خانه فاضلاب و... می‌باشد.
- شهرک صنعتی پیشوا *(E)*: این شهرک صنعتی در جاده خاوران و در کیلومتر ۴۵ بزرگراه امام رضا ع قرار دارد. مساحت این شهرک صنعتی ۱۱۶۰ هکتار می‌باشد. این شهرک صنعتی که در سال ۱۳۸۳ به تصویب رسیده است در حال حاضر دارای امکانات آب، برق، شبکه گازرسانی، ارتباطات مخابراتی، شبکه جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه‌خانه فاضلاب و... می‌باشد.

روش تحقیق

مدل طراحی‌شده در سه مرحله ارائه می‌شود: مرحله اول مربوط به شناسایی پارامترها بر اساس معیارهای توسعه پایدار است که از روش سلسله مراتبی دلفی فازی استفاده می‌شود. در مرحله دوم با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی و روش توسعه‌یافته میخایلوف، وزن نهایی هریک از معیارها و زیر معیارها محاسبه شده و در مرحله سوم با استفاده از روش Topsis مناسب‌ترین مکان انتخاب می‌شود. در ادامه، به توضیح مراحل پرداخته خواهد شد.

مرحله اول (شناسایی و اولویت‌بندی معیارها)

پس از تعیین پارامترهای مؤثر بر مکان‌یابی بر اساس اصول توسعه پایدار، به‌منظور تعیین وزن پارامترهای مختلف، پرسشنامه‌هایی پس از تعیین روایی و اعتبار برای نظرسنجی کلیه پارامترهای اشاره‌شده تهیه و برای نظرخواهی به خبرگان و برجستگان این صنعت ارسال می‌گردد. در این پرسشنامه با استفاده از متغیرهای زبانی از خبرگان خواسته شده است بسته به نظر شخصی خود و به میزان اهمیت هریک از پارامترها، امتیاز بدون اهمیت (۱)، کم‌اهمیت (۳)، اهمیت متوسط (۵)، بااهمیت (۷)، بسیار بااهمیت (۹)، اختصاص دهند. سپس با استفاده از روش سلسله مراتبی دلفی فازی (FDAHP) معیارها اولویت‌بندی می‌شوند.

مرحله دوم (به دست آوردن وزن نهایی)

این مرحله شامل گام‌های زیر است.

- **طراحی ساختار سلسله مراتبی.** زیر معیارهای مشخص‌شده در مرحله اول به‌صورت سلسله مراتبی رسم می‌شوند.

- **به دست آوردن وزن نسبی و نهایی معیارها.** ابتدا وزن نسبی هر یک از معیارها و زیر معیارها را با استفاده از روش توسعه‌یافته میخایلوف محاسبه می‌گردد. سپس وزن نهایی معیارها از ضرب وزن نسبی زیر معیارها در وزن نسبی سرگروه مربوطه به دست می‌آید.
- **به دست آوردن وزن نسبی هر یک از مکان‌های موردمطالعه.** در این گام، مکان‌های موردمطالعه نسبت به تمامی زیر معیارهای شناسایی‌شده ارزیابی و وزن نسبی هر یک از مکان‌ها در ارتباط با زیرمعیار خاص مشخص می‌شود.

مرحله سوم (رتبه‌بندی مکان‌ها)

در این گام، رتبه نهایی هر یک از مکان‌های موردمطالعه را با استفاده از روش توسعه‌یافته تاپسیس فازی به دست می‌آید.

نتایج

این فصل شامل سه مرحله است. در مرحله اول زیر معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی بر اساس اصول توسعه پایدار شناسایی می‌شوند. در مرحله دوم وزن معیارها را با استفاده از روش‌های فازی محاسبه شده و در مرحله آخر با استفاده از روش Topsis مکان مناسب انتخاب می‌گردد.

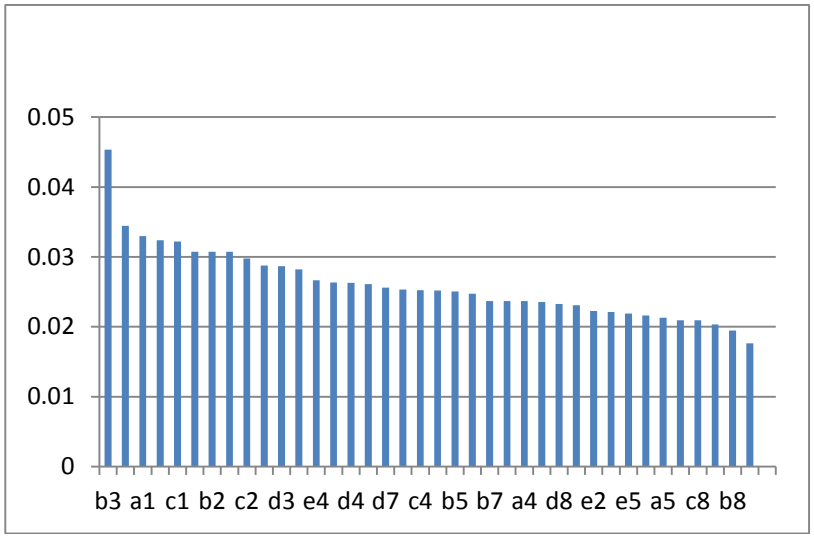
مرحله اول: تجزیه‌وتحلیل اطلاعات

برای شناسایی پارامترهای مؤثر بر مکان‌یابی بر اساس اصول توسعه پایدار ابتدا باید از متخصصان حوزه صنایع تبدیلی نظرسنجی کرده و سپس با استفاده از روش سلسله مراتبی دلفی فازی، اولویت معیارها مشخص می‌گردند. برای تعیین پارامتر مؤثر بر مکان‌یابی، پرسشنامه‌ای برای نظرخواهی به خبرگان و برجستگان در حوزه صنایع تبدیلی، ارسال شد. تعداد افراد تعیین‌شده ۱۰ نفر بود. در این پرسشنامه با استفاده از متغیرهای زبانی، از خبرگان خواسته شده بسته به نظر شخصی خود و به میزان اهمیت، به هریک از پارامترها امتیاز بدون اهمیت (۱)، کم‌اهمیت (۳)، اهمیت متوسط (۵)، بااهمیت (۷)، بسیار بااهمیت (۹)، اختصاص دهند. بر اساس ارزیابی نظرات خبرگان و تحلیل آن‌ها ماتریس مقایسه زوجی متناظر با هریک از پارامترها ازنظر خبرگان مختلف به‌صورت جداگانه برای هر نفر تشکیل شد. تعداد ۱۰ ماتریس مقایسه زوجی ۳۸×۳۸ (۱۴۴۴مؤلفه در کل ۱۴۴۴۰مؤلفه)، ایجاد شد. با بکار بردن مراحل اجرای روش سلسله مراتبی دلفی فازی، ۲۰ زیر معیار اصلی برای مکان‌یابی بر اساس اصول توسعه پایدار مشخص می‌گردد. نتایج حاصل در جدول ۲ و اشکال ۱-۲ آورده شده‌اند.

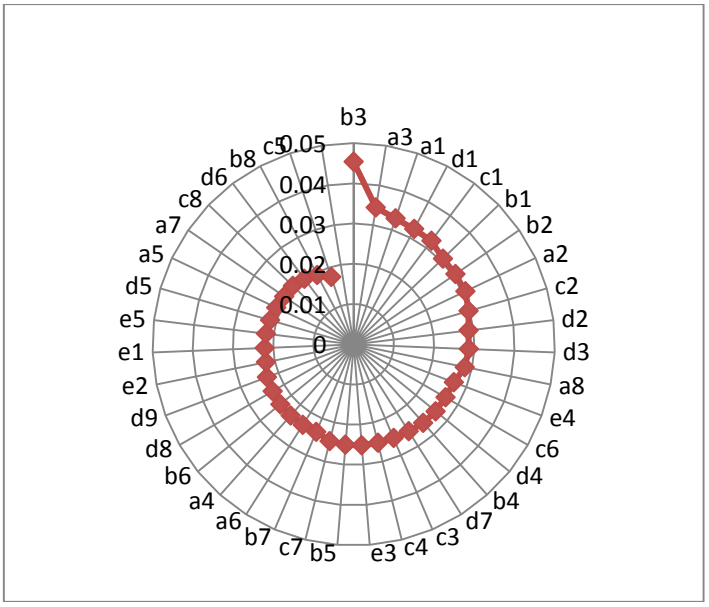
جدول ۲- رتبه‌بندی پارامترهای مؤثر بر مکان‌یابی بر اساس اصول توسعه پایدار

پارامترهای اصلی	نام‌گذاری	اولویت امتیاز	رتبه‌بندی
اشتغال	a_1	۰,۰۳۲۹۶۹	۳
بومی شناسی	a_2	۰,۰۳۰۷۱۲	۸
دسترسی به مسکن	a_3	۰,۰۳۴۴۴۳	۲
امکانات پزشکی و بهداشتی	a_4	۰,۰۲۳۶۵۴	۲۵
خدمات رفاهی	a_5	۰,۰۲۱۲۹۱	۳۳
مهاجرت بی‌رویه	a_6	۰,۰۲۳۶۶۲	۲۴
مراکز آموزش عالی	a_7	۰,۰۲۰۹۵	۳۴
ساختار آموزش	a_8	۰,۰۲۸۲۲۶	۱۲
دسترسی به بازار محصولات اصلی	b_1	۰,۰۳۰۷۵۴	۶
مجاورت با دیگر صنایع	b_2	۰,۰۳۰۷۲۵	۷

هزینه‌ها	b_3	۰,۰۴۵۳۵۹	۱
ثبات موقعیت بازار	b_4	۰,۰۲۶۱۱۴	۱۶
دسترسی به تأمین‌کنندگان	b_5	۰,۰۲۵۰۴۲	۲۱
دسترسی به بازار محصولات فرعی	b_6	۰,۰۲۳۵۲۶	۲۶
تعداد رقبای آینده	b_7	۰,۰۲۳۶۶۹	۲۳
هزینه مالیات و گمرک	b_8	۰,۰۱۹۴۴۲	۳۷
مدیریت محیط	c_1	۰,۰۳۲۱۹	۵
اقلیم	c_2	۰,۰۲۹۷۷۹	۹
توپوگرافی	c_3	۰,۰۲۵۳۳۱	۱۸
آلودگی	c_4	۰,۰۲۵۲۱۲	۱۹
فاصله از مناطق حفاظت‌شده	c_5	۰,۰۱۷۶۲۶	۳۸
زلزله‌خیز بودن	c_6	۰,۰۲۶۳۵۴	۱۴
روان گرایی زمین	c_7	۰,۰۲۴۷۵۳	۲۲
منطقه بندی	c_8	۰,۰۲۰۹۴۵	۳۵
دسترسی به شبکه‌های حمل‌ونقل	d_1	۰,۰۳۲۳۶۹	۴
دسترسی به آب	d_2	۰,۰۲۸۷۵۶	۱۰
دسترسی به انرژی	d_3	۰,۰۲۸۶۵۱	۱۱
دسترسی به بازیافت	d_4	۰,۰۲۶۳۰۵	۱۵
دسترسی به خدمات الکترونیکی	d_5	۰,۰۲۱۶۲۱	۳۲
دامنه توسعه برای آینده	d_6	۰,۰۲۰۳۵۳	۳۶
ترافیک پایین در مسیرهای منتهی به نقطه موردنظر	d_7	۰,۰۲۵۵۹۶	۱۷
دسترسی به مراکز پشتیبانی (ایستگاه آتش‌نشانی، نیروی انتظامی و...)	d_8	۰,۰۲۳۲۵	۲۷
دسترسی به خدمات (تجاری، مالی و قانونی)	d_9	۰,۰۲۳۰۶۸	۲۸
وجود طرح‌های توسعه منطقه‌ای	e_1	۰,۰۲۲۱۰۲	۳۰
وجود طرح‌های توسعه صنعتی	e_2	۰,۰۲۲۲۳۷	۲۹
وجود طرح‌های طبقه‌بندی اراضی	e_3	۰,۰۲۵۲۰۷	۲۰
حمایت دولت از طرح	e_4	۰,۰۲۶۶۷۶	۱۳
خوشه‌بندی صنعتی	e_5	۰,۰۲۱۹۱۱	۳۱



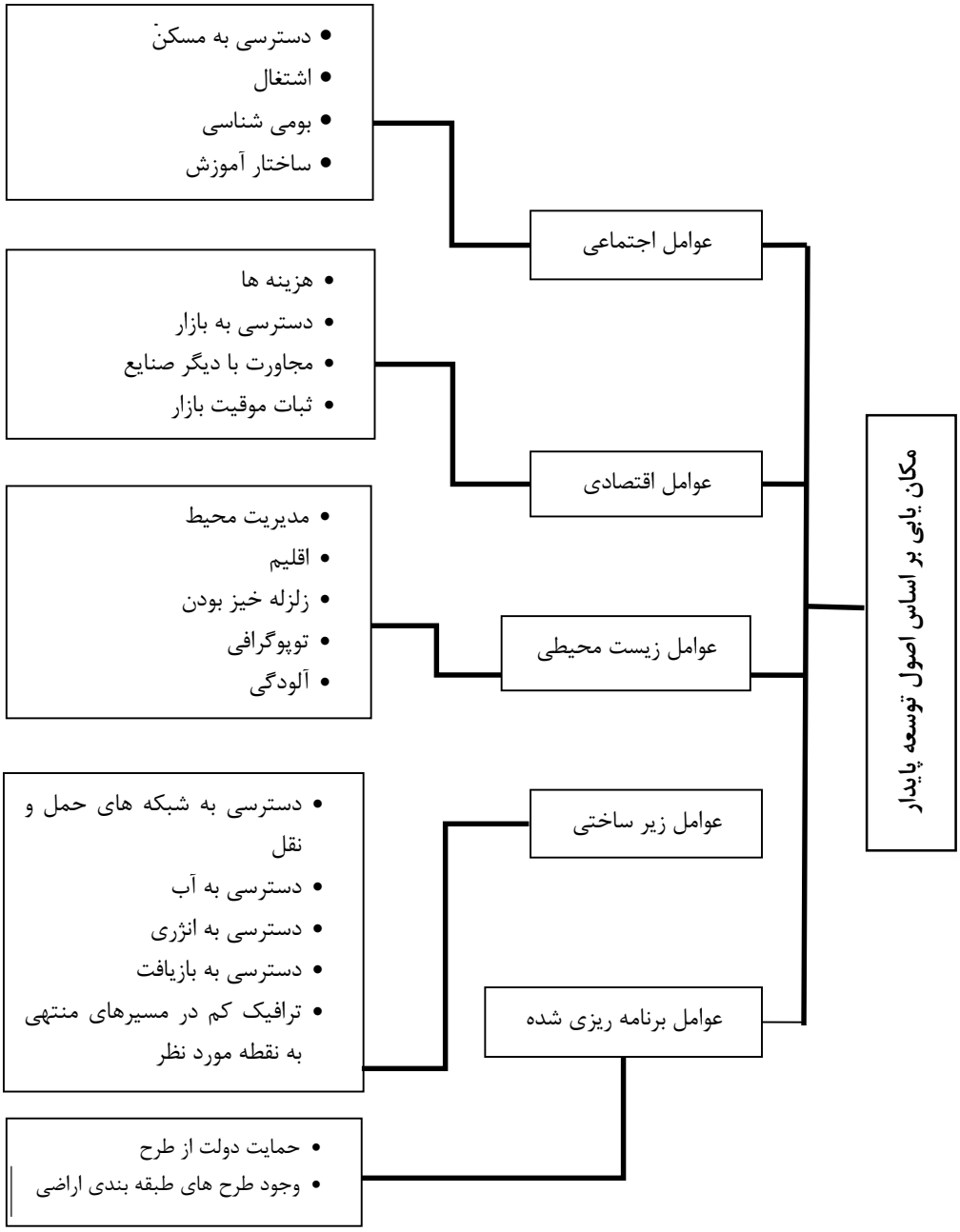
شکل ۱- اولویت پارامترهای مؤثر بر مکان‌یابی



شکل ۲- نمودار راداری اولویت پارامترهای مؤثر بر مکان‌یابی

مرحله دوم: تجزیه‌وتحلیل اطلاعات

ازآنجاکه در این پژوهش وزن معیارها به‌صورت سلسله مراتبی محاسبه می‌شوند، لذا ایجاد ساختار سلسله مراتبی از ضروریات است. ساختار سلسله مراتبی مدل پیشنهادی در شکل ۳ آورده شده است.



شکل ۳- ساختار سلسله مراتبی تحقیق

سپس با ارسال پرسشنامه برای متخصصین، ماتریس مقایسات زوجی فازی بین معیارها به دست آمد. پس از تشکیل ماتریس مقایسه زوجی، با استفاده از الگوریتم توسعه‌یافته میخایلوف و به کمک نرم‌افزار WinQSB وزن معیارها محاسبه می‌شود. در جدول ۳ وزن نسبی بین معیارها نشان داده‌شده است.

جدول ۳- وزن نسبی بین معیارها

معیار	وزن
عوامل اجتماعی	۰.۱۹۷۶
عوامل اقتصادی	۰.۳۳۱۸
عوامل زیست‌محیطی	۰.۲۵۲
عوامل زیرساختی	۰.۲۰۶۲
عوامل برنامه‌ریزی	۰,۱۴۰۹

همان‌طور که مشاهده می‌شود، معیار عوامل اقتصادی بیشترین وزن را بین معیارها دارد و بعدازآن به ترتیب عوامل زیرساختی، اجتماعی، برنامه‌ریزی و زیست‌محیطی قرار دارند. لازم به ذکر است که با توجه به نرم‌افزار WinQSB و الگوریتم میخایلوف مقدار $\lambda = 0.0007$ می‌باشد و این نشان‌دهنده آن است که ماتریس مقایسات زوجی، از سازگاری خوبی برخوردار است ($\lambda > 0$).
در ادامه، با استفاده از افراد خبره و پرسشنامه یک اتفاق‌نظر کلی به‌صورت ماتریس مقایسات زوجی برای تمام زیر معیارها نسبت به معیارهای اصلی (اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، زیرساختی و برنامه‌ریزی) به دست می‌آید. پس از تشکیل ماتریس‌های مقایسات زوجی، با استفاده از الگوریتم توسعه‌یافته میخایلوف و به کمک نرم‌افزار WinQSB وزن زیرمعیارها محاسبه می‌شود.
در ادامه زیر معیارهای عامل اجتماعی (بومی شناسی، اشتغال، دسترسی به مسکن و ساختار آموزشی)، نسبت به هم مورد مقایسه قرار گرفته و وزن هر یک به شرح جدول ذیل به دست آمد.

جدول ۴- وزن نسبی زیر معیارهای عامل اجتماعی

معیار	وزن
دسترسی به مسکن	۰,۰۳۷۳
اشتغال	۰,۲۸۱۲
بومی شناسی	۰,۲۹۸۴
ساختار آموزش	۰,۱۸۴۴

همان‌طور که مشاهده می‌شود، زیرمعیار بومی شناسی از معیار عامل اجتماعی بیشترین وزن را بین زیرمعیارها داشته و بعدازآن به ترتیب زیر معیارهای اشتغال، ساختار آموزش و دسترسی به مسکن قرار دارند. لازم به ذکر است که با توجه به نرم‌افزار WinQSB و الگوریتم میخایلوف مقدار $\lambda = 0.0344$ بوده و این نشان‌دهنده آن است که ماتریس مقایسات زوجی، از سازگاری خوبی برخوردار است.
در جدول ۵، زیر معیارهای عامل اقتصادی (هزینه‌ها، دسترسی به بازار، مجاورت با دیگر صنایع و ثبات موقعیت بازار)، نسبت به هم مورد مقایسه قرار گرفته و وزن هر یک آورده شده است.

جدول ۵- وزن نسبی زیر معیارهای عامل اقتصادی

معیار	وزن
هزینه‌ها	۰,۰۴۲۷
دسترسی به بازار	۰,۱۸۴۴
مجاورت با دیگر صنایع	۰,۲۵۲۷

ثبات موقعیت بازار	۰,۴۲۷۱

همان‌طور که مشاهده می‌شود زیرمعیار ثبات موقعیت بازار از معیار عامل اقتصادی بیشترین وزن را بین زیرمعیارها دارد و بعدازآن به ترتیب زیر معیار مجاورت با دیگر صنایع، دسترسی به بازار و هزینه‌ها قرار دارند. لازم به ذکر است که با توجه به نرم‌افزار WinQSB و الگوریتم میخایلوف مقدار $\lambda = 0.0003$ است که از سازگاری خوبی برخوردار است.

در جدول ۶، زیر معیارهای عامل زیست‌محیطی (مدیریت محیط، اقلیم، زلزله‌خیز بودن، توپوگرافی و آلودگی)، نسبت به هم مورد مقایسه قرار گرفته و وزن هر یک آورده شده است.

جدول ۶- وزن نسبی زیر معیارهای عامل زیست‌محیطی

معیار	وزن
مدیریت محیط	۰,۰۴۷۶
اقلیم	۰,۱۸۴۴
زلزله‌خیز بودن	۰,۳۸۹۲
توپوگرافی	۰,۱۸۹۱
آلودگی	۰,۱۸۹۱

همان‌طور که مشاهده می‌شود زیرمعیار زلزله‌خیز بودن از معیار عامل زیست‌محیطی بیشترین وزن را بین زیرمعیارها دارد و بعدازآن به ترتیب زیر معیار توپوگرافی، آلودگی، اقلیم و مدیریت محیط قرار دارند. لازم به ذکر است که با توجه به نرم‌افزار WinQSB و الگوریتم میخایلوف مقدار $\lambda = 0.1672$ است و این نشان‌دهنده این است که ماتریس مقایسات زوجی، از سازگاری خوبی برخوردار است.

در جدول ۷، زیر معیارهای عامل زیرساختی (دسترسی به شبکه‌های حمل‌ونقل، دسترسی به آب،دسترسی به انرژی، دسترسی به بازیافت و ترافیک پایین)، نسبت به هم مورد مقایسه قرار گرفته و وزن هر یک آورده شده است.

جدول ۷- وزن نسبی زیر معیارهای عامل زیرساختی

معیار	وزن
دسترسی به شبکه‌های حمل‌ونقل	۰,۱۹۷۶
دسترسی به آب	۰,۳۳۱۹
دسترسی به انرژی	۰,۰۲۸۴
دسترسی به بازیافت	۰,۲۰۵۷
ترافیک پایین در مسیرهای منتهی به نقطه موردنظر	۰,۱۴۰۲

همان‌طور که مشاهده می‌شود زیرمعیار دسترسی به آب از معیار عامل زیرساختی بیشترین وزن را بین زیرمعیارها دارد و بعدازآن به ترتیب زیر معیار دسترسی به بازیافت و دسترسی به شبکه‌های حمل‌ونقل، ترافیک پایین و دسترسی به انرژی قرار دارند. لازم به ذکر است که با توجه به نرم‌افزار WinQSB و الگوریتم میخایلوف مقدار $\lambda = 0.0007$ می‌باشد.

در جدول ۸، زیر معیارهای عامل برنامه‌ریزی (حمایت دولت از طرح، وجود طرح‌های طبقه‌بندی اراضی)، نسبت به هم مورد مقایسه قرار گرفته و وزن هر یک آورده شده است.

جدول ۸- وزن نسبی زیر معیارهای عامل برنامه‌ریزی

معیار	وزن
حمایت دولت از طرح	۰,۱۲۴۹
وجود طرح‌های طبقه‌بندی اراضی	۰,۸۷۴۴

همان‌طور که مشاهده می‌شود زیرمعیار وجود طرح‌های طبقه‌بندی اراضی از معیار عامل برنامه‌ریزی بیشترین وزن را بین زیرمعیارها دارد و بعدازآن حمایت دولت از طرح قرار دارد. لازم به ذکر است که با توجه به نرم‌افزار WinQSB و الگوریتم میخایلوف مقدار $\lambda = 1.1591$ می‌باشد که از سازگاری خوبی برخوردار است.

در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (Fuzzy AHP) برای به دست آوردن وزن نهایی یک معیار کافی است وزن زیر معیارها را در وزن بین معیارها ضرب نمود. برای مثال، وزن نهایی عامل اجتماعی از ضرب وزن زیر معیارهای عامل اجتماعی در وزن سرگروه مربوطه به دست می‌آید. وزن نهایی زیر معیارهای مختلف در جداول زیر نشان داده‌شده است.

جدول ۹- وزن نهایی زیر معیارهای عامل اجتماعی

معیار	وزن
دسترسی به مسکن	۰,۰۰۷۳
اشتغال	۰,۰۵۵۵
بومی شناسی	۰,۰۵۸۹
ساختار آموزش	۰,۰۳۶۴

جدول ۱۰- وزن نهایی زیر معیارهای عامل اقتصادی

معیار	وزن
هزینه‌ها	۰,۰۱۴۱
دسترسی به بازار	۰,۰۶۱۱
مجاورت با دیگر صنایع	۰,۰۸۳۸
ثبات موقعیت بازار	۰,۱۴۱۷

جدول ۱۱- وزن نهایی زیر معیارهای عامل زیست‌محیطی

معیار	وزن
مدیریت محیط	۰,۰۰۱۹
اقلیم	۰,۰۰۴۶
زلزله‌خیز بودن	۰,۰۰۹۸
توپوگرافی	۰,۰۰۴۷
آلودگی	۰,۰۰۴۷

جدول ۱۲- وزن نهایی زیر معیارهای عامل زیرساختی

معیار	وزن
دسترسی به شبکه‌های حمل‌ونقل	۰,۰۴۰۷
دسترسی به آب	۰,۰۶۸۴
دسترسی به انرژی	۰,۰۵۱
دسترسی به بازیافت	۰,۰۴۲۴
ترافیک پایین در مسیرهای منتهی به نقطه موردنظر	۰,۰۲۸۹

جدول ۱۳- وزن نهایی زیر معیارهای عامل برنامه‌ریزی

معیار	وزن
حمایت دولت از طرح	۰,۰۱۷۵
وجود طرح‌های طبقه‌بندی اراضی	۰,۱۲۳۲

در این گام، مکان‌های موردنظر جهت استقرار واحدهای صنایع تبدیلی را نسبت به هر یک از زیر معیارها با استفاده از پرسشنامه مورد مقایسه زوجی قرار می‌گیرد. در این مرحله نیز، با استفاده از پرسشنامه یک اتفاق‌نظر کلی به‌صورت ماتریس مقایسات زوجی برای تمام مکان‌ها نسبت به زیر معیارها (دسترسی به مسکن، اشتغال، بومی شناسی و ...) به دست می‌آید. پس از تشکیل ماتریس‌های مقایسات زوجی، با استفاده از الگوریتم توسعه‌یافته میخایلوف و به کمک نرم‌افزار WinQSB وزن‌ها محاسبه می‌شوند.

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، در این پژوهش، از پنج مکان جهت استقرار واحدهای صنایع تبدیلی در استان تهران استفاده شده است که به ترتیب آن‌ها را با حروف A، B، C ، D و E نام‌گذاری شده‌اند. جداول ۱۴-۳۳ وزن نسبی مکان‌های مذکور را نسبت به زیرمعیارهای مختلف نشان می‌دهند.

جدول ۱۴- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار دسترسی به مسکن

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۳۴۶۹
B	۰,۱۱۲۸
C	۰,۱۱۱۱
D	۰,۳۴۱۹
E	۰,۰۷۵۵

جدول ۱۵- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار اشتغال

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۲۲۰۰
B	۰,۱۲۱۷
C	۰,۱۰۴۷
D	۰,۴۳۰۵
E	۰,۱۱۰۰

جدول ۱۶- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار بومی شناسی

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۰۶۰۰
B	۰,۱۵۶۸
C	۰,۲۵۴۹
D	۰,۲۱۰۷
E	۰,۲۱۰۷

جدول ۱۷- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار ساختار آموزش

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۲۵۲۴
B	۰,۱۱۵۹
C	۰,۰۵۴۵
D	۰,۴۹۱۷

E	۰,۰۶۹۱

جدول ۱۸- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار هزینه‌ها

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۲۱۴۴
B	۰,۰۹۹۵
C	۰,۱۲۷۲
D	۰,۴۸۴۴
E	۰,۰۷۱۰

جدول ۱۹- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار دسترسی به بازار

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۳۶۹۸
B	۰,۱۰۵۰
C	۰,۰۷۷۵
D	۰,۳۶۴۲
E	۰,۰۷۳۳

جدول ۲۰- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار مجاورت با دیگر صنایع

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۰۴۷۶
B	۰,۱۸۴۴
C	۰,۳۸۹۲
D	۰,۱۸۹۱
E	۰,۱۸۹۱

جدول ۲۱- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار ثبات موقعیت بازار

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۱۷۳۵
B	۰,۱۶۴۴

C	۰,۰۵۶۹
D	۰,۵۱۴۲
E	۰,۷۶۴

جدول ۲۲- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار مدیریت محیط

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۰۴۸۹
B	۰,۱۹۸۴
C	۰,۴۵۹۳
D	۰,۰۸۴۶
E	۰,۲۰۵۷

جدول ۲۳- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار اقلیم

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۳۷۱۰
B	۰,۰۸۸۶
C	۰,۰۹۳۶
D	۰,۳۶۹۸
E	۰,۰۶۹۹

جدول ۲۴- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار زلزله‌خیز بودن

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۰۰۱۲
B	۰,۱۶۳۱
C	۰,۱۷۴۷
D	۰,۳۰۹۰
E	۰,۱۱۹۰

جدول ۲۵- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار توپوگرافی

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۰۶۳۳
B	۰,۱۳۲۰
C	۰,۱۲۸۶
D	۰,۵۵۰۸
E	۰,۰۸۲۵

جدول ۲۶- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار آلودگی

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۳۶۵۹
B	۰,۱۱۳۵
C	۰,۰۷۰۴
D	۰,۳۵۸۹
E	۰,۰۷۷۰

جدول ۲۷- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار دسترسی به شبکه‌های حمل‌ونقل

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۱۸۸۳
B	۰,۱۵۶۶
C	۰,۱۱۰۱
D	۰,۴۳۴۲
E	۰,۰۸۹۸

جدول ۲۸- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار دسترسی به آب

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۰۲۸۱
B	۰,۰۹۷۷
C	۰,۱۹۹۱

D	۰,۳۴۵۰
E	۰,۱۰۵۹

جدول ۲۹- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار دسترسی به انرژی

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۳۵۷۴
B	**۰,۱۴۴۴**
C	۰,۰۳۰۵
D	**۰,۲۵۷۱**
E	۰,۱۰۱۰

جدول ۳۰- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار دسترسی به بازیافت

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۰۴۷۹
B	۰,۱۸۶۷
C	۰,۴۰۲۳
D	۰,۱۶۹۰
E	۰,۱۸۶۷

جدول ۳۱- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار ترافیک پایین در مسیرهای منتهی به نقطه موردنظر

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۰۸۲۱
B	۰,۰۵۱۱
C	۰,۴۶۱۱
D	۰,۲۰۶۹
E	۰,۱۹۶۴

جدول ۳۲- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار حمایت دولت از طرح

مکان موردنظر	وزن

A	۰,۰۸۲۶
B	۰,۰۵۳۴
C	۰,۴۶۸۹
D	۰,۱۹۶۵
E	۰,۱۹۶۵

جدول ۳۳- وزن نسبی مکان‌ها نسبت به زیر معیار وجود طرح‌های طبقه‌بندی اراضی

مکان موردنظر	وزن
A	۰,۰۰۱۱
B	۰,۱۶۳۱
C	۰,۱۷۳۸
D	۰,۳۰۸۹
E	۰,۱۱۹۰

مرحله سوم: تجزیه‌وتحلیل اطلاعات

پس از محاسبه تمامی وزن‌ها، وزن نهایی مطابق جدول ۳۴ به دست می‌آید. برای یافتن مکان مناسب جهت استقرار واحدهای صنایع تبدیلی در استان تهران از تکنیک Topsis استفاده می‌شود. بر این اساس، از نرم‌افزار Topsis استفاده شده است. مطابق با شاخص شباهت مندرج در جدول ۳۵، برای استقرار واحدهای صنایع تبدیلی در استان تهران بر اساس اصول توسعه پایدار، مکان D بالاترین اولویت را دارد. در شکل ۴ اولویت مکان‌ها نشان داده‌شده است.

جدول ۳۴- وزن نهایی

معیار	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
وزن	۰,۰۰۷۳	۰,۰۵۵۵	۰,۰۵۸۹	۰,۰۳۶۴	۰,۰۱۴۱	۰,۰۶۱۱	۰,۰۸۳۸	۰,۱۴۱۷	۰,۰۰۱۹	**۰,۰۰۴۶**
A	۰,۳۴۶۹	۰,۲۲۰۰	۰,۰۶۰۰	۰,۲۵۲۴	۰,۲۱۴۴	۰,۳۶۹۸	۰,۰۴۷۶	۰,۱۷۳۵	۰,۰۴۸۹	**۰,۳۷۱۰**
B	۰,۱۱۲۸	۰,۱۲۱۷	۰,۱۵۶۸	۰,۱۱۵۹	۰,۰۹۹۵	۰,۱۰۵۰	۰,۱۸۴۴	۰,۱۶۴۴	۰,۱۹۸۴	**۰,۰۸۸۶**
C	۰,۱۱۱۱	۰,۱۰۴۷	۰,۲۵۴۹	۰,۰۵۴۵	۰,۱۲۷۲	۰,۰۷۷۵	۰,۳۸۹۲	۰,۰۵۶۹	۰,۴۵۹۳	**۰,۰۹۳۶**
D	۰,۳۴۱۹	۰,۴۳۰۵	۰,۲۱۰۷	۰,۴۹۱۷	۰,۴۸۴۴	۰,۳۶۴۲	۰,۱۸۹۱	۰,۵۱۴۲	۰,۰۸۴۶	**۰,۳۶۹۸**
E	۰,۰۷۵۵	۰,۱۱۰۰	۰,۲۱۰۷	۰,۰۶۹۱	۰,۰۷۱۰	۰,۰۷۳۳	۰,۱۸۹۱	۰,۰۷۶۴	۰,۲۰۵۷	**۰,۰۶۹۹**
λ	۰,۱۵۲۶	۰,۰۰۰۳	۰,۰۰۰۳	۰,۰۰۰۷	۰,۲۹۷۴	۰,۷۵۵۸	۰,۱۶۷۲	۰,۹۹۱۸	۰,۳۶۸۸	**۰,۲۴۱۱**

معیار	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{18}	C_{19}	C_{20}
وزن	۰,۰۰۹۸	۰,۰۰۴۷	۰,۰۰۴۷	۰,۰۴۰۷	۰,۰۶۸۴	۰,۰۵۱	۰,۰۴۲۴	۰,۰۲۸۹	۰,۰۱۷۵	**۰,۱۲۳۲**

A	۰,۰۰۱۲	۰,۰۶۳۳	۰,۳۶۵۹	۰,۱۸۸۳	۰,۰۲۸۱	۰,۳۵۷۴	۰,۰۴۷۹	۰,۰۸۲۱	۰,۰۸۲۶	**۰,۰۰۱۱**
B	۰,۱۶۳۱	۰,۱۳۲۰	۰,۱۱۳۵	۰,۱۵۶۶	۰,۰۹۷۷	۰,۱۴۴۴	۰,۱۸۶۷	۰,۰۵۱۱	۰,۰۵۳۴	**۰,۱۶۳۱**
C	۰,۱۷۴۷	۰,۱۲۸۶	۰,۰۷۰۴	۰,۱۱۰۱	۰,۱۹۹۱	۰,۰۳۰۵	۰,۴۰۲۳	۰,۴۶۱۱	۰,۴۶۸۹	**۰,۱۷۳۸**
D	۰,۳۰۹۰	۰,۵۵۰۸	۰,۳۵۸۹	۰,۴۳۴۲	۰,۳۴۵۰	۰,۲۵۷۱	۰,۱۶۹۰	۰,۲۰۶۹	۰,۱۹۶۵	**۰,۳۰۸۹**
E	۰,۱۱۹۰	۰,۰۸۲۵	۰,۰۷۷۰	۰,۰۸۹۸	۰,۱۰۵۹	۰,۱۰۱۰	۰,۱۸۶۷	۰,۱۹۶۴	۰,۱۹۶۵	**۰,۱۱۹۰**
λ	۰,۰۰۲۹	۰,۰۰۰۲	۱,۰۰۰	۰,۳۲۱۲	۰,۰۰۰۸	۰,۶۹۵۰	۰,۱۱۶۵	۰,۴۹۹۷	۰,۵۲۶۰	**۰,۰۰۳۱**

جدول ۳۵- شاخص شباهت

مکان	وزن شاخص شباهت
A	۰,۲۵۸۸
B	۰,۳۲۲۰
C	۰,۴۱۱۹
D	۰,۷۱۶۹
E	۰,۵۲۸۱

نتیجه‌گیری

روش‌های زیادی برای به دست آوردن وزن نهایی مکان‌ها وجود دارد. در این پژوهش با استفاده از رویکرد منطق فازی و استفاده از متغیرهای زبانی جهت حل مسئله مکان‌یابی جهت استقرار واحدهای صنایع تبدیلی در استان تهران استفاده گردید. مدل پیشنهادی در سه مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول زیر معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی بر اساس اصول توسعه پایدار با استفاده از روش سلسله مراتبی دلفی فازی (FDAHP) انتخاب گردید و در مرحله دوم وزن نهایی معیارها را با استفاده از روش توسعه‌یافته میخایلوف و نرم‌افزار WinQSB به دست آمد. در انتها، با استفاده از روش تلفیقی تاپسیس سلسله مراتبی فازی مکان مناسب انتخاب گردید. با حل مسئله مکان‌یابی مشخص گردید که بهترین مکان برای استقرار واحدهای صنایع تبدیلی در استان تهران بر اساس اصول توسعه پایدار، شهرک صنعتی پرند است.

در مطالعات آینده در این زمینه می‌توان پارامترهای بیشتری را مورد مطالعه قرارداد. همچنین می‌توان از افراد خبره بیشتری در این زمینه استفاده کرد. حوزه دیگری برای مطالعات آینده می‌توان حل این مسئله در شهرک‌های صنعتی سایر شهرها با کاربری‌های مختلف باشد.

منابع

[۱] م. نیکبخت, ه. عطایی, and ب. دادرس, "ارزیابی و مکان یابی واحدهای صنعتی با استفاده از روش AHP مورد مطالعه : منطقه صنعتی دولت آباد," presented at the کنفرانس بین المللی علوم و مهندسی, ۱۳۹۴. Available: https://civilica.com/doc/۴۲۴۳۹۷

[۲] س. سجودی and س. دیانتی, "عوامل مؤثر بر مکان یابی صنایع غذایی استان آذربایجان شرقی (مقایسه اولویت مناطق شهری و روستایی)," اقتصاد فضا و توسعه روستایی, vol. ۸, no. ۱ (پیاپی ۲۷), ۱۳۹۸, pp. -.

[۳] م. یاسوری, "بررسی وضعیت استقرار صنایع و مکان یابی شهرک های صنعتی در شهرستان مشهد," آمایش سرزمین, vol. ۵, no. ۲, pp. -, ۱۳۹۲.

[۴] ب. نظری, ا. فیلی, and ع. ثابت, "بررسی عوامل موثر بر مکان یابی واحدهای صنعتی با توجه به شاخص های توسعه پایدار با استفاده از تکنیک دیمتل," presented at the نخستین کنفرانس ملی مدیریت، اخلاق و کسب و کار, شیراز, ۱۳۹۸.

[۵] ر. صابری فر, "اصول اساسی توسعه پایدار," (in fa), فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی « سپهر», vol. ۱۳, no. ۵۲, pp. ۴۱-۴۶, ۲۰۰۵.

[۶] ع. اسماعیل زاده, ل. رشیدیان, and م. میرآلانق, "اصول و مبانی توسعه پایدار و مفهوم پایداری," presented at the همایش ملی معماری، عمران و توسعه نوین شهری, تبریز, ۱۳۹۳.

[۷] ف. پارسی مهر and م. جوادی نیا, "مکان یابی بهینه جهت احداث نیروگاه حرارتی با استفاده از GIS و تصمیم گیری چند معیاره Fuzzy AHP و TOPSIS-مطالعه موردی," presented at the کنفرانس بین المللی یافته های نوین پژوهشی در مهندسی صنایع و مهندسی مکانیک, تهران, ۱۳۹۴.

[۸] ع. ثقه اسلامی, م. زمانی شاندیز, ه. ضیایی, and پ. گشایشی, "معیارهای مکانیابی شهرهای جدید با توجه به مبانی توسعه پایدار نمونه موردی شهر جدید بینالود," presented at the اولین کنفرانس بین المللی توسعه پایدار و عمران شهری, اصفهان, ۱۳۹۰.

[۹] م. تقوی فرد, س. موسوی, م. حیدر, and س. مجتهدی, "ارائه یک مدل جدید چند هدفه فازی به منظور مکان یابی تسهیلات نامطلوب," presented at the پنجمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع, تهران, ۱۳۸۶.

[۱۰] ا. ح. رضا and غ. ر. فروغ, "ارایه ی یک مدل ترکیبی از روشهای تصمیم گیری چندمعیاره فازی برای تعیین مکان احداث شهرک صنعتی تخصصی ریلی," (in eng), *Journal of Operational Research and Its Applications*, Research vol. ۸, no. ۴, pp. ۰-۰, ۲۰۱۲.

[۱۱] ج. ا. کبوتری, م. هاشمی, and س. شاکری, "بکارگیری AHPوTOPSIS در مکانیابی و استقرار دستگاههای خودپرداز (مطالعه:استقرار دستگاههای خودپرداز بانک صادرات شهر بوشهر)," presented at the چهارمین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت شهری, مشهد, ۱۳۹۱.

[۱۲] ف. علی and گ. ک. ابراهیم, "مسایل مکان یابی مراکز صنعتی," ماهنامه تدبیر, ۱۳۸۷, vol. ۱۹۶.

[۱۳] S. Nădăban, S. Dzitac, and I. Dzitac, "Fuzzy TOPSIS: A General View," *Procedia Computer Science*, vol. ۹۱, pp. ۸۲۳-۸۳۱, ۲۰۱۶/۰۱/۰۱/ ۲۰۱۶.

[۱۴] L. Mikhailov, "Group prioritization in the AHP by fuzzy preference programming method," *Computers & operations research*, vol. ۳۱, no. ۲, pp. ۲۹۳-۳۰۱, ۲۰۰۴.

[۱۵] A. Ishikawa, M. Amagasa, T. Shiga, G. Tomizawa, R. Tatsuta, and H. Mieno, "The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration," *Fuzzy sets and systems*, vol. ۵۵, no. ۳, pp. ۲۴۱-۲۵۳, ۱۹۹۳.

Location of conversion industry units with emphasis on sustainable development indicators

Abstract
Location to establish various industrial projects is a function of domestic and international policies and interactions based on a country's long-term goals. Meanwhile, not paying attention to these issues in formulating national development sector strategies, especially sustainable national development, can affect the long-term interests of society. Locating industrial units based on the principles of sustainable development is one of the most effective levels for achieving sustainable development. Industrial units based on the characteristics of sustainable development lead to the coordination of the goals of different groups of industrial development planners, urban development planners, economic enterprises, and environmental goals. In this paper, using the Fuzzy Delphi Hierarchical Method (FDAHP), the priority of effective parameters in location based on the principles of sustainable development is determined. Also, by combining Mikhailov's non-linear method and Topsis model, the most suitable place is selected from among five places to establish conversion industry units in Tehran province. Following the mentioned methods, data collection has been done using experts who have specialized in the theory and practice of location.

Keywords
Sustainable Development; Location; Fuzzy topsis; Mikhailov nonlinear programming method; Fuzzy Delphi hierarchical method.