

توسعه مدل مکان‌یابی فراملیتی با استفاده از ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و مدل‌های پوششی مکان‌یابی در شرایط عدم اطمینان

فهمیه روحی^۱، سیدبابک ابراهیمی^۲، حمید کتابیان^۳

چکیده: تصمیم‌های مختلف شرکت‌هایی که در محیط پویای بین‌الملل در حال فعالیت‌اند (مانند تصمیم‌های مربوط به مکان‌یابی این شرکت‌ها) در معرض عدم فراوانی قرار دارد. در این پژوهش، به مسئله استقرار تسهیلات کارخانه‌ای در سطح فراملیتی در شرایط نبود اطمینان پرداخته می‌شود و مدلی یکپارچه برای برنامه‌ریزی راهبردی و عملیاتی مکان‌یابی یک شرکت با این شرایط ارائه می‌شود. مدل ارائه‌شده در سطح راهبردی با توجه به شاخص‌های اقتصاد بین‌الملل، ارزش کشورهای بالقوه را برای استقرار تسهیلات تعیین می‌کند. سه هدف اصلی مورد نظر عبارت‌اند از: پیدا کردن کمترین تعداد واحدهای تسهیلاتی، استقرار آنها در بهترین نقاط بالقوه (کشورها) و کمینه کردن هزینه‌های حمل‌ونقل در تخصیص واحدهای تسهیلاتی به کشورهای متقاضی با وارد کردن پارامترهای غیرقطعی در توابع هدف و محدودیت‌های مدل. برای تشریح بیشتر کاربرد این رویکرد، یک مسئله مکان‌یابی برای یک شرکت بین‌المللی فعال در صنعت داروسازی اروپا تشریح شده است.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری چندمعیاره، تکنیک پوشش مکان‌یابی، شرایط نبود اطمینان، مکان‌یابی بین‌الملل.

۱. کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشکده صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

۲. استادیار مهندسی صنایع، دانشکده صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

۳. کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشکده صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۲۴

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۲۴

نویسنده مسئول مقاله: سیدبابک ابراهیمی

E-mail: b_ebrahimi@kntu.ac.ir

مقدمه

در اقتصاد جهانی قرن بیست و یکم، مشتریان دیگر در یک نقطه متمرکز نیستند، بلکه در سطح جهان پخش شده‌اند. این مشتریان همچنان محصولات و خدمات باکیفیت و ارزان قیمت می‌خواهند. این روند علاوه بر ائتلاف‌های سیاسی، اقتصادی، تجاری و راهبردی بین ملت‌ها، موجب به وجود آمدن بازارهای پویای جهانی نیز شده است (کنل و سیدهارثا، ۲۰۰۲). پورتر (۱۹۹۸) اظهار می‌کند دستیابی به مزیت رقابتی برای سازمان‌ها مستلزم داشتن منابع عالی و رضایتمندی مشتری است. او معتقد است سازمانی که تسهیلات خود را در مکان مناسبی مستقر می‌کند، از یک مزیت هزینه‌ای عالی بهره‌مند می‌شود. همچنین، سازمان‌ها باید فعالیت‌های اصلی خود را کارا تر و اثربخش‌تر انجام دهند تا مزیت رقابتی بیشتری نسبت به رقبای کسب کنند. از نظر وی فعالیت‌های اصلی عبارت‌اند از: لجستیک داخلی، عملیات تولیدی، لجستیک خارجی، بازاریابی، فروش و خدمات پس از فروش. او اظهار می‌کند مکان این فعالیت‌ها نقش کلیدی در موفقیت و آینده کسب و کار در بازارهای داخلی و جهانی دارد. در نتیجه، تحقیق در مورد مدل‌های بهینه مکان‌یابی بین‌الملل برای سازمان‌ها ضرورت دارد که در نهایت موجب دستیابی به مزیت رقابتی می‌شود.

هدف از این پژوهش، ایجاد درک و شناختی عمیق‌تر، شناسایی کاربردهای متنوع و تکنیک‌های به کار گرفته شده از علم و هنر مکان‌یابی، ارائه راهکاری مناسب در تصمیم‌گیری و انتخاب مکان در سطح بین‌الملل برای کمک به سازمان‌ها در دستیابی به اهداف راهبردی و عملیاتی آنهاست. مهم‌ترین اهداف تحقیقاتی این پژوهش را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

- ارائه مدلی یکپارچه در زمینه مکان‌یابی بین‌الملل در سطح راهبردی و عملیاتی
- ارائه رویکردی برای وارد کردن شاخص‌های مربوط به نظریه اقتصاد بین‌الملل در تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل در صنعتی ویژه در شرایط عدم اطمینان
- به کارگیری تکنیک پوششی با ظرفیت محدود برای حل مسئله مکان‌یابی بین‌الملل

پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، بسیاری از بخش‌های جهان نسبت به گذشته شاهد آزادی‌های اقتصادی و سیاسی بیشتری بوده‌اند، بر این اساس شرکت‌ها می‌توانند برای انطباق بیشتر با اقتصاد جهانی در حال رشد، تسهیلات خود را در این مناطق مستقر کنند. به مرور زمان، شرکت‌ها به منظور ارضای تقاضای روبه‌رشد مشتریان خود مکان‌هایی را برای استقرار تسهیلات انتخاب می‌کنند که بیشترین نزدیکی را به نقاط تقاضا دارند و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه‌اند. از یک دیدگاه

می‌توان مدل‌های موجود در زمینه مکان‌یابی بین‌الملل را در دو گروه طبقه‌بندی کرد: اولین گروه، مدل‌هایی هستند که در حوزه نظری تجارت بین‌الملل قرار می‌گیرند و از نظر اقتصاد کلان به این مسئله نگاه می‌کنند. این مدل‌ها در درک اقتصاد کلان و انتخاب‌های کلان تجاری و سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی بسیار سودمندند، اما مسائل مربوط به تصمیم‌های مکان‌یابی برای یک سازمان مشخص را مدنظر قرار نمی‌دهند (دو و سارکیس، ۲۰۱۰). دومین گروه، مدل‌هایی در سطح سازمان‌ها هستند که از دید نظری به مدل‌های تصمیم‌گیری انتخاب تأمین‌کننده نزدیک‌اند (ناراسیمهان، گوپتا، فوستر و نیراج، ۲۰۰۶). در طبقه‌بندی دیگر، مکان‌یابی بین‌الملل را می‌توان به دو گروه مطالعات کیفی و کمی تقسیم کرد. بخش مهمی از مطالعات کیفی در زمینه مکان‌یابی بین‌الملل، فاکتورها و معیارهایی را شناسایی و معرفی می‌کنند که بر تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل تأثیرگذارند. در مطالعات کمی، از مدل‌های مختلفی مثل برنامه‌ریزی احتمالی، بهینه‌سازی عدد صحیح مختلط و... استفاده می‌شود. در جدول ۱، خلاصه‌ای از پژوهش‌ها در این زمینه با استفاده از مدل‌های کمی می‌آید.

جدول ۱. مروری بر مطالعات کمی در زمینه مکان‌یابی بین‌الملل

نویسنده	نوع مدل	هدف	تقاضا	ظرفیت	شاخص‌های اقتصادی		
					تورم	نرخ تبدیل	تعرفه
سیام (۲۰۰۰)	برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط	کمینه‌کردن هزینه	✓	✓			
کنل و دس (۲۰۰۲)	برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط	بیشینه‌کردن سود	✓	✓			
سارکیس و سوندراراج (۲۰۰۲)	مدل بهینه‌سازی حمل‌ونقل	کمینه‌کردن هزینه حمل‌ونقل	✓				
هاجی نیکلا و کومار (۲۰۰۲)	برنامه‌ریزی آرمانی	بیشینه‌سازی سود	✓	✓	✓		
ورتر (۲۰۰۲)	برنامه‌ریزی شکسته خطی	کمینه‌کردن هزینه	✓	✓			
هاماد و گوالدا (۲۰۰۸)	برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح	کمینه‌کردن هزینه‌های لجستیک	✓	✓	✓	✓	
کنبلات، چلست و کارگ (۲۰۰۷)	درخت تصمیم و نظریه مطلوبیت چندشاخصه	بیشینه‌کردن ارزش کل و زیر هدف کمینه‌کردن هزینه				✓	
چنگ و چن (۲۰۱۲)	برنامه‌ریزی شکسته خطی و نیوتن رافسون ^۱	بهینه‌سازی بودجه و قیمت محصولات	✓	✓			

به‌طور کلی، هدف اصلی این مدل‌ها تعیین کشوری برای استقرار تسهیلات مورد نظر خود است، به‌نحوی که هزینه کل حداقل شود یا سود بعد از مالیات حداکثر شود (کنل و دس، ۲۰۰۲). تمام تصمیم‌گیری‌ها در این حوزه با قطعیت کامل همراه نیست و گاهی عدم اطمینان در روند تصمیم‌گیری تأثیرگذار است. از این‌رو، در این زمینه مطالعات زیادی با در نظر گرفتن عدم اطمینان در بعضی از موارد مانند تقاضا صورت گرفته است. جدول ۲ تعدادی از پژوهش‌های صورت گرفته به‌همراه پارامترهای دارای نبود اطمینان را نشان می‌دهد.

جدول ۲. مروری بر مدل‌های مکان‌یابی بین‌الملل با شرایط عدم اطمینان

نویسنده	عدم اطمینان مدنظر قرار گرفته
هدر و جاکر (۱۹۸۵)	قیمت، نرخ تبدیل
هدر و دینسر (۱۹۸۶)	نرخ تبدیل، قیمت و هزینه‌های ثابت
آرنتیزن، براون، هریسون و ترافتون (۱۹۹۵)	زمان توسعه محصول
ویدال و گتسچالکس (۲۰۰۱)	نرخ ارز، نوسان‌های تقاضا، قابلیت اطمینان تأمین‌کننده
کنل و خوماوالا (۱۹۹۷)	تقاضا، قیمت، تعرفه و هزینه‌ها
مهمد و یوسف (۲۰۰۴)	نرخ بهره و نرخ ارز
گه، لیم و منگ (۲۰۰۷)	تقاضا، نرخ تبدیل، نرخ مالیات و تعرفه
دس و سنگوپتا (۲۰۰۹)	تقاضا و زمان حمل‌ونقل

با توجه به در نظر گرفتن پارامترهای گوناگون در این حوزه مانند عدم اطمینان یا روش‌های مختلف تصمیم‌گیری، می‌توان مهم‌ترین تحقیقات صورت گرفته را با توجه به این پارامترها مانند جدول ۳ خلاصه کرد.

مکان‌یابی پوشش از جمله زمینه‌های بسیار مهم در مسائل مکان‌یابی است و موجب صرفه‌جویی اقتصادی و زمانی می‌شود، اما با مرور ادبیات پی می‌بریم این مسئله در سطح بین‌الملل بسیار کم بررسی شده است. همچنین، مطالعات مربوط به تحقیق در عملیات و علوم مدیریت در حوزه مکان‌یابی بین‌الملل، تا به حال به‌طور صریح نظریه‌های اقتصاد کلان را (در قالب پارامتر، محدودیت یا متغیر تصمیم) در مدل‌های خود به کار نگرفته‌اند. ضمن اینکه تاکنون مدلی یکپارچه ارائه نشده است که به تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل در دو سطح راهبردی و عملیاتی در شرایط عدم اطمینان توجه کند. در بیشتر مدل‌های ارائه شده در زمینه مکان‌یابی بین‌الملل، اهداف به صورت حداقل کردن هزینه یا حداکثرسازی سود هستند و در ادبیات مدلی مشاهده نمی‌شود که به صورت توأم اهداف حداقل‌سازی هزینه (حداکثر کردن سود) و بیشینه کردن

مطلوبیت کشورهای انتخابی (براساس شاخص‌های اقتصاد بین‌الملل) را مد نظر قرار دهد. درحقیقت، بسیاری از مطالعاتی که از فاکتورهای حائز اهمیت برای انتخاب مکان تسهیلات در سطح بین‌الملل استفاده کرده‌اند، بر نظریه‌های سنتی تأکید می‌کنند که بیشتر به توانمندی‌های طبیعی یک کشور (مثل نیروی کار ارزان، منابع طبیعی، دسترسی به تأمین‌کنندگان، آب‌وهوا و...) توجه دارند و نمی‌توانند تجارت بین‌الملل امروز را توضیح دهند. همچنین، مدل‌های ارائه‌شده در زمینه مکان‌یابی بین‌الملل، در شرایط عدم اطمینان بسیار اندک‌اند و بیشتر آنها پارامترهای محدودی را در نظر می‌گیرند. استفاده از پارامترهای بازه‌ای - که در مدل این پژوهش از آن استفاده شد - به تصمیم‌گیران امکان می‌دهد تا طیف گسترده‌ای از پارامترها و مشخصه‌ها را به صورت غیرقطعی در مسئله خود لحاظ کنند. در این زمینه، جدول ۳ براساس شکاف‌های تحقیقاتی ذکرشده، مقایسه‌ای را میان پژوهش‌های موجود در ادبیات و تحقیق حاضر انجام داده است. شایان ذکر است در پژوهش حاضر برای اعتبارسنجی مدل پیشنهادشده، از صنعت داروسازی و مؤلفه‌ها و خبرگان این صنعت ویژه استفاده شد.

جدول ۳. طبقه‌بندی مسائل مکان‌یابی بین‌الملل براساس مرور ادبیات صورت‌گرفته

استفاده از روش‌های MCDM		مسائل پوششی با ظرفیت محدود	عدم اطمینان	فراملیتی در صنعتی ویژه	موارد در نظر گرفته‌شده نویسنده
MODM	MADM				
✓				✓	هافمن و اشنايدر جانز (۱۹۹۴)
			✓	✓	آرتنيزن و همكاران (۱۹۹۵)
✓	✓			✓	بدري (۱۹۹۹)
			✓		مهمد (۱۹۹۹)
	✓			✓	سارکيس و سوندراج (۲۰۰۲)
	✓				کنبلات و همكاران (۲۰۰۷)
			✓		گه و همكاران (۲۰۰۷)
				✓	هاماد و گوالدا (۲۰۰۸)
	✓			✓	چو، هسو و چن (۲۰۰۸)
	✓				صفری و جلالی (۱۳۹۰)
			✓		دوگان (۲۰۱۲)
			✓		دی روزا، هارتمان، گيهار و ولنوبر (۲۰۱۴)
✓	✓	✓	✓	✓	تحقیق حاضر

روش پژوهش

مسائل مربوط به مکان‌یابی تسهیلات، مسائلی پیچیده‌اند و مانند بسیاری از مسائل دنیای واقعی به فاکتورهای متعددی بستگی دارند. این پیچیدگی از فاکتورهای کمی و کیفی متعدد- که بر انتخاب‌های تعیین مکان تأثیر می‌گذارند- و همچنین روابط بین این فاکتورها و عدم اطمینان‌های مربوط به مؤلفه‌های دخیل در این نوع مسائل ناشی می‌شود. در نتیجه، در این زمینه برای اتخاذ تصمیم درست باید تمام این فاکتورها را مدنظر قرار داد. از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه^۱، معمولاً برای حل مسائل تصمیم‌گیری پیچیده استفاده می‌شود. بسیاری از این تکنیک‌ها می‌توانند طیف گسترده‌ای از فاکتورهای کمی و کیفی را ارزیابی کنند. در بیشتر این تکنیک‌ها مقادیر وزن‌ها و داده‌های ماتریس تصمیم به صورت دقیق بیان می‌شوند، در حالی که در بسیاری از موارد، این نوع داده‌ها برای تشریح مدل‌ها در موقعیت‌های واقعی (مانند مسئله تحقیق حاضر) چندان مناسب نیستند و تعیین دقیق این مقادیر امری مشکل یا غیرممکن است. در نتیجه، در این تحقیق از تکنیک ویکور^۲ توسعه داده شده برای داده‌های بازه‌ای برای مدنظر قراردادن نبود اطمینان در داده‌های ماتریس تصمیم استفاده شد. تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه برای ارزیابی و رتبه‌دهی گزینه‌های تصمیم بسیار ایده‌آل‌اند، اما نمی‌توانند محدودیت‌های موجود در محیط تصمیم را مدنظر قرار دهند. یکی از اهداف تحقیق حاضر، یافتن کمترین تعداد کشورهایی است که برای استقرار تسهیلات به کار می‌روند و پرداختن به این هدف از طریق یک مدل پوششی مکان‌یابی میسر می‌شود؛ بنابراین، برای نیل به اهداف چندگانه طی چندین فاز، از یک روش ترکیبی چندشاخصه و برنامه‌ریزی و مدل‌سازی ریاضی استفاده شد که در ادامه توضیح داده می‌شود.

فاز اول: بررسی و تعیین مشخصه‌های تأثیرگذار بر مطلوبیت یک کشور برای استقرار

تسهیلات در صنعت داروسازی

در این فاز تلاش می‌شود تا مشخصه‌های مؤثر بر مطلوبیت یک کشور برای انتخاب در زمینه استقرار تسهیلات در صنعت داروسازی بررسی و تعیین شود. به این منظور، از شاخص‌های به‌کاررفته در گزارش رقابت‌پذیری جهانی^۳ برای تعیین ارزش کشورهای بالقوه برای استقرار تسهیلات استفاده شد. در گزارش‌های این سالنامه، از بیش از صد شاخص در قالب دوازده ستون اصلی استفاده شد. در جدول ۴، ستون‌های اصلی مربوط به رقابت‌پذیری کشورها آورده می‌شود.

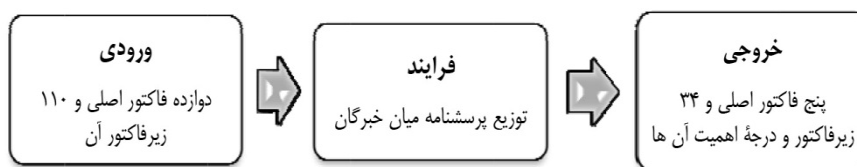
1. Multi Attribute Decision Making (MADM)

2. VIKOR

3. GCR

جدول ۴. شاخص‌های به‌کاررفته در گزارش رقابت‌پذیری جهانی

شماره	شاخص	شماره	شاخص
۱	مؤسسات	۷	کارایی بازار نیروی کار
۲	زیرساخت‌ها	۸	توسعه بازار مالی
۳	محیط اقتصاد کلان	۹	آمدگی فناوریانه
۴	بهداشت و آموزش	۱۰	اندازه بازار
۵	آموزش عالی	۱۱	پیچیدگی تجارت
۶	کارایی بازار کالا	۱۲	نوآوری



شکل ۱. فاز اول روش از دیدگاه سیستماتیک

فاز دوم: تعیین Q_i بازه‌ای برای ارزیابی مطلوبیت کشورها

در این فاز از تکنیک ویکور بازه‌ای برای تعیین Q_i بازه‌ای استفاده می‌شود. در مدل چندهدفه‌ای که در فاز بعدی ارائه می‌شود، کمینه کردن Q_i به‌عنوان یکی از اهداف وارد مسئله می‌شود و بیشینه‌شدن مطلوبیت کشورهای انتخابی برای استقرار تسهیلات را تضمین می‌کند. اعداد بازه‌ای مربوط به ماتریس تصمیم از داده‌های دو شماره گزارش رقابت‌پذیری جهانی در سال‌های مختلف استخراج شده است.

تکنیک ویکور توسعه داده‌شده برای مسائل تصمیم‌گیری با داده‌های بازه‌ای

صیادی، حیدری و شهان آگی (۲۰۰۹) تکنیک ویکور توسعه داده‌شده را برای مسائل تصمیم‌گیری با داده‌های بازه‌ای توسعه دادند. همان‌طور که گفته شد، اعداد فاصله‌ای برای حل مسائل تصمیم‌گیری در شرایط نبود اطمینان بسیار مناسب‌اند؛ بنابراین، در تکنیک ویکور توسعه داده‌شده

از تکنیک ویکور برای حل مسائل تصمیم‌گیری با معیارهای چندشاخصه با داده‌های فاصله استفاده می‌شود. در این قسمت، این روش را شرح می‌کنیم:
فرض کنید ماتریس تصمیم با داده‌های فاصله‌ای به صورت زیر مفروض باشد:

جدول ۵. ماتریس تصمیم با داده‌های فاصله‌ای

	C_1	C_2	...	C_n
A_1	$[f_{11}^L, f_{11}^U]$	$[f_{12}^L, f_{12}^U]$...	$[f_{1n}^L, f_{1n}^U]$
A_2	$[f_{21}^L, f_{21}^U]$	$[f_{22}^L, f_{22}^U]$
...
A_m	$[f_{m1}^L, f_{m1}^U]$	$[f_{m2}^L, f_{m2}^U]$...	$[f_{mn}^L, f_{mn}^U]$

به طوری که A_1, \dots, A_m, A_n گزینه‌های ممکن و C_1, C_2, \dots, C_n مجموعه معیارهای تصمیم هستند. از آنجا که تعیین مقدار هر یک از گزینه‌ها بر حسب معیارها به صورت دقیق میسر نیست، به صورت بازه‌ای $[f_{ij}^L, f_{ij}^U]$ در نظر گرفته می‌شوند که معرف مقادیر گزینه A_i بر حسب معیار C_j هستند. w_j نیز بیانگر وزن معیار C_j است.
الگوریتم روش ویکور توسعه یافته شامل مراحل زیر است:

الف) تعیین نقاط ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی

$$A^* = \{f_1^*, \dots, f_n^*\} = \{(\max f_{ij}^U | j \in I) \text{ or } (\max f_{ij}^L | j \in J)\} \quad \text{رابطه ۱}$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

$$A^- = \{f_1^-, \dots, f_n^-\} = \{(\max f_{ij}^L | j \in I) \text{ or } (\max f_{ij}^U | j \in J)\} \quad \text{رابطه ۲}$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

که در آن I اندیس معیارهایی از جنس سود و J اندیس معیارهایی از جنس هزینه است. A^* و A^- به ترتیب نقاط ایده‌آل مثبت و منفی هستند.

(ب) محاسبه مقادیر $[S_i^L, S_i^U]$ و $[R_i^L, R_i^U]$ به‌ازای $i = 1, 2, \dots, m$

$$S_i^L = \sum_{j \in I} W_j \left(\frac{f_j^* - f_{ij}^U}{f_j^* - f_j^-} \right) + \sum_{j \in J} W_j \left(\frac{f_{ij}^L - f_{ij}^U}{f_j^- - f_j^*} \right), \quad i = 1, \dots, m \quad \text{رابطه ۳}$$

$$S_i^U = \sum_{j \in I} W_j \left(\frac{f_j^* - f_{ij}^L}{f_j^* - f_j^-} \right) + \sum_{j \in J} W_j \left(\frac{f_{ij}^U - f_{ij}^L}{f_j^- - f_j^*} \right), \quad i = 1, \dots, m \quad \text{رابطه ۴}$$

$$R_i^U = \max \left\{ w_j \left(\frac{f_j^* - f_{ij}^U}{f_j^* - f_j^-} \right) j \in I, w_j \left(\frac{f_{ij}^L - f_j^*}{f_j^- - f_j^*} \right) j \in J \right\}, \quad i = 1, \dots, m \quad \text{رابطه ۵}$$

$$R_i^L = \max \left\{ w_j \left(\frac{f_j^* - f_{ij}^L}{f_j^* - f_j^-} \right) j \in I, w_j \left(\frac{f_{ij}^U - f_j^*}{f_j^- - f_j^*} \right) j \in J \right\}, \quad i = 1, \dots, m \quad \text{رابطه ۶}$$

(ج) محاسبه مقادیر $[Q_i^L, Q_i^U]$

$$Q_i^L = v \frac{(S_i^L - S^*)}{(S^- - S^*)} + (1 - v) \frac{(R_i^L - R^*)}{(R^- - R^*)} \quad \text{رابطه ۷}$$

$$Q_i^U = v \frac{(S_i^U - S^*)}{(S^- - S^*)} + (1 - v) \frac{(R_i^U - R^*)}{(R^- - R^*)} \quad \text{رابطه ۸}$$

به‌طوری‌که

$$S^* = \min S_i^L, \quad S^- = \max S_i^U \quad \text{رابطه ۹}$$

$$R^* = \min R_i^L, \quad R^- = \max R_i^U \quad \text{رابطه ۱۰}$$

در روابط بالا، v وزن راهبردی است.

(د) براساس تعاریف روش ویکور، گزینه‌ای به‌عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌شود که به‌ازای $i = 1, 2, \dots, m$ دارای کمترین مقدار Q_i باشد. از آنجاکه در این نوع مسائل، مقادیر Q_i به‌صورت بازه‌ای است، توسعه روشی برای مقایسه بین بازه‌ها لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد. صیادی و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش خود روشی را معرفی کردند که بر مبنای سطح خوش‌بینی تصمیم‌گیر، بازه‌ها را مقایسه و آنها را رتبه‌بندی می‌کند. البته در پژوهش حاضر، به‌منظور تعیین کمترین مقادیر Q_i ، این مقادیر به‌صورت یک تابع هدف کمینه‌سازی در مسئله چندهدفه وارد می‌شود که در ادامه توضیح داده می‌شود.



شکل ۲. فاز دوم روش از دیدگاه سیستماتیک

فاز سوم: مدل پوششی مکان‌یابی - تخصیص

در این فاز، از یک مدل پوششی چندهدفه برای یافتن مکان بهترین کشورها استفاده می‌شود. قبل از توضیح مدل، تعریف پارامترها و متغیرهای مدل و سپس مدل ریاضی ارائه می‌شود.

پارامترها

h_i^L, h_i^R : کران‌های احداث مبدأ i ام

q_i^L, q_i^R : کران‌های ضریب مطلوبیت احداث مبدأ i ام

S_i^L, S_i^R : کران‌های میزان ظرفیت تولید مبدأ i ام

D_i^L, D_i^R : کران‌های میزان تقاضای مقصد z ام

a_{iz} : اگر فاصله i و z کمتر از شعاع پوشش باشد یک و در غیر این صورت صفر

d_{iz} : فاصله مبدأ و مقصد

M : عدد بزرگ (بزرگ‌تر یا مساوی تعداد کل مقصدها)

R : شعاع پوشش

متغیرها

x_i : متغیر صفر و یک برای تصمیم در احداث مبدأ i ام

y_{iz} : متغیر صفر و یک برای تخصیص مبدأ i ام به مقصد z ام

$$\text{Min}z_1 = \sum_i^m [h_i^L, h_i^R] \times x_i \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

$$\text{Min}z_2 = \sum_i^m [q_i^L, q_i^R] \times x_i \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

توسعه مدل مکان‌یابی فراملیتی با استفاده از ترکیب روش‌های... ۷۵۳

$$\text{Min} z_3 = \sum_i^m \sum_j^n 20 \times d_{ij} \times y_{ij} \quad \text{رابطه ۱۳}$$

S.t.

$$M \times x_i \geq \sum_j^n y_{ij}, \forall i \quad \text{رابطه ۱۴}$$

$$\sum_i^m y_{ij} = 1, \forall j \quad \text{رابطه ۱۵}$$

$$y_{ij} \leq a_{ij}, \forall i, j \quad \text{رابطه ۱۶}$$

$$\sum_j^m [D_j^L, D_j^R] \times y_{ij} \leq [S_i^L, S_i^R], \forall i \quad \text{رابطه ۱۷}$$

$$x_i, y_{ij} \in \{0, 1\} \quad \text{رابطه ۱۸}$$

توابع هدف

z_1 : تابع هدف اول برای کمینه کردن تعداد تسهیلات استقرار یافته (به‌ازای هزینه‌های احداث متفاوت)

z_2 : تابع هدف دوم برای کمینه کردن مقادیر Q_i (بیشینه کردن مطلوبیت کشورهای بالقوه برای استقرار تسهیلات)

z_3 : تابع هدف سوم برای کمینه کردن هزینه حمل‌ونقل

محدودیت‌ها

۱. اگر مبدأ i وجود داشته باشد و این مبدأ در تخصیص‌های صورت گرفته انتخاب نشود، مقصدی نیز برای این مبدأ وجود نخواهد داشت؛ بنابراین، متغیر تخصیص به آن صفر در نظر گرفته می‌شود؛

۲. در نظر گرفتن حداقل یک مبدأ به‌ازای هر مقصد؛

۳. محدودیت در زمینه رعایت ظرفیت عرضه مبدأها؛

۴. محدودیت در مورد رعایت شعاع پوشش در انتخاب مسیر.

در مدل بالا، x_i متغیر صفر و یک است. در صورتی که گزینه i (کشور بالقوه برای استقرار تسهیلات) برای استقرار تسهیلات مناسب باشد، مساوی یک و در غیر این صورت مساوی صفر است. متغیر y_{iz} نیز یک متغیر صفر و یک مربوط به تخصیص کشورهای حمایت‌شونده (i) به کشورهای حمایت‌کننده (z) است. شایان ذکر است q_i^L, q_i^R (یا ضرایب مربوط به تعیین مطلوبیت کشورها) با استفاده از روش ویکور بازه‌ای و از مرحله قبل به دست آمده‌اند.

تابع هدف اول تضمین می‌کند حداقل تعداد کارخانه تأسیس شده است. تابع هدف دوم با کمیته‌سازی مقدار Q_i که در مرحله قبل از روش ویکور بازه‌ای به دست آمد، مطلوبیت کشورهای بالقوه را برای استقرار تسهیلات بیشینه می‌کند. تابع هدف سوم به کمیته‌سازی هزینه حمل‌ونقل در تخصیص کشورهای حمایت‌کننده (i) و کشورهای حمایت‌شونده (z) می‌پردازد. در این تابع هدف، عدد ۲۰ ضریب هزینه ثابت حمل‌ونقل میان هر مبدأ و مقصد است. محدودیت اول برای این است اگر مبدأ i وجود داشته باشد و این مبدأ در تخصیص‌های صورت‌گرفته انتخاب نشود، مقصدی نیز برای این مبدأ وجود نخواهد داشت؛ بنابراین، متغیر تخصیص به آن صفر در نظر گرفته می‌شود. محدودیت دوم برای این است که به‌ازای هر مقصد یک مبدأ در نظر گرفته شود. محدودیت سوم مربوط به رعایت شعاع پوشش در انتخاب مسیر است. در این محدودیت $A = [a_{ij}]$ ، ماتریس پوشش نامیده می‌شود. محدودیت چهارم مربوط به رعایت ظرفیت عرضه مبدأهاست و اینکه مجموع تقاضای مقصدها از مجموع عرضه مبدأها بیشتر نباشد.



شکل ۳. فاز سوم روش از دیدگاه سیستماتیک بازه‌ای

یافته‌های پژوهش

به‌منظور بررسی مدل ریاضی ارائه‌شده، مسئله‌ای مطرح شد تا کارایی و دقت الگوریتم ارائه‌شده بررسی شود:

یک شرکت داروسازی در حال ارزیابی پنج کشور بالقوه در اروپا برای استقرار تسهیلات کارخانه است. مسافت این کارخانه تا مقصد نباید بیشتر از مقدار مشخصی (۸۸۱ کیلومتر) باشد تا داروی تولیدشده فاسد نشود. کشورهای کاندیدا برای استقرار تسهیلات این کارخانه عبارت‌اند از:

فرانسه، آلمان، سوئد، انگلستان و مجارستان. این کارخانه‌های تولیدی قرار است یازده کشور اروپایی دیگر (نروژ، فنلاند، دانمارک، رومانی، ایتالیا، اسپانیا، بلغارستان، اوکراین، اتریش، ایرلند و لهستان) را پوشش دهند.

درحقیقت، سیستم مورد بررسی ما از دو نوع مکان تشکیل شده است:

الف) کشورهای که تسهیلات در آنها استقرار می‌یابند (حمایت‌کننده‌ها):^۱ تعداد محدود و ثابتی کشور برای احداث تسهیلات وجود دارد (فرانسه، آلمان، سوئد، انگلستان و مجارستان) که ظرفیت تولیدی قابل‌تخمینی دارند، اما اینکه کدام کشورها برای استقرار کارخانه انتخاب شوند و نیز تعداد آنها نامشخص است و باید در مسئله تعیین شوند.

ب) کشورهای متقاضی محصولات (حمایت‌شونده‌ها):^۲ این کشورها در مسئله مشخص‌اند و نیازی به تعیین تعداد و مکان آنها نیست. تقاضای این کشورها برای محصول موردنظر نیز قابل تخمین است.

در روابط بین کشورهای حمایت‌کننده و کشورهای حمایت‌شونده محدودیت‌هایی وجود دارد: هر کشور حمایت‌کننده تعداد مشخصی از حمایت‌شونده‌ها را پوشش می‌دهد و هر کشور حمایت‌شونده نیز فقط به یک کشور حمایت‌کننده تخصیص می‌یابد.

برای پرداختن به مسئله مکان‌یابی بین‌الملل - که تحقیق حاضر بر آن تمرکز دارد - سه فاز جداگانه معرفی شده است که درواقع مکمل یکدیگرند. در فاز اول، با استفاده از نظر خبرگان مهم‌ترین فاکتورها و زیرفاکتورهای مؤثر بر مسئله مکان‌یابی در سطح بین‌الملل (با توجه به شاخص‌های مربوط به نظریه اقتصاد بین‌الملل که در گزارش رقابت‌پذیری جهانی آمده است) رتبه‌دهی می‌شوند. در فاز دوم، با به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره ویکور بازه‌ای، کشورهای بالقوه برای استقرار تسهیلات با توجه به فاکتورهای وزن‌دهی شده توسط خبرگان در فاز اول و نیز شرایط و مشخصه‌های مختلف این کشورها از لحاظ فاکتورهای مدنظر وزن‌دهی می‌شوند. اطلاعات مربوط به شرایط و مشخصه‌های این کشورها از گزارش‌های رقابت‌پذیری جهانی به‌دست‌آمده است (گزارش ۲۰۰۹ - ۲۰۱۰ و گزارش ۲۰۱۲ - ۲۰۱۳).

در فاز سوم تحقیق نیز با به‌کارگیری روش تصمیم‌گیری چندهدفه معیار جهانی^۳ و تشکیل تابع مطلوبیت به حل یک مدل پوششی چندهدفه پرداخته می‌شود و مکان کشورهای حمایت‌کننده تعیین می‌شود و تخصیص‌های موردنظر صورت می‌گیرد.

1. Supportive countries

2. Supported countries

3. Global Criterion

نتایج محاسباتی فاز اول (وزن دهی به فاکتورها و زیر فاکتورهای تأثیر گذار بر تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل)

به منظور تعیین وزن هریک از فاکتورها و زیر فاکتورها مؤثر در تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل (بر اساس شاخص‌های اقتصاد بین‌الملل)، باید نخست پرسشنامه‌ای میان خبرگان موجود در صنعت توزیع شود تا اهمیت نسبی این فاکتورها از دیدگاه آنها استخراج شود. مخاطبان پرسشنامه، مدیران و سرپرستان اصلی صنعت داروسازی در ایران بودند. در مجموع، از ده نفر از مدیران ارشد و کارکنان متخصص در شرکت داروسازی ابوریحان، شرکت داروسازی اکسیر و شرکت سبحان دارو نظرسنجی شد که جدول ۶، درصد مشارکت هریک از این سه شرکت داروسازی ایرانی را در پیمایش نشان می‌دهد. در این قسمت از رویکرد مک کارتی و اتپیراوانگ (۲۰۰۳) استفاده شده است که فاکتورهای تأثیر گذار بر تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل و ارزش آنها را در دو فاز تعیین کردند. در این تحقیق، آنها با توزیع پرسشنامه میان خبرگان، ابتدا مهم‌ترین فاکتورهای تأثیر گذار بر تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل را تعیین کردند و سپس با توزیع پرسشنامه دیگر، ارزش زیر فاکتورهای اصلی شناسایی شده در مرحله اول را تعیین کردند.

جدول ۶. درصد مشارکت شرکت‌های داروسازی

نام شرکت	درصد مشارکت
ابوریحان	۰/۶
اکسیر	۰/۳
سبحان دارو	۰/۱

میزان اهمیت فاکتورهای اصلی تأثیر گذار بر تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل

در این فاز از پاسخگویان خواسته شد تا درجه اهمیت دوازده فاکتور اصلی مشخص شده در جدول ۴ را بر اساس طیف هفت درجه‌ای لیکرت تعیین کنند. میانگین رتبه‌های این فاکتورها در شکل ۴ نشان داده می‌شود (۱: کاملاً بی‌اهمیت تا ۷: بسیار مهم). در میان فاکتورهای اصلی، فاکتور محیط اقتصاد کلان بالاترین رتبه را دارد و بعد از آن به ترتیب اندازه بازار، زیرساخت‌ها، توسعه بازار مالی و کارایی بازار کالا بالاترین رتبه را دارند. البته به جای فاکتور اندازه بازار (در گزارش رقابت پذیری جهانی)، از شاخص مزیت نسبی آشکار شده در صنعت داروسازی استفاده شد. نتایج میزان اهمیت این فاکتورها در شکل ۴ مشاهده می‌شود.



شکل ۴. میانگین رتبه‌های فاکتورهای اصلی

میزان اهمیت زیر فاکتورهای اصلی تأثیرگذار بر تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل

براساس نتایج اولویت‌بندی مربوط به فاکتورهای اصلی، آن دسته از فاکتورهای اصلی که میانگین درجه اهمیت‌شان بالاتر از ۵ بود، به‌عنوان فاکتورهای مهم در تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل در صنعت داروسازی شناخته شدند؛ بنابراین، باید اهمیت زیرفاکتورهای مربوط به آنها نیز بررسی می‌شد. این فاکتورهای اصلی با میانگین رتبه‌های بالاتر از ۵ عبارت‌اند از: محیط اقتصاد کلان، اندازه بازار، زیرساخت‌ها، توسعه بازار مالی و کارایی بازار کالا. این فاکتورهای اصلی در مجموع از صد زیرفاکتور تشکیل می‌شوند و باید از بین آنها زیرفاکتورهای مهم‌تر غربال شود. در نتیجه، پرسشنامه دیگری براساس مقیاس هفت درجه‌ای لیکرت برای رتبه‌بندی زیرفاکتورهای این پنج فاکتور تنظیم شد و در اختیار پاسخگویان قرار گرفت. در این قسمت، ۳۴ زیرفاکتور به‌عنوان مهم‌ترین مشخصه‌های تأثیرگذار بر کیفیت کشورهای بالقوه برای استقرار تسهیلات شناسایی شد. همچنین، وزن این مشخصه‌ها تعیین شد. این مشخصه‌ها در جدول ۷ مشاهده می‌شوند و در جدول ۸ براساس نظر خبرگان وزن‌دهی شده‌اند.

نتایج محاسباتی فاز دوم (تعیین Q_i بازه‌ای)

در این فاز، با بهره‌گیری از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره ویکور بازه‌ای، با استفاده از وزن و ارزش زیرفاکتورهای به‌دست‌آمده از فاز قبل، $Q_i = [Q_i^L, Q_i^U]$ هر یک از پنج کشور کانیدا- که به‌طور بالقوه برای استقرار تسهیلات مناسب‌اند- تعیین می‌شود. همان‌طور که در بخش قبل

تشریح شد، در مسئله تصمیم پیش رو ۳۴ مشخصه به شرح جدول ۷ تعریف شده است. همچنین با توجه به نظر خبرگان جدول وزنی ۸ برای مشخصه‌ها در نظر گرفته شد.

جدول ۷. مشخصه‌های تصمیم‌گیری

مشخصه	نماد	مشخصه	نماد
تورم	C _۱	شاخص حقوق قانونی	C _{۱۸}
نرخ بهره	C _۲	شدت رقابت بومی	C _{۱۹}
اعتبار کشور	C _۳	میزان تسلط بر بازار	C _{۲۰}
استقراض دولت	C _۴	اثربخشی سیاست‌های ضدتورمی	C _{۲۱}
ذخیره ناخالص ملی	C _۵	میزان و اثر مالیات	C _{۲۲}
تراز بودجه دولت	C _۶	نرخ مالیات	C _{۲۳}
مزیت نسبی آشکار شده	C _۷	تعداد فرایندهای لازم برای شروع کسب‌وکار	C _{۲۴}
کیفیت عمومی زیرساخت‌ها	C _۸	تعداد روزهای لازم برای شروع کسب‌وکار	C _{۲۵}
کیفیت جاده‌ها	C _۹	هزینه‌های برنامه‌های کشاورزی	C _{۲۶}
کیفیت تأمین برق	C _{۱۰}	رواج موانع تجاری	C _{۲۷}
موجود بودن خدمات مالی	C _{۱۱}	تعرفه‌های تجاری	C _{۲۸}
قابل پرداخت بودن خدمات مالی	C _{۱۲}	میزان مالکیت خارجی	C _{۲۹}
تأمین مالی از طریق بازار داخلی	C _{۱۳}	آثار مالی قوانین بر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	C _{۳۰}
سهولت دسترسی به وام	C _{۱۴}	سنگینی رویه‌های گمرکی	C _{۳۱}
موجود بودن سرمایه‌گذاری مخاطره‌آمیز	C _{۱۵}	میزان واردات	C _{۳۲}
سلامت و ثبات بانک‌ها	C _{۱۶}	درجه مشتری‌گرایی	C _{۳۳}
اثربخشی قوانین مربوط به بورس و اوراق بهادار	C _{۱۷}	پیچیدگی خریداران	C _{۳۴}

جدول ۸. وزن‌های خبرگان

نماد	وزن	نماد	وزن	نماد	وزن	نماد	وزن
W _۱	۰/۶۵	W _{۱۰}	۰/۰۰۵	W _{۱۹}	۰/۰۱۵	W _{۲۸}	۰/۰۱۵
W _۲	۰/۵۵۰	W _{۱۱}	۰/۰۵۵	W _{۲۰}	۰/۰۴	W _{۲۹}	۰/۰۶۵
W _۳	۰/۰۲	W _{۱۲}	۰/۰۲	W _{۲۱}	۰/۰۲	W _{۳۰}	۰/۰۶۵
W _۴	۰/۰۱	W _{۱۳}	۰/۰۴	W _{۲۲}	۰/۰۶	W _{۳۱}	۰/۰۵۵
W _۵	۰/۰۰۵	W _{۱۴}	۰/۰۴	W _{۲۳}	۰/۰۶۵	W _{۳۲}	۰/۰۱
W _۶	۰/۰۰۵	W _{۱۵}	۰/۰۳۵	W _{۲۴}	۰/۰۰۵	W _{۳۳}	۰/۰۰۲
W _۷	۰/۰۶۵	W _{۱۶}	۰/۰۱۵	W _{۲۵}	۰/۰۰۵	W _{۳۴}	۰/۰۲
W _۸	۰/۰۵۵	W _{۱۷}	۰/۰۱	W _{۲۶}	۰/۰۰۲		
W _۹	۰/۰۲۵	W _{۱۸}	۰/۰۰۶	W _{۲۷}	۰/۰۲۵		

جدول ۹. اعداد بازه‌های S و R

کشور	$[S_i^L, S_i^U]$	$[R_i^L, R_i^U]$
فرانسه	[۰/۴۱۹۱، ۰/۵۴۴۱]	[۰/۰۶۴۴، ۰/۰۶۵]
آلمان	[۰/۳۶۷۹۳، ۰/۴۹۲۳۷]	[۰/۰۴۷، ۰/۰۴۷]
سوئد	[۰/۱۷۰۶۸، ۰/۳۱۳۴۸]	[۰/۰۳۹، ۰/۰۴۶]
انگلستان	[۰/۲۴۳۰۵، ۰/۳۵۸۴۸]	[۰/۰۳، ۰/۰۴۳]
مجارستان	[۰/۶۲۵۷۶، ۰/۸۱۸۲]	[۰/۰۴۸، ۰/۰۶۵]

جدول ۱۰. اعداد بازه‌های Q

کشور	$[Q_i^L, Q_i^U]$
فرانسه	[۰/۶۸۲۵، ۰/۷۸۸۳]
آلمان	[۰/۳۹۵۹، ۰/۴۹۲]
سوئد	[۰/۱۱۷۷۳۳، ۰/۳۳۴۵۳۴]
انگلستان	[۰/۰۲۳۴۳، ۰/۳۲۵۰۱۳]
مجارستان	[۰/۶۰۷۳۱۶۲، ۱]

نتایج محاسباتی فاز سوم (حل مدل چندهدفه مکان‌یابی - تخصیص)

داده‌های لازم برای حل مدل و نتایج به‌دست‌آمده در جدول‌های زیر مشاهده می‌شود. همچنین در جدول ۱۳، فواصل میان کشورهای عرضه‌کننده و متقاضی آورده می‌شود.

جدول ۱۱. اطلاعات مربوط به کشورهای حمایت‌کننده (عرضه‌کننده)

حمایت‌کننده‌ها داده‌های مربوطه	فرانسه	آلمان	سوئد	انگلستان	مجارستان
هزینه ثابت استقرار	[۱۹۰۰، ۱۷۲۰]	[۱۳۰۰، ۱۴۰۰]	[۱۵۵۰، ۱۵۰۰]	[۱۸۳۰، ۱۷۰۰]	[۱۳۰۰، ۱۰۰۰]
ظرفیت تولیدی	[۲۲۰۰، ۲۰۰۰]	[۲۱۰۰، ۱۸۰۰]	[۲۵۰۰، ۲۴۰۰]	[۲۴۰۰، ۲۲۰۰]	[۲۹۰۰، ۲۵۰۰]
Q_i	[۰/۷۸، ۰/۶۸]	[۰/۴۹، ۰/۳۹]	[۰/۰۳۳، ۰/۱۱]	[۰/۳۲، ۰/۰۲]	[۱، ۰/۶]

جدول ۱۲. اطلاعات مربوط به کشورهای حمایت‌شونده (متقاضی)

حمایت‌شونده‌ها	تقاضا	حمایت‌شونده‌ها	تقاضا
نروژ	[۲۵۰، ۲۰۰]	بلغارستان	[۲۵۰، ۱۲۰]
فنلاند	[۱۸۰، ۱۰۰]	اوکراین	[۱۶۰، ۱۰۰]
دانمارک	[۳۲۰، ۲۵۰]	اتریش	[۱۹۰، ۱۵۰]
رومانی	[۳۴۰، ۲۶۰]	ایرلند	[۱۰۰، ۸۰]
ایتالیا	[۳۵۰، ۳۰۰]	لهستان	[۲۱۰، ۱۵۰]
اسپانیا	[۴۰۰، ۳۲۰]		

جدول ۱۳. فواصل میان کشورهای حمایت‌کننده (عرضه‌کننده) و حمایت‌شونده (متقاضی)

حمایت‌کننده	حمایت‌شونده				
	فرانسه	آلمان	سوئد	انگلستان	مجارستان
نروژ	۱۶۳۵	۱۰۴۲	۵۶۱	۹۰۰	۱۶۴۲
فنلاند	۲۲۹۸	۱۵۱۲	۴۳۱	۱۸۱۸	۱۶۸۸
دانمارک	۱۲۲۴	۵۷۰	۶۸۵	۸۱۲	۱۲۲۱
رومانی	۱۷۴۸	۱۲۱۲	۱۶۳۱	۲۲۳۸	۴۳۹
ایتالیا	۹۵۷	۱۰۴۵	۲۰۷۱	۱۸۹۷	۸۰۴
اسپانیا	۸۰۱	۱۶۱۵	۲۶۷۵	۱۶۵۸	۱۹۹۹
بلغارستان	۱۸۷۹	۱۴۷۱	۱۹۸۸	۲۵۰۴	۶۸۰
اوکراین	۲۱۸۲	۱۵۱۳	۱۵۳۳	۲۴۶۹	۸۸۱
اتریش	۹۴۷	۵۰۲	۱۴۲۷	۱۵۱۵	۳۷۵
ایرلند	۱۰۹۳	۶۰۶	۱۷۸۳	۳۸۰	۲۰۷۴
لهستان	۱۳۸۱	۶۰۶	۹۱۳	۱۵۲۹	۵۲۹

در جدول ۱۴، اطلاعات مربوط به شعاع پوشش هر کشور آورده می‌شود. عدد یک یعنی کشور حمایت‌شونده در شعاع پوششی کشور حمایت‌کننده قرار می‌گیرد.

رتبه‌بندی کشورها از نظر مطلوبیت (تابع هدف دوم مسئله)، که بر اساس Q_i بود، در جدول ۱۵ می‌آید. این رتبه‌بندی براساس تابع هدف دوم مسئله (کمینه‌کردن مقادیر متوسط Q_i ، یعنی صورت گرفته است Q_i^M).

در جدول ۱۶، تخصیص کشورهای متقاضی به کشورهای عرضه‌کننده مشاهده می‌شود.

جدول ۱۴. ماتریس پوشش (شعاع پوشش ۸۸۱ کیلومتر)

حمایت‌کننده	حمایت‌کننده				
	فرانسه	آلمان	سوئد	انگلستان	مجارستان
نروژ	۰	۰	۱	۰	۰
فنلاند	۰	۰	۱	۰	۰
دانمارک	۰	۱	۱	۱	۰
رومانی	۰	۰	۰	۰	۱
ایتالیا	۰	۰	۰	۰	۱
اسپانیا	۱	۰	۰	۰	۰
بلغارستان	۰	۰	۰	۰	۱
اوکراین	۰	۰	۰	۰	۱
اتریش	۰	۱	۰	۰	۱
ایرلند	۰	۱	۰	۱	۰
لهستان	۰	۱	۰	۰	۱

جدول ۱۵. رتبه‌بندی کشورها از نظر مطلوبیت

کشور	Q_i^M	رتبه از نظر مطلوبیت
فرانسه	۰/۷۳	۴
آلمان	۰/۴۴	۳
سوئد	۰/۲۲	۲
انگلستان	۰/۱۷	۱
مجارستان	۰/۸	۵

جدول ۱۶. تخصیص کشورهای متقاضی به کشورهای عرضه‌کننده

حمایت‌کننده	حمایت‌کننده				
	فرانسه	آلمان	سوئد	انگلستان	مجارستان
نروژ			*		
فنلاند			*		
دانمارک		*			
رومانی				*	
ایتالیا				*	
اسپانیا	*				
بلغارستان				*	
اوکراین				*	
اتریش				*	
ایرلند		*			
لهستان		*			

نتیجه گیری

جمع بندی فاز اول پژوهش

در فاز اول، با بهره گیری از نظرهای خبرگان صنعت داروسازی مهم ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر تصمیم های مکان یابی بین الملل و زیرفاکتورهای این فاکتورهای اصلی در این صنعت با توجه به نظریه های اقتصاد بین الملل (شاخص های گزارش رقابت پذیری جهانی) شناسایی و وزن دهی شد. مهم ترین فاکتورهای شناسایی شده عبارت اند از: محیط اقتصاد کلان، مزیت نسبی آشکار شده، زیرساخت ها، بازار مالی و کارایی بازار کالا. پس از مشخص شدن این فاکتورهای اصلی، از خبرگان خواسته شد تا به رتبه دهی زیرفاکتورهای آنها نیز بپردازند.

جمع بندی فاز دوم پژوهش

در فاز دوم، پنج کشور بالقوه برای استقرار تسهیلات (فرانسه، آلمان، سوئد، انگلستان و مجارستان) براساس فاکتورها و اوزان به دست آمده از مرحله قبل و نیز ارزش این فاکتورها که از گزارش های رقابت پذیری جهانی (GCR) به دست آمده بود و با به کارگیری روش تصمیم گیری چندمعیاره VIKOR بازه ای ارزیابی شدند و نتایج این ارزیابی به صورت یک پارامتر بازه ای وارد فاز سوم مدل شد.

جمع بندی فاز سوم پژوهش

فاز سوم یک مدل پوششی مکان یابی تخصیص چندهدفه بود که حل آن نتایج زیر را دربر داشت: در شعاع پوشش ۸۸۱ کیلومتر، از میان پنج کشور بالقوه (فرانسه آلمان، سوئد، انگلستان و مجارستان)، چهار کشور فرانسه، آلمان، سوئد و مجارستان انتخاب می شوند و کشور انگلستان انتخاب نمی شود. تخصیص های انجام گرفته نیز عبارت اند از فرانسه: اسپانیا؛ آلمان: دانمارک، ایرلند، لهستان؛ سوئد: نروژ، فنلاند؛ مجارستان: رومانی، ایتالیا، بلغارستان، اوکراین و اتریش. به طور خلاصه می توان گفت در حالی که طبق نظر تصمیم گیران برای تابع هدف مطلوبیت ضریب بیشتری قائل شویم (اتخاذ تصمیم های راهبردی تر)، افزایش شعاع پوشش در مسئله (کمرنگ شدن محدودیت پوشش)، قدرت مانور تابع هدف مطلوبیت مسئله را بیشتر می کند. در نتیجه، کشورهای با مطلوبیت بالاتر (راهبردی تر) در اولویت قرار می گیرند، که البته از نظر عملیاتی (هزینه های راه اندازی و هزینه های حمل و نقل) مسئله دشوارتر می شود. درحقیقت، با در نظر گرفتن شعاع بیشتر، می توان تصمیم های راهبردی بهتری اتخاذ کرد و بالعکس با در نظر گرفتن شعاع پوشش کمتر، تصمیم های عملیاتی بهتری اتخاذ کرد.

یافته‌ها و نوآوری‌های تحقیق

در این پژوهش با بهره‌گیری از تکنیک‌های مکان‌یابی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (چندشاخصه و چندهدفه)، رویکرد جدیدی برای اتخاذ تصمیم‌های مکان‌یابی در سطح فراملیتی، در شرایط نبود اطمینان ارائه شد. مدل تلفیقی ارائه‌شده علاوه بر ایجاد چارچوب تصمیم، برای انتخاب مکان بهینه استقرار تسهیلات در سطح فراملیتی به تخصیص بهینه کالاها به مراکز متقاضی نیز می‌پردازد. از جنبه‌های نوآوری رویکرد ترکیبی ارائه‌شده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- به‌کارگیری شاخص‌های اقتصاد بین‌الملل (موجود در گزارش‌های معتبر اقتصادی) به‌صورت پارامترهای غیرقطعی در مسائل بهینه‌سازی تحقیق در عملیات برای اتخاذ تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل در یک صنعت ویژه.
- به‌کاربردن تکنیک پوششی مکان‌یابی چندهدفه با ظرفیت محدود در تصمیم‌های مکان‌یابی فراملیتی.
- ادغام دو روش تصمیم‌گیری VIKOR بازه‌ای و Global Criterion برای اتخاذ تصمیم‌های مکان‌یابی تخصیص بین‌الملل در دو سطح راهبردی و عملیاتی در شرایط نبود اطمینان.

پیشنهادها

- استقرار تسهیلات در سطح فراملیتی به سرمایه‌گذاری‌های کلان نیازمند است. در نتیجه، در بسیاری از موارد استقرار این تسهیلات به‌صورت هم‌زمان غیرممکن است؛ بنابراین، با توجه به زمان مورد نیاز برای استقرار این تسهیلات و محدودیت‌های زمانی موجود، طراحی یک برنامه زمان‌بندی از مهم‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی است.
- در تحقیق حاضر، شعاع پوشش یک پارامتر ایستا در نظر گرفته شده است، در حالی که با توجه به نوع وسیله حمل‌ونقل در مسئله و با توجه به سرعت وسیله حمل‌ونقل (در فصول مختلف)، می‌توان آن را به‌صورت یک پارامتر پویا در مسئله مدنظر قرار داد.
- سیستم مورد بررسی ما از دو نوع کشور حمایت‌کننده (عرضه‌کننده) و حمایت‌شونده (متقاضی) و یک نوع کالا تشکیل شده است که می‌توان آن را برای سیستم‌های پیچیده‌تر شامل توزیع‌کننده، موتورکننده، انبار و... با چند نوع محصول توسعه داد.

References

- Arntzen, B. C., Brown, G. G., Harrison, T. P. & Trafton, L. L. (1995). Global supply chain management at digital equipment corporation, *Interfaces*, 25(1): 69- 93.

- Badri, M. A. (1999). Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem, *International Journal of Production Economics*, 62(3): 237- 248.
- Canbolat, Y. B., Chelst, K. & Garg, N. (2007). Combining decision tree and MAUT for selecting a country for a global manufacturing facility, *Omega*, 35(3): 312- 325.
- Canel, C. & Das, S. R. (2002). Modeling global facility location decisions: Integrating marketing and manufacturing decisions, *Industrial Management and Data Systems*, 102(2):110- 118.
- Canel, C. & Khumawala, B. M. (1997). Multi period international facility location: An algorithm and application, *International Journal of Production Research*, 35(7): 1891- 1910.
- Cheng-Chang, C. & Ju-Long, C. (2012). A foreign expansion model with multi-site locations in service industries, *International Journal of Production Economics*, 136(1): 102– 109.
- Chou, T. Y., Hsu, C. L. & Chen, M. C. (2008). A fuzzy multi-criteria decision model for international tourist hotels location selection, *International Journal of Hospitality Management*, 27(2): 293- 301.
- Das, K. & Sengupta, S. (2009). A hierarchical process industry production–distribution planning model, *International Journal of Production Economics*, 117(2): 402- 419.
- De Rosa, V., Hartmann, E., Gebhard, M. & Wollenweber, J. (2014). Robust capacitated facility location model for acquisitions under uncertainty, *Computers & Industrial Engineering*, 72(1): 206– 216.
- Dogan, I. (2012). Analysis of facility location model using Bayesian Networks, *Expert Systems with Applications*, 39(1): 1092– 1104.
- Dou, Y. & Sarkis, J. (2010). A joint location and outsourcing sustainability analysis for a strategic off shoring decision, *International journal of production research*, 48(2): 567- 592.
- Global Competitiveness Report. (2010). Retrieved from: <https://members.weforum.org/pdf/GCR09/GCR20092010fullreport.pdf>.
- Global Competitiveness Report. (2012). Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2012-13.pdf.
- Goh, M., Lim, J. Y. S. & Meng, F. (2007). A stochastic model for risk management in global supply chain networks, *European Journal of Operational Research*, 182(1): 164– 173.

- Hajidimitriou, Y. A. & Georgiou, A. C. (2002). A goal programming model for partner selection decisions in international joint ventures, *European Journal of Operational Research*, 138(3): 649- 662.
- Hamad, R. & Fares Gualda, N. D. (2008). Model for facilities or vendors location in a global scale considering several echelons in the chain, *Networks and Spatial Economics*, 8(2): 297- 307.
- Hodder, J. E. & Dincer, M. C. (1986). A multifactor model for international plant location and financing under uncertainty, *Computers and Operations Research*, 13(5): 601- 609.
- Hodder, J. E. & Jucker, J. V. (1985). International plant location under price and exchange rate uncertainty, *Engineering Costs and Production Economics*, 9(1): 225- 229.
- Hoffman, J. J. & Schniederjans, M. J. (1994). A two-stage model for structuring global facility site selection decisions: The case of the brewing industry, *International Journal of Operations and Production Management*, 14(4): 79- 96.
- MacCarthy, B. L. & Atthirawong, W. (2003). Factors affecting location decisions in international operations—A Delphi study, *International Journal of Operations and Production Management*, 23(7): 794- 818.
- Mohamed, Z. M. & Youssef, M. A. (2004). A production, distribution and investment model for a multinational company, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 15(6): 495- 510.
- Mohamed, Z. M. (1999). An integrated production-distribution model for a multinational company operating under varying exchange rates, *International Journal of Production Economics*, 58(1): 81- 92.
- Narasimhan, C., Gupta, M., Foster, G. & Niraj, R. (2006). *Customer level profitability implications of satisfaction programs: A retailer satisfaction field study*, Available at SSRN 903985.
- Porter, M. E. (1998). *Competitive advantage of nations*, Free press, New York.
- Safari, H. & Talebi, J. (2011). Bahman group motors facility location by Fuzzy Topsis and ZLOP. *Journal of Industrial Management*, 3(6): 59- 80. (in Persian)
- Sarkis, J. & Sundarraj, R. P. (2002). Hub location at digital equipment corporation: A comprehensive analysis of qualitative and quantitative factors, *European Journal of Operational Research*, 137(2): 336- 347.

- Sayadi, M. K., Heydari, M. & Shahanaghi, K. (2009). Extension of VIKOR method for decision making problem with interval numbers, *Applied Mathematical Modelling*, 33(5): 2257- 2262.
- Syam, S. S. (2002). A model and methodologies for the location problem with logistical components, *Computers and Operations Research*, 29(9): 1173-1193.
- Verter, V. (2002). An integrated model for facility location and technology acquisition, *Computers and Operations Research*, 29(6): 583- 592.
- Vidal, C. J. & Goetschalckx, M. (2001). A global supply chain model with transfer pricing and transportation cost allocation, *European Journal of Operational Research*, 129(1): 134- 158.