مدیریت صنعتی
Journal of Industrial Management
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۷، شمارهٔ ۴
زمستان ۱۳۹۴
ص. ۷۶۶- ۷۴۳

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

فهیمه روحی[۱]، سیدبابک ابراهیمی[۲]، حمید کتابیان[۳]

چکیده: تصمیم‌های مختلف شرکت‌هایی که در محیط پویای بین‌الملل درحال فعالیت‌اند (مانند تصمیم‌های مربوط به مکان‌یابی این شرکت‌ها) در معرض عدم قراوانی قرار دارد. در این پژوهش، به مسئلهٔ 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: پیداکردن کمترین تعداد واحدهای تسهیلاتی، استقرار آنها در بهترین نقاط بالقوه (کشورها) و کمینه‌کردن هزینه‌های حمل‌ونقل در تخصیص واحدهای تسهیلاتی به کشورهای متقاضی با واردکردن پارامترهای غیرقطعی در توابع هدف و محدودیت‌های مدل. برای تشریح بیشتر کاربرد این رویکرد، یک مسئلهٔ 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، دانشکدهٔ صنایع، دانشگاه علم‌وصنعت، تهران، ایران
۲. استادیار مهندسی صنایع، دانشکدهٔ صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران
۳. کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشکدهٔ صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۲۴
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۲۴
نویسندهٔ مسئول مقاله: سیدبابک ابراهیمی
E-mail: b_ebrahimi@kntu.ac.ir

مقدمه

در اقتصاد جهانی قرن بیست‌ویکم، مشتریان دیگر در یک نقطه متمرکز نیستند، بلکه در سطح جهان پخش شده‌اند. این مشتریان همچنان محصولات و خدمات باکیفیت و ارزان‌قیمت می‌خواهند. این روند علاوه‌بر ائتلاف‌های سیاسی، اقتصادی، تجاری و راهبردی بین ملت‌ها، موجب به‌وجودآمدن 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 کاراتر و اثربخش‌تر انجام دهند تا مزیت رقابتی بیشتری نسبت به رقبا 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 آیندهٔ کسب‌وکار در بازارهای داخلی و جهانی دارد. درنتیجه، تحقیق درمورد مدل‌های بهینهٔ مکان‌یابی بین‌الملل برای سازمان‌ها ضرورت دارد که درنهایت موجب دستیابی به مزیت رقابتی می‌شود.

هدف از این پژوهش، ایجاد درک و شناختی عمیق‌تر، شناسایی کاربردهای متنوع و تکنیک‌های به‌کارگرفته‌شده از علم و هنر مکان‌یابی، ارائهٔ 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 به‌صورت زیر تعریف کرد:

- ارائهٔ مدلی یکپارچه در زمینهٔ مکان‌یابی بین‌الملل در سطح راهبردی و عملیاتی
- ارائهٔ رویکردی برای واردکردن شاخص‌های مربوط به نظریهٔ اقتصاد بین‌الملل در تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل در صنعتی ویژه در شرایط عدم اطمینان
- به‌کارگیری تکنیک پوششی با ظرفیت محدود برای حل مسئلهٔ مکان‌یابی بین‌الملل

پیشینهٔ پژوهش

در سال‌های اخیر، بسیاری از بخش‌های جهان نسبت به گذشته شاهد آزادی‌های اقتصادی و سیاسی بیشتری بوده‌اند، براین‌اساس شرکت‌ها می‌توانند برای انطباق بیشتر با اقتصاد جهانی درحال‌رشد، تسهیلات خود را در این مناطق مستقر کنند. به‌مرور زمان، شرکت‌ها به‌منظور 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 مقرون‌به‌صرفه‌اند. از یک دیدگاه

می‌توان مدل‌های موجود در زمینهٔ مکان‌یابی بین‌الملل را در دو گروه طبقه‌بندی کرد: اولین گروه، مدل‌هایی هستند که در حوزهٔ 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 زمینهٔ 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 زمینهٔ 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 سوناراج (۲۰۰۲)	مدل بهینه‌سازی حمل‌ونقل	کمینه‌کردن هزینهٔ حمل‌ونقل	✓				
هاجی نیکلا و کومار (۲۰۰۲)	برنامه‌ریزی آرمانی	بیشینه‌سازی سود	✓	✓		✓	
ورتر (۲۰۰۲)	برنامه‌ریزی شکستهٔ خطی	کمینه‌کردن هزینه	✓	✓			
هاماد و گوالدا (۲۰۰۸)	برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح	کمینه‌کردن هزینه‌های لجستیک	✓	✓		✓	✓
کنبلات، چلست و کارگ (۲۰۰۷)	درخت تصمیم و نظریهٔ مطلوبیت چندشاخصه	بیشینه‌کردن ارزش کل و زیر هدف کمینه‌کردن هزینه				✓	
چنگ و چن (۲۰۱۲)	برنامه‌ریزی شکستهٔ خطی و نیوتن رافسون[1]	بهینه‌سازی بودجه و قیمت محصولات	✓	✓			

1. Newton-Raphson

به‌طورکلی، هدف اصلی این مدل‌ها تعیین کشوری برای استقرار تسهیلات مورد نظر خود است، به‌نحوی‌که هزینهٔ 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 درنظرگرفتنعدم 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	عدم‌اطمینان مدنظر قرارگرفته
هدر و جاکر (۱۹۸۵)	قیمت، نرخ تبدیل
هدر و دینسر (۱۹۸۶)	نرخ تبدیل، قیمت و هزینه‌های ثابت
آرنتیزن، براون، هریسون و ترافتون (۱۹۹۵)	زمان توسعهٔ محصول
ویدال و گئتسچالکس (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 درنظرگرفتن پارامترهای گوناگون در این حوزه مانند عدم اطمینان یا روش‌های مختلف تصمیم‌گیری، می‌توان مهم‌ترین تحقیقات صورت‌گرفته 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 حوزهٔ مکان‌یابی بین‌الملل، تابه‌حال به‌طورصریح نظریه‌های اقتصاد کلان را (در قالب پارامتر، محدودیت یا متغیر تصمیم) در مدل‌های خود به‌کار 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 ارائه‌شده در زمینهٔ مکان‌یابی بین‌الملل، اهداف به صورت حداقل‌کردن هزینه یا حداکثرسازی سود هستند و در ادبیات مدلی مشاهده نمی‌شود که به‌صورت‌توأم اهداف حداقل‌سازی هزینه (حداکثرکردن سود) و بیشینه‌کردن

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 زمینهٔ مکان‌یابی بین‌الملل، در شرایط عدم اطمینان بسیار اندک‌اند و بیشتر آنها پارامترهای محدودی را درنظر 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 به‌صورت غیرقطعی در مسئلهٔ 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

موارد درنظرگرفته‌شده / نویسنده	فراملیتی در صنعتی ویژه	عدم اطمینان	مسائل پوششی با ظرفیت محدود	استفاده از روش‌های MCDM	
				MADM	MODM
هافمن و اشنایدر جانز (۱۹۹۴)	✓				✓
آرنتیزن و همکاران (۱۹۹۵)	✓	✓			
بدری (۱۹۹۹)	✓			✓	✓
مهمد (۱۹۹۹)		✓			
سارکیس و سوندراج (۲۰۰۲)	✓			✓	
کنبلات و همکاران (۲۰۰۷)				✓	
گه و همکاران (۲۰۰۷)		✓			
هاماد و گوالدا (۲۰۰۸)	✓				
چو، هسو و چن (۲۰۰۸)	✓			✓	
صفری و جلالی (۱۳۹۰)				✓	
دوگان (۲۰۱۲)		✓			
دی روزا، هارتمان، گیهار 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 وعدم اطمینان‌های مربوط به مؤلفه‌های دخیل در این نوع مسائل ناشی می‌شود. درنتیجه، در این زمینه برای اتخاذ تصمیم درست باید تمام این فاکتورها را مدنظر قرار داد. از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه[1]، 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 به‌صورت دقیق بیان می‌شوند، درحالی‌که در بسیاری از موارد، این نوع داده‌ها برای تشریح مدل‌ها در موقعیت‌های واقعی (مانند مسئلهٔ تحقیق حاضر) چندان مناسب نیستند و تعیین دقیق این مقادیر امری مشکل یا غیرممکن است. درنتیجه، در این تحقیق از تکنیک ویکور[2] توسعه‌داده‌شده 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 به‌کار 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 درادامه توضیح داده می‌شود.

فاز اول: بررسی و تعیین مشخصه‌های تأثیرگذار بر مطلوبیت یک کشور برای استقرار تسهیلات در صنعت داروسازی

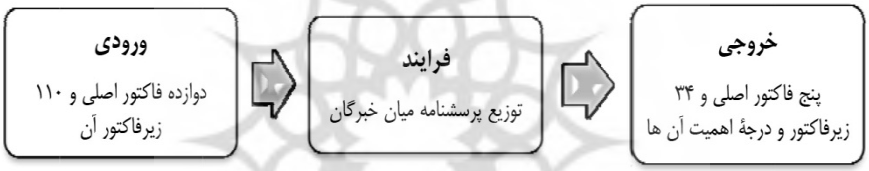
در این فاز تلاش می‌شود تا مشخصه‌های مؤثر بر مطلوبیت یک کشور برای انتخاب در زمینهٔ استقرار تسهیلات در صنعت داروسازی بررسی و تعیین شود. به‌این منظور، از شاخص‌های به‌کاررفته در گزارش رقابت‌پذیری جهانی[3] برای تعیین ارزش کشورهای بالقوه برای استقرار تسهیلات استفاده شد. در گزارش‌های این سالنامه، از بیش از 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 ٤. شاخص‌های به‌کاررفته در گزارش رقابت‌پذیری جهانی

شماره	شاخص	شماره	شاخص
۱	مؤسسات	۷	کارایی بازار نیروی کار
۲	زیرساخت‌ها	۸	توسعهٔ بازار مالی
۳	محیط اقتصاد کلان	۹	آمادگی فناورانه
۴	بهداشت و آموزش	۱۰	اندازهٔ 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، کمینه‌کردن 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 شمارهٔ گزارش رقابت‌پذیری جهانی در سال‌های مختلف استخراج شده است.

تکنیک ویکور توسعه‌داده‌شده برای مسائل تصمیم‌گیری با داده‌های بازه‌ای

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

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 به‌صورت 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	$[f_{m1}^L, f_{m1}^U]$	$[f_{m2}^L, f_{m2}^U]$	...	$[f_{mn}^L, f_{mn}^U]$

به‌طوری‌که $A_1, A_2, \ldots, A_m$ گزینه‌های ممکن و $C_1, C_2, \ldots, C_n$ مجموعهٔ معیارهای تصمیم هستند. ازآنجاکه تعیین مقدار هریک از گزینه‌ها برحسب معیارها به‌صورت دقیق میسر نیست، به‌صورت بازه‌ای $[f_{ij}^L, f_{ij}^U]$ درنظر گرفته می‌شوند که معرف مقادیر گزینهٔ A_i برحسب معیار C_j هستند. w_j نیز بیانگر وزن معیار C_j است.

الگوریتم روش ویکور توسعه‌یافته شامل مراحل زیر است:

الف) تعیین نقاط ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی

رابطهٔ ۱) $$A^* = \{f_1^*, \ldots, f_n^*\} = \{(\max f_{ij}^u \mid j \in I) or (\max f_{ij}^L \mid j \in J)\}$$
$$j = 1, 2, \ldots, n$$

رابطهٔ ۲) $$A^- = \{f_1^-, \ldots, f_n^-\} = \{(\max f_{ij}^L \mid j \in I) or (\max f_{ij}^U \mid j \in J)\}$$
$$j = 1, 2, \ldots, n$$

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

ب) محاسبهٔ مقادیر $[S_i^L, S_i^U]$ و $[R_i^L, R_i^U]$ به‌ازای $i = ۱,۲, \dots, m$

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

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

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

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

ج) محاسبهٔ مقادیر $Q_i = [Q_i^L, Q_i^U]$

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

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

به‌طوری‌که

رابطهٔ ۹)
$$S^* = min\, S_i^L, \qquad S^- = max\, S_i^U$$

رابطهٔ ۱۰)
$$R^* = min\, R_i^L, \qquad R^- = max\, R_i^U$$

در روابط بالا، v وزن راهبرد است.

د) براساس تعاریف روش ویکور، گزینه‌ای به‌عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌شود که به‌ازای $i = ۱,۲, \dots, m$ دارای کمترین مقدار Q_i باشد. از آنجاکه در این نوع مسائل، مقادیر Q_i به‌صورت بازه‌ای است، توسعهٔ روشی برای مقایسهٔ بین بازه‌ها لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد. صیادی و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش خود روشی را معرفی کردند که برمبنای 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 مسئلهٔ چندهدفه وارد می‌شود که درادامه 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 j ام

a_{ij}: اگر فاصلهٔ i و j کمتر از شعاع پوشش باشد یک و در غیر این‌صورت صفر

d_{ij}: فاصلهٔ 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_{ij}: متغیر صفر و یک برای تخصیص مبدأ i ام به مقصد j ام

$$Minz_1 = \sum_i^m [h_i^L, h_i^R] \times x_i \qquad \text{رابطهٔ ۱۱)}$$

$$Minz_2 = \sum_i^m [q_i^L, q_i^R] \quad \times x_i \qquad \text{رابطهٔ ۱۲)}$$

$$Minz_3 = \sum_{i}^{m}\sum_{j}^{n} 20 \times d_{ij} \times y_{ij}$$ رابطهٔ ۱۳)

S.t.

$$M \times x_i \geq \sum_{j}^{n} y_{ij} \qquad ,\forall i$$ رابطهٔ ۱۴)

$$\sum_{\mathrm{i}}^{\mathrm{m}} \mathrm{y_{ij}} = 1 \qquad ,\forall \mathrm{j}$$ رابطهٔ ۱۵)

$$y_{ij} \leq a_{ij}, \forall i,j$$ رابطهٔ ۱۶)

$$\sum_{j}^{m} [D_j^L, D_j^R] \times y_{ij} \ \leq \ [S_i^L, S_i^R] \qquad ,\forall i$$ رابطهٔ ۱۷)

$$x_i, y_{ij} \in \{0,1\}$$ رابطهٔ ۱۸)

توابع هدف

z_1: تابع هدف اول برای کمینه‌کردن تعداد تسهیلات استقراریافته (به‌ازای هزینه‌های احداث متفاوت)

z_2: تابع هدف دوم برای کمینه‌کردن مقادیر Q_i (بیشینه‌کردن مطلوبیت کشورهای بالقوه برای استقرار تسهیلات)

z_3: تابع هدف سوم برای کمینه‌کردن هزینهٔ حمل‌ونقل

محدودیت‌ها

۱. اگر مبدا 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 درنظر گرفته می‌شود؛

۲. درنظرگرفتن حداقل یک مبدأ به‌ازای هر مقصد؛

۳. محدودیت در زمینهٔ رعایت ظرفیت عرضهٔ مبدأها؛

۴. محدودیت درمورد رعایت شعاع پوشش در انتخاب مسیر.

در مدل بالا، x_i متغیر صفر و یک است. درصورتی‌که گزینهٔ i (کشور بالقوه برای استقرار تسهیلات) برای استقرار تسهیلات مناسب باشد، مساوی یک و در غیر این‌صورت مساوی صفر است. متغیر y_{ij} نیز یک متغیر صفر و یک مربوط به تخصیص کشورهای حمایت‌شونده (j) به کشورهای حمایت‌کننده (i) 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 مرحلهٔ قبل به‌دست آمده‌اند.

تابع هدف اول تضمین می‌کند حداقل تعداد کارخانه تأسیس شده است. تابع هدف دوم با کمینه‌سازی مقدار Q_i که در مرحلهٔ قبل از روش ویکور بازه‌ای به‌دست آمد، مطلوبیت کشورهای بالقوه را برای استقرار تسهیلات بیشینه می‌کند. تابع هدف سوم به کمینه‌سازی هزینهٔ حمل‌ونقل در تخصیص کشورهای حمایت‌کننده (i) و کشورهای حمایت‌شونده (j) می‌پردازد. در این تابع هدف، عدد ۲۰ ضریب هزینهٔ 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 درنظر گرفته می‌شود. محدودیت دوم برای این است که به‌ازای هر مقصد یک مبدأ درنظر گرفته شود. محدودیت سوم مربوط به رعایت شعاع پوشش در انتخاب مسیر است. در این محدودیت $A = [a_{ij}]$، ماتریس پوشش نامیده می شود. محدودیت چهارم مربوط به رعایت ظرفیت عرضهٔ مبدأهاست و اینکه مجموع تقاضای مقصدها از مجموع عرضهٔ 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 درحال 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) کشورهایی که تسهیلات در آنها استقرار می‌یابند (حمایت‌کننده‌ها)[1]: 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)[2]: 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 مسئلهٔ 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 مسئلهٔ مکان‌یابی در سطح بین‌الملل (با توجه به شاخص‌های مربوط به نظریهٔ اقتصاد بین‌الملل که در گزارش رقابت‌پذیری جهانی آمده است) رتبه‌دهی می‌شوند. در فاز دوم، با به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ ویکور بازه‌ای، کشورهای بالقوه برای استقرار تسهیلات با توجه به فاکتورهای وزن‌دهی‌شده 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 چندهدفهٔ معیار جهانی[3] 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 (وزن‌دهی به فاکتورها و زیرفاکتورهای تأثیرگذار بر تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل)

به‌منظور تعیین وزن هریک از فاکتورها و زیرفاکتورهای مؤثر در تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل (براساس 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. درمجموع، از ده نفر از مدیران ارشد و کارکنان متخصص در شرکت داروسازی ابوریحان، شرکت داروسازی اکسیر و شرکت سبحان‌دارو 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 اتهیراونگ (۲۰۰۳) استفاده شده است که فاکتورهای تأثیرگذار 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 تأثیرگذار بر تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل را تعیین کردند و سپس با توزیع پرسشنامهٔ دیگر، ارزش زیرفاکتورهای فاکتورهای اصلی شناسایی‌شده در مرحلهٔ اول را تعیین کردند.

جدول ٦. درصد مشارکت شرکت‌های داروسازی

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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

میزان اهمیت فاکتورهای اصلی تأثیرگذار بر تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل

در این فاز از پاسخگویان خواسته شد تا درجهٔ اهمیت دوازده فاکتور اصلی مشخص‌شده در جدول ۴ را براساس 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 به‌ترتیب اندازهٔ بازار، زیرساخت‌ها، توسعهٔ بازار مالی و کارایی بازار کالا بالاترین رتبه را دارند. البته به‌جای فاکتور اندازهٔ بازار (در گزارش رقابت پذیری جهانی)، از شاخص مزیت نسبی آشکارشده در صنعت داروسازی استفاده شد. نتایج میزان اهمیت این فاکتورها در شکل ۴ مشاهده می‌شود.

شکل ٤. 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 درجهٔ 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، اندازهٔ بازار، زیرساخت‌ها، توسعهٔ بازار مالی و کارایی بازار کالا. این فاکتورهای اصلی درمجموع از صد زیرفاکتور تشکیل می‌شوند و باید از بین آنها زیرفاکتورهای مهم‌تر غربال شود. درنتیجه، پرسشنامهٔ 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 چندمعیارهٔ ویکور بازه‌ای، با استفاده از وزن و ارزش زیرفاکتورهای به‌دست‌آمده از فاز قبل، $Q_i = [Q_i^L, Q_i^U]$ هریک از پنج کشور کاندیدا- که به‌طور بالقوه برای استقرار تسهیلات مناسب‌اند- تعیین می‌شود. همان‌طورکه در بخش قبل

تشریح شد، در مسئلهٔ تصمیم پیش‌رو ۳۴ مشخصه به شرح جدول ۷ تعریف شده است. همچنین با توجه به نظر خبرگان جدول وزنی ۸ برای مشخصه‌ها درنظر 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 ضدمونوپلی	$C_{۲۱}$
ذخیرهٔ ناخالص ملی	$C_{۵}$	میزان و اثر مالیات	$C_{۲۲}$
تراز بودجهٔ دولت	$C_{۶}$	نرخ مالیات	$C_{۲۳}$
مزیت نسبی آشکارشده	$C_{۷}$	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	$C_{۲۷}$
موجودبودن خدمات مالی	$C_{۱۱}$	تعرفه‌های تجاری	$C_{۲۸}$
قابل‌پرداخت‌بودن 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	$C_{۳۱}$
موجودبودن سرمایه‌گذاری مخاطره‌آمیز	$C_{۱۵}$	میزان واردات	$C_{۳۲}$
سلامت و ثبات بانک‌ها	$C_{۱۶}$	درجهٔ 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
W۱	۰/۶۵	W۱۰	۰/۰۰۵	W۱۹	۰/۰۱۵	W۲۸	۰/۰۱۵
W۲	۰/۵۵۰	W۱۱	۰/۰۵۵	W۲۰	۰/۰۴	W۲۹	۰/۰۶۵
W۳	۰/۰۲	W۱۲	۰/۰۲	W۲۱	۰/۰۲	W۳۰	۰/۰۶۵
W۴	۰/۰۱	W۱۳	۰/۰۴	W۲۲	۰/۰۶	W۳۱	۰/۰۵۵
W۵	۰/۰۰۵	W۱۴	۰/۰۴	W۲۳	۰/۰۶۵	W۳۲	۰/۰۱
W۶	۰/۰۰۵	W۱۵	۰/۰۳۵	W۲۴	۰/۰۰۵	W۳۳	۰/۰۰۲
W۷	۰/۰۶۵	W۱۶	۰/۰۱۵	W۲۵	۰/۰۰۵	W۳۴	۰/۰۲
W۸	۰/۰۵۵	W۱۷	۰/۰۱	W۲۶	۰/۰۰۲		
W۹	۰/۰۲۵	W۱۸	۰/۰۰۶	W۲۷	۰/۰۲۵		

جدول ۹. اعداد بازه‌ای 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 بازه‌ای 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	[۰/۶۰۰۷۳۱۶۲ ،۱]

نتایج محاسباتی فاز سوم (حل مدل چندهدفهٔ 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
هزینهٔ 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)

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

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

حمایت‌کننده / حمایت‌شونده	فرانسه	آلمان	سوئد	انگلستان	مجارستان
نروژ	۱۶۳۵[1]	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 Q_i^M) صورت گرفته است.

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

---

۱. فواصل برحسب کیلومتر هستند.

جدول ۱٤. ماتریس پوشش (شعاع پوشش ۸۸۱ کیلومتر)

حمایت‌کننده / حمایت‌شونده	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 ۱٦. تخصیص کشورهای متقاضی به کشورهای عرضه‌کننده

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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتیجه‌گیری

جمع‌بندی فاز اول پژوهش

در فاز اول، با بهره‌گیری از نظرهای خبرگان صنعت داروسازی مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر تصمیم‌های مکان‌یابی بین‌الملل و زیرفاکتورهای این فاکتورهای اصلی در این صنعت با توجه به نظریه‌های اقتصاد بین‌الملل (شاخص‌های گزارش رقابت‌پذیری جهانی) شناسایی و وزن‌دهی شد. مهم‌ترین فاکتورهای شناسایی‌شده عبارت‌اند از: محیط اقتصاد کلان، مزیت نسبی آشکارشده، زیرساخت‌ها، بازار مالی و کارایی بازار کالا. پس از مشخص‌شدن این فاکتورهای اصلی، از خبرگان خواسته شد تا به رتبه‌دهی زیرفاکتورهای آنها نیز بپردازند.

جمع‌بندی فاز دوم پژوهش

در فاز دوم، پنج کشور بالقوه برای استقرار تسهیلات (فرانسه، آلمان، سوئد، انگلستان و مجارستان) براساس فاکتورها و اوزان به‌دست‌آمده از مرحلهٔ قبل و نیز ارزش این فاکتورها که از گزارش‌های رقابت‌پذیری جهانی (GCR) به‌دست آمده بود و با به‌کارگیری روش تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ VIKOR بازه‌ای ارزیابی شدند و نتایج این ارزیابی به‌صورت یک پارامتر بازه‌ای وارد فاز سوم مدل شد.

جمع‌بندی فاز سوم پژوهش

فاز سوم یک مدل پوششی مکان‌یابی 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 می‌شوند و کشور انگلستان انتخاب نمی‌شود. تخصیص‌های انجام‌گرفته نیز عبارت‌اند از فرانسه: اسپانیا؛ آلمان: دانمارک، ایرلند، لهستان؛ سوئد: نروژ، فنلاند؛ مجارستان: رومانی، ایتالیا، بلغارستان، اوکراین و اتریش.

به‌طورخلاصه می‌توان گفت در حالتی که طبق نظر تصمیم‌گیران برای تابع هدف مطلوبیت ضریب بیشتری قائل شویم (اتخاذ تصمیم‌های راهبردی‌تر)، افزایش شعاع پوشش در مسئله (کمرنگ‌شدن محدودیت پوشش)، قدرت مانور تابع هدف مطلوبیت مسئله را بیشتر می‌کند. درنتیجه، کشورهای با مطلوبیت بالاتر (راهبردی‌تر) در اولویت قرار می‌گیرند، که البته از نظر عملیاتی (هزینه‌های راه‌اندازی و هزینه‌های حمل‌ونقل) مسئله دشوارتر می‌شود. درحقیقت، با درنظرگرفتن شعاع بیشتر، می‌توان تصمیم‌های راهبردی بهتری اتخاذ کرد و بالعکس با درنظرگرفتن شعاع پوشش کمتر، تصمیم‌های 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 علاوه‌بر ایجاد چارچوب تصمیم، برای انتخاب مکان بهینهٔ استقرار تسهیلات در سطح فراملیتی به تخصیص بهینهٔ 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 تصمیم گیری 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. درنتیجه، 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 برنامهٔ زمان‌بندی از مهم‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی است.
- در تحقیق حاضر، شعاع پوشش یک پارامتر ایستا درنظر گرفته شده است، درحالی‌که با توجه به نوع وسیلهٔ حمل‌ونقل در مسئله و با توجه به‌سرعت وسیلهٔ 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، مونتاژکننده، 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 multi-national 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی