

رویکردی برای مکان‌یابی مراکز لجستیکی

(مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی)

سهراب عبدالله زاده (مسئول مکاتبات)، دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فناوری‌های صنعتی، دانشگاه صنعتی ارومیه، ایران

E-mail: s.abdollahzadeh@uut.ac.ir

پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۷

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۹

چکیده

مکان‌یابی مراکز لجستیک از اهمیت زیادی برای سرمایه‌گذاری کلان برخوردار است. مطالعات علمی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بیشتر به مکان‌یابی یک نوع مرکز لجستیکی پرداخته‌اند. در این پژوهش، رویکردی نوین به‌منظور مکان‌یابی کلیه مراکز لجستیکی شهر، دهکده، پارک و لجستیک مرزی در سطح یک استان با استفاده از سیستم اطلاعاتی جغرافیایی (GIS) و روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) ارائه شده است. برای اولین بار با استفاده از سند آمایش استان، شهرستان‌ها در مراکز لجستیکی گروه‌بندی شده‌اند. از سیستم اطلاعاتی جغرافیایی برای تعیین مناطق مجاز برای استقرار مراکز لجستیک در شهرستان‌ها استفاده شد. برای گزینش معیارهای مکان‌یابی مراکز لجستیک از روش دلفی فازی و وزن دهی معیارها از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شده است. به‌منظور اعتبار سنجی، رویکرد پیشنهادی در استان آذربایجان غربی به کار گرفته شد. که هیچ شهرستانی به‌عنوان شهر لجستیکی انتخاب نشد. همچنین، دو شهرستان به‌عنوان دهکده لجستیکی، چهار شهرستان به‌عنوان پارک لجستیک تخصصی و پنج مرکز لجستیک مرزی شناسایی و رتبه‌بندی شدند. این رویکرد به‌عنوان یک مدل جامع، قابلیت به‌کارگیری در تمام استان‌ها را دارد.

واژه‌های کلیدی: استان آذربایجان غربی، تحلیل سلسله مراتبی فازی، دلفی فازی، مکان‌یابی مراکز لجستیکی

۱. مقدمه

یک مرکز لجستیک به عنوان یک مسئله تصمیم‌گیری پیچیده در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند از طریق مدل‌های تحلیلی و ریاضی حل شود.

از نظر لجستیکی، جغرافیای سیاسی جمهوری اسلامی ایران، دربرگیرنده مزیت‌های مطلق و رقابتی بسیاری است که می‌تواند به موقعیت راهبردی ایران در نقشه خاورمیانه به لحاظ قابلیت تبدیل به هاب لجستیکی و ایجاد ارتباط تجاری منطقه آسیا و بخشی از آفریقا با قاره اروپا اشاره کرد. ارتباط زمینی، دریایی و نیز همسایگی با ۱۵ کشور و الزام مواصلاتی ۱۲ کشور محصور در خشکی، متکی به دسترسی سرزمینی از ایران، مزیت پایدار این کشور است (شجاعی، ۱۳۹۶). همچنین، سیاست‌های کلان کشور از اواخر سال ۱۳۸۹ مبنی بر احداث بندرهای خشک و سامانه‌های حمل‌ونقل ترکیبی به منظور جابه‌جایی بارهای حجیم و سنگین ابلاغ شده است.

در زمینه موقعیت لجستیکی ایران و مکان‌یابی مراکز لجستیکی مطالعات متعددی صورت گرفته است (Shahparvari et al., 2020) (Shoukhbaf & Kamalabadi, 2021) (Jalaei et al., 2021).

بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد مطالعات متعددی در خصوص مکان‌یابی مراکز لجستیک در داخل و خارج کشور انجام شده است. اکثر این مطالعات مبتنی بر مدل‌های ریاضی و روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. برخی از مطالعات هم از روش‌های ترکیبی تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه با سیستم اطلاعاتی جغرافیایی (GIS) استفاده کرده‌اند. با این وجود، مطالعات در زمینه مکان‌یابی مراکز لجستیک در سطح استان‌ها بسیار محدود است. به طوری که هنوز رویکرد جامعی در این زمینه پیشنهاد نشده است. ضمناً مطالعات معطوف به مکان‌یابی یک نوع مرکز لجستیک بوده است.

در پژوهش جاری رویکرد نوین با ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مدل ریاضی و GIS به منظور مکان‌یابی مراکز لجستیکی در سطح یک استان ارائه شده است. برای اولین بار معیارهای مکان‌یابی با روش FAHP رتبه‌بندی می‌شوند.

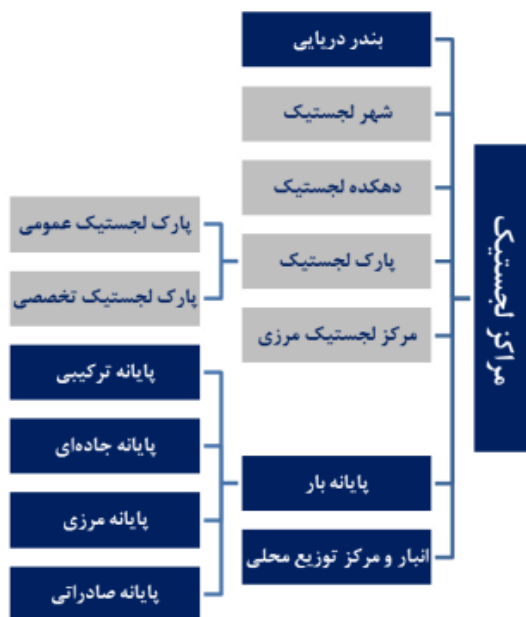
فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل / سال شانزدهم / شماره دوم (۶۳) / زمستان ۱۴۰۳

لجستیک مجموعه‌ای از فعالیت‌ها از قبیل حمل‌ونقل، انبارداری، یکپارچه‌سازی بارهای تجاری، ترخیص کالا از گمرک، سیستم‌های توزیع درون کشوری و نظام‌های پرداخت است که توسط نهادهای دولتی و بخش خصوصی صورت می‌پذیرد (Ye, 2021). لجستیک به عنوان پشتیبان فعالیت‌های تجاری-تولیدی، نقش حیاتی در تحقق رشد اقتصادی هر کشور ایفا می‌کند (Thein, 2004). امروزه، مسئله حمل‌ونقل یک از مهم‌ترین مسائل در زمینه لجستیک و مدیریت زنجیره تأمین است (اعظمی و سعیدی، ۱۳۹۹).

از دیدگاه اقتصادی، کاهش هزینه‌های کلی لجستیک منجر به ایجاد مزیت رقابتی برای صنایع مرتبط با آن می‌شود (Havenga, 2018). بهبود لجستیک در کشورهای دارای موقعیت جغرافیایی مناسب، سبب می‌شود که این کشورها درآمدهای فراوانی از این ناحیه به دست آورند و میزان اشتغال نیز در آن‌ها افزایش یابد (Sarkar et al., 2019). مشاهدات بانک جهانی گویای آن است که در میان کشورهای دارای سطح درآمد سرانه یکسان، کشورهایی که عملکرد لجستیکی بهتری داشته‌اند، حداقل یک درصد رشد بیشتر در تولید ناخالص داخلی و دو درصد رشد بیشتر در تجارت را تجربه کرده‌اند (Jayathilaka et al., 2022).

مراکز لجستیک محلی‌هایی هستند که در آن کلیه فعالیت‌های مرتبط با حمل‌ونقل، انبارداری، توزیع و سایر خدمات لجستیکی کالاها در سطوح بین‌المللی و ملی توسط چندین متصدی انجام می‌شود (Rimiené & Grundey, 2007). یکی از عناصر اساسی یک سیستم توسعه شهری، شناسایی مکان مناسب برای مراکز لجستیکی آن‌ها است.

از آنجاکه معیارهای کیفی و کمی مختلف در انتخاب مرکز لجستیک در نظر گرفته می‌شوند، در نتیجه، انتخاب مکان مراکز لجستیکی یک مسئله تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه^۱ است. مسئله ارزیابی و انتخاب مناسب‌ترین منطقه جغرافیایی برای



شکل ۱. دسته‌بندی مراکز لجستیک

شهرهای لجستیک، مناطقی هستند که در آن کلیه عملیات لجستیک و حمل‌ونقل ملی و بین‌المللی مدیریت شده و به عملیات تجاری مختلف هدایت می‌شوند. شهرهای لجستیکی پیشرفته‌ترین و بالاترین سطح عملکردی مراکز لجستیکی هستند و به‌عنوان دروازه اصلی ورود و خروج کالا در کشور فعالیت می‌کنند. این شهرها نیازمند زیرساخت‌های عظیمی همچون فرودگاه و بندر هستند. اولین شهر لجستیکی واقعی در جهان را کشور امارات متحده عربی در دبی ارائه داد (Akhavan, 2017).

دهکده لجستیکی به‌عنوان منطقه‌ای تعریف می‌شود که در آن کلیه فعالیت‌های مرتبط با حمل‌ونقل، لجستیک و توزیع، هم برای ترانزیت ملی کالا و هم برای ترانزیت بین‌المللی کالا، توسط متصدیان مختلف این امور انجام می‌شود. این دهکده‌ها ترجیحاً توسط چندین روش حمل‌ونقل (جاده‌ای، ریلی، هوایی و آبی) قابل‌دستیابی بوده و قادر به ارائه خدمات لجستیک کالا در سطح شهرها نیز هستند. دهکده لجستیک بولونیای ایتالیا یکی از اولین و بهترین نمونه‌های عملیاتی دهکده‌های لجستیک در جهان است. (Rubini & Della Lucia, 2018).

همچنین، شهرستان‌ها با توجه به سند آمایش استان و به کمک مدل ریاضی، در مراکز لجستیک گروه‌بندی می‌شوند. درنهایت، شهرستان‌های موجود در هر مرکز لجستیک رتبه‌بندی می‌شوند. ساختار تحقیق جاری به این شکل است که فصل دوم اختصاص به پیشینه پژوهش دارد. در فصل سوم مبانی نظری تحقیق بیان می‌شود. روش تحقیق در فصل چهارم تشریح شده است. فصل پنجم یافته‌ها و بحث در مورد نتایج است. فصل ششم و پایانی، به جمع‌بندی، نتیجه‌گیری، بیان محدودیت‌ها و پیشنهادهای کاربردی می‌پردازد.

۲. پیشینه پژوهش

۱-۲ لجستیک

واژه لجستیک اولین بار توسط وبر به کار گرفته شد (Winkelhaus & Grosse, 2020). یک سیستم لجستیک به مجموعه‌ای از فعالیت‌های یکپارچه اطلاق می‌شود که از مجموعه‌ای از عناصر تشکیل شده که باهم در تعامل بوده و عملیات آن‌ها به یکدیگر وابسته هستند (Lin et al., 2021). عملکردهای کلی لجستیک شامل: حمل‌ونقل، انبارداری، مدیریت موجودی، سامانه‌های اطلاعاتی، تأمین، مدیریت سفارش‌ها، خدمات مشتریان، بسته‌بندی و لجستیک معکوس است (Mageto, 2022).

۲-۲ مراکز لجستیک

مرکز لجستیک، محدوده مشخصی است که به‌منظور جمع‌آوری فعالیت‌های مرتبط با لجستیک و حمل‌ونقل کالا در بعد داخلی یا بین‌المللی و در جهت بهینه‌سازی فرآیندها و کاهش هزینه‌ها ایجاد می‌شود (Nam & Song, 2011). دسته‌بندی مشخصی برای مراکز لجستیکی وجود ندارد ولی کشورها بسته به نیاز خود، به روش‌های مختلفی این مراکز را گروه‌بندی کرده‌اند (میانداوآچی، ۱۳۹۲). مطابق سند آمایش مراکز لجستیک کشور (۱۳۹۷) مراکز لجستیک به شهر، دهکده، پارک و مراکز لجستیک مرزی به شرح شکل (۱) تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱۴ دهکده لجستیک، ۱۲ پارک لجستیک عمومی، ۱۸ پارک لجستیک کشاورزی و ۱۰ مرکز لجستیک مرزی در سند آمایش مراکز لجستیک شناسایی شد.

یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره یکپارچه برای مکان‌یابی توسط اولوتاش (۲۰۲۰) پیشنهاد شده است. این مطالعه یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر GIS جدید شامل سوارا^۲ و کوکوسو^۳ فازی ارائه داد تا مشکل انتخاب مکان برای یک مرکز لجستیک را برطرف کند (Ulutaş et al., 2020).

شاه پروری و همکاران (۲۰۲۰) یک رویکرد جدید را به منظور حل مشکل مکان‌یابی ایجاد یک هاب لجستیک تجمع و توزیع بار شهری در منطقه شمال غرب ایران، توسعه دادند (Shahparvari et al., 2020).

یزدانی و همکاران (۲۰۲۰) پژوهشی باهدف ایجاد یک مدل تصمیم‌گیری دو مرحله‌ای برای یافتن مناسب‌ترین منطقه در اسپانیا برای ایجاد مراکز لجستیک، انجام دادند. مناطق در نظر گرفته شده بر اساس معیارهای ارزیابی و با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها^۴ مورد مقایسه کارایی قرار می‌گیرند (Yazdani et al., 2020).

جلایی پیکانی و همکاران (۱۴۰۰) به شناسایی پهنه مناسب جهت احداث مرکز لجستیک کشاورزی در استان اصفهان پرداختند. معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی مراکز لجستیک شناسایی و سپس فرآیند مکان‌یابی انجام شده است. آن‌ها با حذف محدوده‌های جغرافیایی غیرمجاز از پهنه استان، محدوده‌های امکان‌پذیر را شناسایی کردند. سپس بر اساس حداقل هزینه کل، یک مدل ریاضی برای مکان‌یابی مراکز لجستیک ارائه کردند (جلایی پیکانی و همکاران، ۱۴۰۰).

ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره ترکیبی برای ارزیابی جامع مکان‌های لجستیک در چین پیشنهاد کردند. این مدل ترکیبی از تکنیک تحلیل اعداد خاکستری^۵ با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی تاپسیس^۶ و نظریه بازی‌ها است. یافته‌ها یک مرجع نظری برای تحقق برنامه‌ریزی

فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل / سال شانزدهم / شماره دوم (۶۳) / زمستان ۱۴۰۳

پارک لجستیکی، منطقه صنعتی یا تعریف شده برای فعالیت‌های مربوط به حمل‌ونقل، لجستیک و توزیع کالاها در سطح منطقه‌ای، ملی و یا بین‌المللی است که توسط اپراتورهای مختلف انجام می‌شود (Han, 2019). پارک‌های لجستیکی به دودسته عمومی و اختصاصی تقسیم‌بندی می‌شوند. این مکان‌ها به سبب تجمع بخش‌های مختلف صنعت لجستیک از قبیل پارک کامیون، شرکت‌های حمل‌ونقلی، انبار کانتینر، بخش‌های لجستیکی، مرکز فناوری و فرآیند توزیع در یک مکان می‌گردد مراکز لجستیک مرزی در منطقه مرزی واقع است و امکانات و خدمات لجستیک مورد نیاز برای صادرات، واردات و ترانزیت را فراهم می‌کند. گمرک، مرزبانی، سازمان ملی استاندارد، سازمان حفظ نباتات کشور و تمامی سازمان‌های ذی‌ربط در ورود و خروج کالا و خدمات خود را به‌طور متمرکز و یکپارچه در این مرکز ارائه می‌دهند (Cooperation, 2009).

۲-۳ مکان‌یابی مراکز لجستیک

هوانگ (۲۰۱۲) از نظریه‌ها و روش‌های مدل ساختار تفسیری^۲ برای بحث و تجزیه و تحلیل مکان‌یابی مراکز لجستیک کشاورزی استفاده کرده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که ذخایر آبی، موقعیت ارتفاعی و آب‌وهوای منطقه، به‌عنوان عوامل ریشه‌ای و امکانات زیربنایی، آب‌وهوا و نیروی انسانی، به‌عنوان عوامل سطح نهایی هستند (Huang et al., 2012).

آمبرسینو و سیماجن (۲۰۱۶) یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط برای به حداقل رساندن مکان و هزینه‌های حمل‌ونقل سکوه‌های لجستیکی کانتینری ارائه دادند. مدل پیشنهادی آن‌ها می‌توانست تقاضای مبدا-مقصد کانتینری را بین چندین سکو و حالت‌های مختلف سفر تقسیم کند (Ambrosino & Sciomachen, 2016).

یک مدل ریاضی برای تدوین سند آمایش مراکز لجستیک ایران در سال ۱۳۹۷ توسط معاونت حمل‌ونقل و وزارت راه و شهرسازی به کار گرفته شد. مطابق نتایج خروجی این مدل ریاضی، مجموعاً ۵۸ مرکز لجستیک شامل: ۴ شهر لجستیک،

رویگردی برای مکان‌یابی مراکز لجستیکی (مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی)

غیرخطی اعداد صحیح مختلط برای مکان‌یابی مراکز لجستیکی حمل‌ونقل چندوجهی را پیشنهاد کردند که در آن انتشار کربن به‌طور خاص برای دستیابی به برنامه‌ریزی راهبردی سبز در نظر گرفته می‌شود. نتیجه مکان‌یابی و ایجاد مرکز لجستیک کمکی نشان داد که ۴۱,۴۶ درصد افزایش در جریان بار، ۲,۲ درصد صرفه‌جویی در زمان حمل‌ونقل و ۲,۳۵ درصد صرفه‌جویی در هزینه کل به همراه داشته است (H. Li & Wang, 2023). جمع‌بندی مرور ادبیات پژوهش در جدول (۱) آمده است.

و تعیین چیدمان هاب‌های لجستیک ملی را ارائه می‌کند (Zhang et al., 2021).

گوسر و سنر (۲۰۲۲) یک رویکرد جدید برای انتخاب مکان مراکز لجستیکی در یک محیط تصمیم‌گیری گروهی^۱ در فضای عدم قطعیت با ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره برای کاهش هزینه‌های خدمات پستی هوایی معرفی کرده است (Gocer & Sener, 2022).

مالیات کربن به دلیل الزامات توسعه حمل‌ونقل سبز، موردتوجه قرار گرفته است. لی و همکاران (۲۰۲۳) یک مدل برنامه‌ریزی

جدول ۱. خلاصه مرور ادبیات پژوهش

معیارهای مکان-یابی مراکز لجستیک	روش تحلیل		روش اجماع	هدف	نویسنده و سال
	GIS	MCDM			
				مفاهیم مراکز لجستیکی	Nam & Song, 2011
*			ISM	مکان‌یابی لجستیک کشاورزی	Huang et al., 2012
*			MILP	کمینه‌سازی هزینه حمل‌ونقل	Ambrosino & Sciomachen, 2016
*				مفاهیم مراکز لجستیکی	Akhavan, 2017
*				مفاهیم مراکز لجستیکی	Rubini & Della Lucia, 2018
*				مفاهیم مراکز لجستیکی	Han, 2019
*	*	AHP	MILP	مکان‌یابی لجستیک کشاورزی	جلایی پیکانی و همکاران، ۱۴۰۰
*	*	SWARA		توسعه منطقه‌ای	Ulutaş et al., 2020
*	*	VIKOR	LP	کاهش هزینه و بهبود کارایی	Shahparvari et al., 2020
*		R-cocoso	LP	توسعه شهری	Yazdani et al., 2020
*		TOPSIS		چیدمان مراکز لجستیکی	Zhang et al., 2021
*		AHP-ARS	GDM	خدمات پستی هوایی	Gocer & Sener, 2022
*		BABC		کاهش هزینه کل لجستیک	Z.-C. Li et al., 2023
*			MILP	کاهش کربن	H. Li & Wang, 2023
*		FAHP		رضایت مشتری	Yin et al., 2023
*	*	FAHP	LP	توسعه منطقه‌ای	پژوهش جاری

مجاز به‌منظور استقرار مراکز لجستیکی، غالباً از روش GIS استفاده شده است. همچنین باید روش مناسبی برای اجماع نظری

با توجه به مرور ادبیات موضوع، مکان‌یابی مراکز لجستیک یک مسئله پیچیده است. مطالعات نشان داد که برای تعیین مکان‌های

آن و همچنین به علت اینکه روش دلفی متکی بر قضاوت ترجیحی خبرگان است و قضاوت‌های خبرگان نیز از قطعیت کامل برخوردار نیستند، بنابراین نیاز به روش دیگری احساس شد. بر همین اساس اولین بار در سال ۱۹۸۸ روش دلفی فازی توسط کافمن و گوپتا معرفی شد. در روش دلفی فازی سعی شده است روش دلفی سنتی با مفاهیم تئوری فازی ترکیب شود (Kaufman & Gupta, 1988). تفاوت اصلی روش دلفی فازی با روش دلفی معمولی در بخش تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده است.

۳-۳ روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی^{۱۰}

روش‌های متعددی برای وزن دهی و رتبه‌بندی عوامل وجود دارد. پژوهش جاری از نوع تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. یکی از رایج‌ترین ابزارهای وزن دهی و رتبه‌بندی در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه در مواقعی که معیارها بر همدیگر تأثیر ندارند، AHP است. به منظور افزایش دقت محاسبات و کاهش اشتباهات سهوی خبرگان، از نوع فازی آن استفاده می‌شود (Liu et al., 2020).

از اعداد فازی مثلثی (l,m,u) برای ایجاد مقیاس مقایسه زوجی در این پژوهش استفاده می‌شود. از الگوریتم یا روش میانگین هندسی بوکلی برای محاسبه وزن نهایی معیارها استفاده می‌شود (Buckley, 1985).

این محاسبات و تحلیل‌ها توسط نرم‌افزار سوپردسیژن^{۱۱} انجام می‌پذیرد با توجه به این‌که در نرم‌افزار مورداستفاده سه نوع طیف ۳، ۵ و ۷ تایی برای مقایسات زوجی وجود دارد، از طیف ۷ تایی برای پژوهش جاری به شرح جدول (۲) استفاده شده است (Zadeh et al., 1996).

جدول ۲. طیف مقایسات زوجی

مقیاس عدد فازی	مقدار فازی	کد	متغیر زبانی
(۰,۰,۰,۱)	$\tilde{1}$	TL	کاملاً بی‌اهمیت
(۰,۰,۱,۰,۳)	$\tilde{2}$	VL	خیلی بی‌اهمیت
(۰,۱,۰,۳,۰,۵)	$\tilde{3}$	L	بی‌اهمیت

خبرگان انتخاب گردد. تکنیک دلفی فازی با توجه به سهولت کاربرد و دقت لازم، بهترین روش برای این پژوهش است. پرکاربردترین روش رتبه‌بندی معیارها FAHP است. در مبانی نظری، این محورها به اختصار شرح داده می‌شوند.

۳. مبانی نظری پژوهش

۳-۱ لایه‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS^{۱۲}

امروزه اطلاعاتی که باید در مدیریت شهری پردازش شوند، رشد بسیار سریعی دارد. GIS، نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی است که دارای مجموعه‌ای کامل از امکانات مختلف و قابلیت‌های موردنیاز بوده که کار ثبت، ذخیره‌سازی، بررسی و پردازش داده‌ها را انجام می‌دهد. مهم‌ترین گام در استفاده از این نرم‌افزار، مرحله ورود اطلاعات است.

در GIS دو قسمت مختلف از اطلاعات شامل: اطلاعات مکانی (موقعیت و شکل عوارض) و اطلاعات توصیفی (ویژگی‌ها و خصوصیات عوارض) موجود در یک نقشه به طور مستقل اما کاملاً مرتبط به هم وارد می‌شوند. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی دارای نرم‌افزار لازم به منظور نمایش نمودارها، نقشه‌ها و جداول مختلف به شکل‌هایی گوناگون هستند. روش‌های نقشه‌نگاشتی می‌توانند زمینه‌ای را ایجاد کنند تا بتوان به سادگی انواع مختلف از نقشه‌هایی را که نشان‌دهنده توزیع فضایی پدیده‌های مختلف هستند، تولید کرد.

۳-۲ روش دلفی فازی

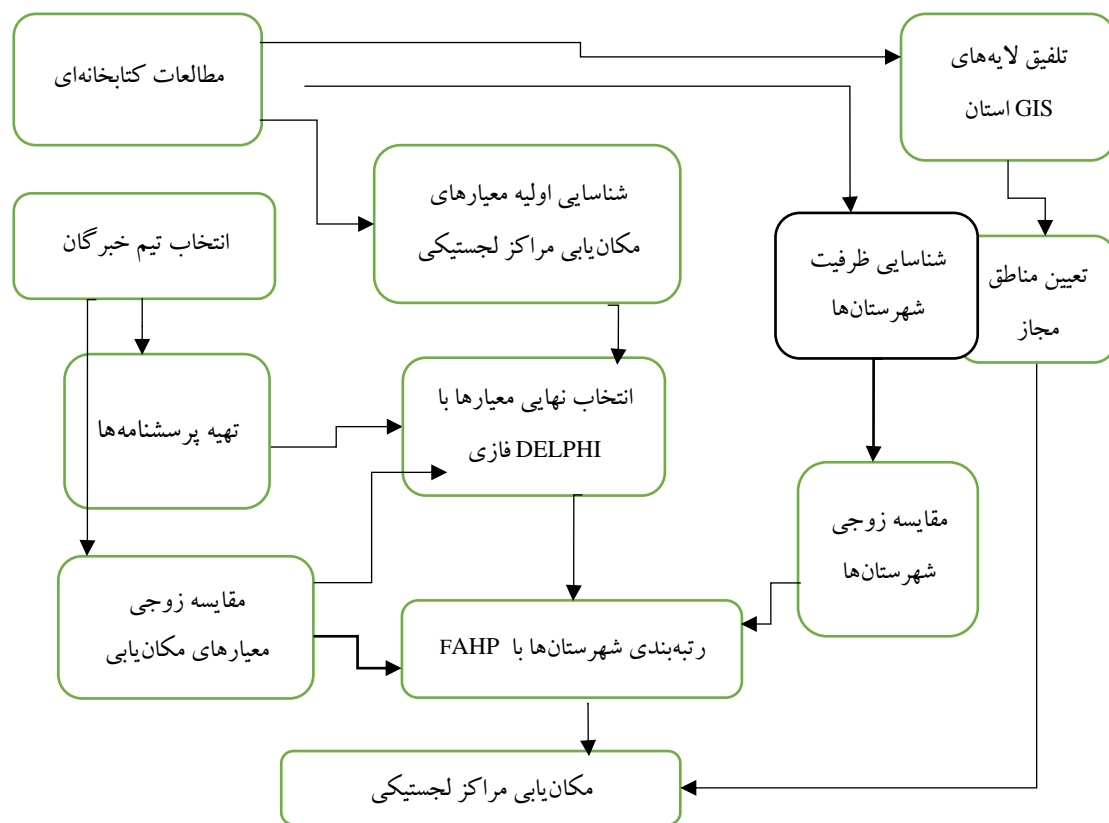
روش دلفی فازی به منظور انتخاب معیارهای نهایی توسط خبرگان از بین معیارهای اولیه استخراج شده از منابع مکتوب علمی، به کار گرفته شده است. روش یا تکنیک دلفی یک روش ساختاریافته و دارای چارچوب برای ارتباط گروهی میان کارشناسان و خبرگان است تا بتوانند به کمک آن، تصمیم‌گیری و تحلیل در شرایط ابهام را با حداقل خطای ممکن انجام دهند. به علت ضعف‌های روش دلفی معمولی یا سنتی از قبیل احتمال حذف نظرات برخی از خبرگان در پژوهش و همگرایی پایین

رویکردی برای مکان‌یابی مراکز لجستیکی (مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی)

هجری شمسی انجام شده است. جامعه آماری پژوهش، کلیه شهرستان‌های استان آذربایجان غربی است. ابزارهای مورد استفاده برای جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه محقق ساخته است. ساخت پرسشنامه از طریق مصاحبه با خبرگان انجام شده است. بررسی وضعیت و کیفیت زیرساخت‌ها و نحوه فعالیت مراکز موجود از طریق آمارهای دستگاه‌های اجرایی و اسناد بالادستی انجام خواهد گرفت.

۴-۱ روش اجرای پژوهش

مراحل اجرای پژوهش جاری در شکل (۲) آمده است.



شکل ۲. روش انجام پژوهش

استفاده شده است. در این رویکرد، ضمن توجه و رعایت الزامات اسناد بالادستی آمایش استانی، به مزیت‌های لجستیکی شهرستان -ها توجه شده است.

گام اول) مطالعات کتابخانه‌ای

مطالعه روی پژوهش‌های علمی مرتبط با مکان‌یابی مراکز لجستیکی، اسناد بالادستی ملی و آمارهای استانی مرتبط با

۴-۲ رویکرد پیشنهادی پژوهش

در روش‌های مرسوم، غالباً مکان‌یابی یک نوع مرکز لجستیکی مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین، از یک یا دو روش ترکیبی برای مکان‌یابی استفاده شده و اسناد راهبردی مدنظر قرار نگرفته است. اما در پژوهش جاری، رویکرد نوین ترکیبی از روش‌های GIS و FAHP برای مکان‌یابی مراکز لجستیکی در یک استان

فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال شانزدهم / شماره دوم (۶۳) / زمستان ۱۴۰۳

عددی مانند "طول راه آهن" که امکان جمع‌آوری اطلاعات برای آن‌ها وجود دارد. در نهایت، عامل‌های کیفی (SF) مانند "کیفیت راه‌ها" که صرفاً به صورت کیفی قابل بیان هستند.

اندیس‌ها:

$i = 1, \dots, m$ تعداد شهرستان‌ها

$j = 1, \dots, p$ تعداد فاکتورهای بحرانی

پارامترها:

CF_{ij} مقدار عامل بحرانی عامل j در مکان i

OF_{ij} مقدار کمی عامل j در مکان i

SF_{ij} مقدار عددی اختصاص داده شده (در مقیاس ۰-۱۰۰)

به عامل توصیفی j برای مکان i

w_j وزن اختصاصی به عامل کیفی ($0 \leq w \leq 1$)

α وزن اختصاصی به عامل‌ها

متغیرها:

CFM_i مقدار عامل بحرانی محاسبه شده برای مکان i

OFM_i مقدار عامل کمی محاسبه شده برای مکان i

SFM_i مقدار عامل توصیفی (کیفی) محاسبه شده برای مکان i

LM_i مقدار امتیاز نهایی مکانی محاسبه شده برای مکان i

محاسبات معیارها بر طبق روابط ۱ تا ۵ انجام می‌شوند (Heragu, 2018).

$$CF_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اگر مکان } i \text{ فاکتور بحرانی } j \text{ را ارضا کند} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (1)$$

$$CFM_i = CF_{i1} * CF_{i2} * \dots = \prod_{j=1}^p CF_{ij}; i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$OFM_i = \frac{\text{Max} \left[\sum_{j=1}^q OF_{ij} \right] - \sum_{j=1}^q CF_{ij}}{\text{Max} \left[\sum_{j=1}^q OF_{ij} \right] - \text{Min} \left[\sum_{j=1}^q OF_{ij} \right]}; i = 1, \dots, m \quad (3)$$

$$SFM_i = \sum_{j=1}^R w'_j * SF_{ij}; i = 1, \dots, m \quad (4)$$

$$LM_i = CFM_i \left[\alpha OFM_i + (1 - \alpha) SFM_i \right]; i = 1, \dots, m \quad (5)$$

آن چنانکه از رابطه ۵ برمی‌آید، عدم وجود هر یک از الزامات که به معنای حذف شهرستان از مرکز لجستیک خواهد بود. در نهایت، شهرستان‌های استان با توجه به پتانسیل‌های موجود، به صورت اولیه در مراکز چهارگانه لجستیک (شهر، دهکده،

فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال شانزدهم / شماره دوم (۶۳) / زمستان ۱۴۰۳

موضوع پژوهش. در این گام، با مطالعات مشروحه ذیل، موارد مشروحه ذیل شناسایی یا استخراج می‌شود:

(۱) شناسایی معیارهای اولیه مکان‌یابی انواع مراکز لجستیکی. (۲) شناسایی ویژگی‌ها و توانمندی‌های لجستیکی استان از اسناد راهبردی و اجرایی آمایش سرزمین.

گام دوم) انتخاب تیم خبرگان

تیم خبرگان متشکل از: دانشگاهی، مدیریتی، کارشناسی در حوزه لجستیک و مراکز لجستیکی، مدیران اجرایی استان انتخاب می‌شود. خبرگان به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که حداقل یک نفر خبره در هر موضوع مرتبط با مکان‌یابی مراکز لجستیک وجود داشته باشد.

گام سوم) گزینش معیارهای مکان‌یابی مراکز لجستیکی

روش‌های مختلفی برای گزینش عوامل وجود دارد. در تحقیق جاری از روش دلفی فازی استفاده شده است.

گام چهارم) تعیین مناطق مجاز برای استقرار مراکز لجستیک

در این گام، لایه‌های مختلف GIS لجستیکی استان باهم تلفیق می‌شوند تا مناطق مجاز برای ایجاد مراکز لجستیکی به تفکیک هر شهرستان تعیین گردند. در نهایت، مناطقی به دست می‌آیند که از نظر لجستیکی، واجد شرایط ایجاد مراکز لجستیکی را دارند. تلفیق لایه‌های GIS استان توسط نرم‌افزار آرک جی‌آی‌اس^{۱۱} انجام می‌گیرد. در صورتی که برای یک شهرستان مکان مناسب وجود نداشته باشد، گام‌های بعدی انجام نخواهد شد.

گام پنجم) گروه‌بندی و رتبه‌بندی شهرستان‌ها در مراکز لجستیکی برای گروه‌بندی شهرستان‌ها در مراکز لجستیکی، دو شرط و الزام مشروحه ذیل وجود دارد:

الزام اول) وجود منطقه مجاز برای استقرار مراکز لجستیکی. این شرط از گام چهارم تعیین می‌گردد. در الزام دوم که وجود استعداد و ظرفیت شهرستان‌ها در زمینه ایجاد مراکز لجستیکی است، سه نوع عامل در مکان‌یابی مراکز لجستیکی تأثیر دارند. عامل‌های بحرانی (CF) یا الزام‌آور که اگر وجود نداشته باشند، آن شهرستان از گزینه‌ها حذف می‌شود. عامل‌های کمی (OF) یا

رویکردی برای مکان‌یابی مراکز لجستیکی (مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی)

گام سوم) گزینش معیارهای نهایی مکان‌یابی مراکز لجستیکی و وزن‌دهی آن‌ها.

گام چهارم) تعیین مکان مجاز برای احداث مراکز لجستیکی گام پنجم) گروه‌بندی و رتبه‌بندی شهرستان‌ها در مرکز لجستیکی.

۵. یافته‌های پژوهش

در این فصل سعی شده است تا گام‌های اجرایی دقیقاً منطبق بر رویکرد پیشنهادی پژوهش جاری باشد. این رویکرد در ۱۷ شهرستان استان آذربایجان غربی به کار گرفته شده و نتایج مورد بحث قرار گرفته است.

گام اول) مطالعات کتابخانه‌ای
 ۱) بامطالعه روی تحقیقات قبلی، ۲۳ معیار برای شهر لجستیک، ۲۶ معیار برای دهکده لجستیک، ۱۴ معیار برای پارک لجستیک و ۱۳ معیار اولیه برای مراکز لجستیک مرزی به شرح جدول (۳) استخراج شد.

پارک و مرزی) گروه‌بندی می‌شوند. رتبه‌بندی شهرستان‌ها در هر مرکز لجستیکی با روش FAHP انجام می‌شود.

مدل سلسله مراتبی پژوهش جاری به این ترتیب است که هدف (مکان‌یابی مراکز لجستیکی استان) در بالاترین سطح قرار می‌گیرد. در سطح بعدی، معیارهای شناسایی شده و منتخب قرار دارند که مبنای انتخاب و رتبه‌بندی شهرستان‌ها هستند. معیارهای مکان‌یابی مدل از گام سوم به دست می‌آیند. معیارها توسط خبرگان مقایسه زوجی شده و وزن دهی می‌شوند. در آخرین سطح مدل، گزینه‌ها که همان شهرستان‌ها هستند، قرار دارند. شهرستان‌ها قبلاً با توجه به توانمندی‌های لجستیکی و الزامات سند آمایش استان، در مراکز چهارگانه گروه‌بندی می‌شوند. شهرستان‌های هر مرکز لجستیکی در هر معیار مکان‌یابی با نظر خبرگان مقایسه زوجی شده و رتبه‌بندی می‌شوند. مراحل

این گام از پژوهش عبارت‌اند از:

گام اول) مطالعات کتابخانه‌ای
 گام دوم) انتخاب تیم خبرگان

جدول ۳. معیارهای مکان‌یابی مراکز لجستیک

شهر لجستیک	دهکده لجستیک	پارک لجستیک	مرکز لجستیک مرزی
۱. داشتن بندر	۱. ارتباط با یک بندر یا فرودگاه	۱. دسترسی به جاده	۱. قرار گرفتن در نوار مرزی
۲. دسترسی به جاده	۲. حمل و نقل ریلی	۲. پایانه ریلی	۲. دسترسی به جاده و بزرگراه
۳. دسترسی به راه آهن	۳. حمل و نقل جاده‌ای و بزرگراهی	۳. عملیات کانتینری	۳. پایانه ریلی
۴. فرودگاه تجاری و باری	۴. بخش‌های اداری	۴. انبار و سردخانه	۴. پارکینگ خودرو و کامیون
۵. حمل و نقل چندوجهی	۵. انبارهای عمومی و نگهداری کالا	۵. شرکت‌های حمل و نقلی	۵. انواع انبارهای گمرکی و
۶. شرکت‌های حمل و نقلی و پخش	۶. پایانه چندوجهی و خدمات	۶. خدمات لجستیکی و	قرنطینه
۷. مجموعه‌های صنعتی و صنایع	پشتیبانی	پشتیبانی	۶. شرکت‌های حمل و نقلی بین-المللی
جانبی	۷. فضای سبز	۷. فضای سبز	۷. پایانه بار
۸. شرکت‌های خدمات لجستیک	۸. گمرک و تشریفات گمرکی	۸. خدمات توزیع	۸. خدمات کامل گمرکی
۹. واحدهای مسکونی	۹. تأمین امنیت	۹. مجموعه‌های آموزشی	۹. مرزبانی
۱۰. مناطق تجاری	۱۰. پست	۱۰. پست و زیرساخت‌های	۱۰. سازمان استاندارد
۱۱. فضاهای ورزشی و تفریحی	۱۱. بانک	مخابراتی	۱۱. سازمان حفظ نباتات و
۱۲. فضاهای آموزشی	۱۲. پارکینگ	۱۱. بانک و بیمه	داهپزشکی
۱۳. امکانات بهداشتی و درمانی	۱۳. محوطه تخلیه و بارگیری	۱۲. پلیس و تأمین امنیت	

شهر لجستیک	دهکده لجستیک	پارک لجستیک	مرکز لجستیک مرزی
۱۴. فضای سبز	۱۴. ایستگاه سوخت	۱۳. ظرفیت تولید محصولات	۱۲. خدمات درمانی و بهداشتی
۱۵. مدیریت شهری و سرمایه-گذاری	۱۵. مجتمع‌های رفاهی	صنعتی، معدنی و کشاورزی	۱۳. بانک و بیمه
۱۶. خدمات کامل گمرکی	۱۶. تعمیرگاه وسایل نقلیه	۱۴. پایانه‌های بار	
۱۷. خدمات بیمه‌ای	۱۷. تعمیر و نگهداری کانتینر		
۱۸. آتش‌نشانی	۱۸. حمل‌ونقل همگانی		
۱۹. پلیس و تأمین امنیت	۱۹. زیرساخت‌های ارتباطی		
۲۰. منطقه ویژه تجاری	۲۰. تسهیلات ردیابی محمولات		
۲۱. انبارهای بزرگ و سردخانه	۲۱. همکاری و سرمایه‌گذاری مشترک		
۲۲. امکان همکاری مشترک	۲۲. ارتباط با تجارت بین‌المللی		
۲۳. قرار گرفتن یا نزدیکی به کریدورهای ملی و بین‌المللی	۲۳. دسترسی به نیروی کار ارزان		
	۲۴. دسترسی به نوار مرزی		
	۲۵. وجود قوانین و حمایت‌های مالیاتی		
	۲۶. رعایت مسائل زیست‌محیطی		

که در ۱۰ ماده و تا افق سال ۲۰۲۴ تنظیم شده است (سند آمایش آذربایجان غربی، ۱۳۹۹). خلاصه‌ای از ویژگی‌ها و توانمندی‌های لجستیکی شهرستان‌های استان آذربایجان غربی شامل: نقش استان در تقسیم‌کار ملی و منطقه‌ای، فعالیت‌های خدماتی، فعالیت‌های صنعتی و فعالیت‌های معدنی که از سند آمایش استخراج شده است، در جدول (۴) آمده است.

استان آذربایجان غربی در منتهی‌الیه شمال غربی کشور واقع شده و با سه کشور عراق، ترکیه و آذربایجان و سه استان داخلی هم‌مرز است. شهرهای این استان با داشتن مواهب طبیعی و وجود زیرساخت‌ها، دارای توانمندی‌ها و مزیت‌های زیادی در زمینه مراکز لجستیکی هستند. در نتیجه این استان از نظر لجستیک ملی و بین‌المللی دارای مزیت‌های پایداری است. مهم‌ترین سند بالادستی این پژوهش، سند آمایش استان آذربایجان غربی است

جدول ۴. ویژگی‌های لجستیکی سند راهبردی استان

نقش استان در تقسیم‌کار ملی و منطقه‌ای	فعالیت‌های خدماتی	فعالیت‌های صنعتی	فعالیت‌های معدنی
شهرستان	کریدور پیشنهادی بازارگان-چابهار	مرکز ملی و فراملی لجستیک	طلا و تهره و باریت
لجستیک	صنایع‌های مرزی	منطقه آزاد تجاری و صنعتی	آهن
ترانزیت	کانون مرزی	منطقه ویژه اقتصادی	
مبادلات بین‌المللی	صنایع‌های مرزی	محدوده‌های صنعتی مرزی	
پیوند با کریدور غرب	کانون مرزی		
*	سرو		
*			
*			
*			
*			
*			
*			

رویکردی برای مکان‌یابی مراکز لجستیکی (مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی)

فعالیت‌های معدنی	فعالیت‌های صنعتی	فعالیت‌های خدماتی	نقش استان در تقسیم‌کار ملی و منطقه‌ای							
طلا و تهره و باریت	محدوده‌های صنعتی مرزی آهن	مرکز ملی و فراملی لجستیک منطقه آزاد تجاری و صنعتی منطقه ویژه اقتصادی	کریسور پیشنهادی بازرگان-چابهار	عملکردهای مرزی	کانون مرزی	پیوند با کریدور غرب	مبادلات بین‌المللی	ترانزیت	لجستیک	شهرستان
*	*		اشنویه			ارومیه	*	*	*	اشنویه
*										بوکان
*					پلدشت					پلدشت
*	*				تمرچین					پیرانشهر
*	*		*							تکاب
*	*		*							چالدران
*										چابپاره
*					رازی	ارومیه				خوی
*					کیله					سردشت
*		*			کوزه					سلماس
*					رش					
*	*									شاهین‌دژ
*										شوط
*	*	*			بازرگان	ارومیه	✓	✓	✓	ماکو
**	*					ارومیه	✓	✓	✓	مهاباد
*						ارومیه	✓	✓	✓	میاندوآب
*						ارومیه				نقده

منبع: سند آمایش استان آذربایجان غربی، ۱۳۹۹

جدول ۵. مشخصات خبرگان پژوهش				گام دوم) انتخاب تیم خبرگان
تعداد	تخصص	سازمان/محل کار	تحصیلات	
۳	حمل و نقل	راهداری و پایانه	کارشناسی ارشد	در پژوهش جاری ۱۶ نفر از خبرگان دانشگاهی، مدیریتی، کارشناسی در حوزه لجستیک و مکان‌یابی مراکز لجستیکی، با مشخصات مشروحه جدول (۵)، انتخاب شد. خبرگان به‌گونه‌ای انتخاب شدند که حداقل یک نفر خبره در هر موضوع مرتبط با مکان‌یابی مراکز لجستیک وجود داشته باشد.
۲	عمران و معماری	راه و شهرسازی	کارشناسی ارشد	
۱	اقتصاد	دانشگاه صنعتی ارومیه	دکتری	
۱	مهندسی صنایع	دانشگاه صنعتی ارومیه	دکتری	
۲	مدیریت اجرایی	شهرک‌های صنعتی	کارشناسی ارشد	

فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال شانزدهم / شماره دوم (۶۳) / زمستان ۱۴۰۳

گام سوم) گزینش معیارهای نهایی مکان‌یابی مراکز لجستیکی و وزن‌دهی آنها

معیارهای نهایی مکان‌یابی مراکز لجستیکی می‌بایست از معیارهای جدول ۳ انتخاب گردد. به این منظور از روش دلفی فازی با ۱۶ نفر از خبرگان و بعد از سه دور اجرا استفاده شد. به‌عنوان نمونه، نتایج گزینش معیارهای ده‌گانه لجستیکی در جدول (۶) آمده است.

تخصص	تعداد	سازمان/محل کار	تحصیلات
مهندسی مخابرات	۱	صداوسیما	کارشناسی ارشد
مدیریت بازرگانی	۱	گمرک ارومیه	کارشناسی ارشد
مدیریت ارتباطات	۱	فناوری ارتباطات	کارشناسی ارشد
مهندسی مکانیک	۱	شرکت گاز استان	کارشناسی ارشد
معدن و اقتصاد	۲	سازمان صمت	کارشناسی ارشد
مدیریت شهری	۱	شهرداری ارومیه	کارشناسی ارشد
	۱۶		جمع تیم خبرگان

جدول ۶. معیارهای مکان‌یابی ده‌گانه لجستیکی

کد	معیار	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12
D1	ارتباط با یک بندر یا فرودگاه	■											
D2	حمل‌ونقل ریلی	■	■										
D3	حمل‌ونقل جاده‌ای و بزرگراهی	■	■	■									
D4	انبارهای عمومی و نگهداری کالا	■	■	■	■								
D5	پایانه چندوجهی و خدمات پشتیبانی لجستیکی	■	■	■	■	■							
D6	گمرک و تشریفات گمرکی	■	■	■	■	■	■						
D7	محوطه تخلیه و بارگیری	■	■	■	■	■	■	■					
D8	تعمیر و نگهداری کانتینر	■	■	■	■	■	■	■	■				
D9	تسهیلات ردیابی محصولات	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
D10	ارتباط با تجارت ملی و بین‌المللی	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
D11	دسترسی به نوار مرزی	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
D12	وجود قوانین و حمایت‌های مالیاتی	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

جدول ۷. نتایج روش دلفی برای معیارهای ده‌گانه لجستیکی

رتبه	مقدار وزن	وضعیت سوالات	طیف پرسشنامه			معیار
			بسیار کم	بسیار زیاد	متوسط	
۱	۰,۰۴۵۷۲۹۹۱۹	تائید شده	۱۶			۱
۳	۰,۰۴۳۱۲۶۷۵۱	تائید شده	۱۵	۱		۲
۳	۰,۰۴۳۱۲۶۷۵۱	تائید شده	۱۵	۱		۳
۱۵	۰,۰۳۶۴۸۳۰۵۱	عدم تائید	۶	۵	۵	۴
۱۰	۰,۰۳۹۵۳۰۹۷۷	تائید شده	۱۲	۳	۱	۵
۷	۰,۰۴۲۵۰۶۵۰۳	تائید شده	۱۳	۳		۶

با توجه به نتایج جدول (۶)، از تعداد ۲۶ معیار اولیه، تعداد ۱۲ معیار برای مکان‌یابی ده‌گانه لجستیکی انتخاب شد. به همین روش، تعداد ۱۱ معیار برای شهر لجستیک، ۹ معیار برای پارک لجستیک و ۱۳ معیار برای مرکز لجستیک مرزی انتخاب شدند. مقایسه زوجی معیارهای مکان‌یابی مراکز لجستیکی توسط خبرگان با طیف ۷ تایی مطابق جدول (۲) انجام شد. به‌عنوان نمونه، تعداد ۱۲ معیار برای مکان‌یابی ده‌گانه لجستیکی گزینش شد که جدول مقایسات زوجی بین معیارهای آن به شرح جدول (۷) است.

رویکردی برای مکان‌یابی مراکز لجستیکی (مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی)

رتبه	وزن نرمالیزه	معیار
۵	۰,۰۹۰۱۸۵	پایانه چندوجهی و خدمات پشتیبانی لجستیک
۶	۰,۰۵۶۳۶۵	انبارهای عمومی و نگهداری کالا
۷	۰,۰۳۳۱۵۶	محوطه تخلیه و بارگیری
۸	۰,۰۱۶۵۷۸	وجود قوانین و حمایت‌های مالیاتی
۹	۰,۰۰۸۰۸۷	تسهیلات ردیابی محصولات
۱۰	۰,۰۰۳۸۵۱	تعمیر و نگهداری کانینر
۱۱	۰,۰۰۱۷۵	گمرک و تشریفات گمرکی
۱۲	۰,۰۰۰۷۷۸	دسترسی به نوار مرزی

گام چهارم) زمین مناسب برای احداث مراکز لجستیکی در این گام، محدوده‌هایی که برای احداث مراکز لجستیکی مناسب هستند، تعیین می‌شود. مراکز لجستیک بر اساس ضوابط و معیارهای زیست‌محیطی استقرار واحدها و فعالیت‌های صنعتی و تولیدی کشور در رده ۴ خدماتی قرار می‌گیرد. این رده می‌بایست تا شعاع ۴۰۰ متر از حریم شهر، ۲۵۰ متر از طرح هادی روستایی، ۱۰۰ متر از منطقه حفاظت‌شده، ۱۵۰ متر از تالاب‌ها، ۲۵۰ متر از مخازن شرب و ۲۵۰ متر از رودخانه‌های غیر شرب فاصله داشته باشد. مراکز لجستیک بر اساس ضوابط و معیارهای زیست‌محیطی استقرار واحدها و فعالیت‌های صنعتی و تولیدی کشور، می‌بایست ۱۰۰ متر از منطقه حفاظت‌شده فاصله داشته باشد.

محدودیت‌های پوشش زمین شامل مراتع با تراکم بالا، مناطق جنگلی، بیشه‌زارها و درختچه‌زارها، سطوح آبی و باتلاق‌های استان هستند. طبقات ارتفاعی و شیب (توپوگرافی)؛ پهنه‌های با شیب بیشتر از ۲۰ درصد برای احداث مراکز لجستیک مناسب نیستند. محدوده‌های ۵ کیلومتری گسل‌های استان تحت عنوان محدوده‌ای مخاطره گسل تعریف شده است. بر اساس تعریف، دشت سیلابی، سرزمین پست و همواری است که در کنار رودی قرار دارد و اگر رود طغیان کند، سیل آن دشت را فرامی‌گیرد. پس از شناسایی معیارهای غیر جبرانی انتخاب مکان مراکز لجستیک، لایه‌های اطلاعاتی GIS مربوط به این معیارها در

رتبه	مقدار وزن	وضعیت سؤالات	طیف پرسشنامه			معیار
			توسط زبان	زبان	زبان	
۲۵	۰,۰۳۳۵۹۹۱۰۷	عدم تائید	۶	۶	۴	۷
۶	۰,۰۴۲۸۱۴۴۶۵	تائید شده	۱۴	۲		۸
۱۷	۰,۰۳۶۱۴۶۵۴۸	عدم تائید	۶	۴	۶	۹
۱۹	۰,۰۳۵۸۹۹۲۶۸	عدم تائید	۵	۵	۶	۱۰
۱۹	۰,۰۳۵۸۹۹۲۶۸	عدم تائید	۵	۵	۶	۱۱
۲۲	۰,۰۳۵۴۱۴۹۳۵	عدم تائید	۳	۷	۶	۱۲
۱	۰,۰۴۵۷۲۹۹۱۹	تائید شده	۱۶	۰		۱۳
۱۳	۰,۰۳۶۵۴۳۹۵۳	عدم تائید	۵	۷	۴	۱۴
۲۳	۰,۰۳۵۴۱۳۲۲	عدم تائید	۳	۸	۵	۱۵
۱۶	۰,۰۳۶۲۱۸۷۱۳	عدم تائید	۵	۶	۵	۱۶
۱۱	۰,۰۳۸۳۷۸۵۸۳	تائید شده	۸	۷	۱	۱۷
۲۴	۰,۰۳۴۵۸۱۳۵۷	عدم تائید	۲	۶	۸	۱۸
۱۳	۰,۰۳۶۵۴۳۹۵۳	عدم تائید	۵	۷	۴	۱۹
۹	۰,۰۴۰۱۹۱۴۹۹	تائید شده	۵	۱۱		۲۰
۱۹	۰,۰۳۵۸۹۹۲۶۸	عدم تائید	۵	۵	۶	۲۱
۳	۰,۰۴۳۱۲۶۷۵۱	تائید شده	۱۵	۱		۲۲
۲۶	۰,۰۳۱۵۶۴۴۹۷	عدم تائید		۷	۹	۲۳
۱۲	۰,۰۳۸۱۰۰۳۹	تائید شده	۷	۸	۱	۲۴
۸	۰,۰۴۱۳۱۶۷۲۳	تائید شده	۹	۷		۲۵
۱۸	۰,۰۳۶۱۱۳۶۲۸	عدم تائید	۲	۱۱	۳	۲۶

همچنین، نتایج وزن‌دهی و رتبه‌بندی معیارهای دهکده لجستیک حاصل از نظر خبرگان با روش FAHP در جدول (۸) آمده است.

جدول ۸. وزن معیارهای مکان‌یابی دهکده لجستیکی

رتبه	وزن نرمالیزه	معیار
۱	۰,۲۵۲۴۴۷	حمل و نقل جاده‌ای و بزرگراهی
۲	۰,۲۲۹۴۹۸	حمل و نقل ریلی
۳	۰,۱۷۶۵۳۷	ارتباط با یک بندر یا فرودگاه
۴	۰,۱۳۰۷۶۸	ارتباط با تجارت ملی و بین‌المللی

الزامات اساسی، تنها شهرستان‌های ارومیه و خوی، قابلیت تبدیل شدن به دهکده لجستیکی را دارند. شهرستان‌های گروه‌بندی شده در هر یک از مراکز لجستیکی با توجه ظرفیت آن‌ها در سند آمایش در هر معیار مقایسه زوجی می‌شوند. دو شهرستان ارومیه و خوی با توجه به توانمندی‌های لجستیکی، با روش FAHP رتبه‌بندی شدند که شهرستان ارومیه با وزن ۰/۵۲ و شهرستان خوی با وزن ۰/۴۸ در رتبه اول و دوم جهت استقرار دهکده لجستیکی قرار گرفتند.

۱-۵ نتایج مکان‌یابی مراکز لجستیکی استان

جمع‌بندی مکان‌یابی مراکز لجستیک حاصل از رویکرد پیشنهادی برای شهرستان‌های استان آذربایجان غربی به شرح شکل (۴) است.

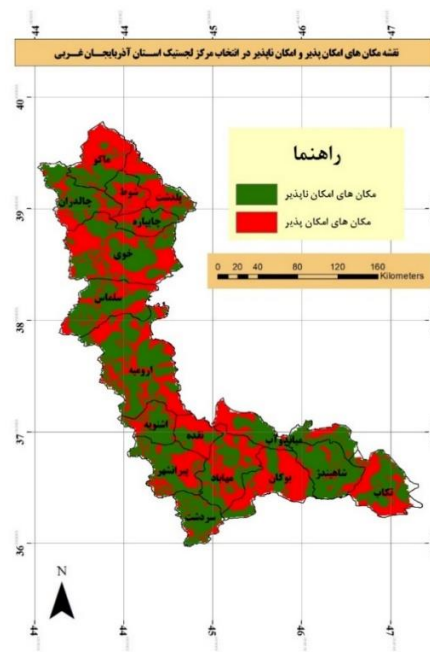


شکل ۴. جمع‌بندی مراکز لجستیک استان آذربایجان

۶. نتیجه‌گیری

در پژوهش جاری، رویکرد جدیدی با ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS به منظور مکان‌یابی مراکز لجستیکی در سطح یک استان ارائه شد. نوآوری‌های این پژوهش عبارت‌اند از: شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای مکان‌یابی انواع مراکز لجستیک با FAHP و دلفی فازی، شناسایی مکان‌های مجاز برای ایجاد

استان آذربایجان غربی گردآوری شد. به منظور شناسایی محدوده‌های امکان‌پذیر، محدوده‌های غیرمجاز لایه‌های GIS از نقشه استان حذف شدند. لازم به ذکر است که وزن لایه‌ها یکسان در نظر گرفته شد. شکل (۳) محدوده‌های امکان‌پذیر و امکان‌ناپذیر استان آذربایجان غربی جهت استقرار مراکز لجستیک را نشان می‌دهد.



شکل ۳. محدوده امکان‌پذیر مراکز لجستیکی استان

با توجه به نتایج لایه‌های GIS ادغامی شهرستان‌های استان، بیشترین مساحت را شهرستان‌های پلدشت و شوط و کمترین مساحت را شاهین‌دژ و سردشت برای استقرار مراکز لجستیک دارند. بنابراین، در تمام شهرستان‌های استان زمین موردنیاز برای استقرار مراکز لجستیکی وجود دارد. در نتیجه، الزام اول پژوهش در تمام شهرستان‌ها محقق شده است.

گام پنجم) گروه‌بندی و رتبه‌بندی شهرستان‌ها در مراکز لجستیکی در این گام دو الزام موردبررسی قرار می‌گیرد. الزام اول: با توجه به وجود منطقه مجاز، تمام شهرستان‌های استان، مجاز به ایجاد دهکده لجستیک هستند. الزام دوم: با توجه به معیارهای دهکده لجستیکی، شهرستان‌های استان آذربایجان غربی (جدول ۳) مورد ارزیابی قرار گرفتند. با در نظر گرفتن فاکتورهای بحرانی و

رویکردی برای مکان‌یابی مراکز لجستیکی (مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی)

این رویکرد به‌عنوان یک مدل جامع مکان‌یابی کاربردی، قابلیت کاربرد در تمام استان‌های کشور را دارد. کسب آمارهای دقیق شهرستان‌ها و تعیین مقادیر معیارهای کیفی با چالش‌هایی مواجه بوده و از محدودیت‌های مهم پژوهش به شمار می‌آید.

۷. پی‌نوشت‌ها

1. Multi Criteria Decision Making
2. Interpretative Structure Model
3. SWARA
4. Combined Compromise Solution
5. Data Envelopment Analysis
6. GARA
7. TOPSIS
8. GDM
9. GIS
10. Fuzzy Analytic Hierarchy Process
11. Super Decision
12. ArcGIS

۸. مراجع

— اعظمی، عادل و سعیدی مهرآباد، محمد (۲۰۲۰) "حل مسئله زمان‌بندی و مسیریابی سبز وسایل حمل‌ونقل با ناوگان ناهمگن شامل لجستیک معکوس به شکل جمع‌آوری کالاهای بازگشتی با الگوریتم ژنتیک"، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل، ۱۱(۴)، ص ۹۳۷-۹۶۹.

— جلالی پیکانی، اعظم، اکبری، نعمت اله، صفاری، بابک (۱۴۰۰) "تحلیل مکان‌یابی مرکز لجستیک کشاورزی در استان اصفهان با رویکرد حداقل سازی هزینه‌های شبکه لجستیک در محیط GIS"، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، دوره ۳۵، شماره ۱، ۳۱-۴۵.

— شجاعی، سعید (۱۳۹۶) "بررسی ضرورت ایجاد هاب و مراکز لجستیکی در ایران"، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
— شورای عالی آمایش سرزمین (۱۳۹۹) "سند آمایش آذربایجان غربی".

مراکز لجستیک در شهرستان‌ها با GIS، گروه‌بندی شهرستان‌ها در مراکز لجستیک با استفاده از مدل ریاضی و معیارهای مکان-یابی لجستیک و درنهایت، اولویت‌بندی شهرستان‌های هر مرکز لجستیک با روش FAHP.

بامطالعه روی تحقیقات قبلی، ۲۳ معیار برای شهر لجستیک، ۲۶ معیار برای دهکده لجستیک، ۱۴ معیار برای پارک لجستیک و ۱۳ معیار برای مراکز لجستیک مرزی شناسایی شد. با نظر خبرگان و به روش دلفی فازی، تعداد ۱۱ معیار برای شهر لجستیک، ۱۲ معیار برای مکان‌یابی دهکده لجستیکی، ۹ معیار برای پارک لجستیک و ۱۳ معیار برای مرکز لجستیک مرزی انتخاب شد. این معیارها برای هر مرکز لجستیک با روش FAHP وزن دهی و رتبه‌بندی شدند.

با تلفیق لایه‌های GIS، مناطق مجاز شهرستان‌ها برای ایجاد مراکز لجستیک شناسایی می‌شوند. توانمندی‌های لجستیکی شهرستان‌ها از سند آمایش سرزمین احصا گردیده و با توجه به الزامات و معیارهای مکان‌یابی، با مدل ریاضی در مراکز لجستیکی گروه‌بندی می‌شوند. درنهایت، شهرستان‌های موجود در هر مرکز لجستیکی با روش FAHP رتبه‌بندی می‌شوند.

نتایج به‌کارگیری مدل در استان آذربایجان غربی نشان داد که در این استان هیچ شهرستانی به‌عنوان شهر لجستیکی انتخاب نشد. شهرستان‌های ارومیه و خوی به‌عنوان دهکده‌های لجستیکی و چهار شهرستان سلماس (پارک معدنی)، مهاباد (پارک صنعتی)، میاندوآب (اکو پارک صنعتی) و نقده (پارک کشاورزی) به‌عنوان پارک‌های لجستیک تخصصی شناخته شدند. پنج مرکز سرو (ارومیه)، ترمچین (پیرانشهر)، پلدشت، رازی (خوی) و بازرگان (ماکو) به‌عنوان مراکز لجستیک مرزی شناسایی شد.

نتایج این رویکرد پژوهش جاری با پژوهش (جلالی پیکانی و همکاران، ۱۴۰۰) مشابهت زیادی داشته و نتایج حاصله هم‌سویی دارد. با این تفاوت که پژوهش جاری در هر چهار نوع مراکز لجستیکی انجام شده و شهرستان‌ها رتبه‌بندی شده‌اند. در نتیجه از جامعیت بیشتری و جنبه کاربردی تری برخوردار است.

Press.

- Huang, L., Yu, J., & Huang, X. (2012). Modeling Agricultural Logistics Distribution Center Location Based on ISM. *J. Softw.*, 7(3), 638–643.

- Jalaei, A., Akbari, N., & Saffari, B. (2021). An analysis of the logistics hub location in isfahan province using the logistics network cost minimization approach in GIS environment. *Iranian Journal of Economic Studies*, 10(1), 265–293.

- Jayathilaka, R., Jayawardhana, C., Embogama, N., Jayasooriya, S., Karunaratna, N., Gamage, T., & Kuruppu, N. (2022). Gross domestic product and logistics performance index drive the world trade: A study based on all continents. *PloS One*, 17(3), e0264474.

- Kaufman, A., & Gupta, M. M. (1988). *Introduction to Fuzzy Arithmetic: theory and Application*, van no strand Reinhold. New York.

- Li, H., & Wang, Y. (2023). Hierarchical Multimodal Hub Location Problem with Carbon Emissions. *Sustainability*, 15(3), 1945.

- Li, Z.-C., Bing, X., & Fu, X. (2023). A hierarchical hub location model for the integrated design of urban and rural logistics networks under demand uncertainty. *Annals of Operations Research*, 1–22.

- Lin, Y., Chen, A., Yin, Y., Li, Q., Zhu, Q., & Luo, J. (2021). A framework for sustainable management of the platform service supply chain: An empirical study of the logistics sector in China. *International Journal of Production Economics*, 235, 108112.

- Liu, Y., Eckert, C. M., & Earl, C. (2020). A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements. *Expert*

– معاونت حمل و نقل وزارت راه و شهرسازی (۱۳۹۷) "سند آمایش مراکز لجستیک کشور".

– میاندوآبچی، الفت (۱۳۹۲) "رابطه متقابل تجارت و حمل و نقل"، فصلنامه حمل و نقل محور توسعه، پیاپی (۶):۹۵.

- Akhavan, M. (2017). Evolution of hub port-cities into global logistics centres: lessons from the two cases of Dubai and Singapore. *Evolution of Hub Port-Cities into Global Logistics Centres: Lessons from the Two Cases of Dubai and Singapore*, 25–47.

- Ambrosino, D., & Sciomachen, A. (2016). A capacitated hub location problem in freight logistics multimodal networks. *Optimization Letters*, 10(5), 875–901.

- Buckley, J. J. (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17(3), 233–247.

- Cooperation, C. (2009). *CAREC Trade Facilitation*.

- Gocer, F., & Sener, N. (2022). Spherical fuzzy extension of AHP-ARAS methods integrated with modified k-means clustering for logistics hub location problem. *Expert Systems*, 39(2), e12886.

- Han, H. (2019). A review and a model for logistics clusters. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 33(1), 73–96.

- Havenga, J. H. (2018). Logistics and the future: The rise of macrologistics. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 12(1), 1–10.

- Heragu, S. S. (2018). *Facilities design*. Crc

- (2020). Location selection for logistics center with fuzzy SWARA and CoCoSo methods. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(4), 4693–4709.
- Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18–43.
- Yazdani, M., Chatterjee, P., Pamucar, D., & Chakraborty, S. (2020). Development of an integrated decision making model for location selection of logistics centers in the Spanish autonomous communities. *Expert Systems with Applications*, 148, 113208.
- Ye, L. S. (2021). The Role of the World Bank Group.
- Yin, F., Liu, Y., & Chen, Y. (2023). Distributionally robust optimisation model for multi-objective hub location problem via considering ambiguousness. *Transportmetrica A: Transport Science*, 19(3), 2094494.
- Zadeh, L. A., Klir, G. J., & Yuan, B. (1996). *Fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems: selected papers (Vol. 6)*. World Scientific.
- Zhang, X., Lu, J., & Peng, Y. (2021). Hybrid MCDM model for location of logistics hub: A case in China under the belt and road initiative. *IEEE Access*, 9, 41227–41245.
- Systems with Applications, 161, 113738.
- Mageto, J. (2022). Current and Future Trends of Information Technology and Sustainability in Logistics Outsourcing. *Sustainability*, 14(13), 7641.
- Nam, H.-S., & Song, D.-W. (2011). Defining maritime logistics hub and its implication for container port. *Maritime Policy & Management*, 38(3), 269–292.
- Rimienè, K., & Grundey, D. (2007). Logistics centre concept through evolution and definition. *Engineering Economics*, 54(4).
- Rubini, L., & Della Lucia, L. (2018). Governance and the stakeholders' engagement in city logistics: the SULPiTER methodology and the Bologna application. *Transportation Research Procedia*, 30, 255–264.
- Sarkar, B., Tayyab, M., Kim, N., & Habib, M. S. (2019). Optimal production delivery policies for supplier and manufacturer in a constrained closed-loop supply chain for returnable transport packaging through metaheuristic approach. *Computers & Industrial Engineering*, 135, 987–1003.
- Shahparvari, S., Nasirian, A., Mohammadi, A., Noori, S., & Chhetri, P. (2020). A GIS-LP integrated approach for the logistics hub location problem. *Computers & Industrial Engineering*, 146, 106488.
- Shoukhbaf, B., & Kamalabadi, I. N. (2021). Logistics Network Design Considering the Location of Logistics Hubs: A Case Study of Western Iran. *International Journal of Innovation in Engineering*, 1(3), 74–89.
- Thein, M. (2004). *Economic development of Myanmar*. Institute of Southeast Asian Studies.
- Ulutaş, A., Karakuş, C. B., & Topal, A.

سهراب عبدالله زاده

سهراب عبدالله زاده، درجه کارشناسی و کارشناسی ارشد در رشته مهندسی صنایع را به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۱ و ۱۳۷۳ از دانشگاه‌ها صنعتی شریف و علم و صنعت ایران اخذ نمود. ایشان در سال ۱۳۹۳ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی صنایع از دانشگاه علم و صنعت ایران گردید. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان مهندسی حمل و نقل، الگوریتم‌های متا هیوریستیک، مدیریت و کنترل پروژه و استراتژی تولید و خدمات بوده و در حال حاضر عضو هیأت علمی با مرتبه دانشیار در دانشگاه صنعتی ارومیه می باشد.

