



تعیین سطح و تحلیل فرایندهای سیستم لجستیک متناسب با نسل ۴ صنعت (مورد مطالعه: مراکز لجستیک در ایران)

زهرا رحیمی

دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، واحد علوم تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

حبیب اله جوانمرد (نویسنده مسؤول)

دانشیار مدیریت صنعتی، واحد اراک دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

Email: h.javanmard@iau-arak.ac.ir

امیر عزیزی

دانشیار مهندسی صنایع، واحد علوم تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

اسماعیل نجفی

دانشیار مهندسی صنایع، واحد علوم تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۴ * تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۰۱/۱۹

چکیده

برای ارتقاء سطح اجزای لجستیک متناسب با صنعت نسل ۴ لازم است وضعیت فرایندهای لجستیک، اندازه‌گیری شود. برای اندازه‌گیری، اولین گام تعیین سطح مورد نیاز تکامل اجزاست و لازم است ابتدا فرایندها و اجزای لجستیک تعیین گردند. سپس مراحل تکامل مشخص شده و در انتها اندازه تکامل مورد نیاز آنها بدست آید. هدف این مقاله تعیین سطح مورد نیاز اجزای سیستم لجستیک در مراکز لجستیک ایران متناسب با صنعت نسل ۴ است. روش تحقیق توصیفی-کاربردی و گردآوری داده‌ها، میدانی است، جامعه آماری دوگروه است، گروه اول ده تن از خبرگان لجستیک هستند که نظر آنها برای تعیین فرایندها و اجزای لجستیک استفاده شده، گروه دوم مدیران در مراکز لجستیک ایران به تعداد ۱۰۲ نفر هستند، که با روش سرشماری نظرات تعداد ۶۳ نمونه مورد استفاده قرار گرفته‌است. با ابزار مصاحبه تخصصی از خبرگان، فرایندها و اجزای لجستیک به تعداد چهار فرایند و سیزده جزء اجرایی شناسایی و دسته‌بندی شدند. براساس نظر مدیران لجستیک، وضعیت موجود اجزاء در هر مرکز لجستیک، ارائه شده‌است. با استفاده از میانگین اجزای سیستم لجستیک و درجه سازگاری با نرم‌افزارهای SPSS و Excel وضعیت تکامل اجزای لجستیک برای مراکز، مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد که فرایند حمل و نقل تکامل کمتری نسبت به سایر فرایندها دارد زیرا به سیستم‌های خارجی وابستگی دارد. فرایند مدیریت اطلاعات بواسطه نرم‌افزاری بودن و وابستگی کمتر به سیستم‌های خارجی، سطح تکامل بیشتری را داراست. براساس تحلیل‌های انجام شده، پیشنهادات به مراکز لجستیک بعنوان بهره‌وران خاص و تحقیقات آتی ارائه شدند.

کلمات کلیدی: اجزای فرایند، تکامل، صنعت نسل ۴، لجستیک، مراکز لجستیک.

۱- مقدمه

از دهه ۱۹۸۰ بنادر خشک با الگوبرداری از بنادر ساحلی توسعه یافته و مزیت های زیادی ایجاد نموده اند. در اوایل قرن بیست و یک میلادی بنادر خشک در نقاط جغرافیایی دارای پتانسیل، با نام مراکز لجستیک، در بسیاری کشورها، استقرار یافته و فعال شده اند. کشور ایران با دارا بودن سوابق تاریخی در حمل و نقل و تجارت و نیز ضرورت های توسعه و بهینه سازی امور لجستیک از سال ۱۳۹۷ با تهیه سند آمایش مراکز لجستیک، این مهم را مورد توجه و تاکید قرار داده است. مرکز لجستیک محدوده جغرافیایی مشخصی است که به منظور تجمیع فعالیت های مرتبط با لجستیک و حمل و نقل کالا در بعد داخلی یا بین المللی، در جهت بهینه سازی فرآیندها و کاهش هزینه ها ایجاد می شود (Esaadi et al., 2016). هدف از ایجاد مراکز لجستیک، به حداقل رساندن هزینه کل حمل و نقل (به عنوان وظیفه و کارکرد مسافت) میان مراکز عرضه و تقاضا است (Home-Ortiz et al., 2018). مدیریت مراکز لجستیک برای دستیابی بهتر به اهداف، نیازمند تعیین وضعیت و سطح فرایندها و اجزای لجستیک است (Jahn et al., 2018). با تعیین سطوح و وضعیت اجزای لجستیک، استراتژی و برنامه اجرایی متناسب با قابلیت مرکز لجستیک تدوین می شود و مدیریت در انجام وظایف جاری و نیز رشد و توسعه مرکز توفیق خواهد داشت (Giusti, et al., 2019).

منظور از سطوح لجستیک، مراحل تکامل سیستم لجستیک است. هر مرحله بعنوان یک سطح مطرح می شود که دارای ویژگی ها و قابلیت های اجرایی خود است (Lin et al., 2019) سطوح سیستم لجستیک در یک روند تاریخی براساس دوره های چهارگانه صنعت (صنعت ۱ تا ۴) به چهار دوره تقسیم شده است (Yavas, et al., 2020). هر سطح از لجستیک، فرایندها و اجزای خاص خود را داراست که باید متناسب با همان سطح رشد کنند (Woschank & Dallasega, 2021). بنابراین برای اجرای صنعت نسل ۴ لازم است تا فرایندها و اجزای لجستیک نیز متناسب با این سطح تکامل یابند و فرایندها و اجزای لجستیک برای انجام فعالیت های لجستیکی شکل گیرند. فعالیت های لجستیک شامل انتقال مواد و کالا، انبارداری، مدیریت موجودی، بسته بندی و فعالیت های اجرائی دیگر از تامین تا توزیع سفارشات می باشد. سیستم لجستیک شامل فرایندهای یکپارچه اطلاعات، حمل و نقل، موجودی، انبارداری، بسته بندی و انتقال مواد و توزیع محصولات است (Werner-Lewandowska & Olejnik, 2019).

هر سازمان یا شرکت براساس شرایط و نیازمندی های خود یک سطح از لجستیک را بکار می گیرد و لازم است برای هر سطح فرایندهای لازم تعیین شوند (Kostrzewski, 2021). فرایندهای هر سطح لجستیک وابسته به قابلیت ها و ظرفیت های موجود هر مرکز لجستیک متفاوت است و لازم است متناسب با وضعیت موجود هر مرکز سطح اجزای فرایندی تعیین شوند (Sakai, et al., 2020). بنابراین مراکز لجستیک برای توسعه فرایندهای خود متناسب نسل ۴ صنعت، باید تعیین نمایند که سیستم لجستیک چه میزان تکامل یافته و براساس میزان کمبود آنها برنامه ریزی لازم برای رشد ارائه نمایند. اگر مراکز لجستیک نتوانند وضعیت موجود سیستم لجستیک خود را تعیین کنند عملاً برای رشد و توسعه آن هم نمی توانند استراتژی و برنامه مناسبی تدوین و اجرا نمایند (Carvalho et al., 2016).

در سه موضوع تعیین اجزای لجستیک، تعیین سطح لجستیک و لجستیک در نسل ۴ صنعت، تحقیقاتی در سال های اخیر انجام شده است. فعالیت ها و اجزای لجستیک در تحقیقات (Reay et al., 2006, Richards & Grinsted, 2013, Werner-Lewandowska & Olejnik, 2020) Lewandowska & Olejnik معرفی شده اند. دو خلاء در این تحقیقات وجود دارد. اول آنکه فعالیت ها و اجزای لجستیک را بصورت وظایف مجزا معرفی کرده اند، در صورتی که لازم است با نگرش فرایندی و سیستمی برای رسیدن به اهداف سیستم لجستیک مورد شناسایی و تعریف مجدد قرار گیرند. دوم آنکه مطالعه آنها در مراکز لجستیک انجام نشده است. در تحقیقات (Yavas, et al., 2020, Sakai et al., 2020) فعالیت های لجستیک برای مراکز لجستیک شناسایی شده اند. خلاء تحقیقاتی آنها نیز عدم توجه به نگرش فرایندی به سیستم لجستیک بوده است. در تعیین بلوغ لجستیک نیز تحقیقات (Reay et al., 2006; Ballou et al., 2007; Werner-Lewandowska & Olejnik, 2019; Oleśków-Szłapka et al., 2019, Nitché, 2021) انجام شده است. در این تحقیقات فعالیت های لجستیک بصورت جریان حرکت

فرآیندی در نظر گرفته نشده‌اند و از طرف دیگر تعیین سطوح تکامل در این تحقیقات بصورت ایستا برای یک وضعیت اجرایی در نظر گرفته شده‌اند و وضعیت لجستیک یک شرکت را فقط در همان وضعیت نشان داده‌اند، در صورتی که ضرورت دارد تعیین سطوح در برگزیده کلیه نسل‌های لجستیک ۱ تا ۴ باشد و وضعیت سیستم در تکامل نسل‌های لجستیک نشان داده‌شوند تا مسیر رشد برای سیستم قابل درک باشد. تحقیقات انجام شده در لجستیک با رویکرد صنعت نسل ۴ محدود به دو تحقیق انجام شده توسط یاواش و همکاران (۲۰۲۰) و نیچ (۲۰۲۱) است. یاواش و همکاران فعالیت‌های لجستیک متناسب با نسل ۴ صنعت را معرفی کرده ولی به سایر نسل‌ها و نیز رویکرد فرآیندی در انجام آنها توجه نکرده‌اند. تحقیق نیچه تنها به شاخصه اتوماسیون لجستیک معطوف شده و سایر ابعاد سیستم در نسل ۴ صنعت را مورد توجه قرار نداده‌است.

تحقیق حاضر با در نظر گرفتن مسائل مطرحه و پرکردن خلاءهای تحقیقاتی ذکر شده، به سه سؤال زیر پاسخ داده‌است:

۱- فرایندها و اجزای سیستم یکپارچه لجستیک متناسب با صنعت نسل ۴ برای تعیین وضعیت تکامل آن شامل چه مواردی است؟

۲- سطح فرایندها و اجزای سیستم لجستیک در مراکز لجستیک متناسب با صنعت نسل ۴ چه میزان است؟

۳- وضعیت تکامل سیستم لجستیک متناسب با صنعت نسل ۴ در مراکز لجستیک چگونه است؟

با پاسخ به سؤالات فوق و تعیین وضعیت تکامل سیستم لجستیک، مراکز لجستیک و واحدهای لجستیک قادر خواهد بود یک نقشه راه برای ارتقاء سیستم لجستیک و نیز برنامه‌ریزی توسعه سیستم لجستیک تهیه و اجرا نمایند و با توجه به اهمیت لجستیک و سهم بالای هزینه‌های سازمان‌ها در فعالیت‌های آن اهمیت و ارزش این تحقیق مشخص می‌شود.

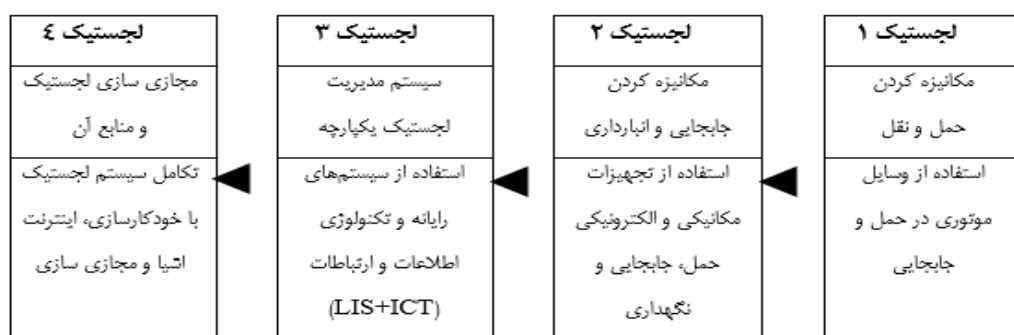
۲- روش شناسی پژوهش

روش شناسی پژوهش شامل بررسی و معرفی موارد: ۱. اتوماسیون لجستیک، ۲. فرایندها و اجزای لجستیک، ۳. سنجش سطح

تکامل لجستیک، ۳. پیشینه تحقیق، ۴. روش اجرای تحقیق است که در ادامه تشریح شده‌اند.

الف) لجستیک نسل ۴

لجستیک در سازمان‌ها به یک عامل کلیدی توفیق تبدیل شده است. به همین دلیل خیلی از سازمان‌ها به دنبال تکامل این سیستم هستند (Becker et al., 2019). روند تکامل لجستیک تا امروز شامل چهار مرحله یا سطح است. این سطوح با عنوان نسل‌های لجستیک مطرح شده‌اند، در شکل ۱ نسل‌های لجستیک بعنوان سطوح لجستیک و معرفی ویژگی‌های عمده هر نسل نشان داده شده‌است.



شکل شماره (۱): نسل‌های لجستیک بعنوان سطوح لجستیک (Yavas et al., 2020)

لجستیک نسل ۴ عمدتاً شامل اتوماسیون لجستیک و بکارگیری اینترنت اشیا در فرایندهای لجستیک است. اساس و مبنای نسل چهارم صنعت، اتوماسیون و اینترنت اشیا است (Lin et al., 2017). در سال‌های اخیر، بسیاری از شرکت‌های لجستیک با بکارگیری اتوماسیون، بهره‌وری سیستم لجستیک را افزایش داده‌اند به همین علت اتوماسیون تا حد زیادی از امور انبار و بسته‌بندی فراتر رفته است (Jung, 2017). لجستیک نسل ۴ به عنوان جایگزین کامل یا پشتیبانی از یک فرآیند فیزیکی یا اطلاعاتی توسط ماشین و اینترنت تعریف شده و شامل وظایفی برای برنامه‌ریزی، کنترل یا اجرای جریان فیزیکی کالا و همچنین جریان‌های اطلاعاتی و مالی مربوط به شرکت مرکزی و شرکای زنجیره تامین می‌شود (Keresten et al., 2017). ایده کلی خودکارسازی فرآیندهای لجستیک از محیط تولید نشات گرفته است که در آن فرایندهای دستی، توسط ماشین و

کامپیوتر پشتیبانی یا جایگزین شده‌اند. ایده اتوماسیون شامل اتوماسیون جریان‌های اطلاعات و مواد در شبکه‌های متعدد لجستیک است (Bag et al., 2020). بنابراین لجستیک نسل ۴ در مدیریت زنجیره تامین و لجستیک شامل اتوماسیون فرآیندهای فیزیکی و اطلاعاتی است که هر یک از آن‌ها در جای خود مهم بوده و جای بهبود و توسعه در هر یک وجود دارد (Agdas & Ellis, 2010).

انگیزه برای خودکارسازی و اینترنتی کردن فرآیندهای لجستیک چندوجهی بوده و از تمایل به کاهش هزینه‌ها و تلاش برای افزایش بهره‌وری تا انتظار استقلال بیشتر در مورد تصمیمات افراد در شبکه‌های لجستیک را در بر می‌گیرد. برخی مقالات، تاثیر عملیات اتوماسیون و فن‌آوری، در انبارها، حمل و نقل، و عملکرد بنادر را مورد بررسی قرار داده‌اند (Marchet et al., 2013). هشت دلیل برای ارتقای لجستیک به نسل ۴ وجود دارد. این دلایل در فرآیندهای لجستیک می‌تواند بهره‌وری را افزایش دهد. جدول ۱ دلایل خودکار سازی و کاربرد اینترنت اشیا در وظایف و عملیات لجستیک را نشان می‌دهد. براساس این دلایل، مدیران و طراحان علاقمند به اجرای نسل ۴ لجستیک هستند.

جدول شماره (۱): مزایا و دلایل گرایش لجستیک به اتوماسیون و اینترنت اشیا (Lindstrom & Winroth, 2010)

ردیف	مزایا/ دلایل
۱	کاهش نیروی کار دستی
۲	افزایش ایمنی در امور لجستیک
۳	کاهش یا حذف کارهای دستی و دفتری
۴	بهبود کیفیت عملیات و خدمات لجستیکی
۵	ازایش بهره‌وری عوامل در فعالیتهای لجستیکی
۶	کاهش زمان و تاخیرات در تهیه، جابجایی و تحویل و...
۷	کاهش خطاهای عملیاتی و افزایش صحت و دقت فرایندهای لجستیک
۸	قابلیت اتصال فرایندهای اتوماتیک لجستیک به سیستم‌های تولید و خدمات مدرن

سیستم‌های لجستیک می‌توانند با خودکارسازی و تحت وب درآوردن فرآیندها و استفاده از قابلیت اتوماسیون و کاربرد اینترنت اشیا بهره‌وری را افزایش دهند. برای این کار لازم است شرایطی بوجود آورند تا اطمینان از سرمایه‌گذاری‌ها در این زمینه برای همه جنبه‌ها بوجود آید. از بین فرایندهای عملیاتی، اتوماسیون در انبار و توزیع مواد و قطعات، امکان‌پذیری بیشتری دارد. دلیل این امر اتصال ساده‌تر این فرایند به سیستم خودکار تولید است (Bloss, 2011). در بخش حمل و نقل، اجرای نسل ۴ بیشتر در ترمینال‌ها آغاز می‌شود که محیط‌های کنترل‌شده و فرآیندهای تکراری را ارائه می‌کنند. ترمینال‌ها با استفاده از هاست خودکار، سرعت و میزان انتقال کانتینرها و جعبه به کامیون‌ها و قطارها را افزایش خواهند داد. جرثقیل‌های مستقل نیز به طبع آنها در بلندمدت توسعه خواهند یافت (Boysen, et al., 2018).

به خاطر بالا بودن هزینه‌های حمل و نقل، تصمیم‌گیرندگان و صاحبان موسسات حمل و نقل و همچنین دولت‌ها در تکنولوژی‌های اتوماسیون سرمایه‌گذاری می‌کنند. چندین خطوط راه‌آهن در اروپا و آمریکا در این زمینه دارای طرح‌های سرمایه‌گذاری هستند ولی تعداد کمی از آن‌ها موفق به پیاده‌سازی شده‌اند. خطوط راه‌آهن در جستجوی زمینه‌های خودکار کردن خطوط ریلی هستند، اما با ریسک‌ها و محدودیت‌های بسیار روبرو هستند به عنوان مثال، کنترل قطارها در مسیرهای پر جمعیت یا حمل مواد خطرناک بدون نظارت انسانی ریسک بسیار دارد (Phoung et al., 2021). شرکت‌های لجستیک در بکارگیری قابلیت نسل ۴ علاقمند بوده اما نسبت به ریسک‌ها محتاط هستند. بر این اساس، آن‌ها به صورت محافظه کارانه در این موارد سرمایه‌گذاری می‌کنند. برآوردهای تحقیقات مک‌کنزی^۱ نشان داده که سرمایه‌گذاری در اتوماسیون انبار، در حدود ۳ تا ۵ درصد تا سال ۲۰۲۵، افزایش خواهد یافت. این میزان در لجستیک شرکت‌هایی مانند شرکت‌های موتناژ و خودروسازی (۶ تا ۸ درصد) و دارو (۸ تا ۱۰ درصد) و خرده‌فروشی‌ها (۵ تا ۷ درصد) خواهد بود (Wen, et al., 2018).

¹ McKinsey

ارتقای فرآیندهای اطلاعاتی به نسل ۴ یکی از مهم‌ترین تحولات اتوماسیون لجستیک است، زیرا دارای پتانسیل تاثیرگذاری پایدار بر برنامه‌ریزی و کنترل سیستم‌های لجستیک در سطوح راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی است که سازمان‌ها را با چالش‌های مهم، همچنین فرصت‌های زیادی برای دستیابی به مزایای رقابتی آن در سطوح مختلف درگیر کرده‌است. برای سال‌های زیادی، تبدیل دیجیتالی کردن امور داده‌ها و استفاده از IT در امور لجستیک مهم‌ترین روند رشد در سیستم لجستیک و زنجیره تامین بوده‌است (Kiil, et al., 2018).

ب) فرایندها و اجزای سیستم لجستیک

لجستیک شامل امور مربوط به تهیه، تولید، بیمه، نگهداری، انبارداری، توزیع، حمل و نقل، تنظیم و تهیه روش انجام کار، طراحی سیستم و دستور العمل و نظارت بر موارد فوق در امور کالا و مواد است (Javanmard, 2017:24). هدف اصلی سیستم لجستیک دریافت مواد و محصول بطور صحیح، با کیفیت و کمیت صحیح، در مکان و زمان صحیح، برای مشتری صحیح و با هزینه صحیح می‌باشد (Van der laan et al., 2007). لجستیک از یکپارچه شدن فرایندهای انتقال موثر مواد و کالا از منبع تامین از مکان عرضه و ساخت به مکان مصرف، با هزینه حداقل و زمان، کمیت و کیفیت مورد پذیرش مشتریان است (Glistau & Machado, 2018). عبارت خلاصه لجستیک کلیه فعالیت‌های فیزیکی از تهیه مواد خام تا محصول نهایی شامل حمل و نقل، انبارداری، زمانبندی عملیات و ... را شامل می‌شود (Ranjbar et al., 2018). شرکت‌های بزرگ با سیستم لجستیک پیچیده اگر دنبال بهره‌وری سیستم خود هستند باید سعی کنند، کلیه فرآیندهای لجستیک مطلوب و کامل انجام شوند. زمانی بهره‌وری کل در سیستم لجستیک قابل دستیابی است که کلیه فرایندها در حد لازم دارای تکامل و رشد مناسب باشند (Lin et al., 2019). تکامل و رشد لجستیک یعنی توسعه فرایندهای آن همسو با نسل‌های نوین لجستیک تا همراه با تولید و ساخت اتوماتیک به اهداف پایداری دست یابند (Bag, et al., 2021).

فرایندها و اجزای لجستیک در تحقیق (Reay et al., 2006) معرفی شدند. این تحقیق از اولین تحقیقاتی است که به معرفی فرایندهای یکپارچه لجستیک با رویکرد نسل‌های جدید صنعت پرداخته و پایه تحقیقات بعدی شده‌است، ری و همکاران فرایند اطلاعات و ارتباط، تامین مواد و قطعات، مدیریت کیفیت، انبارداری، توزیع در زنجیره تامین و تدارکات را برای سیستم لجستیک برشمرده‌اند. فرایندهای لجستیک در تحقیق (Richards & Grinsted, 2013; Werner-Lewandowska & Olejnik, 2019) به فرایندهای مدیریت و کنترل موجودی، انبارداری و مدیریت انبار، مدیریت اطلاعات و ارتباطات، مدیریت حمل و نقل، جابجایی، بسته‌بندی و مدیریت توزیع تقسیم شده‌اند. فرایندهای لجستیک با نگرش فرایندی توسط یواش و همکاران (۲۰۲۰) و ساکایی و همکاران (۲۰۲۰) شناسایی کرده‌اند از نگاه آنها وظیفه حمل و ورودی، وظیفه دریافت، نگهداری و کنترل موجودی، وظیفه توزیع و ارسال و وظیفه مدیریت سیستم اطلاعات لجستیک در برگیرنده کلیه فرایندهای لجستیک است. در تحقیقات اخیر ضمن معرفی این موارد، فرایند بازیافت نیز اضافه شده‌است (Li & chen, 2022). لجستیک نسل ۴ عمدتاً در اتوماتیک کردن فرایندهای لجستیک و همچنین بکارگیری اتوماسیون و IT در عملیات و اجزای لجستیک مطرح شده‌است. جدول شماره ۲ سوابق تحقیقات و موارد استفاده شده نسل ۴ لجستیک را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۲): سوابق تحقیقات در نسل ۴ لجستیک

فرایندها	اجزا	هدف	منبع
		پیش‌بینی تقاضا با استفاده از شبکه‌های عصبی	Kochak, 2015
		پیش‌بینی تقاضای محصولات با مدل نزدیک‌ترین همسایه	Nikolopoulos, et al., 2016
	پیش‌بینی	الگوریتم‌های یادگیری ماشین پیشرفته با روش‌های سنتی پیش‌بینی	Ghobakhloo, 2020
برنامه‌ریزی		انتخاب مدل پیش‌بینی خودکار برای اجزای غیرقابل رویت	Villegas, 2019
		انتخاب مدل پیش‌بینی خودکار با استفاده از اطلاعات سفارش پیشرفته	Hallikainen, et al., 2010
		جستجوی همکار تجاری از طریق هوش مصنوعی	Mori et al., 2012

Choy, 2002	انتخاب همکاری تجاری با روش های اتوماتیک		
Domingues, et al., 2016	تنظیم و کنترل هوشمند قراردادهای تامین	منبع یابی و خرید	
Arrias-Castro, 2018	استفاده از تکنولوژی اتومات برای فرایند خرید و پرداخت		
Yoo et al., 2010	سیستم ذخیره سازی خودکار سه بعدی و سیستم بازیابی		
Marchet et al., 2013	مدل مفهومی سیستم خودکار ذخیره و سیستم بازیابی		
Bloss, 2011	راه حل های عملی برای سیستم ذخیره سازی و بازیابی خودکار		جابجایی و حمل مواد
Barreto et al., 2017	مدل سلسله مراتبی در استفاده از وسایل نقلیه خودکار در انبارها		
Bloss, 2011	شرح برنامه های اتومات حرکت کالا و مواد در عمل	دریافت و بازیابی	
Hou, 2009	الگوریتم بهینه سازی برنامه ریزی برداشت با نقاله های اتومات		
Kim et al., 2009	کنترل و مانیتورینگ اتوماتیک جابجایی مواد		
Wen et al., 2018	استفاده رباتیک گروهی برای کنترل و اجرای عملیات انبارداری		
Hercko, 2017	استفاده از فن آوری RFID برای پشتیبانی از عملیات انبارداری		
Kiil et al., 2018	مقایسه رویکردهای تامین مجدد خودکار در فروشگاهها	سفارش موجودی	
Myers, et al., 2008	مقایسه اثربخشی سیستم های خودکار تامین مجدد موجودی انبار		مدیریت موجودی
Ghobakhloo, 2020	مقایسه اثربخشی فن آوری های متعدد برای پایش موجودی	کنترل موجودی	
Bogataj, 2017	مدل نظارت خودکار بر حمل و نقل کالاهای فاسد شنی		
Boysen et al., 2018	شرح یک راه حل نوآورانه برای ارسال محصولات		
Fawcett, 2014	مدل راننده های اتومات در توزیع	حمل و نقل	توزیع محصول
Alex, 2006	مدل انتخاب الگوریتم خودکار برای مسیر حمل		
Phoung et al., 2021	ارزیابی برنامه ریزی مسیر با کمک اطلاعات مصنوعی		
Lizarralde et al., 2020	ساخت یک مدل برای حل مشکلات برنامه ریزی مسیر	برنامه توزیع	
Wen et al., 2018	تبادل اطلاعات الکترونیکی اتوماتیک بین شرکای زنجیره تامین		
Agdas & Ellis, 2010	تبادل داده مبتنی بر XML برای کاهش تبادل اطلاعات کاغذی	جمع آوری و تبادل داده و اطلاعات	سیستم اطلاعات
Liu et al., 2020	سیستم جمع آوری داده های خودکار در امتداد زنجیره تامین		
Barrera, 2014	توسعه الگوریتمی برای مسیریابی معکوس	مسیریابی معکوس	باز یافت
Williams, 2007	تحلیل ادبیات در زمینه دِمونتاژ با کمک کامپیوتر	دمونتاز	

ج) سنجش سطح تکامل لجستیک

برای سنجش تکامل لجستیک و فرآیندهای آن چندین واژه یا عنوان در ادبیات تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است، برای مثال، ارزیابی آمادگی، نقشه راه، تکامل و بلوغ (Angearni et al., 2020) مدل های تکامل، ابزارهای مفیدی برای سنجش تکامل یک سیستم و استنتاج و اولویت بندی مقیاس های رشد آن است. مدل های تکامل یا بلوغ^۲ (MM) شامل روش هایی است که چندین جنبه از فرایندها را در یک سازمان اندازه گیری می کنند. رشد و تکامل سیستم با عنوان بلوغ سیستم معرفی شده است (Becker et al., 2009). یک مدل بلوغ الگویی است شامل روشها و فنون اندازه گیری میزان رشد یک سیستم در مراحل مختلف عمر، همراه با ارائه توصیه هایی برای تکامل و ادامه رشد آن سیستم. اندازه گیری میزان رشد یا وضعیت سیستم می تواند شامل هر یک از ابعاد، جنبه ها و فرآیندها یا مجموع آنها باشد (Proença & Borbinha, 2016). بنابراین مدل بلوغ متشکل از سلسله سطوح تکامل برای سیستم ها و فرایندها می باشد. پایین ترین سطح، نشان دهنده وضعیت اولیه سازمان و بالاترین سطح، نشان دهنده بلوغ است. پیشروی در مسیر تکامل بین این دو سطح، شامل پیشرفت تدریجی با توجه به امکانات و قابلیت های

² Maturity Models (MM)

سازمان است. با این توضیحات، مدل بلوغ به عنوان مقیاسی برای ارزیابی موقعیت سیستم در مسیر تکامل عمل می‌کند (Wilner, 2016).

مدل‌های تکامل لجستیک یک هدف مشترک دارند و آن تعیین وضعیت فعالیت‌های لجستیک و فاصله با وضعیت مطلوب یا کامل است (Mittal et al., 2018). مدل‌های تکامل یا بلوغ معمولاً در برگیرنده مجموعه‌ای از شاخص‌ها، ابعاد و سطوحی برای نشان دادن میزان تکامل سیستم است (Proneca & Borbinha, 2016). با شروع استفاده از صنعت نسل ۴ در صنایع بحث توسعه و تکامل لجستیک قوت گرفته است و تحقیقاتی برای توسعه سیستم لجستیک انجام گرفته است. براین اساس خدمات لجستیک در محیط جدید صنعتی توسعه یافته و نسل ۴ لجستیک متناسب با صنعت نسل ۴ معرفی شده است (Yavas et al., 2020) و لازم است در مدل‌های سنجش تکامل لجستیک، فعالیت‌های نوین مانند بکارگیری دستگاه‌های یکپارچه اطلاعاتی همچون اینترنت اشیا، رباتیک و اتوماسیون در تکامل اجزای لجستیک مورد توجه پژوهشگرها قرار گیرد (Rashidi torbati et al., 2021).

د) پیشینه تحقیق

اولین مدل بلوغ لجستیک توسط ریای و همکاران (۲۰۰۶) ارائه شد. تحقیق آنها که در سازمان‌های خدماتی آمریکا با هدف اندازه‌گیری بلوغ لجستیک انجام شده و با روش توصیفی سه مرحله برای تعیین بلوغ لجستیک معرفی کرده‌است: اول تعیین سطوح بلوغ سیستم که بین سه تا شش مرحله است. دوم تعیین ویژگی‌های لازم برای هر مرحله و سوم اندازه‌گیری و تعیین بلوغ سیستم (Reay et al., 2006). تحقیق بالوو و همکاران (۲۰۰۷) با هدف ارزیابی تکامل و آینده لجستیک، اجزا و فرایندهای جدیدی را در خدمات لجستیک با روش‌های آماری معرفی نموده و با تاکید بر اهمیت ایجاد تکامل فرایندهای لجستیک، تحقیقات و شرکت‌ها را به توجه و مطالعه در این مورد ترغیب نموده و راهکارهایی را برای تکامل وضعیت خدمات لجستیک ارائه کرده‌است. این دو تحقیق پایه تحقیقات بعدی شدند و از سال ۲۰۰۶ تا سال ۲۰۲۱ مدل‌های متعدد ولی تقریباً مشابه ارائه شدند (Ballou et al., 2007).

پژوهش باتیستا و شیرالد (۲۰۱۳) با هدف ارائه مدل بلوغ لجستیک برای توسعه فعالیت‌های لجستیک در صنایع تولید پوشاک انجام شد. روش تحقیق آنها بر مبنای مدل SCOR بود که توسط خودشان در سال ۲۰۱۲ ارائه شده بود. آنها در تحقیق خود ضمن تعریف فعالیت‌های لجستیک در صنایع پوشاک، وضعیت هر یک را بررسی کرده و بر اساس نقاط قوت و ضعف آنها، راهکارهای بهبود مستمر را ارائه کرده‌اند (Batista & Shirald, 2013). تحقیق ویلنر و همکاران (۲۰۱۶) با هدف تعیین وضعیت بلوغ لجستیک و استفاده از روش کتابخانه‌ای و تحلیل محتوا چهار جزء لجستیک را شناسایی کرده که شامل: ۱- استراتژی تکنولوژی و اتوماسیون ۲- فعالیت‌های عملیاتی، ۳- سیستم اجرایی و ۴- نیروی انسانی است. مراحل بلوغ در تحقیق ویلنر و همکاران مانند بسیاری از مدل‌های بلوغ شامل ۵ مرحله است: ۱- مرحله مقدماتی یا شروع، ۲- استاندارد سازی تولید و خدمات، ۳- مکانیزاسیون تجهیزات سخت افزاری، ۴- استاندارد سازی رویه‌های و برنامه‌ریزی و ۵- اتوماسیون کامل (Wilner et al., 2016).

پژوهش ورنر لواندوسکا و ال‌زینیک (۲۰۱۹) با هدف ارائه مدل بلوغ مدیریت تولید و لجستیک در صنایع کشور لهستان انجام شده است. در این تحقیق ابتدا مدل بلوغ تولید را با گردآوری منابع معرفی کرده، سپس با روش توصیفی پیمایشی و ابزار پرسشنامه وضعیت هر یک از اجزای سیستم را با طیف ۵ گزینه لیکرت اندازه‌گیری کرده و وضعیت را با اندازه‌گیری میانگین برای هر جزء در مدل بلوغ تولید و لجستیک در شش مرحله از رشد تا تکامل تعیین نموده است (Werner-Lewandowska & Olejnik, 2019).

اولشکوف ژالپاکا و همکاران (۲۰۱۹) مدل مراحل بلوغ لجستیک با بکارگیری مدل خاکستری و هوش مصنوعی را ارائه کردند. آنها ابتدا کلیه مقالات و منابع در زمینه بلوغ سیستم و لجستیک گردآوری و دسته‌بندی کرده سپس با استفاده از ادبیات تحقیق

مراحل بلوغ لجستیک را در پنج سطح تقسیم نموده اند و وضعیت سه جریان لجستیک شامل ۱- جریان مواد ۲- جریان اطلاعات و ۳- مدیریت اداری تعیین نموده اند (Oleśków-Szłapka et al., 2019).

یاواش و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیق خود با عنوان مراکز لجستیک در محیط جدید صنعتی، با هدف استقرار مرکز لجستیکی در ترکیه، ابتدا براساس مطالعات انجام شده فرایندها و اجزای مورد نیاز برای استقرار مراکز لجستیک شناسایی و سپس با روش های تصمیم گیری چندشاخصه، مناطق مستعد برای استقرار مرکز در استانبول شناسایی و اقدام به انتخاب بهترین مکان نموده اند. ساکایی و همکاران (۲۰۲۰) با هدف انتخاب بهترین مکان استقرار برای مرکز لجستیک در شهر پاریس با رویکرد فعالیت ها و وظایف مورد نظر در مراکز لجستیک اقدام به تعریف فعالیت های لجستیک و وظایف عمده آنها نموده اند. آنها با روش توصیفی وظایف را از ورود تا خروج بار و محصولات به مرکز لجستیکی معرفی کرده و با استفاده روش MNL و مدل های ریاضی منطقه مورد نظر برای استقرار را تعیین نموده اند (Sakai et al., 2020).

برای تعیین تکنولوژی های مورد نظر در مراکز لجستیک با رویکرد اتوماسیون، کوشترازیویسکی و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی ادبیات فعالیت های مورد نیاز لجستیک، هریک از وظایف در فرایندهای لجستیک را بررسی و نوع تکنولوژی اطلاعات و اتوماسیون مناسب و مورد نظر برای آنها را معرفی کرده اند (Kostrzewski et al., 2021). تحقیق کایادو و همکاران (۲۰۲۱) با هدف ارائه مدل بلوغ صنعت نسل ۴ برای سازمان های صنعتی با روش توصیفی ریاضی انجام شده است. آنها با تعریف پنج مرحله عدم وجود، مفهومی، مدیریت شده، پیشرفته و بهینه برای سطوح عملیات در زنجیره تامین وضعیت رشد صنایع مورد مطالعه در صنعت نسل ۴ را نشان داده اند (Caiado et al., 2021).

نیچ (۲۰۲۱) یک مدل بلوغ برای خودکارسازی با رویکرد هوشمندی برای سیستم لجستیک ارائه داده است او با بکارگیری روش توصیفی پیمایشی در صنایع تولیدی پنج سطح توسعه برای سنجش هوشمند بودن اتوماسیون به همراه ویژگی های لازم در پنج مرحله را معرفی کرده است. نام سطوح مورد نظر در تحقیق نیچه عبارتند از: ۱- کنترل دستی. ۲- سیستم دستیار انسان. ۳- سیستم نیمه خودکار. ۴- سیستم نیمه هوشمند. ۵- سیستم هوشمند (Nitsche, 2021). خلاصه پیشینه تحقیق در جدول شماره ۳ معرفی شده اند.

جدول شماره (۳): خلاصه پیشینه تحقیقات انجام شده

سال	محقق	معرفی مدل
2006	Reay etal	مدل هرم تکامل لجستیک با تعیین ۵ مرحله بلوغ برای سنجش تکامل لجستیک
2007	Balou	مدل تکامل خدمات لجستیک با تاکید بر یکپارچگی فرایندها و ۴ مرحله تکامل
2012	Battista etal	مدل مراحل بلوغ لجستیک با تعیین سطوح تکامل ان در ۵ مرحله
2013	Battista & Shirarld	مدل توسعه مستمر فرآیندهای لجستیک
2018	Werner-lewanowska and Olejnik	مدل تکامل عملیات لجستیک با تعریف سطوح و خدمات لجستیک در ۶ مرحله. سطح صفر و ۵ نسل صنعت
2019	Oleśków-Szłapka etal	مدل مراحل بلوغ لجستیک با توسعه ۶ مرحله مدل ری و همکاران
2019	Sanae etal	مدل مراحل بلوغ زنجیره تامین با خلاصه کردن شش مرحله مدل ها لواندوسکا و اولژنیک در سه مرحله
2019	Werner-lewanowska and Olejnik	مدل بلوغ لجستیک با شش سطح از صفر تا سطح پنج
2020	Lizaralde etal	ارائه مدل بلوغ زنجیره تامین و لجستیک با تعریف ۵ مرحله رشد مطابق طیف لیکرت
2021	Kostrzewski etal.	تعیین تکنولوژی های مورد نظر در مراکز لجستیک با رویکرد اتوماسیون
2021	Caiado etal	مدل بلوغ صنعت نسل ۴ با تعریف پنج مرحله عدم وجود، مفهومی، مدیریت شده، پیشرفته و بهینه برای سطوح عملیات در زنجیره تامین
2021	Nitsche	مدل توسعه اتوماسیون لجستیک در ۵ سطح از کنترل دستی تا سیستم هوشمند

(ه) روش اجرای تحقیق

روش تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نظر نحوه انجام توصیفی در حوزه کمی و کیفی است. جامعه آماری متشکل از دو گروه است. گروه اول، ۱۰ خبره در زمینه مدیریت زنجیره تامین و لجستیک می‌باشند. نظرات و ایده‌های آن‌ها برای شناسایی و تایید فرآیندهای تدارکاتی و اجزا و همچنین تعیین سطوح بلوغ و سطح پذیرش برای صنایع مونتاژ به کار می‌رود. همه آن‌ها به اندازه کافی دارای خبرگی در معیارهای مورد انتظار برخوردار بودند. تعداد خبرگان از روش گلوله برفی بدست آمده است بصورتی که مصاحبه با دو خبره که محقق آنها را می‌شناخته آغاز شده و نفر دیگر توسط خبره ۱ و ۲ معرفی و این فرایند تا زمانی ادامه یافت که که پایایی لازم به روش پی اسکات بدست آمد. در روش پی اسکات درصد توافق در مصاحبه باید حداقل ۸۰ درصد باشد. رابطه شماره ۱ نحوه محاسبه ضریب اسکات را نشان می‌دهد:

$$P_i = (OA - EA) / (1 - EA) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه ۱ OA درصد توافق دو ارزیاب و EA درصد توافق مورد انتظار است. از مصاحبه نفر هفتم درصد توافق ۸۲ درصد بدست آمد با این حال مصاحبه‌ها تا نفر دهم که اولاً اجزا و دسته‌بندی جدیدی حاصل نشد و ضریب اسکات به ۹۴ درصد رسید، ادامه یافت. اطلاعات خبرگان در جدول شماره ۴ نشان داده شده‌اند.

گروه دوم جامعه آماری شامل مدیران ارشد و مدیران اجرایی و عملیاتی در مراکز لجستیک منتخب هستند که تجارب آن‌ها برای تعیین اعتبار اجزای معرفی شده در مراکز لجستیک و نیز تعیین وضعیت اجزاء مورد استفاده قرار گرفته‌است. تعداد ۱۰۲ نفر در این گروه شناسایی شدند. بعلاوه محدود بودن آنها با سرشماری اقدام به جمع‌آوری داده شده‌است. با تلاش و پیگیری بسیار تعداد ۷۵ پرسشنامه از ۱۰۲ پرسشنامه توزیع شده، گردآوری شده است (جدول ۵).

جدول شماره (۴): اطلاعات خبرگان

سمت خبره	دانشگاه/ سازمان	سابقه/ سال	لجستیک	دانش خبرگان در
هیات علمی	دانشگاه علم و صنعت ایران	بیش از ۲۰	خیلی زیاد	زیاد
هیات علمی	دانشگاه شهید بهشتی	بیش از ۲۰	خیلی زیاد	زیاد
هیئت علمی	دانشگاه تهران	بیش از ۲۵	زیاد	خیلی زیاد
هیئت علمی	دانشگاه آزاد تهران	بیش از ۲۰	زیاد	خیلی زیاد
هیئت علمی	دانشگاه آزاد اراک	بیش از ۲۰	زیاد	زیاد
هیئت علمی	دانشگاه امیرکبیر	بیش از ۱۵	خیلی زیاد	زیاد
هیئت علمی	دانشگاه صنعتی اصفهان	بیش از ۱۵	خیلی زیاد	زیاد
مدیر ارشد	منطقه آزاد چابهار	بیش از ۲۰	زیاد	زیاد
مدیر ارشد	منطقه اقتصادی سلفچگان	بیش از ۲۰	خیلی زیاد	زیاد
مدیر ارشد	منطقه آزاد ارس (جلفا)	بیش از ۱۵	خیلی زیاد	زیاد

در روش کیفی، ابزار مصاحبه تخصصی برای جمع‌آوری داده‌ها از خبرگان مورد استفاده قرار گرفت. بدلیل وجود اپیدمی کرونا مصاحبه‌ها توسط سیستم مجازی گوگل میت^۳ انجام شد. در روش کمی از ابزار پرسشنامه برای اخذ نظرات و تجربیات مدیران و کارشناسان برای تعیین اعتبار اجزای لجستیک در سیستم واقعی و از ابزار چک لیست برای تعیین وضعیت واقعی اجزا، تجهیزات و عملیات لجستیک استفاده شده‌است. پرسشنامه و چک لیست بر مبنای اجزای لجستیک در جدول ۶ تهیه شده‌اند. مطالعات اجرایی در تعیین اجزای لجستیک و وضعیت آنها در مراکز لجستیک ایران در سه‌ماهه سوم سال ۱۴۰۰ انجام شد. مراکز لجستیک ایران در دو حوزه بنادر ساحلی و خشک تعریف شده‌اند. جدول ۵ مراکز لجستیک فعال که تجربه و فعالیت چندساله در انجام لجستیک دارند و تعداد پرسشنامه توزیع و جمع‌آوری شده را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۵): نام مراکز لجستیک مورد مطالعه و تعداد پرسشنامه‌ها

ردیف	نام شرکت	کد	تعداد توزیع شده	تعداد جمع‌آوری شده
------	----------	----	-----------------	--------------------

کز			
۱	منطقه آزاد چابهار	CH	۲۱
۲	منطقه آزاد کیش	KS	۱۴
۳	منطقه آزاد قشم	QM	۱۵
۴	منطقه آزاد انزلی	NZ	۱۶
۵	منطقه آزاد اروند	RV	۱۵
۶	منطقه آزاد ارس (جلفا)	AR	۱۵
۷	منطقه اقتصادی سلفچگان	SL	۱۶
جمع		۷	۱۰۲
			۶۳

ز) تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

برای تحلیل داده‌ها هفت مرحله انجام شده است که در ادامه تشریح شده‌اند.

(۱) بررسی و شناسایی فرایندها و اجزای آنها در مراکز لجستیک

برای شناسایی فرایندها و اجزای آنها در سیستم لجستیک، ابتدا فهرستی از فرایندها و اجزای لجستیک از ادبیات تحقیق تهیه و در اختیار خبرگان قرار گرفت. این لیست توسط آنها مرور شد سپس با انجام مصاحبه با خبرگان نظرات آنها دریافت شده و پس از بررسی، فرایندها و اجزای آنها دسته‌بندی شدند و با نظر سنجی نهایی از آنها چهار فرآیند مدیریت حمل و نقل، مدیریت جابجایی، مدیریت انبار و سیستم اطلاعات لجستیک توافق کردند. اجزای لجستیک برای هر کدام از فرایندها با استفاده از ابزار مصاحبه از خبرگان تعیین شد. تعدا اجزا شامل ده جزء هستند که در جدول ۶ نشان داده شده‌اند. برای سادگی در استفاده از آنها در ادامه مقاله برای هر کدام یک کد نیز تعریف شده است.

جدول شماره (۶): فرایندها و اجزای لجستیک

کد اجزاء	فرایندهای لجستیک	اجزای فرایندها
TS	مدیریت حمل و نقل	مدیریت حمل کالا و مواد از تامین کننده
TM		مدیریت حمل کالا و مواد به مصرف کننده
HE		جابجایی مواد و کالای ورودی
HI	مدیریت جابجایی	جابجایی مواد و کالا درون مرکز
HX		جابجایی مواد و کالای خروجی
MR		دریافت مواد و کالا
MI	مدیریت موجودی و انبار	نگهداری موجودی
MC		کنترل موجودی
MP		بسته‌بندی و تحویل
IL		سیستم اطلاعات لجستیک
IE	مدیریت اطلاعات	تبادل دیجیتالی اطلاعات
IP		سیستم‌های شناسایی بار
IR		ارتباطات هوشمند

(۲) تعیین سطوح برای فرایندهای لجستیک

برای تعیین سطوح فرایندهای لجستیک، نتایج ادبیات به طور خلاصه به خبرگان داده شد، در مدل‌های تکامل تعداد مراحل بین ۴ تا ۶ مرحله در نظر گرفته شده‌اند. خبرگان بر پنج سطح برای تکامل لجستیک توافق کردند. برای تعیین نام سطوح تکامل، ابتدا نتایج مدل‌های مطرح در ادبیات مرور شدند، سپس از خبرگان نظر سنجی شد. خبرگان با تعداد مراحل ذکر شده در تحقیق نیچه ۲۰۲۱ با اعمال تغییرات جزئی موافقت داشتند، پنج سطح برای این منظور پس از اصلاح به شرح جدول ۷ تعریف شده، که بالاترین سطح سطح ۴ (متناسب با نسل ۴ صنعت) است. در این جدول پایین‌ترین سطح، صفر برای فقدان سیستم تعریف شده و

سطوح ۱ تا ۴ متناسب با نسل‌های لجستیک که توسط یاواس و همکاران (شکل شماره ۱) تعریف شده در نظر گرفته شده‌اند. خبرگان برای هر سطح ویژگی‌های بارز اجزای لجستیک را تعیین نموده‌اند.

جدول شماره (۷): سطوح تکامل اجزای لجستیک و ویژگی‌های اجزاء در هر سطح

ردیف	اجزای لجستیک/ کد	سطح صفر S0 فقدان سیستم	سطح اول S1 نسل اول	سطح دوم S2 نسل دوم	سطح سوم S3 نسل سوم	سطح چهارم S4 نسل چهارم
۱	مدیریت حمل کالا و مواد از تامین کننده	سنتی	فشاری	کششی	الکترونیکی	VMI Big data
۲	مدیریت حمل کالا و مواد به مصرف کننده	سنتی	فشاری	کششی	الکترونیکی	DRP خودکار
۳	جابجایی مواد و کالای ورودی	وسایل دستی	ماشین و ابزار مکانیکی	ماشین و ابزار مکانیزه مثل لیفتراک	ماشین و ابزار پیشرفته مثل لیفتراک و RFID	وسایل هدایت خودکار
۴	جابجایی مواد و کالا درون مرکز	وسایل دستی	ماشین و ابزار مکانیکی	ماشین و ابزار مکانیزه مثل لیفتراک	ماشین و ابزار پیشرفته مثل لیفتراک و RFID	وسایل هدایت خودکار
۵	جابجایی مواد و کالای خروجی	وسایل دستی	ماشین و ابزار مکانیکی	ماشین و ابزار مکانیزه مثل لیفتراک	ماشین و ابزار پیشرفته مثل لیفتراک و RFID	وسایل هدایت خودکار
۶	دریافت مواد و کالا	دفتری	سیستمی بدون کامپیوتر	کامپیوتری گسسته	کامپیوتری پیوسته	الکترونیکی یکپارچه
۷	نگهداری موجودی	دستی	سیستمی بدون کامپیوتر	مکانیزه ناقص	مکانیزه کامل	خودکار
۸	کنترل موجودی	دستی	سیستمی بدون کامپیوتر	کامپیوتری گسسته	کامپیوتری پیوسته	ASRS و الکترونیکی
۹	بسته‌بندی و تحویل	دستی	ماشین و ابزار مکانیکی	مکانیزه ناقص	مکانیزه کامل	ASRS و خودکار
۱۰	سیستم اطلاعات لجستیک	دفتری	سیستمی بدون کامپیوتر	کامپیوتری گسسته	کامپیوتری پیوسته	الکترونیکی یکپارچه
۱۱	تبادل اطلاعات	دفتری	سیستمی بدون کامپیوتر	کامپیوتری گسسته	مکانیزه کامل و EDI	تبادل دیجیتالی
۱۲	سیستم شناسایی بار	دفتری	سیستمی بدون کامپیوتر	کامپیوتری گسسته	کامپیوتری پیوسته	الکترونیکی یکپارچه
۱۳	ارتباطات	دفتری	دفتری - دستی	فشاری - مکانیزه	کششی - الکترونیکی	ارتباطات هوشمند

۳) تعیین میزان پذیرش برای سطح اجزای لجستیک متناسب با نسل ۴.

با توجه به نظر خبرگان، فقدان یا مازاد هر جزء از فرایندهای لجستیک را نمی‌توان با اجزای دیگر جبران کرد و همه اجزاء به یک اندازه مهم هستند، بنابراین برای محاسبه سطح کلی لجستیک از روش غیر جبرانی استفاده شده و وزن همه آن‌ها یکسان در نظر گرفته شده‌اند. پنج مرحله تکامل سیستم برابر با پنج مقیاس در طیف لیکرت است بنابراین حدود پاسخ‌های چک لیست طراحی شده برابر پنج گزینه لیکرت از خیلی کم تا خیلی زیاد است بنابراین حداکثر سطح مورد نیاز برای اجزای لجستیک دارای مقدار ۵ از ۵ است. درجه سازگاری (DOA) در رابطه شماره (۲) برای تعیین سطح اجزاء مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این رابطه X ارزش اجزا در وضعیت فعلی سیستم و Y حد پذیرش یا سطح بلوغ است و i تعداد اجزاء در سیستم است (Javanmard, 2008).

$$DOA = \sqrt{\prod_{i=1}^m (X_i / Y_i)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

خبرگان پیشنهاد کرده‌اند که سطح پذیرش^۴ (AL) در صنعت و سطح بلوغ^۵ (ML) در نظر گرفته شوند و برای آنها مقدار ۲۵ درصد از هر سطح برای AL و ۵۰ درصد برای ML توصیه شده‌است، مقدار AL ابتدای سطح ۴ قرار می‌گیرد و در واقع حداقل لازم برای این سطح است و مقدار ML حدمتوسط سطح ۴ خواهد شد. بنابراین در مقیاس پنج گزینه DOA برای سیستم لجستیک در ۱۳ جزء مراکز لجستیک در AL بصورت رابطه ۳ و ML رابطه ۴ محاسبه شده‌اند.

$$DOA_{ml} = \sqrt{\prod_{i=1}^m (X_i/Y_i)} = 0.503, x = 4.5, y = 5, i = 1, \dots, 13 \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$DOA_{al} = \sqrt{\prod_{i=1}^m (X_i/Y_i)} = 0.347, x = 4.25, y = 5, i = 1, \dots, 13 \quad \text{رابطه (۴)}$$

برای پنج مرحله بلوغ متوسط درجه سازگاری محاسبه شده و به همراه مقیاس، حدود و اندازه‌ها آنها در جدول ۸ معرفی شده‌اند. جدول شماره (۸): مقیاس، حدود و اندازه‌ها برای متوسط مقادیر مورد نیاز AL و ML در هر سطح تکامل

حدود / اندازه					مقیاس
۵-۴	۴-۳	۳-۲	۲-۱	۱-۰	S4 S3 S2 S1 S0
۰/۳۴۷	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	DOA در AL برای کل سیستم
۰/۵۰۳	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۰۷	DOA در ML برای کل سیستم
۰/۹۲۲	۰/۸۰۶	۰/۶۷	۰/۵۰	۰/۲۲	DOA در AL برای هر جزء
۰/۹۵	۰/۸۳	۰/۷۱	۰/۵۴	۰/۳۱	DOA در ML برای هر جزء

(۴) آزمون مدل: اندازه‌گیری و محاسبه میانگین و درجه مورد نیاز تکامل اجزای لجستیک متناسب نسل ۴ برای تعیین وضعیت مورد نیاز اجزای لجستیک متناسب نسل ۴، یک چک لیست شامل اجزای لجستیک برای تعیین وضعیت مورد نیاز با نظرات خبرگان تهیه شد. این چک لیست شامل ۶۵ شاخص‌های برای اجزای لجستیک در جدول ۵ است. با استفاده از نظرات ثبت شده در جلسات گروهی با مدیران ارشد و میانی که تجربه اجرایی در شاخص‌ها داشتند، یک مقدار از ۱ تا ۵ برای وضعیت مورد نیاز تخصیص داده شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، میانگین شاخص‌ها از روش میانگین حسابی به دست آمد. همچنین درجه سازگاری برای وضعیت مورد نیاز اجزای لجستیک محاسبه شده‌اند. بدلیل اینکه وضعیت لجستیک هر مرکز با مراکز دیگر متفاوت است اندازه‌گیری و محاسبات برای هر کدام جداگانه انجام شده و برای نمونه جدول محاسبات برای مرکز لجستیک چابهار در در جدول ۹ ارائه شده است.

جدول شماره (۹): میانگین و درجه سازگاری وضعیت بلوغ اتوماسیون اجزای لجستیک در مرکز لجستیک چابهار

اجزاء	کد اجزا	میانگین	درجه سازگاری	سطح تکامل در AL	سطح تکامل در ML
DOA					
مدیریت حمل کالا و مواد از تامین کننده	TS	۲/۲۱	۰/۶۶	S1	S1
مدیریت حمل کالا و مواد به مصرف کننده	TM	۲/۴۵	۰/۷۰	S2	S1
جابجایی مواد و کالای ورودی	HE	۳/۲۳	۰/۸۰۱	S3	S2
جابجایی مواد و کالا درون مرکز	HI	۳/۲۸	۰/۸۰۹	S3	S2
جابجایی مواد و کالای خروجی	HX	۳/۱۱	۰/۷۸۸	S2	S2
دریافت مواد و کالا	MR	۴/۰۹	۰/۹۰۴	S3	S3
نگهداری موجودی	MI	۳/۵۲	۰/۸۳۹	S3	S3
کنترل موجودی	MC	۴/۰۳	۰/۸۹۷	S3	S3

⁴ Acceptance level

⁵ Maturity level

S3	S3	۰/۸۷۸	۳/۸۶	MP	بسته‌بندی و تحویل
S3	S3	۰/۸۷	۴/۰۲	IL	سیستم اطلاعات لجستیک
S3	S3	۰/۹۰۷	۴/۱۲	IE	تبادل اطلاعات
S3	S3	۰/۸۸	۳/۸۸	IP	سیستم شناسایی بار
S3	S3	۰/۹۱۲	۴/۱۶	IR	ارتباطات
S3	S3	۰/۰۲۹	۳/۶۵	LS	سیستم لجستیک

همانطور که در جدول ۸ نشان داده شده، در سطح قابل پذیرش برای نسل ۴ لجستیک برای مرکز لجستیک چابهار اجزای: TM، HX، در سطح دوم لجستیک و جزء: TS در سطح اول لجستیک است. سایر اجزاء در سطح سوم قرار دارند. برای کل سیستم لجستیک در مرکز چابهار سطح تکامل در سطح سوم قرار دارد. برای سایر مراکز نیز نتایج بدست آمده و در جدول ۱۰ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، پایین ترین سطح برای تمام مراکز مربوط به جزء TS یعنی مدیریت حمل کالا و مواد ورودی و جزء TM مدیریت حمل کالا و مواد به مصرف کننده بدست آمده است. هیچکدام از اجزای لجستیک در مراکز مورد مطالعه در سطح چهارم یعنی متناسب با نسل ۴ لجستیک قرار ندارند.

جدول شماره (۱۰): وضعیت تکامل اجزای لجستیک برای سه مرکز لجستیک در حد قابل پذیرش AL

مراکز(کد)

S4													
S3	CH	CH	AR	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
	KS	KS	KS	KS	KS	KS	KS	KS	KS	KS	KS	KS	KS
		NZ	NZ	NZ	AR	AR	NZ	AR	AR	AR	AR	AR	AR
S2	KS	NZ	NZ	AR	CH	AR	SL	SL	AR	NZ	SL	NZ	SL
	NZ	CH	AR	QM	SL	SL	QM		SL	SL	QM	SL	RV
	QM	QM	QM	RV	QM	QM	RV	QM	QM	QM	RV	QM	QM
S1	CH	AR	SL	SL									
	AR	SL											
	SL												
S0	TS	TM	HE	HI	HX	MR	MI	MC	MP	IL	IE	IP	IR

اجزای لجستیک

۳- بحث و نتایج

برای تعیین سطح مورد نیاز اجزای لجستیک متناسب با نسل ۴ سه مرحله لازم است. مرحله اول شناسایی اجزاء لجستیک است. مرحله دوم تعیین مراحل تکامل و مرحله سوم سنجش و مقایسه است (Ramos et al., 2021). در اولین مرحله با مرور ادبیات و پژوهش‌های انجام شده در زمینه لجستیک، فرآیندها و اجزای اجرایی برای سیستم لجستیک شناسایی و توسط خبرگان در زنجیره تامین و لجستیک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و براساس شرایط بومی و مدیریت در ایران، فرآیندها و اجزای اجرایی برای سیستم لجستیک مطرح شدند. تعداد فرآیندهای مورد نیاز برای مراکز لجستیک در ایران، مانند اکثر تحقیقات انجام شده، در چهار فرآیند تعیین شد. با انجام مصاحبه با خبرگان، اجزای فرآیندهای لجستیک تعیین شدند. آن‌ها با دو جزء برای مدیریت حمل و نقل، سه جزء برای مدیریت جابجایی، چهار جزء برای مدیریت موجودی و انبار و چهار جزء برای مدیریت اطلاعات توافق کردند.

در مرحله دوم، نتایج بررسی ادبیات نشان داد که اکثر مدل های بلوغ لجستیک ۴ و ۶ سطح برای بلوغ در نظر گرفته اند. با مصاحبه با خبرگان، پنج سطح برای تکامل سیستم لجستیک تعیین شد. در مرحله سوم از تکنیک DOA برای اندازه گیری سطح مورد نیاز برای اجزای لجستیک استفاده شد. خبرگان برای مراکز لجستیک دوسطح را مطرح کردند. سطح تکامل با مقدار سختگیرانه و سطح پذیرش برای حداقل قبول برای اجزای لجستیک متناسب با نیازهای نسل ۴ صنعت. پس از محاسبه سطوح پذیرش و تکامل محاسبات در سه مرکز لجستیک مورد آزمون قرار گرفت.

برای جمع آوری داده ها در شرایط فعلی مراکز لجستیک، از چک لیست استفاده شد. نتایج نشان داد که سطح اجزای لجستیک برای همه مراکز به طور متوسط S3 است. سطح تکامل برای اجزای لجستیک در مرکز چابهار و کیش بالاتر از مراکز دیگر است. با توجه به نتایج حاصل از مقایسه فرآیندهای LS، فرآیند حمل و نقل حداقل سطح تکامل را دارا می باشد و فرایند مدیریت اطلاعات دارای بالاترین سطح تکامل و مدیریت موجودی و مدیریت جابجایی بین آنها می باشند. یکی از دلایل سطح پایین تکامل در فرآیند حمل و نقل این است که این فرآیند با سیستم های خارجی در ارتباط است و سیستم ها بیرونی در صنعت نسل ۴ رشد کمی داشته اند به همین دلیل در ارتباط با اتصال به مرکز لجستیک باعث ارتقای کمتر این فرایند شده است. اجزای فرایند جابجایی که وابسته به سیستم های خارجی نیست دارای سطح بالاتری از بلوغ به نسبت حمل و نقل است. فرایند مدیریت اطلاعات چون یک فرآیند کاملا نرم افزاری است و به فن آوری اطلاعات بستگی دارد موقعیت خوبی برای خودکار بودن دارد به همین دلیل وضعیت بهتری در سطح تکامل دارد.

مراکز لجستیک با استفاده از مدل ارائه شده در این تحقیق می توانند بصورت مداوم رشد و تکامل سیستم لجستیک خود را مورد پایش قرار داده و براساس وضعیت هریک از فرایندها و اجزاء نسبت به ارتقای آنها اقدام نمایند. قرار گرفتن اجزا در یک سطح نشان از رشد متوازن سیستم لجستیک است. بنابراین مدل ارائه شده یک ابزار برای معاینه تکامل سیستم لجستیک است و با نشان دادن نوسانات و پراکندگی اجزاء در موقعیت تکامل، بطور ساده وضعیت بهبود را برای تصمیم گیرندگان در هر جزء فرایندی نشان می دهد. براساس نظرات خبرگان در اندازه گیری درجه سازگاری از مدل غیرجبرانی استفاده شده، در این مدل اگر یک یا چند جزء از ده جزء ضعیف باشند، میزان سازگاری به شدت کاهش خواهد یافت، بنابراین لازم است که مدیران و تصمیم گیرندگان بر توسعه یکپارچه کل اجزای لجستیک در مراکز لجستیک تمرکز کنند.

تحقیقات آینده می توانند عوامل و شاخص های ذکر شده در ادبیات را برای صنایع دیگر شناسایی و تعیین کنند و بر اساس آنها اقدام به تعیین سطح و بلوغ سیستم لجستیک نمایند. توصیه می شود که مدل تعیین سطح اجزای لجستیک مطابق با شرایط هر مرکز لجستیک باشد بطور مثال اگر تصمیم گیرندگان تاثیر و اهمیت اجزا را متفاوت از هم بدانند و یا خواهان تاثیر بیشتر اجزایی در سیستم لجستیک باشند بهتر است از مدل وزن دار در اندازه گیری سطوح استفاده شود.

۴- منابع

1. Agdas, D., and R. D. Ellis. (2010). The Potential of XML Technology as an Answer to the Data Interchange Problems of the Construction Industry. *Construction Management and Economics* 28 (7): 737-746.
2. Alex, V. B. (2006). A Parametric Analysis of Heuristics for the Vehicle Routing Problem with Side-Constraints. *European Journal of Operational Research* 137 (2): 348-370.
3. Angreani, L.S, Annas Vijaya, A. Wicaksono, H, (2020). Systematic Literature Review of Industry 4.0 Maturity Model for Manufacturing and Logistics Sectors, *Procedia Manufacturing* 52:337-343.
4. Arrais-Castro, A., R. Maria Leonilde, G. D. Varela, R. A. Putnik, J. M. Ribeiro, and L. Ferreira. (2018). Collaborative Framework for Virtual Organisation Synthesis Based on a Dynamic Multi-Criteria Decision Model. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 31 (9): 857-868.
5. Bag, S., Gupta, S., & Kumar, S. (2021). Industry 4.0 adoption and 10R advance manufacturing capabilities for sustainable development. *International Journal of Production Economics*, 231, 107844.

6. Bag, S., Yadav, G., Wood, L.C, Dhamija P, Joshi, S. (2020). Industry 4.0 and the circular economy: Resource melioration in logistics. *Resources Policy* 68, 101776.
7. Ballou, R.H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management, *European Business Review*, 19 (4): 332-348.
8. Barrera, M. M., Mario, and O. Cruz-Mejia. (2014). Reverse Logistics of Recovery and Recycling of Non-Returnable Beverage Containers in the Brewery Industry: A Profitable Visit Algorithm. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 44 (7): 577-596.
9. Barreto, L., Amaral, A., Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manuf.* 13: 1245-1252.
10. Battista C, Fumi A, Schiraldi M.M. (2012), The Logistics Maturity Model: guidelines for logistic processes continuous improvement, *Proceedings of the XXIII World POMS Conference*, 20-23 April; Chicago (USA. confpapers/025/025-1329.pdf
11. Battista, C, Schirald, M. M. (2013). The Logistic Maturity Model: Application to a Fashion Company. *International Journal of Engineering Business Management*, 5, 29-38.
12. Becker, J., Knackstedt, R., P'oppelbuß, J. (2009). Developing maturity models for IT management. *Bus. Inf. Syst. Eng.* 1: 213-222.
13. Bloss, R. (2011). Automation Meets Logistics at the Promat Show and Demonstrates Faster Packing and Order Filling. *Assembly Automation*, 31 (4): 315-318.
14. Bogataj, D., M. Bogataj, and D. Hudoklin. (2017). Mitigating Risks of Perishable Products in the Cyber-Physical Systems Based on the Extended MRP Model. *International Journal of Production Economics*, 193: 51-62.
15. Boysen, N., S. Schwerdfeger, and F. Weidinger. (2018). Scheduling Last-Mile Deliveries with Truck-Based Autonomous Robots. *European Journal of Operational Research*, 271 (3): 1085-1099.
16. Caiado, R.G. Scavarda L.F, Gavi~ao, L.C, Ivson P, Nascimento D.L, Garza-Reyes. J.A. (2021). A fuzzy rule-based industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management, *Int. J. Production Economics*, 231, 1-21.
17. Carvalho, J, Rocha A, Abreu, A. (2016). Maturity Models of Healthcare Information Systems and Technologies: a Literature Review, *Review of Managerial Science*, 5(2):9
18. Choy, K. (2002). An Intelligent Supplier Management Tool for Benchmarking Suppliers in Outsource Manufacturing. *Expert Systems with Applications*, 22 (3): 213-224.
19. Domingues, P. Sampaio, P. Arezes, P, M. (2016). Integrated management systems assessment: a maturity model proposal, *Journal of Cleaner Production*, 124 (2016) 164-174.
20. Essaadi, I, Grabot, B, Fénies, P. (2016). Location of logistics hubs at national and subnational level with consideration of the structure of the location choice, *IFAC-PapersOnLine*, 49-31: 155-160.
21. Fawcett, S. E., and M. A. Waller. (2014). Supply Chain Game Changers-Mega, Nano, and Virtual Trends-And Forces that Impede Supply Chain Design (I.e., Building a Winning Team). *Journal of Business Logistics*, 35 (3): 157-164.
22. Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869
23. Giusti, R., Manerba, D., Bruno, G., Tadei, R. (2019b). Synchro-modal logistics: an overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 129, 92-110.
24. Glistau E., Machado N. I. C. (2018). *Logistics 4.0 and the Revalidation of Logistics Concepts and Strategies*, Available at: htILs: //www.researchgate.net/publication/ 327417565, (Accessed 25 February 2019).

25. Hallikainen, H., Savimäki, E., & Laukkanen, T. (2020). Fostering B2B sales with customer big data analytics. *Industrial Marketing Management*, 86, 90-98.
26. Hercko, J., Botka, M., (2017). Intelligent logistic management, in Next Generation Logistics: Technologies and Applications. In: Drašković, V. (Ed.). SPH – The Scientific Publishing, Velje, Denmark, pp. 1–18.
27. Home-Ortiz, J. M., Pourakbari-Kasmaei, M., Lehtonen, M., (2019). Optimal location-allocation of storage devices and renewable-based DG in distribution systems. *Electric Power Systems Research* 172, 11–21. DOI: 10.1016/j.epsr.2019.02.013
28. Hou, J.-L., W. Nathan, and W. Yu-Jen. (2009). A Job Assignment Model for Conveyor-Aided Picking System. *Computers & Industrial Engineering* 56 (4): 1254–1264.
29. Jahn, C., Kersten, W. and Ringle, C. M. (2018), Logistics 4.0 and sustainable supply chain management: innovative solutions for logistics and sustainable supply chain management in the context of industry 4.0. In: Hamburg International Conference of Logistics (HICL).
30. Javanmard, H. (2017), *Logistics and supply chain management*. Arak Branch, Iran. Publication of Islamic azad university. (In Persian)
31. Javanmard, H. (2008). Using Degree of Adaptive (DOA) Model for Partner Selection in Supply Chain. *International Journal of Mechanical, Industrial and Aerospace Sciences*. 1.0 (4).
32. Junge, A. L., Verhoeven, P., Reipert, J. and M. Mansfeld. (2019). *Pathway of Digital Transformation in Logistics: Best Practice Concepts and Future Developments.* Edited by Frank Straube. In Scientific Series Logistics at the Berlin Institute of Technology. Special Edition 8. Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin. <https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/9446>.
33. Kersten, W., M. Seiter, V. S. Birgit, N. Hackius, and T. Maurer. (2017). Trends and Strategies in Logistics and Supply Chain Management: Digital Transformation Opportunities. *Journal of Logistics Research and Applications* 13 (1): 13–39.
34. Kiil, K., Dreyer, H. C., Hvolby H.-H., and Chabada, L. (2018). Sustainable Food Supply Chains: The Impact of Automatic Replenishment in Grocery Stores. *Production Planning & Control* 29 (2): 106–116.
35. Kim, B. I., Graves R. J., Heragu, S. S., Onge, A. S. (2009). Intelligent Agent Modeling of an Industrial Warehousing Problem.” *IIE Transactions* 34 (7): 601–612.
36. Kochak, A., Sharma, S. (2015). Demand Forecasting Using Neural Network for Supply Chain Management. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research* 4 (1): 96–104.
37. Kostrzewski, M, Filina-Dawidowicz, L, Walusiak, M, (2021). Modern technologies development in logistics centers: the case study of Poland, *Transportation Research Procedia* 55, P- 268–275
38. Li, R, Chen, H, 2022, Research on Automation Control of University Logistics Management System Based on Wireless Communication Network, *Wireless Communications and Mobile Computing*, Article ID 1939434, 8.
39. Lin, B, Liua, S, Linb, R, Wang, J, Sun, M, Wang, X, Liu, C, Wu, J, Xiao, J, (2019), The location-allocation model for multi-classification-yard location problem, *Transportation Research Part E* 122, 283–308.
40. Lindstrom, V, Winroth, M, (2010), Aligning manufacturing strategy and levels of automation: A case study, *Journal of Engineering Technology Management*. 27 148–159.
41. Liu, W, Wang, S, Lin, Y, Xie, D, Zhang, J, (2020), Effect of intelligent logistics policy on shareholder value: Evidence from Chinese logistics companies, *Transportation Research Part E*, 137, 101928.

42. Lizarralde D. R., Ganzarain, E. López C. Serrano L.I. (2020), An Industry 4.0 maturity model for machine tool companies, *Technological Forecasting & Social Change* 159, P. 1-13.
43. Marchet, G., Melacini, M. Perotti, S. Tappia, E. (2013). Development of a Framework for the Design of Autonomous Vehicle Storage and Retrieval Systems. *International Journal of Production Research* 51 (14): 4365–4387.
44. Mittal, S. Muztoba, A.K Romero, D. Wuest, T. (2018). Critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). *Journal of Manufacturing Systems*. Vol. 49, October, P. 194-214.
45. Mori, J., Kajikawa, Y. Kashima, H. Sakata. I. (2012). Machine Learning Approach for Finding Business Partners and Building Reciprocal Relationships. *Expert Systems with Applications* 39 (12): 10402–10407.
46. Myers, M. B., Daugherty, P. J. Autry, C.W. (2000). The Effectiveness of Automatic Inventory Replenishment in Supply Chain Operations: Antecedents and Outcomes. *Journal of Retailing* 76 (4): 455–481.
47. Nikolopoulos, K. I., Zied Babai, M. Bozos. K. (2016). Forecasting Supply Chain Sporadic Demand with Nearest Neighbor Approaches. *International Journal of Production Economics* 177: 139–148.
48. Nitsche, B. (2021). Exploring the Potentials of Automation in Logistics and Supply Chain Management: Paving the Way for Autonomous Supply Chains, *journal of Logistics*, 5(3), 51-63.
49. Oleśków-Szłapka, J. Wojciechowski, H., Domański, R. (2019). Logistics 4.0 Maturity Levels Assessed Based on GDM (Grey Decision Model) and Artificial Intelligence in Logistics 4.0 -Trends and Future Perspective, *Procedia Manufacturing* 39 1734–1742.
50. Proença, D, Borbinha, J. (2016). Maturity Models for Information Systems - A State of the Art, *Procedia Computer Science* 100, 1042 – 1049.
51. Phuong Vu, T, Grant, D.B, Menachof, D.A, (2021). Exploring logistics service quality in Hai Phong, Vietnam, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 36, 54–64.
52. Ramos, L.F.P., Louresa E. F. R., Deschamps F. (2021). An Analysis of Maturity Models and Current State Assessment of Organizations for Industry 4.0 Implementation, *Procedia Manufacturing* 51, P.1098–1105.
53. Ranjbar, R, Mohammadi, A, Hamidi, N. (2018). Increasing the level of invincibility and reducing the cost of supply chain based on radio frequency identification technology, *Journal of strategic management in industrial systems*, 13 (46). P.14-29(in persian)
54. Rashidi torbati, SH. Rdfar, R, Pilevari, N. (2021). Supply Chain Intelligence with IoT Approach (Case study: Companies active in the field of information and communication technology in Tehran province), *Journal of strategic management in industrial systems*, 16 (58). P.14-29(in persian).
55. Reay, J. H., Colaianni, A. J., Harleston, E. F., Maletic, A., Marcus, J. G. (2006). Logistics maturity evaluator (Report No. IR509R1). LMI Research Institute. Retrieved from <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a457193.pdf>.
56. Richards, G. Grinsted, S. (2013). *The Logistics and Supply Chain Toolkit: Over 90 Tools for Transport, Warehousing and Inventory Management*, USA, Kogan Page Publishers.
57. Sakai, T, Beziat, A, Heitz, A, (2020). Location factors for logistics facilities: Location choice modeling considering activity categories. *Journal of Transport Geography* 85:102710.
58. Sanae, Y., Faycal, F. Ahmed M., (2019). A Supply Chain Maturity Model for automotive SMEs: a case study, *International Federation of Accountants*. 52-13, P. 2044–2049.

59. Van der Laan, E.A. Brito, M.P. Vermaesen, S.C. (2007). Logistics Information and Knowledge Management Issues in Humanitarian Aid Organizations ERIM Report Series Reference No. ERS-2007-026-LIS, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=985724>
60. Villegas, M. A., Pedregal, D. J. (2019). Automatic Selection of Unobserved Components Models for Supply Chain Forecasting. *International Journal of Forecasting* 35 (1): 157–169.
61. Wen, J., Li, H. Zhu. F. (2018). Swarm Robotics Control and Communications: Imminent Challenges for Next Generation Smart Logistics. *IEEE Communications Magazine* 56 (7): 102–107.
62. Werner-Levandowska, K, Kosacka-Olejnik, M. (2018). Logistics Maturity Model for Service Company- Theoretical Background. *Procedia Manufacturing* 17, P. 791-802.
63. Werner-Lewandowska, M, Olejnik K, (2019), Logistics 4.0 Maturity in Service Industry: Empirical Research Results. *Procedia Manufacturing* 38, Pages 1058-1065.
64. Werner-Lewandowska, M, Olejnik K, (2020), How to improve logistics maturity? – A roadmap proposal for the service industry, *Procedia Manufacturing* 51, 1650–1656.
65. Williams, J. A. S. (2007). A Review of Research Towards Computer Integrated De-manufacturing for Materials Recovery. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 20 (8): 773–780.
66. Willner, O, Gosling, J, Schönsleben, P. (2016). Establishing a maturity model for design automation in sales-delivery, processes of ETO products, *Computers in Industry* 82, 57–68.
67. Woschank M, Dallasega, P. (2021). The Impact of Logistics 4.0 on Performance in Manufacturing Companies: A Pilot Study, *Procedia Manufacturing* 55, 487–491.
68. Yadas, G., Luthra, S., Jakhar, S. K., Mangla, S. K., & Rai, D. P. (2020). A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case. *Journal of Cleaner Production*, 254-267.
69. Yavas, V. Ozkan-Ozenb, Y.D (2020), Logistics centers in the new industrial era: A proposed framework for logistics center 4.0, *Transportation Research Part B*. 101864, P 1-18.
70. Yoo, Y., Henfridsson, O., & Lyytinen, K. (2010). Research commentary—the new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research. *Information systems research*, 21(4), 724-735.

Determining the Evolution Level and Analysis of the Logistics System Components Based on the Industry 4.0 (Case Study: The Logistics Centers of Iran)

Zahra Rahimi

Ph.D Candidate in Industrial Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Habibollah Javanmard (Corresponding author)

Department of Industrial Management, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

Email: h-javanmard@iau-arak.ac.ir

Amir Azizi

Department of Industrial Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Seyad Esmail Najafi

Department of Industrial Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

In order to improve the level of logistics components in accordance with the industry 4.0, it is necessary to increase situation of logistics processes. To increase the level of logistics processes, the first step is to measure growth rate and evolution. To measure the evolution of the logistics system, processes and components of the logistics and evolution stages of them must determine. The purpose of this paper is to determine the level of the logistics system components based on industry 4.0 in Iran's logistics centers. The research method is descriptive – applied. Samples include two groups; the first group is ten logistics experts. Their knowledge has used for determining the processes and also the maturity level. The second group is 102 managers and decision makers in logistics centers; they provide information for the components validation and maturity assessment based on the present situation of components and logistics processes. Using the expert interviews, processes and components of logistics have been identified and classified into four processes and thirteen components. By mean of components status and the use of degree of adaptive method in Excel and SPSS software, the maturity of logistics has been measured. The results showed the transportation process is less developed because have more dependence on the external system and transport has not evolved in general. The process of information management has higher levels, because of less dependence on external systems. Based on the results recommendation for the large assembly industry and future researches are presented.

Keywords: Evolution, Industry 4.0, Logistics, Logistics Centers, Process components.