فصلنامه مدیریت راهبردی در سیستم های صنعتی (مدیریت صنعتی سابق)
دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
سال هجدهم/ شماره ۶۳ / بهار ۱۴۰۲

تعیین سطح و تحلیل فرآیندهای سیستم لجستیک متناسب با نسل ٤ 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 SPSSوExcel 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 سیتم‌های 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 بنادرخشک با الگوبرداری از بنادرساحلی توسعه یافته و مزیت‌های زیادی ایجاد نموده‌اند. در اوایل قرن بیست و یک میلادی بنادرخشک در نقاط جغرافیایی دارای پتانسیل، با نام مراکز لجستیک، در بسیاری کشورها، استقرار یافته و فعال شده‌اند. کشور ایران با دارا بودن سوابق تاریخی در حمل و نقل و تجارت و نیز ضرورت‌های توسعه و بهینه‌سازی امور لجستیک از سال ۱۳۹۷ با تهیه سند آمایش مراکز لجستیک، این مهم را مورد توجه و تاکید قرار داده‌است. مرکز لجستیک محدوده جغرافیایی مشخصی است که به منظور تجمیع فعالیت‌های مرتبط با لجستیک و حمل‌ونقل کالا در بعد داخلی یا بین‌المللی، در جهت بهینه‌سازی فرآیندها و کاهش هزینه‌ها ایجاد می‌شود(Esaadi et al., 2016). هدف از ایجاد مراکز لجستیک، به حداقل رساندن هزینه کل حمل‌ونقل (به عنوان وظیفه و کارکرد مسافت) میان مراکز عرضه و تقاضا است (Home-Ortiza 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 می‌شود 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 می‌شود که دارای ویژگی‌ها و قابلیت‌های اجرایی خود است (Lin et al., 2019) سطوح سیستم لجستیک در یک روند تاریخی براساس دوره‌های چهارگانه صنعت (صنعت ۱ تا ۴) به چهار دوره تقسیم شده‌است (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 فعالیت‌های لجستیکی شکل گیرند. فعالیت‌های لجستیک شامل انتقال مواد و کالا، انبارداری، مدیریت موجودی، بسته بندی و فعالیتهای اجرائی دیگر از تامین تا توزیع سفارشات می‌باشد. 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 نیازمندیهای خود یک سطح از لجستیک را بکار می‌گیرد و لازم است برای هر سطح فرایندهای لازم تعیین شوند(Kostrzewski, 2021). فرایندهای هر سطح لجستیک وابسته به قابلیت‌ها و ظرفیت‌های موجود هر مرکزلجستیک متفاوت است و لازم است متناسب با وضعیت موجود هرمرکز 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 نمی‌توانند 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 سال‌های اخیر انجام شده‌است. فعالیت‌ها و اجزای لجستیک در تحقیقات (Reay et al.,2006, Richards & Grinsted, 2013, Werner-Lewandowska & Olejnik, 2020) معرفی شده‌اند. دو خلاء در این تحقیقات وجود دارد. اول آنکه فعالیت‌ها و اجزای لجستیک را بصورت وظایف مجزا معرفی کرده‌اند، درصورتی 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) فعالیت‌های لجستیک برای مراکز لجستیک شناسایی شده‌اند. 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, Nitche, 2021) انجام شده‌است. در این تحقیقات فعالیت‌های لجستیک بصورت جریان حرکت

فرایندی 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 برگیرنده 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. یاواس و همکاران فعالیت‌های لجستیک متناسب با نسل ۴ صنعت را معرفی کرده ولی به سایر نسل‌ها و نیز رویکرد فرایندی 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 مطروحه و پرکردن خلاءهای تحقیقاتی ذکر شده، به سه سئوال 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 سئوالات 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 به‌دنبال 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 شکل۱ 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 عمدتا شامل اتوماسیون لجستیک و بکارگیری اینترنت اشیاء در فرایندهای لجستیک است. اساس و مبنای نسل چهارم صنعت، اتوماسیون و اینترنت اشیاء است (Lin et al., 2017). در سال های اخیر ، بسیاری از شرکت های لجستیک با بکارگیری اتوماسیون، بهره وری 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 نشات‌گرفته 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 اشیاء 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 اشیاء (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 بهره وری 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 اشیاء 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، امکان پذیری 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 سرمایه-گذاری 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[1] 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 مونتاژ 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 داده ها 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). بعبارت خلاصه لجستیک کلیه فعالیته‌های 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 بدنبال 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 یاواش 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 عمدتا در اتوماتیک کردن فرایندهای لجستیک و همچنین بکارگیری اتوماسیون و IT در عملیات و اجزای لجستیک مطرح شده است. جدول شماره ۲ سوابق تحقیقات و موارد استفاده شده نسل۴ لجستیک را نشان می‌دهد.

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

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

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

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) مدل‌های تکامل، ابزارهای مفیدی برای سنجش تکامل یک سیستم و استنتاج و اولویت‌بندی مقیاس‌های رشد آن است. مدل‌های تکامل یا بلوغ[۲] (MM) شامل روش‌هایی است که چندین جنبه از فرایندها را در یک سازمان اندازه‌گیری می‌کنند. رشد و تکامل سیستم با عنوان بلوغ سیستم معرفی شده است(Becker et al., 2009). یک مدل بلوغ الگویی است شامل روشها و فنون اندازه‌گیری میزان رشد یک سیستم در مراحل مختلف عمر، همراه با ارائه توصیه‌هایی برای تکامل و ادامه رشد آن سیستم. اندازه‌گیری میزان رشد یا وضعیت سیستم می‌تواند شامل هریک از ابعاد، جنبه‌ها و فرآیندها یا مجموع آنها باشد (Proença & Borbinha, 2016). بنابراین مدل بلوغ متشکل از سلسله سطوح تکامل برای سیستم‌ها و فرایندها می‌باشد. پایین‌ترین سطح، نشان‌دهنده وضعیت اولیه سازمان و بالاترین سطح، نشان‌دهنده بلوغ است. پیشروی در مسیر تکامل بین این دو سطح، شامل پیشرفت تدریجی با توجه به امکانات و قابلیت‌های

[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 دستگاهای یکپارچه اطلاعاتی همچون اینترنت اشیاء، 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 بالاوو 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 ارائه‌کرده‌است. این دو تحقیق پایه تحقیقات بعدی شدند و از سال ۲۰۰۶ تا سال ۲۰۲۱ مدلهای متعدد ولی تقریبا 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 برمبنای مدل SCOR بود که توسط خودشان در سال ۲۰۱۲ ارائه شده بود. آنها در تحقیق خود ضمن تعریف فعالیت‌های لجستیک در صنایع پوشاک، وضعیت هریک را بررسی کرده و براساس نقاط قوت و ضعف آنها، راهکارهای بهبود مستمر را ارائه کرده اند(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 الژنیک (۲۰۱۹) با هداف ارائه مدل بلوغ مدیریت تولید و لجستیک در صنایع کشورلهستان 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 هریک 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 دسته بندی 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 نموده‌اند(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 روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، مناطق مستعد برای استقرار مرکز در استانبول شناسایی و اقدام به انتخاب بهترین مکان نموده‌اند. ساکایی و همکاران (۲۰۲۰) با هدف انتخاب بهترین مکان استقرار برای مرکز لجستیک در شهر پاریس با رویکرد فعالیت‌ها و وظایف مورد نظر در مراکز لجستیک اقدام به تعریف فعالیت‌های لجستیک و وظایف عمده آنها نموده‌اند. آنها با روش توصیفی وظایف را از ورود تا خروج بار و محصولات به مرکز لجستیکی معرفی کرده و با استفاده روشMNL و مدل‌های ریاضی منطقه مورد نظر برای استقرار را تعیین تموده‌اند(Sakai et al.,2020).

برای تعیین تکنولوژی‌های مورد نظر در مراکز لجستیک با رویکرد اتوماسیون، کوشترازیویسکی و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی ادبیات فعالیت‌های 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 کرده‌اند(Kostrzewski et al., 2021). تحقیق کایادو و همکاران (۲۰۲۱) با هدف ارائه مدل بلوغ صنعت نسل ۴ برای سازمان‌های صنعتی با روش توصیفی ریاضی انجام شده‌است. 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 داده‌اند(Caiado et al., 2021).

نیچ (۲۰۲۱) یک مدل بلوغ برای خودکارسازی با رویکرد هوشمندی برای سیستم لجستیک ارائه داده‌است 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(Nitche, 2021). خلاصه پیشینه تحقیق در جدول شماره ۳ معرفی شده‌اند.

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 مستمرفرآیندهای 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 مدل‌ها 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 تکنولوژی‌های 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 کمّی 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 وش پی اسکات درصد توافق در مصاحبه باید حداقل ۸۰ درصد باشد. رابطه شماره ۱ نحوه محاسبه ضریب اسکات را نشان می‌دهد:

$$P_i = (OA - EA)/(1 - EA)$$ 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 اولا اجزا و دسته‌بندی جدیدی حاصل نشد و ضریب اسکات به ۹۴درصد رسید، ادامه یافت. اطلاعات خبرگان در جدول شماره ۴ نشان داده شده‌اند.

گروه دوم جامعه‌آماری 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. بعلت 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 (جدول۵).

جدول شماره (۴): اطلاعات خبرگان

سمت خبره	دانشگاه/ سازمان	سابقه/ سال	دانش خبرگان در	
			لجستیک	صنعت ۴
هیات‌علمی	دانشگاه علم وصنعت ایران	بیش از ۲۰	خیلی زیاد	زیاد
هیات‌علمی	دانشگاه شهید بهشتی	بیش از ۲۰	خیلی زیاد	زیاد
هیئت‌علمی	دانشگاه تهران	بیش از ۲۵	زیاد	خیلی زیاد
هیئت‌علمی	دانشگاه آزاد تهران	بیش از ۲۰	زیاد	خیلی زیاد
هیئت‌علمی	دانشگاه آزاد اراک	بیش از ۲۰	زیاد	زیاد
هیئت‌علمی	دانشگاه امیرکبیر	بیش از ۱۵	خیلی زیاد	زیاد
هیئت‌علمی	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[3] انجام شد. در روش کمّی 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	کدمر	تعداد توزیع شده	تعداد جمع‌آوری شده

[3] Google meet

		کز		
۱	منطقه آزاد چابهار	CH	۲۱	۱۱
۲	منطقه آزاد کیش	KS	۱۴	۴
۳	منطقه آزاد قشم	QM	۱۵	۶
۴	منطقه آزاد انزلی	NZ	۱۶	۸
۵	منطقه آزاد اروند	RV	۱۵	۹
۶	منطقه آزاد ارس (جلفا)	AR	۱۵	۱۳
۷	منطقه اقتصادی سلفچگان	SL	۱۶	۱۲
جمع		۷	۱۰۲	۶۳

ز) تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

برای تحلیل داده‌ها هفت مرحله انجام شده‌است 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 فرآیندها 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 هرکدام از فرایندها با استفاده از ابزار مصاحبه از خبرگان تعیین شد. تعدا اجزا شامل ده جزء هستند که در جدول ۶ نشان داده‌شده‌اند. برای سادگی در استفاده از آنها در ادامه مقاله برای هرکدام یک کد نیز تعریف شده است.

جدول شماره (۶): فرایندها و اجزای لجستیک

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

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 گرفته‌شده‌اند. خبرگان بر پنج سطح برای تکامل لجستیک توافق کردند. برای تعیین نام سطوح تکامل، ابتدا نتایج مدلهای مطرح در ادبیات مرور شدند، سپس از از خبرگان نظر سنجی شد. خبرگان با تعداد مراحل ذکر شده در تحقیق نیچه ۲۰۲۱ با اعمال تغییرات جزیی 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 ابزارمکانیکی	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 ابزارمکانیکی	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 ابزارمکانیکی	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 ابزارمکانیکی	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 خیلی‌کم تا خیلی‌زیاد 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 مورداستفاده 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).

$$DOA = \sqrt{\prod_{i=1}^{m}(Xi/Yi)}$$ رابطه (۲)

خبرگان پیشنهاد کرده‌اند که سطح پذیرش[4] (AL) در صنعت و سطح بلوغ[5] (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 درAL بصورت رابطه ۳ و ML رابطه ۴ محاسبه شده‌اند.

رابطه (۳)
$$DOAml = \sqrt{\prod_{i=1}^{m}(Xi/Yi)} = 0.503, x = 4.5, y = 5, i = 1,...,13$$

رابطه (۴)
$$DOAal = \sqrt{\prod_{i=1}^{m}(Xi/Yi)} = 0.347, x = 4.25, y = 5, i = 1,...,13$$

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 موردنیاز AL و ML در هر سطح تکامل

	حدود / اندازه					
	مقیاس	۱–۰	۲–۱	۳–۲	۴–۳	۵–۴
	سطوح	S0	S1	S2	S3	S4
DOA در AL برای کل سیستم		۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۳۴۷
DOA در ML برای کل سیستم		۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۵۰۳
DOA در AL برای هر جزء		۰/۲۲	۰/۵۰	۰/۶۷	۰/۸۰۶	۰/۹۲۲
DOA در ML برای هر جزء		۰/۳۱	۰/۵۴	۰/۷۱	۰/۸۳	۰/۹۵

۴) آزمون مدل: اندازه‌گیری و محاسبه میانگین و درجه موردنیاز تکامل اجزای لجستیک متناسب نسل ۴

برای تعیین وضعیت موردنیاز اجزای لجستیک متناسب نسل ۴, یک چک‌لیست شامل اجزای لجستیک برای تعیین وضعیت موردنیاز با نظرات خبرگان تهیه شد. این چک لیست شامل ۶۵ شاخص‌های برای اجزای لجستیک در جدول ۵ است. با استفاده از نظرات ثبت‌شده در جلسات گروهی با مدیران ارشد و میانی که تجربه اجرایی در شاخص‌ها داشتند، یک مقدار از ۱ تا ۵ برای وضعیت موردنیاز تخصیص داده شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، میانگین شاخص‌ها از روش میانگین حسابی به دست آمد. همچنین درجه سازگاری برای وضعیت موردنیاز اجزای لجستیک محاسبه شده‌اند. بدلیل اینکه وضعیت لجستیک هر مرکز با مراکز دیگر متفاوت است اندازه‌گیری و محاسبات برای هرکدام 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	کداجزا	میانگین	درجه سازگاری DOA	سطح تکامل در AL	سطح تکامل در ML
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

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

همانطور که در جدول ۸ نشان‌داده‌شده، در سطح قابل پذیرش برای نسل ۴ لجستیک برای مرکزلجستیک 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 نشان‌داده شده‌است. با توجه به نتایج، پایین‌ترین 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 آمده‌است. 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 پذیرشAL

سطوح بلوغ	مراکز(کد)												
S4													
S3			CH KS	CH KS NZ	AR KS NZ	CH KS NZ	CH KS AR NZ	CH KS AR NZ	CH KS NZ	CH KS AR	CH KS AR NZ	CH KS AR	CH KS AR NZ
S2	KS NZ QM	NZ CH QM RV	NZ AR QM RV	AR QM RV	CH SL QM RV	AR SL QM RV	SL QM RV	SL QM RV	AR SL QM RV	NZ SL QM RV	SL QM RV	NZ SL QM RV	SL RV QM
S1	CH AR SL RV	AR SL	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 موردنیاز 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 انجام‌شده 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 انجام‌شده، 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 جز برای مدیریت اطلاعات توافق کردند.

در مرحله دوم، نتایج بررسی ادبیات نشان داد که اکثر مدل‌های بلوغ لجستیک ۴ و ۶ سطح برای بلوغ در نظر گرفته‌اند. با مصاحبه با خبرگان، پنج سطح برای تکامل سیستم لجستیک تعیین شد. در مرحله سوم از تکنیک DOA برای اندازه‌گیری 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 حدقابل 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 جمع‌آوری داده‌ها 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 می‌باشد و فرایند مدیریت اطلاعات دارای بالاترین سطح تکامل و مدیریت موجودی و مدیریت جابجایی بین آن‌ها می‌باشند. یکی از دلایل سطح پایین تکامل در فرآیند حمل و نقل این است که این فرآیند با سیستم‌های خارجی در ارتباط است و سیستم‌ها بیرونی در صنعت نسل ۴ رشد کمی داشته‌اند به همین دلیل در ارتباط با اتصال به مرکز لجستیک باعث ارتقای کمتر این فرایند شده‌است. اجزای فرایند جابجایی که وابسته به سیستم‌های خارجی نیست دارای سطح بالاتری از بلوغ به نسبت حمل و نقل است. فرایند مدیریت اطلاعات چون یک فرآیند کاملا نرم‌افزاری است و به فن‌آوری اطلاعات بستگی دارد موقعیت خوبی برای خودکار بودن دارد به همین دلیل وضعیت بهتری در سطح تکامل دارد.

مراکزلجستیک با استفاده از مدل ارائه شده در این تحقیق می‌توانند 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 تصمیم‌گیرندگان در هرجزء فرایندی نشان می‌دهد. براساس نظرات خبرگان در اندازه‌گیری 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 تصمیم‌گیرندگان بر توسعه یکپارچه کل اجزای لجستیک در مراکز لجستیک تمرکز کنند.

تحقیقات آینده می‌توانند عوامل و شاخص‌های 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 می‌شود که مدل تعیین سطح اجزای لجستیک مطابق با شرایط هر مرکز لجستیک باشد بطور مثال اگر تصمیم‌گیرندگان 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 اندازه‌گیری سطوح استفاده شود.

٤-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-Ortiza, 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-Levandoska, K, Kosacka-Olejnik, M. (2018). Lgistics Maturity Model for Service Company- Theorical 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

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 determin. 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.