



**Production and Operations Management**  
**University of Isfahan E-ISSN: 2423-6950**  
Vol. 13, Issue 4, No. 31, Winter 2023



<https://doi.org/10.22108/pom.2022.132316.1425>

(Literature review)

## **Cross-docking's research gaps and directions**

**Dariush Mohamadi zanjirani \***

Department of Management University of Isfahan, Isfahan, Iran, d.mohamadi@ase.ui.ac.ir

**Mahboobeh Kazemi**

Department of Management University of Isfahan, Isfahan, Iran, m.kazemi@ase.ui.ac.ir

**Majid Esmailian**

Department of Management University of Isfahan, Isfahan, Iran, m.esmaeilian@ase.ui.ac.ir

**Purpose:** Cross-docking deals with the goals of lean supply chain management. It is a distribution strategy. In this structure, goods are shipped from inbound to outbound trailers on the same day or overnight without putting them into storage. Cross-docking can realize transport efficiencies at reduced material handling and storage costs by eliminating the storage and order-picking activities from the main warehouse operations. These advantages make cross-docking an interesting logistic strategy that can give companies considerable competitive advantages. This paper aims to introduce cross-docking, its characteristics and its problem types, comprehensively. The focus of this study is on distinguishing research gaps.

**Design/methodology/approach:** Systematic review is "review research by explicit, rigorous and accountable methods". Reviews and their findings can vary on many aspects of the 'dimensions of different'. One such review is the 'review of reviews'. A systematic review of primary research is the second level of research analysis. A review of reviews (sometimes called 'overview' or 'umbrella' review) is a tertiary level of analysis. It is a systematic map and/or synthesis of previous reviews. The 'data' for such reviews of reviews are previous reviews rather than primary research studies. This can be an efficient method for examining previous research. In this paper, cross-docking literature systematic review (review of reviews method) has been discussed by introducing, clustering cross-docking decision problems, and drawing future research directions.

**Findings:** Bibliography, cross-dockings, and classified characteristics of cross-docking based on the decision levels (strategic, tactical and operational levels) were the major findings of this study. Also, the cross-docking problem types were addressed and the gaps in the field of cross-docking were

\* Corresponding author



determined. This study highlighted two frequent gaps that would need to be filled by focusing on the research areas of taking deadlines for the trucks into account and dealing with uncertainty.

**Research limitations/implications:** Book chapters and conference papers were excluded from this research. Reviewed papers were published in a certain period and the English language.

**Practical implications:** Today firms use different types of distribution strategies. Cross-docking with eliminating the storage and order-picking activities from the main warehouse operations is an interesting logistics strategy. products with predictable, high cubic volume flow, and perishable products are ideal candidates for cross-docking. Cross-docking is nowadays used by many companies and industries such as the retail industry, automotive industry, telecommunications and electronics industries.

**Social implications:** Cross-docking results in smaller volumes of more visible inventories that are delivered faster and more frequently. Several other advantages of cross-docking are addressed in the literature compared to traditional distribution centres. Some advantages are reduced cost (warehousing costs, inventory-holding costs, handling costs, labour costs), shorter delivery lead time (from supplier to customer), improved customer service, reduced storage space, faster inventory turnover, fewer overstocks, and reduced risk for loss and damage.

**Originality/value:** Due to the advantages and extensive applications of cross-docking, in this paper a "review of reviews" was performed, and after introducing cross-docking terminals and their problem types, distinguish research gaps were determined for the future research study. Therefore, researchers were suggested to concentrate on the addressed gaps in their models to get closer to real-life constraints.

**Keywords:** Cross-docking, Logistic, Distribution strategy, Transportation network, Meta review



مدیریت تولید و عملیات، دوره ۱۳، شماره ۴، پیاپی ۳۱، زمستان ۱۴۰۱

دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۲ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳ ص ۳۹-۶۰



<https://doi.org/10.22108/pom.2022.132316.1425>

(مقاله مروری)

## شکاف‌های پژوهشی بارانداز عبوری و افق‌های پیش رو

داریوش محمدی زنجیرانی<sup>۱\*</sup>، محبوبه کاظمی<sup>۲</sup>، مجید اسماعیلیان<sup>۳</sup>

- ۱- دانشیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، [d.mohamadi@ase.ui.ac.ir](mailto:d.mohamadi@ase.ui.ac.ir)  
۲- دانشجوی دکتری گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، [m.kazemi@ase.ui.ac.ir](mailto:m.kazemi@ase.ui.ac.ir)  
۳ دانشیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، [m.esmaeilian@ase.ui.ac.ir](mailto:m.esmaeilian@ase.ui.ac.ir)

**چکیده:** یک بارانداز عبوری، در راستای دستیابی به اهداف مدیریت زنجیره تأمین ناب، ایجاد و توسعه یافته است. بارانداز عبوری یکی از راهبردهای مشهور توزیع است که در آن اقلام و محموله‌ها از کامیون‌های ورودی به کامیون‌های خروجی، بدون نیاز به استقرار آنها در انبار، انتقال می‌یابند. بارانداز عبوری با حذف فعالیت‌های انبارش و آماده‌سازی سفارش‌ها، می‌تواند در مقایسه با انبار سنتی کارتر عمل کند. این مزیت‌ها سبب شده است که بارانداز عبوری به یک سیستم لجستیک جذاب تبدیل شود. معرفی مشخصه‌های بارانداز عبوری و نیز انواع مسائل موجود در این حوزه، از جمله اهداف اولیه این مقاله است. هدف اصلی مقاله نیز شناسایی و دسته‌بندی شکاف‌های پژوهشی بارانداز عبوری، به منظور تبیین و معرفی مدل‌ها و افق‌های پژوهشی نزدیک به مفروضات دنیای واقع است. برای دستیابی به این اهداف با استفاده از روش «فرامروز»، مقالات مروری بارانداز عبوری انگلیسی‌زبان، بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ به طور نظام‌مند مطالعه و برای ارزیابی کیفیت مقالات از «برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی» (CASP) استفاده شد. براساس مقالات تأییدشده از لحاظ کیفیت، شکاف‌های پژوهشی شناسایی و در دو بخش مجزا تفکیک و معرفی شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد دو شکاف پژوهشی لحاظ‌کردن مهلت زمانی برای زمان‌بندی کامیون‌ها و بررسی مسائل بارانداز عبوری در شرایط عدم اطمینان، بیشترین تکرار را از دیدگاه نویسندگان مختلف مقالات مروری داشته‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** بارانداز عبوری، لجستیک، راهبرد توزیع، شبکه حمل، فرامروز



## ۱- مقدمه

در چارچوب نظری مدیریت زنجیره تأمین از راهبردهای مختلفی برای توزیع محصولات نهایی استفاده می‌شود، از جمله جابه‌جایی مستقیم، راه‌های شیری<sup>۱</sup>، انبار سنتی و بارانداز عبوری. در راهبردهای جابه‌جایی مستقیم و راه شیری، محصولات به‌طور مستقیم از تأمین‌کننده به مشتری ارسال می‌شوند؛ اما در راهبردهای انبار سنتی و یا بارانداز عبوری، عمدتاً از تسهیلات لجستیکی واسط استفاده می‌شود و این روش‌ها برای توزیع محموله‌های کوچک و یا توزیع محصولات برای مشتریان با پراکندگی جغرافیایی، بسیار مناسب است (بوئیجز و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴). در یک انبار سنتی، چهار عملیات اصلی دریافت<sup>۳</sup>، انبارش<sup>۴</sup>، آماده‌سازی سفارش‌ها<sup>۵</sup> و انتقال<sup>۶</sup> آنها انجام می‌گیرد؛ در حالی که در باراندازهای عبوری، دو عملیات بسیار گران انبارش و آماده‌سازی سفارش‌ها حذف می‌شوند (ون‌بل و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۲). به عبارت دیگر بارانداز عبوری در مقایسه با فعالیت‌های اصلی انبار سنتی، می‌تواند با کاهش هزینه‌های جابه‌جایی مواد و هزینه ذخیره‌سازی ناشی از حذف فعالیت‌های انبارش و آماده‌سازی سفارش‌ها، به‌صورت کارا تر عمل کند (آپته و ویسوانتان<sup>۸</sup>، ۲۰۰۰). در واقع نقش اصلی انبار عبوری را به‌جای نقش ذخیره‌کننده، می‌توان در نقش هماهنگ‌کننده موجودی‌ها دید (حسین‌زاده و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۲۰).

این مطالعه با هدف مرور نظام‌مند کلیه مقالات مروری بارانداز عبوری و با استفاده از روش «فرامرور<sup>۱۰</sup>»، می‌کوشد که ضمن معرفی جامعی از بارانداز عبوری به‌عنوان یک راهبرد برتر در توزیع، مسائل مرتبط با بارانداز عبوری را تشریح و در انتها خلأهای پژوهشی مورد اذعان نویسندگان مختلف را در مقالات مروری اشاره‌شده، شناسایی و تبیین کند تا افق‌های جدیدی مقابل پژوهشگران آتی گشوده شود. مرور نظام‌مند را می‌توان «مرور پژوهش‌های موجود با استفاده از روش‌های پژوهشی روشن، دقیق و مطمئن» دانست. پژوهش‌های مروری از جنبه‌های مختلفی ممکن است با هم تفاوت داشته باشند. این تفاوت‌ها به اهداف مختلف و مفروضات متفاوت ناشی از دیدگاه‌های پژوهشی، شخصی و سیاسی، پارادایم‌ها و مقاصد مختلف بستگی دارد. با وجود این، پژوهش‌های مروری حالت‌ها و انواع بسیار متنوع و نامحدودی دارند. یکی از انواع پژوهش‌های مروری «مرور مرورها<sup>۱۱</sup>» است. «مرور مرورها» را نیز می‌توان از این نظر فرامرور<sup>۱۲</sup> دانست که دیگر مرورها را مرور می‌کند. داده‌های چنین مروری عبارت است از مرورهای گذشته و نه مطالعات پژوهشی دست اول. این روش برای مطالعه پژوهش‌های پیشین، کارآمد به نظر می‌رسد (گوگ و همکاران<sup>۱۳</sup>، ۲۰۱۲). در واقع در این روش، مطالعه‌ای ثانویه از مقالات گذشته صورت می‌گیرد و در نهایت به شناسایی خلأها و شکاف‌های موجود در محور پژوهشی مدنظر منجر می‌شود. در مطالعه حاضر نیز مهم‌ترین بخش دانش‌افزایی، در شناسایی شکاف‌های پژوهشی درباره مطالعات بارانداز عبوری است. این پژوهش در شش بخش تنظیم شده است. بخش دوم مفاهیم و مبانی نظری را معرفی کرده است. در بخش سوم روش پژوهش تشریح شده است، در بخش چهارم یافته‌های پژوهش ارائه و به پرسش‌های آن پاسخ داده می‌شود. در بخش پنجم نیز درباره یافته‌های پژوهش بحث می‌شود و در بخش نهایی، نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی ارائه شده است.

## ۲- ارکان اصلی مقاله (مفاهیم و مبانی نظری)

همان‌گونه که اشاره شد، یکی از روش‌هایی که به واسطه آن می‌توان دیدگاه جامعی را نسبت به یک موضوع به دست آورد، مطالعه پژوهش‌های مروری آن است. استفاده از روش مرور نظام‌مند پژوهش‌های مروری را می‌توان به‌طور چشمگیری در حوزه سلامت مشاهده کرد؛ برای مثال ایکلند و همکاران (۲۰۱۰) مروری نظام‌مند بر فرامورها در زمینه اثربخشی درمان از راه دور داشته‌اند. همچنین بیدله و آساره (۲۰۱۱) با استفاده از روش فرامور، رابطه فعالیت‌های فیزیکی را بر سلامت روانی کودکان و نوجوانان بررسی کردند. در سال‌های اخیر نیز پژوهش‌های متعددی با روش فرامور انجام شده است؛ برای نمونه به مطالعه سوئ و همکاران (۲۰۲۲) اشاره می‌شود. این پژوهشگران نیز ریسک سبک زندگی افراد ثروتمند را مطالعه کرده‌اند. اگرچه پژوهش‌های اخیر با عنوان فراتحلیل نیز به رشته تحریر در آمده‌اند (Ekeland et al., 2010؛ Biddle & Asare, 2011؛ Souh et al., 2022).

قدر مسلم در فرامور، ابتدا لازم است مقالات مروری در حوزه مورد مطالعه، شناسایی و بررسی شوند. از همین رو در مطالعه حاضر و در بخش مبانی نظری پژوهش، کلیه مقالات مروری بارانداز عبوری جمع‌آوری و به ترتیب سال انتشار مطالعه شده‌اند. بویسن و فلیندر<sup>۱۴</sup> (۲۰۱۰) آن دسته از مقالات بارانداز عبوری را در مقاله خود مرور کرده‌اند که فقط به بحث زمان‌بندی کامیون‌ها پرداخته‌اند. این مطالعه، اولین طبقه‌بندی از مسائل زمان‌بندی کامیون‌ها و اولین مقاله مروری در حوزه بارانداز عبوری محسوب می‌شود. در مسائل بارانداز عبوری، عمدتاً سه سطح تصمیم‌گیری راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی وجود دارند. در این میان آگوستینا و همکاران<sup>۱۵</sup> (۲۰۱۰)، تصویری کلی از مدل‌های ریاضی استفاده‌شده را در مقالات بارانداز عبوری ارائه داده‌اند که بر مبنای این سطوح تصمیم‌گیری، طبقه‌بندی شده و براساس نوع مسئله، تعریف شده‌اند. استیفن و بویسن<sup>۱۶</sup> (۲۰۱۱) نیز انواع مختلف مسائل بارانداز عبوری را با توجه به تصمیم‌های مطرح در سطوح راهبردی تا سطوح عملیاتی طبقه‌بندی کرده‌اند. آنها همچنین مشخصه‌ها و تنظیمات بارانداز عبوری را در صنایع مختلف مطالعه کرده‌اند. در ادامه ون بل و همکاران (۲۰۱۲)، مطالعه جامع و گسترده‌تری را بر موضوعات بارانداز عبوری انجام دادند؛ به گونه‌ای که پژوهش‌های انجام‌شده توسط نویسندگان قبلی را نیز شامل می‌شود؛ آنها مروری بر مفاهیم بارانداز عبوری و تجربیات موفق حاصل از اجرای آن داشته‌اند. همچنین این نویسندگان، این مسئله مهم را بررسی کردند که اساساً یک بارانداز عبوری باید دارای چه مشخصه‌هایی باشد. شناسایی این مشخصه‌ها، به شناسایی و تفکیک انواع بارانداز عبوری کمک می‌کند. شعیب و فتحی<sup>۱۷</sup> (۲۰۱۲) نیز مسائل بارانداز عبوری را در سطح عملیاتی و با محوریت زمان‌بندی طبقه‌بندی کردند. در طبقه‌بندی که آنها ارائه کردند، به‌طور اخص، مدل‌های ریاضی مسائل تخصیص کامیون‌ها به درها<sup>۱۸</sup> مطالعه شد. به عقیده بوئیجز و همکاران (۲۰۱۴)، به یک «هم‌زمان‌سازی» در بین عملیات محلی و شبکه‌های جهانی بارانداز عبوری نیاز است. این پژوهش نیز چارچوبی را برای بیان جنبه‌های مختلف وابستگی میان مسائل بارانداز عبوری ارائه می‌دهد که به پژوهشگران آتی در زمینه توسعه مدل‌های تصمیم‌گیری کمک می‌کند؛ از طرفی آنها، برنامه‌ای را برای معرفی طبقه‌بندی جدیدی از پژوهش‌های بارانداز عبوری براساس ورودی و خروجی هر مسئله، ارائه دادند. به دلیل اینکه این پژوهش نیز فقط بر سطح عملیاتی بارانداز عبوری تمرکز دارد، بنابراین حوزه محدودتری از مسائل بارانداز عبوری را مطالعه کرده است.

برخی از مطالعات نیز تنها پژوهش‌هایی را مرور کرده‌اند که بارانداز عبوری را در شرایط عدم اطمینان بررسی کرده است، از جمله این کارها به مطالعه ارزشمند والها و همکاران<sup>۱۹</sup> (۲۰۱۴) اشاره می‌شود. به اذعان این نویسندگان، عوامل مؤثر بر عدم اطمینان، می‌تواند عملکرد کلی یک شبکه بارانداز عبوری را تحت تأثیر قرار دهد. به همین ترتیب آنها سه نوع از عدم اطمینان را در باراندازهای عبوری شناسایی کردند: عدم اطمینان بیرونی (شامل زمان‌های ورود کامیون، تعداد کامیون‌های ورودی، جریان بار کامیون)، عدم اطمینان درونی (ابعادی همچون زمان خروج کامیون، زمان پردازش، تسهیلات موجود، تعداد کامیون‌های موجود) و عدم اطمینان ترکیبی (تمام انواع عدم اطمینان‌های درونی و بیرونی).

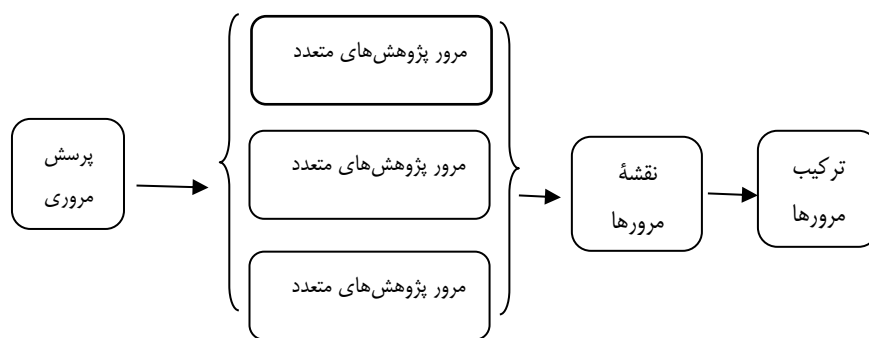
در سال ۲۰۱۶، دو پژوهشگر فرانسوی به نام‌های لدر و الپان<sup>۲۰</sup> مطالعات گسترده و منحصربه‌فردی را بر مشخصه‌های خاص یک بارانداز عبوری انجام دادند. به عقیده آنها برای اینکه یک بارانداز عبوری را با عملکردی بالا شاهد باشیم، باید مختصات بارانداز عبوری را در هریک از سطوح راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی، تنظیم کرد. آنها ضمن مطالعه این مشخصه‌ها با عنوان «تنظیمات بارانداز عبوری»، شاخص‌های سنجش عملکرد بارانداز عبوری را نیز معرفی و تشریح کردند و در این راستا، پژوهش علمی عملیات بارانداز عبوری را با مشاهدات میدانی و مصاحبه‌های صورت گرفته با مدیران صنعتی مقایسه کردند. در نهایت نیز با تحلیل شکاف‌های کشف‌شده میان وضعیت موجود ادبیات علمی و تجربیات موجود در صنعت، پیشنهادهایی را برای جهت‌دهی به پژوهش‌های آتی در ارتباط با نیازهای صنعت ارائه دادند. با این حال در این مطالعه، تنها مقالات مرتبط با تصمیمات سطح عملیاتی مرور شد.

در فاصله زمانی ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹، تقریباً مطالعه ارزشمندی در حوزه مقالات مروری بارانداز عبوری یافت نمی‌شود؛ اما بعد از سال ۲۰۱۹، چاپ مقالات مروری در این حوزه، از روندی افزایشی برخوردار بوده است؛ با این تفاوت که در سال‌های اخیر نویسندگان مختلف، مقالات بارانداز عبوری را در زیرمجموعه‌های خاص‌تری مرور کرده‌اند. بوکام ویسیتیانیچ<sup>۲۱</sup> (۲۰۱۹)، همانند بیشتر مقالات مروری، از یک طرف مسائل بارانداز عبوری را فقط در سطح عملیاتی مطالعه کرده و از سوی دیگر در مطالعه انجام‌شده، عملیات درب‌های ورودی و خروجی در قالب تخصیص درب بارانداز، توالی و زمان‌بندی کامیون‌ها به همراه شکاف‌های پژوهشی، بررسی شده است. مطالعه مروری تئوفیلس و همکاران<sup>۲۲</sup> (۲۰۱۹) نیز بر مقالاتی تمرکز دارد که در زمینه مسائل زمان‌بندی بارانداز عبوری به چاپ رسیده‌اند. آنها در امتداد مطالعه‌ای که توسط لدر و آلپان (۲۰۱۶) صورت گرفته بود، آن دسته از مقالاتی را مطالعه کردند که از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹ در سطح عملیاتی و با تمرکز بر موضوع زمان‌بندی کامیون‌ها در بارانداز عبوری به چاپ رسیده‌اند و مقالات اشاره‌شده را در چهار دسته مهم طبقه‌بندی کردند که عبارت بودند از: (۱) زمان‌بندی کامیون در بارانداز عبوری؛ (۲) مدل‌سازی چندهدفه برای زمان‌بندی کامیون‌ها در بارانداز عبوری؛ (۳) مدل‌سازی عدم اطمینان در زمان‌بندی کامیون‌ها در بارانداز عبوری؛ (۴) دیگر مقالات متفرقه که در دسته‌بندی‌های قبلی قرار نداشتند. شایان ذکر است که تمرکز این نویسندگان نیز به مشخصه‌های اصلی و مهم عملیات بارانداز عبوری اختصاص داشته است. در ادامه ماوی و همکاران<sup>۲۳</sup> (۲۰۲۰)، مروری نظام‌مند را بر مفاهیم، تکنیک‌ها و مدل‌های استفاده‌شده در مقالات بارانداز عبوری در طول سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۸ انجام داده و از «تحلیل شبکه بیب اکسل<sup>۲۴</sup> و گفی<sup>۲۵</sup>» به عنوان ابزارهای تحلیل کتاب‌شناختی و به منظور یافتن روابط درونی میان مطالعات و ویژگی‌های

خاصی از آنها، مانند واژگان کلیدی، نویسندگان، کشور و سال چاپ استفاده کرده‌اند. در همین راستا مشخص شد که عمده‌ترین مقالات بارانداز عبوری، در امتداد چهار جریان مهم و اصلی استقرار می‌یابند، این جریان‌ها عبارتند از: مدیریت موجودی / مسیریابی حمل‌ونقل، زمان‌بندی، لجستیک، انبارداری و توزیع. اردکانی و فی<sup>۲۶</sup> (۲۰۲۰) نیز مروری جامع بر منابع ایجاد عدم اطمینان در عملیات بارانداز عبوری داشته‌اند. در مطالعه آنها، منابع عدم اطمینان در فرایندهای بارانداز عبوری به دو دسته منابع درونی (منابع موجود، زمان حرکت، زمان پردازش) و منابع بیرونی (در دسترس بودن محدودیت‌ها، زمان ورود، عرضه و تقاضا) تقسیم شده‌اند.

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

یکی از قدرتمندترین جنبه‌های مرور نظام‌مند، امکان کسب شناخت از وسعت، هدف و گستره فعالیت‌های پژوهشی در یک حوزه معین است. جست‌وجوهای گسترده و نظام‌مند، به مرورگران این اطمینان را می‌دهد که پژوهش‌های مرتبط با موضوع را نادیده نگرفته‌اند. بررسی نظام‌مند مبانی نظری پژوهش نیز در نهایت به شناسایی خلأها و شکاف‌های پژوهشی منجر و برای پژوهش‌های آتی مفید واقع می‌شود. در یک بررسی نظام‌مند، ابتدا باید نقشه و مسیری مشخص شود که می‌توان به واسطه آن به پرسش‌های پژوهش پاسخ داده شود و مرور پژوهش‌ها نیز صورت گیرد. مروری نظام‌مند بر پژوهش‌های دست اول، سطح دومی از تحلیل‌های پژوهشی محسوب می‌شود. «فرامرور» (که گاهی به آن مرور چتری نیز گفته می‌شود)، سومین سطح از تحلیل است. این نوع از مرور، در واقع یک نقشه و یا ترکیبی نظام‌مند از مرورهای گذشته است. شکل ۱، نقشه‌ای از پژوهش‌هایی را نشان داده است که به صورت «فرامرور» صورت می‌گیرد. همان‌گونه که در این شکل مشاهده می‌شود، مراحل کلی انجام پژوهش، در قالب «فرامرور» شامل چهار مرحله است، این مراحل عبارتند از: پرسش پژوهش مروری، مرور پژوهش‌های متعدد، نقشه مرورها و ترکیب مرورها (گوگ و همکاران، ۲۰۱۲).

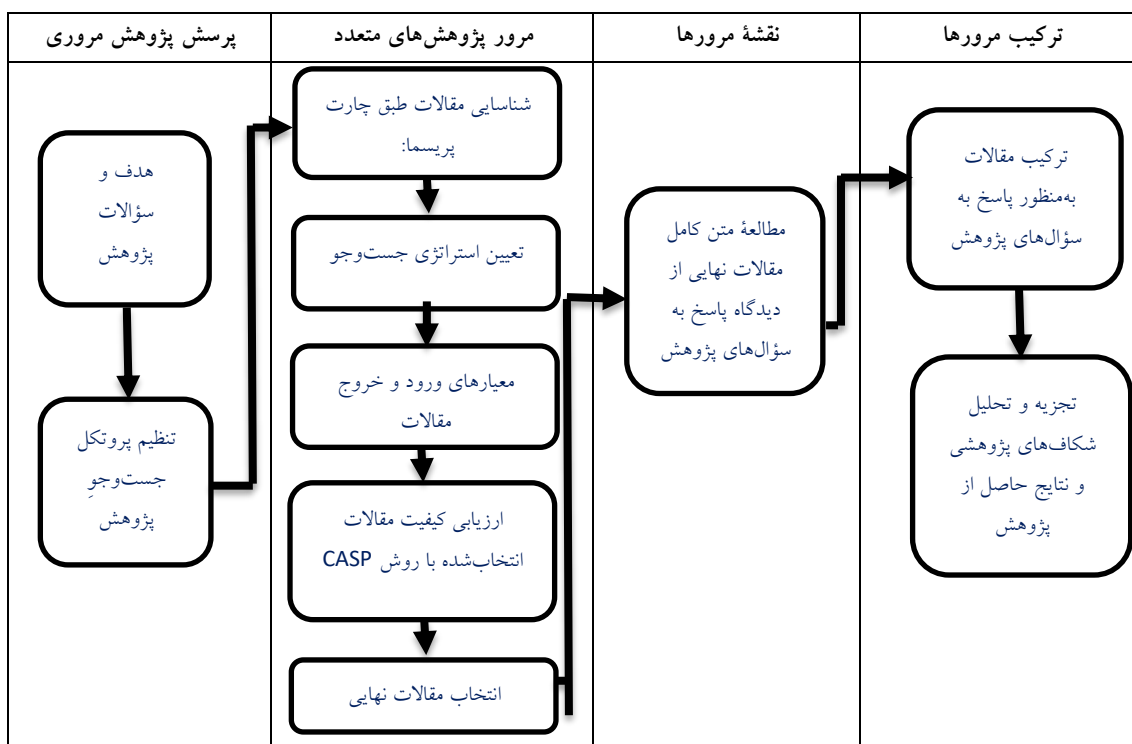


شکل ۱- نقشه و ترکیب مرورها (فرامرور)؛ برگرفته از گوگ و همکاران (۲۰۱۲)

Fig. 1- Map and synthesis of reviews (reviews of review) (Gough et al, 2012)

در مرحله اول، اهداف و سؤال‌های پژوهش مشخص می‌شود. در مرحله دوم به منظور مرور پژوهش‌های متعدد، ساختار و روش جست‌وجوی مقالات مشخص و به دنبال آن، اطلاعات موردنیاز جمع‌آوری، استخراج و تجزیه و تحلیل می‌شود. در مرحله سوم نیز نقشه مرورها مشخص می‌شود و در مرحله نهایی، تجزیه و تحلیل و ترکیب نتایج به منظور شناسایی شکاف‌ها صورت می‌گیرد. در پژوهش‌های مروری باید پرسش‌ها و روش‌های پاسخ‌گویی به آنها

را تبیین کرد و این کار به طور معمول در قالب یک «پروتکل» مکتوب و پیش از اجرای پژوهش انجام می‌شود. پروتکل و مراحل انجام پژوهش در شکل ۲ آورده شده است.



شکل ۲- فرایند انجام پژوهش

Fig. 2- Process of research flow chart

در ادامه هر یک از این مراحل فوق در مطالعه حاضر تشریح می‌شود.

**مرحله اول (پرسش پژوهش‌های مروری):** یک پژوهش مروری با مقصودی خاص و با اهداف و منابع معین در یک بازه زمانی و زمینه پژوهشی تعریف شده‌ای، بر یک مسئله اجرا می‌شود. در پژوهش‌های مروری، معیارهای انتخاب مطالعات پیشین، استراتژی‌های جست‌وجو، نقشه فعالیت‌های پژوهشی و بالاخره ترکیب یافته‌ها بسته به پرسش اولیه مرور، می‌تواند محدود یا وسیع باشد. در این مطالعه تلاش می‌شود با مرور مقالات مروری بارانداز عبوری، به پرسش‌های زیر پاسخ داده شود:

بارانداز عبوری چیست؟

بارانداز عبوری چه مشخصه‌هایی دارد؟

انواع مسائل مرتبط با بارانداز عبوری چیست؟

خلأهای پژوهشی در زمینه بارانداز عبوری شامل چه مواردی‌اند؟

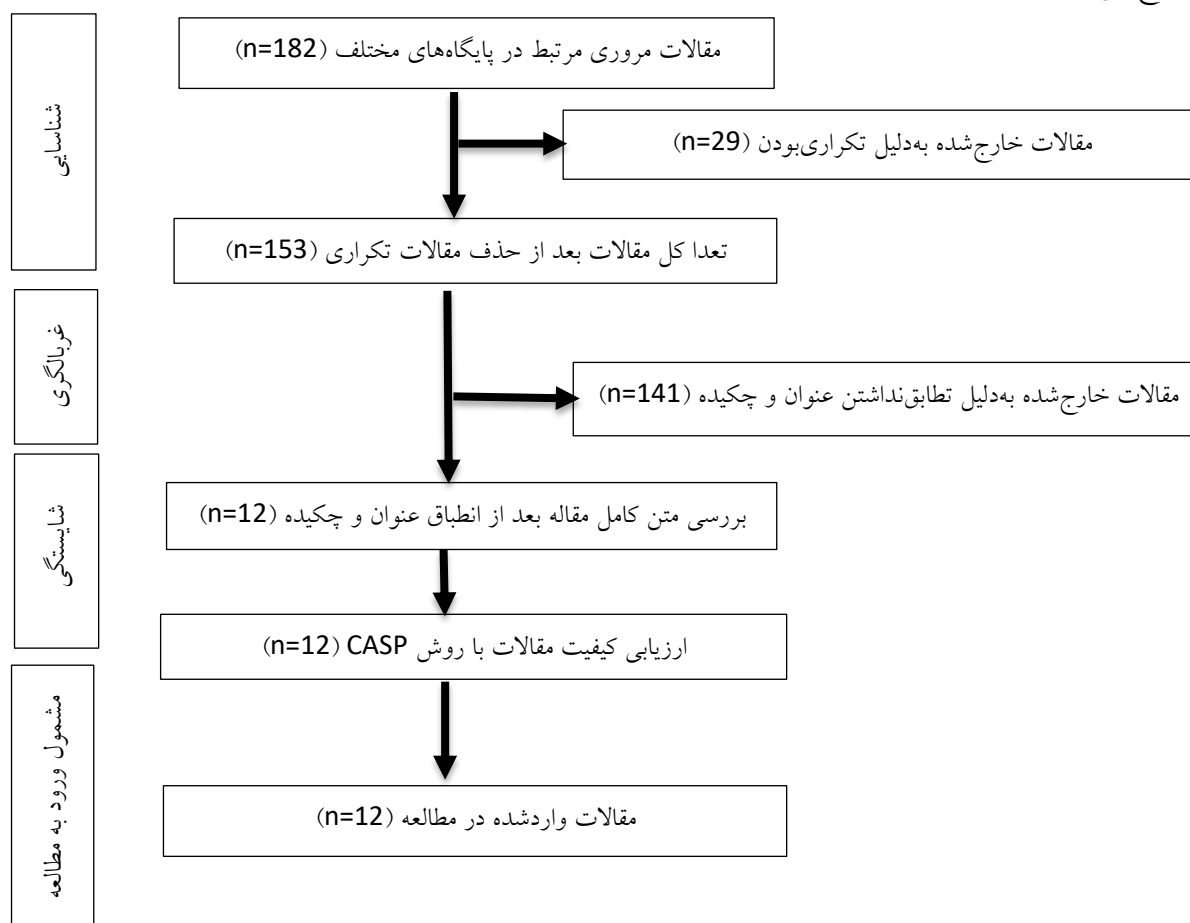
به منظور پاسخ به سؤالات، باید پروتکل جست‌وجوی مقالات مشخص شود. نظر به اینکه این پژوهش از نوع فرامرور است، پژوهش‌های مروری را مطالعه کرده است.

**مرحله دوم (مرور پژوهش‌های متعدد):** در این مرحله به منظور انجام مرور نظام‌مند مقالات، از چارت پریسما

استفاده شد. بیانیه پریسما<sup>۲۷</sup> یکی از روش‌های استاندارد گزارش‌نویسی پژوهی است که شامل سرفصل‌های ضروری



در گزارش نویسی مرورهای سیستماتیک و فراتحلیل است (گوگ و همکاران، ۲۰۱۲). از جمله پژوهش‌هایی که با استفاده از این چک‌لیست به مرور نظام‌مند پرداخته‌اند، به کار اسکوبر و آبراهامسن (۲۰۲۲) اشاره می‌شود. طبق این روش به‌منظور انتخاب نهایی مقالات نهایی، با توجه به اهداف و سؤال‌های پژوهش، ابتدا باید استراتژی جست‌وجوی مقالات مشخص و سپس به‌منظور غربالگری مقالات، معیارهای ورود و خروج مقالات نیز تعیین شود. در ادامه باید مقالاتی که معیارهای ورود به مطالعه را دارند، از دیدگاه کیفیت نیز طبق چک‌لیست CASP مجدد ارزیابی شوند. در نهایت مقالاتی انتخاب و مطالعه می‌شوند که از لحاظ کیفیت امتیاز کافی را دریافت کرده باشند و داده‌های مورد نیاز از آنها استخراج می‌شود. در ادامه مراحل انتخاب مقالات طبق چارت پریسما، طبق شکل ۳ تشریح می‌شود.



شکل ۳- روند شناسایی مقالات براساس چارت پریسما

Fig. 3- PRISMA flow chart

استراتژی جست‌وجو: برای پاسخ به سؤالات فوق، لازم است تا مقالات مروری از پایگاه داده‌های علمی استخراج و تحلیل شود. در همین راستا برای یافتن مقالات مرتبط با بارانداز عبوری، کلیدواژه‌های `cross_docking`، `cross docking` و همراه با عناوین `state-of-the-art`، `direction research review`، `classification`، `literature review` و ... جست‌وجو شد. در استخراج مقالات مروری منتشرشده در حوزه بارانداز عبوری، فقط مقالات انگلیسی‌زبان بررسی شد و مقالات کنفرانسی و فصول کتاب در نظر گرفته نشد. با مطالعه اولیه بر مقالات

مروری بارانداز عبوری، مشخص شد که اولین مقاله مروری در این حوزه مربوط به بویسن و فلیندر (۲۰۱۰) بوده است؛ بنابراین بازه زمانی برای جست‌وجوی مقالات مروری از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۲۰، در نظر گرفته شد. به‌منظور جست‌وجو در ابتدا، کلیه مقالات مروری بارانداز عبوری از پایگاه‌های معتبری مانند اسکوپوس<sup>۲۸</sup> و وب آو ساینس<sup>۲۹</sup> و ساینس دایرکت<sup>۳۰</sup>، که نسبت به دیگر پایگاه‌های داده، از نظر پوشش مجلات علمی پیشروانند، استخراج شد. تعداد مقالات مروری در پایگاه داده وب آو ساینس، ۱۴ مقاله، در پایگاه داده اسکوپوس، ۱۸ مقاله و در پایگاه داده ساینس دایرکت، ۷۶ مقاله بود. در ادامه به‌منظور اطمینان از اینکه دیگر مقالات مروری نیز در دامنه جست‌وجوها قرار داشته است، جست‌وجوی گسترده‌ای بر دیگر پایگاه داده‌ها، که شامل مجلات علمی بود، انجام شد. این پایگاه‌های داده شامل الزویر<sup>۳۱</sup>، اشپرنگر<sup>۳۲</sup>، ویلی<sup>۳۳</sup>، سیج<sup>۳۴</sup>، ایندر ساینس<sup>۳۵</sup> و IIEEE بودند که از این پایگاه‌ها نیز ۷۴ مقاله استخراج شد. مجموع مقالات استخراج‌شده از کلیه پایگاه‌ها، شامل ۱۸۲ مقاله بود.

معیارهای ورود و خروج مقالات: مقالاتی شرط ورود به مطالعه را داشتند که در دسته پژوهش‌های مروری قرار می‌گرفتند و بارانداز عبوری را در راستای اهداف و سؤال‌های پژوهش مرور می‌کردند؛ بنابراین در ابتدا مقالات تکراری شناسایی و حذف شد. از مجموع مقالات شناسایی شده، ۲۹ مقاله تکراری بودند. پس از حذف این مقالات، ۱۵۳ مقاله دیگر براساس عنوان و چکیده غربال‌گری شد. عنوان و چکیده مقالات مطابق با هدف پژوهش بود و مقالاتی به‌طور کامل بررسی شدند که پژوهش‌های انجام‌شده را در زمینه بارانداز عبوری مرور کرده بودند و مقالاتی که با هدف پژوهش در انطباق نبودند، از مطالعه کنار گذاشته شدند. در نهایت ۱۲ مقاله مستخرج از پایگاه‌های معتبر، که به‌طور خاص مقالات مربوط به مسائل مختلف بارانداز عبوری را مرور کرده بودند، انتخاب شد و ۱۴۱ عدد نیز از چرخه مطالعه خارج شد.

**ارزیابی کیفیت مقالات انتخاب‌شده با استفاده از روش CASP:** مقالات انتخاب‌شده از نظر کیفیت با استفاده از چک‌لیست «برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی<sup>۳۶</sup> (CASP)» ارزیابی شد (کسپ، ۲۰۱۸). این چک‌لیست با طرح ۱۰ سؤال کمک می‌کند تا دقت، اعتبار و اهمیت مطالعات کیفی پژوهش مشخص شود. این سؤالات بر موارد زیر تمرکز دارند: ۱. اهداف تحقیق؛ ۲. منطق روش؛ ۳. طرح تحقیق؛ ۴. روش نمونه‌برداری؛ ۵. جمع‌آوری داده‌ها؛ ۶. انعکاس‌پذیری که شامل رابطه بین محقق و شرکت‌کنندگان است؛ ۷. ملاحظات اخلاقی؛ ۸. دقت تجزیه و تحلیل داده‌ها؛ ۹. بیان واضح و روشن یافته‌ها؛ ۱۰. ارزش تحقیق. سیستم امتیازدهی این چک‌لیست را بوتلر و همکاران (۲۰۱۶) پیشنهاد داده‌اند. هر سؤال در این چک‌لیست یک امتیاز را به خود تخصیص می‌دهد. اگر پاسخ سؤال «بله» باشد امتیاز ۱، اگر پاسخ سؤال «مطمئن نیستم» باشد امتیاز ۰,۵ و اگر پاسخ سؤال «خیر» باشد امتیاز ۰ داده می‌شود. مقالاتی که کل امتیاز آنها بین ۹ تا ۱۰ باشد از نظر کیفیت بالا، مقالاتی که امتیاز آنها بین ۷,۵ تا ۸,۵ باشد، کیفیت متوسط و مقالاتی که امتیاز آنها ۷ یا کم‌تر باشد، کیفیت ضعیف را به خود اختصاص می‌دهند. مقالاتی را که کیفیت آنها ضعیف نباشد می‌توان در پژوهش وارد کرد (بوتلر و همکاران، ۲۰۱۶). در ادامه پس از مطالعه دقیق متن کامل هر مقاله، چک‌لیست ارزیابی کیفیت مقاله توسط اولین پژوهشگر، تکمیل و نمره‌دهی به هر سؤال انجام شد. ارزیابی مجدد نیز به همین روش توسط پژوهشگر دوم انجام شد. در صورت توافق نداشتن به نمره‌دهی به سؤال‌ها، نمره نهایی در یک جلسه مشترک اتخاذ شد. در مرحله بعد این مقالات از نظر نمره کل با هم مقایسه شدند. نتایج ارزیابی

نهایی کیفیت مقالات نشان داد که همه مقالات از کیفیت بالایی برخوردارند. نتایج ارزیابی مقالات و نمره کل هر مقاله و کیفیت آن در جدول ۱ مشاهده شدنی است.

جدول ۱- ارزیابی کیفیت مقالات با استفاده از CASP

Table 1: Quality assessment using CASP

| نام نویسنده‌گان           | اهداف | منطق روش | طرح تحقیق | روش نمونه برداری | جمع آوری داده‌ها | انعکاس پذیری | ملاحظات اخلاقی | داده‌ها | دقت در تحلیل | بنیاد واضح یافته‌ها | ارزش تحقیق | نمره کل | کیفیت |
|---------------------------|-------|----------|-----------|------------------|------------------|--------------|----------------|---------|--------------|---------------------|------------|---------|-------|
| بویسن و فلیندر (۲۰۱۰)     | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۰/۵          | ۰/۵            | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۹       | بالا  |
| آگوستینا و همکاران (۲۰۱۰) | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۰/۵          | ۰/۵            | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۹       | بالا  |
| استیفن و بویسن (۲۰۱۱)     | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۰/۵          | ۰/۵            | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۹       | بالا  |
| ون بل و همکاران (۲۰۱۲)    | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۰/۵          | ۰/۵            | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۹       | بالا  |
| شعیب و فتحی (۲۰۱۲)        | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۰/۵          | ۰/۵            | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۹       | بالا  |
| بوئیجز و همکاران (۲۰۱۴)   | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۰/۵          | ۰/۵            | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۹       | بالا  |
| والها و همکاران (۲۰۱۴)    | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۰/۵          | ۰/۵            | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۹       | بالا  |
| لدیر و آلیان (۲۰۱۶)       | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۱            | ۱              | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۱۰      | بالا  |
| بوکام و ویستیانچ (۲۰۱۹)   | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۰/۵          | ۰/۵            | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۹       | بالا  |
| توفیلیس و همکاران (۲۰۱۹)  | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۰/۵          | ۰/۵            | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۹       | بالا  |
| اردکانی و فی (۲۰۲۰)       | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۰/۵          | ۰/۵            | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۹       | بالا  |
| ماوی و همکاران (۲۰۲۰)     | ۱     | ۱        | ۱         | ۱                | ۱                | ۰/۵          | ۰/۵            | ۱       | ۱            | ۱                   | ۱          | ۹       | بالا  |

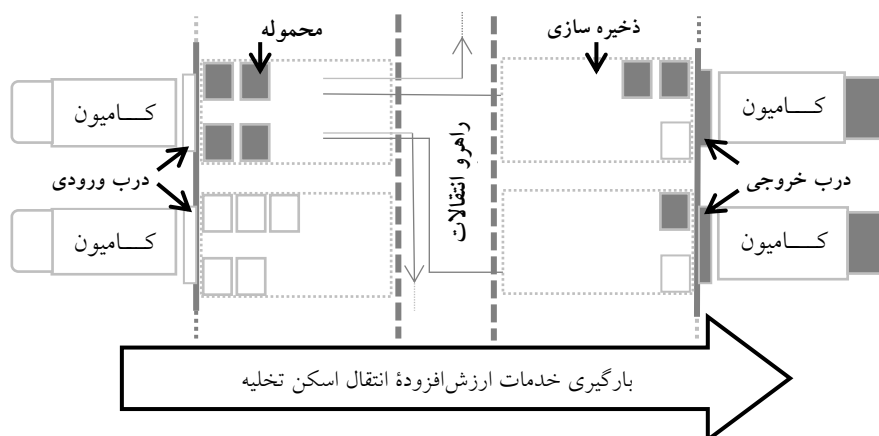
**مرحله سوم (نقشه مرورها):** نقشه‌های پژوهشی برای توصیف فعالیت‌های پژوهشی به کار می‌روند. اینکه کدام جنبه‌ها از مطالعات پیشین در قالب یک نقشه توصیف شوند، به آن چیزی بستگی دارد که برای مرورگران مهم است. همان‌گونه که یک نقشه جغرافیایی می‌تواند بخش‌های خاصی از زمین را پوشش و آنها را برحسب جغرافیای فیزیکی، مسیرهای حمل و نقل یا قدرت سیاسی نشان دهد، یک نقشه از پژوهش‌های پیشین هم ممکن است جنبه‌هایی از قبیل موضوع پژوهش، رویکرد مفهومی، روش، اهداف، مؤلفان، مکان یا بستر پژوهش را توصیف و تحلیل کند. برخی از نقشه‌ها اطلاعات بسیار محدودی، همانند نام پژوهشگران را در کشور انجام‌دهنده مطالعه، ارائه می‌دهند؛ در حالی که برخی از آنها، اطلاعات و تحلیل‌های بسیار مفصلی را از حوزه پژوهشی ارائه می‌دهند. نقشه‌ها همچنین می‌توانند در مرحله ترکیب یافته‌های پژوهش مروری هم مفید باشند. با ساخت نقشه، مرورگران می‌توانند هریک از مطالعات ارائه شده در نقشه را برای مرحله ترکیب انتخاب کنند (گوگ و همکاران، ۲۰۱۲). نقشه مرورها در واقع مسیری را مشخص می‌کند که پژوهشگر برای پاسخ به سؤالات پژوهشی باید طی کند. نظر به اینکه تعداد مقالات مروری استخراج شده محدود بودند، به منظور پاسخ به پرسش‌های پژوهش، این مقالات به‌طور کامل و عمیق مطالعه شدند.

**مرحله چهارم (ترکیب مرورها):** هدف از ترکیب، تلفیق یافته‌های مطالعات مختلف به منظور پاسخ‌دهی به پرسش پژوهش مروری است. در این مرحله، مقالات مروری به تفصیل مطالعه شد و در راستای پاسخ به پرسش‌های پژوهش، مرورها با هم ترکیب و تجزیه و تحلیل شدند. نتایج ترکیب مرورها در بخش بعدی مشاهده شدنی است.

## ۴- یافته‌ها

یافته‌های مطالعه حاضر در سه بخش مجزا در راستای پاسخ به سؤال‌های پژوهش تشریح‌شدنی است؛ نخست بارانداز عبوری معرفی می‌شود. در بخش دوم، مشخصه‌های بارانداز عبوری برای تنظیم در سه سطح تصمیم‌گیری تشریح می‌شود و در بخش سوم نیز طبقه‌بندی انواع مسائل بارانداز عبوری، از دیدگاه نویسندگان مختلف ارائه می‌شود. در ادامه با مطالعه مروری بر مطالعات مروری انجام‌شده، به پرسش‌های پژوهش پاسخ داده می‌شود.

**بارانداز عبوری چیست؟** تعاریف مختلفی از بارانداز عبوری ارائه شده است. برخی از این تعاریف، صرفاً توصیفی از عملیات اصلی را ارائه می‌دهند که داخل بارانداز عبوری انجام می‌شوند. استیفن و بویسن (۲۰۱۱)، بارانداز عبوری را فرایندی برای یکپارچه‌سازی تعریف می‌کنند که در آن گره‌های میانی در یک شبکه حمل‌ونقل با یکدیگر ادغام می‌شوند. طبق این ساختار (شکل ۴)، اقلام از کامیون‌های ورودی به کامیون‌های خروجی در همان روز یا به مدت یک شب، بدون قرار گرفتن آنها در انبار انتقال می‌یابند. ترمینال بارانداز عبوری نیز دو نوع درب اصلی دارد: درهای ورودی و درهای خروجی. یک کامیون هنگام رسیدن به درب اصلی یا در آنجا پذیرش می‌شود یا اینکه به قسمت پارکینگ هدایت می‌شود، سپس محموله‌ها با توجه به مقصد تخلیه، اسکن و مرتب‌سازی و به بخش ارائه خدمات ارزش‌افزوده منتقل می‌شوند، در نهایت نیز بارگیری مجدد آنها توسط کامیون‌های خروجی انجام می‌شود. در بخش درهای خروجی، کامیون‌های خروجی نیز طبق فرایندهای توزیع به طرف مقصد بعدی حرکت می‌کنند.



شکل ۴- مسئله بارانداز عبوری (استیفن و بویسن، ۲۰۱۱)

Fig. 4- Cross-Docking problem (Stephan & Boysen, 2011)

از طرفی برخی از تعاریف موجود در چارچوب نظری نیز به وجود برخی محدودیت‌های خاص با کارکردی معین در عملیات بارانداز عبوری اشاره دارند. از نظر فراوانی، بیشتر محدودیت‌های مدل، به مدت‌زمان توقف اقلام در بارانداز عبوری اختصاص دارند. برخی بارانداز عبوری را فرایند ترکیب بار با مقصد یکسان (اما از چند منبع متفاوت)، با حداقل جابه‌جایی و نیز حداقل‌سازی یا حذف انباشت در فاصله بین تخلیه و بارگیری کالا تعریف کرده‌اند. در همین رابطه چنانچه کالا به صورت موقت ذخیره شده باشد، مدت‌زمان ذخیره در یک دوره زمانی کوتاه موجه خواهد بود. همچنین در تعریف یک محدوده دقیق زمانی نیز اتفاق نظر وجود ندارد. به‌طور تقریبی این دوره زمانی را ۲۴ ساعت در نظر می‌گیرند (ون بل و همکاران، ۲۰۱۲).

دسته دیگری از تعاریف، هدف یک بارانداز عبوری را در قالب یک شبکه توزیع درخور توجه قرار داده‌اند. به عقیده برخی از پژوهشگران، هدف اولیه بارانداز عبوری، ترکیب حجم بالایی از محموله‌های کوچک مربوط به عرضه‌کنندگان مختلف است؛ به طوری که سبب می‌شود تا تنها کامیون‌های پر، حرکت کنند؛ بنابراین می‌توان صرفه‌های اقتصادی را در حمل و نقل اقلام نیز جست‌وجو و مشاهده کرد (آپته و ویسوناندان، ۲۰۰۰). برخی بارانداز عبوری را یک راهبرد توزیع تعریف می‌کنند که در آن هدف مهم، امکان ترکیب محموله‌ها برای جابه‌جایی با کامیون‌های پر به جای کامیون‌های نیمه‌پر، بدون انباشت طولانی‌مدت آنهاست. در چنین موقعیتی به سبب وجودداشتن یک بافر انباشت در بارانداز عبوری، هم‌زمان‌سازی میان عملیات محلی و عملیات مرتبط با شبکه‌های جهانی بارانداز عبوری، ضروری است (بوئیجز و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین در پیشینه پژوهش، شاخص‌های مختلفی را می‌توان برای ارزیابی عملکرد یک بارانداز عبوری مشاهده کرد. از این شاخص‌ها در برخی از مطالعات، به عنوان تابع هدف در مسائل بهینه‌سازی، استفاده شده است. لدر و آلپان (۲۰۱۶)، کلیه شاخص‌های مندرج در مقالات بارانداز عبوری را چنین خلاصه و فهرست می‌کنند: سطح موجودی<sup>۳۷</sup>، ساعات کاری<sup>۳۸</sup>، بارکاری متوازن<sup>۳۹</sup>، فواصل پیموده شده<sup>۴۰</sup>، ازدحام<sup>۴۱</sup>، کل زمان توقف اقلام<sup>۴۲</sup>، کل زمان بارگیری یا تخلیه بار<sup>۴۳</sup>، انحراف زمان پردازش کامیون<sup>۴۴</sup>، بهره‌گیری از درب<sup>۴۵</sup>، نسبت کالاهای بارگیری نشده<sup>۴۶</sup>، طول برنامه زمان‌بندی یا مدت‌زمان انجام کار<sup>۴۷</sup>، هزینه‌های انقطاع کاری<sup>۴۸</sup>، تعداد برداشت پالت<sup>۴۹</sup>، زمان‌بندی بار کاری<sup>۵۰</sup> و پیش‌بینی بار کاری<sup>۵۱</sup>.

**بارانداز عبوری چه مشخصه‌هایی دارد؟** برای شناسایی و تفکیک انواع بارانداز عبوری باید باراندازهای عبوری را از نظر مشخصه‌های یک بارانداز مطالعه کرد. نویسندگان متعددی مشخصه‌های بارانداز عبوری را مطالعه کرده‌اند. ابتدا استیفن و بویسن (۲۰۱۱) مشخصه‌های بارانداز عبوری را در صنایع مختلف مطالعه و طبقه‌بندی کرده‌اند. به عقیده آنها کاربردهای مختلف بارانداز عبوری را می‌توان با توجه به سه جنبه مهم آن طبقه‌بندی کرد. این سه جنبه مهم عبارتند از: مکان شبکه توزیع، نوع حمل و نقل داخلی و خدمات ارزش‌افزوده. ون بل و همکاران (۲۰۱۲) نیز در مطالعات خود به برخی از این مشخصه‌ها اشاره داشته‌اند. از نظر آنها این مشخصه‌ها را می‌توان در سه گروه دسته‌بندی کرد: مشخصه‌های فیزیکی، مشخصه‌های عملیاتی و مشخصه‌های مرتبط با جریان مواد در بارانداز. لدر و آلپان (۲۰۱۶) این مشخصه‌ها را مطابق یک تقسیم‌بندی کلاسیک به سطوح راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی با عنوان تنظیمات بارانداز عبوری دسته‌بندی کرده‌اند؛ به این معنا که اگر بخواهیم یک بارانداز را در هر یک از سه سطح تصمیم‌گیری تنظیم کنیم، باید به چه مشخصه‌هایی توجه داشت. تنوفیس و همکاران (۲۰۱۹) نیز در ادامه کار لدر و آلپان (۲۰۱۶) و به منظور ارزیابی جامع مقالات مرور شده، بر مشخصه‌های اصلی و مهم عملیات بارانداز عبوری تمرکز داشته‌اند. جدول ۲، مشخصه‌ها و تنظیمات بارانداز عبوری را در هر یک از سطوح راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی نشان می‌دهد و در ادامه، این ویژگی‌ها تشریح می‌شود.

جدول ۲- مشخصه‌های یک بارانداز عبوری

Table 2- cross-dock characteristics

| سطح راهبردی    |                     | سطح تاکتیکی               |          |                         |                  | سطح عملیاتی         |                        |                                    |
|----------------|---------------------|---------------------------|----------|-------------------------|------------------|---------------------|------------------------|------------------------------------|
| شکل            | حمل و نقل داخلی     | وضعیت سرویس               | انقطاع   | ظرفیت انبار موقت        | ظرفیت منبع       | زمان ورود           | زمان خروج              | قابلیت جایگزینی                    |
| شکل دیگر اشکال | دستی<br>درا<br>دستی | انحصاری<br>مقصد<br>آمیخته | تا<br>تا | نامحدود<br>صفر<br>محدود | نامحدود<br>محدود | در هر کامیون<br>صفر | بدون مهارت<br>با مهارت | تقسیم توزیع<br>مقصد<br>تقسیم توزیع |

**سطح راهبردی:** این سطح به مطالعه مشخصه‌های فیزیکی و ثابت بارانداز عبوری اختصاص دارد. این مشخصه‌ها عبارتند از: شکل بارانداز، تعداد درب‌های بارانداز و چگونگی حمل و نقل داخل بارانداز. شکل بارانداز: معمولاً برای یک بارانداز عبوری یک شکل هندسی در نظر گرفته می‌شود. یک بارانداز عمدتاً با حروفی مانند I, L, U, T, H, E, X و... توصیف می‌شود.

تعداد درها: تعداد درها، یک مشخصه فیزیکی مهم برای بارانداز عبوری محسوب می‌شود. وضعیت و کیفیت سرویس‌دهی بارانداز در تعداد درها می‌تواند سهمی باشد.

حمل و نقل داخلی<sup>۵۲</sup>: کالاهای داخل بارانداز عبوری را می‌توان به صورت سستی (دستی) و یا با یک سیستم خودکار نظیر شبکه‌ای از تسمه نقاله‌ها جابه‌جا کرد. برخی از باراندازها از ترکیب روش‌های دستی و خودکار استفاده می‌کنند.

#### سطح تاکتیکی: برای تنظیم بارانداز عبوری در سطح تاکتیکی، باید به مشخصه‌های زیر توجه کرد:

وضعیت سرویس<sup>۵۳</sup>: سه نوع وضعیت سرویس برای درب‌های بارانداز وجود دارد: وضعیت انحصاری، وضعیت آمیخته و وضعیت مقصد انحصاری. زمانی وضعیت درب «انحصاری»<sup>۵۴</sup> است که هر درب منحصراً به کامیون‌های ورودی یا خروجی معینی تخصیص یافته باشد. زمانی که یک کامیون بتواند در هر دربی مستقر شود، وضعیت درب «آمیخته»<sup>۵۵</sup> است. وضعیت ترکیبی<sup>۵۶</sup> زمانی است که برخی درها از وضعیت سرویس انحصاری و برخی از آنها از وضعیت آمیخته استفاده کنند. در یک وضعیت انحصاری سرویس، این امکان وجود دارد که هر مقصد بارانداز به یک درب خاص تعلق بگیرد. می‌توان این وضعیت را با عنوان وضعیت «مقصد انحصاری»<sup>۵۷</sup> تعریف کرد.

انقطاع عملیات<sup>۵۸</sup>: زمانی که یک کامیون به یک درب تخصیص می‌یابد تا زمانی که سرویس و خدمت‌دهی آن تکمیل نشده است، باید صبر کند؛ در حالی که در نظر گرفتن حالت انقطاع می‌تواند مزیت‌هایی را به دنبال داشته باشد. در حالت انقطاع، عملیات بارگیری متوقف می‌شود و کامیون به پارکینگ می‌رود تا اجازه استفاده از درب به کامیون بعدی داده شود. عملیات متوقف‌شده بعداً و در درب دیگری کامل می‌شود.

ظرفیت انبار موقت<sup>۵۹</sup>: چنانچه هنگام تخلیه بار کامیون ورودی، کامیون خروجی در دسترس نباشد، این اقلام برای بازه زمانی کوتاهی، در یک منطقه موقتاً انبار می‌شوند. ناحیه اشاره شده می‌تواند ظرفیتی محدود یا نامحدود داشته باشد. همچنین در برخی مدل‌های ریاضی ممکن است مثلاً برای اقلام فاسدشدنی یا منجمد، که توقف موقت

آنها در بارانداز عبوری مجاز نیست، ظرفیت ذخیره‌سازی صفر در نظر گرفته شود. با این تفاسیر انبار موقت سه حالت ظرفیت نامحدود، محدود و صفر را شامل می‌شود.

ظرفیت منبع داخلی<sup>۶۰</sup>: درباره ظرفیت منبع داخلی نیز ظرفیت شبکه خودکار یا دستی را می‌توان محدود یا نامحدود در نظر گرفت.

**سطح عملیاتی:** در این سطح، عمدتاً زمان‌بندی کامیون‌ها مطرح است. در زمان‌بندی نیز زمان ورود و خروج کامیون‌ها مورد بحث است. همچنین در سطح عملیاتی به منظور ترکیب کالاها در یک کامیون، درباره قابلیت جایگزینی انواع کالاها نیز تصمیم‌گیری می‌شود.

زمان ورود<sup>۶۱</sup>: کامیون‌ها ممکن است در ابتدای افق برنامه‌ریزی (زمان صفر) در دسترس باشند. در نقطه مقابل، چنانچه ورود تمامی یا برخی از کامیون‌ها، تحت تأثیر محدودیت‌های بیرونی (نظیر وجود شرایط توقف قبل از بارانداز عبوری) باشد، لازم است زمان‌های ورود بازای هر کامیون تعریف شود. باید توجه داشت این موضوع هم برای کامیون‌های ورودی و هم خروجی کاربرد دارد. برخی از باراندازهای عبوری که محصولات خرده‌فروشی را جابه‌جا می‌کنند، با کامیون‌هایی سروکار دارند که به شکلی نامنظم در طول روز وارد می‌شوند. برای این قبیل باراندازها نیز مدیریت تأخیرهای ورود، نکته‌ای است که درخور توجه مدیران و تصمیم‌گیران است.

زمان خروج<sup>۶۲</sup>: ممکن است هیچ محدودیتی برای زمان خروج کامیون‌ها برقرار نباشد؛ اما چنانچه برای یک کامیون قرار توقف برنامه‌ریزی شده‌ای بعد از خروج آن از بارانداز عبوری وجود داشته باشد، یک مهلت زمانی<sup>۶۳</sup> نیز برای خروج آن باید لحاظ شود. این مهلت زمانی را می‌توان برای کامیون‌های باری ورودی، خروجی و یا هر دو تعریف کرد.

قابلیت جایگزینی کالاها<sup>۶۴</sup>: چنانچه بتوان در یک کامیون دو کالای مشابه را جایگزین کرد، آنها را قابل جایگزینی می‌نامند. وقتی کالاها قابل جایگزین باشند، دو وضعیت می‌تواند رخ دهد: یکی اینکه هر کامیون خروجی فهرستی از انواع کالاهای قابل جایگزین را در اختیار دارد که باید بارگیری شوند (پس - توزیع<sup>۶۵</sup>) و دیگر اینکه هر کالای تخلیه شده در بارانداز عبوری، به مقصدی خاص تخصیص می‌یابد (مقصد<sup>۶۶</sup>). در هر دو مورد، تعریف تخصیص دقیق کالا - کامیون یک تصمیم عملیاتی خواهد بود. زمانی که کالاها فاقد قابلیت جایگزین‌اند، هر کالا به یک کامیون خروجی معین تخصیص می‌یابد؛ بنابراین اطلاعات توزیع، از سمت ورودی دریافت شده است. این حالت پیش - توزیع<sup>۶۷</sup> نام دارد. در واقع عملیات پیش - توزیع به موقعیتی اشاره دارد که در آن تولیدکننده، مسئولیت توزیع کالا را بر عهده دارد و درگیر بارکدکردن، برچسب‌گذاری و قیمت‌گذاری است؛ علاوه بر این، مستقیماً بارگیری و تحویل اقلام را به هر فروشگاه‌ای انجام می‌دهد که شامل بارانداز عبوری نیز می‌شود. در اینجا معمولاً لازم است که در عملیات پیش - توزیع، تولیدکنندگان مقدار تقاضای هر فروشگاه و برچسب محصولات مربوطه را بدانند. در مقابل، در سیستم پس - توزیع، کار عملیات توزیع از تولیدکننده به نزدیک‌ترین بارانداز عبوری، به مشتری انتقال می‌یابد؛ در نتیجه، هزینه عملیاتی مربوط به آماده‌سازی توزیع، از تولیدکننده به بارانداز عبوری منتقل می‌شود. مقایسه این دو سیستم نشان می‌دهد که پیش - توزیع، هزینه‌های عملیاتی کمی، اما هزینه‌های جابه‌جایی بالاتری (ناشی از عدم اطمینان تقاضا قبل از جابه‌جایی) را به همراه دارد؛ در حالی که سیستم پس - توزیع، شامل هزینه‌های عملیاتی بالا در بارانداز عبوری، اما هزینه‌های جابه‌جایی پایین است (تانگ و یان<sup>۶۸</sup>، ۲۰۱۰). یان و تانگ<sup>۶۹</sup> (۲۰۰۹)

نیز معتقدند که پیش-توزیع در مقایسه با سیستم توزیع سنتی، هنگامی مناسب است که تقاضا، ثابت و زمان تأخیر تأمین‌کننده بیرونی، کوتاه باشد؛ اما زمانی که زمان تأخیر، طولانی و عدم اطمینان در تقاضا نیز وجود دارد، پس-توزیع می‌تواند ضعف‌های پیش-توزیع را جبران کند و این کار را از طریق تخصیص مجدد کالاها به فروشگاه‌ها، با وجود هزینه‌های عملیاتی بالا به انجام می‌رساند.

**انواع مسائل بارانداز عبوری در سه سطح:** اولین طبقه‌بندی از مسائل مختلف در بارانداز عبوری را آگوستینا و همکاران (۲۰۱۰) مطرح کردند. آنها مروری بر مدل‌های کمی در برنامه‌ریزی بارانداز عبوری در سه سطح تصمیم‌گیری راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی داشته‌اند. سطح عملیاتی مربوط به مسائل با دوره زمانی کوتاه‌مدت است. پژوهشگران در سطح عملیاتی به دنبال توسعه مدل‌ها در پنج دسته زمان‌بندی، تخصیص درهای بارانداز، مسائل انتقال افقی، مسیریابی وسایل حمل‌ونقل و تخصیص محصول‌اند. سطح تاکتیکی نیز مربوط به مسائل با دوره زمانی میان‌مدت است. پژوهش‌ها در این سطح، عمدتاً به یافتن بهترین چیدمان، برای بارانداز عبوری اختصاص دارد. سطح راهبردی مربوط به مسائلی با افق زمانی بلندمدت است. در این سطح، تصمیمات به تعداد (ظرفیت) و مکان بارانداز عبوری و نیز تعداد وسایل نقلیه موجود در شبکه مربوط است؛ بنابراین مسائل این سطح، تصمیم‌های مرتبط با گستره شبکه بارانداز عبوری را پوشش می‌دهند.

به اذعان ون بل و همکاران (۲۰۱۲) نیز هنوز طبقه‌بندی‌های دیگری از مسائل وجود دارند که در دسته‌بندی آگوستینا و همکاران (۲۰۱۰) جای نگرفته‌اند؛ برای مثال آگوستینا و همکاران، مسئله مسیریابی وسایل نقلیه توأم با ذخیره‌سازی موقت و یا مسائل مرتبط با شبکه بارانداز عبوری را در قالب دو بخش متفاوت (مسائل انتقال افقی<sup>۷۰</sup> و طراحی شبکه بارانداز عبوری) مورد ملاحظه قرار نداده‌اند. از طرفی برخی از مقالات، به تخصیص کامیون به درب مربوط‌اند که توسط آگوستینا و همکاران (۲۰۱۰)، در قالب طراحی لی‌اوت بحث شده‌اند؛ بنابراین ون بل و همکاران، کلیه مطالعات بارانداز عبوری را در هفت طبقه مستقل مطالعه کرده‌اند که عبارتند از: مکان‌یابی بارانداز عبوری، طراحی لی‌اوت، شبکه‌های بارانداز عبوری، مسیریابی وسایل نقلیه، تخصیص کامیون به درب، زمان‌بندی (تک‌درب ورودی و خروجی، زمان‌بندی کامیون‌های ورودی، زمان‌بندی کامیون‌های ورودی و خروجی) و انبار موقت.

استیفن و بویسن (۲۰۱۱)، انواع مختلفی از مسائل بارانداز عبوری را با توجه به تصمیم‌های مطرح از سطوح راهبردی تا سطوح عملیاتی در ۵ طبقه برنامه‌ریزی مکان‌یابی، برنامه‌ریزی لی‌اوت ترمینال، تخصیص مقصد، زمان‌بندی بارانداز عبوری، زمان‌بندی حمل‌ونقل داخلی تقسیم‌بندی کرده‌اند. بوئیچز و همکاران (۲۰۱۴) نیز ۲۴ نوع مسئله تصمیم‌گیری را شناسایی و تعریف می‌کنند که مستقیماً در طراحی و هماهنگی بارانداز عبوری مطرح است. آنها مسائل تصمیم‌گیری شبکه محلی و جهانی را با توجه به سطوح تصمیم‌گیری راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی به ۶ طبقه تقسیم کرده‌اند. با توجه به این طبقه‌بندی در سطح راهبردی، مسائل طراحی بارانداز عبوری و طراحی شبکه، در سطح تاکتیکی مسائل برنامه‌ریزی بارانداز عبوری و برنامه‌ریزی شبکه، در سطح عملیاتی مسائل زمان‌بندی بارانداز عبوری و زمان‌بندی شبکه قرار گرفته‌اند. جزئیات مسائل تصمیم‌گیری هر طبقه در جدول ۳ آورده شده است.



جدول ۳- خوشه‌بندی مسائل بارانداز عبوری (بوئیجز و همکاران، ۲۰۱۴)

Table 2- Clustering of Cross-Docking Problems (Buijs et al ,2014)

| سطح تصمیم | طبقه مسئله                 | مسائل تصمیم‌گیری   |
|-----------|----------------------------|--|
|           | طراحی شبکه                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ساختار شبکه و انواع تسهیلات</li> <li>• تعداد بارانداز عبوری</li> <li>• مکان‌یابی بارانداز عبوری</li> </ul>  |
| راهبردی   | طراحی بارانداز عبوری       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• شکل بارانداز عبوری</li> <li>• تعداد درهای بارانداز عبوری</li> <li>• ظرفیت ایستگاه آماده‌سازی</li> <li>• طراحی بخش آماده‌سازی</li> <li>• خودکارسازی تجهیزات حمل‌ونقل</li> </ul>  |
|           | برنامه‌ریزی شبکه           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• برنامه‌ریزی ظرفیت برای مسیرهای شبکه</li> <li>• تخصیص جریان بار</li> <li>• تخصیص محموله به مقصد</li> </ul>   |
| تاکتیکی   | برنامه‌ریزی بارانداز عبوری | <ul style="list-style-type: none"> <li>• مشخص کردن درهای بارانداز</li> <li>• تخصیص درب خروجی</li> <li>• تخصیص درب ورودی</li> <li>• برنامه‌ریزی ظرفیت نیروی کار و تجهیزات</li> </ul>  |
|           | زمان‌بندی شبکه             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• توزیع محموله</li> <li>• مسیریابی کامیون‌های برداشت و تحویل</li> </ul>   |
| عملیاتی   | زمان‌بندی بارانداز عبوری   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• زمان‌بندی آفلاین کامیون‌های ورودی</li> <li>• زمان‌بندی آنلاین کامیون‌های ورودی</li> <li>• زمان‌بندی آفلاین کامیون‌های خروجی</li> <li>• زمان‌بندی آنلاین کامیون‌های ورودی</li> <li>• زمان‌بندی نیروی کار داخل بارانداز عبوری</li> <li>• بهره‌وری سکوی آماده‌سازی و تخصیص محموله</li> <li>• تخصیص محموله به کامیون خروجی</li> </ul> |

## ۵- بحث

شکاف‌های پژوهشی یافت‌شده در ۱۲ مقالهٔ مروری بررسی‌شده را می‌توان هم از جنبهٔ مشخصه‌هایی که باراندازهای عبوری در هریک از سطوح تصمیم‌گیری دارند و هم از دیگر جنبه‌ها، دسته‌بندی و جمع‌بندی کرد. در جدول ۴، شکاف‌های دستهٔ اول نشان داده شده است. نماد \* در سطر اول از این جدول، حاکی از آن است که از نظر نویسندگان مختلف، به این مشخصه از بارانداز عبوری از جنبه‌های تئوری کمتر توجه شده است، در حالی که این مشخصه در دنیای واقعی برای مدیران بارانداز عبوری یک مسئلهٔ مهم قلمداد می‌شود؛ بنابراین پژوهش‌های آتی می‌توانند بر این شکاف‌ها تمرکز یابند. همچنین ارقام موجود در سطر بعدی، فراوانی اشاره به این شکاف‌ها را در مقالات مروری اشاره‌شده نشان داده است. بر مبنای این جدول، شکاف مهلت زمانی برای مشخصهٔ زمان خروج در سطح عملیاتی، پرتکرارترین شکاف از نظر نویسندگان مختلف بوده است.

جدول ۴- طبقه‌بندی و تفکیک شکاف‌های پژوهشی در بارانداز عبوری با توجه به مشخصه‌های آن

Table 4- Research gap on cross-dock characteristics

| سطح راهبردی         |                          | سطح تاکتیکی               |            |                         |                  | سطح عملیاتی         |                      |                               |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|------------|-------------------------|------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|
| شاکله بارانداز      | حمل و نقل داخلی          | وضعیت سرویس               | انقطاع     | ظرفیت انبار موقت        | ظرفیت منبع       | زمان ورود           | زمان خروج            | قابلیت جایگزینی               |
| شکل I<br>دیگر اشکال | دستی<br>خودکار<br>ترکیبی | انحصاری<br>مقصد<br>آمیخته | بله<br>خیر | نامحدود<br>محدود<br>صفر | نامحدود<br>محدود | در هر کامیون<br>صفر | بدون مهلت<br>با مهلت | پیش‌توزیع<br>مقصد<br>پس‌توزیع |
| *                   | *                        | *                         | *          | *                       | *                | *                   | *                    | *                             |
| ۳                   | ۲                        | ۲                         | ۲          | ۳                       | ۳                | ۱                   | ۴                    | ۲                             |

شکاف‌های ۹ گانه شناسایی شده در بخش مشخصه‌های بارانداز به شرح زیر است.

- شکاف‌ها در مشخصه شاکله بارانداز: مقالات مرتبط با این شکاف عمدتاً درباره شکل بارانداز و طراحی انبار آن مطرح‌اند. ون‌بل و همکاران (۲۰۱۲) معتقدند که درباره پاره‌ای از مسائل بارانداز عبوری، بحث چندانی صورت نگرفته است؛ برای مثال، مقالات اندکی درباره طراحی لی‌اوت بارانداز عبوری وجود دارد. جنبه‌های دیگر مانند ابعاد بارانداز عبوری، شکل و ترتیب نواحی داخلی بارانداز، مورد ملاحظه قرار نگرفته‌اند. از نظر لیدر و آلیان (۲۰۱۶)، پرکاربردترین و کارآمدترین شکل بارانداز عبوری، همان شکل I است. تنوفیلس و همکاران (۲۰۱۹) معتقدند انتخاب شکل صحیح بارانداز در تناسب با عملیات آن، تأثیر زیادی بر کارایی بارانداز دارد. با این توضیحات، مطالعات آتی می‌توانند بررسی تأثیر شاکله بارانداز عبوری را بر عملیات آن در نظر داشته باشند.
- شکاف‌ها در مشخصه حمل و نقل داخلی: به عقیده لیدر و آلیان (۲۰۱۶)، بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد در بیشتر باراندازهای عبوری، برای حمل و نقل‌های داخلی بارانداز، ترکیبی از روش‌های دستی و خودکار استفاده می‌شود، در حالی که در پیشینه موضوع، فرض حمل و نقل ترکیبی، کمتر رعایت شده است. در بیشتر مقالاتی که در بازه زمانی ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹ به چاپ رسیده‌اند نیز حمل و نقل دستی، مطالعه شده است و معدود مقالاتی، حمل و نقل خودکار و ترکیبی را لحاظ کرده‌اند (تنوفیلس و همکاران، ۲۰۱۹).
- شکاف‌ها در مشخصه وضعیت سرویس: به اذعان لیدر و آلیان (۲۰۱۶)، در بیش از ۷۰ درصد از مقالات بررسی شده، درها در وضعیت انحصاری قرار داشته‌اند. نظر به اینکه شمار بارانداز عبوری که از وضعیت سرویس‌دهی آمیخته استفاده می‌کنند، در عمل قابل اغماض نیست، پژوهشگران نیز باید بر توالی عملیات و برنامه‌های زمان‌بندی در این وضعیت، تمرکز کنند؛ یعنی در حالتی که درها بتوانند هم‌زمان به‌عنوان درهای ورودی و خروجی موردنیاز، سرویس‌دهی کنند. تنوفیلس و همکاران (۲۰۱۹) به این مسئله پی بردند که علی‌رغم مزیت‌های موجود در وضعیت آمیخته درها، به‌تازگی نیز به این مسئله، کم‌تر توجه شده است.
- شکاف‌ها در مشخصه انقطاع کاری: اگرچه به نظر نمی‌رسد انقطاع کاری یک فعالیت رایج برای باراندازهای عبوری باشد، با این حال ون‌بل و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه مروری خود به این نتیجه رسیدند که بیشتر مقالات، وضعیت سرویس انحصاری را بدون در نظر گرفتن انقطاع، لحاظ کرده‌اند؛ این نتیجه‌گیری با یافته‌های پژوهش

تئوفیلس و همکاران (۲۰۱۹) در انطباق است؛ بنابراین پژوهشگران آتی می‌توانند بر چگونگی استفاده از وضعیت سرویس آمیخته با حالت انقطاع، تمرکز کنند.

- شکاف‌ها در مشخصه ظرفیت منابع داخلی و ظرفیت انبار موقت: ون بل و همکاران (۲۰۱۲) بر این نکته نیز تأکید دارند که تعداد مطالعات انجام‌گرفته درباره انبار موقت نیز محدود است؛ در حالی که انبار موقت، از ازدحام و مسافت طی‌شده در انبار عمومی، به میزان چشمگیری می‌کاهد. لدیر و آلپان (۲۰۱۶) نیز در بررسی‌های میدانی خود به این نتیجه رسیدند که در دنیای واقع و در بارانداز عبوری‌های معمول در لجستیک جهانی، ظرفیت‌های داخلی منابع و نیز ظرفیت انبار موقت، تقریباً مشخص‌اند. با این حال این قید دوگانه، تنها در سه درصد از مطالعات موجود در چارچوب نظری بارانداز عبوری و نه در همه مقالات مرتبط با توالی عملیات یا برنامه زمان‌بندی وسایل نقلیه، درخور توجه بوده است و در اینجا یک شکاف مهم در بین تئوری و عمل وجود دارد و لازم است چنین قیودی در مدل‌های تئوریک درخور توجه قرار بگیرند. تئوفیلس و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه مروری خود به این نتیجه نیز رسیدند که در بیشتر مطالعات مرتبط با مدل‌سازی زمان‌بندی کامیون، ظرفیت منابع و ظرفیت انبار موقت، نامحدود لحاظ شده است؛ بنابراین دامنه کاربرد مطالعات آتی متمایل به مدل‌سازی ریاضی، می‌تواند با فرض محدودبودن منابع و نیز محدودیت در ظرفیت انبار موقت گسترش یابد. مسئله توجه به ظرفیت انبار موقت و ظرفیت داخلی بارانداز توسط اردکانی و فی (۲۰۲۰) نیز پیشنهاد شده است.

- شکاف‌ها در مشخصه زمان ورود: از نظر زمان ورود کامیون‌ها، لدیر و آلپان (۲۰۱۶) به این نتیجه رسیدند که زمان‌های ورودی هم‌زمان (زمان صفر) و پراکنده (برای هر کامیون) به یک میزان در پیشینه موضوع مطالعه شده‌اند؛ اما زمان‌های ورود غیرقطعی در تعداد مقالات معدودی، بررسی شده‌اند.

- شکاف‌ها در مشخصه زمان خروج: ون بل و همکاران (۲۰۱۲) معتقدند که در بیشتر مقالات، محدودیتی برای زمان‌های خروج (مهلت زمانی) برای کامیون‌ها لحاظ نشده است. از نظر لدیر و آلپان (۲۰۱۶) نیز در بیشتر باراندازهای عبوری، زمان‌های عزیمت برای کامیون‌های باری ورودی و خروجی تحمیلی است. زمان‌های حرکت در ۴۹ درصد از مقالات مرور شده در پیشینه موضوع، فاقد محدودیت‌اند. به نظر می‌رسد این فرض در دنیای واقع صحیح نباشد. به همین ترتیب برای دستیابی به شرایطی واقعی‌تر در مدل‌های بارانداز عبوری، باید مهلت زمانی را برای زمان‌های حرکت کامیون‌های باری در نظر گرفت و پژوهشگران نیز باید راهبردهایی را توسعه دهند که مهلت زمانی را در زمان‌های غیرقطعی ورود کامیون‌های باری نامشخص، لحاظ می‌کنند؛ اما مطالعات اخیر که تئوفیلس و همکاران (۲۰۱۹) انجام داده‌اند، نشان می‌دهد مقالات مرور شده توسط آنها، تمرکز بیشتری را بر کاهش انحرافات زمانی برای کامیون‌های ورودی دارند و جریمه‌هایی را برای حرکت‌های زودتر و یا دیرتر از موعد در مدل‌های ریاضی مربوطه لحاظ کرده‌اند. اگرچه اردکانی و فی (۲۰۲۰) بر این نکته تأکید دارند که پژوهشگران باید بر مهلت زمانی، تمرکز بیشتری داشته باشند.

- شکاف‌ها در مشخصه قابلیت جایگزینی محصول: به عقیده ون بل و همکاران (۲۰۱۲)، معدود مقالاتی فرض خود را بر قابلیت جایگزینی کالاها قرار داده‌اند، در حالی که این فرض یک فرض استثنا نیست. لدیر و آلپان (۲۰۱۶) نیز به این نتیجه رسیدند که فرض‌هایی که معمولاً توسط پژوهشگران برای این سنجه به کار رفته است تا حدی با مشاهدات موجود در نمونه‌های میدانی صنعت منطبق است؛ اما ۳۶ درصد از مقالات، یک سیستم پیش-توزیع را فرض

کرده‌اند که در عمل در باراندازهای عبوری این نوع سیستم مشاهده نشده است؛ بنابراین پژوهشگران باید بر فرض مقصد و به‌ویژه فرض پس-توزیع تمرکز کنند که به میزان بیشتری در باراندازهای عبوری استفاده می‌شود. دیگر شکاف‌های پژوهشی باراندازهای عبوری نیز در جدول ۵ خلاصه شده‌اند، توجه به مسئله پویایی یا همان عدم اطمینان موجود در محیط بارانداز با ۴ فراوانی از دیدگاه نویسندگان مختلف، پرتکرارترین شکاف در این بخش محسوب می‌شود.

جدول ۵- طبقه‌بندی و تفکیک دیگر شکاف‌های پژوهشی در بارانداز عبوری

Table 4- Others Research gap on cross-dock characteristics

| وظایف  | هم‌زمان‌سازی فعالیت‌های محلی و شبکه‌ای |           |             | محیط تصمیم                 | نوع هدف                      |
|--------|--|-----------|-------------|----------------------------|------------------------------|
| مدل‌ها | سطح راه‌بردی                           | سطح تاکتی | سطح عملیاتی | پویا (عدم اطمینان)<br>ثابت | زمان تکمیل کار<br>دیگر اهداف |
| *      |  | *         | *           | *                          | *                            |
| ۱      |  | ۱         | ۱           | ۴                          | ۳                            |

توضیح مختصری از شکاف‌های اشاره‌شده در جدول ۵ نیز به شرح زیر است.

شکاف‌ها در اهداف بارانداز عبوری: بوئیچز و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی‌های خود درباره باراندازهای عبوری به این نتیجه رسیدند که در بیشتر موارد، اهداف بارانداز عبوری به حداقل‌سازی جابه‌جایی مواد و کاهش زمان انتظار یا تأخیر کامیون‌ها اختصاص یافته است و به عقیده لدر و آلپان (۲۰۱۶) نیز توابع هدف رایج در مدل‌های موجود آکادمیک، حداقل‌سازی زمان تکمیل کار و یا فواصل پیموده‌شده را در نظر دارند. در عین حال که طبق یافته‌های پژوهش آنها، همین دو سنج‌عملکردی نیز به ندرت توسط فعالان حوزه صنعت استفاده شده است، این پژوهشگران پیشنهاد می‌دهند که باید بر دیگر سنج‌ها نظیر تعداد ساعات کاری کارکنان، تعداد برداشت پالت‌ها و نرخ بهره‌گیری از درب و ازدحام بارانداز تمرکز کرد. همچنین مطالعات آنها نشان می‌دهد در چارچوب نظری بارانداز عبوری و نیز در بررسی میدانی احتیاجات مدیران، دو شاخص برنامه زمان‌بندی بار کاری و پیش‌بینی آن تقریباً در هیچ‌یک از مطالعات بارانداز عبوری یافت نمی‌شود. در این راستا تئوفیلس و همکاران (۲۰۱۹) نیز در مقاله مروری خود در حوزه زمان‌بندی بارانداز عبوری، به این نتیجه رسیدند که در بیشتر مطالعات پیشین، هدف مستقل «حداقل‌سازی زمان تکمیل کار» دنبال شده است و تنها ۱۷ درصد از مقالات، مدل‌های بهینه‌سازی چند هدفه را پیشنهاد داده‌اند. می‌طلبند که پژوهش‌های آتی مرتبط با مسائل زمان‌بندی بارانداز عبوری بر مدل‌های چندهدفه تمرکز کنند.

شکاف‌ها در محیط تصمیم: ون بل و همکاران (۲۰۱۲) اذعان دارند که آنچه مشخص است، بارانداز عبوری باید در محیطی نامطمئن و پویا استفاده شود و نیز شیوه برخورد با این عدم اطمینان، موضوعی بسیار مهم است و برای افزایش کاربری بارانداز، رویکردهای مورد استفاده باید استوارتر و پویاتر باشند. به هر حال بیشتر مقالات موجود، برای یک محیط پویا مناسب نیستند و مسائل (عملیاتی) با فرض ایستایی، مطالعه شده‌اند. والها و همکاران (۲۰۱۴)، به دلیل محدودبودن تحقیقات انجام‌شده در زمینه عدم اطمینان، پیشنهادهایی را از قبیل توسعه مدل‌هایی بر مبنای

هوش مصنوعی و تئوری احتمالات مطرح کرده‌اند؛ مدل‌های پیشنهادی ایشان نیز بر یک تئوری ریاضی برای مواجهه با انواع عدم اطمینان متکی‌اند و تا حدی از منطق فازی استفاده می‌کنند که به توسعه برنامه‌ریزی چندهدفه کمک می‌کند. لدیر و آلپان (۲۰۱۶) نیز معتقدند که مدیران پشتیبانی در مدیریت عملیات روزانه خود، به توسعه مدل‌هایی احتیاج دارند که بتوانند داده‌های پویا و غیرقطعی را اداره و مسائل آنلاین را بسیار سریع و منظم در طول روز تجزیه و تحلیل کنند. در پژوهشی که در سال‌های اخیر اردکانی و فی (۲۰۲۰) انجام داده‌اند نیز بر این نکته تأکید کرده است که باید نویسندگان در پژوهش‌های خود به ویژگی عدم اطمینان توجه بیشتری داشته باشند.

شکاف‌ها در وظایف بارانداز عبوری: به عقیده بوکام و ویستیانچ (۲۰۱۹) در میان عملیات بارانداز عبوری، وظایف بین درهای ورودی و خروجی که شامل مرتب‌کردن و بسته‌بندی مجدد است، کم‌تر درخور توجه قرار گرفته و مقالات بسیار اندکی در زمینه زمان‌بندی وظیفه<sup>۷۱</sup> به چاپ رسیده است. در اینجا بدون شک، زمان‌بندی وظیفه موضوعی است که فرصت‌های توسعه و بهبود را برای پژوهشگران آتی فراهم می‌کند.

شکاف‌ها در هم‌زمان‌سازی فعالیت‌های باراندازهای محلی و شبکه‌ای: به عقیده بوئیچز و همکاران (۲۰۱۴)، به‌منظور ایجاد یک بارانداز عبوری کارا نیاز است که یک هم‌زمان‌سازی در بین فعالیت‌های باراندازهای محلی و شبکه‌ای صورت بگیرد. همان‌گونه که در جدول ۳ نیز نشان داده شد، این وابستگی در بین سطوح مختلف بارانداز عبوری ممکن است در سطح راهبردی، تاکتیکی و یا عملیاتی مطرح باشد. بدیهی است که مقالات معدودی، هم‌زمان‌سازی و وابستگی افقی را فقط در سطوح عملیاتی بررسی کرده‌اند؛ بنابراین به‌منظور هم‌زمان‌سازی سطوح، دو شکاف بالقوه پیش رو برای پژوهش‌های آتی وجود دارد:

(الف) در سطح راهبردی؛ هم‌زمان‌سازی طراحی شبکه با طراحی بارانداز عبوری؛

(ب) در سطح تاکتیکی و عملیاتی؛ هم‌زمان‌سازی عملیات شبکه با عملیات بارانداز عبوری.

این نویسندگان در ادامه کار پژوهشی خود نیز چارچوبی را برای هم‌زمان‌سازی در شبکه‌های بارانداز عبوری ارائه می‌دهند.

## ۶- نتیجه‌گیری

امروزه در بین انواع مختلف سیستم‌های توزیع، بارانداز عبوری به دلیل حذف فعالیت‌های انبارش و آماده‌سازی سفارش‌ها، به یک سیستم لجستیکی جذاب تبدیل شده است. بارانداز عبوری برای توزیع بسیاری از محصولات همانند محصولات فاسدشدنی، محصولاتی که تقاضای بالایی دارند و نیز محصولاتی که تقاضای آنها با دقت بالایی پیش‌بینی‌شدنی‌اند، بسیار مناسب است. با توجه به گستره وسیعی که بارانداز عبوری برای کاربردهای عملی دارد، مطالعه ماهیت بارانداز عبوری و آشنایی با انواع مسائلی که در این دسته از سیستم‌های توزیع وجود دارد، از حیث افزایش شفافیت در افق‌های پژوهشی و نیز حوزه‌های تمرکز در پژوهش‌های موردنیاز، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ بنابراین در این مقاله تلاش شد تا با مرور نظام‌مند مقالات مروری در قالب «فرامرور»، باراندازی عبوری و انواع مسائل مرتبط آن معرفی شود. در نهایت خلأهای پژوهشی شناسایی و معرفی شد که می‌تواند افقی برای پژوهشگران آتی باشد. پرداختن به این شکاف‌ها در پژوهش‌های آتی، پژوهشگران را به مفروضات دنیای واقعی در مسائل بارانداز عبوری بسیار نزدیک می‌کند. در این پژوهش، استخراج مقالات با استفاده از چک‌لیست پریسما و

ارزیابی کیفیت مقالات مستخرج شده با استفاده از روش CASP انجام گرفت. نتایج به دست آمده از CASP حاکی از آن بود که از لحاظ کیفی، مقالاتی که مطالعه شده‌اند، از کیفیت بالا برخوردارند. نتایج روش CASP، اعتبار نتایج به دست آمده از پژوهش را در قالب شناسایی شکاف‌های پژوهشی افزایش می‌دهد. با توجه به یافته‌های پژوهش در استخراج شکاف‌های پژوهشی در حوزه بارانداز عبوری در بحث طراحی لی‌اوت، شکل I عمده‌ترین شکل رایج در باراندازهای عبوری است؛ در حالی که شایسته است در مطالعات آتی، به طراحی لی‌اوت و دیگر اشکال بارانداز عبوری متناسب با عملیات آن بارانداز پرداخته شود. در بیشتر پژوهش‌ها، برخلاف فرض دستی بودن حمل و نقل داخل بارانداز، در دنیای واقعی از روش ترکیبی (دستی و خودکار) برای حمل و نقل داخل بارانداز عبوری استفاده می‌شود. در بیشتر باراندازهای عبوری وضعیت سرویس‌دهی درب‌ها به صورت آمیخته و به گونه‌ای است که هم کامیون‌ها به آن درب وارد می‌شوند و هم از آن درب خارج می‌شوند و درب‌ها منحصراً، ورودی یا خروجی نیستند. بیشتر پژوهش‌ها در مدل‌های تئوریک، فرض انقطاع‌کاری را در نظر نگرفته‌اند، در صورتی که این فرض در عمل قابل اغماض نیست. همچنین در بیشتر باراندازهای عبوری در دنیای واقع، ظرفیت‌های داخلی منابع و ظرفیت انبار موقت مشخص و محدود است؛ اما در بیشتر مطالعات موجود، ظرفیت‌ها نامحدود در نظر گرفته شده است که یک شکاف مهم بین تئوری و عمل است. در سطح عملیاتی نیز زمان ورود کامیون‌ها در عمل به صورت پراکنده است و زمان خروج کامیون‌ها معمولاً همراه با یک مهلت زمانی است. همچنین بیشتر باراندازهای عبوری در عمل از سیستم پخش پس-توزیع استفاده می‌کنند. این در حالی است که تعداد مقالات معدودی به این فرض واقعی در مدل‌های تئوریک خود توجه کرده‌اند.

گذشته از خلأهای پژوهشی ناظر به مشخصه‌های یک بارانداز عبوری، برخی خلأهای دیگر نیز استخراج شدنی است. بیشتر پژوهش‌های انجام شده تک‌هدفه و بر حداقل‌سازی زمان تکمیل کار تمرکز دارند. در اینجا نیز شایسته است بر دیگر اهداف واقعی و مسائل چندهدفه تمرکز کرد. باراندازهای عبوری در محیطی نامطمئن و پویا استفاده می‌شوند؛ اما بیشتر پژوهش‌ها مسائل بارانداز عبوری را با فرض ایستایی لحاظ کرده‌اند. مقالات بسیار اندکی درباره وظایف داخلی بارانداز و زمان‌بندی وظیفه به چاپ رسیده است. معدود مقالاتی درباره هم‌زمان‌سازی میان فعالیت‌های محلی و شبکه‌ای باراندازهای عبوری بحث کرده‌اند.

در میان شکاف‌های شناسایی شده، دو شکاف مهلت زمانی کامیون‌ها و عدم اطمینان محیطی، بیشترین تکرار را از نظر نویسندگان مختلف داشتند. از نظر مقالات بررسی شده، در بیشتر پژوهش‌ها محدودیتی برای زمان‌های خروج کامیون‌ها در نظر گرفته نشده است و پژوهشگران باید برای دستیابی به شرایط واقعی‌تر، بحث مهلت زمانی را در مدل‌های بارانداز عبوری در نظر بگیرند. همچنین بیشتر مقالات موجود، مسائل بارانداز عبوری را با فرض ایستایی مطالعه کرده‌اند؛ اما آنچه مشخص است، از بارانداز عبوری در محیطی نامطمئن و پویا استفاده می‌شود و باید رویکردهای جدید ارائه شده استوارتر و پویاتر باشند. نکته اینکه از جمله محدودیت‌های این پژوهش، این است که مقالات کنفرانسی و فصول متعلق به کتاب‌های مرتبط در دامنه جست‌وجو قرار نگرفته‌اند.

## References

- Agustina, D., Lee, C. K. M., & Piplani, R. (2010). A review: Mathematical models for cross docking planning. In *International Journal of Engineering Business Management* (Vol. 2, Issue 2, pp. 47–54).

- Apte, U. M., & Viswanathan, S. (2000). Effective Cross Docking for Improving Distribution Efficiencies. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 3(3), 291–302.
- Ardakani, A. (Arsalan), & Fei, J. (2020). A systematic literature review on uncertainties in cross-docking operations. *Modern Supply Chain Research and Applications*, 2(1), 2–22.
- Biddle, S. J. H., & Asare, M. (2011). Physical activity and mental health in children and adolescents: A review of reviews. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11), 886–895.
- Boysen, N., & Fliedner, M. (2010). Cross dock scheduling: Classification, literature review and research agenda. *Omega*, 38(6), 413–422.
- Buakum, D., & Wisittipanich, W. (2019). A literature review and further research direction in cross-docking. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2019(MAR), 471–481.
- Buijs, P., Vis, I. F. A., & Carlo, H. J. (2014). Synchronization in cross-docking networks: A research classification and framework. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 239, Issue 3, pp. 593–608).
- Butler, Ashleigh, Helen Hall, and Beverley Copnell. (2016). A Guide to Writing a Qualitative Systematic Review Protocol to Enhance Evidence-Based Practice in Nursing and Health Care. *Worldviews on Evidence-Based Nursing* 13(3), 241–49.
- CASP, Critical Appraisal Skills Programme. (2018). CASP Qualitative Checklist. *CASP Online* (2018), 1.
- Ekeland, A. G., Bowes, A., & Flottorp, S. (2010). Effectiveness of telemedicine: A systematic review of reviews. *International Journal of Medical Informatics*, 79(11), 736–771.
- Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2012). *An Introduction to Systematic Reviews*. SAGE.
- Hosseinzadeh, M., Ghaffari Delarestaghi, K., & Momeni, M. (2020). Developing the Page Rank Algorithm in Social Network Analysis for Cross-docking Location Problem. *Journal of Production and Operations Management*, 11(2), 69–88.
- Ladier, A.-L., & Alpan, G. (2016). Cross-docking operations: Current research versus industry practice \$. *Omega*, 62, 145–162.
- Mavi, R. K., Goh, M., Mavi, N. K., Jie, F., Brown, K., Biermann, S., & Khanfar, A. A. (2020). Cross-docking: A systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11).
- Schober, Thea Louise, and Charlotte Abrahamsen. (2022). Patient Perspectives on Major Lower Limb Amputation – A Qualitative Systematic Review. *International Journal of Orthopaedic and Trauma Nursing*, 46(June), 11-1.
- Shuib, A., & Fatthi, W. N. A. W. A. (2012). A Review on Quantitative Approaches for Dock Door Assignment in Cross-Docking. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 2(5), 370.
- South, E., Rodgers, M., Wright, K., Whitehead, M., & Sowden, A. (2022). Reducing lifestyle risk behaviours in disadvantaged groups in high-income countries: A scoping review of systematic reviews. *Preventive Medicine*, 154(October 2021), 106916.
- Stephan, K., & Boysen, N. (2011). Cross-docking. *Journal of Management Control*, 22(1), 129–137.
- Tang, S. L., & Yan, H. (2010). Pre-distribution vs. post-distribution for cross-docking with transshipments. *Omega*, 38(3–4), 192–202.
- Theophilus, Oluwatosin, Dulebenets, M. A., Pasha, J., Abioye, O. F., & Kavooosi, M. (2019). Truck scheduling at cross-docking terminals: A follow-up state-of-the-art review. *Sustainability (Switzerland)*, 11(19), 1–23.
- Van Belle, J., Valckenaers, P., & Cattrysse, D. (2012). Cross-docking: State of the art. *Omega*, 40(6), 827–846.
- Walha, F., Chaabane, S., Bekrar, A., & Loukil, T. (2014). The cross docking under uncertainty: State of the art. *2014 International Conference on Advanced Logistics and Transport, ICALT 2014*, 330–335.
- Yan, H., & Tang, S. long. (2009). Pre-distribution and post-distribution cross-docking operations. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(6), 843–859.

- 1 Milk- runs
- 2 Buijs et al
- 3 Receiving
- 4 Storage
- 5 Order picking
- 6 Shipping
- 7 Van Belle et al
- 8 Apte & Wiswanthan
- 9 Hosseinzadeh et al
- 10 Meta review
- 11 Review of reviews
- 12 Meta-review
- 13 Gough et al
- 14 Boysen & Flinder
- 15 Agustina et al
- 16 Stephan & Boysen
- 17 Shuib & Fatthi
- 18 Assign trucks to doors
- 19 Wallha et al
- 20 Ladier & Alpan
- 21 Buakum & Wisittipanich
- 22 Theophilus
- 23 Mavi et al
- 24 BibExcel
- 25 Gephi
- 26 Ardakani & Fei
- 27 PRISMA
- 28 Scopus
- 29 Web of science
- 30 Science direct
- 31 Elsevier
- 32 Springer
- 33 Wiley
- 34 Sage
- 35 Inderscience
- 36 Critical Appraisal Skills Program(Casp)
- 37 Inventory level
- 38 Working hours
- 39 Balanced workload
- 40 Travel distance
- 41 Congestion
- 42 Total product stay time
- 43 Total loading and unloading
- 44 Truck processing time deviation
- 45 Door utilization
- 46 Product not loaded
- 47 Schedule length or make span
- 48 Preemption cost
- 49 Number of touches
- 50 Workload scheduling
- 51 Workload forecasting
- 52 Internal transportation
- 53 Service mode
- 54 Exclusive
- 55 Mixed
- 56 Combination
- 57 Destination Exclusive
- 58 Preemption
- 59 Temporary storage capacity
- 60 Internal resource capacity
- 61 Arrival time
- 62 Departure time
- 63 Deadline
- 64 Product interchangeability
- 65 Post- Distribution
- 66 Destination
- 67 Pre- Distribution
- 68 Tang & Yan
- 69 Yan & Tang
- 70 Transshipment
- 71 Duty scheduling