

هشتمین کنفرانس بین‌المللی در مدلسازی لجستیک شهریور
سویه ها و نوآوری های اخیر در مدلسازی لجستیک شهری
ایچی تانیگوچی، راسل جی تامسون، تاداشی یامادا

دانشکده ی مدیریت شهری، دانشگاه کیوتو، نیشیکویو کو، کیوتو ۶۱۵-۸۵۴۰ ژاپن
انستیتوی مطالعات حمل و نقل، دانشکده ی مهندسی عمران، دانشکده ی مونا، ۳۸۰۰ استرالیا

چکیده

چالش های بسیاری در ارتباط با حمل و نقل کالا درون شهرها وجود دارد، زیرا مناطق شهری بزرگ تر و شهروندان سالمند به مراقبت های بیشتری در خانه هایشان نیازمندند. کیفیت هوا هم تحت تأثیر خودروهای شهری قرار گرفته است. این مقاله یک بررسی از سویه ها و نوآوری های اخیر در مدلسازی لجستیک شهری ارائه می دهد. تکنیک های جدیدی برای مدلسازی لجستیک شهری، توسعه داده شده در حوزه های تولید گازهای گلخانه ای، سلامت و ابرشهرها مشخص شده است. این مقاله فرمولاسیون، متدولوژی های راه حل و کاربرد این مدلها را توضیح داده است. کلیدواژه ها: مدلها، لجستیک شهری، تولید گازهای گلخانه ای، سلامت، ابرشهرها

۱. معرفی

لجستیک شهری یک نقش مهم را در ساخت سیستم های حمل و نقل شهری کارا، دوستدار محیط زیست و امن بازی می کند. تعدادی از معیارهای سیاسی شامل مراکز تثبیت شهری، آئین نامه کنترل دسترسی به مراکز شهری، تحویل های ساعت خارج از اوج (off-peak hour deliveries)، مناطق با انتشار کم گازهای گلخانه ای در مناطق شهری، شهرهای سراسر جهان آزمایش و پیاده سازی شده است تا اهداف لجستیک شهری، تحرک، پایداری و قابلیت زندگی محقق شود. مدلسازی شمای لجستیک شهری برای ارزیابی تأثیرات پیاده سازی این معیارها ضروری است. این مقاله سویه های نوآورانه ی اخیر در تکنیک های مدلسازی برای لجستیک شهری را بررسی می کند. پیشرفت های مهم اخیر در مدلسازی لجستیک شهری می تواند در ارتباط با پایداری و زیست پذیری مناطق شهری در نظر گرفته شود. مردم به دنبال کیفیت هوای بهتر، جوامع امن تر و زندگی سالم تر هستند. این اجزا برای یک کیفیت بالاتر از حیات ضروری است. لجستیک شهری می تواند در جذابتر و مولدتر ساختن مناطق شهری یاری رسان باشد. با پیشرفت شهری شدن در جهان، در ۲۰۱۰ بر اساس آمار سازمان ملل حدود نصف جمعیت در مناطق شهری متمرکز شده اند و پیشبینی شده است که این تا سال ۲۰۵۰ به ۷۰٪ افزایش می یابد. تعدادی از ابرشهرها با جمعیت بیشتر از ۱۰ میلیون ظاهر شده اند و مشکلات زیادی به دلیل جمعیت انبوه در ابرشهرها به وجود آمده است شامل ازدحام ترافیک، آلودگی هوا، تصادفات و مصرف بالای انرژی. این مشکلات بسیار پیچیده اند و متدولوژی های خلاقانه برای غلبه بر آنها ضروری است. راه حل های لجستیک شهری می تواند در حل این مشکلات دشوار یاری رسان باشد زیرا لجستیک شهری چندین هدف را به علاوه رفتار چندین ذینفع را که در فعالیت های لجستیک شهری درگیر هستند در نظر می گیرد که پایه ای است برای شهرهای پایدار و قابل زیست. این مقاله پیشرفت های اخیر در مدلسازی لجستیک شهری را در سه حوزه مهم انتشار گاز، سلامت و ابرشهرها نمایش می دهد. انتشار گاز گلخانه ای توسط خودروهای باری معمولاً تأثیرات مخربی را بر سلامت ساکنان می گذارد. این مقاله تعدادی از مدل های در ارتباط با انتشار گاز توسط عملیات حمل و نقل شامل مدلسازی شبکه، مدلسازی ناوگان، مدلسازی مسیریابی و تحلیل چرخه حیات را توضیح می دهد. این مدلها و تحلیلها برای ارزیابی سیاست های برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای (GHG) همچنین انتشارهای محلی NOx و Sox توسط عملیاتی حمل و نقل موثرند. اخیراً نگرانی های بیشتری در مورد سلامت در جوامع سالخورده به وجود آمده است. لجستیک شهری باید مسایل سلامت به خصوص سلامت خانگی را شامل شود زیرا با افزایش تقاضا توسط افراد مسن برای خدمات پزشکی و پرستاری در خانه سلامت خانگی حیاتی تر می شود زیرا ظرفیت تدارکات محدود است. این مقاله مدلهایی برای سلامت خانگی را با هدف استفاده بهینه از حجم کار و منابع انسانی همراه با عملیات خودروبی، بررسی و به بحث می گذارد. در ابرشهرها مشکلات پیچیده ای در ارتباط با حمل و نقل شهری به دلیل نیاز به سطوح بالاتری از خدمات به عنوان زمان رسیدن کالا و ردیابی کالا در محیط تجارت الکترونیک به وجود می آیند. سیاست های لجستیک شهری برای تأمین خدمات بهتر با هزینه کمتر برای مشتریان و همچنین کاهش تأثیرات منفی محیطی و افزایش امنیت مورد نیاز است. مقاله مدلهایی برای پیشبینی تقاضا، لجستیک اورژانسی و مکان های تجهیزات لجستیک در ابرشهرها را ارائه می دهد.

۲. انتشار گازهای گلخانه ای

۲.۱ معرفی

ماشین آلات باری شهری می توانند مقادیر قابل توجهی از گازهای گلخانه ای را شامل اکسید گوگرد، ذرات ریز و اکسید نیتروژن تولید کنند. نیاز برای به حداقل رساندن انتشارهای مخرب به دلیل سطح بالای در معرض قرار گیری جمعیت در حال زندگی و کار در محیط های شهری وجود دارد. Browne, Allen, Nemoto, Patier & Visser (2012) ارتباط میان مشخصات حمل و نقل شهری و تأثیرات منفی عملیات حمل و نقل شهری را توضیح داده اند. تعدادی از این مشخصات مانند انتشار گاز گلخانه ای به ازای هر کیلومتر حرکت، مصرف سوخت فسیلی به ازای هر کیلومتر و کل کیلومترهای پیموده شده یا سفرهای انجام شده به عنوان مؤثر بر آلودگی هوای محلی شناخته شدند. استفاده از ماشین آلات رانده شده توسط سوخت های غیر فسیلی (شامل دوچرخه) و رفتار راننده در بین ابتکارات ارائه شده ای است که پتانسیل کاهش تأثیرات مرتبط با مصرف سوخت فسیلی به ازای هر کیلومتر را دارا هستند.

تعدادی از روش های مدلسازی برای پیشبینی انتشار مرتبط با عملیات باری شهری استفاده شده اند. این بخش تعدادی از مطالعات در مورد توسعه و کاربرد شبکه، چرخه حیات و مدل ناوگان همراه با الگوریتم مسیریابی که برای پیشبینی انتشار وسایل باری در حال کار در محیط های شهری به کار گرفته شده اند توضیح می دهد. به کارگیری مدلهایی برای تحقیق در مورد منافع مرتبط با به کارگیری حالت های جایگزین و مناطق با انتشار کم هم ارائه شده اند.

۲.۲ روشهای مدلسازی

۲.۲.۱ مدلسازی شبکه

یک مدل شبکه ترافیک برای ارزیابی تأثیرات سیاست ها ی برای کاهش انتشار گاز گلخانه ای از ماشین آلات باری در سیدنی توسعه پیدا کرد (Taylor, Zito, Smith & D'Este, 2005) بهترین انتخاب های سیاست مشخص شده برای کاهش انتشار GHG از ماشین آلات حمل و

نقل "ضریب بار بالاتر" و "بهترین تکنولوژی سوخت" است. مدل های انتشار برای ماشین ها و نوع سوخت های مختلف ساخته شدند. فرایند های واگذاری برای ترکیب ماتریس های سفر برای نوع کامیون های گرفته شده از یک بررسی ماشین تجاری با ماشین های مسافری توسعه داده شدند. یک تابع بر اساس ارتباط به کار گرفته شد که تأثیرات تعداد ماشین ها با نوع و همچنین سرعتشان را به کار می گرفت. یک ضریب اصلاح بار برای تنظیم انتشار پایه با هدف تخمین تأثیرات ماشین های حمل کننده بارهای بیشتر به کار گرفته شد. این اجازه ی تحقیق در مورد یک مصالحه میان تعداد ماشین ها و باری که حمل می کنند را می داد.

یافته شده است که ازدحام ترافیک باعث افزایش بنیادی در انتشار CO₂ برای ماشین های باری می شود (Barth & Frey, Rouphail & Zhai, 2008; Boriboonsomsin, 2008; Figliozi, 2011). ه (TRL (1999) یک رابطه میان انتشار، مسیر سفر و سرعت سفر برای کامیون های بزرگ توسعه داده است.

۲.۲.۲ مدل سازی ناوگان

هنگامی پیشبینی مجموع انتشارها از کل ناوگان باید پویایی های مرتبط با انتخاب های جایگزینی خودرو (vehicle replacement decisions) و الگوهای استفاده برای کلاس های خودروهای باری را در نظر بگیرد. وود، آی، بیر و واتسون (۲۰۰۶) مدلی را برای پیشبینی انتشار از ناوگان خودرویی با موتور استرالیایی توسعه داد، به صورتی که بخش های مربوط به کامیون های یکپارچه و کامیون های چند قسمتی به صورت جدا در نظر گرفته می شوند. این مدل شامل سه واحد به هم پیوسته ی فعالیت های مسافرتی، سوخت و انتشار است. خریدهای جدید وسایل نقلیه در یک سال خاص با استفاده از ناوگان وسیله نقلیه برنامه ریزی شده و نسبت محصولات باقی مانده آن سال با استفاده از توابع بقا تخمین زده می شود. توزیع وسایل حمل و نقل بر روی افق مدل سازی با ترکیب فروش های برنامه ریزی شده ی وسایل نقلیه جدید و محصولات قبلی باقی مانده تخمین زده می شد. مفروضات مربوط به ترکیب سوخت شامل استفاده از LPG برای کامیون ها تولید می شود. انتشار کلی گاز خروجی آلوده کننده شامل PM₁₀ تا سال ۲۰۱۵ به صورت سالانه تخمین زده شد. مدل سطوح بالاتر از ازدحام را در محیط های شهری که ممکن است انتشار را افزایش دهند در نظر نگرفته است.

۲.۲.۳ مدل های مسیریابی

Suzuki (2011) روشی را برای کاهش مصرف سوخت و انتشار با توسعه مسیریابی که فاصله ی طی شده توسط وسایل حمل و نقل با کالاهای سنگین را حداقل می کند ارائه داده است. صفی از بازدیدهای مشتری تعیین شد به گونه ای که کالاهای سنگین تر در اولین مرحله از گشت ها تحویل داده می شوند. این مدل راه حل هایی را نتیجه می دهد که اقلام سنگین خیلی زود تحویل داده می شوند و در مقایسه با کوتاهترین مسیرها باعث ذخیره ی سوخت به میزان ۴.۹ تا ۶.۹ درصد می شود.

Scora, Boriboonsomsin & Barth (2013) توسعه و کاربرد الگوریتم های حمل و نقل دوستدار محیط زیست (EFNav) را که به صورت خاص برای کامیون های سنگین (HDT) طراحی شده است توضیح می دهد. این سیستم با هدف ارائه مسیریابی است که مصرف سوخت را به حداقل می رسانند. یک مدل با مقیاس متوسط (mesoscale) از داده های مربوط به انرژی و انتشار کامیون ها که توسط آزمایشگاه انتشارات سنگین متحرک (MEL) یوسی ریورساید و یک مجموعه داده شبیه سازی شده برای بازه وسیعی از شرایط کاری با استفاده از یک مدل انتشار و انرژی یک کامیون سنگین ساخته شد. این مدل اجازه ی پیشبینی دقیق مصرف سوخت با دادن حجم وسایل حمل و نقل و شیب جاده را می دهد. شبیه سازی تعداد زیادی از مسیرهای ایجاد شده با EFNav-HDT با مسیریابی با کوتاهترین زمان سفر مقایسه شد. تخمین زده می شود که صرفه جویی قابل ملاحظه ای در مصرف سوخت انجام می شود ولی همچنین افزایش قابل ملاحظه ای در زمان سفر به وجود می آید.

۲.۲.۴ تحلیل چرخه عمر

مهم است که مصرف سوخت و انتشار وسایل حمل و نقل باری را در دوره حیاتش تخمین زد تا بتوانیم کاملاً هزینه های محیطی در ارتباط با عملیات باربری را درک کنیم. ترکیب چرخه عمر یک وسیله شامل ورودی های انرژی، ماده، فرایند و سرویس است که در طراحی، تولید، استفاده دوره های پایان حیات یک وسیله در نظر می گیریم.

به صورت سنتی تحلیل چرخه عمر (LCA) بر اساس یک روش فرایندی است که وارد کردن نیازمندی های مواد و تولیدات بالادست در آن دشوار است. LCA فرایند (PLCA) تمایل به تمرکز بر مراحل استفاده و پایان حیات در عمر یک محصول دارد. LCA با ورودی خروجی اقتصادی (EIOLCA) شامل مدل سازی تعادل اقتصادی دارد که تحلیل ورودی خروجی را با پایگاه داده ی محیطی برای تحلیل زنجیره تأمین یک محصول ترکیب می کند.

Macleane & Lave (1998) یک مدل مرحله استفاده را ارائه داده اند که شامل استفاده از منابع و تخلیه های محیطی برای مراحل مختلف چرخه عمر یک وسیله نقلیه می شود که شامل چرخه سوخت (جستجو و تولید، پالایش، بازاریابی سوخت و سوختگیری وسیله نقلیه)، سرویس کردن وسیله (اجزا و مایعات، مواد خام و کار) و همچنین تولید، استفاده از وسیله، هزینه های ثابت و از دور خارج کردن می شود. داده ها با استفاده از یک مدل EIOLCA تولید شد و به سه نوع اقتصادی، اثرات جانبی (آلودگی هوا، مشکلات جهانی و استفاده از منابع) و مشخصات وسیله نقلیه (فضای داخلی وسیله، وزن بدنه و اقتصاد سوخت) تقسیم شد.

باید ذکر کرد که تأثیرات فرایندهای بالادست و پایین دست مانند تولید انرژی، تولید وسیله نقلیه و تعمیرات و همچنین احداث زیرساخت و نگهداری آن باید در ارزیابی محیطی وسایل نقلیه موتوری در نظر گرفته شود (Rothengatter, 2003:18). تأثیرات تولید انرژی مرتبط با تولید و پخش سوخت پیش از مصرف است. تولید وسیله نقلیه شامل تأثیرات کل زنجیره تأمین وسایل نقلیه شامل تمام اجزای استفاده شده در تولید آن و همچنین تعمیرات جاری آن است. اثرات زیرساخت مربوط به تأثیرات ساخت و نگهداری تأسیسات مورد نیاز برای به کار گیری وسایل نقلیه بر روی سیستم های طبیعی و اجتماعی است.

اخیراً تمام چرخه عمر (طراحی، تولید و پایان عمر) زیرساخت ها و سوخت ها و همچنین وسایل نقلیه در یک تحلیل چرخه عمر جامع تر از حالت های حمل و نقل شامل وسایل باربری وارد شده اند (Chester & Horvath, 2007).

بیشتر تحلیل مصرف انرژی و انتشار بر روی مواد خروجی از آگروز تمرکز کرده است و عامل هایی مانند منابع مورد نیاز و آلودگی تولید شده در حین ساخت وسیله و سوخت و همچنین توسعه ی زیرساخت ها را نادیده می گیرد. تخمین زده شده است که ورودی های کلی انرژی و انتشار گازهای گلخانه ای ۶۳٪ بیشتر از آگروز ماشین برای ماشین های در جاده آلودگی ایجاد می کنند (Chester & Horvath, 2009). یک جزء غیر عملیاتی ماشین معمولاً می تواند کل انتشار را تحت تأثیر قرار دهد.

LCA یک فرایند پیچیده ی مدل سازی است که شامل تعداد زیادی مفروضات است و مقدار زیادی داده نیاز دارد. معمولاً مقایسه ی نتایج بین کشورها به دلیل تفاوت در تولید سوخت، وضعیت شبکه حمل و نقل (مانند زیرساخت ها و سطح ازدحام) و دسترسی به تکنولوژی های وسایل نقلیه دشوار است.

نتایج گرفته شده از LCA می توانند به شیوه های زیادی بیان شوند. معمولاً انتشار و ورودی های انرژی کل در تمام حیات یک وسیله ی نقلیه تخمین زده می شود. هرچند معمولاً استفاده از هزینه کل برای تعیین نرخ ها، بیان کارایی وسایل نقلیه در فواصل طی شده و بار حمل شده مفیدتر

است. این معمولاً باعث می‌شود که مقایسه‌های معنی دار تری بین حالت‌ها در محیط‌های شهری انجام شود. معمولاً در تحلیل چرخه عمر وارد کردن تأسیسات پارکینگ در نظر گرفته نمی‌شود. هرچند اخیراً مطالعه‌ای انرژی و انتشار را از ساخت و نگهداری زیرساخت‌های پارکینگ برای خودروهای SUV و وانت در نظر گرفته است (Chester, Horvath & Madanat, 2010) این مطالعه نشان داد که انتشارهای اضافی فراوانی را می‌توان به زیرساخت‌های پارکینگ نسبت داد.

۲.۲.۵ سایر روشهای مدل‌سازی
مصرف سوخت مرتبط با استفاده از وسایل باربری به مقدار زیادی بستگی به عمر و نوع وسیله، سطح مصرف انرژی آن و خصوصیات رانندگی دارد. مصرف سوخت برای موتورهای احتراق درونی فسیلی (ICE) مورد استفاده در ون‌ها بسیار وابسته به اندازه موتور و چرخه رانندگی دارد. سطوح بالاتر از شتاب و ترمز در محیط‌های شهری باعث مصرف بالاتر سوخت در مقایسه با رانندگی خارج از شهر شده است. مطلوب است که هنگام مقایسه‌ی انتشار و مصرف سوخت از وسایل نقلیه موتوری از یک چرخه رانندگی مشترک که نمایش دهنده‌ی الگوهای رانندگی معمولی در یک دوره از زمان است استفاده کرد. به این دلیل که نرخ‌های معمول تولید شده توسط تولیدکنندگان بر اساس سرعت متوسط است نه بر اساس سفرهای واقعی در شرایط ترافیکی واقعی در شبکه‌های جاده‌ای. چرخه رانندگی شامل یک نمایه سرعت برای یک سفر کلی در یک شهر خاص است. هرچند کارهای محدودی در توسعه‌ی چرخه‌ی رانندگی برای کامیون‌ها و وانت‌ها انجام شده است (Barth, Scora & Younglove, 2004).

یک مدل پویایی سیستم برای تخمین سویه‌های انتشار CO₂ از حمل و نقل باری در بیجینگ در دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۳۰ توسعه یافته است (Wang, Fei, Feng, Imura & Hayashi, 2010). این مدل شامل نمایی از شرایط اقتصاد کلان و عامل‌های مردمی است. نیاز به در نظر گرفتن ساختار یک کانال توزیع ثانویه همراه با سیستم جمع‌آوری مشتری در تخمین انتشار CO₂ از توزیعات خرد در محیط‌های شهری توسط McKinnon & Woodburn (1994) ذکر شده است. این عمل مدل‌سازی شامل فرضیاتی در ارتباط با ضریب تثبیت کامیون، فاصله میان مراکز توزیع خرد و فروشگاه‌ها، فاصله طی شده توسط وسایل نقلیه تحویلی تأمین‌کنندگان و همچنین تناوب و بارهای حمل شده از مغازه تا خانه‌ها است. نتایج نشان داد که تأثیرات مثبت مراکز توزیع شهری بر انتشار CO₂ می‌تواند با افزایش سفرهای مشتریان به دلیل تمرکز بالاتر خرده‌فروشی‌ها خنثی شود.

۲.۳ حالت‌های جایگزین
وانت‌ها و کامیون‌های برقی پتانسیل کاهش انتشار گاز از آگروز در محیط‌های شهری را دارند و می‌توانند سلامتی را افزایش و گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهند. وانت‌ها و سه‌چرخه‌های برقی اخیراً در تحویل تدارکات ایستادگی و اداری در یک مرکز ادغام شهری در لندن آزمایش شدند و به صورت تخمینی ۵۴٪ کاهش انتشار CO₂ را به ازای هر بار تحویل داده شده نتیجه دادند (Browne, Allen & Leonardi, 2011; Leonardi, Cullinane, 2012). اخیراً وسایل نقلیه‌ی برقی تمایل به داشتن قیمت‌های بالاتری دارند (Leonardi, Cullinane, 2012). یک مدل برای بررسی رقابت اقتصادی وسایل نقلیه باری برقی در برابر کامیون‌های دیزل توسط Feng & Figliozzi (2012) نمایش داده شده است. برنامه نویسی عدد صحیح برای تعیین نقاط شکست در مکانی که وسایل حمل و نقل برقی می‌توانند رقابتی شوند استفاده شد. این مدل سرمایه، هزینه‌های اجرا و نگهداری و همچنین بازیابی را در حد تقاضا، عمر وسیله و محدودیت‌های بودجه‌ای برای یک ناوگان را در یک بازه ۱۵ ساله حداقل می‌کند. تحویل توسط دوچرخه یک مفهوم بازگشت به آینده است که اخیراً در مجله تایم به عنوان یکی از ۱۰ ایده بزرگ در حمل و نقل مطرح شده است (Sanburn, 2013). تحویل توسط دوچرخه باعث کاهش هزینه‌های محیطی از جایگزینی حالت و همچنین ایجاد ازدحام کمتر از وسایل حمل و نقل در حال استفاده از جاده برای حرکت و توقف می‌شود. (Maes & Vanelander, 2012) یک مدل شبیه‌سازی را برای تخمین تأثیرات مالی و محیطی پیک‌های دوچرخه‌ای ارائه داده‌اند. این مدل تخمین می‌زند که با جایگزینی هر وانت ۶ تن CO₂ به صورت سالانه کمتر وارد جو می‌شود.

(Nuzzolo, Crisalli & Comi, 2008) یک مدل‌ولوژی را برای پیش‌بینی درآمد و تأثیرات توزیع ریلی کالا در محیط‌های ابرشهری/شهری ارائه داده‌اند. یک مدل بر اساس ناحیه تقاضای باری سه سطحی برای تخمین جریان متوسط کالا، تحویل‌ها و وسایل نقلیه توسعه داده شد. این مدل برای تحلیل امکان تکنیکی و اقتصادی یک سرویس باری ریلی جدید در شبه جزیره‌ی سورتینا در ایتالیا استفاده شد. منافع از اثرات جانبی کاهش یافته قابل تخمین بود.

۲.۴ نواحی انتشار پایین
نواحی با انتشار پایین (LEZ) با هدف تشویق استفاده از وسایل نقلیه پاک‌تر و کاهش تعداد وسایل نقلیه قدیمی و آلوده‌تر در حال کار در مناطق مرکزی شهر به اجرا در آمد. Browne, Allen & Anderson (2005) بررسی‌هایی را برای تحقیق در مورد تأثیرات ممکن LEZ در لندن به صورت انواع وسایل نقلیه استفاده شده در عمل در لندن و سایر مکان‌ها در انگلستان انجام داد. توزیع چرخه‌های جایگزینی وسایل حمل و نقل کمتر و بیشتر از ۳.۵ تن به دست آمد. Ellison, Greaves & Hensher (2013) یک ارزیابی را از LEZ با بزرگنمایی نیاز برای در نظر گرفتن تأثیرات LEZ بیرون و درون محوطه آن ارائه دادند.

Greaves (2009) جزییات یک ابزار استراتژیک برای تحلیل محیطی در باربری جاده‌ای را ارائه داده است (STEAR-F). این مدل بازه‌ای از داده‌های عمومی موجود شامل بررسی‌های باری، نمایه ناوگان و نرخ انتشار را برای تخمین انتشار جمع می‌کند. نتایج از مطالعه حمل و نقل اقتصادی کلان مقیاس برای تخمین الگوهای منبع و مقصد و کیلومتر حرکت وسایل نقلیه (VKT) بر اساس نوع وسیله مورد استفاده قرار گرفتند. خواص ناوگان از پایگاه داده دولتی شامل عمر و نوع سوخت برای تخمین VKT بر اساس نوع وسیله، عمر و نوع سوخت استفاده شد. ضرایب انتشار برای پیش‌بینی انتشارهای GHG و غیر GHG مورد استفاده قرار گرفت.

STEAR-F برای ارزیابی تعدادی از سیاست‌ها در سیدنی که شامل شمای scrappage وسیله نقلیه، LEZ و برنامه سوخت جایگزین است مورد استفاده قرار گرفت. تخمین‌های کسب و کار سال ۲۰۱۵ به عنوان یک سناریوی معمولی بر اساس خروجی‌های الگوهای جایگزینی وسیله نقلیه و استانداردهای انتشار آینده شکل گرفت. تأثیر بعضی از این سناریوها شامل یک LEZ با هدفگیری وسایل حمل و نقل پیش از یورو III اطراف مرکز شهر و مناطق بندری سیدنی تخمین زده شد. پیش‌بینی شد که LEZ باعث کاهش ۱۰-۱۵٪ آلاینده‌ها شود.

۳ مشکلات سلامت

اخیراً جمعیت سالمند بالای ۶۵ سال در بسیاری از کشورها رو به افزایش است و مشکلات سلامت مهم‌تر شده‌اند. مراقبت‌های پزشکی و پرستاری افراد سالمند در بیمارستان‌ها و خانه‌ها مشکل اصلی در جوامع سالخورده است و سرویس بهتر برای بیماران تحت شرایط بودجه و منابع محدود مورد نیاز است. تعداد بیماران به دلیل افزایش افراد مسن افزایش یافته است ولی تعداد پزشکان، پرستاران و سایر پرسنل پزشکی محدود است و ظرفیت بیمارستان‌ها و کلینیک‌ها همچنین محدود است بنابراین شکافی در بین عرضه و تقاضا برای سرویس‌های مراقبت پزشکی و پرستاری وجود دارد. لجستیک شهری می‌تواند این مشکلات مربوط به سلامتی را برطرف کند، زیرا لجستیک شهری فرایند بهینه‌سازی کلی فعالیت‌های لجستیکی در

مناطق شهری است با در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی، محیطی، اجتماعی و ایمنی آن. به دلیل اینکه هدف لجستیک شهری پویایی، پایداری و زیست پذیری با در نظر گرفتن مشکلات سلامتی در شهر است، لجستیک می‌تواند یک جامعه ی کارا و سلامت را ایجاد کند.

به این دلیل که تعداد تخت‌ها در بیمارستان محدود است، بسیاری از بیماران باید برای دریافت مراقبت‌های پزشکی و پرستاری و سایر سرویس‌های حمایتی شامل دریافت دارو، غذا و خدمات استحمام در خانه‌هایشان بمانند. در زمان‌های گذشته اعضای خانواده مراقبت از اقوام مسن را در خانه‌هایشان بر عهده می‌گرفتند اما امروزه به دلیل تغییر ساختار خانواده بیماران نیازمند حمایت از خارج از خانواده‌شان هستند. در نتیجه مسایل سلامت خانگی (HHC) تبدیل به موضوع حوزه جدید و در حال تکاملی از تحقیقات شده است که مسیریابی وسیله نقلیه و مسایل زمانبندی با پنجره زمانی (VRPTW) همچنین مسایل طراحی فهرست کارکنان در این حوزه کاربرد دارند. مسایل HHC برای حداقل کردن هزینه ی تحویل خدمات پزشکی و پرستاری و حداکثر کردن رضایت بیمار تلاش می‌کنند تا زمان بندی بهینه ای از کارها و مسیریابی بیابند.

بعضی از مدلها برای حل این مسایل طراحی شده اند. (Begur, Miller & Weaver (1997) یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری برای سلامت خانگی معرفی کرده اند. (Bertels and Fahle (2006) یک روش مرکب شامل استفاده از ترکیبی از برنامه نویسی خطی، برنامه نویسی محدودیت و متا الگوریتم ابتکاری برای مسأله سلامت خانگی ارائه داده اند. (Eveborn, Flisberg & Rönnqvist (2006) یک سیستم پشتیبان تصمیم گیری برای برنامه‌ریزی کارکنان مراقبت خانگی پیشنهاد داده اند. (Nickel, Schröder and Steeg (2012) یک برنامه بزرگ که شامل تغییرات عملیاتی در مسایل HHC است را در نظر گرفته اند.

(Rasmussen, Justesen, Dohn & Larsen (2012) مسأله را به صورت یک مسأله بخش بندی مجموعه با محدودیت‌های جانبی مدل کرده‌اند و یک الگوریتم حل به صورت شاخه بندی و قیمت گذاری دقیق توسعه داده اند. (Liu, Xie, Augusto & Rodriguez (2013) یک مسأله زمان بندی وسیله نقلیه را که در لجستیک سلامت خانگی با آن برخورد می‌شود را مطرح کرده‌اند و بیماران را به عنوان مسأله مسیر یابی وسیله نقلیه خاص با تحویل همزمان و سوار کردن و پنجره زمانی بین مخازن در نظر گرفته است. (Benzarti, Sahin & Dallery (2013) مسأله منطقه بندی HHC را به عنوان یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح (integer) مرکب فرمول بندی کرده است. نتایج محاسباتی آن‌ها نشان داد که مدل می‌تواند کیفیت سرویس را برای بیماران افزایش دهد و تعادل بارکاری منابع انسانی را بهینه سازی کند. به دلیل اینکه این مسایل NP-دشوار هستند روشهای متا ابتکاری شامل جستجوی تابو، آنیلینگ شبیه سازی شد و الگوریتم‌های ژنتیک معمولاً به کار برده می‌شود. سلامت خانگی در زمان‌های فجایع طبیعی یک مشکل بسیار حاد برای افراد مسن و بیمارانی هستند که مراقبت‌های پزشکی و پرستاری مخصوصی را نیاز دارند. در هنگام زلزله ی توهوگو در سال ۲۰۱۱ در ژاپن، بسیاری از افراد مسن و معلول به پناهگاه برده شدند و یا حتی در حالی که خانه‌هایشان توسط زلزله یا سونامی آسیب دیده بود در خانه‌هایشان ماندند. تأمین خدمات پزشکی و سایر پشتیبانی‌ها برای این افراد یک وظیفه ی بسیار مشکل بود. از دید برنامه‌ریزی کمک‌های انسانی، مدلسازی مناسب ضروری است. (Trautsamwieser, Gronalt & Hirsch (2011) مدلی را ارائه داده‌اند که مجموع زمان‌های رانندگی و توقف و سطح ناراضیاتی بیماران و پرستاران در وضعیت سیل زدگی را حداقل می‌کند.

همچنین نیاز برای حمل و نقل بیماران بین واحدهای مراقبت وجود دارد. مدیران آمبولانس باید برای انتقال بیماران با در نظر گرفتن تقاضاهای دایما در حال تغییر نقشه داشته باشند. (Kergosien, Lente, Piton & Billaut (2011) یک مدل انتقال بیمار را با در نظر گرفتن اولویت تقاضاهای فوری برای واحدهای مراقبت معرفی کرده اند.

۴ مدلسازی لجستیک برای ابرشهرها

در حدود نصف جمعیت جهان در مناطق شهری تراکم یافته است، علت آن فرصت‌ها برای یک کیفیت بهتر از زندگی است. در نتیجه بسیاری از این مناطق با سرعت در حال گسترش هستند که باعث رشد ابرشهرها می‌شود، که معمولاً به عنوان مناطق مرکزی با پایتخت بیشتر از ۱۰ میلیون تفر در نظر گرفته می‌شود (Duren & Miller, 2012).

رشد ادامه دار جمعیت و اقتصاد که معمولاً در ابرشهرها دیده می‌شود، باعث افزایش قابل ملاحظه در انتقال بار در شبکه حمل و نقل می‌شود و باعث تراکم ترافیک و تغییرات محیطی می‌شود. این نیاز برای تخمین دقیق حمل بار و پیشبینی حرکت‌های مورد انتظار کامیون‌ها و جریان کالای ایجاد شده توسط آن را افزایش می‌دهد.

ابرشهرها همچنین می‌توانند انواع مختلفی از فجایع شامل زلزله، سیل و توفان را تجربه کنند که باعث اختلال سیستم‌های توزیع شهری می‌شود. فجایع نتیجه ی شکست وسیع زیست محیطی در روابط میان انسان و محیط‌شان است (Gunn, 2003). سیستم‌های ترافیک معمولاً در نتیجه ی فاجعه مختل می‌شوند و راه‌های کارای ادامه ی خدمات توزیع باید برای حالت‌هایی که ظرفیت سیستم ترافیک شهری کاهش می‌یابد تشخیص داده شود. به علاوه بهینه سازی مکان تسهیلات لجستیک در ابرشهرها مهم است نه فقط در حالت اورژانسی بلکه در هر زمان به دلیل تأثیر قدرتمند آن بر استفاده از زمین و جریان ترافیک و محصولات جانبی ناخواسته ای مانند تراکم ترافیک و آلودگی هوا.

۴.۱ پیشبینی تقاضا

مدلهای باربری برای یاری رساندن در وظایف تخمین تقاضا برای سفر و تأثیرات استفاده از زمین پیشنهاد شده یا تغییرات سیستم حمل و نقل مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ogden, 1992). مدل‌های باربری می‌توانند به عنوان یک اصطلاح کلی استفاده شوند اما در مقاله ی حاضر بعضی اوقات به عنوان مدل‌های تقاضای باری، مدل‌های حمل و نقل باری، مدل‌های جریان بار یا مدل انتقال کالا خوانده می‌شوند. هرچند بیشتر مدل‌های باری هنوز تحت توسعه هستند و به اندازه مدل‌های مسافربری به بلوغ نرسیده اند.

این مدل‌ها می‌توانند معمولاً به سه نوع تفکیک شوند: مدل‌های براساس کالا، مدل‌های براساس سفر و مدل‌های براساس گشت. در عمل مدل‌های برپایه ی سفر و کالا غلبه دارند. مدل‌های براساس کالا معمولاً مقدار کالاهایی را که در حال انتقال بین مناطق با استفاده از چندین متغیر اقتصادی که بعداً تبدیل به سفر وسیله باری می‌شوند را تخمین می‌زنند (e.g., Hutchinson, 1974; Wisetjindawat, Sano & Matsumoto, 2006; Giuliano, Gordon, Pan, Park & Wang, 2010). و (Holguín-Veras & Thorson (2003) مدلی را برای حرکت کامیون خالی که می‌تواند با جریان کالا مجتمع شود توسعه داده است. (Holguín-Veras & Patil (2008) جریان‌های باری OD را شامل سفرهای کامیون پر و خالی تخمین زده است. مدل‌های بر اساس گشت و سفر به صورت مستقیم نرخ‌های تولید و جذب سفر ناحیه ای را بر اساس متغیرهای اقتصادی مانند طبقه بندی استفاده از زمین، تعداد موسسات، استخدام، جمعیت، اندازه زمین و زیربنا (e.g., Oppenheim, 1993; List & Turnquist, 1994; Hunt & Stefan, 2007; Muñozuri, Cortés, Onieva & Guadix, 2010) تولید می‌کنند. مدل‌های بر اساس سفر معمولاً از عدم وجود منطق رفتاری اقتصادی رنج می‌برند به دلیل اینکه ارتباطات عرضه و تقاضا که نیاز به باربری را کنترل می‌کند مدل نشده اند. مدل‌های بر اساس گشت می‌توانند عامل‌هایی را در بر گیرند که به صورت منطقی سفرها را به گشت‌ها متصل می‌کنند. وسایل باربری شهری معمولاً در هر باربری به پیش از یک مشتری بار می‌رسانند و پیش از بازگشت به مبدأ در طول فعالیت‌های روزانه شان چندین توقف می‌کنند. (Hensher & Figliozzi (2007) اهمیت در نظر گرفتن اتصال سفرها به همدیگر را در باربری نشان داده است. به همین دلیل

Wang and Holguin-Veras (2008) بر روی رفتار سفر زنجیره ای تمرکز کرده‌اند و Ruan, Lin & Kawamura (2012) روش اتصال گشت را برای مدلسازی و تحلیل فعالیت‌های روزانه وسایل باربری و لجستیک شهری پیشنهاد داده است. در این رابطه روش‌های فعالیت بر اساسی زنجیره (e.g. Joubert & Axhausen, 2011) هم پتانسیل خوبی دارند.

اخیراً مدل‌های بر اساس زنجیره تأمین و لجستیک بوده‌اند که تعاملات بین چندین موجودیت اقتصادی را در زنجیره تأمین در نظر می‌گیرند (Kawamura, 2010; Wisetjindawat & Sano, 2003; Roorda, Cavalcante, McCabe & Kwan, 2010; Samimi, Mohammadian & Tavasszy, Ruijgrok & Davydenko (2012)). بر روی اهمیت در نظر گرفتن عناصر لجستیک و زنجیره تأمین در مدلسازی باربری تأکید کرده‌اند. این نوع از مدلسازی معمولاً جریان کالا را در یک منطقه شهری درون چارچوب مدیریت زنجیره تأمین شبیه‌سازی می‌کند. مکان تولید کنندگان، توزیع کنندگان و مصرف کنندگان در نظر گرفته می‌شود در حالی که بیشتر مدل‌ها فقط تعدادی از صنایع را که داده‌هایشان به آسانی در دسترس است مشخص می‌کنند. که دلیل عمده آن در دسترس بودن داده است. جریان مدلسازی شبکه زنجیره تأمین متعلق به Nagurney, Dong & Zhang (2002) یک جهت مهم تحقیقاتی را نشان می‌دهد که از شبکه‌های چند سطحی چند لایه که در حالی که طبیعت فضایی شبکه‌ی تصمی‌گیران را حفظ می‌کند اجازه‌ی رصد چندین جریان مجزا شامل لجستیکی، اطلاعاتی و مالی را در یک سیستم شبکه می‌دهد استفاده می‌کنند. در این زمینه Yamada, Imai, Nakamura & Taniguchi (2011) یک مدل تعادل ابرشبکه زنجیره تأمین-حمل و نقل را پیشنهاد داده‌اند که توانایی نمایش تأثیرات دوطرفه بین تغییرات رفتاری در شبکه زنجیره تأمین و شبکه‌های حمل و نقل را دارد پیشنهاد کرده‌اند.

۴.۲ لجستیک اورژانسی

تعدادی از مطالعات موجود (e.g., Sheu, 2007; Balcik & Beamon, 2008; Caunhye, Nie & Pokharel, 2012) چالش‌های کلیدی برای برنامه‌ریزی لجستیک اورژانسی را در مقایسه با لجستیک کسب و کاری فاش کرده است. که شامل عدم قطعیت (مثلاً مسیر، امنیت، ظرفیت امکاناتی و تقاضا)، ارتباطات و هماهنگی (مثلاً دشواری در دسترسی به اطلاعات تقاضای دقیق بلادرنگ)، تحویل‌های کارا و سروقت و منابع محدود (مثلاً ظرفیت حمل و نقل و سوخت) است. تحقیقات مرتبط مجموعه از روش‌ها (مثلاً مدلسازی و شبیه‌سازی اتفاقی) و مدلسازی بهینه‌سازی را اقتباس کرده‌اند.

مقالات مرتبط با لجستیک اورژانسی می‌تواند به دو نوع تقسیم شود: موقعیت تسهیلات، توزیع امداد و حمل و نقل مجروحان. در بهینه‌سازی موقعیت تسهیلات برای لجستیک اورژانسی، روش پوشش حداکثری برای تعداد تسهیلات تخصیص داده شده به یک نقطه تقاضا معمولاً به کار رفته است (e.g., Jia, Ordóñez & Dessouky, 2005, 2007; Dessouky, Ordóñez, Jia & Shen, 2006). یک مدلسازی مسیر حمل و نقل اتفاقی توسط Dessouky, Ordóñez, Jia & Shen (2006) برای توزیع سریع تدارکات پزشکی توسعه داده شد. توزیع امداد و (stockprepositioning) معمولاً در مدل‌های موقعیت تسهیلات ترکیب می‌شوند (e.g., Chang, Tseng & Chen, 2007; Mete & Zabinsky, 2010; Rawls & Turnquist, 2010). معمولترین نوع مدل‌های توزیع امداد و حمل مجروحان تخصیص منابع و جریان کالا را زیر نظر دارند (e.g., Özdamar, Ekinici & Küçükyazici, 2004; Yi & Kumar, 2007).

۴.۳ مکان تسهیلات لجستیک

مسئله مکان بیشتر در انواع تک تاسیساتی توسعه یافته است. بررسی‌های جامع از مدل‌های مکان کنونی انجام گرفته است که شامل Francis, McGinnis & White (1983), Brandeau & Chiu (1989), Owen & Daskin (1989), Drezner & Hamacker (2002) است. یک جریان کنونی مدلسازی مکان بر روی روش سلسله مراتبی تمرکز می‌کند (e.g., Şahin & Haldun, 2007). مدل‌های مکان تسهیلات سلسله مراتبی مکان تسهیلات تعامل کننده‌شان را در یک پیکربندی چند لایه در نظر می‌گیرند.

در یک سیستم سلسله مراتبی از تسهیلات، مکان تقاضا یا مشتری سطح پایه است و ساختار اصلی شبکه‌ای در نظر گرفته می‌شود که گره‌های آن نشان دهنده مکان تسهیلات و تقاضا است. مسایل مکان تاسیسات سلسله مراتبی می‌توانند توسط چهار مشخصه طبقه‌بندی شوند: الگوی جریان (یعنی خواص جریانی خدمات یا کالاها در منحنی‌های بین گره‌های شبکه)، در دسترس بودن خدمات، پیکربندی فضایی خدمات و هدف مکان یابی تسهیلات (Şahin & Haldun, 2007). این نوع‌ها از مدل عمده‌ها در سیستم‌های تسهیلات سلامت به کار برده شده‌اند (e.g., Boffey, Yates & Galvão, 2003; Şahin, Süral & Meral, 2007).

مسایل مسیریابی مکان (e.g., Toyoglu, Karasan & Kara, 2012) نوعی از مسایل هستند که معمولاً برای تعیین مکان تسهیلات و مسیرهای اطراف تسهیلات در یک سطح مشترک استفاده می‌شوند. در حالت سیستم تولید-توزیع هنگامی که توزیع از طریق انبارهای متعلق به یک تولید کننده انجام می‌شود، ساختار اساساً یک سیستم چند سطحی از تسهیلات است. یک مثال معمول متشکل از خرده‌فروشان (و/یا عمده‌فروشان)، انبارها و کارخانه تولید کننده است. محصولات در ابتدا از کارخانه تولید کننده به انبار و سپس به خرده‌فروشان تحویل می‌شود. در حالتی که در دسترس بودن سرویس تودرتو است (یعنی تحویل مستقیم از کارخانه به خرده‌فروشان و همچنین از انبار به خرده‌فروشان وجود دارد)، الگوی جریان معمولاً چند جریانی است (e.g., Hinojosa, Puerto & Fernández, 2000).

یک جنبه‌ی مهم دیگر از مدلسازی مکانی تسهیلات لجستیک شهری وارد کردن تغییرات جریان ترافیک شبکه‌ی حمل و نقل است مانند استفاده از فرایندهای تخصیص ترافیک. هرچند مطالعات اندکی با در نظر گرفتن تخصیص ترافیک درون مدلسازی مکان انجام شده است (e.g., Yamada, Russ, Castro & Taniguchi, 2009; Meng & Wang, 2011).

۵ نتیجه‌گیری

سویه‌های مرتبط با افزایش اندازه‌ی شهرها و رشد تعداد افراد مسن با نیازهای سلامتی تأثیرات بنیادینی را بر روی زیست‌پذیری و پویایی می‌گذارند. اطمینان از کیفیت هوا و سلامت کافی چالش اصلی است. مقاله حاضر روش‌های مدلسازی را توضیح داده است که می‌تواند برای طراحی و ارزیابی شمای لجستیک شهری برای کاهش تأثیرات باربری در شهرها مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به انتشار گازهای گلخانه‌ای نیاز به در نظر گرفتن هزینه‌های چرخه عمر وسایل باربری و معرفی سوخت‌های جایگزین در شهرها وجود دارد. در ارزیابی تأثیرات شمایی مانند نواحی با انتشار پایین باید تأثیرات فعالیت در خارج آن نواحی هم در نظر گرفته شود.

مفاهیم لجستیک شهری می‌تواند در کاهش هزینه‌ها و افزایش سطوح سرویس سیستم‌های سلامت خانگی یاری رسان باشد. روش‌های مدلسازی جدید برای طراحی شمایی که بتوانند تأثیرات اجتماعی و محیطی را بکاهند مورد نیاز اند.