



برآورد ایجاد بار گروه‌های بار توسط مدل روندگرایی خطی در نواحی ترافیکی ایران

حمیدرضا نجفی خشایار خاوریان، لعلیا حسین رشیدی، محمد اربابی، امیر صمیمی*

دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.

تاریخچه داوری:

دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۷
بازنگری: ۱۴۰۰/۰۹/۲۳
پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۷
ارائه آنلاین: ۱۴۰۰/۱۱/۱۴

کلمات کلیدی:

حمل و نقل بار
مدل‌های تولید و جذب بار
مدل رگرسیون
لجستیک
پیش‌بینی جمعیت

خلاصه: در این پژوهش برای اولین بار مدل‌های رگرسیون ایجاد بار در سطح شهرستان و به تفکیک ده گروه کالایی پرداخت شده است که می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های کلان حمل و نقلی کشور راهگشا باشد. متغیر وابسته تناژ این مدل‌ها بار زمینی ایجاد شده برای ۴۳۰ شهرستان (۴۱۸ ناحیه) است. در این مدل‌ها از متغیرهای اشتغال، جمعیت کل، و متغیرهای دوتایی شهرستان‌ها استفاده شد. معنی‌داری بالای ضرایب، وجود رابطه‌ی منطقی بین متغیر وابسته و توصیفی دلایل قرارگیری متغیرها در ساختار مدل است. ضریب برازش مدل‌ها بین ۰/۸۵ و ۰/۹۸ به دست آمده که مناسب ارزیابی می‌شود. متغیر جمعیت در اکثر گروه‌های کالایی به خصوص کالاهای مصرفی نهایی به خوبی قادر به توصیف بار جذب شده به شهرستان شناسایی شد. به دلیل نقش کلیدی تجارت خارجی در بنادر و نقاط مرزی، متغیر اشتغال به تنهایی و بدون در نظرگیری این عوامل سهم اندکی در توصیف تولید بار دارد. متغیرهای جمعیت شهری و روستایی با رشد هرم سنی جمعیت سال پایه و استفاده از سه عامل نرخ تولد، مرگ‌ومیر و مهاجرت پیش‌بینی شده است. تعداد شاغلین و سهم جمعیت فعال اقتصادی با چهار سناریوی نرخ بیکاری برآورد شده است. طبق نتایج به دست آمده، مقدار تولید و جذب بار کشور با نرخ بیکاری (حفظ وضع موجود) ۱۲/۵ درصد به ترتیب برابر ۵۴۵ و ۵۵۱ میلیون تن در سال ۱۴۰۰ و ۶۶۸ و ۶۶۰ میلیون تن در سال ۱۴۲۰ پیش‌بینی می‌شود. با نرخ بیکاری ۲۵ درصدی، مقادیر یاد شده به ترتیب ۸/۶ و ۲/۲ درصد در سال ۱۴۰۰ و ۹/۴ و ۲/۴ درصد در سال ۱۴۲۰ کاهش یابد.

۱- مقدمه

سالانه ۲۱/۷ و ۱۶/۹ درصد تا سال ۱۴۰۰ ترسیم شده است و انتظار می‌رود سهم حمل و نقل ریلی بار نیز به حداقل ۳۰ درصد برسد. با توجه به اهمیت این موضوع، در مقاله حاضر برای اولین بار مدل‌های پیش‌بینی تولید و جذب بار کشور در سطح نواحی ترافیکی و به تفکیک گروه‌های کالایی توسعه داده شده است. با گسترش این مدل‌ها امکان ارزیابی سناریوهای توسعه، ارزیابی روند تغییرات نیروهای شغلی و جمعیتی، و ارزیابی و استفاده از ویژگی‌های جغرافیایی نقاط مختلف نظیر همسایگی با کشورهای مستعد استفاده از محصولات کشور فراهم می‌شود. این ارزیابی‌ها از نظر میزان تولید و جذب بار در نقاط مختلف کشور و نیاز به توسعه یا مدیریت بهتر زیرساخت‌ها قابل انجام خواهد بود. در بخش ادبیات موضوع ابتدا لایه‌های مدل‌سازی حمل و نقل بار تشریح گردیده و سپس مدل‌های تولید سفر باری ساخته شده در کشور آمریکا به تفکیک روش مدل‌سازی، متغیرهای استفاده شده و ساختار مدل بررسی و دسته‌بندی شده است. در بخش سوم مدل‌های رگرسیون خطی تولید و

حمل و نقل بار به عنوان حلقه رابط بخش‌های مختلف زنجیره تامین صنایع کشور نقشی کلیدی در تامین مواد اولیه و حمل کالای نهایی به بازارهای هدف بر عهده داشته و حدود نیمی از هزینه‌های لجستیکی را تشکیل می‌دهد [۱]. پیش‌بینی تقاضای حمل بار کاربردهای وسیعی در هدف‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های حمل و نقلی دارد که می‌توان به موارد مدیریت ترافیک، تخمین اثرات زیست محیطی ترافیک، تخمین نیازهای بهبود دسترسی و فضای پارکینگ در پایانه‌های حمل بار و تهیه طرح‌های توجیهی سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها اشاره نمود. اهمیت حمل و نقل کالا در توسعه تجارت داخلی و بین‌المللی باعث شده در سال‌های اخیر در اسناد بالادستی و برنامه‌ریزی‌های کلان کشور نیز مورد توجه بیشتری قرار بگیرد. به طور مشخص مطابق قانون پنج ساله برنامه ششم توسعه کشور برای ارزش صادرات کالاها و خدمات غیرنفتی و واردات به ترتیب اهداف رشد

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: asamimi@sharif.edu



یافته است [۲].

روند یاد شده در کشورهای پیشرفته، در استفاده از یافته‌های علمی در صنعت با سرعت کمتری در کشور ایران در حال تکرار است. این مطالعه و ساخت مدل‌های برآورد تولید و جذب بار بر اساس متغیرهای قابل پیش‌بینی، از جمله اقدامات اولیه در راستای برنامه‌ریزی و اصلاح وضعیت مدیریت بار در کشور است.

برای بررسی حمل و نقل بار در مطالعات معمولاً سه لایه کلی در نظر گرفته می‌شود که شامل موارد زیر است.

- تبادل کالاها شامل تولید، مصرف و تجارت کالا،
- شبکه‌های انبارداری (بازار موجود برای خدمات لجستیکی مربوط به انبار)، و
- انتخاب شیوه سفر و مسیرها (بازار موجود برای خدمات لجستیکی مربوط به حمل و نقل)

نکته مهم آن که نباید این سه لایه را معادل فرآیند چهار مرحله‌ای برآورد تقاضای مسافری دانست بلکه این لایه‌بندی برای دسته‌بندی بهتر انتخاب‌های ممکن و مدل‌های موجود، با توجه به مسائل و اهداف مطرح در هر کدام انجام شده است.

در لایه اول مسائل حمل و نقل بار، تولید و مصرف کالا در کنار تجارت بررسی می‌شود. تولید و مصرف کالا به واسطه نیاز مصرف کننده و همین‌طور عرضه تولید کننده اتفاق می‌افتد. هر دو گروه تأثیرگذار بر تقاضای کالا، در هر دو سر طیف ارسال یا دریافت کالا وجود دارند، زیرا تولید کننده نیز برای عرضه محصول خود نیاز به دریافت کالایی به عنوان مواد اولیه دارد. علاوه بر آن افراد مصرف کننده نیز زمانی که کالا را به مبدأ برگردانده یا زباله تولید می‌کنند، به عنوان فرستنده کالا به شمار می‌آیند. تصمیمات متعددی از سمت تولید و مصرف کننده اتخاذ می‌شود که به طور مستقیم بر تعداد و ابعاد سفارش‌ها و جابه‌جایی کالا اثر می‌گذارد. از جمله آن‌ها می‌توان به انتخاب محل سکونت، انتخاب محل کارخانه، نحوه مدیریت پسماند و نحوه ثبت سفارش و خرید اشاره کرد.

همانطور که گفته شد، در این لایه از مسائل حمل و نقل بار، تجارت در کنار تولید و مصرف کالا قرار داده شده است. تجارت بیان کننده نحوه و حوزه انتقال کالا به نقاط مختلف مصرف است. هر چند تعیین مقصد کالا بر اساس انتخاب طرف معامله و میزان جابه‌جایی ممکن و تصمیماتی از این قبیل انجام می‌شود. در بسیاری از تصمیمات یاد شده فردی که مسئولیت فروش کالا یا مدیریت مجموعه را به عهده دارد تصمیم‌گیر است. دولت نیز

جذب بار با استفاده از داده‌های دریافت شده از معاونت حمل و نقل وزارت راه و شهرسازی در سال ۱۳۹۴ پرداخت و گزارش شده است. در این مدل‌ها مجموع تناژ بار جاده‌ای و ریلی به تفکیک گروه‌های کالایی دهگانه معین و برای ۴۱۸ ناحیه (متشکل از ۴۳۰ شهرستان) با استفاده از متغیرهای مستقل اشتغال و جمعیت توصیف شده است. در بخش چهارم متغیرهای توصیفی جمعیت و اشتغال مورد استفاده در مدل‌های پرداخت شده در افق ۲۰ ساله تا سال ۱۴۲۰ برآورد می‌شود. در بخش پنجم نتایج به دست آمده تولید و جذب بار کل کشور بر مبنای چهار سناریوی فرض شده برای نرخ بیکاری، محاسبه و گزارش شده است. در انتها به نتیجه‌گیری، بیان کاربردهای عملی نتایج چنین مطالعه‌ای و ارائه پیشنهادات جهت رفع محدودیت‌های مطالعه حاضر پرداخته شده است.

۲- ادبیات موضوع

مدل‌های مربوط به حمل و نقل بار از دهه ۱۹۶۰ تاکنون کم و بیش و به شکل موازی با سایر مدل‌های مرتبط با حمل و نقل وجود داشته و شکل گرفته است. با وجود اینکه تئوری‌های اقتصادی مربوط به بار و حمل و نقل کالا سابقه تاریخی قابل توجه دارد؛ علوم مدل‌سازی و آماری به شکل متوازن با آن پیشرفت کرده اما توسعه و استفاده از مدل‌های مربوط به بار و کالا بسیار کندتر صورت گرفته است. برای این‌کندی در پیشرفت می‌توان دو دلیل کلی ارائه کرد:

- فقدان اطلاعات موثق از منابع رسمی در حوزه حمل و نقل بار
- نبود تئوری رفتاری اقتصادی منسجم برای توصیف رفتار وسایل باری.

در دهه ۱۹۷۰، حمل و نقل بار عمدتاً به شکل ساده انگارانه‌ای در بین محققین بررسی و مدل می‌شد. به نحوی که آن را مشابه حمل و نقل مسافر و شیوه دیگری از آن در نظر می‌گرفتند. در همان بازه زمانی بود که مفاهیم جدیدی نظیر لجستیک و مدیریت زنجیره تأمین با هدف بهبود خدمات برای افزایش سطح خدمت و کمینه‌سازی هزینه‌ها شکل گرفت. با توجه به رویکردهای جدید، موجی نوین از مدل‌ها در بازه زمانی ۱۹۸۰ تا اوایل سال ۱۹۹۰ ایجاد شد اما متأسفانه با توجه به نیاز قابل توجه این مدل‌ها به اطلاعات و از همه مهم‌تر، عدم رغبت بازار حمل و نقل کالا به استفاده از آن‌ها، تنها در برخی مقالات و تحقیقات علمی از آن‌ها استفاده شد. البته امروزه با توجه به فشار موجود بر روی دولت‌ها به علت افزایش حجم مبادلات کالا استفاده از روابط و تئوری‌های علمی به دست آمده رونق

جدول ۱. مدل‌ها و محدوده علمی مورد استفاده در لایه‌های مدل‌سازی حمل و نقل بار

Table 1. Models and disciplinary focus of freight transport modelling levels

محدوده علمی	مدل	لایه
اقتصاد ورودی و خروجی، مهندسی اقتصاد جغرافیایی اقتصادسنجی	تولید و مصرف: مدل‌های ورودی و خروجی، تجارت: مدل جاذبه ترکیبی: مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر با رویکرد مکانی و مشتقات آن مدل‌های ایجاد بار	تولید، مصرف، تجارت
تحقیق در عملیات نظریه انتخاب گسسته	انتخاب ابعاد محموله مدل‌های زنجیره انبار	لجستیک مربوط به انبار
نظریه انتخاب گسسته مهندسی مدل‌سازی شبکه	انتخاب وسیله حمل مدل‌های تبدیل بار به سفر وسيله و انتخاب مسیر همزمان: ابرشبکه‌ها	لجستیک مربوط به حمل و نقل

انجام می‌شود، از این رو باید روشی منطقی برای تبدیل مقادیر پیوسته به گسسته معرفی کرد. به موارد یاد شده تعیین مسیر جابجایی بار را نیز اضافه کنید. از این رو می‌توان چنین نتیجه گرفت که مدل‌های مربوط به تقاضای بار که در لایه اول قرار داشتند، تنها بخشی از فرآیند پیچیده‌تری در مدل‌سازی حمل و نقل بار است. برای جمع‌بندی بر اساس سه لایه یاد شده مدل‌های قابل استفاده و محدوده علمی مربوط به آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است [۲]. همانطور که مشاهده می‌شود روش‌ها با رویکردهای متفاوتی برای انجام برآورد میزان تقاضای بار تعریف و مورد استفاده قرار گرفته است. از این رو بسته به پروژه خاص و ویژگی‌های آن، امکان استفاده از هر کدام از روش‌های یاد شده وجود دارد.

مدل‌های ایجاد بار^۱ و مدل‌های ایجاد سفر باری^۲ متفاوت هستند. تعداد سفرهای باری به تصمیمات لجستیکی کارخانه و تولید کننده مربوط است؛ که این تصمیمات خود متأثر از میزان رقابت در بازار، انتظار مشتری، میزان پاسخگویی تامین کنندگان مواد اولیه، استراتژی تجاری و مدیریتی تولید کننده و مواردی از این قبیل است. استراتژی‌های کوتاه مدت و بلند مدت تاجرین و نوع مشتری‌های هدف در افزایش یا کاهش تعداد سفرهای باری آن تولید کننده تاثیر مستقیم دارد [۲].

با استفاده از تعرفه‌های گمرکی، مالیات، عوارض حمل و نقل و مواردی از این دست بر بازار و میزان و نحوه تجارت تاثیر می‌گذارد.

چارچوب‌های مختلفی برای پرداخت مدل‌های مربوط به تقاضای حمل و نقل بار تعریف شده است. هر کدام از چارچوب‌ها در مواقع خاص و بر اساس فرضیات مربوط به خودشان قابل استفاده هستند. به عنوان نمونه در صورتی که قیمت‌ها و تکنولوژی ثابت و بین بخش‌های مختلف تفاوت در نظر گرفته شود، از مدل‌های ورودی - خروجی استفاده می‌شود. از سوی دیگر اگر تنها یک بخش در نظر گرفته شود، حجم و نوع فعالیت اقتصادی در محدوده به عنوان عامل اصلی میزان ورود/ خروج کالا در نظر گرفته شده و از مدل‌های ایجاد سفر باری استفاده می‌شود. با حذف محدودیت‌های ثابت قیمت و تکنولوژی از مدل‌های به فرم تعادل عمومی محاسبه‌پذیر استفاده می‌شود. با افزودن ماهیت فضایی و مکانی به اطلاعات از مدل‌های به فرم تعادل عمومی محاسبه‌پذیر در قالب مکانی استفاده می‌شود که نتیجه آن مدل بر هم کنش حمل و نقل و کاربری زمین و مدل‌های تابع تولید منطقه‌ای است [۲].

تا اینجا چارچوب‌ها و مدل‌های متناظر با آن برای برآورد تقاضای سفر باری به شکل مقادیر پیوسته بار معرفی شد. اما حمل و نقل بار در ابعاد متفاوت و وزن‌های مختلفی با توجه به تعداد دفعات سفارش در طول سال

1 Freight Generation (FG)

2 Freight Trip Generation (FTG)

ناحیه‌بندی و برنامه‌ریزی مورد استفاده قرار گرفت. اما با توجه به تنوع کاربری‌ها و فعالیت‌های هر کدام، تدوین سیستمی که برای تمامی نقاط قابل استفاده باشد غیرممکن به نظر می‌رسد و نمونه‌های مختلفی از تقسیم‌بندی صنایع بر اساس کاربری‌های زمین در شهرها و ایالات مختلف آمریکا استفاده شده است [۲]. بررسی دو شیوه دسته‌بندی یاد شده نشان می‌دهد که دسته‌بندی بر اساس نوع صنعت (دسته‌بندی بر اساس اقتصاد) عملکردی بهتر از شیوه دیگر برای مدل‌سازی سفرهای باری و مدل‌های تولید بار دارد [۲]. در مطالعه انجام شده توسط هلگان و همکاران [۵] نشان داده شده که ترکیب یک معیار اقتصادی از بعد تجارت، نظیر تعداد شاغلین و یکی از سیستم‌های دسته‌بندی اقتصادی نظیر دسته‌بندی استاندارد صنایع بهترین مدل برای برآورد تعداد سفرها را نتیجه می‌دهد. بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که عمده بررسی‌ها بر روی مدل‌های برآورد تولید سفر باری انجام شده و از پرداختن به مدل‌های برآورد تولید بار اجتناب شده است. در جدول ۲ خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده در کشور آمریکا در ارتباط با مدل‌های تولید سفر باری ارائه شده است [۵].

همانطور که مشاهده می‌شود تعداد قابل توجهی از مدل‌ها با استفاده از اطلاعات اشتغال ساخته شده است. استفاده از اطلاعات هم‌فزون و ناهم‌فزون به یک میزان در بین مطالعات مختلف مشاهده می‌شود. استفاده از روش کمترین مربعات خطا بیشترین تعداد تکرار در بین روش‌های پرداخت مدل را داشته است.

در سال ۲۰۱۸ در کشور هندوستان مطالعه‌ای مشابه با مطالعه حاضر با رویکرد توصیف تولید و جذب بار انجام شده است. در این مطالعه تاکید می‌شود که مدل‌های تولید و جذب بار از چرخه مطالعاتی و مسائل روز کشورهای پیشرفته خارج شده و تنها مربوط به کشورهای در حال توسعه است. پژوهشگران در آن مطالعه کشور هندوستان را به ۳۳ ناحیه تقسیم کرده و برای ۵ گروه کالایی مدل‌های رگرسیون خطی تولید و جذب بار پرداخت می‌کنند. متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه شامل جمعیت، اشتغال در بخش‌های مختلف و مواردی نظیر مساحت زمین‌های کشاورزی است [۶]. با توجه به تعداد کم نواحی، طبیعتاً مدل‌ها ضعیف قلمداد می‌شوند. در ایران، بنابر اطلاع نویسندگان تاکنون مطالعه مشابهی در زمینه مدل‌های ایجاد بار کشور در سطح نواحی ترافیکی منتشر نشده است و این مقاله اولین پژوهش در نوع خود محسوب می‌شود.

در سمت مقابل، میزان جذب و تولید مواد اولیه و بار با ابعاد یک منطقه صنعتی یا تولیدی متناسب است. در واقع هر چه فضا و امکانات بیشتری در یک منطقه صنعتی یا تولیدی فراهم باشد، میزان مواد اولیه ورودی به آن بیشتر و مواد تولیدی خروجی از آن نیز بیشتر است. با این تفاسیر ممکن است به نظر برسد که با افزایش میزان تولید بار، تعداد سفرهای باری نیز افزایش می‌یابد اما یک تولید کننده می‌تواند در عین افزایش بار با افزایش ابعاد تحویل سفارش، تعداد سفرهای باری خود را ثابت نگه داشته یا به میزان اندکی افزایش دهد و با افزایش تولید، هزینه حمل و نقل در حدود قبلی خود باقی بماند. این مسئله با توجه به روابط مربوط به تعیین سفارش بهینه و تعداد سفارش بهینه در سال نیز قابل بررسی و تدقیق است [۲].

کیفیت نتایج مدل‌های برآورد سفرهای باری و میزان تولید بار متأثر از نحوه دسته‌بندی صنایع و هم‌فزونی آن‌هاست. نحوه دسته‌بندی صنایع خود به دو شیوه دسته‌بندی بر اساس اقتصاد و دسته‌بندی بر اساس کاربری زمین قابل تقسیم است. که اولی بر اساس بخشی از صنعت که تولیدی مورد بررسی زیرمجموعه آن است، دسته‌بندی را انجام می‌دهد و دومی بر اساس ویژگی‌های مشترک کاربری‌های زمین صنایع را دسته‌بندی می‌کند. دسته‌بندی اقتصادی صنایع در آمریکا بر اساس دسته‌بندی استاندارد صنایع^۱ و سیستم دسته‌بندی صنایع در آمریکای شمالی^۲ انجام می‌شود [۲].

در دسته‌بندی استاندارد صنایع در حدود ۱۱۲۷ دسته مشخص شده است. این مقدار با توجه به وجود دسته‌های خدماتی نظیر خدمات مهندسی، خدمات نقشه‌برداری و مواردی از این قبیل، وجود سازمان‌های دولتی و سیاسی، مراکز تحقیقاتی و ... در این دسته‌بندی منطقی به نظر می‌رسد. با این حال بسیاری از دسته‌های یاد شده در این مجموعه خارج از محدوده مورد نیاز برای پرداخت مدل‌های تولید و جذب به نظر می‌رسد [۳].

در سیستم دسته‌بندی صنایع در آمریکای شمالی ۲۰ دسته کلی برای صنایع تعریف شده که هر کدام به زیرمجموعه‌های مختلفی تقسیم شده است. در مجموع می‌توان در این سیستم دسته‌بندی ۹۹ دسته کلی را برای صنایع مختلف در نظر گرفت که مشابه حالت قبل شامل سازمان‌ها و خدمات نیز می‌شود [۴].

دسته‌بندی بر اساس کاربری زمین در ابتدا برای حمایت از روش

1 Standard Industrial Classification (SIC)
2 North American Industry Classification System (NA-ICS)

جدول ۲. خلاصه مدل‌های تولید سفر باری ساخته شده در کشور آمریکا (متغیر وابسته: وسیله سفر) در سطح منطقه [۵]

Table 2. An Overview of freight trip production models at regional level in U.S. (dependent variable: vehicle trip)

مطالعه	متغیر مستقل			دقت			روش مدل سازی			ساختار					
	اطلاعات اقتصادی	اطلاعات سفر	کاربری	مساحت	اشتغال	همفزون	ناهمفزون	جریان کالا	نرخ رشد سفرها	کمترین مربعات	تحلیل چند کلاسه	ورودی - خروجی	سایر	خطی	غیر خطی
Lower Mainland Truck Freight Study (NCHRP298)						×		×						×	
Denver Regional Council of Governments (NCHRP298)	×	×													
Development of a Statewide Truck Trip Forecasting Model Based on Commodity Flows and Input-Output Coefficients (NCHRP298)							×	×				×			
Assessment of Market Demand for Cross-Harbor Rail Freight Service in the New York Metropolitan Region (NCHRP298)															×

جدول ۳. گروه کالای دهگانه

Table 3. Assumed commodity groups

ردیف	گروه کالا	ردیف	گروه کالا	ردیف	گروه کالا	ردیف	گروه کالا	ردیف	گروه کالا
۱	کشاورزی دامی غذایی	۲	فلزی	۳	معدنی	۴	محصولات سبک	۵	ماشین آلات و قطعات یدکی
۶	مواد شیمیایی	۷	کاغذ و چوب	۸	منسوجات چرم و پوشاک	۹	خرده بار ضایعات متفرقه	۱۰	ساختمانی و سیمان

۳- بررسی انواع مدل‌های امکان پذیر ایجاد بار

در بخش بررسی ادبیات موضوع اشاره شد که بسته به نوع اطلاعات در دسترس، مدل‌های مختلفی برای برآورد سفرهای باری و میزان کالای تولید شده در نواحی مورد بررسی قابل پرداخت است. نوع فعالیت اقتصادی صنایع یا همان نوع کالا یکی از متغیرهایی است که در بسیاری از مطالعات به عنوان یک متغیر کمکی در مدل ظاهر شده است. در برخی مطالعات نیز از آن برای تقسیم‌بندی داده‌ها و مدل‌ها و نه به عنوان متغیری در رابطه‌ی مدل مورد استفاده قرار گرفته است. تعداد و تنوع این متغیر که با نام گروه‌های کالایی نیز شناخته می‌شود، به نوعی نشان دهنده‌ی میزان دقت و همفرونی داده‌های مورد استفاده در مطالعه است. با توجه به گروه‌های کالایی ارائه شده به عنوان معیار جمع‌بندی داده‌ها، سطح جزئیات و اطلاعات توصیفی موجود، تنها مدل‌های رگرسیون خطی برای پژوهش حاضر قابل پرداخت بوده و البته کافی است. کفایت مدل‌های رگرسیون پس از پرداخت آن‌ها بررسی می‌شود. گروه‌های کالایی مفروض در جدول ۳ ارائه شده است.

۳-۱- ساخت مدل‌های تولید بار

در مراجع مدل‌سازی [۷] توصیه شده تا در صورت نیاز به استفاده از مدل برای آینده، از متغیرهایی در ساختار مدل استفاده شود که امکان برآورد آن‌ها در سال‌های افق مطالعه وجود داشته باشد. در بین متغیرهای اشاره شده در ادبیات موضوع، تعداد افراد شاغل و نوع صنعت در تعداد بیشتری از مطالعات بررسی شده و تاثیر آن‌ها مشخص است. متغیر اشتغال نشانه‌ی میزان گستردگی و توسعه یافتگی منطقه مورد بررسی در صنعت یاد شده است. نکته‌ی قابل توجه آن که در هر صنعت، تعداد شاغلین به یک میزان نشان دهنده‌ی توسعه یافتگی صنعت به همان اندازه نیست. به بیان دیگر

در صنایع مختلف، تعداد شاغل یکسان، بار یکسانی نتیجه نمی‌دهد. در کنار متغیر اشتغال که مربوط به اندازه صنایع است، مساحت کاربری مربوط به هر صنعت نیز می‌تواند به نوعی به عنوان متغیر نماینده‌ی اندازه صنعت شناخته شود. اما تفاوت تاثیر مساحت یک صنعت بر میزان بار تولیدی آن بسیار بیش از آن چیزی است که درباره‌ی تعداد افراد شاغل در صنعت به آن اشاره شد. از این رو معمولاً در مطالعات تولید بار به آن پرداخته نمی‌شود. از این رو در این بخش از متغیرهایی از جنس اشتغال به عنوان متغیر توصیفی استفاده شده است. ساختار مدل‌های پرداخت شده ایجاد بار در این مطالعه رگرسیون خطی بوده و فرض می‌شود متغیرهای توصیفی، به طور خطی با میزان تولید و جذب کالا رابطه دارند.

در این مطالعه برای ساخت مدل‌های همفزون تولید بار در سطح شهرستان (نواحی ترافیکی تعریف شده) از متغیر اشتغال کل شهرستان و اشتغال استانی در بخش صنعت و بخش کشاورزی به عنوان متغیر توصیفی اصلی در مدل‌ها استفاده شده است. از آنجایی که اطلاعات اشتغال بخش صنعت و بخش کشاورزی فقط در سطح استانی موجود است، از سهم اشتغال شهرستان از استان برای تولید متغیرهای حاصل ضربی اشتغال استفاده شد. برای شهرستان‌هایی که به دلیل تمرکز واحدهای صنعتی یا زیرساخت‌های حمل و نقلی سهم قابل توجهی از تولید یا جذب کالا را به خود اختصاص می‌دهند، از متغیر دوتایی^۱ کمکی استفاده شده تا علاوه بر بهبود شاخص برازندگی مدل، تاثیر زیرساخت‌های شهرستان در ایجاد سفرهای باری در نظر گرفته شود. این متغیرهای کمکی به شکل دوتایی (صفر و یک) وارد مدل نشده و با استفاده از متغیر اشتغال یا جمعیت شهرستان به آن‌ها شکل حاصل ضربی داده شد تا قابلیت برآورد و تغییر در آینده را داشته باشند.

1 Binary

جدول ۴. میانگین تولید و جذب بار هر گروه کالا در سال ۱۳۹۴ (تن)

Table 4. Average nationwide generated freight in each commodity group in 2016

ردیف	گروه کالا	تولید بار	جذب بار	ردیف	گروه کالا	تولید بار	جذب بار
۱	کشاورزی دامی غذایی	۳۲۷,۹۰۰	۳۲۷,۹۰۰	۶	مواد شیمیایی	۱۷۸,۰۷۹	۱۷۸,۰۷۹
۲	فلزی	۱۱۴,۴۷۷	۱۱۴,۴۷۷	۷	کاغذ و چوب	۳۵,۱۷۰	۳۵,۱۷۰
۳	معدنی	۱۲۳,۲۱۵	۱۲۳,۲۱۵	۸	منسوجات چرم و پوشاک	۱۶,۰۹۵	۱۶,۰۹۵
۴	محصولات سبک	۸۰,۹۰۶	۸۰,۹۰۶	۹	خرده بار ضایعات متفرقه	۳۶,۰۴۷	۳۶,۰۴۷
۵	ماشین آلات و قطعات یدکی	۵۱,۸۷۲	۵۱,۸۷۲	۱۰	ساختمانی و سیمان	۲۷۵,۸۸۱	۲۷۵,۸۸۱

۳-۱-۱- تولید بار گروه کالای کشاورزی، دامی، غذایی

در این مدل بندر ماهشهر به عنوان یکی از مبادی مهم ورود محصولات کشاورزی، دامی و غذایی به کشور، بیشترین سهم را در تولید بار جاده‌ای و ریلی این گروه کالایی داراست و به صورت متغیر کمکی وارد مدل شده است. از آنجایی که این بندر به عنوان دروازه ورودی کشور برای این گروه کالا شناخته می‌شود میزان مصرف و در نتیجه جمعیت یکی از متغیرهای تاثیرگذار بر تقاضای عبور از این دروازه است. از این رو متغیر جمعیت کل کشور به شکل حاصل ضربی در متغیر کمکی بندر ماهشهر وارد مدل می‌شود. متغیر کمکی مشهد در فرآیند انتخاب مدل مناسب، پس از تحلیل خطای مشاهده - برآورد به شکل حاصل ضرب در تعداد شاغلین استانی بخش کشاورزی به مدل اضافه شد. نکته قابل توجه منفی بودن ضریب این متغیر است که با توجه به اینکه اشتغال شهرستان مشهد در متغیر کمکی دیگر این مدل که دارای ضریب مثبت و بزرگ‌تری است نیز وارد می‌شود، برآورد تولید بار این شهرستان مقداری مثبت خواهد بود. ثابت مدل کمتر از ۱۴ درصد مقدار میانگین تولید بار این گروه و قابل قبول است. متغیرهای سهم اشتغال شهرستان از استان در بخش‌های کشاورزی و صنعت نیز به ترتیب برای توصیف تولید محصولات کشاورزی و محصولات دامی - غذایی به مدل اضافه شده‌اند.

برای ساخت مدل‌ها ماتریس بار تولید و جذب شده جاده‌ای و ریلی شهرستان‌های کشور به تفکیک گروه‌های کالایی دهگانه در سال ۱۳۹۴ از سوی معاونت حمل و نقل وزارت راه و شهرسازی دریافت گردید. در جدول ۴ مقادیر میانگین تولید و جذب بار هر گروه کالا در سال ۱۳۹۴ برحسب تن ارائه شده است. برای سنجش مناسب بودن مقدار ثابت مدل‌ها از مقایسه آن‌ها با مقادیر این جدول استفاده شده است تا در حد ممکن، سهم ثابت در توصیف متغیر وابسته کاهش یابد.

در ادامه این بخش مدل‌های رگرسیون خطی تولید بار به تفکیک گروه‌های کالایی در جدول ۵ ارائه شده است. متغیر وابسته در این مدل‌ها، مجموع بار تولید شده هر گروه کالایی برحسب تن است که توسط وسایل نقلیه جاده‌ای و ریلی در سال ۱۳۹۴ از نواحی ترافیکی خارج شده است. متغیرهای توصیفی شامل اطلاعات جمعیتی سال ۱۳۹۵ در سطح شهرستان، اشتغال استانی بخش صنعت و کشاورزی و متغیرهای دوتایی مربوط به شهرستان‌ها با زیرساخت‌های مهم صنعتی و حمل و نقلی است. در مدل‌های پرداخت شده در ادامه این مقاله، ثابت مدل با وجود میزان معنی‌داری آماری کم، در مدل حفظ شده است. دلیل این عمل، خاصیت مدل‌های رگرسیون خطی است که در صورت حذف ثابت سایر ضرایب اریب^۱ برآورد می‌شوند مگر آن که تئوری مستدل و دقیقی در ارتباط با خطی بودن رابطه و صفر بودن مقدار عرض از مبدأ وجود داشته باشد.

1 Bias

جدول ۵. مدل پرداخت شده تولید بار به تفکیک گروه‌های کالایی

Table 5. Calibrated freight production models in each commodity group

گروه کالا	نام متغیر	مقدار ضریب	انحراف معیار	میزان معنی داری (آماره t)	مقدار ^۲ R اصلاح شده	آماره F
کشاورزی، دامی و غذایی	ثابت مدل	۴۴۴۹۲/۰۷	۱۸۳۳۱/۳۸	۲/۴۲۷		
	متغیر دوتایی بندر ماهشهر × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۱۴۹/۱۶۸	۳/۸۷۵	۳۸/۴۹۵		۶۹۷
	متغیر دوتایی مشهد × اشتغال استانی بخش کشاورزی	-۳/۴۶۷	۰/۹۱۳	-۳/۷۹۶		۰/۸۷۰
	نسبت شاغلین شهرستان به استان × اشتغال استانی بخش کشاورزی	۱۱/۰۴۸	۱/۲۱۰	۹/۱۳۴		
	نسبت شاغلین شهرستان به استان × اشتغال استانی بخش صنعت	۸/۴۹۸	۰/۳۲۴	۲۶/۱۹۰		
فلزی	ثابت مدل	۷۵۹۶/۰۹۳	۱۱۸۰/۷۰۴	۰/۶۴۴		
	متغیر دوتایی مبارکه × تعداد شاغلین مبارکه	۱۱۸/۸۳۸	۵/۳۷۴	۲۲/۱۱۵		
	متغیر دوتایی بندر عباس × تعداد شاغلین صنایع کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۶۸۰/۶۹۹	۳۱/۰۲۵	۲۱/۹۴۰		۴۳۶
	متغیر دوتایی بندر ماهشهر × تعداد شاغلین صنایع کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۵۳۳/۱۸۲	۳۱/۰۰۴	۱۷/۱۹۷		۰/۸۶۲
	متغیر دوتایی اهواز × شاغلین بخش صنعت استان خوزستان (۱۰۰۰ نفر)	۱۱۰۸/۸۹۲	۵۵۴/۲۴۶	۱۹/۹۹۶		
معدنی	نسبت شاغلین شهرستان به استان × شاغلین استانی بخش صنعت	۴/۰۴۹	۰/۲۱۲	۱۹/۰۷۸		
	ثابت مدل	۱۷۱۱۷/۵۹	۶۰۰۱/۵۱۱	۲/۸۵۲		
	متغیر دوتایی بندر ماهشهر × تعداد شاغلین صنایع کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۱۴۳/۵۴۰	۱۵/۴۳۲	۹/۳۰۲		
	متغیر دوتایی بندر عباس × تعداد شاغلین صنایع کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۱۲۹/۸۳۴	۱۵/۴۴۳	۸/۴۰۷		۱۶۹
	متغیر دوتایی اردکان × تعداد شاغلین شهرستان	۲۵۱/۱۵۰	۳/۶۴۱	۶۸/۹۷۵		۰/۹۷۰
محصولات سبک	متغیر دوتایی سیرجان × تعداد شاغلین شهرستان	۷۲/۰۴۸	۱/۲۰۶	۵۹/۷۳۳		
	متغیر دوتایی بافق × تعداد شاغلین شهرستان	۳۸۰/۱۱۲	۷/۹۲۴	۴۷/۹۶۹		
	متغیر دوتایی خواف × تعداد شاغلین شهرستان	۱۴۵/۱۶۸	۳/۱۸۵	۴۵/۵۷۷		
	نسبت شاغلین شهرستان به استان × شاغلین استانی بخش صنعت	۰/۶۰۳	۰/۱۰۵	۵/۷۲۶		
	متغیر دوتایی شهرستان‌های با اهمیت	۶۶۳۱۶۶/۵	۲۶۷۲۹/۰۶	۲۴/۸۱۱		
محصولات سبک	ثابت مدل	۷۱۵۵/۴۷۲	۵۸۷۲/۵۶۶	۱/۲۱۸		
	تعداد شاغلین شهرستان	۱/۲۱۳	۰/۰۶۱	۱۹/۹۶۹		۹۶۱
	متغیر دوتایی تهران × تعداد شاغلین شهرستان	۰/۷۳۴	۰/۰۷۲	۱۰/۱۷۷		۰/۸۷۴
	متغیر دوتایی بندر عباس × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۱۸/۱۵۰	۱/۳۰۸	۱۳/۸۷۸		
	ثابت مدل	۱۴۱۹/۳۲۶	۴۷۶۲/۸۵۶	۰/۲۹۸		

۱۰۸ ۸	۰/۹۱۲	۰/۲۹۸	۴۷۶۲/۸۵۶	۱۴۱۹/۳۲۶	ثابت مدل	ماشین آلات و قطعات
		۱۴/۷۳۷	۱۳۸/۳۵۹	۲۰۳۹/۰۶۰	متغیر دوتایی تهران × تعداد شاغلین بخش صنعت استان تهران (۱۰۰۰ نفر)	
		۱۷/۲۷۵	۱۱/۰۸۹	۱۹۱/۵۶۷	متغیر دوتایی بندر عباس × تعداد شاغلین صنایع کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	
		۱۵/۷۱۱	۰/۱۷۹	۲/۸۱۶	متغیر دوتایی کرج، مشهد، تبریز، بندر ماهشهر × (نسبت شاغلین شهرستان به استان × (تعداد شاغلین استانی بخش صنعت))	
		۱۱/۶۵۰	۰/۱۹۱	۲/۲۲۶	متغیر دوتایی سایر شهرستانها × (نسبت شاغلین شهرستان به استان × (تعداد شاغلین استانی بخش صنعت))	
		۱/۷۷۸	۱۰۶۳۰/۶۷	۱۸۹۰۳/۹۴	ثابت مدل	
۵۹۸	۰/۸۹۶	۱۶/۸۱۱	۲/۳۷۶	۳۹/۹۵۰	متغیر دوتایی بندر ماهشهر × تعداد شاغلین شهرستان	مواد شیمیایی
		۱۵/۵۶۸	۱/۱۰۱	۱۷/۱۴۲	متغیر دوتایی بندر عباس × تعداد شاغلین شهرستان	
		۳۰/۶۸۹	۳/۱۹۶	۹۸/۰۷۹	متغیر دوتایی شاهین شهر و میمه × تعداد شاغلین شهرستان	
		۱۶/۱۱۲	۶/۰۰۶	۹۶/۷۶۴	متغیر دوتایی شازند × تعداد شاغلین شهرستان	
		۲۳/۲۱۸	۷۵۲۹۸/۰۵	۱۷۴۸۲۶۸/	متغیر دوتایی شهرستانهای با اهمیت	
۱۲۹ ۶	۰/۸۵۰	۲۰/۴۰۳	۰/۲۱۸	۴/۴۴۴	نسبت شاغلین شهرستان به استان × شاغلین استانی بخش صنعت	کاغذ و چوب
		۱/۲۰۱	۲۴۷۵/۸۳۹	۲۹۷۳/۹۶۶	ثابت مدل	
		۳۰/۷۵۴	۰/۶۰۲	۱۸/۵۰۱	متغیر دوتایی بندر عباس × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	
۳۸۹	۰/۸۶۷	۳۶/۵۶۹	۰/۰۴۴	۱/۶۲۵	نسبت شاغلین شهرستان به استان × شاغلین استانی بخش صنعت	منسوجات، چرم و پوشاک
		۲/۱۳۵	۱۰۸۶/۰۸۲	۲۳۱۹/۰۶۹	ثابت مدل	
		۲۴/۲۸۷	۰/۲۶۳	۶/۳۸۲	متغیر دوتایی بندر عباس × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	
		۱۷/۰۹۵	۰/۲۶۳	۴/۴۸۹	متغیر دوتایی درگز × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	
		۲۵/۸۸۹	۰/۲۶۳	۶/۷۹۸	متغیر دوتایی سرخس × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	
		۱۲/۳۳۷	۰/۲۶۳	۳/۲۳۹	متغیر دوتایی بندر ماهشهر × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	
		۱۰/۹۴۷	۱۵۹/۱۸۵	۱۷۴۲/۶۲۰	متغیر دوتایی قزوین × شاغلین بخش صنعت استان قزوین (۱۰۰۰ نفر)	
۷۶۳ ۱	۰/۹۸۲	۹/۴۹۴	۰/۰۳۳	۰/۳۱۵	متغیر دوتایی اصفهان × تعداد شاغلین شهرستان اصفهان	خرده بار، ضایعات و متفرقه
		۲۴/۷۹۵	۰/۰۲۰	۰/۴۹۵	نسبت شاغلین شهرستان به استان × شاغلین استانی بخش صنعت	
		۱/۲۷۱	۱۷۵۴/۶۲۵	۲۲۳۰/۸۵۱	ثابت مدل	
		۲۷/۸۵۳	۰/۰۰۶	۰/۱۷۵	جمعیت شهری	
۵۰۰ ۲	۰/۹۶۰	۱۵/۲۰۰	۱۵/۵۴۱	۲۳۶/۲۱۸	متغیر دوتایی اصفهان × جمعیت شهرستان اصفهان (۱۰۰۰ نفر)	ساختمان ی و سیمانی
		۵۱/۷۵۳	۷/۲۰۵	۳۷۲/۸۶۵	متغیر دوتایی تهران × جمعیت شهرستان تهران (۱۰۰۰ نفر)	
		۲/۹۲۰	۶۳۶۲/۰۱۱	۱۸۵۷۶/۹۱	ثابت مدل	
		۹۵/۶۷۰	۰/۰۱۴	۱/۳۱۸	جمعیت هدف شهرستان	
		۱۸/۳۸۶	۱/۱۵۱	۲۱/۱۶۲	متغیر دوتایی کرمانشاه × شاغلین بخش صنعت استان کرمانشاه	

۳-۱-۲- تولید بار گروه کالای فلزی

در این مدل بندر ماهشهر و بندر عباس به دلیل واردات محصولات فلزی، مبدأ جاده‌ای ۵/۲۴۹ میلیون تن بار این گروه از مجموع ۴۷ میلیون تن بار تولید شده در کل کشور است و از آنجایی که انتظار می‌رود با افزایش شاغلین این صنعت در کل کشور تولید بار این نواحی افزایش یابد، متغیر کمکی آن‌ها به شکل حاصل ضرب در شاغلین صنایع کل کشور وارد مدل شده است. شهرستان‌های مبارکه و اهواز نیز به علت وجود کارخانه فولاد مبارکه و کارخانه فولاد اهواز به طور ویژه و با استفاده از متغیر اشتغال شهرستان و اشتغال بخش صنعت استان در این مدل در نظر گرفته شده است. مقدار ثابت در این مدل کمتر از ۱۰ درصد میانگین مشاهدات و قابل قبول است.

۳-۱-۳- تولید بار گروه کالای معدنی

در این مدل شهرستان‌های اردکان، سیرجان، بافق و خواف به ترتیب به دلیل وجود معادن سنگ آهن چادرمو، گل گهر، بافق و سنگان، مبدأ ریلی و جاده‌ای ۲۵/۳۸۷ میلیون تن کالای معدنی از مجموع ۶۷/۸۳۹ میلیون تن بار تولید شده این گروه کالایی هستند و اشتغال آن‌ها به صورت متغیر کمکی وارد مدل شده است. در فرآیند انتخاب مدل مناسب، برای کاهش ثابت مدل و به دلیل محدود بودن تعداد متغیرهای قابل پیش‌بینی برای آینده، از متغیر کمکی ۱۹ شهرستان مهم معدنی که در مجموع ۱۳/۲۸۰ میلیون تن بار معدنی را تولید می‌کنند، استفاده شده است. این شهرستان‌ها عبارتند از: آباد، ابرکوه، اشکذر، اندیمشک، بیجار، تاکستان، دورود، زرنده، زنجان، طبس، فلاورجان، قروه، گرمسار، ماهنشان، مرند، ملایر، ورزقان، اصفهان، اراک. استفاده از این متغیر باعث کاهش ثابت مدل به مقدار فعلی ۱۷۱۱۷ تن شده است که در حدود ۱۱ درصد مقدار میانگین تولید بار و قابل قبول است.

۳-۱-۴- تولید بار گروه کالای محصولات سبک

در این مدل از اشتغال شهرستان به عنوان متغیر توصیفی اصلی استفاده شده و برای منفی نشدن ثابت مدل پس از تحلیل مشاهده - برآورد متغیر کمکی تهران به شکل حاصل ضربی به مدل اضافه شده است. مقدار ثابت این مدل در حدود ۸ درصد میانگین تولید بار این گروه بوده و قابل قبول است. با توجه به واردات قابل توجه این محصول از مبدأ بندر عباس، این متغیر کمکی نیز به شکل حاصل ضرب در جمعیت کل کشور برای برآزش بهتر وارد مدل شده است. افزایش جمعیت سبب افزایش واردات و افزایش میزان تولیدات بار این گروه کالا از این ناحیه می‌شود.

۳-۱-۵- تولید بار گروه کالای ماشین آلات و قطعات

در این مدل علاوه بر متغیرهای کمکی تهران و بندر عباس که در مجموع ۶/۴۰۰ میلیون تن از مجموع ۲۱/۶۸۲ میلیون تن بار تولید شده این گروه را تشکیل می‌دهند، از تعداد شاغلین بخش صنعت شهرستان به عنوان متغیر توصیفی استفاده شده است، با این تفاوت که چهار ناحیه کرج، مشهد، تبریز، بندر ماهشهر با متغیر کمکی از سایر شهرستان‌ها متمایز شده‌اند. علت این کار جلوگیری از منفی شدن ثابت مدل و اهمیت بالای این نواحی است که در مجموع ۳/۵۳۳ میلیون تن بار این گروه کالا را تولید می‌کنند. در مورد بندر عباس که مقصد دریایی حدود ۳۰۰ هزار تن بار این گروه کالایی است، انتظار داریم هر چقدر تعداد شاغلین صنایع کل کشور و به تبع آن نیاز کشور به این محصولات افزایش یابد، واردات و متعاقب آن تولید بار جاده‌ای و ریلی از این ناحیه افزایش پیدا کند. به همین دلیل از تعداد شاغلین صنایع کل کشور در متغیر دوتایی بندر عباس استفاده شده است.

۳-۱-۶- تولید بار گروه کالای مواد شیمیایی

در این مدل شهرستان‌های بندر ماهشهر و بندر عباس به دلیل واردات و تمرکز صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی به شکل متغیر کمکی دوتایی وارد مدل شده‌اند. علاوه بر آن شهرستان‌های اهواز، تبریز، تهران، ری، سرخس، شیراز، قصر شیرین، کرمان، اراک و اصفهان به عنوان شهرستان‌های با اهمیت در تولید بار جاده‌ای و ریلی مواد شیمیایی شناخته شده و به استفاده از متغیر کمکی دوتایی در مدل گنجانده شده‌اند. دو شهرستان شاهین شهر و شازند واقع در استان مرکزی به علت دارا بودن صنایع پتروشیمی قابل توجه به شکل متغیر کمکی وارد مدل شده‌اند. مقدار ثابت این مدل کمتر از ۱۱ درصد مقدار میانگین بار تولید شده این گروه و قابل قبول است.

۳-۱-۷- تولید بار گروه کالای کاغذ و چوب

در این مدل شهرستان بندر عباس که به دلیل واردات محصولات کاغذی و چوبی، مبدأ ۱/۵۷۶ میلیون تن بار این گروه کالایی از مجموع ۱۴/۷ میلیون تن بار تولید شده است، به طور ویژه در نظر گرفته شده است. از آنجایی که انتظار داریم میزان واردات این محصولات متناسب با جمعیت کل کشور تغییر کند، این متغیر کلان به شکل حاصل ضربی در متغیر کمکی بندر عباس وارد شده است. ثابت این مدل در حدود ۸ درصد میانگین بار تولید شده این گروه کالایی و قابل قبول است.

۳-۱-۸- تولید بار گروه کالای منسوجات، چرم و پوشاک

در این مدل شهرستان‌های بندر عباس، بندر ماهشهر و سرخس به عنوان نقاط ورود منسوجات، چرم و پوشاک به کشور به شکل متغیر کمکی وارد مدل شده است. متغیر کمکی دیگری که در مدل گنجانده شده، مربوط به شهرستان درگز، یک شهرستان مرزی در شمال شرق ایران و در نزدیکی مرز لطف آباد و باجگیران است. با حذف این متغیر کمکی برازندگی مدل به ۰/۷۴ کاهش و ثابت مدل به ۲۹۶۵ واحد افزایش می‌یابد که در حدود ۱۹ درصد میانگین بار تولید شده این گروه کالایی است. در تمام متغیرهای کمکی یاد شده، از متغیر جمعیت کل کشور به شکل حاصل ضربی استفاده شده است زیرا انتظار می‌رود میزان واردات و به تبع آن تولید بار متناسب با تقاضای جمعیت برای این گروه کالا تغییر کند. با توجه به نکات گفته شده می‌توان چنین برداشت کرد که سهم قابل توجهی از بار تولید شده در گروه کالای منسوجات و چرم و پوشاک مربوط به واردات است و از این رو در شهرهای مرکزی کشور نظیر تهران، اصفهان و قزوین تولیدات قابل توجهی ثبت شده اما کارگاه‌ها و میزان اشتغال نشان دهنده این موضوع نیستند. با این وجود و برای ارائه مدل توصیفی بهتر، شهرستان‌های اصفهان و قزوین به عنوان شهرستان‌های با اهمیت به شکل متغیر کمکی و به ترتیب با در نظرگیری شاغلین شهرستان و شاغلین بخش صنعت استان در مدل گنجانده شده‌اند.

۳-۱-۹- تولید بار گروه کالای خرده بار، ضایعات و متفرقه

این گروه کالایی شامل انواع پسماند و ضایعات است، بنابراین انتظار می‌رود با افزایش جمعیت شهری، میزان مصرف و به تبع آن تولید انواع پسماندها افزایش یابد، در حالی که انتظار می‌رود جمعیت روستایی با توجه به سبک زندگی و سطح درآمد نقش کم‌رنگ‌تری در تولید پسماند داشته باشد. این نکته با منفی شدن ضریب متغیر جمعیت روستایی در صورت اضافه شدن به مدل قابل توجیه است، بنابراین از آوردن آن در مدل صرف نظر شده است. علاوه بر این متغیر دوتایی شهرستان‌های تهران و اصفهان تولید کننده ۵/۶۸۳ میلیون تن بار تولید شده این گروه کالایی هستند به صورت حاصل ضرب در جمعیت شهرستان در مدل وارد شده است. در مورد این دو شهرستان می‌توان چنین نتیجه گرفت با توجه به تفاوت سطح درآمدی جمعیت شهری این دو شهرستان از اهمیت ویژه‌ای در تولید خرده بار و ضایعات برخوردار است.

۳-۱-۱۰- تولید بار گروه کالای ساختمانی و سیمانی

با توجه به محدود بودن متغیرهای توصیفی قابل پیش‌بینی برای آینده، متغیر جمعیت هدف با استفاده از ماتریس مبدأ-مقصد بار این گروه کالایی و طبق رابطه (۱) تولید شد که نشان دهنده جمعیت تحت پوشش بار تولید شده در هر شهرستان است. به علاوه با توجه به وجود کارخانه سیمان کرمانشاه، شاغلین بخش صنعت این استان به طور ویژه و به شکل متغیر کمکی در مدل در نظر گرفته شده است. مقدار ثابت این مدل در حدود هفت درصد مقدار میانگین و قابل قبول است.

$$pop_a = \sum_b \frac{at_b^a}{at_b} \times pop_b \quad (1)$$

که در آن:

pop_a : جمعیت شهرستان a

at_b^a : کل جذب بار ساختمانی و سیمانی شهرستان b، تن

at_b : جذب بار ساختمانی و سیمانی شهرستان b از شهرستان a، تن

pop_b : جمعیت شهرستان

۳-۲- ساخت مدل‌های جذب بار

در این بخش مدل‌های رگرسیون خطی جذب بار برای هر یک از گروه‌های کالایی دهگانه در جدول ۶ ارائه شده است. متغیر وابسته در این مدل‌ها، مجموع بار جذب شده هر گروه کالایی برحسب تن است که توسط وسایل نقلیه جاده‌ای، ریلی در سال ۱۳۹۴ به نواحی (شهرستان) وارد شده است. داده‌های استفاده شده برای متغیرهای توصیفی مشابه مدل‌های تولید است.

در بین متغیرهای موجود متغیر جمعیت می‌تواند در پرداخت مدل به عنوان توصیف کننده تقاضای مصرف کالاهای عادی به شمار آید. علاوه بر آن این متغیر برای توصیف تقاضای کالاهای میانی که در صنایع به عنوان مواد اولیه مصرف شده یا فرآوری می‌شوند، نظیر سیمان، فولاد یا روغن‌ها نیز مناسب. زیرا انتظار می‌رود بر اساس توسعه منطقی در جغرافیای سرزمین، تبدیل محصولات میانی به محصولات نهایی در نزدیکی نقاط مصرف نهایی انجام شود. همچنین اشتغال در صنایع پایین دستی، می‌تواند

جدول ۶. مدل‌های پرداخت شده جذب بار به تفکیک گروه‌های کالایی

Table 6. Calibrated freight attraction models in each commodity group

گروه کالا	نام متغیر	مقدار ضریب	انحراف معیار	میزان معنی‌داری (آماره t)	مقدار R^2 اصلاح شده	آماره F
کشاورزی، دامی، غذایی	ثابت مدل	۳۰۷۳/۹۸۹	۱۷۵۳۸/۰۷۸	۰/۱۷۵	۰/۸۶۹	۱۳۸۷
	متغیر دوتایی بندر ماهشهر × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۱۷/۵۱۴	۴/۲۰۵	۴/۱۶۶		
	جمعیت شهرستان	۱/۶۸۱	۰/۰۳۲	۵۲/۴۷۱		
فلزی	ثابت مدل	۴۱۱۶/۵۳۴	۸۵۴۵/۲۹۶	۰/۴۸۲	۰/۸۸۰	۷۶۳
	متغیر دوتایی بندر ماهشهر × تعداد شاغلین بخش صنعت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۲۵۱/۳۳۰	۲۱/۶۴۰	۱۱/۶۱۴		
	متغیر دوتایی بندر عباس × تعداد شاغلین بخش صنعت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۳۷۵/۸۱۶	۲۱/۶۹۴	۱۷/۳۲۳		
	متغیر دوتایی تهران × شاغلین بخش صنعت استان تهران (۱۰۰۰ نفر)	۹۳۱/۲۳۱	۲۱۴/۴۵۶	۴/۳۴۲		
	جمعیت شهری	۰/۶۸۰	۰/۰۲۹	۲۳/۵۹۰		
معدنی	ثابت مدل	۱۶۵۳۷/۲۹۸	۶۲۵۲/۶۶۳	۲/۶۴۴	۰/۹۷۵	۱۸۴۴
	متغیر دوتایی بندر عباس × شاغلین صنایع کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۱۵۶۵/۴۴۹	۱۶/۳۶۵	۹۵/۶۵۹		
	متغیر دوتایی بندر ماهشهر × شاغلین صنایع کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۱۷۷/۶۴۳	۱۶/۳۵۳	۱۰/۸۶۳		
	متغیر دوتایی اهواز × اشتغال استانی بخش صنعت (۱۰۰۰ نفر)	۹۶۲۹/۵۲۹	۲۹۲/۳۴۶	۳۲/۹۳۹		
	متغیر دوتایی مبارکه × شاغلین مبارکه	۱۷۳/۸۳۹	۲/۸۳۴	۶۱/۳۳۲		
	متغیر دوتایی لنجان × شاغلین لنجان	۷۰/۵۳۶	۱/۷۳۲	۴۰/۷۱۸		
	متغیر دوتایی اردکان × شاغلین اردکان	۷۸/۶۷۵	۳/۸۵۹	۲۰/۳۸۹		
	متغیر دوتایی زرنند × شاغلین زرنند	۳۰/۷۳۴	۳/۴۴۰	۸/۹۳۵		
	متغیر دوتایی میبد × شاغلین میبد	۴۳/۷۶۱	۴/۱۸۶	۱۰/۴۵۵		
	نسبت شاغلین شهرستان به استان × (شاغلین استانی صنایع)	۱/۴۴۵	۰/۱۱۲	۱۲/۹۱۰		
محصولات سبک	ثابت مدل	۳۱۴۸/۷۳۴	۴۷۵۸/۷۲۹	۰/۶۶۲	۰/۸۹۶	۳۵۸۵
	جمعیت شهری	۰/۵۵۰	۰/۰۰۹	۵۹/۸۸۲		
ماشین‌آلات و قطعات	ثابت مدل	۲۵۲۸/۹۸۵	۲۷۴۲/۱۸۶	۰/۹۲۲	۰/۹۴۴	۲۳۵۹
	متغیر دوتایی تهران × شاغلین صنایع استان تهران (۱۰۰۰ نفر)	۸۵۵/۶۷۷	۶۴/۷۱۸	۱۳/۲۲۲		
	متغیر دوتایی بندر عباس × شاغلین صنایع کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۲۵۶/۴۱۱	۶/۷۵۹	۳۷/۹۳۹		

		نسبت شاغلین شهرستان به استان × (تعداد شاغلین استانی صنایع)				
		۲۹/۰۱۲	۰/۰۸۲	۲/۳۸۲		
مواد شیمیایی	۱۲۵۹	۰/۹۳۸	ثابت مدل			
			۱/۳۶۸	۱۱۱۰۸/۰۵۰	۱۵۱۹۷/۴۲۱	
			متغیر دوتایی بندر عباس × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۵۱/۸۸۴	۱/۸۵۴	۹۶/۱۷۴
			متغیر دوتایی بندر ماهشهر × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۴۱/۳۳۳	۱/۸۴۶	۷۶/۲۸۳
			متغیر دوتایی بوشهر × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۴/۱۸۳	۱/۸۴۵	۷/۷۱۹
			جمعیت شهری	۳۶/۵۶۹	۰/۰۱۵	۰/۵۵۰
جمعیت روستایی	۵/۷۶۴	۰/۱۷۷	۱/۰۲۱			
کاغذ و چوب	۳۱۱۱	۰/۹۳۷	ثابت مدل			
			۰/۶۵۴	۲۲۷۵/۸۴۴	۱۴۸۹/۴۵۳	
			متغیر دوتایی تهران × جمعیت شهرستان تهران (۱۰۰۰ نفر)	۱۶/۲۲۸	۸/۹۴۰	۱۴۵/۰۷۵
منسوجات، چرم و پوشاک	۹۱۶	۰/۸۶۸	جمعیت شهری			
			۲۸/۳۲۳	۰/۰۰۸	۰/۲۱۷	
			ثابت مدل	۰/۹۷۵	۱۳۴۳/۱۹۸	۱۳۰۹/۷۴۳
خرده بار، ضایعات و متفرقه	۳۵۱۶	۰/۸۹۴	متغیر دوتایی بندر عباس × جمعیت کل کشور (۱۰۰۰ نفر)			
			۱۹/۵۳۷	۰/۳۱۴	۶/۱۴۰	
			متغیر دوتایی تهران × جمعیت تهران (۱۰۰۰ نفر)	۶/۷۸۳	۵/۲۸۷	۳۵/۸۶۲
ساختمانی و سیمانی	۴۷۷	۰/۸۵۱	جمعیت شهری			
			۲۰/۰۸۴	۰/۰۰۵	۰/۰۹۱	
			ثابت مدل	۱/۴۱۵	۲۰۴۸/۶۵۲	۲۸۹۸/۹۰۴
ساختمانی و سیمانی	۴۷۷	۰/۸۵۱	جمعیت شهری			
			۵۹/۲۹۷	۰/۰۰۴	۰/۲۳۴	
			ثابت مدل	۱/۴۲۶	۱۹۳۱۶/۵۶	۲۷۵۴۰/۱۴
			متغیر دوتایی قصرشیرین × شاغلین صنایع کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۱۳/۴۲۰	۳۴/۳۹۴	۴۶۱/۵۷۷
			متغیر دوتایی خرمشهر × شاغلین صنایع کل کشور (۱۰۰۰ نفر)	۹/۲۸۰	۳۴/۳۶۴	۳۱۸/۸۸۲
			متغیر دوتایی شهرستان‌های تهران، اصفهان، بندر عباس، شیراز، اهواز، کرج، مشهد، تبریز، قصر شیرین، خرمشهر × جمعیت شهری	۴۲/۴۸۳	۰/۰۲۶	۱/۱۰۳
متغیر دوتایی سایر شهرستان‌ها × جمعیت شهری	۱۰/۷۳۹	۰/۰۹۹	۱/۰۶۶			
جمعیت روستایی	۵/۱۱۱	۰/۳۲۳	۱/۶۵۰			

متغیر به شکل حاصل ضربی در متغیر کمی استفاده شده زیرا انتظار می‌رود که حجم صادرات متناسب با جمعیت کل کشور تغییر کند. مقدار ثابت این مدل در حدود ۱ درصد میانگین بار تولید شده این گروه و قابل قبول است.

۳-۲-۲- جذب بار گروه کالای فلزی

در این مدل بندر ماهشهر و بندر عباس به دلیل صادرات فلزات اساسی مقصد بار جاده‌ای و ریلی ۵/۱۸۷ میلیون تن از مجموع ۴۷/۸۵۱ میلیون تن بار تولید شده این گروه کالایی در کل کشور هستند، از این رو این دو شهرستان به صورت متغیر کمی وارد مدل شده‌اند. از آنجایی که بسیاری از

به عنوان شاخصی از میزان جذب مواد اولیه یا کالاهای تولید شده در صنایع بالادستی در مدل‌ها مطرح شود. تفکیک متغیر جمعیت به جمعیت شهری و روستایی به عنوان نماینده‌ای از سطح درآمد و میزان مصرف و جذب کالا به شهرستان نیز برای پرداخت مدل‌های جذب بار منطقی است.

۳-۲-۱- جذب بار گروه کالای کشاورزی، دامی، غذایی

در این مدل بندر ماهشهر به دلیل صادرات مقصد جاده‌ای ۱/۹ میلیون تن بار از مجموع ۱۳۷ میلیون تن بار تولید شده این گروه کالایی در کل کشور است و به صورت متغیر کمی در مدل در نظر گرفته شده است. از این

ثابت مدل حدود شش درصد میانگین بار جذب شده این گروه کالایی در کل کشور و قابل قبول است.

۳-۲-۶- جذب بار گروه کالای مواد شیمیایی

در این مدل بندر عباس، بندر ماهشهر و بوشهر به دلیل صادرات مواد شیمیایی در مجموع مقصد $۱۰/۶۳$ میلیون تن بار از مجموع $۷۴/۴۳۶$ میلیون تن بار جذب شده این گروه کالایی در کل کشور است. متغیرهای جمعیت شهری و روستایی به مدل اضافه شده‌اند زیرا انتظار می‌رود مصرف انواع مواد شیمیایی و محصولات لاستیکی و پلاستیکی متناسب با جمعیت تغییر کند. ضرایب نشان می‌دهد که جمعیت روستایی بیش از جمعیت شهری است مواد شیمیایی جذب می‌کند. برای تایید این موضوع باید الگوی مصرف و کالاهای شیمیایی مورد استفاده توسط جمعیت روستایی و شهری در مطالعه‌ای مستقل بررسی شود. مقدار ثابت مدل در حدود پنج درصد میانگین بار جذب شده این گروه کالا در کل کشور و قابل قبول است.

۳-۲-۷- جذب بار گروه کالای کاغذ و چوب

انتظار می‌رود که جمعیت شهری و روستایی و سطوح تحصیلاتی مختلف بر میزان جذب این گروه به شکل متفاوت تاثیر بگذارند. اما بی‌معنی بودن ضریب متغیر جمعیت روستایی و دشوار بودن پیش‌بینی جمعیت به تفکیک تحصیلات سبب حذف این متغیرها شد. علاوه بر متغیر جمعیت شهری، متغیر کمی شهرستان تهران، که $۳/۱۵۲$ میلیون تن از مجموع $۱۴/۷۰۱$ میلیون تن بار جذب شده این گروه کالا در کل کشور را تشکیل می‌دهد، به صورت حاصل ضرب در جمعیت این شهرستان به مدل اضافه شده است. مقدار ثابت مدل در حدود ۴ درصد میانگین بار جذب شده این گروه کالا در کل کشور و قابل قبول است.

۳-۲-۸- جذب بار گروه کالای منسوجات، چرم و پوشاک

انتظار می‌رود که جذب این گروه کالا متناسب با افزایش جمعیت، سطح درآمد و میزان مصرف‌گرایی افزایش یابد. از این رو متغیر جمعیت شهری و روستایی بررسی شدند که تنها ضریب نظیر جمعیت شهری معنی‌دار برآورد شد و به مدل اضافه شد. مقدار ثابت مدل در حدود $۸/۱۳$ درصد میانگین بار جذب شده این گروه کالا در کل کشور و قابل قبول است.

۳-۲-۹- جذب بار گروه کالای خرده بار، ضایعات و متفرقه

مشابه با مدل تولید این گروه کالا، جمعیت شهری که نقش مصرف

صنایع، از جمله ماشین‌آلات و قطعات، مصرف کننده فلزات اساسی هستند، متغیر تعداد شاغلین صنایع کل کشور به صورت حاصل ضربی در دو متغیر کمکی یاد شده وارد مدل شده است. علاوه بر آن، چون مصرف برخی از محصولات فلزی مانند ابزارآلات و یراق‌آلات عمومی با جمعیت شهری رابطه مستقیم دارد، بنابراین این متغیر نیز در مدل وارد شده است. مقدار ثابت این مدل در حدود ۴ درصد مقدار میانگین بار تولید شده این گروه کالایی و قابل قبول است.

۳-۲-۳- جذب بار گروه کالای معدنی

در این مدل بندر عباس و بندر ماهشهر به دلیل صادرات سنگ‌های معدنی در مجموع مقصد $۱۳/۰۰۸$ میلیون تن بار از مجموع کل $۵۱/۵۰۳$ میلیون تن بار جذب شده گروه کالای معدنی در کل کشور است و به صورت متغیر کمکی حاصل ضربی وارد مدل شده است. متغیرهای دوتایی اهواز، مبارکه، لنجان، اردکان، زرنند و میبد که در مجموع $۲۱/۴۷۰$ میلیون تن از بار جذب شده این گروه کالایی را به خود اختصاص می‌دهند برای کاهش ثابت مدل به شکل متغیر دوتایی به مدل اضافه شده‌اند. مقدار ثابت مدل ۱۳ درصد میانگین بار جذب شده این گروه کالا در کل کشور و قابل قبول است.

۳-۲-۴- جذب بار گروه کالای محصولات سبک

در این مدل از جمعیت شهری به عنوان متغیر توصیفی استفاده شده است. با اضافه کردن متغیر جمعیت روستایی ضریب آن بی‌معنی و منفی می‌شود که با توجه به سبک زندگی و سطح درآمد جمعیت روستایی منطقی به نظر می‌رسد، بنابراین در مدل نهایی حذف شده است. مقدار ثابت مدل حدود چهار درصد میانگین بار جذب شده این گروه کالا در کل کشور و قابل قبول است.

۳-۲-۵- جذب بار گروه کالای ماشین‌آلات و قطعات

در این مدل از متغیر اشتغال بخش صنعت شهرستان به عنوان متغیر توصیفی استفاده شده زیرا کالای این مدل در صنایع مصرف می‌شود. به عبارتی هر مقدار اشتغال در صنایع بیشتر باشد انتظار می‌رود جذب بار ماشین‌آلات و قطعات افزایش یابد. متغیر کمکی بندر عباس و تهران که در مجموع $۵/۶۸۵$ میلیون تن از مجموع $۲۱/۶۸۲$ میلیون تن بار جذب شده این گروه کالایی را تشکیل می‌دهند، نیز به مدل اضافه شده است. مقدار

جدول ۷. بررسی تاثیر متغیرهای کمکی مدل در میزان برازندگی مدل‌ها

Table 7. Study of binary variables influence on models fitness

ضریب برازش مدل‌های جذب		ضریب برازش مدل‌های تولید		گروه کالایی
با متغیر کمکی	بدون متغیر کمکی	با متغیر کمکی	بدون متغیر کمکی	
۰/۸۶۹	۰/۸۶۴	۰/۸۷۰	۰/۳۹۹	کشاورزی دامی غذایی
۰/۸۸۰	۰/۷۵۳	۰/۸۶۲	۰/۲۲۹	فلزی
۰/۹۷۵	۰/۰۲۱	۰/۹۷۰	۰/۰۰۱	معدنی
۰/۸۹۶	۰/۸۹۶	۰/۸۷۴	۰/۷۹۰	محصولات سبک
۰/۹۴۴	۰/۷۲۸	۰/۹۱۲	۰/۷۸۶	ماشین‌آلات و قطعات
۰/۹۳۸	۰/۲۷۷	۰/۸۹۶	۰/۳۴۶	یدکی
۰/۹۳۷	۰/۸۹۸	۰/۸۵۰	۰/۵۱۱	مواد شیمیایی
۰/۸۶۸	۰/۷۳۸	۰/۸۶۷	۰/۲۶۵	کاغذ و چوب
۰/۸۹۴	۰/۸۹۴	۰/۹۸۲	۰/۸۶۷	منسوجات چرم و پوشاک
۰/۸۵۱	۰/۷۵۷	۰/۹۶۰	۰/۹۲۸	خرده بار ضایعات متفرقه
				ساختمانی و سیمان

۳-۳- بررسی ساختاری مدل‌ها

اولویت قرارگیری متغیر در ساختار مدل، علاوه بر معنی‌داری بالایی ضریب، وجود رابطه‌ی منطقی و علی بین متغیر وابسته و متغیر توصیفی است. برای جمع‌بندی مدل‌های ارائه شده تاثیر حذف متغیرهای کمکی بر میزان برازندگی مدل سنجیده شده است. برای این منظور از تغییرات ضریب برازش مطابق جدول ۷ استفاده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در مدل‌های تولید بار تفاوت قابل توجهی در میزان برازندگی مدل با حذف متغیرهای کمکی رخ می‌دهد که علت این موضوع را می‌توان در وابستگی تولید و جذب بار در بسیاری از شهرستان‌های مرزی کشور به تجارت خارجی جستجو کرد. به عبارتی این مناطق دروازه ورود و خروج کالا در کشور بوده و تنها مبدا و مقصد میانی بار به شمار می‌آیند. با این حال همانطور که مشاهده می‌شود متغیر جمعیت که نماینده میزان مصرف کالا در مقصد نهایی بار است، به تنهایی قادر به توصیف درصد بالایی از تغییرات متغیر وابسته در اکثر مدل‌های جذب است.

کننده خرده بار را دارد، در مدل جذب این گروه کالایی وارد شده است. مقدار ثابت مدل در حدود ۸/۱ درصد میانگین بار جذب شده این گروه کالا در کل کشور و قابل قبول است.

۳-۲-۱- جذب بار گروه کالای ساختمانی و سیمانی

در این مدل شهرستان قصر شیرین به دلیل صادرات کالاهای ساختمانی و سیمانی به کشور عراق از طریق دو گذرگاه مرزی خسروی و پرویزخان، مقصد سفرهای باری جاده‌ای این گروه کالا است و به صورت ویژه در مدل در نظر گرفته شده است. به علاوه متغیر کمکی خرمشهر که مقصد ۲/۵۸۷ میلیون تن بار این گروه کالایی است به شکل حاصل ضربی وارد مدل شده است مقدار ثابت مدل حدود ۹/۹ درصد میانگین بار جذب شده و قابل قبول است. انتظار می‌رود علاوه بر جمعیت، تراکم جمعیتی به نوعی بر میزان جذب کالای ساختمانی و سیمانی تاثیرگذار باشد. از این رو با تفکیک جمعیت شهری شهرستان‌های پرجمعیت کشور از سایر شهرستان‌ها این نکته در نظر گرفته شده است.

۴- برآورد متغیرهای مستقل برای آینده

در بخش پیشین مقاله، مدل‌های برآورد تولید و جذب بار برای گروه‌های کالایی ارائه شده است. برای استفاده از این مدل‌های در پیش‌بینی مقادیر تولید و جذب بار در سال‌های آینده، مقادیر متغیرهای مستقل استفاده شده در آن نیازمند پیش‌بینی است. در این بخش مقادیر متغیرهای جمعیتی به تفکیک شهرستان، به تفکیک نقاط شهری و روستایی، اشتغال به تفکیک شهرستان و تعداد افراد در گروه فعالیت اقتصادی برای آینده برآورد می‌شوند.

۴-۱- جمعیت

یکی از متغیرهای مورد نیاز برای پیش‌بینی متغیرهای وابسته، جمعیت شهرستان‌ها به تفکیک شهری و روستایی است. اغلب مطالعات از سه عامل تولد، مرگ و میر و مهاجرت برای برآورد جمعیت استفاده می‌کنند. در این مطالعه نیز برای برآورد جمعیت آینده از این سه عامل استفاده می‌شود. در ادامه به برآورد مقادیر جمعیت برای سال‌های آتی پرداخته می‌شود.

۴-۱-۱- بررسی وضع موجود

بر اساس آمار منتشر شده مرکز آمار ایران، جمعیت کل کشور در سال ۱۳۹۵ حدود ۷۹ میلیون و ۹۲۶ هزار نفر است که از این تعداد حدود ۵۹ میلیون و ۱۸۰ هزار نفر شهر نشین و حدود ۲۰ میلیون و ۷۴۶ هزار نفر روستائین هستند. تهران با حدود ۱۳ میلیون و ۲۷۷ هزار نفر پرجمعیت‌ترین استان و ایلام با ۵۸۰ هزار نفر کم‌جمعیت‌ترین استان است. میانگین جمعیت استان‌ها حدود ۲ میلیون ۵۷۸ هزار نفر و انحراف معیار آن حدود ۲ میلیون ۴۸۳ هزار نفر است.

۴-۱-۲- الگوریتم برآورد جمعیت

در الگوریتم ارائه شده این مطالعه برای برآورد جمعیت، از هرم سنی جمعیتی شامل جمعیت شهرستان‌های کشور در یک سال مشخص به تفکیک نقاط شهری و روستایی و گروه‌های سنی، به عنوان هرم جمعیتی پایه، استفاده می‌شود. هرم جمعیتی پایه در این مقاله مربوط به سال ۱۳۹۵ و در گروه‌های سنی ۵ ساله است. این هرم جمعیتی با استفاده از سه عامل نرخ تولد، نرخ مرگ و میر، و نرخ مهاجرت برای سال‌های آینده مطابق رابطه‌های (۲) و (۳) رشد داده می‌شود:

$$POP_i^y = \begin{cases} \left(R^{B,y-4} POP^{y-5} + R^{B,y-3} POP^{y-4} + R^{B,y-2} POP^{y-3} + R^{B,y-1} POP^{y-2} + R^{B,y} POP^{y-1} \right) (1 - R_i^D + R^{MI} - R^{MO})^5 & i=1 \\ (POP_{i-1}^{y-5}) (1 - R_i^D + R^{MI} - R^{MO})^5 & i=2, \dots, n \\ (POP_{i-4}^{y-5} + POP_{i-5}^{y-5}) (1 - R_i^D + R^{MI} - R^{MO})^5 & i=14 \end{cases} \quad (2)$$

$$POP^y = POP^{y-1} (1 + R^{B,y} - R_i^D + R^{MI} - R^{MO}) \quad (3)$$

که در آن:

Y : مجموعه سال‌های برآورد متغیرها،

I : مجموعه گروه‌های سنی ۵ ساله،

i : اندیس بیان کننده گروه سنی $\{1, \dots, 14\}$ ،

$R^{B,y}$: نرخ تولد در سال y

R^D : نرخ مرگ و میر کل،

R_i^D : نرخ مرگ و میر گروه سنی i

R^{MI} : نرخ مهاجران خارج شده،

R^{MO} : نرخ مهاجران وارد شده

POP^y : جمعیت سال y

POP_i^y : جمعیت گروه سنی i در سال

در روابط فوق برای محاسبه نرخ تولد و مرگ و میر از اطلاعات وضع موجود، سال ۱۳۹۵، در سطح استان و برای محاسبه نرخ مهاجران وارد و خارج شده از هر منطقه از میانگین اطلاعات مهاجرت سال‌های ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۵، در سطح شهرستان استفاده شده است. با توجه به اینکه نرخ تولد کل کشور در سال‌های اخیر کاهش یافته است، نرخ تولد در سطح استان در هر سال با یک ضریب، مطابق رابطه (۴)، تصحیح می‌شود.

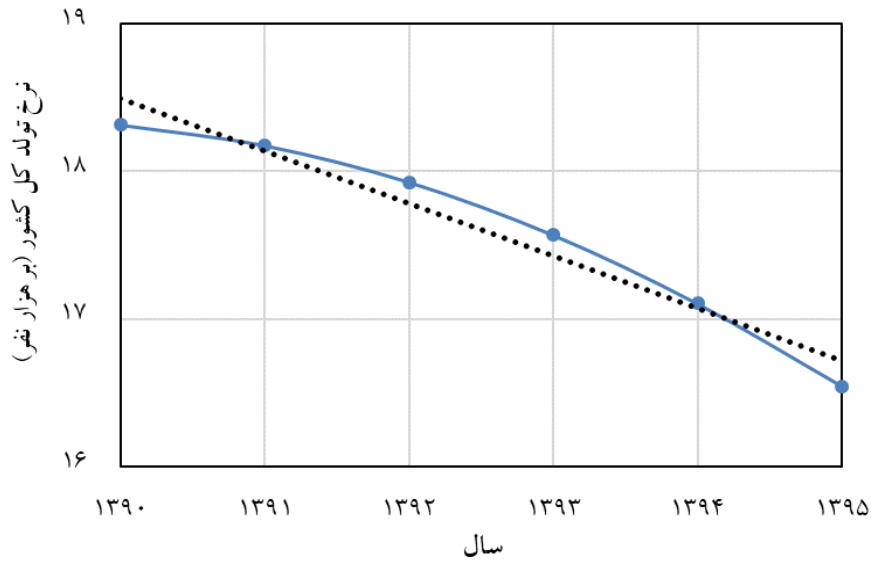
$$R^{B,y} = R^{B,Base} \times \frac{R^{BC,y}}{R^{BC,Base}} \quad (4)$$

که در آن:

$R^{BC,y}$: نرخ تولد کل کشور در سال y ،

$R^{B,Base}$: نرخ تولد در سال مبنا

$R^{BC,Base}$: نرخ تولد کل کشور در سال مبنا،



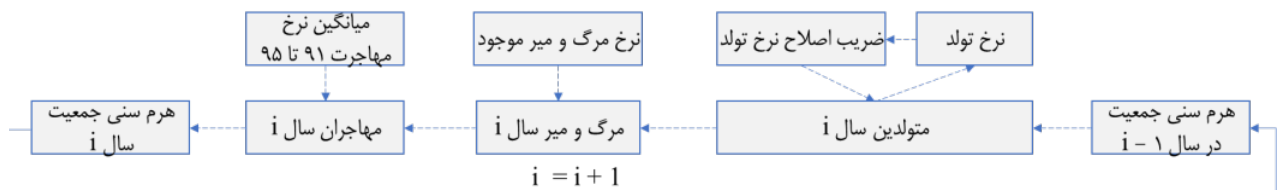
شکل ۱. نمودار تغییرات نرخ تولد کل کشور در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ و خط برازش شده

Fig. 1. Iran's birth rate variations and the fitted line

جدول ۸. مدل پرداخت شده نرخ تولد کل کشور

Table 8. Iran's birth rate calibrated model

نام متغیر	مقدار ضریب	انحراف معیار	میزان معنی‌داری (آماره t)	مقدار R ²	مقدار F
ثابت مدل	۰/۵۱۲۱۴۲	۰/۰۵۳۸۱۹	۹/۵۱۵۹۳۸	۰/۹۵۴۷۶۹	۸۴/۴۳۴۵۲۱
سال	-۰/۰۰۰۳۵۵	۰/۰۰۰۰۳۹	۰/۱۸۸۸۲۶	-	-

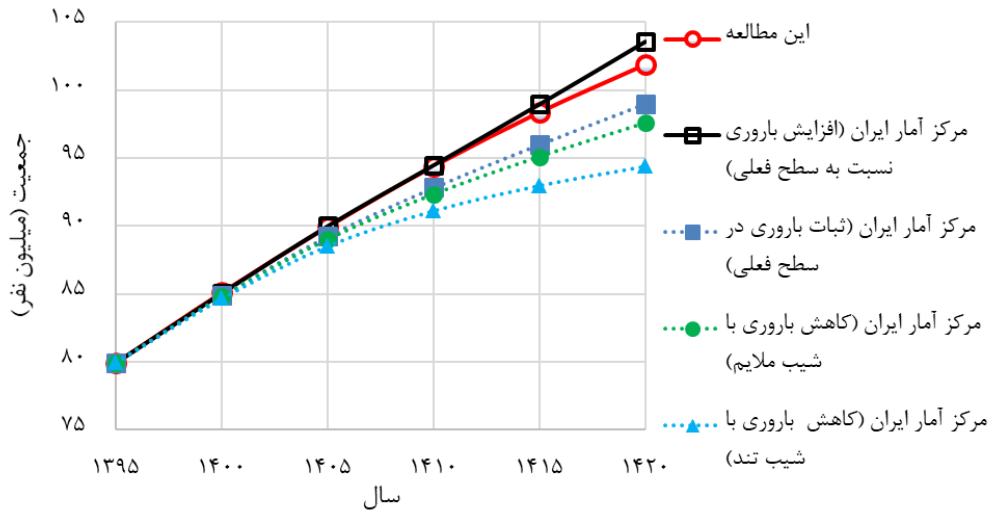


شکل ۲. فلوچارت نحوه برآورد جمعیت

Fig. 2. A flowchart for predicting population figures

برازش شده آن در شکل ۱ و اطلاعات مربوط به مدل نرخ تولد کل کشور در جدول ۸ ارائه شده است. در شکل ۲ فلوچارت نحوه برآورد جمعیت نشان داده شده است.

برای برآورد نرخ تولد کل کشور از مدل رگرسیون خطی که روی نرخ تولد کل کشور برای سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ ساخته شده است، استفاده می‌شود. نمودار تغییرات نرخ تولد کل کشور در این سال‌ها به همراه خط



شکل ۳. مقایسه جمعیت برآورد شده کشور توسط مرکز آمار در چهار سناریو و مطالعه حاضر

Fig. 3. Comparison of projected birth rate by current study and national statistics organization

۳-۱-۴- مقایسه جمعیت

هزار نفر است و جمعیت کل شاغلین ۲۲ میلیون و هفتصد و شصت هزار نفر بوده است. استان تهران با حدود ۱۱ میلیون و ۴۰۷ هزار نفر بیشترین جمعیت دارای ۱۰ سال و بیشتر، و استان ایلام با ۴۸۶ هزار نفر کمترین جمعیت دارای ۱۰ سال و بیشتر را دارد. میانگین جمعیت ۱۰ سال و بیشتر استان‌ها حدود ۲ میلیون و ۱۴۳ هزار نفر و انحراف معیار آن حدود ۲ میلیون و ۱۱۷ هزار نفر است. ۳۹/۱۹ درصد از جمعیت دارای ۱۰ سال و بیشتر کشور نیروی فعال از نظر اقتصادی هستند و ۱۲/۵۷ درصد این مقدار سهم نیروی بیکاری را تشکیل می‌دهد.

۳-۲-۴- روش برآورد

در این مطالعه از جمعیت، درصد نیروی فعال، نرخ بیکاری، و سهم شاغلین بخش‌های مختلف اقتصادی برای برآورد اشتغال در سال‌های افق برنامه‌ریزی استفاده می‌شود. اولین اطلاع مورد نیاز برای برآورد وضعیت اشتغال هر منطقه، جمعیت آن منطقه به تفکیک گروه سنی است که نحوه برآورد آن در بخش پیشین بیان شده است. با در اختیار داشتن هرم سنی جمعیت هر منطقه، و سهم نیروی فعال آن منطقه، جمعیت فعال اقتصادی برای آن منطقه طبق رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

$$APop^y = S A Pop \times \sum_{i=3}^{14} Pop_i^y \quad \forall y \in Y \quad (5)$$

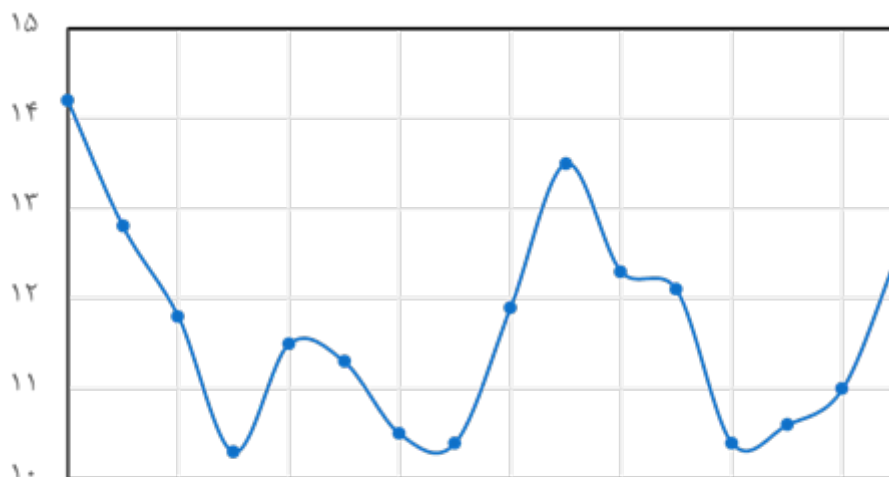
مرکز آمار ایران نیز جمعیت کل کشور را برای دوره‌های پنج ساله تا افق ۱۴۳۰ با فرض چهار سناریو برای میزان باروری برآورد کرده است. مقایسه جمعیت کل کشور برآورد شده مرکز آمار با فرض چهار سناریو باروری و این مطالعه تا افق ۱۴۲۰ در شکل ۳ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود، جمعیت برآورد شده کل کشور توسط این مطالعه بین جمعیت برآورد شده کل کشور توسط مرکز آمار با دو سناریوی افزایش باروری نسبت به سطح فعلی و ثبات باروری در سطح فعلی قرار دارد.

۳-۲-۴- اشتغال

یکی دیگر از متغیرهای مورد نیاز در این مطالعه برای پیش‌بینی متغیرهای وابسته، تعداد شاغلین شهرستان‌ها به تفکیک شهری و روستایی و بخش‌های اقتصادی صنعت و کشاورزی است که جمعیت، درصد نیروی فعال، نرخ بیکاری، و سهم شاغلین بخش‌های اقتصادی از عوامل مؤثر در تعیین آن است. در این مطالعه برای برآورد تعداد شاغلین در آینده از این عوامل استفاده می‌شود.

۳-۲-۴- وضع موجود

طبق تعریف مرکز آمار ایران، نیروی کار فعال و غیرفعال برای جمعیت دارای ۱۰ سال و بیشتر محاسبه می‌شود. بر اساس آمار منتشر شده این مرکز، کل جمعیت بالای ۱۰ سال کشور در سال ۱۳۹۵ حدود ۶۶ میلیون و ۴۲۲



شکل ۴. نرخ بیکاری کشور برای سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵.

Fig. 4. Iran's unemployment rate variations from 2001 to 2016

که در آن:

$$Emp_k^y = APop^y \times (1 - R_k^{UNIMP}) \quad \forall y \in Y, k \in K \quad (۶)$$

$SAPop$: سهم جمعیت فعال از نظر اقتصادی از جمعیت دارای ۰۱

سال و بیشتر

$APop^y$: جمعیت فعال از نظر اقتصادی در سال y

که در آن:

R_k^{UNIMP} : نرخ بیکاری شهرستان‌ها بر اساس سناریو

Emp_k^y : جمعیت شاغل شهرستان در سال y تحت سناریو k

است و نرخ بیکاری شهرستان‌ها بر اساس سناریو k ، R_k^{UNIMP}

مطابق رابطه (۶) محاسبه می‌شود.

$$R_k^{UNIMP} = R_{Base}^{UNIMP} \times \frac{R_k^{UNIMPA}}{R_{Base}^{UNIMPA}} \quad \forall k \in K \quad (۷)$$

که در آن:

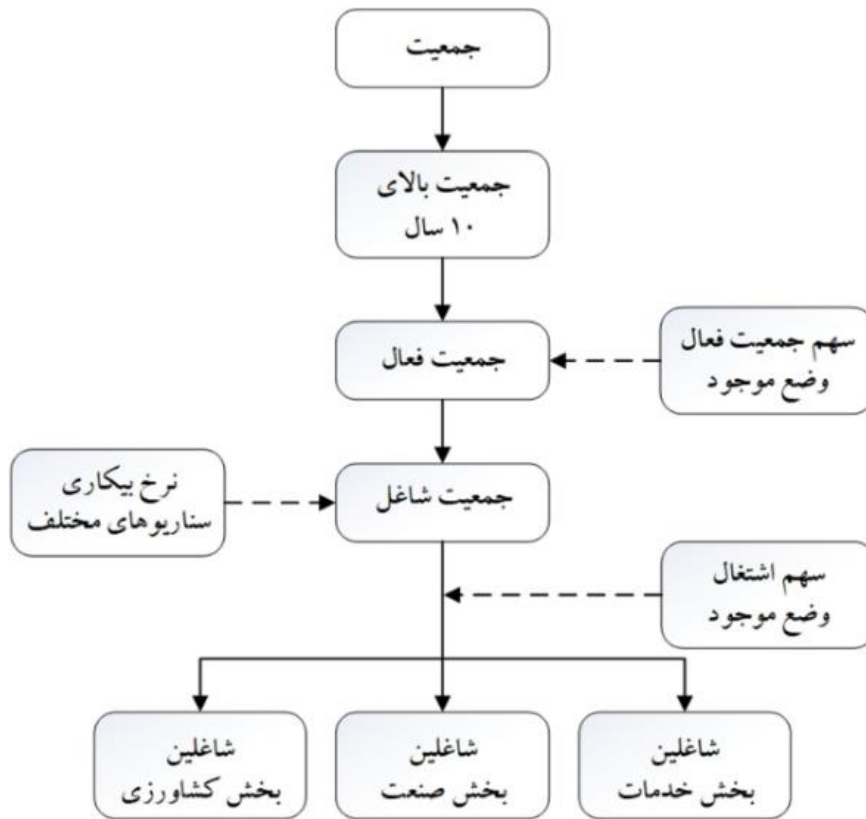
R_{Base}^{UNIMP} : نرخ بیکاری شهرستان‌ها بر اساس سناریو مبنا (سال ۵۹۳۱)،

R_k^{UNIMPA} : نرخ بیکاری کل کشور در سناریو k

R_{Base}^{UNIMPA} : نرخ بیکاری کل کشور در سناریو مبنا (سال ۵۹۳۱) =

۲۱/۵٪

برای محاسبه سهم جمعیت فعال از نظر اقتصادی، $SAPop$ ، از اطلاعات وضع موجود، سال ۱۳۹۵، در سطح شهرستان، برگرفته از مرکز آمار ایران، استفاده شده است. برای محاسبه جمعیت شاغلین هر منطقه نرخ بیکاری آن منطقه نیز مورد نیاز است که آمار سال ۱۳۹۵، در سطح شهرستان در اطلاعات مرکز آمار ایران موجود است. اما موضوع مهم عدم ثبات نرخ بیکاری در کشور است. تغییرات نرخ بیکاری در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ به خوبی در شکل ۴ قابل مشاهده است. با توجه به وضعیت سیاسی کشور، نوسانات زیادی در نرخ بیکاری برای سال‌های آینده پیش‌بینی می‌شود. بر این اساس برای محاسبه جمعیت شاغلین، چهار سناریو با نرخ‌های بیکاری مختلف برای کل کشور تعریف می‌شود و مطابق رابطه (۶)، جمعیت کل شاغلین هر منطقه محاسبه می‌شود. برای سناریوهای سه نرخ بیکاری ۲۵، ۵ و ۱۰ درصد، به ترتیب به عنوان حالت بدبینانه، خوشبینانه و واقع‌بینانه در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۵. فلوچارت نحوه محاسبه هرم نیروی کار

Fig. 5. A flowchart for predicting employment figures

$SEmpInd$: سهم گروه صنعت از اشتغال
 $EmpAgr_k^y$: نیروی شاغل در بخش کشاورزی در سال y تحت سناریو k

$SEmpAgr$: سهم گروه کشاورزی از اشتغال است

با ضرب کردن جمعیت شاغلین هر منطقه در سهم بخش اقتصادی مورد نظر از اشتغال، مطابق رابطه‌های (۸) و (۹)، شاغلین هر بخش اقتصادی تعیین می‌شود.

$$EmpInd_k^y = Emp_k^y \times SEmpInd \quad \forall y \in Y, k \in K \quad (8)$$

$$EmpAgr_k^y = Emp_k^y \times SEmpAgr \quad \forall y \in Y, k \in K \quad (9)$$

در این مطالعه برای محاسبه مقادیر سهم بخش‌های اقتصادی مختلف از اشتغال، از اطلاعات سال ۱۳۹۴ در سطح استان، موجود در مرکز آمار ایران استفاده شده است. فلوچارت نحوه محاسبه هرم نیروی کار در شکل ۵ نشان داده شده است. بر این اساس شاغلین شهرستان‌ها برای آینده برآورد شده است. با همفزون کردن شاغلین شهرستان‌ها، جمعیت استان‌ها و کل کشور نیز محاسبه می‌شوند.

که در آن:

$EmpInd_k^y$: نیروی شاغل در بخش صنعت در سال y تحت سناریو k

k

جدول ۹. کل شاغلین برآورد شده کشور تحت سناریوهای نرخ بیکاری در سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۲۰ بر حسب میلیون نفر

Table 9. Predicted employment under unemployment rate scenarios from 2021 to 2041(in millions)

سناریوهای نرخ بیکاری				سال
نرخ بیکاری ۵ درصد	نرخ بیکاری ۱۰ درصد	نرخ بیکاری ۱۲/۵ درصد	نرخ بیکاری ۲۵ درصد	
-	-	۲۲/۷۶	-	۱۳۹۵ (وضع موجود)
۲۶/۳۷	۲۴/۹۸	۲۴/۲۹	۲۰/۸۲	۱۴۰۰
۲۸/۲۷	۲۶/۸۰	۲۶/۰۶	۲۲/۳۶	۱۴۰۵
۳۰/۲۷	۲۸/۶۹	۲۷/۹۱	۲۳/۹۸	۱۴۱۰
۳۲/۱۹	۳۰/۵۳	۲۹/۷۰	۲۵/۵۵	۱۴۱۵
۳۴/۰۶	۳۲/۳۲	۳۱/۴۵	۲۷/۱۰	۱۴۲۰

جدول ۱۰. پیش‌بینی مجموع تولید بار کل کشور (تن)

Table 10. Total predicted freight production

سال						سناریو (درصد نرخ بیکاری)
۱۴۲۰	۱۴۱۵	۱۴۱۰	۱۴۰۵	۱۴۰۰	۱۳۹۵	
۷۰۵,۲۷۳,۹۸۷	۶۷۲,۴۵۴,۱۴۵	۶۳۹,۲۲۲,۳۸۵	۶۰۵,۶۱۸,۸۴۰	۵۷۳,۳۶۸,۶۴۵	-	۵
۶۸۰,۲۴۴,۳۹۰	۶۴۸,۹۷۶,۷۲۴	۶۱۷,۳۳۳,۶۳۰	۵۸۵,۳۴۴,۹۳۷	۵۵۴,۶۲۷,۷۳۲	-	۱۰
۶۶۷,۷۲۹,۵۹۱	۶۳۷,۲۳۸,۰۱۴	۶۰۶,۳۸۹,۲۵۳	۵۷۵,۲۰۷,۹۸۵	۵۴۵,۲۵۷,۲۷۶	۵۱۸,۱۶۹,۶۹۷	۱۲/۵
۶۰۵,۱۵۵,۵۹۹	۵۷۸,۵۴۴,۴۶۳	۵۵۱,۶۶۷,۳۶۸	۵۲۴,۵۲۳,۲۲۷	۴۹۸,۴۰۴,۹۹۳	-	۲۵

۳-۴- نتایج برآورد

در کشور مطابق جدول‌های جدول ۱۰ و جدول ۱۱ از مدل‌های پرداخت شده در بخش ۳ و برآورد متغیرهای مستقل در بخش ۴ استفاده شده است. طبق این برآورد، مقدار کل تولید بار در کشور در سال ۱۴۲۰ در بهترین وضعیت با نرخ بیکاری ۵ درصد برابر ۷۰۵ میلیون تن و در بدترین حالت با نرخ بیکاری ۲۵ درصد برابر ۶۰۵ میلیون تن پیش‌بینی می‌شود. به علاوه مقدار کل جذب بار در کشور در سال ۱۴۲۰ در بهترین وضعیت با نرخ بیکاری ۵ درصد برابر ۶۶۹ میلیون تن و در بدترین حالت با نرخ بیکاری ۲۵ درصد برابر ۶۴۴ میلیون تن پیش‌بینی شده است.

با توجه به روش ارائه شده برای برآورد هرم نیروی کار، تعداد شاغلین شهرستان‌ها به تفکیک شهری و روستایی و بخش‌های اقتصادی برای سال‌های ۱۴۰۰، ۱۴۰۵، ۱۴۱۰، ۱۴۱۵، ۱۴۲۰ و برآورد شده است. جدول ۹ کل شاغلین کشور را در سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۲۰ در دوره‌های ۵ ساله تحت سناریوهای مختلف نرخ بیکاری بر حسب میلیون نفر نشان می‌دهد.

۵- نتایج برآورد تولید و جذب بار کل کشور

برای برآورد مقادیر پیش‌بینی شده تولید و جذب بار کل گروه‌های کالایی

جدول ۱۱. پیش‌بینی مجموع جذب بار کل کشور (تن)

Table 11. Total predicted freight attraction

سال						سناریو
۱۴۲۰	۱۴۱۵	۱۴۱۰	۱۴۰۵	۱۴۰۰	۱۳۹۵	(درصد نرخ بیکاری)
۶۶۹,۴۱۶,۰۷۱	۶۴۶,۳۳۶,۵۹۲	۶۱۹,۹۵۰,۲۹۷	۵۹۰,۳۲۲,۴۹۰	۵۵۸,۴۲۹,۱۱۴	-	۵
۶۶۳,۰۷۳,۶۴۰	۶۴۰,۳۳۲,۲۰۲	۶۱۴,۳۱۲,۱۶۸	۵۸۵,۰۷۲,۹۴۴	۵۵۳,۵۵۸,۴۳۹	-	۱۰
۶۵۹,۹۰۲,۴۲۵	۶۳۷,۳۳۰,۰۰۶	۶۱۱,۴۹۳,۱۰۴	۵۸۲,۴۴۸,۱۷۱	۵۵۱,۱۲۳,۱۰۱	۵۱۸,۱۶۹,۶۹۷	۱۲/۵
۶۴۴,۰۴۶,۳۴۸	۶۲۲,۳۱۹,۰۳۰	۵۹۷,۳۹۷,۷۸۲	۵۶۹,۳۲۴,۳۰۷	۵۳۸,۹۴۶,۴۱۳	-	۲۵

۶- نتیجه‌گیری

با توجه به نمود روزافزون نقش و اهمیت حمل و نقل بار در ارتباط فعالیت‌های صنعتی و تجاری کشور، در این پژوهش برای اولین بار مدل‌های رگرسیون پیش‌بینی ایجاد بار در سطح شهرستان و به تفکیک گروه‌های کالایی دهگانه پرداخت شده است. مدل‌ها و نتایج حاصل از مقادیر برآورد شده در پژوهش حاضر می‌تواند در تهیه و تدوین برنامه‌ها و اسناد بالادستی صنعتی و تجاری، طرح‌های جامع حمل و نقل ریلی و جاده‌ای و نیز برنامه‌های بلند مدت جذب سرمایه و توسعه زیرساخت‌های لجستیکی کشور مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس نتایج به دست آمده، انتظار می‌رود تناژ بار تولید و جذب شده کل کشور با نرخ بیکاری ۱۲/۵ درصد به ترتیب به ۶۶۸ و ۶۶۰ میلیون تن و با نرخ بیکاری ۲۵ درصد به ۶۰۵ و ۶۴۴ میلیون تن در افق ۱۴۲۰ برسد.

در بررسی ساختار مدل‌های جذب بار مشخص شد که متغیر جمعیت در توصیف ۷۰ تا ۹۰ درصد بار جذب شده به شهرستان‌ها موفق است. این در حالی است که متغیر اشتغال به تنهایی در اکثر گروه‌های کالایی درصد کمی از میزان تولید بار را توصیف می‌کند. این مسئله که یکی از محدودیت‌های مهم پژوهش حاضر است را می‌توان ناشی از نبود متغیرهای کلان تجارت خارجی و اقتصاد ملی در مدل‌ها دانست. برای جبران این موضوع از متغیرهای دوتایی گمرکات مرزی شهرستان‌های شاخص در بیشتر مدل‌ها استفاده شده است. به طوری که متغیر دوتایی دو شهرستان بندر عباس و بندر ماهشهر با در اختیار داشتن بزرگ‌ترین بنادر کشور در اکثر مدل‌ها وارد شده است. این در حالی است که بار تولید و جذب شده در این شهرستان‌ها، متأثر از حجم تجارت خارجی کشور است و مدل‌های موجود

این اثر را در نظر نمی‌گیرد. بنابراین احتساب عوامل موثر بر تجارت خارجی کل کشور از جمله رشد تولیدات ناخالص داخلی و درآمدهای ناخالص نفتی و حتی وقوع یا برطرف شدن تحریم‌ها در مطالعات آتی بر دقت مدل‌های فعلی تولید و جذب بار می‌افزاید.

قدردانی

بدین وسیله از تمامی کسانی که با در اختیار قرار دادن اطلاعات لازم برای این پژوهش ما را در به ثمر رساندن آن یاری کردند قدردانی می‌شود. اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش از طریق معاونت حمل و نقل وزارت راه و شهرسازی در اختیار پژوهشگران قرار گرفته است.

منابع

- [1] The Geography of Transport Systems, in: D.J.-P. Rodrigue (Ed.).
- [2] L. Tavasszy, G. De Jong, Modelling freight transport, Elsevier, 2013.
- [3] Standard Industrial Classification (SIC), 1987, Retrieved from United States Census Bureau website: <https://www.census.gov/programs-surveys/cbp/technical-documentation/reference/naics-descriptions/sic-code-descriptions.html>
- [4] North American Industry Classification System, Executive Office of the President Office of Management and Budget, United States, 2017.

- Generation and Distribution for Nationwide Interstate Freight Movement, Transportation in Developing Economies, 2018.
- [7] J. de Dios Ortuzar, L.G. Willumsen, Modelling transport, John Wiley & Sons, 2011
- [5] J. Holguín-Veras, M. Jaller, I. Sanchez-Diaz, J. Wojtowicz, S. Campbell, H. Levinson, C. Lawson, E.L. Powers, L. Tavasszy, Freight trip generation and land use, 0309258782, 2012.
- [6] Middela, Mounisai, Pulipati, Sasanka, Modeling Freight

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

H. R. Najafi, Kh. Khavarian, L. Hosein Rashidi, M. Arbabi, A. Samimi, Forecasting Generation of Freight Groups with Regression Models for Traffic Analysis Zones in Iran, Amirkabir J. Civil Eng., 54(8) (2022) 3041-3066.

DOI: [10.22060/ceej.2022.20385.7409](https://doi.org/10.22060/ceej.2022.20385.7409)



