

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست مطالب

۱- مدل تولید و جذب سفر	۱
۱-۱- دسته‌بندی اهداف سفر اصلی برای ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	۳
۲-۱- ایجاد (تولید و جذب) سفر	۹
۳-۱- منابع و مراجع	۵۴
۲- مدل توزیع سفر	۵۵
۱-۲- مقدمه	۵۵
۲-۲- تعاریف اولیه	۵۷
۳-۲- مدل‌های مرسوم توزیع سفر	۶۰
۴-۲- مروری بر نحوه پرداخت و اعتبارسنجی مدل جاذبه	۷۱
۵-۲- نکات مهم در مدل‌سازی توزیع سفر	۷۵
۶-۲- روش ساخت و پرداخت مدل جاذبه برای شهر ساری	۷۸
۷-۲- منابع و مراجع	۱۰۱
۳- انتخاب وسیله سفر (مدل تفکیک سفر)	۱۰۲
۱-۳- جایگاه مدل تفکیک سفر در برنامه‌ریزی حمل و نقل	۱۰۲
۲-۳- بررسی انواع مدل‌های تفکیک سفر	۱۰۴
۳-۳- جمع‌آوری و دسته‌بندی اطلاعات برای شهر ساری	۱۱۱
۴-۳- تخمین پارامترهای مدل به روش تمایل بیشینه	۱۱۴
۵-۳- نتایج پرداخت مدل‌های تفکیک سفر برای شهر ساری	۱۱۵
۶-۳- ارزیابی مدل‌های تفکیک سفر شهر ساری	۱۱۷
۷-۳- جمع‌بندی	۱۲۰
۸-۳- منابع و مراجع	۱۲۱
۴- تعیین ضرایب مدل زمان روز	۱۲۲
۱-۴- برآورد ضرایب زمان-روز	۱۲۳
۵- تخصیص ترافیک به شبکه	۱۳۶
۶- اعتبارسنجی مدل‌های ساخته شده	۱۴۳
۱-۶- معرفی شاخص‌های اعتبارسنجی تخصیص حمل‌ونقل شخصی	۱۴۵
۲-۶- اعتبارسنجی ضریب همبستگی و حجم کل عبوری از خط برش قبل از تصحیح ماتریس	۱۵۳

 شهرداری ساری	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا			ویرایش دوم		صفحه أ	
				گزارش	قرارداد	تاریخ	
				۰۴	۷۸۲۰۷	تیر ۱۳۹۹	
				مهندسین مشاور عمران طرح البرز			

- ۳-۶- اعتبارسنجی تصحیح ماتریس همسنگ سواری ۱۶۳
- ۴-۶- اعتبارسنجی نتایج تخصیص بعد از تصحیح ماتریس ۱۷۴
- ۵-۶- منابع و مراجع ۱۸۶

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ب		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- رویکردهای مدل‌سازی تقاضای سفر ۳
- شکل ۲-۱- فرآیند چهار مرحله‌ای تحلیل تقاضای سفر ۴
- شکل ۳-۱- دسته‌بندی اهداف سفر ۵
- شکل ۴-۱- سهم اهداف سفر روزانه در شهر ساری ۶
- شکل ۵-۱- تفاوت تولید- جذب با مبدأ- مقصد ۱۳
- شکل ۶-۱- مثالی از تولید و جذب و تعاریف مرتبط با آن ۱۳
- شکل ۷-۱- تبدیل ماتریس مبدأ- مقصد سفر به بردارهای تولید- جذب سفر ۱۴
- شکل ۸-۱- ناحیه‌های ترافیکی ۵۵ تایی شهر ساری ۱۶
- شکل ۹-۱- پراکندگی جمعیت در نواحی ترافیکی ۱۹
- شکل ۱۰-۱- پراکندگی تعداد شاغلین برحسب محل سکونت در نواحی ترافیکی ۲۰
- شکل ۱۱-۱- پراکندگی سرانه مالکیت خودروی شخصی در نواحی ترافیکی ۲۰
- شکل ۱۲-۱- پراکندگی تعداد خانوار در نواحی ترافیکی ۲۱
- شکل ۱۳-۱- دسته‌بندی مدل‌های تولید سفر در شهر ساری ۲۱
- شکل ۱۴-۱- تعریف بردار تولید سفر شغلی خانه- مبنا ۲۲
- شکل ۱۵-۱- تولید سفر خانه-مبنای شغلی ۲۳
- شکل ۱۶-۱- تولید سفر خانه-مبنای تحصیلی ۲۵
- شکل ۱۷-۱- تولید سفر خانه-مبنای خرید ۲۷
- شکل ۱۸-۱- تولید سفر خانه-مبنای تفریحی ۲۹
- شکل ۱۹-۱- تولید سفر خانه-مبنای کار شخصی ۳۰
- شکل ۲۰-۱- تعریف تولید سفر غیرخانه-مبنا ۳۲
- شکل ۲۱-۱- تولید سفر غیرخانه-مبنا ۳۳
- شکل ۲۲-۱- تعریف بردار جذب سفر خانه-مبنا ۳۵
- شکل ۲۳-۱- جذب سفر خانه-مبنای شغلی ۳۵
- شکل ۲۴-۱- جذب سفر خانه-مبنای تحصیلی ۳۷
- شکل ۲۵-۱- جذب سفر خانه-مبنای خرید ۳۹
- شکل ۲۶-۱- جذب سفر خانه-مبنای تفریحی ۴۱
- شکل ۲۷-۱- جذب سفر خانه-مبنای کار شخصی ۴۳
- شکل ۲۸-۱- تعریف جذب سفر غیرخانه-مبنا ۴۴
- شکل ۲۹-۱- جذب سفر غیرخانه-مبنا ۴۵
- شکل ۳۰-۱- مقایسه تولید سفر به دست آمده از مدل و مشاهده ۵۰
- شکل ۳۱-۱- مقایسه جذب سفر به دست آمده از مدل و مشاهده ۵۱

 مهندسین مشاور عمران طرح البرز	صفحه ج		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

- شکل ۱-۳۲- مقایسه برآورد و مشاهده مدل‌های تولید سفر خانه- مبنا ۵۳
- شکل ۱-۳۳- مقایسه برآورد و مشاهده مدل‌های جذب سفر خانه- مبنا ۵۴
- شکل ۱-۳۴- مقایسه برآورد و مشاهده مدل‌های تولید و جذب سفر غیرخانه- مبنا ۵۴
- شکل ۲-۱- فرآیند مدل‌سازی مرسوم چهار مرحله‌ای ۵۶
- شکل ۲-۲- فرآیند ۴ مرحله‌ای اجرا شده در نرم‌افزار PTV-Visum ۵۷
- شکل ۲-۳- ماتریس مبدأ- مقصد سفر ۵۹
- شکل ۲-۴- نمودار انواع مختلف تابع مسافت ۶۰
- شکل ۲-۵- نحوه نمایش توزیع طول سفرها در یک ناحیه شهری ۶۶
- شکل ۲-۶- نمایشی شماتیک از توزیع طول سفرها در تکرارهای مختلف ۶۸
- شکل ۲-۷- نحوه تصحیح برازش‌ها روی محور لگاریتمی ۶۸
- شکل ۲-۸- دسته‌بندی اهداف سفر شهر ساری ۸۰
- شکل ۲-۹- بزرگ‌ناحیه‌های ترافیکی شهر ساری ۸۱
- شکل ۲-۱۰- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای کاری شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴ ۸۲
- شکل ۲-۱۱- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای خرید شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴ ۸۳
- شکل ۲-۱۲- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای تفریحی شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴ ۸۳
- شکل ۲-۱۳- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای کارشناسی شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴ ۸۴
- شکل ۲-۱۴- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای تحصیلی شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴ ۸۴
- شکل ۲-۱۵- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای غیرخانه مبنا شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴ ۸۵
- شکل ۲-۱۶- برگه مخصوص انتخاب ماتریس مقاومت سفر مورد نظر در نرم‌افزار VISUM ۸۷
- شکل ۲-۱۷- برگه مخصوص ورود داده‌های توزیع فراوانی سفرها برای پرداخت مدل جاذبه در نرم‌افزار VISUM ۸۸
- شکل ۲-۱۸- برگه مخصوص ورود داده‌های نوع تابع مقاومت سفر برای پرداخت مدل جاذبه در نرم‌افزار VISUM ۸۸
- شکل ۲-۱۹- برگه مخصوص انتخاب فایل‌های مورد نظر برای ذخیره نتایج حاصل از کالیبراسیون مدل جاذبه ۸۹
- شکل ۲-۲۰- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع- هدف سفر کاری ۹۲
- شکل ۲-۲۱- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع- هدف سفر خرید ۹۳
- شکل ۲-۲۲- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع- هدف سفر تحصیلی ۹۴
- شکل ۲-۲۳- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع- هدف سفر تفریحی ۹۵
- شکل ۲-۲۴- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع- هدف سفر کارشناسی ۹۶
- شکل ۲-۲۵- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع- هدف سفر غیرخانه مبنا ۹۷
- شکل ۲-۲۶- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی- هدف سفر کاری ۹۸
- شکل ۲-۲۷- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی- هدف سفر تحصیلی ۹۸
- شکل ۲-۲۸- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی- هدف سفر خرید ۹۹
- شکل ۲-۲۹- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی- هدف سفر تفریحی ۹۹

 مهندسین مشاور عمران طرح البرز	صفحه د		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

- شکل ۳۰-۲- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی- هدف سفر کار شخصی ۱۰۰
- شکل ۳۱-۲- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی- هدف سفر غیرخانه‌مبنا ۱۰۰
- شکل ۳۲-۲- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی- مجموع سفرها ۱۰۱
- شکل ۱-۳- مراحل ساخت و پرداخت مدل‌های حمل و نقل ۱۰۳
- شکل ۲-۳- منحنی تفکیک وسیله ۱۰۵
- شکل ۱-۴- جایگاه مدل زمان-روز در فرآیند چهار مرحله‌ای برآورد تقاضا ۱۲۳
- شکل ۱-۵- فرآیند ۴ مرحله‌ای وارد شده در نرم‌افزار PTV-Visum ۱۳۶
- شکل ۲-۵- مراحل تخصیص به روش تعادلی ۱۴۰
- شکل ۳-۵- مراحل متعادل‌سازی در تخصیص تعادلی ۱۴۱
- شکل ۴-۵- مراحل تخصیص به روش پلکانی ۱۴۲
- شکل ۵-۵- خصوصیات تخصیص اولیه تعادلی ۱۴۲
- شکل ۱-۶- فرآیند اعتبارسنجی اطلاعات تقاضا و عرضه ۱۴۴
- شکل ۲-۶- ضابطه درصد خطای مجاز کل حجم تردد همسنگ سواری روزانه عبوری از هر خط برش ۱۴۶
- شکل ۳-۶- نمونه نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها ۱۴۹
- شکل ۴-۶- درصد خطای مجاز حجم تردد دوره اوج صبح خط برش ۱۵۰
- شکل ۵-۶- درصد خطای مجاز حجم تردد دوره اوج ظهر خط برش ۱۵۱
- شکل ۶-۶- درصد خطای مجاز حجم تردد دوره اوج عصر خط برش ۱۵۱
- شکل ۷-۶- موقعیت نقاط شمارش حجم خط برش ۱۵۵
- شکل ۸-۶- موقعیت نقاط شمارش حجم کمان منفرد ۱۵۶
- شکل ۹-۶- موقعیت نقاط شمارش حجم دروازه‌ای ۱۵۷
- شکل ۱۰-۶- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره روزانه قبل از تصحیح ماتریس ۱۶۱
- شکل ۱۱-۶- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره اوج صبح قبل از تصحیح ماتریس ۱۶۱
- شکل ۱۲-۶- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره اوج ظهر قبل از تصحیح ماتریس ۱۶۲
- شکل ۱۳-۶- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره اوج عصر قبل از تصحیح ماتریس ۱۶۲
- شکل ۱۴-۶- جریان اطلاعات در روش TFF ۱۶۳
- شکل ۱۵-۶- جریان کار در روش TFF ۱۶۳
- شکل ۱۶-۶- مقایسه تولید سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس- وسیله نقلیه همسنگ روزانه ۱۶۵
- شکل ۱۷-۶- مقایسه تولید سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس- وسیله نقلیه همسنگ اوج صبح ۱۶۶
- شکل ۱۸-۶- مقایسه تولید سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس- وسیله نقلیه همسنگ اوج ظهر ۱۶۶
- شکل ۱۹-۶- مقایسه تولید سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس- وسیله نقلیه همسنگ اوج عصر ۱۶۷
- شکل ۲۰-۶- مقایسه جذب سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس- وسیله نقلیه همسنگ روزانه ۱۶۷
- شکل ۲۱-۶- مقایسه جذب سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس- وسیله نقلیه همسنگ اوج صبح ۱۶۸

 شهرداری ساری	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا			ویرایش دوم	
				تاریخ	صفحه ه
				۰۴	قرارداد
 مهندسین مشاور عمران طرح البرز		تیر ۱۳۹۹		۷۸۲۰۷	

- شکل ۶-۲۲- مقایسه جذب سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس- وسیله نقلیه همسنگ اوج ظهر ۱۶۸
- شکل ۶-۲۳- مقایسه جذب سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس- وسیله نقلیه همسنگ اوج عصر ۱۶۹
- شکل ۶-۲۴- مقایسه تابع توزیع بسامد طول سفر ماتریس قبل و بعد از تصحیح-روزانه ۱۷۰
- شکل ۶-۲۵- مقایسه تابع توزیع بسامد طول سفر ماتریس قبل و بعد از تصحیح- اوج صبح ۱۷۱
- شکل ۶-۲۶- مقایسه تابع توزیع بسامد طول سفر ماتریس قبل و بعد از تصحیح- اوج ظهر ۱۷۲
- شکل ۶-۲۷- مقایسه تابع توزیع بسامد طول سفر ماتریس قبل و بعد از تصحیح- اوج عصر ۱۷۳
- شکل ۶-۲۸- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره روزانه ۱۸۱
- شکل ۶-۲۹- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره اوج صبح ۱۸۱
- شکل ۶-۳۰- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره اوج ظهر ۱۸۲
- شکل ۶-۳۱- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره اوج عصر ۱۸۲

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه و		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱- بردارهای تولید سفرهای روزانه بر اساس آمارگیری مبدأ- مقصد سال ۱۳۹۴.....	۶
جدول ۲-۱- بردارهای جذب سفرهای روزانه بر اساس آمارگیری مبدأ- مقصد سال ۱۳۹۴.....	۸
جدول ۳-۱- تولید و جذب انجام شده در شکل ۱-۶.....	۱۳
جدول ۴-۱- تعریف متغیرهای نهایی مورد استفاده در مدل سازی ایجاد سفر.....	۱۷
جدول ۵-۱- اطلاعات اقتصادی - اجتماعی نواحی ترافیکی شهر ساری.....	۱۷
جدول ۶-۱- نتایج پرداخت مدل تولید خانه-مبنای شغلی.....	۲۳
جدول ۷-۱- نتایج پرداخت مدل تولید خانه-مبنای تحصیلی.....	۲۵
جدول ۸-۱- نتایج پرداخت مدل تولید خانه-مبنای خرید.....	۲۷
جدول ۹-۱- نتایج پرداخت مدل تولید خانه-مبنای تفریحی.....	۲۹
جدول ۱۰-۱- نتایج پرداخت مدل تولید خانه-مبنای کار شخصی.....	۳۱
جدول ۱۱-۱- نتایج پرداخت مدل تولید غیرخانه-مبنا.....	۳۳
جدول ۱۲-۱- نتایج پرداخت مدل جذب خانه-مبنای شغلی.....	۳۶
جدول ۱۳-۱- نتایج پرداخت مدل جذب خانه-مبنای تحصیلی.....	۳۷
جدول ۱۴-۱- نتایج پرداخت مدل جذب خانه-مبنای خرید.....	۳۹
جدول ۱۵-۱- نتایج پرداخت مدل جذب خانه-مبنای تفریح.....	۴۱
جدول ۱۶-۱- نتایج پرداخت مدل جذب خانه-مبنای کار شخصی.....	۴۳
جدول ۱۷-۱- نتایج پرداخت مدل جذب هیچ سرخانه.....	۴۵
جدول ۱۸-۱- جذب سفر کل و غیرخانه مبنا.....	۴۶
جدول ۱۹-۱- مدل های ایجاد سفر پرداخت شده برای شهر ساری در سال ۱۳۹۴.....	۴۸
جدول ۲۰-۱- تعریف متغیرهای مورد استفاده در مدل های ایجاد سفر.....	۴۹
جدول ۲۱-۱- کاربری های موجود در نواحی ترافیکی مربوط به متغیرهای باینری.....	۴۹
جدول ۲۲-۱- مقایسه تولید سفر به دست آمده از مدل و مشاهده به تفکیک هدف سفر.....	۵۰
جدول ۲۳-۱- مقایسه جذب سفر به دست آمده از مدل و مشاهده به تفکیک هدف سفر.....	۵۰
جدول ۱-۲- زمان های پایانی (بر حسب دقیقه).....	۷۳
جدول ۲-۲- تناظر نواحی و بزرگ نواحی ترافیکی.....	۸۲
جدول ۳-۲- مقایسه امتیاز ماتریس های مقاومت در پرداخت مدل جاذبه به تفکیک هدف سفر.....	۹۱
جدول ۴-۲- ضرایب نهایی مدل جاذبه به تفکیک هدف سفر برای شهر ساری.....	۹۲
جدول ۱-۳- درصد سفرهای شهروندان شهر ساری به تفکیک هدف و وسیله سفر در حالت تعمیم یافته.....	۱۱۲
جدول ۲-۳- وسایل غالب به تفکیک هدف سفر.....	۱۱۲
جدول ۳-۳- نتایج معیارهای آماری برای اهداف سفر مختلف.....	۱۱۹
جدول ۴-۳- رابطه بین سفرهای مشاهده شده و برآورد شده.....	۱۲۰

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ز		ويرايش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

جدول ۱-۴- مدل زمان-روز برای سفرهای شغلی	۱۲۴
جدول ۲-۴- مدل زمان-روز برای سفرهای تحصیلی	۱۲۶
جدول ۳-۴- مدل زمان-روز برای سفرهای خرید	۱۲۸
جدول ۴-۴- مدل زمان-روز برای سفرهای کار شخصی	۱۳۰
جدول ۵-۴- مدل زمان-روز برای سفرهای تفریحی	۱۳۲
جدول ۶-۴- مدل زمان-روز برای سفرهای غیرخانه-مبنا	۱۳۴
جدول ۱-۶- RMSE٪ بر اساس گروه حجم کمان برای تخصیص روزانه	۱۴۷
جدول ۲-۶- درصد خطای مجاز برآورد حجم تردد وسیله همسنگ سواری هر کمان برای تخصیص روزانه	۱۴۷
جدول ۳-۶- تعریف آماره‌های نمودارهای مشاهده- برآورد	۱۴۹
جدول ۴-۶- تعیین شاخص میزان خطای مجاز حجم تردد وسیله همسنگ خطوط برش در دوره‌های زمانی مختلف	۱۵۰
جدول ۵-۶- RMSE٪ بر اساس گروه حجم کمان برای تخصیص ساعتی	۱۵۲
جدول ۶-۶- درصد خطای مجاز برآورد حجم تردد وسیله همسنگ سواری هر کمان برای تخصیص ساعتی	۱۵۲
جدول ۷-۶- مجموع ماتریس‌های فرآیند ۴ مرحله‌ای- روزانه	۱۵۳
جدول ۸-۶- حجم تردد اوج صبح کمان‌های تمام ایستگاه‌ها- روز عادی ۱۳۹۴- قبل از تصحیح	۱۵۷
جدول ۹-۶- اعتبارسنجی حجم تردد همسنگ سواری هر خط برش قبل از تصحیح ماتریس	۱۶۰
جدول ۱۰-۶- درصد تغییر حجم ماتریس بعد از تصحیح	۱۶۵
جدول ۱۱-۶- تابع توزیع بسامد طول سفر پیش و پس از اصلاح ماتریس مدل چهار مرحله‌ای در دوره روزانه	۱۷۰
جدول ۱۲-۶- تابع توزیع بسامد طول سفر پیش و پس از اصلاح ماتریس مدل چهار مرحله‌ای در اوج صبح	۱۷۱
جدول ۱۳-۶- تابع توزیع بسامد طول سفر پیش و پس از اصلاح ماتریس مدل چهار مرحله‌ای در اوج ظهر	۱۷۲
جدول ۱۴-۶- تابع توزیع بسامد طول سفر پیش و پس از اصلاح ماتریس مدل چهار مرحله‌ای در اوج عصر	۱۷۳
جدول ۱۵-۶- حجم تردد کمانهای تمام ایستگاه‌ها در دوره روزانه	۱۷۴
جدول ۱۶-۶- حجم تردد کمان‌های تمام ایستگاه‌ها در اوج صبح	۱۷۷
جدول ۱۷-۶- اعتبارسنجی حجم تردد همسنگ سواری هر خط برش در یک روز عادی بعد از تصحیح ماتریس	۱۸۰
جدول ۱۸-۶- RMSE٪ برای چهار دوره زمانی	۱۸۳
جدول ۱۹-۶- خطای نسبی حجم تردد تک تک کمان‌ها برای چهار دوره زمانی	۱۸۵

 شهرداری ساری	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا			ویرایش دوم	
				صفحه ح	
				تاریخ	قرارداد
 مهندسین مشاور عمران طرح البرز				۰۴	۷۸۲۰۷
			تیر ۱۳۹۹		

خلاصه مدیریتی

مدل کلاسیک چهار مرحله‌ای برنامه‌ریزی حمل و نقل یکی از مدل‌هایی است که از زمان توسعه آن در حدود ۵۰ سال پیش از اقبال خوبی در استفاده برخوردار بوده است. این مدل شامل چهار مرحله اصلی است: مرحله ایجاد سفر، مرحله توزیع سفر، مرحله انتخاب وسیله نقلیه و در نهایت مرحله انتخاب مسیر که در این قسمت گزارش مطالعات جامع حمل و نقل شهر ساری به ارائه این مدل‌ها و اعتبارسنجی آن‌ها پرداخته می‌شود.

اولین گام از مدل‌سازی چهار مرحله‌ای برآورد تقاضای سفر، به برآورد تعداد سفرهای ایجاد شده در نواحی ترافیکی اختصاص دارد. در مدل‌های ایجاد سفر، از مشخصات اقتصادی-اجتماعی مسافر و محل سفر به عنوان متغیرهای پیش‌بینی‌کننده‌ی تعداد سفرها استفاده می‌شود. مروری بر مطالعات پیشین نشان می‌دهد که عوامل و متغیرهای مؤثر بر تولید و جذب سفر با توجه به هدف سفر متفاوت است. در طی دوره‌های مختلف انجام مطالعات اطلاعات این متغیرها به تفکیک نواحی ترافیکی (مانند: جمعیت ساکن، سرانه مالکیت خودرو، تعداد شاغل ساکن و ...) با کمک پایگاه‌های اطلاعاتی نظیر مرکز ملی آمار ایران استخراج شدند و در جایی که استفاده از این اطلاعات امکان‌پذیر نبوده از اطلاعات مبدأ-مقصد ساکنان شهر ساری در سال ۱۳۹۷ استفاده شده است. افزون بر موارد نامبرده منابع اطلاعاتی دیگری نظیر طرح جامع شهری، طرح تفصیلی شهر و اطلاعات دریافتی از شهرداری ساری بعد از پردازش اطلاعات خام و بررسی درستی داده‌ها و تصحیح آن‌ها در ساخت مدل‌ها مورد استفاده قرار گرفتند و انواع مدل‌های ایجاد سفر با تکیه بر این اطلاعات ساخته شدند.

برای برآورد تقاضای سفر آینده برای استفاده از شبکه معابر، لازم است تبادل سفر بین نواحی مختلف با در نظر گرفتن جهت آن‌ها بین مبادی و مقاصد مشخص شود. به عبارت دیگر ماتریس سفرها برآورد گردد. این کار در مدل‌های مرسوم و متداول چهارمرحله‌ای برآورد تقاضای سفر، در مرحله دوم و توسط مدل‌های توزیع سفر صورت می‌گیرد. از بین مدل‌ها و شیوه‌های مرسوم در زمینه توزیع سفر در این مطالعات از معروف‌ترین و پرکاربردترین مدل توزیع سفر، یعنی مدل جاذبه استفاده شده است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های مدل جاذبه این است که در این مدل بدون استفاده مستقیم از ماتریس سفرهای سال پایه، سفرهای سال طرح پیش‌بینی می‌شود و عوامل مهمی همچون زمان، هزینه یا عوامل بازدارنده دیگر سفر را در بر دارد. برای ساخت مدل‌های توزیع سفر از اهداف سفر تعیین شده برای ساخت مدل‌های تولید و جذب استفاده شده است. این اهداف در دو دسته خانه مبنا و غیرخانه مبنا قرار می‌گیرند و برای پرداخت مدل در مورد هر یک از اهداف سفر، از چهار

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

ماتریس مقاومت زمان سفر در شبکه، زمان سفر آزاد، مسافت مستقیم هوایی و مسافت در شبکه استفاده شده است. در نهایت بهترین مدل حاصل از پرداخت اولیه با ماتریس‌های مختلف مقاومت سفر، با استفاده از معیارهای حاکم انتخاب می‌شود.

هدف از بخش سوم این گزارش، برآورد و تعیین سهم وسایل نقلیه مختلف در سفرهای شهر ساری یا به عبارتی مدلسازی تفکیک سفر است. این بخش یکی از مهم‌ترین بخش‌های مدلسازی چهار مرحله‌ای برای سیاست‌گذاران و مدیران می‌باشد، چرا که بسیاری از سیاست‌هایی که امروزه برای مدیریت ترافیک به کار گرفته می‌شوند، از جمله مدیریت تقاضای سفر، افزایش مطلوبیت حمل و نقل همگانی، احداث و ایجاد خطوط جدید حمل و نقل همگانی و غیره، همگی بر سهم وسایل مختلف حمل و نقل تأثیرگذار هستند. در بین مدل‌های مرسوم در زمینه تفکیک سفر در این مطالعات از مدل لجیت چندگانه که از ساده‌ترین و کاربردی‌ترین مدل‌های انتخاب گسسته هستند استفاده شده و مدلسازی در نرم‌افزار بایوجم صورت گرفته است. در نهایت تابع مطلوبیت سواری شخصی، تاکسی، اتوبوس، پیاده‌روی و موتور سیکلت برای هر یک از اهداف سفر ارائه شده است.

آخرین مرحله از مدل‌های ۴ مرحله‌ای تخصیص ماتریس‌های حاصل از مدل تفکیک سفر است که احجام برآورد شده را بر روی شبکه عرضه بارگذاری می‌کند. کاربرد مدل تخصیص ترافیک نه تنها در ارزیابی یک سیستم حمل و نقل است، بلکه می‌توان تأثیرات هرگونه تغییر در شبکه حمل و نقل یا ایجاد تسهیلات جدید حمل و نقل را مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. در این مطالعات، از روش تخصیص تخصیص پلکانی، تخصیص تعادلی استفاده می‌شود. به طور خلاصه می‌توان گفت تقاضا بین هر جفت مبدا- مقصد در مسیرهای موجود بین آن‌ها به گونه‌ای تقسیم می‌شود که مقاومت این مسیرها برابر (متعادل) باشد و در نهایت زمان سفر برای تمامی مسیرهای تمامی مبادی- مقاصد به تعادل برسد. در این مطالعات برای بارگذاری حجم بر شبکه عرضه از نرم افزار VISUM بهره گرفته شد. به منظور اعتبارسنجی نتایج تخصیص نیز از شاخص‌هایی نظیر کل حجم عبوری از هر خط برش، ضریب همبستگی حجم تردد مشاهده و برآورد تمامی کمان‌ها، درصد مجذور متوسط مربعات خطا و ... بهره گرفته شد.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۲		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	۱۳۹۹ تیر	۷۸۲۰۷	۰۴		

۱- مدل تولید و جذب سفر

۱-۱- دسته‌بندی اهداف سفر اصلی برای ساخت مدل‌های برآورد تقاضا

یکی از بخش‌های اساسی در فرآیند برنامه‌ریزی کلان حمل‌ونقل، برآورد تقاضای سفر^۱ آینده است که به کمک مدل‌های برآورد تقاضا انجام می‌شود. این مدل‌ها در سه دسته کلی زیر مطابق شکل ۱-۱ تقسیم‌بندی شده‌اند که از بالا به پایین، سطح دقت و جزییات اطلاعات موردنیاز برای ساخت مدل‌ها افزایش می‌یابد:

- سفر- مبنا^۲
- زنجیره سفر- مبنا^۳
- فعالیت- مبنا^۴



شکل ۱-۱- رویکردهای مدل‌سازی تقاضای سفر

فرآیند مدل‌سازی سفر- مبنا که پرکاربردترین و مؤثرترین روش برآورد تقاضای سفر در شرایط مرسوم است، با رویکردهای مختلفی قابل پیاده‌سازی است که مشهورترین آن، فرآیند چهار مرحله‌ای تحلیل تقاضای سفر مطابق شکل ۲-۱ است.

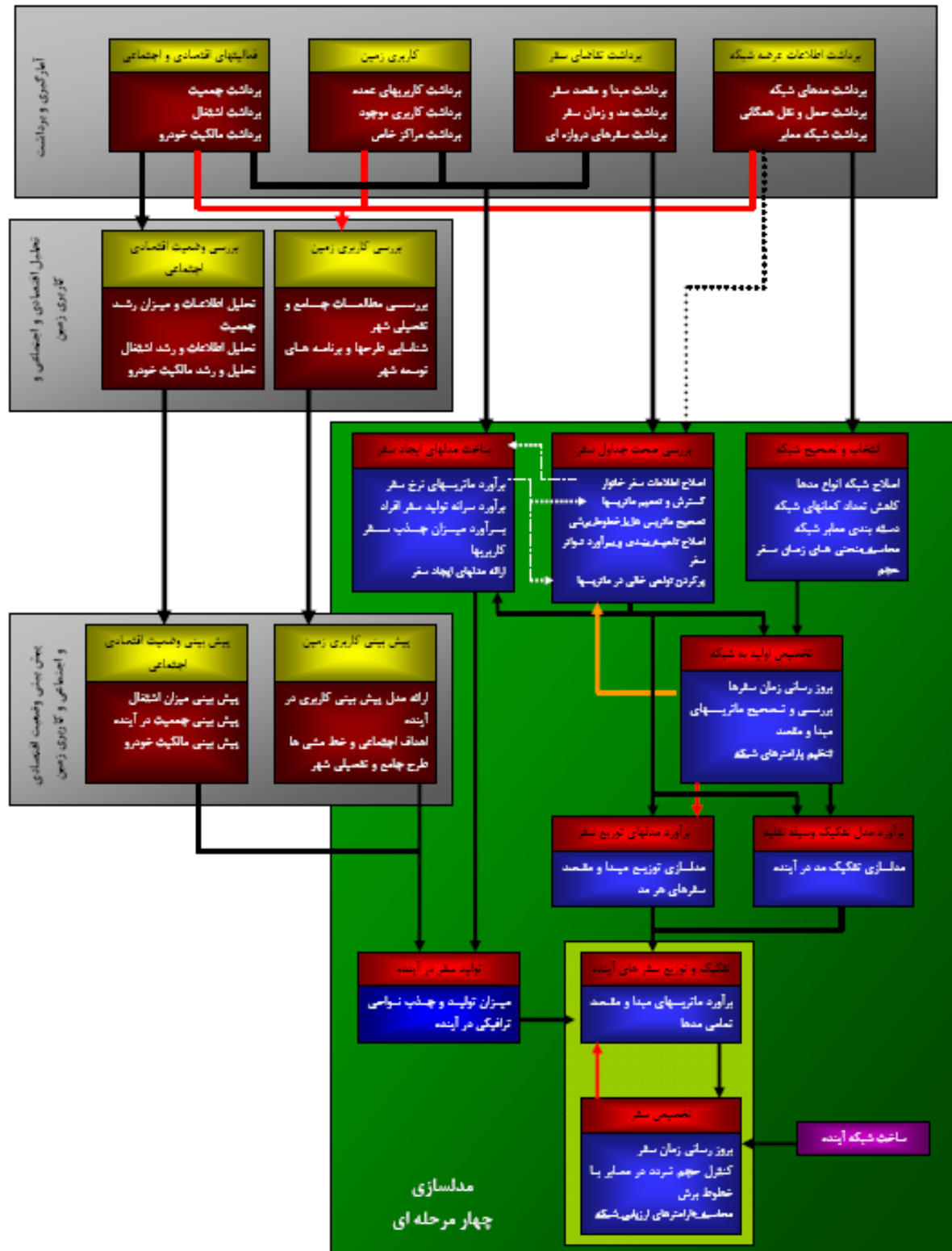
^۱ Travel Demand Model

^۲ Trip-based

^۳ Tour-based/ Trip Chain

^۴ Activity-based

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۳		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

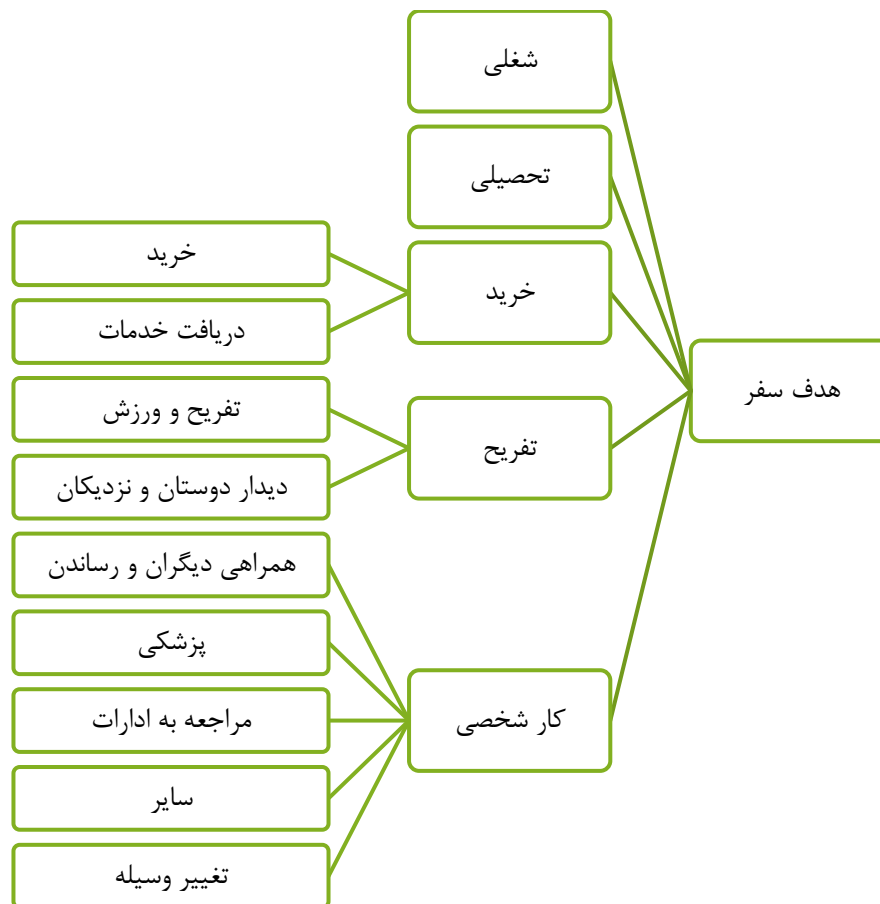


شکل ۱-۲- فرآیند چهار مرحله ای تحلیل تقاضای سفر

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۴		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

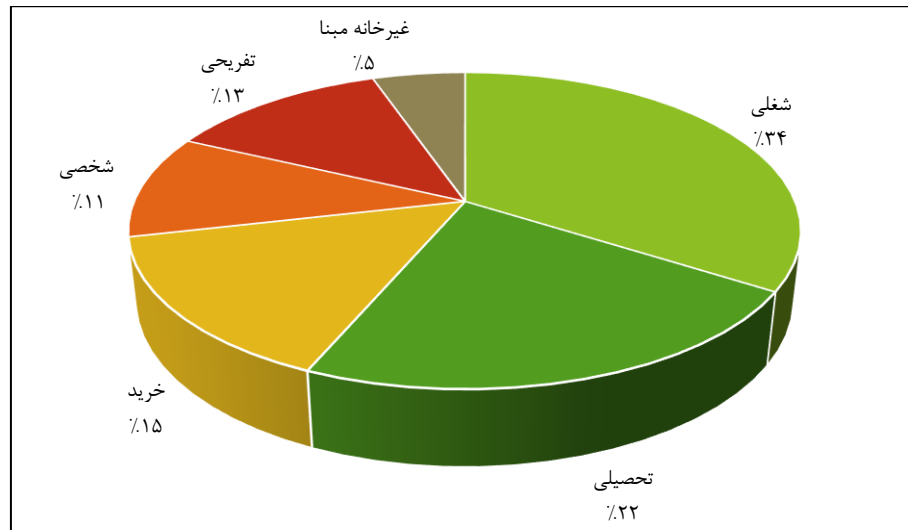
در مطالعات حاضر، از مدل‌های سفر- مبنای همفزون ناحیه‌ای استفاده شده است. در این نوع مدل‌ها تعداد سفرهای ایجاد شده در ناحیه‌های ترافیکی به کمک توابع ریاضی و بر اساس ویژگی‌های اجتماعی- اقتصادی- جمعیتی ناحیه برآورد می‌شود. برای افزایش دقت برآوردها، سفرها بر اساس هدف از انجام سفر دسته‌بندی می‌شوند زیرا تجارب قبلی نشان داده که عوامل اقتصادی- اجتماعی مؤثر بر هر هدف سفر، ممکن است با سایر اهداف سفر متفاوت باشد.

در آمارگیری مبدأ- مقصد سفرهای خانوارهای ساکن، برای درک بهتر شهروندان و شناسایی الگوی اهداف سفر، تعداد ۱۲ هدف سفر به عنوان گزینه‌های انتخابی شهروندان پیشنهاد شده بود که پس از بررسی سهم اهداف مختلف، در نهایت به ۶ هدف مطابق شکل ۱-۳ خلاصه شد. سهم شش هدف اصلی مورد استفاده در ساخت مدل‌های ایجاد، توزیع و تفکیک سفر در شکل ۱-۴ ارایه شده است.



شکل ۱-۳- دسته‌بندی اهداف سفر

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۵		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۱-۴ - سهم اهداف سفر روزانه در شهر ساری

بدیهی است در مرحله تفکیک سفر، سهم سفرهای سواره و پیاده از هم تفکیک شده و فقط سفرهای سواره به شبکه تخصیص داده خواهد شد، اما میزان تأثیر سیاست‌های کلان حمل‌ونقل بر تغییر وسیله سفر سواره و پیاده قابل ارزیابی خواهد بود. بردارهای تولید سفر خانه مبنا و جذب سفر خانه مبنا به تفکیک هدف سفر در نواحی ترافیکی در جدول ۱-۱ و جدول ۲-۱ ملاحظه می‌شود. سفرهای غیرخانه مبنا تولید شده و جذب شده به نواحی ترافیکی نیز در همین جداول ارایه شده است. مفاهیم مرتبط با نحوه استخراج این بردارها در ادامه این گزارش در بند «۱-۲-۱- کلیات» آمده است.

جدول ۱-۱- بردارهای تولید سفرهای روزانه بر اساس آمارگیری مبدأ- مقصد سال ۱۳۹۴

ناحیه	شغلی	تحصیلی	خرید	شخصی	تفریحی	غیرخانه مبنا	مجموع
۱	۲۱۰۳	۱۱۰۵	۱۲۸	۰	۰	۶۷۴	۴۰۱۰
۲	۲۲۳۲	۸۷۶	۴۸۵	۳۳۰	۱۴۰۲	۱۲۸۱	۶۶۰۵
۳	۱۶۳۶	۴۲۱	۹۷۶	۸۵۷	۷۶۹	۹۲۴	۵۵۸۲
۴	۲۸۵۴	۲۰۵۴	۹۶۷	۱۷۶۰	۱۴۳۰	۳۵۱	۹۴۱۶
۵	۱۱۶۷	۹۵۶	۴۵۳	۰	۱۱۹	۱۳۷۴	۴۰۶۸
۶	۳۱۳۵	۹۵۷	۶۳۰	۲۶۸	۸۳۴	۷۸۷	۶۶۱۱
۷	۹۱۰	۰	۱۶۳۶	۰	۱۱۶۶	۹۸۷	۴۶۹۹
۸	۱۱۸۷	۷۱۸	۲۵۸	۰	۰	۱۳۰	۲۲۹۳
۹	۵۹۷۳	۱۸۸۰	۱۴۵۰	۲۲۵۴	۱۰۰۷	۷۰۵	۱۳۲۶۹
۱۰	۱۴۵۴	۷۵۲	۹۲۵	۹۷۰	۳۱۶	۵۳۲	۴۹۴۹
۱۱	۶۲۳۶	۲۹۴۷	۲۴۱۴	۲۰۸۴	۲۲۰۱	۱۴۲۸	۱۷۳۰۹
۱۲	۵۲۹۰	۱۸۲۴	۱۷۲۵	۱۰۲۷	۹۷۲	۷۵۶	۱۱۵۹۵

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۶		ويرايش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاريخ	قرارداد	گزارش			
	تير ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۱-۱- برآورد تولید سفرهای روزانه بر اساس آمارگیری مبدأ- مقصد سال ۱۳۹۴

ناحیه	شغلی	تحصیلی	خرید	شخصی	تفریحی	غیرخانه مبنا	مجموع
۱۳	۴۴۰۳	۲۵۸۱	۳۶۳۲	۱۹۰۲	۱۲۸۴	۴۵۰	۱۴۲۵۳
۱۴	۶۱۱۸	۳۴۷۶	۱۱۴۵	۱۵۴۲	۱۲۵۵	۹۷۸	۱۴۵۱۴
۱۵	۱۶۶۲	۱۵۸۸	۱۴۰۱	۷۳۳	۱۵۶۹	۱۷۴	۷۱۲۸
۱۶	۱۵۳۰	۱۶۱۸	۵۵۱	۷۱۴	۲۴۸	۷۹	۴۷۳۹
۱۷	۳۶۰۳	۲۲۵۷	۱۳۹۸	۸۰۲	۳۱۶	۲۰۷	۸۵۸۲
۱۸	۴۰۶۸	۲۸۷۰	۱۱۳۸	۴۱۳	۱۱۴۷	۱۲۴۷	۱۰۸۸۲
۱۹	۱۹۰۸	۸۹۸	۹۰۲	۴۹۸	۱۳۶۰	۶۱۸	۶۱۸۵
۲۰	۷۱۹۲	۵۱۲۰	۳۲۰۲	۲۱۸۴	۲۵۴۵	۲۳۷	۲۰۴۸۰
۲۱	۱۸۵۷	۸۵۵	۱۱۴۵	۳۲	۵۹۱	۳۶۱	۴۸۴۱
۲۲	۴۲۵۷	۳۹۱۹	۱۲۸۶	۱۰۳۱	۴۱۳	۵۹۹	۱۱۵۰۶
۲۳	۱۸۱۷	۲۰۴۶	۵۸۴	۷۴۶	۷۳۷	۶۴۸	۶۵۷۸
۲۴	۲۹۵۶	۱۱۹۷	۱۵۵۸	۱۱۰۲	۹۵۴	۲۵۷	۸۰۲۴
۲۵	۲۹۳۸	۲۱۴۰	۱۳۲۳	۶۶۰	۳۲۹	۷۸	۷۴۶۸
۲۶	۱۳۱۷	۷۲۴	۱۱۲۵	۱۳۱	۴۹۰	۲۱۸	۴۰۰۴
۲۷	۴۳۹۱	۳۰۰۵	۳۳۰۰	۱۱۰۸	۱۶۹۶	۱۷۱	۱۳۶۷۱
۲۸	۵۱۰۷	۵۱۴	۴۲۸	۹۸۰	۴۲۶	۱۴۱	۷۵۹۵
۲۹	۳۳۱۳	۱۴۸۰	۶۱۹	۲۱۲۳	۱۸۸۹	۶۶۶	۱۰۰۹۱
۳۰	۱۷۸۸	۱۷۱۹	۱۱۸۲	۷۲۰	۶۷۷	۲۲۷	۶۳۱۴
۳۱	۲۱۴۲	۸۷۱	۱۴۱۰	۹۷۳	۶۵۰	۱۳۹	۶۱۸۴
۳۲	۳۳۰۵	۲۲۰۳	۲۱۶۰	۸۴۴	۱۲۳۳	۴۰۰	۱۰۱۴۳
۳۳	۷۷۸	۶۰۳	۵۱۳	۲۹۹	۱۱۴	۸۰	۲۳۸۶
۳۴	۱۳۱۰	۵۱۳	۳۴۳	۲۸۳	۲۹۰	۲۲۱	۲۹۵۹
۳۵	۵۱۵۸	۳۸۶۸	۲۵۸۱	۱۳۰۵	۱۲۹۰	۵۱۳	۱۴۷۱۵
۳۶	۱۲۶۹	۴۵۸	۵۷۳	۱۶۳	۱۳۷۶	۸۷	۳۹۲۷
۳۷	۳۷۶۶	۳۵۴۶	۱۷۸۶	۹۶۷	۱۹۸۶	۹۱۳	۱۲۹۶۴
۳۸	۵۷۴۰	۵۹۴۸	۱۴۵۷	۲۹۸۷	۴۲۷۳	۱۸۹	۲۰۵۹۴
۳۹	۲۶۴۷	۱۸۳۷	۱۰۸۵	۹۷۷	۱۴۸۶	۲۳۸	۸۲۶۹
۴۰	۵۸۸۲	۶۳۷۷	۱۰۳۸	۲۷۷۰	۴۶۰۶	۴۲۰	۲۱۰۹۳
۴۱	۱۷۸۶	۷۱۷	۱۰۶۹	۰	۰	۲۲۹	۳۸۰۲
۴۲	۴۱۹۲	۲۵۸۹	۲۷۵۶	۱۶۹۳	۱۶۳۰	۲۰۴	۱۳۰۶۵
۴۳	۵۳۷	۱۶۲۷	۰	۴۰۷	۷۸۵	۰	۳۳۵۵
۴۴	۴۳۵۵	۴۶۲۵	۲۸۴۲	۱۴۲۷	۱۸۱۸	۲۲۴	۱۵۲۹۰
۴۵	۱۵۲۸	۱۲۹۶	۱۰۵۵	۰	۶۰۴	۹۸	۴۵۸۱
۴۶	۳۲۵۴	۲۵۵۳	۱۴۲۵	۱۴۲۵	۱۰۲۰	۱۰۲۳	۱۰۷۰۱
۴۷	۱۹۵۷	۱۵۵۸	۶۹۸	۵۹۱	۵۷۶	۱۱۹	۵۴۹۸
۴۸	۱۲۴۷	۷۶۱	۷۶۹	۴۸۲	۵۴۲	۳۹۱	۴۱۹۳
۴۹	۴۳۷۸	۲۰۹۵	۱۵۷۱	۱۵۱۸	۱۴۴۵	۲۱۹	۱۱۲۲۵

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۷		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۱-۱- بردارهای تولید سفرهای روزانه بر اساس آمارگیری مبدأ- مقصد سال ۱۳۹۴

ناحیه	شغلی	تحصیلی	خرید	شخصی	تفریحی	غیرخانه مبنا	مجموع
۵۰	۲۸۱۶	۲۲۳۵	۲۲۵۵	۱۳۱۹	۱۵۶۵	۱۰۷۶	۱۱۲۶۶
۵۱	۴۰۵۸	۳۲۲۸	۳۰۱۴	۱۲۶۵	۲۳۶۷	۶۲۶	۱۴۵۵۸
۵۲	۱۳۴۵	۱۶۴۳	۸۷۸	۴۴۱	۸۶۵	۳۶۱	۵۵۳۳
۵۳	۴۸۴۲	۴۵۲۸	۱۸۹۹	۱۵۶۱	۱۴۸۷	۵۱۲	۱۴۸۲۸
۵۴	۲۶۰۹	۱۴۷۹	۳۵۸	۷۰۰	۱۰۱۲	۴۴۵	۶۶۰۴
۵۵	۱۷۵۷	۱۰۱۰	۲۰۶۳	۷۲۴	۱۲۵۵	۱۰۳	۶۹۱۲
مجموع	۱۶۷۰۵۷	۱۱۰۶۶۱	۷۳۵۶۲	۵۲۰۹۲	۶۲۴۱۹	۲۶۱۱۴	۴۹۱۹۰۵

جدول ۲-۱- بردارهای جذب سفرهای روزانه بر اساس آمارگیری مبدأ- مقصد سال ۱۳۹۴

ناحیه	شغلی	تحصیلی	خرید	شخصی	تفریحی	غیرخانه مبنا	مجموع
۱	۵۳۱۲	۱۹۷۱	۸۵۹۱	۳۹۸۱	۸۲۹	۹۷۶	۲۱۶۵۹
۲	۷۳۲۵	۱۸۹۶	۱۹۷۶	۱۵۳۸	۹۹۱	۶۷۳	۱۴۳۹۸
۳	۸۳۵۴	۲۳۸۰	۱۲۳۶۳	۲۵۸۵	۷۱۴	۱۴۳۲	۲۷۸۳۰
۴	۱۸۳۰	۲۱۶۸	۵۱۰	۲۳۶	۷۸۹	۳۳۶	۵۸۶۹
۵	۱۱۴۵۷	۴۲۶۷	۱۳۱۳۷	۱۶۴۹	۱۰۱۰	۱۴۵۱	۳۲۹۷۱
۶	۹۵۴۲	۲۵۹۶	۳۱۷۴	۴۰۰۵	۲۴۴۹	۹۰۸	۲۲۶۷۳
۷	۲۸۴۱	۱۵۶۱	۸۳۷	۱۰۹۹	۱۷۰۵	۵۱۶	۸۵۶۰
۸	۲۰۲۱	۲۰۶۳	۲۱۶۳	۹۰۶	۷۶۹	۴۸۴	۸۴۰۶
۹	۲۵۷۰	۲۹۰۵	۳۱۱	۸۳۰	۳۷۶	۶۵۸	۷۶۵۰
۱۰	۷۵۷	۵۹۹	۷۵	۷۷۱	۸۰۸	۹۵	۳۱۰۴
۱۱	۴۹۲۹	۴۱۶۷	۱۴۰۰	۱۹۹۸	۲۷۱۱	۲۰۱۸	۱۷۲۲۳
۱۲	۴۰۸۳	۳۰۲۶	۹۷۹	۲۸۹۹	۹۰۸	۶۹۵	۱۲۵۹۱
۱۳	۹۵۱۵	۴۴۷۲	۱۲۵۲	۹۹۶	۱۰۹۷	۱۸۴	۱۷۵۱۷
۱۴	۹۸۵۰	۴۰۱۳	۱۱۸۲	۱۴۵۸	۲۳۶۹	۷۸۶	۱۹۶۵۹
۱۵	۹۳۴	۴۰۱	۶۶۱	۱۷۱	۱۷۰	۱۱۵	۲۴۵۱
۱۶	۴۵۳	۷۳۰	۴۶۸	۲۹۴	۶۲۴	۴۴	۲۶۱۲
۱۷	۳۶۰۹	۳۰۹۸	۹۰۳	۱۴۵۲	۴۷۴	۲۸۷	۹۸۲۳
۱۸	۶۶۱۰	۶۱۲۹	۳۰۴۴	۲۵۶۷	۳۱۴۵	۱۰۶۲	۲۳۵۵۸
۱۹	۱۹۹۲	۳۵۰۹	۷۹۸	۱۱۰۴	۱۱۳۹	۳۹۱	۸۹۳۳
۲۰	۱۵۷۳	۳۵۴۴	۳۰۲۲	۸۸۰	۱۴۸۱	۱۷۹	۱۰۶۷۸
۲۱	۱۲۵۱	۲۱۸۱	۴۹۵	۲۶۴	۸۰۸	۴۴۷	۵۴۴۵
۲۲	۱۴۱۹	۱۶۵۱	۱۰۵۸	۱۱۶۹	۴۳۴	۲۷۹	۶۰۱۱
۲۳	۱۶۹۶	۳۳۳۷	۶۹۲	۱۲۵۷	۱۶۲۶	۹۱۵	۹۵۲۳
۲۴	۲۸۵۳	۱۲۴۳	۵۴۴	۱۱۴۵	۲۳	۳۴۰	۶۱۴۷
۲۵	۳۱۷۹	۵۵۶	۳۴۵	۲۹۶	۷۷۷	۱۴۳	۵۲۹۶
۲۶	۱۸۱۶	۴۷۴	۲۱۰	۶۴۷	۱۴۸	۲۹۰	۳۵۸۵
۲۷	۹۲۱	۱۶۳۱	۴۳۰	۸۳۰	۸۴۵	۳۳۶	۴۹۹۳
۲۸	۲۶۱	۳۴۵	۱۱۶	۳۶	۱۲۵	۴۷۱	۱۳۵۴

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۸		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۱-۲- بردارهای جذب سفرهای روزانه بر اساس آمارگیری مبدأ- مقصد سال ۱۳۹۴

ناحیه	شغلی	تحصیلی	خرید	شخصی	تفریحی	غیرخانه مبنا	مجموع
۲۹	۶۶۹۸	۱۴۰۴	۴۶۰	۴۷۷	۱۱۳۵	۸۹۲	۱۱۰۶۵
۳۰	۳۲۳۷	۱۷۹۳	۹۳۷	۲۰۵۵	۸۸۲	۳۷۹	۹۲۸۲
۳۱	۱۲۲۱	۵۰۶	۲۱۴	۱۵۹	۸۰۹	۲۲۱	۳۱۲۹
۳۲	۱۲۴۴	۵۶۹	۲۷۲	۶۳۲	۴۷۲	۳۴۰	۳۵۲۹
۳۳	۱۸۹۳	۶۲۸	۳	۲۷۵	۳۶۷	۲۴۱	۳۴۰۷
۳۴	۱۰۵۸	۱۷۹	۱۷۶	۴۴	۱۳۹	۶۳	۱۶۵۹
۳۵	۵۲۰۵	۳۱۸۲	۳۳۰	۹۵۳	۱۸۸۱	۷۹۵	۱۲۳۴۵
۳۶	۱۵۵۶	۷۱	۰	۲۵۲	۸۲۰	۱۲۲	۲۸۲۲
۳۷	۴۴۷۹	۳۶۷۰	۵۱۵	۱۴۸۷	۱۷۳۹	۱۰۵۰	۱۲۹۴۰
۳۸	۱۵۸۶	۳۷۹۲	۳۵۳	۵۸	۳۳۳۱	۲۳۴	۹۳۵۴
۳۹	۳۷۹۸	۴۱۰۵	۲۸۹۵	۱۳۲۱	۱۳۷۸	۱۶۸	۱۳۶۶۵
۴۰	۱۹۰۶	۵۹۲	۲۷۲	۱۶۲	۳۲۰۵	۴۶۶	۶۶۰۲
۴۱	۲۰۷	۱۰۷	۲۲۱	۱۸۸	۵۱۵	۸۲	۱۳۲۰
۴۲	۲۳۶۳	۶۹۵	۵۶۴	۶۴۱	۱۱۷۹	۱۶	۵۴۵۹
۴۳	۱۷۱	۰	۰	۸۴۸	۰	۰	۱۰۰۹
۴۴	۲۱۷۵	۱۰۶۷	۷۳۳	۱۲۹	۲۸۷۹	۳۳۲	۷۳۱۶
۴۵	۱۱۸۳	۱۷	۴۸۴	۴۹	۶۳۸	۰	۲۳۷۲
۴۶	۱۵۱۵	۴۷۷۵	۱۰۸	۷۸۷	۱۲۷۳	۶۸۷	۹۱۴۵
۴۷	۶۱۰	۲۲۹۹	۱۹۶	۲۸۳	۳۸۹	۱۷۲	۳۹۴۹
۴۸	۴۴۸۷	۱۹۸۶	۳۴۸	۱۲۵۵	۷۱۳	۲۸۳	۹۰۷۲
۴۹	۸۳۲	۲۹۸	۳۰۳	۸۴	۲۵۶	۴۲۲	۲۱۹۴
۵۰	۷۶۱	۱۲۲۹	۳۲۰	۱۶۸	۳۸۰۱	۶۴۷	۶۹۲۶
۵۱	۲۶۰۹	۱۴۸۶	۱۲۶۹	۸۰	۱۴۵۵	۳۷۱	۷۲۷۰
۵۲	۱۴۱۰	۱۴۰۲	۴۹۴	۴۵۶	۹۶۷	۳۶۶	۵۰۹۵
۵۳	۸۱۹	۴۲۱۱	۶۴۰	۲۴۶	۳۱۸	۵۴۵	۶۷۸۰
۵۴	۳۲۳۵	۳۲۶۷	۴۷۶	۷۹۲	۸۵۹	۳۳۵	۸۹۶۴
۵۵	۱۸۴۷	۴۲۰	۲۴۵	۱۵۸	۱۶۷۲	۳۷۴	۴۷۱۶
مجموع	۱۶۷۰۵۷	۱۱۰۶۶۱	۷۳۵۶۲	۵۲۰۹۲	۶۲۴۱۹	۲۶۱۱۴	۴۹۱۹۰۵

۱-۲- ایجاد (تولید و جذب) سفر

اولین گام از مدل سازی چهار مرحله ای برآورد تقاضای سفر، به برآورد تعداد سفرهای ایجاد شده در نواحی ترافیکی اختصاص دارد. در مدل های ایجاد سفر، از مشخصات اقتصادی- اجتماعی مسافر و محل سفر به عنوان متغیرهای پیش بینی کننده ی تعداد سفرها استفاده می شود. مدل های ایجاد سفر در دو دسته تولید سفر (برای پیش بینی تعداد سفرها در محل آغاز سفر) و جذب سفر (برای پیش بینی تعداد سفرها در محل پایان سفر)

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۹		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

ساخته می‌شوند.

۱-۲-۱- کلیات

۱-۲-۱-۱- تعاریف

با توجه به این که برخی مفاهیم و تعاریف به کار رفته در این مطالعات با مطالعات پیشین متفاوت است، به طور خلاصه در این بخش ارایه می‌شوند [1] و [2]:

- سفر^۱: سفر یعنی حرکت از یک مبدأ معین به یک مقصد معین با هدف معین و وسیله سفر معین از مسیر معین. در مدل سازی حمل و نقل، اغلب سفرهای سواره مورد توجه قرار می‌گیرند، اما با توجه به تعریف خاصی که برای آستانه سفر انجام می‌شود (مثلاً سفرهای بیش از ۳۰۰ متر)، اطلاعات سفرهای پیاده نیز برداشت می‌شود. در اغلب مطالعات انجام شده، سفرهای تولید شده توسط افراد کمتر از ۶ سال که فاقد توان و استقلال در انجام سفر هستند، در نظر گرفته نمی‌شود. به دلیل لزوم شناخت سفرهای سواره و پیاده و رقابت این دو شیوه اصلی سفر، برای ساخت مدل های ایجاد سفر در این مطالعه، مجموع سفرهای سواره و پیاده مورد استفاده قرار گرفته‌اند.
- مبدأ^۲ و مقصد^۳ سفر: در تشریح جهت یک سفر، به نقطه شروع سفر، مبدأ سفر و به نقطه پایانی سفر، مقصد سفر می‌گویند. نوع کاربری مبدأ و مقصد تأثیری در این تعریف ندارد.
- سفر خانه-مبنا^۴: در این سفر، خانه (منزل) مبدأ یا مقصد مسافر است.
- سفر غیرخانه-مبنا^۵: در این سفر، خانه (منزل) مبدأ و یا مقصد مسافر نیست.
- تولید سفر^۶: تولید سفر برای سفرهای خانه-مبنا، بیانگر تعداد سفرهایی است که مبدأ و یا مقصد آن خانه است (از خانه آغاز یا به خانه ختم شوند). به بیان دیگر، سفرهایی که به خانه متصل هستند یعنی سفرهای خارج شده از خانه و یا بازگشت به خانه، تولید سفر را تشکیل می‌دهند [3]. برای سفرهای غیرخانه-مبنا، مبدأ سفر را محل تولید سفر می‌نامند.

^۱- Journey

^۲- Origin

^۳- Destination

^۴- Home-based Trip

^۵- Non Home-Based Trip

^۶- Trip Production

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۰		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

- جذب سفر^۱: جذب سفر برای سفرهای خانه-مبنا، بیانگر تعداد سفرهایی است که مبدأ یا مقصد آن خانه نیست (از خانه آغاز یا به خانه ختم نمی‌شوند). به بیان دیگر سفرهای متصل به غیرخانه یعنی سفرهای خارج شده از غیرخانه یا وارد شده به غیرخانه باعث جذب سفر می‌شوند. برای سفرهای غیرخانه-مبنا، مقصد سفر را محل جذب سفر در نظر می‌گیرند [3].
- ایجاد سفر^۲: مجموعه تولید و جذب سفر (هم خانه-مبنا و هم غیرخانه-مبنا) را ایجاد سفر گویند.

۱-۲-۲- تفاوت سفر خانه- مبنا و خانه- ابتدا

به طور کلی، سفرهای روزانه در مناطق شهری را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم کرد:

- ۱) سفرهایی که آغاز یا پایان آن‌ها خانه است (سفرهای یک‌سرخانه)، و
- ۲) سفرهایی که هیچ سر آن‌ها خانه نیست (سفرهای هیچ‌سرخانه).

سفرهای یک‌سرخانه به دو گروه سفر خانه-ابتدا (سفرهایی که آغازشان خانه است) و خانه-انتهای (سفرهای بازگشت به خانه) تقسیم می‌شود. رفتار سفر مسافران در سفرهای بازگشت به خانه با تقریب قابل قبولی مشابه سفرهای خانه- ابتدا است. از این رو باید از ویژگی‌های مشابهی در مدل‌سازی این دو دسته از سفرها استفاده کرد. از سوی دیگر، برای آن‌که مدل‌ها قابلیت برآورد تعداد سفرها در تمام روز را داشته باشند، ضروری است سفرهای بازگشت به خانه (خانه- انتها) نیز در مدل‌های برآورد سفرهای یک سرخانه لحاظ شوند. به این ترتیب به جای مفهوم مبدأ- مقصد سفرها، از مفهوم تولید- جذب سفرها استفاده می‌شود. این مدل‌ها برای تمام روز ساخته شده و پس از طی گام‌های توزیع و تفکیک سفر و قبل از تخصیص به شبکه، به کمک ضرایب زمان-روز^۳، به تعداد سفر در ساعات مختلف روز تبدیل خواهند شد.

همچنین به سبب ماهیت متفاوت سفرهایی که دارای هدف‌های مختلف هستند، مدل‌های ایجاد سفر به تفکیک هدف سفر برآورد می‌شوند. تفکیک هدف سفر در مورد سفرهای هیچ سرخانه با توجه به تعداد کم آن (نسبت به سفرهای یک سرخانه) و تنوع مبدأ سفر صورت نمی‌گیرد.

برای ساخت مدل‌ها از متغیرهایی که دارای روابط علت و معلولی هستند استفاده شده و انتظار می‌رود این روابط در آینده نیز برقرار باشند. به این ترتیب امکان پیش‌بینی تعداد سفرها در آینده فراهم خواهد شد.

^۱- Trip Attraction

^۲ Trip Generation

^۳ Time-of-Day

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۱		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

۱-۲-۳- تفاوت مفهوم تولید- جذب با مبدأ- مقصد

در سفرهای خانه-مبنا، مفهوم تولید- جذب با مفهوم مبدأ- مقصد متفاوت است و برای ساخت مدل‌های ایجاد سفر باید ابتدا سفرهای مبدأ- مقصد که از آمارگیری مبدأ- مقصد سفرهای خانوارهای ساکن شهر به دست آمده، به سفرهای تولید- جذب شده در نواحی ترافیکی تبدیل شود.

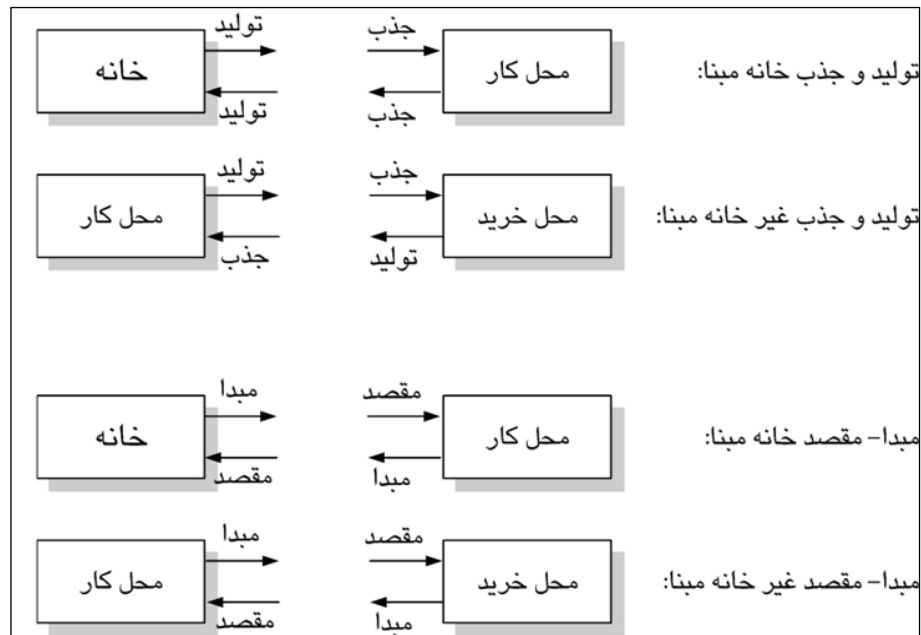
شکل ۱-۵ تفاوت بین چهار نوع تقسیم‌بندی تولید و جذب خانه-مبنا، تولید و جذب غیرخانه-مبنا، مبدأ و مقصد خانه-مبنا و مبدأ و مقصد غیرخانه-مبنا را نشان می‌دهد. به عنوان مثال، کارمندی ساعت ۷:۰۰ صبح سفری را از خانه خود در ناحیه i به محل کار در ناحیه j انجام می‌دهد. او ساعت ۱۴:۰۰ سفری را از محل کار خود در ناحیه j به خانه خود در ناحیه i برای بازگشت به خانه انجام می‌دهد. در این حالت، این فرد دو تولید سفر در ناحیه i و دو جذب سفر در ناحیه j ایجاد کرده است. در این خصوص اطلاعات مربوط به تعداد شاغلان بر اساس محل سکونت در ناحیه i (اشتغال ساکن به کمک پرسشگری از شغل فرد با مصاحبه از وی در محل سکونتش) برای پیش‌بینی این دو تولید سفر و اطلاعات مربوط به تعداد شاغلان بر اساس محل اشتغال در ناحیه j (اشتغال شاغل به کمک پرسشگری از فرد در مورد شغلش در محل اشتغال وی) برای پیش‌بینی این دو جذب سفر، موردنیاز خواهد بود. به این ترتیب، مشخصات اقتصادی- اجتماعی مسافر در تولید سفر وی مؤثر است و سفرهای بازگشت به خانه نیز به طور مستقیم وارد مدل‌ها خواهد شد. در این صورت می‌توان مدل‌ها را برای داده‌های سفر تمام روز برازش داد و تعداد سفرها را در ساعات مختلف روز بر اساس ضریب زمان-روز (سهم سفرهای ساعتی از کل روز) استخراج کرد.

به علت غلبه و حاکمیت سفرهای خانه-مبنا در نواحی شهری، از مفهوم تولید سفر و جذب سفر برای ساخت مدل‌های ایجاد سفر استفاده می‌شود. در این نگرش، تولید سفر ارتباطی به مبدأ و مقصد ندارد، بلکه آن سر سفر^۱ که خانه است، به عنوان تولید سفر تلقی شود. برای سفرهای جذب هم آن سر سفر که به غیرخانه مرتبط است در ساخت مدل جذب سفر در نظر گرفته می‌شود. برای سفرهای غیرخانه-مبنا، برخلاف سفرهای خانه-مبنا، تولید و جذب با مبدأ و مقصد تطابق دارد.

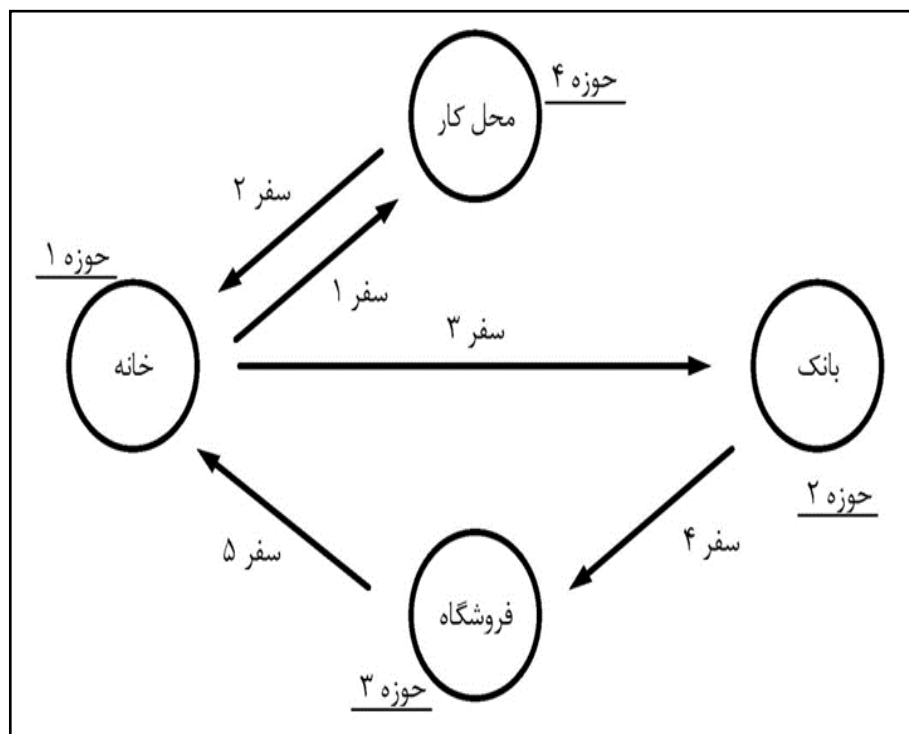
مثالی دیگر از تولید و جذب و تعاریف مرتبط با آن برای روشن شدن این موضوع در شکل ۱-۶ و مدل‌های تولید و جذب سفر در جدول ۱-۳ ارائه شده است.

^۱ - Trip ends

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۲		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



شکل ۱-۵- تفاوت تولید- جذب با مبدأ- مقصد



شکل ۱-۶- مثالی از تولید و جذب و تعاریف مرتبط با آن

جدول ۱-۳- تولید و جذب انجام شده در شکل ۱-۶

حوزه	تعداد تولید	تعداد جذب
۱	چهار سفر (دو سفر کاری، یک کار بانکی و یک سفر خرید)	صفر
۲	یک سفر (غیر خانه- مبنا خارج شده از بانک)	یک سفر (مراجعه به بانک)
۳	صفر	دو سفر (یک غیر خانه- مبنا، یک خرید)

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۳		ويرايش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاريخ	قرارداد	گزارش			
	تير ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۴	صفر	دو سفر (کاری)
جمع	پنج	پنج

در سفرهای خانه-مبنا، فعالیت مربوط به سر غیرخانه سفر، تعیین کننده هدف سفر است. به این ترتیب سفر خانه- انتها که در واقع با هدف بازگشت به منزل از محل کار انجام می شود، با عنوان سفری با هدف شغلی (کاری) ثبت می شود. ضمن آن که سفر خانه- ابتدا از خانه به محل کار نیز با همین عنوان ثبت شده بود. در مورد سفرهای غیرخانه-مبنا، فعالیت مربوط به مقصد سفر، تعیین کننده هدف سفر است.

بنابراین، برای استخراج بردارهای تولید و جذب سفر به تفکیک هدف سفر، کافی است ماتریس مبدأ- مقصد خانه- ابتدا با ترانهاده^۱ ماتریس خانه- انتها که از آمارگیری مبدأ- مقصد سفرهای خانوارهای ساکن به دست آمده، جمع شود (این کار معمولاً به تفکیک هدف سفر انجام می شود). جمع ستونی درایه های ماتریس حاصل، بردار تولید و جمع سطری درایه ها، بردار جذب سفر را تشکیل خواهد داد. شکل ۷-۱ این موضوع را نشان می دهد.

شماره ناحیه	۱	۲	۳	...	N	بردار تولید سفر = جمع ستونی آرایه ها
۱	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	...	X _{1n}	P ₁
۲	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	...	X _{2n}	P ₂
۳	ماتریس مبدأ- مقصد خانه ابتدا+ ترانهاده خانه انتها					P ₃
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
n	X _{n1}	...	...	...	X _{nn}	P _n
جمع سطری آرایه ها = بردار جذب سفر	A ₁	A ₂	A ₃	...	A _n	

$$X_{ij} = PA = OD_{\text{Start home}} + OD_{\text{End home}}^T$$

شکل ۷-۱- تبدیل ماتریس مبدأ- مقصد سفر به بردارهای تولید- جذب سفر

۱-۲-۲- شناسایی عوامل مؤثر در ایجاد سفر در شهر ساری

مروری بر مطالعات پیشین نشان داد که عوامل مؤثر بر تولید و جذب سفر با توجه به هدف سفر متفاوت است. با این حال، همه این متغیرها به سادگی در دسترس نبوده و امکان دسترسی به آن ها بستگی زیادی به مکان مورد مطالعه و سوابق مطالعات قبلی مرتبط با موضوع دارد. خوشبختانه این عوامل از گوناگونی زیادی برخوردارند که فرآیند ساخت مدل را امکان پذیر می سازد. برخی از این متغیرها را می توان با کمک سایر

^۱ Transpose

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۴		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

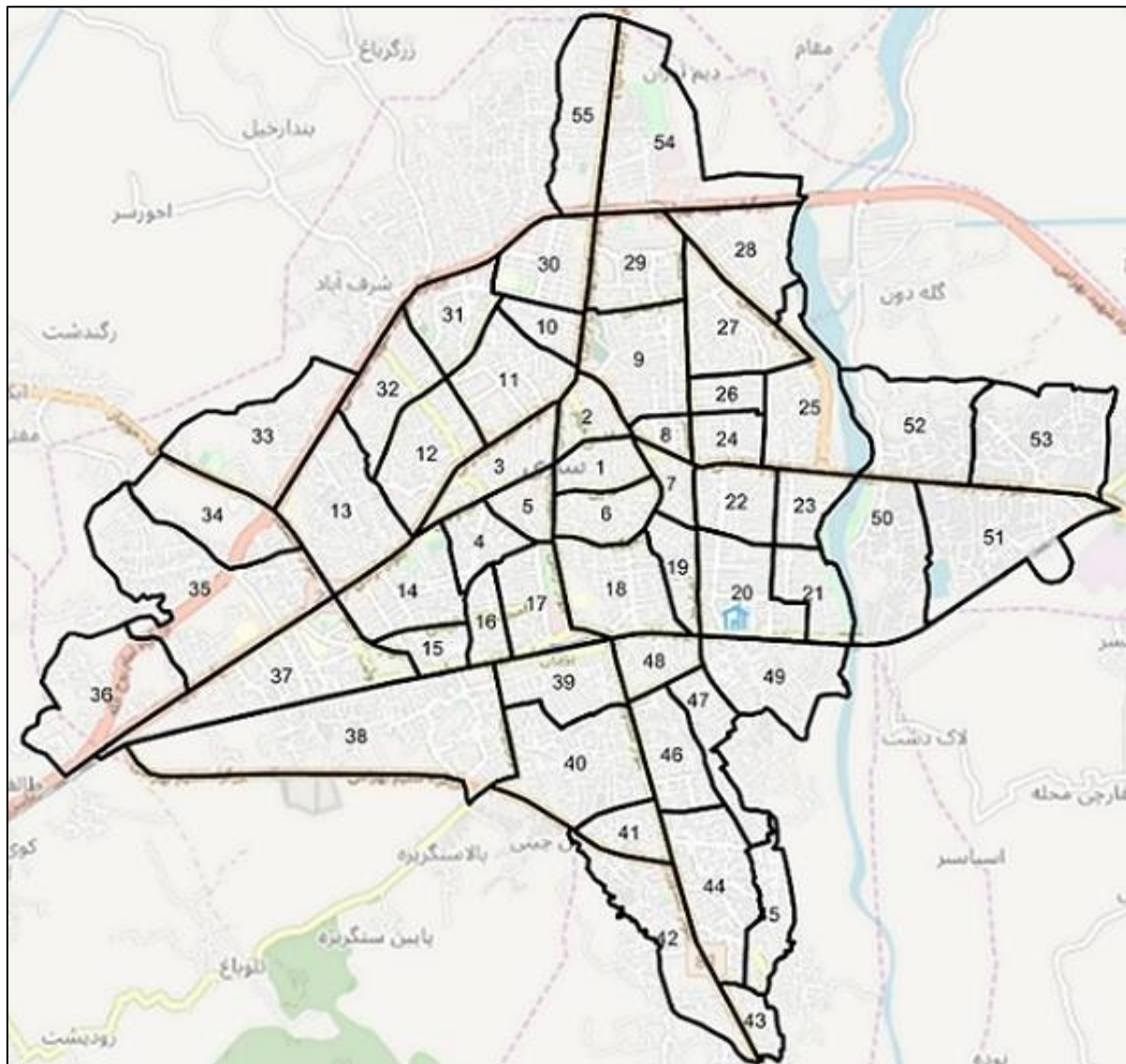
پایگاه‌های اطلاعاتی به دست آورد.

اطلاعات مورد استفاده در این گزارش از مرکز ملی آمار ایران و آمارگیری مبدأ- مقصد ساکنان شهر ساری در سال ۱۳۹۷ استخراج شده است. در این مطالعات تلاش شده تا حد امکان از اطلاعات ارایه شده توسط مرکز آمار استفاده شود، اما در جایی که استفاده از این اطلاعات امکان‌پذیر نبوده از اطلاعات مبدأ- مقصد استفاده شده است.

۱-۲-۲-۱- اطلاعات آمارگیری مبدأ- مقصد ساکنان

دو دسته از متغیرهای موردنیاز برای ساخت مدل‌های ایجاد سفر را می‌توان از آمارگیری مبدأ- مقصد ساکنان تأمین نمود. نخست اطلاعاتی که برگرفته از پرسشنامه‌های مبدأ- مقصد بوده و به طور مستقیم از نتایج آمارگیری به دست می‌آید (مانند مالکیت خودرو و درآمد در سطح ناحیه‌های ترافیکی) و گروه دوم اطلاعاتی است که بر اساس روش کار و فرضیات ویژه‌ای از نتایج آمارگیری برآورد می‌شود (مانند تعداد شاغلان در محل شغل). شکل ۱-۸ محدوده جغرافیایی اطلاعات گردآوری شده را نمایش می‌دهد. این محدوده در بردارنده ۵۵ ناحیه ترافیکی داخلی شهر ساری است.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۵		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



۱-۲-۲-۲- اطلاعات ساير منابع

- مرکز ملی آمار ایران
- طرح جامع شهری

 شهرداری ساری	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	ویرایش دوم	صفحه ۱۶		 مهندسين مشاور عمران طرح البرز
		گزارش	قرارداد	تاریخ	
		۰۴	۷۸۲۰۷	تیر ۱۳۹۹	

- طرح تفصیلی شهر
- اطلاعات دریافتی از شهرداری ساری

فرآیند آماده سازی اطلاعات شامل مراحل زیر است:

- پردازش اطلاعات خام،
- بررسی درستی داده ها و تصحیح آن ها در صورت نیاز،
- منطبق کردن داده ها بر نواحی ترافیکی کدگذاری شده،
- یکسان سازی مقطع زمانی اطلاعات به سال ۱۳۹۴.

برخی از اطلاعات اقتصادی- اجتماعی در سطح نواحی ترافیکی شهر ساری در جدول ۴-۱ و مقادیر آن ها در جدول ۵-۱ ارائه شده است. در شکل ۹-۱ تا شکل ۱۲-۱ نیز می توان پراکندگی برخی از این متغیرها را در سطح شهر ساری مشاهده نمود.

جدول ۴-۱- تعریف متغیرهای نهایی مورد استفاده در مدل سازی ایجاد سفر

نام متغیر	تعریف	منبع
Pop	جمعیت ساکن در ناحیه ترافیکی	مرکز ملی آمار ایران
C _i	سرانه مالکیت خودرو در ناحیه ترافیکی	آمارگیری مبدأ-مقصد خانوار
E _i	تعداد شاغل ساکن در ناحیه ترافیکی	مرکز ملی آمار ایران
CAR	Pop x C = تعداد خودرو در مالکیت ساکنان ناحیه ترافیکی	-
Stu _i	تعداد محصل (دانش آموز+دانشجو) ساکن در ناحیه ترافیکی	مرکز ملی آمار ایران
hh	تعداد خانوار ساکن در ناحیه ترافیکی	مرکز ملی آمار ایران
Stu _j	تعداد محصل (دانش آموز+دانشجو) در محل تحصیل در ناحیه ترافیکی	اداره کل آموزش و پرورش
E _j	تعداد شاغل در محل شغل در ناحیه ترافیکی j	آمارگیری مبدأ-مقصد خانوار
Pop	جمعیت شهر ساری	مرکز ملی آمار ایران
TAZ	شماره ناحیه ترافیکی	آمارگیری مبدأ-مقصد خانوار
Region	شماره منطقه شهرداری	شهرداری ساری

جدول ۵-۱- اطلاعات اقتصادی - اجتماعی نواحی ترافیکی شهر ساری

TAZ	Pop	Ei	Ej	Stui	Ci	hh	hhs	EiCi	StuiCi	Stuj
۱	۲۴۰۰	۷۲۸	۲۲۸۳	۴۸۳	۰/۲۳۸	۸۳۹	۲/۸۶	۱۷۳	۱۱۵	۱۰۴۳
۲	۲۶۷۱	۸۰۶	۲۹۵۷	۵۱۶	۰/۲۳۲	۹۲۱	۲/۹۰	۱۸۷	۱۲۰	۱۲۶۸
۳	۲۵۳۳	۷۷۸	۴۳۲۳	۴۵۹	۰/۳۲۱	۹۱۵	۲/۷۷	۲۵۰	۱۴۷	۱۳۷۰
۴	۳۸۸۲	۱۱۷۱	۱۰۰۹	۶۷۳	۰/۲۷۴	۱۳۴۵	۲/۸۹	۳۲۱	۱۸۴	۷۲۴

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۷		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

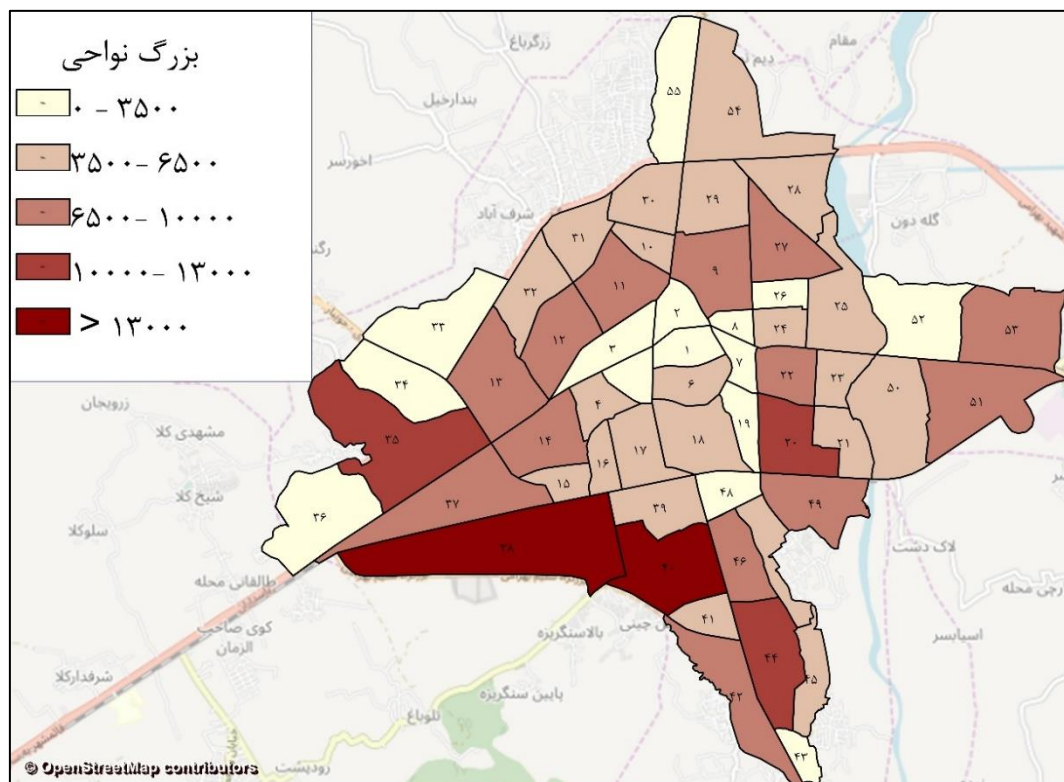
جدول ۵-۱- اطلاعات اقتصادی - اجتماعی نواحی ترافیکی شهر ساری

Stuj	StuiCi	EiCi	hhs	hh	Ci	Stui	Ej	Ei	Pop	TAZ
۳۲۹۳	۶۱	۸۶	۲/۹۰	۵۱۲	۰/۲۰۱	۳۰۶	۶۵۳۷	۴۳۱	۱۴۸۳	۵
۱۶۳۷	۳۲۴	۴۰۸	۲/۹۶	۱۳۰۹	۰/۳۸۸	۸۳۴	۴۴۵۴	۱۰۵۲	۳۸۷۱	۶
۲۴۸۱	۱۷۴	۲۷۰	۲/۸۵	۶۱۴	۰/۵۰۰	۳۴۸	۱۶۵۷	۵۴۱	۱۷۴۶	۷
۱۰۷۵	۹۵	۱۴۶	۲/۸۳	۶۵۹	۰/۲۵۵	۳۷۴	۱۰۱۵	۵۷۰	۱۸۶۴	۸
۱۸۳۷	۴۳۶	۷۴۶	۲/۹۳	۲۸۳۳	۰/۲۹۹	۱۴۵۷	۱۲۵۲	۲۴۹۵	۸۲۹۳	۹
۵۷۹	۲۱۱	۳۱۴	۲/۹۵	۱۲۱۹	۰/۳۰۷	۶۸۸	۷۱۸	۱۰۲۱	۳۵۹۶	۱۰
۲۶۴۹	۵۷۱	۷۸۹	۲/۹۸	۳۱۰۴	۰/۳۰۰	۱۹۰۲	۱۹۰۵	۲۶۲۷	۹۲۳۶	۱۱
۱۸۱۱	۳۹۹	۶۶۳	۲/۹۵	۲۵۴۰	۰/۲۹۷	۱۳۴۴	۱۶۷۸	۲۲۳۴	۷۴۸۵	۱۲
۳۲۷۷	۲۸۹	۵۲۵	۳/۰۰	۲۹۸۱	۰/۲۰۱	۱۴۳۵	۵۵۵۲	۲۶۰۹	۸۹۴۶	۱۳
۲۳۰۰	۴۵۸	۷۶۵	۲/۹۶	۲۴۱۲	۰/۳۴۷	۱۳۲۰	۵۶۰۱	۲۲۰۶	۷۱۴۶	۱۴
۵۷۶	۲۰۶	۳۳۷	۳/۰۰	۱۳۰۲	۰/۲۸۵	۷۲۳	۸۱۰	۱۱۸۳	۳۹۱۱	۱۵
۲۶۳	۲۱۷	۳۹۱	۲/۸۷	۱۳۹۲	۰/۳۲۳	۶۷۴	۷۷۸	۱۲۱۳	۳۹۸۹	۱۶
۷۳۲	۲۶۲	۴۳۴	۲/۹۰	۱۴۹۲	۰/۳۳۶	۷۸۱	۱۵۱۵	۱۲۹۴	۴۳۳۵	۱۷
۴۴۹۸	۴۰۲	۶۱۲	۲/۸۷	۲۲۱۸	۰/۳۱۶	۱۲۷۳	۵۸۴۷	۱۹۴۰	۶۳۵۸	۱۸
۲۳۶۲	۲۷۶	۴۰۶	۲/۸۵	۱۲۱۸	۰/۳۷۴	۷۳۷	۱۲۶۹	۱۰۸۵	۳۴۶۷	۱۹
۱۴۴۱	۶۱۸	۹۶۰	۲/۹۵	۳۷۲۶	۰/۲۷۶	۲۲۳۹	۱۰۹۰	۳۴۸۰	۱۰۹۹۲	۲۰
۱۵۰۰	۲۹۱	۳۴۵	۲/۷۱	۱۳۷۱	۰/۳۲۳	۹۰۲	۱۰۴۲	۱۰۶۶	۳۷۱۶	۲۱
۵۰۹	۵۶۸	۸۸۵	۲/۹۱	۲۵۱۶	۰/۳۸۳	۱۴۸۳	۱۲۷۶	۲۳۱۲	۷۳۲۶	۲۲
۱۸۷۹	۲۹۹	۴۴۱	۲/۷۶	۱۴۲۱	۰/۳۶۶	۸۱۷	۱۰۴۳	۱۲۰۶	۳۹۱۹	۲۳
۱۰۶۱	۲۲۹	۲۸۲	۳/۱۳	۱۴۰۵	۰/۲۲۱	۱۰۳۹	۱۲۹۵	۱۲۷۹	۴۳۹۵	۲۴
۵۷۸	۲۶۲	۴۳۲	۲/۹۶	۲۰۶۰	۰/۲۴۲	۱۰۸۲	۱۶۷۳	۱۷۸۵	۶۰۹۹	۲۵
۲۲۵	۱۳۱	۲۳۰	۳/۰۷	۹۶۰	۰/۲۵۹	۵۰۸	۹۸۷	۸۸۹	۲۹۴۵	۲۶
۸۶۳	۳۷۰	۷۲۲	۲/۹۹	۲۵۸۲	۰/۳۱۲	۱۱۸۶	۸۶۰	۲۳۱۳	۷۷۲۷	۲۷
۱۵۷	۲۵۶	۴۷۰	۳/۰۹	۱۹۷۱	۰/۲۶۳	۹۷۲	۵۷۶	۱۷۸۸	۶۰۸۷	۲۸
۱۰۰۹	۳۵۶	۵۵۵	۳/۰۶	۲۱۱۶	۰/۲۹۱	۱۲۲۴	۲۲۹۰	۱۹۰۹	۶۴۷۲	۲۹
۱۵۳۴	۳۲۱	۳۴۰	۳/۳۸	۱۱۷۴	۰/۳۱۳	۱۰۲۵	۱۲۱۴	۱۰۸۴	۳۹۶۵	۳۰
۴۹۵	۲۰۸	۳۶۰	۲/۹۹	۱۴۰۶	۰/۲۸۸	۷۲۲	۷۷۵	۱۲۵۱	۴۲۰۸	۳۱
۲۰۴	۲۸۳	۴۶۲	۳/۰۷	۱۸۹۳	۰/۲۶۶	۱۰۶۵	۷۳۱	۱۷۳۸	۵۸۱۴	۳۲
۳۳۷	۶۰	۱۱۴	۳/۳۱	۵۸۴	۰/۱۸۹	۳۱۷	۷۷۶	۶۰۵	۱۹۳۶	۳۳
۶۷	۱۱۹	۱۴۰	۳/۲۹	۵۵۳	۰/۲۶۶	۴۴۹	۶۱۴	۵۲۷	۱۸۱۹	۳۴
۱۹۶۶	۴۲۹	۸۲۹	۳/۱۰	۳۳۷۹	۰/۲۶۷	۱۶۱۰	۲۳۲۲	۳۱۰۹	۱۰۴۹۰	۳۵
۱۶	۱۰۲	۱۷۸	۳/۱۶	۸۲۶	۰/۲۴۱	۴۲۵	۵۲۱	۷۳۹	۲۶۱۱	۳۶
۳۰۸۶	۳۵۲	۵۷۵	۲/۹۷	۲۵۷۸	۰/۲۵۵	۱۳۷۸	۲۹۸۳	۲۲۵۱	۷۶۴۹	۳۷
۱۷۲۱	۶۳۴	۱۰۷۳	۳/۱۵	۴۷۰۸	۰/۲۶۱	۲۴۲۶	۹۹۰	۴۱۰۴	۱۴۸۲۳	۳۸

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۸		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۵-۱- اطلاعات اقتصادی - اجتماعی نواحی ترافیکی شهر ساری

Stuj	StuiCi	EiCi	hhs	hh	Ci	Stui	Ej	Ei	Pop	TAZ
۲۳۷۴	۲۲۹	۳۸۳	۲/۸۲	۱۹۸۲	۰/۲۶۲	۸۷۳	۱۶۹۹	۱۴۶۳	۵۵۸۴	۳۹
۱۷۵	۶۷۶	۱۱۵۴	۳/۰۳	۴۵۹۷	۰/۳۰۷	۲۲۰۲	۱۱۴۸	۳۷۵۸	۱۳۹۴۳	۴۰
۹۷	۱۳۹	۲۷۸	۳/۰۱	۱۲۵۹	۰/۲۶۸	۵۱۶	۶۹۵	۱۰۳۷	۳۷۹۳	۴۱
۱۸۸	۲۴۵	۴۲۵	۳/۲۳	۲۲۹۷	۰/۱۹۵	۱۲۵۵	۷۴۵	۲۱۷۸	۷۴۲۴	۴۲
۰	۵۴	۱۱۷	۳/۲۱	۵۵۹	۰/۲۱۲	۲۵۳	۴۰۶	۵۵۱	۱۷۹۴	۴۳
۶۱۱	۳۵۰	۷۳۷	۳/۰۳	۴۱۷۵	۰/۲۰۱	۱۷۴۳	۱۱۰۶	۳۶۷۲	۱۲۶۴۳	۴۴
۰	۱۷۹	۳۱۳	۳/۵۸	۱۳۵۰	۰/۲۲۰	۸۱۳	۵۸۶	۱۴۲۵	۴۸۲۸	۴۵
۳۲۳۰	۲۸۲	۴۴۵	۳/۱۲	۲۱۲۴	۰/۲۴۵	۱۱۵۴	۹۱۸	۱۸۱۹	۶۶۱۹	۴۶
۱۰۶۹	۱۸۸	۲۷۴	۲/۹۹	۱۳۰۱	۰/۲۳۷	۷۹۲	۵۶۷	۱۱۵۴	۳۸۹۵	۴۷
۹۵۶	۹۸	۱۴۷	۳/۰۳	۸۷۷	۰/۲۰۹	۴۶۸	۱۷۹۰	۷۰۲	۲۶۵۹	۴۸
۱۶۱	۴۲۸	۶۵۰	۳/۲۵	۲۰۰۳	۰/۳۴۳	۱۲۵۰	۷۵۰	۱۸۹۷	۶۵۱۴	۴۹
۵۵۷	۲۶۸	۴۷۸	۳/۰۰	۲۱۱۴	۰/۲۵۸	۱۰۳۹	۸۵۴	۱۸۵۶	۶۳۳۹	۵۰
۱۱۳۳	۳۲۸	۵۵۴	۳/۴۰	۲۵۶۸	۰/۲۳۰	۱۴۲۴	۱۲۰۳	۲۴۰۹	۸۷۳۲	۵۱
۸۲۴	۱۱۲	۱۶۶	۳/۱۲	۱۰۴۰	۰/۱۹۷	۵۶۸	۶۰۵	۸۴۶	۳۲۴۱	۵۲
۳۳۴۰	۳۴۶	۶۴۰	۳/۴۲	۲۸۶۴	۰/۲۱۸	۱۵۸۷	۵۲۴	۲۹۳۵	۹۷۸۳	۵۳
۳۳۲۶	۳۷۱	۴۵۹	۳/۱۲	۱۷۶۴	۰/۳۰۶	۱۲۱۳	۱۱۴۱	۱۵۰۲	۵۴۹۵	۵۴
۵۰۲	۲۶۵	۳۵۱	۳/۱۴	۹۹۱	۰/۳۹۱	۶۷۸	۵۶۸	۸۹۹	۳۱۱۳	۵۵

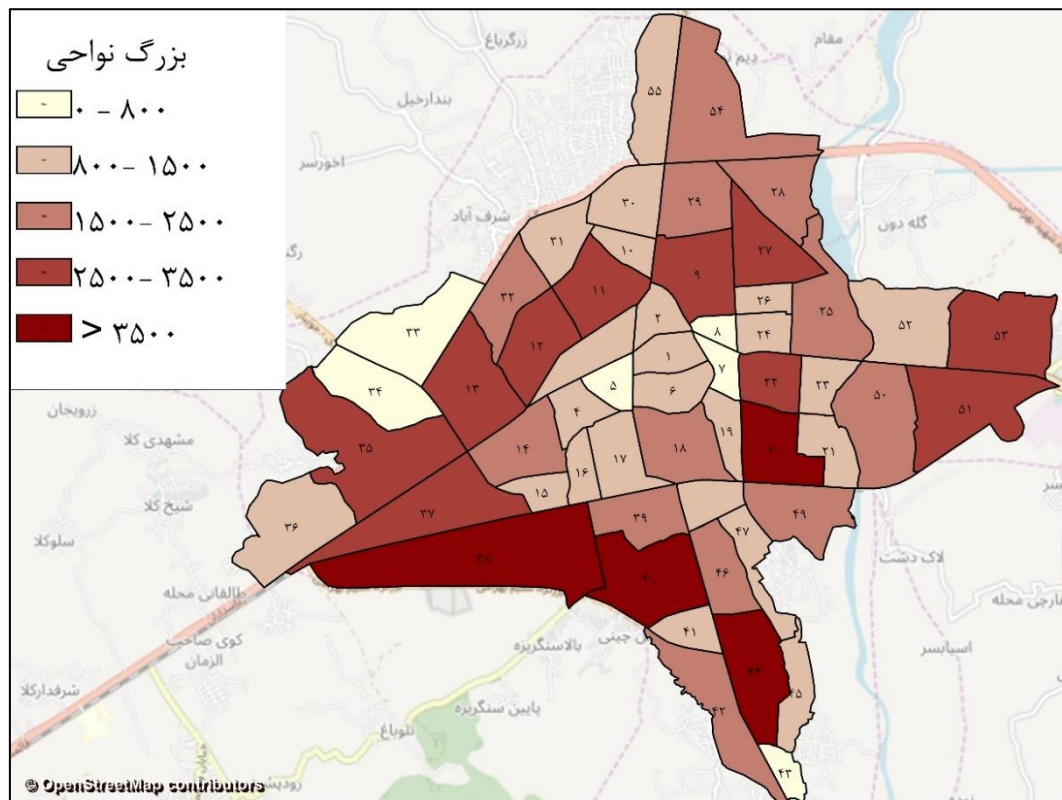


شکل ۹-۱- پراکندگی جمعیت در نواحی ترافیکی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۹		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ		قرارداد			
	تیر ۱۳۹۹		۷۸۲۰۷			



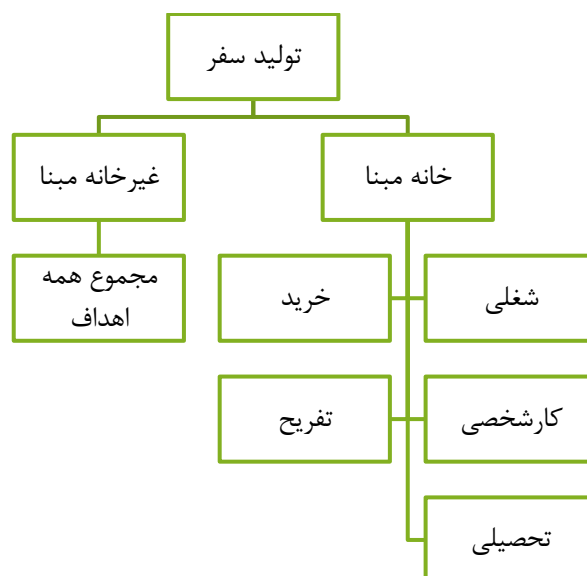
 شهرداری ساری	ساخت مدل های برآورد تقاضا	ویرایش دوم	صفحه ۲۰		 مهندسين مشاور عمران طرح البرز
		گزارش	قرارداد	تاریخ	
		۰۴	۷۸۲۰۷	تیر ۱۳۹۹	



شکل ۱-۱۲- پراکندگی تعداد خانوار در نواحی ترافیکی

۱-۲-۳- مدل های تولید سفر

مدل های ایجاد سفر به دو دسته کلی خانه-مبنا و غیرخانه-مبنا (هیچ سرخانه) تقسیم و سپس در دسته های خلاصه شده در شکل ۱-۱۳ برآورد می شوند.

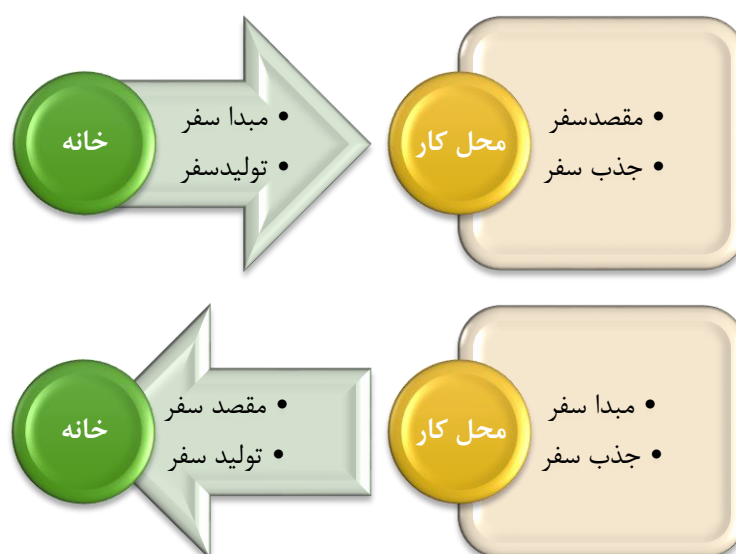


شکل ۱-۱۳- دسته بندی مدل های تولید سفر در شهر ساری

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۲۱		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۱-۳-۲-۱- تولید سفر خانه-مبنای شغلی

مفهوم تولید سفر شغلی در یک ناحیه ترافیکی در شکل ۱-۱۴ بازگو شده که شامل سفرهای خروجی از خانه به سمت محل کار و ورودی به خانه از محل کار است. برای تعیین بردار تولید سفر شغلی (به عنوان متغیر وابسته)، ماتریس سفرهای شغلی خانه ابتدا و خانه انتها به صورت ۲۴ ساعته از پایگاه اطلاعاتی مبدأ-مقصد سفرهای خانوار استخراج می‌شود. سپس ماتریس سفرهای خانه-ابتدا با ترانهاده‌ی ماتریس سفرهای خانه-انتها جمع می‌شود. جمع ستون‌های این ماتریس، بردار تولید سفر خانه-مبنا و جمع سطرها، بردار جذب سفر خانه-مبنا را به دست می‌دهد. این مفهوم به طور مشابه برای سایر اهداف سفر به کار گرفته شده است^۱.



شکل ۱-۱۴- تعریف بردار تولید سفر شغلی خانه-مبنا

تعداد سفرهای تولید شده با هدف شغلی در نواحی ترافیکی در شکل ۱-۱۵ ارایه شده است. نتایج پرداخت مدل به کمک نرم‌افزار SPSS در جدول ۱-۶ آمده است. به این منظور، ابتدا مدل ۱ ساخته شد. همان‌طور که به لحاظ مفهومی نیز انتظار می‌رود، عدد ثابت در این مدل به لحاظ آماری معنی‌دار نیست و باید از مدل حذف شود. به همین دلیل، مدل مجدداً و با حذف عدد ثابت برآورد و در مدل ۲ ارایه شده است که به عنوان مدل نهایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. در نتیجه، مدل به صورت زیر و با $R^2 = 0/816$ برآورد می‌شود:

$$P_w = 0/773 \times E_i + 3/822 \times E_i C_i$$

که در آن:

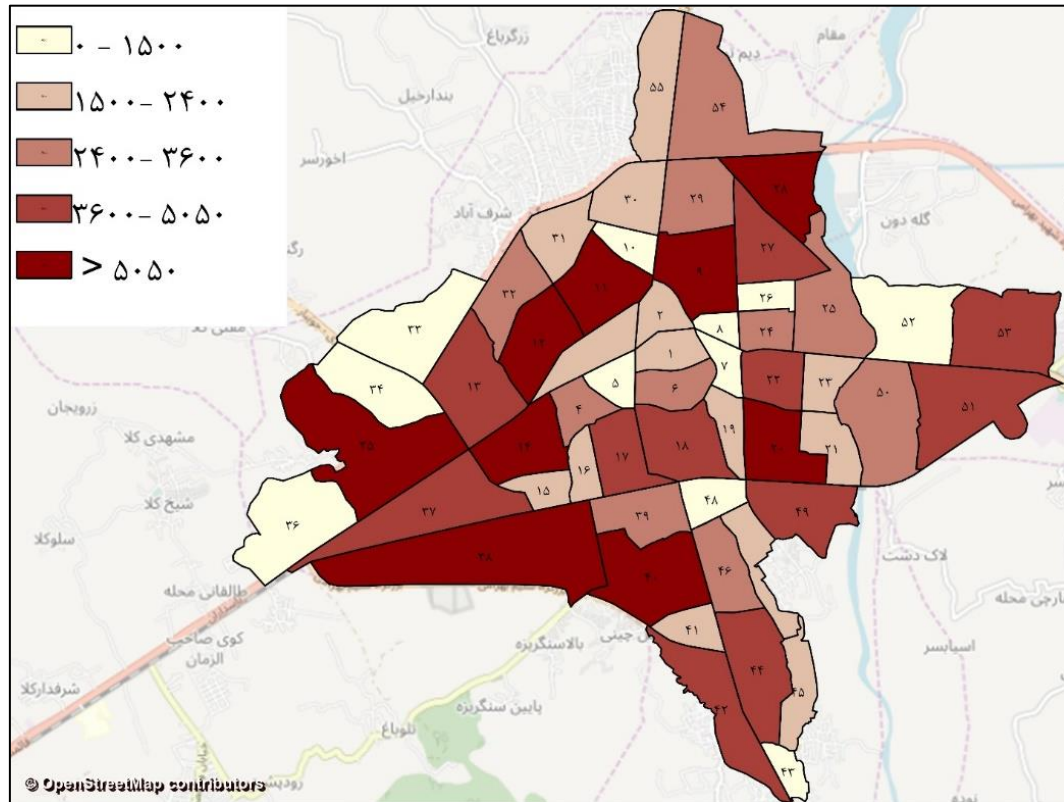
^۱ همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در این مطالعات از مفهوم تولید-جذب به جای مبدأ-مقصد استفاده شده است. بنابراین کلیه‌ی جداول و نمودارهای تولید سفر، سفرهای بازگشت به منزل را نیز شامل می‌شوند.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۲۲		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

E_i = تعداد شاغل ساکن در ناحیه ترافیکی

C_i = سرانه مالکیت خودرو در ناحیه ترافیکی

همان گونه که ملاحظه می شود تمامی متغیرهای استفاده شده در مدل در سطح اطمینان ۹۵ درصد با ۵٪ خطا دارای رابطه معنی داری با تولید سفر هستند.



شکل ۱-۵- تولید سفر خانه-مبنای شغلی

جدول ۱-۶- نتایج پرداخت مدل تولید خانه-مبنای شغلی

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	246.672	204.051		1.209	.232
	E _i	.715	.302	.385	2.366	.022
	E _i C _i	3.609	1.093	.537	3.302	.002

a. Dependent Variable: Pw

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.907 ^a	.823	.816	721.213

a. Predictors: (Constant), E_iC_i, E_i

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۲۳		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ		قرارداد			
	تیر ۱۳۹۹		۷۸۲۰۷			

Coefficients ^{a,b}						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
2	Ei	.773	.300	.415	2.579	.013
	EiCi	3.822	1.083	.568	3.529	.001
a. Dependent Variable: Pw						
b. Linear Regression through the Origin						

Model Summary ^{c,d}				
Model	R	R Square ^b	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.979 ^a	.958	.956	724.345
a. Predictors: EiCi, Ei				
b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.				
c. Dependent Variable: Pw				
d. Linear Regression through the Origin				

۲-۳-۲-۱- تولید سفر خانه-مبنای تحصیلی

سفرهای تحصیلی توسط دانش آموزان و دانشجویان تولید می شود. میزان تولید سفر تحصیلی در ناحیه های ترافیکی شهر ساری بر اساس نتایج آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار در شکل ۱-۱۶، مشاهده می شود. نتایج برآورد مدل خانه- مبنای تحصیلی در جدول ۱-۷ آورده شده است. به این منظور، ابتدا مدل ۱ ساخته شد. همان طور که به لحاظ مفهومی نیز انتظار می رود، عدد ثابت در این مدل به لحاظ آماری معنی دار نیست و باید از مدل حذف شود. به همین دلیل، مدل مجدداً و با حذف عدد ثابت برآورد و در مدل ۲ ارایه شده است که به عنوان مدل نهایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. در نتیجه مدل به صورت زیر و با $R^2 = 0.956$ برآورد می شود

$$Ped_i = 1/136 \times hh_i$$

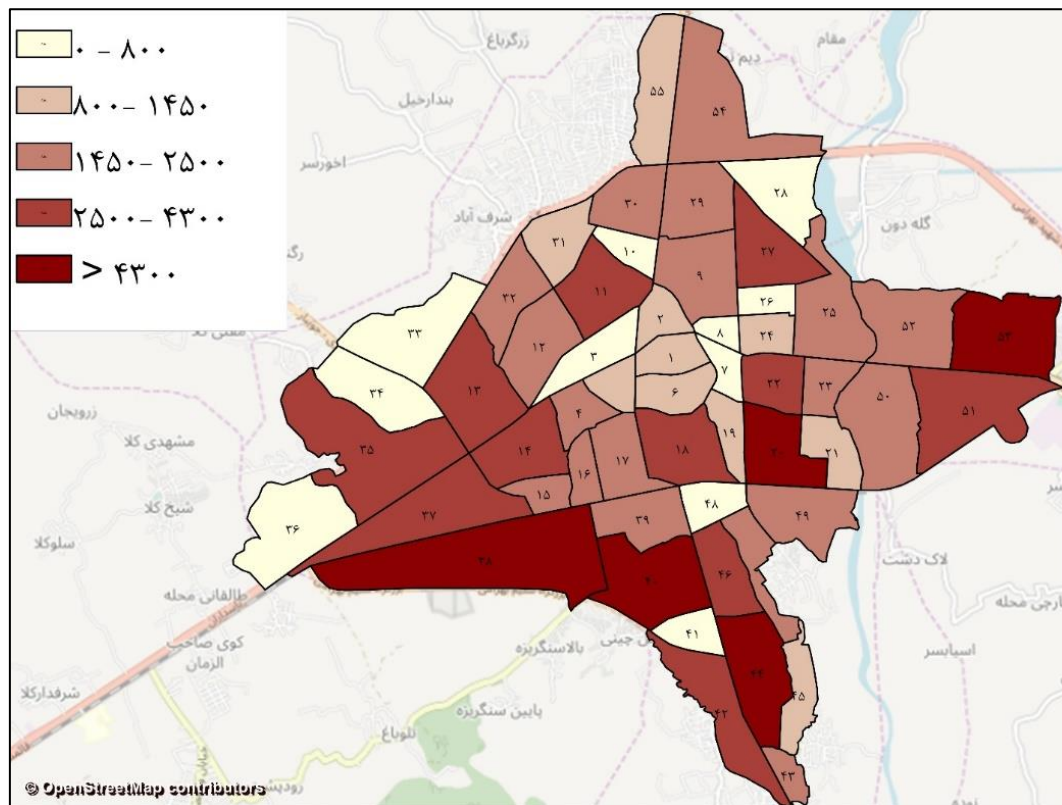
که در آن:

hh_i = تعداد خانوار ساکن در ناحیه ترافیکی

همان گونه که ملاحظه می شود تمام متغیرهای استفاده شده در مدل در سطح اطمینان ۹۵ درصد با ۰.۵٪

خطا دارای رابطه معنی داری با تولید سفر هستند.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۲۴		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۱-۱۶- تولید سفر خانه- مبنای تحصیلی

جدول ۱-۷- نتایج پرداخت مدل تولید خانه- مبنای تحصیلی

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-312.360	170.812		-1.829	.073
	hh	1.267	.082	.905	15.532	.000

a. Dependent Variable: Ped

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.905 ^a	.820	.816	610.682

a. Predictors: (Constant), hh

b. Dependent Variable: Ped

Coefficients ^{a,b}						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
2	hh	1.136	.040	.968	28.288	.000

a. Dependent Variable: Ped

b. Linear Regression through the Origin

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۲۵		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ		قرارداد			
	تیر ۱۳۹۹		۷۸۲۰۷			

Model Summary ^{c,d}				
Model	R	R Square ^b	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.968 ^a	.937	.936	623.795
a. Predictors: hh				
b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.				
c. Dependent Variable: Ped				
d. Linear Regression through the Origin				

۱-۲-۳- تولید سفر خانه-مبنای خرید

در مدل های تولید سفر با هدف خرید، جمعیت سبب افزایش تعداد سفرها می شود. شکل ۱-۱۷ نشان دهنده میزان تولید سفر خانه-مبنا با هدف خرید در شهر ساری بر اساس نتایج آمارگیری مبدأ-مقصد خانوار است. نتایج برآورد مدل در جدول ۱-۸ آمده است. به این منظور، ابتدا مدل ۱ ساخته شد. همان طور که مشاهده می شود عدد ثابت در این مدل بزرگ شد و باید از مدل حذف شود. به همین دلیل، مدل مجدداً و با حذف عدد ثابت برآورد و در مدل ۲ ارایه شده است که به عنوان مدل نهایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. در نتیجه مدل به صورت زیر با $R^2 = ۰/۶۹۴$ برآورد شد که کلیه متغیرها در سطح اطمینان بیش از ۹۵ درصد در مدل معنی دار هستند.

$$Psh = ۰/۵۸۱ \times hh_i + ۰/۶۵۰ \times b_{sh1} hh_i$$

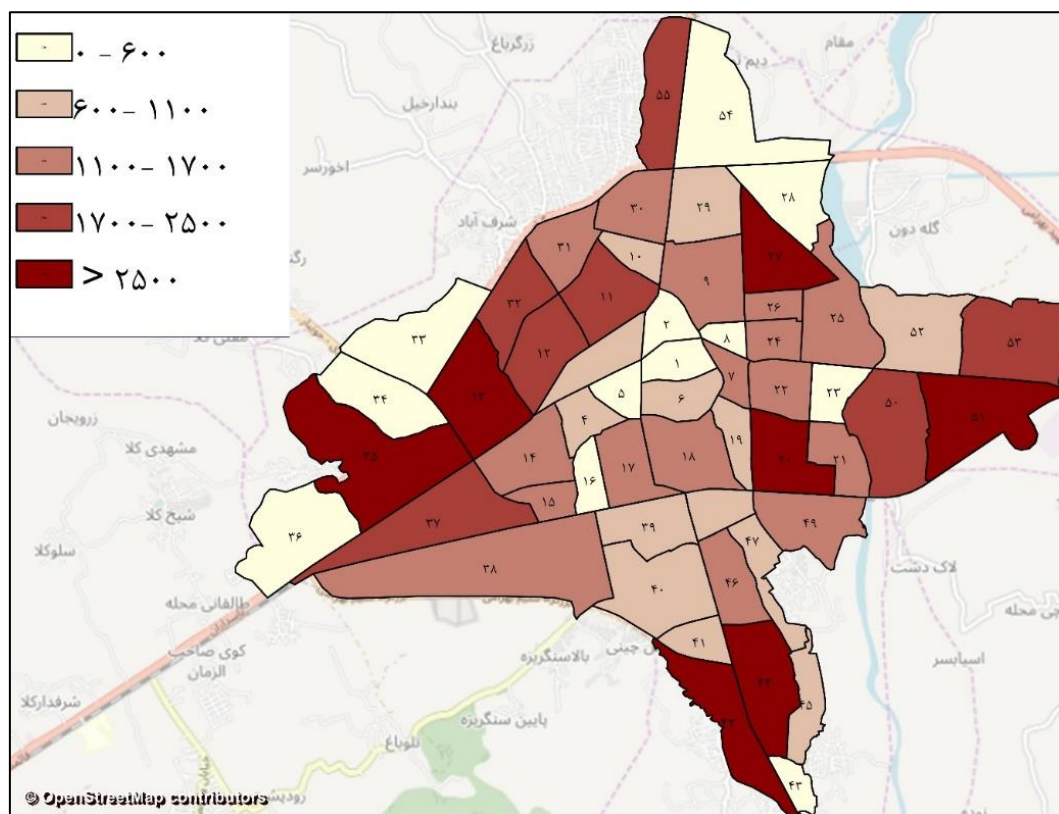
که در آن:

hh = تعداد خانوار ساکن در ناحیه ترافیکی

b_{sh1} = متغیر ۱ برای ناحیه های ترافیکی ۷، ۱۳، ۲۷، ۳۲، ۴۲، ۵۰، ۵۱، ۵۵ و برابر ۰ برای سایر نواحی

لازم بذکر است که در ناحیه های ترافیکی ۷، ۱۳، ۲۷، ۳۲، ۴۲، ۵۰، ۵۱ و ۵۵، کاربری هایی همچون بازار، فروشگاه زنجیره ای، رستوران، نمایشگاه اتومبیل و ... زیاد است.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۲۶		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



شکل ۱-۱۷- تولید سفر خانه-مبنای خرید

جدول ۱-۸- نتایج پرداخت مدل تولید خانه-مبنای خرید

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	356.135	132.591		2.686	.010
	hh	.433	.064	.515	6.733	.000
	bsh1hh	.643	.085	.579	7.574	.000

a. Dependent Variable: Psh

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.840 ^a	.705	.694	473.800

a. Predictors: (Constant), bsh1hh, hh

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
2	hh	.581	.035	.768	16.574	.000
	bsh1hh	.650	.090	.336	7.249	.000
a. Dependent Variable: Psh						
b. Linear Regression through the Origin						

a. Dependent Variable: Psh

b. Linear Regression through the Origin

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۲۷		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ		قرارداد			
	تیر ۱۳۹۹		۷۸۲۰۷			

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.951 ^a	.904	.900	500.808
a. Predictors: bsh1hh, hh				
b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.				
c. Dependent Variable: Psh				
d. Linear Regression through the Origin				

۱-۲-۳-۴- تولید سفر خانه-مبنای تفریحی

تعداد سفرهای انجام شده با هدف تفریحی که شامل دیدار آشنایان نیز هست، به متغیرهایی مانند تعداد خانوارها و سطح رفاه بستگی دارد. در این مطالعات از دو متغیر تعداد خانوار و سرانه درآمد در ناحیه برای برآورد میزان تولید سفر خانه-مبنای تفریحی استفاده شده است. پراکندگی تولید سفر خانه-مبنای تفریحی در شهر ساری بر اساس نتایج آمارگیری مبدأ-مقصد خانوار مطابق شکل ۱-۱۸ است. نتایج برآورد مدل در جدول ۱-۹ آمده است. همان طور که به لحاظ مفهومی نیز انتظار می رود، عدد ثابت در این مدل به لحاظ آماری معنی دار نیست و باید از مدل حذف شود. به همین دلیل، مدل مجدداً و با حذف عدد ثابت برآورد و در مدل ۲ ارایه شده است که به عنوان مدل نهایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. در نتیجه مدل به صورت زیر با $R^2 = 0.708$ برآورد شد که کلیه متغیرها در سطح اطمینان بیش از ۹۵ درصد در مدل معنی دار هستند. در نواحی ترافیکی ۳۸ و ۴۰ بدلیل وجود پارک و سالن ورزشی، از متغیر باینری استفاده شده است.

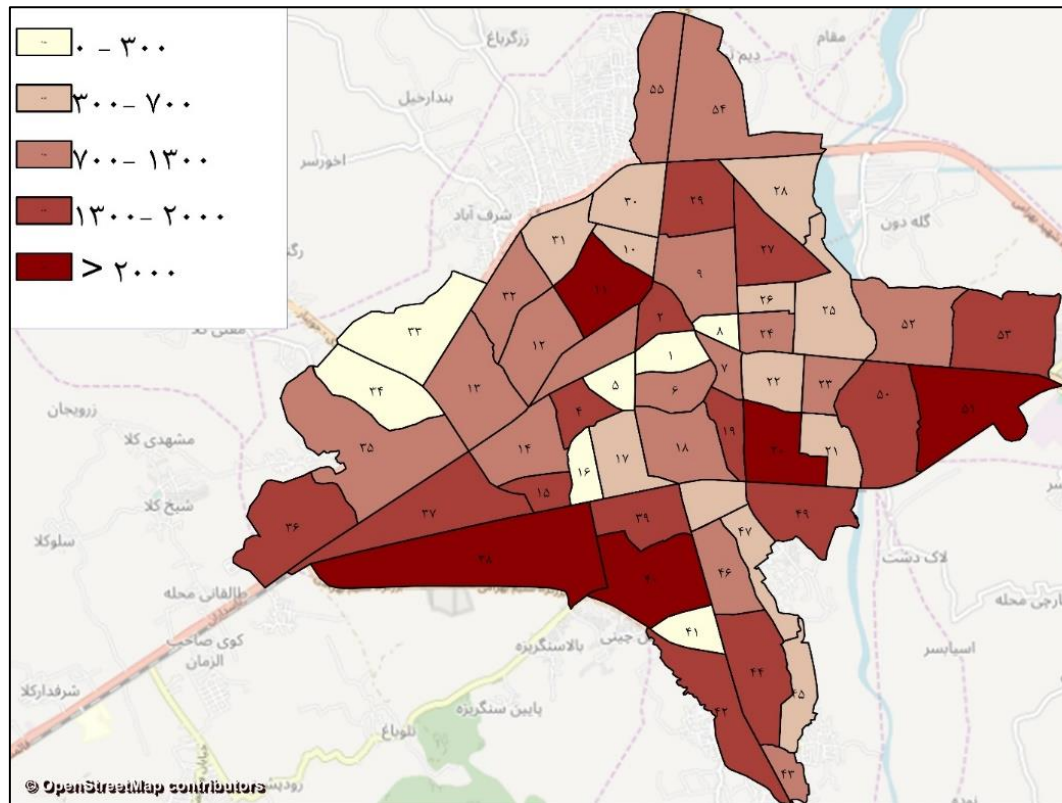
$$\text{Prec} = 0.184 \times \text{Pop}_i + 0.124 \times b_{\text{rec1}} \text{Pop}_i$$

که در آن:

Pop = جمعیت ساکن در ناحیه ترافیکی

b_{rec1} = متغیر ۱ برای ناحیه ترافیکی ۳۸، ۴۰ برابر ۰ برای سایر نواحی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۲۸		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۱-۱۸- تولید سفر خانه-مبنای تفریحی

جدول ۹-۱- نتایج پرداخت مدل تولید خانه-مبنای تفریحی

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	220.791	146.811		1.504	.139
	Pop	.151	.025	.530	6.029	.000
	brec1Pop	.142	.029	.432	4.910	.000

a. Dependent Variable: Prec

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.848 ^a	.719	.708	482.841

a. Predictors: (Constant), Pop

b. Dependent Variable: Prec

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
2	Pop	.184	.011	.817	16.126	.000
	brec1Pop	.124	.027	.236	4.658	.000

a. Dependent Variable: Prec

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۲۹		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ		قرارداد			
	تیر ۱۳۹۹		۷۸۲۰۷			

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.943 ^a	.889	.885	488.555

a. Predictors: brec1Pop, Pop

b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.

c. Dependent Variable: Prec

d. Linear Regression through the Origin

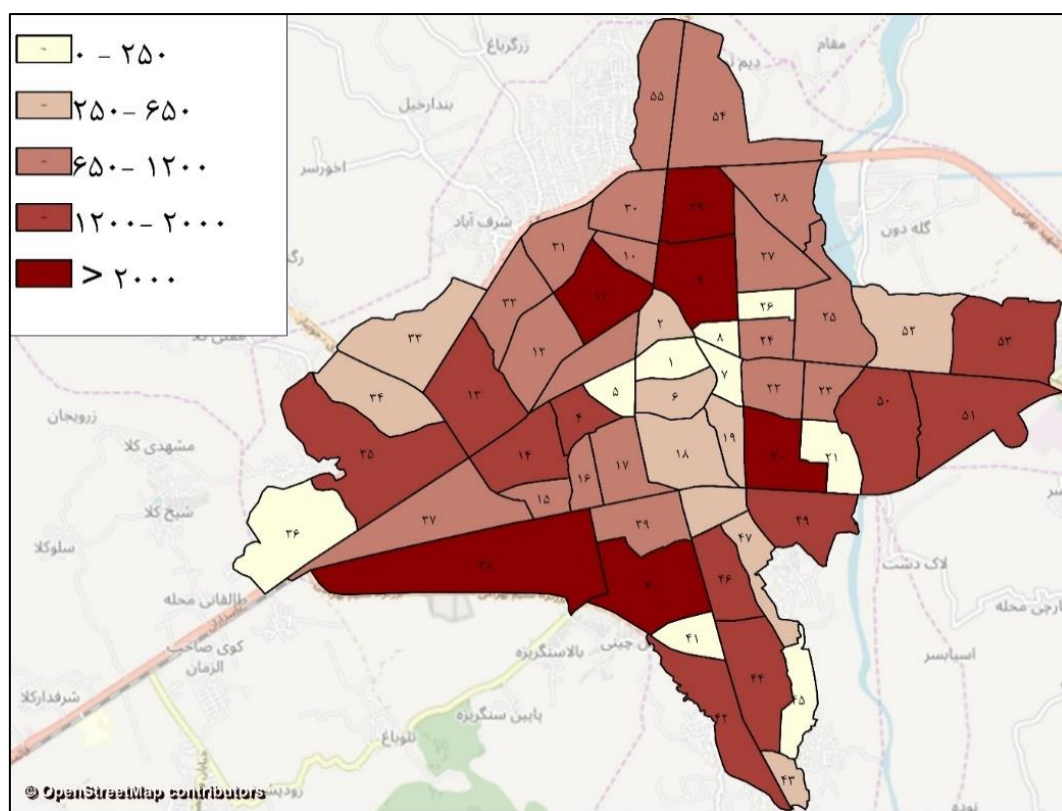
۱-۲-۳-۵- تولید سفر خانه-مبنای کار شخصی

منظور از هدف سفر کار شخصی، سفر با اهداف اداری یا پزشکی به سوی اداره‌ها و سازمان‌ها، درمانگاه‌ها و بیمارستان‌ها و سفرهایی از این نوع است. شکل ۱-۱۹ میزان تولید سفر خانه-مبنای کار شخصی را در ناحیه‌های ترافیکی شهر ساری بر اساس نتایج آمارگیری مبدأ-مقصد خانوار نشان می‌دهد. نتایج برآورد مدل نیز در جدول ۱-۱۰ مشاهده می‌شود. در نتیجه مدل به صورت زیر با $R^2 = ۰/۶۸۶$ برآورد شد.

$$P_p = ۰/۵۳۴ \times hh_i$$

که در آن:

hh = تعداد خانوار ساکن در ناحیه ترافیکی



شکل ۱-۱۹- تولید سفر خانه-مبنای کار شخصی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۳۰		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

جدول ۱۰-۱- نتایج پرداخت مدل تولید خانه-مبنای کار شخصی

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
	B	Std. Error	Beta	t	
1 (Constant)	-140.871	113.791		-1.238	.221
hh	.593	.054	.832	10.913	.000

a. Dependent Variable: Pp

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.832 ^a	.692	.686	406.824

a. Predictors: (Constant), hh

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
	B	Std. Error	Beta	t	
2 hh	.534	.026	.940	20.288	.000

a. Dependent Variable: Pp

b. Linear Regression through the Origin

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.940 ^a	.884	.882	408.825

a. Predictors: hh

b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.

c. Dependent Variable: Pp

d. Linear Regression through the Origin

۱-۲-۳-۶- تولید سفر غیرخانه-مبنا

مبدأ در تولید سفر غیرخانه-مبنا (هیچ سرخانه)، ناحیه‌ای است که به عنوان محل جذب سفرهای خانه-مبنا تلقی می‌شود. مقصد این سفرها نیز خانه نیست. این مفهوم در شکل ۱-۲۰ ترسیم شده است. نکته مهم دیگر آن که در مورد سفرهای غیرخانه-مبنا، مفهوم تولید-جذب با مفهوم مبدأ-مقصد یکسان است، چراکه سفرهای غیرخانه-مبنا، فاقد سفر بازگشت به منزل بوده و در نتیجه بردار سفرهای تولید شده در هر ناحیه با بردار تعداد سفرهای مبدایی (خروجی از ناحیه) برابر است. عوامل مؤثر در تولید این گونه سفرها نیز شبیه عوامل جذب در مدل‌های جذب سفر خانه-مبنا هستند. شکل ۱-۲۱ پراکندگی میزان تولید سفر هیچ سرخانه را در نواحی شهر ساری بر اساس نتایج آمارگیری مبدأ-مقصد خانوار نشان می‌دهد. در ضمن به علت آن که از متغیرهای مورد استفاده در مدل‌های جذب سفر (مانند تعداد شاغل در محل شغل) در ساخت این مدل استفاده

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۳۱		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

شده، اندیس i به صورت j نمایش داده شده است، ولی منظور، استفاده از مقدار متغیر در ناحیهی تولید سفر غیرخانه- مبناست. نتایج برآورد مدل در جدول ۱-۱۱ ارائه شده است.



شکل ۱-۲۰- تعریف تولید سفر غیرخانه-مبنا

همان طور که به لحاظ مفهومی نیز انتظار می‌رود، عدد ثابت در این مدل بزرگ است و باید از مدل حذف شود. به همین دلیل، مدل مجدداً و با حذف عدد ثابت برآورد و در مدل ۲ ارائه شده است که به عنوان مدل نهایی مورد استفاده قرار گرفت. در نتیجه مدل به صورت زیر با $R^2 = 0.712$ برآورد شد. مشاهده می‌شود که متغیرهای ورودی به مدل، همگی بسیار معنی‌دار هستند.

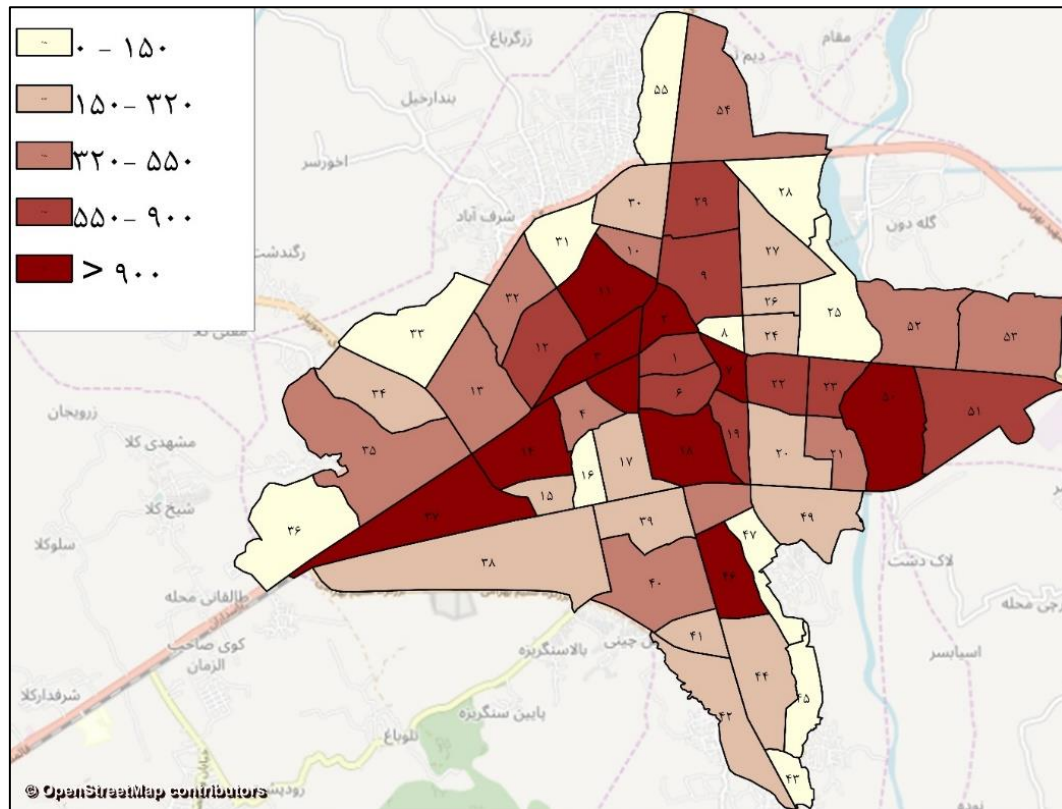
$$P_{nhb} = 0.136 \times Stuj + 0.125 \times E_j + 0.341 \times b_{nhb1} E_j$$

که در آن:

- $Stuj$ = تعداد دانش‌آموز در محل تحصیل در ناحیه ترافیکی
- E_j = تعداد شاغل در محل شغل در ناحیه ترافیکی
- b_{nhb1} = متغیر ۱ برای ناحیهی ترافیکی ۲، ۷، ۱۱، ۴۶، ۵۰ و برابر ۰ برای سایر نواحی

در نواحی ترافیکی ۲، ۷، ۱۱، ۴۶ و ۵۰، کاربری‌هایی همچون بانک، ادارات، درمانگاه‌ها و داروخانه زیاد است و از متغیر باینری استفاده شده است.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۳۲		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۱-۲۱- تولید سفر غیرخانه-مبنا

جدول ۱۱-۱- نتایج پرداخت مدل تولید غیرخانه- مبنا

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	118.240	44.153		2.678	.010
	Stuj	.104	.032	.305	3.290	.002
	Ej	.106	.023	.416	4.541	.000
	bnhb1Ej	.333	.052	.476	6.416	.000

a. Dependent Variable: Pnhb

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.853 ^a	.728	.712	200.354

a. Predictors: (Constant), bnhb1Ej, Ej, Stuj

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
2	Stuj	.136	.031	.381	4.392	.000
	Ej	.125	.023	.454	5.342	.000
	bnhb1Ej	.341	.055	.312	6.223	.000

a. Dependent Variable: Pnhb

b. Linear Regression through the Origin

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۳۳		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ		قرارداد			
	تیر ۱۳۹۹		۷۸۲۰۷			

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.940 ^a	.883	.876	211.910
a. Predictors: bnhb1Ej, Ej, Stuj				
b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.				
c. Dependent Variable: Pnhb				
d. Linear Regression through the Origin				

۱-۲-۴- مدل های جذب سفر

۱-۴-۲-۱- جذب سفر خانه- مبنای شغلی

شکل ۱-۲۲ مفهوم جذب سفر شغلی در ناحیه را نشان می دهد که شامل سفرهای ورودی به محل کار و خروجی از محل کار است. به این منظور، ماتریس مبدأ- مقصد خانه- ابتدای سفرهای ۲۴ ساعته شغلی با ترانهاد ماتریس خانه- انتها جمع شده و سپس با جمع سطرها، تعداد جذب سفر نواحی به دست می آید. لازم به توضیح است که در سفرهای بازگشت به منزل، هدف سفر قبل از سفر بازگشت به منزل به عنوان هدف سفر در نظر گرفته می شود. این مفهوم به طور مشابه برای سایر اهداف سفر به کار گرفته شده است.

شکل ۱-۲۳ میزان جذب سفر خانه- مبنای شغلی را در شهر ساری بر اساس نتایج آمارگیری مبدأ- مقصد در سال ۱۳۹۴ نشان می دهد. نتایج پرداخت مدل به کمک نرم افزار SPSS در جدول ۱-۱۲ آمده است. در مدل اول، ضریب ثابت وجود دارد، بنابراین مدل مجدداً و با حذف عدد ثابت برآورد و در مدل ۲ ارایه شده است که به عنوان مدل نهایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. در نتیجه مدل به صورت زیر با $R^2=0.875$ برآورد شد.

$$Aw=1/811 \times E_j$$

که در آن:

E_j = تعداد شاغل در محل شغل در ناحیه ترافیکی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۳۴		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



 شهرداری ساری	ساخت مدل های برآورد تقاضا	ویرایش دوم	صفحه ۳۵		 مهندسين مشاور عمران طرح البرز
		گزارش	قرارداد	تاریخ	
		۰۴	۷۸۲۰۷	تیر ۱۳۹۹	

جدول ۱۲-۱- نتایج پرداخت مدل جذب خانه-مبنای شغلی

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
	B	Std. Error	Beta	t	
1 (Constant)	202.730	195.802		1.035	.305
Ej	1.742	.090	.936	19.424	.000

a. Dependent Variable: Aw

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.936 ^a	.877	.875	968.147

a. Predictors: (Constant), Ej

Coefficients ^{a,b}					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
	B	Std. Error	Beta	t	
2 Ej	1.811	.060	.972	30.272	.000

a. Dependent Variable: Aw

b. Linear Regression through the Origin

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.972 ^a	.944	.943	968.792

a. Predictors: Ej

b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.

c. Dependent Variable: Aw

d. Linear Regression through the Origin

۱-۲-۴-۲- جذب سفر خانه-مبنای تحصیلی

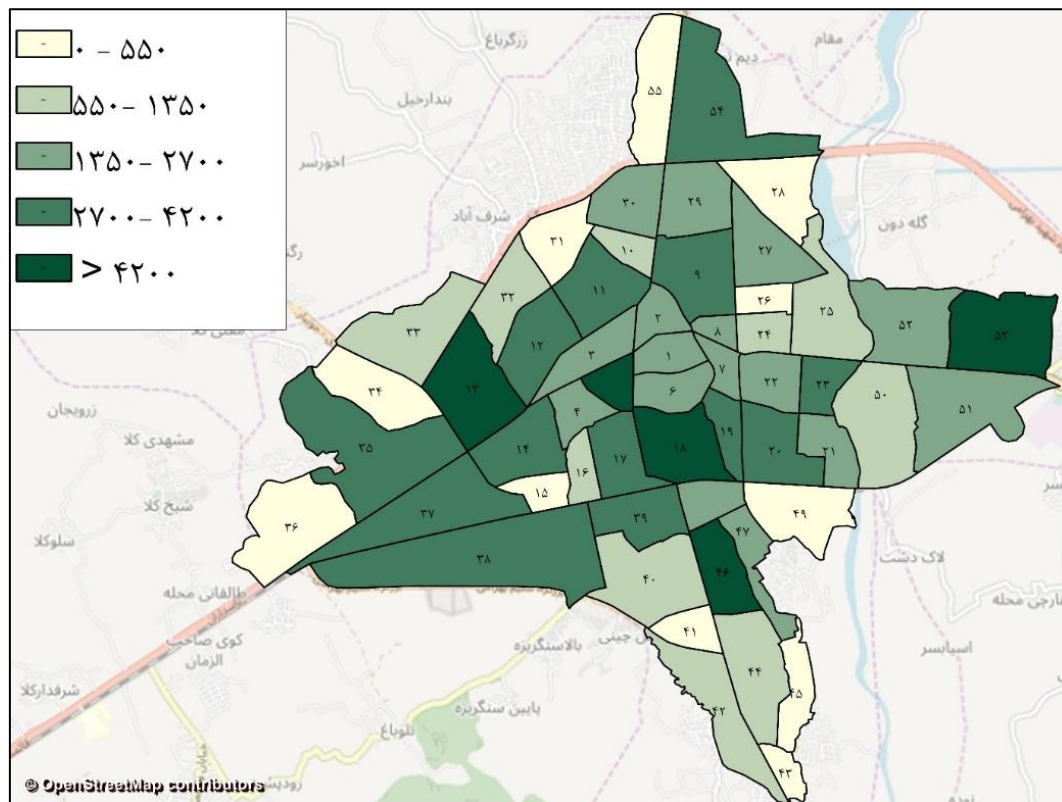
در مدل‌های جذب سفر تحصیلی، مهم‌ترین عامل تعداد دانش‌آموز و دانشجو در محل تحصیل است. شکل ۱-۲۴ میزان جذب سفر تحصیلی نواحی ترافیکی شهر را بر اساس آمارگیری مبدأ-مقصد خانوار نشان می‌دهد. مدل به شرح جدول ۱-۱۳ برآورد شده است. عدد ثابت در مدل ۱ عدد بزرگی ایست و باید آن را از مدل حذف کرد. به این ترتیب، مدل مجدداً و با حذف عدد ثابت برآورد و در مدل ۲ ارایه شده است که به عنوان مدل نهایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. در نتیجه مدل به صورت زیر با $R^2 = 0.837$ برآورد شد. کلیه متغیرها در سطح ۹۵٪ معنی‌دار هستند.

$$Aed = 1/437 \times Stuj$$

که در آن:

$$Stuj = \text{تعداد دانش‌آموز در محل تحصیل در ناحیه ترافیکی}$$

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۳۶		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۱-۲۴- جذب سفر خانه-مبنای تحصیلی

جدول ۱-۱۳- نتایج پرداخت مدل جذب خانه-مبنای تحصیلی

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	380.033	128.052		2.968
	Stuj	1.265	.076	.916	16.666

a. Dependent Variable: Aed

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.916 ^a	.840	.837	611.914

a. Predictors: (Constant), Stuj

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t
		B	Std. Error	Beta	
2	Stuj	1.437	.052	.966	27.468

a. Dependent Variable: Aed

b. Linear Regression through the Origin

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۳۷		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	۱۳۹۹ تیر	۷۸۲۰۷	۰۴			

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.966 ^a	.933	.932	654.660
a. Predictors: Stuj				
b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.				
c. Dependent Variable: Aed				
d. Linear Regression through the Origin				

۱-۲-۳-۴- جذب سفر خانه-مبنای خرید

تعداد شاغلان در محل شغل به جذب سفرهای خرید کالا و خرید خدمات مرتبط است. شکل ۱-۲۵ نشان‌دهنده تعداد سفرهای خانه-مبنای خرید جذب شده در نواحی ترافیکی بر اساس نتایج آمارگیری مبدأ-مقصد خانوار است. نتایج برآورد مدل در جدول ۱-۱۴ ارائه شده است. عدد ثابت در مدل اول را می‌توان حذف کرد. به این ترتیب، مدل مجدداً و با حذف عدد ثابت برآورد و در مدل ۲ ارائه شده است که به عنوان مدل نهایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. در نتیجه مدل به صورت زیر با $R^2 = 0.883$ برآورد شد.

$$Ash = 0.448 \times E_j + 1.937 \times b_{sh2} E_j$$

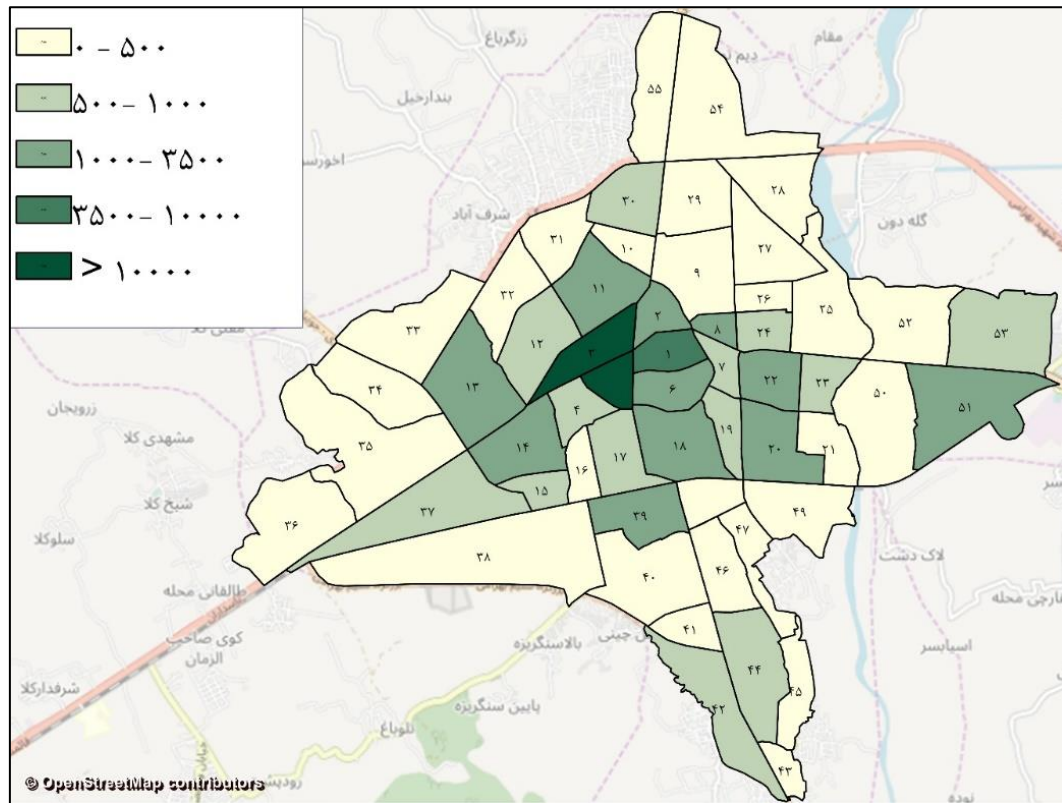
که در آن:

E_j = تعداد شاغل در محل شغل در ناحیه ترافیکی

b_{sh2} = متغیر ۱ برای ناحیه‌های ترافیکی ۱، ۳، ۵ و برابر ۰ برای سایر نواحی

در نواحی ۱، ۳ و ۵، کاربری‌های پاساژ، بوتیک و بازار به صورت ویژه وجود دارد.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۳۸		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



شکل ۱-۲۵- جذب سفر خانه-مبنای خرید

جدول ۱-۱۴- نتایج پرداخت مدل جذب خانه-مبنای خرید

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	353.568	186.491		1.896	.064
	Ej	.310	.097	.176	3.213	.002
	bsh2Ej	2.005	.131	.838	15.334	.000

a. Dependent Variable: Ash

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.942 ^a	.888	.883	886.473

a. Predictors: (Constant), bsh2Ej, Ej

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
2	Ej	.448	.065	.338	6.904	.000
	bsh2Ej	1.937	.129	.736	15.044	.000

a. Dependent Variable: Ash

b. Linear Regression through the Origin

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۳۹		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.952 ^a	.905	.902	907.911
a. Predictors: bsh2Ej, Ej				
b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.				
c. Dependent Variable: Ash				
d. Linear Regression through the Origin				

۱-۲-۴- جذب سفر خانه-مبنای تفریح

هدف سفر تفریح دربردارنده سفرهای جذب شده به ناحیه‌های ترافیکی با هدف تفریح و ورزش و دیدار دوستان و نزدیکان است. شکل ۱-۲۶ میزان جذب سفر خانه-مبنای تفریحی بر اساس نتایج آمارگیری مبدأ-مقصد خانوار نشان می‌دهد. نتایج مدل‌سازی مطابق جدول ۱-۱۵ برآورد شده است. عدد ثابت در مدل عدد بزرگی نیست و می‌توان آن را از مدل حذف کرد. به این ترتیب، مدل مجدداً و با حذف عدد ثابت برآورد و در مدل ۲ ارایه شده است که به عنوان مدل نهایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. در نتیجه مدل به صورت زیر با $R^2 = ۰/۶۴۱$ برآورد می‌شود.

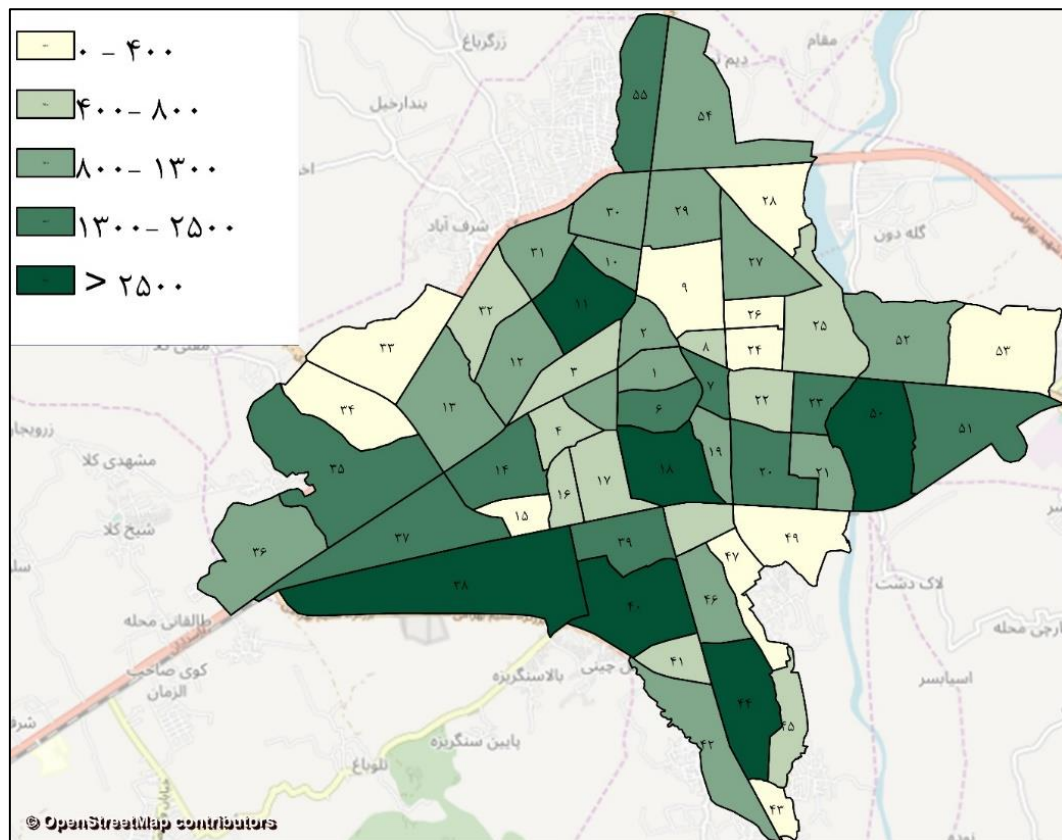
$$A_{rec} = ۰/۱۴۵ \times E_j + ۰/۴۵۳ \times hh_j + ۱/۲۱۹ \times b_{rec2} hh_j$$

که در آن:

- hh = تعداد خانوار ساکن در ناحیه ترافیکی
 E_j = تعداد شاغل در محل شغل در ناحیه ترافیکی
 b_{rec2} = متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۶، ۷، ۵۰، ۵۵ و برابر ۰ برای سایر نواحی

در ناحیه‌ی ترافیکی ۶، ۷، ۵۰ و ۵۵، کاربری استخر، باشگاه، پارک و سالن ورزشی وجود دارد.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۴۰		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



شکل ۱-۲۶- جذب سفر خانه-مبنای تفریحی

جدول ۱-۱۵- نتایج پرداخت مدل جذب خانه-مبنای تفریح

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-244.339	173.445		-1.409	.165
	Ej	.177	.050	.286	3.504	.001
	hh	.532	.073	.596	7.281	.000
	brec2hh	1.264	.206	.504	6.150	.000

a. Dependent Variable: Arec

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.813 ^a	.661	.641	544.602

a. Predictors: (Constant), brec2hh, Ej, hh

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
2	Ej	.145	.046	.219	3.183	.002
	hh	.453	.047	.655	9.576	.000
	brec2hh	1.219	.205	.312	5.948	.000

a. Dependent Variable: Arec

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۴۱		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری	
	تاریخ		قرارداد				گزارش
	تیر ۱۳۹۹		۷۸۲۰۷				

b. Linear Regression through the Origin				
Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.929 ^a	.864	.856	549.733
a. Predictors: brec2hh, hh, Ej				
b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.				
c. Dependent Variable: Arec				
d. Linear Regression through the Origin				

۱-۲-۴-۵- جذب سفر خانه-مبنای کار شخصی

سفرهای جذب شده به نواحی با هدف مراجعه به اداره‌ها و سازمان‌ها، دریافت خدمات پزشکی و بهداشتی و درمانی، همراهی دیگران و رساندن و سایر در این گروه جای می‌گیرند. شکل ۱-۲۷ میزان جذب سفر خانه-مبنای کار شخصی را در شهر ساری بر اساس آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار نشان می‌دهد. در جدول ۱-۱۶ نتایج برآورد مدل ملاحظه می‌شود. عدد ثابت را می‌توان از مدل حذف کرد. به این ترتیب، مدل مجدداً و با حذف عدد ثابت برآورد و در مدل ۲ ارایه شده است که به عنوان مدل نهایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. در نتیجه مدل به صورت زیر با $R^2 = 0.732$ برآورد شد.

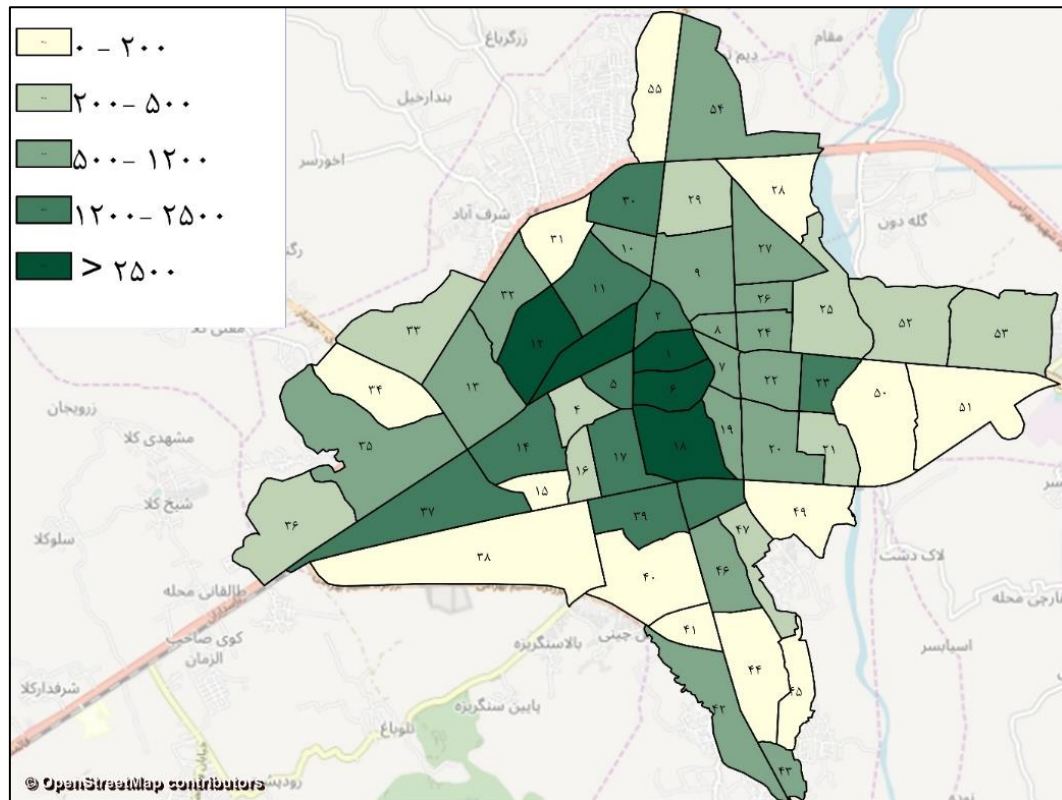
$$Ap = 0.256 \times Ej + 0.250 \times Stu_j + 1/374 \times b_{p1}Ej + 0.662 \times b_{p2}Ej$$

که در آن:

- hh = تعداد خانوار ساکن در ناحیه ترافیکی
- Ej = تعداد شاغل در محل شغل در ناحیه ترافیکی
- Stu_j = تعداد دانش‌آموز در محل تحصیل در ناحیه ترافیکی
- b_{p1} = متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۱ و برابر ۰ برای سایر نواحی
- b_{p2} = متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۶، ۱۲، ۳۰ و برابر ۰ برای سایر نواحی

در نواحی ترافیکی ۱، ۶، ۱۲ و ۳۰، کاربری‌های مراکز درمانی، مطب، کلینیک دامپزشکی و بانک زیاد است و به صورت متغیر باینری لحاظ شده است.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۴۲		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



شکل ۱-۲۷- جذب سفر خانه-مبنای کار شخصی

جدول ۱-۱۶- نتایج پرداخت مدل جذب خانه-مبنای کار شخصی

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	168.880	109.879		1.537	.131
	Ej	.229	.060	.350	3.823	.000
	Stuj	.202	.078	.230	2.586	.013
	bp2Ej	.662	.107	.450	6.178	.000
	bp1Ej	1.348	.222	.431	6.081	.000

a. Dependent Variable: Ap

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.867 ^a	.752	.732	498.029

a. Predictors: (Constant), bp1Ej, bp2Ej, Stuj, Ej

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
2	Ej	.256	.058	.416	4.397	.000
	Stuj	.250	.073	.313	3.434	.001
	bp2Ej	.662	.109	.326	6.105	.000
	bp1Ej	1.374	.224	.315	6.134	.000

a. Dependent Variable: Ap

b. Linear Regression through the Origin

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۴۳		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ		قرارداد			
	تیر ۱۳۹۹		۷۸۲۰۷			

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.932 ^a	.869	.859	504.636
a. Predictors: bp1Ej, bp2Ej, Stuj, Ej				
b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.				
c. Dependent Variable: Ap				
d. Linear Regression through the Origin				

۱-۲-۴-۶- جذب سفر غیرخانه-مبنا

تعداد جذب سفر غیرخانه-مبنا (هیچ سرخانه) به یک ناحیه، در واقع معادل تعداد سفرهایی است که با مقصد آن ناحیه انجام می‌شوند. این تعریف در شکل ۱-۲۸ ارایه شده است. در این حالت نیز مشابه تولید غیرخانه-مبنا، ماتریس سفرهای مبدأ- مقصد مستقیماً مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۱-۲۹ میزان جذب سفرهای غیرخانه-مبنا را در ناحیه‌های ترافیکی شهر ساری بر اساس آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار نشان می‌دهد. عوامل گوناگونی می‌توانند در جذب سفرهای غیرخانه-مبنا نقش داشته باشند که معمولاً مشابه سفرهای تولید غیرخانه-مبنا هستند. در نتیجه مدل به صورت جدول ۱-۱۷ برآورد می‌شود. در مدل ۱ عدد ثابت وجود دارد. به این ترتیب، مدل مجدداً و با حذف عدد ثابت برآورد و در مدل ۲ ارایه شده است.



شکل ۱-۲۸- تعریف جذب سفر غیرخانه-مبنا

در نتیجه مدل به صورت زیر با $R^2 = ۰/۶۴۳$ برآورد شد.

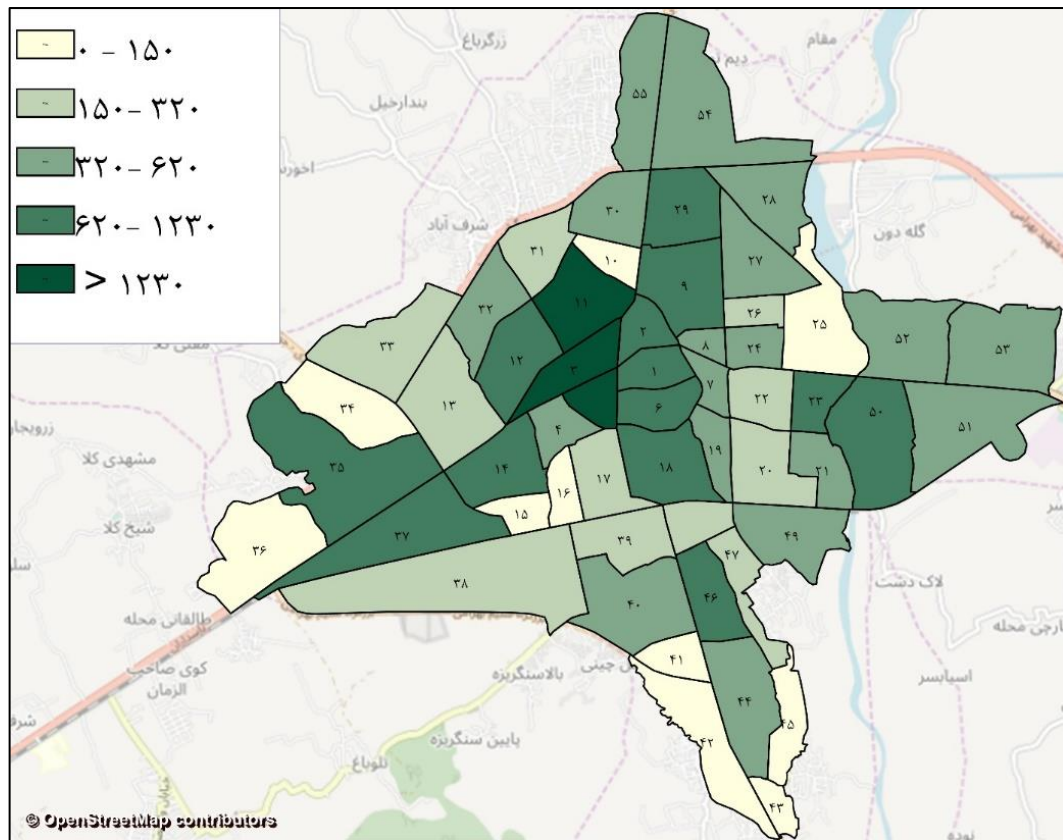
$$Anhb = ۰/۲۱۰ \times E_j + ۰/۸۵۰ \times b_{nhb2}E_j + ۰/۱۵۲ \times b_{nhb3}E_j$$

که در آن:

- E_j = تعداد شاغل در محل شغل در ناحیه ترافیکی
- b_{nhb2} = متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۱۱ و برابر ۰ برای سایر نواحی
- b_{nhb3} = متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۳، ۲۳ و برابر ۰ برای سایر نواحی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۴۴		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

در نواحی ترافیکی ۱۱، ۳ و ۲۳، کاربری‌های بانک، دانشکده پرستاری، دانشکده فنی، پارک، استخر و سالن ورزشی وجود دارد و به صورت متغیر باینری لحاظ شد.



شکل ۱-۲۹- جذب سفر غیر خانه-مبنا

جدول ۱-۱۷- نتایج پرداخت مدل جذب هیچ سرخانه

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	203.276	48.587		4.184	.000
	Ej	.140	.023	.512	6.123	.000
	bnhb2Ej	.813	.127	.522	6.413	.000
	bnhb3Ej	.167	.056	.248	2.971	.005

a. Dependent Variable: Anhb

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.814 ^a	.663	.643	239.150

a. Predictors: (Constant), bnhb3Ej, bnhb2Ej, Ej

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۴۵		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ		قرارداد			
	تیر ۱۳۹۹		۷۸۲۰۷			

2	Ej	.210	.018	.739	11.798	.000
	bnhb2Ej	.850	.145	.353	5.853	.000
	bnhb3Ej	.152	.064	.147	2.363	.022
a. Dependent Variable: Anhb						
b. Linear Regression through the Origin						
Model Summary						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate		
2	.902 ^a	.814	.803	274.489		
a. Predictors: bnhb3Ej, bnhb2Ej, Ej						
b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.						
c. Dependent Variable: Anhb						
d. Linear Regression through the Origin						

لازم به ذکر است که سهم سفرهای خانه مبنا از کل سفرهای جذب شده به نواحی ترافیکی شهر ساری، حدود ۵ درصد است که مقدار بسیار کمی است (جدول ۱-۱۸). این امر باعث می‌شود سهم این هدف سفر از کل خطای برآورد سفرهای جذب شده به نواحی در حدود ۱٪ باشد. به بیان دیگر، به دلیل تأثیر بسیار کم خطای هم‌فزون ۱٪ این هدف سفر در کل سفرها، خطای ناهم‌فزون ۱۹٪ آن مجاز شمرده شده است.

جدول ۱-۱۸- جذب سفر کل و غیرخانه مبنا

هدف سفر	مشاهده	مدل	درصد اختلاف	سهم از کل سفرها (درصد)	سهم در خطای کل (درصد)
غیرخانه مبنا	۲۶،۱۱۴	۲۱،۱۸۹	-۱۸،۹	۵٪	-۱،۰۰
کل سفرها	۴۹۱،۹۰۵	۴۶۴،۲۹۶	-۵،۶	۱۰۰٪	-۵،۶۱

۱-۲-۵- ارزیابی مدل‌های جذب و تولید شهر ساری

مدل‌های نهایی ایجاد (تولید و جذب) سفر که برای برآورد مجموع تعداد سفرهای سواره و پیاده‌ی ساکنان شهر ساری به تفکیک هدف سفر پرداخت شده‌اند، به طور خلاصه در جدول ۱-۱۹ و تعریف متغیرهای مورد استفاده در آن‌ها در جدول ۱-۲۰ و جدول ۱-۲۱ ارائه شده است. روش‌های گوناگونی برای ارزیابی توان مدل‌ها در برآورد تقاضای آینده وجود دارد. مطلوب آن است که به‌جز نمونه آماری مورد استفاده در مرحله پرداخت مدل‌ها، نمونه آماری دومی در مقطع زمانی دیگری وجود داشته باشد تا با پیش‌بینی مدل‌ها در مقطع زمانی نمونه دوم و مقایسه آن با مشاهدات نمونه آماری مورد استفاده در فرآیند پرداخت، کیفیت مدل ارزیابی شود. یکی دیگر از روش‌های مقایسه مدل‌های ساخته شده با واقعیت، مقایسه تعداد کل سفرهای تولید و جذب برآورد شده توسط مدل و کل سفرهای تولید و جذب مشاهده شده در آمارگیری مبدأ-مقصد خانوار برای هر

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۴۶		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

هدف است [4]. در واقع، محاسبه ایجاد سفر به تفکیک هدف، به این دلیل انجام می‌شود که بتوان کل سفرهای ایجاد شده توسط شهروندان را با دقت مناسبی برآورد نمود. بنابراین اگر مجموع سفرهای برآورد شده توسط این اهداف، از دقت مناسبی برخوردار باشد، می‌توان به نتایج مدل اعتماد کرد.

جدول ۱-۲۱- کاربری‌های موجود در نواحی ترافیکی مربوط به متغیرهای باینری

ناحیه‌ها	نشانه	کاربری‌ها
ناحیه‌های ترافیکی ۷، ۱۳، ۲۷، ۳۲، ۴۲، ۵۰، ۵۱، ۵۵	bsh1	بازار، فروشگاه زنجیره‌ای، رستوران، نمایشگاه اتومبیل
ناحیه‌های ترافیکی ۱، ۳، ۵	bsh2	پاساژ، بوتیک، بازار
ناحیه‌ی ترافیکی ۳۸، ۴۰	brec1	پارک، سالن ورزشی
ناحیه‌ی ترافیکی ۶، ۷، ۵۰، ۵۵	brec2	استخر، باشگاه، پارک، سالن ورزشی
ناحیه‌ی ترافیکی ۱	bp1	مراکز درمانی، مطب
ناحیه‌ی ترافیکی ۶، ۱۲، ۳۰	bp2	بانک، مرکز درمانی، کلینیک دامپزشکی
ناحیه‌ی ترافیکی ۲، ۷، ۱۱، ۴۶، ۵۰	bnhb1	بانک، ادارات، درمانگاه، داروخانه
ناحیه‌ی ترافیکی ۱۱	bnhb2	بانک، دانشکده پرستاری، دانشکده فنی
ناحیه‌ی ترافیکی ۳، ۲۳	bnhb3	پارک، استخر، سالن ورزشی

 شهرداری ساری	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا		ویرایش دوم		صفحه ۴۷	
			گزارش		قرارداد	تاریخ
			۰۴		۷۸۲۰۷	تیر ۱۳۹۹

جدول ۲۲-۱ نتایج مدل سازی تولید سفر را با مشاهدات حاصل از آمارگیری مبدأ- مقصد خانوارهای ساکن شهر ساری در سال ۱۳۹۴ با هم مقایسه می کند. مشاهده می شود که خطای مدل های تولید سفر برای اهداف سفر مختلف بین ۳ درصد تا ۹- درصد است. بیشترین خطا مربوط به هدف سفر غیرخانه مبنا است که در حدود ۹- درصد است. خطای برآورد کل سفرهای تولید شده نیز حدود ۱- درصد است که برازش خوب نتایج مدل را نشان می دهد.

جدول ۲۳-۱ نیز نتایج مدل سازی جذب سفر را با مشاهدات حاصل از آمارگیری مبدأ- مقصد خانوارهای ساکن در ۱۳۹۴ با هم مقایسه می کند. مشاهده می شود که خطای مدل های جذب سفر برای اهداف سفر مختلف بین ۳ درصد تا ۱۸- درصد است. بیشترین خطا مربوط به هدف سفر غیرخانه مبنا است. خطای برآورد کل سفرهای جذب شده نیز در حدود ۵- درصد است.

جدول ۱۹-۱- مدل های ایجاد سفر پرداخت شده برای شهر ساری در سال ۱۳۹۴

ردیف	هدف سفر	نوع	ساختار مدل*	R ² (با عدد ثابت)
۱	خانه مبنای شغلی	تولید	$P_w = 0.773 \times E_i + 3.822 \times E_i C_i$	۰/۸۱۶
		جذب	$A_w = 1.811 \times E_j$	۰/۸۷۵
۲	خانه مبنای تحصیلی	تولید	$P_{ed} = 1.136 \times hh_i$	۰/۸۱۶
		جذب	$A_{ed} = 1.437 \times St u_j$	۰/۸۳۷
۳	خانه مبنای خرید	تولید	$P_{sh} = 0.581 \times hh_i + 0.650 \times b_{sh1} hh_i$	۰/۶۹۴
		جذب	$A_{sh} = 0.448 \times E_j + 1.937 \times b_{sh2} E_j$	۰/۸۸۳
۴	خانه مبنای تفریحی	تولید	$P_{rec} = 0.184 \times Pop_i + 0.124 \times b_{rec1} Pop_i$	۰/۷۰۸
		جذب	$A_{rec} = 0.145 \times E_j + 0.453 \times hh_j + 1.219 \times b_{rec2} hh_j$	۰/۶۴۱
۵	خانه مبنای کار شخصی	تولید	$P_p = 0.534 \times hh_i$	۰/۶۸۶
		جذب	$A_p = 0.256 \times E_j + 0.250 \times St u_j + 1.374 \times b_{p1} E_j + 0.662 \times b_{p2} E_j$	۰/۷۳۲
۶	غیرخانه مبنا	تولید	$P_{nhb} = 0.136 \times St u_j + 0.125 \times E_j + 0.341 \times b_{nhb1} E_j$	۰/۷۱۲
		جذب	$A_{nhb} = 0.210 \times E_j + 0.850 \times b_{nhb2} E_j + 0.152 \times b_{nhb3} E_j$	۰/۶۴۳

* تولید سفر (خروج از خانه + ورود به خانه) = P ، جذب سفر (خروج از غیرخانه + ورود به غیرخانه، مشروط به اینکه سر دیگر خانه باشد) = A . شامل مجموع سفرهای سواره و پیاده.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۴۸		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۲۰-۱- تعریف متغیرهای مورد استفاده در مدل‌های ایجاد سفر

نشانه	متغیر
Pop	جمعیت ساکن در ناحیه ترافیکی
C _i	سرانه مالکیت خودرو در ناحیه ترافیکی
E _i	تعداد شاغل ساکن در ناحیه ترافیکی
hh	تعداد خانوار ساکن در ناحیه ترافیکی
Stu _j	تعداد دانش‌آموز در محل تحصیل در ناحیه ترافیکی
E _j	تعداد شاغل در محل شغل در ناحیه ترافیکی
b _{sh1}	متغیر ۱ برای ناحیه‌های ترافیکی ۷، ۱۳، ۲۷، ۳۲، ۴۲، ۵۰، ۵۱، ۵۵ و برابر ۰ برای سایر نواحی
b _{sh2}	متغیر ۱ برای ناحیه‌های ترافیکی ۱، ۳، ۵ و برابر ۰ برای سایر نواحی
b _{rec1}	متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۳۸، ۴۰ و برابر ۰ برای سایر نواحی
b _{rec2}	متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۶، ۷، ۵۰، ۵۵ و برابر ۰ برای سایر نواحی
b _{p1}	متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۱ و برابر ۰ برای سایر نواحی
b _{p2}	متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۶، ۱۲، ۳۰ و برابر ۰ برای سایر نواحی
b _{nhb1}	متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۲، ۷، ۱۱، ۴۶، ۵۰ و برابر ۰ برای سایر نواحی
b _{nhb2}	متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۱۱ و برابر ۰ برای سایر نواحی
b _{nhb3}	متغیر ۱ برای ناحیه‌ی ترافیکی ۳، ۲۳ و برابر ۰ برای سایر نواحی

* تعیین متغیرهای ۰ و ۱ بر اساس عملکرد مدل و معیار کوک در شناسایی داده‌های پرت انجام شده است.

جدول ۲۱-۱- کاربری‌های موجود در نواحی ترافیکی مربوط به متغیرهای باینری

ناحیه‌ها	نشانه	کاربری‌ها
ناحیه‌های ترافیکی ۷، ۱۳، ۲۷، ۳۲، ۴۲، ۵۰، ۵۱، ۵۵	b _{sh1}	بازار، فروشگاه زنجیره‌ای، رستوران، نمایشگاه اتومبیل
ناحیه‌های ترافیکی ۱، ۳، ۵	b _{sh2}	پاساژ، بوتیک، بازار
ناحیه‌ی ترافیکی ۳۸، ۴۰	b _{rec1}	پارک، سالن ورزشی
ناحیه‌ی ترافیکی ۶، ۷، ۵۰، ۵۵	b _{rec2}	استخر، باشگاه، پارک، سالن ورزشی
ناحیه‌ی ترافیکی ۱	b _{p1}	مراکز درمانی، مطب
ناحیه‌ی ترافیکی ۶، ۱۲، ۳۰	b _{p2}	بانک، مرکز درمانی، کلینیک دامپزشکی
ناحیه‌ی ترافیکی ۲، ۷، ۱۱، ۴۶، ۵۰	b _{nhb1}	بانک، ادارات، درمانگاه، داروخانه
ناحیه‌ی ترافیکی ۱۱	b _{nhb2}	بانک، دانشکده پرستاری، دانشکده فنی
ناحیه‌ی ترافیکی ۳، ۲۳	b _{nhb3}	پارک، استخر، سالن ورزشی

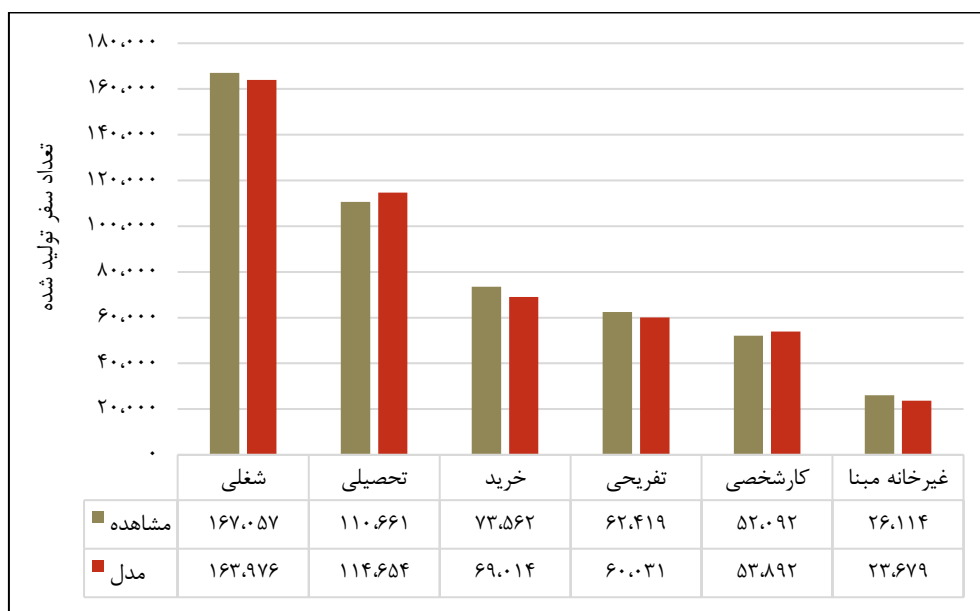
 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۴۹		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۲۲-۱- مقایسه تولید سفر به دست آمده از مدل و مشاهده به تفکیک هدف سفر

ردیف	هدف سفر	مشاهده	مدل تولید	خطا %
۱	خانه-مبنای شغلی	۱۶۷۰۵۷	۱۶۳۹۷۶	-۱/۸
۲	خانه-مبنای تحصیلی	۱۱۰۶۶۱	۱۱۴۶۵۴	۳/۶
۳	خانه-مبنای خرید	۷۳۵۶۲	۶۹۰۱۴	-۶/۲
۴	خانه-مبنای تفریحی	۶۲۴۱۹	۶۰۰۳۱	-۳/۸
۵	خانه-مبنای کار شخصی	۵۲۰۹۲	۵۳۸۹۲	۳/۵
۶	غیر خانه-مبنا	۲۶۱۱۴	۲۳۶۷۹	-۹/۳
	کل تولید	۴۹۱۹۰۵	۴۸۵۲۴۶	-۱/۴

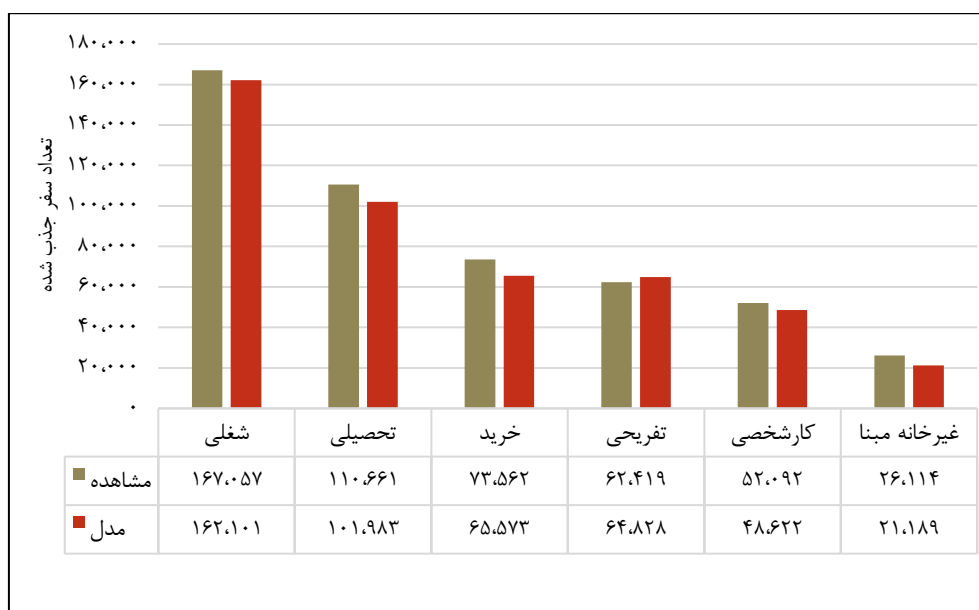
جدول ۲۳-۱- مقایسه جذب سفر به دست آمده از مدل و مشاهده به تفکیک هدف سفر

ردیف	هدف سفر	مشاهده	مدل جذب	خطا %
۱	خانه-مبنای شغلی	۱۶۷۰۵۷	۱۶۲۱۰۱	-۳
۲	خانه-مبنای تحصیلی	۱۱۰۶۶۱	۱۰۱۹۸۳	-۷.۸
۳	خانه-مبنای خرید	۷۳۵۶۲	۶۵۵۷۳	-۱۰.۹
۴	خانه-مبنای تفریحی	۶۲۴۱۹	۶۴۸۲۸	-۶.۷
۵	خانه-مبنای کار شخصی	۵۲۰۹۲	۴۸۶۲۲	۳.۹
۶	غیر خانه-مبنا	۲۶۱۱۴	۲۱۱۸۹	-۱۸.۹
	کل جذب	۴۹۱۹۰۵	۴۶۴۲۹۶	-۵.۶



شکل ۳۰-۱- مقایسه تولید سفر به دست آمده از مدل و مشاهده

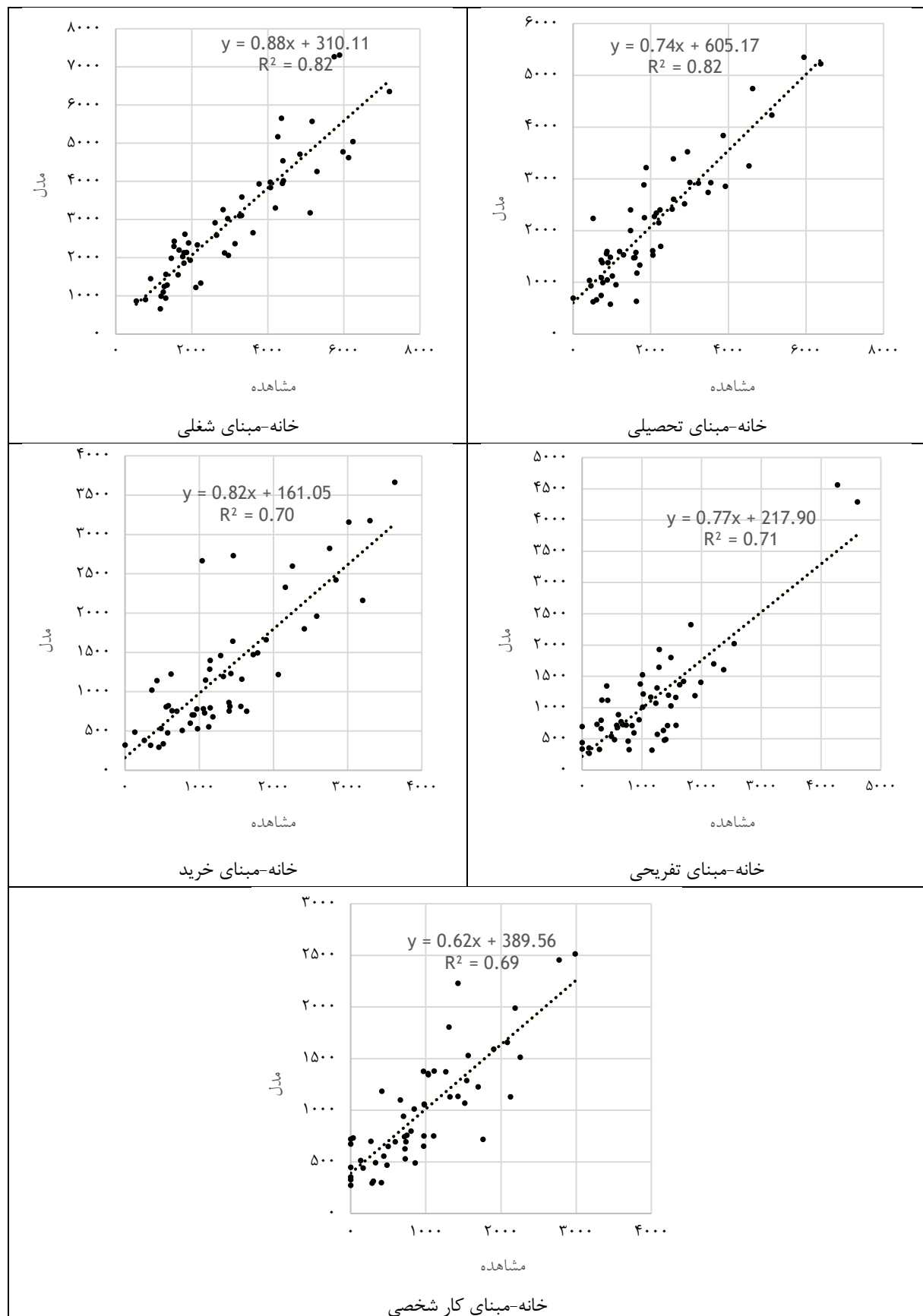
 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۵۰		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



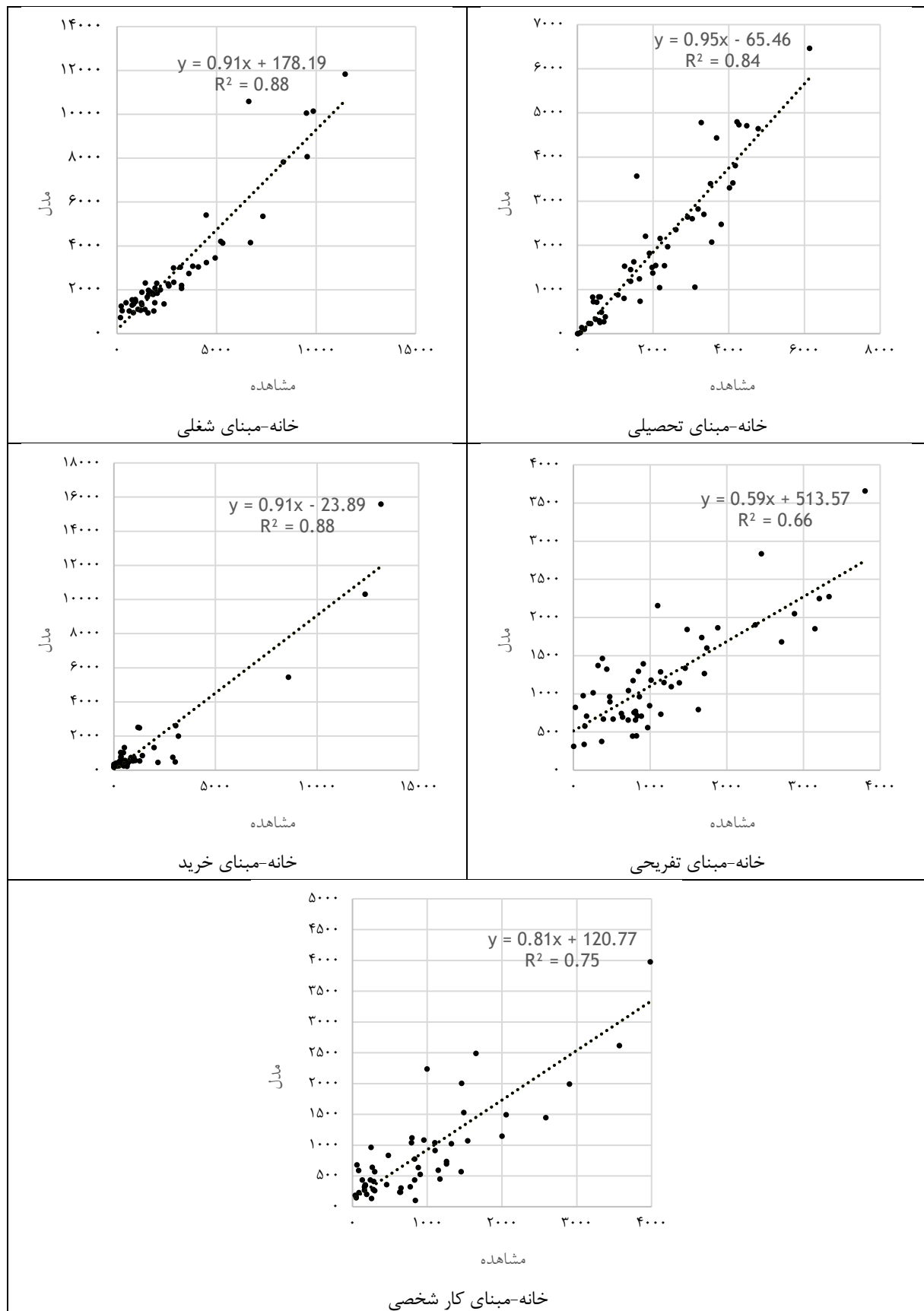
شکل ۳۱-۱- مقایسه جذب سفر به دست آمده از مدل و مشاهده

چنانچه مقادیر تولید و جذب مشاهده شده و مقادیر تولید و جذب برآورد شده از مدل در دستگاه مختصات دو بعدی رسم شود، در بهترین حالت باید تمام نقاط روی خط مایلی که از مرکز مختصات با شیب ۴۵ درجه رسم شده، قرار گیرند. شکل ۳۲-۱ و شکل ۳۳-۱ نمایش ظاهری برازندگی مدل‌ها را برای انواع اهداف سفرهای تولید و جذب نشان می‌دهند.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۵۱		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

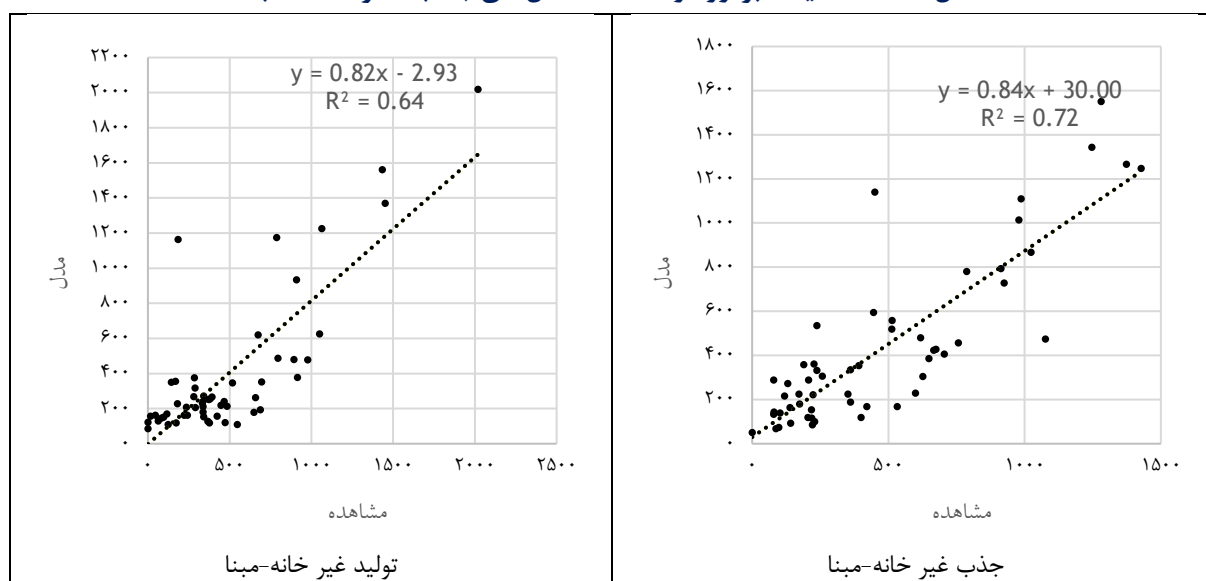


شکل ۱-۳۲- مقایسه برآورد و مشاهده مدل های تولید سفر خانه- مبنا



 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۵۳		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

شکل ۱-۳۳- مقایسه برآورد و مشاهده مدل‌های جذب سفر خانه-مبنا



شکل ۱-۳۴- مقایسه برآورد و مشاهده مدل‌های تولید و جذب سفر غیر خانه-مبنا

۳-۱- منابع و مراجع

- [1] NCHRP Report 365, "Travel Estimation Techniques for Urban Planning," Transportation Research Board, National Research Council, 1998.
- [2] J. D. Ortuzer and L. G. Willumsen, Modeling Transport, John Wiley & Sons, USA, 2011 .
- [3] Barton-Aschman Associates, Inc. and Cambridge Systematics, Inc., "Model Validation and Reasonableness Checking Manual," Travel Model Improvement Program Federal Highway Administration, 1997.

[۴] مرکز تحقیقات حمل‌ونقل دانشگاه صنعتی شریف، «مدل‌های تولید و جذب سفر»، مطالعات جامع حمل‌ونقل مشهد، گزارش شماره ۷۶-۰۲، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک مشهد، مشهد، ۱۳۷۶.

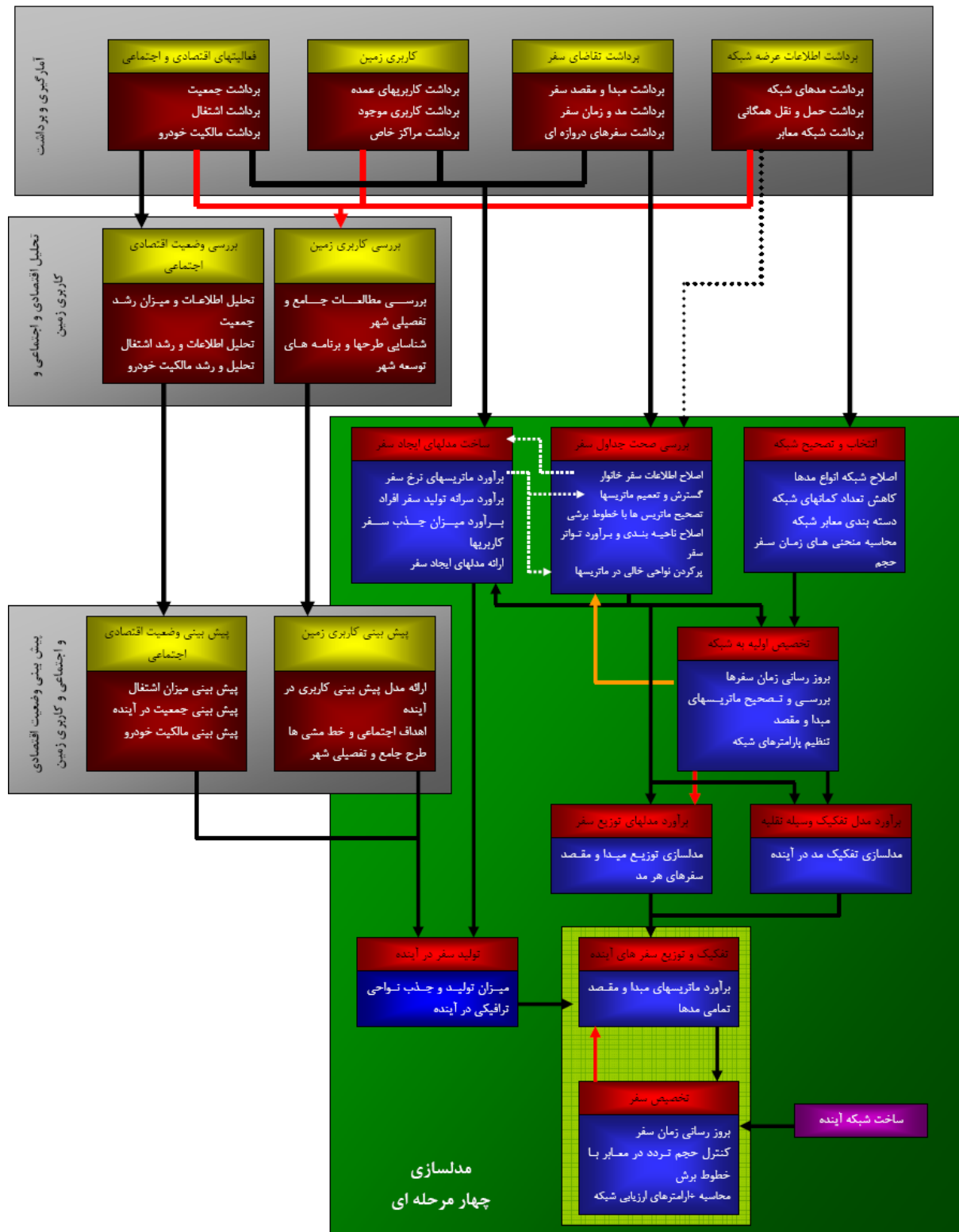
 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۵۴		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۲- مدل توزیع سفر

۲-۱- مقدمه

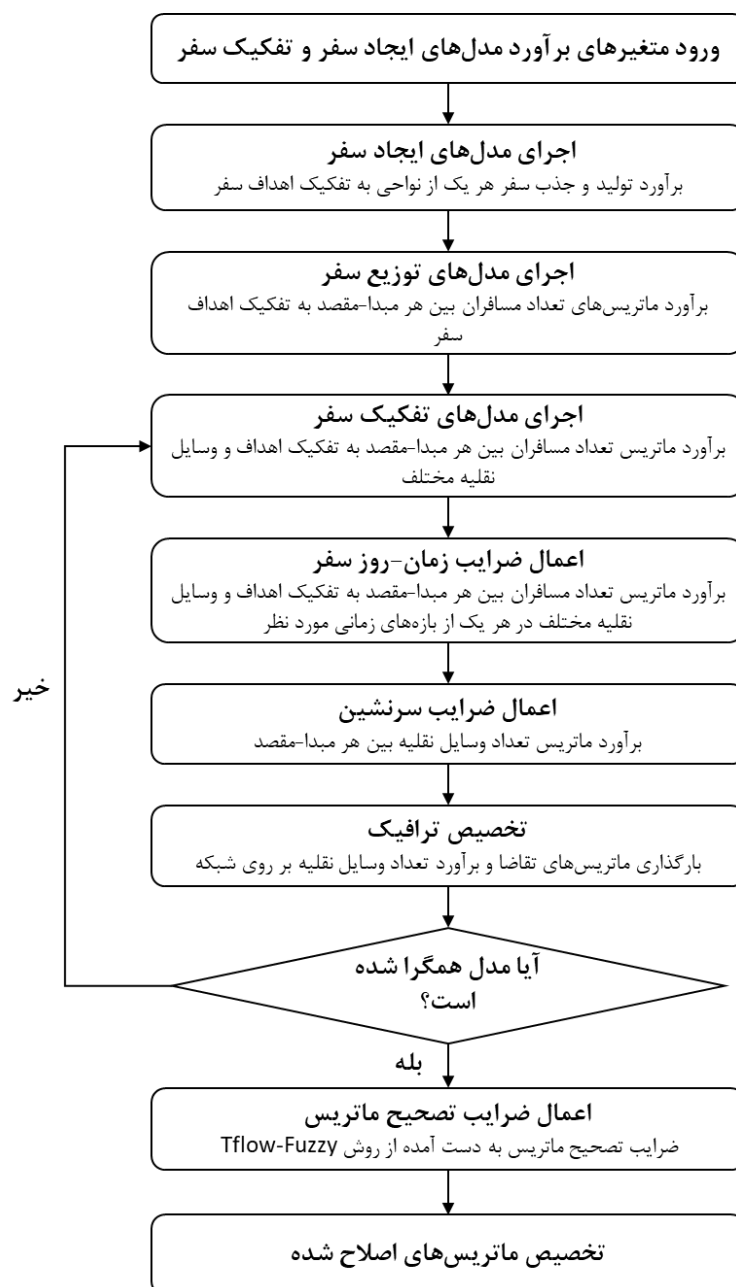
برای برآورد تقاضای سفر آینده برای استفاده از شبکه معابر، لازم است تبادل سفر بین نواحی مختلف با در نظر گرفتن جهت آن‌ها بین مبادی و مقاصد مشخص شود. به عبارت دیگر ماتریس سفرها برآورد گردد. این کار در مدل‌های مرسوم و متداول چهارمرحله‌ای برآورد تقاضای سفر، در مرحله دوم و توسط مدل‌های توزیع سفر صورت می‌گیرد. شکل ۱-۲ جایگاه مدل توزیع را در مدل‌های مرسوم چهارمرحله‌ای نشان می‌دهد. در شکل ۲-۲ نیز فرآیند ۴ مرحله‌ای وارد شده در نرم‌افزار PTV-Visum نمایش داده شده که جایگاه اجرای مدل توزیع در آن مشخص است. در ادامه ابتدا به تعاریف و مبانی تئوری این مدل‌ها و نحوه پرداخت و ارزیابی آن‌ها اشاره شده و سپس روش به‌کارگیری این مدل در شهر ساری ارائه می‌شود.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۵۵		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



شکل ۱-۲- فرآیند مدل سازی مرسوم چهار مرحله‌ای

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۵۶		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۲-۲- فرآیند ۴ مرحله‌ای اجرا شده در نرم‌افزار PTV-Visum

۲-۲- تعاریف اولیه

۲-۲-۱- هزینه عمومی سفر

یکی از عوامل مؤثر برای تعیین مدل‌های توزیع سفر، متغیر هزینه است که می‌توان آن را به صورت واحد مسافت، زمان یا پول به دست آورد. شکل معمول برای محاسبه تابع هزینه استفاده از شاخصی است مرکب از

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۵۷		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

تمام خصوصیات که به نوعی عدم مطلوبیت سفر^۱ را نشان می‌دهند؛ این شاخص را هزینه عمومی^۲ سفر می‌نامند [۱]:

$$C_{ij} = a_1 t_{ij}^v + a_2 t_{ij}^w + a_3 t_{ij}^t + a_4 t_{nij} + a_5 F_{ij} + a_6 \phi_j + \delta$$

رابطه ۱-۲

که در آن:

t_{ij}^v = زمان درون وسیله نقلیه^۳،

t_{ij}^w = زمان پیاده روی^۴ به و یا از ایستگاه،

t_{ij}^t = زمان انتظار^۵ در ایستگاه،

t_{nij} = زمان انتقال بین وسایل سفر^۶،

F_{ij} = مقدار کرایه پرداخت شده،

ϕ_j = هزینه ترمینال و

δ = جریمه مدی^۷ است.

۲-۲-۲- ماتریس سفر

روال مرسوم برای نمایش الگوی سفر در محدوده مورد مطالعه استفاده از ماتریس سفر^۸ است که شمای کلی آن در شکل ۳-۲ مشاهده می‌شود. T_{ij} تعداد سفرهای بین ناحیه‌ای از مبدأ i به مقصد j و T تعداد کل سفرهاست. O_i تعداد کل سفرهایی است که مبدأ آن‌ها در ناحیه i است و D_j تعداد کل سفرهایی است که به ناحیه j وارد می‌شود.

جمع تمام سفرهای موجود در یک ردیف باید با تعداد کل سفرهایی که از آن ناحیه سرچشمه می‌گیرند برابر باشد و جمع سفرهای موجود در یک ستون باید با تعداد کل سفرهایی که به آن ناحیه ختم می‌شوند برابر شود. این شرایط محدودیت‌های (قیدهای) مدل‌های توزیع سفر را بیان می‌کنند [۱]:

^۱ Disutility of Movement

^۲ Generalized Cost of Travel

^۳ In-vehicle Travel Time

^۴ Walking Time

^۵ Waiting Time

^۶ Interchange Time

^۷ Modal Penalty

^۸ Trip Matrix

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۵۸		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا  شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش	
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴	

$$\sum_j T_{ij} = O_i$$

$$\sum_i T_{ij} = D_j$$

رابطه ۲-۲

Origins	Destinations					$\sum_j T_{ij}$
	1	2	3	...j	...z	
1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	... T_{1j}	... T_{1z}	O_1
2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	... T_{2j}	... T_{2z}	O_2
3	T_{31}	T_{32}	T_{33}	... T_{3j}	... T_{3z}	O_3
...						
i	T_{i1}	T_{i2}	T_{i3}	... T_{ij}	... T_{iz}	O_i
...						
z	T_{z1}	T_{z2}	T_{z3}	... T_{zj}	... T_{zz}	O_z
$\sum_i T_{ij}$	D_1	D_2	D_3	... D_j	... D_z	$\sum_{ij} T_{ij} = T$

شکل ۲-۳- ماتریس مبدأ- مقصد سفر

۲-۲-۳- تابع مقاومت^۱ (مسافت) سفر

تابعی است از هزینه عمومی سفر و در مدل جاذبه^۲ برای لحاظ کردن هزینه در روند مدل سازی استفاده

می شود. معروف ترین و پرکاربردترین توابع مسافت عبارتند از [۱]:

$$f(c_{ij}) = \exp(\beta c_{ij})$$

رابطه ۲-۳

$$f(c_{ij}) = c_{ij}^n$$

رابطه ۲-۴

$$f(c_{ij}) = c_{ij}^n \exp(\beta c_{ij})$$

رابطه ۲-۵

$$f(c_{ij}) = J_{bin}$$

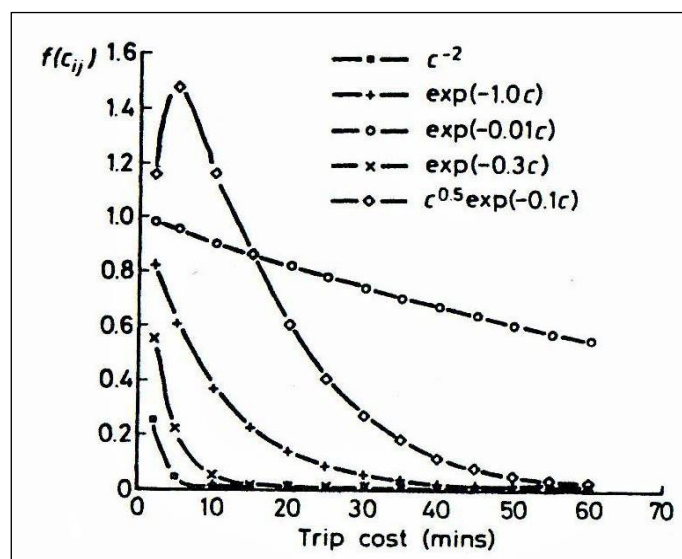
رابطه ۲-۶

شکل ۲-۴ نمودار انواع مختلف تابع مسافت را نشان می دهد.

^۱ Impedence (Friction)

^۲ Gravity Model

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۵۹		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



شکل ۲-۴- نمودار انواع مختلف تابع مسافت [۱]

۲-۳- مدل‌های مرسوم توزیع سفر

۲-۳-۱- مدل‌های رشد

۲-۳-۱-۱- رشد یکنواخت

در این روش برای کل منطقه مورد مطالعه یک ضریب عمومی رشد λ در نظر گرفته شده و ماتریس توزیع سفر سال پایه در آن ضرب می‌شود [۱] تا ماتریس توزیع سفر سال‌های افق به دست آید.

$$T_{ij} = \lambda t_{ij}$$

رابطه ۲-۷

t_{ij} = تعداد سفر در سال پایه

T_{ij} = تعداد سفر در سال افق

۲-۳-۱-۲- مدل رشد یک قیدی

با توجه به اطلاعاتی که در مورد مبدأ یا مقصد سفرها در سال پایه وجود دارد می‌توان از محدودیت مربوط به مبدأ یا مقصد برای توزیع سفرها در سال‌های افق استفاده کرد [۱]. در صورت در اختیار داشتن رشد سفرهای تولید شده در مبدأها (λ_i):

$$T_{ij} = \lambda_i t_{ij}$$

رابطه ۲-۸

در صورت وجود رشد سفرهای تولید شده در مقصدها (λ_j):

$$T_{ij} = \lambda_j t_{ij}$$

رابطه ۲-۹

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۶۰		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

۲-۳-۱-۳- مدل رشد دو قیدی

هنگامی که اطلاعات مربوط به سفرهای آغاز شده از همه مبادی و پایان یافته در همه مقصدها موجود باشد، یعنی برای هر ناحیه یک ضریب رشد تولید سفر λ_i و یک ضریب رشد جذب سفر γ_j در اختیار باشد، مدل رشد دو قیدی خواهد بود و سفرهای سال طرح برای دو ناحیه i و j رابطه مستقیمی با سفرهای سال پایه، ضریب رشد تولید در ناحیه i و ضریب جذب در ناحیه j دارند و رابطه به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$T_{ij} \sim \lambda_i \gamma_j t_{ij} \quad \text{رابطه ۱۰-۲}$$

برای برقراری تعادل در راستای ارضای هر دو قید، ضرایب تعادل A_i و B_j در رابطه گنجانده می‌شوند:

$$T_{ij} = A_i B_j \lambda_i \gamma_j t_{ij} \quad \text{رابطه ۱۱-۲}$$

برای به دست آوردن T_{ij} از روش تکرار و تصحیح فرنس^۱ استفاده شده است. معمولاً پس از چند مرحله می‌توان به دقت ۳ تا ۵ درصد رسید [۱].

۲-۳-۱-۴- مدل دیترویت

برخی از مدل‌های رشد، تنها تبادل سفرها را بدون در نظر داشتن جهت سفرها، در نظر می‌گیرند. یعنی مثلاً منطقه i بدون توجه به جذب یا تولید یک ضریب رشد λ_i دارد. از این نوع مدل‌ها می‌توان مدل‌های دیترویت^۲ و فراتر^۳ را نام برد. در روش دیترویت با استفاده از ضریب رشد هر ناحیه (λ_i) و رشد میانگین کل محدوده مورد مطالعه (λ_{av})، توزیع سفر در سال طرح به صورت زیر به دست می‌آید:

$$T_{ij} = t_{ij} \frac{\lambda_i \times \lambda_j}{\lambda_{av}} \quad \text{رابطه ۱۲-۲}$$

سپس نسبت سفرهای به دست آمده از رابطه بالا به سفرهای سال طرح برای هر ناحیه محاسبه می‌شود. اگر اختلاف در حد مطلوب نباشد از فرمول تکرار استفاده خواهد شد:

$$T_{ij}^k = T_{ij}^{k-1} \frac{\lambda_i^{k-1} \times \lambda_j^{k-1}}{\lambda_{av}^{k-1}} \quad \text{رابطه ۱۳-۲}$$

۲-۳-۱-۵- مدل فراتر

در این مدل T_{ij} و T_{ji} به‌طور جداگانه از روابط ذیل محاسبه شده و سپس میانگین آن‌ها به عنوان تبادل سفر بین دو ناحیه در نظر گرفته شده است [۳و۲].

^۱ Furness (1965)

^۲ Detroit

^۳ Faratar

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۶۱		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	۱۳۹۹ تیر	۷۸۲۰۷	۰۴			

$$T_{ij} = \frac{t_{ij} \cdot \lambda_j}{\sum_j (t_{ij} \cdot \lambda_j)} \lambda_i \cdot \sum_j t_{ij} \quad \text{رابطه ۱۴-۲}$$

$$T_{ji} = \frac{t_{ji} \cdot \lambda_i}{\sum_i (t_{ji} \cdot \lambda_i)} \lambda_j \cdot \sum_i t_{ji} \quad \text{رابطه ۱۵-۲}$$

روند تکرار در این روش مانند روش دیترویت است.

۲-۳-۱-۶- ویژگی‌های مدل‌های رشد

هرچند خصوصیات مدل‌های رشد در همه آن‌ها یکسان نیست، اما به‌طور کلی می‌توان نقاط قوت و ضعف آن‌ها را به صورت زیر برشمرد:

➤ مزایای مدل‌های رشد

- ✓ ساده‌اند و به‌کارگیری آن‌ها هزینه چندانی نخواهد داشت.
 - ✓ غیر از مدل‌های رشد دو قیدی، فرآیندی برای پرداخت (کالیبره کردن) ندارند.
 - ✓ برای جاهایی که رشد یکنواخت دارند و تحول زیادی نداشته باشند مناسب هستند.
- ### ➤ معایب مدل‌های رشد
- ✓ در نواحی که تازه به وجود آمده‌اند توزیع سفرهای سال پایه صفر در نظر گرفته خواهد شد، درنتیجه امکان پیش‌بینی توزیع سفرها در آینده وجود ندارد.
 - ✓ وجود هرگونه خطا در آمار سفرهای سال پایه موجب جواب‌های نادرست در سال افق است.
 - ✓ تغییرات اساسی کاربری زمین یا فعالیت‌های بین منطقه‌ای را در نظر نمی‌گیرند.
 - ✓ به تابع مقاومت سفر حساس نبوده و آن را در نظر نمی‌گیرند.

۲-۳-۲- مدل‌های جاذبه

۲-۳-۲-۱- مقدمه

معروف‌ترین و پرکاربردترین مدل توزیع سفر، مدل جاذبه است که برای به دست آوردن آن از مفهوم قانون جاذبه نیوتن استفاده شده است. در مدل جاذبه بدون استفاده مستقیم از ماتریس سفرهای سال پایه سفرهای سال طرح پیش‌بینی می‌شود. احتمالاً مدل جاذبه اولین بار توسط کیسی^۱ در سال ۱۹۵۵ [۱] برای سفرهای خرید بین‌شهری به صورت رابطه زیر به کار رفته است:

^۱ Casey

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۶۲		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

$$T_{ij} = \alpha \frac{P_i \times P_j}{d_{ij}^2} \quad \text{رابطه ۱۶-۲}$$

که در آن P_i و P_j به ترتیب جمعیت شهرهای مبدأ و مقصد، d_{ij} فاصله بین آنها و α ضریب تناسب است.

پس از مدتی شکل کلی مدل به صورت زیر در آمد:

$$T_{ij} = \alpha O_i D_j f(c_{ij}) \quad \text{رابطه ۱۷-۲}$$

که در آن:

O_i = تعداد سفر از مبدأ i و $f(c_{ij})$ تابع مقاومت سفر بین مبدأ i و مقصد j

D_j = تعداد سفر به مقصد j و α = ضریب تناسب

۲-۳-۲-۲ مدل‌های جاذبه یک قیدی^۱

در مدل‌های جاذبه مرسوم به جای استفاده از ضریب تناسب α ، از دو مجموعه ضریب A_i و B_j به نام ضرایب تعادل^۲ استفاده شده و شکل کلی مدل به صورت زیر است:

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j f(c_{ij}) \quad \text{رابطه ۱۸-۲}$$

هرگاه یکی از قیده‌های مربوط به مبادی یا مقاصد وجود داشته باشند، مدل جاذبه یک قیدی است. مثلاً اگر تنها محدودیت مبادی برقرار باشد، همه B_j ها مساوی با یک بوده و ضرایب A_i به صورت ذیل به دست می‌آیند:

$$\sum_j T_{ij} = O_i \Rightarrow \sum_j T_{ij} = \sum_j A_i O_i D_j f(c_{ij}) = A_i O_i \sum_j D_j f(c_{ij}) = O_i$$

$$\Rightarrow A_i = 1 / \sum_j D_j f(c_{ij}) \quad \text{رابطه ۱۹-۲}$$

۲-۳-۲-۳ مدل‌های جاذبه دو قیدی^۲

اگر در مدل جاذبه هم محدودیت مبادی و هم محدودیت مقاصد برقرار باشد، با اثباتی مشابه رابطه‌ها به صورت زیر است:

$$A_i = 1 / \sum_j B_j D_j f(c_{ij}) \quad \text{رابطه ۲۰-۲}$$

$$B_j = 1 / \sum_i A_i O_i f(c_{ij}) \quad \text{رابطه ۲۱-۲}$$

^۱ Singly constrained

^۲ Ballancing factors

^۳ Doubly constrained

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۶۳		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

در این حالت با استفاده از روش فرنس A_i و B_j محاسبه شده است؛ به این صورت که با ثابت فرض کردن یکی از ضرایب بالانس دیگری به دست آمده و سپس همین کار برای ضریب دیگر انجام می‌شود و این کار تا به دست آمدن مقادیری در فاصله همگرایی دلخواه تکرار می‌شود.

۲-۳-۲-۴- مدل‌های جاذبه با شاخص جذابیت در مقصد

در برخی از مدل‌های جاذبه (که شرح آن‌ها در مرجع [۳] آمده است) به جای استفاده از مقدار سفرهای جذب شده در مقاصد (D_j) ، از ضریبی با نام جذابیت^۱ استفاده شده است. در این مدل‌ها سایر متغیرها مانند دو مدل قبلی هستند.

۲-۳-۲-۵- معرفی ضریب K

ممکن است بعضی از نواحی، علاقه خاصی برای سفر به مقصدی خاص داشته باشند یا محل سکونت و محل اشتغال به گونه‌ای باشد که نتوان تنها با لحاظ کردن هزینه عمومی، تبادل بین آن نواحی را مدل کرد. یعنی ویژگی‌های رفتاری و شرایط اقتصادی بین دو ناحیه ممکن است به گونه‌ای باشد که تنها هزینه عمومی در توزیع سفر بین دو ناحیه تأثیرگذار نباشد. در این صورت از ضریب K (ضریب اصلاح اقتصادی- اجتماعی بین ناحیه‌ای) استفاده می‌شود:

$$T_{ij} = K_{ij} A_i B_j O_i D_j f(c_{ij})$$

رابطه ۲۲-۲

توضیح بیشتر این که در مدل جاذبه بدون ضریب K توزیع سفر بین همه نواحی تنها با توجه به مقاومت سفر (که تابعی از هزینه (زمان) سفر است) و تعداد تولید و جذب سفر صورت می‌گیرد، در صورتی که با دخالت دادن ضریب K رابطه ویژه‌ای علاوه بر مقاومت و تعداد تولید و جذب سفر بین دو نواحی برقرار می‌شود. البته باید توجه کرد که به علت این که نمی‌توان این ضریب را به دقت برای تغییرات غیرقابل پیش‌بینی در آینده محاسبه کرد، استفاده از آن در مدل‌سازی شهرهای کوچک و متوسط توصیه نشده است.

۲-۳-۲-۶- پرداخت مدل جاذبه

پرداخت یا واسنجی^۲ یک مدل به شکل مدل و تعداد متغیرهای انتخاب شده در آن بستگی دارد. در یک مدل جاذبه دو قیدی با یک تابع نمایشی به عنوان هزینه عمومی سفر به صورت:

$$f(c_{ij}) = \exp(-\beta c_{ij})$$

رابطه ۲۳-۲

^۱ Attractiveness

^۲ Calibration

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۶۴		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

جمعاً $Z+Z+1$ پارامتر موجود است که $2Z$ آن هنگام تشکیل مدل برای ارضای محدودیت‌ها (تعداد نواحی $Z=$) به دست می‌آیند و پارامتر دیگر (β) باید به صورت مستقل تعیین شود. مدل‌های جاذبه را می‌توان به روش‌های ذیل پرداخت کرد:

- روش ساده (حدسی) [۱]
- روش هایمن (Hyman's Method) [۱]
- روش استفاده از تصحیح و برازش [۳]

در این بخش هر یک از روش‌های نامبرده به اجمال توضیح داده می‌شود. قابل توجه آن که در روش‌های زیر توابع مسافت (مقاومت) با یک ضریب β مد نظر قرار گرفته‌اند و در صورت استفاده از توابع دیگر با پارامترهای پرداخت بیشتر، می‌بایست هر یک از این روش‌ها با توجه به تعداد پارامترها تغییر یابند.

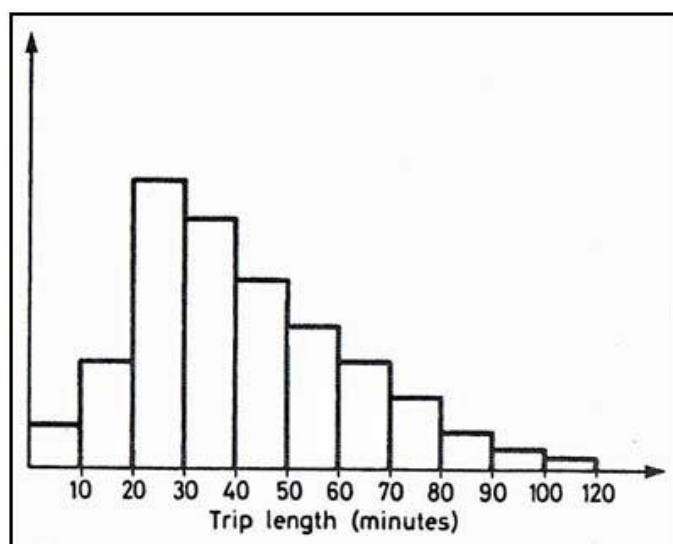
۲-۳-۶-۱- روش ساده (حدسی)

در این روش یک مقدار اولیه برای β انتخاب می‌شود. سپس توزیع طول سفرهای به دست آمده از مدل^۱ (MTLD) را با توزیع طول سفرهای مشاهده شده^۲ (OTLD) مقایسه می‌کنند. اگر درصد خطای تطابق از حد مشخصی کمتر بود β انتخاب می‌شود و گرنه با حدسی دیگر کار را تکرار می‌کنند تا به مقدار مناسب برای β دست یابند. این روش به تجربه زیادی نیاز دارد و معمولاً توصیه نمی‌شود. شکل ۲-۵ نمایشی از مقایسه توزیع طول سفرهای به دست آمده از مشاهده است. لازم به ذکر است منظور از طول سفر، ممکن است طول مکانی سفر (مسافت) یا طول زمانی سفر (زمان سفر) باشد.

^۱ Model Travel Length Distribution (MTLD)

^۲ Observed Travel Length Distribution (OTLD)

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۶۵		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



شکل ۲-۵- نحوه نمایش توزیع طول سفرها در یک ناحیه شهری [۱]

۲-۳-۲-۶-۲-روشن هایمن^۱

در این روش ابتدا یک c^* (میانگین وزنی هزینه به دست آمده از OTLD) به دست می آید:

$$c^* = \frac{\sum_{ij} (N_{ij} C_{ij})}{\sum_{ij} N_{ij}} \quad \text{رابطه ۲-۲۴}$$

که در آن N_{ij} تعداد سفرهای مشاهده شده بین زوج مبدأ- مقصد (i,j) است. حال می توان الگوریتم زیر را پی گرفت:

گام اول: مقادیر اولیه را به صورت زیر تنظیم نمایید:

$$\beta_i = 1/c^*, \quad m=0 \quad \text{رابطه ۲-۲۵}$$

گام دوم: با استفاده از مدل جاذبه و β_i میانگین هزینه سفر را از مدل محاسبه کرده و β_m را از رابطه

زیر به دست آورید:

$$\beta_m = \beta_i \cdot c / c^* \quad \text{رابطه ۲-۲۶}$$

که در این رابطه c میانگین هزینه سفر به دست آمده از اجرای مدل است.

گام سوم: m را مساوی با $m+1$ قرار داده و با β_{m-1} ماتریس سفر را با استفاده از مدل جاذبه محاسبه

کنید تا c_{m-1} به دست آید؛ اگر c_{m-1} با c^* در حد دلخواه نزدیک است فرآیند به اتمام رسیده است وگرنه به گام چهارم بروید.

گام چهارم: β_{m+1} را برای مرحله بعدی با تخمین زیر به دست آورید:

^۱ Hyman's Method

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۶۶		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

$$\beta_{m+1} = \frac{(c^* - c_{m-1})\beta_m - (c^* - c_m)\beta_{m-1}}{(c_m - c_{m-1})} \quad \text{رابطه ۲-۲۷}$$

گام پنجم: تا هنگامی که در گام سوم به تخمین مناسبی از β دست نیافته‌اید گام‌های سوم و چهارم را تکرار کنید.

۲-۳-۲-۳-۶-۳-روش استفاده از تصحیح و برازش

در این روش یک β اولیه انتخاب می‌شود. سپس مدل جاذبه اجرا شده و توزیع طول سفرهای به دست آمده از مدل (MTLD) برای بازه‌های مشخص به صورت درصد به دست می‌آید. سپس با استفاده از مقادیر مشابه به دست آمده از توزیع طول سفرهای مشاهده شده (OTLD) هزینه عمومی هر بازه به صورت ذیل تصحیح می‌شود [۳]:

$$f_k(\text{adjusted}) = f_k(\text{observed}) / f_k(\text{calculated}) \quad \text{رابطه ۲-۲۸}$$

که در آن:

$$f_k(\text{calculated}) = \text{درصد سفرهای مشاهده شده در بازه } k \text{ از مدل و}$$

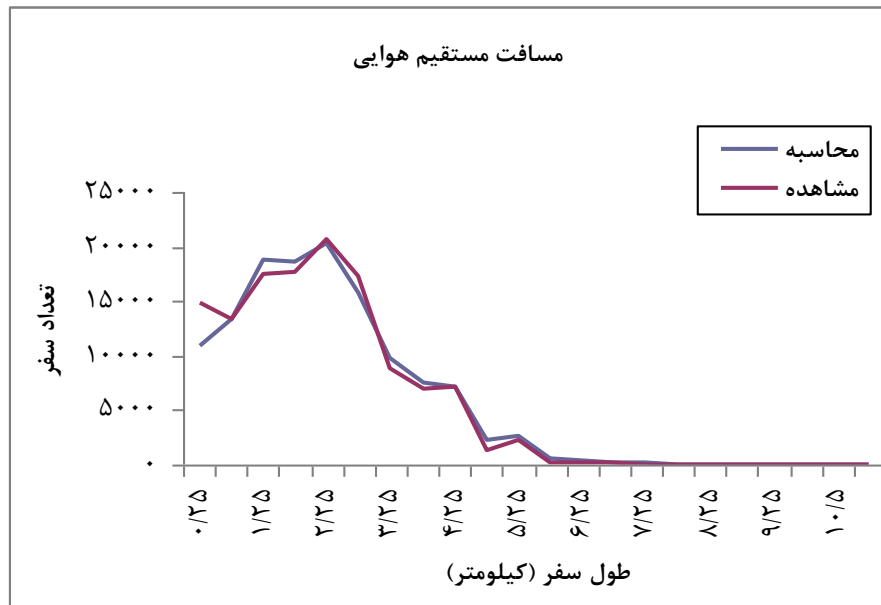
$$f_k(\text{observed}) = \text{درصد سفرهای محاسبه شده در بازه } k \text{ از مشاهده.}$$

پس از برازش نمودار بر داده‌های به دست آمده، شیب نمودار برازش شده β جدید را به دست خواهد داد، زیرا:

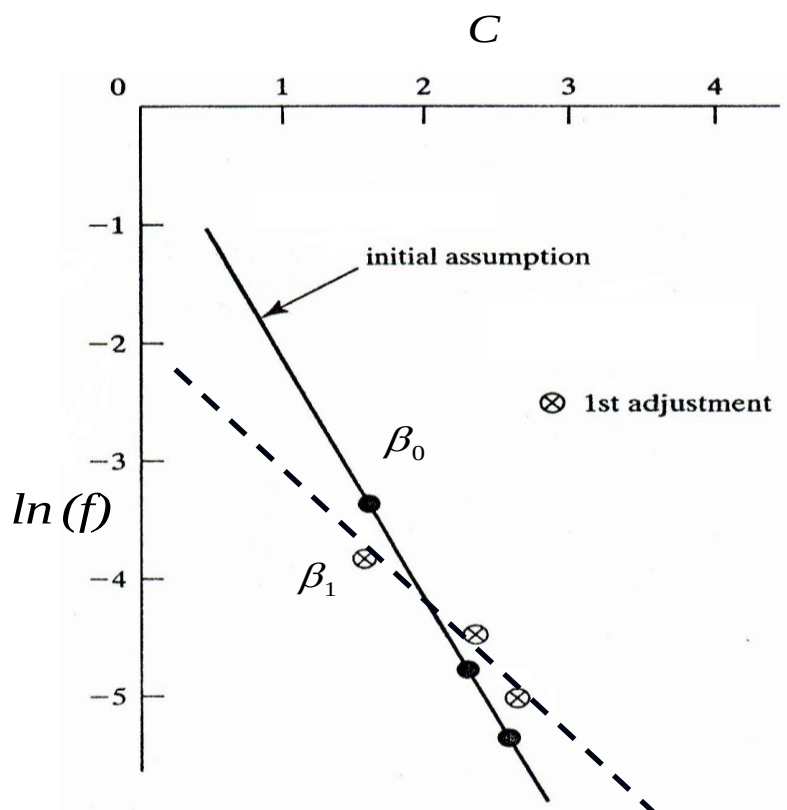
$$f = \exp(\beta C) \Rightarrow \ln(f) = \beta C \quad \text{رابطه ۲-۲۹}$$

شکل ۲-۶ توزیع طول سفرها در تکرارهای مختلف را به صورت شماتیک نمایش می‌دهد و شکل ۲-۷ نحوه تصحیح برازش‌ها را روی محور لگاریتمی نشان می‌دهد.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۶۷		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۲-۶- نمایشی شماتیک از توزیع طول سفرها در تکرارهای مختلف



شکل ۲-۷- نحوه تصحیح برازش‌ها روی محور لگاریتمی [۳]

۲-۳-۲- ویژگی‌های مدل جاذبه

پایه اثبات ریاضی مدل جاذبه استفاده از بیشینه‌سازی آنتروپی است بنابراین برخی از خصوصیات مدل

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۶۸		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جاذبه برخاسته از آنتروپی است. مهم‌ترین مزایای مدل‌های جاذبه عبارتند از:

- سفرها را نسبت به مدل‌های رشد، منطقی‌تر توزیع می‌کند.
- جذابیت نواحی را برای توزیع سفرها در نظر می‌گیرد.
- رابطه منطقی بین مبدأ و مقصدها را در نظر می‌گیرد.
- توزیع سفرها بین نواحی، با توجه به حساسیت مسافران نسبت به یک تابع مقاومت سفر (تابع هزینه عمومی) به دست می‌آید. لذا مدل توزیع نسبت به سیاست‌گذاری‌هایی که این تابع را تغییر دهند، حساس خواهد بود. این مسئله در ارزیابی سیاست‌های مدیریت تقاضا بسیار مؤثر و مفید خواهد بود.
- ویژگی‌های ریاضیاتی این مدل (مدل جاذبه منتج از آنتروپی) نسبت به سایر مدل‌ها مستدل‌تر است؛ مثلاً تابع هدف همیشه محدب است و محدودیت‌های آن فضای جواب مناسب را (در مورد مسئله توزیع سفر) فراهم می‌آورند و بنابراین همواره به جوابی یکتا دست می‌یابیم.
- چهارچوب مدل‌سازی آن قابل برنامه‌نویسی است.
- با توجه به مبانی تئوریک به کار رفته در مدل جاذبه، تفسیر جواب‌های به دست آمده منطقی‌تر خواهد بود.

نواقص یا نکات مورد توجه در مدل‌های جاذبه عبارتند از:

- اجرای یک مدل جاذبه (مخصوصاً در حالت دو قیدی) وقت‌گیر است و برای حدس پارامتر β روند منطقی وجود ندارد و از روش‌های مرسوم (برازش منحنی) نیز نمی‌توان استفاده کرد؛ زیرا مدل علاوه بر این که غیرخطی است پیچیدگی محاسباتی در سطح تحلیل نیز وجود دارد.
- ویژگی‌های رفتاری را در توضیح این که چگونه مسافران مقاصد خود را انتخاب می‌کنند نادیده می‌گیرد.
- استفاده از ضریب K_j برای تصحیح نتایج به دست آمده با به کارگیری f_j در مقایسه با مقادیر مشاهده شده در سال پایه به دو دلیل مشکل آفرین است:
- تفسیر نتایج حاصله از به کارگیری K_j مشکل است، و
- گاهی اعتبار این ضرایب برای سال افق مورد تردید است.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۶۹		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۲-۳-۳- مروری بر مدل‌های توزیع سفر در مطالعات جامع سایر شهرهای کشور

۲-۳-۳-۱- نوع مدل‌های استفاده شده

مدل‌های استفاده شده در اغلب شهرهای کشور، از نوع مدل رشد فراتر بوده است. در مطالعات شهر تهران، پرداخت مدل‌های توزیع سفر، در یک گزارش مجزا ارایه شده است اما در مطالعات مشهد ۱۳۷۳ و شیراز، پرداخت مدل‌های توزیع سفر، تحت عنوان برآورد تقاضای سفر برای افق کوتاه‌مدت ارایه شده نه به صورت یک گزارش مجزا.

در مطالعات جامع حمل و نقل اصفهان اشاره مستقیمی به مدل‌های استفاده شده برای توزیع سفر نشده است ولی با توجه به سابقه مشاور به نظر می‌رسد در این شهر نیز از مدل توزیع سفر فراتر دو بعدی استفاده شده باشد.

در مطالعات تهران، از مدل‌های رشد فراتر دو بعدی و سه بعدی استفاده شده است. در مدل‌های رشد فراتر سه بعدی، محدودیت‌های تولید، جذب و طول سفر (فاصله هوایی) در نظر گرفته شده است. با این وجود، به دلیل وجود تفاوت اندک میان نتایج حاصل از این دو روش و درعین حال پیچیدگی‌های بیشتر روش رشد فراتر سه بعدی، در نهایت در مطالعات شهر تهران و سایر شهرها از مدل رشد فراتر دوبعدی استفاده شده است. در مطالعات شهرهای ارومیه، اراک، بهنگام‌سازی طرح جامع حمل و نقل و ترافیک مشهد، زاهدان، یزد و کرمان، جزیره کیش و گرگان از مدل جاذبه برای توزیع سفرها استفاده شده است.

۲-۳-۳-۲- نحوه ارزیابی مدل

در مطالعات شهرهای اصفهان، شیراز و مشهد به نحوه ارزیابی مدل‌های توزیع سفر اشاره‌ای نشده است. اما در مطالعات شهر تهران، با رسم نمودار فراوانی سفرهای مبدأ- مقصد بر حسب فاصله هوایی میان مبدأ و مقصد سفر، در دو وضعیت مشاهده و برآورد در سال پایه، نحوه کارکرد مدل توزیع سفر در هر دو روش دوبعدی و سه بعدی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

در مطالعات شهرهای زاهدان و یزد، از ضریب k برای همانندسازی مشاهده و برآورد توزیع سفرهای ناحیه ای در سال پایه استفاده شده است و سپس همین ماتریس ضرایب برای سال افق نیز به کار رفته که در این صورت، عملکرد مدل جاذبه را در حد یک مدل فراتر دو قیدی کاهش می‌دهد و شیوهی صحیحی نیست. در مطالعات شهرهای ارومیه، اراک و بهنگام‌سازی مشهد، ضمن ترسیم فراوانی طول سفرها در وضعیت مشاهده سال پایه و برآورد مدل، عملکرد صحیح بررسی شده است. مطالعات حاضر نیز از همین شیوه استفاده

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۷۰		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

خواهد کرد که بر پایه‌ی اصول علمی و روش‌های مرسوم دنیا قرار دارد.

۲-۴- مروری بر نحوه پرداخت و اعتبارسنجی مدل جاذبه

ارزیابی کلی مدل‌های مختلف مورد استفاده برای توزیع سفر در مطالعات قبلی شهرهای مختلف دنیا، نشان می‌دهد مدل‌های جاذبه به دلیل توجه به تغییرات نواحی ترافیکی، کاربرد بسیار بیشتری داشته‌اند. هر چند تجربه استفاده از این مدل در کشور بسیار محدود است، اما فواید آن (مثلاً حساس بودن نسبت به پارامترهای شبکه) در برآورد توزیع سفرهای سال‌های افق، منجر شده در اغلب مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک متأخر، استفاده از آن مدنظر قرار گیرد. بنابراین در ادامه به بررسی برخی اصول کلی واسنجی و اعتبارسنجی مدل‌های جاذبه در کتب و نشریات معتبر پرداخته می‌شود.

۲-۴-۱- نحوه پرداخت و ارزیابی مدل جاذبه

در پرداخت و ارزیابی مدل توزیع اغلب موارد زیر مدنظر قرار می‌گیرد [۴]:

۱- مقایسه‌ی توزیع فراوانی طول سفرها (TLFD) برای اهداف مختلف سفر،

۲- مقایسه متوسط زمان سفر، و

۳- ارزیابی تبادل سفرها از یک محدوده مشخص (مثلاً CBD) به سایر محدوده‌ها.

برای به دست آوردن TLFD و تخمین مناسب از آن (چه بر حسب فاصله و چه بر حسب زمان)، می‌توان از اطلاعات سفر خانوار استفاده کرد. این TLFDها برای هر هدف سفر به‌طور مجزا به دست می‌آیند و استفاده از یک نمونه کوچک (حتی در حدود ۵۰۰ خانوار) می‌تواند تخمین مناسبی برای TLFDهای مربوط به مقاصد مختلف سفرهای بین نواحی درونی به دست دهد.

خروجی‌های اصلی و قابل کنترل مدل توزیع عمدتاً طول سفر و جهت آن (از اطراف شهر به CBD و از CBD به اطراف) و مقادیر ترافیک و حجم مسافران بین مبادی و مقاصد مختلف شبکه است، زیرا نتایج همین مدل توزیع است که پس از تفکیک وسیله‌های سفر، بر شبکه تخصیص می‌یابد تا میزان تقاضای سفر مرتبط با وسایل نقلیه مختلف (همگانی و شخصی) به دست آید [۵].

۲-۴-۲- تعیین مقادیر مقاومت سفر

یکی از ورودی‌های مهم برای ساخت مدل جاذبه، ماتریس مقاومت سفر است. در حقیقت، مقاومت سفر نشان‌دهنده‌ی فواصل نواحی است که بر اساس مسیرهایی با کوتاه‌ترین زمان سفر بین هر مبدأ و مقصد به

 مهندسین مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۷۱		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

دست می‌آیند. همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، برخی از مدل‌ها نیز به جای زمان سفر از هزینه عمومی سفر^۱ که به نوعی از تبدیل زمان سفر کمان‌های شبکه به هزینه‌ی پولی و ترکیب آن‌ها با سایر هزینه‌های سفر مربوط به شبکه (از قبیل مخارج بهره‌برداری، نگهداری، پارکینگ و عوارض) به دست می‌آید، استفاده می‌کنند.

در مناطقی که خدمات حمل و نقل همگانی کمی داشته باشند می‌توان مقاومت سفرها را تنها بر اساس زمان سفر در شبکه خیابانی محاسبه کرد؛ اما در مناطقی که خدمات حمل و نقل همگانی گسترده‌ای دارند بهتر است از مقاومت ترکیبی^۲ استفاده کرد، تا از این طریق نقش ترکیبی تمام وسایل سفر در توزیع سفرهای بین نواحی لحاظ گردد. یکی از مزایای این رویکرد تغییر الگوی پراکنش سفرها به هنگام تغییر یا بهبود وضعیت حمل و نقل همگانی است، به عبارت دیگر از این طریق می‌توان میزان تغییرات را در صورت ارایه پیشنهادها و سناریوهای مختلف جدید در خصوص حمل و نقل همگانی به روشنی مشاهده کرد. زمان سفر با حمل و نقل همگانی به چند بخش جداگانه تقسیم‌بندی می‌شود که عبارتند از: پیاده‌روی یا رانندگی تا ایستگاه، انتظار برای سوار شدن، زمان حرکت در درون وسیله و انتقال از یک خط به خط دیگر. هزینه‌های حمل و نقل همگانی عمدتاً از دید مسافر بیان می‌شود که همان کرایه پرداخت شده توسط مسافر است.

نحوه‌ی محاسبه‌ی سهم مقاومت شبکه راه‌ها بدین صورت است که زمان سفر یا هزینه سفر در مسیر با کم‌ترین مقاومت بین یک زوج مبدأ- مقصد معین، به عنوان مقاومت آن در نظر گرفته می‌شود. هزینه سفر در مسیر مورد نظر می‌تواند شامل مواردی از قبیل زمان، فاصله، عوارض و یا ترکیبی از آن‌ها باشد که این مقادیر نهایتاً می‌بایست با زمان سفر درون ناحیه‌ای در دو سر سفر (نواحی مبدأ و مقصد) جمع شوند.

در مراجع قدیمی، برای محاسبه‌ی زمان سفر مسیرهای بین دو ناحیه، از جداول ثابت از پیش ساخته شده‌ای که بر اساس نوع راه و نوع کاربری تدوین شده بود استفاده می‌شود. این جداول سرعت یک راه با درجه خاص را، که در یک ناحیه مشخص واقع است، معلوم می‌ساختند تا بدین وسیله امکان محاسبه‌ی زمان سفر در یک مسیر شامل مجموعه‌ای از کمان‌های (راه‌ها) فراهم شود. لازم به ذکر است که روش مذکور تنها برای یک تخمین اولیه مناسب است و در صورتی که هدف، محاسبه‌ی دقیق‌تر زمان سفرها باشد می‌توان از بازخورد نتایج تخصیص و احجام کمان‌ها و زمان واقعی سفر با توجه به تراکم ترافیک به صورت دقیق استفاده کرد.

یکی دیگر از عوامل مقاومت سفر، زمان‌های پایانی^۳ (زمان صرف شده برای سفر از درون وسیله نقلیه پس

^۱ Generalized Cost

^۲ Composite Impedance

^۳ Terminal Times

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۷۲		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

از رسیدن به مقصد در روی شبکه تا مقصد نهایی یا از مبدأ اصلی تا مبدأ روی شبکه) در درون نواحی ترافیکی است. معمولاً زمان پایانی بر اساس نوع کاربری^۱ ناحیه ترافیکی تعیین می‌شود و می‌تواند به عنوان قسمتی از فرآیند پرداخت مدل توزیع سفر به کار برده شود تا از این طریق طول سفرهای میانگین به دست آمده از مدل همخوانی بیشتری با طول سفرهای میانگین مشاهده شده داشته باشد.

دو دسته زمان پایانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؛ یکی زمان پایانی در سر خانه سفر مبنا (خود خانه) و دیگری سر غیرخانه سفر که همان سر سفر در ناحیه جاذب سفر است. نمونه‌ای از زمان‌های پایانی اولیه که در مراجع معتبر مورد اشاره قرار گرفته، در جدول ۱-۲ آمده است. مقادیر موجود در جدول که مرتبط به سر مولد سفر هستند به مبدأ سفر اضافه می‌شوند و مقادیر مرتبط به سر جاذب به مقصد سفر اضافه می‌شود.

جدول ۱-۲- زمان‌های پایانی (بر حسب دقیقه) [۴]

Area Type	سر مولد سفر	سر جاذب سفر
Urban	۲	۴
Suburban	۱	۲
Rural	۱	۱

یک نکته مهم در ساخت مدل‌های توزیع سفر این است که طول سفرهای غیرکاری از سفرهای کاری کوتاه‌تر است و به‌طور کلی می‌توان گفت که یک صفت با اهمیت در توزیع سفرها، کاری یا غیرکاری بودن آن‌ها است که ممکن است روی ماتریس یا تابع مقاومت سفر مؤثر باشد.

۲-۴-۳- آزمون‌های اعتبارسنجی مدل جاذبه

چهار گام اساسی زیر را می‌توان برای تعیین اعتبار مدل‌های جاذبه برای توزیع سفرهای سال‌های افق به کار گرفت [۵]:

۱- مقایسه‌ی طول میانگین سفرها برای اهداف مختلف؛ بهترین روش اعتبارسنجی مدل‌های توزیع سفر که مرحله‌ای از پرداخت نیز هست، مقایساتی است که بین طول سفرهای به دست آمده از سفرهای مشاهده و برآورد به دست می‌آید. به‌گونه‌ای که میانگین طول سفرهای مشاهده شده می‌بایست کمتر از ۵ درصد با میانگین طول سفرهای مدل شده اختلاف داشته باشد. لازم به ذکر است که هرگاه هزینه

^۱ Area type

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۷۳		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

عمومی به کار رفته در تابع مقاومت ترکیبی از اجزای مختلف باشد، باید میانگین طول سفرها و TLFD برای هر یک از اجزا به تنهایی نیز کنترل گردد.

۲- مقایسه‌ی طول سفرها برای هر هدف سفر با توجه به نوع ناحیه. البته طول سفرها در این مورد با توجه به سفرهای جذب شده و تولید شده (P, A) در یک نوع ناحیه مشخص، مطرح است.

۳- کنترل میزان تطابق TLFD حاصل از مشاهده و برآورد بر اساس اهداف مختلف سفر و در بازه‌های زمانی مختلف؛ یکی از راه‌های کنترل در این باره می‌تواند بررسی هماهنگی پراکنش طول سفرها به صورت چشمی باشد. البته روش کمی محاسبه ضریب تطابق^۱ نیز وجود دارد که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۴- ترسیم نمودار ضرایب مقاومت؛ اگر مدل مورد استفاده از نوع جاذبه باشد، ترسیم نمودار ضرایب مقاومت برای اهداف مختلف می‌تواند اطلاعات خوبی در مورد میزان حساسیت مسافران نسبت به مقاومت سفرها به دست دهد. به عنوان مثال، حساسیت مسافران نسبت به مقاومت سفر در سفرهای کاری پایین و در سفرهای غیرکاری بیشتر است.

۲-۴-۴- ضریب تطابق

یک روش معمول برای تعیین ضریب تطابق بین دو توزیع طول سفر، محاسبه سطح مشترک منحنی‌های TLFD آن‌ها است، بدین ترتیب که مجموع سفرهای با مقدار کمتر (از بین دو منحنی مشاهده و برآورد TLFD) برای یک طول سفر مشخص T بر مجموع سفرهای با مقدار بیشتر (از بین دو منحنی مشاهده و برآورد TLFD) در همان طول سفر T تقسیم شده و ضریب تطابق با توجه به میزان درصد سطح زیر منحنی تطابق در دو TLFD تعیین می‌شود[۵]:

$$\text{Coincidence} = \text{Sum}\{\min(\text{count}_{+T} / \text{count}_{+}, \text{count}_{-T} / \text{count}_{-})\}$$

$$\text{Total} = \text{Sum}\{\max(\text{count}_{+T} / \text{count}_{+}, \text{count}_{-T} / \text{count}_{-})\}$$

رابطه ۲-۳۰

$$\text{Coincidence Ratio} = \text{Coincidence} / \text{total}$$

که در آن:

$$\text{Count}_{+T} = \text{مقدار برآورد TLFD در زمان (طول سفر) } T$$

$$\text{Count}_{+} = \text{تعداد کل سفرهای تخمینی}$$

$$\text{Count}_{-T} = \text{مقدار مشاهده TLFD در زمان (طول سفر) } T$$

^۱ Coincidence Ratio

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۷۴		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

$Count =$ تعداد کل سفرهای مشاهده شده

میزان ضریب تطابق عددی بین $[0,1]$ خواهد بود، که مقدار صفر عدم تطابق کامل و مقدار ۱ تطابق کامل دو توزیع را نشان می‌دهد.

در صورتی که در توزیع طول سفرها اختلاف اساسی بین مقادیر مشاهده و برآوردی دیده شود، مشکل را می‌توان در دو چیز جستجو کرد:

- عدم هماهنگی بین مقادیر تولید و جذب (بالانس نشدن صحیح آن‌ها)،
 - خیلی زیاد یا خیلی کم بودن مقادیر مقاومت سفر.
- تمام موارد فوق برای کنترل مدل توزیع در سطح منطقه‌ای است، در صورتی که مدل توزیع مناسب، باید برای دسته کوچک‌تر نواحی نیز کنترل شود که در این خصوص می‌توان به موارد زیر توجه کرد:
- محاسبه‌ی درصد سفرهای درون ناحیه‌ای برای اهداف مختلف سفر؛ این درصدها را می‌توان برای دسته های مشخصی از نواحی یا بر اساس مساحت نواحی (مثلاً بین ۱ تا ۲ کیلومتر مربع، بین ۲ تا ۳ کیلومتر مربع و ...) محاسبه کرد.
 - مقایسه‌ی تعداد سفرهای انجام شده بین محدوده‌های^۱ مختلف شهری؛ ممکن است توزیع سفرها در مناطق مختلف درست انجام شده باشد (و طول سفرها نیز به درستی محاسبه شده باشد) لیکن تطابق درستی در پراکنش سفرها در مبدأ و مقصدهای موجود در منطقه صورت نگرفته باشد، که در این صورت شمارش سفرهای توزیع شده در محدوده‌های مختلف در منطقه مورد نظر کارساز خواهد بود. به عنوان مثال سفرهای کاری به محدوده CBD شهر می‌تواند مدنظر قرار گیرد. همچنین تعداد سفرهای انجام شده در دو طرف یک مانع طبیعی (مانند رودخانه) می‌تواند یک کنترل مناسب به حساب آید.
 - طول سفرها در دسته‌های مختلف کاربران (مسافران) با درآمدها یا مالکیت خودروهای مختلف نیز یک عامل کنترل کننده دیگر به حساب می‌آید.

۲-۵- نکات مهم در مدل سازی توزیع سفر

در این بخش، مواردی که در مراحل مختلف توزیع سفرها اهمیت داشته و در این مطالعات در نظر گرفته خواهند شد، بر اساس راهنمای NCHRP365 [۶] برشمرده می‌شوند.

۱- تولید و جذب سفر (P-A) با مبدأ و مقصد سفر (O-D) تفاوت دارد. برای ساخت مدل تولید، ابتدا

^۱ Districts

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۷۵		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

باید ماتریس‌های مبدأ- مقصد مشاهده شده را به بردارهای تولید و جذب تبدیل کرد. به این ترتیب یک بردار تولید سفر و یک بردار جذب سفر حاصل می‌شود که هر درایه آن، متناظر با یک ناحیه ترافیکی است.^۱

۲- برای این که اطلاعات تولید و جذب و نتایج مرحله توزیع سفر قابل تخصیص بر شبکه باشد، می‌بایست این اطلاعات مجدداً به شکل ماتریس OD درآیند. البته باید توجه کرد که تبدیل P-A به O-D تنها برای سفرهای خانه مبنا (کاری یا غیرکاری) به کار می‌رود و در سفرهایی که خانه مبنا نیستند P-A با O-D یکسان خواهد بود.

۳- عوامل اساسی در توزیع سفر، طول سفر و جهت سفرها (اطراف شهر به CBD یا CBD به اطراف شهر) است که باید در ارزیابی و پرداخت مدل‌ها مدنظر قرار گیرند.

۴- در صورت به کار بردن مدل جاذبه، مدل‌ها برای هر هدف و کل روز ساخته می‌شود و مقادیر ساعتی برای اوقات مختلف در روز بر اساس جدول ضرایب یا مدل زمان روز به دست می‌آید.

۵- در مدل‌های رشد، عوامل مؤثر بر ضرایب رشد، کاربری زمین و مشخصات اقتصادی- اجتماعی مانند توسعه‌های جدید شهری یا کاهش بعد خانوارها در مبادی و مقاصد است.

۶- در مطالعات اخیر، استفاده از تابع گاما برای محاسبه‌ی ضرایب مقاومت بین نواحی توصیه شده است:

$$F_{ij} = \alpha \times t_{ij}^b \times e^{c.t_{ij}} \quad \text{رابطه ۲-۳۱}$$

که در آن a, b, c ضرایب پرداخت هستند؛ b, c در اغلب موارد منفی می‌شوند. ضریب a را ضریب شکل می‌خوانند که می‌تواند بدون تغییر توزیع سفر مقادیر مختلفی به خود بگیرد. درعین حال، در بسیاری موارد با صفر قرار دادن مقدار b ، از شکل زیر برای تابع مقاومت سفر استفاده شده است:

$$F_{ij} = \alpha \times e^{c.t_{ij}} \quad \text{رابطه ۲-۳۲}$$

۷- در مناطقی که از سیستم حمل و نقل عمومی به صورت گسترده استفاده می‌شود می‌توان از ضرایب مقاومت سفر ترکیبی بهره برد که در آن‌ها هم زمان سفر در شبکه خیابانی و هم زمان سفر حمل و نقل عمومی دیده می‌شود.

۸- از جمله پارامترهایی که در مقاومت سفر بین نواحی دیده می‌شود عبارتند از: زمان سفر، فاصله و عوارض در مسیرهای بین نواحی.

۹- در بسیاری از مطالعات، از زمان سفر آزاد برای محاسبه مقاومت سفر بین نواحی استفاده شده،

^۱ برای این منظور، ماتریس سفرهای خانه- ابتدا با ترانزیت ماتریس سفرهای خانه- انتها جمع می‌شود تا ماتریس تولید- جذب به دست آید. مجموع سطری سطری بردار جذب سفر و مجموع ستونی بردار تولید سفر را به دست خواهد داد.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۷۶		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا  شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

در صورتی که در مطالعات اخیر استفاده از سرعت در حالت تراکم شبکه و به کارگیری کوتاه ترین مسیرها از این طریق، رو به ازدیاد است.

۱۰- ماتریس زمان سفر در بسیاری از نرم افزارها برای سفرهای بین ناحیه ای^۱ قابل محاسبه است. این نرم افزارها زمان سفر درون^۲ ناحیه ای را محاسبه نمی کنند. از طرفی کار مدل توزیع تنها پخش سفر بین نواحی نیست بلکه تعداد سفرهای مانده در یک ناحیه را نیز به دست می دهد، بنابراین محاسبه زمان سفرهای درون ناحیه ای اهمیت می یابد. سرعت درون ناحیه ای در مناطق مرکزی (CBD) و غیر آن را می توان به ترتیب ۱۰ و ۲۰ کیلومتر در ساعت فرض کرد.

۱۱- برای تشکیل ماتریس زمان سفر بین نواحی می بایست زمان پایانی^۳ را به زمان به دست آمده از شبکه اضافه کرد. زمان پایانی عموماً تابعی از جمعیت، چگالی شاغلان ناحیه یا محدوده ی ترافیکی است.

۱۲- در صورتی که در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار بتوان نمودار فراوانی طول سفرها را ترسیم کرد، می توان ضرایب و توابع مقاومت سفر را با آن پرداخت کرد، در غیر این صورت باید از مدل های موجود و تخمین سرعت در نواحی و معابر مختلف استفاده شود.

۱۳- توابع مقاومت سفر به طور مستقیم بر طول سفرها تأثیر دارند و بنابراین هر چه محاسبه ی این توابع بهتر صورت گیرد، میانگین طول سفرها صحیح تر برآورد خواهد شد. یک نکته مهم در اینجا، شیب تابع مقاومت سفر است. که هر چه کاهش آن نسبت به طول سفرها سریع تر باشد میانگین طول سفرها کوتاه تر می شود.

۱۴- در صورتی که قرار باشد یک ناحیه (Area) به نواحی ریزتر تبدیل شده و توزیع سفرها در نواحی ریزتر بررسی شود می توان مطابق مراحل ذیل عمل کرد:

الف: محاسبه ی میزان تولید و جذب سفر برای نواحی جدید با استفاده از اطلاعات اقتصادی- اجتماعی مربوط به هر زیر ناحیه.

ب: محاسبه ی سهم (درصد) تولید و جذب هر زیر ناحیه از کل ناحیه محاط به آن.

ج: محاسبه ی درصد تبادل سفر بین زیرناحیه های جدید از حاصل ضرب درصد تولید هر زیر ناحیه مربوط به ناحیه مولد سفر در درصد جذب زیرناحیه های مربوط به ناحیه جاذب سفر.

^۱ Inter - Zonal

^۲ Intra - Zonal

^۳ Terminal Time

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۷۷		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

د: محاسبه‌ی میزان تبادل سفر بین زیرناحیه‌های جدید از حاصل ضرب تعداد سفر تبادل شده در ناحیه مولد و جاذب اصلی در درصد به دست آمده از مرحله (ج) برای تبادل سفرهای زیرناحیه جدید.

۲-۶- روش ساخت و پرداخت مدل جاذبه برای شهر ساری

۲-۶-۱- گام‌های کلی کالیبراسیون و ارزیابی مدل جاذبه

مطابق آنچه در بخش‌های قبل در مورد ساخت مدل‌های توزیع و پرداخت آن‌ها گفته شد، گام‌های ذیل برای فرآیند ایجاد مدل مناسب توزیع توصیه می‌شود. لازم به ذکر است که در هر گام رعایت نکات توضیح داده شده در بندهای قبل مورد نظر خواهد بود.

گام ۱- تعیین اهداف سفر مناسب و همخوان با اهداف تعیین شده برای مدل توزیع سفر؛

گام ۲- محاسبه پارامترهای تابع مقاومت سفر F_{ij} که برای آن در مرحله اول از تابع گاما استفاده خواهد

شد:

$$F_{ij} = a \times t_{ij}^b \times e^{c \cdot t_{ij}}$$

رابطه ۲-۳۳

که در آن:

a, b, c = ضرایب پرداخت مدل،

t_{ij} = هزینه سفر بین i, j (هزینه سفر می‌تواند برحسب زمان، مسافت یا پول بیان شود).

در این تابع، زمان‌های درون ناحیه‌ای عبارتند از زمان سفر بین مراکز نواحی تا مرز ناحیه که از رابطه زیر

محاسبه می‌شود [۶]:

$$t_{ii} = 0.5 \times 60 \times \sqrt{Area_i} / Speed_i$$

رابطه ۳-۳۴

که در آن:

$Area_i$ = مساحت ناحیه i, m^2

$Speed_i$ = سرعت در ناحیه i (۱۰ kph برای CBD و ۲۰ kph برای خارج CBD)

t_{ii} = زمان سفر درون ناحیه‌ای بر حسب دقیقه

زمان سفر پایانی (مرکز شهر و خارج مرکز شهر) نیز مطابق جدول زیر محاسبه می‌شود:

ردیف	نواحی مرکز شهر	زمان پایانی
۱	۱، ۲، ۳، ۵، ۶	۲ دقیقه
۲	سایر نواحی	۱ دقیقه

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۷۸		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

گام ۳- توزیع سفرها با استفاده از مدل جاذبه با رابطه زیر:

$$T_{ij} = P_i \left[\frac{A_j F_{ij} K_{ij}}{\sum_k A_k F_{ik} K_{ik}} \right] \quad \text{رابطه ۳-۳۵}$$

لازم به ذکر است که به دلیل ابعاد شهر و رشد آن در آینده مطابق توصیه متن‌های مدل‌سازی (مثلاً [۱])

و [۷]) تقاضای سفر و با توجه به تغییرات نامعین در آینده، ضرایب k در مدل برابر با ۱ فرض می‌شود.

گام ۴- استفاده از روش فرنس برای بالانس ماتریس در ابعاد تولید و جذب سفر.

گام ۵- کنترل موارد زیر برای ارزیابی صحت نتایج به دست آمده:

الف: میانگین طول سفرها برای هر هدف

ب: مقایسه تعداد سفرها بین محدوده‌های^۱ مختلف شهر ساری

گام ۶- اگر موارد کنترل شده در گام ۵ همگی قابل قبول باشند مدل مورد نظر حاصل آمده است وگرنه

به گام ۲ رفته و تابع مقاومت را بهبود یا تغییر دهید.

برای ساخت مدل‌های توزیع سفر از اهداف سفر تعیین شده برای ساخت مدل‌های تولید و جذب استفاده

شده است. این اهداف در دو دسته خانه مبنا و غیرخانه مبنا قرار می‌گیرند. سفرهای غیرخانه مبنا (NHB)،

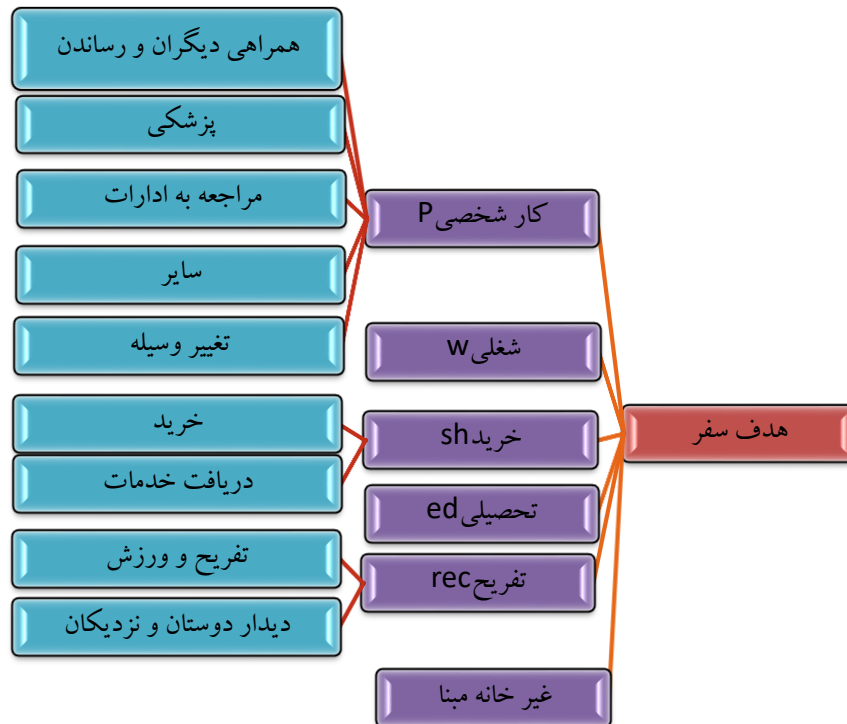
برای تمامی اهداف تنها در قالب یک مدل توزیع دیده می‌شوند، ولی سفرهای خانه مبنا به اهداف شغلی

(Work)، تحصیلی (EDucation)، خرید (SHop)، تفریحی (RECreation)، و کار شخصی (Personal)

دسته‌بندی می‌شوند. شکل ۲-۸ دسته‌بندی نهایی اهداف را نشان می‌دهد.

^۱ Districts

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۷۹		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۸-۲- دسته‌بندی اهداف سفر شهر ساری

برای ارزیابی وضعیت فعلی توزیع سفرها، خطوط تمایل سفر بین بزرگ‌ناحیه بهترین گزینه است. در شکل ۹-۲ بزرگ‌ناحیه‌های در نظر گرفته شده برای شهر ساری و در شکل ۱۰-۲ تا شکل ۱۵-۲ خطوط تمایل سفر اهداف مختلف نمایش داده شده است.

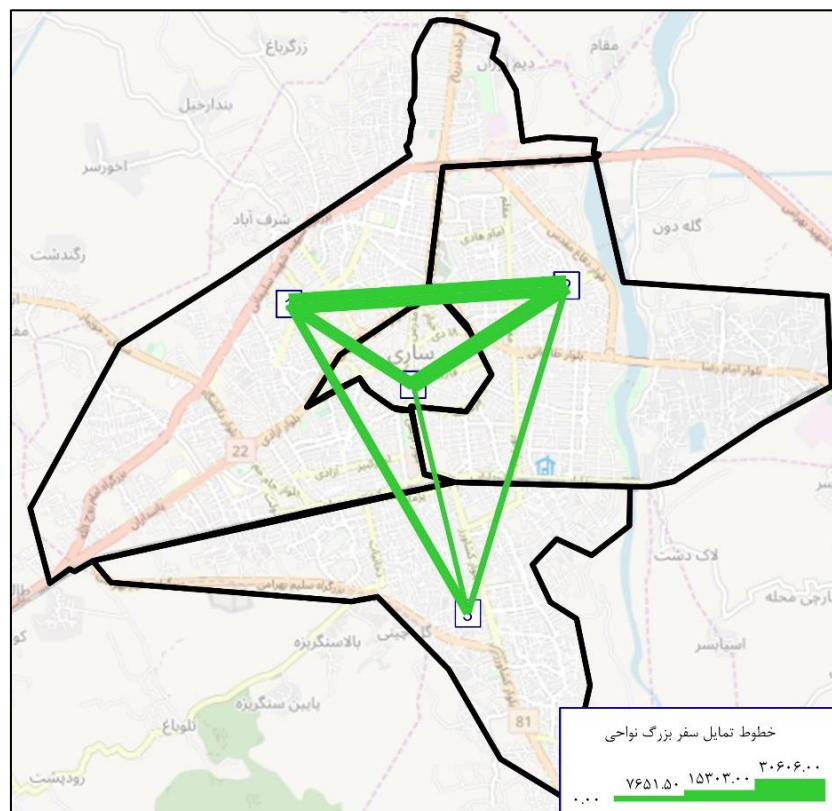
 مهندسین مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۸۰		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



 شهرداری ساری	ساخت مدل های برآورد تقاضا	ویرایش دوم		صفحه ۸۱	 مهندسين مشاور عمران طرح البرز
		گزارش	قرارداد	تاریخ	
		۰۴	۷۸۲۰۷	تیر ۱۳۹۹	

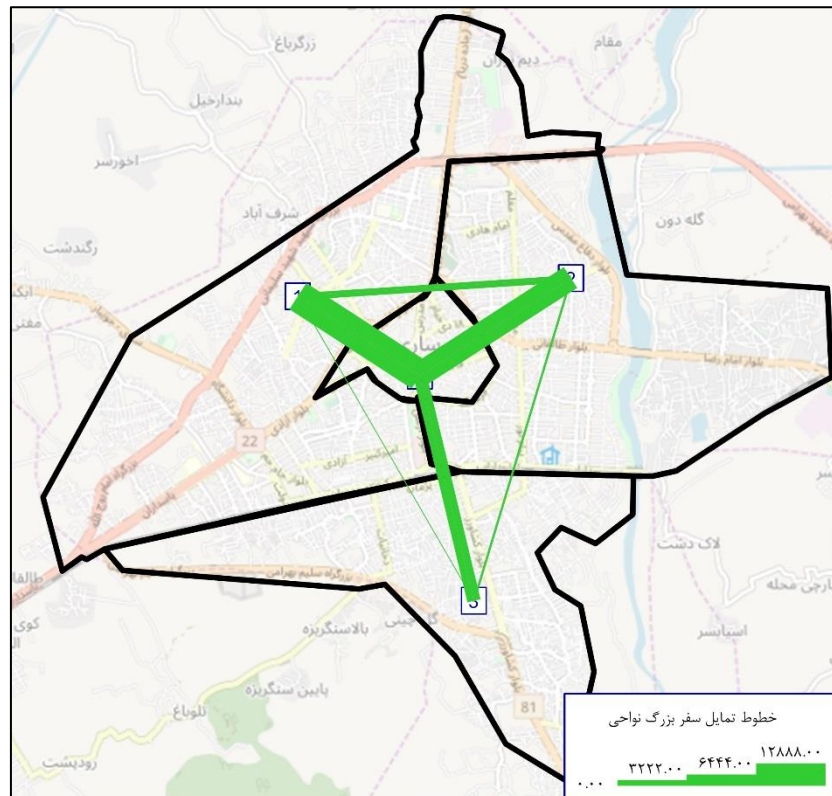
جدول ۲-۲- تناظر نواحی و بزرگ نواحی ترافیکی

ناحیه	بزرگ ناحیه	ناحیه	بزرگ ناحیه	ناحیه	بزرگ ناحیه	ناحیه	بزرگ ناحیه	ناحیه	بزرگ ناحیه	ناحیه	بزرگ ناحیه
۱	۴	۱۱	۱	۲۱	۲	۳۱	۱	۴۱	۳	۵۱	۲
۲	۴	۱۲	۱	۲۲	۲	۳۲	۱	۴۲	۳	۵۲	۲
۳	۴	۱۳	۱	۲۳	۲	۳۳	۱	۴۳	۳	۵۳	۲
۴	۱	۱۴	۱	۲۴	۲	۳۴	۱	۴۴	۳	۵۴	۱
۵	۴	۱۵	۱	۲۵	۲	۳۵	۱	۴۵	۳	۵۵	۱
۶	۴	۱۶	۱	۲۶	۲	۳۶	۱	۴۶	۳		
۷	۲	۱۷	۱	۲۷	۲	۳۷	۱	۴۷	۳		
۸	۲	۱۸	۲	۲۸	۲	۳۸	۳	۴۸	۳		
۹	۲	۱۹	۲	۲۹	۲	۳۹	۳	۴۹	۳		
۱۰	۱	۲۰	۲	۳۰	۱	۴۰	۳	۵۰	۲		

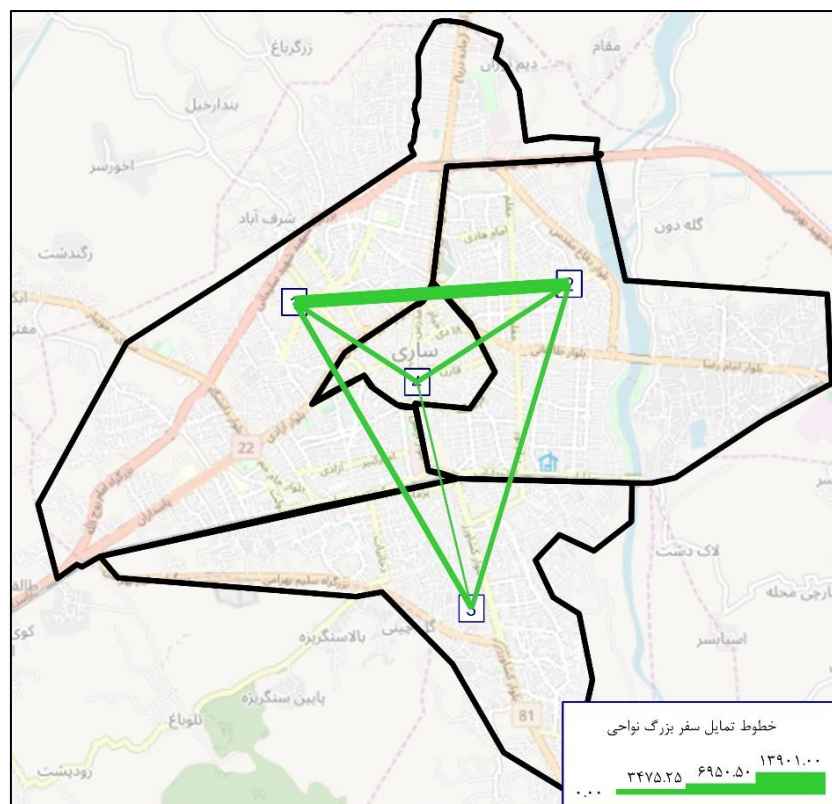


شکل ۲-۱- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای کاری شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۸۲		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

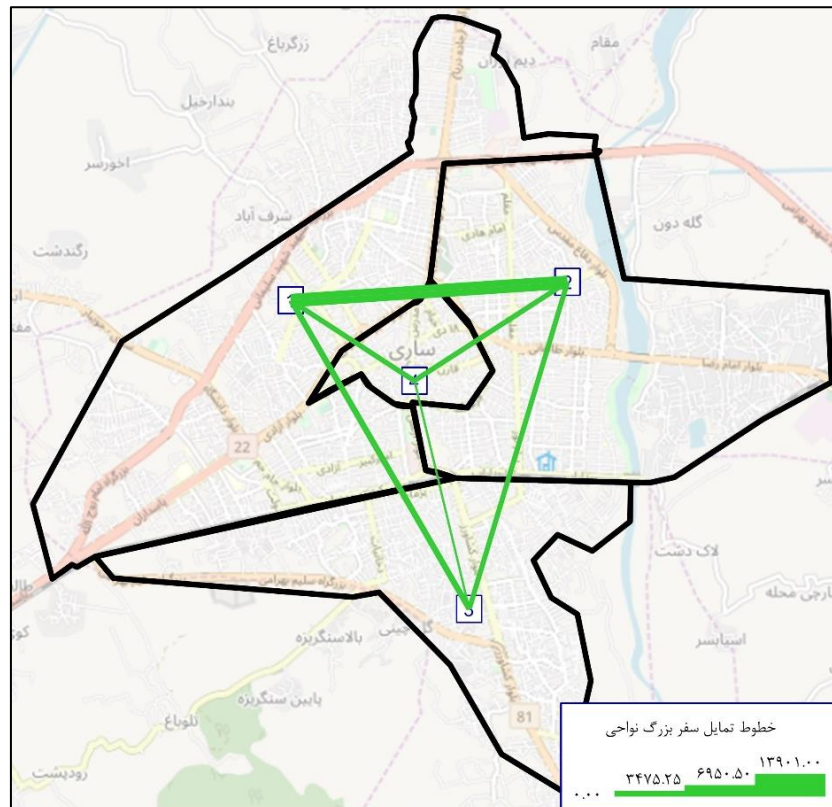


شکل ۲-۱۱- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای خرید شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴

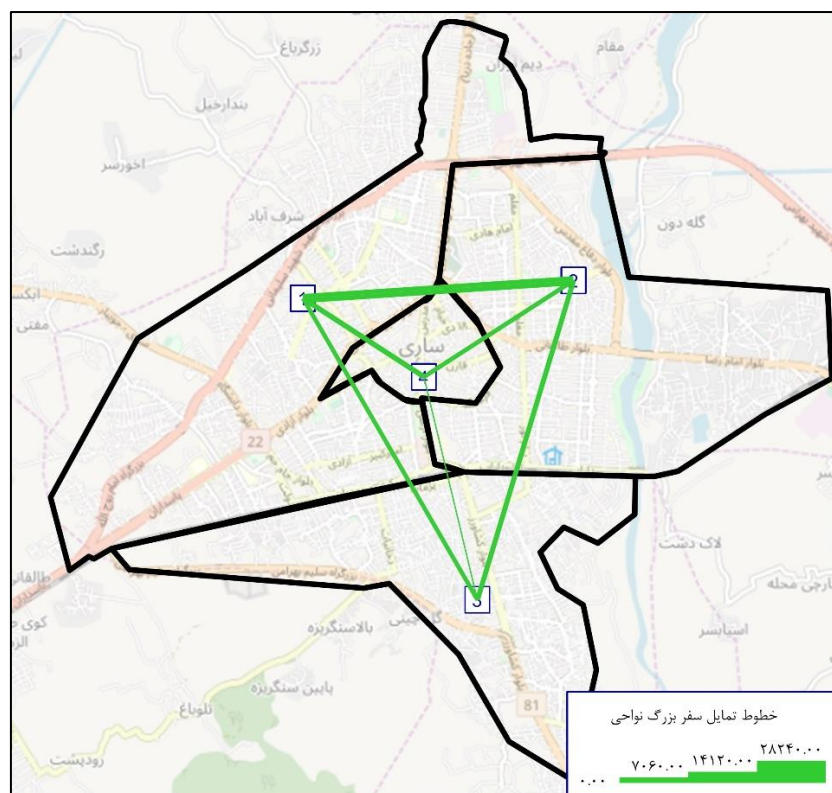


شکل ۲-۱۲- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای تفریحی شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۸۳		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

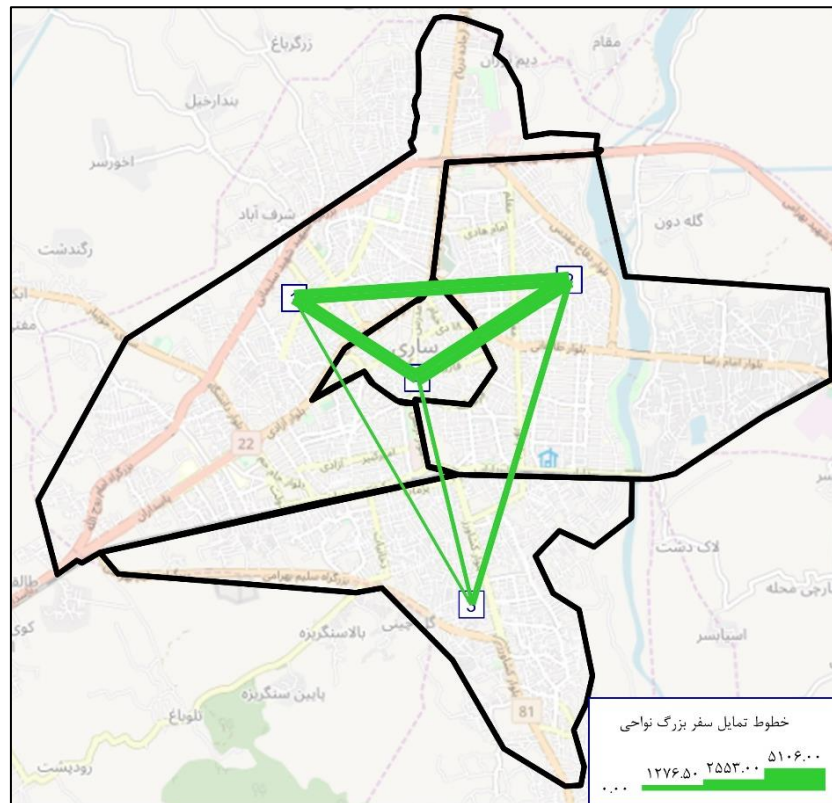


شکل ۲-۱۳- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای کارشناسی شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴



شکل ۲-۱۴- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای تحصیلی شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۸۴		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۲-۱۵- شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای غیرخانه مبنا شهر ساری در آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار سال ۱۳۹۴

۲-۶-۲- ماتریس‌های مقاومت سفر

برای پرداخت مدل جاذبه در مورد هر یک از اهداف سفر، از چهار ماتریس‌های مقاومت زمان سفر در شبکه، زمان سفر آزاد، مسافت مستقیم هوایی و مسافت در شبکه استفاده شده که تعریف هر یک از این توابع مقاومت سفر به شرح زیر است:

زمان سفر در شبکه: منظور، زمان سفر خودروها در شرایط ازدحام در شبکه است، هنگامی که ماتریس تقاضای سال پایه به شبکه تخصیص یافته و سرعت و حجم تردد خودروها در معابر شبکه، شرایط واقعی را شبیه‌سازی می‌کند.

زمان سفر آزاد در شبکه: منظور، زمان سفر خودروها در شرایطی است که همگی بتوانند با سرعت آزاد در شبکه تردد نمایند. این زمان تابعی از درجه‌بندی معابر و سرعت مجاز آن است و از حجم تردد و ازدحام تأثیر نمی‌پذیرد.

مسافت مستقیم هوایی: منظور، فاصله مستقیم هوایی از یک نقطه به نقطه دیگر است و از طول شبکه معابر تأثیر نمی‌پذیرد.

مسافت در شبکه: منظور، فاصله زمینی بین مبدأ و مقصد است. هنگامی که خودروها از شبکه معابر

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۸۵		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

موجود استفاده نمایند. طول شبکه معابر بین دو نقطه، جهت مجاز تردد (یک طرفه یا دوطرفه بودن) وجود موانع و غیره بر آن تأثیر می‌گذارد.

ماتریس‌های مقاومت اولیه از نرم‌افزار VISUM گرفته شد و سپس در موارد زمان سفر آزاد در شبکه و زمان سفر در شبکه، زمان پایانی به آن‌ها افزوده شد. مقدار زمان پایانی برای نواحی داخل CBD^۱ ۵ دقیقه و برای نواحی خارج از CBD ۲/۵ دقیقه منظور شد. سپس مدل جاذبه با به‌کارگیری هر یک ماتریس‌های مقاومت سفر مذکور، پرداخت شد.

۲-۶-۳- نحوه پرداخت مدل جاذبه در نرم‌افزار VISUM

برای پرداخت مدل جاذبه با اهداف مختلف، از امکان KALIBRI نرم‌افزار VISUM استفاده شده است. پنجره و برگه‌های KALIBRI در شکل ۲-۱۶ تا شکل ۲-۱۹ نشان داده شده است. لازم به ذکر است روند کالیبراسیون با توجه به تغییراتی که در نسخه ۱۶ نرم‌افزار VISUM به وجود آمده، ارایه شده است. مراحل زیر باید برای هر یک از اهداف سفر به‌طور جداگانه انجام شود که نرم‌افزار میزان تولید و جذب آن را با توجه به هدف سفر انتخاب شده و نتایج حاصل از مدل تولید و جذب وارد فرآیند کالیبراسیون می‌کند و نیازی به ورود جداگانه داده‌ها نیست. در فرآیند زیر ترتیب انجام مراحل پرداخت مدل جاذبه در VISUM به صورت ذیل است:

۱- در برگه Utility Definition (شکل ۲-۱۶) نوع ماتریس مقاومت سفر مورد نظر (مسافت مستقیم هوایی، مسافت در شبکه و ...) وارد می‌شود.

۲- برگه distribution (شکل ۲-۱۷) مربوط به ورود تعداد سفر در بازه‌های مختلف تعیین شده برای مقاومت سفر است (توزیع فراوانی سفرها بر حسب طول یا زمان سفر) این دسته‌بندی‌ها می‌بایست قبلاً با استفاده از ابزار Classify تعیین شوند.

۳- در برگه Function Type (شکل ۲-۱۸) نوع تابع مقاومت و پارامترهای مربوط به نحوه پرداخت انتخاب می‌شود. برای پرداخت مدل جاذبه در نرم‌افزار VISUM از قابلیت وزن‌دهی بر اساس تعداد سفرها در هر طبقه از فراوانی سفرها Weighted by the number of trips in each class و نیز قابلیت پرداخت بر اساس مقید کردن تولید و جذب (Doubly Constrained (Multi-Procedure) استفاده شده است. این محدودیت، با توجه به دقت متغیرهای تولید و جذب در سال پایه که از

^۱ CBD- Central Business Distinct

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۸۶		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

مشاهده به دست آمده اعمال شده است.

۴- در برگه Output (شکل ۲-۱۹) محل ذخیره ماتریس به دست آمده و همچنین ضرایب محاسبه شده تعیین می گردد.

Parameters: Estimate gravitation parameters

Utility definition | Distribution | Function type | Output

Utility U = Transformation No transformation

Matrix / Attribute / Constant	Transformation	Coefficient
Matrix[NO]=57	No transformation	1.000000

Create Delete

OK Cancel

شکل ۲-۱۶- برگه مخصوص انتخاب ماتریس مقاومت سفر مورد نظر در نرم افزار VISUM

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۸۷		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

Parameters: Estimate gravitation parameters

Utility definition | Distribution | Function type | Output

☐ Preset class limits and shares

Class limits and shares (the 'number of trips' column provides orientation and refers to the current production)

Interval type

☒ [a,b [

☐] a,b]

Number: 0	From	To	Share	Cumul. share	Number of trips

Create Delete Read from file

☒ From interval file

E:\Job\AAvand\

OK Cancel

شکل ۲-۱۷- برگه مخصوص ورود داده‌های توزیع فراوانی سفرها برای پرداخت مدل جاذبه در نرم‌افزار VISUM

Parameters: Estimate gravitation parameters

Utility definition | Distribution | Function type | Output

Function type

☒ $f(U) = a U^b e^{(c U)}$ (parameters a, b, and c) (available for exponential functions only)

☐ $f(U) = a e^{(c U)}$ (parameters a and c)

☒ Weighted by the number of vehicle journeys per class

Direction of distribution: production distribution

☒ doubly-constrained: Balancing by multi-procedure

Multi-parameters

Max. number of iterations 10

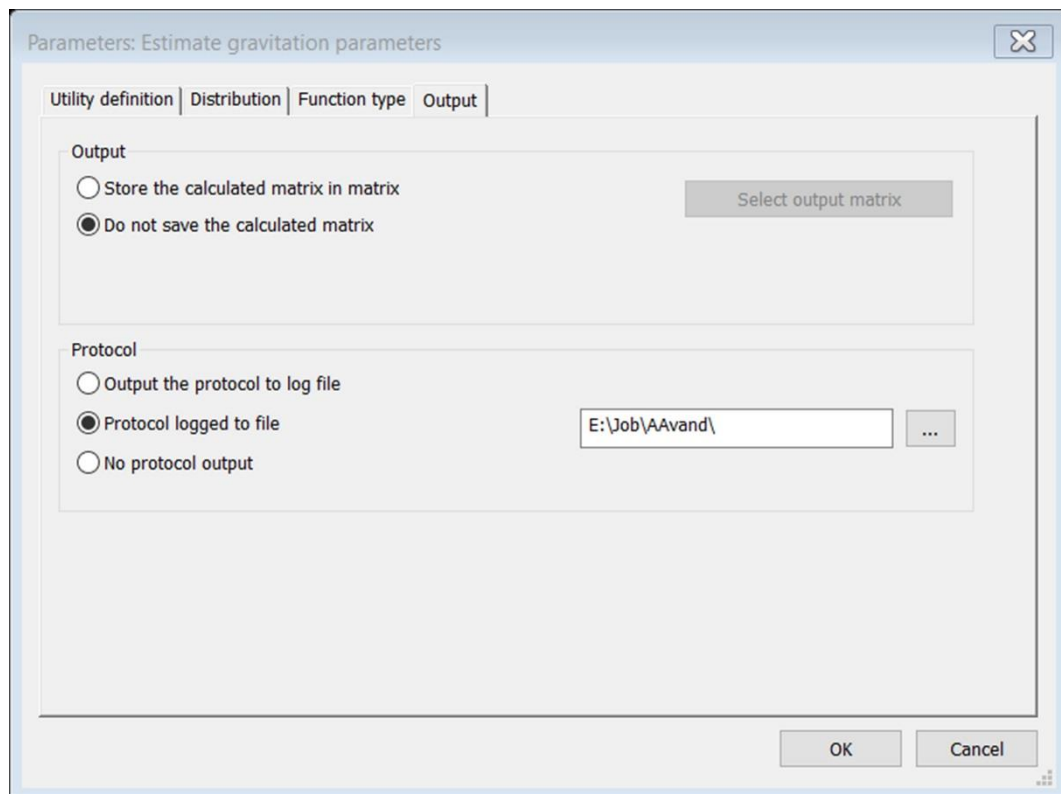
Quality factor 3

Kalibri calculation: Max. number of iterations 50

OK Cancel

شکل ۲-۱۸- برگه مخصوص ورود داده‌های نوع تابع مقاومت سفر برای پرداخت مدل جاذبه در نرم‌افزار VISUM

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۸۸		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۲-۱۹- برگه مخصوص انتخاب فایل‌های مورد نظر برای ذخیره نتایج حاصل از کالیبراسیون مدل جاذبه

۲-۶-۴- انتخاب مناسب‌ترین مدل جاذبه

برای انتخاب بهترین مدل حاصل از پرداخت اولیه با ماتریس‌های مختلف مقاومت سفر، معیارهای زیر مورد توجه قرار گرفت:

(الف) منطقی بودن نوع ماتریس مقاومت سفر،

(ب) کیفیت تطابق TLFD مشاهده و محاسبه،

(پ) درصد اختلاف میانگین طول سفر از مشاهده و محاسبه.

معیار (الف) که معیاری کیفی است و با نظر کارشناسی تعیین می‌شود، در جایی به کار رفته که اختلاف امتیاز بین دو مدل برتر نزدیک بوده و استفاده از ماتریس مقاومت سفر با رتبه دوم منطقی‌تر به نظر می‌رسیده و یا علامت پارامتر C منفی نباشد.

برای منظور کردن ارزش معیارهای (ب)، و (پ) امتیاز آن‌ها بر مبنای مقادیر کمی محاسبه شده از روشی که در ادامه توضیح داده خواهد شد، در جدول ۲-۳ وارد شده است. به این منظور، امتیازهایی از ۱ تا ۴ به هر کدام از ماتریس‌های مقاومت سفر اختصاص داده شده است به‌طوری‌که بهترین ماتریس مقاومت امتیاز ۱، بدترین ماتریس مقاومت امتیاز ۴ و دو ماتریس دیگر با توجه به فاصله‌ای که از این دو حالت دارند،

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۸۹		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

امتیاز ۲ یا ۳ می‌گیرند. سپس امتیاز کل با احتساب ضریب یکسان برای تمام معیارها، از جمع امتیازهای اختصاص یافته به دست می‌آید. در جدول ۲-۳ میانگین طول سفرهای به دست آمده از مشاهده و محاسبه و درصد خطای بین آن‌ها ارایه شده است.

روش محاسبه امتیازها در معیار (ب): میزان تطابق پراکندگی طول سفرهای مشاهده شده و محاسبه شده توسط نرم‌افزار VISUM محاسبه و ارایه می‌شود. امتیازها برای هر هدف سفر به ازای ماتریس مقاومت‌های مختلف از ۱ برای بیشترین تا ۴ برای کمترین کیفیت تطابق، اختصاص داده شده‌اند. نتایج طول سفرهای مشاهده و محاسبه پس از پرداخت مدل جاذبه به تفکیک اهداف سفر برای ماتریس مقاومت‌های مختلف در پیوست ۱ ارایه شده است.

روش محاسبه امتیازها در معیار (پ): به منظور محاسبه درصد اختلاف متوسط زمان (یا مسافت) سفر، ابتدا کل زمان (یا مسافت) سفر در حال مشاهده (آمارگیری مبدأ- مقصد) و محاسبه (مدل توزیع سفر برآورد شده) تعیین می‌شود. به این منظور، فراوانی هر دسته از زمان‌های (یا مسافت) سفر را در طول زمان (یا مسافت) سفر ضرب کرده و کل زمان (یا مسافت) سفر به دست می‌آید. حال میزان اختلاف متوسط زمان (یا مسافت) سفر در حالت مشاهده و محاسبه قابل تعیین خواهد بود.

نتایج کلیه محاسبات، در جدول ۲-۳ برای تعیین امتیاز هر یک از ماتریس‌های مقاومت سفر در برآورد توزیع سفرها به تفکیک اهداف ارایه شده است. در مورد اهداف مختلف، تابع مقاومت هم به صورت گاما و هم به صورت نمایی اجرا شده است تا از میان این دو تابع بهترین انتخاب شود.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۹۰		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

دیف	هدف سفر	ماتریس مقاومت سفر	ضرایب تابع مقاومت سفر پس از کالیبراسیون	ضریب تطابق	رتبه	درصد اختلاف زمان سفر متوسط در مدل با مشاهده	رتبه	جمع رتبه	رتبه کل
	خانه مبنا	a	b	c	Quality				
۱	شغلی	TTC	زمان سفر در شبکه	۱۳۰۵۴۲۵	×	-۰.۳۸۱۷۳۲	✓	-۰.۳۳۵۶۸۹	N.A.
		TT0	زمان سفر آزاد در شبکه	۲۱۰۸۳۴۷	×	-۰.۳۳۹۵۱۴	✓	-۰.۳۰۰۰۹۲	N.A.
		DID	مسافت مستقیم هوایی	۰.۴۷۸۴۵۹	✓	-۰.۳۲۹۲۵۹	✓	-۰.۴۳۴۷۸۳	۲
		DIS	مسافت در شبکه	۰.۴۱۳۷۴۵	✓	-۰.۳۱۴۸۹۰	✓	-۰.۳۴۴۹۹۹	۱
۲	خرید	TTC	زمان سفر در شبکه	۷۳۰۷۳۳۶۷	×	-۳.۴۲۸۱۰۴	✓	-۰.۷۳۴۴۰۶	N.A.
		TT0	زمان سفر آزاد در شبکه	۴۶۶۲۷۲۷۸	×	-۲.۹۷۲۵۳۹	✓	-۰.۱۴۴۸۳۶	N.A.
		DID	مسافت مستقیم هوایی	۰.۳۱۱۶۰۲	✓	-۱.۴۴۳۹۸۲	✓	-۰.۹۵۹۵۸۱	N.A.
		DIS	مسافت در شبکه	۰.۴۷۳۸۰۷	✓	-۱.۰۱۶۸۷۴	✓	-۰.۳۹۰۰۱۶	۱
۳	تحصیلی	TTC	زمان سفر در شبکه	۶۲۰۵۴۴۰	×	-۱.۳۴۳۵۴۴	✓	-۰.۲۴۴۶۰۰	N.A.
		TT0	زمان سفر آزاد در شبکه	۳۱۹۷۶۱۱	×	-۰.۲۸۵۰۰۱	✓	-۰.۵۰۳۸۹۵	N.A.
		DID	مسافت مستقیم هوایی	۰.۶۸۱۶۹۹	✓	-۰.۶۴۲۸۲۵	✓	-۰.۶۷۸۵۰۳	N.A.
		DIS	مسافت در شبکه	۰.۶۶۱۱۴۹	✓	-۰.۵۱۲۰۹۷	✓	-۰.۵۹۴۳۲۱	۱
۴	تفریحی	TTC	زمان سفر در شبکه	۴۱۸۱۹۰۰	×	-۱.۱۰۰۸۱۴	✓	-۰.۷۹۹۳۳۷	N.A.
		TT0	زمان سفر آزاد در شبکه	۱.۷۸۲۹۵۴	×	-۰.۶۳۲۳۳۴	✓	-۰.۵۴۵۷۶۰	N.A.
		DID	مسافت مستقیم هوایی	۰.۹۴۴۹۷۵	✓	-۰.۰۰۱۷۳۵	✓	-۰.۹۰۵۴۲۲	۱
		DIS	مسافت در شبکه	۰.۵۵۶۱۲۰	✓	-۰.۱۳۵۹۸۸	✓	-۰.۷۶۳۰۰۰	۲
۵	کارشناسی	TTC	زمان سفر در شبکه	۲۹۷۷۵۱۵	×	-۰.۱۱۳۴۹۳	✓	-۰.۴۱۰۲۶۶	N.A.
		TT0	زمان سفر آزاد در شبکه	۱۱.۳۶۳۳۱۵	×	-۰.۹۵۴۶۷۳	✓	-۰.۴۰۷۲۹۹	N.A.
		DID	مسافت مستقیم هوایی	۰.۶۲۱۲۰۵	✓	-۰.۵۰۶۵۰۱	✓	-۰.۵۶۴۹۱۱	N.A.
		DIS	مسافت در شبکه	۰.۷۲۷۰۷۲	✓	-۰.۲۰۷۶۲۲	✓	-۰.۶۳۰۶۰۳	۱
	غیر خانه مبنا	a	b	c	Quality				
۶	همه اهداف	TTC	زمان سفر در شبکه	۳.۳۹۱۶۱۶	×	-۱.۸۱۴۰۵۲	×	-۰.۳۲۵۴۰۰	N.A.
		TT0	زمان سفر آزاد در شبکه	۳.۱۵۹۷۴۹	×	-۱.۴۵۳۳۲۱	×	-۰.۵۹۸۸۵۶	N.A.
		DID	مسافت مستقیم هوایی	۰.۷۳۴۴۲۵	✓	-۰.۸۲۲۷۴۴	✓	-۰.۶۹۹۳۴۴	۱
		DIS	مسافت در شبکه	۰.۴۲۵۲۰۳	✓	-۰.۲۱۷۷۳۴	✓	-۰.۳۵۸۹۴۱	N.A.

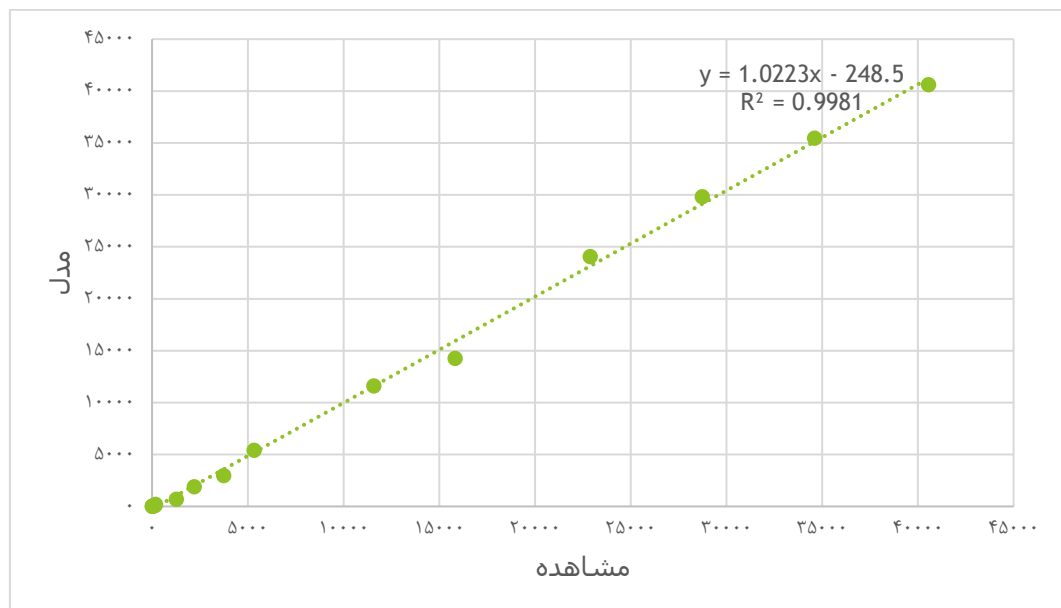
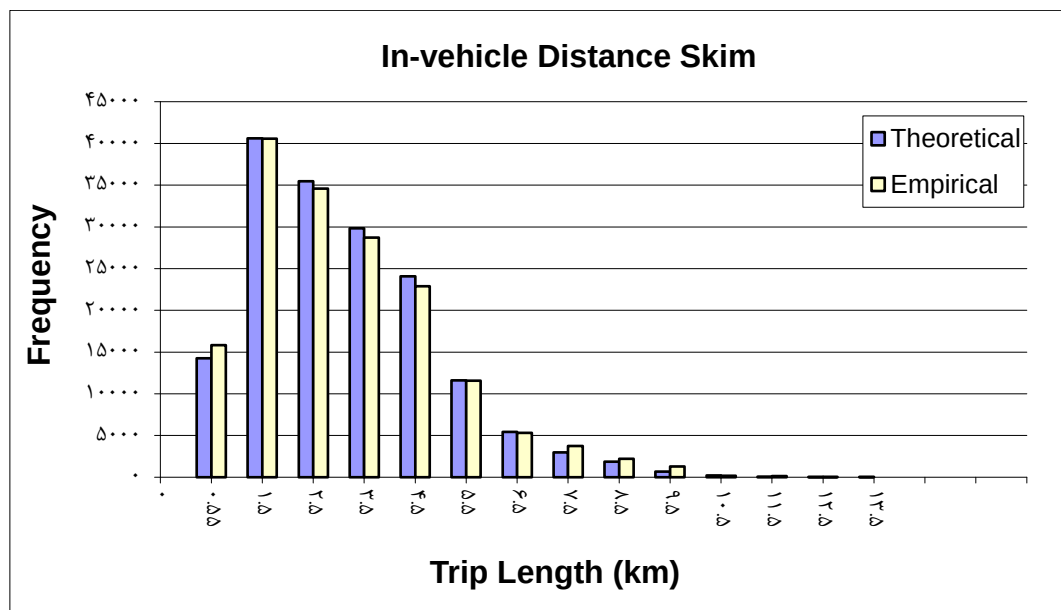
$$b < \cdot \text{ و معمولاً } c < \cdot \text{ و } a < 1 \text{ که } F_{ij} = a \times t_{ij}^b \times e^{c \cdot t_{ij}}$$

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۹۱		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

جدول ۴-۲- ضرایب نهایی مدل جاذبه به تفکیک هدف سفر برای شهر ساری

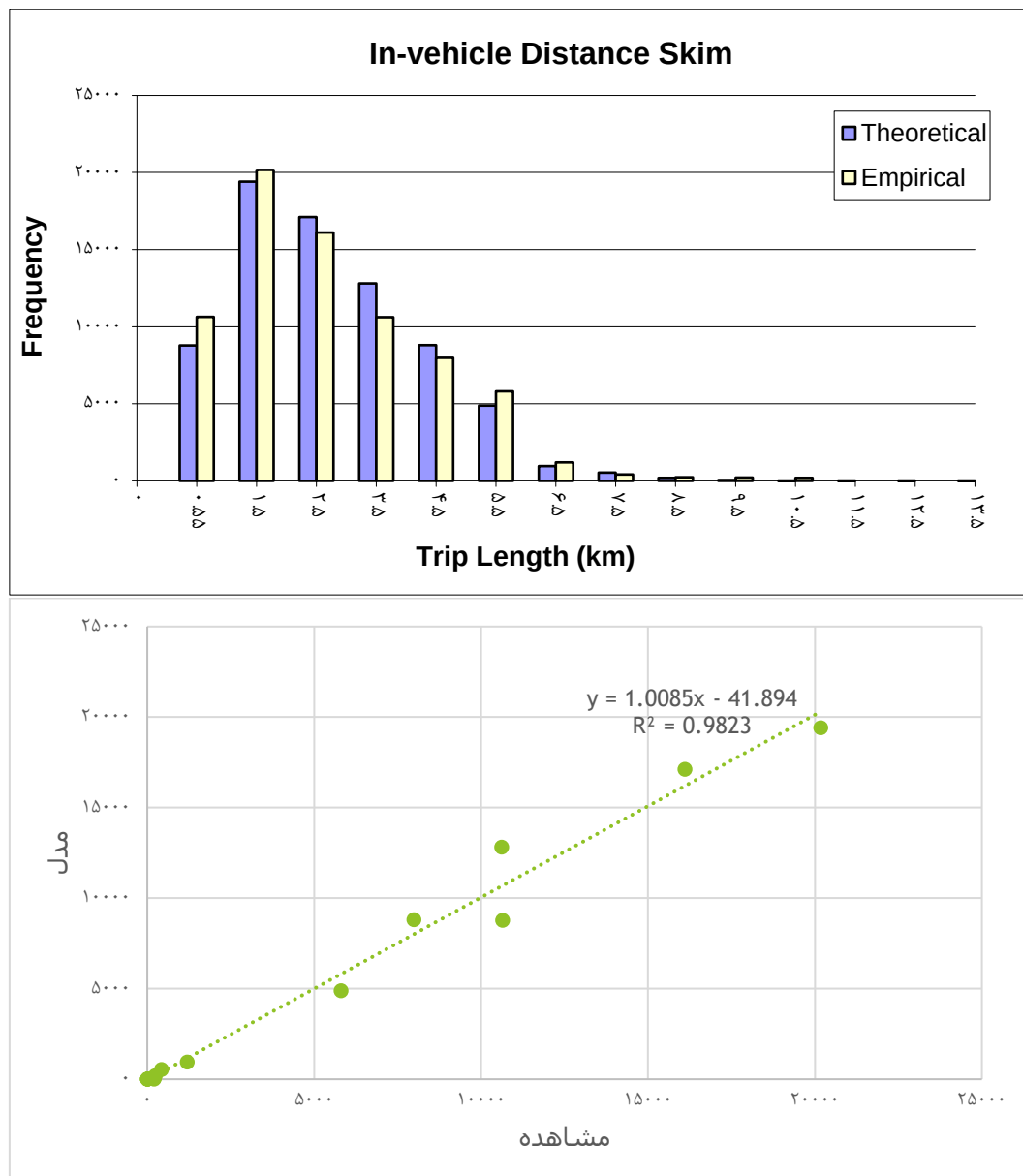
ردیف	هدف سفر	ماتریس مقاومت سفر	ضرایب			ضریب تطابق	درصد اختلاف مدل و مشاهده
			a	b	c		
۱	کاری	مسافت در شبکه	۰,۴۱۳۷۴۵	-۰,۳۱۴۸۹۰	-۰,۳۴۲۹۹۹	۰,۸۶	۰,۶۲
۲	خرید	مسافت در شبکه	۰,۴۷۳۸۰۷	-۱,۰۱۶۸۷۴	-۰,۳۹۰۰۱۶	۰,۷۸	۱,۲۰
۳	تحصیلی	مسافت در شبکه	۰,۶۶۱۱۴۹	-۰,۵۱۲۰۹۷	-۰,۵۹۴۳۲۱	۰,۶۳	۳,۱۳
۴	تفریحی	مسافت مستقیم هوایی	۰,۹۴۴۹۷۵	-۰,۰۰۱۷۳۵	-۰,۰۵۴۳۲	۰,۸۶	۲,۸۸
۵	کار شخصی	مسافت در شبکه	۰,۷۲۷۰۷۲	-۰,۲۰۷۶۲۲	-۰,۶۳۰۶۰۳	۰,۸۴	۲,۳۱
۶	غیر خانه مبنا	مسافت مستقیم هوایی	۰,۷۳۴۴۳۵	۰,۰۸۲۲۷۴	-۰,۶۹۹۳۶۴	۰,۹۴	۴,۳۰

$$F_{ij} = a \times t_{ij}^b \times e^{c \cdot t_{ij}}$$



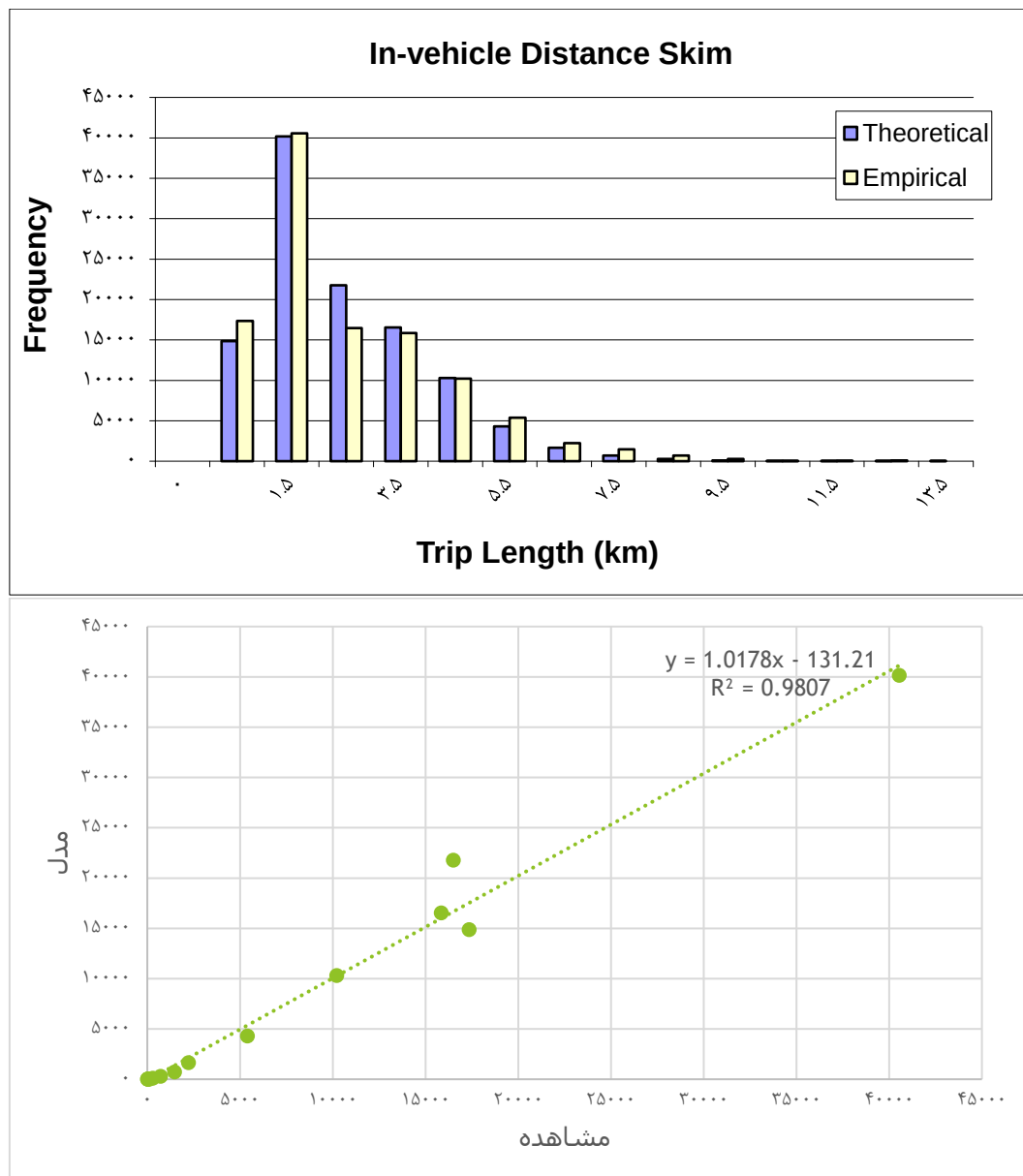
شکل ۲-۲- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع - هدف سفر کاری

 شهرداری ساری	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا			ویرایش دوم		صفحه ۹۲		 مهندسين مشاور عمران طرح البرز
				گزارش	قرارداد	تاریخ		
				۰۴	۷۸۲۰۷	تیر ۱۳۹۹		



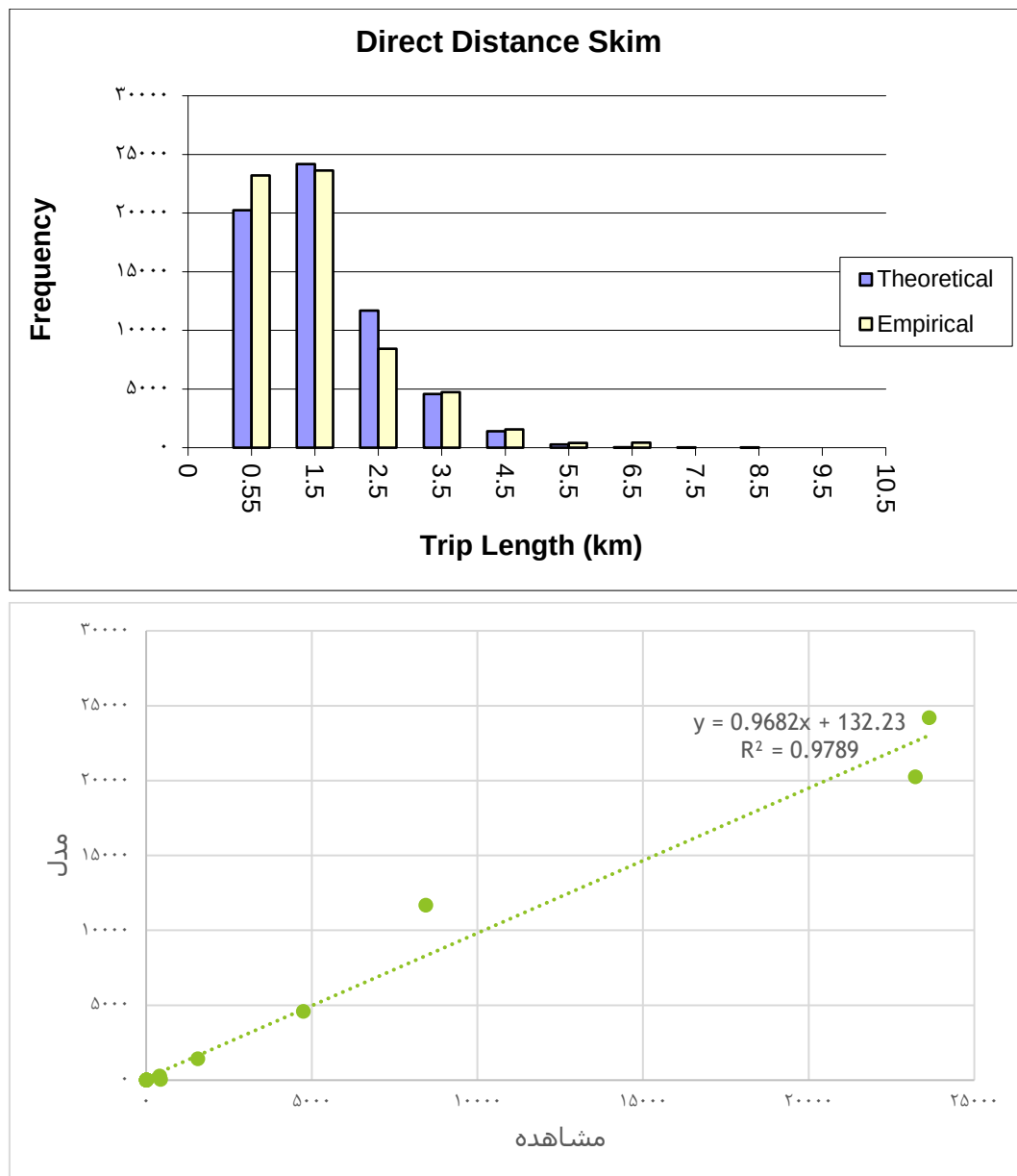
شکل ۲-۲۱- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع - هدف سفر خرید

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۹۳		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



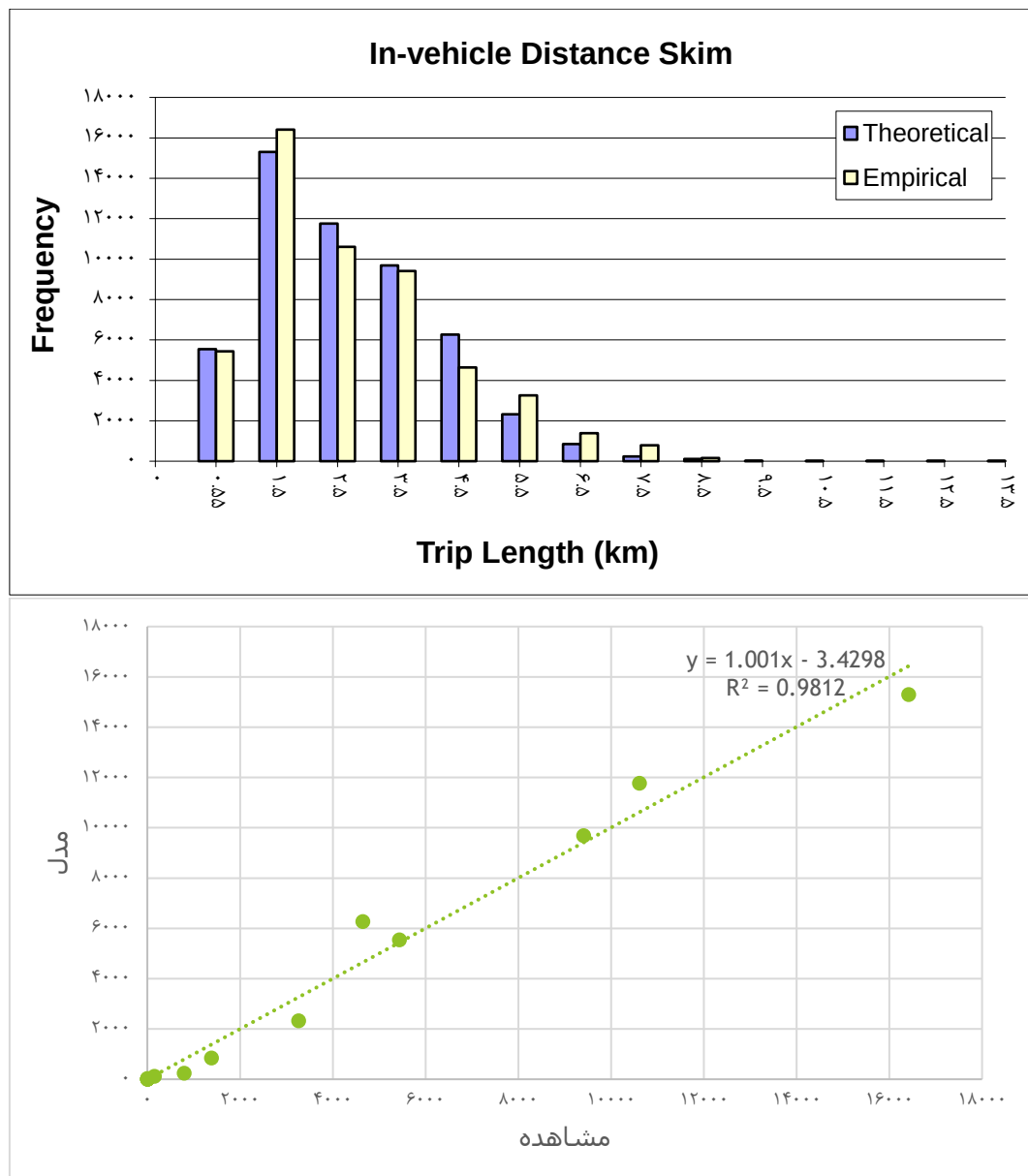
شکل ۲-۲۲- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع - هدف سفر تحصیلی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۹۴		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



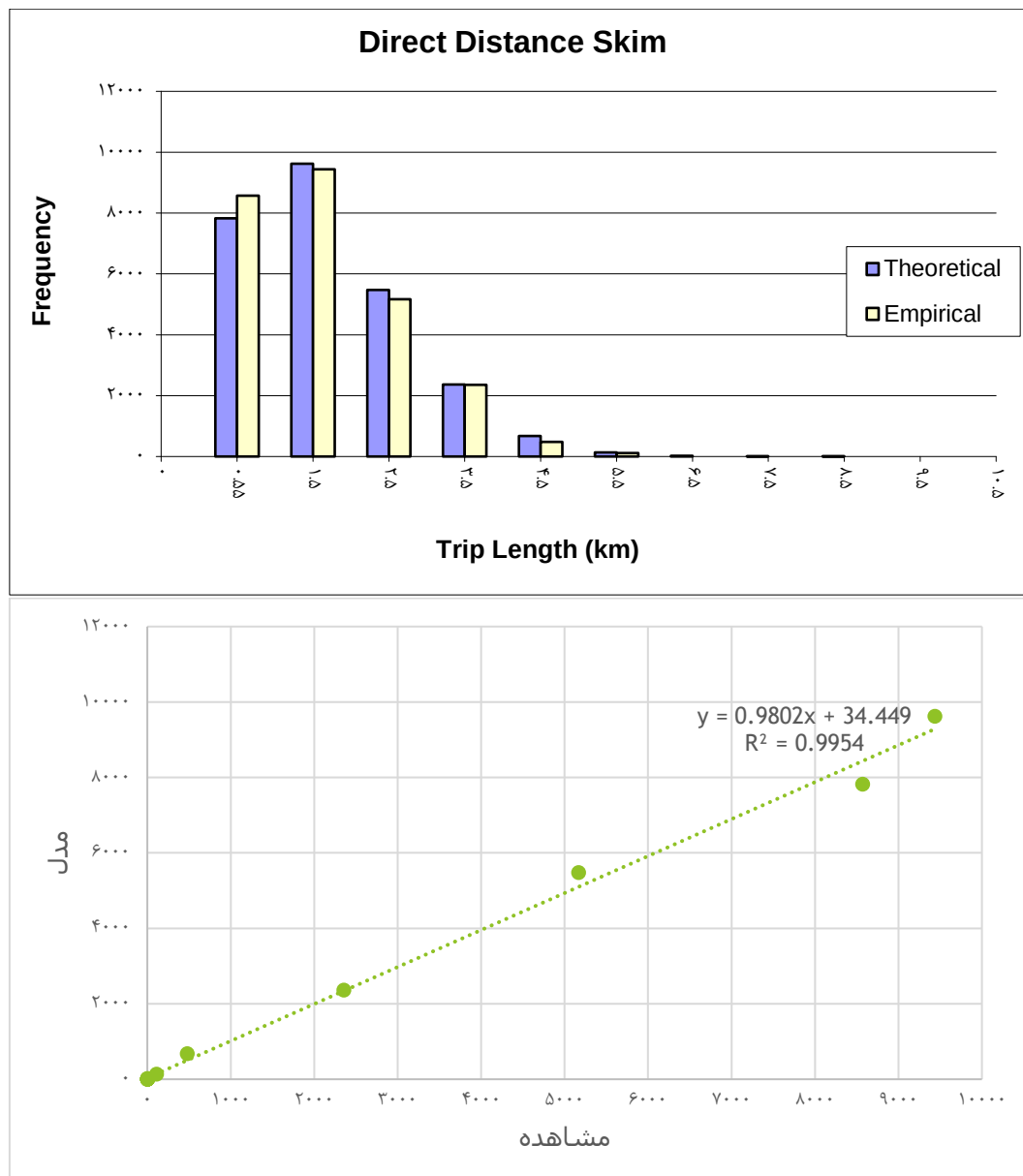
شکل ۲-۲۳- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع - هدف سفر تفریحی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۹۵		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



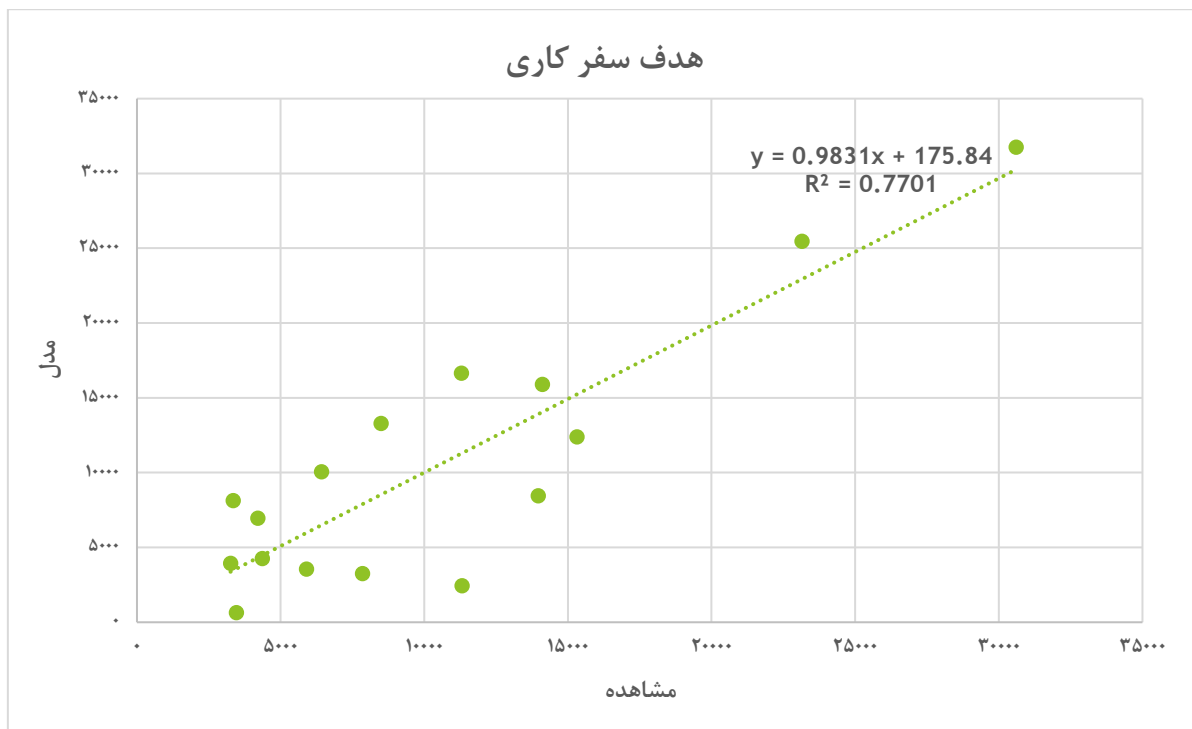
شکل ۲-۲۴- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع - هدف سفر کار شخصی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۹۶		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

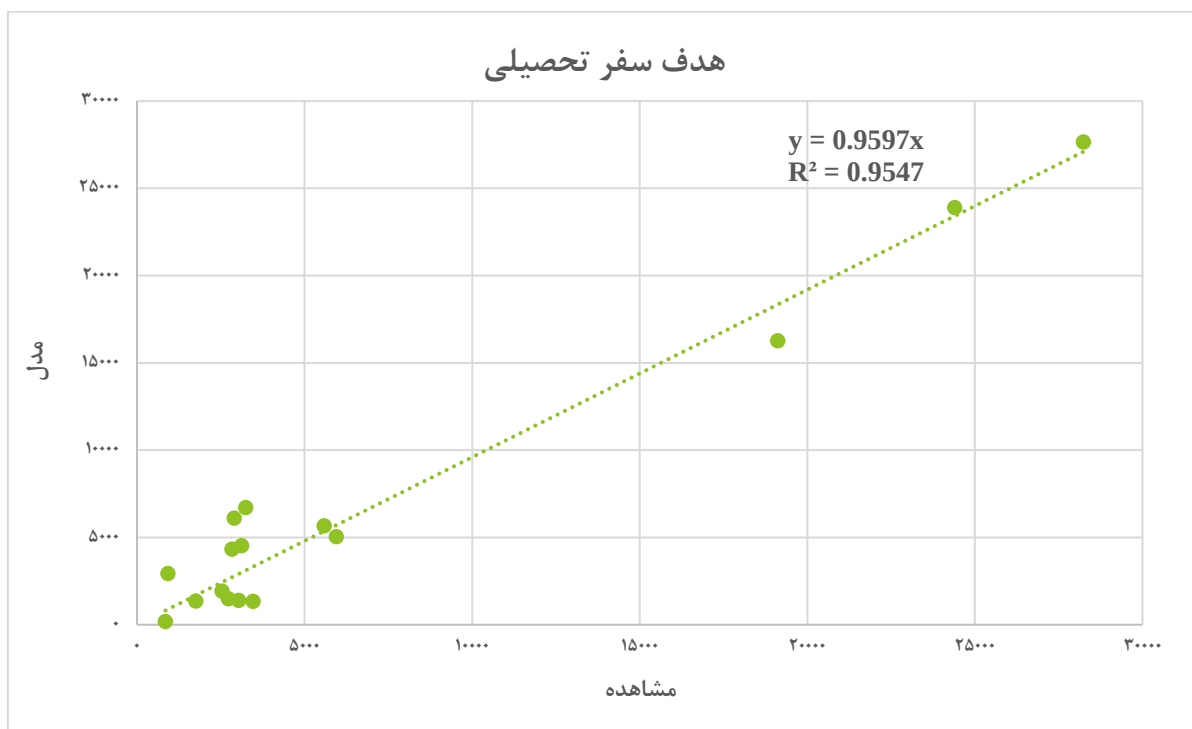


شکل ۲-۲۵- مقایسه فراوانی طول سفرها بر مبنای مشاهده و مدل توزیع - هدف سفر غیرخانه مبنا

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۹۷		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

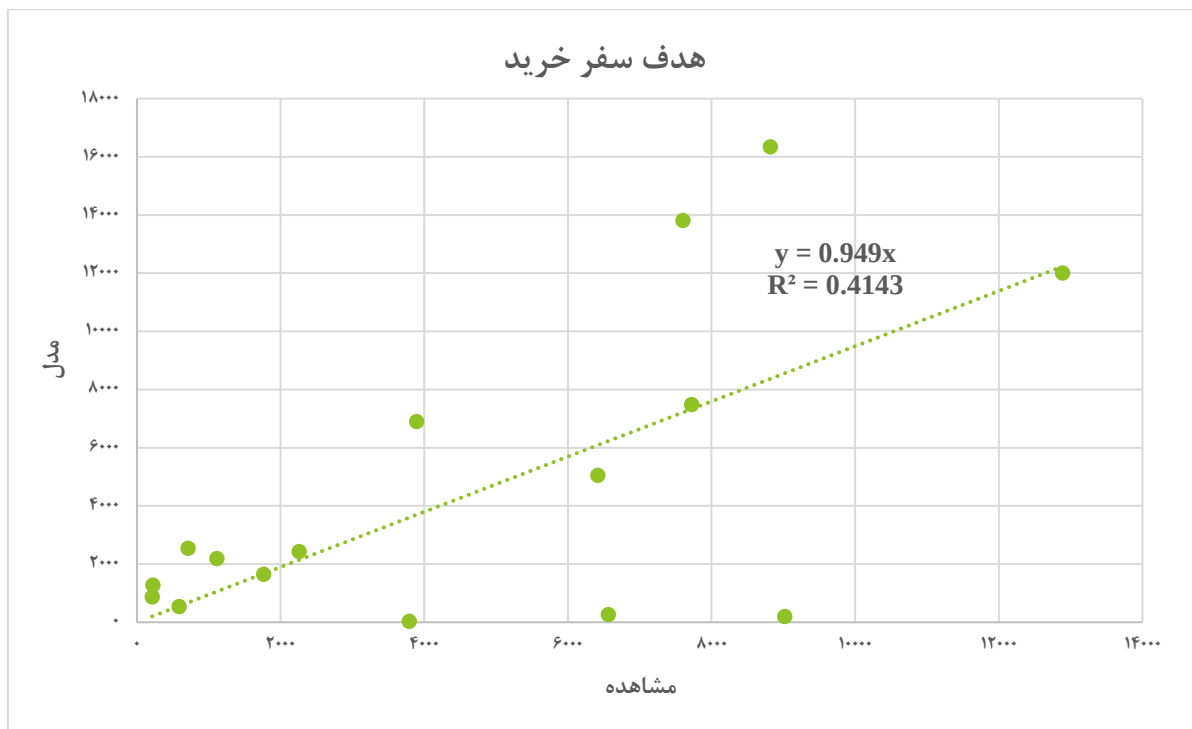


شکل ۲-۲۶- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی - هدف سفر کاری

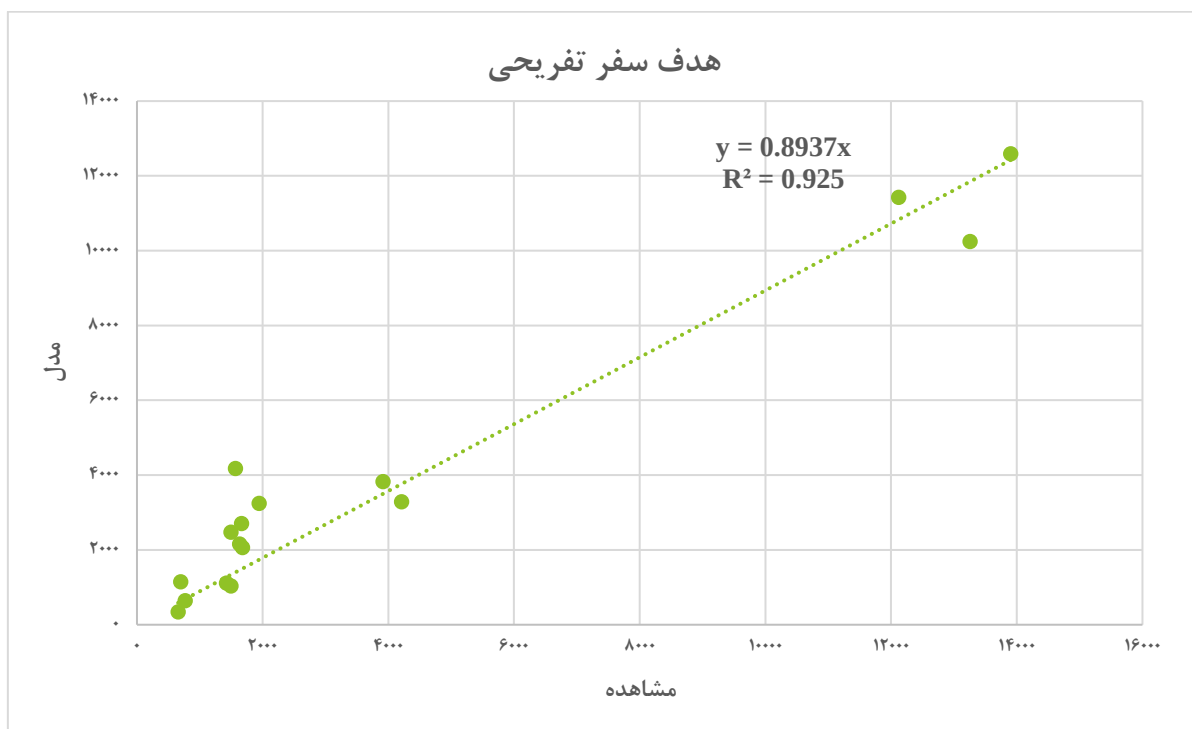


شکل ۲-۲۷- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی - هدف سفر تحصیلی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۹۸		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

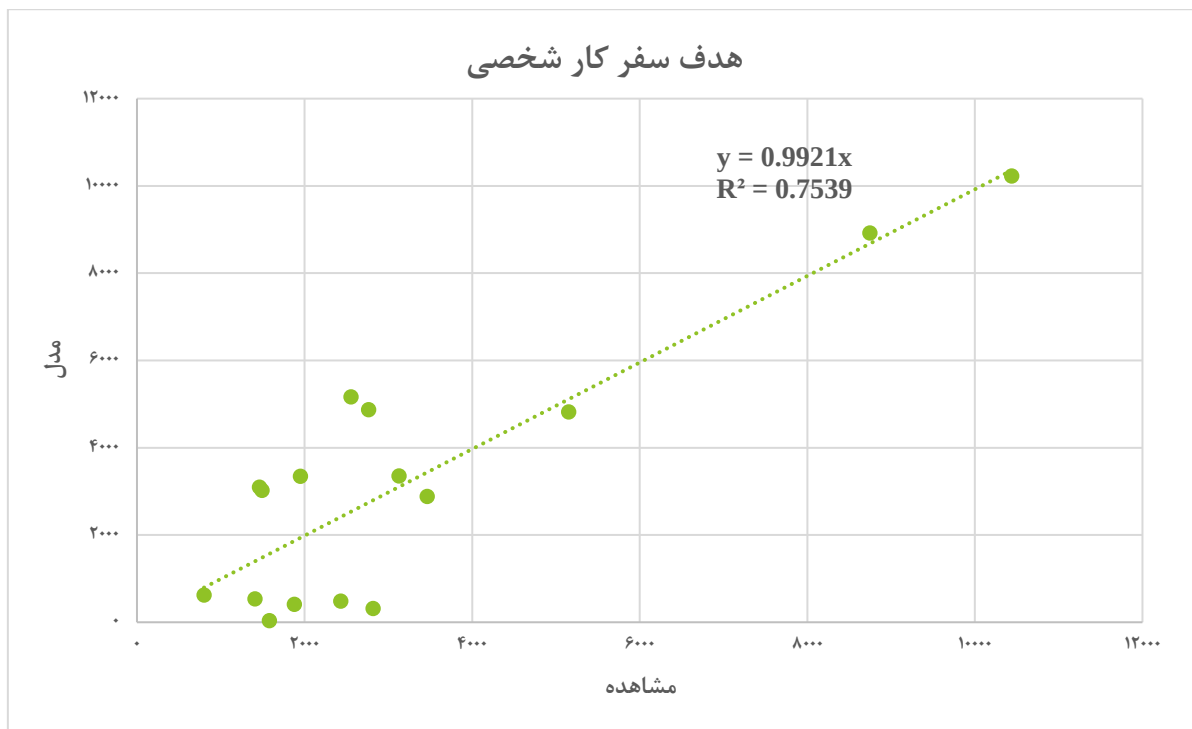


شکل ۲-۲۸- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی - هدف سفر خرید

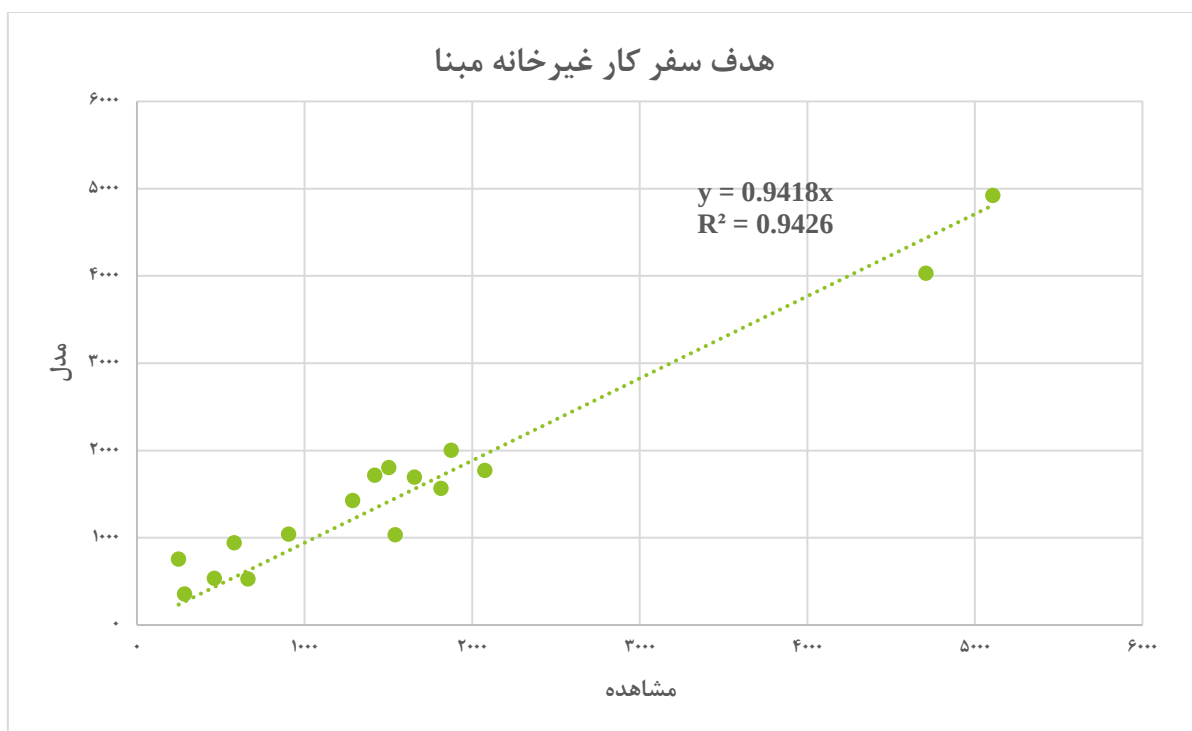


شکل ۲-۲۹- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی - هدف سفر تفریحی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۹۹		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

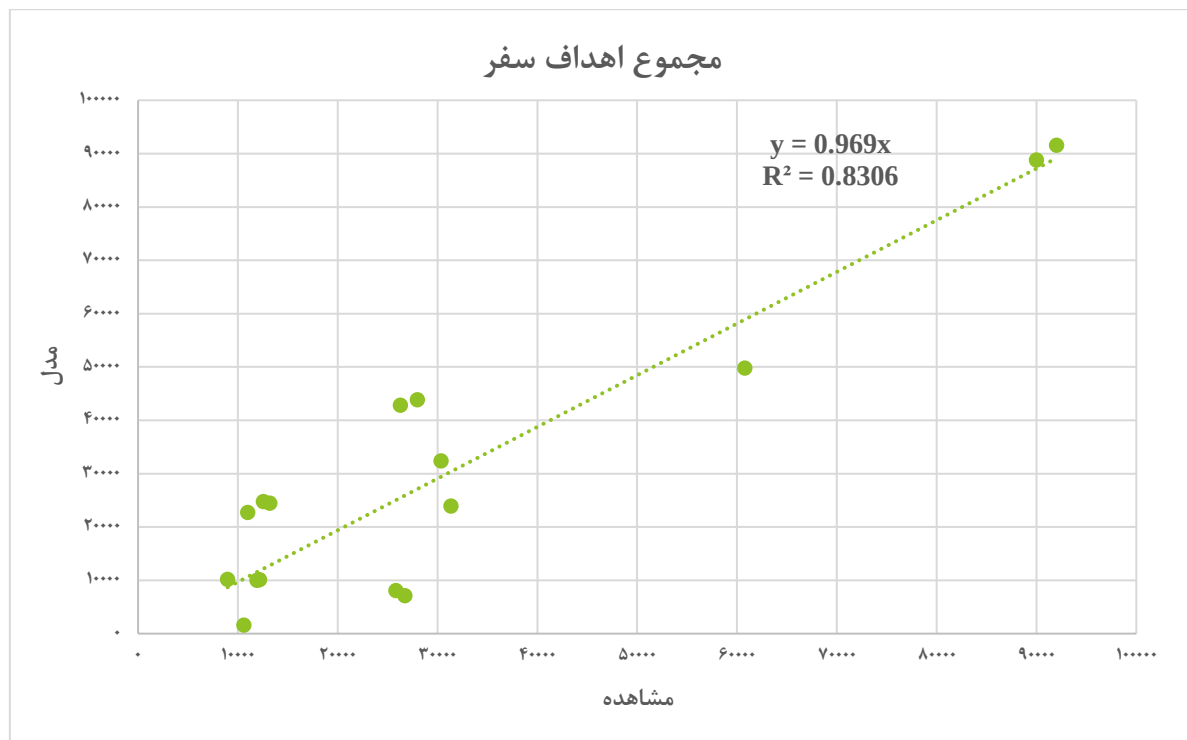


شکل ۲-۳۰- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی - هدف سفر کار شخصی



شکل ۲-۳۱- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی - هدف سفر غیرخانه مبنا

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۰۰		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۲-۳۲- مقایسه نتایج مدل توزیع و ماتریس مشاهده بین بزرگ نواحی - مجموع سفرها

۷-۲- منابع و مراجع

- [۱] Ortuzar, J. de D. and L.G. Willumsen (2001), "Modeling Transport", John Wiley & Sons, New York, USA.
- [۲] Khisty, C.J. and Lall, B.K. (2003), "Transportation Engineering: An Introduction", Prentice-Hall, 3rd Edition.
- [۳] Papacostas, C.S. and Prevedouros, P.D. (2001), "Transportation Engineering & Planning", Prentice-Hall.
- [۴] Wegmann, F., Everett, J., "Minimum Travel Demand Model Calibration and Validation Guidelines for State of Tennessee", The University of Tennessee Center for Transportation Research Knoxville, Tennessee, 1997.
- [۵] "Model Validation and Reasonableness Checking Manual", Barton-Aschman Associates, Inc., 1997.
- [۶] Transportation Research Board Executive Committee 1998, "NCHRP Report 365: Travel Estimation Techniques for Urban Planning", Transportation Research Board, 1998.
- [۷] Visum 16 Users Manual , 2018

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۰۱		ويرايش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاريخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۳- انتخاب وسیله سفر (مدل تفکیک سفر)

۳-۱- جایگاه مدل تفکیک سفر در برنامه‌ریزی حمل و نقل

هدف این گزارش، برآورد و تعیین سهم وسایل نقلیه مختلف در سفرهای شهر ساری است. در این رابطه ابتدا جایگاه مدل‌های تفکیک سفر^۱ در برنامه‌ریزی حمل و نقل مورد بررسی قرار گرفته و سپس مفاهیم اصلی قابل توجه در خصوص این مدل‌ها بیان خواهد شد. در ادامه نیز پس از ارایه برخی آمار و اطلاعات لازم در خصوص میزان تقاضای وسایل مختلف سفر در شهر ساری و مرور برخی مدل‌های تفکیک برآورد شده در سایر شهرها، مدل برآورد شده برای شهر ساری ارایه خواهد شد.

اهمیت مدل‌های تفکیک سفر در برنامه‌ریزی حمل و نقل از چندین منظر قابل بررسی است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

۱- تفکیک وسیله سفر یکی از بخش‌های مهم مدل‌های چهار مرحله‌ای مرسوم در فرآیند برنامه‌ریزی حمل و نقل است. همان‌گونه که در شکل ۳-۱ ملاحظه می‌شود، مدل تفکیک سومین مرحله در برنامه‌ریزی حمل و نقل است که سهم خودروها را در سفرهای شهری مشخص نموده و اطلاعات مورد نیاز برای تخصیص سفر^۲ را، که آخرین مرحله برنامه‌ریزی حمل و نقل است، آماده می‌نماید. توجه به این نکته ضروری است که در مدل‌های چهار مرحله‌ای، تمامی مراحل به صورت زنجیروار بوده و عدم توجه و یا دقت در هر یک از مراحل موجب ایجاد خطا و عدم امکان اجرایی مراحل نهایی خواهد شد.

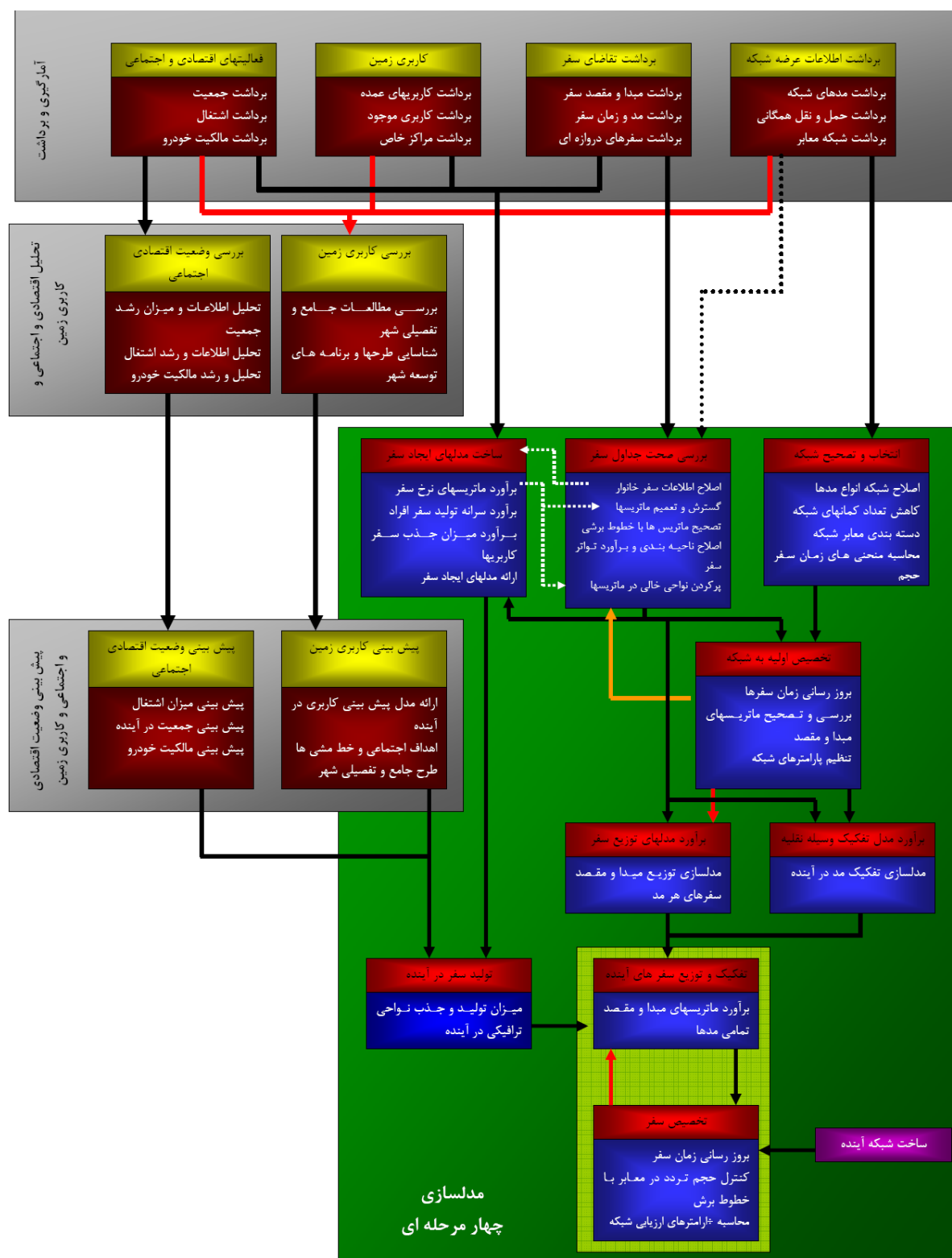
۲- بسیاری از سیاست‌هایی که امروزه برای مدیریت ترافیک به کار گرفته می‌شوند، از جمله مدیریت تقاضای سفر، افزایش مطلوبیت حمل و نقل همگانی، احداث و ایجاد خطوط جدید حمل و نقل همگانی و غیره، همگی بر سهم وسایل مختلف حمل و نقل تأثیرگذار هستند. این تأثیر به گونه‌ای است که ارزیابی هر یک از این راهکارها به میزان اثرگذاری آن‌ها بر روی تفکیک سفر بستگی دارد. به طور مثال، افزایش تعداد خطوط یا ناوگان سیستم‌های حمل و نقل همگانی در صورتی مناسب ارزیابی خواهد شد که موجب افزایش میزان استفاده افراد و به نوعی افزایش مطلوبیت^۳ آن گردد.

^۱ - Modal Split Models

^۲ - Traffic Assignment

^۳ - Utility

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۰۲		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	۱۳۹۹ تیر	۷۸۲۰۷	۰۴		



شکل ۳-۱- مراحل ساخت و پرداخت مدل های حمل و نقل [۱]

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۰۳		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۳-۲- بررسی انواع مدل‌های تفکیک سفر

در این بخش مروری کوتاه بر برخی از مدل‌های انتخاب وسیله سفر صورت می‌پذیرد. بدین منظور ابتدا مدل‌های اولیه تفکیک سفر بررسی شده و برخی از مدل‌هایی که امروزه کاربرد وسیع‌تری دارند معرفی می‌شوند.

۳-۲-۱- مدل تفکیک سفر بر اساس مبدأ سفر^۱

در گذشته به خصوص در کشور آمریکا عقیده بر آن بود که خصوصیات فردی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر انتخاب وسیله سفر است. به همین دلیل از مدل‌های تفکیک سفر بلافاصله پس از ایجاد سفر استفاده می‌شد. در این‌گونه مدل‌ها از آنجا که تفکیک وسیله سفر پس از ایجاد سفر انجام می‌گرفت مشخص نبود که سفر به کجا ختم خواهد گردید و در نتیجه مشخصات سفر و وسیله سفر مورد نظر به طور کلی در این مدل‌ها در نظر گرفته نمی‌شد [۲].

این طرز تفکر بر اساس این نگرش در برنامه‌ریزی حمل و نقل آمریکا به وجود آمده بود که با افزایش میزان درآمد خانوار، میزان تقاضای خرید خودرو و در نتیجه استفاده از آن افزایش می‌یابد که این امر مستقل از خصوصیات سفر این خانوار قلمداد می‌گردید.

هدف از برنامه‌ریزی حمل و نقل در آن هنگام پیش‌بینی میزان رشد تقاضای سفر با خودروی شخصی برای بهینه‌سازی تخصیص منابع در ایجاد تسهیلات مناسب برای حرکت راحت و روان خودروها بود. مدل‌های تفکیک سفر در این دوران فقط متغیرهایی مانند درآمد، مالکیت خودرو و تراکم ناحیه مسکونی را در نظر می‌گرفتند. گاهی مواقع نیز امکان دستیابی به تسهیلات حمل و نقل همگانی به عنوان یک متغیر تحت عنوان دسترسی وارد این‌گونه مدل‌ها می‌گردید.

در کوتاه مدت این مدل‌ها می‌توانستند نتایج بسیار مناسب و دقیقی ارائه دهند به خصوص در صورتی که امکان دستیابی به حمل و نقل همگانی برای تمام نواحی مورد مطالعه یکسان و میزان تراکم ترافیک کم باشد. البته این مدل‌ها به متغیرهای مربوط به سیاست‌گذاری نیز خیلی مرتبط نبودند که به عنوان یکی از نقاط ضعف آن‌ها شناخته می‌شد. به نظر می‌رسد تصمیم‌گیرندگان با استفاده از این مدل‌ها نمی‌توانند کاری به منظور افزایش میزان استفاده از حمل و نقل همگانی انجام دهند. به عبارت دیگر، بر اساس این مدل‌ها، بهبود کیفیت حمل و نقل همگانی، ممنوعیت پارکینگ و قیمت‌گذاری معابر هیچ کدام نمی‌توانند میزان استفاده از حمل و نقل همگانی را تغییر دهند.

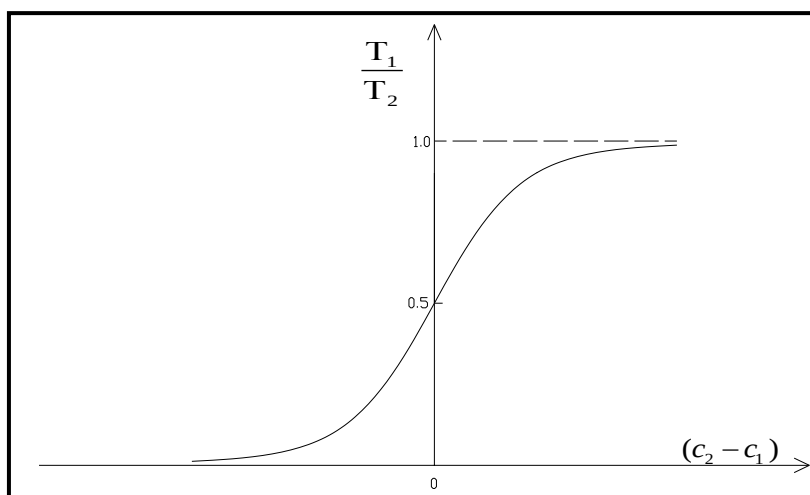
1- Trip-End modal split models

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۰۴		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۳-۲-۲- مدل‌های تبادل سفر تفکیک وسیله^۱

می‌توان گفت که تفکیک وسیله سفر در اروپا از ابتدا، پس از مرحله توزیع سفر^۲ انجام می‌گرفت. این امر دارای مزیت استفاده از خصوصیات و مشخصات مبدأ- مقصد بوده و در دسترس بودن وسایل سفر در نواحی مختلف را در نظر می‌گیرد. ولی از آنجا که ماتریس‌های مبدأ- مقصد به صورت همفزون^۳ بوده و استفاده از خصوصیات افراد و خانوار در این مدل‌ها عملاً امکان‌پذیر نبود، این گونه خصوصیات اصلاً در مدل‌ها به کار گرفته نمی‌شد [۲].

مدل‌هایی که در ابتدا از این نوع ساخته می‌شد، فقط یک یا دو مشخصه مانند زمان سفر (عمدتاً زمان داخل خودرو) را برای تفکیک وسیله در نظر می‌گیرند. مشاهده گردید که منحنی‌های S شکل عموماً این گونه رفتارها را بهتر نشان می‌دهند. شکل ۲-۳ نمونه‌ای از این گونه نمودارها را نشان می‌دهد که می‌توان در آن نسبت استفاده از وسیله سفر شماره (۱) را در مقابل میزان اختلاف هزینه وسیله‌های مورد نظر مشاهده نمود. در این شکل، C_1 و C_2 ، به ترتیب، هزینه متناظر با وسیله نقلیه نوع ۱ و وسیله نقلیه نوع ۲ است. همچنین، T_1/T_2 بیانگر نسبت استفاده از وسیله نقلیه نوع ۱ به استفاده از وسیله نقلیه نوع ۲ است. همانطور که در شکل ۲-۳ مشاهده می‌شود، هرچه، اختلاف بین هزینه استفاده از وسیله نقلیه دوم و هزینه استفاده از وسیله نقلیه نوع اول بیشتر می‌شود، ضریب T_1/T_2 افزایش می‌یابد. این به این معنی است که در چنین شرایطی، تمایل مسافران برای انتخاب وسیله نقلیه نوع ۲ کم می‌شود.



شکل ۲-۳- منحنی تفکیک وسیله

1- Trip interchange modal split models

۲- Trip Distribution

۳- Aggregate

 مهندسین مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۰۵		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

این منحنی‌ها، تجربی هستند (البته برخی روش‌های تئوریک نیز برای برآورد آن‌ها ارایه شده است) که بر اساس مشاهده و با استفاده از متدلوژی برآورد منحنی‌های تعیین نسبت تعداد خودرویی که از یک مسیر انحرافی حرکت می‌کنند، به دست می‌آید. به همین علت این‌گونه منحنی‌ها به منحنی‌های انحراف^۱ نیز شهرت یافته‌اند [۲]. به طور مثال در مطالعات جامع حمل و نقل شهر لندن از منحنی‌های انحراف برای پیش‌بینی تعداد سفرهای انجام شده با حمل و نقل همگانی به محدوده‌های مرکزی و غیرمرکزی شهر با اهداف مختلف استفاده گردید.

یکی از محدودیت‌های این‌گونه مدل‌ها آن است که فقط برای ماتریس‌های مبدأ- مقصدی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند که امکان انتخاب وسیله‌های مورد نظر برای همه مسافران آن‌ها وجود داشته باشد. این ماتریس، عموماً ماتریس سفرهای افرادی است که دسترسی به خودروی شخصی دارند، هر چند که انتخاب بین انواع وسیله‌های حمل و نقل همگانی نیز برایشان امکان‌پذیر است.

از آنجا که این مدل‌ها دارای زمینه تئوریک قوی نیستند توانایی آن‌ها در پیش‌بینی میزان تفکیک وسیله، جای شبهه دارد. این‌گونه مدل‌ها همچنین برخی از متغیرهای مربوط به سیاست‌گذاری را همچون کرایه، هزینه پارکینگ و غیره در نظر نمی‌گیرند. از طرفی با توجه به اینکه این مدل‌ها از نوع هم‌فزون هستند، نمی‌توانند برخی مشخصات مربوط به خانوارها و محدودیت‌های آنان را به خوبی در نظر گیرند.

۳-۲-۳- مدل‌های انتخاب گسسته^۲ و فرض‌های آن‌ها

پایه و اساس مدل‌های انتخاب گسسته، تئوری مطلوبیت‌های احتمالی است که به طور کلی موارد زیر را بیان می‌دارد:

۱- افرادی که در یک جامعه یکسان و همگون Q زندگی می‌کنند رفتار منطقی دارند و اطلاعات آنان در رابطه با محیط اطرافشان کامل است. یعنی این افراد همیشه گزینه‌هایی را انتخاب می‌کنند که مطلوبیت فردی آنان را حداکثر کند. این انتخاب با توجه به محدودیت‌های قانونی، اجتماعی، فیزیکی و بودجه‌ای (هم اقتصادی و هم زمانی) صورت می‌گیرد [۳].

۲- تعداد مشخصی گزینه برای انتخاب وجود دارد، $A = \{A_1, \dots, A_j, \dots, A_N\}$ ، و برداری که دربردارنده خصوصیات افراد و گزینه‌ها باشد، X ، نیز موجود است. هر فرد q دارای تعدادی خصوصیات، $x \in X$

^۱- Diversion curve

^۲- Discrete Choice

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۰۶		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

، است که باید از بین مجموعه‌ای از گزینه‌ها، $A(q) \in A$ ، گزینه‌ای را انتخاب نماید. در ادامه فرض می‌شود که مجموعه انتخاب‌هایی (گزینه‌هایی) که فرد پیش‌رو دارد، مشخص باشد. این بدان معنی است که این محدودیت‌ها قبلاً مورد بررسی قرار گرفته و گزینه‌هایی که به علت این محدودیت‌ها انتخابشان امکان‌پذیر نباشد از مجموعه گزینه‌ها حذف شده و هر شخصی می‌تواند هر گزینه‌ای را که دوست دارد انتخاب نماید [۳].

هر گزینه $A_j \in A$ دارای مطلوبیتی به شکل U_j است. مدل‌ساز که در واقع یک مشاهده‌گر است، اطلاعات کاملی نسبت به عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری افراد و مطلوبیت آن‌ها ندارد، در نتیجه U_j که تابع مطلوبیت است از نظر وی دارای دو بخش خواهد بود. یک قسمت مشخص و قابل محاسبه به نام V_j که بر اساس مشخصات کمی افراد و گزینه‌ها تعیین می‌شود. یک قسمت احتمالاتی ε_j که نشان‌دهنده خطاها و سلايق خاص افراد مورد مطالعه است. در نتیجه لازم است رابطه زیر مدنظر قرار گیرد:

$$U_j = V_j + \varepsilon_j \quad (1)$$

با استفاده از این رابطه می‌توان دو حالت استثنایی را مدل‌سازی نمود؛ حالت اول مربوط به هنگامی است که دو نفر با خصوصیات یکسان که می‌توانند از مجموعه گزینه‌های یکسانی انتخاب نمایند، ممکن است انتخاب‌های متفاوتی انجام دهند. حالت دوم، هنگامی است که فرد یا از روی نداشتن اطلاعات کافی از وضعیت سیستم و خطا در تشخیص، بهترین گزینه به دست آمده توسط پارامترهای مدل را انتخاب نمی‌کند و یا برخی عوامل در انتخاب او علاوه بر موارد فوق وجود دارد که در مدل در نظر گرفته نشده است [۳].

برای استفاده از این مدل‌ها باید توجه داشت که افراد باید مجموعه انتخاب و محدودیت‌های یکسانی داشته باشند. در این رابطه ε_j متغیر تصادفی است که دارای توزیع احتمال مشخص است. عبارت V_j برای فرد q نیز مطابق زیر تعریف می‌شود [۳]:

$$V_{jq} = \sum_k \theta_{kj} x_{jkq} \quad (2)$$

در این رابطه، x_{jkq} نشان‌دهنده مقدار خصوصیت k ام برای فرد q و گزینه j است. همچنین، θ_{kj} پارامتری است که باید بر اساس مشاهدات تخمین زده شود.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۰۷		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۳- شخص q گزینه‌ای را انتخاب می‌نماید که دارای بیشترین مطلوبیت برای او خواهد بود، بدین‌سان یک گزینه فقط در صورتی انتخاب می‌شود که:

$$U_{jq} \geq U_{iq}, \quad \forall A_i \in A(q) \quad (3)$$

و همچنین:

$$V_{jq} - V_{iq} \geq \varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq} \quad (4)$$

در نتیجه بدون صرف نظر کردن از مقدار متغیر تصادفی موجود در مدل می‌توان رابطه زیر را نوشت:

$$P_{jq} = \Pr\{\varepsilon_{iq} \leq \varepsilon_{jq} + (V_{jq} - V_{iq}), \quad \forall A_i \in A(q)\} \quad (5)$$

از آنجا که توزیع احتمالی این متغیر تصادفی مشخص نیست. در این مرحله امکان ایجاد یک مدل برای تحلیل آن وجود ندارد. تنها چیزی را که در اینجا می‌توان بیان نمود آن است که این خطاها دارای یک توزیع احتمالی هستند. همچنین لازم به ذکر است که تابع مطلوبیت نیز دارای همان توزیع احتمالی خطاهاست، ولی مقدار متوسط آن به جای صفر برابر مقدار V خواهد بود. در نتیجه می‌توان رابطه فوق را به صورت زیر بازنویسی نمود:

$$P_{jq} = \int_{R_N} f(\varepsilon) d\varepsilon \quad (6)$$

که در این رابطه:

$$R_N = \begin{cases} \varepsilon_{iq} \leq \varepsilon_{jq} + (V_{jq} - V_{iq}) \\ V_{jq} + \varepsilon_{jq} \geq 0 \end{cases} \quad \forall A_i \in A(q)$$

مدل‌های مختلفی را می‌توان بر اساس اینکه خطاها دارای چه تابع توزیعی هستند ساخت. یکی از مهمترین انواع مدل‌ها آن‌هایی هستند که با استفاده از اصل استقلال و یکسان بودن توزیع خطاها^۱ ساخته می‌شوند. در این صورت می‌توان رابطه زیر را برای تجزیه تابع احتمالی خطا بازنویسی کرد:

$$f(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_N) = \prod_n f(\varepsilon_n) \quad (7)$$

که در این رابطه $f(\varepsilon_n)$ توزیع مطلوبیت مربوط به گزینه A_n است و در نتیجه رابطه کلی ۶ به صورت رابطه ۸ نوشته می‌شود:

$$P_j = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\varepsilon_j) d\varepsilon_j \prod_{i \neq j} \left(\int_{-\infty}^{V_j - V_i + \varepsilon_j} f(\varepsilon_i) d\varepsilon_i \right) \quad (8)$$

1-Independent and Identically Distributed (IID) residuals

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۰۸		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

لازم به ذکر است تلاش‌های بسیار زیادی به منظور یافتن شکل مناسبی برای تابع f و حل مسئله فوق توسط محققان انجام گرفته است [۳].

از طرفی باید توجه شود که شرط استقلال و یکسان بودن توزیع خطاها نشان می‌دهد که گزینه‌ها باید مستقل باشند، در حالی که به کار بردن وسایل سفر ترکیبی مانند خودرو- قطار از این اصل پیروی نمی‌کند [۳].

واضح است که احتمال انتخاب گزینه j ، P_j ، وابسته به نوع تابع چگالی احتمال عبارت خطا ε_i است. در مدل‌های انتخاب گسسته، عموماً، تابع چگالی احتمال خطا را نرمال ۱ یا گامبل ۲ فرض می‌نمایند. فرض تابع چگالی احتمال گامبل برای عبارت خطا، منجر به مدل لوجیت ۳ و فرض تابع چگالی احتمال نرمال برای عبارت خطا، منجر به مدل پروبیت ۴ می‌شود.

۳-۲-۴- مدل‌های لوجیت چند گانه

این مدل‌ها ساده‌ترین و کاربردی‌ترین مدل‌های انتخاب گسسته هستند. برای استخراج روابط مرتبط با این مدل، می‌توان توزیع خطاها را از نوع گامبل مستقل و یکسان فرض نمود.

فرض کنید که توزیع متغیر تصادفی خطا، ε ، گامبل باشد. در اینصورت، تابع چگالی احتمال $f(\varepsilon)$ و تابع توزیع تجمعی احتمال $F(\varepsilon)$ به صورت زیر تبیین می‌شوند:

$$f(\varepsilon) = \beta e^{-\beta(\varepsilon-\beta)} \exp(-e^{-\beta(\varepsilon-\beta)}) \quad (9)$$

$$F(\varepsilon) = \exp(-e^{-\beta(\varepsilon-\eta)}) \quad \mu > 0 \quad (10)$$

که β و η پارامترهای تابع توزیع گامبل هستند. برخی از ویژگی‌های اصلی تابع توزیع گامبل به صورت زیر است:

- ویژگی ۱: $\eta + \gamma / \beta$ ، میانگین متغیر تصادفی ε و γ ثابت اویلر است.
- ویژگی ۲: $\pi^2 / 6\beta^2$ واریانس متغیر تصادفی ε است.
- ویژگی ۳: اگر توزیع متغیر تصادفی ε گامبل با پارامترهای (η, β) باشد و همچنین $\alpha > 0$ و v مقادیر ثابتی باشند آنگاه توزیع متغیر تصادفی $\alpha\varepsilon + v$ هم گامبل با پارامترهای $(\alpha\eta + v, \beta/\alpha)$ است

^۱ Normal Distribution

^۲ Gumbel Distribution

^۳ Logit Model

^۴ Probit Model

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۰۹		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

- ویژگی چهارم: اگر ε_1 و ε_2 متغیرهای تصادفی با تابع توزیع گامبل و به ترتیب با پارامترهای (η_1, β) و (η_2, β) باشند آنگاه توزیع متغیر تصادفی $\varepsilon^* = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$ ، لجستیک^۱ است به طوری که:

$$F(\varepsilon^*) = \frac{1}{1 + e^{\beta(\eta_2 - \eta_1 - \varepsilon^*)}} \quad (11)$$

- ویژگی پنجم: اگر متغیرهای مستقل تصادفی $(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_J)$ دارای توزیع گامبل با پارامترهای $[(\eta_1, \beta), \dots, (\eta_J, \beta)]$ باشند آنگاه توزیع ماکزیمم آن متغیرها $\max(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_J)$ هم گامبل است که پارامترهای آن به صورت $(\frac{1}{\beta} \ln \sum_{j=1}^J e^{\beta \eta_j}, \beta)$ است.

حال با توجه به ویژگی‌های تابع چگالی احتمال گامبل، برای محاسبه احتمال انتخاب گزینه j با فرض $\eta = 0$ می‌توان نوشت:

$$P_j = \Pr[U_j \geq U_l, \quad \forall l \in A] = \Pr[V_j + \varepsilon_j \geq V_l + \varepsilon_l, \quad \forall l \in A] \\ = \Pr[V_j + \varepsilon_j \geq \max_{l=1, \dots, N, l \neq j} (V_l + \varepsilon_l)] \quad (12)$$

متغیر تصادفی $U^* = \max_{l=1, \dots, N, l \neq j} (V_l + \varepsilon_l)$ را فرض نمایید. طبق ویژگی آخر تابع گامبل، U^* نیز دارای توزیع گامبل با پارامترهای $(\frac{1}{\beta} \ln \sum_{l, l \neq j} e^{\beta V_l}, \beta)$ است؛ و بر اساس ویژگی سوم می‌توان نوشت:

$$U^* = V^* + \varepsilon^* = \frac{1}{\beta} \ln \sum_{l, l \neq j} e^{\beta V_l} + \varepsilon^* \quad (13)$$

در رابطه فوق ε^* یک متغیر تصادفی با توزیع گامبل است که پارامترهای آن $(0, \beta)$ هستند. لذا، احتمال انتخاب گزینه j برابر است با:

$$P_j = \Pr[V_j + \varepsilon_j \geq V^* + \varepsilon^*] = \Pr[(V^* + \varepsilon^*) - (V_j + \varepsilon_j) \leq 0] \quad (14)$$

در نهایت، طبق چهارمین ویژگی تابع توزیع گامبل می‌توان نوشت:

$$P_j = \frac{1}{1 + e^{\beta(V^* - V_j)}} = \frac{e^{\beta V_j}}{e^{\beta V_j} + \exp(\ln \sum_{l, l \neq j} e^{\beta V_l})} = \frac{e^{\beta V_j}}{\sum_{l=1}^N e^{\beta V_l}} \quad (15)$$

در رابطه فوق، N ، تعداد گزینه‌های انتخاب است. رابطه معروف لوجیت است. لازم به ذکر است که در رابطه فوق، پارامترهای تابع مطلوبیت هر گزینه انتخاب، بر اساس مشاهدات به روش بیشینه درست‌نمایی پرداخت می‌شوند.

^۱ Logistic Distribution

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۱۰		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۳-۳- جمع آوری و دسته بندی اطلاعات برای شهر ساری

در آمارگیری مبدأ- مقصد ساکنان شهر ساری که شرح کامل آن و نتایج آن در گزارش بند ۲-۴-۱ شرح خدمات ارائه شد، اطلاعات سفرهای مشاهده شده، ابتدا به دو گروه کلی خانه- مبنا^۱ و غیر خانه مبنا^۲ تقسیم می‌شوند. حدود نیمی از سفرهای خانه مبنا با شروع از خانه به وقوع می‌پیوندند و نیمه دیگر در مدت زمانی طولانی‌تر و با هدف بازگشت به خانه صورت می‌گیرند. سفرهای بازگشت به خانه معمولاً جزء آخرین سفرهای صورت گرفته توسط فرد در طول یک روز بوده و صرفاً به دلیل ویژگی‌های خانه که حضور اعضای خانوار را در انتهای روز ضروری می‌کند، صورت می‌گیرد. بنابراین ویژگی‌های این سفر بسیار وابسته به خصوصیات خانه بوده و خانه تولید کننده آن محسوب می‌شود و بر این اساس، این سفرها را نیز خانه مبنا در نظر می‌گیرند. تفاوت سفرهای خانه مبنا از نوع بازگشت به خانه و از نوع شروع از خانه در زمان وقوع این سفرها بوده که با در نظر گرفتن چهار دوره زمانی برای وقوع سفر، اوج صبح، اوج ظهر، اوج عصر و غیراوج در نظر گرفته می‌شود. پس از دسته‌بندی کلی سفرها به سفرهای خانه مبنا و هیچ سرخانه، شایسته است سفرهای خانه مبنا بر اساس اهداف سفرهای صورت گرفته به دسته‌های کوچک‌تری تقسیم‌بندی شوند. این تقسیم‌بندی بر اساس اهداف، کاملاً منطقی است، زیرا می‌توان گفت افراد با توجه به نوع سفری که می‌خواهند انجام دهند، به روش‌های متفاوتی وسیله سفر خود را انتخاب می‌کنند. برای به دست آوردن جداول و ماتریس‌هایی به تفکیک هدف سفر و از نوع خانه مبنا باید ماتریس‌های خانه مبنای با شروع از خانه را با ترانهاده ماتریس سفرهای بازگشت به خانه جمع کرد، تا از این طریق سفرهای خانه مبنا به نقاط تولید و جذب خود، مربوط شوند و می‌توان گفت که پس از این مرحله نقاط ابتدا و انتهای سفر به درستی نقاط تولید و جذب یک سفر هستند. جزئیات بیشتر در گزارش مدل‌های ایجاد سفر ارایه شده است.

۳-۳-۱- انتخاب وسایل سفر غالب به تفکیک هدف سفر

در این مرحله و پس از به دست آوردن ماتریس (جداول) سفرها به تفکیک هدف سفر و شیوه سفر، آن دسته از وسایل سفر که بیشترین سهم را در انجام سفرها داشته باشند، با عنوان وسایل سفر غالب انتخاب می‌شوند. سهم وسایل سفر به تفکیک هدف سفر به ترتیب در جدول (۵-۱) نشان داده شده است. در این

^۱ - Home- Base

^۲ - Non- Home- Base

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۱۱		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

جداول، تنها اطلاعات به کاررفته برای مدل سازی تفکیک سفر ارایه شده اند، و اطلاعات مربوط به همه داده های سفر (از جمله شیوه سفر پیاده) در گزارش مبدأ-مقصد خانوار قابل دسترسی است. ملاک انتخاب وسیله سفر غالب آن بوده است که در بیشتر از ۱۰ درصد سفرها از آن استفاده شده باشد. لکن، در این مطالعات برای در نظر گرفتن تأثیر رفتار مسافران در قبال استفاده از شیوه های سفر مختلف و در نتیجه امکان استفاده از مدل ها برای مدیریت تقاضا، میزان ۳/۵ درصد انتخاب شده است. بر این اساس، جدول ۳-۲ نشان می دهد که در هر هدف چه وسایل سفری برای ساخت مدل تفکیک به کار رفته اند.

جدول ۳-۱- درصد سفرهای شهروندان شهر ساری به تفکیک هدف و وسیله سفر در حالت تعمیم یافته

اهداف سفر	شیوه های سفر					
	سواری	تاکسی	سرویس مدرسه	همگانی	موتورسیکلت	پیاده
شغلی	۵۷	۲۱/۵	۰	۳/۶	۴/۴	۱۰/۹
تحصیلی	۱۷	۲۴/۵	۲۱/۴	۴/۲	۰/۱	۳۱/۸
خرید	۲۱/۳	۴۰/۵	۰	۸	۰/۶	۲۹/۳
کار شخصی	۴۶/۹	۲۵/۲	۰	۲/۷	۰/۶	۲۴/۲
تفریح	۳۷/۲	۲۲/۹	۰	۱/۸	۰/۸	۳۶/۳
غیر خانه مبنا	۴۵/۴	۲۷/۵	۰	۲/۸	۳/۴	۱۸/۹

جدول ۳-۲- وسایل غالب به تفکیک هدف سفر

هدف سفر	وسایل سفر غالب
شغلی	سواری شخصی، تاکسی، همگانی، پیاده روی و موتورسیکلت
تحصیلی	سواری شخصی، تاکسی، سرویس مدرسه، همگانی و پیاده روی
خرید	سواری شخصی، تاکسی، همگانی و پیاده روی
کار شخصی	سواری شخصی، تاکسی و پیاده روی
تفریح	سواری شخصی، تاکسی و پیاده روی
غیر خانه مبنا	سواری شخصی، تاکسی و پیاده روی

در برخی از مطالعات پیشین، وسایل نقلیه موتور سیکلت و دوچرخه تحت عنوان یک وسیله نقلیه در نظر گرفته شده است. از نظر این مهندسين مشاور، این دو وسیله که یکی از آن ها وسیله نقلیه موتوری و دیگری غیر موتوری است، به غیر از داشتن دو چرخ، شباهت دیگری نداشته، و نحوه استفاده و هدف از استفاده آن ها متفاوت است. شاغلین از وسیله نقلیه موتور برای سفرهای شغلی خود استفاده می کنند. در تمامی اهداف سفر به جز سفر تحصیلی، طریقه های سفر سواری، تاکسی، اتوبوس، پیاده روی و موتور سیکلت مدهای غالب سفر هستند. در مدل سازی هدف تحصیلی، به جای وسیله موتور سیکلت، وسیله سرویس مدرسه در نظر گرفته شده

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۱۲		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

است. همچنین شیوه استفاده از دوچرخه به دلیل سهم کم در مدل ها وارد نشده است. در مورد وسایل نقلیه غیر غالب که در مدل های تفکیک به آن ها پرداخته نمی شود، سهم این وسایل در سال افق، مانند سال پایه فرض می شود، بر این اساس، پس از مرحله توزیع سفر، سهم مربوط به کل وسایل نقلیه غیر غالب (که برابر با سهم آن ها در سال پایه است) از کل سفرهای صورت گرفته کسر می گردد و بر روی سفرهای باقی مانده، بر اساس مدل های تفکیک ساخته شده، تفکیک سفر صورت می گیرد. پس از تفکیک وسایل غالب، با توجه به توضیح داده شده، سهم وسایل غیر غالب از روی سفرهای کسر شده محاسبه شده و به همراه نتایج خروجی مدل های تفکیک ارایه می گردد.

۳-۳-۲- متغیرهای تفکیک سفر

متغیرهای مورد استفاده در مدل های تفکیک وسیله سفر را می توان به چهار دسته کلی تقسیم کرد که عبارتند از: خصوصیات عملکردی و فیزیکی سیستم های حمل و نقل، خصوصیات فیزیکی شبکه، متغیرهای اقتصادی- اجتماعی جامعه و خصوصیات سفر. اغلب خصوصیات عملکردی شبکه، خروجی های نرم افزار VISUM هستند که پس از تخصیص ترافیک بر شبکه به دست می آیند (همانند زمان سفر خودروها و زمان پیاده روی). مثال هایی از متغیرهای مورد نظر که برای مدل سازی تفکیک شهر ساری امتحان خواهند شد در ادامه و تنها برای روشن شدن مطلب توضیح داده می شوند.

۳-۳-۱- خصوصیات عملکردی و فیزیکی سیستم های حمل و نقل

FFT: بیانگر زمان سفر جریان آزاد (دقیقه) است. این زمان سفر برای سواری شخصی، تاکسی و موتور برابر در نظر گرفته شده است.

RT: زمان سفر بین یک مبدا و مقصد در حالت اوج (دقیقه).

PTT: کل زمان سفر با وسیله اتوبوس (دقیقه).

IVTT: زمان سفر داخل اتوبوس (دقیقه).

PTIVD: طول سفر همگانی در اتوبوس (کیلومتر).

WT: زمان انتظار در ایستگاه مبدا برای سوار شدن به اتوبوس (دقیقه).

PTWD: فاصله پیاده روی جهت دسترسی به ایستگاه اتوبوس (کیلومتر).

PTWT: زمان پیاده روی جهت دسترسی به ایستگاه اتوبوس (دقیقه).

WKD: طول پیاده روی جهت دسترسی به ایستگاه اتوبوس (کیلومتر).

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۱۳		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

۳-۳-۲-۲- متغیرهای مربوط به شکل فیزیکی شبکه

$ADIS$: فاصله هوایی بین مبدأ و مقصد سفر (کیلومتر).

$RDIS$: کوتاه‌ترین فاصله زمینی بین زوج مبدأ- مقصدهای داخلی بر روی شبکه معابر خیابانی که بر

حسب کیلومتر است

۳-۳-۲-۳- متغیرهای اقتصادی- اجتماعی جامعه

CPC : سرانه مالکیت خودروی شخصی در ناحیه ترافیکی محل سکونت فرد.

HD : متوسط بعد خانوار در ناحیه ترافیکی محل سکونت فرد.

۳-۳-۲-۴- خصوصیات سفر

IN : متغیر دامی (صفر-یک) این متغیر برابر با یک است اگر مبدأ و مقصد سفر در یک ناحیه ترافیکی

واقع شده باشد و برابر با صفر است در غیر این صورت.

۳-۴- تخمین پارامترهای مدل به روش تمایل بیشینه^۱

در این بخش، برخی مفاهیم مورد استفاده در محاسبه شاخص‌ها و معیارهای آماری مورد استفاده در

ساخت مدل‌های تفکیک سفر مورد اشاره قرار می‌گیرد.

در بعضی از آزمون‌های آماری روند کار بدین صورت است که حالت برآورد شده برای مدل با حالتی که

سهم تمام وسایل سفر مورد نظر یکسان باشد و یا حالتی که سهم تمام وسایل سفر مورد نظر برابر با درصد

استفاده از وسایل سفر در وضع موجود باشد، مقایسه می‌گردد. براین اساس چهار حالت به صورت زیر تعریف

می‌گردد:

۱- حالتی که تمام ضرایب در مدل صفر باشد^۲ و سهم تمام وسایل با هم برابر در نظر گرفته شود.

۲- حالتی که تابع مطلوبیت هر وسیله سفر برابر با سهم آن در وضع موجود قرار داده شود.^۳

۳- حالتی که ضرایب در توابع مطلوبیت بر اساس روش تمایل بیشینه تخمین زده شود.

۴- حالتی که مدل ارایه شده پیش‌بینی آینده را بسیار مناسب و کامل انجام داده است^۴ که این حالت به

عنوان حد نهایی فرض شده و قابل دستیابی نیست.

^۱ - Maximum Likelihood Estimation

^۲ - Zero Coefficients Models

^۳ - Constants-Only Models

^۴ - Perfect Prediction Model

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۱۴		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

حالت ۴ در واقع ماکزیمم مقدار تمایل را نشان می‌دهد که در این حالت مدل کاملاً بر مشاهدات منطبق است. در مقام تمثیل می‌توان آن را در مدل‌های رگرسیون با برازش $R^2 = 1$ مشابه دانست. با توجه به دسته‌بندی فوق، در ادامه، توضیحاتی در مورد تئوری روش تخمین تمایل بیشینه داده می‌شود.

۳-۴-۱- تئوری روش تخمین تمایل بیشینه

روش تخمین تمایل بیشینه شامل دو گام مهم است:

۱- یافتن تابع چگالی احتمال توأم^۱ برای نمونه مشاهده شده که تابع تمایل نامیده می‌شود.

۲- یافتن مقادیر متغیرها به گونه‌ای که تابع تمایل را بیشینه کنند.

روش تمایل بیشینه، شامل یافتن متغیرهای مدل به گونه‌ای است که احتمال رخ دادن مشاهدات صورت گرفته را بیشینه کند. بدین ترتیب، اگر تابع احتمال مورد نظر از نوع لجیت باشد، ضرایب مورد نظر در توابع مطلوبیت گزینه‌های مختلف به گونه‌ای تخمین زده می‌شود که احتمال به دست آمده از تابع احتمال، به احتمال به دست آمده از مشاهدات وضع موجود بسیار نزدیک باشد.

لازم به ذکر است که، در انتها پس از ساخت مدل‌های تفکیک و به دست آوردن توابع مطلوبیت وسایل مختلف بر پایه سفرهای تعمیم نیافته، به منظور برابر شدن تعداد کل سفرهای تخمین زده شده و مشاهده شده در حالت تعمیم یافته، ضریب ثابت توابع مطلوبیت، به صورت زیر تصحیح می‌شود:

$$K'_i = K_i - \ln \left(\frac{Test_i}{Tobs_i} \right)$$

که در آن K_i و K'_i به ترتیب ضریب ثابت تابع مطلوبیت گزینه i قبل از تصحیح و بعد از تصحیح بوده و $Tobs_i$ تعداد کل سفرهای مشاهده شده در حالت تعمیم یافته برای گزینه i و $Test_i$ تعداد کل سفرهای برآورد شده در حالت تعمیم یافته برای گزینه i است.

۳-۵- نتایج پرداخت مدل‌های تفکیک سفر برای شهر ساری

در این بخش، مدل‌های تفکیک سفر که برای اهداف مختلف سفر شهروندان ساکن شهر ساری ساخته و پرداخت شده‌اند، ارائه می‌شود. مدل‌سازی در نرم‌افزار بایوجم انجام شده است. لازم به ذکر است که در ادامه این متن، U_{Car} ، U_{Taxi} ، $U_{School-Bus}$ ، U_{Bus} ، U_{Motor} و U_{Walk} به ترتیب، بیانگر توابع مطلوبیت متناظر با سواری شخصی، تاکسی، سرویس مدرسه، اتوبوس، موتورسیکلت و پیاده‌روی هستند.

^۱ Join Probability Densy Function

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۱۵		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۳-۵-۱- سفرهای خانه مبنا با هدف شغلی

برای ساخت مدل، از اطلاعات تعمیم نیافته (نمونه آماری) بانک اطلاعاتی آمارگیری مبدأ- مقصد خانوار استفاده شد. به کمک نرم افزار بایوجم^۱ و روش بیشینه احتمال، تابع مطلوبیت سواری شخصی، تاکسی، اتوبوس، پیاده روی و موتور سیکلت تخمین زده شده است. در نهایت مدل های تخمین زده شده، پس از انجام عملیات تصحیح ضرایب ثابت توابع مطلوبیت به شرح زیر هستند.

$$U_{Car} = -0.2609 - 0.0939FFT + 4.01CPC$$

$$U_{Taxi} = -0.201 - 0.0862RDIS$$

$$U_{Bus} = -0.7575 - 0.211IVT - 0.299WT - 0.290PTWT$$

$$U_{Motor} = 1.2239 - 11.8CPC$$

$$U_{Walk} = 0.7191 - 1.59ADIS + 0.833IN$$

۳-۵-۲- سفرهای خانه مبنا با هدف تحصیلی

مدل های تخمین زده شده، برای سفرهای با هدف آموزشی پس از انجام عملیات تصحیح ضرایب ثابت توابع مطلوبیت به شرح زیر هستند.

$$U_{Car} = 0.0028 - 0.708ADIS + 6.58CPC$$

$$U_{Taxi} = 1.5594 - 0.372ADIS$$

$$U_{School-Bus} = 2.3872 - 0.664ADIS$$

$$U_{Bus} = 2.0772 - 0.0372PTT - 7.55CPC$$

$$U_{Walk} = 4.2748 - 2.02ADIS + 0.459IN$$

۳-۵-۳- سفرهای خانه مبنا با هدف خرید

مدل های تخمین زده شده، پس از انجام عملیات تصحیح ضرایب ثابت توابع مطلوبیت به شرح زیر هستند.

$$U_{Car} = 0.0057 - 0.311RTT + 7.48CPC$$

$$U_{Taxi} = 2.677 - 0.620RDIS$$

$$U_{Bus} = 1.1373 - 0.0882PTT$$

$$U_{Walk} = 4.3920 - 1.59RDIS + 0.684IN$$

^۱ Biogeme

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۱۶		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	۱۳۹۹ تیر	۷۸۲۰۷	۰۴		

۳-۵-۴- سفرهای خانه مبنا با هدف کار شخصی

مدل‌های تخمین زده شده، پس از انجام عملیات تصحیح ضرایب ثابت توابع مطلوبیت به شرح زیر هستند.

$$U_{Car} = -0.0292 + 0.461 RDIS$$

$$U_{Taxi} = -1.3809 + 0.715 RDIS$$

$$U_{Walk} = 1.1909 - 0.598 ADIS$$

۳-۵-۵- سفرهای خانه مبنا با هدف تفریحی

مدل‌های تخمین زده شده، پس از انجام عملیات تصحیح ضرایب ثابت توابع مطلوبیت به شرح زیر هستند.

$$U_{Car} = -0.0592 + 7.1 CPC$$

$$U_{Taxi} = 1.4381 + 0.0659 FFT$$

$$U_{Walk} = 3.3490 - 1.06 ADIS + 1.2 IN$$

۳-۵-۶- سفرهای غیر خانه مبنا

مدل‌های تخمین زده شده، پس از انجام عملیات تصحیح ضرایب ثابت توابع مطلوبیت به شرح زیر هستند.

$$U_{Car} = 0.0102 + 1.02 FFT$$

$$U_{Taxi} = -0.0086 + 0.937 FFT$$

$$U_{Walk} = 1.3323 + 0.857 RDIS$$

۳-۶- ارزیابی مدل‌های تفکیک سفر شهر ساری

ارزیابی مدل‌های تفکیک سفر ساخته شده در سه بخش کلی در زیر، انجام می‌گیرد:

۱- آزمون‌های غیررسمی^۱

۲- آزمون‌های نکویی برازش^۲

۳- آزمون‌های آماری^۳

در ادامه، در مورد هر یک از دسته‌های اشاره شده معیارهایی معرفی می‌گردد که در این گزارش نیز از آن‌ها بهره گرفته شده است.

^۱ Informal Tests

^۲ Goodness of Fit

^۳ Statistical Tests

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۱۷		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	۱۳۹۹ تیر	۷۸۲۰۷	۰۴		

۳-۶-۱- آزمون‌های غیررسمی

این آزمون‌ها که معمولاً در هنگام ساخت مدل توسط کارشناس در نظر گرفته می‌شود، به صورت زیر هستند:

۳-۶-۱-۱- علامت متغیرها

با آگاهی از تأثیر مثبت و منفی متغیرها بر مدل و دید کارشناسی می‌توان صحت و منطقی بودن علائم را تشخیص داد. در این جا به دلیل این که توابع مطلوبیت با توجه به متغیرهایی که در آن‌ها وارد می‌شود، می‌توانند بیانگر عدم مطلوبیت^۱ گزینه‌ها باشند، تصمیم عجولانه در مورد علامت متغیرها صحیح نیست و باید توابع مطلوبیت به دست آمده را در کنار هم بررسی و نسبت به نوع آن‌ها نظر داد.

۳-۶-۱-۲- اختلاف (مثبت یا منفی) بین ضرایب یک متغیر در گزینه‌های مختلف

به عنوان نمونه، اگر بعضی متغیرها در هنگام ساخت تابع مطلوبیت مربوط به سواری شخصی، مانند سرانه مالکیت سواری شخصی در توابع دیگر هم استفاده شود (متغیر به صورت کلی^۲ استفاده می‌شود) باید تفاوت ضرایب آن در توابع مختلف، منطقی و معقول باشد و یا اگر اصلاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (ضریب در تابع مطلوبیت سواری صفر است) باید در دیگر توابع هنگامی که به صورت مطلوبیت هستند، منفی باشد. زیرا این متغیر مسلماً باید باعث افزایش مطلوبیت سواری شخصی یا کاهش مطلوبیت وسایل نقلیه رقیب گردد.

۳-۶-۱-۳- نسبت بین زوج متغیرها

منظور این است که اگر بین یک زوج از متغیرها رابطه به گونه‌ای وجود دارد که مثلاً اگر آن دو را بر هم تقسیم کنیم به عددی می‌رسیم که تعریف خاصی برای آن وجود دارد و قابل مقایسه است، این کار صورت گیرد و صحت عملیات تأیید شود. به عنوان مثال از تقسیم زمان سفر بر هزینه سفر می‌توان به ارزش زمانی^۳ رسید.

۳-۶-۲- آزمون‌های نکویی برازش

این معیارها عبارتند از:

۱- ρ_0^2 که معیار سنجش آن $LL(0)$ است.

^۱ Disutility

^۲ General variable

^۳ Value of time

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۱۸		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

۲- ρ_c^2 که معیار سنجش آن $LL(c)$ است.

۳- مقایسه سفرهای مشاهده شده و برآورد شده توسط مدل

۳-۶-۲-۱- آماره ρ^2

آماره ρ^2 برازندگی کلی مدل را نشان می‌دهد و بر اساس معیار سنجش مورد استفاده، انواع آن تعریف می‌گردد. در ادامه توضیحاتی در مورد هر کدام از انواع این آماره‌ها داده می‌شود.

ρ_0^2 ، برابر است با اختلاف بین لگاریتم تابع تمایل در حالت ضرایب صفر با ضرایب به دست آمده از روش تخمین تمایل بیشینه نسبت به اختلاف بین لگاریتم تابع تمایل در حالت ضرایب صفر با ضرایب به دست آمده در بهترین حالت ممکن که کامل و بی‌نقص است و به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$\rho_0^2 = \frac{LL(\beta) - LL(0)}{LL(*) - LL(0)}$$

حالت کامل و بی‌نقصی که به آن اشاره شد، احتمال پیامد هر وسیله را به گونه‌ای ارایه و برآورد می‌کند که احتمال وقوع در حالت کلی برابر با یک باشد. بر این اساس مقدار $LL(*)$ که در واقع $LL(1)$ است، برابر با صفر خواهد شد و رابطه به صورت زیر در می‌آید:

$$\rho_0^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)}$$

به طریق مشابه، ρ_c^2 به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\rho_c^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(c)}$$

مقدار $\rho^2 = 0$ بیان می‌کند که مدل به دست آمده بهتر از مدل مرجع نبوده و بهتر است که مدل مرجع

ارایه گردد و برعکس $\rho^2 = 1$ بیان می‌کند که مدل به دست آمده مدل کامل و بی‌نقصی است [۷].

جدول ۳-۳ معیارهای سنجش اشاره شده برای اهداف سفر مختلف، را ارایه می‌دهد.

جدول ۳-۳- نتایج معیارهای آماری برای اهداف سفر مختلف

هدف سفر	$LL(0)$	$LL(C)$	$LL(\beta)$	ρ_0^2	ρ_c^2
شغلی	-۸۵۴۴	-۵۲۹۲	-۴۷۴۱	۰/۴۵	۰/۱۰
تحصیلی	-۷۲۲۹	-۶۳۴۵	-۵۶۴۱	۰/۲۲	۰/۱۱
خرید	-۳۵۳۵	-۳۱۲۹	-۲۶۰۲	۰/۲۶	۰/۱۷
کار شخصی	-۱۹۳۶	-۱۸۶۲	-۱۶۴۷	۰/۱۵	۰/۱۲
تفریحی	-۲۱۵۱	-۲۱۲۳	-۱۸۰۵	۰/۱۶	۰/۱۵
هیچ سر خانه	-۹۴۸	-۹۲۶	-۸۶۴	۰/۰۹	۰/۰۷

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۱۹		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۳-۲-۶-۲- مقایسه نتایج برآورد و مشاهدات

به طور کلی روش‌های مختلفی برای ارزیابی مدل وجود دارد. در این قسمت برای ارزیابی مدل‌های ساخته‌شده، سفرهای مشاهده شده و برآورد شده (به صورت تولید و جذب) با هم مقایسه می‌شوند. بدین منظور، رابطه خطی ($Y=ax$) بین سفرهای برآورد شده و سفرهای مشاهده شده در سال پایه تعیین می‌شوند. هرچه ضریب a به یک نزدیکتر باشد و میزان R^2 رابطه خطی ارائه شده بیشتر باشد، مدل از دقت بالاتری برخوردار است. جدول ۳-۴ نتایج مقایسات را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۴- رابطه بین سفرهای مشاهده شده و برآورد شده

حالت	شیوه سفر	رابطه خطی	R^2
جذب	سواری	$Y = 0.969X$	۰/۸۸
	تاکسی	$Y = 1.067X$	۰/۹۱
	اتوبوس	$Y = 1.16X$	۰/۶
	موتور	$Y = 1.057X$	۰/۴۶
	پیاده روی	$Y = 1.026X$	۰/۷۹
	سرویس مدرسه	$Y = 1.035X$	۰/۷۵
تولید	سواری	$Y = 0.970X$	۰/۸۵
	تاکسی	$Y = 0.993X$	۰/۶۸
	اتوبوس	$Y = 1.078X$	۰/۳۵
	موتور	$Y = 0.955X$	۰/۲۵
	پیاده روی	$Y = 1.037X$	۰/۸۱
	سرویس مدرسه	$Y = 0.941X$	۰/۵۷

۳-۶-۳- آزمون‌های آماری

در این بخش ارزش وجود یا عدم وجود متغیرها به تنهایی از طریق آزمون t و ارزیابی کلی مدل، سنجیده می‌شود.

۳-۶-۳-۱- آماره t

این آماره توسط نرم‌افزار بایوجم برای هر کدام از متغیرها به تنهایی محاسبه شده است. نتایج نشان داد که برای تمامی متغیرها در تمامی مدل‌ها مقادیر p -value آماره t همواره کوچکتر از ۰/۰۵ هستند. این به این معنی است که تمامی متغیرهای استفاده شده در مدل‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار هستند.

۳-۷- جمع‌بندی

در گزارش حاضر به مدل‌سازی تفکیک سفر در شهر ساری پرداخته شد. در این مطالعه، ابتدا، انواع

 شهرداری ساری	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا			ویرایش دوم		صفحه ۱۲۰		 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	
				گزارش		قرارداد			تاریخ
				۰۴		۷۸۲۰۷			تیر ۱۳۹۹

مدل‌های تفکیک سفر و مبانی نظری مربوط به مدل‌سازی تفکیک سفر ارائه شد. در ادامه، مروری بر مطالعات خارجی در زمینه مدل‌سازی تفکیک سفر انجام شد. در بخش بعد، مدل‌های تفکیک ساخته شده برای چند شهر در داخل کشور بررسی شدند. سپس، با استفاده از نرم افزار Biogeme، مدل‌های مختلفی به تفکیک اهداف ساخته شد و بهترین آن‌ها برای مدل‌سازی تفکیک سفر انتخاب شدند. برای پرداخت، مدل‌های تفکیک از روش حداکثرسازی تمایل بیشینه استفاده شد. در این مطالعه، از چندین معیار ارزیابی نیکویی برازش و آزمون آماری برای ارزیابی مدل‌های ساخته شده و بررسی معناداری متغیرهای مستقل استفاده شد.

۳-۸- منابع و مراجع

۱. ساخت، پرداخت و اعتبارسنجی مدل‌های تفکیک سفر، مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر ارومیه، مهندسین مشاور طرح هفتم، گزارش شماره ۰۳-۳۸-۱۰۰، اردیبهشت ماه ۱۳۸۸.
2. Ortuzar. J.de.D, Willumsen. L.G, Modelling Transport, Third Edition. John Wiley Co., New York. 2001.
3. Koppelman F. Bhat .C, Mode Choice Modeling : Multinomial and Nested Logit Models, Prepared For U.S. Department of Transportation Federal Transit Administration, 2006.

 مهندسین مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۲۱		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

۴- تعیین ضرایب مدل زمان روز

در گذشته هدف از ساخت مدل‌های تقاضای سفر برآورد سفرهای انجام شده در یک شبانه‌روز بوده است. اما به مرور با ازدیاد تراکم و با احساس نیاز به تحلیل ساعت اوج (که تراکم ترافیک آن بیشتر از سایر اوقات روز است) برای ارزیابی‌های اقتصادی و زیست محیطی به تخمین تقاضا در دوره‌های مختلف از روز روی آورده شد. لازم به یادآوری است که تحقیق درباره این مدل‌ها هنوز ادامه دارد و با بروز مدل‌های نوین تولید، جذب، توزیع، تفکیک و حتی تخصیص سفر و همچنین نیاز به ارزیابی طرح‌های حمل و نقل جدید با در نظر گرفتن نحوه فعالیت‌های درون خانواری و یا زنجیره فعالیت‌ها و سفرهای فردی مدل‌های انتخاب زمان شروع سفر^۱ (یا همان زمان-روز) نیز تغییر و تجدید می‌یابند. همان‌گونه که از نام آن بر می‌آید، مدل زمان-روز، پلی برای تبدیل مقادیر برآورده شده ۲۴ ساعته به تقاضای ساعتی (دوره‌ای) از روز است.

علت نیاز به برآورد ساعتی تقاضای سفر نیاز برخی از راهبردهای برنامه‌ریزی حمل و نقل به تحلیل‌هایی در بازه زمانی کوچکتر است. به عنوان مثال، موارد ذیل نیازمند تحلیل تقاضای سفر در بازه زمانی مشخصی از روز است.

- ارزیابی تسهیلات بزرگراهی شهر و تحلیل حجم به ظرفیت و در نهایت ارایه راهکارهای لازم برای توسعه شبکه بزرگراهی
- ارزیابی سیستم‌های حمل و نقل عمومی برای برنامه‌ریزی و مدیریت ناوگان و خطوط
- تحلیل مربوط به آلودگی هوا (در بحث آلودگی هوا، اوج صبح به مراتب شرایط بحرانی‌تری نسبت به ساعات دیگر روز دارد؛ زیرا، در این بازه، آلاینده‌هایی چون اکسیدهای نیتروژن (NO_x)ها) زمان زیادتری برای واکنش دادن با نور آفتاب دارند. همچنین تجمع آزن معمولاً اواخر اوج صبح و اوایل بعدازظهر از زمان‌های دیگر بیشتر است).
- سیاست‌های مدیریت سیستم حمل و نقل (TSM)^۲ که در قالب مهندسی ترافیک و بهبود عملکرد سیستم حمل و نقل عمل می‌کند.
- مدیریت تقاضای حمل و نقل (TDM)^۳ که معمولاً به دنبال راهکارهایی برای بهبود تردد همانند کاهش تعداد سفرها و جابجایی زمان انجام پاره‌ای از سفرها است.

^۱ Departure Time Choice

^۲ Transportation System Management

^۳ Travel Demand Management

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۲۲		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

جایگاه مدل زمان-روز در شکل ۱-۴ ترسیم شده است.



شکل ۱-۴- جایگاه مدل زمان-روز در فرآیند چهار مرحله‌ای برآورد تقاضا

۱-۴- برآورد ضرایب زمان-روز

برای استخراج ضرایب زمان-روز، سه دسته پایگاه داده باید ایجاد شود: پایگاه سفرهای خانه-ابتدا، پایگاه سفرهای خانه-انتهای و پایگاه سفرهای هیچ‌سرخانه. برای تشکیل پایگاه سفرهای خانه-انتهای لازم است مشخص شود فردی که به خانه بازگشته است، با چه هدفی از خانه خارج شده و سپس آن هدف، جایگزین هدف بازگشت به خانه شود. بدین ترتیب هدف بازگشت به خانه با هدف سفر قبل فرد مورد نظر جایگزین می‌گردد. سپس، از روی هر کدام از این پایگاه‌های داده، ماتریس‌هایی برای کل شبانه‌روز و بازه‌های زمانی به تفکیک هدف و وسیله نقلیه ساخته شود. برای محاسبه ضرایب، تنها نیاز به دانستن حاصل جمع کل آرایه‌های این ماتریس‌ها است. سپس، برای هدف و وسیله نقلیه مورد نظر، تعداد سفرهای تولید شده (یا جذب شده) در بازه مورد نظر بر مجموع سفرهای تولید و جذب شده در شبانه‌روز تقسیم می‌گردد تا ضریب جهتی از خانه به بیرون (از تولید به جذب) یا از بیرون به خانه (از جذب به تولید) به دست آید. در مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر ساری برای ۵ بازه اوج صبح، اوج ظهر، اوج عصر، غیراوج و ۲۴ ساعته ضرایب زمان-روز برآورد شده است. ضرایب زمان-روز به تفکیک هدف سفر و وسیله سفر محاسبه شده‌اند. جدول ۱-۴ تا جدول ۶-۴ ضرایب زمان-روز را به تفکیک اهداف مختلف و انواع وسایل نقلیه نشان می‌دهند.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۲۳		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۱-۴- مدل زمان-روز برای سفرهای شغلی

وسيله سفر	دوره	تعداد سفر		ضريب	
		از توليد به جذب $P \rightarrow A$	از جذب به توليد $A \rightarrow P$	از توليد به جذب $P \rightarrow A$	از جذب به توليد $A \rightarrow P$
سواری	اوج صبح	۳۶۳۳۱	۵۱۵	۰/۲۲۹	۰/۰۰۳
	اوج ظهر	۶۹۷	۷۰۷۳	۰/۰۰۴	۰/۰۴۵
	اوج عصر	۳۶۶۴	۵۰۲۵	۰/۰۲۳	۰/۰۳۲
	غير اوج	۴۱۴۰۸	۶۳۷۸۵	۰/۲۶۱	۰/۴۰۲
	شبانه روز	۸۲۱۰۰	۷۶۳۹۸	۰/۵۱۸	۰/۴۸۲
تاکسی	اوج صبح	۱۵۷۹۹	۳۵	۰/۲۵۰	۰/۰۰۱
	اوج ظهر	۳۴۹	۲۶۳۸	۰/۰۰۶	۰/۰۴۲
	اوج عصر	۱۶۷۵	۳۷۱۳	۰/۰۲۷	۰/۰۵۹
	غير اوج	۱۳۳۱۲	۲۵۶۴۳	۰/۲۱۱	۰/۴۰۶
	شبانه روز	۳۱۱۳۴	۳۲۰۲۸	۰/۴۹۳	۰/۵۰۷
سرویس مدرسه	اوج صبح	۱۱۰	۱۶	۰/۱۶۴	۰/۰۲۳
	اوج ظهر	۰	۴۱	۰/۰۰۰	۰/۰۶۱
	اوج عصر	۰	۱۲۷	۰/۰۰۰	۰/۱۸۸
	غير اوج	۰	۳۸۱	۰/۰۰۰	۰/۵۶۴
	شبانه روز	۱۱۰	۵۶۵	۰/۱۶۴	۰/۸۳۶
ون	اوج صبح	۵۴۳	۰	۰/۴۲۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۶۳	۰/۰۰۰	۰/۰۴۹
	اوج عصر	۵۲	۲۰۶	۰/۰۴۰	۰/۱۵۹
	غير اوج	۱۰۵	۳۲۴	۰/۰۸۱	۰/۲۵۱
	شبانه روز	۷۰۰	۵۹۳	۰/۵۴۱	۰/۴۵۹
اتوبوس	اوج صبح	۱۰۹۳	۰	۰/۲۰۳	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۲۷۰	۰/۰۰۰	۰/۰۵۰
	اوج عصر	۰	۲۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۴۲
	غير اوج	۱۶۳۶	۲۱۴۷	۰/۳۰۴	۰/۴۰۰
	شبانه روز	۲۷۲۹	۲۶۴۴	۰/۵۰۸	۰/۴۹۲
مینی بوس	اوج صبح	۶۶۷	۰	۰/۱۷۱	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷
	اوج عصر	۰	۲۶۴	۰/۰۰۰	۰/۰۶۸
	غير اوج	۱۱۹۹	۱۷۳۵	۰/۳۰۸	۰/۴۴۶
	شبانه روز	۱۸۶۶	۲۰۲۸	۰/۴۷۹	۰/۵۲۱

ادامه جدول ۴-۱- مدل زمان روز برای سفرهای شغلی

وسيله سفر	دوره	تعداد سفر		ضريب	
		از توليد به جذب	از جذب به توليد	از توليد به جذب	از جذب به توليد
		$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$	$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$
دوچرخه	اوج صبح	۲۵۸	۰	۰/۰۷۸	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵
	اوج عصر	۱۶	۳۷۹	۰/۰۰۵	۰/۱۱۵
	غير اوج	۱۴۰۴	۱۲۲۵	۰/۴۲۶	۰/۳۷۲
	شبانه روز	۱۶۷۷	۱۶۲۰	۰/۵۰۹	۰/۴۹۱
موتور	اوج صبح	۱۲۰۷	۰	۰/۱۰۱	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۴۴	۴۲۸	۰/۰۰۴	۰/۰۳۶
	اوج عصر	۹۴۰	۷۳۷	۰/۰۷۹	۰/۰۶۲
	غير اوج	۳۸۵۸	۴۶۸۶	۰/۳۲۴	۰/۳۹۴
	شبانه روز	۶۰۴۹	۵۸۵۲	۰/۵۰۸	۰/۴۹۲
وانت	اوج صبح	۱۱۲۹	۰	۰/۱۹۸	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۲۸۷	۰/۰۰۰	۰/۰۵۰
	اوج عصر	۵۳۱	۱۹۶	۰/۰۹۳	۰/۰۳۴
	غير اوج	۱۳۲۷	۲۲۳۱	۰/۲۳۳	۰/۳۹۱
	شبانه روز	۲۹۸۷	۲۷۱۴	۰/۵۲۴	۰/۴۷۶
پياده	اوج صبح	۵۲۹۹	۵۸	۰/۲۰۷	۰/۰۰۲
	اوج ظهر	۶۹	۱۴۵۲	۰/۰۰۳	۰/۰۵۷
	اوج عصر	۱۲۹۶	۱۲۶۱	۰/۰۵۱	۰/۰۴۹
	غير اوج	۷۱۸۳	۸۹۹۱	۰/۲۸۰	۰/۳۵۱
	شبانه روز	۱۳۸۴۸	۱۱۷۶۲	۰/۵۴۱	۰/۴۵۹
ساير	اوج صبح	۳۸۰	۰	۰/۲۲۶	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۹۳	۰/۰۰۰	۰/۰۵۵
	غير اوج	۵۶۴	۶۴۵	۰/۳۳۵	۰/۳۸۴
	شبانه روز	۹۴۴	۷۳۸	۰/۵۶۱	۰/۴۳۹
جمع كل	شبانه روز	۱۴۴۱۴۶	۱۳۶۹۴۱	۰/۵۱۳	۰/۴۸۷

جدول ۴-۲- مدل زمان-روز برای سفرهای تحصیلی

وسيله سفر	دوره	تعداد سفر		ضريب	
		از توليد به جذب	از جذب به توليد	از توليد به جذب	از جذب به توليد
		$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$	$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$
سواری	اوج صبح	۸۸۲۷	۲۷۳	۰/۲۵۸	۰/۰۰۸
	اوج ظهر	۳۵۲	۲۷۰۳	۰/۰۱۰	۰/۰۷۹
	اوج عصر	۱۶۶۱	۱۱۲۵	۰/۰۴۸	۰/۰۳۳
	غير اوج	۸۶۷۹	۱۰۶۴۶	۰/۲۵۳	۰/۳۱۱
	شبانه روز	۱۹۵۱۸	۱۴۷۴۷	۰/۵۷۰	۰/۴۳۰
تاکسی	اوج صبح	۱۰۱۸۲	۰	۰/۲۰۹	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۷۶۲	۸۱۰۱	۰/۰۱۶	۰/۱۶۶
	اوج عصر	۱۹۱۴	۲۳۸۰	۰/۰۳۹	۰/۰۴۹
	غير اوج	۱۱۱۸۶	۱۴۳۰۷	۰/۲۲۹	۰/۲۹۳
	شبانه روز	۲۴۰۴۴	۲۴۷۸۸	۰/۴۹۲	۰/۵۰۸
سرویس مدرسه	اوج صبح	۱۷۷۹۱	۹۹	۰/۳۴۶	۰/۰۰۲
	اوج ظهر	۱۸۶۸	۱۳۴۷۷	۰/۰۳۶	۰/۲۶۲
	اوج عصر	۰	۳۴۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷
	غير اوج	۶۸۴۹	۱۱۰۵۹	۰/۱۳۳	۰/۲۱۵
	شبانه روز	۲۶۵۰۸	۲۴۹۷۵	۰/۵۱۵	۰/۴۸۵
ون	اوج صبح	۱۱۸	۰	۰/۰۷۹	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۴۰	۲۱	۰/۰۲۷	۰/۰۱۴
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۵۶۲	۷۵۴	۰/۳۷۶	۰/۵۰۴
	شبانه روز	۷۱۹	۷۷۵	۰/۴۸۱	۰/۵۱۹
اتوبوس	اوج صبح	۱۴۷۴	۰	۰/۲۰۱	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۲۷۸	۱۳۸۹	۰/۰۳۸	۰/۱۹۰
	اوج عصر	۶۸	۲۴۰	۰/۰۰۹	۰/۰۳۳
	غير اوج	۱۵۹۱	۲۲۸۵	۰/۲۱۷	۰/۳۱۲
	شبانه روز	۳۴۱۰	۳۹۱۴	۰/۴۶۶	۰/۵۳۴
مینی بوس	اوج صبح	۲۸	۰	۰/۰۴۸	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۳۸	۲۱	۰/۰۶۳	۰/۰۳۵
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۳۰۹	۲۰۱	۰/۵۱۸	۰/۳۳۶
	شبانه روز	۳۷۵	۲۲۲	۰/۶۲۹	۰/۳۷۱

ادامه جدول ۲-۴ مدل زمان روز برای سفرهای تحصیلی

وسيله سفر	دوره	تعداد سفر		ضريب	
		از توليد به جذب	از جذب به توليد	از توليد به جذب	از جذب به توليد
		$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$	$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$
دوچرخه	اوج صبح	۳۸۷	۰	۰/۲۴۴	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۳۸۷	۰/۰۰۰	۰/۲۴۴
	اوج عصر	۰	۳۴	۰/۰۰۰	۰/۰۲۱
	غير اوج	۴۱۸	۳۶۰	۰/۲۶۴	۰/۲۲۷
	شبانه روز	۸۰۵	۷۸۰	۰/۵۰۸	۰/۴۹۲
موتور	اوج صبح	۶۳	۰	۰/۳۱۹	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۶۳	۰/۰۰۰	۰/۳۱۹
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۳۶	۳۶	۰/۱۸۱	۰/۱۸۱
	شبانه روز	۹۸	۹۸	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰
وانت	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۳۶	۰/۰۰۰	۰/۵۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۳۶	۰	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۳۶	۳۶	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰
پياده	اوج صبح	۱۵۹۸۳	۳۱	۰/۳۶۱	۰/۰۰۱
	اوج ظهر	۱۶۸۶	۱۳۴۶۲	۰/۰۳۸	۰/۳۰۴
	اوج عصر	۶۴۷	۵۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲
	غير اوج	۳۸۲۵	۸۱۴۵	۰/۰۸۶	۰/۱۸۴
	شبانه روز	۲۲۱۴۱	۲۲۱۵۷	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰
ساير	اوج صبح	۳۹	۰	۰/۰۸۵	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۳۹	۰/۰۰۰	۰/۰۸۵
	غير اوج	۱۹۳	۱۹۰	۰/۴۱۷	۰/۴۱۲
	شبانه روز	۲۳۳	۲۳۰	۰/۵۰۳	۰/۴۹۷
جمع کل	شبانه روز	۹۷۸۸۸	۹۲۷۲۲	۰/۵۱۴	۰/۴۸۶

جدول ۴-۳- مدل زمان-روز برای سفرهای خرید

وسیله سفر	دوره	تعداد سفر		ضریب	
		از تولید به جذب	از جذب به تولید	از تولید به جذب	از جذب به تولید
		$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$	$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$
سواری	اوج صبح	۱۰۴۰	۲۴۴	۰/۰۴۴	۰/۰۱۰
	اوج ظهر	۱۲۴	۱۴۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۵۹
	اوج عصر	۱۴۰۶	۵۹۹	۰/۰۵۹	۰/۰۲۵
	غیر اوج	۹۵۱۷	۹۴۰۹	۰/۴۰۱	۰/۳۹۶
	شبانه روز	۱۲۰۸۷	۱۱۶۶۰	۰/۵۰۹	۰/۴۹۱
تاکسی	اوج صبح	۶۲۶	۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۱۴۹	۳۹۱۴	۰/۰۰۳	۰/۰۸۳
	اوج عصر	۲۳۳۸	۳۱۲	۰/۰۴۹	۰/۰۰۷
	غیر اوج	۲۰۵۰۵	۱۹۵۱۴	۰/۴۳۳	۰/۴۱۲
	شبانه روز	۲۳۶۱۷	۲۳۷۴۰	۰/۴۹۹	۰/۵۰۱
سرویس مدرسه	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غیر اوج	۰	۲۰۵	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
	شبانه روز	۰	۲۰۵	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
ون	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۲۲	۱۲	۰/۰۱۰	۰/۰۰۵
	اوج عصر	۸	۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
	غیر اوج	۱۰۰۹	۱۲۳۳	۰/۴۴۱	۰/۵۳۸
	شبانه روز	۱۰۳۹	۱۲۵۱	۰/۴۵۴	۰/۵۴۶
اتوبوس	اوج صبح	۹۹	۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱
	اوج ظهر	۰	۴۴۰	۰/۰۰۰	۰/۰۵۷
	اوج عصر	۳۰۶	۱۵۶	۰/۰۴۰	۰/۰۲۰
	غیر اوج	۳۴۱۶	۳۲۵۰	۰/۴۴۵	۰/۴۲۳
	شبانه روز	۳۸۲۱	۳۸۵۴	۰/۴۹۸	۰/۵۰۲
مینی بوس	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۸۰	۰/۰۰۰	۰/۲۵۳
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غیر اوج	۱۴۰	۹۶	۰/۴۴۳	۰/۳۰۳
	شبانه روز	۱۴۰	۱۷۶	۰/۴۴۳	۰/۵۵۷

ادامه جدول ۳-۴ مدل زمان روز برای سفرهای خرید

وسيله سفر	دوره	تعداد سفر		ضريب	
		از توليد به جذب	از جذب به توليد	از توليد به جذب	از جذب به توليد
		$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$	$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$
دوچرخه	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۱۱۰	۱۱۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰
	شبانه روز	۱۱۰	۱۱۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰
موتور	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۷۵	۰	۰/۱۲۱	۰/۰۰۰
	غير اوج	۲۳۴	۳۰۸	۰/۳۷۹	۰/۵۰۰
	شبانه روز	۳۰۸	۳۰۸	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰
وانت	اوج صبح	۲۱	۰	۰/۰۷۹	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۲۱	۰/۰۰۰	۰/۰۷۹
	غير اوج	۰	۲۲۱	۰/۰۰۰	۰/۸۴۲
	شبانه روز	۲۱	۲۴۱	۰/۰۷۹	۰/۹۲۱
پياده	اوج صبح	۱۰۷۴	۲۷۱	۰/۰۴۴	۰/۰۱۱
	اوج ظهر	۱۹۳	۸۱۹	۰/۰۰۸	۰/۰۳۴
	اوج عصر	۶۸۹	۶۵۳	۰/۰۲۸	۰/۰۲۷
	غير اوج	۱۰۷۲۹	۹۹۰۰	۰/۴۴۱	۰/۴۰۷
	شبانه روز	۱۲۶۸۵	۱۱۶۴۲	۰/۵۲۱	۰/۴۷۹
ساير	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
جمع كل	شبانه روز	۵۳۸۲۹	۵۳۱۸۷	۰/۵۰۳	۰/۴۹۷

جدول ۴-۴- مدل زمان-روز برای سفرهای کارشناسی

وسيله سفر	دوره	تعداد سفر		ضريب	
		از توليد به جذب	از جذب به توليد	از توليد به جذب	از جذب به توليد
		$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$	$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$
سواری	اوج صبح	۵۳۰۴	۳۰۰۲	۰/۱۲۴	۰/۰۷۰
	اوج ظهر	۶۳۷	۱۰۹۶	۰/۰۱۵	۰/۰۲۶
	اوج عصر	۱۶۰۲	۱۲۱۷	۰/۰۳۸	۰/۰۲۹
	غير اوج	۱۴۲۰۴	۱۵۵۸۶	۰/۳۳۳	۰/۳۶۵
	شبانه روز	۲۱۷۴۷	۲۰۹۰۱	۰/۵۱۰	۰/۴۹۰
تاکسی	اوج صبح	۲۰۶۳	۲۳۲	۰/۰۹۰	۰/۰۱۰
	اوج ظهر	۲۷۵	۱۶۵۵	۰/۰۱۲	۰/۰۷۲
	اوج عصر	۱۲۵۹	۶۱۳	۰/۰۵۵	۰/۰۲۷
	غير اوج	۸۶۶۹	۸۲۷۲	۰/۳۷۶	۰/۳۵۹
	شبانه روز	۱۲۲۶۶	۱۰۷۷۲	۰/۵۳۲	۰/۴۶۸
سرویس مدرسه	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۱۵۶	۰/۰۰۰	۰/۴۳۷
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۲۰۱	۰	۰/۵۶۳	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۲۰۱	۱۵۶	۰/۵۶۳	۰/۴۳۷
ون	اوج صبح	۱۷۰	۰	۰/۱۲۹	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۱۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۸۴
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۵۰۳	۵۳۵	۰/۳۸۱	۰/۴۰۵
	شبانه روز	۶۷۳	۶۴۶	۰/۵۱۰	۰/۴۹۰
اتوبوس	اوج صبح	۴۲	۲۳	۰/۰۱۷	۰/۰۰۹
	اوج ظهر	۳۸	۳۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵
	اوج عصر	۸۴	۰	۰/۰۳۴	۰/۰۰۰
	غير اوج	۹۲۳	۱۳۰۹	۰/۳۷۶	۰/۵۳۳
	شبانه روز	۱۰۸۶	۱۳۷۰	۰/۴۴۲	۰/۵۵۸
مینی بوس	اوج صبح	۱۶	۰	۰/۳۰۳	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۵	۰/۰۰۰	۰/۱۰۱
	غير اوج	۲۶	۵	۰/۴۹۶	۰/۱۰۱
	شبانه روز	۴۲	۱۱	۰/۷۹۸	۰/۲۰۲

ادامه جدول ۴-۴- مدل زمان روز برای سفرهای کارشناسی

وسيله سفر	دوره	تعداد سفر		ضريب	
		از توليد به جذب $P \rightarrow A$	از جذب به توليد $A \rightarrow P$	از توليد به جذب $P \rightarrow A$	از جذب به توليد $A \rightarrow P$
دوچرخه	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۱۵	۰/۰۰۰	۰/۱۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۱۲۶	۸	۰/۸۴۷	۰/۰۵۳
	شبانه روز	۱۲۶	۲۳	۰/۸۴۷	۰/۱۵۳
موتور	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۵۷	۰/۰۰۰	۰/۱۳۴
	غير اوج	۲۱۳	۱۵۶	۰/۵۰۰	۰/۳۶۶
	شبانه روز	۲۱۳	۲۱۳	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰
وانت	اوج صبح	۶	۰	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۶	۰	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۱۲	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
پياده	اوج صبح	۲۸۷۳	۹۲۵	۰/۱۶۷	۰/۰۵۴
	اوج ظهر	۸۱۸	۱۲۸۳	۰/۰۴۸	۰/۰۷۵
	اوج عصر	۱۴۹	۱۲۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷
	غير اوج	۴۶۵۷	۶۳۴۱	۰/۲۷۱	۰/۳۶۹
	شبانه روز	۸۴۹۸	۸۶۷۴	۰/۴۹۵	۰/۵۰۵
ساير	اوج صبح	۱۶	۰	۰/۲۵۴	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۱۶	۳۲	۰/۲۴۶	۰/۵۰۰
	شبانه روز	۳۲	۳۲	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰
جمع كل	شبانه روز	۴۴۸۹۵	۴۲۷۹۷	۰/۵۱۲	۰/۴۸۸

جدول ۴-۵- مدل زمان-روز برای سفرهای تفریحی

وسيله سفر	دوره	تعداد سفر		ضريب	
		از توليد به جذب	از جذب به توليد	از توليد به جذب	از جذب به توليد
		$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$	$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$
سواری	اوج صبح	۵۲۰	۰	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۱۸۶	۳۷۶	۰/۰۰۵	۰/۰۱۱
	اوج عصر	۱۷۰۱	۶۷۸	۰/۰۴۸	۰/۰۱۹
	غير اوج	۱۵۴۳۷	۱۶۸۰۸	۰/۴۳۲	۰/۴۷۱
	شبانه روز	۱۷۸۴۴	۱۷۸۶۲	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰
تاکسی	اوج صبح	۵۰۴	۰	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۳۵۹	۱۱۳۷	۰/۰۱۶	۰/۰۵۰
	اوج عصر	۱۷۴۵	۴۵۴	۰/۰۷۷	۰/۰۲۰
	غير اوج	۹۲۱۹	۹۱۸۱	۰/۴۰۸	۰/۴۰۶
	شبانه روز	۱۱۸۲۶	۱۰۷۷۲	۰/۵۲۳	۰/۴۷۷
سرویس مدرسه	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۰	۶۷	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
	شبانه روز	۰	۶۷	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
ون	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۹۸	۰	۰/۱۰۹	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۲۴۳	۱۶	۰/۲۷۱	۰/۰۱۸
	غير اوج	۳۰۹	۲۲۹	۰/۳۴۵	۰/۲۵۶
	شبانه روز	۶۴۹	۲۴۵	۰/۷۲۶	۰/۲۷۴
اتوبوس	اوج صبح	۱۳۲	۰	۰/۰۸۵	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۴۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۵
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۶۴۴	۷۳۶	۰/۴۱۵	۰/۴۷۴
	شبانه روز	۷۷۶	۷۷۵	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰
مینی بوس	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۶۰
	غير اوج	۲۱۳	۲۲۳	۰/۴۵۹	۰/۴۸۱
	شبانه روز	۲۱۳	۲۵۱	۰/۴۵۹	۰/۵۴۱

ادامه جدول ۴-۵- مدل زمان روز برای سفرهای تفریحی

وسيله سفر	دوره	تعداد سفر		ضريب	
		از توليد به جذب $P \rightarrow A$	از جذب به توليد $A \rightarrow P$	از توليد به جذب $P \rightarrow A$	از جذب به توليد $A \rightarrow P$
دوچرخه	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۷۷	۰	۰/۱۵۳	۰/۰۰۰
	غير اوج	۱۱۳	۳۱۳	۰/۲۲۴	۰/۶۲۳
	شبانه روز	۱۹۰	۳۱۳	۰/۳۷۷	۰/۶۲۳
موتور	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۷۲	۰/۰۰۰	۰/۰۴۳
	اوج عصر	۳۶	۰	۰/۰۲۱	۰/۰۰۰
	غير اوج	۷۰۶	۸۶۲	۰/۴۲۱	۰/۵۱۵
	شبانه روز	۷۴۱	۹۳۳	۰/۴۴۳	۰/۵۵۷
وانت	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۰	۲۵۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
	شبانه روز	۰	۲۵۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
پياده	اوج صبح	۱۷۵۴	۹۱	۰/۰۶۰	۰/۰۰۳
	اوج ظهر	۵۷۴	۵۶۷	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰
	اوج عصر	۲۲۱۱	۴۳۷	۰/۰۷۶	۰/۰۱۵
	غير اوج	۱۱۱۱۴	۱۲۲۷۳	۰/۳۸۳	۰/۴۲۳
	شبانه روز	۱۵۶۵۳	۱۳۳۶۸	۰/۵۳۹	۰/۴۶۱
ساير	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
جمع كل	شبانه روز	۴۷۸۹۲	۴۴۸۳۸	۰/۵۱۶	۰/۴۸۴

جدول ۴-۶- مدل زمان-روز برای سفرهای غیر خانه-مبنا

وسيله سفر	دوره	تعداد سفر		ضريب	
		از توليد به جذب	از جذب به توليد	از توليد به جذب	از جذب به توليد
		$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$	$P \rightarrow A$	$A \rightarrow P$
سواری	اوج صبح	۲۸۱۶	۰	۰/۱۴۸	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۱۰۵۲	۰	۰/۰۵۵	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۱۴۵۷	۰	۰/۰۷۷	۰/۰۰۰
	غير اوج	۱۳۷۱۰	۰	۰/۷۲۰	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۱۹۰۳۴	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
تاکسی	اوج صبح	۱۳۷۲	۰	۰/۱۰۵	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۱۱۲۲	۰	۰/۰۸۶	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۱۰۲۶	۰	۰/۰۷۸	۰/۰۰۰
	غير اوج	۹۵۸۰	۰	۰/۷۳۱	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۱۳۱۰۰	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
سرویس مدرسه	اوج صبح	۵۲۳	۰	۰/۲۶۲	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۵۹۴	۰	۰/۲۹۷	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۸۷۹	۰	۰/۴۴۰	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۱۹۹۵	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
ون	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۲۵	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۲۵	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
اتوبوس	اوج صبح	۱۰۷	۰	۰/۱۰۷	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۳۴	۰	۰/۰۳۴	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۸۶۳	۰	۰/۸۵۹	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۱۰۰۵	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
مینی بوس	اوج صبح	۸	۰	۰/۰۳۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۲۵۸	۰	۰/۹۷۰	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۲۶۶	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰

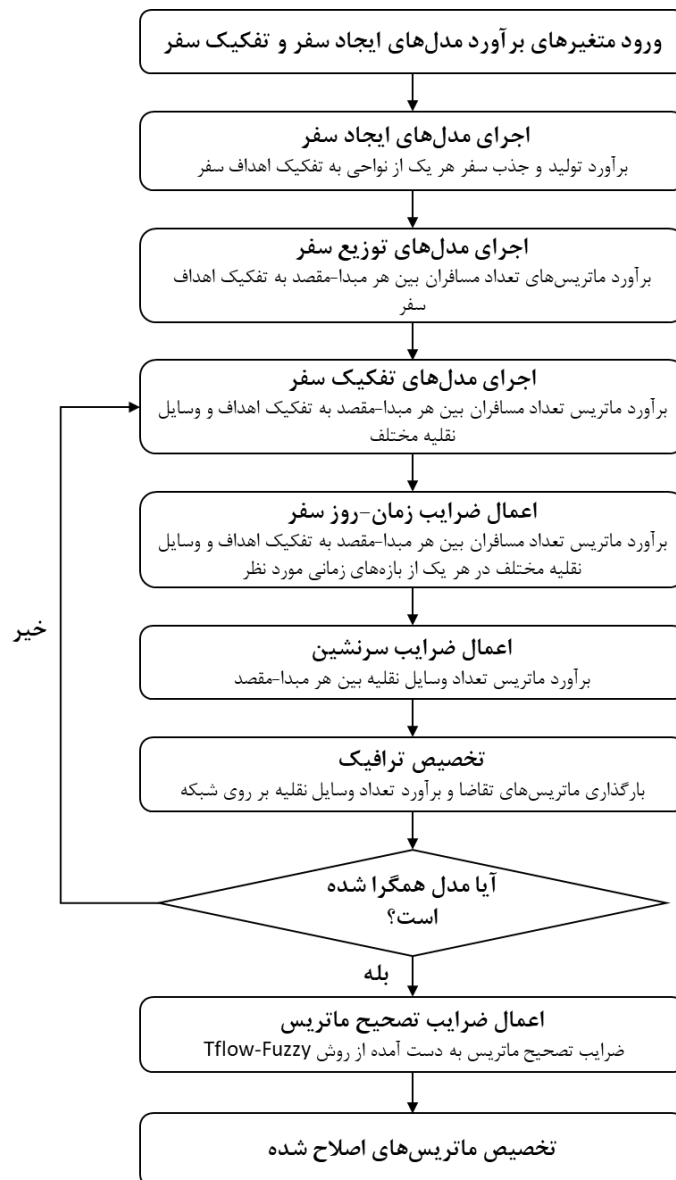
ادامه جدول ۴-۶- مدل زمان روز برای سفرهای غیر خانه-مبنا

وسيله سفر	دوره	تعداد سفر		ضريب	
		از توليد به جذب $P \rightarrow A$	از جذب به توليد $A \rightarrow P$	از توليد به جذب $P \rightarrow A$	از جذب به توليد $A \rightarrow P$
دوچرخه	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۱۸۲	۰	۰/۳۹۴	۰/۰۰۰
	غير اوج	۲۸۱	۰	۰/۶۰۶	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۴۶۳	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
موتور	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۳۱۶	۰	۰/۳۴۴	۰/۰۰۰
	غير اوج	۶۰۲	۰	۰/۶۵۶	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۹۱۸	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
وانت	اوج صبح	۱۱۲	۰	۰/۴۱۱	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۱۶۱	۰	۰/۵۸۹	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۲۷۳	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
پياده	اوج صبح	۲۲۶	۰	۰/۰۳۲	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۱۰۳۴	۰	۰/۱۴۶	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۸۸۵	۰	۰/۱۲۵	۰/۰۰۰
	غير اوج	۴۹۵۵	۰	۰/۶۹۸	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۷۱۰۰	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
ساير	اوج صبح	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج ظهر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	اوج عصر	۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	غير اوج	۲۴	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
	شبانه روز	۲۴	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
جمع كل	شبانه روز	۴۴۲۰۴	۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰

۵- تخصیص ترافیک به شبکه

آخرین مرحله از مدل‌های ۴ مرحله‌ای تخصیص ماتریس‌های حاصل از مدل تفکیک سفر است که احجام برآورد شده را بر روی شبکه عرضه بارگذاری می‌کند. در بندهای گذشته و پس از ساخت مدل‌های تولید/جذب، توزیع و تفکیک سفر راستی‌آزمایی‌های آماری انجام گرفت و صحت مدل‌ها از منظر آماری بررسی شد. اما اعتبار این مدل‌ها باید بعد از تخصیص ترافیک و با توجه به معیارهای مختلف مورد بررسی قرار بگیرد که در این گزارش به آن پرداخته شده است.

در شکل ۵-۱ جایگاه فرآیند تخصیص در مدل ۴ مرحله‌ای ارائه شده است.



شکل ۵-۱- فرآیند ۴ مرحله‌ای وارد شده در نرم‌افزار PTV-Visum

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۳۶		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

هر سیستم حمل و نقلی از دو مؤلفه عرضه و تقاضا تشکیل می‌شود که یک نوع رابطه متقابل بین این دو مؤلفه وجود دارد. از یک سو، کاربران سیستم حمل و نقل سعی دارند از امکانات حمل و نقل به نحوی استفاده کنند که هزینه‌های جابجایی (مانند هزینه ریالی و زمان سفر) خود یا کل جامعه را کمینه نمایند، از سوی دیگر هزینه‌های استفاده از تسهیلات حمل و نقل به علت بروز تراکم، با افزایش تعداد کاربران اضافه می‌شود. جریانی از جابجایی در یک سیستم حمل و نقل که با توجه به دو عامل فوق حاصل می‌شود، جریان تعادلی و روش یافتن چنین جریانی تخصیص ترافیک نامیده می‌شود [۵].

کاربرد مدل تخصیص ترافیک نه تنها در ارزیابی یک سیستم حمل و نقل است، بلکه می‌توان تأثیرات هرگونه تغییر در شبکه حمل و نقل یا ایجاد تسهیلات جدید حمل و نقل را مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. در این مطالعات، از روش تخصیص تعادلی استفاده می‌شود. این روش، تقاضا را بر اساس اصل اول واردراپ^۱ در شبکه توزیع می‌کند. این اصل می‌گوید: «هر کاربر شبکه، مسیر خود را به گونه‌ای انتخاب می‌کند که سفر او از تمامی مسیرهای جایگزین به یک اندازه زمان ببرد و لذا تغییر مسیر فقط موجب افزایش زمان سفر فرد می‌شود». این روش بر اساس این فرض رفتاری است که رانندگان از زمان سفر تمامی مسیرها آگاهی کامل دارند.

در تخصیص تعادلی، به عنوان راه‌حل اولیه، ابتدا تخصیص پلکانی^۲ انجام می‌شود. در روش پلکانی کل تقاضا در طی مراحل متفاوت و به تدریج تخصیص می‌یابد. این روش، همانند روش تخصیص همه یا هیچ است که به جای آنکه تقاضا را در یک مرحله تخصیص دهد، این کار را به صورت تدریجی و گام به گام انجام می‌دهد. پس از تخصیص پلکانی، تخصیص تعادلی آغاز می‌شود. تخصیص تعادلی دارای دو گام تکراری است. در گام تکرار درونی (متعادل سازی شبکه)، مسیرهای بین یک مبدا و مقصد تعیین و از بین آن یک جفت مسیر (با کمترین و بیشترین مقاومت^۳) انتخاب می‌شود. سپس تقاضای بین این جفت مبدا- مقصد به گونه‌ای تقسیم می‌شود که مقاومت این دو مسیر برابر (متعادل) باشد. پس از آن دوباره بر اساس مقاومت مسیرها، یک جفت دیگر انتخاب می‌شود و همین کار تا آنجا تکرار می‌شود که زمان سفر برای تمامی مسیرهای تمامی مبادی- مقاصد به تعادل برسد. بدیهی است که پس از به تعادل رسیدن زمان سفر بین مسیرهای یک جفت مبدا- مقصد، ممکن است تعادل مقاومت مسیرهای قبلی به دلیل مشترک بودن کمان‌ها بین مسیرها به هم بخورد.

^۱ Wardrop Equilibrium Assignment

^۲ Incremental assignment

^۳ Impedence

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۳۷		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

لذا، گام تکرار بیرون امکان پیدا شدن مسیری با مقاومت سفر کمتر و نیاز به تعادل رساندن مجدد شبکه را کنترل می‌کند. در شکل ۵-۲ فرآیند کلی تخصیص تعادلی و در شکل ۵-۳ مراحل متعادل سازی شبکه نشان داده شده است. در شکل ۵-۴ نیز مراحل تخصیص پلکانی نشان داده شده است. در این شکل‌ها:

E_a : حداکثر خطای مطلق مقاومت سفر

E_r : حداکثر خطای نسبی مقاومت سفر

i : ناحیه مبدا سفر

j : ناحیه مقصد سفر

Imp_{i-j} : مقاومت سفر بین هر مبدا-مقصد

R : مجموعه مسیرهای موجود در شبکه

q : حجم هر یک از اجزای شبکه

F : ماتریس تقاضای مورد نظر برای تخصیص پلکانی

P : درصدی از تقاضای سفر در هر گام تخصیص پلکانی

در نرم‌افزار VISUM، تخصیص تعادلی دارای شاخص‌های همگرایی^۱ به شرح ذیل است [۶]:

۱- فاصله نسبی^۲: فاصله نسبی نشان‌دهنده درصد تغییرات مقدار تابع هدف نسبت به بهترین حد پایینی به دست آمده از تخصیص‌های ترافیک در مراحل قبلی است. این کمیت معیاری برای در نظر گرفتن تفاوت جواب تخصیص فعلی از تخصیص تعادلی ایده آل است. در مطالعات شهر واشینگتن این مقدار برابر ۰/۰۲ اتخاذ شده است [۷]. در این مطالعات، به منظور برقراری حداکثر همگرایی در نتایج تخصیص و افزایش دقت، مقدار آن برابر ۰/۰۰۱ اتخاذ شد.

۲- مقدار نسبی خطا^۳: عبارت است از نسبت زمان سفر کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین مسیر بین یک جفت مبدا-مقصد. این شاخص برابر ۱٪ اتخاذ شد. این بدین مفهوم است که مقاومت طولانی‌ترین مسیر تنها ۱٪ باید با مقاومت کوتاه‌ترین مسیر تفاوت داشته باشد.

۳- مقدار مطلق خطا^۴: عبارت است از تفاوت زمان سفر بین کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین مسیر بین یک جفت مبدا-مقصد. این شاخص برابر ۱۰ ثانیه اتخاذ شد.

^۱ Convergency criteria

^۲ Relative gap

^۳ Relative deviation

^۴ Absolute deviation

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۳۸		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

- ۴- حداکثر تعداد تکرار حلقه بیرونی^۱: مقدار این شاخص برابر ۲۰ اتخاذ شد. تجربه این مهندسین مشاور طی این مطالعات و مطالعات مشابه در شهرهای ارومیه و اراک و در این مطالعات نشان داده که معمولاً در تعداد تکراری کمتر از ۲۰، تخصیص همگرا می‌شود. بدیهی است پس از هر تخصیص، نتایج در فایل متنی که روند تخصیص (Trace.txt) را نشان می‌داد، مورد بازبینی قرار گرفته و چنانچه تخصیص همگرا نشده بود، تخصیص مجدداً انجام می‌شد.
- ۵- حداکثر تعداد تکرار حلقه متعادل سازی^۲: مقدار این شاخص برابر ۲۰ اتخاذ شد.

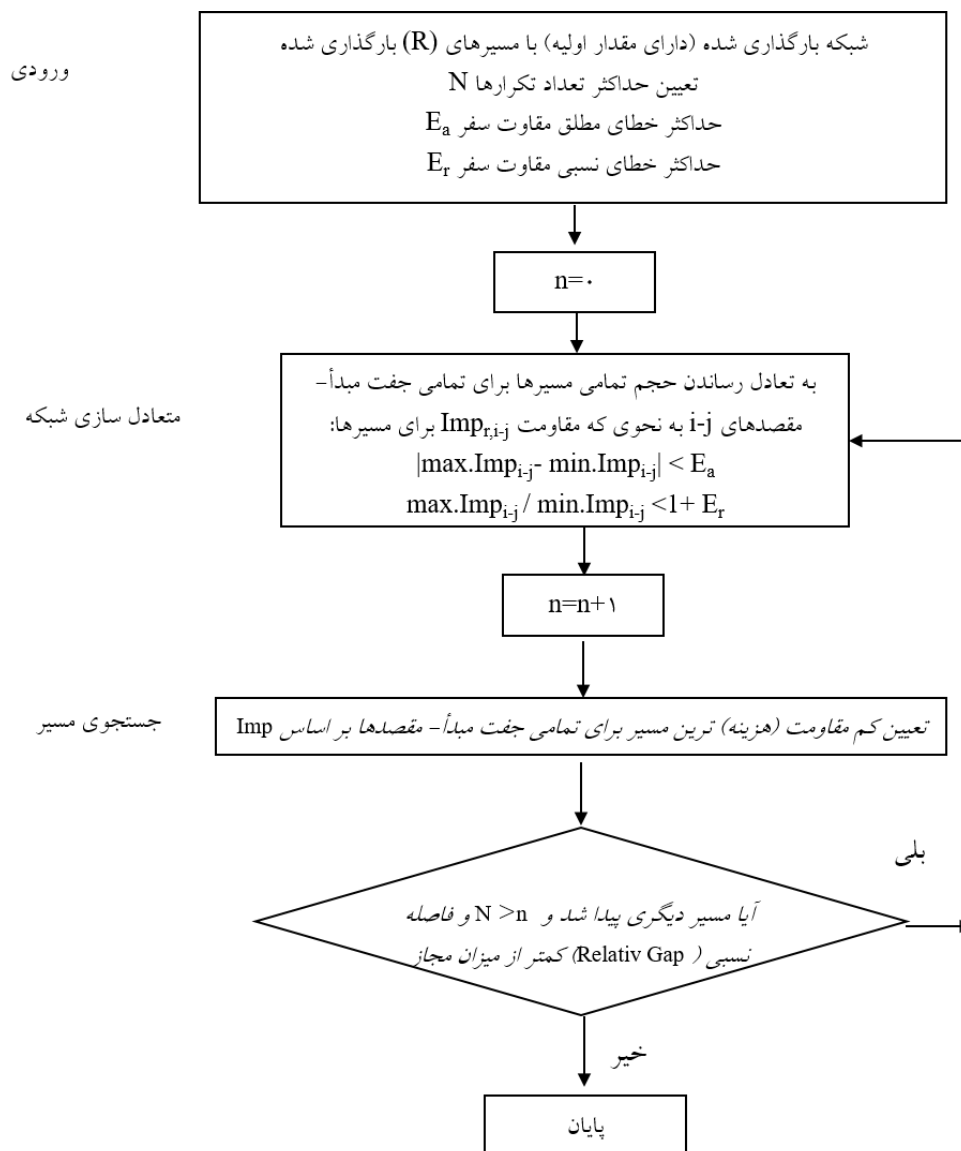
از دیگر شاخص‌های همگرایی فاصله نسبی نرمال شده^۳ است. این شاخص، تفاوت میان زمان سفر تخصیص فعلی و کمترین زمان سفر است. در مطالعات شهر واشینگتن این مقدار برابر ۰/۰۲ اتخاذ شده است [۷]. در شکل ۵-۵ معیارهای همگرایی تخصیص تعادلی نشان داده شده است [۶].

^۱ Maximum number of iteration

^۲ Maximum number of balancing iteration

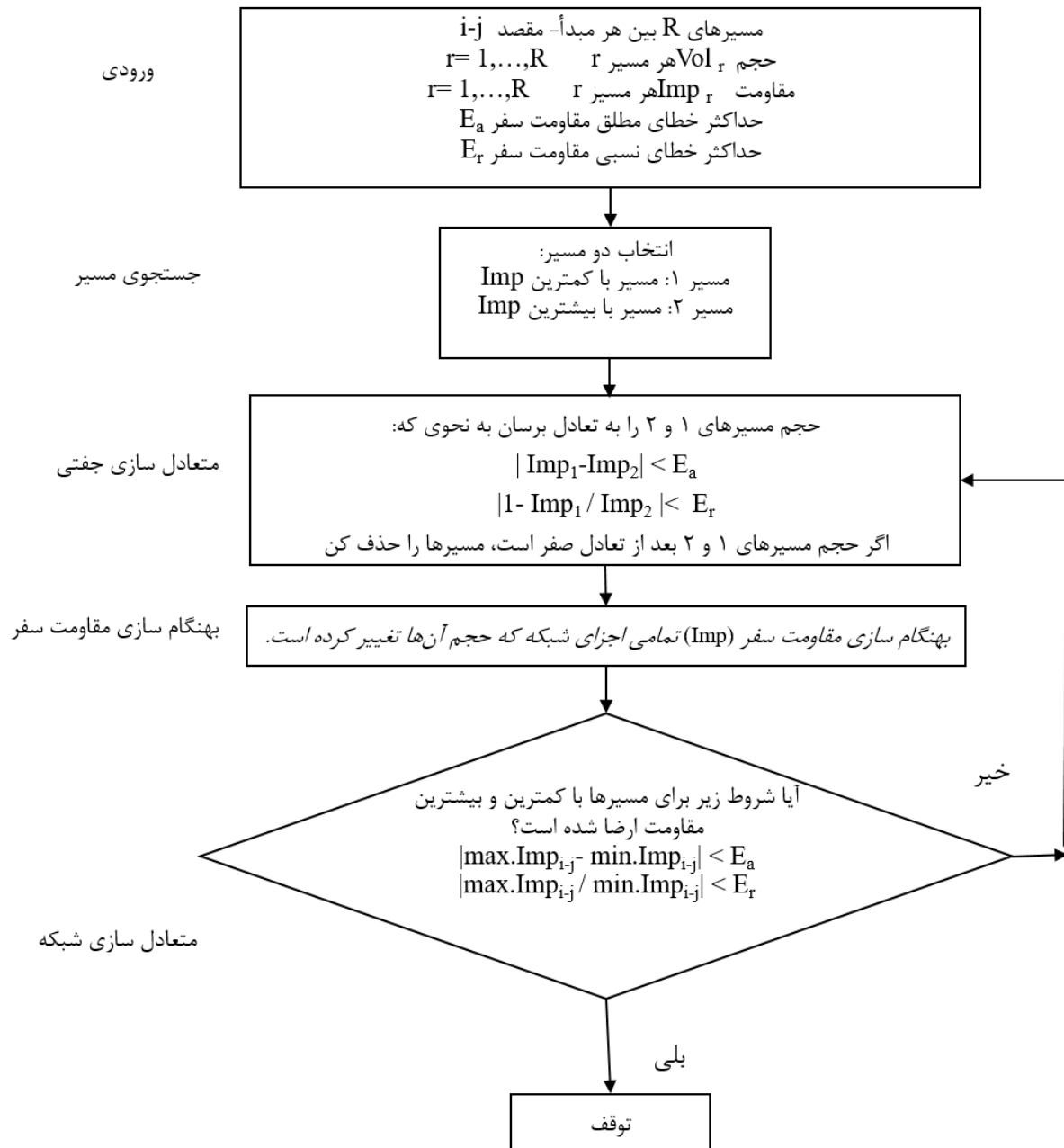
^۳ Normalized gap

 مهندسین مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۳۹		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



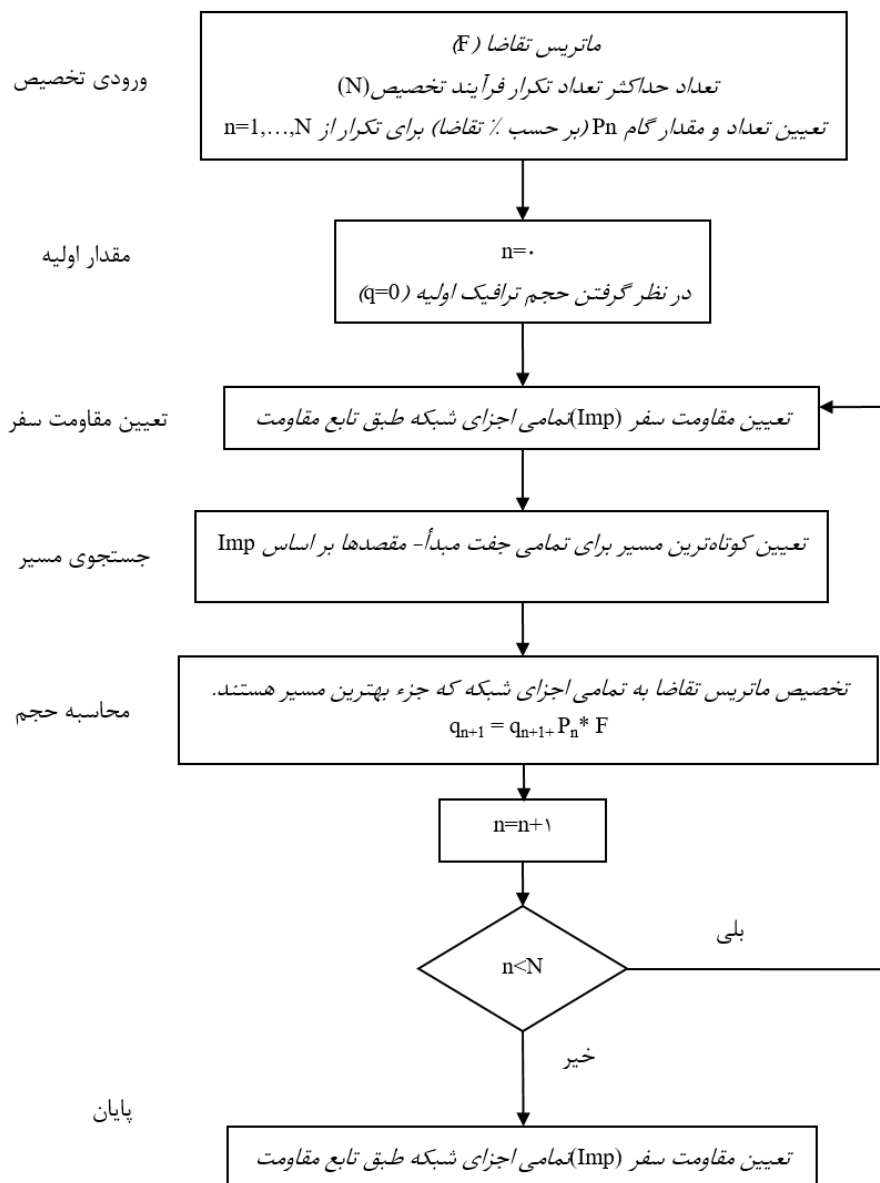
شکل ۵-۲- مراحل تخصیص به روش تعادلی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۴۰		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

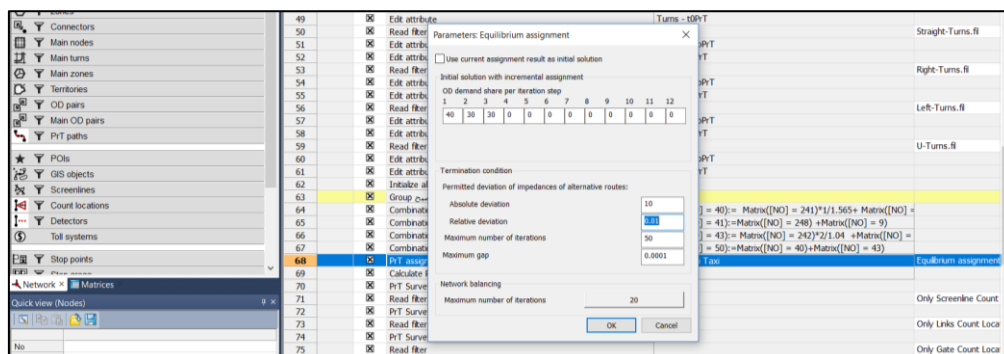


شکل ۵-۳- مراحل متعادل سازی در تخصیص تعادلی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۴۱		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۴-۵- مراحل تخصیص به روش پلکانی



شکل ۵-۵- خصوصیات تخصیص اولیه تعادلی

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۴۲		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	۱۳۹۹ تیر	۷۸۲۰۷	۰۴			

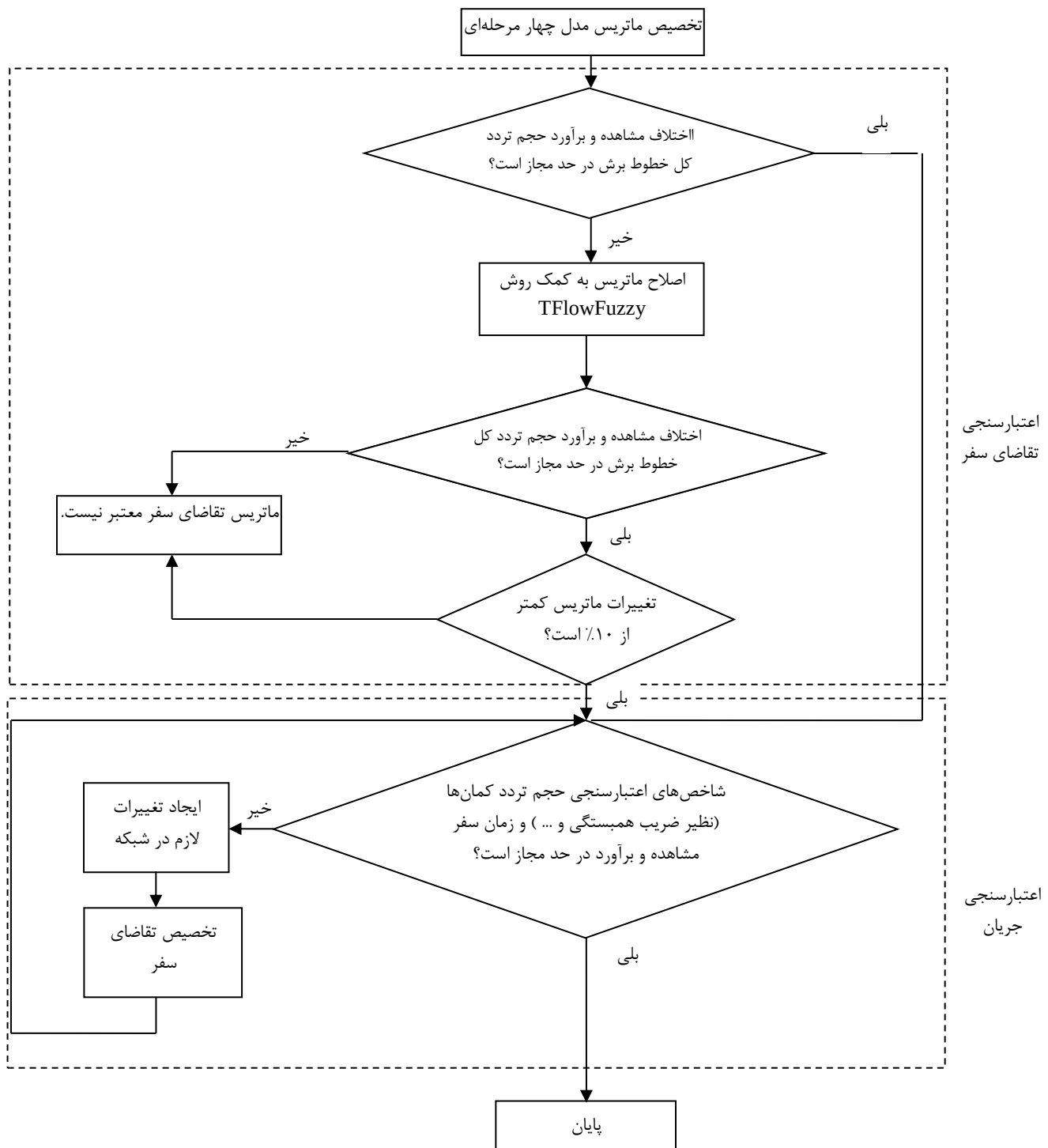
۶- اعتبارسنجی مدل‌های ساخته شده

پیش از پرداختن به اعتبارسنجی مدل چهارمرحله‌ای، لازم است جایگاه آن در فرآیند اعتبارسنجی اطلاعات عرضه و تقاضا مشخص گردد. این فرآیند در شکل ۶-۱ نشان داده شده است. همانگونه که در این شکل مشاهده می‌شود، ابتدا باید مشخص گردد ماتریس تقاضای به دست آمده از مدل چهارمرحله‌ای معتبر است یا خیر. بدین منظور از آمار حجم تردد مشاهده و برآورد در خطوط برش استفاده می‌شود. چنانچه اختلاف آن‌ها در حد مجاز نبود، ماتریس را باید اصلاح کرد. اما به منظور همخوانی مشاهده و برآورد، تغییرات ماتریس (ضریب اصلاح کل ماتریس) نباید از حد معینی که ۱۰٪ است [۱]، تجاوز کند. چنانچه خطا بیش از ۱۰٪ باشد، به مفهوم آن است که خطای موجود مرتبط با اطلاعات پایه تقاضای سفر (یعنی آمارگیری مبدا-مقصد) است و خطا ارتباطی با مدل چهارمرحله‌ای ندارد و این خطا قابل قبول نیست. اما چنانچه خطا کمتر از ۱۰٪ باشد، خطا مربوط به خطای مدل‌سازی تقاضای سفر (مدل چهار مرحله‌ای) است. اگرچه در مدل چهارمرحله‌ای برآورد تقاضای سفر، در تک‌تک مراحل آن، اعتبارسنجی جداگانه‌ای انجام می‌گیرد و حتی الامکان سعی می‌شود از بروز خطا در هر مرحله پیشگیری می‌شود، اما اجرای یکجای مدل چهار مرحله‌ای و پشت سر هم قرار گرفتن تمامی مدل‌های تولید، توزیع، تفکیک، زمان روز و تخصیص نیز خطایی را به مجموعه برآوردهای تقاضای سفر القا خواهد کرد. ضریب اصلاح ماتریس تقاضای سفر روزانه، نشان دهنده خطای مزبور است.

قابل ذکر است که اصلاحات به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند. بخشی بر اصلاح ماتریس تقاضا (بخش تقاضا) تمرکز می‌کند که در بالا به آن اشاره شد. بخشی دیگر نیز به اصلاحات شبکه عرضه می‌پردازد تا مقادیر مشاهده و برآورد حجم تردد کمان‌ها و زمان سفر مسیرها با هم منطبق شوند. هنگامی می‌توان مدعی شد که وضعیت موجود حمل و نقل شهر به درستی شبیه‌سازی شده است که هر دو سوی تقاضا و عرضه در نرم‌افزار تخصیص با وضعیت موجود تناسب داشته باشد. منظور از ایجاد تغییرات در شبکه، تغییر رده عملکردی کمان‌ها، کاهش یا افزایش سرعت نوع خاصی از کمان‌ها است به نحوی که حجم تردد یا زمان سفر مشاهده و برآورد به هم همگرا شوند. البته این کار با ترکیب داده‌های میدانی و قضاوت مهندسی انجام شود.

ذکر این نکته لازم است که در گزارش بخش دوم این مطالعات اعتبار ماتریس تعمیم حاصل از آماربرداری و همچنین شبکه عرضه مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات لازم انجام گرفت. در این بند اعتبار کل فرآیند ۴ مرحله‌ای مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۴۳		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۱-۶- فرآیند اعتبارسنجی اطلاعات تقاضا و عرضه

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۴۴		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۶-۱- معرفی شاخص‌های اعتبارسنجی تخصیص حمل‌ونقل شخصی

در این مطالعات از شاخص‌های گوناگونی برای اعتبارسنجی تخصیص حمل‌ونقل شخصی استفاده شده است که در ادامه هر یک از این شاخص‌ها معرفی خواهد شد. ذکر این نکته لازم است که نوع شاخص‌ها یا محدوده‌های قابل قبول هر یک برای تخصیص روزانه و ساعات اوج متفاوت است و به همین منظور به صورت جداگانه معرفی می‌شود.

۶-۱-۱- معرفی شاخص‌های اعتبارسنجی تخصیص روزانه

به منظور اعتبارسنجی نتایج تخصیص، از شاخص‌های زیر استفاده شده است:

۱. کل حجم عبوری از هر خط برش: در شکل ۶-۲ ضابطه میزان خطای مجاز بین مقادیر مشاهده و برآوردی از کل حجم عبوری از هر خط برش نشان داده شده است [۲،۳]. هرچه حجم تردد بیشتر باشد، درصد خطای مجاز کاهش می‌یابد.
۲. ضریب همبستگی حجم تردد مشاهده و برآورد تمامی کمان‌ها: چنانچه ضریب همبستگی بین حجم مشاهده و برآورد بزرگتر از ۰/۸۸ باشد، حجم برآورد مجاز تلقی می‌شود [۲].
۳. درصد مجذور متوسط مربعات خطا (RMSE) (%): این شاخص از رابطه ۶-۱ به دست می‌آید [۲]. محدوده تغییرات این متغیر در مطالعات مختلف جهانی بین ۲۲٪ تا ۵۰٪ است [۲،۷،۸]. البته نتایج یک پروژه تحقیقاتی در ارزیابی کیفیت حجم برآورد شده برای کمان‌هایی که حجم تردد آن‌ها در محدوده خاصی قرار می‌گیرد، نیز برای نمونه در جدول ۶-۱ مشاهده می‌شود [۴]. شاخص‌های این جدول، عملاً در پروژه‌های مطالعاتی کشور آمریکا، مورد استفاده قرار نگرفته، زیرا رسیدن به آن‌ها، به دلیل دقت مدل‌های موجود، عملی نبوده است [۲،۷،۸]. در این پروژه تحقیقاتی، RMSE% برای حجم تردد روزانه ارایه شده است.

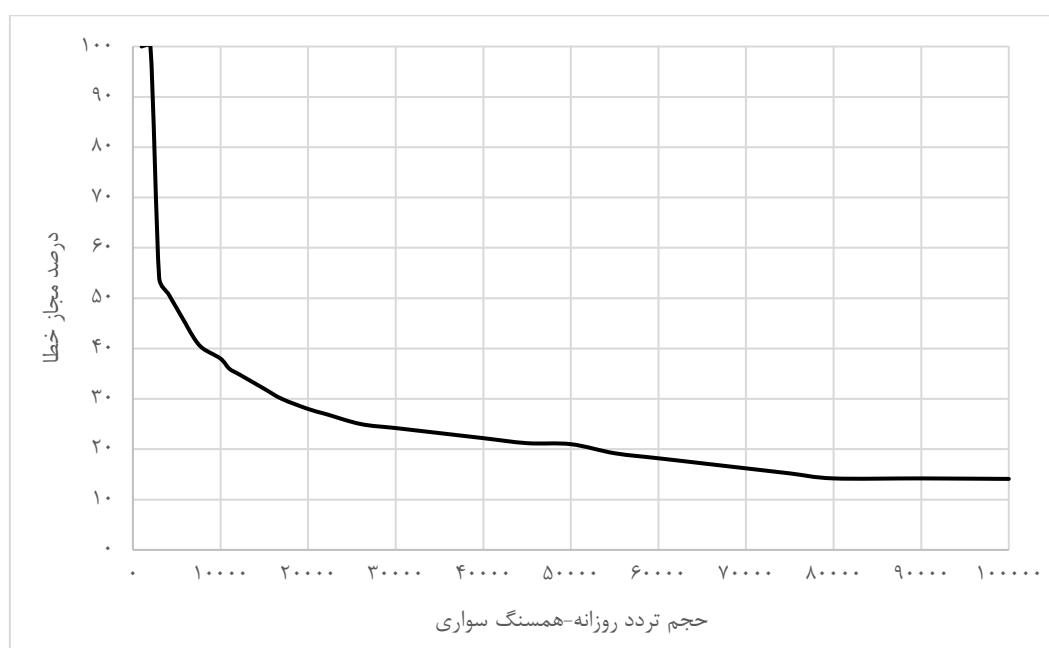
$$\text{RMSE} = \frac{(\sum_j (\text{Model}_j - \text{Count}_j)^2 / (\text{Number of Counts} - 1))^{0.5}}{(\sum_j \text{Count}_j / \text{Number of Counts})} \times 100 \quad \text{رابطه ۶-۱}$$

۴. درصد خطای برآورد حجم تردد کمان‌ها به صورت ناهمفزون: این معیار به منظور بررسی اعتبار حجم تردد تک‌تک کمان‌ها معین شده است. در جدول ۶-۲ درصد مجاز خطا بر اساس حجم تردد روزانه

^۱ Root Mean Square Error percent

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۴۵		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

مشاهده می‌شود. این مقادیر توسط اداره راه‌های فدرال آمریکا (FHWA)^۱ و سازمان حمل و نقل میشیگان^۲ پیشنهاد شده‌اند [۲]. منطق موجود در این استاندارد آن است که با افزایش حجم تردد در معابر، لازم است دقت مدل افزایش یابد و هر چه میزان تردد در معابر کاهش می‌یابد میزان خطای مجاز نیز افزایش خواهد یافت. میزان خطای مجاز بر اساس استاندارد FHWA، دارای تغییرات کمتری است. اما سازمان حمل و نقل میشیگان، برای حجم تردد کم خطای بیشتری را مجاز می‌داند و برای حجم تردد بیشتر میزان خطای مجاز را با آهنگ بیشتری کاهش می‌دهد. در این مطالعه بر اساس پیشنهاد FHWA عمل شده که جنبه کاربردی بیشتری دارد.



شکل ۶-۲- ضابطه درصد خطای مجاز کل حجم تردد همسنگ سواری روزانه عبوری از هر خط برش [۳]

^۱ Federal Highway Administration (FHWA)

^۲ Michigan Department of Transportation (MDOT)

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۴۶		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

جدول ۱-۶- RMSE٪ بر اساس گروه حجم کمان برای تخصیص روزانه

دوره	حجم کمان	RMSE٪
روزانه	۰-۴۹۹۹	۱۱۵/۷۵۷
	۵۰۰۰-۹۹۹۹	۴۳/۱۴۱
	۱۰۰۰۰-۱۹۹۹۹	۳۰/۲۵۲
	۲۰۰۰۰-۳۹۹۹۹	۲۸/۲۷۲
	۴۰۰۰۰-۵۹۹۹۹	۲۵/۳۸۳
	۶۰۰۰۰-۸۹۹۹۹	۱۹/۱۹۹

جدول ۲-۶- درصد خطای مجاز برآورد حجم تردد وسیله همسنگ سواری هر کمان برای تخصیص روزانه [۲]

دوره	حجم تردد	FHWA	MDOT
روزانه	کمتر از ۱۰۰۰	۶۰	۲۰۰
	۱۰۰۰-۲۵۰۰	۴۷	۱۰۰
	۲۵۰۰-۵۰۰۰	۳۶	۵۰
	۵۰۰۰-۱۰۰۰۰	۲۹	۲۵
	۱۰۰۰۰-۲۵۰۰۰	۲۵	۲۰
	۲۵۰۰۰-۵۰۰۰۰	۲۲	۱۵
	بیشتر از ۵۰۰۰۰	۲۱	۱۰

بدیهی است که امکان ارضای سه شاخص اول راحت تر از شاخص چهارم خواهد بود. چرا که سه شاخص اول اعتبار حجم تردد کمان ها را به صورت همفزون بررسی می کنند، اما شاخص آخر به صورت غیرهمفزون است.

بنابراین ممکن است اعتبارسنجی تخصیص بیان کند که حجم تردد برخی از کمان ها به صورت صحیح برآورد نشده است. در برخی موارد، کارشناسان به صورت موضعی برخی خصوصیات معابری که حجم آن صحیح برآورد نشده را تغییر می دهند تا حجم برآورد به مقدار مشاهده نزدیک شود. این کار اغلب منجر به اعداد غیرواقعی برای خصوصیات کمان مورد نظر خواهد شد. از این گونه اقدامات به منظور همخوان کردن حجم مشاهده و برآورد باید پرهیز کرد. به این دلیل پیشنهاد شده هنگام ترسیم نمودار برآورد- مشاهده، بازه خطا نیز ترسیم شود و به صورت چشمی کیفیت برآورد حجم بررسی شود. یا این که درصد کمان ها با خطای مجاز تعیین شود. در مجموع در این حالت، قضاوت درباره تخصیص به عهده مدل ساز خواهد بود. در این گزارش هر دو اقدام مزبور انجام خواهد شد. به این منظور، بازه خطا و درصد کمان ها با خطای مجاز در تمامی نمودارهای مشاهده- برآورد ارایه خواهد شد [۲،۷].

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۴۷		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

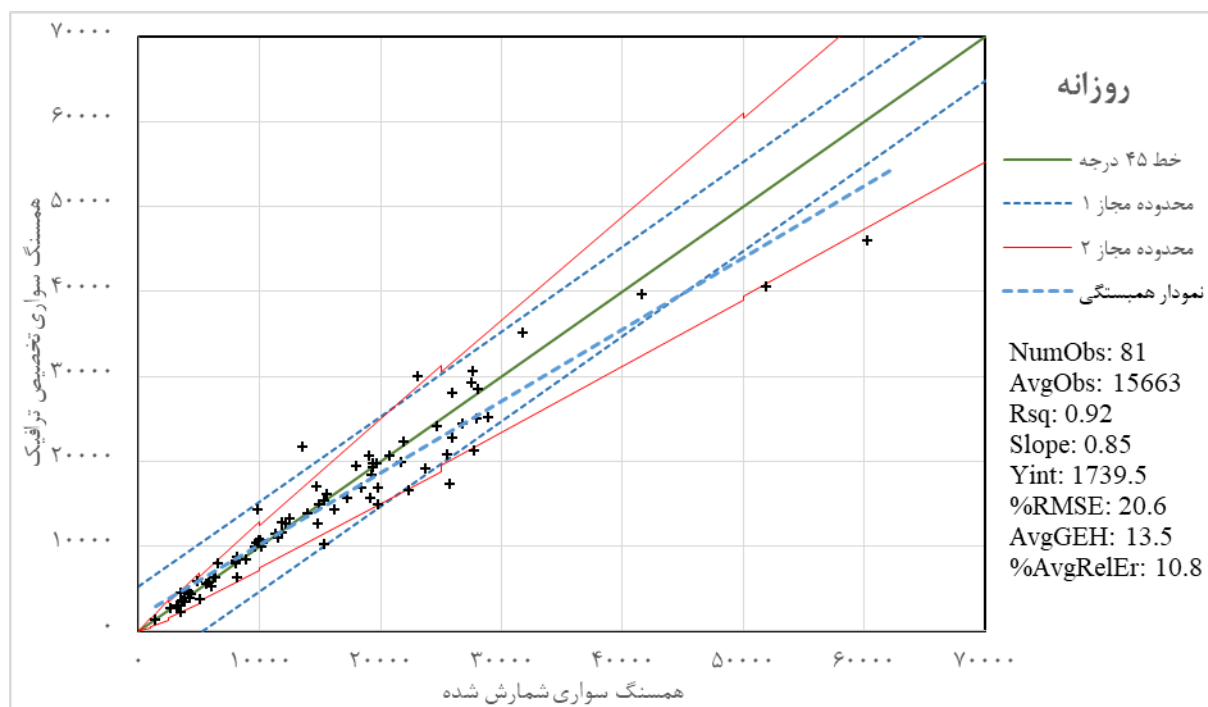
همانطور که گفته شد ضریب همبستگی بین تخصیص و شمارش حجم واقعی یکی از شاخص‌های مهم بررسی میزان دقت مدلسازی است. در این مطالعه برای ارائه مناسب این ضریب از نموداری مشابه شکل ۳-۶ استفاده شده است. در این شکل، ۴ نوع خط وجود دارد. خط سبز، نشان‌دهنده مقادیر هدف است که در آن مشاهده و برآورد باید با هم برابر باشند (خط با شیب ۴۵ درجه و ضریب همبستگی برابر یک). خط آبی ضخیم، نمودار برازش واقعی است.

خطوط آبی کمرنگ که با عنوان محدوده مجاز ۱ تعریف شده است بر مبنای یکی از آماره‌های ریاضی تعریف شده است. به منظور ترسیم این محدوده ابتدا خطای مطلق هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه شده و سپس انحراف معیار این خطاها بدست آمده است. سپس این دو خط موازی با خط ۴۵ درجه، با میزان اختلاف ۲ برابر انحراف معیار خطاهای مطلق ترسیم شده است. دو خط قرمز که با عنوان محدوده مجاز ۲ نوشته شده، دامنه مقادیر مجاز خطا را نشان می‌دهند. مقادیر مجاز خطا بر اساس جدول ۲-۶ تعریف شده‌اند. به عنوان مثال در جدول ۲-۶ و در دوره روزانه، چنانچه حجم تردد مشاهده برابر ۲۰۰۰۰ باشد، مقدار مجاز خطا برابر ۲۵٪ است که مقدار مطلق آن ۵۰۰۰ می‌شود. در شکل ۳-۶ خط قرمز نشان می‌دهد که بازه خطای مجاز مساوی 5000 ± 20000 است. شکستگی نمودار ناشی از مقادیر متفاوت خطا در مرزهای محدوده است (به جدول ۲-۶ مراجعه شود).

محدوده مجاز ۲ کاربرد بیشتری در مطالعات حمل‌ونقلی داشته و بین ایستگاه‌های پرتردد و کم‌تردد تفاوت قائل شده و محدوده حجم در نظر گرفته است در صورتی که محدوده مجاز ۱، بازه ثابتی را برای کل ایستگاه در نظر گرفته است. بدین ترتیب معمولاً ایستگاه‌های با تردد کم در محدوده مجاز قرار گرفته و ایستگاه‌های با تردد زیاد با احتمال کمتری در بازه مجاز قرار خواهند گرفت. به همین دلیل در ادامه این گزارش تنها از محدوده مجاز ۲ در نمودارها استفاده شده است.

همچنین در این نمودار برخی از آماره‌های مشاهده-برآورد ارائه شده است که در جدول ۳-۶ تعریف آن‌ها ارائه شده است.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۴۸		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



شکل ۶-۳- نمونه نمودار مشاهده-برآورد حجم تردد کمان‌ها

جدول ۶-۳- تعریف آماره‌های نمودارهای مشاهده-برآورد

ردیف	متغیر	تعریف
۱	NumObs	تعداد مشاهدات
۲	AvgObs	مقدار متوسط مشاهده
۳	%RMSE	درصد مجذور متوسط مربعات خطا
۴	Rsq	ضریب همبستگی
۵	Slope	شیب
۶	YInt	عرض از مبدا ^۱
۷	AvgRelEr%	متوسط خطای نسبی (%)
۸	AvgGEH	متوسط پارامتر GEH

۶-۱-۲- معرفی شاخص‌های اعتبارسنجی تخصیص دوره‌های اوج

برای ارزیابی اعتبار نتایج تخصیص در ساعات اوج، از شاخص میزان خطای مجاز بین مقادیر مشاهده و برآورد کل حجم عبوری از هر خط برش استفاده می‌شود. برای محاسبه مقدار مجاز این شاخص، از مقادیر مجاز آن در دوره روزانه استفاده می‌شود. با این فرض که میزان خطای مجاز ثابت باشد. سپس با ثابت نگه داشتن میزان خطای مجاز، درصد تردد ساعت اوج از کل حجم تردد روزانه مشخص و حجم تردد روزانه (محور

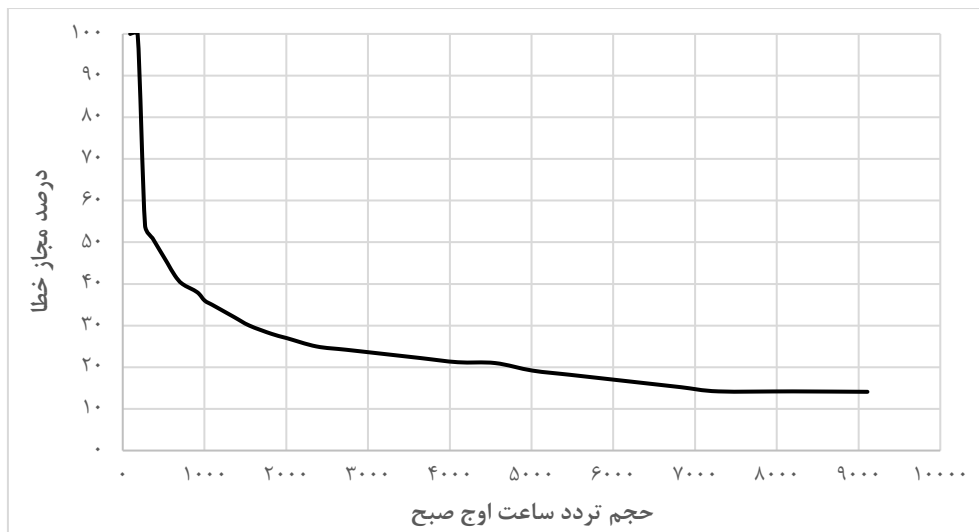
^۱ Y intercept

 مهندسین مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۴۹		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

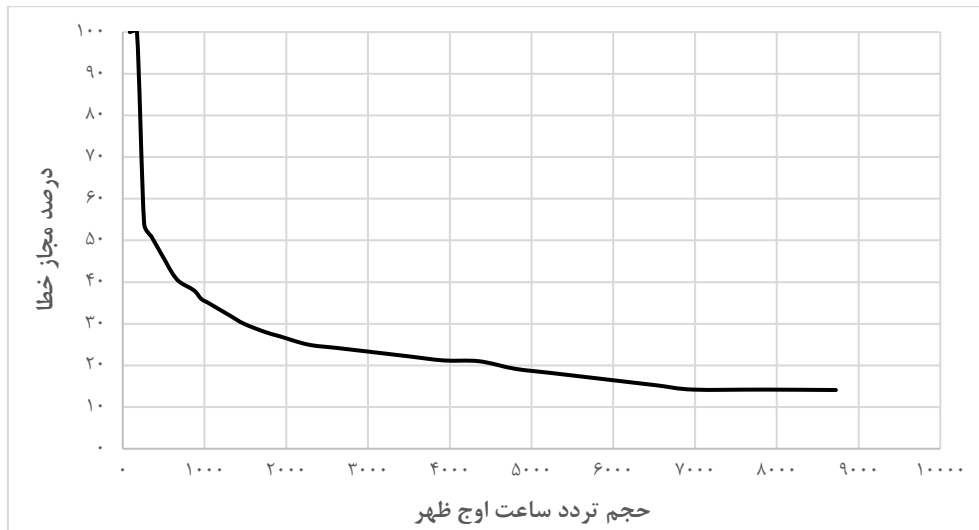
افقی شکل ۶-۲) در این عدد ضرب گردد [۳]. در جدول ۶-۴ حجم تردد خطوط برش، در بازه‌های زمانی مختلف نشان داده شده است. بر اساس درصد حجم تردد در بازه‌های زمانی، نمودار میزان مجاز خطا برای این دوره‌ها نیز به دست آمد که در شکل ۶-۴ تا شکل ۶-۶ به ترتیب برای دوره‌های اوج صبح، ظهر و عصر نشان داده شده است. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، با توجه به حجم تردد خطوط برش، میزان خطا برای تمامی دوره‌ها یکسان و برابر ۱۴٪ است.

جدول ۶-۴- تعیین شاخص میزان خطای مجاز حجم تردد وسیله همسنگ خطوط برش در دوره‌های زمانی مختلف

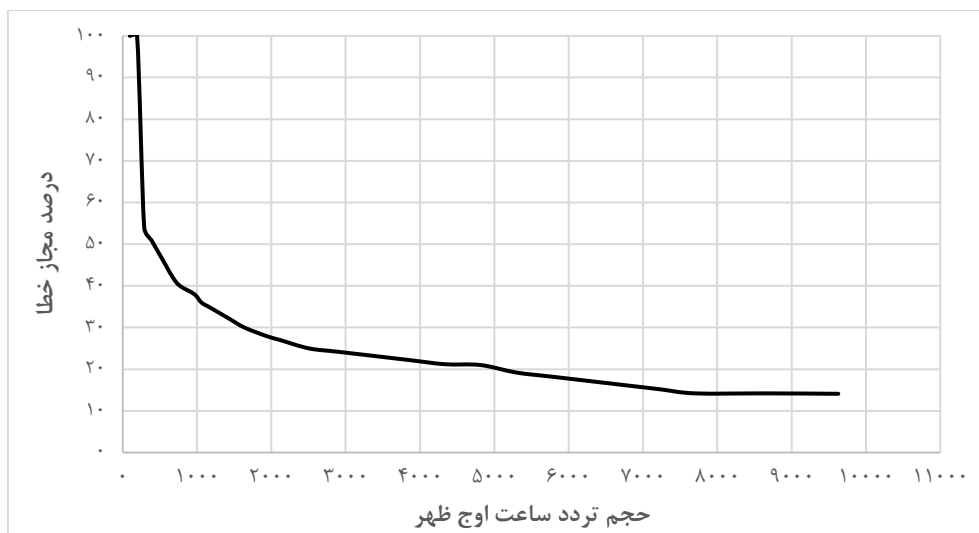
دوره	خط برش	حجم تردد مشاهده خط برش		درصد مجاز خطا
		یک جهت	دو جهت	
شبانه روز	رو به غرب	۱۸۰۱۲۰	۳۵۶۶۰۸	۱۰۰
	رو به شرق	۱۷۶۴۸۸		
صبح	رو به غرب	۱۵۱۹۳	۳۲۳۲۴	۹/۱٪
	رو به شرق	۱۷۱۳۱		
ظهر	رو به غرب	۱۴۱۶۲	۲۸۹۸۸	۸/۱٪
	رو به شرق	۱۴۸۲۶		
عصر	رو به غرب	۱۳۰۳۰	۲۴۶۹۸	۶/۹٪
	رو به شرق	۱۱۶۶۸		



شکل ۶-۴- درصد خطای مجاز حجم تردد دوره اوج صبح خط برش



شکل ۵-۶- درصد خطای مجاز حجم تردد دوره اوج ظهر خط برش



شکل ۶-۶- درصد خطای مجاز حجم تردد دوره اوج عصر خط برش

بر اساس بررسی منابع و مراجع، تنها همین شاخص برای ارزیابی تخصیص ساعات اوج ارائه شده است [۲،۳]. اما همانند دوره روزانه، سایر شاخص‌های اعتبارسنجی به منظور انعکاس دقت نتایج تخصیص نظیر $RMSE\%$ ، ضریب همبستگی و ... برای ساعات اوج صبح، ظهر و عصر نیز ارائه خواهد شد. به همین دلیل محدوده‌های مجاز هر یک از معیارها نیز به صورت ساعتی تبدیل شود که در جدول ۵-۶ و جدول ۶-۶ ارائه شده است. ذکر این نکته لازم است که معیار قبولی تمامی شاخص‌ها باید برای ماتریس اصلاح شده است.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۵۱		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

جدول ۵-۶ - RMSE٪ بر اساس گروه حجم کمان برای تخصیص ساعتی

دوره	حجم کمان	RMSE٪
ساعتی	۰-۴۵۲	۱۱۵/۷۵۷
	۴۵۲-۹۰۵	۴۳/۱۴۱
	۹۰۵-۱۸۱۰	۳۰/۲۵۲
	۱۸۱۰-۳۶۱۹	۲۸/۲۷۲
	۳۶۱۹-۵۴۲۹	۲۵/۳۸۳
	۵۴۲۹-۸۱۴۳	۱۹/۱۹۹

جدول ۶-۶ - درصد خطای مجاز بر آورد حجم تردد وسیله همسنگ سواری هر کمان برای تخصیص ساعتی [۲]

دوره	حجم تردد	FHWA	MDOT
ساعتی	کمتر از ۹۰	۶۰	۲۰۰
	۹۰-۲۲۶	۴۷	۱۰۰
	۲۲۶-۴۵۲	۳۶	۵۰
	۴۵۲-۹۰۵	۲۹	۲۵
	۹۰۵-۲۲۶۲	۲۵	۲۰
	۲۲۶۲-۴۵۲۴	۲۲	۱۵
	بیشتر از ۴۵۲۴	۲۱	۱۰

علاوه بر این در تخصیص ساعتی می توان از معیار GEH که نوعی آماره کای دو است استفاده نمود که با استفاده از رابطه ۶-۲ بدست می آید. در این رابطه M مقدار حجم ساعتی حاصل از مدل و C مقدار شمارش شده است. بر اساس تعریف این شاخص، مقدار میانگین کمتر از ۵ نشان دهنده مدل با دقت عالی و کمتر از ۱۰ با دقت خوب است.

$$GEH = \sqrt{\frac{(M-C)^2}{0.5(M+C)}} \quad \text{رابطه ۶-۲}$$

در این بخش نتایج تخصیص مدل های ۴ مرحله ای برای دوره های زمانی مختلف مورد بررسی قرار می گیرد. در این راستا ابتدا ضریب همبستگی تخصیص قبل از تصحیح ماتریس ارزیابی شده، سپس تصحیح ماتریس انجام شده اعتبارسنجی می شود و پس از آن تمامی شاخص های عنوان شده در بند قبل برای ماتریس بعد از تصحیح مورد بررسی قرار می گیرد.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۵۲		ویرایش دوم		ساخت مدل های بر آورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۲-۶- اعتبارسنجی ضریب همبستگی و حجم کل عبوری از خط برش قبل از تصحیح ماتریس

در اولین گام نتایج تخصیص ماتریس‌های حاصل از مدل ۴ مرحله‌ای قبل از اعمال ضرایب تصحیح مورد بررسی قرار گرفته است. در فرآیند استخراج ماتریس همسنگ سواری و حمل‌ونقل عمومی، ماتریس‌های حاصل از توزیع و تفکیک سفر با استفاده از ضرایب سرنشین و معادل همسنگ سواری تبدیل گردیده است. در جدول ۷-۶ مجموع تمام ماتریس‌های میانی برای دوره روزانه ارائه شده است. در شکل ۶-۷ تا شکل ۹-۶ نقاط شمارش حجم خط برش، کمان منفرد و دروازه‌ای نمایش داده شده است.

جدول ۷-۶- مجموع ماتریس‌های فرآیند ۴ مرحله‌ای - روزانه

فرآیند	نام ماتریس (هدف - وسیله)	واحد	مجموع ماتریس - دوره روزانه
توزیع سفر	هدف کاری	نفر	۱۶۳۹۶۳
	هدف خرید	نفر	۶۹۰۶۰
	هدف تحصیلی	نفر	۱۱۴۶۴۴
	هدف تفریحی	نفر	۵۹۹۸۲
	هدف کار شخصی	نفر	۵۳۸۹۱
	غیر خانه مبنا	نفر	۲۳۶۶۹
	مجموع اهداف	نفر	۴۸۵۲۰۸
تفکیک هدف سفر کاری	سواری شخصی	نفر	۹۱۵۱۰
	موتور سیکلت	نفر	۹۷۳۶
	سایر وسایل	نفر	۴۲۶۳
	سرویس	نفر	۰
	تاکسی	نفر	۳۸۰۷۳
	پیاده	نفر	۱۶۸۵۲
	همگانی	نفر	۳۵۲۹
تفکیک هدف سفر خرید	سواری شخصی	نفر	۱۵۸۵۹
	موتور سیکلت	نفر	۴۱۴
	سایر وسایل	نفر	۲۰۷
	سرویس	نفر	۰
	تاکسی	نفر	۲۶۳۱۵
	پیاده	نفر	۲۰۷۲۰
	همگانی	نفر	۵۵۴۵
تفکیک هدف سفر تحصیلی	سواری شخصی	نفر	۱۷۴۲۳
	موتور سیکلت	نفر	۱۲۶
	سایر وسایل	نفر	۱۱۳۵
	سرویس	نفر	۲۵۲۴۲
	تاکسی	نفر	۲۹۵۹۰
	پیاده	نفر	۳۶۴۶۱
	همگانی	نفر	۴۶۶۷

جدول ۶-۷- مجموع ماتریس های فرآیند ۴ مرحله‌ای - روزانه

فرآیند	نام ماتریس (هدف - وسیله)	واحد	مجموع ماتریس - دوره روزانه
تفکیک هدف سفر تفریحی	سواری شخصی	نفر	۲۲۰۱۷
	موتور سیکلت	نفر	۴۸۰
	سایر وسایل	نفر	۶۰۰
	سرویس	نفر	۰
	تاکسی	نفر	۱۳۷۲۳
	پیاده	نفر	۲۲۰۸۲
	همگانی	نفر	۱۰۸۰
تفکیک هدف سفر کار شخصی	سواری شخصی	نفر	۲۴۱۹۲
	موتور سیکلت	نفر	۳۲۳
	سایر وسایل	نفر	۲۱۶
	سرویس	نفر	۰
	تاکسی	نفر	۱۳۱۹۵
	پیاده	نفر	۱۴۵۱۱
	همگانی	نفر	۱۴۵۵
تفکیک غیرخانه‌مینا	سواری شخصی	نفر	۱۰۳۷۴
	موتور سیکلت	نفر	۸۰۵
	سایر وسایل	نفر	۴۷۳
	سرویس	نفر	۰
	تاکسی	نفر	۶۵۷۰
	پیاده	نفر	۴۷۸۵
	همگانی	نفر	۶۶۳
مجموع نفر-سفر تمام اهداف	سواری شخصی	نفر	۱۸۱۳۷۴
	موتور سیکلت	نفر	۱۱۸۸۴
	سایر وسایل	نفر	۶۸۹۴
	سرویس	نفر	۲۵۲۴۲
	تاکسی	نفر	۱۲۷۴۶۶
	پیاده	نفر	۱۱۵۴۱۱
	همگانی	نفر	۱۶۹۳۸
مجموع وسیله-سفر تمام اهداف	سواری شخصی	وسیله	۱۰۷۹۶۱
	موتور سیکلت	وسیله	۸۷۳۹
	سایر وسایل	وسیله	۴۳۶۳
	سرویس	وسیله	۶۱۱۲
	تاکسی	وسیله	۸۳۳۱۱
ماتریس تخصیص	همسنگ سواری سفرهای داخلی	وسیله	۲۹۹۹۰۲
	تعداد سفرهای همگانی داخلی	نفر	۱۶۹۳۸
	همسنگ سواری دروازه مسافری	وسیله	۱۴۴۸۵۷
	همسنگ سواری دروازه باری	وسیله	۳۶۷۶۲
	همسنگ سواری تمامی سفرها	وسیله	۴۸۱۵۲۱

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۵۴		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۶-۷- موقعیت نقاط شمارش حجم خط برش

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۵۵		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۶-۸- موقعیت نقاط شمارش حجم کمان منفرد

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۵۶		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۶-۹- موقعیت نقاط شمارش حجم دروازه‌ای

در جدول ۶-۸، حجم تردد تمام ایستگاه‌ها قبل از تصحیح برای دوره اوج صبح ارایه شده و با مشاهدات انجام شده مقایسه گردیده است.

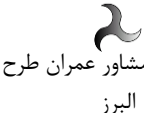
جدول ۶-۸- حجم تردد اوج صبح کمان‌های تمام ایستگاه‌ها - روز عادی ۱۳۹۴ - قبل از تصحیح

کد ایستگاه	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطای مطلق	GEH
VE1	۵۹۷	۴۷۳	۱۲۴	٪۲۶	۵,۴
VW1	۳۰۱	۲۲۲	۷۹	٪۳۶	۴,۹
VE2	۵۰۰	۴۶۴	۳۶	٪۸	۱,۶
VW2	۱۴۶	۲۱۳	۶۷	٪۳۱	۵,۰
under bridg VW3	۲۱۰۷	۱۱۴۸	۹۵۹	٪۸۴	۲۳,۸
bridg VW3	۱۵۷۲	۲۳۳۸	۷۶۶	٪۳۳	۱۷,۳
bridg VE3	۲۲۱۶	۲۲۳۲	۱۶	٪۱	۰,۳
under bridg+VW4 VE3	۲۱۲۲	۱۳۷۵	۷۴۷	٪۵۴	۱۷,۹
VW5+VW4	۲۳۹	۲۳۹	۰	٪۰	۰,۰
VW6+VW7+VW8	۱۰۱۵	۴۶۰	۵۵۵	٪۱۲۱	۲۰,۴
VE6+VE7+VE8+VE12	۱۲۵۸	۷۴۰	۵۱۸	٪۷۰	۱۶,۴

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۵۷		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۸-۶- حجم تردد اوج صبح کمان‌های تمام ایستگاه‌ها - روز عادی ۱۳۹۴ - قبل از تصحیح

کد ایستگاه	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطای مطلق	GEH
VW9+VW10+VW11+VW12	۱۳۶	۱۶۴	۲۸	٪۱۷	۲,۳
VW13	۸۴	۸۰	۴	٪۵	۰,۴
VE13	۴۵۲	۶۱۲	۱۶۰	٪۲۶	۶,۹
VW14	۱۴۹	۴۵۳	۳۰۴	٪۶۷	۱۷,۵
VE14	۱۶۵	۳۴۰	۱۷۵	٪۵۱	۱۱,۰
VW15	۲۰۲۰	۲۲۳۲	۲۱۲	٪۹	۴,۶
VE15	۱۵۳۴	۸۵۹	۶۷۵	٪۷۹	۱۹,۵
VW16	۱۱۷	۶۱۹	۵۰۲	٪۸۱	۲۶,۲
VE16	۴۷	۸۸	۴۱	٪۴۷	۵,۰
VW17	۶۶۶	۱۶۷۵	۱۰۰۹	٪۶۰	۲۹,۵
VE17	۲۰۴۷	۱۲۹۱	۷۵۶	٪۵۹	۱۸,۵
VE18	۶۸	۵	۶۳	٪۱۲۶۰	۱۰,۴
VW20+VW19	۲۹۲۱	۳۱۱۷	۱۹۶	٪۶	۳,۶
VE20	۱۴۲۸	۱۴۳۸	۱۰	٪۱	۰,۳
VW21	۱۵۴۰	۱۸۵۹	۳۱۹	٪۱۷	۷,۷
VE21	۱۹۳۴	۲۰۴۹	۱۱۵	٪۶	۲,۶
VW23	۳۱۵	۲۰۳	۱۱۲	٪۵۵	۷,۰
VE23	۴۷۸	۷۴۲	۲۶۴	٪۳۶	۱۰,۷
VW24	۱۰۸	۵۰۸	۴۰۰	٪۷۹	۲۲,۸
VE24	۹۸	۳۹۷	۲۹۹	٪۷۵	۱۹,۰
VW25+VW26	۱۶۱	۹۸	۶۳	٪۶۴	۵,۵
VE25+VE26	۳۲۳	۸۱۱	۴۸۸	٪۶۰	۲۰,۵
VW27+VW28	۱۲۹	۵۲۱	۳۹۲	٪۷۵	۲۱,۷
VE27+VE28	۲۴۴	۳۲۰	۷۶	٪۲۴	۴,۵
VW29	۹۷۰	۵۰۷	۴۶۳	٪۹۱	۱۷,۰
VE29	۷۶۹	۴۶۱	۳۰۸	٪۶۷	۱۲,۴
VW30+VW31	۱۱۱	۶۲	۴۹	٪۷۹	۵,۳
VE30+VE31	۱۵۶	۳۱۹	۱۶۳	٪۵۱	۱۰,۶
VW33+VW32	۲۲۵	۶۲	۱۶۳	٪۲۶۳	۱۳,۶
VE33+VE32	۴۲۷	۳۶۹	۵۸	٪۱۶	۲,۹
VW34	۱۶۱	۶۲	۹۹	٪۱۶۰	۹,۴
VE34	۲۶۸	۳۶۹	۱۰۱	٪۲۷	۵,۷
(VN(L1	۲۰۹۰	۱۴۳۵	۶۵۵	٪۴۶	۱۵,۶
(VE(L1	۲۰۹۰	۱۸۶۳	۲۲۷	٪۱۲	۵,۱

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۵۸		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۶-۸- حجم تردد اوج صبح کمان‌های تمام ایستگاه‌ها - روز عادی ۱۳۹۴ - قبل از تصحیح

کد ایستگاه	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطای مطلق	GEH
(VN(L2	۹۹۰	۳۵۲	۶۳۸	٪۱۸۱	۲۴,۶
(VS(L2	۱۰۹۲	۷۱۲	۳۸۰	٪۵۳	۱۲,۷
(VW(L3	۵۳۸	۶۰۱	۶۳	٪۱۰	۲,۶
(VE(L3	۳۶۷	۸۲	۲۸۵	٪۳۴۸	۱۹,۰
(VS(L4	۲۰۹۰	۱۶۱۴	۴۷۶	٪۲۹	۱۱,۱
(VW(L4	۱۴۷۱	۱۰۱۶	۴۵۵	٪۴۵	۱۲,۹
(VN(L5	۱۶۲	۴۱۵	۲۵۳	٪۶۱	۱۴,۹
(VS(L5	۴۵۲	۲۵۲	۲۰۰	٪۷۹	۱۰,۷
(VW(L6	۳۴۷۴	۲۵۳۹	۹۳۵	٪۳۷	۱۷,۱
(VE(L6	۸۱۱	۱۲۸۶	۴۷۵	٪۳۷	۱۴,۷
(VS(L7	۹۹۷	۶۰۰	۳۹۷	٪۶۶	۱۴,۰
(VN(L7	۱۲۳۶	۱۱۲۲	۱۱۴	٪۱۰	۳,۳
(VN(L8	۳۷۳	۷۹۰	۴۱۷	٪۵۳	۱۷,۳
(VS(L8	۵۳۹	۶۴۴	۱۰۵	٪۱۶	۴,۳
(VN(L9	۶۸۷	۷۵۰	۶۳	٪۸	۲,۴
(VE(L9	۴۷۰	۱۲۴	۳۴۶	٪۲۷۹	۲۰,۱
(VN(L10	۱۶۹۸	۱۳۵۷	۳۴۱	٪۲۵	۸,۷
(VS(L10	۵۵۰	۶۹۱	۱۴۱	٪۲۰	۵,۷
(VN(L11	۵۰۵	۱۳۴	۳۷۱	٪۲۷۷	۲۰,۸
(VS(L11	۸۶۱	۱۵۵	۷۰۶	٪۴۵۵	۳۱,۳
(VN(L12	۳۷۳	۲۰۵	۱۶۸	٪۸۲	۹,۹
(VS(L12	۴۹۵	۵۵۹	۶۴	٪۱۱	۲,۸
(V3(u-turn	۲۶۰	۳۱۹	۵۹	٪۱۸	۳,۵
VE22	۱۵۴۲	۱۱۱۴	۴۲۸	٪۳۸	۱۱,۷
GI02	۱۰۴۳	۱۱۵۱	۱۰۸	٪۹	۳,۳
GO02	۱۱۱۰	۹۷۲	۱۳۸	٪۱۴	۴,۳
GI03	۲۰۴۸	۱۵۷۸	۴۷۰	٪۳۰	۱۱,۰
GO3	۱۴۷۷	۱۸۵۷	۳۸۰	٪۲۰	۹,۳
GI04	۲۹۲۶	۲۸۴۲	۸۴	٪۳	۱,۶
GO04	۴۵۱۳	۴۰۰۹	۵۰۴	٪۱۳	۷,۷
GI05	۴۳۲	۵۴۱	۱۰۹	٪۲۰	۴,۹
GO05	۸۷۱	۹۷۸	۱۰۷	٪۱۱	۳,۵
GI01	۳۸۵۰	۴۵۹۶	۷۴۶	٪۱۶	۱۱,۵
GO01	۲۷۳۹	۴۴۱۳	۱۶۷۴	٪۳۸	۲۸,۰

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۵۹		ويرايش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

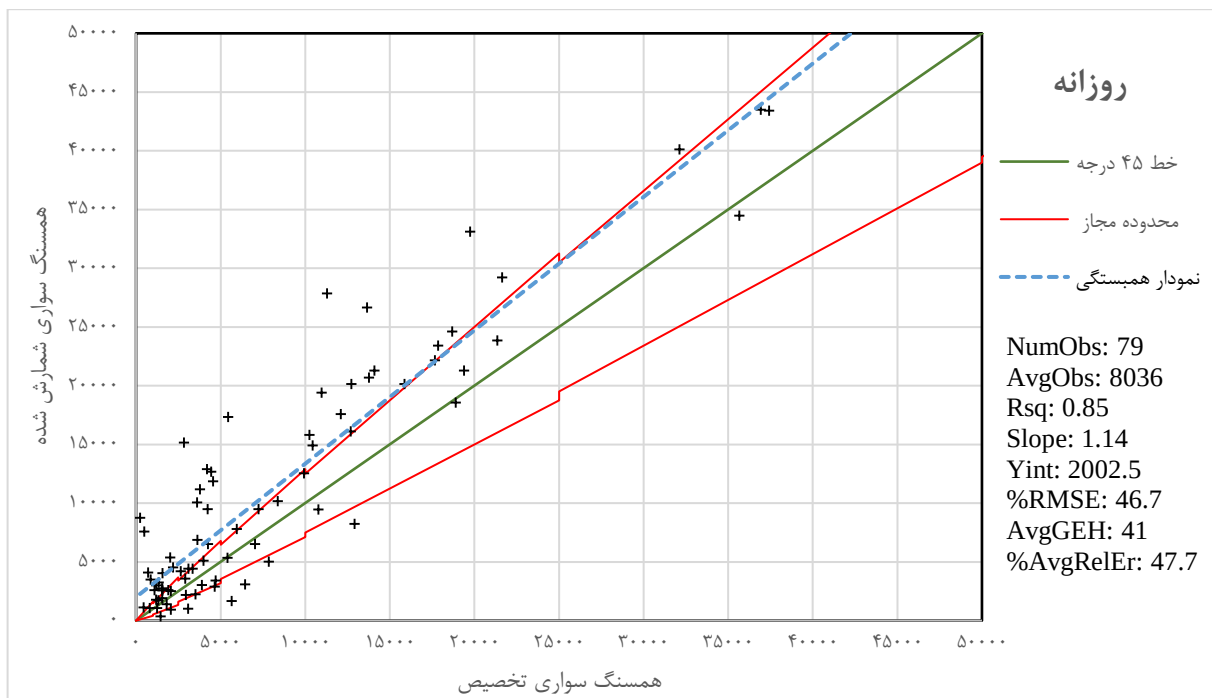
جدول ۸-۶- حجم تردد اوج صبح کمان‌های تمام ایستگاه‌ها - روز عادی ۱۳۹۴ - قبل از تصحیح

کد ایستگاه	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطای مطلق	GEH
جمع	۷۹۵۴۶	۷۶۲۶۴	۲۵۰۱۶	۳۱٪	۱۱,۸
کمینه	۴۷	۵	۰	۰٪	۰,۰۰
بیشینه	۴۵۱۳	۴۵۹۶	۱۶۷۴	۱۲۶۰٪	۳۱,۳۲
متوسط	۱۰۰۶,۹۱	۹۶۵,۳۷	۳۱۶,۶۶	۷۵٪	۱۱,۰۱
انحراف معیار	۹۵۷,۹۴	۹۷۴,۵۹	۲۹۳,۰۳	۱۵۵٪	۷,۷۶

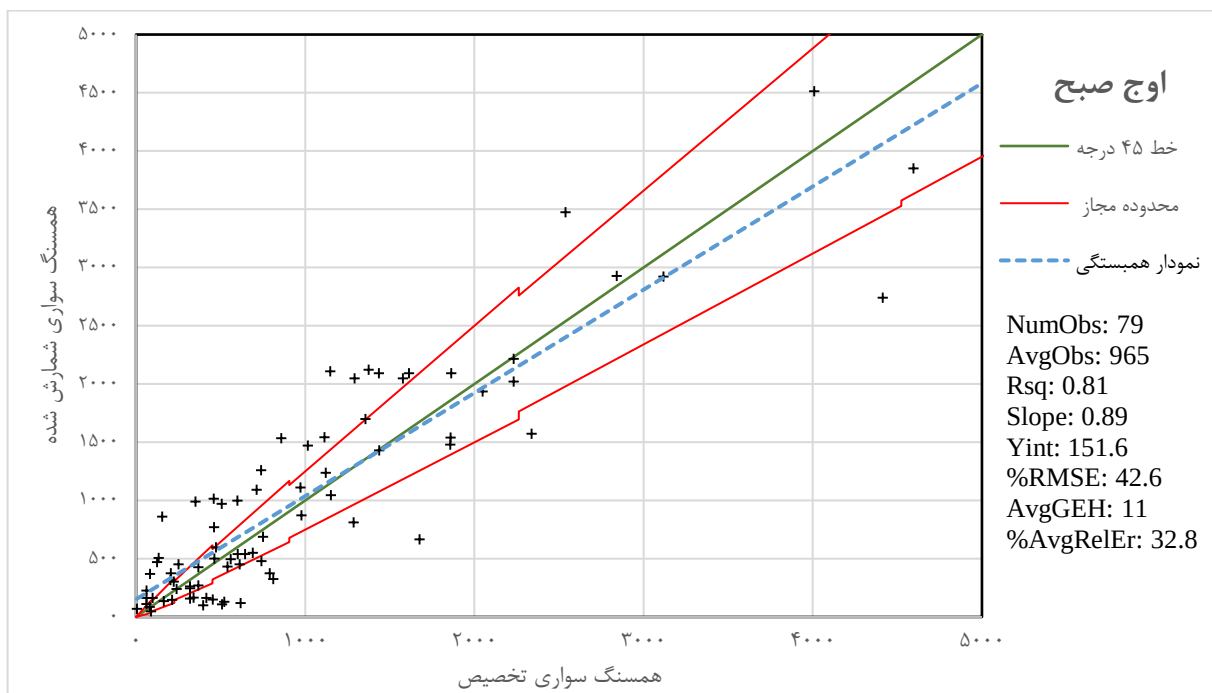
در جدول ۹-۶ حجم تردد عبوری از هر خط برش برای دوره روزانه و ساعات اوج صبح، ظهر و عصر قبل از تصحیح ماتریس اعتبارسنجی شده است. همچنین در شکل ۶-۱۰ تا شکل ۶-۱۳ نمودار مشاهده-برآورد حجم تردد کمان‌ها برای تمام دوره‌های زمانی مورد بررسی، ترسیم شده است. با توجه به نتایج حاصل از این دو شاخص، برای تمامی بازه‌های زمانی باید از تصحیح ماتریس استفاده نمود تا دقت مدلسازی افزایش پیدا کند و در محدوده مجاز قرار بگیرد.

جدول ۹-۶- اعتبار سنجی حجم تردد همسنگ سواری هر خط برش قبل از تصحیح ماتریس

دوره	خط برش	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطا	درصد خطای مجاز
اوج صبح	رو به غرب	۱۵۱۹۳	۱۶۸۴۲	۱۶۴۹	۱۰,۸۵	۱۴
	رو به شرق	۱۷۱۳۱	۱۵۷۵۴	۱۳۷۷	۸,۰۴	
روزانه	رو به غرب	۱۸۰۱۲۰	۱۳۴۰۹۵	۴۶۰۲۵	۲۵,۵۵	
	رو به شرق	۱۷۶۴۸۸	۱۲۱۵۷۳	۵۴۹۱۵	۳۱,۱۲	
اوج ظهر	رو به غرب	۱۴۱۶۲	۱۰۰۱۵	۴۱۴۷	۲۹,۲۸	
	رو به شرق	۱۴۸۲۶	۹۲۵۱	۵۵۷۵	۳۷,۶۰	
اوج عصر	رو به غرب	۱۳۰۳۰	۹۴۱۳	۳۶۱۷	۲۷,۷۶	
	رو به شرق	۱۱۶۶۸	۹۱۶۶	۲۵۰۲	۲۱,۴۴	

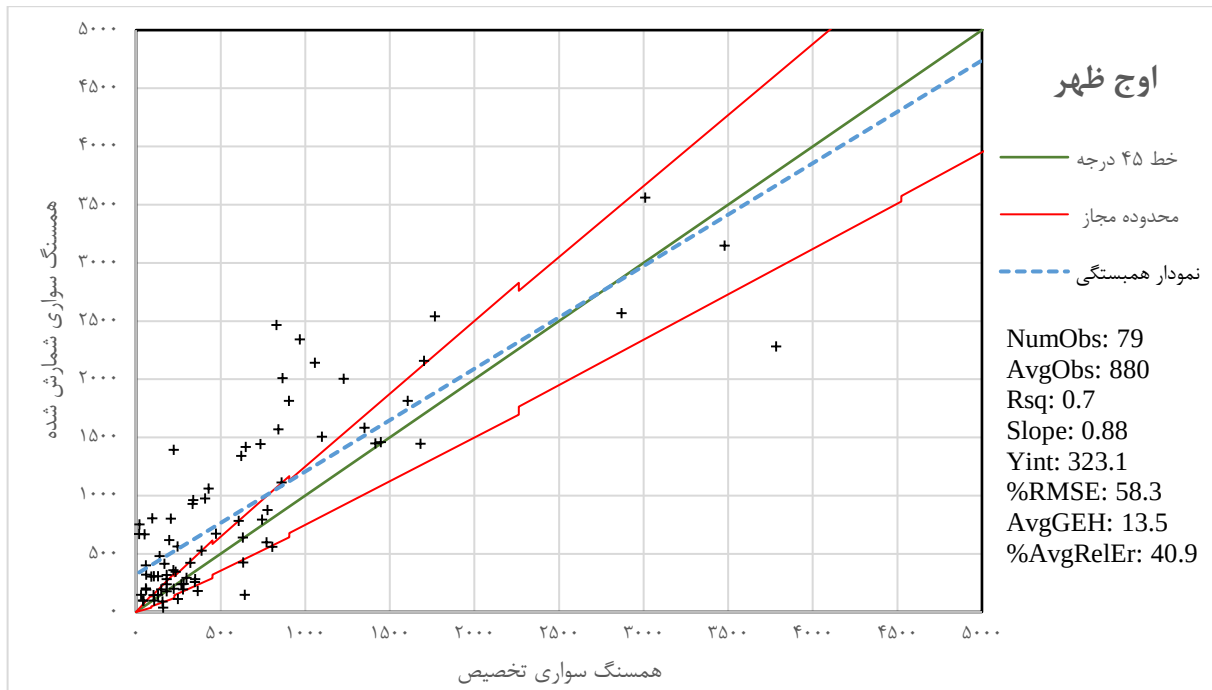


شکل ۶-۱۰- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره روزانه قبل از تصحیح ماتریس

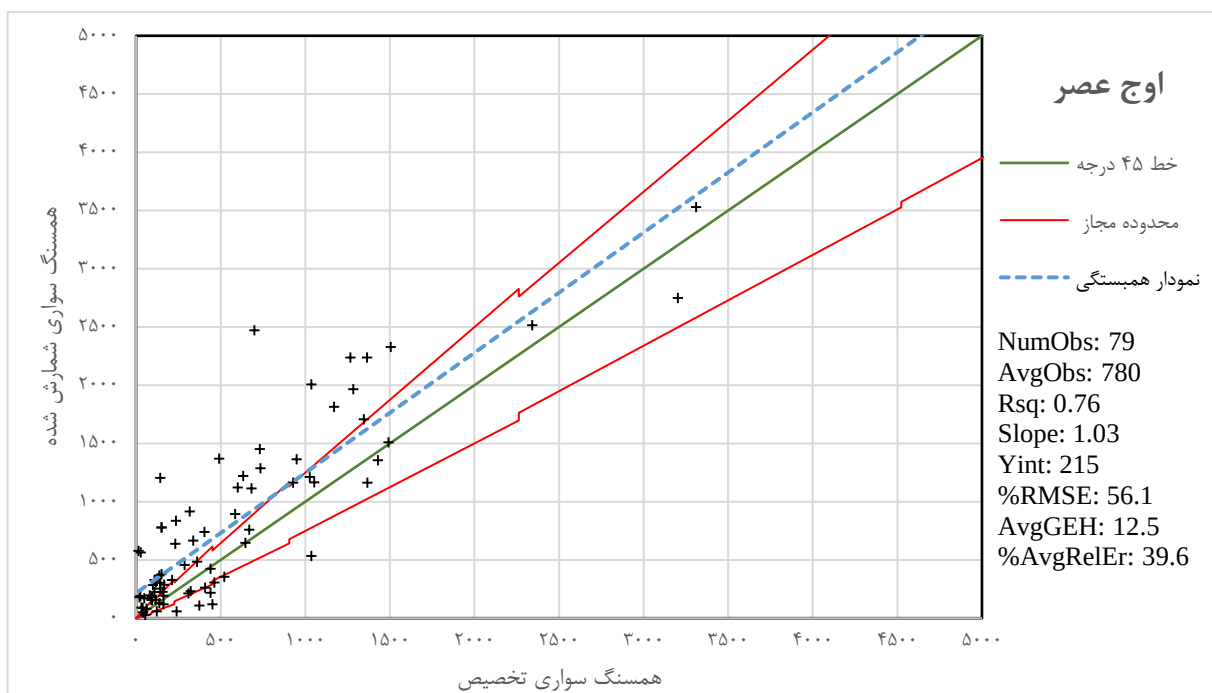


شکل ۶-۱۱- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره اوج صبح قبل از تصحیح ماتریس

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۶۱		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۶-۱۲- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان ها در دوره اوج ظهر قبل از تصحیح ماتریس



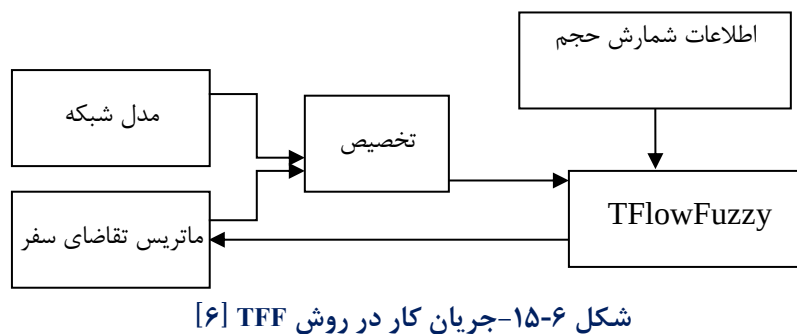
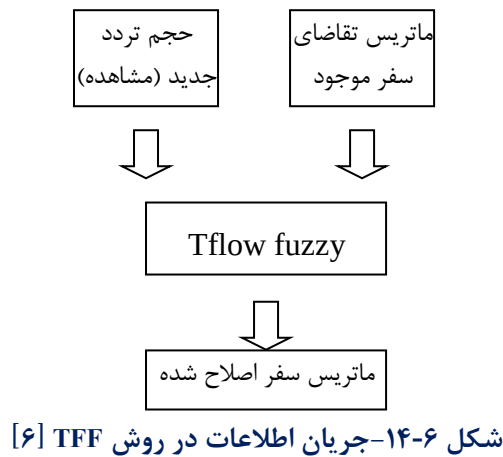
شکل ۶-۱۳- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان ها در دوره اوج عصر قبل از تصحیح ماتریس

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۶۲		ویرایش دوم		ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۳-۶- اعتبارسنجی تصحیح ماتریس همسنگ سواری

۳-۶-۱- نحوه تصحیح ماتریس مبدا- مقصد

همانطور که در شکل ۶-۱ نمایش داده شده در این مطالعات به منظور تصحیح ماتریس تقاضای حاصل از مدل چهار مرحله‌ای، از روش TFlowFuzzy که از ابزارهای نرم‌افزار VISUM است، استفاده شده است. روش فازی به منظور تصحیح ماتریس تقاضای سفر موجود به کار می‌رود تا حجم تردد برآوردی تخصیص با مقادیر مشاهده برابر شود. جریان اطلاعات و جریان کار برای تصحیح ماتریس به ترتیب در شکل ۶-۱۴ و شکل ۶-۱۵ نشان داده شده است [۶].



در روش TFF، مقدار حجم تردد مشاهده شده در کمان‌ها معرفی می‌گردد. پیش از به کارگیری روش فازی، ماتریس تقاضای سفر که به شبکه تخصیص نیز داده شده، موجود است. برای یک کمان، مشخص است که چه درصدی از یک جفت مبدا- مقصد در حجم تردد آن سهم دارد (بر اساس تخصیص ماتریس موجود). سپس برای آنکه حجم مشاهده و برآورد برابر گردد، هر سلول، متناسب با میزان مشارکت آن در حجم تردد مشاهده کمان‌ها در عددی ضرب می‌گردد تا حجم مشاهده و برآورد تا حد امکان به هم نزدیک گردند.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۶۳		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

به منظور اعتبارسنجی، حاصل جمع ماتریس قبل و بعد از اصلاح مقایسه می‌گردد. چنانچه درصد تغییرات کل ماتریس، کمتر از میزان مجاز باشد، ماتریس تقاضای سال پایه معتبر تلقی می‌شود. از تقسیم ماتریس اصلاح شده به ماتریس خام، ماتریس ضرایب به دست می‌آید. از آنجایی که این ماتریس در انتهای مدل چهارمرحله‌ای، به دست می‌آید، نشان‌دهنده و پوشش‌دهنده کلیه خطاهایی است که از اجرای کل مدل‌های چهارمرحله‌ای به دست می‌آید. این ماتریس در سال‌های افق نیز به همان ترتیب استفاده خواهد شد. یعنی پس از همگرایی مدل چهار مرحله‌ای و به دست آمدن ماتریس نهایی، ماتریس ضرایب در آن ضرب خواهد شد.

به طور خلاصه، نتیجه‌گیری می‌شود روش مطالعات حاضر برای تصحیح ماتریس بهتر از مطالعات جامع حمل و نقل قبلی و مزایای آن به شرح ذیل است:

۱- هر یک از سلول‌های ماتریس مبدا- مقصد، در یک عدد منحصر به فرد ضرب می‌شود به جای اینکه کلیه سلول‌ها در یک ضریب یکسان ضرب شود.

۲- اصلاح ماتریس، به کمک نتایج تخصیص صورت می‌پذیرد.

ماتریس ضرایب به دست آمده، پوشش‌دهنده خطاهای مدل چهارمرحله‌ای نیز خواهد بود. اما در حالتی که در روش مطالعات قبلی که تنها به اصلاح ماتریس خام اکتفا شده، خطای مدل چهارمرحله‌ای نیز از بین نمی‌رود.

اما پس از انجام فرآیند تصحیح ماتریس چند مورد باید کنترل شود تا این اطمینان حاصل شود که استفاده از روش TFF تغییر محسوسی در ماتریس نداشته است. این موارد عبارتند از:

۱. کنترل میزان تغییر کل حجم ماتریس است که نباید از ۱۰ درصد تجاوز نماید. [۱]

۲. مقایسه تولید و جذب سفرها در نواحی ترافیکی قبل و بعد از تصحیح ماتریس

۳. ارزیابی تغییرات در توزیع سفرها (در سطح بزرگ ناحیه) قبل و بعد از تصحیح ماتریس

۴. اعتبار سنجی توزیع بسامد طول سفرها قبل و بعد از تصحیح ماتریس

ذکر این نکته لازم است که در صورت معتبر بودن فرآیند تصحیح ماتریس، با تقسیم ماتریس بعد از تصحیح به ماتریس قبل از تصحیح، برای هر دوره زمانی یک ماتریس ضرایب اصلاحی استخراج می‌شود که در ادامه مطالعات و برای تحلیل سالیان آتی، در ماتریس خروجی از فرآیند ۴ مرحله‌ای ضرب می‌شود. در جدول ۶-۱۰ میزان و درصد تغییر حجم ماتریس‌های همسنگ سواری، در طی فرآیند تصحیح ماتریس

 مهندسین مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۶۴		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

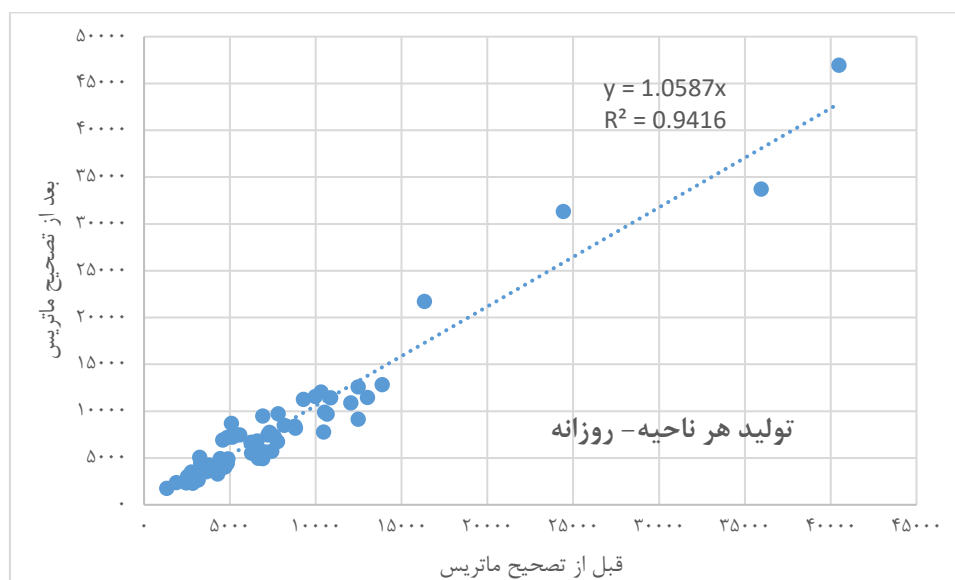
ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود میزان درصد تغییر ماتریس تمامی بازه‌های زمانی در محدوده مجاز زیر ۱۰ درصد قرار دارد و از این منظر معتبر است.

جدول ۱۰-۶- درصد تغییر حجم ماتریس بعد از تصحیح

دوره زمانی	حجم قبل از تصحیح	حجم بعد از تصحیح	درصد تغییر
روزانه	۴۸۱۵۱۴	۵۰۲۳۱۰	۴,۳۲
اوج صبح	۶۷۵۴۶	۶۸۰۰۸	۰,۶۸
اوج ظهر	۳۶۸۶۴	۳۷۳۰۲	۱,۱۹
اوج عصر	۳۴۲۵۷	۳۵۲۵۹	۲,۹۳

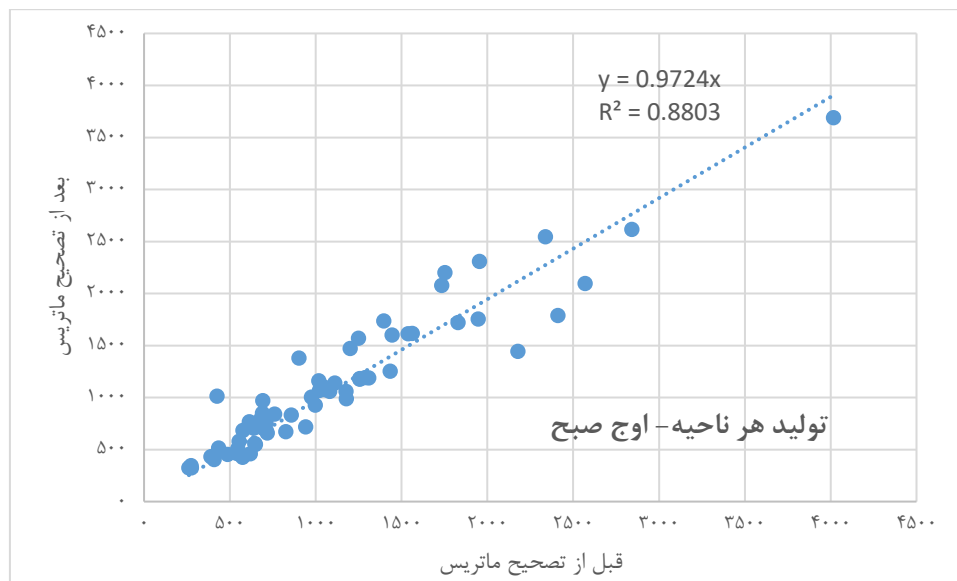
۲-۳-۶- کنترل ضریب همبستگی تولید/ جذب سفر قبل و بعد از اصلاح

یکی دیگر از مواردی که باید برای هر دوره زمانی کنترل شود ضریب همبستگی تولید و جذب سفر قبل و بعد از اصلاح ماتریس است. با استفاده از این کنترل اطمینان حاصل می‌شود که فرآیند TFF تغییر زیادی در تولید یا جذب یک ناحیه خاص ایجاد نکرده باشد. در شکل ۱۶-۶ تا شکل ۱۹-۶ تولید سفر قبل و بعد از تصحیح برای دوره‌های زمانی مختلف و در شکل ۲۰-۶ تا شکل ۲۳-۶ جذب سفر کنترل شده است. همانطور که در این نمودارها مشخص است ضریب همبستگی تمامی موارد در حد قابل قبول است و از این منظر نیز تصحیح انجام گرفته معتبر است.

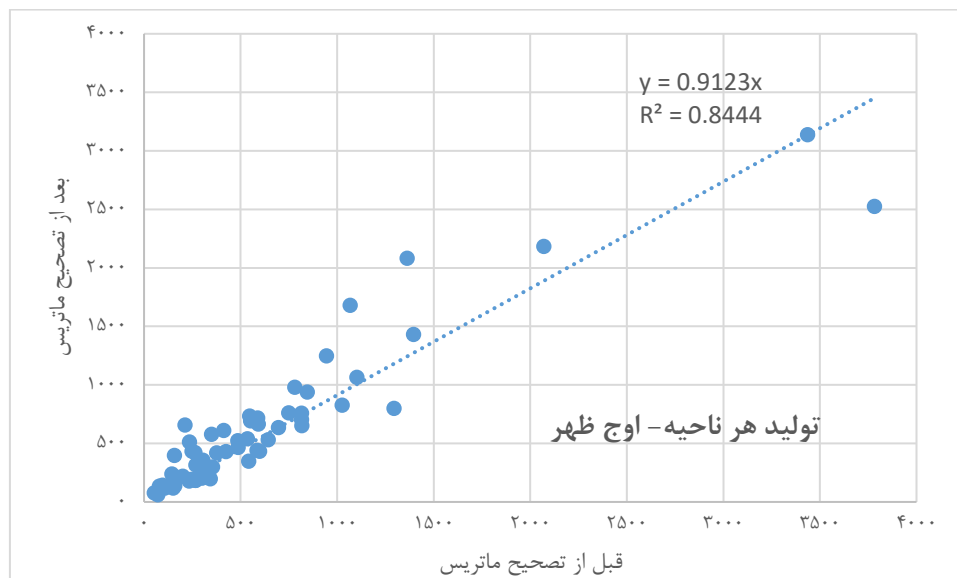


شکل ۱۶-۶- مقایسه تولید سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس - وسیله نقلیه همسنگ روزانه

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۶۵		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

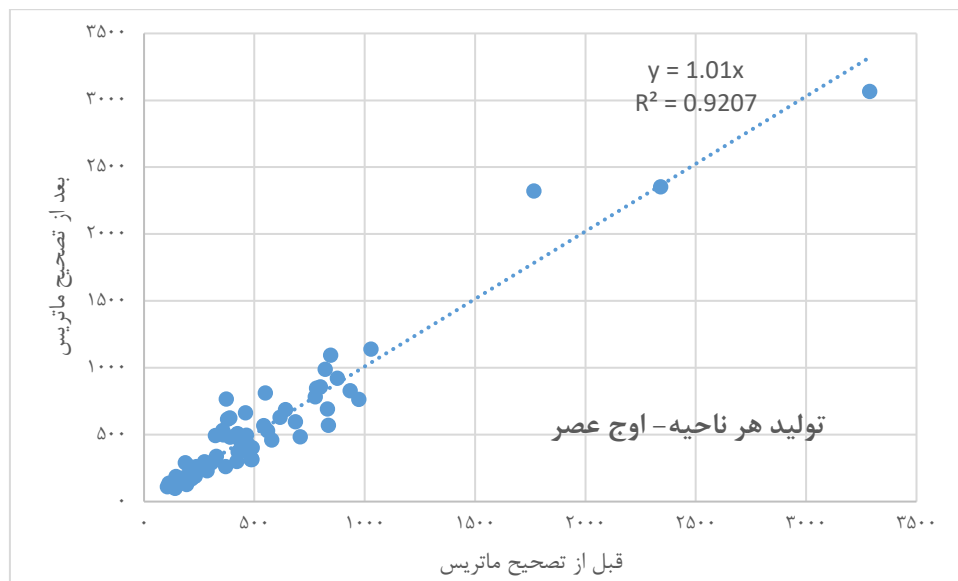


شکل ۶-۱۷- مقایسه تولید سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس - وسیله نقلیه همسنگ اوج صبح

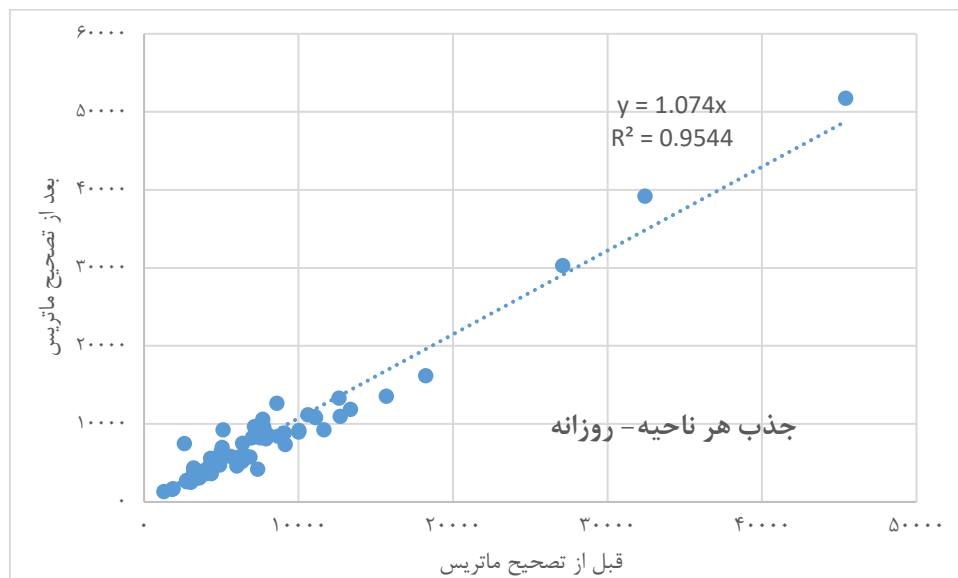


شکل ۶-۱۸- مقایسه تولید سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس - وسیله نقلیه همسنگ اوج ظهر

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۶۶		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

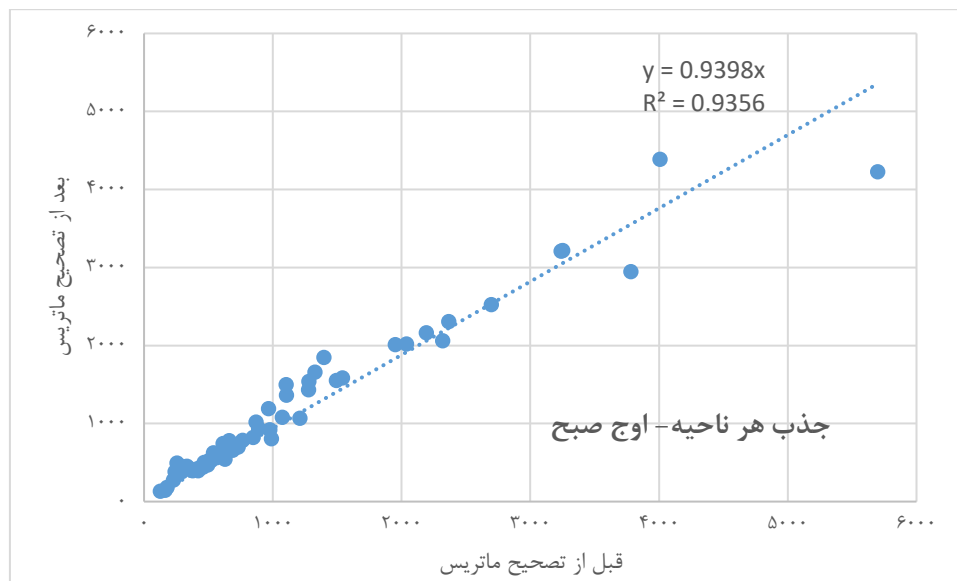


شکل ۶-۱۹- مقایسه تولید سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس - وسیله نقلیه همسنگ اوج عصر

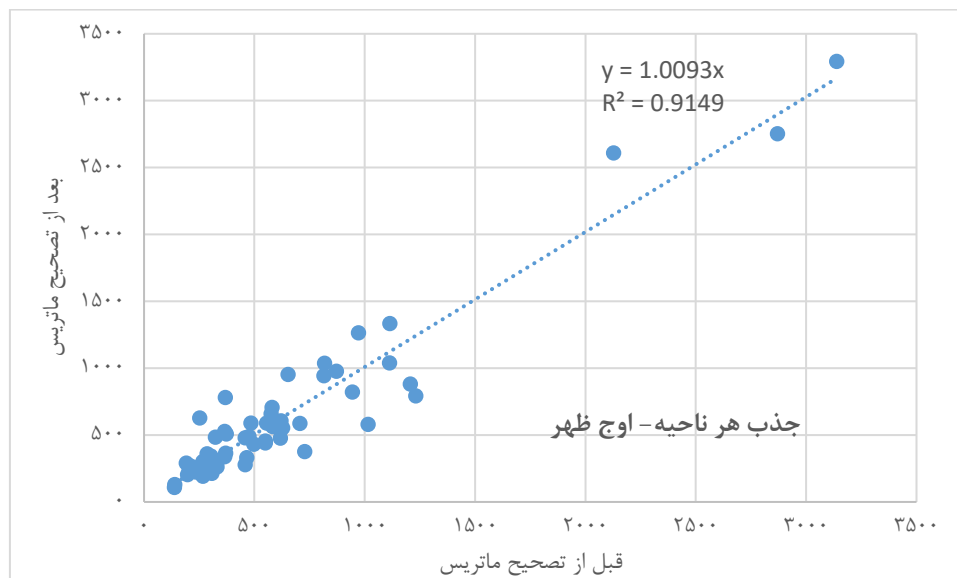


شکل ۶-۲۰- مقایسه جذب سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس - وسیله نقلیه همسنگ روزانه

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۶۷		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

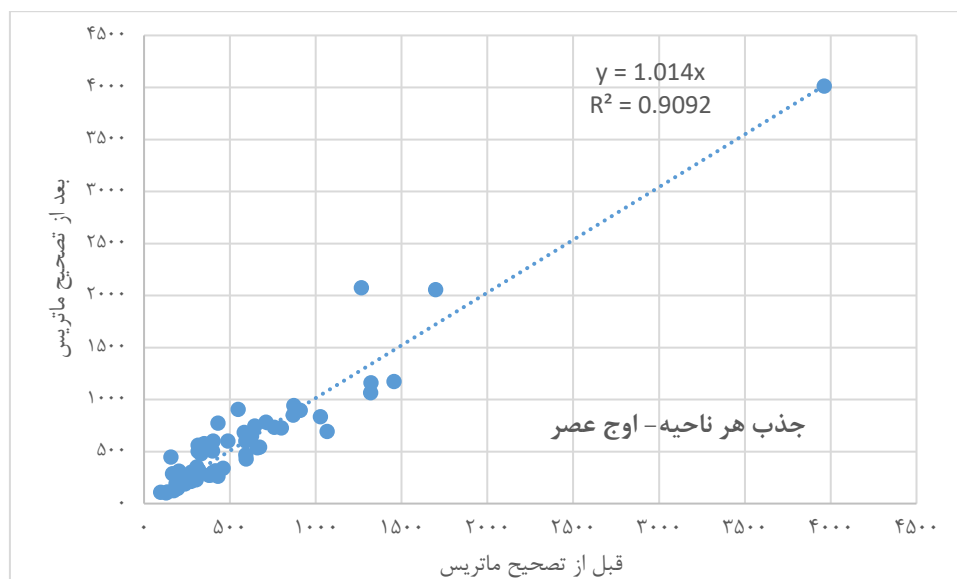


شکل ۶-۲۱- مقایسه جذب سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس - وسیله نقلیه همسنگ اوج صبح



شکل ۶-۲۲- مقایسه جذب سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس - وسیله نقلیه همسنگ اوج ظهر

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۶۸		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		



شکل ۶-۲۳- مقایسه جذب سفر قبل و بعد از تصحیح ماتریس - وسیله نقلیه همسنگ اوج عصر

۶-۳-۳- کنترل توزیع بسامد طول سفرها

کنترل توزیع بسامد طول سفر (TLFD)^۱، از مواردی است که در صورت اصلاح ماتریس تقاضا باید انجام گیرد. چنانچه این کنترل انجام نگیرد، ممکن است تنها سلول‌های خاصی از ماتریس مبدا- مقصد (معمولاً سفرهای کوتاه) دستخوش تغییر شده باشند و در نتیجه تابع توزیع طول کل سفرها تغییر کرده باشد. با توجه به تجربیات سایر کشورها، ضریب اصلاح آرایه‌های ماتریس مبدا- مقصد دارای اهمیت زیادی نیست، بلکه کنترل توزیع بسامد طول سفر (TLFD) از این حیث مهمتر است.

در ادامه توزیع بسامد طول سفر، برای چهار دوره زمانی روزانه و ساعات اوج صبح، ظهر و عصر ارایه خواهد شد. این تابع برای دو حالت ارایه خواهد شد که عبارتند از:

۱- توزیع بسامد طول سفر ماتریس چهار مرحله‌ای پیش از اصلاح به روش TFF

۲- توزیع بسامد طول سفر ماتریس چهار مرحله‌ای بعد از اصلاح TFF

مقایسه بسامد طول سفر برای حالات یک و دو، اثر اصلاح ماتریس به کمک روش TFF را نشان می‌دهد. در جدول ۶-۱۱ تا جدول ۶-۱۴ تابع توزیع بسامد دوره‌های زمانی مختلف قبل و بعد از تصحیح ماتریس ارائه شده است. همچنین در شکل ۶-۲۴ تا شکل ۶-۲۷ این توزیع در قالب نمودارهایی ترسیم شده است تا میزان تغییرات ملموس‌تر شود. همانطور که در این نمودارها مشاهده می‌شود در تمامی دوره‌های زمانی مطابقت بالایی

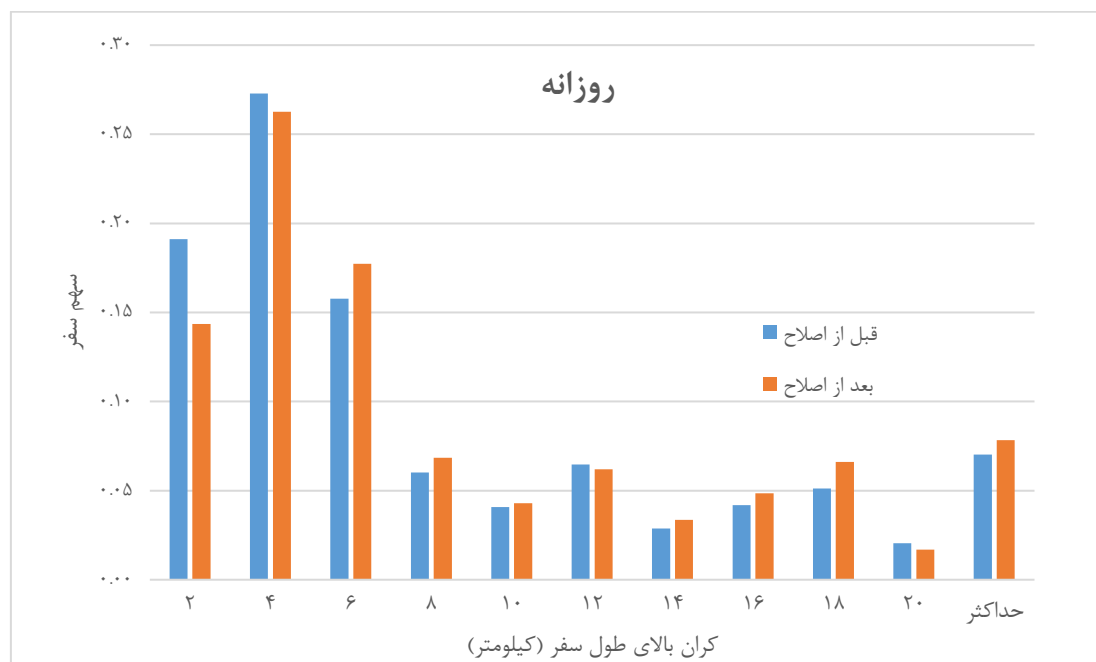
^۱ Trip Length Frequency Distribution (TLFD)

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۶۹		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

بین توزیع بسامد قبل و بعد از تصحیح ماتریس وجود دارد و همین امر نشان‌دهنده این است که تصحیح ماتریس از این منظر نیز برای تمام دوره‌های زمانی معتبر است.

جدول ۶-۱۱- تابع توزیع بسامد طول سفر پیش و پس از اصلاح ماتریس مدل چهار مرحله‌ای در دوره روزانه

بعد از اصلاح ماتریس			قبل از اصلاح ماتریس			کران بالا طول سفر (KM)	کران پایین طول سفر (KM)
جمع سفر	سهم تجمعی	سهم سفر	جمع سفر	سهم تجمعی	سهم سفر		
۷۲۰۵۰	۰,۱۴۳۴	۰,۱۴۳۴	۹۲۰۲۹	۰,۱۹۱۱	۰,۱۹۱۱	۲	۰
۱۳۱۹۲۶	۰,۴۰۶۱	۰,۲۶۲۶	۱۳۱۳۹۹	۰,۴۶۴۰	۰,۲۷۲۹	۴	۲
۸۹۰۹۰	۰,۵۸۳۴	۰,۱۷۷۴	۷۵۹۵۷	۰,۶۲۱۸	۰,۱۵۷۷	۶	۴
۳۴۳۸۰	۰,۶۵۱۹	۰,۰۶۸۴	۲۸۹۷۸	۰,۶۸۱۹	۰,۰۶۰۲	۸	۶
۲۱۵۵۰	۰,۶۹۴۸	۰,۰۴۲۹	۱۹۶۶۸	۰,۷۲۲۸	۰,۰۴۰۸	۱۰	۸
۳۱۱۲۴	۰,۷۵۶۷	۰,۰۶۲۰	۳۱۱۶۸	۰,۷۸۷۵	۰,۰۶۴۷	۱۲	۱۰
۱۶۸۵۲	۰,۷۹۰۳	۰,۰۳۳۵	۱۳۸۰۸	۰,۸۱۶۲	۰,۰۲۸۷	۱۴	۱۲
۲۴۳۸۳	۰,۸۳۸۸	۰,۰۴۸۵	۲۰۱۷۷	۰,۸۵۸۱	۰,۰۴۱۹	۱۶	۱۴
۳۳۲۰۰	۰,۹۰۴۹	۰,۰۶۶۱	۲۴۶۹۰	۰,۹۰۹۴	۰,۰۵۱۳	۱۸	۱۶
۸۴۳۷	۰,۹۲۱۷	۰,۰۱۶۸	۹۸۲۳	۰,۹۲۹۸	۰,۰۲۰۴	۲۰	۱۸
۳۹۳۱۷	۱,۰۰۰۰	۰,۰۷۸۳	۳۳۸۱۸	۱,۰۰۰۰	۰,۰۷۰۲	بیش از ۲۰ کیلومتر	
۵۰۲۳۱۰	-	۱,۰۰۰۰	۴۸۱۵۱۴	-	۱,۰۰۰۰	جمع	



شکل ۶-۲۴- مقایسه تابع توزیع بسامد طول سفر ماتریس قبل و بعد از تصحیح - روزانه

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۷۰		ويرايش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاريخ	قرارداد	گزارش			
	تير ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۶-۱۲- تابع توزیع بسامد طول سفر پیش و پس از اصلاح ماتریس مدل چهار مرحله‌ای در اوج صبح

بعد از اصلاح ماتریس			قبل از اصلاح ماتریس			کران بالا طول سفر (KM)	کران پایین طول سفر (KM)
جمع سفر	سهم تجمعی	سهم سفر	جمع سفر	سهم تجمعی	سهم سفر		
۱۶۱۷۹	۰,۲۳۷۹	۰,۲۳۷۹	۱۵۴۱۰	۰,۲۲۸۱	۰,۲۲۸۱	۲	۰
۱۹۰۷۰	۰,۵۱۸۳	۰,۲۸۰۴	۱۸۸۰۶	۰,۵۰۶۶	۰,۲۷۸۴	۴	۲
۱۱۵۹۰	۰,۶۸۸۷	۰,۱۷۰۴	۱۱۱۶۲	۰,۶۷۱۸	۰,۱۶۵۳	۶	۴
۳۷۶۰	۰,۷۴۴۰	۰,۰۵۵۳	۳۷۶۶	۰,۷۲۷۶	۰,۰۵۵۸	۸	۶
۲۱۲۰	۰,۷۷۵۲	۰,۰۳۱۲	۲۰۱۱	۰,۷۵۷۳	۰,۰۲۹۸	۱۰	۸
۴۲۸۲	۰,۸۳۸۱	۰,۰۶۳۰	۴۵۴۸	۰,۸۲۴۷	۰,۰۶۷۳	۱۲	۱۰
۲۱۳۳	۰,۸۶۹۵	۰,۰۳۱۴	۲۸۲۷	۰,۸۶۶۵	۰,۰۴۱۸	۱۴	۱۲
۱۸۱۲	۰,۸۹۶۱	۰,۰۲۶۶	۱۹۶۷	۰,۸۹۵۶	۰,۰۲۹۱	۱۶	۱۴
۴۸۸۶	۰,۹۶۸۰	۰,۰۷۱۸	۴۴۹۹	۰,۹۶۲۲	۰,۰۶۶۶	۱۸	۱۶
۴۲۲	۰,۹۷۴۲	۰,۰۰۶۲	۵۲۴	۰,۹۷۰۰	۰,۰۰۷۸	۲۰	۱۸
۱۷۵۵	۱,۰۰۰۰	۰,۰۲۵۸	۲۰۲۷	۱,۰۰۰۰	۰,۰۳۰۰	بیش از ۲۰ کیلومتر	
۶۸۰۰۸	-	۱,۰۰۰۰	۶۷۵۴۶	-	۱,۰۰۰۰	جمع	

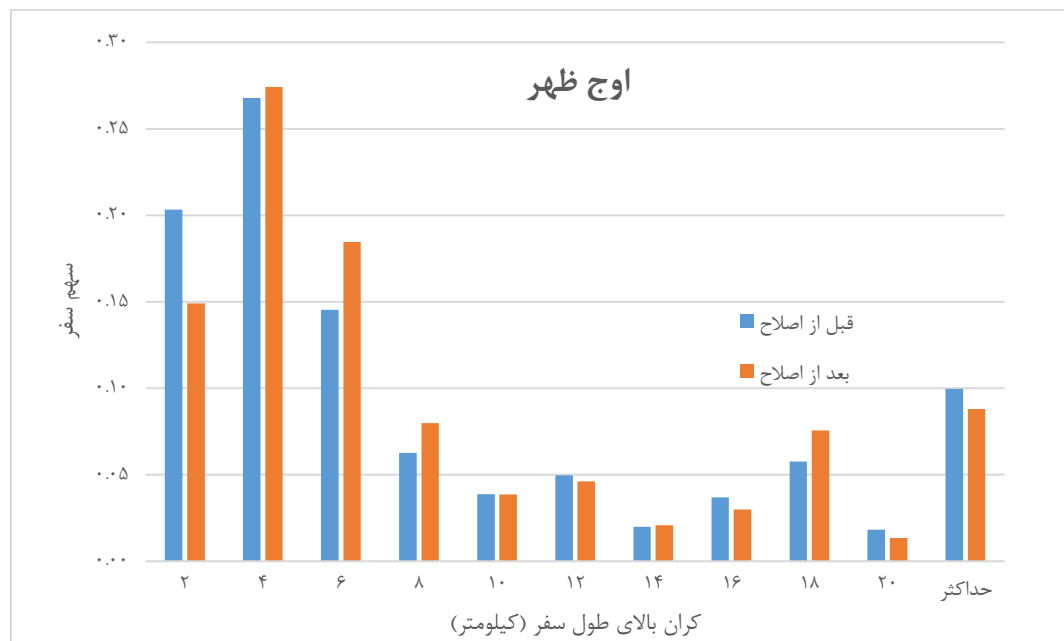


شکل ۶-۲۵- مقایسه تابع توزیع بسامد طول سفر ماتریس قبل و بعد از تصحیح -اوج صبح

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۷۱		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

جدول ۶-۱۳- تابع توزیع بسامد طول سفر پیش و پس از اصلاح ماتریس مدل چهار مرحله‌ای در اوج ظهر

بعد از اصلاح ماتریس			قبل از اصلاح ماتریس			کران بالا طول سفر (KM)	کران پایین طول سفر (KM)
جمع سفر	سهم تجمعی	سهم سفر	جمع سفر	سهم تجمعی	سهم سفر		
۵۵۵۷	۰,۱۴۹۰	۰,۱۴۹۰	۷۴۹۲	۰,۲۰۳۲	۰,۲۰۳۲	۲	۰
۱۰۲۲۵	۰,۴۲۳۱	۰,۲۷۴۱	۹۸۷۴	۰,۴۷۱۱	۰,۲۶۷۸	۴	۲
۶۸۸۴	۰,۶۰۷۶	۰,۱۸۴۵	۵۳۵۶	۰,۶۱۶۴	۰,۱۴۵۳	۶	۴
۲۹۸۱	۰,۶۸۷۶	۰,۰۷۹۹	۲۳۰۸	۰,۶۷۹۰	۰,۰۶۲۶	۸	۶
۱۴۳۸	۰,۷۲۶۱	۰,۰۳۸۶	۱۴۳۳	۰,۷۱۷۸	۰,۰۳۸۹	۱۰	۸
۱۷۲۲	۰,۷۷۲۳	۰,۰۴۶۲	۱۸۳۳	۰,۷۶۷۵	۰,۰۴۹۷	۱۲	۱۰
۷۷۷	۰,۷۹۳۱	۰,۰۲۰۸	۷۳۵	۰,۷۸۷۵	۰,۰۱۹۹	۱۴	۱۲
۱۱۱۹	۰,۸۲۳۱	۰,۰۳۰۰	۱۳۶۰	۰,۸۲۴۴	۰,۰۳۶۹	۱۶	۱۴
۲۸۲۰	۰,۸۹۸۷	۰,۰۷۵۶	۲۱۲۷	۰,۸۸۲۰	۰,۰۵۷۷	۱۸	۱۶
۴۹۸	۰,۹۱۲۱	۰,۰۱۳۳	۶۷۴	۰,۹۰۰۳	۰,۰۱۸۳	۲۰	۱۸
۳۲۸۱	۱,۰۰۰۰	۰,۰۸۷۹	۳۶۷۴	۱,۰۰۰۰	۰,۰۹۹۷	بیش از ۲۰ کیلومتر	
۳۷۳۰۲	-	۱,۰۰۰۰	۳۶۸۶۴	-	۱,۰۰۰۰	جمع	

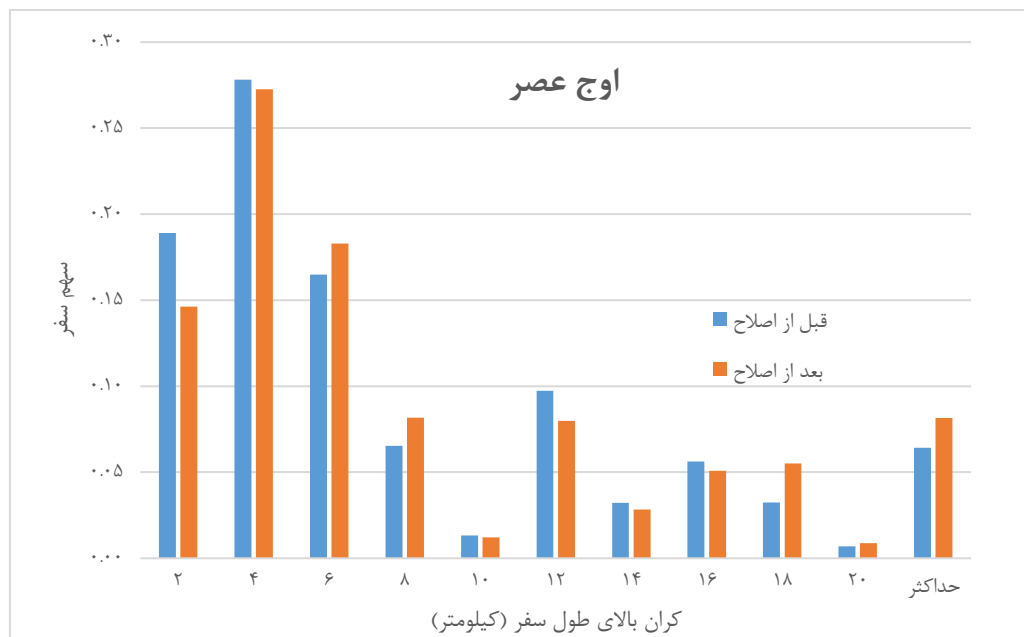


شکل ۶-۲۶- مقایسه تابع توزیع بسامد طول سفر ماتریس قبل و بعد از تصحیح - اوج ظهر

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۷۲		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

جدول ۶-۱۴- تابع توزیع بسامد طول سفر پیش و پس از اصلاح ماتریس مدل چهار مرحله‌ای در اوج عصر

بعد از اصلاح ماتریس			قبل از اصلاح ماتریس			کران بالا طول سفر (KM)	کران پایین طول سفر (KM)
جمع سفر	سهم تجمعی	سهم سفر	جمع سفر	سهم تجمعی	سهم سفر		
۵۱۵۹	۰,۱۴۶۳	۰,۱۴۶۳	۶۴۷۶	۰,۱۸۹۱	۰,۱۸۹۱	۲	۰
۹۶۰۹	۰,۴۱۸۹	۰,۲۷۲۵	۹۵۳۱	۰,۴۶۷۳	۰,۲۷۸۲	۴	۲
۶۴۵۳	۰,۶۰۱۹	۰,۱۸۳۰	۵۶۴۷	۰,۶۳۲۱	۰,۱۶۴۹	۶	۴
۲۸۸۱	۰,۶۸۳۶	۰,۰۸۱۷	۲۲۴۱	۰,۶۹۷۶	۰,۰۶۵۴	۸	۶
۴۲۸	۰,۶۹۵۷	۰,۰۱۲۲	۴۵۳	۰,۷۱۰۸	۰,۰۱۳۲	۱۰	۸
۲۸۱۴	۰,۷۷۵۵	۰,۰۷۹۸	۳۳۳۶	۰,۸۰۸۲	۰,۰۹۷۴	۱۲	۱۰
۹۹۵	۰,۸۰۳۸	۰,۰۲۸۲	۱۱۰۳	۰,۸۴۰۴	۰,۰۳۲۲	۱۴	۱۲
۱۷۸۹	۰,۸۵۴۵	۰,۰۵۰۸	۱۹۲۸	۰,۸۹۶۶	۰,۰۵۶۳	۱۶	۱۴
۱۹۴۵	۰,۹۰۹۷	۰,۰۵۵۲	۱۱۰۸	۰,۹۲۹۰	۰,۰۳۲۳	۱۸	۱۶
۳۰۸	۰,۹۱۸۴	۰,۰۰۸۷	۲۳۵	۰,۹۳۵۹	۰,۰۰۶۹	۲۰	۱۸
۲۸۷۶	۱,۰۰۰۰	۰,۰۸۱۶	۲۱۹۷	۱,۰۰۰۰	۰,۰۶۴۱	بیش از ۲۰ کیلومتر	
۳۵۲۵۹	-	۱,۰۰۰۰	۳۴۲۵۷	-	۱,۰۰۰۰	جمع	



شکل ۶-۲۷- مقایسه تابع توزیع بسامد طول سفر ماتریس قبل و بعد از تصحیح - اوج عصر

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۷۳		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

۴-۶- اعتبارسنجی نتایج تخصیص بعد از تصحیح ماتریس

در این قسمت نتایج تخصیص ماتریس‌های بدست آمده از فرآیند ۴ مرحله‌ای که با استفاده از روش TFF تصحیح شده‌اند برای دوره‌های زمانی مختلف اعتبارسنجی شده است. ذکر این نکته لازم است که در این بخش از تمامی نقاط شمارش حجم (خط برش، کمان منفرد و دروازه‌ای) برای اعتبارسنجی استفاده شده است. در جدول ۶-۱۵ و جدول ۶-۱۶، حجم تردد تمام ایستگاه‌ها به ترتیب برای دوره روزانه و اوج صبح ارایه شده و با مشاهدات انجام شده مقایسه گردیده است.

جدول ۶-۱۵- حجم تردد کمان‌های تمام ایستگاه‌ها در دوره روزانه

کد ایستگاه	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطای مطلق	GEH
VE1	۴۲۰۸	۳۲۶۵	۹۴۳	۲۹٪	۱۵,۴
VW1	۳۵۷۰	۲۹۴۵	۶۲۵	۲۱٪	۱۱,۰
VE2	۴۴۰۸	۳۲۸۱	۱۱۲۷	۳۴٪	۱۸,۲
VW2	۲۱۸۶	۲۲۹۳	۱۰۷	۵٪	۲,۳
under bridg VW3	۲۶۶۴۱	۲۱۰۰۸	۵۶۳۳	۲۷٪	۳۶,۵
bridg VW3	۱۸۵۶۰	۱۷۲۰۵	۱۳۵۵	۸٪	۱۰,۱
bridg VE3	۲۴۶۱۵	۲۲۴۵۷	۲۱۵۸	۱۰٪	۱۴,۱
under bridg+VW4 VE3	۲۱۲۹۸	۱۷۷۱۶	۳۵۸۲	۲۰٪	۲۵,۶
VW5+VW4	۳۲۵۱	۲۴۶۸	۷۸۳	۳۲٪	۱۴,۶
VW6+VW7+VW8	۱۰۰۶۳	۷۰۴۴	۳۰۱۹	۴۳٪	۳۲,۶
VE6+VE7+VE8+VE12	۹۴۷۷	۸۴۹۹	۹۷۸	۱۲٪	۱۰,۳
VW9+VW10+VW11+VW12	۱۷۲۴	۲۴۲۴	۷۰۰	۲۹٪	۱۵,۴
VW13	۱۰۵۸	۹۱۴	۱۴۴	۱۶٪	۴,۶
VE13	۳۴۱۰	۳۶۸۲	۲۷۲	۷٪	۴,۶
VW14	۱۰۱۶	۳۲۷۹	۲۲۶۳	۶۹٪	۴۸,۸
VE14	۱۴۰۰	۱۸۰۷	۴۰۷	۲۳٪	۱۰,۲
VW15	۲۲۱۶۶	۱۹۴۷۳	۲۶۹۳	۱۴٪	۱۸,۷
VE15	۱۷۳۳۴	۱۳۲۱۹	۴۱۱۵	۳۱٪	۳۳,۳
VW16	۹۱۹	۱۲۱۲	۲۹۳	۲۴٪	۹,۰
VE16	۳۶۰	۱۰۵۱	۶۹۱	۶۶٪	۲۶,۰
VW17	۸۲۳۴	۱۲۷۷۷	۴۵۴۳	۳۶٪	۴۴,۳
VE17	۲۰۶۸۳	۱۶۶۳۱	۴۰۵۲	۲۴٪	۲۹,۷
VE18	۱۱۱۲	۶۹۶	۴۱۶	۶۰٪	۱۳,۸
VW20+VW19	۳۳۱۱۶	۲۳۸۳۶	۹۲۸۰	۳۹٪	۵۵,۰

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۷۴		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۶-۱۵- حجم تردد کمان‌های تمام ایستگاه‌ها در دوره روزانه

کد ایستگاه	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطای مطلق	GEH
VE20	۱۶۱۲۰	۱۵۲۵۱	۸۶۹	۶٪	۶,۹
VW21	۱۷۵۸۵	۱۵۰۲۷	۲۵۵۸	۱۷٪	۲۰,۰
VE21	۲۱۲۸۰	۲۱۰۶۷	۲۱۳	۱٪	۱,۵
VW23	۳۴۷۸	۲۶۸۵	۷۹۳	۳۰٪	۱۴,۳
VE23	۴۵۱۹	۴۶۵۰	۱۳۱	۳٪	۱,۹
VW24	۱۶۷۲	۳۶۸۵	۲۰۱۳	۵۵٪	۳۸,۹
VE24	۱۰۷۰	۸۳۶	۲۳۴	۲۸٪	۷,۶
VW25+VW26	۲۵۸۶	۷۲۸	۱۸۵۸	۲۵۵٪	۴۵,۶
VE25+VE26	۳۰۷۰	۴۰۱۰	۹۴۰	۲۳٪	۱۵,۸
VW27+VW28	۲۲۳۳	۴۹۶۹	۲۷۳۶	۵۵٪	۴۵,۶
VE27+VE28	۲۵۹۷	۲۱۱۳	۴۸۴	۲۳٪	۱۰,۰
VW29	۱۲۶۸۰	۹۰۸۴	۳۵۹۶	۴۰٪	۳۴,۵
VE29	۱۱۱۶۸	۸۲۳۲	۲۹۳۶	۳۶٪	۲۹,۸
VW30+VW31	۱۹۲۰	۲۲۳۴	۳۱۴	۱۴٪	۶,۹
VE30+VE31	۱۷۶۲	۱۷۸۰	۱۸	۱٪	۰,۴
VW33+VW32	۲۷۳۶	۲۲۳۴	۵۰۲	۲۲٪	۱۰,۱
VE33+VE32	۴۰۳۲	۲۸۰۴	۱۲۲۸	۴۴٪	۲۱,۰
VW34	۲۷۲۶	۲۲۳۴	۴۹۲	۲۲٪	۹,۹
VE34	۲۵۶۵	۲۸۰۴	۲۳۹	۹٪	۴,۶
(VN(L1	۲۰۱۳۵	۱۷۲۰۶	۲۹۲۹	۱۷٪	۲۱,۴
(VE(L1	۲۰۱۲۷	۱۵۰۵۶	۵۰۷۱	۳۴٪	۳۸,۲
(VN(L2	۱۵۱۵۱	۸۹۰۹	۶۲۴۲	۷۰٪	۵۶,۹
(VS(L2	۱۱۸۵۲	۷۳۹۸	۴۴۵۴	۶۰٪	۴۵,۴
(VW(L3	۶۸۷۹	۵۳۰۵	۱۵۷۴	۳۰٪	۲۰,۲
(VE(L3	۲۹۸۶	۱۵۱۳	۱۴۷۳	۹۷٪	۳۱,۱
(VS(L4	۲۷۸۵۱	۱۹۹۰۹	۷۹۴۲	۴۰٪	۵۱,۴
(VW(L4	۱۲۸۸۹	۷۱۴۰	۵۷۴۹	۸۱٪	۵۷,۴
(VN(L5	۲۵۱۵	۲۵۶۸	۵۳	۲٪	۱,۱
(VS(L5	۵۳۷۶	۵۳۲۶	۵۰	۱٪	۰,۷
(VW(L6	۲۳۴۱۵	۲۱۸۹۶	۱۵۱۹	۷٪	۱۰,۱
(VE(L6	۱۹۴۱۳	۱۵۳۶۶	۴۰۴۷	۲۶٪	۳۰,۷
(VS(L7	۹۴۷۶	۷۴۶۳	۲۰۱۳	۲۷٪	۲۱,۹
(VN(L7	۷۷۹۸	۶۴۰۳	۱۳۹۵	۲۲٪	۱۶,۶
(VN(L8	۲۸۸۰	۴۵۱۴	۱۶۳۴	۳۶٪	۲۶,۹

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۷۵		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۱۵-۶- حجم تردد کمان‌های تمام ایستگاه‌ها در دوره روزانه

کد ایستگاه	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطای مطلق	GEH
(VS(L8	۵۰۱۳	۶۱۴۶	۱۱۳۳	٪۱۸	۱۵,۲
(VN(L9	۶۵۰۸	۴۹۶۶	۱۵۴۲	٪۳۱	۲۰,۴
(VE(L9	۴۰۷۹	۱۹۳۸	۲۱۴۱	٪۱۱۰	۳۹,۰
(VN(L10	۱۴۹۰۷	۱۲۵۳۱	۲۳۷۶	٪۱۹	۲۰,۳
(VS(L10	۱۰۱۵۸	۱۱۱۳۷	۹۷۹	٪۹	۹,۵
(VN(L11	۸۷۵۰	۴۷۱۶	۴۰۳۴	٪۸۶	۴۹,۲
(VS(L11	۷۵۸۶	۴۷۷۹	۲۸۰۷	٪۵۹	۳۵,۷
(VN(L12	۳۰۲۰	۳۵۱۵	۴۹۵	٪۱۴	۸,۷
(VS(L12	۴۴۲۴	۳۹۸۵	۴۳۹	٪۱۱	۶,۸
(V3(u-turn	۵۱۰۵	۵۲۴۸	۱۴۳	٪۳	۲,۰
VE22	۱۵۷۹۶	۱۴۹۶۵	۸۳۱	٪۶	۶,۷
GI02	۱۲۵۵۰	۱۲۰۷۰	۴۸۰	٪۴	۴,۳
GO02	۹۴۶۳	۹۶۸۱	۲۱۸	٪۲	۲,۲
GI03	۲۹۲۱۲	۲۷۹۵۸	۱۲۵۴	٪۴	۷,۴
GO3	۲۳۸۵۰	۲۳۹۹۷	۱۴۷	٪۱	۱,۰
GI04	۳۴۴۸۱	۳۳۵۰۶	۹۷۵	٪۳	۵,۳
GO04	۴۰۱۱۷	۳۸۹۷۱	۱۱۴۶	٪۳	۵,۸
GI05	۶۵۲۶	۷۳۲۹	۸۰۳	٪۱۱	۹,۶
GO05	۵۳۳۵	۵۷۱۳	۳۷۸	٪۷	۵,۱
GI01	۴۳۴۰۲	۴۳۶۵۱	۲۴۹	٪۱	۱,۲
GO01	۴۳۴۹۷	۴۱۸۶۵	۱۶۳۲	٪۴	۷,۹
جمع	۸۷۹۱۳۰	۷۸۰۲۴۸	۱۴۲۶۸۰	٪۱۶	۱۰۸,۶
کمینه	۳۶۰	۶۹۶	۱۸	٪۱	۰,۹۵
بیشینه	۴۳۴۹۷	۴۳۶۵۱	۹۲۸۰	٪۲۵۵	۴۹,۱۶
متوسط	۱۱۱۲۸,۲۳	۹۸۷۶,۵۶	۱۸۰۶,۰۸	٪۲۹	۱۰,۴۸
انحراف معیار	۱۰۵۹۵,۰۵	۹۷۰۷,۲۲	۱۸۷۴,۱۰	٪۳۵	۱۲,۲۷

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۷۶		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۶-۱۶- حجم تردد کمان‌های تمام ایستگاه‌ها در اوج صبح

کد ایستگاه	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطای مطلق	GEH
VE1	۵۹۷	۴۶۹	۱۲۸	٪۲۷	۵,۵
VW1	۳۰۱	۲۵۹	۴۲	٪۱۶	۲,۵
VE2	۵۰۰	۵۱۰	۱۰	٪۲	۰,۴
VW2	۱۴۶	۱۴۹	۳	٪۲	۰,۲
under bridg VW3	۲۱۰۷	۱۶۶۳	۴۴۴	٪۲۷	۱۰,۲
bridg VW3	۱۵۷۲	۱۸۱۸	۲۴۶	٪۱۴	۶,۰
bridg VE3	۲۲۱۶	۲۲۰۷	۹	٪۰	۰,۲
under bridg+VW4 VE3	۲۱۲۲	۱۹۳۵	۱۸۷	٪۱۰	۴,۲
VW5+VW4	۲۳۹	۲۴۴	۵	٪۲	۰,۳
VW6+VW7+VW8	۱۰۱۵	۷۵۵	۲۶۰	٪۳۴	۸,۷
VE6+VE7+VE8+VE12	۱۲۵۸	۱۱۴۳	۱۱۵	٪۱۰	۳,۳
VW9+VW10+VW11+VW12	۱۳۶	۲۰۸	۷۲	٪۳۵	۵,۵
VW13	۸۴	۶۱	۲۳	٪۳۸	۲,۷
VE13	۴۵۲	۵۶۸	۱۱۶	٪۲۰	۵,۱
VW14	۱۴۹	۳۴۷	۱۹۸	٪۵۷	۱۲,۶
VE14	۱۶۵	۲۷۷	۱۱۲	٪۴۰	۷,۵
VW15	۲۰۲۰	۱۸۰۹	۲۱۱	٪۱۲	۴,۸
VE15	۱۵۳۴	۱۳۱۸	۲۱۶	٪۱۶	۵,۷
VW16	۱۱۷	۱۴۸	۳۱	٪۲۱	۲,۷
VE16	۴۷	۴۲	۵	٪۱۲	۰,۷
VW17	۶۶۶	۱۴۲۳	۷۵۷	٪۵۳	۲۳,۴
VE17	۲۰۴۷	۱۵۷۹	۴۶۸	٪۳۰	۱۱,۰
VE18	۶۸	۴۴	۲۴	٪۵۵	۳,۲
VW20+VW19	۲۹۲۱	۲۸۴۷	۷۴	٪۳	۱,۴
VE20	۱۴۲۸	۱۴۷۷	۴۹	٪۳	۱,۳
VW21	۱۵۴۰	۱۶۷۵	۱۳۵	٪۸	۳,۴
VE21	۱۹۳۴	۲۱۰۰	۱۶۶	٪۸	۳,۷
VW23	۳۱۵	۲۲۴	۹۱	٪۴۱	۵,۵
VE23	۴۷۸	۵۴۴	۶۶	٪۱۲	۲,۹
VW24	۱۰۸	۲۹۵	۱۸۷	٪۶۳	۱۳,۲
VE24	۹۸	۱۴۷	۴۹	٪۳۳	۴,۴
VW25+VW26	۱۶۱	۱۴۷	۱۴	٪۱۰	۱,۱
VE25+VE26	۳۲۳	۷۱۵	۳۹۲	٪۵۵	۱۷,۲
VW27+VW28	۱۲۹	۲۳۹	۱۱۰	٪۴۶	۸,۱

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۷۷		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۶-۱۶- حجم تردد کمان‌های تمام ایستگاه‌ها در اوج صبح

کد ایستگاه	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطای مطلق	GEH
VE27+VE28	۲۴۴	۱۲۳	۱۲۱	%۹۸	۸,۹
VW29	۹۷۰	۵۵۰	۴۲۰	%۷۶	۱۵,۲
VE29	۷۶۹	۶۵۶	۱۱۳	%۱۷	۴,۲
VW30+VW31	۱۱۱	۱۴۱	۳۰	%۲۱	۲,۷
VE30+VE31	۱۵۶	۲۰۵	۴۹	%۲۴	۳,۶
VW33+VW32	۲۲۵	۱۴۱	۸۴	%۶۰	۶,۲
VE33+VE32	۴۲۷	۳۰۵	۱۲۲	%۴۰	۶,۴
VW34	۱۶۱	۱۴۱	۲۰	%۱۴	۱,۶
VE34	۲۶۸	۳۰۵	۳۷	%۱۲	۲,۲
(VN(L1	۲۰۹۰	۱۴۲۱	۶۶۹	%۴۷	۱۶,۰
(VE(L1	۲۰۹۰	۱۹۵۷	۱۳۳	%۷	۳,۰
(VN(L2	۹۹۰	۶۶۱	۳۲۹	%۵۰	۱۱,۵
(VS(L2	۱۰۹۲	۸۷۷	۲۱۵	%۲۵	۶,۹
(VW(L3	۵۳۸	۵۳۸	۰	%۰	۰,۰
(VE(L3	۳۶۷	۲۹۶	۷۱	%۲۴	۳,۹
(VS(L4	۲۰۹۰	۱۶۵۷	۴۳۳	%۲۶	۱۰,۰
(VW(L4	۱۴۷۱	۱۱۳۲	۳۳۹	%۳۰	۹,۴
(VN(L5	۱۶۲	۲۱۰	۴۸	%۲۳	۳,۵
(VS(L5	۴۵۲	۴۳۹	۱۳	%۳	۰,۶
(VW(L6	۳۴۷۴	۲۷۶۲	۷۱۲	%۲۶	۱۲,۸
(VE(L6	۸۱۱	۱۱۳۹	۳۲۸	%۲۹	۱۰,۵
(VS(L7	۹۹۷	۶۳۴	۳۶۳	%۵۷	۱۲,۷
(VN(L7	۱۲۳۶	۱۰۸۰	۱۵۶	%۱۴	۴,۶
(VN(L8	۳۷۳	۴۵۶	۸۳	%۱۸	۴,۱
(VS(L8	۵۳۹	۵۳۷	۲	%۰	۰,۱
(VN(L9	۶۸۷	۶۹۶	۹	%۱	۰,۳
(VE(L9	۴۷۰	۲۰۶	۲۶۴	%۱۲۸	۱۴,۴
(VN(L10	۱۶۹۸	۱۴۶۶	۲۳۲	%۱۶	۵,۸
(VS(L10	۵۵۰	۸۱۲	۲۶۲	%۳۲	۱۰,۰
(VN(L11	۵۰۵	۲۹۱	۲۱۴	%۷۴	۱۰,۷
(VS(L11	۸۶۱	۵۸۳	۲۷۸	%۴۸	۱۰,۳
(VN(L12	۳۷۳	۴۸۵	۱۱۲	%۲۳	۵,۴
(VS(L12	۴۹۵	۶۰۱	۱۰۶	%۱۸	۴,۵
(V3(u-turn	۲۶۰	۳۷۳	۱۱۳	%۳۰	۶,۴

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۷۸		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

جدول ۶-۱۶- حجم تردد کمان‌های تمام ایستگاه‌ها در اوج صبح

کد ایستگاه	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطای مطلق	GEH
VE22	۱۵۴۲	۱۱۸۴	۳۵۸	۳۰٪	۹,۷
GI02	۱۰۴۳	۱۰۵۶	۱۳	۱٪	۰,۴
GO02	۱۱۱۰	۱۰۶۸	۴۲	۴٪	۱,۳
GI03	۲۰۴۸	۱۹۸۲	۶۶	۳٪	۱,۵
GO3	۱۴۷۷	۱۶۴۸	۱۷۱	۱۰٪	۴,۳
GI04	۲۹۲۶	۲۶۱۵	۳۱۱	۱۲٪	۵,۹
GO04	۴۵۱۳	۴۳۸۷	۱۲۶	۳٪	۱,۹
GI05	۴۳۲	۴۶۲	۳۰	۶٪	۱,۴
GO05	۸۷۱	۹۲۱	۵۰	۵٪	۱,۷
GI01	۳۸۵۰	۴۰۲۷	۱۷۷	۴٪	۲,۸
GO01	۲۷۳۹	۳۲۴۴	۵۰۵	۱۶٪	۹,۲
جمع	۷۹۵۴۶	۷۵۸۵۶	۱۳۳۴۴	۱۷٪	۱۳,۲
کمینه	۴۷	۴۲	۰	۰٪	۰,۰۰
بیشینه	۴۵۱۳	۴۳۸۷	۷۵۷	۱۲۸٪	۲۳,۴۲
متوسط	۱۰۰۶,۹۱	۹۶۰,۲۰	۱۶۸,۹۱	۲۶٪	۵,۷۹
انحراف معیار	۹۵۷,۹۴	۹۱۰,۰۵	۱۶۷,۶۰	۲۴٪	۴,۷۱

۶-۴-۱- اعتبارسنجی حجم کل عبوری از خط برش

در جدول ۶-۱۷ حجم تردد عبوری از هر خط برش برای دوره روزانه و ساعات اوج صبح، ظهر و عصر در یک روز اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ نشان داده شده است. بر اساس شکل ۶-۲ تا شکل ۶-۶، میزان خطای مجاز به ازای هر خط برش در تمامی دوره‌ها برابر ۱۴٪ است. با توجه به این که خطای برآورد حجم تردد خطوط برش بیشتر از ۱۴٪ نیست، تخصیص دوره روزانه و ساعات اوج صبح و عصر معتبر است و در مورد دوره اوج ظهر نزدیک به حد قابل قبول است.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۷۹		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

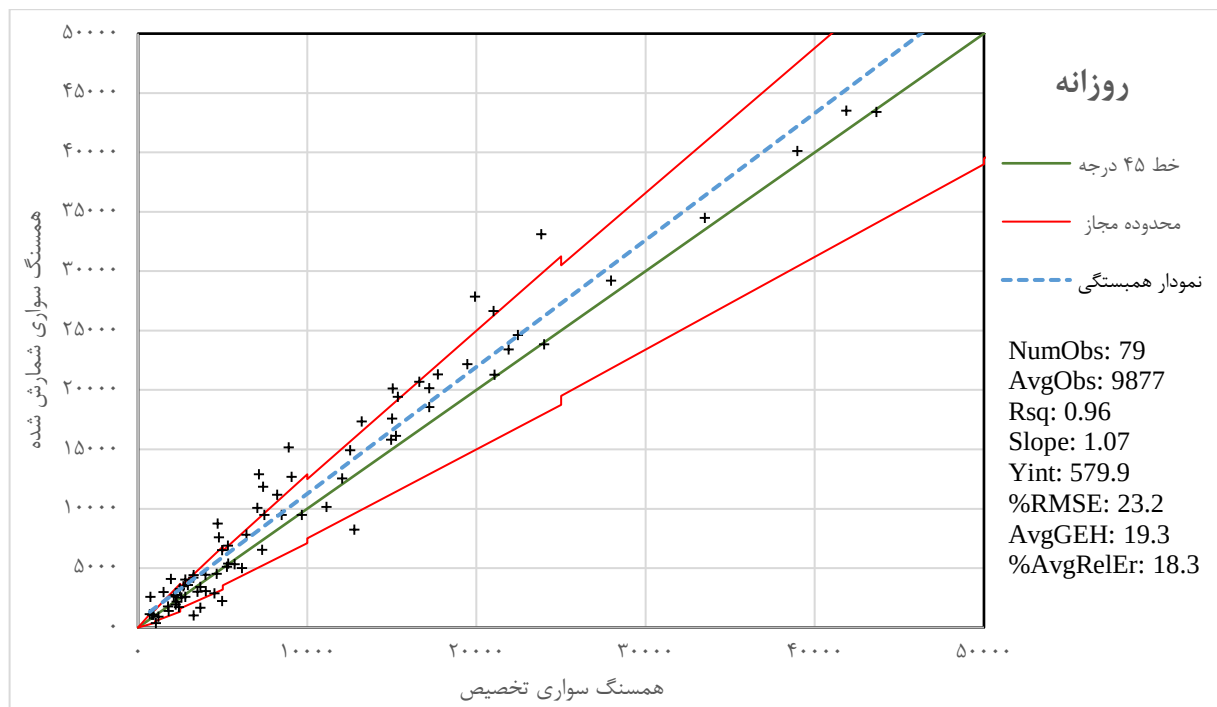
جدول ۶-۱۷- اعتبار سنجی حجم تردد همسنگ سواری هر خط برش در یک روز عادی بعد از تصحیح ماتریس

دوره	خط برش	مشاهده	برآورد	خطای مطلق	درصد خطا	درصد خطای مجاز
اوج صبح	رو به غرب	۱۵۱۹۳	۱۵۲۸۴	۹۱	۰,۶۰	۱۴
	رو به شرق	۱۷۱۳۱	۱۶۶۶۹	۴۶۲	۲,۷۰	
روزانه	رو به غرب	۱۸۰۱۲۰	۱۵۹۷۵۸	۲۰۳۶۲	۱۱,۳۰	
	رو به شرق	۱۷۶۴۸۸	۱۵۵۸۵۱	۲۰۶۳۷	۱۱,۶۹	
اوج ظهر	رو به غرب	۱۴۱۶۲	۱۲۰۵۳	۲۱۰۹	۱۴,۸۹	
	رو به شرق	۱۴۸۲۶	۱۲۵۰۰	۲۳۲۶	۱۵,۶۹	
اوج عصر	رو به غرب	۱۳۰۳۰	۱۱۵۳۱	۱۴۹۹	۱۱,۵۰	
	رو به شرق	۱۱۶۶۸	۱۰۶۹۰	۹۷۸	۸,۳۸	

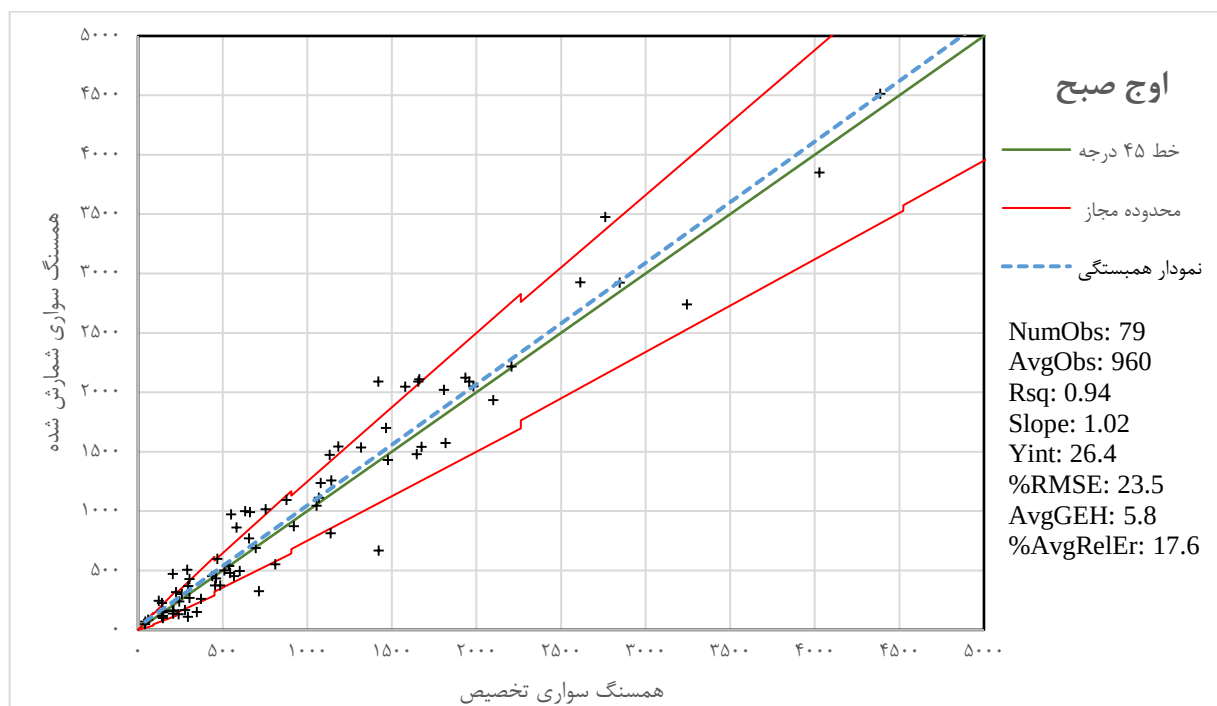
۶-۴-۲- اعتبارسنجی ضریب همبستگی

ضریب همبستگی، یکی دیگر شاخص‌های اعتبارسنجی است که با استفاده از ترسیم نمودار مشاهده-برآورد محاسبه می‌شود. همان‌گونه که در بخش ۲-۲ این گزارش بیان شد، چنانچه ضریب همبستگی بین مقادیر مشاهده و برآورد حجم تردد دوره روزانه بیشتر از ۰/۸۸ دوره‌های ساعتی بیشتر از ۰/۸ باشد، نتایج تخصیص مجاز است. در شکل ۶-۲۸ تا شکل ۶-۳۱، نمودار مشاهده-برآورد حجم تردد روزانه تمامی کمان‌ها و سایر اطلاعات آماری از جمله ضریب همبستگی برای دوره‌های زمانی مختلف نشان داده شده است. ضریب همبستگی دوره روزانه، اوج صبح، اوج ظهر و اوج عصر به ترتیب برابر است با ۰/۹۶، ۰/۹۴، ۰/۹۲ و ۰/۹۵ که همگی در بازه مجاز قرار دارند و از این منظر نتایج تخصیص کاملاً معتبر هستند.

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۸۰		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

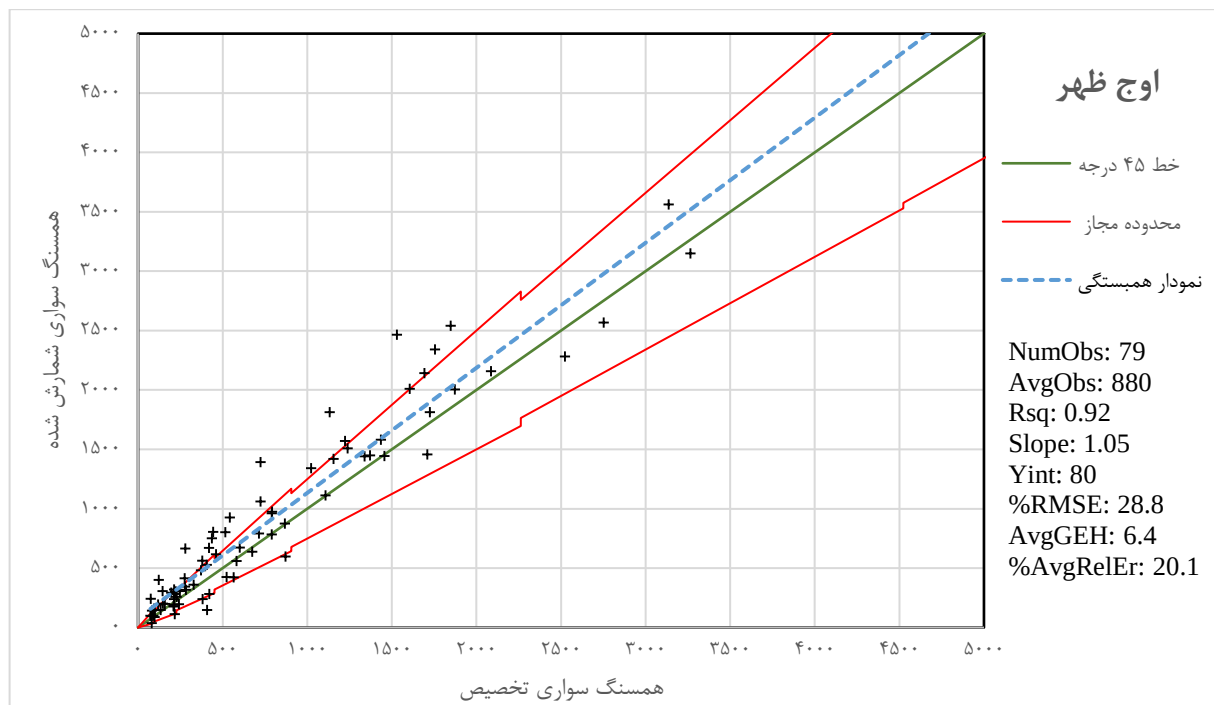


شکل ۶-۲۸- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمانها در دوره روزانه

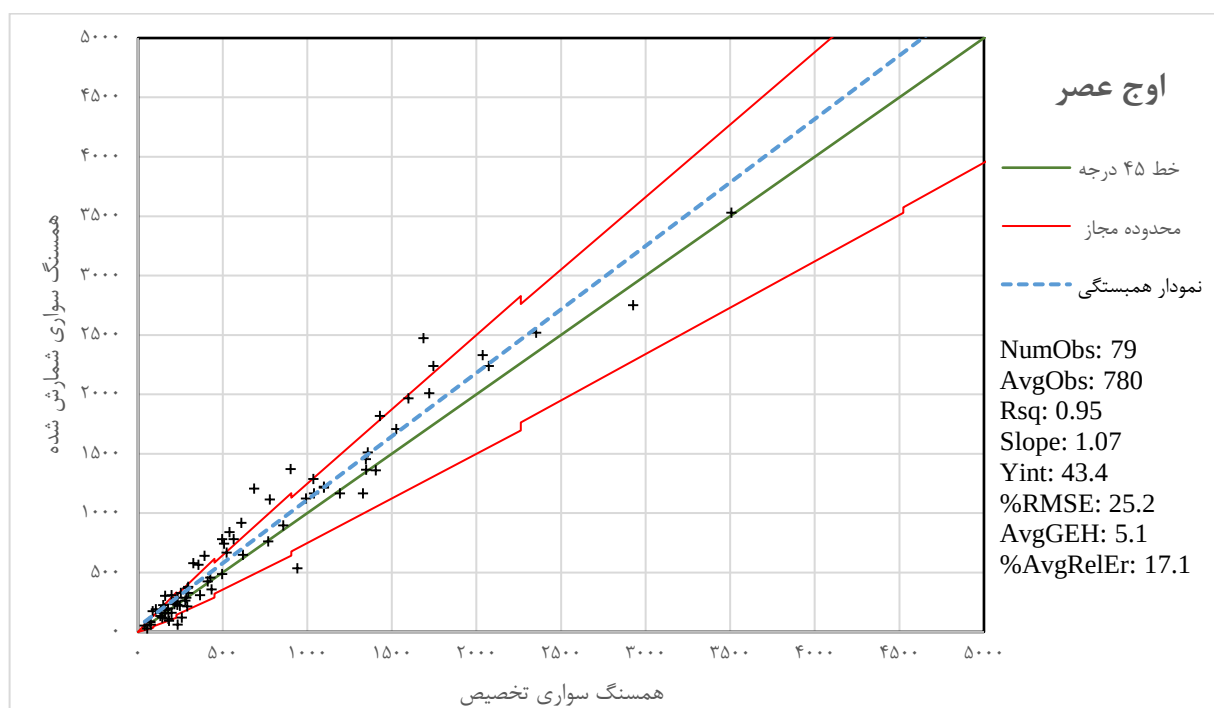


شکل ۶-۲۹- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمانها در دوره اوج صبح

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۸۱		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			



شکل ۶-۳- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره اوج ظهر



شکل ۶-۳۱- نمودار مشاهده- برآورد حجم تردد کمان‌ها در دوره اوج عصر

۶-۴-۳- اعتبارسنجی درصد مجذور متوسط مربعات خطا (%RMSE)

از دیگر موارد مهم در اعتبارسنجی، درصد مجذور متوسط مربعات خطا است که در مطالعات گذشته دامنه تغییرات آن بین ۰/۲۲ تا ۰/۵ بوده است [۳،۵]. این مقدار برای شهر ساری قبل از انجام تصحیح ماتریس

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۸۲		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

در ۴ دوره زمانی روزانه، اوج صبح، ظهر و عصر به ترتیب برابر با ۴۶، ۴۳، ۵۸ و ۵۶ درصد بوده است. این اعداد حاکی از این است که کیفیت ماتریس‌ها در دوره روزانه و اوج صبح حتی قبل از تصحیح ماتریس هم در سطح قابل قبولی بوده است. اما بعد از تصحیح ماتریس این شاخص بهبود قابل توجهی داشته است.

در جدول ۶-۱۸ بر اساس گروه حجم کمان، درصد مجذور متوسط مربعات خطا برای دوره روزانه و ساعات اوج صبح، ظهر و عصر ارایه شده است. گروه‌بندی حجم تردد روزانه، برگرفته از مرجع [۴] است. برای به دست آوردن گروه‌بندی حجم در ساعات اوج، بر این اساس عمل شده که حجم تردد ساعات اوج چه درصدی از حجم تردد روزانه را تشکیل می‌دهد. سپس این ضریب، در گروه حجم‌های روزانه ضرب شده و گروه حجم ساعات اوج به دست آمده است. همچنین برای هر دوره زمانی درصد مجذور متوسط مربعات خطا برای تمام نقاط شمارش (فارغ از گروه‌بندی حجم) نیز محاسبه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود این مقدار برای تمام دوره‌های زمانی زیر ۳۰ درصد است که نشان‌دهنده دقت بسیار بالای مدلسازی و فرآیند تصحیح ماتریس دارد. همان‌گونه که اشاره شد، به دلیل استاندارد بالایی که برای (RMSE%) وضع شده، در پروژه‌های عملی از بررسی این شاخص حتی برای دوره روزانه که معمولاً نتایج بهتری از تخصیص در این دوره زمانی نسبت به سایر دوره‌ها عاید می‌شود، خودداری کرده‌اند. اما تخصیص مدل چهار مرحله‌ای نه تنها در دوره روزانه بلکه در ساعات اوج صبح، ظهر و عصر نشان می‌دهد که نتایج آن از دقت مجازی برخوردار است.

جدول ۶-۱۸ - RMSE% برای چهار دوره زمانی

دوره	ردیف	گروه حجم	RMSE%	RMSE% مجاز	تعداد کمان
روزانه	۱	۰-۴۹۹۹	۴۲،۴۰	۱۱۵،۷۵۷	۳۳
	۲	۵۰۰۰-۹۹۹۹	۲۹،۳۱	۴۳،۱۴۱	۱۴
	۳	۱۰۰۰۰-۱۹۹۹۹	۲۴،۳۵	۳۰،۲۵۲	۱۵
	۴	۲۰۰۰۰-۳۹۹۹۹	۱۷،۹۹	۲۸،۲۷۲	۱۴
	۵	۴۰۰۰۰-۵۹۹۹۹	۳،۳۶	۲۵،۳۸۳	۳
	۶	۶۰۰۰۰-۸۹۹۹۹	-	۱۹،۱۹۹	۰
کل نقاط شمارش حجم			۲۳	۷۹	
اوج صبح	۱	۰-۴۵۲	۴۸،۷۲	۱۱۵،۷۵۷	۳۱
	۲	۴۵۲-۹۰۵	۴۲،۷۱	۴۳،۱۴۱	۱۵
	۳	۹۰۵-۱۸۱۰	۱۹،۵۷	۳۰،۲۵۲	۱۷
	۴	۱۸۱۰-۳۶۱۹	۱۶،۹۱	۲۸،۲۷۲	۱۴
	۵	۳۶۱۹-۵۴۲۹	-	۲۵،۳۸۳	۲
	۶	۵۴۲۹-۸۱۴۳	-	۱۹،۱۹۹	۰

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۸۳		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

دوره	ردیف	گروه حجم	%RMSE	%RMSE مجاز	تعداد کمان
اوج ظهر	کل نقاط شمارش حجم				۷۹
	۱	۰-۳۹۵	۴۲,۴۳	۱۱۵,۷۵۷	۳۱
	۲	۳۹۵-۷۹۰	۳۴,۹۲	۴۳,۱۴۱	۱۶
	۳	۷۹۰-۱۵۸۱	۲۴,۴۴	۳۰,۲۵۲	۱۸
	۴	۱۵۸۱-۳۱۶۱	۲۱,۲۹	۲۸,۲۷۲	۱۳
	۵	۳۱۶۱-۴۷۴۲	-	۲۵,۳۸۳	۱
	۶	۴۷۴۲-۷۱۱۳	-	۱۹,۱۹۹	۰
اوج عصر	کل نقاط شمارش حجم				۷۹
	۱	۰-۳۵۰	۳۵,۱۲	۱۱۵,۷۵۷	۳۵
	۲	۳۵۰-۷۰۱	۳۶,۲۸	۴۳,۱۴۱	۱۲
	۳	۷۰۱-۱۴۰۲	۲۳,۱۴	۳۰,۲۵۲	۱۹
	۴	۱۴۰۲-۲۸۰۴	۱۷,۵۱	۲۸,۲۷۲	۱۲
	۵	۲۸۰۴-۴۲۰۶	-	۲۵,۳۸۳	۱
	۶	۴۲۰۶-۶۳۰۹	-	۱۹,۱۹۹	۰
کل نقاط شمارش حجم					۷۹

۶-۴-۴- اعتبارسنجی درصد خطای حجم تردد کمان ها به صورت ناهمفزون

درصد خطای حجم تردد تک تک کمان ها از موارد دیگری است که مورد بررسی قرار می گیرد. در جدول ۶-۱۹ بر اساس گروه حجم کمان، درصد خطای برآورد حجم تردد برای دوره روزانه و ساعات اوج صبح، ظهر و عصر ارایه شده است. همان گونه که جدول ۶-۱۹ نشان می دهد، نتایج برآورد حجم تردد کمان از دقت بالایی برخوردار است.

 مهندسین مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۸۴		ویرایش دوم	ساخت مدل های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

جدول ۱۹-۶- خطای نسبی حجم تردد تک تک کمان‌ها برای چهار دوره زمانی

دوره	ردیف	گروه حجم	% خطای مجاز	% کمان‌ها با خطای مجاز	تعداد کمان
روزانه	۱	کمتر از ۱۰۰۰	۶۰	۵۰٫۰	۲
	۲	۱۰۰۰-۲۵۰۰	۴۷	۷۲٫۷	۱۱
	۳	۲۵۰۰-۵۰۰۰	۳۶	۸۰٫۰	۲۰
	۴	۵۰۰۰-۱۰۰۰۰	۲۹	۷۸٫۶	۱۴
	۵	۱۰۰۰۰-۲۵۰۰۰	۲۵	۷۰٫۸	۲۴
	۶	۲۵۰۰۰-۵۰۰۰۰	۲۲	۷۵٫۰	۸
	۷	بیشتر از ۵۰۰۰۰	۲۱	-	۰
اوج صبح	۱	کمتر از ۹۰	۶۰	۱۰۰٫۰	۳
	۲	۹۰-۲۲۶	۴۷	۵۷٫۱	۱۴
	۳	۲۲۶-۴۵۲	۳۶	۶۴٫۳	۱۴
	۴	۴۵۲-۹۰۵	۲۹	۷۳٫۳	۱۵
	۵	۹۰۵-۲۲۶۲	۲۵	۸۱٫۵	۲۷
	۶	۲۲۶۲-۴۵۲۴	۲۲	۱۰۰٫۰	۶
	۷	بیشتر از ۴۵۲۴	۲۱	-	۰
اوج ظهر	۱	کمتر از ۷۹	۶۰	۰٫۰	۱
	۲	۷۹-۱۹۸	۴۷	۸۰٫۰	۱۵
	۳	۱۹۸-۳۹۵	۳۶	۸۰٫۰	۱۵
	۴	۳۹۵-۷۹۰	۲۹	۵۰٫۰	۱۶
	۵	۷۹۰-۱۹۷۶	۲۵	۷۱٫۴	۲۱
	۶	۱۹۷۶-۳۹۵۲	۲۲	۷۲٫۷	۱۱
	۷	بیشتر از ۳۹۵۲	۲۱	-	۰
اوج عصر	۱	کمتر از ۷۰	۶۰	۵۰٫۰	۴
	۲	۷۰-۱۷۵	۴۷	۶۳٫۶	۱۱
	۳	۱۷۵-۳۵۰	۳۶	۹۰٫۰	۲۰
	۴	۳۵۰-۷۰۱	۲۹	۶۶٫۷	۱۲
	۵	۷۰۱-۱۷۵۲	۲۵	۶۳٫۶	۲۲
	۶	۱۷۵۲-۳۵۰۵	۲۲	۷۷٫۸	۹
	۷	بیشتر از ۳۵۰۵	۲۱	۱۰۰٫۰	۱

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۸۵		ویرایش دوم		ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش			
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴			

۵-۶- منابع و مراجع

- 1- Pignataro, L.J., "Traffic Engineering, Theory and Practice", Prentice Hall Inc., New Jersey, 1973.
- 2- "Model Validation and Reasonableness Checking Manual", Barton-Aschman Associates, Inc. , Cambridge Systematics, Inc., FHWA, February 1997.
- 3- Pedersen, N. J., Samdahl, D. R., "Highway Traffic Data for Urbanized Area Project Planning and Design (NCHRP Report 255)", Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., December 1982
- 4- Harvey, G., "A Manual of Regional Transportation Modeling Practice for Air Quality Analysis for" Natural Association of Regional Councils, Washington, D.C., July 1993.
- 5- Ortuzar, J.D.D., Willumsen, L.G., "Modeling Transport", John Wiley & Sons, Ltd., 3rd Edition, 2001.
- 6- VISUM 16., Fundamentals (User Manual).
- 7- "Puget Sound Regional Concile (PSRC) Travel Model Documentation", Cambridge systematic, Inc., September 2007.
- 8- "Transportation Models and Data Initiative: New York Best Practice Model (NYBPM)", Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas, Inc., January 30, 2005

 مهندسين مشاور عمران طرح البرز	صفحه ۱۸۶		ویرایش دوم	ساخت مدل‌های برآورد تقاضا	 شهرداری ساری
	تاریخ	قرارداد	گزارش		
	تیر ۱۳۹۹	۷۸۲۰۷	۰۴		

