یازدهمین
کنفرانس بین‌المللی مهندسی
حمل‌ونقل و ترافیک

ارائه مدل جذب و تولید سفر کاربری های تجاری در شهرهای متوسط ایران (مطالعه موردی شهر سنندج)

حسن خاکسار، دانشجوی دوره دکتری برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه علم و صنعت ایران[1]
هیوا رادپور، دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه آزاد اسلامی تهران واحد جنوب[2]
امیررضا نیک کار، دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه آزاد اسلامی تهران واحد جنوب، کارشناس ترافیک، مهندسین مشاور پرداراز[3]
[1] khaksar@iust.ac.ir ، 09121770761
[2] hivaradpour@gmail.com
[3] amirreza.nickkar@yahoo.com ،09123337462

چکیده

مدلسازی تقاضای سفر، یکی از مهمترین ابزارهای برنامه ریزان حمل و نقل می باشد، چراکه به پیش بینی مشخصات سفرهای آینده در سطوح مختلف برنامه ریزی، مانند استان، ناحیه و کریدور کمک می کند. ارائه یک مدل پیش بینی تولید و جذب سفر در یک ناحیه شهری، از جنبه نظری، بر اساس درک مفاهیم و ارتباط میان متغیرهای تولید سفر انجام می گیرد. خصوصیات اقتصادی –اجتماعی و نوع کاربری زمین در یک ناحیه، اساسی ترین پارامترهای تعیین کننده نرخ تولید و جذب سفر می باشند. در این مقاله سعی می شود یک مدل تولید سفر در شهرهای متوسط ایران ارائه گردد. در ایران هنوز مطالعات جامعی وجود ندارد که جذب و تولید سفر کاربری های مختلف را برآورد کرده باشد و معمولاً از ضرایب نرخ تولید و جذب سفر موسسه مهندسی حمل و نقل امریکا استفاده می شود. در این تحقیق، شهر سنندج به عنوان شهر هدف انتخاب گردید و ضمن آمارگیری از میزان جذب سفر ساعت اوج در مراکز عمده و مهم تجاری شهر، به کالیبره کردن نرخ تولید سفرهای ناحیه تجاری شهر پرداخته می شود که در نتیجه آن مدل های رگرسیون چندگانه تولید سفر برای محدوده مورد مطالعه ارائه گردید.

کلید واژه: تولید سفر، جذب سفر،کالیبراسیون، سنندج

1- مقدمه

کالیبراسیون، فرآیند مقایسه متغیرها با اطلاعات در زمان حاضر مدل، برای تضمین پاسخ های واقعی مدل به محیط ترافیکی است و هدف از این موضوع به حداقل رساندن اختلاف میان نتایج و خروجی های مدل و اندازه گیری ها یا مشاهدات است [1]. در این فرآیند مقادیر عددی ضرایب مدل محاسبه می شوند که این کار بر اساس روشهای آماری و داده های تجربی که شامل مشاهدات و اندازه گیری های انجام شده از مقادیر متغیرها است، انجام می پذیرد. برای پیشگیری از خطا در انتخاب نوع مدل، مدل های مختلف مورد آزمایش قرار می گیرند. پس از انجام چندین آزمون آماری تطابق داده ها، مدلی که بهترین تطابق را با نتایج اندازه گیری شده را داشته باشد، انتخاب می گردد[2].

در برنامه ریزی حمل و نقل، همواره مهم است تا یک مدل دقیق برای پیش بینی توزیع سفر بین نواحی مبدا و مقصد وجود داشته باشد [3]. بررسی وضع موجود مبنایی برای شکل گیری برنامه ریزی بوجود می آورد. در مرحله تحلیل و کالیبره کردن مدل ها، اطلاعات بدست آمده تحلیل می شودو تکنیک های پیش بینی برای تخمین نیازهای سفر در آینده بوجود می آید[4]. وظایفی که معمولا در این مرحله انجام می شوند عبارتند از [4] :

1. تکنیک هایی برای تخمین جمعیت و فعالیت های اقتصادی
2. تکنیک های پیش بینی کاربری زمین
3. تولید سفر
4. توزیع سفر
5. تفکیک سفر
6. تخصیص ترافیک

2- تعریف مسئله

مقیاس مطالعات اثرات ترافیک اجازه استفاده از تکنیک ها در خصوص تولید سفر، توزیع سفر، تفکیک سفر و تخصیص سفر را نمی‌دهد. بنابراین روشهای مختصری با دقت کافی برای حصول اهداف منطقی و قابل دسترس را بایستی ایجاد کرد. این گونه روشها بر اساس نتایج تجربیات برنامه ریزی گذشته ترسیم شده که سودمند بوده و بر اساس مطالعات جامع 30 سال گذشته استوار باشند. پیچیدگی روشهای انتخاب شده بستگی به طبیعت و اهمیت توسعه ای که باید تحلیل شود دارند. در محل های اصلی معمولا از تکنیک های ساده استفاده می شود، در سایر محل ها نیاز به گزارشات کاملتری می باشد که بنابراین روش کاملتر را نسبت به انجام اطلاعات مناسب و قابل اجرا براساس تحلیل مدل تولید سفر به دنبال دارد[5]. این مدل برای تحلیل پیش بینی جمعیت، اقتصاد، کاربری سفرها و درآمدهای یک محدوده مورد استفاده قرار می گیرد[6]. تحلیل تولید سفر بر اساس تعدادی از

سفرهای تولید شده می تواند در توسعه منطقه با روشهای متنوعی تخمین زده شود[5]. این روش ها می تواند شامل موارد زیر باشد [5]:

1. تعیین نرخ های تولید سفر برای توسعه های مشابه در ناحیه ها و در همان زمان از روز و با افزایش نرخ به ازای ناحیه واحد
2. بکارگیری نرخ های تولید سفر در ناحیه ای مشابه
3. رجوع به نرخ های تولید سفر مشخص شده بوسیله ITE
4. بکارگیری تکنیک ها به کمک نرم افزار های کامپیوتری که به سرعت این برنامه ها تخمین ترافیک را انجام می دهند

در سال های اخیر پژوهش های گوناگونی در زمینه، تولید سفر برخی کاربری ها که اطلاعات کافی از آنها در دستورالعمل ITE وجود ندارد، انجام شده است. سفرهایی که به قصد خرید تولید می شوند، بدلیل توزیع غیرهمگون کاربری های تجاری در شهرها یکی از این موارد است[7]. سفرهای تجاری که امروزه بطور فزاینده ای مورد توجه برنامه ریزان حمل و نقل قرار می گیرد، جایگاه ویژه ای در سیستم حمل و نقل شهری نیز دارد [8].

بنابراین در این مقاله و با توجه به ضرورت برآورد جذب و تولید سفر کاربری های تجاری به ارائه متدولوژی جهت برآورد کاربری های سفر شهرهای متوسط انجام شده است. در همین راستا ابتدا جذب سفر چند کاربری تجاری اصلی مرکز شهر سنندج برداشت شده است. سپس جذب سفر با استفاده از ضرایب ITE برآورد شده است و در نهایت با توجه به متغیرهای مستقل اندازه گیری شده، مدلی برای برآورد جذب سفرها برازش داده شده است.

3- متدولوژی پیشنهادی

در این پژوهش به منظور ارائه مدل تولید سفر، از مدل های همبستگی استفاده می شود. متداول ترین نوع این مدل ها، مدل رگرسیون خطی چندگانه می باشد [9]. ساده ترین تعریفی را که می توان از رگرسیون بیان نمود به این است بیان می شود: استفاده از یک پارامتر برای پیش بینی عملکرد پارامتری دیگر. در یک مدل رگرسیونی، با استفاده از یک پارامتر معلوم، مقادیر پارامتر مجهول پیش بینی می شود [10]. این مدل شامل متغیرهای وابسته و مستقل می باشد. متغیرهای مستقل شامل مواردی مانند طول سفر، چگالی جمعیتی کاربری زمین، موقعیت جغرافیایی در سطح شهر با توجه به یک نقطه ثابت و ... می شود. متغیرهای وابسته همان تعداد سفرهای تولید یا جذب شده می باشد. همبستگی معیاری برای مشارکت بین متغیرها است که توسط ضرایب همبستگی اندازه گیری می گردد. این ضرایب وقتی که هیچ همبستگی وجود ندارد صفر است و زمانی که همبستگی بطور کامل موجود است، برابر یک است.در این مدل فرض می شود که تعداد سفرهای تولید یا جذب شده توسط

یک ناحیه (متغیر وابسته) به تعدادی مشخصه قابل اندازه گیری (متغیر مستقل) مرتبط می باشد. شکل کلی این مدل که از آنالیز از رابطه (1) محاسبه می‌شود[9] و [11] ؛

$$Y=b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \ldots + b_nX_n \quad (1)$$

که در آن :

$X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n$: متغیرهای مستقل مساحت و تعداد فروشگاه می باشند.

$b_0, b_1, b_2, \ldots, b_n$: ضرایب متغیرهای مستقل که از آنالیز همبستگی بدست می آید.

Y : متغیر وابسته یا همان تعداد سفرهای جذب شده یا تولید شده می باشد.

4-مطالعه موردی

سنندج دومین شهر بزرگ کرد نشین ایران، مرکز استان کردستان در غرب ایران است.سنندج در ارتفاع 1450 تا 1538 متری از سطح دریا و در منطقه کوهستانی زاگرس واقع شده و آب و هوای سرد و نیمه‌خشک دارد. این شهر از سمت غرب به کوه آبیدر، از سمت شمال به کوه شیخ معروف، از سمت جنوب به کوه سراج الدین، محدود شده‌است و در منطقه‌ای به‌وسعت 6/3688 هکتار گسترده شده‌است[12]. جمعیت این شهر بر پایه سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال 1385، برابر با 311،446 نفر است[13]. در این پژوهش مراکز عمده با کاربری تجاری اصلی شهر سنندج مورد مطالعه قرار گرفته شده است. در شکل (1) محدوده مورد مطالعه این مقاله آورده شده است.

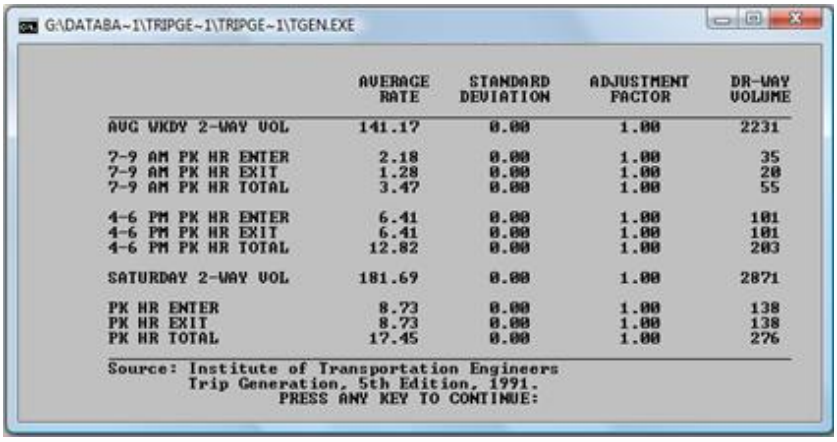
شکل 1: محدوده مورد *مطالعه*

خیابان پاسداران از معابر اصلی شهر سنندج و از پر ترافیک ترین مناطق شهر محسوب می شود. مراکز تجاری عمده شهر نیز در این محدوده (حدفاصل میدان اقبال تا سه راه ادب) قرار دارند. در این مقاله به منظور دقیق تر کالیبره نمودن مدل احجام جذب سفر در این کاربری ها توسط نگارندگان و گروه

همراه برداشت شد و پس از تعیین توزیع پانزده دقیقه ای و ساعتی احجام جذب سفر افراد، ساعت اوج ترافیک محدوده مورد مطالعه تعیین شد که این احجام برای کاربری های تجاری در جدول (1) به نمایش در آمده است. در مورد هر کاربری، مساحت فروشگاه و تعداد فروشگاه ها هم برداشت شده است.

4-1- محاسبه جذب سفر با استفاده از ضرایب ITE

برای محاسبه نرخ جذب سفر توسط ضرایب ITE از نرم افزار TGEN استفاده شده است که نرم افزاری است که با استفاده از ضرایب ITE به محاسبه جذب سفر کاربری های مختلف می پردازد. در شکل (2) محاسبات انجام شده توسط این نرم افزار برای مجتمع تجاری صدف آورده شده است. لازم به ذکر است با توجه به برداشتهای انجام شده، نتایج جذب سفر پیش بینی شده سایر کاربری های تجاری توسط ITE برآورد گردیده است.در جدول (1) نرخ جذب سفر پیش بینی شده توسط ITE در مورد هر یک از کاربری ها آورده شده است. مطابق جدول، ضرایب جذب سفر تنها با توجه به مساحت کاربری تعیین شده اند و تعداد مغازه ها که می تواند عامل موثری در جذب مشتریها باشد در محاسبات وارد نشده است. بر این اساس تمام پاساژهای 345 متری، در ساعت اوج 567 سفر جذب خواهند کرد.



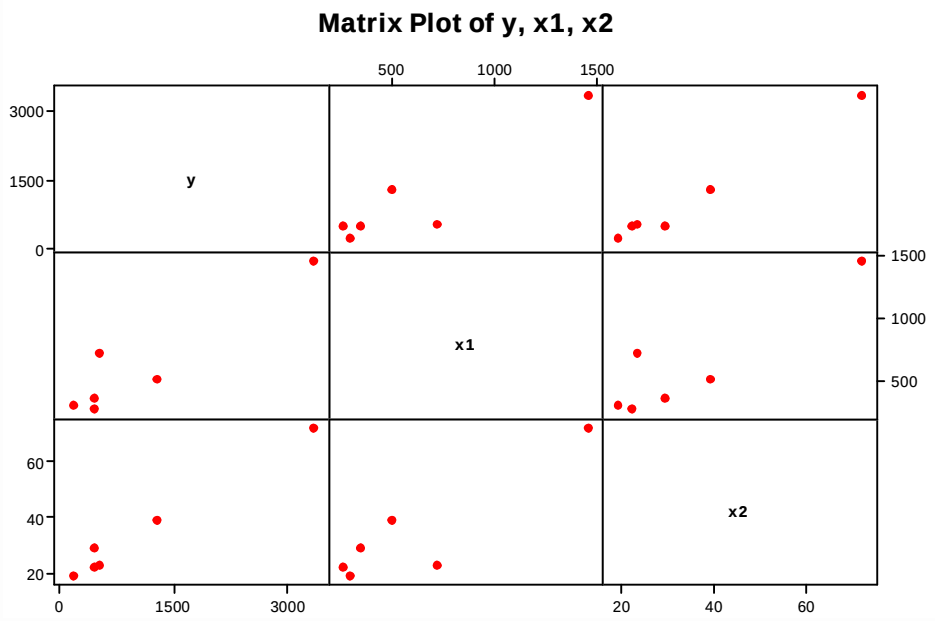
شکل 2: *نرخ جذب سفر پیش بینی شده توسط ITE*

جدول 1: *میزان جذب سفر در مراکز تجاری محدوده مطالعاتی در ساعت اوج*

مراکز تجاری	میزان جذب سفرافراد در ساعت اوج (19:00 تا 20:00)	مساحت (مترمربع)	تعداد فروشگاه	جذب سفر ITE
مجتمع تجاری صدف	3356	1452	72	1435
مجتمع تجاری گلها	468	267	22	705
مجتمع تجاری مروارید	1292	498	39	734
مجتمع تجاری خیام	476	345	29	567
مجتمع تجاری بهاره	528	720	23	925
مجتمع تجاری برهان	200	300	19	537

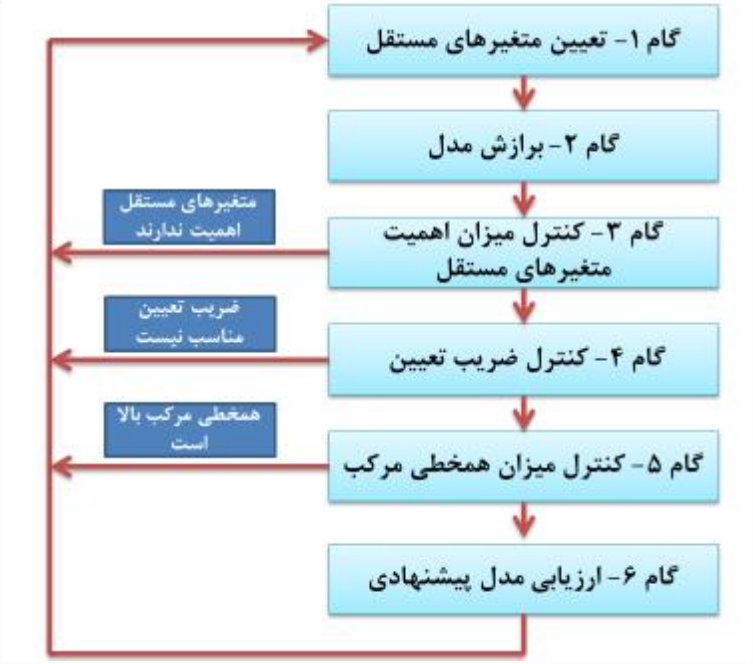
4-2- محاسبه جذب سفر با استفاده از مدلسازی

در این قسمت و با توجه به برداشت های انجام شده سعی شد مدل مناسبی برای جذب سفر کاربری‌های تجاری شهر سنندج برآورد شود. اطلاعات برداشت شده عبارتست از جذب سفر در ساعت اوج، مساحت پاساژ و تعداد فروشگاههای هر پاساژ. در شکل (3) ارتباط بین داده های برداشت شده آورده شده است. مطابق شکل متغیر وابسته (y)، ارتباط معناداری با متغیرهای مستقل x1 و x2 دارد. اما وجود ارتباط بین متغیرهای مستقل x1 و x2 ممکن است به دلیل ضریب همبستگی بالای بین آنها باشد. لذا باید ضریب تورم واریانس[1] بین متغیرهای مستقل کنترل شود. لازم به ذکر است برای اطمینان از برازش بهترین مدل ممکن، حالتهای مختلف متغیر مستقل کنترل شده است. برای هر کدام از حالتها، معادلات رگرسیون برازش داده شده است. میزان اهمیت متغیر مستقل در مدل کنترل شده است. میزان همخطی مرکب بین متغیرهای مستقل کنترل شده است. ضریب تعیین و قدرت تخمین مدل بررسی شده است. گام های انجام شده برای ساخت و ارزیابی مدل در شکل (4) نشان داده شده است.



شکل 3: *نمونه ای از ارتباط بین متغیرهای وابسته و مستقل*

[1]Variance Inflationary Factor (VIF)



شکل 4: *گام های ساخت مدل جذب سفر*

با استفاده از فلوچارت پیشنهادی در شکل (4) مدل های مختلفی برای برآورد جذب سفر کاربری های تجاری شهر سنندج برازش داده شده است. لازم به ذکر است برازش مدل از معادلات خطی آغاز شده است و در ادامه مدل های غیر خطی مختلف در نظر گرفته شده است. نمونه ای از این مدلها در جدول (2) آورده شده است. لازم به ذکر است در مدلسازی میزان α معادل 10% در نظر گرفته شده است. بنابراین متغیرهای با p-value بیش از 0/1 فاقد اهمیت خواهند بود. از طرفی ضرایب تورم واریانس بیشتر از 5 بیانگر وجود همخطی مرکب بین متغیرهای مستقل خواهند بود. پس از مدلسازی، هر یک از مدل های ساخته شده بررسی و تحلیل شد. مثلاً مدل ارائه شده در ردیف 1 جدول (2) ضریب تعیین خوبی دارد اما دارای همخطی مرکب بالایی بین متغیرها است. در این مدل فقط متغیر ساخته شده از x2 با اهمیت تشخیص داده شده است. در مدل 2 همخطی مرکب بین متغیرها کاهش یافته است اما همچنان زیاد است. مدل های 3 و 4 ضرایب تعیین خوبی دارند و همخطی مرکب بین متغیرهای آنها هم مناسب است. در مدل 3 متغیر دوم با اهمیت تشخیص داده شده است و در مدل 4 متغیر اول مهم بوده است. بنابراین هر دو مدل می توانند مدل های مناسبی باشند. اما با دقت در نوع مدل های برازش داده شده مشخص می شود مدل 3 به لحاظ تئوری نمی تواند بیانگر پیش بینی جذب سفر باشد. در صورتیکه مساحت کاربری کمتر از 100 متر مربع باشد جذب سفر منفی خواهد شد که این موضوع در عمل نمی تواند اتفاق بیفتد. بنابر این در نهایت مدل 4 به عنوان بهترین مدل انتخاب شده است. لازم به ذکر است بر اساس نتایج با استفاده از متغیرهای مستقل انتخاب شده مدل قادر به شناسایی 98/7 درصد تغییرات متغیر وابسته (جذب سفر کاربری های تجاری) شده است.

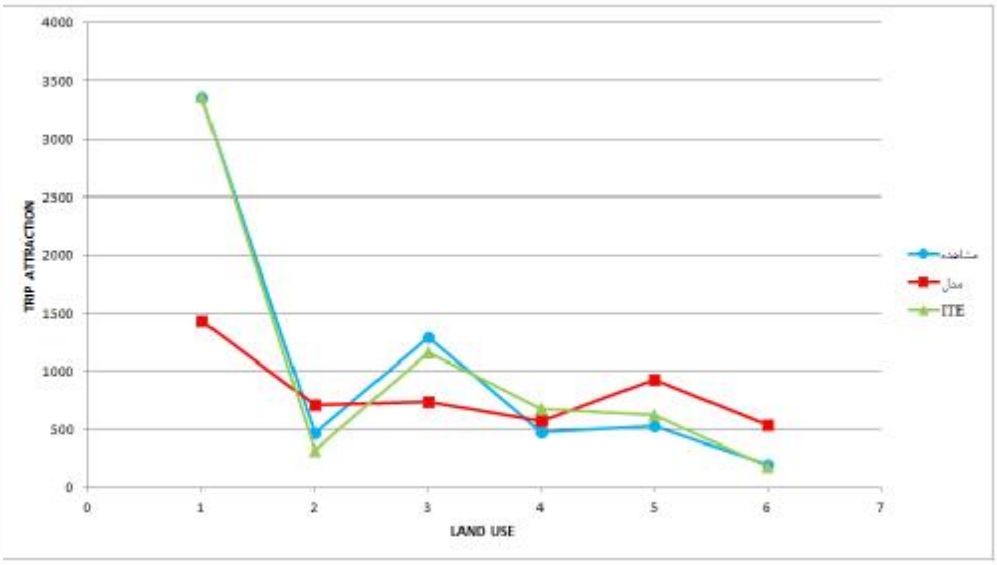
جدول 2: *نتایج تکرار مدل رگرسیون خطی چندگانه*

ردیف	معادله خط پیشنهادی	R^2	P-Value			VIF
			Constant	متغیر اول	متغیر دوم	
1	$y = 106 - 0.000063x_1^2 + 0.659x_2^2$	98.5%	0.388	0.874	0.024	12.1
2	$y = -2127 + 683lnx_2 + 0.934x_2\sqrt{x_1}$	98.9%	0.185	0.201	0.025	8.3
3	$y = -6035 + 2144lnx_2 - \frac{97270}{x_1}$	93.0%	0.083	0.703	0.031	2.3
4	$y = 600 + 1.08x_2\sqrt{x_1} - \frac{14720}{x_2}$	98.7%	0.332	0.007	0.259	3.9

در ادامه به مقایسه جذب سفر مدل با مقادیر محاسبه شده توسط ضرایب ITE پرداخته شده است. نتایج در جدول (3) آورده شده است. بر اساس جدول نتایج مدل ساخته شده انطباق بیشتری با واقعیت دارد و نتایج بهتری نسبت به ضرایب جذب سفر ITE به دست می دهد. مقایسه نتایج در شکل (5) هم آورده شده است که به وضوح بیان می کند مدل پیشنهادی روابط بین کاربری ها و جذب سفر را بهتر شناسایی کرده است.

جدول 3: *مقایسه نتایج مدل با نتایج ITE*

ردیف	کاربری	جذب سفر مشاهده شده	جذب سفر ITE	جذب سفر مدل پیشنهادی
1	مجتمع تجاری صدف	3356	1435	3358
2	مجتمع تجاری گلها	468	705	319
3	مجتمع تجاری مروارید	1292	734	1162
4	مجتمع تجاری خیام	476	567	674
5	مجتمع تجاری بهاره	528	925	626
6	مجتمع تجاری برهان	200	537	181



شکل 5: *مقایسه نتایج مدل پیشنهادی و مشاهده و ITE*

5- نتیجه گیری

در این مقاله متدولوژی پیش بینی جذب سفرهای کاربری های تجاری در شهرهای متوسط ایران ارائه شده است. برای این منظور از داده های جذب سفر کاربری های تجاری مرکز شهر سنندج استفاده شده است. با توجه به اینکه مطالعات جامعی در خصوص جذب سفرهای کاربری های مختلف کشور وجود ندارد معمولاً از ضرایب ITE برای برآورد جذب سفر کاربری های مختلف استفاده می شود. در این مقاله نشان داده شد استفاده از این ضرایب که برای ایران هم کالیبره نشده است نمی تواند جذب سفر کاربری ها را به درستی برآورد کند. پیشنهاد این مقاله برای پیش بینی نرخ جذب سفر کاربری های مختلف استفاده از کاربری های مشابه و در نظر گرفتن جذب سفر آنها و استفاده از مدلسازی و کالیبره کردن آن برای شرایط شهرهای مختلف ایران است که نمونه ای از این کار در این مقاله ارائه شده است. در مجموع مهم ترین نتایج حاصل از انجام این مقاله عبارتست از:

- تبیین ضرورت مطالعات داخلی و کالیبره کردن جذب سفر کاربری های مختلف در مطالعات حمل و نقل و ترافیک
- ارائه فرآیند و متدولوژی مدلسازی جذب سفر کاربری های تجاری برای شهرهای متوسط کشور نظیر سنندج
- شناسایی متغیرهای مهم در جذب سفر کاربری های تجاری مهم در شهرهای متوسط
- قابلیت تعمیم و گسترش متدولوژی ارائه شده به سایر کاربریها و شهرهای کشور

6- منابع و مراجع

1- AASHTO Transportation Glossary, 4th Edition, 2009, american association of of sate highway and transportation officals, Washington DC, USA

2-مهندسی و برنامه ریزی ترابری، 1385، دکتر علی خدایی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

1- W .Herijanto, N .Thorpe, 2005, Developing The Singly Constrained Gravity Countries, Journal Of The Estern Asia Society For Transportation Studies, Vol 6, pp. 1708-1723

4-تئوری ترافیک، 1374، دکتر حمید بهبهانی و همکاران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران

5- مهندسی ترابری –اصول برنامه ریزی و مدلسازی حمل و نقل، 1388، شهریار افندی زاده، امیر مسعود رحیمی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

6- B .Edigbe, R .Rahman, 2010, Multivariate School Travel Demand Regression Based On Trip Attraction, World Academy Of Science, Engineering And Technology, Vol 66

7- M.K .Jha, D.J .Lovell, 1999, Trip Generation Characteristics Of Free Standing Discount Stores : A Case Study, ITE Journal on the WEB

8-M. Figliozzi, 2006,Analysis of the efficiency of urban commercial vehicle tours: Data collection, methodology, and policy implications, Transportation Research Part B 41 ,PP 1014–1032

9- برنامه ریزی مهندسی حمل و نقل و تحلیل جابجایی مواد، 1380، سیدحسینی، م.،انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

10- N. H. Bingham; J. M. Fry, 2010, Regression : linear models in statistics, Springer undergraduate mathematics series, USA, ISBN: 978-1848829688

11- روش های پیش بینی سفرهای شهری، 1374، شاهی، ج.، بهبهانی، ح.،انتشارات دانشگاه یزد

12- مساحت محدوده شهر سنندج، وب گاه رسمی شهرداری سنندج.

13- نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن ،1385، وب‌گاه مرکز آمار ایران.

یازدهمین
کنفرانس بین‌المللی مهندسی
حمل‌ونقل و ترافیک

Provide A Trip Generation And Attraction Model For Commercial Land Use Type In Medium-Sized Cities Of Iran (Based On Case-Study Research In Sanandaj)

Hasan Khaksar, PHD candidate, Transportation Engineering, of Dept. of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology[1]
Hiva Radpour, Master of Science student of Transportation Engineering, Islamic Azad University of Tehran, South Tehran Branch[2]
Amir reza Nickkar, Master of Science student of Transportation Engineering, Islamic Azad University of Tehran, South Tehran Branch[3]
khaksar@iust.ac.ir[1]
hivaradpour@gmail.com[2]
amirreza.nickkar@yahoo.com[3]

Abstract

Travel demand modeling is an influential tool in the transportation planning community. It assists forecast travel characteristics into the future at different planning levels such as province, region and corridor. Provide a trip attraction and generation model to forecast travels in an urban area, based on understanding of concepts and relationships between variables to be made. Economic - social attributes and land use types in an area, the most basic parameters that determine the generation rate and trips are attracted. In this paper try to provide a trip generation model for medium-sized cities of iran. In iran there are no comprehensive studies of the attraction and generation to be estimated for various types of land-use and usually use the coefficients of the american institute of transportation engineers trip generation and generation rates. In this study, the city of sanandaj, was selected as goal city and in addition to survey of the amount of commercial trips at peak hour time in major business center in the city, trip generation rate be calibrated in commercial area of city and as results multiple regression trip generation models for study area were presented.