کاهش هزینهٔ مبادله توسط برنامه‌ریزی فضائی، برای بهینه سازی مراکز خدمات شهری (نمونهٔ موردی: میادین میوه و تره بار منطقهٔ ۵ تهران)

محمد حسین شریف‌زادگان
استادیار دانشگاه شهید بهشتی

علی ابوطالب پور
کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای و کارشناس ارشد برنامه‌ریزی حمل و نقل
تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۳/۲۱

چکیده

برنامه‌ریزی فضائی یکی از ابزارهای قدرتمند برای کاهش هزینه‌های مبادله در بخش حمل و نقل است. با استفاده از این ابزار، می‌توان مکان بهینهٔ استقرار انواع مختلف کاربری های اراضی شهری را تعیین کرد و تقاضای سفر به این کاربری‌ها را به حداقل رساند و متعاقب آن به کاهش هزینهٔ مبادله دست یافت. در این مقاله ضمن ارائهٔ روشی برای محاسبهٔ کاهش تقاضا از طریق مکان یابی کاربری زمین و تحلیل آثار اقتصادی حاصل از آن، نتایج حاصل از به‌کارگیری این روش برای یک کاربری (میادین میوه و تره بار و محصولات کشاورزی) در محدودهٔ منطقهٔ ۵ شهرداری تهران عرضه شده است و در نهایت کاهش هزینهٔ مبادلهٔ ناشی از کاهش تقاضای سفر محاسبه شده است.

طبقه‌بندي JEL: D13

کلید واژه: هزینهٔ مبادله، تقاضای سفر، مکان یابی کاربری زمین، مسالهٔ وبر، میادین میوه و تره بار و محصولات کشاورزی

۱- مقدمه

یکی از نیازهای اولیهٔ توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی، حمل و نقل است. بسیاری از اقتصاددانان معتقدند که رابطهٔ مستقیمی بین توسعهٔ اقتصادی و گسترش زیربنای حمل و نقل وجود دارد. به عبارت دیگر، در دیدگاه‌های اقتصادی اهمیت حمل و نقل به قدری

زیاد است که عده‌ای آن‌را کالبد توسعهٔ اقتصادی و برخی دیگر آن‌را همانند ستون فقرات توسعه تلقی می‌کنند.

با مطالعه در وضعیت اقتصادی و اجتماعی کشورهای صنعتی، می‌توان دریافت که این کشورها به نسبت کشورهای در حال توسعه دارای نظام حمل و نقل نیرومندتر و برنامه‌ریزی شده‌تری هستند و همگام با مسیر تحولات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و علمی، به دنبال توسعه و بهبود نظام حمل و نقل خود نیز بوده‌اند، بنابراین، وجود نظام مناسب حمل و نقل و توسعه آن از ضروریات توسعه در سایر بخش‌هاست و می‌توان گفت: گرچه توسعهٔ شبکهٔ حمل و نقل بر رشد اقتصادی هر کشور تأثیر می‌گذارد، رشد و توسعهٔ اقتصادی کشور نیز در ایجاد یک سیستم مطلوب حمل و نقل حائز اهمیت است.

از سوی دیگر، مقولهٔ حمل و نقل در شهرها و به‌ویژه در شهرهای بزرگ و کلان‌شهرهایی مانند تهران، تمامی زوایای زندگی شهروندان را در برگرفته است به‌طوری‌که تصور زندگی بدون آن بسیار دور از ذهن است و با ناکارآمدی سیستم حمل و نقل، کارایی سیستم شهری و به دنبال آن اقتصاد شهری به مخاطره می‌افتد.

در چند دههٔ اخیر، مسالهٔ حمل و نقل و مشکلات ناشی از آن موضوع تحقیقات گسترده‌ای بوده است. با این وجود، حمل و نقل دارای ماهیتی چند بعدی بوده و مسایل ناشی از آن نیز متعددند. از این‌رو متخصصان مختلف از جمله برنامه‌ریزان شهری، برنامه‌ریزان حمل و نقل و مهندسان ترافیک، جامعه شناسان و اقتصاددانان، از زوایا و دیدگاه‌های مختلفی به این موضوع نگریسته‌اند و هرکدام به گونه‌ای سعی کرده‌اند با استفاده از ابزارهای مختلف به مدل‌سازی سیستم حمل و نقل و بهینه سازی آن بپردازند.

در این مقاله نیز با مدنظر قرار دادن همین دیدگاه، سعی شده است تا با استفاده از ابزار مکان‌یابی کاربری زمین، به بهینه‌سازی سیستم حمل و نقل شهری و کاهش تقاضای سفر (با در نظر گرفتن منطقهٔ ۵ شهرداری تهران به‌عنوان محدودهٔ مورد مطالعه و میادین میوه و تره بار و محصولات کشاورزی به‌عنوان کاربری منتخب)، پرداخته شود و نتایج اقتصادی آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. بدین منظور، ابتدا لازم است تا به تعریف مفهوم هزینهٔ مبادله و ارتباط متقابل حمل و نقل و هزینهٔ مبادله بپردازیم.

۲- هزینهٔ مبادله[1]

مفهوم هزینهٔ مبادله نخستین بار توسط محققی به نام رونالد کوز[2] در سال ۱۹۳۷ و در پی‌تلاش وی برای توسعهٔ چارچوبی برای پیش‌بینی این‌که در چه زمانی باید یک اقدام اقتصادی توسط یک بنگاه اقتصادی و در چه زمانی باید در بازار انجام گیرد، مطرح شد. به عبارت دیگر یک فعالیت اقتصادی را چه زمان بهتر است به دیگران در بازار بسپاریم و چه زمان بهتر است که در داخل بنگاه اقتصادی خودمان انجام دهیم؟ رونالد کوز، از این نوع مفاهیم استفاده کرد تا بگوید حد و حدود یک بنگاه اقتصادی کجاست و دلیل انجام فعالیت‌های اقتصادی در درون یک بنگاه و عدم سپردن آن‌ها به مکانیزم بازار چیست؟

پس از وی، محققان بسیاری به این موضوع پرداختند که در این بین معروف‌ترین آن‌ها محققی به نام ویلیامسون[3] است که در کتاب اقتصاد هزینهٔ مبادله[4] به طور مفصل و مستدل به بیان این مفهوم و اهمیت آن پرداخت و تلاش چشم‌گیری برای تکمیل این تئوری کرد. امروزه در علم اقتصاد، هزینهٔ مبادله به هزینه‌ای گفته می‌شود که در یک تبادل اقتصادی رخ می‌دهد. به‌عنوان مثال، بسیاری از افراد هنگام خرید یا فروش سهام، حق کمیسیونی را به حق‌العملکاران پرداخت می‌کنند که همان هزینهٔ مبادله برای انجام عمل تبادل سهام است. یا فرض کنیم می‌خواهیم از یک فروشگاه مواد غذایی میوه خریداری کنیم. در این حالت، هزینهٔ خرید تنها شامل قیمت میوه نیست، بلکه شامل هزینهٔ تلاش و انرژی مصرف شده برای یافتن اطلاعات دربارهٔ میوهٔ مورد نظر و نیز هزینهٔ سفر از خانه به فروشگاه و برگشت به خانه، هزینهٔ زمان صرف شده در صف و نیز تلاش برای پرداخت پول نیز هست. هزینه‌های ذکر شده، همان هزینه‌های مبادله‌اند، که گاهی اوقات می‌توانند سهم بزرگی را در هزینهٔ نهایی داشته باشند.

این هزینه‌ها در صورت عدم وجود اطلاعات مناسب و کافی، بیشتر شده و بالعکس در صورتی که اطلاعات کافی وجود داشته باشد، کاهش می‌یابند. به‌عنوان مثال، در یک تبادل اقتصادی، با توجه به این‌که اطلاعات ما نسبت به فعالیت‌های طرف مقابل ناقص

---

1 -Transaction Cost.

2 -Ronald Coase.

3 -Oliver E. Williamson.

4 -Transaction Cost Economics.

است، طرفین تبادل اقتصادی ممکن است با دیدگاه سودجویانه‌ای که دارند کاری بکنند که به نفع خود و به ضرر طرف مقابل تمام شود. بنابراین، در اینجا هزینه‌هایی که شامل هزینهٔ جستجو، هزینهٔ عقد قرارداد و کنترل و نظارت و ... می‌شوند، به‌عنوان هزینهٔ مبادله‌ای ظاهر می‌شوند.

برخی از انواع هزینهٔ مبادله عبارتند از:

- هزینه‌های جستجو و اطلاعات: که این‌گونه هزینه‌ها بیش‌تر شامل جستجو برای تعیین محل عرضهٔ کالا و خدمات در بازار و نیز کسب اطلاع دربارهٔ کم‌ترین قیمت می‌باشد. هرچه اطلاعات بیشتر باشد، سایر هزینه‌های مبادله کاهش می‌یابند.
- هزینهٔ قرارداد: که شامل هزینه‌های لازم برای رسیدن به توافق با سایر طرف‌ها و عقد قرارداد است.
- هزینهٔ قانون‌گذاری و اعمال قانون: شامل هزینه‌هایی که برای اطمینان از تبعیت طرف مقابل از مفاد قرارداد و انجام عکس‌العمل مناسب در صورت عدم تبعیت، می‌شود.

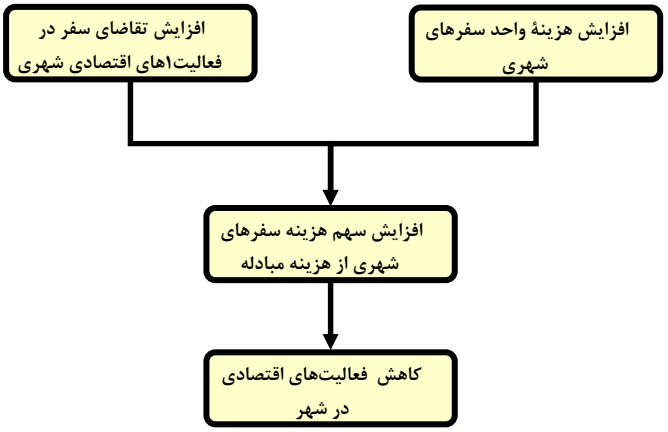
امروزه مفهوم هزینهٔ مبادله برای توضیح دربارهٔ رفتارهای مختلف افراد و نهادها به کار می‌رود. این کاربرد به این علت است که مفهوم مبادله نه تنها دربارهٔ موضوع خرید و فروش مصداق دارد، بلکه در رابطه با تعاملات روزمرهٔ افراد، از جمله سفر نیز قابل تعمیم می‌باشد.

۳- رابطهٔ تقاضای سفر، هزینهٔ حمل و نقل و هزینهٔ مبادله

همان‌طور که ذکر شد، هزینهٔ مبادله به هزینه‌ای گفته می‌شود که در یک تبادل اقتصادی رخ می‌دهد. بیش‌تر سفرهای روزانه در شهرها نیز ناشی از تبادلات اقتصادی بین افراد مختلف‌اند. سفرهایی با هدف اشتغال و خرید همگی جزو فعالیت‌های اقتصادی به حساب می‌آیند. بنابراین، می‌توان گفت که هزینهٔ حمل و نقل نوعی هزینهٔ مبادله است و افراد و بنگاه‌ها همواره به دنبال کاهش هزینهٔ حمل و نقل به‌عنوان بخشی از هزینهٔ مبادله هستند.

مطالعات متعددی نیز دربارهٔ رابطهٔ هزینهٔ حمل و نقل با هزینهٔ مبادله انجام گرفته است. محققانی به نام‌های دی وون بیلی[1] و لین‌هانیکات[2]، در مقالهٔ خود تحت عنوان "نقش هزینهٔ مبادله در انتخاب بازار"، عامل هزینهٔ حمل و نقل را مهم‌ترین و کلیدی‌ترین بخش هزینهٔ مبادله عنوان می‌کنند، زیرا هزینه‌های حمل و نقل ایجاد شده در یک فعالیت اقتصادی در بازار نوعی سرمایه با ماهیت مبادله ای[3] هستند که لزوما به محصول تولید شده مرتبط نیستند. داگلاس نورث نیز در مقالهٔ خود با عنوان "هزینهٔ مبادله"، به نقل از نیهانس[4] که می‌گوید :" هزینهٔ مبادله از نظر تحلیلی همانند هزینه‌های حمل و نقل است"، نتیجه می‌گیرد که هزینهٔ مبادله نقشی بسیار مشابه با هزینه‌های حمل و نقل ایفا می‌کند. محقق دیگری به نام النی[5] نیز هزینهٔ حمل و نقل را به‌عنوان بخش عمدهٔ هزینهٔ مبادله دانسته است.

از سویی هرگونه افزایش در تقاضای سفر در فعالیت‌های اقتصادی افراد و بنگاه‌ها و یا افزایش هزینهٔ واحد سفرهای شهری، سبب افزایش سهم هزینهٔ سفرهای شهری از هزینهٔ مبادله می‌شود و افزایش درهزینه‌های مبادله نیز به نوبهٔ خود حجم تجارت و فعالیت‌های اقتصادی را کاهش می‌دهد. این موضوع در شکل زیر نشان داده می‌شود.



شکل ۱- نقش حمل و نقل در افزایش هزینهٔ مبادله

1 - DeeVon Bailey.
2 - Lynn Hunnicutt.
3 -Transaction-specific Investment.
4 - Niehans.
5 - Eleni.

حال در صورتی‌که تقاضای سفر برای یک فعالیت اقتصادی خاص را با علامت T (مسافر- کیلومتر یا تن- کیلومتر) نشان دهیم و هزینهٔ واحد سفر را با علامت c (ریال بر مسافر- کیلومتر یا ریال بر تن- کیلومتر) نشان دهیم، سهم هزینهٔ حمل و نقل در فعالیت اقتصادی مورد نظر را می‌توان به شکل زیر نشان داد:

$$C_i = T_i \times c$$

به عبارت دیگر، افزایش تقاضای سفر برای انجام یک فعالیت اقتصادی (T_i)، می‌تواند منجر به افزایش هزینهٔ حمل و نقل برای آن فعالیت (C_i) شود. افزایش تقاضای سفر[1] (تقاضای سفر عموما با واحد مسافر-کیلومتر و تن-کیلومتر بیان می‌شود) نیز ناشی از افزایش میزان سفر تولید شده[2] (منظور از سفر تولید شده تعداد سفری است که توسط ساکنین ایجاد می‌شود) و یا متوسط طول سفر(یعنی متوسط فاصله‌ای که فرد در هر سفر از مبدا به مقصد و بالعکس طی می‌کند) است.

$$T_i = h_i \times d_i$$
$$h_i = f_i \times pop_i$$

که در آن:

T_i = تقاضای سفر برای فعالیت اقتصادی I (بر حسب مسافر-کیلومتر یا تن کیلومتر)

h_i = میزان سفر تولید شده برای فعالیت اقتصادی I (بر حسب مسافر یا تناژ)

d_i = متوسط طول سفر (بر حسب کیلومتر)

pop_i = جمعیت

f_i = نرخ تولید سفر[3] (منظور از نرخ تولید سفر، تعداد سفر تولید شده توسط هر فرد است)

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، با کاهش هریک از عوامل فوق، می‌توان به کاهش میزان تقاضای سفر نائل شد و سپس به محاسبهٔ منافع حاصل از این کاهش پرداخت، اما نکتهٔ بسیار قابل توجه و مهم در این جا، تأثیر متقابل دو پارامتر h وd بر یکدیگر است. به عبارت دیگر، این فرض که تعداد سفر تولید شده (h) مستقل از فاصلهٔ سفر است، صحیح نیست.

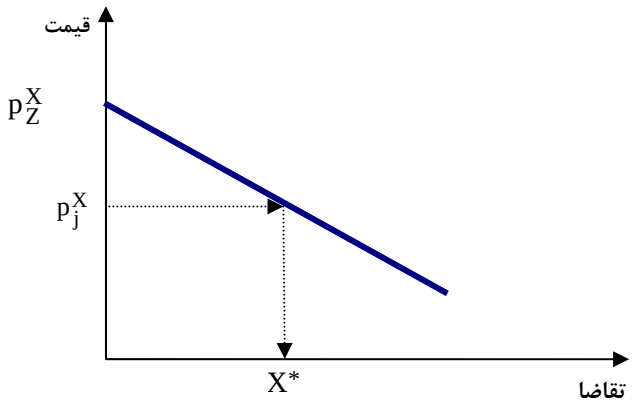
1- Trip Demand or Travel Demand.

2- Generated Trip .

3- Trip Rate.

به‌عنوان مثال در مواردی که سفر به‌منظور فعالیت خرید یک محصول انجام می‌گیرد، با کاهش متوسط طول سفر (d)، به نرخ سفر تولید شده توسط هر فرد (f) افزوده می‌شود. علت این امر را می‌توان با استفاده از منحنی عرضه و تقاضا به راحتی بیان کرد. بدین صورت که با کاهش متوسط طول سفر، هزینهٔ مبادله که قسمتی از قیمت تمام شدهٔ یک محصول است، کاهش می‌یابد و با کاهش هزینهٔ تمام شدهٔ محصول، مطابق با منحنی عرضه و تقاضا، تقاضا برای محصول افزایش می‌یابد.

فرض کنیم که فردی که در منطقهٔ i زندگی می‌کند، برای خرید یک محصول (مثلا مایحتاج روزانه از جمله میوه و مواد غذایی) که در منطقهٔ i وجود ندارد ولی در منطقهٔ j در دسترس است، اقدام کند. در صورتی که قیمت خرید کالای مورد نظر در مکان j معادل p_j^X باشد و هزینهٔ دیگری به‌آن تعلق نگیرد، یا به‌عبارتی "هزینهٔ مبادله" معادل صفر باشد، در این حالت، به‌راحتی با استفاده از تابع تقاضای محصول مورد نظر، می‌توان میزان کالایی را که مصرف کنندهٔ مذکور خریداری می‌کند به‌دست آورد.



شکل ۲- میزان تقاضا برای خرید محصول در صورت عدم وجود هزینهٔ مبادله

این مقدار برابر است با:

$$X^* = \frac{P_b - P_j^X}{r}$$

حال در صورتی‌که هزینهٔ حمل و نقل بین دو منطقهٔ و هزینهٔ نگهداری و انبارداری را به‌عنوان عامل مؤثر در قیمت تمام شده محصول در نظر بگیریم، قیمت تمام شده هر واحد محصول را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد (stuart,1991) :

$$P = P_j^X + \frac{۲ \times f \times d_{ij} \times c_{ij}}{X} + \frac{۱}{۲} \times \frac{S}{f}$$

که در این رابطه:

p = قیمت تمام شدهٔ هر واحد محصول با در نظر گرفتن هزینهٔ حمل و نقل و انبارداری

p_j^X = قیمت خرید هر واحد محصول در منطقهٔ j

c_{ij} = هزینهٔ سفر در واحد فاصلهٔ بین منطقهٔ i و j

d_{ij} = فاصله دو منطقهٔ i و j

X = مقدار محصول خریداری شده در یک دورهٔ زمانی

S = هزینهٔ نگهداری و انبارداری هر واحد محصول مورد نظر در یک دورهٔ زمانی

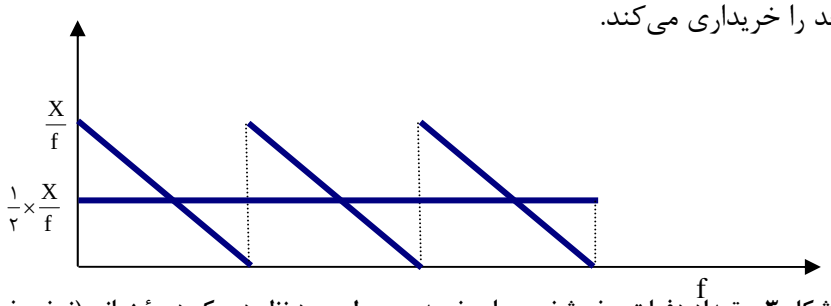
f = تعداد دفعات سفر شخص برای خرید محصول مورد نظر در یک دورهٔ زمانی (نرخ سفر)

فرمول فوق متشکل از سه قسمت است: قسمت اول عبارتست از قیمت خرید هر واحد محصول در منطقهٔ j، یعنی p_j^X. این هزینه چه با در نظر گرفتن هزینه‌های حمل و نقل و انبارداری و چه بدون در نظر گرفتن این هزینه‌ها، مقدار ثابتی است، که تولیدکنندهٔ محصولات خود را با آن قیمت عرضه می‌کند.

قسمت دوم، شامل هزینهٔ حمل و نقل بین دو منطقهٔ i و j به ازای هر واحد محصول است. در صورتی که مصرف کننده در یک دورهٔ زمانی (مثلا روزانه)، X واحد محصول احتیاج داشته باشد، می‌تواند این مقدار را در f بار رفت و برگشت از منطقهٔ i به منطقهٔ j تهیه کند. به‌عبارت دیگر، وی می‌تواند کل محصول را در یک سفر و به‌صورت یک‌جا خریداری کند و یا در چندین نوبت و با مقادیر کم‌تر بخرد. به‌هرحال هزینهٔ فاصله طی شده در هر سفر رفت و برگشتی عبارتست از: $۲ \times d_{ij} \times c_{ij}$ و هزینهٔ فاصله طی شده در

کل سفرهای رفت و برگشتی عبارتست از: $۲\times f\times d_{ij}\times c_{ij}$ و هزینهٔ حمل و نقل بـه‌ازای هر واحد محصول عبارتست از: $\frac{۲\times f\times d_{ij}\times c_{ij}}{X}$.

لازم به‌ذکر است که مقدار پارامتر f علاوه بر هزینهٔ سفر، بـه‌هزینـه‌هـای نگهـداری و انبارداری نیز مرتبط است، که قسمت سوم فرمول فوق محسوب می‌شود. در شرایطی که زمان خرید و مصرف محصول با هم تفاوت داشته باشد، مصرف کننـده بایـد مقـداری از کالای خریداری شده معادل $\frac{۱}{۲}\times\frac{X}{f}$ را در انبار نگهداری کند. زیرا در هـر مرتبـه، او $\frac{X}{f}$ واحد را خریداری می‌کند.



شکل ۳- تعداد دفعات سفر شخص برای خرید محصول مورد نظر در یک دورهٔ زمانی (نرخ سفر)

بنابراین، هزینهٔ نگهداری و انبارداری کل محصول مورد نظر در دورهٔ زمانی، معـادل $S\times\frac{۱}{۲}\times\frac{X}{f}$ و هزینهٔ نگهداری و انبارداری هر واحـد محـصول مـورد نظـر در دورهٔ زمـانی، $\frac{۱}{۲}\times\frac{S}{f}$ خواهد بود و در مجموع قیمت تمام شدهٔ هر واحد محصول برابر است با :

$$P=P_j^X+\frac{۲\times f\times d_{ij}\times c_{ij}}{X}+\frac{۱}{۲}\times\frac{S}{f}$$

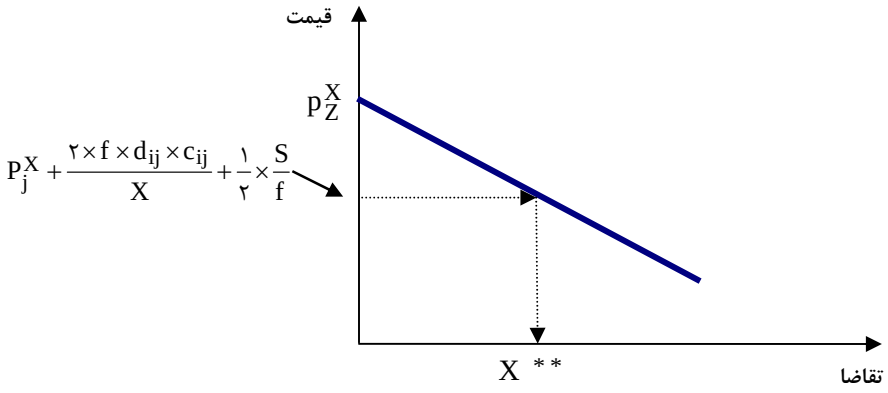
در این شرایط می‌توان تصور نمود که مصرف کننده با شناخت از تـابع کـل هزینـه می‌خواهد میزان حمل و نقلی را که وابسته به‌مقـدار خریـد محـصول اسـت، بـه‌حـداقل برساند. برای این منظور، کافیست که مشتق معادلهٔ فوق را معادل صفر قـرار دهـیم، تـا میزان بهینهٔ f که منجر به‌حداقل کردن هزینهٔ تمام شده می‌شود، به‌دست می‌آید. لذا:

$$f=\frac{۱}{۲}\times\sqrt{\frac{S\times X}{d_{ij}\times c_{ij}}}$$

با قرار دادن قیمت تمام شدهٔ محصول در معادلهٔ تابع تقاضا نیز داریم:

$$P_b-r\times X=P_j^X+\frac{۲\times f\times d_{ij}\times c_{ij}}{X}+\frac{۱}{۲}\times\frac{S}{f}$$

در دو معادلهٔ فوق تمامی پارامترها به‌جز X و f معلوم‌اند. برای به‌دست آوردن این دو پارامتر، می‌توان معادلهٔ دو مجهولی را به‌راحتی حل کرد.

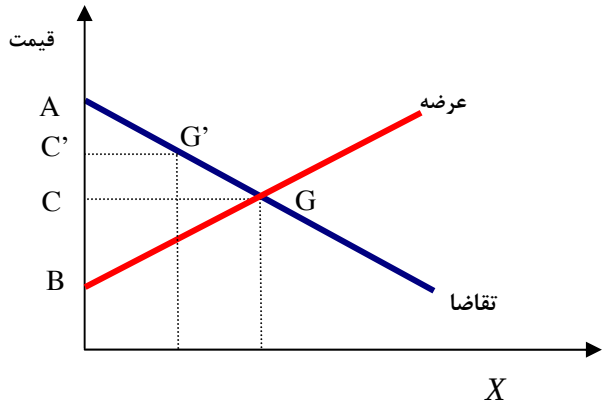


شکل ۴- میزان تقاضا برای خرید محصول در صورت وجود هزینهٔ مبادله

رابطهٔ فوق این امکان را فراهم می‌کند که با تغییر پارامترهایی مانند متوسط طول سفر (d) و یا هزینهٔ سفر در واحد فاصله (C)، بتوان تغییرات حاصل شده در تعداد دفعات سفر یا به‌عبارت دیگر، نرخ سفر (f) و متعاقب آن میزان تولید سفر(h) را بیان کرد. اکنون رابطهٔ دو پارامتر d و h که دو مؤلفهٔ اصلی تشکیل دهندهٔ تقاضا هستند، از روابط فوق قابل استحصال می‌باشد.

۴- محاسبهٔ مازاد رفاه مصرف کننده

بر اساس نظریهٔ آلفرد مارشال، در صورت وجود شرایط رقابت کامل در بازار، منحنی کل تقاضای آن بازار با تابع منافع نهایی کل و منحنی عرضهٔ بازار با تابع هزینهٔ نهایی کل جامعه یکسان است. در این شرایط، می‌توان از تابع عرضه و تقاضای یک محصول میزان منافع حاصل از تولید آن محصول را برای کل اقتصاد مشخص کرد. این مفهوم در شکل زیر دیده می‌شود. بر طبق این نظریه، مساحت مثلث ACG، نشان دهندهٔ مازاد رفاه مصرف کننده و مثلث BCG، نشان دهندهٔ مازاد رفاه تولید کننده است. با افزایش قیمت تمام شدهٔ یک محصول، از میزان مازاد رفاه مصرف کننده کاسته می‌شود. در این حالت، مساحت مثلث AC'G' نشان دهندهٔ مازاد رفاه مصرف کننده است.



شکل ۵- مازاد رفاه تولید کننده و مصرف کننده

بنابراین، مازاد رفاه مصرف کننده در هر وضعیت از رابطهٔ زیر به‌راحتی قابل محاسبه است:

$$\int_{۰}^{x} (Pb - r.X)dX - P_j^X.X - f \times ۲ \times d_{ij} \times c_{ij} - \frac{۱}{۲} \times \frac{s}{f} \times X$$

۵- کاهش تقاضای سفر با استفاده از مکان‌یابی کاربری زمین

یافتن بهترین محل برای استقرار انواع کاربری زمین در شبکه‌های شهری، از عواملی است که به‌کاهش طول سفرها و در نتیجه کاهش تقاضای سفرهای درون شهری و در نهایت کاهش هزینهٔ حمل و نقل کمک می‌کند. تعیین موقعیت یک بیمارستان، یک دبیرستان، یک مرکز پستی، یک مرکز پلیس، یک مرکز تجاری و دیگر مراکز خدماتی به‌طور بهینه در شهرها، می‌تواند دسترسی به‌این مراکز یا سرویس‌دهی آن به‌کل شبکه را با کم‌ترین طول سفر ممکن کند. تاریخچهٔ مدل‌های مکان‌یابی به مسألهٔ وبر[۱] برمی‌گردد. مسألهٔ وبر به‌معنی یافتن نقطه‌ای است که مجموع فاصله‌های اقلیدسی وزن داده شده را ازخودش تا n نقطه ثابت دیگر، حداقل می‌کند. مسالهٔ وبر دو سؤال اصلی است:

1- Veber.

۱- مسألهٔ حداقل کردن حداکثر فاصله‌ای است که گره تولید کننده یا جذب کنندهٔ سفر از نزدیکترین تسهیلات داده شده دارد، با پذیرفتن این مطلب که تعـداد مشخـصی تسهیلات وجود دارند. به‌این مساله در اصطلاح p-center گفته می‌شود.

۲- مسأله P-Median، کـه محـل تـسهیلات را بـرای حـداقل کـردن فاصـلهٔ نهـایی وزن‌دهی شده میان گره‌های تولید کننده یا جذب کنندهٔ سفر و تسهیلاتی که تخصیص داده شده‌اند، می‌یابد.این مساله یکی از معمول‌ترین مدل‌هایی است که در تصمیم‌گیری محل کاربری زمین و یا تأسیسات استفاده می‌شود.

مسألهٔ P-median کلاسیک به‌صورت زیر فرموله شده:

$$\text{Minimize: } \sum_{i\varepsilon I}\sum_{j\varepsilon J} h_i \times d_{ij} \times y_{ij}$$

Subject to:

$$\sum_{j\varepsilon J} x_j = p$$

$$\sum_{j\varepsilon J} y_{ij} = p \quad \forall i \in I$$

$$y_{ij} - x_j \le ۰ \quad \forall i \in I \ \forall j \in J$$

$$x_j \in \{۰,۱\} \quad \forall j \in J$$

که در آن:

I= مجموعه گره‌های تولید کننده یا جذب کنندهٔ سفر

J= مجموعه سایت‌هایی که پتانسیل قرارگیری تسهیلات را دارند.

hi= میزان تولید یا جذب سفر در گره i

dij= فاصلهٔ میان گره i و سایت کاندید شدهٔ j

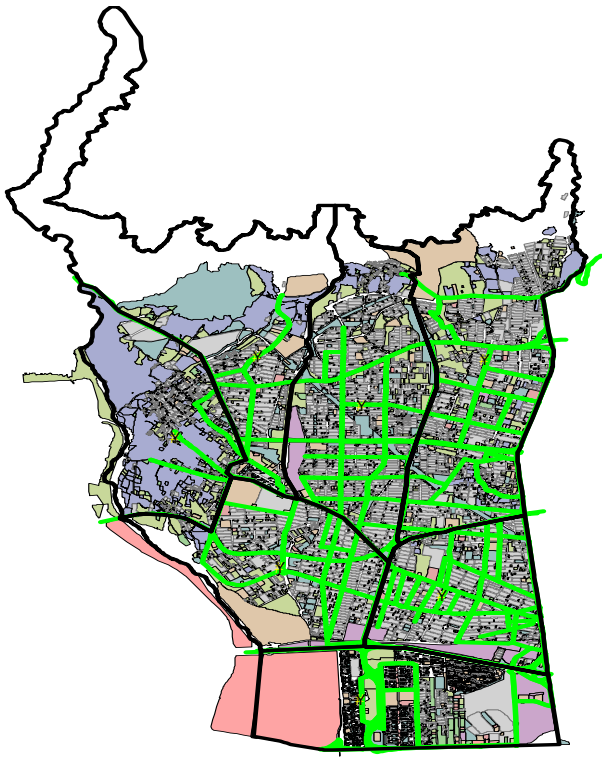
yij= { ۱ اگر گره i به‌تسهیلاتی در گره j تخصیص داده شود ; ۰ در غیر این صورت }

xj= { ۱ اگردر گره j تسهیلاتی قرار داده شود ; ۰ در غیر این صورت }

P= تعداد تسهیلاتی که باید مکان‌یابی شوند.

۶- مکان‌یابی میادین میوه و تره بار در محدودهٔ شهرداری منطقهٔ ۵ تهران

در این قسمت در گام اول با استفاده از الگوریتم مکان‌یابی وبر و به‌کارگیری نرم افزار Linear Programming، از مجموعه نرم افرازی QSB، بهترین مکان استقرار میادین میوه و تره‌بار و محصولات کشاورزی در سطح منطقهٔ ۵ شهرداری تهران (که دارای ۷ ناحیهٔ است) تعیین شده و سپس نتایج حاصل از استقرار این کاربری در ناحیهٔ بهینه، با نتایج حاصل از استقرار آن در سایر نواحی واقع در این منطقه از نظر تقاضای سفر، مقایسه و ارزیابی می‌شود. نکتهٔ حائز اهمیت در محاسبهٔ تقاضای سفر، در نظر گرفتن تأثیر افزایش هزینهٔ مبادله در کاهش تولید سفر هریک از نواحی است که قبلا مورد اشاره قرار گرفت.



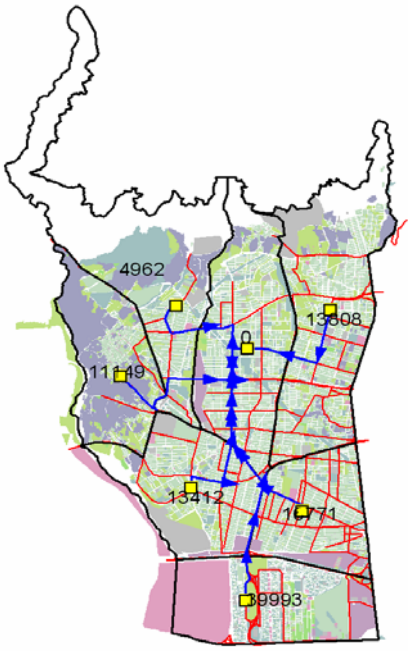
شکل ۶- نواحی ۷ گانهٔ منطقهٔ ۵ شهرداری تهران

در گام بعدی به‌مقایسهٔ مازاد رفاه مصرف کننده در هریک از حالات پرداخته شده و تأثیر مکان‌یابی کاربری زمین در کاهش هزینهٔ مبادله و افزایش مازاد رفاه

مصرف‌کنندگان به‌روشنی ارائه شده است. لازم به‌ذکر است که کارکرد اصلی کاربری‌های خدماتی مانند میادین و تره بار، از آن‌جا که نقش عرضه کنندهٔ خدمات بـه‌شـهروندان را دارا هستند، نوعی کارکرد اقتـصادی عـام‌المنفعـه محـسوب مـی‌شـود. هـدف اصـلی در این‌گونه فعالیت‌ها ارائهٔ خدمات بهتر و ارزان‌تر به مصرف‌کنندگان است و لذا مکـان‌یـابی این‌گونه کاربری‌ها تحت تأثیر مازاد رفاه مصرف‌کننده قرار دارد. بـه‌عبـارت دیگـر، ارائـهٔ خدمات در میادین میوه و تره بار جزء فعالیت‌های غیررقابتی است، که توسط شهرداری انجام می‌گیرد و میزان مازاد رفاه مصرف کننده مهم‌ترین عامل تعیین مکان این میادین است.

هم‌چنین انتخاب میادین میوه و تره بار از این جهت دارای اهمیت اسـت کـه حجـم بالایی از سفرهای شهری روزانه را تشکیل می‌دهد و کاهش تقاضای سفر به‌این کـاربری می‌تواند نقش مؤثری در کاهش هزینه‌های اقتصادی شهروندان داشته باشد.

محاسبات انجام گرفته نشان می‌دهد که بهترین ناحیهٔ برای اسـتقرار میـدان میـوه و تره‌بار و فرآورده‌های کشاورزی در منطقهٔ ۵ شهرداری تهران، ناحیهٔ ۷ است. شـکل زیـر میزان تقاضای سفر از نواحی مختلف را در صورت استقرار این کاربری در منطقهٔ ۷ نشان می‌دهد.



شکل ۷- تقاضای سفر (مسافر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۷

با توجه به‌این‌که به‌طور تخمینی (طبق استعلام به‌عمل آمده از مراجع ذیربط و محاسبات تکمیلی) متوسط هزینهٔ سفر معادل ۵۵۰ ریال در کیلومتر و متوسط هزینهٔ روزانهٔ نگهداری هر کیلوگرم میوه معادل ۳۰ ریال و قیمت متوسط هر کیلوگرم میوه و تره بار ۵۰۰۰ ریال است، نرخ متوسط سفر برای خرید میوه و تره بار و میزان محصول روزانه خریداری شده به‌صورت زیر محاسبه‌می‌شود:

$$\begin{cases} f = \frac{۱}{۲} \times \sqrt{\frac{۳۰ \times X}{۳.۷۹ \times ۵۵۰}} \\ ۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X = ۵۰۰۰ + \frac{۲ \times f \times ۳.۷۹ \times ۵۵۰}{X} + \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{f} \end{cases} \Longrightarrow \begin{array}{l} f = ۰,۰۶ \\ X = ۱ \text{ کیلوگرم} \\ P = ۵۵۰۰ \text{ (ریال)} \end{array}$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیهٔ ۷ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقهٔ ۵ شهرداری به‌طور متوسط ۰,۰۶ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به‌میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌دهد. قیمت تمام شدهٔ هرکیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۵۰۰ ریال است که ۵۰۰۰ ریال آن مربوط به‌قیمت پایه و ۵۰۰ ریال آن مربوط به‌هزینهٔ مبادله (tc) است، لذا مجموع هزینهٔ مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

$TC = pop \times tc \times X = ۴۳۹۸۸۳ \times ۵۰۰ \times ۱ = ۲۱۹۹۴۱۵۰۰$ ریال در روز

هم‌چنین مازاد رفاه مصرف کننده در این حالت برابر است با:

$$\int_{۰}^{x} (Pb - r.X)dX - P_j^X.X - f \times ۲ \times d_{ij} \times c_{ij} - \frac{۱}{۲} \times \frac{s}{f} \times X$$

$$\int_{۰}^{۱} (۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X)dX - ۵۰۰۰ \times ۱ - .۰۶ \times ۲ \times ۳.۷۹ \times ۵۵۰ - \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{.۰۶} \times ۱ = ۲۲۲۷.۳۶$$

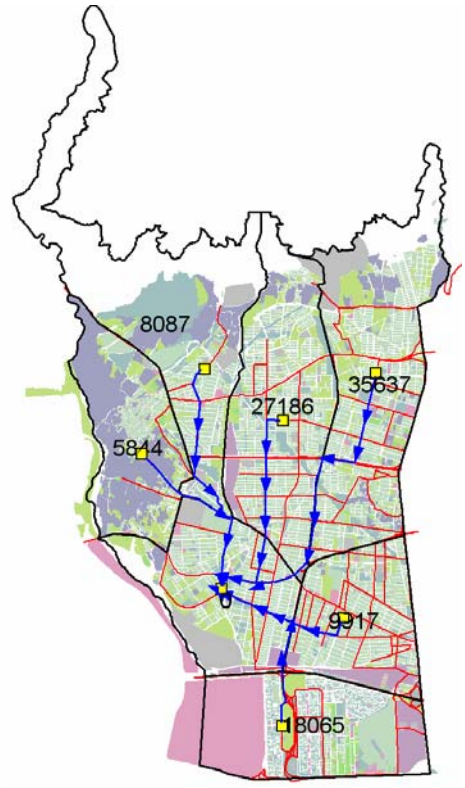
۷- مقایسهٔ تقاضای سفر در حالات مختلف

با استقرار کاربری مورد نظر در سایر نواحی و مقایسهٔ میزان تقاضای سفر در هر حالت می‌توان تصویر روشنی از میزان تأثیر مکان کاربری بر تقاضای سفر به‌دست آورد.

- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۴

با انجام مجدد فرآیند فوق دومین مکان مناسب برای استقرار کاربری مورد نظر به‌دست می‌آید که مکان مورد نظر، ناحیهٔ ۴ است. در این حالت، ابتدا کل تقاضای سفر

برای این کـاربری در منطقـهٔ ۵ شـهرداری تهـران بـه ۱۰۴۷۳۶ نفـر-کیلـومتر در روز و متوسط فاصلهٔ سفر برای این کاربری معادل ۳,۹۷ کیلومتر خواهد بـود. شـکل و جـدول ذیل نشان‌دهندهٔ این موضوع هستند:



شکل ۸- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۴

جدول ۱- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۴

	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶
تولید سفر	۱۷۱۸	۱۶۸۱	۵۰۴۱	۳۰۹۷	۳۵۱۳	۵۰۶۴	۶۲۷۸
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۸۰۸۷	۵۸۴۴	۳۵۶۳۷	۰	۹۹۱۷	۱۸۰۶۵	۲۷۱۸۶

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در این حالت متوسط طول سفر از ۳,۷۹ کیلومتر، به ۳,۹۷ کیلومتر افزایش یافته است. افزایش طول مذکور سـبب تغییـر در هزینـهٔ مبادلـه

خواهد شد که در نتیجه موجب ایجاد تغییر در نرخ تولید سفر خواهد شد و تغییر در این پارامتر نیز منجر به‌کاهش تولید سفر می‌شود. میزان کاهش در نرخ تولید سفر از حل معادلات دو مجهولی ذیل به‌دست می‌آید:

$$\begin{cases} f = \frac{۱}{۲} \times \sqrt{\frac{۳۰ \times X}{۳.۹۷ \times ۵۵۰}} \\ ۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X = ۵۰۰۰ + \frac{۲ \times f \times ۳.۹۷ \times ۵۵۰}{X} + \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{f} \end{cases} \Longrightarrow \begin{array}{l} f = ۰,۰۵۹ \\ X = ۰,۹۹۷(\text{کیلوگرم}) \\ P = ۵۵۱۳(\text{ریال}) \end{array}$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیهٔ ۴ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقهٔ ۵ شهرداری به‌طور متوسط ۰,۰۵۹ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به‌میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌دهد. در این حالت، قیمت تمام شدهٔ هرکیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۵۱۳ ریال است، که ۵۰۰۰ ریال آن مربوط به‌قیمت پایه و ۵۱۳ ریال آن مربوط به هزینهٔ مبادله (tc) است، لذا مجموع هزینهٔ مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

ریال در روز $TC = pop \times tc \times X = ۴۳۹۸۸۳ \times ۵۱۳ \times ۰,۹۹۷ =$ ۲۲۴۹۸۲۹۹۹

حال دوباره مدل برنامه‌ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سفر جدید اجرا می‌کنیم. نتیجهٔ حاصل از تحلیل مجدد نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن متوسط فاصلهٔ سفر معادل ۳,۹۷ کیلومتر، میزان کل تقاضای سفر به ۱۰۲۹۸۹ نفر- کیلومتر در روز کاهش می‌یابد:

جدول ۲- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۴ (تکرار)

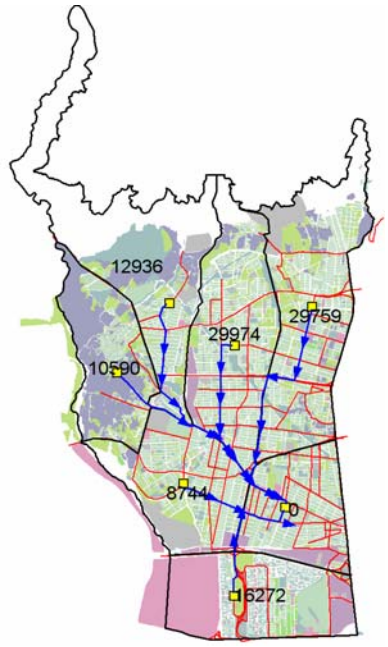
	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰,۰۵۹	۰,۰۵۹	۰,۰۵۹	۰,۰۵۹	۰,۰۵۹	۰,۰۵۹	۰,۰۵۹
تولید سفر	۱۶۸۹	۱۶۵۳	۴۹۵۷	۳۰۴۶	۳۴۵۵	۴۹۸۰	۶۱۷۳
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۷۹۵۲	۵۷۴۶	۳۵۰۴۳	۰	۹۷۵۲	۱۷۷۶۳	۲۶۷۳۳

هم‌چنین مازاد رفاه مصرف کننده در این حالت برابر است با:

$$\int_{۰}^{۰.۹۹۷} (۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X)dX - ۵۰۰۰ \times .۹۹۷ - .۰۵۹ \times ۲ \times ۳.۹۷ \times ۵۵۰ - \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{.۰۵۹} \times .۹۹۷ = ۲۲۱۵.۶۲$$

- *استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۵*

در این حالت، کل تقاضای سفر برای این کاربری در منطقـهٔ ۵ شـهرداری تهـران در ابتدا به ۱۰۸۲۷۵ نفر-کیلومتر در روز و متوسط فاصله سفر برای این کاربری معادل ۴,۱ کیلومتر خواهد بود. شکل و جدول زیر نشان دهندهٔ این موضوع است:



شکل ۹- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۵

جدول ۳- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۵

	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶
تولید سفر	۱۷۱۸	۱۶۸۱	۵۰۴۱	۳۰۹۷	۳۵۱۳	۵۰۶۴	۶۲۷۸
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۱۲۹۳۶	۱۰۵۹۰	۲۹۷۵۹	۸۷۴۴	۰	۱۶۲۷۲	۲۹۹۷۴

$$\begin{cases} f = \frac{۱}{۲} \times \sqrt{\frac{۳۰ \times X}{۴.۱ \times ۵۵۰}} \\ ۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X = ۵۰۰۰ + \frac{۲ \times f \times ۴.۱ \times ۵۵۰}{X} + \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{f} \end{cases} \Longrightarrow \begin{array}{l} f = ۰,۰۵۸ \\ X = ۰,۹۹۵ \text{ (کیلوگرم)} \\ P = ۵۵۲۲ \text{(ریال)} \end{array}$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیهٔ ۵ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقهٔ ۵ شهرداری به‌طور متوسط ۰٫۰۵۸ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به‌میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌دهد. در این حالت، قیمت تمام شدهٔ هرکیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۵۲۲ ریال است، که ۵۰۰۰ ریال آن مربوط به‌قیمت پایه و ۵۲۲ ریال آن مربوط به هزینهٔ مبادله (tc) است. لذا مجموع هزینهٔ مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

$TC = pop \times tc \times X =$ ۴۳۹۸۸۳×۵۲۲×۰٫۹۹۵= ۲۲۸۴۷۰۸۳۱ ریال در روز

حال دوباره مدل برنامه‌ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سفر جدید اجرا می‌کنیم. نتیجهٔ حاصل از تحلیل مجدد نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن متوسط فاصلهٔ سفر معادل ۴٫۱ کیلومتر، میزان کل تقاضای سفر به ۱۰۴۶۶۵ نفر- کیلومتر در روز کاهش می‌یابد:

جدول ۴- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۵ (تکرار)

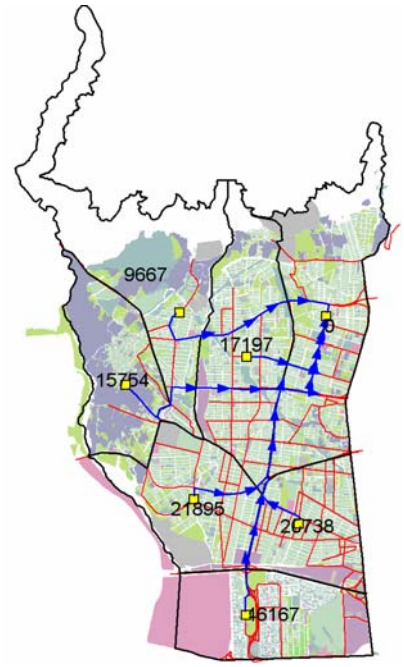
	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰٫۰۵۸	۰٫۰۵۸	۰٫۰۵۸	۰٫۰۵۸	۰٫۰۵۸	۰٫۰۵۸	۰٫۰۵۸
تولید سفر	۱۶۶۰	۱۶۲۵	۴۸۷۳	۲۹۹۴	۳۳۹۶	۴۸۹۶	۶۰۶۹
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۱۲۵۰۵	۱۰۲۳۷	۲۸۷۶۷	۸۴۵۲	۰	۱۵۷۲۹	۲۸۹۷۵

هم‌چنین مازاد رفاه مصرف کننده در این حالت برابر است با:

$$\int_{۰}^{.۹۹۵} (۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X)dX - ۵۰۰۰ \times .۹۹۵ - .۰۵۸ \times ۲ \times ۴.۱ \times ۵۵۰ - \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{.۰۵۸} \times .۹۹۵ = ۲۲۰۷.۳۱$$

- *استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۳*

در این حالت، کل تقاضای سفر برای این کاربری در منطقهٔ ۵ شهرداری تهران در ابتدا به ۱۳۱۴۱۸ نفر-کیلومتر در روز و متوسط فاصلهٔ سفر برای این کاربری معادل ۴٫۹۸ کیلومتر خواهد بود. شکل و جدول زیر نشان دهندهٔ این موضوع است:



شکل ۱۰- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۳

جدول ۵- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۳

	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰،۰۶	۰،۰۶	۰،۰۶	۰،۰۶	۰،۰۶	۰،۰۶	۰،۰۶
تولید سفر	۱۷۱۸	۱۶۸۱	۵۰۴۱	۳۰۹۷	۳۵۱۳	۵۰۶۴	۶۲۷۸
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۹۶۶۷	۱۵۷۵۴	۰	۲۱۸۹۵	۲۰۷۳۸	۴۶۱۶۷	۱۷۱۹۷

$$\begin{cases} f = \frac{۱}{۲} \times \sqrt{\frac{۳۰ \times X}{۴.۹۸ \times ۵۵۰}} \\ ۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X = ۵۰۰۰ + \frac{۲ \times f \times ۴.۹۸ \times ۵۵۰}{X} + \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{f} \end{cases} \Longrightarrow \begin{array}{l} f = ۰،۰۵۲ \\ X = ۰،۹۸۳ \text{ (کیلوگرم)} \\ P = ۵۵۷۶ \text{(ریال)} \end{array}$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیهٔ ۳ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقهٔ ۵ شهرداری به‌طور متوسط ۰،۰۵۲ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به‌میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌دهد. در این حالت، قیمت تمام

شدهٔ هرکیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۵۷۶ ریال است که ۵۰۰۰ ریـال آن مربـوط به‌قیمت پایه و ۵۷۶ ریال آن مربوط به**هزینهٔ مبادله (tc) اسـت**. لـذا مجمـوع هزینـهٔ مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

$$TC = pop \times tc \times X = ۴۳۹۸۸۳ \times ۵۷۶ \times ۰,۹۸۳ = ۲۴۹۰۶۵۲۷۴$$ ریال در روز

حال دوباره مدل برنامه‌ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سفر جدیـد اجـرا می‌کنیم. نتیجهٔ حاصل از تحلیل مجدد نشان می‌دهـد کـه بـا در نظـر گـرفتن متوسـط فاصلهٔ سفر معادل ۴,۹۸ کیلومتر، میزان کل تقاضای سفر به ۱۱۳۸۹۵ نفر- کیلـومتر در روز کاهش می‌یابد

جدول ۶- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۳(تکرار)

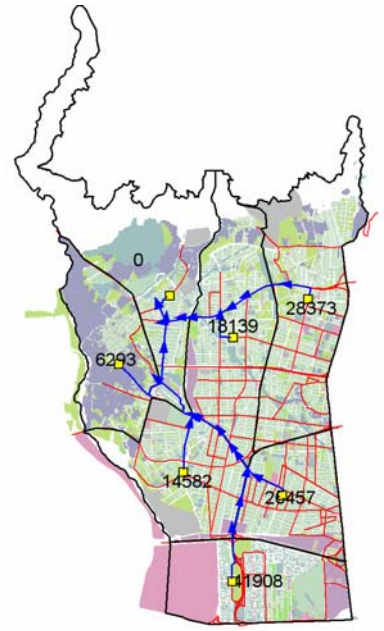
	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰,۰۵۲	۰,۰۵۲	۰,۰۵۲	۰,۰۵۲	۰,۰۵۲	۰,۰۵۲	۰,۰۵۲
تولید سفر	۱۴۸۹	۱۴۵۷	۴۳۶۹	۲۶۸۴	۳۰۴۵	۴۳۸۹	۵۴۴۱
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۸۳۷۸	۱۳۶۵۳	۰	۱۸۹۷۶	۱۷۹۷۳	۴۰۰۱۱	۱۴۹۰۴

هم‌چنین مازاد رفاه مصرف کننده در این حالت برابر است با:

$$\int_{۰}^{.۹۸۳} (۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X)dX - ۵۰۰۰ \times .۹۸۳ - .۰۵۲ \times ۲ \times ۴.۹۸ \times ۵۵۰ - \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{.۰۵۲} \times .۹۸۳ = ۲۱۴۹.۵۱$$

- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۱

در این حالت، کل تقاضای سفر برای این کاربری در منطقهٔ ۵ شهرداری تهران در ابتدا به ۱۳۵۷۵۲ نفر-کیلومتر در روز و متوسط فاصلهٔ سفر برای این کاربری معادل ۵,۱۴ کیلومتر خواهد بود. شکل و جدول ذیل نشان دهندهٔ این موضوع‌اند:



شکل ۱۱- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۱

جدول ۷- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۱

	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۶
تولید سفر	۱۷۱۸	۱۶۸۱	۵۰۴۱	۳۰۹۷	۳۵۱۳	۵۰۶۴	۶۲۷۸
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۰	۶۲۹۳	۲۸۳۷۳	۱۴۵۸۲	۲۶۴۵۷	۴۱۹۰۸	۱۸۱۳۹

$$\begin{cases} f = \frac{۱}{۲} \times \sqrt{\frac{۳۰ \times X}{۵.۱۴ \times ۵۵۰}} \\ ۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X = ۵۰۰۰ + \frac{۲ \times f \times ۵.۱۴ \times ۵۵۰}{X} + \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{f} \end{cases} \Longrightarrow \begin{array}{l} f = ۰٫۰۵۱ \\ X = ۰٫۹۸۰ \text{ (کیلوگرم)} \\ P = ۵۵۹۰ \text{ (ریال)} \end{array}$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیهٔ ۱ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقهٔ ۵ شهرداری به‌طور متوسط ۰٫۰۵۱ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به‌میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌دهد. در این حالت قیمت تمام شدهٔ هرکیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۵۹۰ ریال است، که ۵۰۰۰ ریال آن مربوط

به‌قیمت پایه و ۵۹۰ ریال آن مربوط بـه **هزینهٔ مبادله (tc) است،** لـذا مجمـوع هزینـهٔ مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

$TC = pop \times tc \times X =$ ۴۳۹۸۸۳×۵۹۰×۰,۹۸۰= ۲۵۴۳۴۰۳۵۱ ریال در روز

حال دوباره مدل برنامه‌ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سفر جدید اجرا می‌کنیم. نتیجهٔ حاصل از تحلیل مجدد نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن متوسط فاصلهٔ سفر معادل ۵,۱۴ کیلومتر، میزان کل تقاضای سفر به ۱۱۵۳۸۸ نفر- کیلومتر در روز کاهش می‌یابد.

جدول ۸- تقاضای سفر (نفر- کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۱ (تکرار)

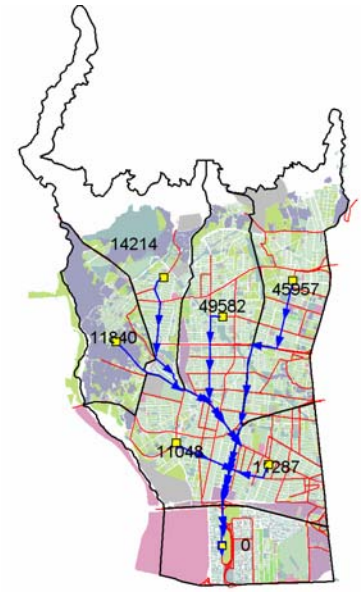
	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰,۰۵۱	۰,۰۵۱	۰,۰۵۱	۰,۰۵۱	۰,۰۵۱	۰,۰۵۱	۰,۰۵۱
تولید سفر	۱۴۶۰	۱۴۲۹	۴۲۸۵	۲۶۳۳	۲۹۸۶	۴۳۰۵	۵۳۳۷
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۰	۵۳۴۹	۲۴۱۱۷	۱۲۳۹۵	۲۲۴۸۸	۳۵۶۲۱	۱۵۴۱۸

هم‌چنین مازاد رفاه مصرف کننده در این حالت برابر است با:

$$\int_{0}^{.980} (۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X)dX - ۵۰۰۰ \times .۹۸۰ - .۰۵۱ \times ۲ \times ۵.۱۴ \times ۵۵۰ - \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{.۰۵۱} \times .۹۸۰ = ۲۱۴۰.۴۶$$

- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۶

در این حالت کل تقاضای سفر برای این کاربری در منطقهٔ ۵ شهرداری تهران در ابتدا به ۱۴۳۹۲۸ نفر-کیلومتر در روز و متوسط فاصلهٔ سفر برای این کاربری معادل ۵,۴۵ کیلومتر خواهد بود. شکل و جدول زیر نشان دهندهٔ این موضوع است:



شکل ۱۲- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۶

جدول ۹- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۶

	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۶
تولید سفر	۱۷۱۸	۱۶۸۱	۵۰۴۱	۳۰۹۷	۳۵۱۳	۵۰۶۴	۶۲۷۸
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۱۴۲۱۴	۱۱۸۴۰	۴۵۹۵۷	۱۱۰۴۸	۱۱۲۸۷	۰	۴۹۵۸۲

$$\begin{cases} f = \frac{۱}{۲} \times \sqrt{\frac{۳۰ \times X}{۵.۴۵ \times ۵۵۰}} \\ ۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X = ۵۰۰۰ + \frac{۲ \times f \times ۵.۴۵ \times ۵۵۰}{X} + \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{f} \end{cases} \Longrightarrow \begin{array}{l} f = ۰٫۰۴۹ \\ X = ۰٫۹۷۶ \text{ (کیلوگرم)} \\ P = ۵۶۰۸ \text{(ریال)} \end{array}$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیهٔ ۶ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقهٔ ۵ شهرداری به‌طور متوسط ۰٫۰۴۹ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به‌میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌دهد. در این حالت، قیمت تمام شدهٔ هرکیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۶۰۸ ریال است که ۵۰۰۰ ریال آن مربوط

به‌قیمت پایه و ۶۰۸ ریال آن مربوط به **هزینهٔ مبادله (tc) اســت**. لـذا مجمـوع هزینـهٔ مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

$TC = pop \times tc \times X =$ ۴۳۹۸۸۳×۶۰۸×۰,۹۷۶= ۲۶۱۰۳۰۰۹۱ ریال در روز

حال دوباره مدل برنامه‌ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سـفر جدیـد اجـرا می‌کنیم. نتیجهٔ حاصل از تحلیل مجدد نشان می‌دهـد کـه بـا در نظـر گـرفتن متوسـط فاصلهٔ سفر معادل ۵,۴۵ کیلومتر، میزان کل تقاضای سفر به ۱۱۷۵۴۲ نفر- کیلـومتر در روز کاهش می‌یابد

جدول ۱۰- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۶ (تکرار)

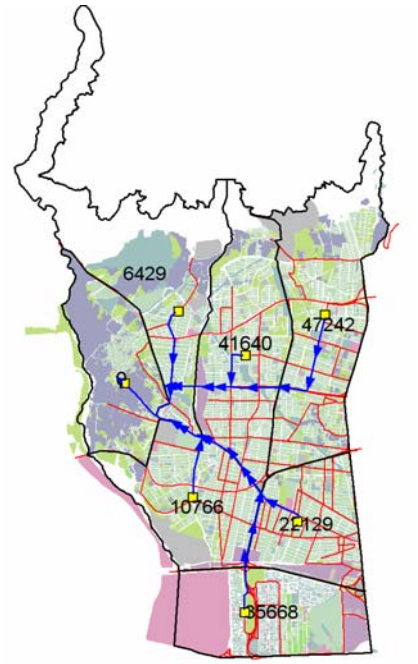
	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰,۰۴۹	۰,۰۴۹	۰,۰۴۹	۰,۰۴۹	۰,۰۴۹	۰,۰۴۹	۰,۰۴۹
تولید سفر	۱۴۰۳	۱۳۷۳	۴۱۱۷	۲۵۳۰	۲۸۶۹	۴۱۳۶	۵۱۲۸
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۱۱۶۰۸	۹۶۷۰	۳۷۵۳۱	۹۰۲۳	۹۲۱۸	۰	۴۰۴۹۲

هم‌چنین مازاد رفاه مصرف کننده در این حالت برابر است با:

$$\int_0^{.976} (10000 - 4500X)dX - 5000\times.976 - .049\times2\times5.45\times550 - \frac{1}{2}\times\frac{30}{.049}\times.976 = 2120.46$$

- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۲

در این حالت که نامناسب‌ترین گزینه برای استقرار میدان میوه و تره بار اسـت، کـل تقاضای سفر برای این کاربری در منطقهٔ ۵ شهرداری تهران در ابتدا بـه ۱۶۳۸۷۴ نفـر- کیلومتر در روز و متوسط فاصلهٔ سفر برای این کاربری معادل ۶,۲۱ کیلومتر خواهد بود. شکل و جدول ذیل نشان‌دهندهٔ این موضوع است:



شکل ۱۳- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۲

جدول ۱۱- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۲

	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶
تولید سفر	۱۷۱۸	۱۶۸۱	۵۰۴۱	۳۰۹۷	۳۵۱۳	۵۰۶۴	۶۲۷۸
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۶۴۲۹	۰	۴۷۲۴۲	۱۰۷۶۶	۲۲۱۲۹	۳۵۶۶۸	۴۱۶۴۰

$$\begin{cases} f = \frac{۱}{۲} \times \sqrt{\frac{۳۰ \times X}{۶.۲۱ \times ۵۵۰}} \\ ۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X = ۵۰۰۰ + \frac{۲ \times f \times ۶.۲۱ \times ۵۵۰}{X} + \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{f} \end{cases} \Longrightarrow \begin{array}{l} f = ۰,۰۴۶ \\ X = ۰,۹۶۶ \text{ (کیلوگرم)} \\ P = ۵۶۵۳ \text{(ریال)} \end{array}$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیهٔ ۲ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقهٔ ۵ شهرداری به‌طور متوسط ۰,۰۴۶ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به‌میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌دهد. در این حالت قیمت تمام شدهٔ هرکیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۶۵۳ ریال است که

۵۰۰۰ ریال آن مربوط به‌قیمت پایه و ۶۵۳ ریال آن مربوط به هزینهٔ مبادلـه (tc) اسـت. لذا مجموع هزینهٔ مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

ریال در روز $TC = pop \times tc \times X = ۴۳۹۸۸۳ \times ۶۵۳ \times ۰,۹۶۶ = ۲۷۷۴۷۷۳۱۷$

حال دوباره مدل برنامه‌ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سـفر جدیـد اجـرا می‌کنیم. نتیجهٔ حاصل از تحلیل مجدد نشان می‌دهـد کـه بـا در نظـر گـرفتن متوسـط فاصلهٔ سفر معادل ۶,۲۱ کیلومتر، میزان کل تقاضای سفر به ۱۲۵۶۳۷ نفر- کیلـومتر در روز کاهش می‌یابد.

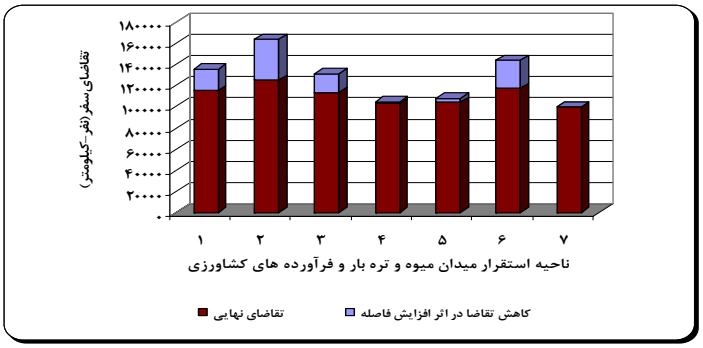
جدول ۱۲- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۲ (تکرار)

	ناحیهٔ ۱	ناحیهٔ ۲	ناحیهٔ ۳	ناحیهٔ ۴	ناحیهٔ ۵	ناحیهٔ ۶	ناحیهٔ ۷
جمعیت	۲۸۶۲۸	۲۸۰۱۹	۸۴۰۲۲	۵۱۶۲۳	۵۸۵۵۱	۸۴۴۰۶	۱۰۴۶۳۴
نرخ تولید سفر	۰,۰۴۶	۰,۰۴۶	۰,۰۴۶	۰,۰۴۶	۰,۰۴۶	۰,۰۴۶	۰,۰۴۶
تولید سفر	۱۳۱۷	۱۲۸۹	۳۸۶۵	۲۳۷۵	۲۶۹۳	۳۸۸۳	۴۸۱۴
تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه	۴۹۲۹	۰	۳۶۲۱۹	۸۲۵۴	۱۶۹۶۵	۲۷۳۴۶	۳۱۹۲۴

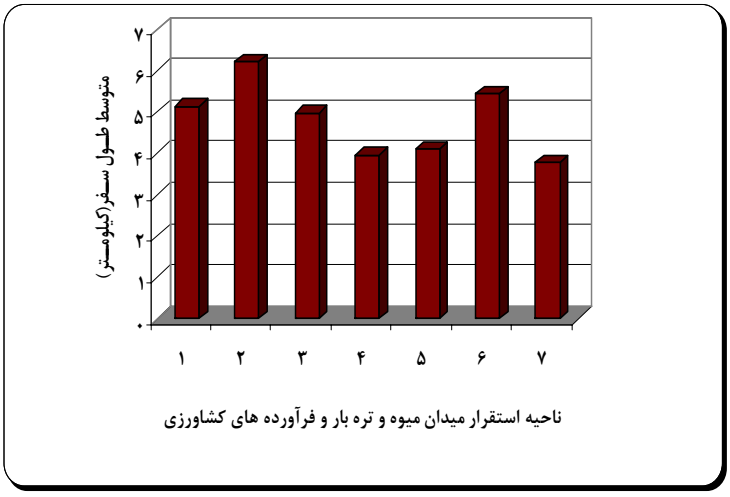
هم‌چنین مازاد رفاه مصرف کننده در این حالت برابر است با:

$$\int_{۰}^{.۹۶۶} (۱۰۰۰۰ - ۴۵۰۰X)dX - ۵۰۰۰ \times .۹۶۶ - .۰۴۶ \times ۲ \times ۶.۲۱ \times ۵۵۰ - \frac{۱}{۲} \times \frac{۳۰}{.۰۴۶} \times .۹۶۶ = ۲۰۸۰.۶۲$$

نمودارهای زیر تصویر کاملی از تغییر در تقاضای سـفر، کـاهش متوسـط فاصـلهٔ سـفر و مازاد رفاه مصرف کنندهٔ ناشی از تغییر مکان استقرار میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی به‌سایر نواحی واقع در منطقهٔ ۵ شهرداری تهران نشان می‌دهد.

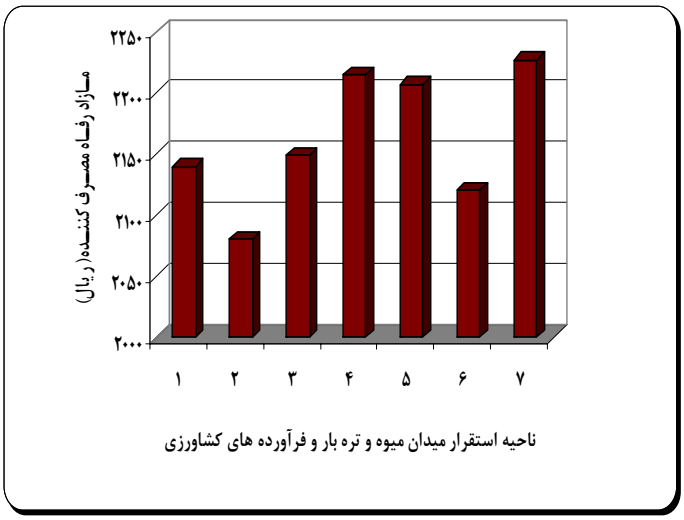


نمودار ۱- تقاضای سفر برای میدان میوه و تره بار در حالات مختلف



نمودار ۲ – متوسط طول سفر به میدان میوه و تره بار در حالات مختلف

هم‌چنین مازاد رفاه مصرف کننده در حالات مختلف در نمودار ذیل مشاهده می‌شود:

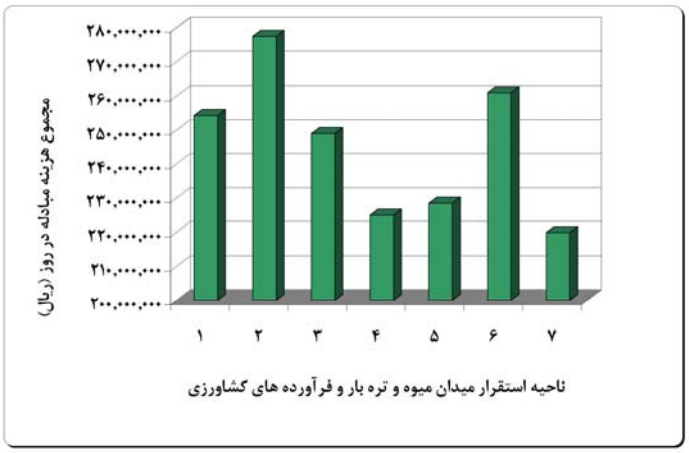


نمودار ۳ – مازاد رفاه مصرف کنندهٔ در حالات مختلف

۸- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که ناحیهٔ ۷ منطقهٔ ۵ شهرداری تهران در مقایسه با سایر نواحی، مناسب‌ترین محل برای استقرار میدان میوه و تره بار و فراورده‌های کشاورزی است. استقرار این کاربری در ناحیهٔ ۷ منتج به‌کاهش تقاضای سفر در مقایسه با سایر حالات می‌شود که این امر موجبات افزایش منافع مصرف کنندگان و نیز کاهش هزینهٔ مبادله در این منطقه را فراهم می‌کند. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- ناحیهٔ ۷ شهرداری منطقهٔ ۵ شهرداری تهران مناسب‌ترین محل برای استقرار میدان میوه و تره بار و فراورده‌های کشاورزی است.
- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۷ شهرداری منطقهٔ ۵ شهرداری منتج به‌کاهش تقاضای سفر در مقایسه با سایر حالات است. تقاضای سفر در مقایسه با حالتی که میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۲ قرار گیرد، معادل ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۷ شهرداری منطقهٔ ۵ شهرداری سبب افزایش منافع مصرف کنندگان در این منطقه می‌شود. منافع مصرف کنندگان در مقایسه با حالتی که میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۲ قرار گیرد، معادل ۷ درصد افزایش می‌یابد
- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۷ شهرداری منطقهٔ ۵ شهرداری منتج به‌کاهش متوسط فاصله سفر در مقایسه با سایر حالات است. متوسط فاصله سفر در مقایسه با حالتی که میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۲ قرار گیرد معادل ۳۹ درصد کاهش می‌یابد.
- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۷ شهرداری منطقهٔ ۵ شهرداری منتج به‌کاهش هزینهٔ مبادله در مقایسه با سایر حالات است. هزینهٔ مبادله در مقایسه با حالتی که میدان میوه و تره بار در ناحیهٔ ۲ قرار گیرد معادل ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. شکل زیر نشان دهندهٔ مجموع هزینهٔ مبادله در حالات مختلف استقرار میدان میوه و تره بار در نواحی هفت‌گانهٔ منطقهٔ پنج شهرداری تهران است.



نمودار ۴ – مجموع هزینهٔ مبادله روزانه در منطقهٔ ۵ شهرداری تهران

همان‌طور که در نمودار فوق دیده می‌شود، در حالتی کـه میـدان میـوه و تـره‌بـار و فرآورده‌های کشاورزی در ناحیهٔ ۷ قرار گیرد، مجموع هزینهٔ مبادلهٔ روزانه برای سـاکنان منطقهٔ ۵ معادل ۲۱ میلیون تومان می‌شـود، کـه در مقایـسه بـا بـدترین حالـت، یعنـی استقرار میدان میوه و تره بار و فرآورده‌هـای کـشاورزی در ناحیـهٔ ۲، حـدود ۶ میلیـون تومان کم‌تر است، که این رقم در سال بالغ بر ۲ میلیارد تومان خواهد بود.

در نتیجه می‌توان گفـت نتـایج حاصـل بیـانگر ایـن مطلـب اسـت کـه اسـتفاده و به‌کارگیری ابزار مکان‌یابی در برنامه‌ریزی فضایی، می‌تواند تأثیر قابل توجهی بـر کـاهش میزان تقاضای سفر و بـه‌دنبـال آن کـاهش هزینـهٔ مبادلـه و افـزایش منـافع اقتـصادی شهروندان، داشته باشد.

فهرست منابع

۱- سعیدنیا، احمد (۱۳۸۲)، کتاب سبز شهرداری‌ها، جلد اول، تهران، سازمان شهرداری‌های کشور.

۲- بیضایی، سید ابراهیم (۱۳۸۲)، اصول کاربردی اقتصاد حمل و نقل، تهران، انتشارات سمت.

۳- بهبهانی، حمید (۱۳۷۰)، مکان‌یابی مراکز عمومی و خدماتی در شهرهای جدید به‌منظور کاهش سفرهای شهری، مجموعه مقالات سمینار شهرهای جدید، تهران، وزارت مسکن و شهرسازی، شرکت عمران شهرهای جدید، صفحهٔ ۶۹-۸۲.
۴- زمانی، محسن (۱۳۷۶)، بازار یا نابازار بررسی موانع نهادی کارایی نظام اقتصادی بازار در اقتصاد ایران، تهران، انتشارات سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی اجتماعی و انتشارات.
۵- نورث، داگلاس، دولت و هزینهٔ مبادله در تاریخ، ترجمهٔ علی طوسی اردکانی، نشر "برنامه و بودجه"، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۸، تابستان ۱۳۷۳، صفحات ۱۳۶-۱۱۷.
6- Bailey, DeeVon, Lynn Hunnicutt(2002), The Role of Transaction Costs in Market Selection: Market Selection in Commercial Feeder Cattle Operations , Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association in Long Beach, CA .
7- Cole, Stuart(1991), Applied Transport Economics, Kogan, London
8- Douglas, W. Allen.(1999), TRANSACTION COSTS, Simon Fraser university
9- Eleni Z. Gabre-Madhin(2001),Market Institutions, Transaction Costs, and Social Capital in the Ethiopian Grain Market, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
10- Menarel Claude and Shirly M.Mary, Transaction Cost Economics
11- North, Douglas.(1995), Institutions, Institutional Change in Economic Performance, Slovene, Cambridge University
12- Oliver Williamson.(2005), Handbook of Institutional Economics,Springer
13- Suematsu, Chihiro.(2006), Interface from Transaction Cost Approach, Kyoto University
14- Weber, A.(1929), Alfred Weber's Theory of the Location of Industries, translated by C.J. Friedrich. Chicago: University of Chicago