

## کاهش هزینه مبادله توسط برنامه‌ریزی فضائی، برای بهینه‌سازی مراکز خدمات شهری (نمونه موردی: میادین میوه و تره بار منطقه 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

رنامه‌ریزی فضائی یکی از ابزارهای قدرتمند برای کاهش هزینه‌های مبادله در بخش حمل و نقل است. با استفاده از این ابزار، می‌توان مکان بهینه استقرار انواع مختلف کاربری‌های اراضی شهری را تعیین کرد و تقاضای سفر به این کاربری‌ها را به حداقل رساند و متعاقب آن به کاهش هزینه مبادله دست یافت. در این مقاله ضمن ارائه روشی برای محاسبه کاهش تقاضا از طریق مکان‌یابی 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 محدوده منطقه ۵ شهرداری تهران عرضه شده است و در نهایت کاهش هزینه مبادله ناشی از کاهش تقاضای سفر محاسبه شده است.

D13: JEL

: هزینه مبادله، تقاضای سفر، مکان‌یابی کاربری زمین، مساله و بر، میادین میوه و تره بار و محصولات کشاورزی

### ۱- مقدمه

یکی از نیازهای اولیه توسعه اقتصادی و اجتماعی، حمل و نقل است. بسیاری از اقتصاددانان معتقدند که رابطه مستقیمی بین توسعه 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 آن را کالبد توسعه اقتصادی و برخی دیگر آن را 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 توسعه شبکه حمل و نقل بر رشد اقتصادی هر کشور تأثیر می‌گذارد، رشد و توسعه اقتصادی کشور نیز در ایجاد یک سیستم مطلوب حمل و نقل حائز اهمیت است.

از سوی دیگر، مقوله حمل و نقل در شهرها و به‌ویژه در شهرهای بزرگ و کلان‌شهرهایی مانند تهران، تمامی زوایای زندگی شهروندان را در بر گرفته است به طوری که 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 دهه اخیر، مسأله 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، جامعه‌شناسان 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 بهینه‌سازی 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 منطقه ۵ شهرداری تهران به‌عنوان محدوده مورد مطالعه و میداین 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 هزینه مبادله و ارتباط متقابل حمل و نقل و هزینه مبادله بپردازیم.

## ۲- هزینه مبادله<sup>۱</sup>

مفهوم هزینه مبادله نخستین بار توسط محققى به نام رونالد کوز<sup>۲</sup> در سال ۱۹۳۷ و در پی تلاش وی برای توسعه 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 محققى به نام ویلیامسون<sup>۳</sup> است که در کتاب اقتصاد هزینه مبادله<sup>۴</sup> 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، هزینه مبادله به هزینه‌ای گفته می‌شود که در یک تبادل اقتصادی رخ می‌دهد. به‌عنوان مثال، بسیاری از افراد هنگام خرید یا فروش سهام، حق کمیسیون را به حق‌العملکاران پرداخت می‌کنند که همان هزینه مبادله برای انجام عمل تبادل سهام است. یا فرض کنیم می‌خواهیم از یک فروشگاه مواد غذایی میوه خریداری کنیم. در این حالت، هزینه خرید تنها شامل قیمت میوه نیست، بلکه شامل هزینه تلاش و انرژی مصرف شده برای یافتن اطلاعات درباره میوه مورد نظر و نیز هزینه سفر از خانه به فروشگاه و برگشت به خانه، هزینه 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 هزینه 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 نکنند که به نفع خود و به ضرر طرف مقابل تمام شود. بنابراین، در اینجا هزینه‌هایی که شامل هزینه جستجو، هزینه عقد قرارداد و کنترل و نظارت و ... می‌شوند، به‌عنوان هزینه مبادله‌ای ظاهر می‌شوند.

برخی از انواع هزینه مبادله عبارتند از:

- هزینه‌های جستجو و اطلاعات: که این‌گونه هزینه‌ها بیش‌تر شامل جستجو برای تعیین محل عرضه کالا و خدمات در بازار و نیز کسب اطلاع درباره کم‌ترین قیمت می‌باشد. هرچه اطلاعات بیشتر باشد، سایر هزینه‌های مبادله کاهش می‌یابند.
- هزینه قرارداد: که شامل هزینه‌های لازم برای رسیدن به توافق با سایر طرف‌ها و عقد قرارداد است.
- هزینه 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.

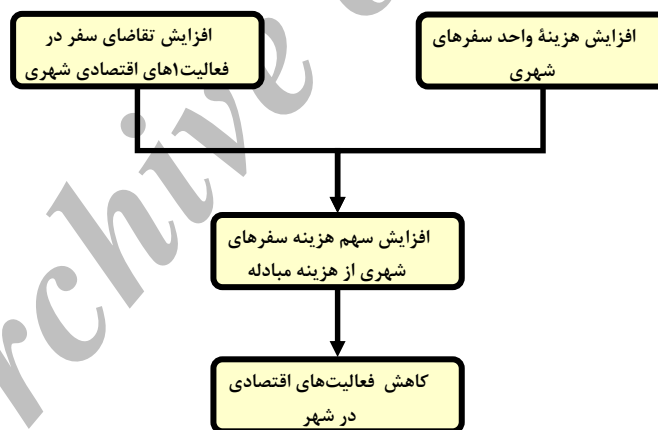
امروزه مفهوم هزینه مبادله برای توضیح درباره رفتارهای مختلف افراد و نهادها به کار می‌رود. این کاربرد به این علت است که مفهوم مبادله نه تنها درباره موضوع خرید و فروش مصداق دارد، بلکه در رابطه با تعاملات روزمره افراد، از جمله سفر نیز قابل تعمیم می‌باشد.

### ۳- رابطه تقاضای سفر، هزینه حمل و نقل و هزینه مبادله

همان‌طور که ذکر شد، هزینه 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 هزینه حمل و نقل نوعی هزینه مبادله است و افراد و بنگاه‌ها همواره به دنبال کاهش هزینه حمل و نقل به‌عنوان بخشی از هزینه مبادله هستند.

مطالعات متعددی نیز درباره رابطه هزینه حمل و نقل با هزینه مبادله انجام گرفته است. محققانی به نام‌های دی وون بیلی<sup>۱</sup> و لین‌هانیکات<sup>۲</sup>، در مقاله خود تحت عنوان "نقش هزینه مبادله در انتخاب بازار"، عامل هزینه حمل و نقل را مهم‌ترین و کلیدی‌ترین بخش هزینه مبادله عنوان می‌کنند، زیرا هزینه‌های حمل و نقل ایجاد شده در یک فعالیت اقتصادی در بازار نوعی سرمایه با ماهیت مبادله‌ای<sup>۳</sup> هستند که لزوماً به محصول تولید شده مرتبط نیستند. داگلاس نورث نیز در مقاله خود با عنوان "هزینه مبادله"، به نقل از نیهانس<sup>۴</sup> که می‌گوید: "هزینه مبادله از نظر تحلیلی همانند هزینه‌های حمل و نقل است"، نتیجه می‌گیرد که هزینه مبادله نقشی بسیار مشابه با هزینه‌های حمل و نقل ایفا می‌کند. محقق دیگری به نام النی<sup>۵</sup> نیز هزینه حمل و نقل را به‌عنوان بخش عمده هزینه مبادله دانسته است.

از سویی هرگونه افزایش در تقاضای سفر در فعالیتهای اقتصادی افراد و بنگاه‌ها و یا افزایش هزینه واحد سفرهای شهری، سبب افزایش سهم هزینه سفرهای شهری از هزینه مبادله می‌شود و افزایش در هزینه‌های مبادله نیز به نوبه 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 هزینه مبادله

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

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

$$C_i = T_i \times c$$

به عبارت دیگر، افزایش تقاضای سفر برای انجام یک فعالیت اقتصادی ( $T_i$ )، می تواند منجر به افزایش هزینه حمل و نقل برای آن فعالیت ( $C_i$ ) شود. افزایش تقاضای سفر<sup>1</sup> (تقاضای سفر عموماً با واحد مسافر-کیلومتر و تن-کیلومتر بیان می شود) نیز ناشی از افزایش میزان سفر تولید شده<sup>2</sup> (منظور از سفر تولید شده تعداد سفری است که توسط ساکنین ایجاد می شود) و یا متوسط طول سفر (یعنی متوسط فاصله ای که فرد در هر سفر از مبدا به مقصد و بالعکس طی می کند) است.

$$T_i = h_i \times d_i$$

$$h_i = f_i \times pop_i$$

که در آن:

$$T_i = \text{تقاضای سفر برای فعالیت اقتصادی } I \text{ (بر حسب مسافر-کیلومتر یا تن کیلومتر)}$$

$$h_i = \text{میزان سفر تولید شده برای فعالیت اقتصادی } I \text{ (بر حسب مسافر یا تناژ)}$$

$$d_i = \text{متوسط طول سفر (بر حسب کیلومتر)}$$

$$pop_i = \text{جمعیت}$$

$$f_i = \text{نرخ تولید سفر}^3 \text{ (منظور از نرخ تولید سفر، تعداد سفر تولید شده توسط هر}$$

فرد است)

همان گونه که مشاهده می شود، با کاهش هر یک از عوامل فوق، می توان به کاهش میزان تقاضای سفر نائل شد و سپس به محاسبه منافع حاصل از این کاهش پرداخت، اما نکته بسیار قابل توجه و مهم در این جا، تأثیر متقابل دو پارامتر  $h$  و  $d$  بر یکدیگر است. به عبارت دیگر، این فرض که تعداد سفر تولید شده ( $h$ ) مستقل از فاصله سفر است، صحیح نیست.

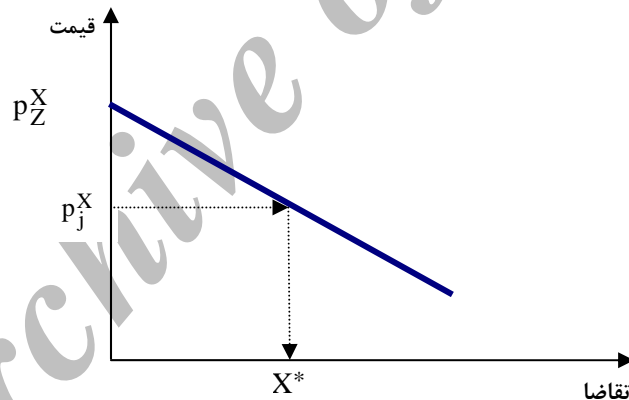
1- Trip Demand or Travel Demand.

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، هزینه مبادله که قسمتی از قیمت تمام شده یک محصول است، کاهش می‌یابد و با کاهش هزینه تمام شده محصول، مطابق با منحنی عرضه و تقاضا، تقاضا برای محصول افزایش می‌یابد.

فرض کنیم که فردی که در منطقه i زندگی می‌کند، برای خرید یک محصول (مثلاً مایحتاج روزانه از جمله میوه و مواد غذایی) که در منطقه j وجود ندارد ولی در منطقه j در دسترس است، اقدام کند. در صورتی که قیمت خرید کالای مورد نظر در مکان j معادل  $p_j^X$  باشد و هزینه دیگری به آن تعلق نگیرد، یا به عبارتی "هزینه مبادله" معادل صفر باشد، در این حالت، به راحتی با استفاده از تابع تقاضای محصول مورد نظر، می‌توان میزان کالایی را که مصرف کننده مذکور خریداری می‌کند به دست آورد.



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

این مقدار برابر است با:

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

حال در صورتی که هزینه حمل و نقل بین دو منطقه و هزینه نگهداری و انبارداری را به عنوان عامل مؤثر در قیمت تمام شده محصول در نظر بگیریم، قیمت تمام شده هر واحد محصول را می توان به صورت زیر نشان داد (stuart,1991):

$$P = P_j^X + \frac{\gamma \times f \times d_{ij} \times c_{ij}}{X} + \frac{1}{\gamma} \times \frac{S}{f}$$

که در این رابطه:

$P$  = قیمت تمام شده هر واحد محصول با در نظر گرفتن هزینه حمل و نقل و

انبارداری

$P_j^X$  = قیمت خرید هر واحد محصول در منطقه  $j$

$C_{ij}$  = هزینه سفر در واحد فاصله بین منطقه  $i$  و  $j$

$d_{ij}$  = فاصله دو منطقه  $i$  و  $j$

$X$  = مقدار محصول خریداری شده در یک دوره زمانی

$S$  = هزینه نگهداری و انبارداری هر واحد محصول مورد نظر در یک دوره زمانی

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

سفر)

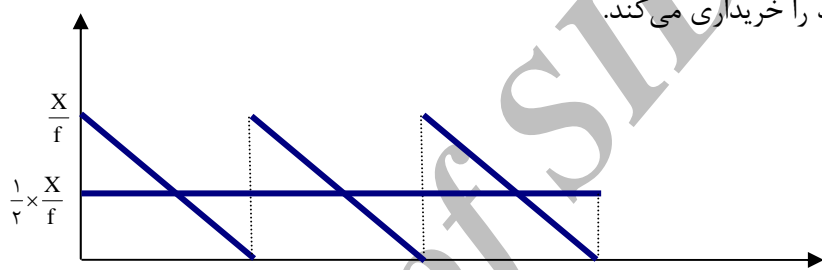
فرمول فوق متشکل از سه قسمت است: قسمت اول عبارتست از قیمت خرید هر واحد محصول در منطقه  $j$ ، یعنی  $P_j^X$ . این هزینه چه با در نظر گرفتن هزینه های حمل و نقل و انبارداری و چه بدون در نظر گرفتن این هزینه ها، مقدار ثابتی است، که تولیدکننده محصولات خود را با آن قیمت عرضه می کند.

قسمت دوم، شامل هزینه حمل و نقل بین دو منطقه  $i$  و  $j$  به ازای هر واحد محصول است. در صورتی که مصرف کننده در یک دوره زمانی (مثلا روزانه)،  $X$  واحد محصول احتیاج داشته باشد، می تواند این مقدار را در  $f$  بار رفت و برگشت از منطقه  $i$  به منطقه  $j$  تهیه کند. به عبارت دیگر، وی می تواند کل محصول را در یک سفر و به صورت یکجا خریداری کند و یا در چندین نوبت و با مقادیر کم تر بخرد. به هر حال هزینه فاصله طی شده در هر سفر رفت و برگشتی عبارتست از:  $\gamma \times d_{ij} \times c_{ij}$  و هزینه فاصله طی شده در



کل سفرهای رفت و برگشتی عبارتست از:  $2 \times f \times d_{ij} \times c_{ij}$  و هزینه حمل و نقل به ازای هر واحد محصول عبارتست از:  $\frac{2 \times f \times d_{ij} \times c_{ij}}{X}$ .

لازم به ذکر است که مقدار پارامتر  $f$  علاوه بر هزینه سفر، به هزینه‌های نگهداری 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 کننده باید مقداری از کالای خریداری شده معادل  $\frac{1}{2} \times \frac{X}{f}$  را در انبار نگهداری کند. زیرا در هر مرتبه، او  $\frac{X}{f}$  واحد را خریداری می‌کند.



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

بنابراین، هزینه نگهداری و انبارداری کل محصول مورد نظر در دوره زمانی، معادل  $\frac{1}{2} \times \frac{X}{f} \times S$  و هزینه نگهداری و انبارداری هر واحد محصول مورد نظر در دوره زمانی،  $\frac{1}{2} \times \frac{S}{f}$  خواهد بود و در مجموع قیمت تمام شده هر واحد محصول برابر است با:

$$P = P_j^X + \frac{2 \times f \times d_{ij} \times c_{ij}}{X} + \frac{1}{2} \times \frac{S}{f}$$

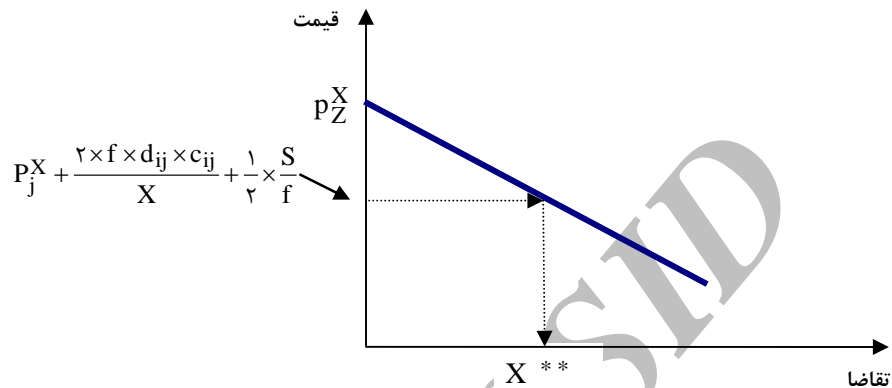
در این شرایط می‌توان تصور نمود که مصرف کننده با شناخت از تابع کل هزینه می‌خواهد میزان حمل و نقلی را که وابسته به مقدار خرید محصول است، به حداقل برساند. برای این منظور، کافیست که مشتق معادله فوق را معادل صفر قرار دهیم، تا میزان بهینه  $f$  که منجر به حداقل کردن هزینه تمام شده می‌شود، به دست می‌آید. لذا:

$$f = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{S \times X}{d_{ij} \times c_{ij}}}$$

با قرار دادن قیمت تمام شده محصول در معادله تابع تقاضا نیز داریم:

$$P_b - r \times X = P_j^X + \frac{2 \times f \times d_{ij} \times c_{ij}}{X} + \frac{1}{2} \times \frac{S}{f}$$

در دو معادله فوق تمامی پارامترها به جز  $X$  و  $f$  معلوم‌اند. برای به دست آوردن این دو پارامتر، می‌توان معادله دو مجهولی را به راحتی حل کرد.

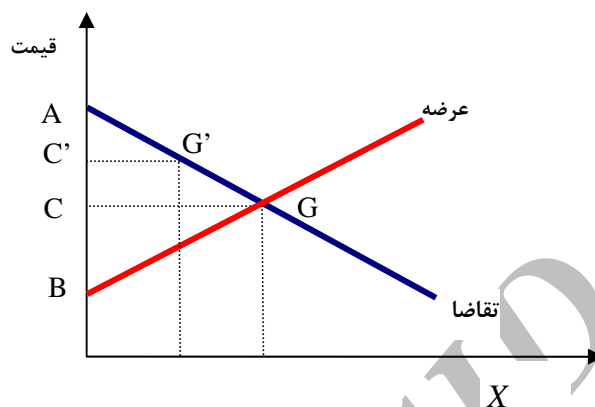


شکل ۴- میزان تقاضا برای خرید محصول در صورت وجود هزینه مبادله

رابطه فوق این امکان را فراهم می‌کند که با تغییر پارامترهایی مانند متوسط طول سفر ( $d$ ) و یا هزینه سفر در واحد فاصله ( $C$ )، بتوان تغییرات حاصل شده در تعداد دفعات سفر یا به عبارت دیگر، نرخ سفر ( $f$ ) و متعاقب آن میزان تولید سفر ( $h$ ) را بیان کرد. اکنون رابطه دو پارامتر  $d$  و  $h$  که دو مؤلفه اصلی تشکیل دهنده 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 رابطه زیر به راحتی قابل محاسبه است:

$$\int_0^X (P_b - r.X) dX - P_j^X . X - f \times v \times d_{ij} \times c_{ij} - \frac{1}{v} \times \frac{s}{f} \times X$$

### ۵- کاهش تقاضای سفر با استفاده از مکان یابی کاربری زمین

یافتن بهترین محل برای استقرار انواع کاربری زمین در شبکه‌های شهری، از عواملی است که به کاهش طول سفرها و در نتیجه کاهش تقاضای سفرهای درون شهری و در نهایت کاهش هزینه حمل و نقل کمک می‌کند. تعیین موقعیت یک بیمارستان، یک دبیرستان، یک مرکز پستی، یک مرکز پلیس، یک مرکز تجاری و دیگر مراکز خدماتی به طور بهینه در شهرها، می‌تواند دسترسی به این مراکز یا سرویس‌دهی آن به کل شبکه را با کمترین طول سفر ممکن کند. تاریخچه مدل‌های مکان‌یابی به مسأله وبر<sup>۱</sup> برمی‌گردد. مسأله وبر به معنی یافتن نقطه‌ای است که مجموع فاصله‌های اقلیدسی وزن داده شده را از خودش تا n نقطه ثابت دیگر، حداقل می‌کند. مسأله وبر دو سؤال اصلی است:

1- Weber.

۱- مسأله حداقل کردن حداکثر فاصله‌ای است که گره تولید کننده یا جذب کننده سفر از نزدیکترین تسهیلات داده شده دارد، با پذیرفتن این مطلب که تعداد مشخصی تسهیلات وجود دارند. به این مساله در اصطلاح p-center گفته می‌شود.

۲- مسأله P-Median، که محل تسهیلات را برای حداقل کردن فاصله نهایی وزن دهی شده میان گره‌های تولید کننده یا جذب کننده 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.  
مسأله P-median کلاسیک به صورت زیر فرموله شده:

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

Subject to:

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

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

$$y_{ij} - x_j \leq 0 \quad \forall i \in I \quad \forall j \in J$$

$$x_j \in \{0, 1\} \quad \forall j \in J$$

که در آن:

$I$  = مجموعه گره‌های تولید کننده یا جذب کننده سفر

$J$  = مجموعه سایت‌هایی که پتانسیل قرارگیری تسهیلات را دارند.

$h_i$  = میزان تولید یا جذب سفر در گره  $i$

$d_{ij}$  = فاصله میان گره  $i$  و سایت کاندید شده  $j$

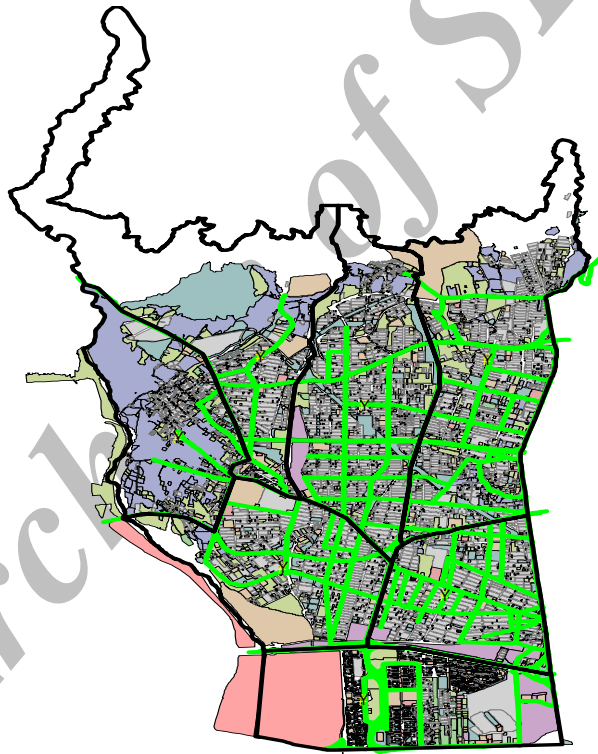
$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ اگر گره } i \text{ به تسهیلاتی در گره } j \text{ تخصیص داده شود} \\ \circ \text{ در غیر این صورت} \end{array} \right\} = y_{ij}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ اگر در گره } j \text{ تسهیلاتی قرار داده شود} \\ \circ \text{ در غیر این صورت} \end{array} \right\} = x_j$$

$P$  = تعداد تسهیلاتی که باید مکان‌یابی شوند.

## ۶- مکان‌یابی میادین میوه و تره بار در محدوده شهرداری منطقه ۵ تهران

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



شکل ۶- نواحی ۷ گانه منطقه ۵ شهرداری تهران

در گام بعدی به مقایسهٔ مازاد رفاه مصرف‌کننده 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 عرضه‌کننده خدمات به‌شهروندان را دارا هستند، نوعی کارکرد اقتصادی عام‌المنفعه محسوب می‌شود. هدف اصلی در این‌گونه فعالیت‌ها ارائه خدمات بهتر و ارزان‌تر به مصرف‌کنندگان است و لذا مکان‌یابی این‌گونه کاربری‌ها تحت تأثیر مزاد رفاه مصرف‌کننده قرار دارد. به‌عبارت دیگر، ارائه خدمات در میادین میوه و تره بار جزء فعالیت‌های غیررقابتی است، که توسط شهرداری انجام می‌گیرد و میزان مزاد رفاه مصرف‌کننده مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده مکان این میادین است.

هم‌چنین انتخاب میادین میوه و تره بار از این جهت دارای اهمیت است که حجم بالایی از سفرهای شهری روزانه را تشکیل می‌دهد و کاهش تقاضای سفر به‌این کاربری می‌تواند نقش مؤثری در کاهش هزینه‌های اقتصادی شهروندان داشته باشد. محاسبات انجام گرفته نشان می‌دهد که بهترین ناحیه برای استقرار میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی در منطقه ۵ شهرداری تهران، ناحیه ۷ است. شکل زیر میزان تقاضای سفر از نواحی مختلف را در صورت استقرار این کاربری در منطقه ۷ نشان می‌دهد.



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

با توجه به این که به طور تخمینی (طبق استعلام به عمل آمده از مراجع ذربط و محاسبات تکمیلی) متوسط هزینه سفر معادل ۵۵۰ ریال در کیلومتر و متوسط هزینه روزانه 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 به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\left\{ \begin{array}{l} f = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{30 \times X}{3.79 \times 550}} \\ 10000 - 4500X = 5000 + \frac{2 \times f \times 3.79 \times 550}{X} + \frac{1}{2} \times \frac{30}{f} \end{array} \right. \longrightarrow \begin{array}{l} f = 0.06 \\ X = 1 \text{ کیلوگرم} \\ P = 5500 \text{ (ریال)} \end{array}$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیه ۷ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقه ۵ شهرداری به طور متوسط ۰,۰۶ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به میدان میوه و تره بار و فرآورده های کشاورزی انجام می دهد. قیمت تمام شده هر کیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۵۰۰ ریال است که ۵۰۰۰ ریال آن مربوط به قیمت پایه و ۵۰۰ ریال آن مربوط به هزینه مبادله (tc) است، لذا مجموع هزینه مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

$$TC = pop \times tc \times X = 439883 \times 500 \times 1 = 219941500 \text{ ریال در روز}$$

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

$$\int_0^X (P_b - r.X) dX - P_j \cdot X - f \times 2 \times d_{ij} \times c_{ij} - \frac{1}{2} \times \frac{S}{f} \times X$$

$$\int_0^1 (10000 - 4500 \cdot X) dX - 5000 \times 1 - 0.06 \times 2 \times 3.79 \times 550 - \frac{1}{2} \times \frac{30}{0.06} \times 1 = 2227.36$$

## ۷- مقایسه تقاضای سفر در حالات مختلف

با استقرار کاربری مورد نظر در سایر نواحی و مقایسه میزان تقاضای سفر در هر حالت می توان تصویر روشنی از میزان تأثیر مکان کاربری بر تقاضای سفر به دست آورد.

### - استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۴

با انجام مجدد فرآیند فوق دومین مکان مناسب برای استقرار کاربری مورد نظر به دست می آید که مکان مورد نظر، ناحیه ۴ است. در این حالت، ابتدا کل تقاضای سفر

برای این کاربری در منطقه ۵ شهرداری تهران به ۱۰۴۷۳۶ نفر-کیلومتر در روز و متوسط فاصله سفر برای این کاربری معادل ۳,۹۷ کیلومتر خواهد بود. شکل و جدول ذیل نشان‌دهنده این موضوع هستند:



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

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

| ناحیه ۱ | ناحیه ۲ | ناحیه ۳ | ناحیه ۴ | ناحیه ۵ | ناحیه ۶ | ناحیه ۷ |                              |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------------|
| ۲۸۶۲۸   | ۲۸۰۱۹   | ۸۴۰۲۲   | ۵۱۶۲۳   | ۵۸۵۵۱   | ۸۴۴۰۶   | ۱۰۴۶۳۴  | جمعیت                        |
| ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | نرخ تولید سفر                |
| ۱۷۱۸    | ۱۶۸۱    | ۵۰۴۱    | ۳۰۹۷    | ۳۵۱۳    | ۵۰۶۴    | ۶۲۷۸    | تولید سفر                    |
| ۸۰۸۷    | ۵۸۴۴    | ۳۵۶۲۷   | ۰       | ۹۹۱۷    | ۱۸۰۶۵   | ۲۷۱۸۶   | تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه |

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در این حالت متوسط طول سفر از ۳,۷۹ کیلومتر، به ۳,۹۷ کیلومتر افزایش یافته است. افزایش طول مذکور سبب تغییر در هزینه مبادله



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

$$\begin{cases} f = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{30 \times X}{3.97 \times 550}} \\ 10000 - 450 \cdot X = 5000 + \frac{2 \times f \times 3.97 \times 550}{X} + \frac{1}{2} \times \frac{30}{f} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f = 0,059 \\ X = 0,997 \text{ (کیلوگرم)} \\ P = 5513 \text{ (ریال)} \end{cases}$$

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

$$TC = pop \times tc \times X = 439883 \times 513 \times 0,997 = 224982999 \text{ ریال در روز}$$

حال دوباره مدل برنامه‌ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سفر جدید اجرا می‌کنیم. نتیجه حاصل از تحلیل مجدد نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن متوسط فاصله 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 ناحیه ۴ (تکرار)

| ناحیه ۱ | ناحیه ۲ | ناحیه ۳ | ناحیه ۴ | ناحیه ۵ | ناحیه ۶ | ناحیه ۷ |                              |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------------|
| ۲۸۶۲۸   | ۲۸۰۱۹   | ۸۴۰۲۲   | ۵۱۶۲۳   | ۵۸۵۵۱   | ۸۴۴۰۶   | ۱۰۴۶۳۴  | جمعیت                        |
| ۰,۰۵۹   | ۰,۰۵۹   | ۰,۰۵۹   | ۰,۰۵۹   | ۰,۰۵۹   | ۰,۰۵۹   | ۰,۰۵۹   | نرخ تولید سفر                |
| ۱۶۸۹    | ۱۶۵۳    | ۴۹۵۷    | ۳۰۴۶    | ۳۴۵۵    | ۴۹۸۰    | ۶۱۷۳    | تولید سفر                    |
| ۷۹۵۲    | ۵۷۴۶    | ۳۵۰۴۳   | ۰       | ۹۷۵۲    | ۱۷۷۶۳   | ۲۶۷۲۳   | تقاضای سفر از نواحی هفت‌گانه |

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

$$\int_{0,997}^{1,000} (10000 - 450 \cdot X) dX - 5000 \cdot 0,997 - 0,059 \times 2 \times 3.97 \times 550 - \frac{1}{2} \times \frac{30}{0,059} \times 0,997 = 2215,62$$

### - استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۵

در این حالت، کل تقاضای سفر برای این کاربری در منطقه ۵ شهرداری تهران 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 دهنده این موضوع است:



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

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

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

$$\begin{cases} f = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{30 \times X}{4.1 \times 550}} \\ 100000 - 450 \cdot X = 5000 + \frac{2 \times f \times 4.1 \times 550}{X} + \frac{1}{2} \times \frac{30}{f} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f = 0,058 \\ X = 0,995 \text{ (کیلوگرم)} \\ P = 5522 \text{ (ریال)} \end{cases}$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیه ۵ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقه ۵ شهرداری به طور متوسط ۰,۰۵۸ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌دهد. در این حالت، قیمت تمام شده هر کیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۵۲۲ ریال است، که ۵۰۰۰ ریال آن مربوط به قیمت پایه و ۵۲۲ ریال آن مربوط به هزینه مبادله (tc) است. لذا مجموع هزینه مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

$$TC = pop \times tc \times X = 439883 \times 522 \times 0,995 = 228470831$$

ریال در روز  
 حال دوباره مدل برنامه‌ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سفر جدید اجرا می‌کنیم. نتیجه حاصل از تحلیل مجدد نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن متوسط فاصله 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 ناحیه ۵

(تکرار)

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

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

$$\int_{0,995}^{1,000} (10000 - 450 \cdot X) dX - 5000 \times 0,995 - 0,58 \times 2 \times 4,1 \times 550 - \frac{1}{2} \times \frac{30}{0,58} \times 0,995 = 2207,31$$

### - استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۳

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



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

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

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

$$f = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{30 \times X}{4.98 \times 550}} \quad \Rightarrow \quad f = 0,052$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \dots - 4500 \cdot X = 5000 + \frac{2 \times f \times 4.98 \times 550}{X} + \frac{1}{2} \times \frac{30}{f} \\ \dots \end{array} \right. \quad \Rightarrow \quad X = 0,983 \text{ (کیلوگرم)}$$

$$P = 5576 \text{ (ریال)}$$

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

شده هر کیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۵۷۶ ریال است که ۵۰۰۰ ریال آن مربوط به قیمت پایه و ۵۷۶ ریال آن مربوط به هزینه مبادله (tc) است. لذا مجموع هزینه مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

$$TC = pop \times tc \times X = 439883 \times 576 \times 0.983 = 249065274$$

ریال در روز

حال دوباره مدل برنامه ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سفر جدید اجرا می کنیم. نتیجه حاصل از تحلیل مجدد نشان می دهد که با در نظر گرفتن متوسط فاصله سفر معادل ۴,۹۸ کیلومتر، میزان کل تقاضای سفر به ۱۱۳۸۹۵ نفر-کیلومتر در روز کاهش می یابد

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

| ناحیه ۱ | ناحیه ۲ | ناحیه ۳ | ناحیه ۴ | ناحیه ۵ | ناحیه ۶ | ناحیه ۷ |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ۲۸۶۲۸   | ۲۸۰۱۹   | ۸۴۰۲۲   | ۵۱۶۲۳   | ۵۸۵۵۱   | ۸۴۴۰۶   | ۱۰۴۶۳۴  |
| ۰.۰۵۲   | ۰.۰۵۲   | ۰.۰۵۲   | ۰.۰۵۲   | ۰.۰۵۲   | ۰.۰۵۲   | ۰.۰۵۲   |
| ۱۴۸۹    | ۱۴۵۷    | ۴۳۶۹    | ۲۶۸۴    | ۳۰۴۵    | ۴۳۸۹    | ۵۴۴۱    |
| ۸۳۷۸    | ۱۳۶۵۳   | ۰       | ۱۸۹۷۶   | ۱۷۹۷۳   | ۴۰۰۱۱   | ۱۴۹۰۴   |

هم چنین مازاد رفاه مصرف کننده در این حالت برابر است با:

$$\int_{0.983}^{1.0} (10000 - 450 \cdot X) dX - 5000 \cdot 0.983 - 0.52 \times 2 \times 4.98 \times 550 - \frac{1}{2} \times \frac{30}{0.52} \times 0.983 = 2149.51$$

### استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۱

در این حالت، کل تقاضای سفر برای این کاربری در منطقه ۵ شهرداری تهران در ابتدا به ۱۳۵۷۵۲ نفر-کیلومتر در روز و متوسط فاصله سفر برای این کاربری معادل ۵,۱۴ کیلومتر خواهد بود. شکل و جدول ذیل نشان دهنده این موضوع اند:



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

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

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

$$f = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{30 \times X}{5.14 \times 550}} \quad f = 0,051$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 10000 - 4500 \cdot X = 5000 + \frac{2 \times f \times 5.14 \times 550}{X} + \frac{1}{2} \times \frac{30}{f} \\ \Rightarrow X = 0,980 \text{ (کیلوگرم)} \\ P = 5590 \text{ (ریال)} \end{array} \right.$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیه ۱ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقه ۵ شهرداری به‌طور متوسط ۰,۰۵۱ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌دهد. در این حالت قیمت تمام شده هر کیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۵۹۰ ریال است، که ۵۰۰۰ ریال آن مربوط

به قیمت پایه و ۵۹۰ ریال آن مربوط به هزینه مبادله (tc) است، لذا مجموع هزینه مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

$$TC = pop \times tc \times X = 439883 \times 590 \times 0.98 = 254340351$$

ریال در روز  
 حال دوباره مدل برنامه ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سفر جدید اجرا می‌کنیم. نتیجه حاصل از تحلیل مجدد نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن متوسط فاصله 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 ناحیه ۱ (تکرار)

| ناحیه ۱ | ناحیه ۲ | ناحیه ۳ | ناحیه ۴ | ناحیه ۵ | ناحیه ۶ | ناحیه ۷ |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ۲۸۶۲۸   | ۲۸۰۱۹   | ۸۴۰۲۲   | ۵۱۶۲۳   | ۵۸۵۵۱   | ۸۴۴۰۶   | ۱۰۴۶۳۴  |
| ۰,۰۵۱   | ۰,۰۵۱   | ۰,۰۵۱   | ۰,۰۵۱   | ۰,۰۵۱   | ۰,۰۵۱   | ۰,۰۵۱   |
| ۱۴۶۰    | ۱۴۲۹    | ۴۲۸۵    | ۲۶۳۳    | ۲۹۸۶    | ۴۳۰۵    | ۵۳۳۷    |
| ۰       | ۵۳۴۹    | ۲۴۱۱۷   | ۱۲۳۹۵   | ۲۲۴۸۸   | ۳۵۶۲۱   | ۱۵۴۱۸   |

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

$$\int_0^{.98} (10000 - 450 \cdot X) dX - 500 \times .98 - .051 \times 2 \times 5.14 \times 550 - \frac{1}{2} \times \frac{30}{.051} \times .98 = 2140.66$$

۶- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۶

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



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

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

| ناحیه ۱ | ناحیه ۲ | ناحیه ۳ | ناحیه ۴ | ناحیه ۵ | ناحیه ۶ | ناحیه ۷ |                              |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------------|
| ۲۸۰۱۹   | ۲۸۰۱۹   | ۸۴۰۲۲   | ۵۱۶۲۳   | ۵۸۵۵۱   | ۸۴۴۰۶   | ۱۰۴۶۳۴  | جمعیت                        |
| ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | ۰,۰۶    | نرخ تولید سفر                |
| ۱۶۸۱    | ۱۶۸۱    | ۵۰۴۱    | ۳۰۹۷    | ۳۵۱۳    | ۵۰۶۴    | ۶۲۷۸    | تولید سفر                    |
| ۱۴۲۱۴   | ۱۱۸۴۰   | ۴۵۹۵۷   | ۱۱۰۴۸   | ۱۱۲۸۷   | ۰       | ۴۹۵۸۲   | تقاضای سفر از نواحی هفت گانه |

$$\begin{cases} f = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{30 \times X}{5.45 \times 550}} \\ 10000 - 4500 \cdot X = 5000 + \frac{2 \times f \times 5.45 \times 550}{X} + \frac{1}{2} \times \frac{30}{f} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f = 0,049 \\ X = 0,976 \text{ (کیلوگرم)} \\ P = 5608 \text{ (ریال)} \end{cases}$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیه ۶ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقه ۵ شهرداری به طور متوسط ۰,۰۴۹ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به میدان میوه و تره بار و فرآورده های کشاورزی انجام می دهد. در این حالت، قیمت تمام شده هر کیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۶۰۸ ریال است که ۵۰۰۰ ریال آن مربوط



به قیمت پایه و ۶۰۸ ریال آن مربوط به هزینه مبادله (tc) است. لذا مجموع هزینه مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

$$TC = \text{pop} \times tc \times X = 439883 \times 608 \times 0.976 = 261030091$$

ریال در روز

حال دوباره مدل برنامه ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سفر جدید اجرا می کنیم. نتیجه حاصل از تحلیل مجدد نشان می دهد که با در نظر گرفتن متوسط فاصله سفر معادل ۵,۴۵ کیلومتر، میزان کل تقاضای سفر به ۱۱۷۵۴۲ نفر - کیلومتر در روز کاهش می یابد

جدول ۱۰- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۶

(تکرار)

| ناحیه ۱ | ناحیه ۲ | ناحیه ۳ | ناحیه ۴ | ناحیه ۵ | ناحیه ۶ | ناحیه ۷ |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ۲۸۶۲۸   | ۲۸۰۱۹   | ۸۴۰۲۲   | ۵۱۶۲۳   | ۵۸۵۵۱   | ۸۴۴۰۶   | ۱۰۴۶۳۴  |
| ۰,۰۴۹   | ۰,۰۴۹   | ۰,۰۴۹   | ۰,۰۴۹   | ۰,۰۴۹   | ۰,۰۴۹   | ۰,۰۴۹   |
| ۱۴۰۳    | ۱۳۷۳    | ۴۱۱۷    | ۲۵۳۰    | ۲۸۶۹    | ۴۱۳۶    | ۵۱۲۸    |
| ۱۱۶۰۸   | ۹۶۷۰    | ۳۷۵۳۱   | ۹۰۲۳    | ۹۲۱۸    | ۰       | ۴۰۴۹۲   |

هم چنین مازاد رفاه مصرف کننده در این حالت برابر است با:

$$\int_0^{.976} (10000 - 4500X) dX - 5000 \times .976 - .049 \times 2 \times 5.45 \times 550 - \frac{1}{2} \times \frac{30}{.049} \times .976 = 2120.46$$

#### - استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۲

در این حالت که نامناسب ترین گزینه برای استقرار میدان میوه و تره بار است، کل تقاضای سفر برای این کاربری در منطقه ۵ شهرداری تهران در ابتدا به ۱۶۳۸۷۴ نفر - کیلومتر در روز و متوسط فاصله سفر برای این کاربری معادل ۶,۲۱ کیلومتر خواهد بود. شکل و جدول ذیل نشان دهنده این موضوع است:



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

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} f = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{30 \times X}{6.21 \times 550}} \\ 10000 - 450 \cdot X = 5000 + \frac{2 \times f \times 6.21 \times 550}{X} + \frac{1}{2} \times \frac{30}{f} \end{array} \right. \implies \begin{array}{l} f = 0,046 \\ X = 0,966 \text{ (کیلوگرم)} \\ P = 5653 \text{ (ریال)} \end{array}$$

یعنی در حالتی که کاربری مورد نظر در ناحیه ۲ مستقر شود، هر فرد ساکن در منطقه ۵ شهرداری به‌طور متوسط ۰,۰۴۶ سفر در روز برای انجام خرید میوه و تره بار به میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌دهد. در این حالت قیمت تمام شده هر کیلوگرم میوه و تره بار نیز معادل ۵۶۵۳ ریال است که

۵۰۰۰ ریال آن مربوط به قیمت پایه و ۶۵۳ ریال آن مربوط به هزینه مبادله (tc) است. لذا مجموع هزینه مبادله در منطقه در این حالت برابر است با:

$$TC = \text{pop} \times tc \times X = 439883 \times 653 \times 0.966 = 277477317 \text{ ریال در روز}$$

حال دوباره مدل برنامه‌ریزی خطی را با در نظر گرفتن نرخ تولید سفر جدید اجرا می‌کنیم. نتیجه حاصل از تحلیل مجدد نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن متوسط فاصله سفر معادل ۶,۲۱ کیلومتر، میزان کل تقاضای سفر به ۱۲۵۶۳۷ نفر-کیلومتر در روز کاهش می‌یابد.

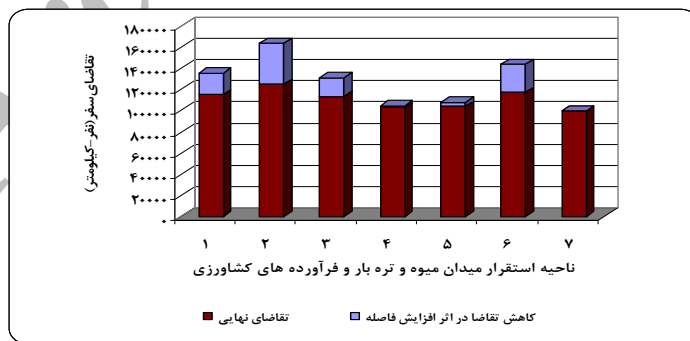
جدول ۱۲- تقاضای سفر (نفر-کیلومتر) از نواحی هفت‌گانه در صورت استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۲ (تکرار)

| ناحیه ۱ | ناحیه ۲ | ناحیه ۳ | ناحیه ۴ | ناحیه ۵ | ناحیه ۶ | ناحیه ۷ |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ۲۸۶۲۸   | ۲۸۰۱۹   | ۸۴۰۲۲   | ۵۱۶۲۳   | ۵۸۵۵۱   | ۸۴۴۰۶   | ۱۰۴۶۳۴  |
| ۰,۰۴۶   | ۰,۰۴۶   | ۰,۰۴۶   | ۰,۰۴۶   | ۰,۰۴۶   | ۰,۰۴۶   | ۰,۰۴۶   |
| ۱۳۱۷    | ۱۲۸۹    | ۳۸۶۵    | ۲۳۷۵    | ۲۶۹۳    | ۳۸۸۳    | ۴۸۱۴    |
| ۴۹۲۹    | ۰       | ۳۶۲۱۹   | ۸۲۵۴    | ۱۶۹۶۵   | ۲۷۳۴۶   | ۳۱۹۲۴   |

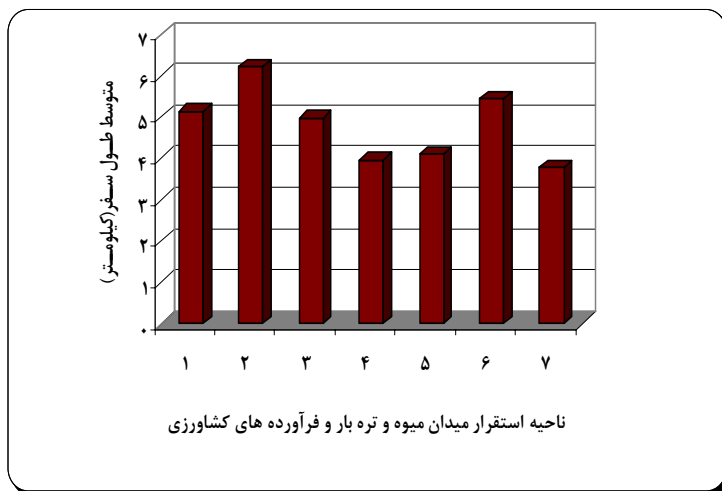
هم‌چنین مازاد رفاه مصرف کننده در این حالت برابر است با:

$$\int_{0.966}^{1.0} (10000 - 4500X) dX - 5000 \times 0.966 - 0.46 \times 2 \times 6.21 \times 550 - \frac{1}{2} \times \frac{30}{0.46} \times 0.966 = 2080.62$$

نمودارهای زیر تصویر کاملی از تغییر در تقاضای سفر، کاهش متوسط فاصله سفر و مازاد رفاه مصرف کننده ناشی از تغییر مکان استقرار میدان میوه و تره بار و فرآورده‌های کشاورزی به سایر نواحی واقع در منطقه ۵ شهرداری تهران نشان می‌دهد.

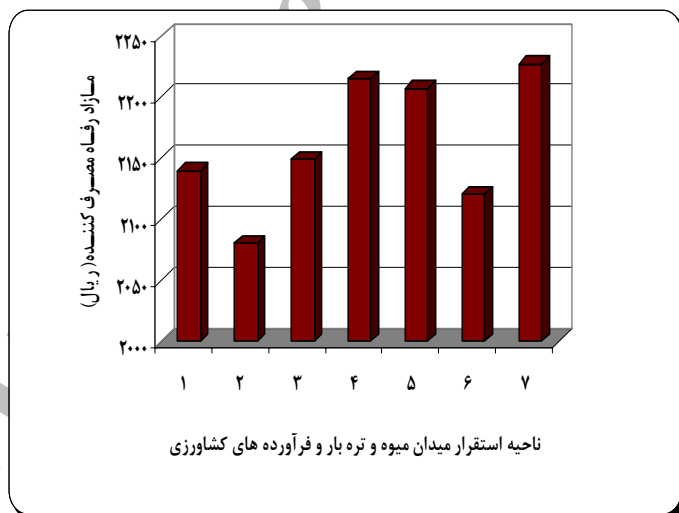


نمودار ۱- تقاضای سفر برای میدان میوه و تره بار در حالات مختلف



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 می شود:

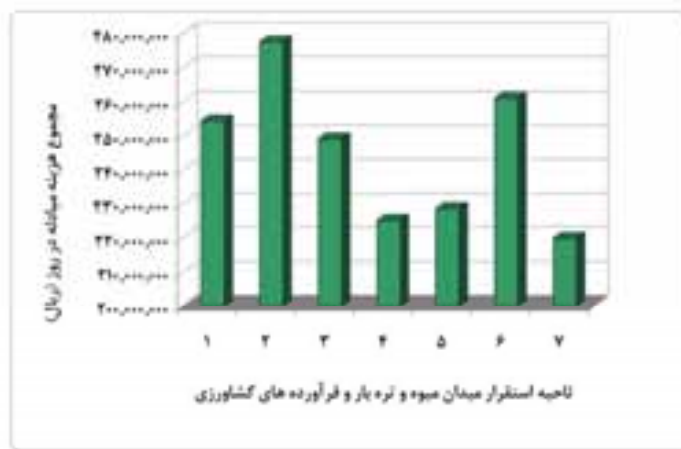


نمودار ۳- مازاد رفاه مصرف کننده در حالات مختلف

## ۸- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که ناحیه ۷ منطقه 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 ناحیه ۷ منتج به کاهش تقاضای سفر در مقایسه با سایر حالات می‌شود که این امر موجبات افزایش منافع مصرف کنندگان و نیز کاهش هزینه مبادله در این منطقه را فراهم می‌کند. نتایج به دست آمده از این تحقیق را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- ناحیه ۷ شهرداری منطقه ۵ شهرداری تهران مناسب‌ترین محل برای استقرار میدان میوه و تره بار و فراورده‌های کشاورزی است.
- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۷ شهرداری منطقه ۵ شهرداری منتج به کاهش تقاضای سفر در مقایسه با سایر حالات است. تقاضای سفر در مقایسه با حالتی که میدان میوه و تره بار در ناحیه ۲ قرار گیرد، معادل ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۷ شهرداری منطقه 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 ناحیه ۲ قرار گیرد، معادل ۷ درصد افزایش می‌یابد.
- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۷ شهرداری منطقه ۵ شهرداری منتج به کاهش متوسط فاصله سفر در مقایسه با سایر حالات است. متوسط فاصله سفر در مقایسه با حالتی که میدان میوه و تره بار در ناحیه ۲ قرار گیرد معادل ۳۹ درصد کاهش می‌یابد.
- استقرار میدان میوه و تره بار در ناحیه ۷ شهرداری منطقه ۵ شهرداری منتج به کاهش هزینه مبادله در مقایسه با سایر حالات است. هزینه مبادله در مقایسه با حالتی که میدان میوه و تره بار در ناحیه ۲ قرار گیرد معادل ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. شکل زیر نشان دهنده مجموع هزینه مبادله در حالات مختلف استقرار میدان میوه و تره بار در نواحی هفت‌گانه منطقه پنج شهرداری تهران است.



نمودار ۴ - مجموع هزینه مبادله روزانه در منطقه ۵ شهرداری تهران

همان طور که در نمودار فوق دیده می شود، در حالی که میدان میوه و تره بار و فرآورده های کشاورزی در ناحیه ۷ قرار گیرد، مجموع هزینه مبادله روزانه برای ساکنان منطقه ۵ معادل ۲۱ میلیون تومان می شود، که در مقایسه با بدترین حالت، یعنی استقرار میدان میوه و تره بار و فرآورده های کشاورزی در ناحیه ۲، حدود ۶ میلیون تومان کم تر است، که این رقم در سال بالغ بر ۲ میلیارد تومان خواهد بود. در نتیجه می توان گفت نتایج حاصل بیانگر این مطلب است که استفاده و به کارگیری ابزار مکان یابی در برنامه ریزی فضایی، می تواند تأثیر قابل توجهی بر کاهش میزان تقاضای سفر و به دنبال آن کاهش هزینه مبادله و افزایش منافع اقتصادی شهروندان، داشته باشد.

### فهرست منابع

- ۱- سعیدنیا، احمد (۱۳۸۲)، کتاب سبز شهرداری ها، جلد اول، تهران، سازمان شهرداری های 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، صفحه 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 هزینه مبادله در تاریخ، ترجمه علی طوسی اردکانی، نشر "برنامه و بودجه"، دوره ۲، شماره 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