

بررسی تاثیر متروهاي واصل به شهرهاي اقماری در کاهش ترافیک و صرفه جویی های اقتصادی و زیست محیطی در کلان شهرها

سید جواد میر محمد صادقی، استادیار دانشکده راه آهن دانشگاه علم و صنعت ایران
علی نسودی، دستیار تحقیقاتی، دانشکده راه آهن دانشگاه علم و صنعت ایران

Javad_sadeghi@iust.ac.ir

چکیده: با توجه به رشد سرسام آور جمعیت و توسعه شهرها، حمل و نقل عمومی توسعه یافته و نیاز به ایجاد راهکارهای مناسب و توسعه سیستم های حمل و نقل سریع افزایش یافته است. با افزایش ترافیک و نیز متعاقب آن افزایش هزینه های اقتصادی و اجتماعی و زیست محیطی، نیاز به روشی برای کاهش ترافیک شهری و رفع معضلات فوق احساس میشود. یکی از راه های غلبه بر مشکلات در شهرها کاهش تراکم شهر توسط ایجاد شهرکها و شهر های اقماری است. در این میان موضوع مهم در جذب مردم در این شهرها ارتباط صحیح این شهرها به شهر مرکزی است. لذا ایجاد بستری مناسب برای توسعه شهرهای اقماری از طریق ایجاد یک سیستم حمل و نقل مناسب برای اتصال این شهرکها (شهر های اقماری) به شهر مرکزی و اصلی از اهمیت خاصی برخوردار است. در این مقاله با ارائه آمار مختلف از تجارب ایجاد شده در عرصه بین المللی، احداث شهرکهای اقماری و تاثیر اتصال متروهای شهری به این شهرکها در کاهش ترافیک و صرفه جویی های اقتصادی و زیست محیطی بحث شده و سپس با ارائه دو مثال نمونه با تحلیل های عددی و محاسبات مربوط به مقایسه هزینه های احداث و ساخت سیستم مترو و هزینه های صرفه جویی شده توسط این سیستم و نیز محاسبه نسبت فایده به هزینه به توجیه پذیری و موثر بودن این سیستم ها در جذب و رفع مشکلات ترافیکی، انرژی و محیط زیست پرداخته شده است.

کلید واژه ها: حمل و نقل، مترو، شاخص فایده- هزینه

۱- مقدمه:

رشد سریع جمعیت یکی از عوامل اصلی و مهم در تراکم و رشد شهر نشینی بخصوص در سالهای اخیر است. اساسا با رشد جمعیت، توسعه شهر ها و تبدیل آنها به کلان شهرها و افزایش مهاجرت های مردمی از اطراف به داخل شهرها به افزایش چند برابری جمعیت آنها می انجامد که مشکلات فراوان حمل و نقلی را برای جامعه شهری ایجاد می نماید. از مهمترین راهکار های ارائه شده در کشورهای توسعه یافته که در دهه های ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ با آن دست به گریبان بوده اند عبارت است از احداث شهرکهای اقماری در حاشیه کلان شهرها از یک سو و از سوی دیگر استفاده از سیستم حمل و نقل مترو بعنوان یک سیستم سریع، ایمن، منظم و راحت که در عین حال به لحاظ صرف انرژی بهینه بوده و آثار کمتری را بر محیط زیست بجای می گذارد. دو روش فوق که بعنوان دو گزینه اساسی در دهه های گذشته در کشورهای توسعه یافته مورد توجه و اقبال قرار گرفته است در این تحقیق بررسی و ارزیابی می گردند.

ترافیک بسیار قابل توجه در تهران که آن را در میان ده شهر شلوغ جهان قرار داده است عامل مشکلات حاصله از تراکم جمعیت در این شهر شده که منتج به معضلات فراوانی از جمله آلودگی هوا و تخریب محیط زیست گردیده است. اهمیت معضلات فوق توجه محققان را بسوی یافتن راهکارهای مناسب جهت

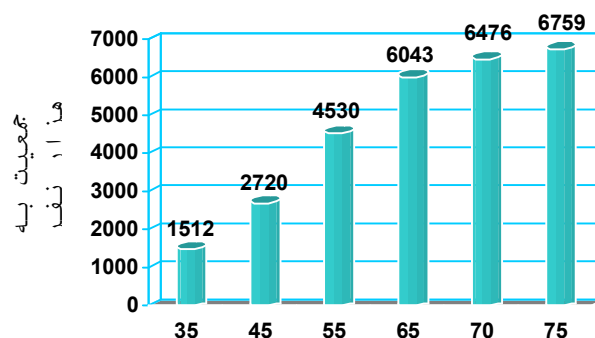
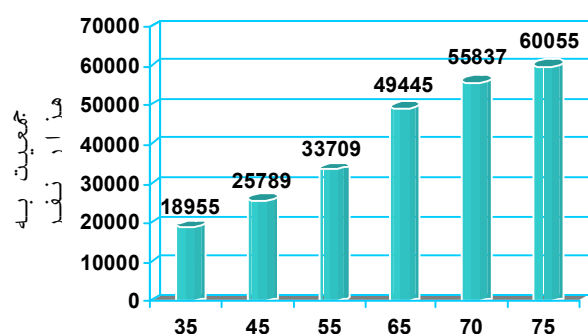
خروج از مشکلی که روز به روز رو به افزایش است و حیات اجتماعی در کلان شهرهای ایران را به مخاطره انداخته است سوق می دهد. افزایش میزان سوخت مصرفی که از دهه ۷۰ رو به رشد تصاعدي گذارده است و منتج به افزایش نسبت مصرف به تولید داخلی گردیده است مزید بر علت شده و دولت را در چالشی بر اهمیت قرار داده است که ناگزیرا بایستی راهکاری جهت خروج از محدودیت هایی که بخش قابل توجهی از بودجه کشور را (بین ۵ تا ۱۰ میلیارد دلار) سالانه بر واردات سوخت اختصاص می دهد خارج نماید. این پژوهش گامی است تحقیقاتی در راستای یافتن و ارائه راهکاری جهت خروج از معضل فوق.

در این مقاله دو راهکار اساسی که عبارتند از (۱) احداث شهرکهای اقماری در حاشیه کلان شهرها، و (۲) احداث و توسعه مترو های شهری در داخل کلان شهرها و اتصال آنها به شهرک های اقماری پرداخته می شود. این مقاله ضمن نگاهی به تجربه کشورهای توسعه یافته در بکارگیری دو راهکار فوق به امتیازات احداث شهرکهای از یک سو و مزایای احداث مترو از سویی دیگر می پردازد. در انتها ضمن ارائه دو مدل آماری از تجربه دو نمونه در ایران به تحلیلهای عددی و محاسبات مربوطه و نهایتا ارائه آمار دقیق از امتیاز این دو راهکار پرداخته می شود.

۲- فلسفه توسعه شهرکهای اقماری

مبتکر نظریه شهرکهای اقماری انبزر هاوارد بود که نظریه او مبنایی در جهت ایجاد نوشهرهای انگلیسی شد [۲]. ایده انبزر هاوارد بیش از تمامی ایده های دیگر در مقوله توسعه شهری قابل قبول بوده و در بسیاری از کشورها به مرحله اجرا در آمده است. در این مدل فعالیتهای اقتصادی و تجاری در هسته مرکزی شهر انجام گرفته و نواحی پیرامون و حومه عهده دار اسکان قسمتی از جمعیت خواهد بود. جمعیت بهینه برای این شهرها ۲۵ تا ۲۵۰ هزار نفر فرض شده است. این شهرها توسط اراضی کشاورزی از شهر اصلی جدا می شود و با کمربند سبز محدود می شوند. این الگو در صورت اجرای صحیح می تواند باعث کاهش حجم ترافیک و الودگیهای محیطی شوند. در این روش، جمعیت شهری را در چند نقطه مستقر ساخته و لزوم ایجاد شبکه راههای اصلی جهت ارتباط بین نواحی مختلف، عاملی در تسهیلات آمد و شد ساکنان آن می باشد. در کشور های توسعه یافته از ایده توسعه شهرهای اقماری جهت جلوگیری از معضلات چون ترافیک بسیار سود جسته شده است. بعنوان مثال احداث شهرهای جدید در اتحاد جماهیر شوروی سابق در سالهای بین دو جنگ جهانی صورت گرفته است و در اروپای غربی در دهه های بعد از جنگ جهانی دوم شهرکهایی از این نوع بسیار احداث شده اند. تجربه کشور های غربی نشان میدهد که احداث شهر های جدید نه تنها با هدف جذب سرریز جمعیتی بوده بلکه ایجاد اشتغال در این شهر ها از اولویت خاصی برخوردار بوده است. ایجاد شهر های جدید خصوصا در کشور های پیشرفته صنعتی بیانگر نوآوری های معماری و بهره گیری از بافت های شهری منسجم با فضا های اقتصادی با رشد بالایی بخش خدمات و همچنین بهره مندی از شبکه های حمل و نقل ریلی، ترن های بیرون شهری، و ترن های سریع السیر (پاریس) میباشد. که همگی باعث رونق اقتصادی و جمعیت پذیری اینگونه شهرها شده است [۲]. همانطور که در بالا اشاره شد عمده دلایل ایجاد و توسعه شهر های اقماری مسئله رشد جمعیتی است که باعث ایجاد و افزایش هزینه های مختلفی مانند هزینه های ناشی از اتلاف وقت، آلودگی زیست محیطی و مصرف بیش از حد سوخت فسیلی که یکی از مهمترین این هزینه هاست، میشود. نگاهی به افزایش جمعیتی کشور ایران و نیز چند شهر بزرگ کشور از سالهای گذشته تا به حال

با استفاده از آمار هاي گرفته شده مي تواند مابين رشد سريع جمعيت در اين شهر هاست. نمودار هاي زير نشان دهنده آمارهاي اخذ شده مربوط به چند شهر بزرگ کشور ميباشند.

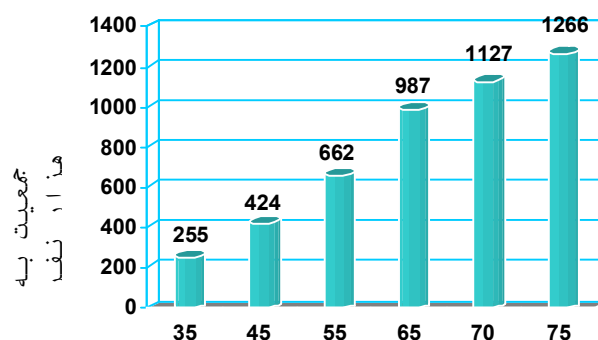
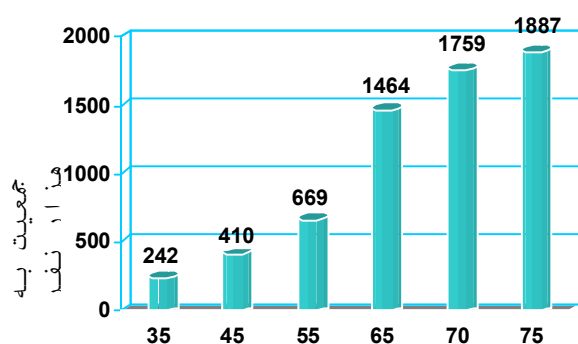


سال

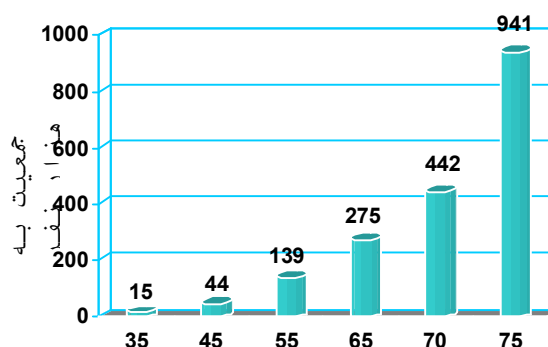
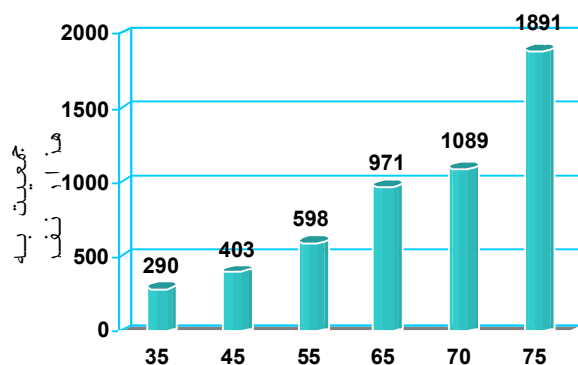
سال

نمودار (۲): افزایش جمعیت چند مترو پل ایران (تهران) [۱]

نمودار (۱): تغییرات جمعیت کشور (۷۵-۳۵) [۱]



سال
سال
نمودار (۳):
نمودار (۴): افزایش جمعیت چند مترو پل ایران (اصفهان) [۱]
افزایش جمعیت چند مترو پل ایران (مشهد) [۱]



سال
سال
نمودار (۳):
نمودار (۵): افزایش جمعیت چند مترو پل ایران (تبریز) [۱]
افزایش جمعیت چند مترو پل ایران (مشهد) [۱]

بنا بر این با توجه به آمار های گرفته شده معضل رشد و افزایش جمعیت بخوبی در موارد فوق به چشم میخورد. تا سال ۱۳۵۵ تنها تهران شهر میلیونی کشور بوده است. در سال ۶۵ جمعیت مشهد هم از مرز ۱ میلیون نفر گذشت. و در سال ۷۰ تهران، مشهد، اصفهان و تبریز ۴ شهر میلیونی کشور بوده اند. در سال ۷۵ شیراز هم به مترو پلهای کشور پیوست. نگاهی به آمار های توسعه جمعیت در کلان شهر های ایران بیانگر علل وجود معضلات رو به رشد در این شهرهاست. بطوریکه میتوان معضلات حاصل از

رشد قابل توجه جمعیت در کلان شهرها را شامل: (۱) ترافیک بالا، (۲) مشکل اسکان مردم (هزینه بالای مسکن)، (۳) آلودگی هوا و تخریب محیط زیست، (۴) ساخت و سازهای غیر قانونی در شهرها، (۵) تخریب معماری شهری و توسعه ناهمگون شهر، (۶) اتلاف وقت و انرژی (شامل سوخت بنزین)، (۷) ناهمگونی های فرهنگی (نابهنجاری ها) نام برد. این در حالی است که رویکرد ایجاد شهرکهای اقماری می تواند معضلات فوق را جواب گو باشد. بطوریکه با ایجاد شهرکهای اقماری میتوان:

- الف) نیمی از جمعیت کلان شهر را به حاشیه شهر در کلان شهرها اسکان داد. بدین ترتیب از توسعه بی رویه مسکن شهری جلوگیری کرد.
- ب) میزان ترافیک را در کلان شهرها به شدت کاهش داد. این وقتی بسیار موثر می افتد که حمل و نقل ساکنین در شهرهای اقماری به شهرهای مرکزی با وسایط نقلیه عمومی صورت گیرد.
- ج) محیط زیست کمتر تخریب شده و بديتها آلودگی های ناشی از سوخت موتورهای درون سوز کاهش می یابد.

ایجاد امکانپذیری احداث شهرکهای اقماری و موثر بودن برنامه انتقال مردم از کلانشهرها نیازمند ایجاد جذابیت های مکفی و رفع دغدغه خاطرهای مردم است. مطالعه تحلیل های داگلاس [۲] در کتاب مشهور خود، اساسی ترین روش در جذب مردم برای اسکان در شهرکهای اقماری و رفع دغدغه خاطرهای آنها را ایجاد یک سیستم حمل و نقلی میداند که مردم را در صبحگاهان به کلان شهرها انتقال داده و عصرگاهان به شهرکها بازگرداند. این سیستم بایستی، دقیق، راحت، ایمن، ارزان و سریع باشد تا به درستی بتواند مشکلات حاصله از اسکان مردم در خارج از کلان شهر را جواب گویی کند. خوشبختانه در دهه های اخیر با توجه به توسعه متروهای شهری در کشورهای توسعه یافته و در سالهای اخیر در ایران، روش حمل و نقلی که کلیه امتیازات فوق را داشته باشد تحت عنوان مترو راه اندازی و توسعه داده شده است بطوریکه با اتصال شهرکهای اقماری به کلان شهرها بوسیله مترو می توان جذابیت لازم را در شهرکهای اقماری برای مردم ایجاد نمود و بدین ترتیب اساسی ترین مشکلاتی را که به لحاظ تراکم جمعیت در کلان شهرها ایجاد کرده است رفع نمود. ذیلا با توجه به تجربه و آمار موجود در عرصه بین المللی و ایران از مترو بعنوان گزینه برتر در ارتباط شهرهای اقماری پرداخته می شود.

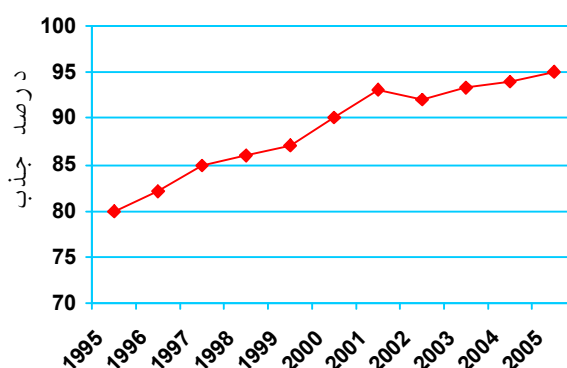
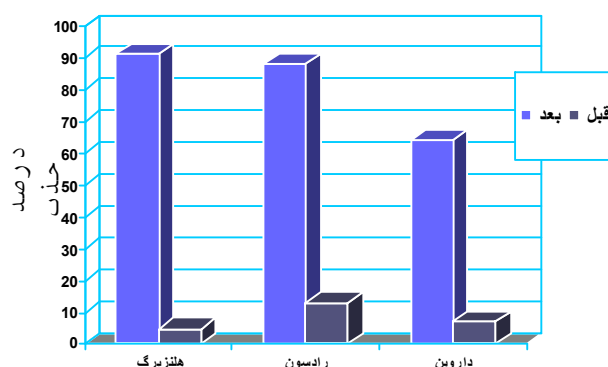
۳- مترو گزینه برتر در حمل و نقل به شهر های اقماری

همانطور که در بالا بیان شد، از مهمترین راهکارهای جذب توده های مردم از کلان شهرها به شهرهای اقماری احداث مترو و اتصال شهرکهای اقماری به کلان شهرها بوسیله مترو میباشد. ذیلا تجربه کشور های توسعه یافته در این رابطه ارائه شده و سپس وضعیت مقایسه های سیستم های حمل و نقل در ایران در مقیاس بین المللی ارائه می گردد. در نهایت به امتیازات مترو بعنوان یک روش حمل و نقل پرداخته خواهد شد.

۳-۱- تجربه دیگر کشورها

بعنوان یکی از شهرهای که دارای رشد قابل توجه در سالهای قبل از جنگ جهانی دوم و در سالهای ۱۹۹۵-۲۰۰۵ میباشد به شهر لندن می توان اشاره نمود. در این شهر با احداث چندین شهر اقماری تلاش گردیده است تا جمعیت شهری در شامگاهان به شهرکهای اقماری کوچ داده شوند. در این راستا آنچه که آمار به طور محسوسی بدان اشاره دارد آن است که پس از احداث مترو و اتصال لندن به این

شهرکهای اقماری بوسیله مترو میزان جذب مردم به این شهرکها بطور قابل توجهی افزایش یافته است. طبق گزارشات منتشره [۳]، تجربه شهر لندن در درصد افزایش جمعیت در سالهای متواتر پس از احداث مترو در شهر رابینسون در حومه لندن و نیز درصد جذب افزایش جمعیت در شهرهای اقماری قبل و بعد از احداث مترو در رابطه با توسعه شهرهای اقماری نمایانگر امتیازات خاص احداث مترو بعنوان يك سیستم مناسب برای اتصال به شهرکهای اقماری است. نمودارهای (۷) و (۸) درصد جذب افزایش جمعیت در شهرکهای اقماری و درصد افزایش جمعیت در سالهای متواتر پس از احداث مترو در حومه لندن را نشان می دهد.

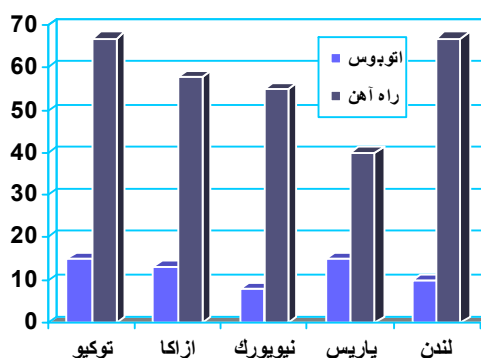


نمودار (۸): درصد افزایش جمعیت در سالهای متواتر پس از احداث مترو
 نمودار (۷): درصد جذب افزایش جمعیت در شهرهای اقماری
 در شهر رابینسون در حومه لندن [۲]
 قبل و بعد از احداث مترو [۲]

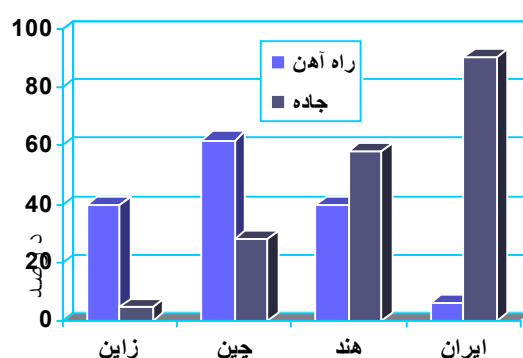
نمودارهای (۷) و (۸) به وضوح نقش احداث مترو را در جذب افراد جامعه به سمت شهرهای حومه و اقماری نشان میدهد. بطوریکه از نمودار (۸) برمی آید روند رو به رشد جمعیت در بین سالهای ۱۹۹۵ الی ۲۰۰۵ با رشد جذب از ۸۰ تا ۹۵ درصد موید این موضوع است. بدین ترتیب موثر افتادن احداث شهرهای اقماری نیازمند جلب اعتماد مردم به سیستم حمل و نقل عمومی است که بتواند سریع و به زمان موقع افراد را از خانه به سوی محل کارشان انتقال دهد. هرچه قدر سیستم حمل و نقل دارای امتیازات بیشتری باشد استقبال مردم از مهاجرت و اسکان در شهرهای اقماری بیشتر خواهد شد.

۳-۲- وضعیت ایران در حمل و نقل در مقیاس با کشورهای توسعه یافته

علازم توجه اخیر دولتمردان ایران به راه آهن به عنوان یک سیستم حمل و نقل مناسب شهری و برون شهری، کشور ایران هنوز در توسعه شبکه حمل و نقل مترو و بطور کلی سیستم راه آهن در مقیاس بین المللی بسیار کم توجه بوده است.



نمودار (۹) به مقایسه سهم سیستم راه آهن با سیستم حمل و نقل جاده ایی در کشور های آسیایی پرداخته و نشان می دهد که در کشورهای پیشرفته در آسیا بخصوص ژاپن درصد حمل و نقل راه آهن حدوداً ۸ الی ۹ برابر درصد حمل و نقل جاده ایی است. در ایران بعلاوه گسترده گی شبکه حمل و نقل جاده ایی و نیز کمبود توسعه و رشد راه آهن درصد حمل و نقل جاده ایی بیشتر می باشد. نمودار (۱۰) به سهم گونه های مختلف حمل و نقل (راه آهن با اتوبوس) در چند شهر پیشرفته جهان در مقدار درصد جذب مسافر اشاره می کند. بوضوح از روی نمودار میزان استقبال مردمی از سیستم حمل و نقل ریلی بعلاوه امتیازات اشاره شده در بالا نسبت به سیستم حمل و نقل جاده ایی (اتوبوس) دیده می شود.



نمودار (۱۰): سهم گونه های مختلف حمل و نقل
 نمودار (۹): مقایسه سهم راه آهن و حمل و نقل جاده ایی
 در چند کشور آسیایی [۶]
 در چند کشور جهان [۶]

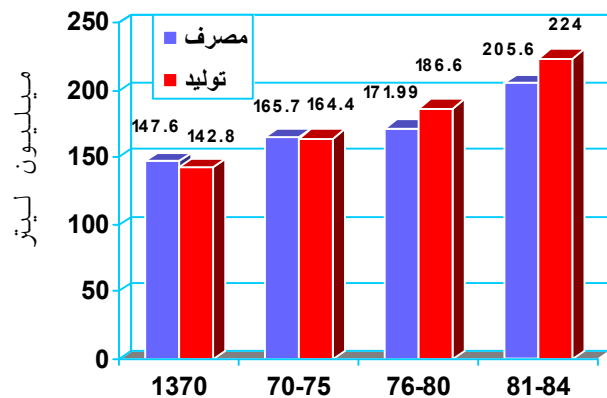
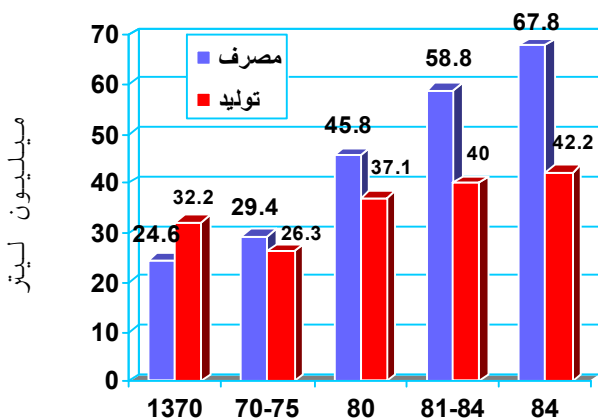
با توجه به نمودارهای ارائه شده نیاز به توسعه حمل و نقل مناسب درون شهری و برون شهری (مترو، LRT، HRT) در ایران بشدت لازم به نظر میرسد.

۳-۳-نگاهی آماری به امتیازات مترو

مترو سیستم حمل و نقلی است که دارای امتیازات فراوانی است که می تواند به راحتی یک سیستم حمل و نقل ارزان، بهینه، منظم و سریعی را ایجاد نماید و جاذبیت مکفی را برای اسکان مردم در شهرکهای اقماری و انتقال آنها به کلان شهر ایجاد نماید. ذیلاً به مزیت های اساسی سیستم مترو پرداخته می شود.

۳-۳-۱-صرفه جویی در انرژی

کشور ایران در سالهای اخیر با بحران مصرف قابل توجه بنزین مواجه است بطوریکه حجم قابل توجهی از بودجه کشور مصرف واردات بنزین میگردد. از این رو تلاش در راستای صرفه جویی در مصرف انرژی در اولویت های برنامه های پنج ساله و چشم انداز های بیست ساله کشور قرار گرفته است. این در حالی است که سال به سال میزان مصرف بنزین نسبت به تولید آن افزایش می یابد. نمودار (۱۱) به مقایسه تولید و مصرف بنزین در کشور پرداخته که در آن نشان داده شده است که میزان مصرف بنزین بیشتر از میزان تولید آن می باشد و این روند رفته رفته از هم فاصله گرفته و در سالهای اخیر مصرف بنزین بسیار بیشتر از تولید آن گردیده بطوریکه اهمیت صرفه جویی آن را بیش از پیش نشان میدهد. نمودار (۱۲) مربوط به مقایسه تولید و مصرف سایر حامل های اصلی انرژی در کشور است.



نمودار (۱۲): مقایسه تولید و مصرف ۵ حامل اصلی انرژی در کشور [۱]
نمودار (۱۱): مقایسه تولید و مصرف بنزین در کشور [۱]

بدین ترتیب با توجه به مصرف سوخت توسط مترو که در مقیاس با دیگر سیستم های حمل و نقل به مراتب پایین تر است. توسعه مترو در درون شهر و در اتصال شهرکهای اقماری بسیار منطقی و توجیه پذیر است. جدول (۲) مقایسه میزان مصرف سوخت را به تفکیک ناوگان برحسب میلی لیتر مسافر - کیلو متر را نشان میدهد.

جدول (۲): مقدار مصرف سوخت به تفکیک ناوگان میلی لیتر مسافر - کیلو متر [۴]

نوع وسیله	میزان مصرف سوخت
خودرو شخصی	۸۹
تاکسی	۶۵
مینی بوس	۲۷
اتوبوس	۲۰
موتورسیکلت	۵۰
مترو	۹

۳-۱- تحلیل اقتصادی و انرژی

بر اساس گزارشات آماری منتشره [۹]، آثار مثبت اقتصادی راه اندازی متروی تهران بر زندگی شهروندان تهرانی بصورتی است. که در آن هزینه صرفه جویی در تلاف وقت شهروندان تهرانی ۱۰۱۲ میلیارد ریال، هزینه صرفه جویی در مصرف بنزین ۵۸۸ میلیارد ریال، هزینه صرفه جویی در درمان ناشی از آلودگی هوا ۵۶ میلیارد ریال، هزینه صرفه جویی در نظافت ناشی از آلودگی هوا ۲۳۷ میلیارد ریال، هزینه صرفه جویی در استهلاک و لوازم یدکی خودروها ۲۷۰۰ میلیارد ریال، هزینه صرفه جویی در پرداخت خسارات ناشی از تصادفات ۱۸۶ میلیارد ریال، برآورد شده است. که نتیجتاً با راه اندازی متروی تهران سالانه رقمی معادل ۴۷۷۹ میلیارد ریال در اقتصاد مردم تهران صرفه جویی می شود [۹]. نگاهی آماری به میزان هزینه هر یک نفر - کیلو متر در جدول (۱) به تفکیک انواع سیستم ها نشان داده شده است.

جدول (۱): هزینه هریک نفر - کیلو مترسفر با گونه های مختلف (ریال) [۹]

اتوبوس	مینی بوس	سواری
۳۹,۳	۳۹,۳	۸۷

۳-۳-۲- کاهش آلودگی هوا و محیط زیست

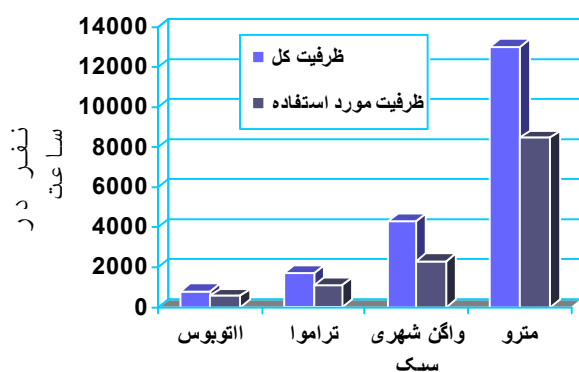
طبق آمار، حمل و نقل جاده ای بیش از ۶۵ برابر راه آهن آلاینده تولید میکند و در مورد آلودگی صوتی ایجاد شده، مقایسه ای بین وسایط نقلیه جاده و ریلی نمایانگر آنست که در وسایط نقلیه جاده ای صدای ایجاد شده ۸۰۰ دسی بل بوده که این میزان برای هر لوکوموتیو ۱۲۰ دسی بل می باشد. حمل و نقل ریلی در این خصوص نیز با توجه به تعداد دفعات تردد یک وسیله نقلیه در جاده ارجحیت دارد. [۱۰]. با رجوع به آمار و مقایسه انواع سیستم های حمل و نقل می توان به این موضوع پی برد که حمل و نقل ریلی یکی از سیستم های جواب گو برای مقابله با معضلات ناشی آلودگی هوا در شهر های پر ترافیک می باشد. در جدول شماره (۱۱) میزان آلاینده های ناشی از تردد وسایل نقلیه موتوری را در تهران نشان می دهد. در اثر حرکت خودروها روزانه ۲ تن سرب وارد هوا می شود و هر فرد در شهرهای بزرگ بین ۱۰ تا ۲۰ هزار لیتر هوا توام با گازهای سمی استنشاق می کند.

جدول (۱۱): آلاینده های ناشی از تردد وسایل نقلیه موتوری در تهران (تن در روز) [۳]

منو اکسید کربن	هیدرو کربن	اکسید ازت	اکسید گوگرد	مواد معلق	سرب
۳۰۰۰	۴۵۰	۱۲۰	۳۰	۳۰	۲

۳-۳-۳- کاهش ترافیک و افزایش سرعت در حمل و نقل

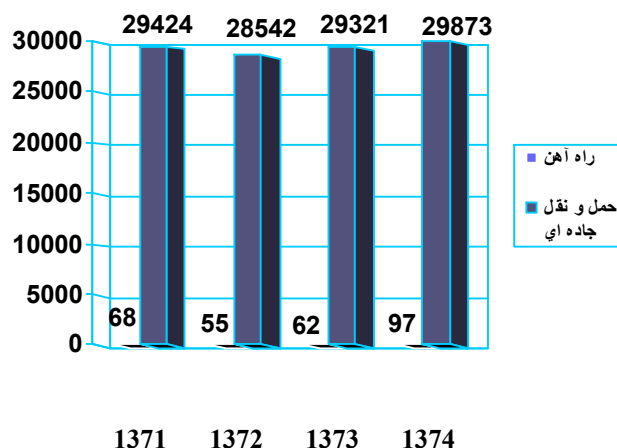
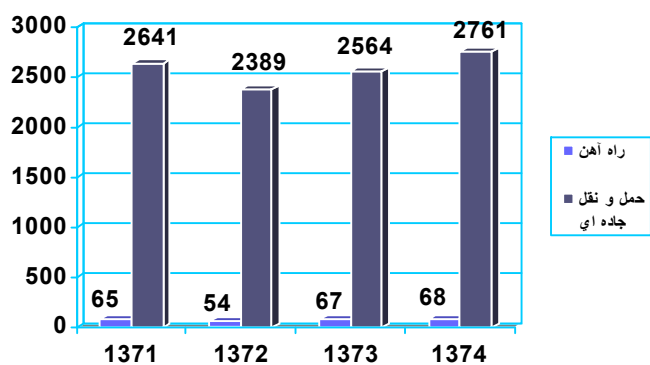
در کشورهای اروپایی غربی نسبت درصد قطارهای خطوط شهری که بیش از ۱۵ دقیقه تاخیر دارند از ۲ درصد هم کمتر است. این آمار برای قطارهای حومه با بیش از ۵ دقیقه تاخیر کمتر از ۱ درصد است. نمودار (۱۳) ظرفیت جابجایی انواع سیستم های حمل و نقل از نظر سرعت جابجایی را نشان میدهد.



نمودار (۱۳): ظرفیت جابجایی انواع سیستم های حمل و نقل از نظر سرعت جابجایی [۳]

۳-۳-۴- افزایش و ایمنی در حمل و نقل

راه آهن مطمئن ترین وسیله حمل و نقل است. طبق آمار، تلفات در راه آهن از یک کشته برای هر میلیارد مسافر کیلومتر هم کمتر است. این رقم برای جاده بیش از ۱۰۰ و در مورد حمل و نقل هوایی ۲۵ می باشد. اغلب تصادفات در حمل و نقل مربوط به حمل و نقل جاده ای است که ۷۰ درصد بر اساس خطای انسانی ۱۹ درصد اشکال وسیله نقلیه و ۱۱ درصد اشکالات مهندسی مسیر می باشد [۳].



نمودار (۱۵): مقایسه آمار مصدومان جاده ای و راه آهن [۳]
نمودار (۱۴): مقایسه آمار تلفات جاده ای و راه آهن

در کشور [۳]

۴- مثالهای نمونه از تاثیر مترو درون شهری و واصل به شهرهای اقماری

با تحلیل های اقتصادی و زیست محیطی و ترافیکی انجام شده در مورد مزایا و نیز توجه پذیر بودن استفاده از آن به عنوان یک سیستم جایگزین که می تواند در شهرهای اقماری ایجاد شده مورد استفاده قرار گیرد، در این بخش به طور عملی و کاربردی نگاهی به نتایج اقتصادی، زیست محیطی و ترافیکی انجام یافته در دو مثال نمونه: متروی تهران و متروی هشتگرد - مهر شهر که بعنوان یک شهر اقماری برای شهر بزرگ تهران محسوب می شود پرداخته میشود.

۴-۱- متروی درون شهری (متروی تهران)

در راستای نشان دادن توجه فنی و اقتصادی استفاده از مترو تهران در این قسمت به محاسبه نسبت فایده به هزینه احداث مترو و توجه پذیری آن پرداخته میشود. برای این منظور ابتدا بایستی: (الف) منافع ناشی از صرفه جویی و (ب) هزینه های اقتصادی و اجتماعی شناخته شوند. منافع ناشی از صرفه جویی شامل: کاهش مصرف سوخت، صرفه جویی در زمان سفر، صرفه جویی هزینه های ناشی از استهلاک و لوازم یدکی وسایل نقلیه شخصی، صرفه جویی در هزینه های خسارت ناشی از آلودگی هوا می باشند. و نیز هزینه های اقتصادی و اجتماعی نیز شامل هزینه های اولیه که خود شامل هزینه های سرمایه گذاری و هزینه های اجرا و نگهداری می باشند. شناخت هر یک از آیتم های فوق برای تحلیل اقتصادی احداث مترو لازم و ضروری است. هزینه های سرمایه گذاری می تواند شامل هزینه ساختمان ایستگاه ها، تونل ها، پست برق، تعمیرگاه و پایانه، قطار، تجهیزات ثابت و هزینه های اجرا و نگهداری شامل دستمزد ها و حقوق، تعمیر و نگهداری ایستگاه ها، وسایل نقلیه، آب و برق، چاپ بلیط، بیمه ساختمان و تاسیسات استهلاک قطارها، ساختمان آموزش می باشند. بعد از شناخت هزینه ها و نیز منافع حاصل از احداث مترو بایستی بنوعی بین این دو کمیت ارزش گذاری انجام داد تا مقایسه ای بین این دو پارامتر دخیل توسعه شبکه مترو ایجاد گردد.

ارزشگذاری هزینه ها و منافع بر مبنای قیمت ها می باشند، بنابراین برای ارزشگذاری هزینه ها و منافع، پیدا کردن قیمت بازاری برای نهاده ها و ستاده ها ضروری است، قیمت تمامی هزینه ها بصورت ثابت منظور می شوند یعنی تمامی قیمت ها بایستی در زمان عمر پروژه ارزشگذاری شوند. هزینه ها را با نرخ تورم افزایش می دهیم و برای طول مدت معین عمر پروژه ارزش نقدی هزینه ها و منافع ها را محاسبه می کنیم. با استفاده از نتایج حاصل از تحقیق زیر در متروی تهران می توان از نتایج زیر برای محاسبه شاخص هزینه - فایده استفاده کرد [۴]:

جدول (۳): هزینه های احداث خط یک متروی تهران [۴]

جدول (۴):

هزینه ها	ارزش (ریال)
ابنیه و مسیر	۱/۱۱۸/۳۹۸/۰۰۰/۰۰۰
ساخت و نصب تجهیزات	۱۴۲/۱۲۹/۰۰۰/۰۰۰
وسیله نقلیه (قطار)	۹۵۱/۲۹۸/۵۶۰/۰۰۰
کل هزینه های احداث خط یک	۲/۲۱۱/۸۲۵/۰۰۰/۰۰۰

هزینه های جاری خط یک متروی تهران [۴]

هزینه ها	ارزش (ریال)
هزینه های حقوق و دستمزد بهره برداری	۱۲/۸۵۴/۹۷۶/۹۲۸
هزینه های عملیاتی	۲۱۱/۵۴۴/۵۲۶/۳۸۷
کل هزینه های جاری خط یک	۲۲۴/۳۹۹/۵۰۳/۲۰۰

الف) داده های آماری وزارت نفت در سال ۱۳۸۳ نشان میدهد که متوسط قیمت بنزین در فوب خلیج فارس در سال ۱۳۸۳ مبلغ بنابراین صرفه جویی سوخت در خط یک متروی تهران ۱۰۲/۷۷۵/۵۳۷/۸۰۰ ریال محاسبه میشود.

جدول (۵): مقدار صرفه جویی در مصرف سوخت در سال ۱۳۸۳ [۶]

صرفه جویی به ازاء	بنزین (لیتر)	گازوئیل (لیتر)
۵۰۰ مسافر	۱۵	۱
هر مسافر-کیلو متر	۰/۰۳	۰/۰۰۲
طول هر سفر مسافر در مترو	۰/۳۰۹	۰/۰۲۰۶

جدول (۶): کاهش مصرف سوخت خط یک متروی تهران در سال ۱۳۸۳ [۶]

مجموع کل مسافر جابجا شده در سال ۱۳۸۳ نفر	صرفه جویی به ازاء جابجایی هر مسافر در مصرف بنزین لیتر	صرفه جویی به ازاء جابجایی هر مسافر در مصرف گازوئیل لیتر	صرفه جویی کل در مصرف بنزین لیتر	صرفه جویی کل در مصرف گازوئیل لیتر
--	---	---	---------------------------------	-----------------------------------

خط یک	۰/۳۰۹	۰/۰۲۰۶	۳۵/۶۸۵/۹۵۱	۲/۳۷۹/۰۶۳
۱۱۵/۴۸۸/۵۱۷				

جدول (۷): ارزش سوخت صرفه جویی شده توسط خط یک مترو در سال ۱۳۸۳ [۶]

نوع سوخت	مقدار صرفه جویی در سال ۱۳۸۳ (لیتر)	قیمت هر لیتر (ریال)	ارزش ریالی صرفه جویی
بنزین	۳۵/۶۸۵/۹۵۱	۲۷۰۰	۹۶/۳۵۲/۰۶۷/۷۰۰
گازوئیل	۲/۳۷۹/۰۶۳	۲۷۰۰	۶/۴۲۳/۴۷۰/۱۰۰

ب) محاسبه ارزش هزینه اجتماعی صرفه جویی شده در سال ۱۳۸۳ به اینصورت انجام میگیرد که با توجه به آلودگی هوا که تاثیر مستقیم بر سلامت جسمانی انسانها و تاثیر به وسایل و تجهیزات و ابنیه و جنگل و نیز افزایش گازهای گلخانه ای دارد. به یافتن و محاسبه اهمیت ارزش هزینه اجتماعی صرفه جویی شده پرداخته شده. جدول شماره (۸) نشان دهنده آلاینده ها و فاکتورهای انتشار و نوع آنها را به تفکیک نشان می دهد. و جدول شماره (۹) ارزش پیشنهادی و هزینه های اجتماعی را در ایران نشان می دهد. بنابراین مقدار قیمت صرفه جویی هزینه های اجتماعی بصورت جدول زیر محاسبه می شود.

جدول (۸): فاکتورهای انتشار و نوع آلاینده های منتشره سوخت های فسیلی به تفکیک نوع سوخت [۷] (لیتر - گرم)

نوع آلاینده / نوع سوخت	منو اکسید کربن	دی اکسید گوگرد	اکسید های ازت	ذرات معلق
بنزین	۳۵۰	۱/۵	۱۳/۵	۱/۳
گازوئیل	۷/۲	۱۶/۸	۲۷	۱۳/۲

جدول (۹): میزان هزینه اجتماعی پیشنهادی آلاینده های فسیلی به تفکیک نوع سوخت (لیتر - گرم) [۷]

آلاینده	میزان هزینه خسارت (هزار ریال بر تن)
PM_{10}	۳۴۴۰۰
SO_2	۱۴۶۰۰
Nox	۴۸۰۰
CO	۱۵۰۰

ج) محاسبه ارزش صرفه جویی در هزینه استهلاک و لوازم یدکی وسایل نقلیه استهلاک در نظر گرفته می شود. که با کاهش هزینه در خرید لوازم یدکی مستهلاک یافته وسایل نقلیه می توان بطور غیر مستقیم به مقوله صرفه جویی رسید.

جدول (۱۰): ارزش صرفه جویی در هزینه استهلاک و لوازم یدکی وسایل نقلیه شخصی [۶]

صرفه جویی در استهلاک (ریال)	صرفه جویی در مصرف لوازم یدکی (ریال)	استهلاک خودرو در هر سال (ریال)	مصرف لوازم یدکی در سال	قیمت متوسط هر خودرو (ریال)	صرفه جویی در استهلاک (ریال)
۱۲۴/۰۲۶/۰۰۰/۰۰۰	۶۲۰/۰۱۳/۰۰۰/۰۰۰	%۱۰	%۵	۷۰/۰۰۰/۰۰۰	۱۷/۷۱۸

د) محاسبه ارزش زمان صرفه جویی شده منجر به یافتن مقدار زمان متوسط صرفه جویی شده برای هر نفر میشود. که از آنالیز این اعداد در متروی تهران به صرفه جویی مقدار زمان ۴۰ دقیقه برای هر نفر در سال ۱۳۸۳ رسیده شده است، بنابراین ارزش زمانی برای هر شهروند تهرانی در سال ۱۳۸۳ بر حسب سرانه در آمد هر شهروند محاسبه شده و در حدود ۱۸۳۸ ریال برای هر ساعت و یا هر دقیقه ۱۴ تومان برای هر شخص در نظر گرفته شده است.

برای تحلیل پروژه با توجه به یافتن ارزش منافع (۹۶۰/۹۷۲/۸۷۴/۱۰۰) و نیز هزینه خط یک متروی تهران با استفاده از قیمت در سال ۱۳۸۳ تحلیل فایده- هزینه و همچنین نسبت منافع به هزینه را بدست آمده که نتایج حاصل از محاسبه فایده- هزینه سالیانه خط یک متروی تهران بصورت زیر در آمده است. عدد ۲/۸۱ بر اساس نرخ بهره ۷ درصد، ۲/۵ بر اساس نرخ بهره ۱۵ درصد و ۲ بر اساس نرخ بهره ۱۵ درصد. بنابراین نتایج نشان می دهند که برای تمامی نرخ تورم های مفروض نسبت فایده - هزینه عددی بزرگتر از یک بوده و توجیه پذیری و موثر بودن طرح را نشان می دهد.

۴-۲- متروی مهر شهر - هشتگرد (شهر اقماری)

نگاهی به امتیازات احداث متروی شهری هشتگرد مهرشهر در باره هزینه ها و مزایای پروژه بصورت ذیل است [۸]:

الف) هزینه ها شامل: (۱) کارهای سویل ۵۱۷۰۳۰۰۰ دلار آمریکا، (۲) نصب تجهیزات و ریل گذاری ۷۳۸۰۰۰۰۰ دلار آمریکا، (۳) هزینه های ریالی (تملك اراضي و ...) ۱۵۰۰۰۰۰۰ میلیارد ریال وجود سیستم سریع و یکپارچه ، متوسط زمان سفر از تهران و کرج به هشتگرد و بالعکس را به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می دهد و سکونت در هشتگرد را جذاب میکند. همین موضوع باعث افزایش مهاجرت به هشتگرد می شود و نرخ رشد جمعیت آن افزایش یافته و اهداف برنامه جامع شهری هشتگرد در زمان خود محقق می شود .

ب) صرفه جویی در زمان سفر

جدول (۱۲): متوسط زمان سفر از هشتگرد به کرج و تهران [۷]

متوسط زمان سفر از هشتگرد به کرج		متوسط زمان سفر از هشتگرد به تهران	
در شرایط وجود مترو	در شرایط وجود مترو	در شرایط وجود مترو	در شرایط وجود مترو
۶۰	۹۲	۲۱	۵۱

با احداث راه آهن برقی مهرشهر هشتگرد متوسط زمان سفر از هشتگرد به کرج و تهران را حداقل نیم ساعت کاهش می دهد. بر اساس مطالعات با احداث راه آهن مذکور برای هر سفر انجام گرفته از هشتگرد به تهران یا بالعکس حدود ۶۳ تومان صرفه جویی وقت می شود.

جدول (۱۳): در صد استفاده کنندگان از گونه های مختلف حمل و نقل در منطقه هشتگرد (حال حاضر) [۷]

سواری	مینی بوس + اتوبوس
۲۹ درصد	۷۱ درصد

جدول (۱۴): درصد جذب شده مسافری به قطار برقی در صورت احداث مترو [۷]

در صد مسافری جذب شده از مینی بوس و اتوبوس به مترو	در صد مسافری جذب شده از سواری به مترو	در صد مسافری جذب شده به مترو
۵۵	۱۸	۷۳

با فرض اینکه پس از احداث مترو ۷۳ درصد مسافری اتوبوس و ۵۲ درصد مسافری مینی بوس و ۲۰ درصد مسافری سواری به مترو جذب شوند :

$$(55/73)(39/3) + (18/73)(87) = 51/1$$

بازای هر نفر کیلومتر ۵۱/۱ ریال صرفه جویی صورت میگیرد. یعنی در ازای هر سفر با قطار مسافری مهرشهر هشتگرد ۲۲۶ ریال صرفه جویی (قیمت سال ۸۰) در هزینه دیگر گونه های حمل و نقل انجام میگیرد.

ج) صرفه جویی در هزینه های اسکان جمعیت در تهران

بودجه شهرداری تهران در سال ۱۳۸۰ حدود ۶۵۰ میلیارد تومان بوده است. هزینه هر شهروند تهرانی ۸۱/۲۵ هزار تومان در سال، هزینه هر شهروند اصفهانی ۴۵ هزار تومان در سال، هزینه هر شهروند

در شهر هاي كوچك ۲۰ هزار تومان در سال، كه با تحقق اهداف طرح جامع شهر هشتگرد باعث جذب سرريز جمعيت تهران و جلوگیری از مهاجرت به تهران و در نهايت به مثابه صرفه جويي منابع براي جامعه به حساب مي آيد.

جدول (۱۵): ارزش مانده راه آهن مهر شهر هشتگرد (در دوره ۲۵ ساله طرح)، [۷]

عنوان	عمر مفید (سال)	ارزش حقيقي اسقاط (درصد)
سرمایه زیر بنایی	۵۰	—
ادوات ناقله	۳۰	۲۰
اراضي تملک شده	بي نهايت	۱۰۰

۵- خلاصه و نتیجه گیری

در این مقاله ضمن بررسی آمار حاصله از نتایج احداث شهرکهای اقماری و ارتباط آنها با کلان شهرها بوسیله مترو در داخل و در عرصه بین المللی، نشان داده شد که (الف) شهرهای اقماری یکی از راهکارهای اساسی در رفع معضلات کلان شهرها می باشد (ب) موثر ترین و بهینه ترین راه که در آن می تواند جامعه را بسوی اسکان در شهرهای اقماری سوق داد ایجاد حمل و نقل مترو است. آمار ارائه شده در این مقاله نمایانگر آن است که توسعه جمعیت در کلان شهر های ایران بخصوص تهران در دو دهه اخیر در عرصه بین المللی کم نظیر بوده و از رشد بسیار قابل توجهی برخوردار است، بطوریکه معضلات عدیدهایی شامل ترافیک سنگین شهری، آلودگی محیط زیست، تلاف وقت و انرژی در جامعه را به همراه داشته است. تجربه شهرهای بی چون لندن در رفع معضلات مشابه در اوایل نیمه دوم قرن بیست ام نمایانگر آن است که می توان با احداث شهرهای اقماری و اسکان جمعیت کلان شهرها در این شهرکها، میتواند معضلات فوق را تا حدی قابل توجهی رفع نمود. در این تحقیق ضمن ارائه آمارهای جامعی از چند شهر در عرصه بین المللی نشان داده شد که مهمترین راه ترغیب جمعیت در کلان شهرها برای اسکان در شهرک های اقماری ایجاد یک سیستم حمل و نقل مطمئنی است که مردم بتوانند با اتکای به آن ضمن صرف حداقل هزینه از دقت و نظم و سرعت بالایی در حمل و نقل برخوردار گردند.

بعنوان یک جمع بندی از نتایج این تحقیق می توان چنین بیان داشت که ایجاد شهرکهای اقماری و اتصال آنها به کلان شهر مرکزی بوسیله مترو مزایای قابل توجهی را در رفع معضلات موجود در کلان شهر های ایران را موجب می گردد. مطابق با تجربه حاصل شده در شهر های توسعه یافته چون لندن و مسکو و همچنین چندین نتیجه حاصله در ایران می توان بیان داشت که بکار گیری چنین راهکاری باعث آن میشود که (۱) حجم ترافیک موجود در کلان شهرهای ایران بطور قابل توجهی کاهش یابد (۲) میزان مصرف سوخت و انرژی بشدت کاهش یافته و دغدغه خاطر دولت در ارائه سوبسید ۹۰٪ روی سوخت

اتومبیل ها کاهش یابد (۳) آلودگی های ایجاد شده بوسیله موتورهای درون سوز شهری کاهش یافته و محیط زیست سالم تری ایجاد گردد (۴) نظم و دقت در حمل و نقل بهتر ایجاد گردد (۵) آمار تصادفات و خسارات وارده بشدت کاهش یابد.

تقدیر و تشکر

از شرکت مشاور سپهر یادمان، بخاطر حمایت های مالی و معنوی در راستای انجام این تحقیق تشکر میگردد.

مراجع

- ۱- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، "آمارنامه سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور"، ۱۳۸۴
- [2] Douglas, M., "Development of New Mini-Cities", SEWA Publishing Service, New York, USA, 2005
- [3] London City Council, " Report Number F14-18", London, 2004
- ۳- شرکت رجا، "گزارش سالانه"، راه آهن جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۴
- ۴- شرکت متروی تهران، "گزارش فنی اقتصادی سالانه"، ۱۳۸۳
- ۵- سازمان بهینه سازی مصرف سوخت، "گزارش بهینه سازی انرژی"، ۱۳۸۳
- ۶- کاظمی، روح الله، "تحلیل هزینه - فایده گسترش خطوط مترو در تهران"، مجموعه مقالات کنفرانس حمل و نقل ریلی، ۱۳۸۳
- ۷- ابطحي، مهدی، "گزارش فاز صفر قطار مهر شهر - هشتگرد"، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۳
- ۸- مشاور سپهر یادمان، "توجیه فنی اقتصادی احداث مترو مهر شهر - هشتگرد"، گزارش مشاور سپهر یادمان " ۱۳۸۴
- ۹- میر محمد صادقی، جواد، "تحلیل فنی و اقتصادی احداث مترو در کلان شهرها"، گزارش تحقیقاتی، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۵