

## تحلیل اقتصادی خطوط اتوبوسرانی - مطالعه موردی خط 4-30

### (شهید فتحی - پایانه فیاض بخش) شهر تهران

یاسر تقی زاده، کارشناس ارشد مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل، شرکت مهندسی راهبرد تردد فردا<sup>1</sup>  
سید محمد مهدی امیری پور، کارشناس ارشد مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل، شرکت مهندسی راهبرد تردد  
فردا<sup>2</sup>

علی حسن کاظمی، کارشناس ارشد مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل، شرکت مهندسی راهبرد تردد فردا<sup>3</sup>  
بهروز نوروزی، کارشناس معاونت بهره‌برداری شرکت واحد اتوبوسرانی تهران<sup>4</sup>  
<sup>2,3,1</sup>{taghizadeh, amiripour, kazemi}@rtfi@.021-77131378  
<sup>4</sup>noroozi-b@tehran.ir .021-77894694

#### چکیده

سیستم اتوبوسرانی شهری به عنوان یک طریقه حمل و نقل عمومی مهم در شهرهای بزرگ مورد توجه پژوهشگران قرار دارد. مطالعات مختلفی بر روی جنبه های مختلف عملکردی این طریقه حمل و نقلی اعم از طراحی شبکه، زمانبندی و سایر موارد انجام می گیرد. با نگاهی به مطالعات انجام شده در ایران می توان دریافت که اکثر این مطالعات در سطح برنامه ریزی هستند. مطالعاتی نظیر طراحی خطوط و انتخاب طریقه حمل و نقل عمومی در اکثر شهرهای بزرگ کشور انجام گرفته اند که اکثراً به دلیل در نظر گرفتن ملاحظات اجرایی قابلیت اجرا را نداشته اند. یکی از موارد اجرایی مهم که پس از ابلاغ سیاستهای اصل 44 قانون اساسی در راستای واگذاری ارائه خدمات به بخش خصوصی مورد توجه قرار گرفت، تحلیل اقتصادی در سیستم اتوبوسرانی شهری است. این مطالعه مهم، زمینه ساز واگذاری ارائه خدمات اتوبوسرانی شهری به بخش خصوصی است که طی آن می توان نرخ کرایه را نیز محاسبه نمود. در این مطالعه تمامی پارامترهای موثر در هزینه و درآمد یک خط اتوبوس استخراج شده و نحوه محاسبه آنها نیز بیان گردیده است. به منظور سهولت در برآورد هزینه ها و درآمدها برای کاربرد ساده تر لایه اجرایی، نرم‌افزاری تهیه شده که در آن امکان تغییر تمامی پارامترها و انتخاب روشهای مختلف محاسبه هزینه ها و درآمدها وجود دارد. روند تحلیل اقتصادی و خروجی نرم‌افزار ارائه شده، برای خط 4-30 در شهر تهران به صورت نمونه انجام شده و سناریوهای مختلف تحلیل اقتصادی این خط مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

واژه های کلیدی: تحلیل اقتصادی، هزینه عملکرد، درآمد، خصوصی سازی

## 1- مقدمه

تحلیل اقتصادی در حوزه حمل و نقل همگانی و خصوصاً اتوبوسرانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هزینه‌های یک خط اتوبوس در دو دسته عملکردی و اجتماعی قابل تقسیم است. هزینه‌های عملکردی، همان هزینه‌های مستقیم و مرتبط با وسیله نقلیه در خطاستکه در این زمینه می‌توان از هزینه‌های عملیاتی، هزینه مستقیم تصادفات، استهلاک، سرمایه‌گذاری و هزینه راننده نام برد. هزینه‌های اجتماعی نیز شامل هزینه اجتماعی تصادفات و تاثیر اتوبوسها روی زمان سفر سایر وسایل نقلیه است. به صورت مشابه درآمدهای یک خط اتوبوس نیز ممکن است به صورت مستقیم یا غیرمستقیم باشد. درآمد مستقیم حاصل کرایه‌ای است که از مسافران دریافت می‌گردد و کاهش آلودگی هوا، کاهش تاخیر در کل شبکه و رونق کاربری‌های تجاری در محدوده خط اتوبوس نیز، نمونه‌ای از درآمدهای غیر مستقیم است [1]. در این مطالعه با توجه به اینکه هدف، تعیین نرخ کرایه خط و همچنین نرخ یارانه برای واگذاری خطوط به بخش خصوصی است، تنها هزینه‌های عملکردی و درآمدهای مستقیم یک خط اتوبوس مورد توجه قرار می‌گیرد.

در زمینه برآورد هزینه‌های عملکردی، مطالعات مختلفی انجام شده است. ویلسون<sup>1</sup> پارامترهای موثر در هزینه عملیاتی خطوط اتوبوس، در شهرهای امریکا را استخراج کرد و مدلی برای محاسبه هزینه عملیاتی به ازای هر مایل ارائه نمود [2]. ووچیک<sup>2</sup> هزینه‌های عملیاتی را به دو دسته هزینه‌های شبکه و وسیله نقلیه تقسیم کرده و عوامل موثر در هر دسته را بررسی نموده است [3]. هنشر<sup>3</sup> نیز هزینه‌های سازمان‌های اتوبوسرانی در ارائه خدمات به مردم را بررسی نموده و تاثیر سیاستهای مختلف در هزینه‌های این سازمانها را بررسی کرده است [1]. شرکت واحد اتوبوسرانی تهران در طی چند مطالعه در سالهای اخیر، به برآورد هزینه‌های عملکردی و تعیین نرخ کرایه پرداخته است [4] و [5]. اما در تمامی این مطالعات هزینه‌ها برای یک سال خاص برآورد شده و مبنای اصلی تعیین کرایه نیز طول خطوط بوده است. همچنین هیچ یک از مطالعات، هزینه را وابسته به خط در نظر نگرفته‌اند، بلکه متوسط هزینه یک اتوبوس در کل خطوط را محاسبه کرده‌اند.

نوآوری این مطالعه، ارائه روندی برای محاسبه هزینه عملکرد و درآمد در یک خط خاص است، به‌گونه‌ای که تمامی پارامترهای موثر را در نظر گرفته و در ضمن قابلیت به روز شدن در سالهای آتی را نیز دارد. خروجی این روند، تعیین متوسط هزینه عملکرد یک اتوبوس، متوسط درآمد یک اتوبوس و تعیین هزینه جابه‌جایی یک مسافر در خط مورد نظر است. خروجی دیگر تعیین یارانه پرداختی به شرکتهای خصوصی توسط شرکت واحد است. از دستاوردهای این مطالعه طراحی یک نرم‌افزار برای محاسبه

<sup>1</sup> Wilson

<sup>2</sup> Vuchic

<sup>3</sup> Hensher

هزینه‌های عملکردی و درآمد خطوط است که از لحاظ اجرایی نیز برای تمامی خطوط اتوبوس قابل استفاده است. این نرم‌افزار امکان اعمال تغییر شرایط اقتصادی (تغییر قیمت قطعات و لوازم یدکی اتوبوس و هزینه تعمیرات و نگهداری) یا شرایط فیزیکی خط (تغییر تعداد ناوگان، تغییر نوع اتوبوسها، تغییر مسیر و طول خط، تغییر مسافر خط و ...) را فراهم می‌کند.

در این مطالعه در بخش دوم روندی برای محاسبه هزینه عملکردی یک اتوبوس در خط ارائه می‌شود، در بخش سوم درآمد مستقیم یک اتوبوس برآورد می‌شود، در بخش چهارم نحوه تعیین نرخ کرایه و یارانه مشخص شده و در بخش پنجم نتایج روند تحلیل اقتصادی و خروجی برنامه برای خط 4-30 در شهر تهران ارائه می‌شود و بخش ششم به نتیجه‌گیری اختصاص دارد.

## 2- هزینه عملکردی یک دستگاه اتوبوس

پارامترها و عوامل موثر در محاسبه هزینه عملکردی روزانه یک دستگاه اتوبوس در یک خط خاص، بر اساس رابطه 1 محاسبه می‌شود. قابل توجه است که هزینه عملکردی و درآمد، معمولاً به ازای یک اتوبوس محاسبه می‌شود، اما در صورت لزوم با ضرب این مقادیر در تعداد اتوبوس‌های خط، می‌توان هزینه و درآمد کل خط را محاسبه نمود.

$$C = C_O + C_A + C_D + C_I + C_C + C_E \quad (1)$$

در این رابطه،  $C$  کل هزینه عملکردی یک دستگاه اتوبوس،  $C_O$  هزینه‌های عملیاتی اتوبوس،  $C_A$  هزینه بیمه و تصادفات،  $C_D$  هزینه استهلاک،  $C_I$  هزینه سرمایه‌گذاری،  $C_C$  هزینه راننده و  $C_E$  سایر هزینه‌ها می‌باشد. واحد تمامی این پارامترها ریال بر روز است. در ادامه جزئیات محاسبه این پارامترها بیان می‌شود.

### 1-2- هزینه عملیاتی ( $C_O$ )

هزینه عملیاتی روزانه یک دستگاه اتوبوس، مجموع هزینه‌های سوخت، تعمیر و نگهداری، کارواش و پارکینگ است. برای محاسبه هزینه سوخت یک اتوبوس نیاز به دانستن پیمایش روزانه و همچنین میزان مصرف سوخت آن اتوبوس است. میزان پیمایش روزانه یک اتوبوس به خطی که در آن فعالیت می‌کند، بستگی دارد و با توجه به تعداد نیمراه طی شده و طول خط قابل محاسبه است. در نهایت هزینه روزانه سوخت یک اتوبوس از رابطه 2 قابل محاسبه است.

(2)

هزینه تعمیر و نگهداری شامل هزینه‌های تعویض روغن موتور، روغن گیربکس، روغن هیدرولیک، روغن دیفرانسیل، لاستیک، ضد یخ، باتری، قطعات و لوازم یدکی و هزینه تعمیرات سنگین یک اتوبوس است [2].

برای محاسبه هر یک از این موارد لازم است که تعداد دفعات تعویض و قیمت واحد به ازای هر تعویض مشخص شود. هزینه کارواش شامل عملیات روشویی، موتورشویی، سقف شویی، زیرشویی و خشک کردن اتوبوس است که دوره مورد نیاز و هزینه هر مورد متفاوت است. هزینه پارکینگ نیز معادل هزینه روزانه‌ای است که برای توقف یک اتوبوس در پارکینگ اخذ می‌شود.

## 2-2- هزینه بیمه و تصادفات ( $C_A$ )

تصادفات یک اتوبوس هزینه‌های مختلفی را به همراه دارد که مهمترین آنها هزینه دیه و خسارت است. در گذشته شرکت واحد اتوبوسرانی تهران پس از حادثه، هزینه‌های مربوطه را به صورت مستقیم پرداخت می‌نمود اما اخیراً این شرکت، اتوبوس‌ها و رانندگان خود را بیمه نموده است. بنابراین، خسارت ناشی از تصادفات از درگاه این بیمه پرداخت می‌شود. شایان ذکر است که در این مطالعه هزینه تصادفات به نوعی معادل هزینه بیمه در نظر گرفته شده است چرا که فقط هزینه‌های مستقیم تصادفات مورد نیاز می‌باشد. به عبارتی، هزینه بیمه و تصادفات در هم مستتر بوده و در واقع یک هزینه هستند. هم‌اکنون در شرکت واحد اتوبوسرانی تهران دو نوع بیمه وجود دارد که هر دو در محاسبه هزینه عملکرد یک اتوبوس منظور می‌شود. یکی بیمه اتوبوس است که به منظور تامین هزینه تصادفات می‌باشد و دیگری بیمه خویش فرما است که مربوط به رانندگان و خانواده آنها می‌باشد.

## 2-3- هزینه استهلاک ( $C_D$ )

با گذشت عمر یک اتوبوس از ارزش اولیه آن کاسته شده و به مرور زمان به مرحله اسقاط یعنی زمانی که دیگر قابل استفاده به صورت مفید نیست، می‌رسد. دو روش اصلی برای محاسبه هزینه استهلاک وجود دارد که در این مطالعه هر دو روش بررسی شد. روش اول، روش خط مستقیم است که فرض می‌کند اتوبوس در تمام طول عمر مفید خود به طور یکسان مستهلک می‌شود [6]. بر مبنای این روش، هزینه استهلاک روزانه یک اتوبوس از رابطه 3 قابل محاسبه است:

$$C_D = \frac{P_i - P_s}{UL.WD} \quad (3)$$

که در این رابطه،  $P_i$  ارزش اولیه اتوبوس (ریال)،  $P_s$  ارزش اسقاط اتوبوس (ریال)،  $UL$  عمر مفید اتوبوس (سال) و  $WD$  تعداد روزهای کاری اتوبوس در سال است.

روش دوم، روش نزولی (کاهش پذیر) است که در آن هزینه استهلاک در سالهای ابتدایی عمر مفید دارایی به میزانی بیشتر و در سالهای بعد به میزان کمتری محاسبه می‌شود. به طوری که میزان استهلاک در عمر مفید اتوبوس با نرخ ثابت و بر مبنای ارزش همان سال دارایی مورد نظر (قیمت تمام شده پس از کسر

استهلاک انباشته سنوات قبل) محاسبه می‌شود [5]. روابط 4 و 5، اساس مفاهیم این روش را به خوبی نشان می‌دهند.

$$\text{ارزش پایان سال دارایی} = \text{نرخ نزولی} \times \text{ارزش ابتدای سال دارایی} \quad (4)$$

$$\text{میزان استهلاک سالیانه} = \text{ارزش پایان سال دارایی} - \text{ارزش ابتدای سال دارایی} \quad (5)$$

از بین دو روش بیان شده برای محاسبه هزینه استهلاک، روش دوم یعنی روش نزولی بیشتر به واقعیت نزدیک است، زیرا هزینه استهلاک یک اتوبوس با عمر 2 سال، مسلماً با هزینه استهلاک اتوبوسی با عمر 10 سال متفاوت است. بنابراین مزیت روش نزولی نسبت به روش مستقیم این است که عمر فعلی اتوبوس را نیز در نظر می‌گیرد. اشکال این روش، نیاز به اطلاعات بیشتر مانند نرخ نزول و محاسبات پیچیده‌تر، نسبت به روش خط مستقیم است. در نرم‌افزار تهیه شده برای محاسبه هزینه‌ها و درآمدهای یک خط اتوبوس امکان انتخاب هر دو روش وجود دارد.

#### 2-4- هزینه سرمایه‌گذاری ( $C_i$ )

هزینه سرمایه‌گذاری معادل سودی است که از سرمایه‌گذاری قیمت اولیه یک دستگاه اتوبوس به مدت عمر مفید آن، در بانک به دست می‌آید. بنابراین اگر یک شرکت خصوصی بخواهد اتوبوسی را خریداری نماید، سود حاصل از کار با این اتوبوس در طی عمر مفید آن، باید بیشتر یا حداقل برابر با سودی باشد که اگر همان پول را در بانک سپرده کند، به آن تعلق می‌گیرد. این هزینه‌برای یک دستگاه اتوبوس از رابطه 6 قابل محاسبه است:

$$C_i = \frac{P_i(1+i)^n - P_i}{UL.WD} \quad (6)$$

که در این رابطه  $i$ : نرخ بهره سالیانه و  $n$  تعداد دوره‌های سرمایه‌گذاری است. تعداد دوره‌های سرمایه‌گذاری در این مساله، برابر با طول عمر مفید اتوبوس است.

#### 2-5- هزینه رانندگان ( $C_c$ )

هزینه راننده در واقع همان هزینه پرسنلی روزانه یک راننده اتوبوس است که به عنوان دستمزد از سازمان اتوبوسرانی یا شرکت خصوصی مربوطه دریافت می‌کند. در اکثر خطوط به دلیل وجود 16 ساعتکاری، دو شیفت وجود دارد و بنابراین هر اتوبوس در طول روز بیش از یک راننده نیاز دارد که معمولاً در خطوط خصوصی یکی از آنها تحت عنوان راننده کمکی مشغول به فعالیت است.

## 2-6- سایر هزینه‌ها ( $C_E$ )

علاوه بر هزینه‌های ذکر شده، هزینه‌های دیگری نیز وجود دارد که در محاسبه هزینه عملکرد یک اتوبوس موثر است. اعمال تمامی این هزینه‌ها با تعریف متغیر  $C_E$  در هزینه عملکرد، امکان‌پذیر شده است. یکی از این هزینه‌ها، هزینه تراکنش‌های کارت بلیت است. شرکت واحد به ازای هر تراکنش کارت بلیت ملزم است تا مبلغ 34 ریال به شرکت راه‌انداز این سامانه، پرداخت کند. مثال دیگر، هزینه شارژ پرداختی به شرکت‌ها در خطوط خصوصی است.

## 3- درآمد یک اتوبوس

پارامترهای اصلی در محاسبه درآمد مستقیم یک اتوبوس، تعداد مسافر روزانه جابه‌جا شده و نرخ کرایه در خط است. برای برآورد تعداد مسافر جابه‌جا شده در خط، نیاز به آماربرداری دقیقی می‌باشد که روش‌های گوناگونی برای آن وجود دارد. دو نمونه از روش‌های اصلی، آماربرداری در ایستگاه (Point Check) و آماربرداری در داخل اتوبوس (Ride Check) است، که در بخش مطالعه موردی (خط 4-30) از روش اول برای تعیین تعداد مسافر روزانه خط استفاده شده است. حاصلضرب مسافر روزانه خط در نرخ کرایه، درآمد کل خط را نتیجه می‌دهد. از تقسیم این عدد بر تعداد کل اتوبوسهای فعال در خط، می‌توان متوسط درآمد به ازای هر اتوبوس را محاسبه نمود.

## 4- تعیین کرایه سربه‌سر و یارانه

دو کاربرد اصلی تحلیل اقتصادی یک خط اتوبوس، تعیین نرخ کرایه یک خط و برآورد یارانه پرداختی به شرکت‌های خصوصی است. کرایه سربه‌سر، به معنای کرایه‌ای است که درآمد حاصل از آن با هزینه عملکردی برابر باشد. با دانستن مقدار این پارامتر و اعمال سیاست‌های اجرایی در راستای رضایت مردم، می‌توان کرایه هر خط را مشخص نمود. نرخ کرایه سربه‌سر با تقسیم هزینه عملکردی یک دستگاه اتوبوس بر متوسط تعداد مسافر روزانه هر اتوبوس در خط مربوطه، قابل محاسبه است. کرایه سربه‌سر به عنوان یکی از خروجی‌های نرم‌افزار نیز قابل مشاهده است (بخش مطالعه موردی).

یکی از دغدغه‌های اصلی سازمان‌های اتوبوسرانی، بحث خصوصی‌سازی و واگذاری خطوط به شرکت‌های خصوصی است که مهمترین بخش آن، تعیین یارانه پرداختی به این شرکت‌ها یا رانندگان آنها می‌باشد. این یارانه، بر مبنای تحلیل اقتصادی و محاسبه اختلاف هزینه با درآمد خط و همچنین سود پیش‌بینی شده در سیاست مورد نظر سازمان، قابل تعیین است. به عبارتی کارکرد یک اتوبوس در یک خط خاص، هزینه‌ای به همراه دارد که درآمد حاصل از فعالیت اتوبوس در آن خط، می‌بایست این هزینه را

جبران کند؛ اما نکته قابل توجه این است که درآمد همه خطوط یکسان نیست. بدین معنی که برخی از خطوط پرمسافر درآمد بالایی دارند و در مقابل برخی از خطوط به دلیل مسافر کم آنها در طول روز، درآمد بسیار کمی دارند. به همین علت و در راستای برقراری عدالت، راهکار اول این است که در خطوط کم مسافر، اختلاف هزینه و درآمد با یارانه پرداختی از سوی شرکت واحد جبران گردد. راهکار دوم به شرطی که مدیریت و مالکیت اتوبوس‌ها با شرکت‌های خصوصی باشد نه رانندگان، این است که مجموعه‌ای از خطوط سودده و ضررده به یک شرکت‌واگذار گردد تا درآمد زیاد برخی خطوط، درآمد کم سایر خطوط را جبران نماید. در حالت کلی می‌توان رابطه 7 را برای تعیین یارانه یک خط اتوبوس به صورت مجزا تعریف نمود.

$$(7) \quad \text{سود مورد نظر} + (\text{درآمد خط} - \text{هزینه خط}) = \text{میزان یارانه پرداختی}$$

سود مورد نظر در این رابطه تا حد زیادی به سیاست شرکت واحد بستگی داشته و در حالت کلی می‌توان آن را به صورت درصدی از هزینه خط در نظر گرفت. به عنوان مثال اگر هزینه خطی 200 واحد و درآمد آن 180 واحد باشد و سود مورد نظر 5 درصد هزینه در نظر گرفته شود، میزان یارانه پرداختی به برابر با 30 واحد خواهد بود.

$$= \text{میزان یارانه پرداختی} = (200 - 180) + 0.05 \times 200 = 30$$

سیاست شرکت واحد در ارائه یارانه، باید به گونه‌ای باشد که شرکت‌های خصوصی یا رانندگان، در جهت کاهش هزینه‌ها گام بردارند. به عبارتی شرکت‌های خصوصی و رانندگان باید سعی کنند با کاهش هزینه‌ها و عملکرد بهینه در خطوط، فاصله هزینه و درآمد را کاهش دهند تا به سود کافی دست یابند. بنابراین یارانه پرداختی نباید به حدی باشد که شرکت‌ها و رانندگان به سود مورد نیاز خود رسیده و تلاشی در راستای کاهش هزینه‌ها نکنند.

## 5- مطالعه موردی و معرفی نرم‌افزار

برای پیاده‌سازی روند ذکر شده در تحلیل اقتصادی خطوط اتوبوس، یکی از خطوط اتوبوسرانی شهر تهران انتخاب گردید. کد این خط 4-30، مبدا آن شهید فتحی و مقصد آن پایانه فیاض‌بخش است. این خط تحت مدیریت بخش خصوصی بوده و با طولی معادل 10 کیلومتر و کرایه فعلی 2,250 ریال در حال فعالیت است. 8 دستگاه اتوبوس دیزل و 14 دستگاه اتوبوس گازسوز در این خط وجود دارد که متوسط عمر فعلی آنها 6 سال است. همچنین متوسط مسافر جابه‌جا شده در این خط بر اساس آمارگیری انجام شده در مرجع [7]، 10920 مسافر بر روز است. متوسط نیمراه طی شده توسط هر اتوبوس نیز 10 نیمراه است. ورود این اطلاعات و سایر پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه هزینه و درآمد خط، در نرم‌افزار

طراحی شده، انجام شد. شکل 1 مقادیر تمامی پارامترهای ورودی در نرم افزار برای این خط را نمایش می‌دهد.

مشاهده می‌شود که ورود اطلاعات در این نرم‌افزار در چهار بخش انجام می‌شود. بخش اول اطلاعات خط نام دارد که شامل اطلاعاتی مانند کرایه خط، تعداد اتوبوسها به تفکیک دیزل و گازسوز، متوسط مسافر روزانه، متوسط پیمایش، عمر اتوبوس‌های خط، مصرف سوخت، ارزش اولیه اتوبوس، ارزش اسقاط اتوبوس و دستمزد راننده در این خط است. بخش دوم محل ورود سایر اطلاعات مورد نیاز مانند تعداد روزهای کاری، عمر مفید اتوبوس، روش محاسبه هزینه استهلاک، نرخ نزولی، نرخ تورم، نرخ سود بانکی، قیمت سوخت، هزینه پارکینگ و بیمه است. بخش سوم و چهارم در مرحله ورود اطلاعات، به ترتیب مربوط به پارامترهای تعمیر و نگهداری و کارواش است؛ پارامترهای این دو بخش مستقل از خط بوده و بیشتر به نوع اتوبوس بستگی دارد.

شایان ذکر است که پارامتر پیمایش، از حاصلضرب تعداد نیمراه هر اتوبوس در طول خط محاسبه شده و برابر با 120 کیلومتر در روز است. روش محاسبه هزینه استهلاک نیز نزولی انتخاب شده است، البته در نرم‌افزار امکان انتخاب روش خط مستقیم نیز وجود دارد.



2- سایر اطلاعات	
مقدار یا تعداد	پارامتر
325	تعداد روزهای کاری در سال
10	عمر مفید اتوبوس (سال)
روش نزولی	روش محاسبه استهلاک
0.12	نرخ کاهش در روش نزولی
0.2	نرخ سود بانکی در سرمایه گذاری 5 ساله
0.2	نرخ تورم
1500	قیمت 1 لیتر گازوئیل (ریال)
3000	قیمت 1 لیتر گاز (ریال)
34	هزینه یک تراکنش کارت بلیت (ریال)
40,000	هزینه روزانه پارکینگ (ریال)
700,000	هزینه ماهیانه بیمه خویش فرما (ریال)
1,465,530	هزینه ماهیانه بیمه اتوبوس (ریال)
1,300,000	حق شارژ ماهیانه خصوصی (ریال)

1- اطلاعات خط	
مقدار یا تعداد	پارامتر
4-30 (فجری - فیاض بخش)	شماره خط
2,250	کرایه فعلی خط (ریال)
8	تعداد اتوبوس های دیزل در خط
14	تعداد اتوبوس های گازسوز در خط
10920	متوسط مسافر جابه جا شده روزانه در خط
120	متوسط پیمایش روزانه اتوبوس در خط (کیلومتر)
6	متوسط عمر فعلی اتوبوسهای خط (سال)
46	متوسط مصرف سوخت اتوبوس دیزل در خط (لیتر به ازای هر 100 کیلومتر)
40	متوسط مصرف سوخت اتوبوس گازسوز در خط (لیتر به ازای هر 100 کیلومتر)
175,000,000	ارزش اولیه اتوبوس (ریال)
50,000,000	ارزش اسقاط (ریال)
14,000,000	دستمزد ماهیانه راننده و کمک راننده (ریال)

4- اطلاعات مربوط به کارواش	
فی برای یک بار اجرای عملیات (ریال)	عملیات شستشو
60,000	روشویی
50,000	موتور شویی
40,000	زبرشویی
130,000	سقف شویی
10,000	خشک کردن
180,000	نوشویی

3- اطلاعات مربوط به تعمیرات و سرویس فنی		
فی برای اتوبوس گازسوز (ریال)	فی برای اتوبوس دیزل (ریال)	قطعات و مواد مصرفی
21,775	18,282	قیمت یک لیتر روغن موتور
26,926	26,926	قیمت یک لیتر روغن هیدرولیک
19,902	19,902	قیمت یک لیتر روغن دیفرانسیل
26,926	26,926	قیمت یک لیتر روغن گیربکس
4,000,000	4,000,000	قیمت یک عدد لاستیک
23,414	23,414	قیمت یک لیتر ضد یخ
976,718	976,718	قیمت یک عدد باتری
84,022,320	56,014,880	متوسط هزینه قطعات یدکی در سال
15,000,000	6,000,000	متوسط هزینه تعمیرات سنگین در سال

شکل 1: ورودی برنامه در تحلیل اقتصادی خط 4-30

شکل 2 نتایج خروجی نرم‌افزار را نشان می‌دهد که در آن، نتایج به تفکیک آیتم‌های موثر در هزینه عملکردی و همچنین مجموع هزینه عملکردی، برای دو نوع اتوبوس گازسوز و دیزل نمایش داده شده است. در نهایت نیز، متوسط هزینه عملکرد روزانه یک اتوبوس، متوسط درآمد روزانه یک اتوبوس و کرایه سربه‌سر نمایش داده می‌شود. لازم به ذکر است که متوسط هزینه عملکرد روزانه یک اتوبوس، میانگین وزنی هزینه عملکرد اتوبوسهای دیزل و گازسوز است.

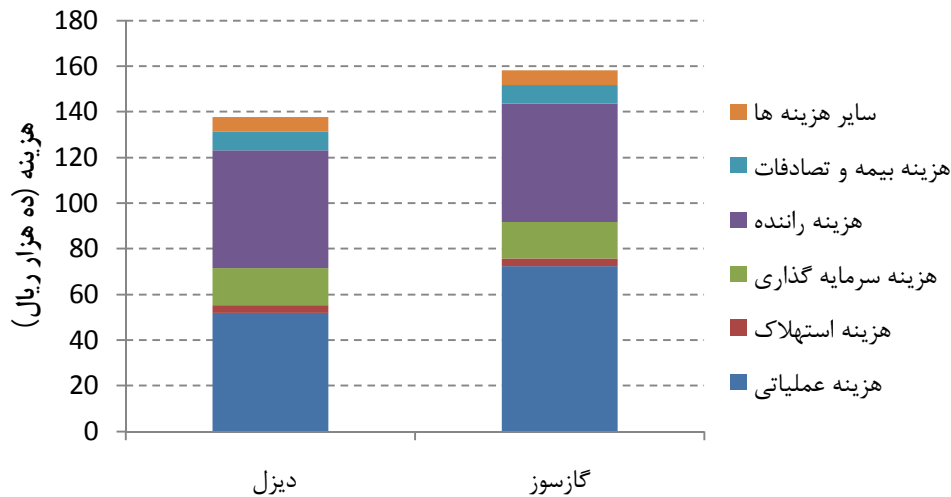
خروجی		
شرح هزینه (روزانه)	مقدار متوسط برای یک اتوبوس دیزل (ریال بر روز)	مقدار متوسط برای یک اتوبوس گازسوز (ریال بر روز)
هزینه عملیاتی	518,615	723,036
هزینه استهلاک	34,100	34,100
هزینه سرمایه‌گذاری	161,538	161,538
هزینه راننده	518,519	518,519
هزینه بیمه و تصادفات	80,205	80,205
سایر هزینه‌ها	65,025	65,025
کل هزینه عملکرد یک اتوبوس	1,378,001	1,582,422
متوسط هزینه عملکرد روزانه یک اتوبوس در خط (ریال)	1,508,087	
متوسط درآمد روزانه یک اتوبوس در خط (ریال)	1,116,818	
کرایه سربه‌سر (ریال)	3,038	

شکل 2: خروجی برنامه در تحلیل اقتصادی خط 4-30

شکل 2 نشان می‌دهد که متوسط هزینه عملکرد یک اتوبوس در این خط، 1,508,087 و متوسط درآمد آن 1,116,818 ریال بر روز است. بنابراین می‌توان گفت که درآمد یک اتوبوس در این خط نمی‌تواند هزینه عملکرد روزانه خود را جبران کند، اما اختلاف چندانی هم ندارند. کرایه سربه‌سر برای جبران هزینه نیز 3,038 ریال است. اما اگر سیاست بر این باشد که کرایه همان 2,250 ریال باشد، باید یارانه‌ای برای این خط در نظر گرفته شود که با فرض سودی برابر 5 درصد هزینه، به شرح ذیل قابل محاسبه است:

$$\text{ریال } 471,253 = 1,508,087 \times 0.05 - (1,508,087 - 1,116,818) = \text{میزان یارانه پرداختی}$$

شکل 3 سهم هر یک از آیتم‌های موثر در هزینه عملکرد را به تفکیک گازسوز و دیزل نشان می‌دهد.



شکل 3: سهم هر یک از آیتم‌ها در هزینه عملکرد

با توجه به شکل 3، مشاهده می‌شود که بخش عمده‌ای از هزینه عملکرد، مربوط به هزینه‌های عملیاتی و راننده است، که در دیزل 75 درصد و در گازسوز 78 درصد از هزینه‌ها را تشکیل می‌دهند. همچنین مشاهده می‌شود که هزینه عملکرد یک اتوبوس گازسوز به دلیل بالاتر بودن هزینه‌های عملیاتی آن، از اتوبوس دیزل بیشتر است.

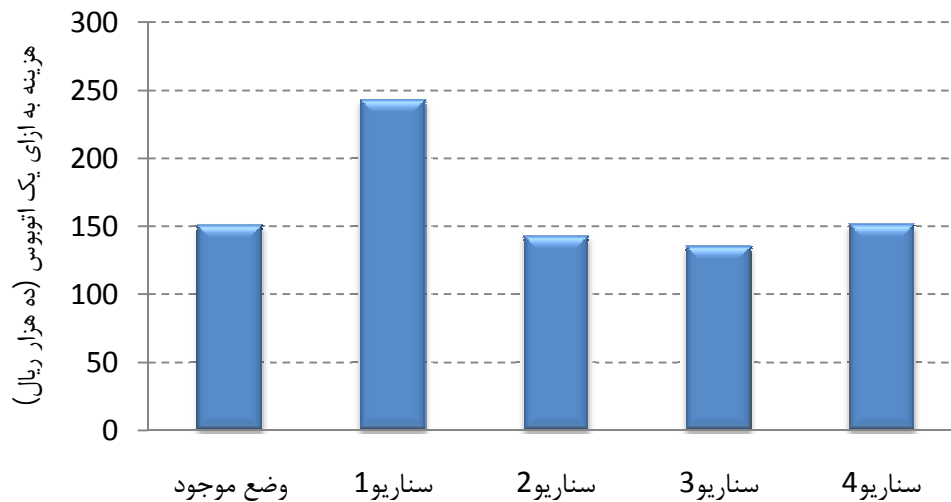
قابل توجه است که خروجی نرم‌افزار برای حالت وضع موجود است، اما به منظور تحلیل اقتصادی در حالت‌های مختلف و نحوه اثرگذاری پارامترهای گوناگون در هزینه، می‌توان سناریوهای مختلفی را بررسی نمود که مهمترین آنها به شرح ذیل است:

سناریو 1) قیمت اولیه اتوبوس یک میلیارد ریال شود: در این سناریو قیمت واقعی اتوبوس و بدون کمک‌های مالی دولت در نظر گرفته می‌شود. این قیمت در وضع موجود 175 میلیون ریال بوده است. سناریو 2) حذف هزینه بیمه و تصادفات: برخی از شرکت‌های خصوصی معتقدند که اتوبوس‌های آنها تصادف نمی‌کند یا این اتفاق بسیار کم رخ می‌دهد. برای اعمال این سناریو کافی است در ورودی برنامه هزینه‌های مربوط به بیمه صفر شود.

سناریو 3) فرض وجود یک راننده برای هر اتوبوس: در عمل بسیاری از شرکت‌های خصوصی از یک راننده استفاده می‌کنند. برای اعمال این سناریو هزینه راننده در ورودی برنامه با ضریب 0.7 نسبت به حالت وضع موجود در نظر گرفته شد.

سناریو 4- استفاده از روش خط مستقیم به جای روش نزولی در محاسبه هزینه استهلاک

قابل توجه است که در تمامی سناریوها درآمد یکسان است، زیرا درآمد به تعداد مسافر خط و کرایه وابسته است. تغییرات هزینه به ازای یک اتوبوس در اثر اعمال این سناریوها نسبت به وضع موجود در شکل 4 نمایش داده شده است.



شکل 4: مقایسه سناریوهای مختلف در تحلیل اقتصادی خط 4-30

مشاهده می‌شود که در سناریو 1، هزینه به میزان قابل توجهی نسبت به وضع موجود افزایش داشته است (61 درصد). علت این افزایش، بالا رفتن هزینه‌های سرمایه‌گذاری و استهلاک است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شرکتهای خصوصی بدون کمک‌های شهرداری برای خرید اتوبوس، توانایی مالی ارائه خدمات را نخواهند داشت. در سناریو 2 هزینه به میزان 5 درصد کاهش پیدا کرده که نشان می‌دهد ادعای برخی از شرکتهای در رابطه با عدم تصادف در خط، تاثیر چندانی در هزینه یک خط ندارد. سناریو 3، کاهش 10.3 درصدی هزینه را به دنبال دارد که میزان قابل توجهی باشد. این سناریو نشان می‌دهد، شرکتهای خصوصی که از یک راننده در هر اتوبوس استفاده می‌کنند، هزینه‌های خود را تا حد زیادی کاهش می‌دهند، اما این موضوع می‌تواند تاثیر نامطلوبی روی کیفیت ارائه خدمات داشته باشد.

## 6- نتیجه گیری

در این مطالعه روندی برای تحلیل اقتصادی یک خط اتوبوس و محاسبه هزینه عملکرد و درآمد اتوبوس‌های فعال در آن ارائه گردید. همچنین یک فضای نرم‌افزاری برای محاسبات پیچیده این روند، طراحی شد. سایر نتایجی که از انجام این مطالعه و تحلیل اقتصادی خط 4-30 به عنوان نمونه، حاصل شد، به شرح ذیل است:



- 1- تحلیل اقتصادی خطوط اتوبوس، اساس تعیین نرخ کرایه و یارانه در راستای اعمال سیاستهای خصوصی‌سازی است.
- 2- دو راهکار برای واگذاری خطوط به بخش خصوصی پس از انجام تحلیل اقتصادی معرفی شد. راهکار اول واگذاری خطوط به صورت مجزا به شرکتهای خصوصی و پرداخت یارانه در صورت نیاز است. راهکار دوم واگذاری مجموعه‌ای از خطوط سودده و ضررده به یک شرکت خاص است.
- 3- طراحی نرم‌افزار برای تحلیل اقتصادی یک خط اتوبوس، این امکان را فراهم می‌کند که با تغییر پارامترها یا شرایط خط در طی زمان و سالهای آتی، بتوان نتایج لازم را به روز کرد. نمونه‌ای از این موارد، تغییرات قیمت سوخت، قیمت لوازم و قطعات یدکی، تعداد مسافر جابه‌جا شده و تعداد اتوبوسهای موجود در خط است. همچنین با استفاده از این نرم‌افزار، می‌توان سناریوهای گوناگون و سیاستهای مختلف را در زمانی کوتاه و با تغییر مقادیر ورودی، بررسی نمود.
- 4- بررسی سناریوها مختلف در خط 4-30 نشان داد که اگر اتوبوس بدون کمک‌های دولت خریداری شود، هزینه عملکردی بسیار زیاد شده و عملاً امکان فعالیت بخش خصوصی وجود نخواهد داشت. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از یک راننده توسط شرکتهای خصوصی، هزینه را تا حد خوبی کاهش می‌دهد اما مسلماً کیفیت ارائه خدمات کم خواهد شد.



## 7- مراجع (منابع و مآخذ)

- 1- A.Hensher , "BusTransport: Economics,Policy and Planing", JIA press, (2007)
- 2- HG. Wilson , "Thecost of operating buses in U.S. cities",Pennsylvania Transportation Institude,1974
- 3- V.Vuchic, "Urban Transit:Operation, Planning and Economics",John Wiley& Sons, Inc, 2005
- 4- "پیشنهاد نرخ کرایه سال 1390 اتوبوسهای بخش خصوصی" ، شرکت واحد اتوبوسرانی، 1390
- 5- "تدوین دستورالعمل تعیین نرخ کرایه اتوبوس" ،شرکت واحد اتوبوسرانی تهران، 1384
- 6- <http://en.wikipedia.org/wiki/Depreciation>
- 7- "تحلیل و ساماندهی سامانه تندرو2 به همراه 80 کیلومتر خط جانبی" ،شرکت واحد اتوبوسرانی تهران، 1390

## Urban bus line economic analysis – Case study: Bus line 30-4 (ShahidFathi to Fayazbakhsh terminal) in city of Tehran

YaserTaghizadeh, M.Sc, Transportation Engineering, RTF consulting engineers  
S. M. Mahdi Amiripour, M.Sc, Transportation Engineering, RTF consulting  
engineers

Ali HasanKazemi, M.Sc, Transportation Engineering, RTF consulting engineers  
BehroozNoroozi, M.Sc, Transportation Engineering, RTF consulting engineers

### *Abstract*

*Urban bus transit system as an important mode of transportation has always been in center of attention of planners and researchers. Several studies such as network design, timetable setting can be done on this issue. By a quick review of previous works in urban transit issue can be found out that most of these studies are high level planning. Network design and mass transit mode selection is a popular study in most large cities. One important issue that after Iranian government approach on privatization becomes important is economic analysis in urban transit systems. This study that has been neglected so far is the base for privatization and pricing in urban transit system. In this paper all effective parameters on cost and benefits of urban bus lines are defined and for the ease of use have been implemented in software to perform the economic analysis of a bus line. This methodology and software then used to do the analysis of one bus line in city of Tehran.*

**Keywords:** Economic analysis, Cost, Benefit, privatization