

ارائه مدل تعیین قیمت برای حمل و نقل مسافر در بخش ریلی بر اساس ارزش گذاری زمان سفر مسافران و مفاهیم برنامه ریزی دوسطحی

اکبر اسماعیلی^۱، عیسی نخعی کمالآبادی^۲، امیرحسین براهیمی^۳، فائزه رضانی^۴

۱- دانشجوی دکتری مهندسی صنایع دانشگاه کردستان

۲- استاد گروه مهندسی صنایع دانشگاه کردستان

۳- دانشجوی دکتری مهندسی صنایع دانشگاه کردستان

۴- دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع دانشگاه فناوری های نوین سبزوار

چکیده

در این مقاله با استفاده از برنامه ریزی دوسطحی و ارزش زمان سفر، یک روش برای مطالعه استراتژی های تعیین قیمت حمل و نقل مسافر ارائه می شود. مطالعات زیادی در زمینه حمل و نقل از برنامه ریزی دوسطحی و تابع تعیین ارزش زمان سفر استفاده نموده اند، اما تعداد کمی از هردو به طور هم زمان استفاده کرده اند. در این تحقیق مسافران به چند دسته از نظر سطح درآمد تقسیم می شوند. همچنین یک متغیر برای تعیین سطح رفاه مسافران به منظور محاسبه ارزش عمومی زمان سفر معرفی می گردد. مدل تعیین قیمت که مبتنی بر ارزش زمان سفر و برنامه ریزی دوسطحی است، در سطح اول به دنبال بیشینه نمودن سود آژانس های مسافربری می باشد. تابع هدف سطح دوم این مدل کمینه سازی هزینه های مسافران می باشد. در حقیقت سطح دوم به دنبال بالا بردن بهره وری مسافران از سفر است. نهایتاً، کفایت مدل ارائه شده به وسیله مجموعه ای از مسائل آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد که مدل برای مسئله تعیین قیمت بلیت مسافران مناسب و کاربردی است.

واژگان کلیدی: برنامه ریزی دوسطحی، مدل لاجیت، تعیین قیمت بلیت مسافر، ارزش زمان سفر

۱- مقدمه

مختلفی را از نظر سرعت حمل و نقل انتخاب می نمایند. ویگو و جیسی^۳ [۳] فاکتورهای مؤثر بر انتخاب مسافران را در شش شاخص مربوط به کیفیت محصول خلاصه نمودند. در تحقیق حاضر از نتیجه پژوهش آن ها استفاده کرده و بعضی از این ارزش ها در محاسبات ما در نظر گرفته شده است. بنابراین برای اینکه سود آژانس های مسافربری و بهره وری مسافران بیشینه شود یک مدل مبتنی بر ارزش زمان مسافران و برنامه ریزی دوسطحی ارائه می شود.

۲- ادبیات موضوع

با توسعه خطوط ریلی در سرتاسر کشور، حمل و نقل ریلی مسافران روز به روز بیشتر می شود. با افزایش مسافران نیاز به تعیین قیمت عادلانه بلیت بیش از پیش مطرح می شود. یکی از

شکی وجود ندارد که برنامه ریزی دوسطحی یک روش مناسب برای حل مسائل تعیین قیمت است. اگرچه بیشتر تحقیقات اولیه در زمینه برنامه ریزی دوسطحی با آنالیز حساسیت ترکیب شده بودند، مانند تحقیق انجام شده توسط میکائیل پاتریکسون^۱ [۱] نسبت به مسائل تعیین قیمت و به طور خاص تعیین قیمت حمل و نقل مسافر. بینگ فنگ و گاو زییو^۲ [۲] مدل برنامه ریزی دوسطحی را برای تعیین قیمت مسافر بکار بردند و الگوریتم حل ارائه کردند. همچنین بدون شک یک زمان یکسان از نظر ارزش برای مسافران متفاوت، اهمیت متفاوتی دارد. درآمدهای نابرابر افراد معمولاً دلیل حساسیت آن ها به زمان و قیمت می باشد. بنابراین افراد مختلف گزینه های

1 Michael Patriksson

2 Gao Ziyou, Si Bingfeng

3 Liu Weiguo, Hu Siji

مسائلی که عموماً در تحقیقات مربوط به تعیین قیمت بلیت نادیده گرفته می‌شود، سطح رفاه مسافران است. به عنوان نمونه می‌توان به مطالعه انجام شده توسط لی^۱ و همکاران [۴] اشاره نمود. آن‌ها از برنامه ریزی دوسطحی به منظور تعیین قیمت و برنامه ریزی حمل و نقل چند شیوه‌ای استفاده کردند. مردمن و دمند^۲ [۵] ذکر می‌کنند که متناظر با تقاضای مبدأ و مقصد مسافران سیاست‌های تعیین قیمت آن‌ها متفاوت خواهد بود. نمونه این مورد را می‌توان در کشور خودمان مشاهده نمود. به عنوان نمونه هزینه بلیت اتوبوس بین چالوس- تهران ۲۷۰۰۰۰ ریال است در حالی که این هزینه برای تهران- سبزوار که تقریباً دو برابر طول این مسیر می‌باشد، برابر با ۲۵۰۰۰۰ ریال است. یکی از دلایل وجود این عدم تناسب، نوع مشتریان موجود در این دو خط هستند. زیرا عموماً مشتریانی که از تهران به چالوس مسافرت می‌کنند، باهدف تفریح این کار را انجام می‌دهند و درصد زیادی از آنان را قشر مرفه جامعه تشکیل می‌دهد. همدوچ^۳ و همکاران [۶] چارچوب تعیین قیمت را برای کسی که گزینه‌های متعددی از شیوه‌های حمل و نقل مواجه است، توسعه دادند. چیونگ^۴ و همکاران [۷] نیز یک مدل ابتکاری برای تعیین قیمت ارائه کردند که رابطه بین دستگاه‌های حمل و نقل مختلف را برای مسافر در نظر بگیرد. لیو دونگپو^۵ [۸] یک روش برای مقداردهی ارزش زمان سفر مسافر ارائه نمود. زونگ^۶ و ژیکاوو^۶ [۹] نیز یک مدل برای ارزش زمان سفر مسافران ارائه نمودند. در مطالعات زیادی که در این زمینه انجام شده، همان‌طور که قبلاً ذکر شد، به ندرت می‌توان مشاهده نمود که ارزش زمان سفر و برنامه ریزی دوسطحی به صورت هم‌زمان بکار رفته باشد.

ژنگ^۷ و همکاران [۱۰] در سال ۲۰۱۳ این کار را انجام دادند اما متأسفانه مدل ارائه شده از سوی آن‌ها کاملاً اشتباه ارائه شده است. البته داده‌ها و ریاضیات کار صحیح می‌باشد ولی از آنجا که این ریاضیات بر اساس مدل ریاضی اولیه ارائه شده و مدل دارای اشکالات اساسی است، بنابراین کل تحقیق انجام شده از اعتبار خارج شده است. در این تحقیق سعی بر آن است که مدل بهتری از مدل ارائه شده توسط آن‌ها توسعه داده شده و به کمک نرم‌افزار GAMS حل گردد. نتایج ارائه شده خود گواه

کارایی مدل می‌باشد.

۳- تعریف مسئله

هنگامی که یک مسافر برای دریافت بلیت سفر به یک آژانس مراجعه می‌نماید، با گزینه‌های مختلفی مواجه می‌گردد. از آنجایی که مشتری به دنبال افزایش بهره‌وری خود از نظر هزینه، زمان و سطح رفاه می‌باشد، باید نوع سرویسی را انتخاب نماید که با توجه به سطح درآمد خود بیشترین بهره‌وری را عاید آن گرداند. از طرف دیگر آژانس مربوطه برای افزایش درآمد و سود خود به دنبال فروش بهترین سرویس‌ها به مشتریانی است که به آن‌ها مراجعه می‌کنند. بنابراین در اینجا با دو تصمیم گیر مواجه هستیم که هر کدام به دنبال منافع خود می‌باشند. به این ترتیب نیاز به استفاده از برنامه ریزی دوسطحی می‌باشد.

همچنین مشتریان باید بتوانند برای سطح رفاه خود یک مقدار کمی تعیین نمایند تا بتوانند این پارامتر را در تصمیم‌گیری‌های خود دخیل نمایند. به همین منظور از مدل زیر برای کمک به حل این مسئله استفاده می‌شود.

۴- مدل ریاضی ارائه شده

برای ساده کردن توضیحات و محاسبات مدل پیشنهاد شده، فرض می‌شود آژانس‌های مسافربری می‌توانند به مشتریان مختلف سرویس‌های متفاوتی پیشنهاد نمایند، راه حل بهینه یا نزدیک بهینه انتخاب خواهد شد، فاکتورهای در نظر گرفته شده روی زمان سفر عبارت‌اند از: زمان، هزینه، سطح رفاه می‌باشد. آژانس‌های حمل و نقل به دنبال بیشینه نمودن سود خود هستند و هدف مسافران بیشینه نمودن بهره‌وری سفر می‌باشد. به عبارت دیگر به دنبال کمینه نمودن هزینه کلی سفر می‌باشند. با فرض اینکه در این مسئله مسافران دارای وسیله حمل و نقل شخصی نباشند، با توجه به شرایط عملیات آژانس‌های حمل و نقل و بر اساس ایده مدیریت درآمد، افراد دارای سطح درآمد پایین از قطارهای با واگن‌های اتوبوسی، افراد دارای درآمد متوسط و متوسط به پایین از قطارهای درجه یک و مسافران دارای درآمد بالا از قطارهای پردیس استفاده می‌نمایند. همچنین همان‌طور که قبلاً فرض شد، آژانس مربوطه توان ارائه بلیت هر سه نوع قطار را دارا می‌باشد.

بنابراین مسافران را می‌توان در حالت کلی با توجه به میزان درآمدشان به i دسته تقسیم نمود. بهره‌وری ارزش زمان برای مسافران کلاس i به وسیله $u_i(t)$ نشان داده می‌شود. بنابراین:

$$u_i(t) = t(q_i) \times v_i \quad (1)$$

- 1 Li
- 2 Mardman, M. Demand
- 3 Hamdouch
- 4 Chiungwen
- 5 Liu Dongpo
- 6 Zong Fang, Juan Zhicai
- 7 Zeng

از میزان هزینه‌های شرکت برای انجام این حمل‌ونقل نیز باشد ولی با توجه به اینکه مدل به دنبال بیشینه نمودن سود شرکت است، نیازی به نوشتن کران پایین برای قیمت بلیت نمی‌باشد. رابطه (۴) به این معنی است که سود حاصل از حمل مسافران برای شرکت مسافری نباید بیشتر از ارزش ایجاد شده (یا ذخیره‌شده) برای مسافران باشد. رابطه (۵) تابع هدف سطح دوم را نشان می‌دهد که هدف آن کمینه نمودن هزینه‌های مشتری است. رابطه (۶) تضمین می‌کند کل مسافران از طریق حمل‌ونقل ریلی مسافرت نمایند. مقدار مربوط به Q از طریق آمارها و اطلاعات مشاهده‌شده به دست می‌آید. این عدد برابر است با تعداد کل مسافرانی که هرروز در مسیر مربوطه به سفر می‌پردازند.

۴-۳- آنالیز و مقدار پارامترهای مدل

فاکتور درآمد و مقداردهی آن: سطح درآمد مسافران یک تأثیر خاص روی روش حمل‌ونقل آن‌ها دارد. چن و لیو^۲ [۱۲] از طریق معرفی متغیرهای درآمد مدل لاجیت را بهبود دادند. در مقاله آن‌ها مدلی که اهداف متفاوت سفر را در نظر می‌گرفت فرض شد. در هنگام محاسبه ارزش زمانی مسافران، اهمیت سطح درآمد باید به‌طور کامل در نظر گرفته شود. از آنجایی که مسافران بر اساس درآمدشان به i کلاس مختلف تقسیم شده‌اند، بنابراین درآمد نیز به i فاصله مختلف تقسیم می‌شود و سپس میانگین هر فاصله به‌عنوان سطح درآمد آن کلاس تعیین می‌گردد.

متغیر سطح رفاه و مقداردهی آن: به‌طور مشابه، سطح رفاه یک فاکتور مهم برای انتخاب شیوه سفر توسط مسافران می‌باشد. در این پژوهش، مدت زمانی که طول می‌کشد تا خستگی سفر مرتفع گردد به‌عنوان فاکتور سطح رفاه شیوه‌های مختلف سفر در نظر گرفته می‌شود. مقدار این متغیر برابر با مدت زمان رفع خستگی مسافر است. بنابراین این زمان قابل تبدیل به ارزش زمان است. در کل، زمان رفع خستگی با زمان سفر وسیله نقلیه و محیط بستگی دارد. بنابراین به کمک رابطه (۷) زمان رفع خستگی را می‌توان محاسبه نمود.

$$G_u(t) = T_{\max} / [1 + \alpha_T \exp(-\beta_T t)] \quad (7)$$

در این رابطه، t زمان سفر، T_{\max} پارامتری است که بیشترین زمان موردنیاز برای رفع خستگی را نشان می‌دهد و معمولاً بین ۱۴ و ۱۵ در نظر گرفته می‌شود. α_T نشان می‌دهد که وسیله حمل‌ونقل کلاس T انتخاب شده است. در $t=0$ یعنی هنگامی که زمان سفر برابر با سفر باشد، $T_{\max} / (1 + \alpha_T)$ مدت زمان

$t(q_i)$ نشان‌دهنده زمان سفر ذخیره‌شده برای مشتری کلاس i می‌باشد. این زمان شامل زمان سفر ذخیره‌شده به‌وسیله انتخاب وسیله حمل مناسب و زمان ریکواری خستگی سفر می‌باشد. هزینه سفر در حالت کلی به صورت حاصل‌ضرب هزینه سفر و ارزش زمان تعریف می‌شود. بنابراین مسافران برای انتخاب راه‌حل بهینه یا نزدیک بهینه باید به دنبال کمینه نمودن این تابع باشند. شوآنهوا و زییو^۱ [۱۱] فاکتورهای مؤثر روی هزینه کلی سفر را تجزیه و تحلیل نموده‌اند. در تحقیق حاضر برای محاسبه آن از یک مدل لاجیت استفاده می‌شود. به این منظور برای سطح رفاه نیز یک متغیر معرفی می‌گردد که زمان رفع خستگی سفر را محاسبه می‌کند. هزینه زمان سفر مسافر شامل ارزش زمان رفع خستگی سفر نیز می‌شود.

۴-۱- تعریف متغیرها:

q_i : حجم ترافیک مسافران کلاس i

p_i : قیمت بلیت تعیین‌شده برای قطار انتخاب‌شده توسط مسافران کلاس i

p_f : قیمت بلیت ارزان‌ترین شیوه سفر

u_i : نشان‌دهنده مطلوبیت ارزش زمان برای مسافران کلاس i

t_i : مجموع زمان سفر و زمان ریکواری را نشان می‌دهد.

v_i : نشان‌دهنده ارزش زمان سفر می‌باشد.

۴-۲- مدل ریاضی

مدل دوسطحی مبتنی بر ارزش زمان سفر به‌صورت زیر نوشته می‌شود.

$$\text{Max } z = \sum_{i=1}^n p_i q_i \quad (2)$$

$$\text{s.t: } p_i \leq p_{\max} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n p_i q_i - p_f \sum_{i=1}^n q_i \leq \sum_{i=1}^n u_i q_i \quad (4)$$

$$\text{Min } w = \sum_{i=1}^n q_i (p_i + v_i \times t_i) \quad (5)$$

$$\sum q_i = Q \quad (6)$$

رابطه (۲) تابع هدف سطح اول سود شرکت مسافری را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود شرکت به دنبال بیشینه نمودن سود خود است. رابطه (۳) نشان می‌دهد قیمت بلیت باید از کران بالای قیمتی که توسط دولت تعیین شده است بیشتر نباشد. لازم به ذکر است که این قیمت نباید کمتر

$$v_i = \frac{\partial V_i / \partial u_i}{\partial V_i / \partial p_i} = \frac{c_i + a_i}{b_i} \quad (9)$$

همچنین به کمک رابطه (۱۰) که یک مدل لاجیت چندبعدی است، می توان مقدار prb_i را محاسبه نمود.

$$prb_i = \frac{\text{EXP}(a_i G_i + b_i p_i + c_i T_i)}{\sum_{K=1}^N \text{EXP}(a_K G_K + b_K p_K + c_K T_K)} \quad (10)$$

که prb_i در این رابطه، احتمال انتخاب آمین شیوه سفر در میان n شیوه می باشد. $b_i = b$ و $c_i = c$ فرض می شود. به عبارت دیگر، این پارامترها معمولاً مقدار ثابتی به ازای قطارهای مختلف انتخاب شده، اختیار می نمایند.

۵- مسئله نمونه طراحی شده

در جمهوری اسلامی ایران بین تعدادی از شهرها انواع قطارهای مسافری وجود دارد، در این تحقیق به عنوان نمونه مسیر تهران مشهد در نظر گرفته می شود. در جدول ۲ خلاصه اطلاعات مربوطه ارائه شده است.

اگر هزینه سفر با اتوبوس به جدول فوق اضافه شود، هزینه آن برای اتوبوس معمولی ۳۵ و اتوبوس VIP برابر با ۵۷ می باشد.

۵-۱- محاسبه پارامترهای مثال

محاسبه ارزش زمان مسافر: با توجه به رابطه (۱۰) می توان احتمال انتخاب هر یک از قطارها توسط مسافران را محاسبه

جدول ۲: اطلاعات انواع قطارهای موجود بین تهران و مشهد

نوع قطار	زمان سفر t_i (ساعت)	قیمت بلیت p_i (ده هزار ریال)
پردیس	۸	۷۲
درجه یک	۱۲	۵۶
اتوبوسی	۱۰	۴۰/۷

جدول ۳: ارزش زمان سفر و حجم ترافیکی هر گروه از مسافران

نوع کلاس مسافر	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
v_i	۱/۸	۲/۲	۲/۷	۴/۴	۸/۶
Q_i (هزار نفر)	۱/۸	۲	۲/۵	۲/۱	۱/۶
b_i ضریب تبدیل قیمت	۱	۰/۹۵	۰/۹	۰/۸	۰/۷
c_i ضریب تبدیل زمان	۱	۱/۱	۱/۳	۲	۴
a_i ضریب تبدیل رفاه	۰/۸	۱	۱/۱	۱/۵	۲

لازم برای رفع خستگی را نشان می دهد. به عبارت دیگر، این مقدار، کمترین زمان لازم برای رفع خستگی می باشد. β_T ضریب قدرت زمان برای رفع خستگی به ازای هر واحد زمان سفر را نشان می دهد. واضح است که $\beta_T > 0$ می باشد.

اگر مسافر یک وسیله حمل و نقل را انتخاب نماید، بیشترین زمان رفع خستگی در این شیوه حمل متناسب با بیشترین درجه خستگی که آن خود نیز متناسب با کمترین مطلوبیت سفر و بیشترین هزینه کلی سفر است. هنگامی که T_{max} برابر با ۱۵ باشد، مقادیر α_T و β_T بر اساس جدول ۱ تعیین می شود. این مقادیر برگرفته از مقاله ژنگ و همکاران [۱۰] می باشد.

جدول ۱: مقادیر α_T و β_T

نوع قطار	α_T (min)	β_T
پردیس	۵۹	۰/۲۸
درجه یک	۴۹	۰/۳۳
اتوبوسی	۳۹	۰/۴۰

تحلیل و مقاردهی ارزش زمان سفر: برای مسافران، عملکرد کسب درآمد به ازای هر واحد زمان سفر را ارزش زمان سفر گوئیم. فاکتورهای مؤثر ارزش زمان مسافر همان طور که قبلاً ذکر شد، زمان، هزینه و رفاه است. بنابراین تابع بهره وری مطابق رابطه (۸) می باشد.

$$V_i = a_i G_i + b_i p_i + c_i T_i \quad (8)$$

a_i ، b_i و c_i پارامترهای تخمین زده شده هستند. T_i ، p_i و G_i به ترتیب هزینه، زمان و رفاه سفر با قطار i ام می باشد. اگر $u_i = T_i + G_i$ بر اساس رابطه (۸) می توان مقدار v_i را به صورت رابطه

۶- نتیجه گیری

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می شود، تعداد مسافران به تفکیک سطح درآمد، نوع قطار متناسب با سطح درآمد خود را انتخاب می نمایند. دلیل انتخاب قطارهای دارای واگن اتوبوسی توسط افراد کم درآمد، ارزان بودن قیمت بلیت آن ها و نیز ارزش کمتر زمان این مسافران است. در حالی که مسافران دارای سطح درآمد بالا، به دلیل سرعت قطارهای پردیس و اهمیت زمان برای آن ها، عموماً از قطارهای پردیس برای مسافرت استفاده می نمایند. شرکت های مسافری نیز از این طریق می توانند با توجه به شناسایی نوع مشتری خود، سرویس بهتری را به آن پیشنهاد نموده و رضایتمندی مسافران را بالا ببرند.

البته آنچه در اینجا ارائه شد یک مسئله کوچک و در سطح بین دو شهر می باشد. در حالت اصلی و برنامه ریزی برای تمامی شهرهای کشور مسئله به کمک نرم افزار GAMS قابل حل خواهد بود و باید الگوریتم کاراتری برای حل آن ارائه شود.

۶- مراجع

- 1- Michael Patriksson. Sensitivity analysis of traffic equilibria [J]. Transportation Science, 2004, 38(3): 258-281.
- 2- Gao Ziyou, Si Bingfeng. The analysis of railway passenger ticket system under the condition of market economy optimization model and algorithm. Beijing Railway Publishing House of China, 2001.
- 3- Liu Weiguo, Hu Siji, Chance constrained programming model with fuzzy parameters for passenger traffic mode choice behavior. Journal of Northern Jiaotong University, 2002, 26(2): 61-65.
- 4- Li Li, Sridhar Tayur. Medium-term pricing and operations planning in intermodal transportation. Transportation Science, 2005, 39(1): 73-86.
- 5- Mardman M. Demand for rail travel and the effects of external factors. Transportation Research part E,

نمود. برای این مسئله مسافران را به ۵ کلاس مختلف از نظر سطح درآمد تقسیم کرده و در جدول ۳ می توان مقدار v_i را برای هر کلاس مشاهده نمود. این مقادیر بر اساس رابطه (۹) محاسبه شده اند.

مقادیر مربوط به q_i در جدول فوق بر اساس آمار موجود در صنعت حمل و نقل و گستره افراد جامعه تعیین شده است. سایر پارامترها نیز بر اساس مقاله ژنگ و همکاران [۱۰] که از تابع مشابهی به منظور سنجش سطح رفاه مسافران استفاده کرده است، استخراج شده است. با توجه به اینکه مسافران به ۵ گروه از نظر سطح درآمد تقسیم شدند، بنابراین M_1 نشان دهنده درآمد سطح پایین و M_5 نشان دهنده بالاترین سطح درآمد در میان مسافران می باشد.

در این مثال کران بالای تعیین شده توسط دولت برای کرایه سفر ۷۵ در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه مدل بهینه سازی سطح دوم یک مدل خطی است، می توان به کمک شرایط کان تا کر آن را تبدیل به مدل تک سطحی نمود. با توجه به اینکه محدودیت موجود در سطح دوم به صورت تساوی است، بنابراین محدودیت مکمل زائد آن نیاز به نوشتن ندارد و فقط یک محدودیت (دوگان) به مسئله اضافه می شود که در رابطه (۱۱) نشان داده شده است.

$$\mu_i \leq p_i + v_i t_i \quad (11)$$

با توجه به اینکه در شرایط بهینه مقدار تابع هدف اولیه و دوگان با هم برابرند، بنابراین به سادگی مشخص می شود که رابطه (۱۱) به صورت تساوی برقرار است. بنابراین نیازی به نوشتن این رابطه نمی باشد و مدل تنها با حذف تابع هدف سطح دوم و آوردن محدودیت (۶) به سطح اول شرایط بهینگی خود را حفظ می نماید.

مدل نهایی به کمک نرم افزار ۲۴.۱ GAMS و حل کننده BARON در مقیاس کوچک حل شد و نتایج آن در جدول ۴ خلاصه شده است.

جدول ۴: نتایج مسئله نمونه طراحی شده (هزار نفر)

نوع کلاس مسافر	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
تعداد مسافران پردیس	۰	۰	۰/۲	۰/۸	۱/۶
تعداد مسافران درجه یک	۰/۱	۰/۱	۰/۹	۱/۳	۰
تعداد مسافران اتوبوسی	۱/۷	۱/۹	۱/۴	۰	۰

- of Transportation Systems Engineering and Information, 2009, 9(3): 114 -119.
- 10- Jin, Zeng, Liu Yu-jing, and Lin Yan-yang. "Pricing model of train passenger transport based on the value of travel time and bi-level programming." "Management Science and Engineering (ICMSE), 2013 International Conference on. IEEE, 2013.
- 11- Chen Jianhua, Gao Ziyou. Optimal railway passenger ticket pricing. Journal of the China Railway Society, 2005, 27(4):16-19.
- 12- Chen Xumei, Liu Qiaoxian, Du Guang. Time value estimation of urban public transport based on SP survey. Journal of Transportation Systems Engineering and Information, 2011, 11(4):77 -84.
- 2006, 42(3) : 129 -148.
- 6- Y. Hamdouch, M. Florian, D. W. Hearn, Law phongpa-nic. Congestion pricing for multi - modal transportation systems. Transportation Research Part B Methodological, 2007, 41: 275-291.
- 7- Hsu Chiungwen, Lee Yusin. Competition between high speed and conventional rail systems: A game theoretical approach. Expert Systems with Applications, 2010, 37(4): 3162-3170.
- 8- Liu Dongpo. Research on the approach to the travel time value analysis. East China Economic Management, 2003, 17(4): 155-156.
- 9- Zong Fang, Juan Zhicai. Applied research and calculation of travel time value. Journal

A pricing model for rail passenger transportation based on passenger travel time concepts and bi-level programming

Akbar esmaili, second author name

1- Phd student, Department Engineering, Kordestan University

2-Academic title of second author and address

Abstract

In this paper, is proposed a method for study the strategies of passenger transport pricing with bi-level programming and value of travel time. many studies about transportation is consist of bi-level programming and value of travel time, but few studies have included both of them. In this paper, the passengers are divided into some groups according to income level. As well as, a variable of comfort levels is introduced to calculate the generalized value of travel time. A pricing model which is based on the value of travel time and Bi-level programming is put forward to maximize the benefit of the railway agencies and the passenger s' utility, which considers the passenger's mode choice behavior with different income levels. At the end, validity of the model is evaluated by some test problems. The study results show that the model is appropriate and practical for problems of passenger transport pricing.

Keywords: Bi-level programming, logit model, passenger transport pricing, value of travel time.