ارائه مدل تعیین قیمت برای حمل‌ونقل مسافر در بخش ریلی بر اساس ارزش‌گذاری زمان سفر مسافران و مفاهیم برنامه‌ریزی دوسطحی

اکبر اسماعیلی[۱]، عیسی نخعی کمال‌آبادی[۲]،امیرحسین براهیمی[۳]، فائزه رمضانی[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 فناوری‌های نوین سبزوار

چکیده

در این مقاله با استفاده از برنامه‌ریزی دوسطحی و ارزش زمان سفر، یک روش برای مطالعه استراتژی‌های تعیین قیمت حمل‌ونقل مسافر ارائه می‌شود. مطالعات زیادی در زمینه حمل‌ونقل از برنامه‌ریزی دوسطحی و تابع تعیین ارزش زمان سفر استفاده نموده‌اند، اما تعداد کمی از هردو به‌طور هم‌زمان استفاده کرده‌اند. در این تحقیق مسافران به چند دسته از نظر سطح درامد تقسیم می‌شوند. همچنین یک متغیر برای تعیین سطح رفاه مسافران به‌منظور محاسبه ارزش عمومی زمان سفر معرفی می‌گردد. مدل تعیین قیمت که مبتنی بر ارزش زمان سفر و برنامه‌ریزی دوسطحی است، در سطح اول به دنبال بیشینه نمودن سود آژانس‌های مسافربری می‌باشد. تابع هدف سطح دوم این مدل کمینه‌سازی هزینه‌های مسافران می‌باشد. در حقیقت سطح دوم به دنبال بالا بردن بهره‌وری مسافران از سفر است. نهایتاً، کفایت مدل ارائه‌شده به‌وسیله مجموعه‌ای از مسائل آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که مدل برای مسئله تعیین قیمت بلیت مسافران مناسب و کاربردی است.

کلیدواژه: برنامه‌ریزی دوسطحی، مدل لاجیت، تعیین قیمت بلیت مسافر، ارزش زمان سفر

[۱] دانشجوی دکتری مهندسی صنایع دانشگاه کردستان، ۰۹۱۵۶۵۴۴۲۵۶، a.esmaeli@eng.uok.ac.ir

[۲] استاد گروه مهندسی صنایع دانشگاه کردستان، ۰۹۱۸۸۷۲۰۴۴۵، nakhai.isa@gmail.com

۱- مقدمه

شکی وجود ندارد که برنامه‌ریزی دوسطحی یک روش مناسب برای حل مسائل تعیین قیمت است. اگرچه بیشتر تحقیقات اولیه در زمینه برنامه‌ریزی دوسطحی با آنالیز حساسیت ترکیب شده بودند، مانند تحقیق انجام‌شده توسط میکائیل پاتریکسون[۳] [۱] نسبت به مسائل تعیین قیمت و به‌طور خاص تعیین قیمت حمل‌ونقل مسافر. بینگ فنگ و گاو زیبو[۴] [۲] مدل برنامه‌ریزی 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. درامدهای نابرابر افراد معمولاً دلیل حساسیت آن‌ها به زمان و قیمت می‌باشد. بنابراین افراد مختلف گزینه‌های مختلفی را از نظر سرعت حمل‌ونقل انتخاب می‌نمایند. ویگو و جیسی[۵] [۳] فاکتورهای مؤثر بر انتخاب مسافران را در شش شاخص مربوط به کیفیت محصول خلاصه نمودند. در تحقیق حاضر از نتیجه پژوهش آن‌ها استفاده کرده و بعضی از این ارزش‌ها در محاسبات ما در نظر گرفته شده است. بنابراین برای اینکه سود آژانس‌های مسافربری و بهره‌وری مسافران بیشینه شود یک مدل مبتنی بر ارزش زمان مسافران و برنامه‌ریزی دوسطحی ارائه می‌شود.

۲- ادبیات موضوع

با توسعه خطوط ریلی در سرتاسر کشور، حمل‌ونقل ریلی مسافران روز به روز بیشتر می‌شود. با افزایش مسافران نیاز به تعیین قیمت عادلانه بلیت بیش‌ازپیش مطرح می‌شود. یکی از مسائلی که عموماً در تحقیقات مربوط به تعیین قیمت بلیت نادیده گرفته می‌شود، سطح رفاه مسافران است. به‌عنوان نمونه می‌توان به مطالعه انجام‌شده توسط لی[۶] و همکاران [۴] اشاره نمود. آن‌ها از برنامه‌ریزی دوسطحی به‌منظور تعیین قیمت و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل چند شیوه‌ای استفاده کردند. مردمن و دمند[۷] [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. به‌عنوان نمونه هزینه بلیت اتوبوس بین چالوس- تهران ۲۷۰۰۰۰ ریال است درحالی‌که این هزینه برای تهران- سبزوار که تقریباً دو برابر طول این مسیر می‌باشد، برابر با ۲۵۰۰۰۰ریال 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[۸] و همکاران [۶] چارچوب

[3] Michael Patriksson
[4] Gao Ziyou, Si Bingfeng
[5] Liu Weiguo, Hu Siji
[6] Li
[7] Mardman, M. Demand
[8] Hamdouch

تعیین قیمت را برای کسی که گزینه‌های متعددی از شیوه‌های حمل‌ونقل مواجه است، توسعه دادند. چیونگونگ[9] و همکاران [۷] نیز یک مدل ابتکاری برای تعیین قیمت ارائه کردند که رابطه بین دستگاه‌های حمل‌ونقل مختلف را برای مسافر در نظر بگیرد. لیو دونگپو[10] [۸] یک روش برای مقداردهی ارزش زمان سفر مسافر ارائه نمود.زونگفنگ و ژیکاوو[11] [۹] نیز یک مدل برای ارزش زمان سفر مسافران ارائه نمودند. در مطالعات زیادی که در این زمینه انجام‌شده، همان‌طور که قبلاً ذکر شد، به‌ندرت می‌توان مشاهده نمود که ارزش زمان سفر و برنامه‌ریزی دوسطحی به‌صورت هم‌زمان بکار رفته باشد.

ژنگ[12] و همکاران [۱۰] در سال ۲۰۱۳ این کار را انجام دادند اما متأسفانه مدل ارائه‌شده از سوی آن‌ها کاملاً اشتباه ارائه‌شده است. البته داده‌ها و ریاضیات کار صحیح می‌باشد ولی ازآنجاکه این ریاضیات بر اساس مدل ریاضی اولیه ارائه‌شده و مدل دارای اشکالات اساسی است، بنابراین کل تحقیق انجام‌شده از اعتبار خارج شده است. در این تحقیق سعی بران است که مدل بهتری از مدل ارائه‌شده توسط آن‌ها توسعه داده‌شده و به کمک نرم‌افزار GAMS حل گردد. نتایج ارائه‌شده خود گواه کارایی مدل می‌باشد.

۳- تعریف مسئله

هنگامی‌که یک مسافر برای دریافت بلیت سفر به یک آژانس مراجعه می‌نماید، با گزینه‌های مختلفی مواجه می‌گردد. ازآنجایی‌که 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 درامد خود بیشترین بهره‌وری را عاید ان گرداند. از طرف دیگر آژانس مربوطه برای افزایش درامد 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 هرکدام به دنبال منافع خود می‌باشند. به‌این‌ترتیب نیاز به استفاده از برنامه‌ریزی 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 ارائه‌شده

برای ساده کردن توضیحات و محاسبات مدل پیشنهادشده، فرض می‌شود آژانس‌های مسافربری می‌توانند به مشتریان مختلف سرویس‌های متفاوتی پیشنهاد نمایند، راه‌حل بهینه یا نزدیک بهینه انتخاب خواهد شد، فاکتورهای

[9] Chiungwen
[10] Liu Dongpo
[11] Zong Fang, Juan Zhicai
[12] Zeng

در نظر گرفته‌شده روی زمان سفر عبارت‌اند از: زمان، هزینه، سطح رفاه می‌باشد. آژانس‌های حمل‌ونقل به دنبال بیشینه نمودن سود خود هستند و هدف مسافران بیشینه نمودن بهره‌وری سفر می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر به دنبال کمینه نمودن هزینه کلی سفر می‌باشند.

با فرض اینکه در این مسئله مسافران دارای وسیله حمل‌ونقل شخصی نباشند، با توجه به شرایط عملیات آژانس‌های حمل‌ونقل و بر اساس ایده مدیریت درامد، افراد دارای سطح درامد پایین از قطارهای با واگن‌های اتوبوسی، افراد دارای درآمد متوسط و متوسط به پایین از قطارهای درجه‌یک و مسافران دارای درامد 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 درامدشان به i دسته تقسیم نمود. بهره‌وری ارزش زمان برای مسافران کلاس i به‌وسیله $u_i(t)$ نشان داده می‌شود. بنابراین:

$$u_i(t)= t(q_i) \times v_i \qquad (۱)$$

$t(q_i)$ نشان‌دهنده زمان سفر ذخیره‌شده برای مشتری کلاس i می‌باشد. این زمان شامل زمان سفر ذخیره‌شده به‌وسیله انتخاب وسیله حمل مناسب و زمان ریکاوری 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. شوانهوا و زییو[13] [۱۱] فاکتورهای مؤثر روی هزینه کلی سفر را تجزیه‌وتحلیل 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 ریکاوری را نشان می‌دهد.

v_i: نشان‌دهنده ارزش زمان سفر می‌باشد.

[13] Chen Jianhua, Gao Ziyou

۴-۲- مدل ریاضی

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

$$\text{Max } z=\sum_{i=1}^{n} p_i q_i \quad (۲)$$

$$\text{s.t: } p_i \leq p_{max} \quad (۳)$$

$$\sum_{i=1}^{n} p_i q_i - p_f \sum_{i=1}^{n} q_i \leq \sum_{i=1}^{n} u_i q_i \quad (۴)$$

$$Min\ w= \sum_{i=1}^{n} q_i \left(p_i + v_i \times t_i\right) \quad (۵)$$

$$\sum q_i = Q \quad (۶)$$

رابطه (۲) تابع هدف سطح اول سود شرکت مسافربری 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 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 مسافربری نباید بیشتر از ارزش ایجادشده (یا ذخیره‌شده) برای مسافران باشد. رابطه (۵) تابع هدف سطح دوم را نشان می‌دهد که هدف ان 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 درامد و مقداردهی آن: سطح درامد مسافران یک تأثیر خاص روی روش حمل‌ونقل آن‌ها دارد. چن و لیو[14] [۱۲] از طریق معرفی متغیرهای درامد 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 درامد باید به‌طور کامل در نظر گرفته شود. ازآنجایی‌که مسافران بر اساس درامدشان به i کلاس مختلف تقسیم شده‌اند، بنابراین درامد نیز به i فاصله مختلف تقسیم می‌شود و سپس میانگین هر فاصله به‌عنوان سطح درامد 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.

[14] Chen Xumei, Liu Qiaoxian

بنابراین این زمان قابل‌تبدیل 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.

$$G_u(t)= T_{max}/[1+\alpha_T \exp(-\beta_T t)] \quad (۷)$$

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 هنگامی‌که زمان سفر برابر با سفر باشد، $T_{max}/(1+\alpha_T)$ مدت‌زمان لازم برای رفع خستگی را نشان می‌دهد. به‌عبارت‌دیگر، این مقدار، کمترین زمان لازم برای رفع خستگی می‌باشد. β_T ضریب قدرت زمان برای رفع خستگی به ازای هر واحد زمان سفر را نشان می‌دهد. واضح است که $\beta_T > 0$ می‌باشد.

اگر مسافر یک وسیله حمل‌ونقل 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. هنگامی‌که T_{max} برابر با ۱۵ باشد، مقادیر α_T و β_T بر اساس جدول ۱ تعیین می‌شود. این مقادیر برگرفته از مقاله ژنگ و همکاران [۱۰] می‌باشد.

جدول ۱: *مقادیر α_T و β_T*

نوع قطار	$\alpha_{T\,(min)}$	β_T
پردیس	۵۹	۰/۲۸
درجه‌یک	۴۹	۰/۳۳
اتوبوسی	۳۹	۰/۴۰

تحلیل و مقداردهی ارزش زمان سفر: برای مسافران، عملکرد کسب درامد به ازای هر واحد زمان سفر را ارزش زمان سفر گوییم. فاکتورهای مؤثر ارزش زمان مسافر همان‌طور که قبلاً ذکر شد، زمان، هزینه و رفاه است. بنابراین تابع بهره‌وری مطابق رابطه (۸) می‌باشد.

$$V_i= a_i G_i + b_i p_i + c_i T_i \quad (۸)$$

a_i ،b_i و c_i پارامترهای تخمین زده‌شده هستند. T_i ،p_i و G_i به ترتیب هزینه، زمان و رفاه سفر با قطار iام می‌باشد. اگر $\omega_i = T_i + G_i$ بر اساس رابطه (۸) می‌توان مقدار v_i را به‌صورت رابطه (۹) محاسبه نمود.

$$v_i = \frac{\partial V_i / \partial \omega_i}{\partial V_i / \partial p_i} = \frac{c_i + a_i}{b_i} \quad (۹)$$

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

$$prb_i = \frac{EXP\,(a_i C_i + b_i p_i + c_i T_i)}{\sum_{K=1}^{N} EXP\,(a_K C_K + b_K p_K + c_K T_K)} \qquad (۱۰)$$

که prb_i در این رابطه، احتمال انتخاب iامین شیوه سفر در میان n شیوه می‌باشد. $b_i = b$ و $c_i = c$ فرض می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، این پارامترها معمولاً مقدار ثابتی به ازای قطارهای مختلف انتخاب‌شده، اختیار می‌نمایند.

۵- مسئله نمونه طراحی‌شده

در جمهوری اسلامی ایران بین تعدادی از شهرها انواع قطارهای مسافربری وجود دارد، در این تحقیق به‌عنوان نمونه مسیر تهران مشهد در نظر گرفته می‌شود. در جدول ۲ خلاصه اطلاعات مربوطه ارائه‌شده است.

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
درجه‌یک	۱۲	۵۶
اتوبوسی	۱۰	۴۰/۷

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

۵-۱- محاسبه پارامترهای مثال

محاسبه ارزش زمان مسافر: با توجه به رابطه (۱۰) می‌توان احتمال انتخاب هر یک از قطارها توسط مسافران را محاسبه نمود. برای این مسئله مسافران را به ۵ کلاس مختلف از نظر سطح درامد تقسیم کرده و در جدول ۳ می‌توان مقدار v_i را برای هر کلاس مشاهده نمود. این مقادیر بر اساس رابطه (۹) محاسبه شده‌اند.

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

مقادیر مربوط به q_i در جدول فوق بر اساس آمار موجود در صنعت حمل‌ونقل و گستره افراد جامعه تعیین شده است. سایر پارامترها نیز بر اساس مقاله ژنگ و همکاران [۱۰] که از تابع مشابهی به‌منظور سنجش سطح رفاه مسافران استفاده کرده است، استخراج شده است. با توجه به اینکه مسافران به ۵ گروه ازنظر سطح درامد تقسیم شدند، بنابراین M_1 نشان‌دهنده درآمد سطح پایین و M_5 نشان‌دهنده بالاترین سطح درامد در میان مسافران می‌باشد.

در این مثال کران بالای تعیین‌شده توسط دولت برای کرایه سفر ۷۵ در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه مدل بهینه‌سازی سطح دوم یک مدل خطی است، می‌توان به کمک شرایط کان تاکر 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 می‌شود که در رابطه (۱۱) نشان داده شده است.

$$\mu_i \leq p_i + v_i t_i \qquad (۱۱)$$

با توجه به اینکه در شرایط بهینه مقدار تابع هدف اولیه و دوگان با هم برابرند، بنابراین به‌سادگی مشخص می‌شود که رابطه (۱۱) به‌صورت تساوی برقرار است. بنابراین نیازی به نوشتن این رابطه نمی‌باشد و مدل تنها با حذف تابع هدف سطح دوم و آوردن محدودیت (۶) به سطح اول شرایط بهینگی خود را حفظ می‌نماید.

مدل نهایی به کمک نرم‌افزار GAMS 24.1 و حل‌کننده BARON در مقیاس کوچک حل شد و نتایج آن در جدول ۴ خلاصه شده است.

جدول ۴: *نتایج مسئله نمونه طراحی‌شده (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 درجه‌یک	۰/۱	۰/۱	۰/۹	۱/۳	۰
تعداد مسافران اتوبوسی	۱/۷	۱/۹	۱/۴	۰	۰

۶- نتیجه‌گیری

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، تعداد مسافران به تفکیک سطح درامد، نوع قطار متناسب با سطح درامد خود را انتخاب می‌نمایند. دلیل انتخاب قطارهای دارای واگن اتوبوسی توسط افراد کم درامد، ارزان بودن قیمت بلیت آن‌ها و نیز ارزش کمتر زمان این مسافران است. درحالی‌که مسافران دارای سطح درامد بالا، به دلیل سرعت قطارهای پردیس و اهمیت زمان برای آن‌ها، عموماً از قطارهای پردیس برای مسافرت استفاده می‌نمایند. شرکت‌های

مسافربری نیز از این طریق می‌توانند 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 می‌باشد. در حالت اصلی و برنامه‌ریزی برای تمامی شهرهای کشور مسئله به کمک نرم‌افزار GAMS قابل‌حل نخواهد بود و باید الگوریتم کاراتری برای حل آن ارائه شود.

۷- 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, 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 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.

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

Akbar esmaili
1- Phd student, Department Engineering, Kordestan University

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.***