

## مقایسه نتایج روشهای مختلف برآورد ارزش زمان سفر (VOT)

جلیل شاهی، دانشیار گروه مهندسی برنامه‌ریزی حمل و نقل، دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت ایران

حامد آهنگری، کارشناس ارشد مهندسی حمل و نقل و ترافیک

E-mail: jalil@iust.ac.ir

### چکیده

ارزش زمان سفر یکی از مهم‌ترین پارامترهای اقتصادی در مبحث مهندسی حمل و نقل است. استفاده از این پارامتر در ارزیابی اقتصادی پروژه‌های حمل و نقل به ویژه پروژه‌هایی که در آنها صرفه جویی زمانی قابل توجهی حاصل می‌شود، امری ضروری است. روشهای مختلفی برای برآورد این پارامتر ابداع شده‌اند که هر یک مبانی و پیش‌فرضهای خاص خود را دارند و حیطه کارایی آنها نیز متفاوت است. در این مقاله ضمن معرفی روشهای مختلف برآورد ارزش زمان سفر، روشهای اصلاحی نیز برای هر یک از آنها ارائه می‌شود. در ادامه مدل‌های هر یک از روشها ساخته شده و نقاط قوت و ضعف و حیطه کارایی آنها نیز مورد بحث قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که مدلها برای شهرستان کرمانشاه ساخته شده‌اند و در آنها از روشهای گوناگون گردآوری اطلاعات استفاده شده است.

واژه‌های کلیدی: ارزش زمان سفر، مدل‌های مطلوبیت، هزینه زمان، مدل‌های تقدم مشاهداتی، مدل‌های تقدم اظهاری و مدل‌های اعتباردهی تصادفی

### ۱. مقدمه

برای این منظور نخست برسنج ارزش زمان سفر تعریف می‌شود. در ادامه و برای درک مناسب‌تر موضوع، مختصری از تلاشهای سایر محققان و کارهای انجام شده قبلی ارائه می‌شوند. سپس روشهای پنج‌گانه برآورد ارزش زمان سفر مورد بحث قرار می‌گیرند. برای ساخت مدل‌های مورد نظر، گردآوری اطلاعات به روشهای مختلف ضروری است، بنابراین در ادامه، روند گردآوری اطلاعات ذکر می‌شود.

سپس مدل‌های ساخته شده به روشهای مختلف و نقاط ضعف و قوت و حیطه کارایی هر یک از آنها بررسی و تشریح می‌شوند و در نهایت نتیجه‌گیری، خلاصه و جمع‌بندی مطالب ارائه خواهند شد.

عملکرد سیستم حمل و نقل، جابه‌جایی مسافر و کالا از نقطه‌ای به نقطه دیگر است، فعالیتی که فواصل را به مدد مفهوم زمان پوشش می‌دهد. از این رو زمان از مهم‌ترین پارامترهای مبحث حمل و نقل محسوب می‌شود.

به این ترتیب این پرسش که "آیا زمان واجد ارزش است؟"، پیوسته با پاسخ مثبت همراه خواهد بود. این پرسش، و پاسخ مثبت آن پیوسته سئوالهای دیگری را مطرح می‌کنند، سئوالهایی از قبیل این که نظیر این ارزش چیست؟ و آن را چگونه می‌توان محاسبه کرد؟ یا ارزش زمان سفر را چگونه می‌توان به دست آورد؟ این مقاله با هدف پاسخگویی مطلوب به این پرسش نگاشته شده است.

## ۲. ارزش زمان سفر

زمان سفر شامل عدم مطلوبیت‌هایی است که تحت عنوان عدم مطلوبیت زمانی تعریف می‌شود. طولانی‌تر شدن زمان سفر یک عامل نامطلوب برای افراد است. مهم‌ترین عوامل مؤثر در عدم مطلوبیت سفر، زمان و هزینه هستند.

زمان بر اساس واحدهای زمانی و هزینه بر اساس واحدهای ریالی اندازه‌گیری می‌شوند. چگونه می‌توان این دو عامل را در معادله مطلوبیت کنار هم نهاد؟ مطلوبیت پارامتری بدون بُعد است، در نتیجه معیارهای مختلف (زمان و هزینه) ضرایبی بعددار خواهند داشت. نسبت ضرایب این پارامترها بیانگر رابطه نسبی زمان و هزینه است، به این ترتیب پارامتری تحت عنوان "ارزش زمان سفر" (VOT) تعریف می‌شود که قابلیت تبدیل زمان را به واحدهای پولی داراست.

با استفاده از عامل ارزش زمان، قابلیت تبدیل زمان سفر ذخیره شده یا از دست رفته، به کمیت‌های پولی فراهم می‌شود. از سوی دیگر می‌توان گفت که ارزش زمان سفر، معادل پولی زمان است که در خلال کاهش زمان سفر ذخیره شده یا بوسیله افزایش زمان سفر از بین رفته است.

"ارزش زمان سفر ذخیره شده - VTTS" یا "ارزش زمان سفر" پارامتری است که قابلیت تبدیل زمان را به معادل پولی ایجاد می‌کند و می‌تواند معیاری را برای مقایسه منافع ناشی از طرحها در قیاس با هزینه‌ها ارایه کند. این پارامتر "ارزش زمان سفر" است.

در فضای مهندسی حمل و نقل پارامتر ارزش زمان سفر کاربردهای مختلفی دارد. از این پارامتر در ارزیابی اقتصادی پروژه‌های حمل و نقل، کنترل مدل‌های تقاضای سفر و ساخت مدل‌های تخصیص و تفکیک سفر استفاده می‌شود.

## ۳. ارزش زمان سفر در گذر زمان

افراد مایلند از تعداد سفرهایشان بکاهند و یا زمان آنها را به حداقل ممکن کاهش دهند. این مسئله یک امر ارزشمند برای کل اجتماع است، از این نظر که افراد به هر نحوی با کاهش زمان سفر خود قابلیت تولید بیشتری پیدا می‌کنند [1].

روشهای برآورد ارزش زمان سفر را می‌توان به دو دسته عام روشهای مفهومی - رفتاری و روشهای محاسباتی تقسیم‌بندی کرد. می‌توان ادعا کرد که پیچیدگی نظری روشهای مفهومی - رفتاری از روشهای محاسباتی بیشتر بوده و این روش‌ها در دهه‌های اخیر بحث‌های بیشتری را به همراه داشته‌اند. علت عمده آن این است که این روشها وابستگی بسیاری به نوع و ویژگیهای مدل و

اطلاعات ساختاری آنها دارند [2]، در حالی که این موضوع درباره روشهای محاسباتی که به طور عمده روشهای اقتصادی اند کمتر مطرح هستند.

مدلهای مطلوبیت، که از آنها در مدل‌های تفکیک سفر فردی استفاده می‌شود، در محاسبه مقادیر ارزش زمان سفر رفتاری - مفهومی به کار برده می‌شوند [3]. زیرا تابع مطلوبیت سفر، یک تابع مطلوبیت غیر مستقیم شرطی است.

ارزش زمان سفر به دست آمده از این روش از تفاسیر اقتصاد خرد تابع مطلوبیت به دست می‌آید (Jara Diaz, 2000) [10]. این تابع به مفروضات ایجاد کننده ساختار تابع مطلوبیت، پارامترهای مربوط به آن و نوع محدودیتهای سازنده آن وابسته است [4] اعتبار دادن به زمان از ۳ منبع مختلف منبعت می‌شود:

الف - نظریه تخصیص زمان خالص (Pure Time Allocation Theory)

ب - ساختار تولیدی خانواده (Home Production Framework)

ج - ادبیات موجود در تقاضای سفر (Literature on Travel Demand)

Becker (1965) این تفکر را ارائه نمود که تابع مطلوبیت وابسته به کل "مقدار مصرف" است. وی زمان و مقدار مصرف را به عنوان ورودی این تابع در نظر گرفت و براساس تخمین اولیه، ارزش زمان معادل درآمد ساعتی محاسبه شد، [5]. این نتیجه‌گیری اولیه، به سرعت اصلاح و محدود شد. پس از Becker پژوهشگران دیگری این فکر را دنبال کرده و به اصلاح و توسعه آن همت گماشتند. [6,7,8,9]

سپس، روشهای درآمد ثابت در مدل‌های تفکیک سفر که پیش‌تر تحت عنوان روشهای نرخ مصرف بود، گسترش یافتند. در این روشها ارزش زمان سفر ضرورتاً وابسته به نرخ درآمد نبود [10]. در نتیجه این طرز تفکر مقالاتی ارائه شدند که در آنها این فرض که افراد در پی حداکثر کردن مطلوبیت زمان خویش هستند مبنای این مباحث قرار گرفت.

در این روشها تلاش می‌شد تا اغلب فعالیت افراد، در مدلها وارد شوند و ۳ قید برای این حداکثر سازی ایجاد شدند: محدودیت بودجه، محدودیت زمان و مجموعه‌ای از روابط بین مصرف کالا و بودجه [10].

امروزه آنچه مورد توجه قرار دارد این است که، زمان سفر باید به حداقل ممکن کاهش داده شود. به طور منطقی و ریاضی، ارزش زمان سفر را برابر نسبت حاصل ضرب قیدها در تابع مطلوبیت

ناخالص داخلی را بر تعداد ساعت کار سالیانه که در تولید نقش دارند تقسیم کرد و ارزش زمان را به دست آورد [12]. توصیه می‌شود که از تولید ناخالص داخلی (GDP) در محاسبات استفاده شود، رابطه زیر شکل ریاضی این روش را نشان می‌دهد.

$$Vot_{p-m} = \frac{GDP}{A * P} \quad (1)$$

که در آن:

$Vot_{p-m}$ : ارزش زمان سفر به روش تولید-محور

GDP: تولید ناخالص داخلی

P: متوسط تعداد افراد شاغل و اثرگذار در فرآیند تولید

A: متوسط ساعات کاری سالیانه شاغلین را تعریف می‌کنند.

رابطه فوق نحوه محاسبه ارزش زمان سفر به روش تولید-محور را بیان می‌کند. با توجه به انتقاداتی که به این روش وارد شده است، دو روش اصلاحی برای آن ارائه گردیده است.

اگر در رابطه فوق به جای استفاده از تولید ناخالص داخلی سالیانه از تولید ناخالص داخلی سالیانه سرانه استفاده شود، علاوه بر استفاده از GDP سرانه، دیگر نیازی به ورود پارامتر P در رابطه فوق نخواهد بود. این رابطه اصلاحی بیان می‌کند که متوسط سرانه GDP با آزاد شدن زمان سفر می‌تواند افزایش یابد. اما اشکال اساسی این روش هنوز باقی است و آن این است که در این رابطه ویژگیهای سفر و مسافر به هیچ وجه در محاسبات وارد نشده اند.

رویکرد اصلاحی دیگر، استفاده از متوسط درآمد افراد به جای GDP سرانه است، این ابتکار، روش را قابل فهم تر می‌کند و به مفاهیم روشهای درآمد - محور نزدیک می‌شود. روابط زیر بیانگر این روشهای اصلاحی هستند:

$$Vot_{p-mr} = \frac{GDP_i}{T\omega} \quad (2)$$

که در آن:

$GDP_i$ : سرانه تولید ناخالص داخلی در سال

$T\omega$ : متوسط ساعات کاری سالیانه افراد

$$Vot_{R-ml} = \frac{Income_i}{T_i} \quad (3)$$

که در آن:

$Income_i$ : درآمد سالیانه سرانه

$T_i$ : مجموع کل ساعات سالیانه فرد را تعریف می‌کنند.

حاشیه‌ای درآمد می‌دانند که برابر است با ارزش زمان سفر اوقات آزاد منهای مقدار مطلوبیت حاشیه‌ای زمان. بحثهای دیگری در ارتباط با نحوه مدل کردن، عوامل منظور نشده در مدلها و ... در نظر گرفته شدند و نهایتاً منجر به پیشنهاد روشهای نوین نظری در برآورد ارزش زمان سفر گردیدند [11].

روشهای برآورد ارزش زمان سفر بر اساس مدلهای لجیست پیچیده، لجیست آشیانه‌ای و همچنین روش آستانه تصادفی (اتفاقی) در برآورد ارزش پولی زمان سفر (Stochastic Threshold Model for Estimating VOT) از این گونه ابتکاراتند.

#### ۴. روشهای برآورد ارزش زمان سفر

همانگونه که اشاره شد، روشهای برآورد ارزش زمان سفر به دو دسته عام روشهای مفهومی - رفتاری و روشهای محاسباتی تقسیم‌بندی می‌شوند. با توجه به مبانی و فرضهای مختلف، چندین روش برای برآورد پارامتر زمان سفر به وجود آمده اند که پس از ارزیابی‌های اولیه پنج روش موجود ارزیابی، انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند، این روشها عبارتند از:

- ۱- روش تولید - محور Production Based Method
- ۲- روش هزینه زمان Cost of Time
- ۳- روش مبتنی بر ترجیح مشاهداتی "Revealed Preferences"
- ۴- روش مبتنی بر ترجیح اظهاری Stated Preferences، روش قیمت انتقال Transfer Price
- ۵- روش اعتباردهی تصادفی Contingent Validation

این روشها به اختصار معرفی می‌شوند:

۴-۱ روش تولید-محور: روش تولید محور بر این فرض اساسی قرار دارد که انسان مهم‌ترین عامل مؤثر در تولید کالا است. این روش بیان می‌کند که کاهش زمان سفر باعث افزایش فرصت و زمان در تولید کالا و در نتیجه سبب رشد تولید در یک کشور می‌شود.

کاهش زمان سفر به طور مستقیم سبب افزایش تولید خالص یا ناخالص نمی‌شود، بلکه به طور غیر مستقیم و با توجه به زمان سفر آزاد شده می‌تواند صرف تولید گردد.

در شکل اولیه این روش، "ارزش زمان سفر" وابسته به تولید ناخالص یا خالص در هر ساعت است. در این مورد فرض بر این است که یک فرد شاغل در ازای یک ساعت کاهش زمان سفر، یک ساعت فرصت تولید کالای بیشتر می‌یابد. با این استدلال در محاسبه ارزش زمان سفر یک ساعت، می‌توان تولید خالص یا

## ۴-۲ روش هزینه زمان (COT)

روش هزینه زمان بر این فرض اساسی استوار است که زمان سفر و هزینه حمل و نقل به نحو دو گانه‌ای قابل جابه‌جایی هستند. اگر کاربر حمل و نقل بتواند هزینه را کاهش دهد، در شرایطی قرار می‌گیرد که می‌تواند این زمان را به کار دیگری اختصاص دهد که تولید درآمد کند، همچنین به جای این کار مشخص می‌تواند در هزینه سفر صرفه‌جویی کند و کالای بیشتری بخرد و در عوض زمان بیشتری را به سفر اختصاص دهد [13].

در این روش مقایسه بین ۲ گزینه رقیب حمل و نقل انجام می‌شود:

الف- نوع حمل و نقل کندتر و ارزان‌تر

ب- نوع حمل و نقل سریعتر و گران‌تر

این روش از این فرض که مسافران در وضعیت انتخاب بین ۲ نوع ارزان‌تر و کندتر و نوع گران‌تر و سریع‌تر حمل و نقل فرادارند استفاده می‌کند. تفاوت قیمت و زمان روش‌های مختلف در شبکه حمل و نقل شهری بیانگر ارزش زمان سفر است. با این فرض که نوع گران‌تر و سریع‌تر زمان  $t_1$ ، و هزینه  $C_1$  و روش کندتر و ارزان‌تر زمان  $t_2$  و هزینه  $C_2$  را دارند می‌توان ارزش زمان سفر را به ترتیب زیر محاسبه کرد:

$$Vot_{COT} = \frac{|C_1 - C_2|}{|t_1 - t_2|} \quad (4)$$

با این روش ارزش زمان سفر محاسباتی برابر حاصل تقسیم قدرمطلق تفاضل هزینه‌ها بر قدرمطلق تفاضل زمان‌های ۲ نوع رقیب است.

## ۴-۳ روش ترجیح مشاهداتی

برای برآورد ارزش زمان سفر بر اساس روش‌های مطلوبیت با استفاده از ترجیح مشاهداتی (RP)، از توابع خطی مطلوبیت به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. شکل عمومی تابع مطلوبیت در مدل‌های حمل و نقل به صورت زیر است:

$$U = -\alpha t - \beta c + \varepsilon \quad (5)$$

که در آن:

t: زمان سفر

c: هزینه سفر

U: تابع مطلوبیت

$\varepsilon$ : بخش تصادفی (خطا)

$\alpha t + \beta c$ : بخش غیر تصادفی U است.

پایه نظری این روش توسط K.Train و D.McFadden در سال ۱۹۷۸ شده است [14].

با توجه به استدلال‌هایی که در مباحث اقتصاد کلان و در بحث حداکثرسازی مطلوبیت مطرح اند، نرخ جابه‌جایی در تابع مطلوبیت برای دو پارامتر زمان و هزینه بیانگر ارزش زمان سفر است. مفهوم نرخ جایگزینی را با مفهوم مطلوبیت حاشیه‌ای نیز می‌توان بیان کرد. به این ترتیب رابطه زیر بیانگر ارزش زمان سفر است که از روابط مطلوبیت نتیجه شده است:

$$Vot_{RP-m} = \frac{M_U t}{M_{UC}} = \frac{\alpha}{\beta} \quad (6)$$

در مدل‌های حمل و نقل، تابع مطلوبیت بیانگر مطلوبیت در هر نوع وسیله سفر است. بر این اساس با مشاهده رفتار مرسوم در انتخاب نوع وسیله سفر خود، مدل‌های مطلوبیت ایجاد می‌شوند (Gaudry) [16]. در مدل‌های متداول، تابع مطلوبیت حالت خطی دارد و از سوی دیگر ضرایب آن ثابت هستند. در سال‌های اخیر روش‌های دیگری تدوین شده‌اند [16].

در رابطه مطلوبیت  $\alpha$  و  $\beta$  مقادیر منفی دارند، زیرا با افزایش مقادیر زمان و هزینه از مطلوبیت کاسته می‌شود. تغییرات زمان و هزینه قابل اندازه‌گیری‌اند، اما در مورد تغییرات بخش تصادفی خطا می‌توان گفت که عوامل پنهانی که در مطلوبیت اثر می‌گذارند در  $\varepsilon$  نهفته اند.

مسئله اصلی در این روش، تخمین ضرایب  $\alpha$  و  $\beta$  در مدل است، متداول‌ترین راه تعیین ضرایب، در مواردی که مطلوبیت مقدار کمی مشخص نیست، استفاده از روش حداکثرسازی است [18].

روش‌های برآورد "ارزش زمان سفر" با استفاده از روش ترجیح مشاهداتی (RP) اشکالاتی دارند، این روش‌ها تنها بر اساس مشاهده نحوه انتخاب افراد تعیین می‌شوند و اثر تمایلات افراد، نگرش‌های ذهنی آنها و همچنین سایر عوامل مؤثر در انتخاب از قبیل راحتی، ایمنی و ... در آن‌ها دیده نمی‌شوند.

اما روش‌های ترجیح اظهاری (SP) با مراجعه به افراد جامعه و پرس و جو از نظرات و تمایلات آنها در برابر تغییرات، به مقدار قابل توجهی ایرادهای روش‌های RP را برطرف می‌کنند و آنچه که می‌توان رابطه هم‌خطی بین زمان و هزینه نامید در اینجا حذف می‌شود. [۲۰] دو روش بسیار متداول از روش‌های SP، عبارتند از روش قیمت انتقال (TP) و روش اعتباردهی تصادفی (CV).

#### ۴-۴ روش قیمت انتقال (TP):

در مباحث تقاضای سفر، قیمت انتقال (TP) به هزینه‌ای اطلاق می‌شود که یک گزینه نیاز دارد تا از لحاظ مطلوبیت با گزینه رقیب همسان شود. [19].

روش متداول در این رویکرد مصاحبه با افراد است، در این روش ابتدا از ویژگیهای سفر فعلی افراد پرسیده می‌شود، سپس از آنها سؤال می‌شود که با چه افزایش قیمتی نوع وسیله انتخاب شده آنها با وسیله رقیب هم ارز خواهد بود. در این روش فرض می‌شود که افراد، در معرض انتخاب دو نوع حمل و نقل رقیب قراردارند که دارای ویژگیهای هزینه ( $C_i$ ) و زمان ( $t_i$ ) و مطلوبیت ( $U_i$ ) هستند. قیمت انتقال (TP) قیمتی است که باعث انتقال انتخاب از گزینه انتخاب شده  $r$  به گزینه انتخاب نشده  $c$  بشود. به تعبیری می‌توان گفت که قیمت انتقال، افزایش فرضی هزینه گزینه برتر است به نحوی که از لحاظ مطلوبیت هم ارز با گزینه انتخاب نشده پیشین گردد.

قیمت انتقال (TP) مقداری است که در آن دو نوع وسیله رقیب دارای مقدار مطلوبیت یکسان می‌شوند یعنی  $U_c$  و  $U_r$  برابر شده و تفاضل آنها صفر می‌شود. در این حالت فرض شده که هزینه نوع وسیله انتخابی  $c$  از  $c_r$  به  $c_r + T_p$  تغییر کرده است، در این صورت:

$$U_c = U_m$$

$$\alpha c_c + \beta c_c + \varepsilon_c = \alpha(t_r) + \beta(c_r + T_p) + \varepsilon_r \quad (7)$$

$$\alpha(t_c - t_r) + (\varepsilon_c - \varepsilon_r) = \beta(c_r + T_p - c_c)$$

با تقسیم طرفین رابطه فوق به  $\beta$  می‌توان نوشت:

$$\frac{\alpha}{\beta}(t_c - t_r) + \frac{\varepsilon_c - \varepsilon_r}{\beta} = c_r + T_p - c_c \quad (8)$$

مسئله فوق یک مسأله رگرسیون خطی ساده است. با چشم‌پوشی از عوامل خطا تنها ضریب  $\frac{\alpha}{\beta}$  (که بیانگر مقدار ارزش زمان سفر است) در مسئله نامشخص است که از رگرسیون خطی به دست می‌آید. Gunn رابطه زیر را برای محاسبه ارزش زمان سفر پیشنهاد کرده است [20]. که شکل دیگری از رابطه فوق است. در این رابطه  $T_p$ ،  $\Delta c$  و  $\Delta t$  از افراد پرسیده می‌شوند و ضریب  $\Delta t$  ارزش زمان سفر است.

$$T_p = \text{Vot} \times \underbrace{(\text{time Saving})}_{\Delta t} - \Delta c + \varepsilon \quad (9)$$

#### ۴-۵ روش اعتباردهی تصادفی (CV)

اساس روشهای Sp بر سؤالات فرضی استوار است که در آن به نظر و تمایلات توجه می‌شود. سؤالات فرضی مهم‌ترین ابزار روشهای Sp در تعیین ارزش زمان سفرند [21].

نحوه عمل در روش CV به این صورت است که از افراد مختلف با توجه به ویژگی سفر از آنها پرسش می‌شود که در ازاء تغییرات مشخص زمان ( $t_i$ ) حاضر به پرداخت چه مبلغی هستند. نسبت حاصل از این پرسش و پاسخ، ارزش زمان سفر را به دست می‌دهد. روش تکمیلی این روش، روش ترکیبی است که در این پژوهش ارایه شده است.

در واقع پس از آن که افراد مختلف ابراز کردند که در ازای تغییرات زمان تا چه مبلغ تمایل به پرداخت دارند، از نظرات آنها مدل خطی ایجاد شده و با استفاده از رگرسیون خطی، ارزش زمان سفر هر گروه یا دسته محاسبه می‌شود. این روش در پژوهش حاضر به کار رفته است.

#### ۵. گردآوری اطلاعات

ساخت سایر مدلها، به کار میدانی، جمع‌آوری اطلاعات به روشهای پرسشنامه و مصاحبه نیاز دارد. این گردآوری اطلاعات با آمارگیری برای شهر کرمانشاه انجام شده است.

از روش هزینه زمان (COT) بر اساس ویژگی گزینه‌های (مدهای) رقیب در این شهر استفاده شده است. برای این منظور ابتدا دو وسیله سفر اتوبوس و تاکسی که اطلاعات مربوط به هزینه و زمان آنها قابل محاسبه و دسترسی بودند انتخاب و فهرست خطوط اتوبوسرانی و تاکسیرانی شهر تهیه شد.

بر اساس رابطه (۴) نیازهای محاسباتی این روش در موارد انتخاب شده از این قرارند:

- ۱- هزینه سفر با تاکسی
- ۲- هزینه سفر با اتوبوس
- ۳- زمان سفر با تاکسی
- ۴- زمان سفر با اتوبوس

اطلاعات ۱ و ۲ از سازمان اتوبوسرانی و تاکسیرانی شهر کرمانشاه اخذ شدند. اما محاسبه زمان سفر خطوط موردنظر، نیاز به پژوهش میدانی داشت و لذا برای هر یک از خطوط ۱۱ گانه انتخاب شده، این کار صورت گرفت.

در روش RP نیاز به ساخت تابع مطلوبیت است. برای این منظور با استفاده از تکنیک مصاحبه، از افراد پرسش می‌شود که مدهای رقیب سفر چه ویژگیهایی از نظر زمانی و هزینه‌ای داشته و نهایتاً

جای ساعات کاری شاغلین، از ساعات مفید کل افراد جامعه استفاده می‌گردد.

رابطه (۲).

$$Vot_{p-mr} = \frac{\text{سرانه GDP}}{T_w} = \frac{9792000}{365 \times 10} = 2682 (rls/h) \quad (10)$$

در دیگر رویکرد اصلاحی به جای GDP سرانه، از متوسط درآمد سرانه سالیانه افراد استفاده می‌شود. منظور از زمان در این روش، کلیه ساعات افراد در سال منهای ساعات خواب آنها است. (رابطه ۱۱). اطلاعات مورد نظر مربوط به روابط ۲ و ۳، از مرکز آمار ایران اخذ و GDP سرانه برای سال ۱۳۸۱ شهر کرمانشاه برابر ۹/۷۹۲ میلیون ریال برآورد گردید.

به این ترتیب ارزش زمان سفر هر فرد کرمانشاهی با در نظر گرفتن متوسط ۱۰ ساعت کار مفید روزانه در ۳۶۵ روز سال براساس روش تولید-محور و رویکرد اصلاحی تولید ناخالص داخلی به صورت زیر محاسبه شد.

با توجه به اطلاعات بدست آمده از مرکز آمار ایران، متوسط درآمد سرانه سالیانه اهالی کرمانشاه در سال ۱۳۸۰-۱۳۸۱ مقدار ۱۶۰۷۹۴۲۴ ریال است.

اگر متوسط ساعات خواب روزانه هر فرد را ۸ ساعت در نظر بگیریم، زمان مفید وی ۱۶ ساعت است و لذا ارزش زمان سفر براساس رویکرد دوم اصلاحی به روش تولید محور برابر می‌شود با:

$$VOT_{p-ml} = \frac{16079424}{365 \times 16} = 2753/3 (rls/h) \quad (11)$$

با مقایسه با رویکرد اصلاحی مشاهده می‌شود که اختلاف چندانی بین نتایج این دو روش وجود ندارد.

## ۲-۶ برآورد ارزش زمان سفر به روش هزینه زمان (COT)

در این روش با توجه به وضعیت شبکه حمل و نقل عمومی شهرستان کرمانشاه، ۱۱ مبدأ-مقصد برگزیده شد که در آنها ۲ نوع وسیله اتوبوس و تاکسی وجود داشتند. با توجه به رابطه ۳ برای انجام محاسبات به مقادیر پارامترهای گوناگونی نیاز است. هزینه (کرایه) هر نوع وسیله از سازمان تاکسیرانی و شرکت اتوبوسرانی کسب شد، اما برای زمان سفر هر نوع وسیله در هر خط، پژوهش میدانی صورت گرفت.

نوع انتخاب شده آنان کدام است. گردآوری اطلاعات این روش، با تکنیک مصاحبه انجام گردید و دقت نمونه مورد نظر با استفاده از روابط آماری کنترل شده و در نهایت پایگاه اطلاعاتی داده‌ها ایجاد گردید.

در روش قیمت انتقال (TP) پارامتر قیمت انتقال از افراد مورد پرسش قرار می‌گیرد، علاوه بر این، پرسش از ویژگیهای انواع روشهای حمل و نقل رقیب (زمان و هزینه) نیز باید صورت پذیرد. در روش اعتباردهی تصادفی (CV) نیز از تکنیک مصاحبه و نظرسنجی استفاده شده که در آن تمایل افراد به پرداخت (WTP) در قبال تغییر زمان سفر ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه مورد پرسش قرار گرفته است.

اندازه نمونه مطلوب، با توجه به روابط آماری و با عنایت به درصد خطای مجاز و ویژگیهای نمونه تعیین می‌شود.

در نهایت با انتخاب سطح اطمینان ۹۵٪ و خطای مجاز ۵٪ و با توجه به جمعیت شهر کرمانشاه و انتخاب پارامتر تمایل پرداخت به عنوان پارامتر محوری، نمونه مناسب در حدود ۷۰۰ نفر محاسبه شد. آمارگیری به صورت انتخاب تصادفی افراد در ۱۴ نقطه کرمانشاه انجام شد و با ۷۴۴ نفر مصاحبه شد.

## ۶. برآورد ارزش زمان سفر ساکنین شهر کرمانشاه

در این بخش محاسبات ارزش زمان سفر بر اساس روشهای ۵ گانه مورد نظر انجام شده اند. برای ساخت مدلها و انجام محاسبات از قابلیت نرم‌افزارهای Gauss 6.1، Eviews 3.1، و Excel استفاده شده است.

## ۱-۶ برآورد ارزش زمان سفر به روش تولید-محور (روش اقتصادی)

اساس این روش بر این فرض استوار است که در ازاء ذخیره‌سازی یک ساعت از زمان سفر، یک ساعت فرصت تولید افزایش می‌یابد و در نتیجه مقدار تولید کالا افزایش می‌یابد. به این ترتیب ارزش زمان سفر معادل متوسط ارزش کالای تولید شده در یک ساعت است.

در رویکرد سنتی مقدار تابع از تقسیم مقدار تولید ناخالص داخلی (GDP) بر تعداد ساعات تولید سالیانه افراد شاغل به دست می‌آید. اما در رویکرد اصلاحی به جای استفاده از تولید ناخالص داخلی، از تولید ناخالص داخلی سرانه استفاده شده و در عوض به

### مقایسه نتایج روش‌های مختلف برآورد ارزش زمان سفر (VOT)

تابع مطلوبیت، به نظرات افراد و انتخاب نوع وسیله آنها وابسته است. برای ساخت مدل‌های مطلوبیت عام، به  $U$  مقادیر دودویی داده می‌شود به نحوی که یک به تاکسی و صفر به اتوبوس تخصیص می‌یابد.

در گام بعدی با استفاده از روش حداکثرسازی و با کمک نرم‌افزار Eviews، ضرایب  $\alpha$  و  $\beta$  تعیین شدند. قابل ذکر است که این روش از روش‌های متداول اقتصادسنجی است مدل مطلوبیت سفر در شهر کرمانشاه به صورت رابطه ۱۳ است.

$$U = -0.00912c - 0.060575t + 1/468 \quad (13)$$

در رابطه فوق مقدار  $\alpha$  برابر ۰/۰۶۰۵۷۵ و مقدار  $\beta$  برابر ۰/۰۰۰۹۱۲ به دست آمده است. همان‌گونه که پیش‌تر استدلال شد، نسبت  $\frac{\alpha}{\beta}$  بیانگر ارزش زمان سفر خواهد بود، به این ترتیب روش برآورد ارزش زمان سفر بر اساس حداکثر سازی مطلوبیت به کمک داده‌های RP، برابراست با:

$$(14) \quad (\text{ساعت/تومان}) = 398/5 = (\text{دقیقه/ریال}) = 65/42$$

$$Vot_{RP-m} = \frac{0.060575}{0.000912}$$

### ۶-۴ برآورد ارزش زمان سفر به روش قیمت انتقال (TP)

در این روش قیمت انتقال گزینه‌های رقیب از افراد پرسیده و مشخص می‌شود. رابطه زیر برای محاسبه ارزش زمان سفر با استفاده از مفهوم قیمت انتقال پیشنهاد شده است.

$$T_p = Vot \times \Delta t - \Delta c + \varepsilon \quad (15)$$

به این ترتیب با استفاده از مدل‌های رگرسیون خطی و روش حداقل مربعات و به مدد نرم‌افزار Eviews، مدل خطی فوق ایجاد شد و مقادیر TP،  $|\Delta c|$  و  $|\Delta t|$  از پایگاه اطلاعاتی استخراج گردیدند. با ساخت این مدل ضریب معادله خطی فوق که همان "ارزش زمان سفر" (Vot) است از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$T_p - \Delta C = 56/83 \Delta T + 110/99 \quad (16)$$

و یا:

$$VOT_{TP-m} = 56/83 \frac{\text{ریال}}{\text{دقیقه}} = 341 \frac{\text{تومان}}{\text{ساعت}} \quad (17)$$

جدول ۱ اطلاعات متوسط مربوط به زمان سفر هر یک از خطوط گزیده را بر اساس داده‌های گردآوری شده ارائه می‌کند. همچنین در این جدول مقادیر ارزش زمان در هر یک از خطوط نیز ارائه شده اند. با توجه به مقادیر به دست آمده برای هر یک از خطوط ۱۱ گانه، با استفاده از روش میانگین‌گیری حسابی، مقدار متوسط ارزش زمان سفر در شهر کرمانشاه برابر ۲۸۵۰ ریال بر ساعت به دست می‌آید.

در نوع محاسبات می‌توان رویکرد دیگری را نیز اتخاذ کرد. به این ترتیب که به جای محاسبه ارزش زمان سفر در هر خط و میانگین‌گیری از اعداد ۱۱ گانه، کلیه  $|\Delta c|$  و  $|\Delta t|$  های خطوط ۱۱ گانه را با هم جمع نمود و مجموع کل  $|\Delta c|$  ها را بر مجموع کل  $|\Delta t|$  ها تقسیم کرد تا ارزش زمان سفر به دست آید.

این نتیجه در سطر مجموع جدول ۱ مشاهده می‌شود. مقدار ارزش زمان سفر محاسبه شده در این روش برابر ۲۵۶۰ ریال بر ساعت است. این حالت این مزیت را دارد که به صورت کل به شبکه شهر نگاه می‌کند و کل زمان ذخیره شده و تفاضل هزینه‌های روش‌های رقیب حمل و نقل را در کمان‌های منتخب شهر بررسی می‌کند.

### ۶-۳ برآورد ارزش زمان سفر با استفاده از توابع مطلوبیت و داده‌های ترجیح مشاهداتی (RP)

در روش حداکثر سازی مطلوبیت، از داده‌های به دست آمده با نظرخواهی استفاده می‌شود. مهم‌ترین مسئله در این روش ساخت مدل‌های مطلوبیت به شکل زیر است:

$$U = -\alpha t - \beta c + \varepsilon \quad (12)$$

جدول ۱. جدول اطلاعات و محاسبات روش هزینه زمان

جدول (۱.۵). جدول اطلاعات و محاسبات روش هزینه زمان							
مبدا	مقصد	هزینه تاکسی (ریال)	هزینه اتوبوس (ریال)	زمان تاکسی (دقیقه)	زمان اتوبوس (دقیقه)	dc (ریال)	dt (min)
میدان فردوسی	شهرک زاهداری	۲۰۰	۲۰۰	۲۰	۱۵	۱۰۰	۲.۵
میدان آزادی	مرحلی (ده مجنون)	۲۵۰	۲۰۰	۲۵	۱۵.۲	۱۵۰	۴.۸۵
میدان آزادی	دولت‌آباد	۴۰۰	۲۰۰	۴۵	۲۷.۸	۲۰۰	۳.۶
میدان آزادی	کپه‌شهر	۴۰۰	۲۰۰	۵۰	۴۰	۲۰۰	۵
میدان آزادی	شهرک الهیه	۴۵۰	۲۰۰	۶۰	۴۹	۲۵۰	۵.۵
میدان آزادی	مفروش	۵۰۰	۲۰۰	۵۵	۲۲	۲۰۰	۱۱
میدان آزادی	خیام	۵۰۰	۲۰۰	۵۰	۲۷.۶	۲۰۰	۴.۲
میدان آزادی	پایانه راه کرپلا	۶۰۰	۲۰۰	۴۵	۳۵.۲	۴۰۰	۴.۸۵
میدان آزادی	باغ ایرشم	۶۰۰	۲۰۰	۷۰	۵۲.۷	۴۰۰	۸.۱۵
میدان آزادی	شهرک صادقیه	۷۰۰	۲۰۰	۶۵	۴۹	۵۰۰	۸
پایانه نئ کولوبی	پایانه راه کرپلا	۱۱۰۰	۴۰۰	۱۰۰	۶۶.۴	۷۰۰	۱۶.۸
مجموع						۳۵۰۰	۷۶.۴۵

در این پژوهش با استفاده از تکنیک رگرسیون خطی تمایلات افراد به پرداخت برازش می‌شود. مقادیری که خطوط را از آنها عبور می‌دهیم در جدول ۲ ارائه شده اند.

جدول ۲. اعداد پایه مدل رگرسیون به روش CV

$\Delta_t$	۰	۵	۱۰	۲۰
$\Delta_c$	۰	۱۲/۵۵	۵۱/۶	۱۱۴/۲۳

خطی که از این نقاط عبور می‌کند شکل کلی زیر دارد:

$$\Delta c = a\Delta t + b \quad (19)$$

که در رابطه فوق  $a$ ، همان مقدار ارزش زمان سفر است:

$$\Delta c = 0/954 \Delta t - 7/506$$

$$R^2 = 0/988 \quad (20)$$

اگر ضریب  $\Delta t$  در رابطه فوق که ارزش زمان بر اساس تومان بر دقیقه است را در عدد ۶۰ ضرب کنیم، تبدیل به تومان بر ساعت می‌شود. مقدار پارامتر  $R^2$  در مدل خطی فوق ۰/۹۸۸ است که نشان‌دهنده مناسب بودن مدل برازش شده است.

$$VOT_{CV-R} = 357 \left(\frac{T}{h}\right) \quad (21)$$

## ۵-۶ برآورد ارزش زمان سفر به روش اعتباردهی

### تصادفی (CV)

میانگین اعداد اظهار شده تمایل به پرداخت افراد برای زمان‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه به ترتیب، برابر ۱۲/۵۵، ۵۱/۶ و ۱۱۴/۲۳ تومان بوده است. با استفاده از این مقادیر ارزش زمان سفر به صورت زیر به دست می‌آید.

$$VOT_{CV-5} = \frac{wtp_5}{Time} = \frac{12/55}{5} = 150/6 \left(\frac{T}{h}\right)$$

$$VOT_{CV-10} = \frac{wtp_{10}}{Time} = \frac{51/6}{10} = 309/6 \left(\frac{T}{h}\right) \quad (18)$$

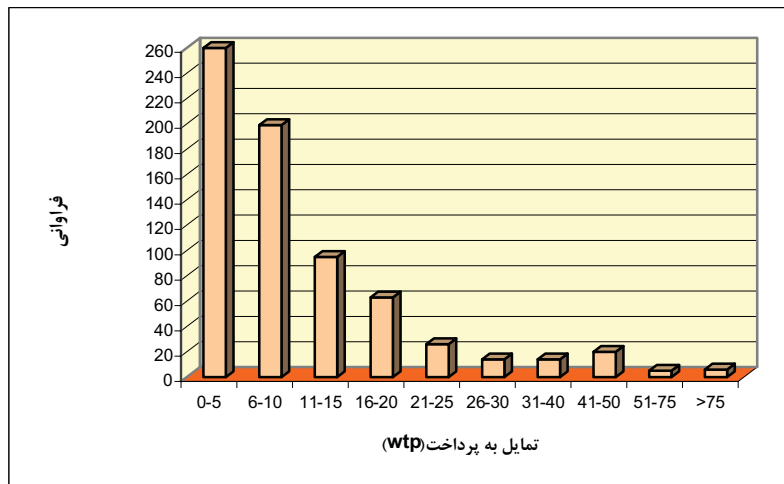
$$VOT_{CV-20} = \frac{wtp_{20}}{Time} = \frac{114/23}{20} = 342/69 \left(\frac{T}{h}\right)$$

با دقت در اعداد محاسبه شده برای ارزش زمان‌های سفر ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه‌ای مشاهده می‌شود که تمایل افراد به پرداخت برای ذخیره‌سازی زمانهای کوچک بسیار کم است، به گونه‌ای که ارزش زمان سفر ذخیره شده ۵ دقیقه کمتر از نصف ارزش زمان‌های سفر ۱۰ و ۲۰ دقیقه‌ای است. روند مهم دیگری که قابل اشاره است افزایش ارزش زمان سفر همراه با افزایش زمان صرفه جویی شده است.

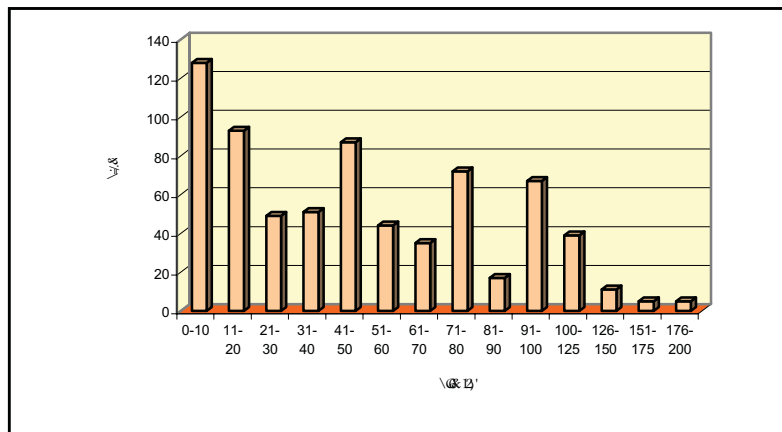
اگر صفحه مختصاتی با محورهای  $\Delta c$  و  $\Delta t$  رسم کنیم و اعداد حاصل از میانگین پاسخها را در آن وارد کنیم، با اضافه کردن نقطه اجباری (۰،۰) می‌توان خطی را برازش داد که شیب آن بیانگر ارزش زمان سفر است.



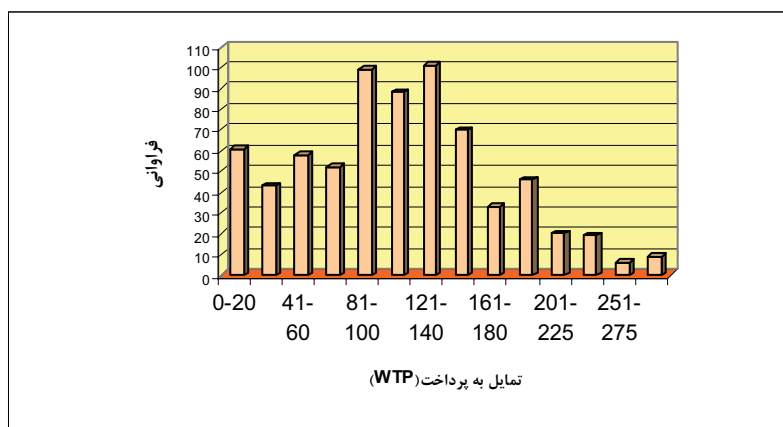
مقایسه نتایج روش‌های مختلف برآورد ارزش زمان سفر (VOT)



شکل ۱. نمودار توزیع فراوانی تمایلات افراد به پرداخت به برابر تغییرات ۵ دقیقه زمان سفر



شکل ۲. نمودار توزیع فراوانی تمایلات افراد به پرداخت به برابر تغییرات ۱۰ دقیقه زمان سفر



شکل ۳. نمودار توزیع فراوانی تمایلات افراد به پرداخت به برابر تغییرات ۲۰ دقیقه زمان سفر

## ۷. ویژگیهای روشهای پنج گانه

با توجه به مدل‌های ایجاد شده و فرایند ساخت مدل‌ها هر یک از این روشها واجد ویژگیهای خاصی است که در اینجا مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

### • روش تولید- محور (روش اقتصادی)

منطق این رویکرد بطور کلی با سایر روشها متفاوت است. ویژگیهای بارز این روش عبارتند از:

- ۱- نداشتن گردآوری اطلاعات و پژوهشهای آماری و به تبع آن کاهش هزینه و زمان
- ۲- استفاده از برسنج‌های اقتصاد کلان منطقه
- ۳- به دست آوردن یک مقدار واحد و نبود امکان محاسبه ارزش زمان افراد و گروههای مختلف
- ۴- وابسته نبودن محاسبات به حمل و نقل و سفر. این روش بیش از آنکه ارزش زمان سفر را محاسبه کند، ارزش زمان را برآورد می‌کند.
- ۵- در این روش از گرایش‌ها و ویژگیهای افراد منطقه استفاده‌ای نمی‌شود
- ۶- عدم قابلیت در نظر گرفتن ویژگیهای سفر در مدل‌ها

خصوصیات ۱ و ۲ از جمله مزایای نسبی این روش‌اند. در پروژه‌های مختلف که محاسبه ارزش زمان سفر در ارزیابیهای اقتصادی ضروری است، این روش یک تخمین اولیه، با دقت و سرعت نسبتاً مطلوب را ارائه می‌دهد. به طور کلی، این روش یک میانگین از ارزش زمان افراد ساکن در محدوده مطالعاتی را ارائه می‌دهد. با توجه به اینکه در پروژه‌های ارزیابی اقتصادی استفاده از ارزش زمان سفر در محاسبات منافع، نقش اصلی را دارد، نتایج این روش از دقت مطلوبی برخوردار نیستند.

### ۷-۱ مختصات روش هزینه زمان

روش هزینه زمان که با نگاهی ساده مبادرت به برآورد ارزش زمان سفر می‌کند، دارای مزایا و معایب خاصی است که بارزترین آنها از این قرارند:

- ۱- هزینه این روش کمتر از سایر روشها بوده و محاسبات به زمان کمتری نیاز دارند
- ۲- این روش به خوبی مجموع تفاوت زمان و هزینه را در کل شبکه برآورد می‌کند

۳- فرض اساسی این روش که شبکه حمل و نقل با توجه به تقاضای سفر به تعادل هزینه‌ها می‌رسد، جای بحث دارد. این مسأله به ویژه در مورد کشورهای توسعه نیافته که اساساً تعادل واقعی بین عرضه و تقاضا و هزینه‌ها وجود ندارد جای سؤال برانگیز است.

۴- این روش ویژگیهای مسافر و فرد انتخاب‌کننده را در نظر نمی‌گیرد و لذا محاسبه ارزش زمان سفر محاسباتی از این طریق اشتباه است. در واقع اثر استقبال افراد و درصد انتخاب هر نوع وسیله در این روش دیده نمی‌شود.

۵- سایر ویژگیهای مؤثر در ارزش زمان سفر مانند راحتی، ایمنی و غیره در این مدل ملحوظ نمی‌شوند.

با توجه به ویژگیهای فوق می‌توان ادعا کرد که این روش با سرعتی مناسب برآورد اولیه‌ای از مقدار برسنج ارزش زمان سفر به دست می‌دهد. این روش از روش تولید-محور، پایه منطقی مناسب‌تری دارد، بخصوص آن که قابلیت در نظر گرفتن برخی خصوصیات سفر مانند هزینه و زمان را دارد. فرض تعادل شبکه و تعیین قیمت‌ها بر اساس تعادل عرضه و تقاضا نیز دیگر مزیت نسبی این روش است. نکات ضعف این روش، استفاده گسترده از آن را مورد تردید قرار می‌دهند.

### ۷-۲ مختصات روش برآورد ارزش زمان سفر باداده‌های (RP)

اساس برآورد ارزش زمان سفر در روش حداکثرسازی مطلوبیت، این است که افراد جامعه به نحوی نوع وسیله سفر را انتخاب می‌کنند که مطلوبیت آنها حداکثر شود. این روش پایه نظریه‌ای مستدل و مستندی دارد که بر مباحث اقتصاد خرد و نرخ جایگزینی پارامترهای تابع مطلوبیت استوار است.

۱- این مدل نسبت به مدل‌های پیشین به نحو شایسته‌ای منطقی و علمی است.

۲- اساس این روش، مبتنی بر مشاهده رفتار افراد و انتخاب آنهاست. پژوهشگران این رویکرد را در ساخت مدل‌ها، رویکرد جامعی نمی‌دانند، به این دلیل که به هیچ وجه تمایلات افراد در انتخاب در نظر گرفته نمی‌شود.

۳- ساخت توابع مطلوبیت عام با پرسشهایی همراه است که جای تأمل دارد.

۴- سایر عوامل مؤثر در انتخاب مانند راحتی، ایمنی، تراکم و غیره به خوبی در مدل وارد نمی‌شوند.

## مقایسه نتایج روش‌های مختلف برآورد ارزش زمان سفر (VOT)

روش بیشتر مزایای روش قیمت انتقال را دارد. ویژگی‌های این روش عبارتند از:

- ۱- این روش به خوبی تمایل افراد به پرداخت در قبال تغییرات زمان را در نظر می‌گیرد.
- ۲- با استفاده از این روش می‌توان تغییرات تمایلات افراد در مورد مقدار زمان سفر ذخیره شده را تعیین کرد.
- ۳- این روش علاوه بر اینکه می‌تواند مانند روشهای TP و RP ارزش زمان را برای گروه‌های مختلف افراد برآورد کند، قابلیت برآورد ارزش زمان سفر هر فرد پاسخگو را نیز دارد.
- ۴- این روش نقش فرد مسافر را به خوبی در پاسخها در نظر می‌گیرد.
- ۵- با پرسش از تمایل افراد به پرداخت، عملاً سایر ویژگی‌های مؤثر در پاسخ افراد دیده نمی‌شوند.
- ۶- آمارگیری این روش، هزینه قابل توجهی در بر دارد و زمان زیادی را می‌طلبد.

مجموعاً این روش را می‌توان روشی قابل اتکا و بسیار مهم در برآورد ارزش زمان سفر دانست. اشکال اصلی این روش این است که پاسخهای افراد تنها بر اساس ذهنیت آنهاست و مبتنی بر واقعیت نیست. از سوی دیگر ویژگی‌های سفر به خوبی قابل پوشش نیستند. اما ویژگی‌های مثبت این روش کاملاً منحصر بفرد اند، به گونه‌ای که هیچکدام از روشها قابلیت برآورد "ارزش زمان سفر" برای تک‌تک افراد را ندارد و به این ترتیب مسائلی چون ارزش زمان سفر صفر و غیره قابل درک نخواهند بود.

## ۸. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

کاربردهای زیر برای پارامتر ارزش زمان سفر ذکر می‌شوند:

- ۱- ارزیابی اقتصادی پروژه‌های حمل و نقل که این پروژه‌ها را با توجه به نوع مسأله از این قرارند:
  - الف- پروژه‌های عمومی راه و حمل و نقل
  - ب- پروژه‌های اصلاحی شبکه حمل و نقل: مانند ساخت مسیر جدید، اضافه‌کردن نوع وسیله سفر جدید به سیستم حمل و نقل و غیره

۲- کنترل مدل‌های تقاضای حمل و نقل

۳- ساخت مدل‌های تخصیص و تفکیک سفر بر اساس مقادیر ارزش زمان سفر

۵- گردآوری اطلاعات این روش مستلزم هزینه‌های کلانی است. ذکر این نکته ضروری است که در صورتی که مطالعات جامع حمل و نقل و آمارگیری مبدأ-مقصد (O-D) انجام شود، نیاز به آمارگیری مجدد برای این روش نخواهد بود.

۶- احتمال وابستگی پارامترهای C و t وجود دارد و هیچ عامل تضمین‌کننده‌ای برای تصحیح آن وجود ندارد. این اشکالی است که اساساً به ساختار مدل‌های مطلوبیت وارد است.

در جمع‌بندی نهایی، می‌توان ادعا کرد که روش حداکثرسازی مطلوبیت بر اساس داده‌های (RP)، در برآورد ارزش زمان سفر روش مطلوبی است. با این حال انتقادهای مهمی به این روش وارد شده است که استفاده از روشهای اصلاح شده را ضروری می‌کند. اما روشهای اصلاحی مستلزم وجود پایگاه اطلاعاتی و ساخت مدل‌های اولیه ای هستند که در این پژوهش ایجاد شده‌اند. در واقع پایگاه حاضر می‌تواند مبنای ساخت مدل‌های اصلاحی شود که پیش از این امکان ساخت آنها وجود نداشته است.

در نظر گرفتن تمایلات افراد به پرداخت، وابستگی احتمالی هزینه و زمان وارد شده به عنوان متغیرهای مستقل، در نظر گرفته نشدن عواملی چون ایمنی و راحتی و غیره در مدل از مهم‌ترین معایب این روش است. در روشهای ترجیح‌اظهاری (SP) اعم از روش قیمت انتقال (TP) و اعتباردهی تصادفی (CV) سعی شده تا این معایب نسبی به نحوی برطرف شوند.

## ۷-۳ مختصات روش قیمت انتقال (TP)

این روش معضلات سایر روشها را ندارد، اما کوچک بودن  $R^2$  در برخی مدلها می‌تواند مسئله آفرین باشد. خصوصیات مهم و برجسته این روش از قرار زیر است:

- ۱- از آنجا که نظرات افراد مختلف پرسیده می‌شود، به طور غیر مستقیم نقش عواملی چون راحتی، ایمنی، تراکم و غیره در انتخاب آنها در نظر گرفته می‌شود.
- ۲- ایجاد مدل، نیازمند آمارگیری و مصاحبه است که مستلزم هزینه بسیار و زمان طولانی است.
- ۳- ساختار مدل ساده است و پیچیدگی‌های روش RP را ندارد، هر چند برخی پارامترهای آماری مانند  $R^2$  مقادیر کاملاً مناسبی را نمی‌دهند.

## ۷-۴ مختصات روش اعتباردهی تصادفی (CV)

این تکنیک از زیرمجموعه‌های روش SP است که با توجه به پرسش از افراد، تمایلات آنها به پرداخت را تعیین می‌کند. این

10. Jara Diaz, S. and Farah, M (1998) "Transportation demand and users benefits with fixed income: the good-leisure trade off revisited", *Transportation Research*, Vol. 218, 165-170.

11. Koutsoyiannis, M. (1985) "Modern microeconomics", Mc Millan Press LTD, Third Edition, 1985.

12. Tarski, I. (1989) "The value of travel time in transportation", Prentice Hall Ltd., 169-191.

13. Mackie, P.J [et.al.] (2003) "Values of travel time saving in UK." University of Leeds. (www.leeds.uk.)

14. Train, K. and Mc Fadden, D. (1978) "The goods-leisure trade off and disaggregate work trip mode choice models", *Transportation Research*, Vol. 12, 349-353.

15. Gaudrey, M.M.I, Jara Dias, S. and Ortuzar, J.De (1983) "Value of time sensitivity", n.p.

16 Train, K. (2002) "Discrete choice methods with simulation", Cambridge University Press, Chapter: 1-3, 7,8,10.

17. Gudje, M. (1994) "Econometrics", Pergamon Press, Chapter 1-4.

18. Hensher, D.A. (1994) "Practice of stated preferences methods", *Transportation*, Vol. 21, 105-230.

19. Bonsall, P.W. (1983) "Transfer price data: its use and abuse", *Proceedings, 8th PIARC Summer Annual Meeting*, University of Sussex, England.

20. Gunn, H.F.(2000) "An Introduction to the valuation of travel-time saving and losses" In *Hand book of modeling*", Pergamon Press, Oxford, 433-448.

21. Oort, O. (1969) "The valuation of traveling time", *Journal of Transportation Economics and Policy*, Vol. 3, 279-286.

هر یک از اهداف فوق دقت برآورد ارزش زمان سفر را در محدوده مشخصی می‌طلبند و معیارهای مختلفی برای ارزیابی هر یک از مدلها دارند.

پیشنهاد می‌شود که در پروژه‌های ارزیابی اقتصادی طرح‌ها از روشهای کم‌هزینه‌تر استفاده شود. روشهای تولید-محور و هزینه زمان با توجه به دقت مورد نظر می‌توانند نیازها را به نحو مناسبی ارضاء کنند. استفاده از روشهای دقیقتر در کنترل مدل‌های تقاضا و ساخت مدل‌های تخصیص و تفکیک سفر ضروری است.

## مراجع

1. Ortuzar, J.D.D. and Willumsen, L. (2001) "Modeling transport", John Wiley & Sons Ltd. Third edition.

2. Gaudrey, M.M.I, Jara Dias, S. and Ortuzar J.De. (1983) "Value of time sensitivity to model specification", *Transportation Research*, 238, 151-158.

3. Value of time in traffic models. Center of transportation Research, n.p., n.d.

4. Bates, J (1987) "Measuring travel time values with discrete model". *Economic Journal*, 97, 493 – 448.

5.. Becker, G. (1965) "A theory of allocation of time", *Economic Journal*, 75, 493 – 517.

6. Johnson, M. (1969) "Travel time and the price of leisure", *Western Economic Journal*, 4, 493-517.

7. Oort, O. (1969) "The valuation of traveling time", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 3, 279-286.

8. De Serpa, A. (1971) "A theory of the economics of time", *Economics Journal*, 81, 828-846.

9. Evans, A (1972) "On the theory of valuation and allocation of time", *Scottish Journal of Political Economy*, 19, 1-17.

# **Comparison of Various Methods for Value of Travel Time (VOT)**

*G. Shahi, Associate Professor, Department of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran*

*H. Ahangari, MSc. Department of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran  
E-mail: jalil@iust.ac.ir*

## **ABSTRACT**

Value of time is one of the most important economic parameters in the field of transportation engineering. This parameter has been frequently used in economic evaluation of transportation projects and is an essential factor for this purpose. There are a few methods for assessment of VOT each of which is based on its special base and therefore their work areas are different. This paper tries to introduce various VOT methods and modified methods are also represented for each of them. Models related to each of these models are then made and their weakness and power points are discussed. Models are designed for Kermanshah City and various data collection procedures have been used for them.

**Keywords:** Value of Travel Time (VOT), models