

اولویت‌بندی طرح‌های ایمن‌سازی جاده‌های ایران براساس شاخص‌های هزینه_فایده (مطالعه موردی: راه‌های اصلی منطقه خراسان بزرگ)

اسماعیل آیتی، استاد گروه عمران دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

esmaeel@ayati.co.uk

فرامرز قدیریان، کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

faramarz_ghadirian@yahoo.com

چکیده:

از بین روش‌های مختلف در ارزیابی یک پروژه تحلیل سود - هزینه (CBA) با در نظر گرفتن تمامی سودها و هزینه‌های اجرای یک پروژه، ابزار اقتصادی بسیار مناسبی برای یافتن موثرترین طرح ایمن‌سازی می‌باشد. در این تحقیق سعی شده است که با استفاده از آمار و اطلاعات تصادفات بر اساس پرونده‌های تصادفات، سازمان حمل و نقل و پزشکی قانونی کشور و نیز اطلاعات مربوط با سرمایه‌گذاری‌های بخش ایمن‌سازی جاده‌ای از متولیان اجرای این طرح‌ها، هزینه و فواید اجرای طرح‌ها تعیین شود و سپس شاخص‌های مختلف آنالیز هزینه - فایده و اولویت‌بندی طرح‌های اجرا شده براساس فاکتورهای مختلف هزینه - فایده مورد ارزیابی قرار گیرد. شاخص‌های مختلف CBA که برای طرح‌های مختلف ارزیابی شده‌اند عبارتند از: NPV، FYRR، BCR. براساس این اولویت‌بندی طرح «احداث باند سبقت» دارای بیشترین BCR می‌باشد و همچنین «احداث آزاد راه» در اولویت یک NPV قرار دارد این طبقه‌بندی طرح‌های ایمن‌سازی اکنون به متولیان اجرای طرح‌های ایمنی این امکان را می‌دهد که در صورت تمایل جهت کاهش تصادفات در یک نقطه و در بین چند طرح ایمن‌سازی، بهترین طرح را به لحاظ اقتصادی تعیین نمایند.

واژگان کلیدی: استراتژی، ایمن‌سازی جاده‌ای، تصادفات، اولویت‌بندی، هزینه - فایده

۱-۳ تورم:

به‌گفته کارشناسان امور اقتصادی تورم زمانی پدید می‌آید که افزایش شاخص قیمت اکثر کالاها و خدمات در طول زمان روند فزاینده‌ای داشته‌باشد که از آن به عنوان تورم کلی نیز یاد می‌شود. [1] با توجه به اینکه محاسبه نرخ تورم اعلامی از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران براساس سبد کالاهای مصرفی خانوار می‌باشد لذا از متوسط نرخ تورم ۷ سال گذشته منتشره از سوی بانک مرکزی معادل ۱۵ درصد استفاده شده است. به منظور تبدیل هزینه درمان مجروحین، زمان ازدست رفته در جریان تصادف، معلولیت‌های دائم و موقت و فوتی‌های تصادفات محاسبه شده در سال ۷۶ [۲] به ارزش سال ۱۳۸۳ نیز از نرخ تورم ۱۵ درصد استفاده شده است.

۲-۳ نرخ بهره:

از دیدگاه اقتصادی نرخ بهره هزینه فرصت‌های ازدست‌رفته وجوه سرمایه‌گذاری شده را نشان می‌دهد در این تحقیق نرخ تنزیل (بهره) برابر یا بیشتر از نرخ بهره وام بانکی ۲۵ درصد تعیین می‌شود. فرمول استاندارد مربوط به تنزیل به ارزش حال به قرار زیر است [۳]:

$$P_V = \sum_{t=1}^N \left[\frac{1}{(1+r)^t} \right] A_t \quad \text{که در این فرمول:}$$

P_V : ارزش فعلی در زمان صفر (سال پایه)

r : نرخ تنزیل (بهره)

t : زمان (سال) و A_t = مقدار درآمد یا هزینه در سال t می‌باشد.

۱- مقدمه:

موضوع این تحقیق معرفی روش آنالیز هزینه - فایده، اولویت‌بندی طرح‌های ایمن‌سازی جاده‌ای خراسان بر اساس شاخص‌های مختلف هزینه_فایده می‌باشد و پیشنهاد نماید که اگر سیاست‌های ایمنی جاده‌ای براساس چنین آنالیزهایی (هزینه - فایده) پایه‌ریزی شود از سیاست‌های ایمنی فعلی و روش‌های دیگر اولویت‌بندی نتایج بهتری را به دست می‌دهد و اولویت به طرح‌هایی داده خواهد شد که کمترین سرمایه و بیشترین اثر را دارد.

۲- بیان مسئله:

یکی از مسائل مهم پیش روی سیاست‌گذاران در بخش متولیان اجرای طرح‌های ایمن‌سازی جاده‌ای اولویت‌بندی گزینه‌های مختلف پیشنهادی می‌باشد. استراتژی آنالیز هزینه - فایده بعنوان بهترین و موثرترین روش اولویت‌بندی طرح‌های ایمن‌سازی لازم است که کاملاً شناخته شده و موارد استفاده و کاربرد آن برای سیاست‌گذاران بخش ایمنی روشن باشد.

۳- مبانی تحلیل اقتصادی

تحلیل اقتصادی بخش مهمی از پروژه جامع یا برنامه ارزیابی با استفاده از روشی است که تمامی اثرات کمی و کیفی و کلیدی سرمایه‌گذاری‌های به‌عمل‌آمده در پروژه‌های راه را مورد توجه قرار دهد.

نسبت منافع به هزینه‌هاست. ساده‌ترین حالت نسبت منافع به هزینه‌ها بصورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^T B_t (1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^T C_t (1+r)^{-t}} \quad (4)$$

قانون تصمیم‌گیری که $\frac{B}{C}$ برابر یا بزرگتر از یک باشد، پذیرفتنی است. خصوصیت دیگر نسبت منافع به هزینه‌ها، که سرمایه را به‌عنوان عاملی کمیاب در نظر می‌گیرد، نسبت ارزش فعلی منافع (NPV) به هزینه‌های سرمایه‌ای، بصورت زیر است:

$$\frac{B}{C} = \frac{NPV}{C_{capital}} = \frac{\sum_{t=0}^T (B_t - C_t)(1+r)^{-t}}{C_{capital}} \quad (5)$$

شاخص ساده و مفید دیگری در روش CBA نرخ بازگشت سال اول (FYRR⁷) است.

$$FYRR = \frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=1}^I B_{1i}}{C} \quad (6)$$

که در آن B_{1i} رشته منافی است که در سال اول افتتاح به‌دست می‌آید، B_{1i} منفعت شماره i است، I تعداد منافی است که در محاسبه آمده‌است و C جمع هزینه‌های اجرایی تنزیل شده‌است.

۴- تعیین ضرایب وزنی انواع تصادفات جاده‌ای

پس از بررسی آمار موجود و گزارشات معاونت راهنمایی و رانندگی نیروی انتظامی خراسان به بررسی پرونده‌های تصادفات در پاسگاه‌های پلیس‌راه بین‌شهری در منطقه خراسان بزرگ پرداخته و در نهایت به جهت تکمیل اطلاعات موجود از تحقیقات صورت‌گرفته در رابطه با تصادفات در ایران [۲۰ و ۲۱] بهره‌جسته‌ایم.

۴-۱ تعیین میزان خسارت انواع وسایل نقلیه براساس عملکرد شرکت‌های بیمه

اطلاعات بدست آمده مستقیماً از پرونده‌های تصادفات رانندگی در شرکت بیمه ایران بدست آمده‌است و نوع اتومبیل، سیستم اتومبیل و عمر اتومبیل را از پرونده‌های تصادفات جمع‌آوری کرده‌ایم. جامعه آماری موردنظر کل شرکت بیمه ایران می‌باشد که در کلیه استان‌ها و اکثر شهرستان‌ها شعبه دارد و معتبرترین شرکت بیمه در بین شرکت‌های بیمه می‌باشد.

۳-۳ روش‌های اولویت‌بندی طرح‌های حمل‌ونقل

۳-۳-۱ معرفی روش‌های اولویت‌بندی طرح‌های حمل‌ونقل

- ✓ تحلیل هزینه چرخه‌عمر
- ✓ تحلیل هزینه - تأثیرپذیری (CEA) [4,5]
- ✓ تحلیل چند معیاری (MCA) [6]
- ✓ تحلیل ریسک - فایده (RBA) [7]
- ✓ روش مقایسه بین هزینه‌های سالیانه [8]
- ✓ تحلیل هزینه - فایده (CBA) [4]

۳-۳-۲ تحلیل هزینه - فایده

تحلیل هزینه - فایده (CBA) تا حد امکان هزینه‌ها و منافع سیاست‌گذاری یا کار اجرایی مشخصی را اندازه‌گیری می‌کند دو خصوصیت اصلی در روش CBA وجود دارد. ابتدا اینکه تحلیل‌گر را به فهرست کردن مزایا و معایب سیاست‌گذاری یا کار اجرایی موردنظر ترغیب می‌کند. دوم اینکه فهرست مذکور باید اهدافی را دنبال کند. هدف اصلی و متداول در روش CBA افزایش سطح رفاه جامعه است [9] قانون اصلی در روش CBA را می‌توان بصورت زیر نشان داد:

$$0 < B - C = \text{منافع خالص جامعه} \quad (1)$$

که B منافع و C هزینه‌هاست. با توجه به اینکه هزینه‌ها و منافع ممکن است در زمانی بعد از رسیدن پروژه به بهره‌برداری حادث شود، زمان نیز وارد معادله (۱) خواهد شد، و بدین ترتیب خواهیم داشت:

$$NPV = \sum_{t=0}^T (B_t - C_t) / (1+r)^t \quad (2)$$

که در آن NPV^5 ارزش خالص فعلی منافع اجتماعی، B_t منافع در سال t و C_t هزینه‌ها در سال t ، T افق در نظر گرفته شده و r نرخ تنزیل جامعه است. قاعده نیز این است که ارزش خالص فعلی منافع جامعه از صفر بیشتر باشد.

از قوانین مهم دیگر در این روش نرخ بازگشت داخلی (IRR⁶) است، یعنی نرخ‌ای که در آن ارزش خالص فعلی NPV برابر صفر است. بدین ترتیب داریم:

$$\sum_{t=0}^T (B_t - C_t) / (1+i^*)^t = 0 \quad (3)$$

که در آن T ، B_t ، C_t مانند قبل و i^* نرخ بازگشت داخلی است. قانونی دیگر برای تصمیم‌گیری که غالباً مورد استفاده قرار می‌گیرد،

1- Cost Effectiveness Analysis

2- Multi - Criteria Analysis

1- Risk - Benefit Analysis

2- Cost - Benefit Analysis

3- Net - Present Value

4- Internal Rate of Return

5- First Year Rate of Return

جدول ۱- سهم هریک از اتومبیل‌ها با توجه به سیستم آن‌ها در تعداد تصادفات

نوع سیستم اتومبیل	تعداد تصادفات	درصد تصادفات P_i
سواری پیکان	۴۰	۳۰/۸
سواری پراید	۶	۴/۶
سواری ماکسیما	۱	۰/۸
کامیون کمپرسی	۱۵	۱۱/۵
اتوبوس	۱۷	۱۳/۱
وانت نیسان	۵	۳/۸

جدول ۲- سهم هریک از اتومبیل‌ها با توجه به مدل آن‌ها در تصادفات

عمر اتومبیل	تعداد تصادفات	عمر اتومبیل	تعداد تصادفات
۲۷	۱۴	۱۱	۸
۲۳	۲۱	۷	۲۴
۱۹	۱۵	۳	۳۴
۱۵	۱۴	-	-

جدول ۳- میانگین درصد خسارت در نظر گرفته شده برای وسایل نقلیه در هریک از انواع تصادفات

ردیف	نوع تصادف	میانگین درصد خسارت وارده به وسیله نقلیه
۱	خسارتی	۸
۲	جرحی	۲۵
۳	فوتی	۵۰

۴-۳-۱- میزان هزینه آسیب‌دیدگی وسایل نقلیه

اطلاعات و فاکتورهای مورد محاسبه جهت محاسبه هزینه تصادف جرحی به قرار زیر می‌باشد:

تعداد وسایل نقلیه درگیر در تصادفات جرحی سال ۸۳: ۴۶۹۳ دستگاه

تعداد موتورسیکلت درگیر در تصادفات جرحی سال ۸۳: ۴۶۶ دستگاه

هزینه آسیب وسایل نقلیه: ۲۰۳۰۲۷ میلیون ریال

هزینه درمان مجروحین براساس محاسبات سال ۱۳۷۶ [۲] و اعمال

نرخ تورم میانگین ۷ سال گذشته معادل ۱۵ درصد [۱۱]:

جمع هزینه درمان مجروحین: ۲۷۲۰۳ میلیون ریال

با توجه به اینکه در مرجع [۲] هزینه درمان مجروحین در بیمارستانی که پذیرای مجروحان تصادفات می‌باشد، صورت پذیرفته است به منظور اعمال شدت تصادفات برون‌شهری ضریب شدت تصادفات برون شهری نسبت به تصادفات درون شهری معادل ۲/۳۴ در کل هزینه

بررسی سهم هر یک از اتومبیل‌ها از تعداد تصادفات اتفاق افتاده با توجه به سیستم اتومبیل‌ها بدست می‌آید، زیرا در میان انواع اتومبیل‌ها که مورد بررسی قرار گرفت، سیستم اتومبیل‌ها نیز در حوادث رانندگی موثر است. در اینجا ما به بررسی آمار تصادفات هریک از اتومبیل‌ها که با استفاده از آمار بدست‌آمده از ۱۳۰ حادثه رانندگی حاصل شده‌است، می‌پردازیم. تعداد ۱۳۰ براساس کل پرونده‌های تصادفات بین‌شهری در یک دوره یک‌ساله در ۳ شعبه شرکت بیمه ایران می‌باشد. این آمار در جدول ۱ نشان داده شده است.

یکی دیگر از عوامل موثر در محاسبه میزان هزینه تصادفات، مدل اتومبیل یا به عبارت دیگر عمر اتومبیل فرض شده‌است. آمار بدست آمده از ۱۳۰ مورد تصادفات در مورد اتومبیل‌های مقصومرد آنالیز قرار گرفت. با توجه به اینکه تعداد وسایل نقلیه بررسی شده زیاد بوده در جدول ۱ فقط برای نمونه تعدادی از وسایل نقلیه که بیشترین درصد تصادفات را داشته‌اند آورده شده است و در جدول ۲ سهم هریک از اتومبیل‌ها با توجه به مدل آن‌ها در تصادفات نشان داده شده است. به منظور اختصاص یک عدد برای درصد خسارت هر یک از انواع تصادفات، میزان خسارت وارده به وسایل نقلیه درگیر در تصادفات به بازه‌هایی طبقه‌بندی شده و سپس میانگین حسابی بازه‌ای که بیشترین فراوانی مطلق و نسبی در هریک از انواع تصادفات را دارد به عنوان درصد خسارت هریک از انواع تصادف در نظر گرفته می‌شود. جدول ۳ میزان درصد خسارت وارده به وسایل نقلیه در هریک از انواع تصادف را براساس اطلاعات اخذ شده از شرکت بیمه ایران نشان می‌دهد.

۴-۲- ارزیابی هزینه یک تصادف خسارتی

به منظور ارزیابی هزینه خسارت وارده به وسایل نقلیه از اطلاعات جدول ۳ و قراردادن ضریب خسارت ۸ درصدی و متوسط عمر اتومبیل براساس اطلاعات جدول ۲ معادل ۲۲،۹۵۳،۸۶۸ ریال می‌گردد. حال به منظور در نظر گرفتن هزینه‌های وارد شده به سایر اشیاء (درون اتومبیل و سطح جاده) و حیوانات با توجه به این که اینگونه اطلاعات در هیچ سندی به ثبت نمی‌رسد، صرفاً براساس تجربه نویسندگان ۱۰٪ به رقم فوق اضافه می‌گردد. بنابراین مقدار هزینه یک تصادف خسارتی در سال ۸۳ مطابق زیر بدست می‌آید:

۴-۳- ارزیابی هزینه یک تصادف جرحی

هزینه تصادفات جرحی، با توجه به دخیل بودن هر دو عامل وسیله نقلیه و انسان محاسبه آن شامل دو قسمت می‌باشد. در مرحله اول میزان هزینه وارده شده به وسایل نقلیه را محاسبه و در مرحله دوم هزینه جراحات وارده شده به مجروحین تصادف را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم.

$$\text{ریال } ۲۲,۹۵۳,۸۶۸ \times 1/1 = ۲۵,۲۴۹,۲۵۴$$

۶۰۷ نفر فوتی تصادفات جاده‌های خراسان براساس گزارش راهنمایی و رانندگی در عدد ۲ ضرب گردد.

هزینه معلولیت‌های دائم $17657 = 1523/54 \times 11/59$ میلیون ریال

هزینه کل فوتی‌ها $1155995 = 952/22 \times 2 \times 607$ میلیون ریال

۴-۴-۴ محاسبه هزینه اوقات تلف شده در تصادفات جاده‌ای و ساعات کاری ازدست‌رفته مربوط به مجروحان و مصدومانی که زنده‌می‌مانند و ارزش اقتصادی افراد معلول موقت :

هزینه ساعات ازدست‌رفته مجروحان غیرمعلول: ۶۷۴ میلیون ریال

ارزش اقتصادی اوقات تلف‌شده معلولین موقت: ۱۰۵۹ میلیون ریال

اوقات تلف‌شده در صحنه تصادف: ۳۶ میلیون ریال

اوقات تلف‌شده در پیگیری مسائل مجروحین: ۱۱۲ میلیون ریال

اوقات تلف‌شده افراد در مراسم تدفین و ترحیم: ۲۷۶ میلیون ریال

۴-۴-۵ هزینه کل تصادف فوتی :

هزینه در هر تصادف فوتی در محورهای خراسان در سال ۱۳۸۳

میلیون ریال $2668 = 1280942 \div 480$ میلیون ریال

۴-۵ تعیین ضرایب وزنی انواع تصادفات جاده‌ای ایران

اکنون با استفاده از هزینه‌های بدست آمده برای هر کدام از انواع تصادفات جرحی، خسارتی و فوتی نتایج زیر حاصل می‌گردد:

خسارتی $4/5 =$ یک تصادف جرحی

خسارتی $105 =$ یک تصادف فوتی

۵- تحلیل طرح‌های ایمن‌سازی جاده‌ای به‌منظور تعیین

تأثیر بر کاهش تصادفات و هزینه‌های اجرای آن‌ها

هر طرح ایمن‌سازی که قابلیت آنالیز هزینه - فایده را داشته‌باشد باید سه شرط زیر را دارا باشد. [14]:

۱- یک طرح مناسب باید از نظر عملکرد کاملاً موثر باشد.

۲- یک طرح مناسب باید از نظر هزینه موثر باشد

۳- یک برنامه مناسب باید از نظر اخلاقی پذیرفته شده‌باشد.

۵-۱ عنوان راه‌های اصلی خراسان در تحلیل هزینه - فایده

محور مشهد - قوچان، قوچان - بجنورد، مشهد - نیشابور،

نیشابور - سبزوار، مشهد - تربت حیدریه، مشهد - تربت جام

۵-۲ ارائه طرح‌های ایمن‌سازی به تفکیک محورهای مورد

مطالعه

تعداد کل طرح‌های اجرا شده ۱۲۶ طرح می‌باشد که در قالب ۳۱ نوع

طرح ایمن‌سازی می‌باشد. طول دوره بررسی طرح‌ها ۱۰ سال از سال

۷۳ تا ۸۳ در نظر گرفته شده‌است.

۵-۳ میزان تأثیر طرح‌های اجرا شده در هریک از محورها

بوسیله آنالیز هزینه - فایده

درمان مجروحین در نظر گرفته می‌شود. پس بنابراین کل هزینه

درمان مجروحین برابر است با: ۶۳۶۵۵ میلیون ریال

۴-۳-۲ محاسبه هزینه اوقات تلف‌شده و ساعات کاری ازدست‌رفته مربوط به مجروحان و مصدومانی که زنده‌می‌مانند و ارزش اقتصادی افراد معلول موقت و معلول دائم در تصادفات جرحی :

ارزش متوسط یک ساعت وقت تلف‌شده در در مرجع [۲] معادل

ساعت/ریال ۶۲۸ برای سال ۷۶ و برای سال ۸۳ معادل ۱۶۷۰ ریال

برای هر ساعت می‌گردد. سایر اطلاعات لازم جهت محاسبه هزینه

اوقات تلف‌شده و ارزش اقتصادی افراد معلول موقت و دائم به قرار زیر

می‌باشد:

مدت معلولیت موقت ۱/۵ سال

هزینه متوسط یک معلولیت دائم در سال ۸۳: ۱۵۲۳/۵ میلیون ریال

تعداد تصادفات جرحی در سال ۸۳ برابر ۲۸۳۰ فقره

کل هزینه معلولیت‌های دائم: $44181 = 1523/5 \times 29$ میلیون ریال

هزینه اوقات تلف‌شده: ۶۷۶۰ میلیون ریال

هزینه یک تصادف جرحی: $112/2 = 317623 / 2830$ میلیون ریال

۴-۴-۴ ارزیابی هزینه یک تصادف فوتی

هزینه غالب در تصادفات فوتی ارزش اقتصادی ناشی از فوت و معلولیت‌های دائم و تبعات فرهنگی، اجتماعی آن می‌باشد که در مراتب بعدی محاسبه گردیده است.

۴-۴-۱ هزینه خسارت وارده به وسایل نقلیه

میزان هزینه خسارت وارده به وسایل نقلیه مطابق فرضیات در نظر گرفته‌شده در محاسبه هزینه تصادفات خسارتی می‌باشد با این تفاوت که شدت آسیب وسیله‌نقلیه از ۸ درصد به ۵۰ درصد افزایش پیدا می‌کند و نیز تعداد تصادفات از ۴۳۲۵ فقره به ۴۸۰ تغییر پیدا می‌کند.

تعداد وسایل نقلیه درگیر در تصادفات فوتی سال ۸۳: ۷۹۵ دستگاه

تعداد موتورسیکلت درگیر در تصادفات فوتی سال ۸۳: ۷۹ دستگاه

هزینه آسیب وسایل نقلیه: ۸۱۹۵۵ میلیون ریال

۴-۴-۲ هزینه درمان مجروحین تصادفات فوتی

با توجه به محاسبات بعمل آمده هزینه واقعی مجروحین با اعمال

ضریب ۲/۳۴، ۸۵۵۹ میلیون ریال بدست آمد

۴-۴-۳ ارزش متوسط تولید بالقوه از دست‌رفته یک قربانی و

یا معلولیت دائم

براساس روش مبتنی بر آراء دادگاه‌ها [12] و با توجه به گزارش

پزشکی قانونی [۱۳] تعداد کشته‌شدگان سوانح جاده‌ای ۲ برابر تعداد

فوتی‌های گزارش شده نیروی انتظامی می‌باشد. لذا لازم است که تعداد

C_3 : هزینه‌های بهره‌برداری در دوران عمر طرح
 C_4 : هزینه‌های خارجی که در اثر اجرای طرح به محیط زیست و پروژه‌های مفید دیگر تحمیل می‌شود.

C_5 : هزینه‌های مرتبط با منطقه اجرا

۴-۵ بررسی تأثیر هر یک از طرح‌های ایمن‌سازی

بررسی علل تصادف در فرم‌های مربوطه پر شده بوسیله افسر راهنمایی رانندگی و تعیین طرح ایمن‌سازی مورد لزوم جهت حذف این‌گونه تصادفات [۱۶و۱۵]

۴-۵-۱ بررسی علل تصادف به منظور تعیین میزان تأثیر

طرح‌های ایمن‌سازی جاده‌ای بر کاهش تصادفات

با استفاده از اصطلاحاتی که در فرم کام ۱۱۳ توسط افسر پلیس تکمیل شده بود تا حد زیادی می‌توانیم علت بروز حادثه را که به جز خطای انسانی و نقص فنی، وضعیت نامطلوب جاده را هم شامل شود، تعیین نمود [۱۷]. جدول ۴ همچنین برای محور مشهد - قوچان در دو دوره یک‌ساله نیز بررسی گردیده‌است. هدف از انجام این مرحله تحقیق، پیدا کردن تأثیر آن دسته از طرح‌های ایمن‌سازی است که در تمام مسیر تأثیرگذار بوده و تعیین محل تصادف هیچ کمکی به تعیین اثر این گونه از طرح‌های ایمن‌سازی نمی‌کند [۱۸].

در حالت کلی در بین طرح‌های اجرا شده در راه‌های منطقه خراسان بزرگ طی ۱۰ سال گذشته دو حالت کلی وجود دارد که عبارتند از:

- ۱- طرح‌هایی که با یک سرمایه‌گذاری اولیه شروع و هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری در طول عمر آن شامل می‌شود.
- ۲- طرح‌هایی که از تاریخ شروع بصورت مستمر شامل یک هزینه مشخص می‌باشد و نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه زیاد ندارد.

الف از یک نرخ بهره دولتی (یا اسمی) مربوط به وام دولتی معادل ۲۵ درصد مورد استفاده گردیده است.

ب هزینه‌های اولیه اجرای طرح‌ها براساس مدارک موجود در سازمان‌ها و ادارات متولی اجرای طرح‌ها برای هر طرح برای یک واحد مبنا و با توجه به نوع طرح ایمن‌سازی محاسبه می‌گردد.

هدف ما در این بخش تحلیل تأثیر طرح‌های ایمن‌سازی اجرا شده در هر یک از محورهای طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۳ در حالت کلی بر کاهش تصادفات و تعیین میزان ارزش حال NPV و نسبت هزینه-فایده براساس آنالیز هزینه - فایده برای هر یک از محورهای مورد مطالعه می‌باشد.

اجزاء مختلف هزینه عبارتند از:

C_1 : هزینه سرمایه‌گذاری اولیه اجرای طرح

C_2 : هزینه سرمایه‌گذاری اولیه که با توجه به شاخص‌های فعلی، ارزش زمان فعلی آن‌ها برآورد گردیده‌است.

جدول ۴ درصد برخی از دلایل بروز تصادفات در محور مشهد - نیشابور در سال ۸۳، ۸۰ و ۷۷

ردیف	دلیل تصادف	درصد بروز سانحه ۱۳۷۷	درصد بروز سانحه ۱۳۸۰	درصد بروز سانحه ۱۳۸۳
۱	تخطی از سرعت مطمئنه	۶/۷	۷/۵	۲/۷
۳	عدم کنترل وسیله بدلیل لغزندگی در زمستان	۴/۱	۱/۵	۱/۸
۳	انحراف به راست وسایل نقلیه سنگین	۱۰/۱	۱۳/۲	۱۴/۵
۴	انحراف به چپ و برخورد شاخ‌به‌شاخ	۱۷/۵	۱۹/۷	۶/۳

جدول ۵ تعداد تصادفات کاهش یافته سال ۸۳ بوسیله حذف برخی از علت‌های تصادف در سال‌های ۸۰ و ۸۳ نسبت به سال قبل از اجرای طرح در محورهای مشهد - نیشابور و مشهد - قوچان

ردیف	علت تصادف	درصد کاهش (مشهد-نیشابور)	درصد کاهش (مشهد-قوچان)	$(F.A)_n$	$(I.A)_n$	$(P.D.Q.A)_n$
۱	تخطی از سرعت مطمئنه	۴/۸	۵/۶	۰/۵	۲	۶
۳	لغزندگی سطح راه در زمستان	۲/۶	۳/۱	۰/۳	۱/۱	۳/۲
۴	انحراف به چپ و برخورد شاخ‌به‌شاخ	۷/۴	۱۰	۰/۸	۳/۱	۹/۳
				۰/۹	۲/۹	۵/۷

درصد بروز کاهش عامل تصادف شاخ‌به‌شاخ در سال ۸۱ و ۸۲ و ۸۳ تعیین گردد.

به‌منظور تعیین تأثیر طرح‌های ایمن‌سازی احیای باند دوم، احداث باند دوم و احداث و آزادراه اجرا گردیده در محور نیشابور که باعث حذف عامل تصادف شاخ‌به‌شاخ در طول محدوده اجرا می‌گردد لازم است که

جدول ۶ تعداد تصادفات کاهش یافته در محور مشهد - نیشابور با اجرای دو طرح شاخص در این محور

ردیف	عنوان طرح ایمن‌سازی	درصد میزان کاهش	تصادفات فوتی (فقره)	تصادفات جرحی (فقره)	تصادفات خسارتی (فقره)	مجموع تصادفات (فقره)
۱	احیای باند دوم - ۸۱	۵/۹	۰/۹	۳/۱	۶/۵	۱۰/۵
۲	احداث آزادراه - ۸۳	۱۱/۹	۱/۸	۵/۷	۱۵/۱	۲۲/۶

$$1603 = 617 + \left(\frac{617 * 61.5\%}{38.5\%} \right) = 617 + 986 = 1603$$

تعداد فوتی‌ها بعلت عدم امداد درست بعد از سانحه
 نفر $48 = 1576 \times 0.03$

براساس هزینه بدست‌آمده برای ۱۲۱۴ نفر مقتول در تصادفات فوتی‌ها در سال ۸۳ (گزارش پزشکی قانونی کشور) می‌توان این رقم را برای هر فوتی محاسبه نمود که معادل ۹۵۲/۲۲ میلیون ریال می‌گردد. با این وضعیت هزینه فوت ۴۸ نفر با فرض اینکه ۵۰٪ آن‌ها به‌حالت اولیه خود باز می‌گردند، برابر ۲۲۸۵۳ میلیون ریال در سال ۸۳ می‌گردد.

۶- تحلیل هزینه - فایده طرح‌های ایمن‌سازی اجرا گردیده

۶-۱ طرح‌هایی که دوره بهره‌برداری آنها نامحدود می‌باشند

برنامه‌های ایمن‌سازی و کاهش تصادفات جاده‌ای که دارای دوره‌ای نامحدود و بدون سرمایه‌گذاری اولیه در جاده‌های خراسان به مرحله اجرا گذاشته شده‌اند شامل ۶ طرح می‌باشد. جدول ۹ هزینه‌های اجرا و فوائد ناشی از کاهش تصادفات مربوط به این ۳ طرح از آنها و BCR و NPV آنها را در سال ۸۳ را نشان می‌دهد. طول کل مسیر با توجه به طول محورهای مختلف که در حدود ۱۲۰ کیلومتر می‌باشد، قطعه‌های ۱۲۰ کیلومتری در نظر گرفته شده‌است.

۶-۲ طرح‌های ایمن‌سازی اجرا گردیده در محورهای خراسان در طول دوره بهره‌برداری مشخص

دسته دوم از طرح‌های ایمن‌سازی آنهایی هستند که دارای سرمایه‌گذاری اولیه مشخص و هزینه‌های مربوط به بهره‌برداری و سایر هزینه‌های عنوان شده در قبل را شامل می‌شود. به منظور تعیین BCR و NPV هر یک از این طرح‌ها از میان شش محور مورد بررسی طرح‌های مشابه جدا، و میزان فوائد و هزینه‌ها مشخص گردیده‌اند. نکته مهمی که لازم است در این قسمت به آن توجه شود این است که برخی از برنامه‌های ایمن‌سازی جدا از فوائد ناشی از تصادفات فوائد دیگری نظیر کاهش زمان مسافرت، هزینه‌های بهره‌برداری وسیله نقلیه و آلودگی محیط زیست را نیز شامل می‌شوند

۵-۴-۲ تعیین میزان تأثیر خط‌کشی سطح راه و علائم

راه‌نمایی و رانندگی براساس مطالعات صورت گرفته تاکنون

براساس دو مطالعه صورت گرفته تاکنون [۱۹ و ۲۰] به عددی معادل ۲/۶ درصد کاهش در تعداد تصادفات در صورت انجام منظم خط‌کشی سطح راه خواهیم رسید. در این حالت هزینه مجموع تصادفات کاهش یافته با شاخص‌های سال ۱۳۸۳ معادل ۴۷۸۰۰ میلیون ریال برای محورهای منطقه خراسان می‌گردد.

۵-۴-۳ تعیین تأثیر اعمال قوانین راهنمایی و رانندگی به

کاهش تصادفات

میزان تأثیر این طرح را می‌توان براساس افزایش یا کاهش تخلفات رانندگی جستجو کرد. با توجه به کاهش تصادفات به علل مختلف و تحلیل و آنالیز آنها می‌توان نتیجه گرفت که اعمال قوانین باعث کاهش ۱۱ درصدی و رقمی معادل ۲۲۵۰۵۹ میلیون ریال در سال ۱۳۸۳ می‌گردد.

۵-۴-۴ میزان تأثیر اجبار در بستن کمربند ایمنی بر میزان

کاهش تلفات

تأثیر طرح اجبار در بستن کمربند ایمنی را فقط براساس مدارک و گزارش‌های پزشکی قانونی می‌توان دست‌یافت. این مقدار کاهش رقمی معادل ۱۵٪ کل فوتی‌ها برآورد گردیده‌است [21].

۵-۴-۵ تأثیر استقرار آمبولانس و نیروهای امدادی و احداث

کلینک در طول راه

براساس بررسی‌های بعمل آمده توسط نویسنده در بیمارستان‌های شهرستان‌های نیشابور، قوچان و سبزوار حداقل رقمی معادل ۳ درصد از مصدومان تصادفات بعلت عدم امداد رسانی صحیح و به موقع جانشان را از دست می‌دهند.

براساس گزارش پلیس در رابطه با فوتی‌های سال ۸۳ که معادل ۶۰۷ نفر می‌باشد و نتایج بررسی‌های گذشته می‌توان تأثیر این سه طرح را در نجات انسان‌ها بدست آورد.

هزینه_فایده کمتر از یک می‌باشد و ۲۸ طرح دیگر این نسبت بزرگتر از یک و NPV آنها مثبت می‌باشد. که این مسئله همچنین نشان می‌دهد که اجرای طرح‌های ایمنی در ایران به چه نسبت بالایی تاثیرگذار می‌باشد در نهایت خلاصه نتایج ذیل را از آنالیز هزینه - فایده طرح‌های ایمن‌سازی برداشت می‌شود:

- ✓ طرح «احداث باند سبقت» با $BCR=10.3$ دارای بیشترین BCR بوده و همچنین در سایر جداول جزء اولویت های اول می باشد.
- ✓ طرح «احداث آزادراه بجای راه اصلی دوطرفه» با $NPV=1826265$ میلیون ریال در رده ۱ جدول NPV و در اولویت ۱۳ جدول BCR قرار دارد.
- ✓ طرح «اعمال قوانین راهنمایی و رانندگی» با $FYRR=55/5$ در رده اول جدول FYRR و در اولویت ۷ جدول BCR و اولویت ۲۴ جدول NPV قرار دارد.
- ✓ بطور کلی طرح هایی که دوره بهره برداری آن ها یک سال در نظر گرفته شده است دارای نسبت FYRR بالا و NPV پایین می باشند.

جدول ۷- BCR و NPV مربوط به ۳ طرح ایمن‌سازی

عنوان طرح	BCR	NPV (میلیون ریال)
استقرار آمبولانس و نیروهای امدادی	۲/۳۵	۷۱۴
اجبار در استفاده از کمربند ایمنی	۴/۷۳	۷۷۴۳
خط‌کشی منظم سالانه با دوره عمر یک ساله	۰/۵۰	-۳۸۹۸

جدول ۸- سه طرح که بیشترین BCR را در بین طرح‌های ایمن‌سازی خراسان داشته اند

No	عنوان طرح ایمن‌سازی	BCR
۱	احداث باند سبقت	۱۰/۳
۲	اصلاح قوس یا تامین فاصله دید راننده	۹/۱
۳	احداث زیرگذر عابر پیاده در مناطق مسکونی	۷/۸

جدول ۹- سه طرح که بیشترین NPV را در بین طرح‌های ایمن‌سازی خراسان داشته اند

No	عنوان طرح ایمن‌سازی	NPV (میلیون ریال)
۱	احداث زیرگذر عابر پیاده در مناطق مسکونی	۴۴۹۹۱۳
۲	طرح تعریض مسیر (افزایش عرض راه)	۳۹۶۳۳۹
۳	احداث باند سبقت	۳۸۲۲۲۷

که لازم است مورد محاسبه قرار گیرند. در این تحقیق این‌گونه فواید جدا از سطح کاهش تصادفات است، به عنوان «سایر فواید» یاد شده است. نرخ بهره (تنزیل) مورد استفاده برای ارزیابی فواید پروژه معادل ۲۵ درصد منظور گردیده است. فرمول‌های بکار رفته برای BCR و NPV همان فرمول‌های (۲)، (۴) و (۶) می‌باشد. با توجه به اینکه هزینه‌های برآورد گردیده در قبل با توجه به نرخ‌های سال ۸۳ می‌باشد برای آن دسته از طرح‌هایی که از سال ۸۲ و قبل به بهره‌برداری رسیده‌اند با در نظر گرفتن تعداد سال‌های گذشته، هزینه اجرا و بهره‌برداری برای سال ۱۳۸۳ با توجه به رابطه

$$B_t \text{ یا } C_t = B_1 \text{ یا } C_1 (1+i)^t \quad (7)$$

C1 : هزینه بهره‌برداری طرح در سال اول بهره‌برداری

B1 : فواید اجرای طرح در سال اول بهره‌برداری

$B_t, C_t =$ فواید یا هزینه در سال n ام بعد از بهره برداری

i : نرخ بهره

t : تعداد سالهای بهره‌برداری تا پایان سال ۸۲

۳-۶ فاکتورهای مورد محاسبه در آنالیز هزینه - فایده برای

هر کدام از طرح ها

- ۵ سال‌های دوره بهره‌برداری T
- ۶ مجموع C_1, C_2, C_5 بر اساس ارزش سال ۱۳۸۳ $(C_1 + C_2 + C_5)_{1383}$
- ۷ مجموع C_3, C_4 در پایان دوره بهره‌برداری در سال ۱۳۸۳
- ۸ مجموع هزینه‌های تنزیل یافته بر اساس ارزش سال ۱۳۸۳
- ۹ فواید ناشی از کاهش تصادفات برای یک سال در سال ۱۳۸۳
- ۱۰ سایر فواید ناشی از اجرای طرح در سال ۱۳۸۳
- ۱۱ مجموع فواید تنزیل یافته طرح بر اساس ارزش سال ۱۳۸۳
- ۱۲ Benefit - Cost Ratio
- ۱۳ Net Present Value
- ۱۴ First Year Rate of Return

۴-۶ اولویت‌بندی طرح‌های ایمن‌سازی جاده‌ای خراسان

براساس BCR و NPV

بر اساس نتایج بدست آمده از فاکتورهای عنوان شده قبل می‌توان ۲۶ طرح بررسی شده را بر اساس نتایج مختلف تحلیل هزینه_فایده یعنی BCR، NPV و FYRR اولویت‌بندی نمود.

۷- نتیجه گیری:

CBA در رابطه با طرح‌های ایمن‌سازی در جاده های خراسان نشان می‌دهد که : درحالی که در یک منطقه امکان اجرای چند طرح ایمن‌سازی مختلف وجود داشته باشد با استفاده از آنالیز هزینه_فایده، می‌توان براحتی و با اطمینان موثرترین طرح را با توجه به بودجه در اختیار تعیین نمود. آنالیز پروژه‌های ایمن‌سازی جاده‌های خراسان نشان می‌دهد که از ۳۱ طرح آنالیز شده فقط سه طرح دارای نسبت

10- Elvik, R., " Cost-Benefit Analyses of safety measures for vulnerable and Inexperienced Road Users "Work Package 5 of EU-Project PROMISING, Oslo, TQI Report 435/1999

۱۱- ترابرن، ماهنامه اقتصاد ترابری ایران، شماره ۵۴، فروردین ۸۴

12- Weseman, Paul. SWOV Institute for Road Safety Research Leidschendam, Netherlands, "Reeport of the Hundred and Seventeenth Round Table on Transport Economics", Economic Evaluation of Road Traffic Safety Measure, Held in Paris on 26th – 27th October 2000.

۱۳- گزارش آماری سال ۱۳۸۳ اداره کل پزشک قانونی خراسان در رابطه با متوفیان تصادفات منطقه خراسان بزرگ، ۱۳۸۴

14- Elvik, R., A framework for cost-Benefit Analysis of the Dutch. Road safety plan. Report 380. Institute of Transport Economics, Oslo, 1997

۱۵- پرونده‌های اطلاعات تصادفات معاونت راهنمایی و رانندگی و امور حمل و نقل نیروی انتظامی در سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۳

۱۶- گزارش تجزیه و تحلیل اطلاعات تصادفات ترافیکی سال‌های ۷۹ تا ۸۲ کشور، مرکز رایانه و انفورماتیک معاونت راهنمایی و رانندگی و امور حمل و نقل نیروی انتظامی، ۱۳۸۳

۱۷- وزارت راه و ترابری، « راه ابریشم »، سال هشتم، شماره ۶۷، بهمن و اسفند ۱۳۸۲

۱۸- وزارت راه و ترابری، « راه ابریشم »، سال هشتم، شماره ۶۵، آذر ۱۳۸۲

۱۹- ماکاراجی، غلامعلی و سالاری جوینی، احمد، «ارائه برنامه اولویت‌بندی مقاطع حادثه‌خیز براساس هزینه تصادفات»، دانشکده فنی‌مهندسی، دانشگاه تربیت‌مدرس، پنجمین کنفرانس بین‌المللی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد، اردیبهشت ۱۳۷۹

۲۰- سالاری جوینی، احمد، « مطالعه تجهیزات کنترل ترافیک برای کاهش تصادفات در راه‌های برون‌شهری»، گزارش پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، سال ۱۳۷۷

21-[on line], <http://www.tto-ir.org> (وب سایت سازمان)

حمل و نقل و پایانه‌های کشور)، ۱۳۸۴

جدول ۱۰- سه طرح که بیشترین FYRR را در بین طرح‌های ایمن‌سازی خراسان داشته اند

FYRR	عنوان طرح ایمن‌سازی	No
۵/۵۵	اعمال قوانین راهنمایی و رانندگی ♦	۱
۴/۷۳	اجبار در بستن کمربند ایمنی ♦	۲
۲/۴	ایمن‌سازی گردنه با علائم و چراغ چشمک‌زن	۳

♦ دوره بهره‌برداری این طرح‌ها یک سال در نظر گرفته شده‌است.

۸- مراجع:

1- Alder Hans A., " Economic appraisal", published for the World Bank, P.47, 1987

۲- آیتی، اسماعیل، «کتاب هزینه تصادفات ترافیکی ایران»، دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۴۵، ۱۳۸۱

۳- وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش و تحقیقات و فن‌آوری، «مبانی تحلیل اقتصادی»، ترجمه‌ای از گزارشی تحت عنوان « Economic Analysis Primer, U.S.Department of Transportation»، بهار ۱۳۸۳

4- Vereek, Lode, Bram De Brabander, "Cost – Benefit Analysis for Road Safety Investments in Belgium, Case Study for a Seat Belt Reminder System", Steunpunt beleidsrelevant onderzoek, 2003

5- Udvarhelyi IS. , Graham, A.C., Rai, A., Epstein, A. M., Cost Effectiveness and Cost Benefit Analysis in the Medical literature. Are the methods being used correctly? Ann. Int. Med. 116, 238-244, 1992

6- Cost-Benefit and Multi – Criteria Analysis for New Road Construction: Final Report to the European Commission DGV II, Published as DOC EURET/385/94 R&D Unit, DGV II, CEC, Brussels.

۷- « بررسی عوامل موثر در ارزیابی و توجیه فنی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پروژه‌های راه‌آهن»، وزارت راه‌و‌ترابری، معاونت آموزش و تحقیقات و فن‌آوری، اسفندماه ۱۳۸۲

۸- بهبهانی، حمید، « مهندسی ترافیک-تئوری و کاربرد»، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک تهران، ۱۳۷۴

9- Cost-Benefit Analysis of Road Projects, Program CB Roads, Standards Data Tables, Version 5.1, South Africa Road Board, Department of Transport, Pretoria, South Africa,1998