





دانشکده فنی مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی صنایع گرایش مهندسی صنایع

عنوان پایان نامه :

ارائه مدل PCA-DEA ارزیابی عملکرد ایمنی جاده ای با در نظر گرفتن متغیرهای نامطلوب

استاد راهنما: دکتر علی محمد احمدوند

استاد مشاور: دکتر مهدی بشیری

نگارش: زینب ابطحی

تابستان ۸۸



سپاس و قدردانی:

«من علمنی حرفاً فقد صیرنی عبداً»

حضرت علی علیه السلام

در اینجا مراتب سپاس و امتنان خود را از زحمات همه کسانی که بدون صبر و راهنمایی های بی بدیل ایشان انجام این مهم امکان پذیر نمی نمود، خصوصاً استاد گرانقدر جناب آقای دکتر احمدوند و جناب آقای دکتر بشیری

ابراز می دارم.

چکیده

ارزیابی عملکرد ایمنی جاده ای با هدف بهبود روند سیاست گذاری ها و تصمیم گیری هائی انجام می پذیرد که به طور مستقیم با حیات انسان ها مرتبط است. با توجه ماهیت گسترده و پیچیده مسأله ایمنی جاده ای، تحقیقات فراوانی در این حوزه صورت پذیرفته است، مطالعاتی که بیشتر پیرامون ساختار و کشف ابعاد مسأله و روابط بین جنبه های متعدد دخیل در آن انجام گرفته و به دلیل پیچیدگی روش های عمدتاً آماری به کار گرفته شده، به ندرت در پوشش ابعاد گسترده مسأله موفق بوده است.

توانمندی و انعطاف روش تحلیل پوششی داده ها در حل مسائل ارزیابی با ابعاد متعدد، این روش را به یکی از اصلی ترین روش ها در حوزه ارزیابی عملکرد تبدیل کرده است. هر چند استواری بر روش های برنامه ریزی خطی، پذیرش همزمان چندین شاخص عملکرد با واحدهای سنجش متفاوت، عدم نیاز به تخمین توابع تولید و ... جذابیت روزافزون این روش را به دنبال داشته است، میزان اقبال و استفاده از آن در حوزه ایمنی جاده ای بسیار اندک به نظر می رسد.

روش تحلیل پوششی داده ها، همانند سایر روش های ارزیابی فرضیات و محدودیت هائی دارد که لزوم استقلال متغیرها، عدم پذیرش متغیرهای نامثبت، عدم امکان افزایش ورودی ها یا کاهش خروجی ها (در مورد متغیرهای نامطلوب)، محدودیت نسبت تعداد متغیرها به تعداد واحدهای تصمیم گیری، نسبی بودن اندازه گیری عملکرد و ... از جمله آن هاست. شاخص های عملکرد به کار گرفته شده در پژوهش، تا حد امکان منطبق بر شاخص های پیشنهادی کمیته اروپائی ایمنی جاده ای بوده و به مقدار زیادی متأثر از وجود پایگاه داده است. به دلیل ماهیت وابسته شاخص های ایمنی و نامطلوب بودن برخی شاخص های ورودی و خروجی لزوم رفع برخی محدودیت های تحلیل پوششی داده مطرح می شود.

در این پژوهش، به منظور آماده سازی داده ها برای انطباق با فرضیات DEA، با پیشنهاد روش ترکیبی جدیدی از تحلیل مؤلفه های اصلی و تحلیل پوششی داده، هم زمان با در نظر داشتن متغیرهای نامطلوب (ورودی و خروجی) به رفع هم بستگی شاخص ها، استخراج شاخص های مستقل و واقعاً مؤثر بر ایمنی جاده، کاهش تعداد متغیرها و نتیجتاً افزایش قدرت تفکیک مدل DEA پرداخته خواهد شد.

تا کنون تحقیقات اندکی در حوزه DEA با در نظر داشتن همزمان متغیرهای نامطلوب ورودی و خروجی انجام شده است و ارائه روش ترکیبی PCA-DEA با در نظر گرفتن هم زمان متغیرهای ورودی و خروجی نامطلوب، پیشنهاد جدیدی است که در این پژوهش ارائه خواهد شد.

کلمات کلیدی: ارزیابی عملکرد، ایمنی جاده ای، روش DEA، روش PCA-DEA، متغیرهای نامطلوب.

۱. فصل اول: معرفی و کلیات پژوهش

۱	..... ۱.۱. مقدمه
۱	..... ۱.۲. بیان مسأله
۱	..... ۱.۳. اهمیت موضوع
۲	..... ۱.۴. وضعیت ایمنی جاده ای در ایران و جهان
۳	..... ۱.۴.۱. ریسک تردد
۳	..... ۱.۴.۲. شاخص تلفات
۳	..... ۱.۴.۳. ماشینی شدن
۷	..... ۱.۵. اهداف پژوهش
۷	..... ۱.۶. روش تحقیق
۱۰	..... ۱.۷. آرایش کلی پژوهش
۱۰	..... ۱.۸. خلاصه فصل اول

۲. فصل دوم: مرور ادبیات

۱۲	..... ۲.۱. مقدمه
۱۳	..... ۲.۲. انتخاب شاخص های ارزیابی عملکرد
۱۳	..... ۲.۲.۱. چارچوب تعیین شاخص های عملکرد ایمنی جاده ای
۱۴	..... ۲.۲.۲. دسته بندی های متداول شاخص های ایمنی جاده ای
۱۷	..... ۲.۲.۳. شاخص های مطرح شده کمیته اروپائی ایمنی جاده ای
۱۹	..... ۲.۳. انتخاب روش ارزیابی عملکرد مناسب
۱۹	..... ۲.۳.۱. روش های ساختاری ارزیابی ایمنی جاده
۱۹	..... ۲.۳.۱.۱. روش های آماری ارزیابی ایمنی جاده ای
۲۰	..... ۲.۳.۱.۱.۱. روش های رگرسیونی
۲۳	..... ۲.۳.۱.۱.۲. روش های چند متغیره آماری (کاهش متغیرها)
۲۳	..... ۲.۳.۱.۱.۲.۱. روش تحلیل مؤلفه های اساسی
۲۴	..... ۲.۳.۱.۱.۲.۱.۱. نقاط قوت و ضعف PCA
۲۵	..... ۲.۳.۱.۱.۲.۱.۲. فرایند انجام PCA
۲۷	..... ۲.۳.۱.۱.۲.۱.۳. تحلیل هندسی PCA
۲۸	..... ۲.۳.۱.۱.۲.۱.۴. تأثیر نوع داده ها بر تحلیل مؤلفه های اساسی

۲۸	..... تعیین تعداد مؤلفه های اصلی	۲.۳.۱.۱.۲.۱.۵
۲۹	..... روش های تعیین تعداد مؤلفه های اصلی	۲.۳.۱.۱.۲.۱.۵.۱
۲۹	..... آزمون معنی دازی PCA	۲.۳.۱.۱.۲.۱.۶
۳۰	..... ضرورت استفاده از PCA در ایمنی جاده ای	۲.۳.۱.۱.۲.۱.۷
۳۱	..... روش های ارزیابی اقتصادی – اجتماعی برنامه های ایمنی جاده ای	۲.۳.۲
۳۱	..... روش های ارزیابی مالی پروژه های ایمنی جاده	۲.۳.۲.۱
۳۳	..... روش های MCA	۲.۳.۲.۲
۳۴	..... هدف از به کارگیری روش های MCA	۲.۳.۲.۲.۱
۳۴	..... روش تحلیل پوششی داده (DEA)	۲.۳.۲.۳
۳۵	..... مزایا و معایب DEA در حوزه ایمنی جاده	۲.۳.۲.۳.۱
۳۶	..... تفاوت ها و شباهت های PCA و DEA	۲.۳.۲.۳.۲
۳۷	..... محدودیت ها و فرضیات مدل های DEA استاندارد	۲.۴
۳۷	..... محدودیت متغیر مثبت	۲.۴.۱
۳۸	..... محدودیت عدم پذیرش متغیر نامطلوب	۲.۴.۲
۳۸	..... روش های مواجهه با متغیرهای نامطلوب	۲.۴.۲.۱
۳۹	..... روش سیفورد و زو	۲.۴.۲.۱.۱
۴۰	..... محدودیت نسبت تعداد متغیرها به تعداد واحدهای تصمیم گیری	۲.۴.۳
۴۰	..... روش های بهبود قدرت تفکیک DEA	۲.۴.۳.۱
۴۱	..... روش های ترکیب PCA و DEA	۲.۴.۳.۱.۱
۴۲	..... روش زو	۲.۴.۳.۱.۱.۱
۴۲	..... روش ادلر و گالونی	۲.۴.۳.۱.۱.۲
۴۳	..... روش شن میو گام	۲.۴.۳.۱.۱.۳
۴۴	..... در نظر گرفتن متغیرهای نامطلوب در روش ترکیبی PCA-DEA	۲.۴.۴
۴۵	..... در نظر گرفتن متغیرهای نامطلوب خروجی در PCA-DEA لیانگ	۲.۴.۴.۱
۵۰	..... خلاصه فصل دوم	۲.۵
۳. فصل سوم : روش شناسی پژوهش		
۵۲	..... مقدمه	۳.۱
۵۳	..... روش تحقیق	۳.۲

۵۳	..... ۳.۳. متغیرهای تحقیق
	..... ۳.۴. گزاره های تحقیق
۵۴	..... ۳.۴.۱. سؤال تحقیق
۵۶	..... ۳.۵. شرح روش پیشنهادی پژوهش
۵۷	..... ۳.۵.۱. مدل نرمال وزن داده شده جمعی
۵۸	..... ۳.۵.۲. گام های مدل پیشنهادی برای در نظر گرفتن هم زمان متغیرهای نامطلوب خروجی و ورودی در PCA-DEA
۶۱	..... ۳.۶. نوع تحقیق
۶۱	..... ۳.۷. روش و ابزار گردآوری داده
۶۲	..... ۳.۸. جامعه آماری و روش جمع آوری داده های لازم
۶۲	..... ۳.۹. سنجش اعتبار ابزار اندازه گیری
۶۲	..... ۳.۱۰. خلاصه فصل سوم
۴. فصل چهارم: انجام مطالعه تجربی و تحلیل نتایج	
۶۴	..... ۴.۱. مقدمه
۶۵	..... ۴.۲. نتایج آمار توصیفی
۶۶	..... ۴.۳. بررسی سهم عوامل سه گانه انسان، راه، وسیله نقلیه
۶۷	..... ۴.۳.۱. بررسی تأثیر علل مختلف تصادفات در بروز و شدت تصادفات جاده ای
۶۷	..... ۴.۳.۱.۱. بررسی تأثیر عوامل انسانی در بروز و شدت تصادفات جاده ای
۷۱	..... ۴.۳.۱.۲. بررسی نقش عوامل نقص راه در تصادفات جاده ای
۷۲	..... ۴.۳.۱.۳. بررسی نقش عامل خودرو در تصادفات
۷۲	..... ۴.۴. شاخص های ورودی و خروجی
۷۴	..... ۴.۴.۱. مناسبت انتخاب شاخص ها
۷۵	..... ۴.۵. تحلیل داده ها با مدل PCA-DEA با در نظر گرفتن متغیرهای نامطلوب
۷۵	..... ۴.۵.۱. آماده سازی داده ها برای تحلیل پوششی داده
۷۵	..... ۴.۵.۱.۱. آزمون مناسبت استفاده از PCA
۷۶	..... ۴.۵.۱.۱.۱. انجام تحلیل مؤلفه های اساسی
۷۶	..... ۴.۵.۱.۱.۱.۱. آماده سازی داده ها برای اعمال PCA
۷۸	..... ۴.۵.۱.۱.۱.۲. استخراج مؤلفه های اساسی ورودی

۷۹	..... ۴.۵.۱.۱.۱.۲.۱ تفسیر مؤلفه های اساسی ورودی
۸۱	..... ۴.۵.۱.۱.۱.۳ استخراج مؤلفه های اساسی خروجی
۸۳	..... ۴.۵.۱.۲ تبدیل خطی مؤلفه های اساسی
۸۵	..... ۴.۵.۱.۳ اعمال مدل جمعی نرمال وزین بر مؤلفه های اساسی ورودی و خروجی تبدیل شده
۸۹	..... ۴.۶ سنجش اعتبار مدل
۹۰	..... ۴.۷ تحلیل حساسیت مدل
۹۲	..... ۴.۸ جمع بندی و نتیجه گیری
۹۳	..... ۴.۹ پیشنهاداتی برای پژوهشگران
۹۴	..... ۴.۱۰ پیشنهاداتی برای کاربران

مراجع

پیوست ها

۱۸	..... برخی مطالعات جهت شناسائی شاخص های مؤثر بر تصادفات	۲.۱
۲۰	..... دسته بندی روش های آماری	۲.۲
۲۲	..... برخی مطالعات روش های رگرسیونی در ایمنی جاده ای	۲.۳
۳۲	..... مقایسه روش های ارزیابی مالی	۲.۵
۳۳	..... برخی از مطالعات انجام شده در مورد روش های ارزیابی مالی ایمنی جاده ای	۲.۶
۳۳	..... مناسبت استفاده از MCA و CBA	۲.۷
۳۷	..... جمع بندی روش های ارزیابی عملکرد ایمنی جاده ای	۲.۸
۳۹	..... خلاصه مشخصات مدل های پایه DEA	۲.۹
۴۷	..... دسته بندی مطالعات DEA در زمینه پژوهش	۲.۱۰
۵۰	..... دسته بندی مطالعات DEA در زمینه پژوهش و در حوزه ایمنی جاده ای	۲.۱۱
۵۴	..... دسته بندی متغیرها و روش های تحلیل هم بستگی میان آن ها	۳.۱
۶۸	..... عوامل انسانی مؤثر در تصادفات برای رانندگان به تفکیک جنسیت	۴.۱
۶۸	..... عوامل انسانی مؤثر در تصادفات برای رانندگان به تفکیک شدت تصادف	۴.۲
۶۹	..... مشاهدات استفاده از کمربند ایمنی در هفت محور مواصلاتی (سال ۱۳۸۷)	۴.۳
۷۰	..... نوع صدمه وارده به رانندگان وسایل نقلیه به تفکیک استفاده از کمربند ایمنی و نوع تقصیر	۴.۴
۷۰	..... عوامل تأثیر گذار انسانی و احتمال اثر آن در شدت تصادف (قابل حرکت نبودن خودرو پس از تصادف)	۴.۵
۷۱	..... عوامل تأثیر گذار انسانی و تأثیر احتمالاتی آن ها در شدت تصادف (صدمه دیدن راننده)	۴.۶
۷۱	..... عوامل نقص راه و تأثیر احتمالاتی آن ها در شدت تصادف (قابل حرکت نبودن خودرو پس از تصادف)	۴.۷
۷۲	..... شرح شاخص های ورودی و خروجی	۴.۸
۷۳	..... داده های ورودی و خروجی	۴.۹
۷۴	..... ضرایب هم بستگی اسپیرمن	۴.۱۰
۷۵	..... ماتریس هم بستگی متغیرهای خروجی	۴.۱۱
۷۶	..... ماتریس هم بستگی متغیرهای ورودی	۴.۱۲
۷۷	..... داده های ورودی و خروجی استاندارد شده با اعمال متغیرهای نامطلوب	۴.۱۳
۷۸	..... مجموع واریانس توضیح داده شده شاخص های ورودی	۴.۱۴
۷۹	..... ماتریس ضرایب مؤلفه های اساسی ورودی	۴.۱۵

فهرست جدول ها

صفحه

۸۰	متغیرهای ورودی استاندارد شده و مؤلفه های اساسی ورودی	۴.۱۶
۸۲	مجموع واریانس توضیح داده شده مؤلفه های خروجی	۴.۱۷
۸۲	ماتریس ضرایب مؤلفه اساسی خروجی	۴.۱۸
۸۲	متغیرهای خروجی استاندارد شده و مؤلفه اساسی خروجی	۴.۱۹
۸۴	تبدیل خطی مؤلفه های اساسی ورودی و خروجی	۴.۲۰
۸۶	نتایج تحلیل پوششی داده با مؤلفه های اساسی تبدیل شده ورودی و خروجی	۴.۲۱
۸۷	تجزیه و تحلیل ناکارترین ۱۱ استان	۴.۲۲
۸۹	تعریف واحد ایده آل و ضد ایده آل	۴.۲۳
۸۹	حل مدل با در نظر گرفتن واحدهای ایده آل و ضد ایده آل	۴.۲۴
۹۱	تحلیل حساسیت مدل پیشنهادی پژوهش	۴.۲۵

۲	توزیع فراوانی رانندگان در گیر در تصادفات به تفکیک رده های سنی (مربوط به تصادفات ۸۷-۸۵)	۱.۱
۴	..... منحنی کلی رشد مالکیت خودرو.....	۱.۲
۶	..... ماشینی شدن، ریسک فردی و ریسک تردد سال ۱۹۹۵.....	۱.۳
۱۴	..... جنبه های مختلف ایمنی جاده ای.....	۲.۱
۱۵	..... شاخص های لازم ارزیابی ایمنی جاده ای (بر پایه دسته بندی ماتریکس).....	۲.۲
۱۶	..... شاخص های مورد نیاز ارزیابی ایمنی جاده ای(بر اساس دسته بندی رومر).....	۲.۳
۱۷	..... شاخص های پیشنهادی کمیته اروپائی ایمنی جاده ای.....	۲.۴
۲۷	..... تفسیر هندسی PCA.....	۲.۵
۲۸	..... تعیین تعداد متغیرهای جدید در PCA.....	۲.۶
۵۰	..... مدل مفهومی پژوهش.....	۳.۱
۶۶	..... سهم تأثیر عوامل انسانی، جاده و خودرو در ایمنی جاده های ایران.....	۴.۱
۷۸	..... نمودار تعیین تعداد مؤلفه های اساسی ورودی.....	۴.۲
۸۲	..... نمودار تعیین تعداد مؤلفه های اساسی خروجی.....	۴.۳

فصل اول: کلیات تحقیق

۱.۱. مقدمه

در این فصل به ضرورت پرداختن به موضوع تحقیق و کلیات تحقیق اشاره می شود.

۱.۲. بیان مسأله

عدم شناخت ماهیت ایمنی جاده و آگاهی از اینکه جهت کاهش پدیده شوم تصادفات و تلفات جاده ای، چه راه کارهائی و در کجا با یستی به کار گرفته شود، به اتلاف سرمایه عظیم انسانی در جاده ها منجر شده و لزوم به کارگیری روش هائی که راهنمای تخصیص اثر بخش بودجه محدود بهبود ایمنی جاده ای با شند را بیش از پیش نمایان می سازد.

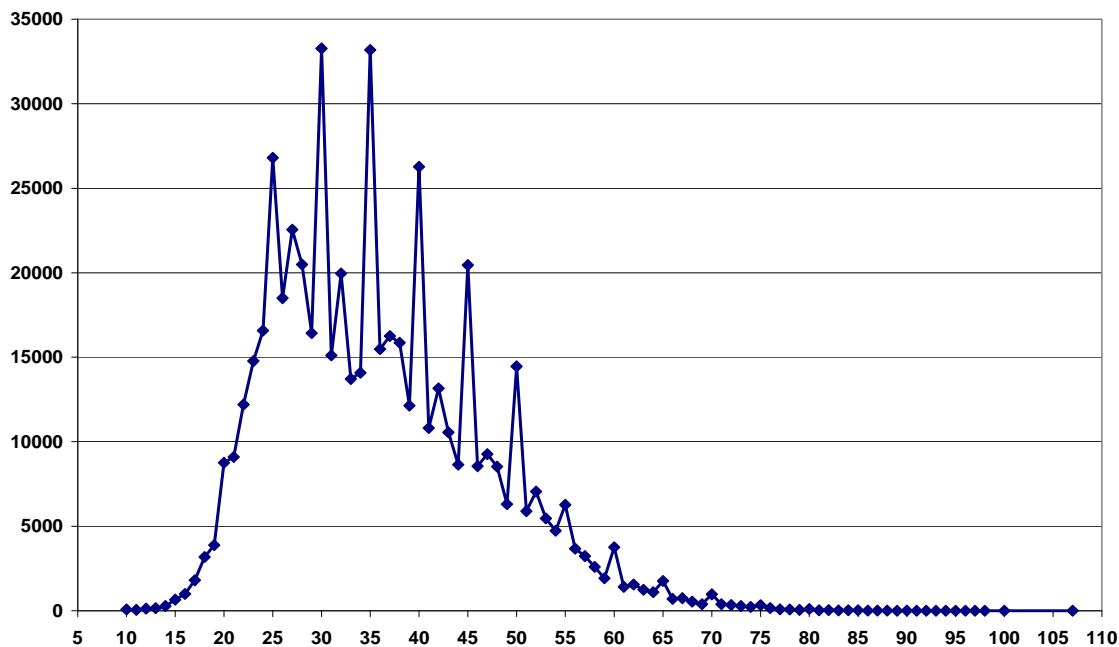
۱.۳. اهمیت موضوع

از آنجا که استفاده از جاده ها امری اجتناب ناپذیر است، منطقی است که ریسک استفاده از آن ها به حداقل برسد. در سی ساله اخیر، طیف وسیعی از برنامه های بهبود دهنده ایمنی راه، در کشورهای مختلف بکار گرفته شده و اثر بخشی این برنامه ها نیز توسط محققان مورد مطالعه قرار گرفته است (e. g. Elvik, ۱۹۹۹-۲۰۰۸; Wong et al., ۲۰۰۴). حوادث رانندگی هشتمین عامل مرگ آفرین دنیا هستند و پیش بینی می شود که در صورت عدم انجام اقدامات مؤثر، تا سال ۲۰۲۰ به جایگاه سوم در جهان ارتقاء یابد [۳۴]. سالانه ۱/۲۶ میلیون نفر کشته و ۵۰ میلیون نفر زخمی در دنیا، دست آورد تصادفات جاده ای است [۳۴]. بخش عمده ای از تلفات و جراحات ناشی از تصادفات در کشورهای در حال توسعه

رخ می دهد (Jacobs et al, ۲۰۰۰). به علاوه، هزینه های ملی حوادث رانندگی، سالانه حدود یک تا سه درصد از سود ناخالص ملی کشورها تخمین زده می شود که اثر منفی بر رشد اقتصادی کشورها، خصوصاً کشورهای کم درآمد دارد [۵].

۱.۴. وضعیت ایمنی جاده ای در ایران و جهان

براساس آمارها روزانه در دنیا حدود ۳۰۰۰ نفر بر اثر حوادث رانندگی کشته می شوند، این رقم در ایران به حدود ۱۰۰ نفر در روز می رسد. سالانه حدود ۱/۲۰۰/۰۰۰ نفر کشته و ۵۰/۰۰۰/۰۰۰ نفر مجروح، دست آورد تصادفات جاده ای در دنیاست و ایران با جمعیت تقریباً یک صدم جمعیت دنیا، یک چهارم مرگ و میر جاده ای را به خود اختصاص داده است. بیشترین گروه های سنی در گیر در تصادفات (زن و مرد) کشورمان را گروه های سنی ۲۵ تا ۳۵ سال و ۳۵ تا ۴۵ سال تشکیل داده است.



شکل (۱.۱): توزیع فراوانی رانندگان در گیر در تصادفات به تفکیک رده های سنی (مربوط به تصادفات ۸۷-۸۵)

۱.۴.۱. ریسک تردد

شاخص ریسک تردد یعنی تعداد تلفات سالانه به ازای هر ۱۰۰۰۰ وسیله نقلیه، شدت مشکل تصادفات جاده ای را در بسیاری از کشورها آشکار می نماید. تعداد تلفات به ازای هر ۱۰۰۰۰ وسیله نقلیه طبق آمار ارایه شده به سازمان ملل، در کشورهای صنعتی حدود ۲ کشته به ازای هر ۱۰۰۰۰ وسیله نقلیه ثبت شده است، در مقابل نرخ تلفات در بسیاری از کشورهای در حال توسعه منطقه آسیا و اقیانوسیه بسیار بالا و به طور نمونه بین ۲۰ تا ۷۰ کشته به ازای هر ۱۰۰۰۰ وسیله نقلیه موتوری است. حتی در مورد کشورهای تازه استقلال یافته و تازه صنعتی شده مانند جمهوری کره و تایلند، این نرخ بین ۱۱ تا ۱۵ کشته به ازای هر ۱۰۰۰۰ وسیله نقلیه، یعنی حدوداً ۸ برابر بیشتر از کشورهای توسعه یافته است.

۱.۴.۲. شاخص تلفات

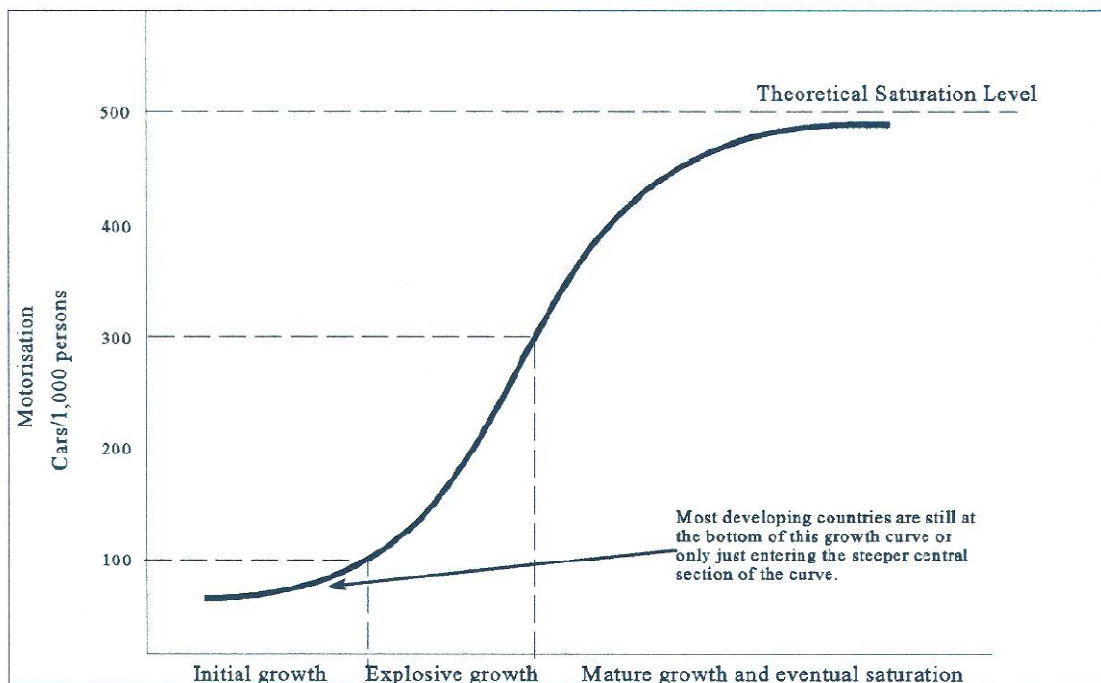
شاخص تلفات یعنی تعداد کشته شدگان نسبت به کل افراد مصدوم، برای کشورهای صنعتی در حدود ۱ تا ۲ درصد است، در حالی که این شاخص در بسیاری از کشورهای در حال توسعه آسیا و اقیانوسیه بین ۲۰ تا ۴۲ می باشد.

۱.۴.۳. ماشینی شدن

طی بیست سال گذشته تمام کشورهای جهان شاهد افزایش مالکیت وسایل نقلیه بوده اند، ولی کشورهای توسعه یافته با سرمایه گذاری و با انجام اقدامات پیشگیرانه در زمینه ایمنی راه، موفق به کاهش تعداد تصادفات جاده ای شده اند. متأسفانه کشورهای در حال توسعه کمتر مایل یا قادر به صرف مبالغ لازم برای کاهش میزان تلفات ناشی از تصادفات هستند لذا وضعیت در این گونه کشورها روز به روز وخیم تر می شود.

در کشورهایی که بیشتر ماشینی شده اند، ثابت شده است که منحنی مالکیت وسایل نقلیه شخصی در طول زمان، تقریباً یک منحنی S شکل می باشد. در حالی که رشد وسایل نقلیه از رشد تلفات پیشی گرفته، رشد وسایل نقلیه در بیشتر کشورهای در حال توسعه منطقه، تازه در مرحله شروع شیب تند مورد انتظار در منحنی S شکل است هنگامی که تعداد

وسایل نقلیه جهش ناگهانی می یابد، انتظار می رود تا تعداد تلفات ناشی از تصادفات جاده ای نیز افزایش چشمگیری یابد. بنابراین در حالی که افزایش قابل ملاحظه ای در تلفات دیده می شود، نوسانات مکرر داده های بسیاری از کشورهای در حال توسعه آسیا و اقیانوسیه، نشان دهنده ضعف اطلاعاتی است که می تواند روند واقعی تصادفات جاده ای را پنهان سازد.

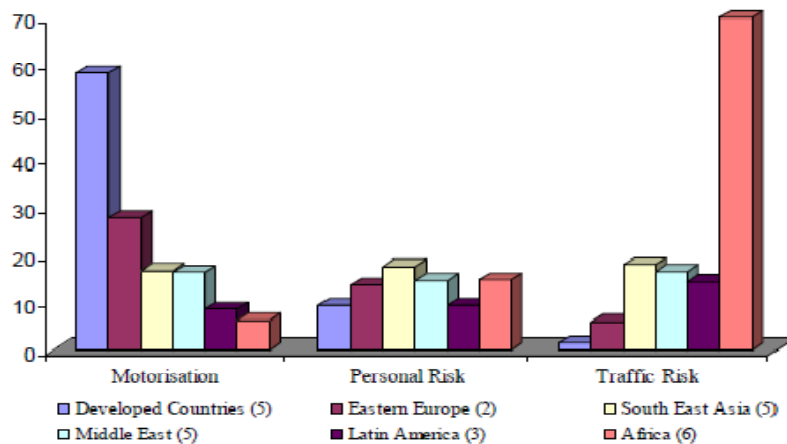


شکل (۲.۱): منحنی کلی رشد مالکیت خودرو

رشد مالکیت وسایل نقلیه در سال های اولیه یعنی ابتدای منحنی ، کند و ثابت است اما بعد از آن یک دوره توسعه سریع یا رشد انفجاری در بخش سرایشی و میانی منحنی مشاهده می شود که پس از آن، این رشد با نزدیک شدن به سطح اشباع تئوری، دوباره آهسته می شود. این زمانی است که فرض می شود تمام کسانی که می خواهند وسیله نقلیه

داشته باشند آن را به دست آورده اند. در این مرحله است که نرخ افزایش پامپین می آید تا این که با تعداد رانندگان جدید یکسان شده و تمام تقاضای موجود برآورده شود. در کشورهایی که دارای وسایل نقلیه موتوری بیشتری هستند، نرخ رشد مالکیت وسایل نقلیه تا زمانی که میزان مالکیت به حدود ۵۰۰ وسیله نقلیه به ازای هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت نرسیده باشد، از این منحنی تبعیت می نمایند. تجربه کشورهای پیشرفته تر نشان می دهد که با وجود این که این منطقه در حال تجربه یک افزایش سریع است ولی هنوز بیشتر کشورها در ابتدای منحنی رشد هستند و وارد بخش رشد انفجاری منحنی مالکیت وسایل نقلیه نشده اند. اگر ماشینی شدن به شکلی که در کشورهای صنعتی است، ادامه یابد، در این صورت رشد تا زمان رسیدن به سطح ۵۰۰ وسیله نقلیه به ازای هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت ادامه خواهد داشت. بسیاری از کشورها مانند استرالیا و ایالات متحده میزان مالکیتشان تقریباً بیشتر از این محدوده فرضی است. تعداد وسایل نقلیه موتوری به ازای هر ۱۰۰۰ نفر در بسیاری از کشورهای صنعتی از ۶۰۰ دستگاه گذشته است. این نرخ در چین تایپه بالاتر از این مقدار یعنی حدود ۷۷۹ می باشد. پس از آن مالزی با ۳۴۴ دستگاه بالاترین میزان وسایل نقلیه موتوری را در این منطقه دارا می باشد. سه کشور دیگر نیز نسبتاً میزان وسایل نقلیه موتوری بالایی دارند که عبارتند از: تایلند با ۲۲۵ دستگاه، سنگاپور با ۲۰۷ دستگاه و جمهوری کره با ۱۸۴ دستگاه. فیجی نیز به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، ۱۲۱ وسیله نقلیه موتوری دارد و میزان وسیله نقلیه موتوری دیگر کشورها کمتر از ۸۵ دستگاه می باشد. افغانستان و بنگلادش نیز با ۳ دستگاه و جمهوری خلق چین به ازای هر ۱۰۰۰ نفر تنها یک وسیله نقلیه موتوری ثبت شده دارند. در حال حاضر فقط مالزی و چین تایپه به خاطر وجود تعداد زیادی موتورسیکلت از مرحله رشد انفجاری وسایل نقلیه عبور کرده اند. در حالی که برخی کشورهای دیگر مانند فیجی، جمهوری کره، سنگاپور و تایلند وارد دوره رشد سریع ناوگان وسایل نقلیه شده اند. بیشتر کشورهای در حال توسعه هنوز کمتر از ۱۰۰ وسیله نقلیه موتوری به ازای هر ۱۰۰۰ نفر دارند و به نظر می رسد بتوانند نرخ رشد وسایل نقلیه را طی چند سال آینده به همین میزان و قبل از ورود به مرحله رشد انفجاری ثابت نگاه دارند. در اکثر موارد، مالکیت یک موتورسیکلت با افزایش درآمد، با اتومبیل شخصی جایگزین می شود. بنابراین در

کشورهای در حال توسعه وضعیت کلی منحنی S تکرار می شود و از آنجایی که رشد وسایل نقلیه در کشورهای در حال توسعه بسیار سریع تر اتفاق می افتد، شیب این منحنی نیز تندتر می باشد. سطح رشد وسایل نقلیه با موتورسیکلت (به عنوان وسیله ای که بیشتر قابل تهیه است)، ممکن است با نرخ حتی بالاتر از آنچه که در دنیای توسعه یافته وجود دارد افزایش یابد. لازم به ذکر است که رشد تلفات جاده ای در تمام کشورهای در حال توسعه منطقه آسیا و اقیانوسیه، بیشتر از رشد جمعیت بوده است، بدین معنی که احتمال خطر برای افراد به شکل قابل ملاحظه ای بیشتر شده و اهمیت تصادفات جاده ای به عنوان یکی از ابعاد بهداشت عمومی افزایش یافته است. کشورهای توسعه یافته از کمترین فاکتور ریسک و بالاترین تعداد وسایل نقلیه موتوری برخوردار هستند و کشورهای آفریقایی، آسیای جنوب شرقی و خاور میانه، بالاترین فاکتور ریسک را دارند [۵].



ماشینی شدن = تعداد وسایل نقلیه به هر صد نفر، ریسک فردی = تعداد تلفات به ازای هر صد هزار نفر

ریسک ترافیک = تعداد تلفات به ازای هر ده هزار وسیله نقلیه موتوری، (n) = تعداد کشورهای انتخاب شده

شکل (۳.۱): ماشینی شدن، ریسک فردی و ریسک تردد در سال ۱۹۹۵ [۵]

۱.۵. اهداف پژوهش

با توجه به نکات ذکر شده اهمیت برنامه ریزی اثر بخش حوزه ایمنی جاده ای کاملاً مشهود است. هدف از پژوهش حاضر پیشنهاد روشی نظام مند، عدالت محور و عملی در کمک به سیاست گذاری های علمی، برنامه ریزی بهینه و پیش برد اثربخش بهبود سطح ایمنی جاده ای در کشور است.

۱.۶. روش تحقیق

▪ **سؤال اصلی تحقیق:** چگونه می توان مخاطرات حوزه ایمنی جاده ای را مدیریت کرد؟

• **سؤالات فرعی:**

- شاخص های مؤثر (کلیدی) در حوزه ایمنی جاده ای کدامند؟
- چه روش هایی برای حصول این شاخص ها و اولویت بندی آن ها انجام شده است؟
- کدام روش به نحو مناسب تری شاخص های مؤثر در ایمنی جاده ای را پوشش داده و ارزیابی واقعی تری از سطح ایمنی جاده ای ارائه می دهد؟

* آیا می توان روشی را که مناسب تشخیص داده شده است، بهبود بخشید؟ اگر پاسخ مثبت است به چه ترتیب؟

* پیشنهاد روش ارائه شده جهت بهبود ایمنی جاده ها چیست؟

▪ **متغیرهای تحقیق:** شاخص های ایمنی جاده ای

▪ **نوع تحقیق:** توسعه ای و کاربردی

▪ **روش جمع آوری اطلاعات**

• در تکمیل مبانی نظری از منابع کتابخانه ای و اینترنتی شامل کتب و مقالات استفاده شده است.