



ارزیابی متغیرهای مؤثر بر ایمنی راه‌های دو خطه دو طرفه بین شهری به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

مسعود کیاپور

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات آیت الله آملی
(masoud.kiapour@gmail.com)

غلامعلی بهزادی

-استاد یار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات آیت الله آملی
(ga.behzadi@yahoo.com)

چکیده

هر ساله تعداد زیادی از هموطنان در جاده های کشور جان خود را از دست می دهند لذا، کاهش نرخ و شدت تصادفات یکی از اهداف اصلی متولیان حمل و نقل محسوب می گردد. بررسی تحلیلی رکوردهای تصادفات و کشف فاکتورهای مؤثر می تواند سهم قابل توجهی در کاهش شدت تصادفات و بهبود ایمنی داشته باشد. تحقیق حاضر به منظور ارزیابی متغیرهای مؤثر بر ایمنی راه‌های دو خطه دو طرفه بین شهری به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) صورت گرفته است. برای رسیدن به هدف پارامترهای تاثیر گذار برای ایمنی راه‌های دو خطه دو طرفه در بروز تصادفات شناسایی و سپس به روش (AHP) اولویت بندی گردیده اند. در این پژوهش سه معیار اصلی به منظور اولویت های ارزیابی متغیرهای مؤثر بر ایمنی راه های دو خطه دو طرفه بین شهری شناسایی شده است. خصوصیات هندسی راه با وزن نسبی ۰/۵۷۲ و بیشترین اهمیت را دارد ویژگی های ترافیکی با وزن نسبی ۰/۲۳۳ در اولویت بعدی قرار دارد ویژگی های محیطی با وزن نسبی ۰/۱۹۵ در اولویت سوم قرار دارد. براساس نتایج به دست آمده از اولویت بندی معیارهای فرعی با استفاده از نظر خبرگان و نرم افزار Expert Choice، نتایج به دست آمده معیار فرعی شعاع قوس با وزن نسبی معادل ۰/۱۰۵ از بالاترین رتبه برخوردار گردیده است. زیرمعیارهای سرعت طرح و تامین بر بلندی به ترتیب با وزن های نسبی ۰/۰۸۷ و ۰/۰۸۳ اولویت دوم و سوم قرار گرفته اند معیارهای فرعی شرایط جوی و زیبا سازی بدنه راه با وزن های نسبی ۰/۰۱۷ و ۰/۰۱۱ اولویت های ۲۰ و ۲۱ را در میان ۲۱ زیر معیار مورد بررسی به خود اختصاص داده است.

واژگان کلیدی: راه‌های دو خطه بین شهری، تصادفات جاده ای، حمل و نقل، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)



۱-مقدمه

کاهش نرخ و شدت تصادفات یکی از اهداف اصلی متولیان حمل و نقلی در سراسر جهان محسوب می‌گردد. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که نرخ تصادفات در ایران حدود بیست برابر (یونیسف، ۲۰۱۳) و نرخ مرگ و میر بیش از دو برابر میانگین جهانی است (باهاالا و همکاران، ۲۰۰۹) در دهه گذشته هر سال بیش از ۲۰ هزار کشته در تصادفات رانندگی در کشور ایران گزارش شده است که از این میزان حدود ۷۰ درصد آن در خارج از محدوده‌های شهری رخ داده است (ILMO، ۲۰۰۹)، صرف نظر از راه‌های دسترسی به روستاها، ۸۵ درصد از شبکه راه‌های بین شهری ایران را راه‌های اصلی و فرعی تشکیل می‌دهند که اکثریت قریب به اتفاق آن، راه‌های دوخطه دوطرفه‌اند (R.MTO، ۲۰۱۲)، آمارها نشان می‌دهند که این بخش از شبکه راه‌های برون شهری، محل وقوع بین ۵۰ تا ۶۰ درصد از تصادفات برون شهری در سال‌های گذشته بوده‌اند (صفازراده و همکاران، ۲۰۰۷)، بر اساس اهمیت مساله ایمنی راه‌های دوخطه دوطرفه، مطالعات متنوعی نیز بر این مساله تمرکز یافته است. چنان که دیده می‌شود، اطلاعات تصادفات، منجر به پیشرفت‌هایی در راستای شناسایی نقاط حادثه خیز و برآورد میزان حادثه خیزی آن‌ها شده است. از سوی دیگر، استفاده از اطلاعات تصادفات ممکن است به دلایلی چون فراهم نبودن اطلاعات، وجود خطا، نقصان و کمبود دقت مورد نیاز، امکان پذیر نباشد، با این وصف، عدم ثبت محل وقوع تصادفات بر اساس کیلومتر از دقیق محل سانحه و ثبت آن در بازه‌های مکانی بزرگ (حداقل پنج کیلومتر)، عملا حساسیت اطلاعات را نسبت به عامل راه به عنوان یکی از چهار عامل اصلی بروز تصادف از بین می‌برد. یکی از مهم‌ترین راه حل در زمینه کاهش تصادفات حذف عوامل تأثیرگذار در ایجاد تصادفات است. بطور کلی عوامل مؤثر بر تصادفات در ۳ شاخص کلی خطاهای انسانی، نقص وسیله نقلیه و نقایص راه و محیط اطراف آن جای می‌گیرند. اکثر شبکه راه‌های بین شهری ایران را راه‌های اصلی و فرعی تشکیل می‌دهند که سهم قابل ملاحظه‌ای از آنها راه‌های دو خطه دو طرفه‌اند. اگر چه اکثر تصادفات در این نوع جاده‌ها ناشی از خطاهای انسانی اعلام می‌گردد اما باید در نظر داشت زمانی که حالت هماهنگی و پایداری رانندگان در نقاط خاصی از مسیر از بین می‌رود نقش راه و محیط آن در وقوع تصادف پررنگ می‌گردد. تصادف پدیده‌ی است پیچیده که معلول ترکیب عوامل نامتجانس فراوانی است: عامل انسان، عوامل مکانی و طرح هندسی راه، عامل وسیله نقلیه و عامل محیط (آپتی، ۱۳۹۱). در این جاده‌ها با توجه به کم بودن عرض و عدم وجود موانع میانی و احتمال وقوع تصادف افزایش می‌یابد. عوامل بسیار مختلف و متفاوتی نسبت به محورهای تفکیک شده در بروز تصادفات در محور دوخطه دو طرفه تأثیر گذار هستند. فقدان شرایط لازم برای سبقت گیری عدم تامین فاصله دید سبقت، توسعه یافتگی راه، عدم وجود حاشیه ایمن، قوس‌های نامناسب، مناسب نبودن جانمایی تابلوهای راهنمایی عدم وجود خط کمکی ویژه وسایل نقلیه سنگین و تفاوت زیاد بین سرعت عملکرد وسایل نقلیه در این محورها از جمله پارامترهای مؤثر جاده‌ای بر تصادفات در جاده‌های دوخطه دوطرفه می‌باشد. هدف اصلی در این تحقیق، بررسی ایمنی مسیرهای دو خطه دوطرفه می‌باشد. هزینه‌های گزاف اجتماعی و اقتصادی تصادفات جاده‌ای و آثار کوبنده فیزیکی و روانی آن روی افراد یا جوامع، یکی از مهم‌ترین موضوعات تحقیقات علمی حوزه راه و حمل و نقل می‌باشد. راه‌های دو خطه با توجه به ماهیت خود در معرض خطر تصادفات بیشتری قرار دارند. آمارها بیانگر آن است که سهم تصادفات بر حسب طول در جاده‌های دو خطه دو طرفه بیشتر از تصادفات در انواع راه‌های دیگر است، لذا بررسی علل تصادفات در راه‌های دوخطه دو طرفه و ارائه راهکار بمنظور کاهش تعداد و شدت تصادفات از اهمیت شایانی برخوردار است. با توجه به این امر، گام اول در این تحقیق، تعیین فاکتورهای تأثیرگذار در وقوع تصادفات جاده‌های مذکور بوده سپس در گام بعد با توجه به نظر کارشناسان خبره این حوزه به الویت بندی این متغیرها بر اساس روش AHP انجام خواهد گرفت.

۲- روش تحقیق

تحقیق حاضر یک تحقیق کمی است که از کار میدانی به صورت تکمیل پرسشنامه اطلاعات مورد نیاز گردآوری گردیده است. بدین صورت که در ابتدا با توجه به موضوع و فرضیات تحقیق برای ارزیابی متغیرهای مؤثر بر ایمنی راه‌های دو خطه دو طرفه بین شهری به روش تحلیل سلسله مراتبی از ادبیات تحقیق شاخص‌ها استخراج شده، سپس بر اساس متغیرهای بدست آمده طبق جدول ۱ نشان داده شده، در ادامه بر اساس شاخص‌های مورد نظر، سوالات در پرسشنامه‌های به صورت پرسشنامه مقایسات زوجی طراحی برای خبرگان ارسال گردید. پس از جمع‌آوری پرسشنامه، داده‌های مورد نظر استخراج، طبقه بندی شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه هدف از تحقیق اولویت بندی و ارزیابی عوامل است از روش تحلیل سلسله مراتبی برای تجزیه و تحلیل استفاده شده است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاری است که در آن بر مبنای یک هدف معین و با استفاده از معیارها یا سنج‌های مختلف و وزن دهی به هر یک از آنها می‌توان از میان گزینه‌ها، گزینه‌ی مرجع و اولویت را برای هدفی خاص برگزید و سایر گزینه‌ها را نیز رتبه بندی نمود. AHP شامل سه مرحله اصلی است:

ساختن سلسله مراتب: که در آن هدف، معیارهای مناسب برای دستیابی به هدف و گزینه‌های مورد نظر نشان داده شود. در سطح دوم معیارها یا سنج‌هایی که می‌توان با آنها به هدف مورد نظر دست یافت مشخص می‌شوند. در این نوشتار با توجه به ادبیات موضوع، برای رسیدن به هدف مورد نظر طبق جدول ۱ به آن اشاره شده، از سه معیار اصلی: ویژگی‌های ترافیکی، ویژگی‌های محیطی و خصوصیات هندسی راه استفاده شده است. معیارهای فرعی: عدم وجود خطوط کمکی ویژه وسایل، محدودیت سرعت، مناطق سبقت ممنوع، توسعه یافتگی راه، فاصله دید سبقت و توقف، عرض خط و عرض شانه راه، شعاع قوس و ... قرار دارند.

مقایسه زوجی و وزن دهی: در AHP عناصر هر سطح نسبت به یکدیگر به صورت زوجی (دوبه دویی) مقایسه شده و وزن دهی می‌شوند.

محاسبه ی نرخ سازگاری: نرخ سازگاری در روش AHP شاخصی است که سازگاری مقایسه‌ها را نشان می‌دهد. در آخر مقدار نرخ سازگاری در محاسبات بدست خواهد آمد. ما برای درستی آزمای پرسشنامه‌های تکمیل شده نیز نرخ سازگاری گرفته اگر کوچکتر مساوی ۰/۱ باشد مورد تایید قرار می‌گیرد. در نهایت پس از بدست آمدن نتایج به ارائه پیشنهادها و راهکارهای تأثیرگذار برای بهبود ایمنی محور مطالعاتی پرداخته می‌شود.

جامعه آماری تحقیق حاضر را خبرگان که از باسابقه‌ترین و مطلع‌ترین افراد در زمینه ایمنی راه‌های دو خطه دو طرفه بین شهری هستند تشکیل می‌دهند. لذا جامعه آماری تحقیق حاضر اساتید دانشگاهی مدیران ارشد و خبرگان این حوزه می‌باشند. تعداد نمونه آماری تحقیق ۳۰ خبره از فعالان این حوزه تشکیل می‌دهند که از بین آنها ۲۰ نفر از خبرگان مورد تایید قرار گرفته شده که بعد از درستی آزمای پرسشنامه این ۲۰ خبر، با محاسبه نرخ ناسازگاری آنها ۱۶ نفر مورد تایید استاد راهنما قرار گرفته شده است. از بین ۱۶ خبره مورد تایید شده ۱۲ نفر اساتید این حوزه با مدارک دکتری و ۴ نفر نیز مدیران ارشد ادارات این حوزه با مدرک کارشناسی ارشد تشکیل داده‌اند.

جدول ۱- مهمترین متغیرهای ایمنی راه‌های دوخطه دو طرفه مورد استفاده در این تحقیق

ویژگی‌های محیطی	ویژگی‌های ترافیکی	خصوصیات هندسی راه
شرایط جوی	سطح سرویس	شعاع قوس
توسعه یافتگی راه	سهم و ترکیب سایل نقلیه	عرض خط
حفاظ ها	توزیع ترافیک در جهات مختلف	عرض شانه راه
تأمین روشنای کافی مسیر	میانگین حجم روزانه	فاصله دید سبقت و توقف
علائم افقی و عمودی	درصد وسایل نقلیه سنگین	سرعت طرح
آشکار سازی مناسب	سزعت عملکرد	تأمین برابندی (دور)
زیبا سازی بدنه راه		وجود خطوط کمکی و سبقت گیری
		شیب طولی

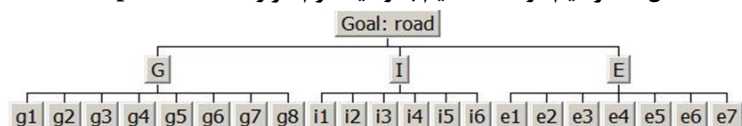
۳- یافته ها

داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده که از تکمیل پرسشنامه توسط خبرگان صورت گرفته، منابعی خام هستند که باید با روش مناسب تجزیه و تحلیل و تشریح شده تا بتوانند بار کاربردی اطلاعاتی خود را منتقل نمایند

۳-۱ وزن دهی اثرات مولفه ها:

با توجه به مطالعه و تحقیقات انجام شده در بین منابع، شناسایی شاخص‌هایی که از اهمیت بالاتری از نظر خبرگان و استاد راهنما برخوردار بوده‌اند مشخص و کد بندی شده و وارد برنامه Expert Choice کرده و درخت تصمیم به صورت شکل ۱ ترسیم گردیده و با استفاده از پرسشنامه ماتریس مقایسات زوجی و روش تحلیلی سلسله مراتبی AHP به وزن دهی شاخص‌ها پرداخته شده است. این تکنیک امکان فرموله کردن مسأله را به صورت سلسله مراتبی و مقایسات زوجی را فراهم نموده و قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند

شکل ۱- ترسیم درخت تصمیم به وسیله نرم افزار Expert Choice



ماتریس‌های حاصل که از پرسشنامه‌های که بین خبرگان که حدود ۱۶ نفر بوده و مورد تایید واقع گردید، میانگین هندسی نظرات خبرگان در ماتریس مقایسات زوجی مولفه‌های اصلی و هریک از مولفه‌های تشکیل دهنده آن در جداول ۳، ۲، ۴، ۵ اشاره شده بدست آوردیم.



جدول ۲- ماتریس مقایسات زوجی مولفه‌های اصلی

اولویت بندی معیارها نسبت به یکدیگر	خصوصیات هندسی	ویژگی ترافیکی	ویژگی محیطی
خصوصیات هندسی	۱	۲/۷۰	۲/۶۷
ویژگی ترافیکی	۰/۳۲	۱	۱/۳۲
ویژگی محیطی	۰/۳۸	۰/۷۶	۱

جدول ۳- ماتریس مقایسات زوجی مولفه‌های خصوصیات هندسی راه

خصوصیات هندسی راه	شعاع قوس	عرض خط	عرض شانه راه	فاصله دید سبقت و توقف	سرعت طرح	تامین برابندی	وجود خطوط کمکی و سبقت گیری	شیب طولی
شعاع قوس	۱	۲/۵۶	۲/۷۱	۱/۱۳	۱/۱۵	۱/۲۷	۱/۳۹	۲/۱۲
عرض خط	۰/۳۹	۱	۲/۵۴	۰/۷۹	۱/۱۲	۰/۷۸	۰/۶۹	۱/۰۴
عرض شانه راه	۰/۳۷	۰/۳۹	۱	۰/۳۵	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۵۱
فاصله دید سبقت و توقف	۰/۹۳	۱/۳۹	۲/۸۵	۱	۰/۷۷	۰/۹۷	۱	۱/۵۱
سرعت طرح	۰/۸۷	۰/۸۹	۲/۸۵	۱/۳۱	۱	۱/۲۳	۱/۱۹	۲/۰۵
تامین برابندی (دور)	۰/۹۱	۱/۲۹	۲/۵۹	۰/۸۵	۰/۸۱	۱	۱/۰۲	۲/۶۴
وجود خطوط کمکی و سبقت گیری	۰/۷۲	۱/۴۴	۲/۸۳	۱	۰/۹۷	۰/۹۸	۱	۲/۱۳
شیب طولی	۰/۴۷	۰/۹۶	۱/۹۵	۰/۶۶	۰/۵۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۱

جدول ۴- ماتریس مقایسات زوجی مولفه‌های ویژگی‌های ترافیکی

ویژگی‌های ترافیکی	سطح سرویس	سهم و ترکیب وسایل نقلیه	توزیع ترافیک در جهات مختلف	محدودیت سرعت	میانگین حجم روزانه	سرعت عملکرد
سطح سرویس	۱	۰/۸۱	۱/۴۶	۰/۶۸	۰/۸۰	۰/۷۸
سهم و ترکیب وسایل نقلیه	۱/۲۴	۱	۱/۲۷	۰/۹۸	۱/۲۷	۰/۹۲
توزیع ترافیک در جهات مختلف	۰/۶۹	۰/۷۹	۱	۰/۵۸	۰/۶۵	۰/۴۳
محدودیت سرعت	۱/۵۵	۱/۰۲	۱/۷۲	۱	۰/۹۹	۰/۵۷
میانگین حجم روزانه	۱/۲۵	۱/۷۹	۱/۵۳	۰/۸۴	۱	۰/۸۲
سرعت عملکرد	۱/۲۷	۱/۰۹	۱/۰۶	۱/۸۷	۱/۲۱	۱

جدول ۵- ماتریس مقایسات زوجی مولفه‌های ویژگی‌های محیطی

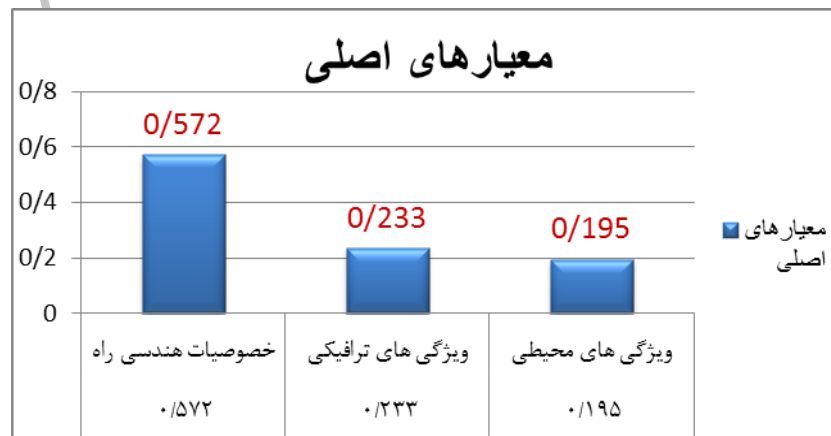
ویژگی‌های محیطی	شرایط جوی	توسعه یافتگی راه	آشکار سازی مناسب	تامین روشنای کافی مسیر	علایم افقی و عمودی	حفاظ ها	زیبا سازی بدنه راه
شرایط جوی	۱	۰/۶۰	۰/۳۹	۰/۴۹	۰/۵۶	۰/۵۰	۱/۶۰
توسعه یافتگی راه	۱/۶۷	۱	۰/۶۱	۰/۵۲	۰/۷۰	۰/۷۵	۱/۸۳
آشکار سازی مناسب	۲/۵۷	۱/۶۳	۱	۱/۰۶	۱/۲۰	۰/۷۳	۳/۰۲
تامین روشنای کافی مسیر	۲/۰۴	۱/۴۹	۰/۹۴	۱	۱	۰/۸۹	۳/۶۱
علایم افقی و عمودی	۱/۸۰	۱/۴۲	۰/۸۳	۱	۱	۰/۹۲	۳/۹۵
حفاظ ها	۲/۱۴	۱/۳۰	۱/۳۸	۱/۱۳	۱/۲۷	۱	۳/۹۲
زیبا سازی بدنه راه	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۳۲	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۲۸	۱

۲-۳ رتبه بندی معیارهای اصلی با استفاده از نرم افزار Expert Choice

پس از ساخت مدل در برنامه Expert Choice و ورود ماتریس‌های مقایسات زوجی که در اشکال ۱، ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است، وزن معیارها و زیرمعیارها به گونه‌ای که در نمودار ۱، ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است، در نرم افزار آنرا محاسبه کرده و طبق نمودارهای اشاره شده رتبه بندی و اولویت بندی کرده است. همچنانکه نمودار ۱ دیده می‌شود، معیار خصوصیات هندسی راه با وزن نسبی ۰/۵۷۲ بیشترین اهمیت را دارد و نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی ۰/۰۱ بدست آمده است که چون کمتر از ۰/۱ است، سازگاری این مقایسات قابل قبول می‌باشد.

	G	I	E
G			2.67
I			1.32
E			
Incon: 0.01			

شکل ۱- ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی



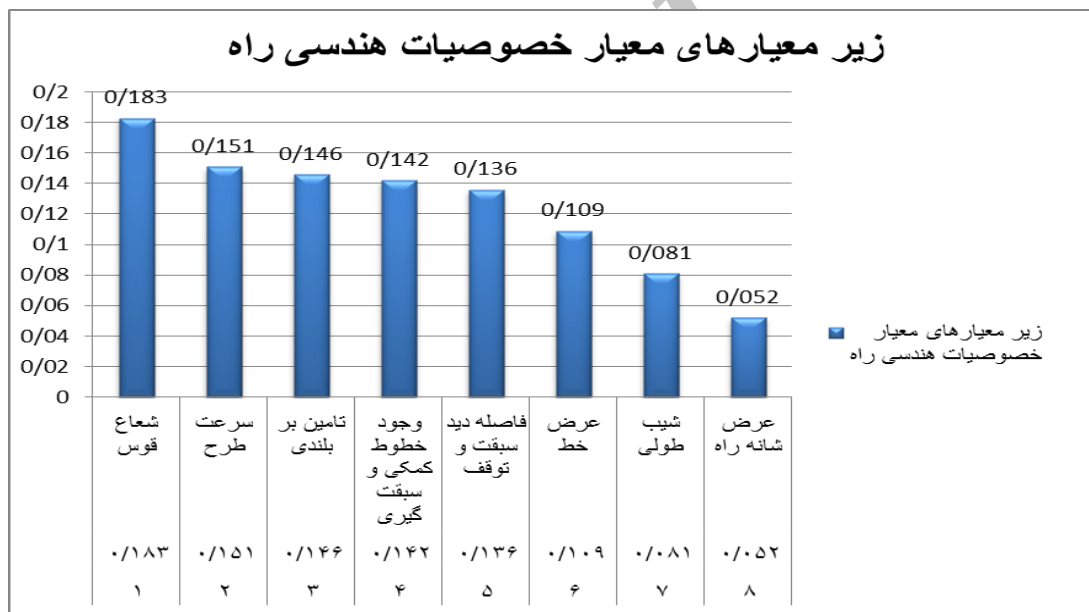
نمودار ۱- اولویت بندی معیارهای اصلی جاده‌های دو خطه دو طرفه



همچنانکه در نمودار ۳ دیده می‌شود زیرمعیار شعاع قوس با وزن نسبی ۰/۱۸۳ بیشترین اهمیت زیر معیار سرعت طرح با وزن نسبی ۰/۱۵۱ در اولویت دوم قرار دارد. نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی ۰/۰۱ بدست آمده است، چون کمتر از ۰/۱ است، سازگاری این مقایسات قابل قبول می‌باشد.

	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	
g1			2.56	2.71	1.13	1.15	1.27	1.39	2.12
g2				2.54	1.27	1.12	1.28	1.45	1.04
g3					2.85	2.5	2.56	2.85	1.96
g4						1.3	1.03	1.01	1.51
g5							1.23	1.19	2.05
g6								1.02	2.64
g7									2.13
g8	Incon: 0.01								

شکل ۲- ماتریس مقایسات زوجی زیرمعیارهای معیار خصوصیات هندسی راه

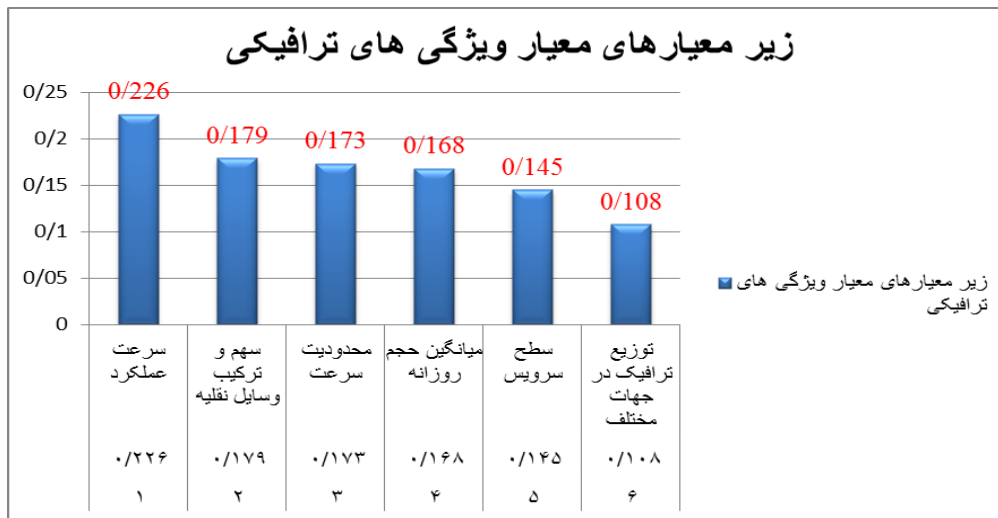


نمودار ۲- اولویت بندی زیر معیارهای خصوصیات هندسی راه

همچنانکه در نمودار ۳ دیده می‌شود سرعت عملکرد با وزن نسبی ۰/۲۲۶ بیشترین اهمیت و سهم و ترکیب وسایل نقلیه روزانه با وزن نسبی ۰/۱۷۹ در اولویت دوم قرار دارد. نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی ۰/۰۱ بدست آمده است، چون کمتر از ۰/۱ است، سازگاری این مقایسات قابل قبول می‌باشد.

	i1	i2	i3	i4	i5	i6
i1		1.23	1.46	1.47	1.25	1.28
i2			1.27	1.02	1.27	1.09
i3				1.72	1.54	2.33
i4					1.02	1.75
i5						1.22
i6	Incon: 0.01					

شکل ۳- ماتریس مقایسات زوجی زیرمعیارهای معیار ویژگی‌های ترافیکی

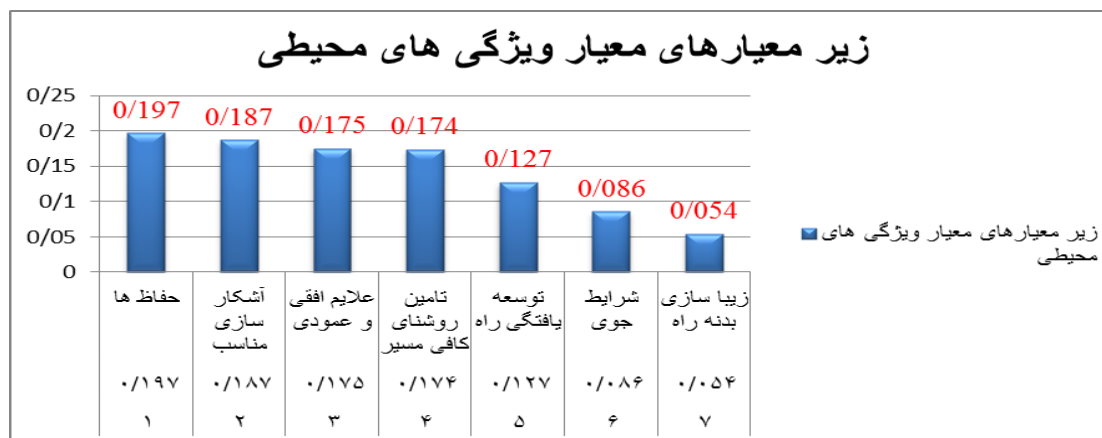


نمودار ۳- اولویت بندی زیر معیارهای ویژگی‌های ترافیکی

همچنانکه در نمودار ۴ دیده می‌شود حفاظها با وزن نسبی ۰/۱۹۷ بیشترین اهمیت و زیر آشکار سازی مناسب با وزن نسبی ۰/۱۸۷ در اولویت دوم قرار دارد. نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی ۰/۰۱ بدست آمده است، چون کمتر از ۰/۱ است، سازگاری این مقایسات قابل قبول می‌باشد.

	e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7
e1		1.66	2.56	2.04	1.79	2.0	1.6
e2			1.64	1.22	1.43	1.33	1.83
e3				1.06	1.2	1.37	3.02
e4					1.0	1.12	3.61
e5						1.09	3.95
e6							3.93
e7	Incon: 0.01						

شکل ۴- ماتریس مقایسات زوجی زیرمعیارهای معیار ویژگی‌های محیطی



نمودار ۴- اولویت بندی زیرمعیارهای ویژگی های محیطی

۳-۳ وزن نسبی زیرمعیارها در حالت کلی

پس از ساخت مدل در برنامه Expert Choice، ورود ماتریس های مقایسات زوجی، محاسبه وزن زیرمعیارها در حالت کلی بدست آمده است. اولویت و وزن ۲۱ معیار فرعی مربوط به معیارهای ارزیابی متغیرهای موثر بر ایمنی راه های دو خطه دوطرفه بین شهری در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول ۶- اولویت بندی معیارهای فرعی

اولویت	وزن	زیرمعیارها	نماد
۱	0/105	شعاع قوس	G1
۲	0/087	سرعت طرح	G5
۳	0/083	تامین بر بلندی	G6
۴	0/081	وجود خطوط کمکی و سبقت گیر	G7
۵	0/078	فاصله دید سبقت و توقف	G4
۶	0/062	عرض خط	G2
۷	0/053	سرعت عملکرد	I6
۸	0/046	شیب طولی	G8
۹	0/042	سهم و ترکیب وسایل نقلیه	I2
۱۰	0/040	محدودیت سرعت	I4
۱۱	0/039	میانگین حجم روزانه	I5
۱۲	0/038	حفاظت ها	E6
۱۳	0/036	آشکار سازی مناسب	E3
۱۴	0/034	سطح سرویس	I1
۱۵	0/034	تامین روشنای کافی مسیر	E4
۱۶	0/034	علایم افقی و عمودی	E5
۱۷	0/029	عرض شانه راه	G3
۱۸	0/025	توزیع ترافیک در جهات مختلف	I3
۱۹	0/025	توسعه یافتگی راه	E2
۲۰	0/017	شرایط جوی	E1
۲۱	0/011	زیبا سازی بدنه راه	E7

۳-۴ تقسیم بندی معیارهای فرعی بر حسب درجه اهمیت

برای تجزیه و تحلیل دقیق تر زیر معیارها از وزن های بدست آمده واریانس گرفته و بازه ها را در سه دسته مشخص با درجه اهمیت زیاد و متوسط و درجه اهمیت کم طبق جدول (۷) تقسیم بندی شده است.

جدول ۷- تقسیم بندی زیر معیارها بر حسب درجه اهمیت

اهمیت کم	اهمیت متوسط	اهمیت زیاد
تامین روشنای کافی مسیر	شیب طولی	شعاع قوس
علایم افقی و عمومی	سهم و ترکیب وسایل نقلیه	سرعت طرح
سطح سرویس	محدودیت سرعت	تامین برابندی
عرض شانه راه	حفاظها	وجود خطوطی کمکی و سبقت گیری
توسعه یافتگی راه	میانگین حجم روزانه	فاصله دید سبقت و توقف
توزیع ترافیکی در جهات مختلف	آشکار سازی مناسب	عرض خط
شرایط جوی		سرعت عملکرد
زیباسازی بدنه راه		

۵ بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر ارزیابی اولویت بندی متغیرهای مؤثر بر ایمنی راه های دو خطه دو طرفه بین شهری به روش تحلیل سلسله مراتبی به دست آمده، از آنجا که یکی از بزرگ ترین مشکلات در تحلیل وضعیت حادثه خیزی جاده های کشور، عدم ثبت دقیق آمار تصادفات می باشد به دلیل طولانی بودن قطعات ثبت شده به عنوان محل سانحه در گزارش های پلیس راه، امکان تحلیل دقیق بر اساس اجزای راه وجود ندارد. استفاده از نتایج این مطالعه می تواند گام موثری در شناسایی و ایمن سازی نقاط حادثه خیز جاده ای داشته باشد.، نتایج این تحقیق به شکلی مؤثر و عملی می تواند در راستای کمی کردن خطر آفرینی جاده ها بکار رود. بدین ترتیب در برنامه های ارتقای ایمنی راه های دو خطه دو طرفه بین شهری، با اختصاص بودجه به این عوامل مورد بررسی، می توان احتمال بروز حادثه را کاهش داد و با بررسی و ارزیابی متغیرهای مؤثر بر ایمنی راه های دو خطه دو طرفه بین شهری، و شناسایی عوامل مؤثر بر ایجاد تصادفات، و با در نظر گرفتن اولویت بندی و تقسیم بندی انجام شده در این تحقیق راه های مقابله با عوامل بروز تصادفات راحت تر صورت گیرد. با توجه به معیارها اصلی و معیارهای فرعی خصوصیات هندسی راه، ویژگی های ترافیکی و ویژگی های محیطی در ایمنی راه های دو خطه دو طرفه بین شهری پیشنهاد می شود به افزایش هر چه بیشتر ایمنی راه های دو خطه دو طرفه بین شهری، به طور کلی این مطالعه نشان می دهد که به ایمن سازی و بهبود عوامل مربوط به محدوده ها باید توجه بیشتری نسبت به سایر محدوده ها مبذول داشت. برای تجزیه و تحلیل دقیق تر زیر معیارها از وزن های بدست آمده واریانس گرفته و بازه ها را در سه دسته مشخص با درجه اهمیت زیاد و متوسط و درجه اهمیت کم طبق جدول (۷) تقسیم بندی شده است را بدست آوردیم.

جدول ۷- تقسیم بندی زیر معیارها بر حسب درجه اهمیت

اهمیت کم	اهمیت متوسط	اهمیت زیاد
تامین روشنای کافی مسیر	شیب طولی	شعاع قوس
علایم افقی و عمومی	سهم و ترکیب وسایل نقلیه	سرعت طرح
سطح سرویس	محدودیت سرعت	تامین برابندی
عرض شانه راه	حفاظها	وجود خطوطی کمکی و سبقت گیری
توسعه یافتگی راه	میانگین حجم روزانه	فاصله دید سبقت و توقف
توزیع ترافیکی در جهات مختلف	آشکار سازی مناسب	عرض خط
شرایط جوی		سرعت عملکرد
زیباسازی بدنه راه		

منابع

آیتی، اسماعیل (۱۳۹۱)، هزینه تصادفات درون شهری و برون شهری؛ تئوری و کاربرد، پژوهشکده حمل و نقل دانشگاه علم و صنعت ایران. رحیم‌اف، کامران؛ طاهرزاده مریم؛ مدلی برای بررسی تأثیر فواصل قوس‌های افقی در تصادفات راه‌های دو خطه برون شهری (مطالعه موردی محور کرج - چالوس)؛ سیزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک. ۱۳۹۲

عامری، محمود. شفابخش، غلامعلی. نوبخت، شمس. ملکوتی، محمود. "مدل ریاضی تصادفات جاده‌های دوخطه برون شهری استان بوشهر با توجه به ویژگی‌های رویه راه"، پژوهشنامه حمل و نقل، شماره دو، سال اول، بهار ۱۳۸۴.

بهزادی، غلامعلی و مریم عالی نژاد، ۱۳۹۲، تعیین پتانسیل تصادف با توجه به شرایط مسیر با استفاده از روش AHP (مطالعه موردی:

محور هراز)، سیزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک

نصیری، حبیب‌الله؛ روح الله محمدی و حامد نظری، ۱۳۹۱، سازگاری طرح هندسی در جاده‌های دو خطه برون شهری (مطالعه موردی

درجاده‌های دو خطه استان مازندران)، دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک

تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران

UNICEF (۲۰۱۳). Road Traffic Injuries in Iran and their Prevention. A Worrying Picture, http://www.unicef.org/iran/media_۴۷۸۳.html, Accessed October ۰۸, ۲۰۱۳

Bhall, K., Naghavi, M., Shahrzad, S., Bartels, D. and Murray, C.J.L. (۲۰۰۹). Building national estimates of the burden of road traffic injuries in developing countries from all available data sources: Iran. *Injury Prevention*, ۱۵ (۳), ۱۵۰-۱۵۶

PIARC Road Safety Manual, (۲۰۰۳)

Siddiqui, C., Abdel-Aty, M. and Huang, H. (۲۰۱۲). Aggregate nonparametric safety analysis of traffic zones. *Accident Analysis and Prevention*, ۴۵, ۳۱۷-۳۲۵

Gundogdu, I.B. (2010). Applying linear analysis methods to GIS-supported procedures for preventing traffic accidents: case study of Konya. *Safety Science*, 48, 763-769.



Jing Wang and Xin Wang (2011). An Ontology-based traffic accident risk mapping framework. *Advances in Spatial and Temporal Databases, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag Berlin Heidelberg* 2011, Volume, 6849/2011, pp. 21-38.

Effati, M., Rajabi, M.A., Samadzadegan, F. and Blais, J. A. (2012). Developing a novel method for road hazardous segment identification based on fuzzy reasoning and GIS. *Journal of Transportation Technologies*, 2, 32-40.

Cafiso, S. (2010) "Development of comprehensive accident models for two-lane rural highways using exposure geometry, consistency and context variables", *Accident Analysis and Prevention*, 42, pp.1072-79.

Ros, B., Knoop, V., and Arem, B. (2012). "Car-following Behavior at Sags and its Impacts on Traffic Flow", 92nd Annual Meeting of the Transportation Research Board.

Archive of SID