بررسی تاثیر عرض شانه راه‌های دوخطه بر رفتار راننده های وسایل نقلیه سنگین با استفاده از شبیه ساز رانندگی

سالار صادقی گیلانده[۱]، منصور حاجی حسینلو[۲]، احسان یحیی‌زاده[۳]
۱- کارشناسی ارشد، تهران تقاطع ولیعصر میرداماد دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
۲- استادیار، تهران تقاطع ولیعصر میرداماد دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
۳- کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

ایمنی در تردد وسایل نقلیه یکی از اصولی‌ترین مبانی در مهندسی ترافیک و برنامه‌ریزی حمل و نقل است. طراحی راه یکی از فاکتورهای اساسی تاثیرگذار روی رفتار راننده و ایمنی می‌باشد. در این پژوهش تاثیر ترکیب سه المان عرض شانه راه، وجود و عدم وجود گاردریل و طرح هندسی راه (قوس‌های افقی)، در حالت روز ، بر رفتار رانندگان اتوبوس در راه دو خطه برون شهری بررسی شد. برای بررسی تاثیر این سه المان نام برده، سناریویی با ۶ بخش مختلف طراحی گردید. برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، با استفاده از شبیه ساز رانندگی اتوبوس (BI ۳۰۱ FULL) از ۴۰ راننده اتوبوس آزمون به عمل آمد. در حالت وجود گاردریل عرض شانه ها تاثیر مشخصی بر مقدار سرعت و موقعیت اتوبوس نسبت به خط وسط جاده دارند. زمانی که در طول مسیر گاردریل وجود ندارد از تاثیر مفید عرض شانه‌ها بر رفتار راننده به مقدار زیادی کاسته می‌شود. از هندسه راه می-توان برای کاهش سرعت استفاده کرد. همچنین نتایج نشان می دهند که کنترل عرض شانه راه و جایگذاری گاردریل، یک روش مناسب برای کنترل سرعت و موقعیت وسیله نقلیه در خط باشد.

کلید واژه: رفتار راننده، وسایل نقلیه سنگین، شبیه ساز رانندگی، عرض شانه راه، گاردریل، هندسه راه.

۱- مقدمه

ایمنی در تردد وسایل نقلیه یکی از اصولی‌ترین مبانی در مهندسی ترافیک و برنامه‌ریزی حمل و نقل در جهان است. تصادفات رانندگی پیامد افزایش حمل‌ونقل در جوامع امروزی می‌باشد و خسارات ناشی از مصدومیت و مرگ‌ومیر قربانیان این تصادفات تبدیل به یکی از چالش‌های مهم در زمینه ایمنی و سلامت عمومی گردیده است.

طراحی راه یکی از فاکتور های اساسی تاثیرگذار روی رفتار راننده و ایمنی می باشد. طراحی راه یک المان مهم از محیط است که شامل عرض خطوط، عرض شانه راه، شیب عرضی و قائم چشم‌انداز و منظره کنار راه می شود. تمامی این فاکتورهای طراحی راه روی آگاهی راننده و همچنین رفتار عملکردی راننده تاثیر بگذارد[۲و۱].

عوامل موثر بر ایمنی مربوط به راننده، وسیله نقلیه، راه و محیط اطراف آن می‌باشد. از آنجایی که اصلی‌ترین عامل تصادفات مربوط به عوامل انسانی است، تاثیر رفتارهای راننده بر روی عملکرد ایمنی راه بیشترین تاثیر را خواهد داشت. رفتار راننده تحت تاثیر فاکتورهای فراوانی قرار دارد، که از آن جمله شخصیت راننده تجربه و نگرش آن به رانندگی، و همچنین محیط راه را می توان نام برد[۳].

وسایل نقلیه سنگین یکی از عوامل اصلی وقوع تصادفات در دنیا بوده است به طور مثال در سال ۲۰۰۶ در آمریکا حدود ۳۸۵۰۰۰ خودرو سنگین تصادف کرده‌اند. میزان کشته شدگان در این تصادفات ۱۲ درصد از آمار کشته‌شدگان در کل تصادفات را شامل می شود. از هر ۹ تصادفی که اتفاق می‌افتد یک مورد به علت برخورد با خودروهای سنگین بوده است. خودروهای سنگین در تصادف با وسایل نقلیه دیگر بیشتر باعث مرگ ومیر میشوند حدود ۲۸ درصد این تصادفات موجب فوت افراد شده است[۴].

موضوعی که در این مقاله بدان پرداخته شد. تاثیر ترکیب سه المان عرض شانه راه ، وجود و عدم وجود گاردریل و هندسه راه روی رفتارعملکردی راننده خودروهای سنگین در راه‌های دو خطه با استفاده از شبیه ساز رانندگی اتوبوس موردآزمایش قرار گرفت.

۲- مروری بر مطالعات پیشین

برخی از مطالعات اهمیت نقش المان‌های اطراف راه مانند محیط سبز، درختان و گاردریل را بر روی درک انسان از کنار راه، انتخاب سرعت، و برداشت راننده از ایمنی نشان داده‌اند [۵و۶]. برای نمونه مطالعه ای توسط جیسون و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که وجود درختان کنار راه تاثیری بر انتخاب سرعت نخواهد داشت.

اخیرا یک مطالعه آماری توسط استایمیدیس و بیلی[1](۲۰۰۷) در راه‌های دوخطه ایتالیا توسط شبیه ساز رانندگی انجام شده است که در آن تاثیر محیط کنار راه بر روی رفتار راننده مورد بررسی قرار گرفته است. دو نوع متفاوت مقطع عرضی (دارای شانه و بدون شانه) که با سه نوع محیط کنار راه مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان دادند که رفتار راننده تنها تحت تاثیر چگونگی مقطع عرضی و المان‌های هندسی راه قرار دارد و محیط اطراف راه تاثیر به سزایی بر روی آن نخواهد داشت. اگرچه وجود درختان در اطراف راه باعث می شود تا میزان تصادفات خروج از مسیر افزایش یابد[۷] .

مطالعه ای دیگر توسط استایمیدیس و بیلی (۲۰۱۰) با استفاده از شبیه ساز رانندگی انجام شده است که تاثیر سه عامل طراحی هندسی را بر روی رفتار راننده مورد ارزیابی قرار داده است؛ عرض شانه، وجود گاردریل، و انحنای راه. مشاهدات آن‌ها نشان داده است که عرض شانه بر روی انتخاب سرعت، و موقعیت خطوط تاثیر بسزایی دارد[۸].

۳- شبیه ساز رانندگی اتوبوس BI ۳۰۱ FULL

یک شبیه‌ساز رانندگی اتوبوس همانند هر شبیه ساز دیگری شامل بخش‌های مختلف نرم‌افزاری و سخت‌افزاری است که به صورت هماهنگ با هم کار می‌کنند و یک محیط مجازی خلق می‌کنند. بخش نرم‌افزاری این شبیه ساز شامل موتور گرافیکی، موتور فیزیکی، هوش خودروها و انسان‌ها است.

جزئییات سخت افزاری شبیه ساز رانندگی اتوبوس عبارتند از :

اتاق و بدنه کامل تا پشت سر راننده شامل داشبورد، آمپرها، صندلی راننده، کمربند ایمنی، فرمان، دکمه‌های دنده خودکار، کلیدهای باز و بست درها، ترمزدستی، شیشه‌ها، درب بادی ورودی مسافر و راننده، پدال‌های گاز و ترمز به همراه سنسورهای موقعیت پدال‌ها، عقربه‌های سرعت‌سنج، دورسنج موتور، درجات آب، سوخت و سایر چراغ‌ها و نمایش‌گرها و غیره.

سیستم نمایش شامل یک عدد پرده نیم‌استوانه ۱۸۰ درجه به همراه سه عدد ویدیو پروژکتور سه بعدی با تابش از جلو، دو عدد LCD ۱۸/۵ اینچ به عنوان آینه‌های جانبی و یک عددLCD۱۷ اینچ به عنوان آینه عقب است. همچنین این شبیه‌ساز از مدل دینامیکی خودروی واقعی با ۵ و ۱۴ درجه آزادی، شامل رفتارهای خودرو و محاسبه به هنگام معادلات دیفرانسیل بهره می‌برد. تصویری از این شبیه ساز در شکل ۱ آمده است[۹].

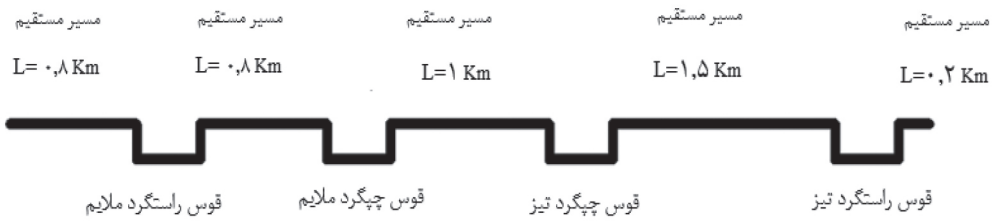
شکل ۳: مقادیر مشاهده شده تغییرخط غیرتداخلی در برابر مقادیر برآورد شده تغییرخط غیرتداخلی.

1-Stamatiadis & Bailey

۴- مشخصات سناریوهای تحقیق

در این مقاله برای بررسی رفتار عملکردی راننده ها براساس آیین نامه طرح هندسی راه‌های ایران نشریه شماره ۴۱۵ سه عرض شانه ۱/۸۵، ۲/۴ متر برای راه‌های دوخطه اصلی درجه دو و ۰/۶۵ متر برای راه‌های دوخطه فرعی انتخاب شد. هریک از این عرض شانه ها در دو حالت وجود و عدم وجود گاردریل مورد بررسی قرار گرفت.

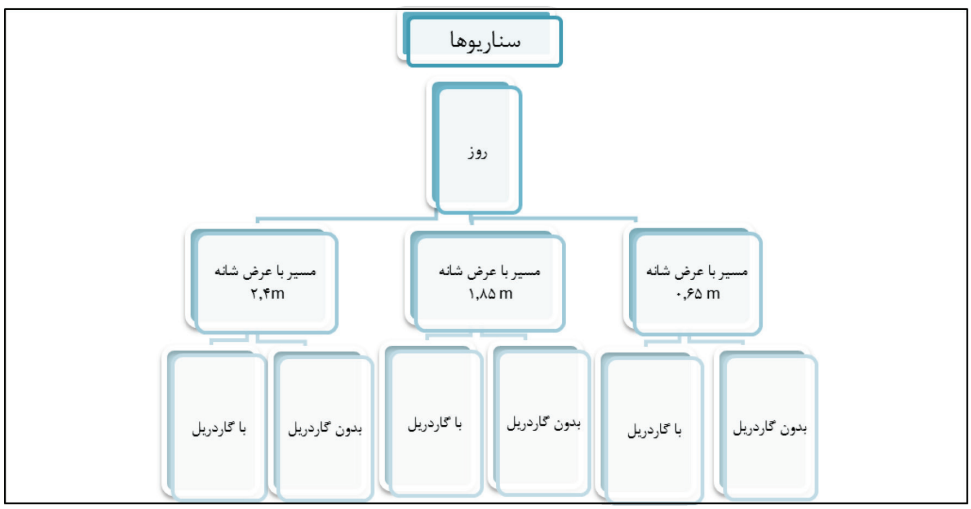
هندسه راه شامل ۵ حالت مسیر مستقیم، دو قوس راستگرد و چپگرد ملایم و دو قوس راستگرد و چپگرد تیز است. برای قوس های ملایم مقدار Δ برابر ۳۰° درجه می باشد. که برای سرعت ۷۰ کیلومتر بر ساعت طراحی شده‌اند. براساس نشریه‌ی ۴۱۵ حداقل شعاع برابر ۲۱۰ متر و حداکثر بربلندی و حداکثر ضریب اصطکاک به ترتیب برابر ۴% و ۰/۱۴۷ می‌باشد. برای قوس های تیز مقدار Δ برابر ۷۰° درجه در نظر گرفته شد. که برای سرعت ۵۰ کیلومتر بر ساعت طراحی شده‌اند. براساس نشریه ی ۴۱۵ حداقل شعاع برابر ۱۰۰ متر و حداکثر بربلندی و حداکثر ضریب اصطکاک به ترتیب برابر ۴% و ۰/۱۶ می‌باشند. شکل ۲ موقعیت قوس‌های افقی را در مسیر نشان می‌دهد.



شکل ۲: موقعیت قوس‌های افقی در مسیر

وضعیت روسازی در تمامی سناریوها خشک بود و به منظور بررسی تاثیر گاردریل روی رفتار راننده محیط اطراف مسیر دشت و هیچگونه درخت و تابلویی (به جز تابلو قوس‌ها) در مسیر وجود ندارد.

ترافیک موجود در مسیر به این صورت است که تقریباً به ازای هر ۲ کیلومتر یک ماشین در لاین مخالف با سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت در حرکت است. به صورتی که در قوس ها ماشینی وجود نداشته باشد و به ازای هر ۳ کیلومتر یک ماشین در لاین موافق با سرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت در حرکت باشد. نمودار درختی این سناریوها را در شکل زیر آورده شده است.



شکل ۳: نمودار درختی سناریوهای تحقیق

۵- روش تحقیق

برای بررسی تاثیر ترکیب سه المان عرض شانه راه ، وجود و عدم وجود گاردریل و هندسه راه (قوس افقی) در حالت روز روی رفتار راننده خودروهای سنگین در راه‌های دو خطه شش سناریو انتخاب شد. که هر سناریو مسیری دو خطه به طول پنج کیلومتر با عرض خط ۳/۶۵ متر که شامل دو قوس افقی ملایم راستگرد و چپگرد و دو قوس افقی تیز راستگرد و چپگرد می‌باشد. تمامی سناریوها در حالت آب و هوایی خشک می‌باشند.

برای ارزیابی رفتار عملکردی راننده در طراحی های مختلف راه از ۴۰ راننده دارای گواهینامه پای یک شاغل در شرکت واحد که سابقه رانندگی بین شهری داشتند دعوت به همکاری شد. جنسیت تمامی راننده‌ها مرد بود.

آزمایش شامل سه بخش است:

- راهنمایی کلی در مورد آزمایش و شبیه ساز رانندگی
- رانندگی تمرینی در شبیه ساز رانندگی
- رانندگی در سناریوهای طراحی شده

ابتدا مشخصات دستگاه و اهمیت آزمایش‌ها به شرکت‌کنندگان توضیح داده می‌شود تا رفتاری مشابه با رانندگی با خودروهای واقعی داشته باشند. اطلاعات کلی به راننده داده می‌شود که در یک مسیر بین شهری رانندگی خواهند کرد. هیچ‌گونه تابلوی سرعت در مسیر وجود ندارد فقط ۰۰۲ متر قبل قوس‌های افقی تابلو خطر به قوس نزدیک می‌شوید وجود دارد. و راننده‌ها با هر سرعتی که به نظر خودشان مناسب مسیر است رانندگی کنند. از راننده‌ها خواسته می‌شود که سعی کنند با تنظیم سرعت در طول مسیر از خط خود خارج نشوند و ایمن رانندگی کنند. و همچنین در صورت تصادف یا خوروج از مسیر منتظر باشند تا دستگاه دوباره بارگذاری شده و از همان محل تصادف به رانندگی ادامه دهند.

قبل از انجام آزمایش هریک از رانندگان به مدت نیم ساعت با دستگاه شبیه‌ساز رانندگی می‌کنند تا کاملاً با ترمز، گاز و فرمان دستگاه آشنا شوند. هر راننده‌ای به طور دلخواه ارتفاع و فاصله خود از فرمان را تنظیم کردتا بتواند با حداکثر راحتی پدال‌ها و فرمان را کنترل کند. مسیر تمرینی کاملاً با سناریوها فرق داشته تا راننده بدون هیچ پیش فرض اولیه‌ای آزمایش شود.

ترتیب سناریوها به این صورت است که ابتدا مسیر با عرض شانه ۲/۴ بدون گاردریل، مسیر با عرض شانه ۲/۴ با گاردریل، مسیر با عرض شانه ۱/۸۵ با گاردریل، مسیر با عرض شانه ۱/۸۵ بدون گاردریل، مسیر با عرض شانه ۰/۵۶ با گاردریل و مسیر با عرض شانه ۰/۶۵ بدون گاردریل می‌باشد.

۶- تحلیل داده‌ها

برای بررسی تاثیر گاردریل بر رفتار عملکردی راننده برای داده‌های جمع آوری شده، سرعت (v) و فاصله چرخ سمت چپ خودرو از خط وسط (d) به عنوان متغیرهای وابسته تحلیل واریانس چند متغیری (MANOVA) در نظر گرفته شد. در طراحی‌های مختلف با استفاده از تحلیل MANOVA ، ارزش احتمال مربوط به گروه‌ها در انواع قوس‌ها را بدست می‌آوریم تا بررسی کنیم که از لحاظ آماری آیا طراحی‌های مختلف تاثیری بر رفتار عملکردی راننده داشته یا نه؟

۶-۱- تاثیر عرض شانه راه بر رفتار عملکردی راننده‌های وسایل نقلیه سنگین

برای ارزیابی تاثیر عرض شانه راه بر رفتار عملکردی راننده در طراحی‌های مختلف با استفاده از تحلیل MANOVA ، ارزش احتمال مربوط به سه گروه با عرض شانه‌های ۲/۴ ، ۱/۸۵ و ۰/۶۵ متر در انواع قوس‌ها و مسیر مستقیم را بدست می‌آوریم تا بررسی کنیم که از لحاظ آماری آیا تغییر عرض شانه راه در طراحی‌های مختلف تاثیری بر رفتار عملکردی راننده داشته یا نه؟ در صورتی که مقدار ارزش احتمال براساس چهار معیار مختلف کمتر از پنج درصد باشد. سه تا عرض شانه ی ۲/۴ ، ۱/۸۵ و ۰/۶۵ متر به صورت دو به دو با هم مقایسه می‌شوند تا مشخص شود که اختلاف موجود در کدام یک از حالات است.

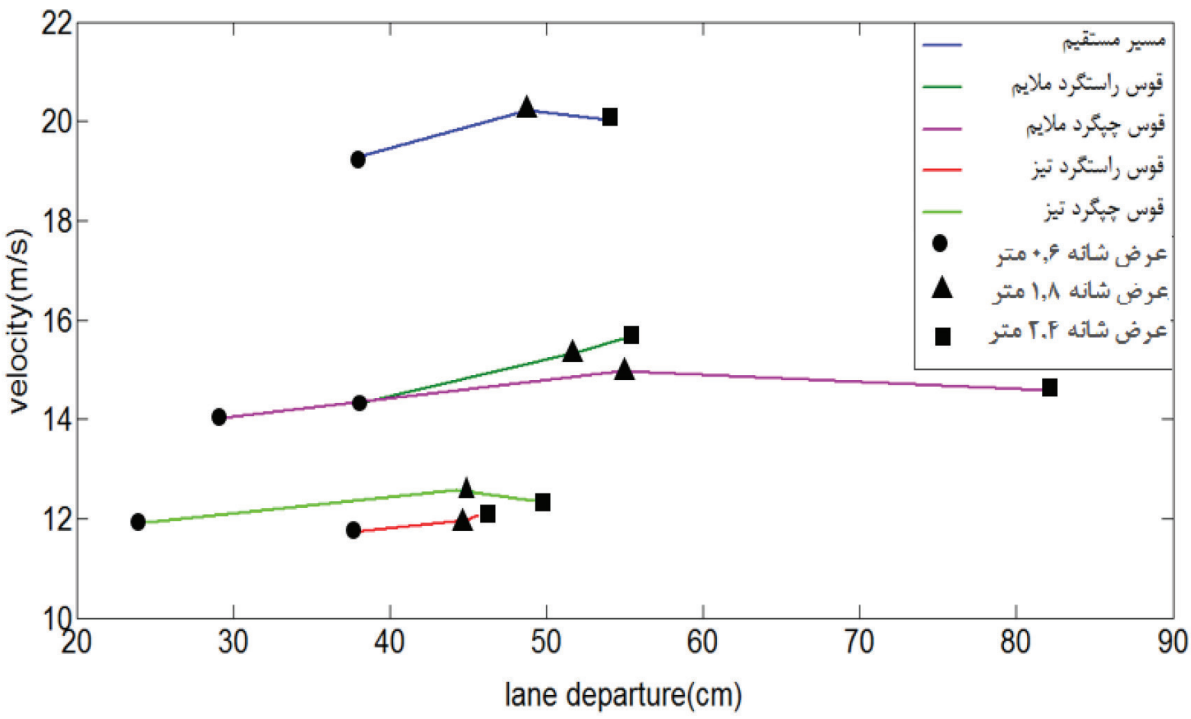
۶-۱-۱- تاثیر عرض شانه راه بر رفتار عملکردی راننده‌ها در حالت عدم وجود گاردریل

براساس نتایج حاصل از تحلیل که در جدول ۲ آورده شده است. مقادیر ارزش احتمال کل به غیر از مسیر قوس راستگرد ملایم کوچکتر از پنج درصد بوده، و نشانگر تغییر رفتار عملکردی راننده با تغییر عرض شانه است. در مقایسه دو به دو عرض شانه‌ها، عرض شانه ۰/۶ متر در تمامی طراحی ها به غیر از قوس راستگرد ملایم دارای ارزش احتمال کمتر از پنج درصد بوده، و رفتار عملکردی راننده در مسیر با عرض شانه ۰/۵۶ متر در مقایسه با عرض شانه های ۱/۸۵ و ۲/۴ متر تغییر کرده است. ارزش احتمال دو عرض شانه ۱/۸۵ و ۲/۴ متر فقط در دو قوس چپگرد ملایم و راستگرد تیز کوچکتر از پنج درصد هست.

نوع مسیر	ارزش احتمال کل	ارزش احتمال عرض شانه ۰/۶۵ و ۱/۸۵ متر	ارزش احتمال عرض شانه ۰/۶۵ و ۲/۴ متر	ارزش احتمال عرض شانه ۱/۸۵ و ۲/۴ متر
مسیر مستقیم	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۰۴	۰/۵۵۴۸
قوس راستگرد ملایم	۰/۱۸۹۵	–	–	–
قوس چپگرد ملایم	۰	۰/۰۰۶۲	۰	۰/۰۱۲۶
قوس راستگرد تیز	۰	۰	۰	۰
قوس چپگرد تیز	۰/۰۰۸۳	۰/۰۱۲۵	۰/۰۳۵۱	۰/۰۸۴

جدول۲: ارزش احتمال گروه عرض شانه های۲/۴ ، ۱/۸۵ و ۰/۶۵ متر در حالت عدم وجود گاردریل

شکل ۵ نمودار میانگین سرعت و فاصله از خط وسط برای طرح هندسی ها و عرض شانه های مختلف نشان می دهد. همانطور که در شکل ۵ مشخص است سرعت و فاصله از خط وسط در عرض شانه ۰/۶۵متر کمتر از سایر حالات بود. مقادیر ارزش احتمال نیز نشان دهنده تغییر رفتار عملکردی راننده در عرض شانه ۰/۶۵ متر نسبت به دو عرض شانه ۱/۸۵ و ۲/۴ متر است، اما در مقایسه میانگین سرعت و فاصله از خط وسط دو حالت عرض شانه ۱/۸۵ و ۲/۴ متر نتیجه خاصی حاصل نشد.



شکل۵: نمودار میانگین سرعت و میانگین فاصله از خط وسط در حالت عدم وجود گاردریل

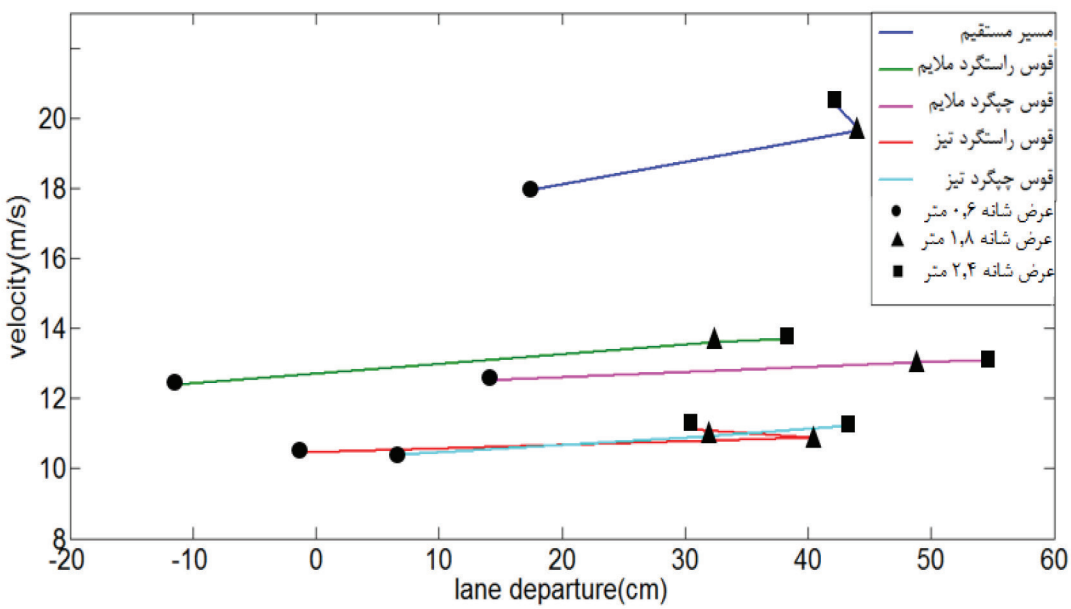
۶-۱-۲- تاثیر عرض شانه راه بر رفتار عملکردی راننده‌ها در حالت وجود گاردریل

مطابق جدول۳ مقادیر ارزش احتمال کل در طرح هندسی های مختلف کوچکتر از پنج درصد بوده، و نشانگر تغییر رفتار عملکردی راننده با تغییر عرض شانه است. در مقایسه دو به دو عرض شانه ها، عرض شانه ۰/۶۵ متر در تمامی طراحی ها دارای ارزش احتمال کمتر از پنج درصد بوده، و رفتار عملکردی راننده در مسیر با عرض شانه ۶،۰ متر در مقایسه با عرض شانه های ۱/۸۵ و ۲/۴ متر تغییر کرده است. ارزش احتمال دو عرض شانه ۱/۸۵ و ۲/۴ متر فقط در قوس راستگرد تیز کوچکتر از پنج درصد هست.

نوع مسیر	ارزش احتمال کل	ارزش احتمال عرض شانه ۰/۶۵ و ۱/۸۵ متر	ارزش احتمال عرض شانه ۰/۶۵و ۲/۴ متر	ارزش احتمال عرض شانه ۱/۸۵و ۲/۴ متر
مسیر مستقیم	۰	۰	۰	۰/۲۹۱۸
قوس راستگرد ملایم	۰	۰	۰	۰/۷۹۹۶
قوس چپگرد ملایم	۰	۰	۰	۰/۶۶۷۷
قوس راستگرد تیز	۰	۰	۰	۰
قوس چپگرد تیز	۰	۰/۰۰۰۵	۰	۰/۱۴۳۳

جدول۳: ارزش احتمال گروه عرض شانه های۲/۴ ، ۱/۸۵ و ۰/۶۵ متر در حالت وجود گاردریل

نمودار میانگین سرعت و فاصله از خط وسط برای طراح هندسی و عرض شانه های مختلف در شکل۵ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۵ مشخص است سرعت و فاصله از خط وسط در عرض شانه ۰/۶۵ متر کمتر از سایر حالات بود. اختلاف بین سرعت و فاصله از خط وسط در عرض شانه ۰/۶۵ متر و عرض شانه‌های ۱/۸۵ و ۲/۴ متر در حالت وجود گاردریل نسبت به حالت عدم وجود گاردریل بیشتر است، اما در مقایسه میانگین سرعت و فاصله از خط وسط دو حالت عرض شانه ۱/۸۵ و ۲/۴ متر نتیجه خاصی حاصل نشد.



شکل۶ نمودار میانگین سرعت و میانگین فاصله از خط وسط در حالت وجود گاردریل

۷- نتیجه گیری

با توجه به تحلیل های و مقایسه های صورت گرفته در بخش‌های قبل نتایج زیر در مورد عملکرد راننده حاصل شد:

• به طور کلی راننده ها هنگام رانندگی در مسیر با عرض شانه ۰/۶۵ متر عملکرد (سرعت و فاصله از خط وسط) متفاوتی نسبت به دو عرض شانه ۱/۸۵ و ۲/۴ متر دارند.

• میانگین سرعت و فاصله از خط وسط در طرح های هندسی مختلف در مسیر با عرض شانه ۰/۶۵ متر کمتر از مسیر با عرض شانه های ۱/۸۵ و ۲/۴ متر است. نتیجه خاصی در بررسی عرض شانه‌های ۱/۸۵ و ۲/۴ متر حاصل نشد.

• تاثیر عرض شانه راه در طرح هندسی های مختلف در رفتار راننده در حالت با گاردریل بیشتر از حالت عدم وجود گاردریل است.

• میزان تغییرات سرعت و فاصله از خط وسط در دو حالت وجود و عدم وجود گاردریل در مسیر با عرض شانه ۰/۵۶ متر نسبت به عرض شانه‌های ۱/۸۵ و ۲/۴ متر بیشتر است.

• عرض شانه راه تاثیر مشخص روی رفتار راننده در حالت وجود گاردریل دارد، ولی در حالت عدم وجود گاردریل این تاثیر به حداقل رسیده و تاثیر مفید خود را روی رفتار راننده از دست می دهند.

• هندسه و عرض شانه راه می تواند برای کاهش سرعت استفاده شود، اما در چنین وضعیتی می‌تواند تاثیر منفی رو فاصله از خط وسط به خصوص در قوس های تیز داشته باشد. بنابراین به نظر می رسد که کنترل عرض شانه راه و نصب گاردریل یک روش ایمن برای کنترل سرعت و فاصله از خط وسط باشد.

۸- مراجع

1-Janssen, W.H., de Ridder, S.N., Brouwer, R.F.T., and the RISER Consortium, 2006. Roadside Infrastructure for Safer European Roads: D02-Summary of Driver Behaviour and Driver Interactions with Roadside Infrastructure, Project RISER, European Community under the Competitive and Sustainable Growth Program

2-Martens, M., Comte, S., Kaptein, N., 1997. The effects of road design on speedbehaviour: a literature review. Deliverable D1 (Report 2.3.1), MASTER.

3-Dimitropoloulos. I. and G. Kanellaidis. 1995. Highway geometric design: The issue of driving behavior variability. International symposium on highway geometric design practices.

۴- " آمار تصادفات وسایل نقلیه در آمریکا در سال ۲۰۰۶ " [برخط[۱۳۹۱/۶/۵ ،دسترسی در سایت http://arsses.ir

5-Naderi. J.R.. Kweon. B.S.. Maghelal. P. 2006. Simulating impacts of curb-side trees on driver performance and perceptions. In: Proceedings of the 85th Annual Meeting Transportation Research Board. Washington. January 2006.

6-Van der Horst. R.. De Ridder. S.. 2007. Influence of roadside infrastructure on driving behavior: driving simulator study. Transportation Research Record. Journal of the Transportation Research Board. No 2018. TRB of the National Academies. Washington. DC.

7-Stamatiadis. N.. Bailey. K.. Grossardt. T.. Ripy. J.. Strombotne. A. 2007. Use of context sensitive methods to influence operating speeds: case study of rural highway by casewise visual evaluation. Transportation Research Record: Journal of theTransportation Research Board 97–90 .2025.

8-Stamatiadis. N.. Bailey. K.. Grossardt. T. 2010. Evaluation of highway design parameters on influencing operator speeds through casewise visual evaluation. Transportation Research Record. Journal of the Transportation Research Board 149–2195.143.

۹- "مشخصات شبیه ساز رانندگی اتوبوس BI ۳۰۱ Full دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی " [برخط[۱۳۹۳/۶/۱۴ ،دسترسی در سایت http://drivingsimulator.ir/fa/akia-bi۳۰۱.php