

## تحلیل خوشه‌بندی رانندگان درون‌شهری مبتنی بر رفتار ریسک‌پذیری و جرائم رانندگی

مقاله علمی - پژوهشی

حجت نیک اختر، دانش آموخته دکتری، گروه حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آتاتورک، ارزروم، ترکیه

\*حمید شیرمحمدی، دانشیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

احمد تورنوم، استاد، گروه حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آتاتورک، ارزروم، ترکیه

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: h.shirmohammadi@urmia.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۰ - پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۶

صفحه ۲۳۶-۲۱۱

چکیده

بروز تصادفات و تخلفات رانندگی ناشی از گرایش رانندگان به خطر، رفتار ریسک‌پذیری و عدم رعایت قوانین مرتبط می‌شود. به‌منظور اثرگذاری تغییر قوانین ترافیک راهنمایی و رانندگی مبنی بر افزایش جریمه‌ها جهت کاهش تصادفات و نقش پیشگیرانه، در پژوهش حاضر گرایش رانندگان به خطر و رفتار ریسک‌پذیری در تقاطع‌ها، مواجهه با چراغ راهنمایی و رانندگی، سبقت‌گیری، دقت در قوانین ترافیکی و علل عدم دقت به علائم ترافیکی در ارتباط با قوانین ترافیکی راه‌ها بررسی می‌شود. بنابراین هدف پژوهش حاضر در ابتدا ارزیابی ارتباط رفتار ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم رانندگی از میان رانندگان ۲۰ استان کشور ایران با استفاده از پرسشنامه‌های خوداظهاری رفتاری و مهارتی رانندگی مبتنی بر خصوصیات جمعیت‌شناسی، رفتار ریسک‌پذیری، عادت‌ها و اطلاعات ایمنی رانندگان می‌باشد. سپس، ارزیابی ارتباط رفتار ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم مرتبط با استفاده از آزمون‌های آماری نظیر کای‌اسکوئر، کروسکال-والیس و یومن ویتنی است. درنهایت ارایه مدل خوشه‌بندی رانندگان مبتنی بر ارتباط رفتار ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم رانندگی نشان داده می‌شود. به‌طوری‌که در این تحلیل رانندگان با این اعتقاد و تفکر که افزایش جریمه‌ها آیا موجب کاهش تصادفات گردیده است؟ مورد بررسی قرار داده شدند. موافق یا مخالف بودن راننده‌ها منجر به طبقه‌بندی خصوصیات رفتاری و ریسک‌پذیری آنها شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که رانندگان بر اساس خصوصیات رفتار ریسک‌پذیری و پذیرش خطر با استفاده از مدل خوشه‌بندی کی-میانگین به چهار خوشه طبقه‌بندی شدند. به‌طوری‌که خوشه‌های ۱، ۲، و ۳ به ترتیب به گروه‌هایی نسبتاً پرریسک، کم‌ریسک، ایمن و خوشه چهارم به گروه نالیمن یا پرریسک نام‌گذاری گردیدند. خوشه‌های ۲، ۳ و ۱ به ترتیب موافق تأثیر جریمه‌ها به تعداد تصادفات، در حالی که خوشه چهارم مخالف این تأثیر بود. خصوصیات خوشه ایمن بر اساس ارتباط ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم رانندگی بدین صورت بود که رانندگان در این گروه از خوشه، در هر زمانی به قوانین راهنمایی و رانندگی دقت می‌کردند. در تقاطع‌ها عبور قانونی خود را به دیگران واگذار می‌کردند. در هر زمانی به علائم راهنمایی و رانندگی دقت می‌کردند. موقع نزدیک شدن به تقاطع و دیدن چراغ زرد ایستادند و از وسیله نقلیه در حال حرکت در سربلایی با سرعت کم سبقت نگرفتند. در حالی که خصوصیات رفتاری افراد خوشه چهارم برعکس این خوشه ایمن بود.

واژه‌های کلیدی: رفتار ریسک‌پذیری رانندگان، آزمون کای‌اسکوئر، یومن ویتنی، کروسکال - والیس، تحلیل خوشه‌بندی کی-میانگین

### ۱- مقدمه

وسایل نقلیه شامل فوتی، جرحی، خسارتی و یا ترکیبی از آنها که در نتیجه برخورد یک یا چند وسیله نقلیه با یکدیگر یا با انسان، حیوان، اشیاء و یا واژگونی خود وسیله نقلیه دسته‌بندی می‌گردد ( Peden et al., 2004; Elvik 2009; )

با توسعه سریع شهرنشینی و گسترش سیستم حمل‌ونقل، افزایش تصادفات وسایل نقلیه به عنوان یکی از جدیدترین تهدیدها برای سلامت عمومی جامعه و اقتصاد ملی مطرح می‌باشد (شیرمحمدی و همکاران، ۱۳۹۷). شدت تصادفات

هدف پژوهش حاضر در ابتدا ارزیابی عوامل مؤثر بر رفتار ریسک‌پذیری رانندگان، جرائم رانندگی و سپس خوشه‌بندی رانندگان بر اساس پرسشنامه‌های خوداظهاری رفتاری<sup>۱</sup> و مهارتی راننده<sup>۲</sup> می‌باشد. همچنین از اهداف دیگر پژوهش حاضر بررسی رابطه بین متغیر افکار رانندگان مبنی بر افزایش جریمه‌ها که موجب کاهش تصادف می‌شود یا خیر؟ می‌باشد. رابطه افکار رانندگی و افزایش جریمه‌ها باعث می‌شود که رانندگان بر اساس این اعتقادات و افکار بتوانند گرایش خود در رفتارهای پرخطر و ریسک‌پذیر را متناسب با افزایش جریمه‌ها کنترل کنند. بر اساس رابطه بین افکار و اعتقادات راننده مبنی بر رفتار ریسک‌پذیری، جریمه‌های رانندگی تنظیم می‌شوند که تغییر قوانین مبنی بر افزایش جریمه‌ها بتواند در کاهش تصادفات اثرگذار باشد؛ بنابراین در پژوهش جاری ابتدا پرسشنامه‌های خوداظهاری رانندگان بر اساس مطالعات پیشین مبتنی بر پرسشنامه‌های خوداظهاری رفتاری رانندگی و مهارت رانندگان و ارتباط آنها بر رفتار ریسک‌پذیری و جرائم رانندگی تهیه می‌شود. سپس با استفاده از آزمون‌های آماری نظیر آزمون کای‌اسکوئر (مجذورکای)<sup>۳</sup> برای ارتباط و ارزیابی هم‌مقارگی متغیرها<sup>۴</sup> و ارتباط بین متغیرها و یا استقلال آنها از یکدیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد. آزمون کروسکال - وایس<sup>۵</sup> برای مقایسه میانگین‌ها و مقایسه متغیرها در سطح رتبه‌ای استفاده می‌شود. آزمون یومن ویتنی<sup>۶</sup> نیز برای بررسی تفاوت بین متغیرها نیز استفاده می‌گردد. پس از متغیرها و رفتارهای ریسک‌پذیر رانندگان با آزمون‌های آماری به بررسی خوشه‌بندی رانندگان از طریق مدل تحلیل خوشه‌بندی کی - میانگین<sup>۷</sup> پرداخته می‌شود. ساختار پژوهش حاضر بدین صورت است که در قسمت ۲ به بررسی مطالعات مرتبط به رفتار ریسک‌پذیری، تأثیر قوانین و جرائم بر میزان ریسک آنها پرداخته می‌شود. در این قسمت نیز به بررسی نوآوری پژوهش حاضر با مطالعات دیگر اشاره می‌شود و در قسمت ۳ مرتبط به روش‌شناسی پژوهش به پرسشنامه‌های خوداظهاری رفتاری رانندگی و مهارت رانندگان همراه با معرفی آزمون‌های آماری و روش تحلیل خوشه‌بندی کی - میانگین اشاره می‌شود. قسمت ۴ پژوهش نیز نتایج مرتبط به ارزیابی خصوصیات رفتاری ریسک‌پذیری رانندگان، جرائم رانندگی و خوشه‌بندی رانندگان همراه با مقایسه با نتایج پژوهش‌های پیشین را نشان می‌دهد. در قسمت ۵ نیز به نتیجه‌گیری بر اساس یافته‌های پژوهش پرداخته می‌شود.

(Rolison et al., 2018). به‌گونه‌ای که موضوع تصادفات رانندگی به عنوان اساسی‌ترین موضوعات در توسعه پایدار و متوازن جوامع بشری تبدیل شده است که بر عوامل اجتماعی و اقتصادی جامعه اثرگذار است (فاروقی، ۱۳۹۳). در طول یک سال ۱,۲۰۰,۰۰۰ نفر در سراسر جهان بر اثر تصادفات جان خود را از دست می‌دهند و بالغ بر پنجاه میلیون نفر مجروح می‌شوند. مطابق آمار منتشره سازمان پزشکی قانونی ایران، تعداد کشته‌ها برای سال ۲۰۱۶ بالغ بر ۱۶,۹۳۲ نفر بوده است. علت اصلی بروز این تصادفات عامل انسانی بوده که در اکثر مواقع دلایل آن تخلف بوده است (Alavi et al. 2017). ایران در رتبه سوم بیشترین میزان مرگ‌ومیر تصادفات ترافیکی در سطح جهان قرار دارد و عوامل انسانی با سهم جمعی ۹۰ درصد به عنوان یکی از مهمترین دلایل تصادفات در کنار عوامل وسیله نقلیه محسوب می‌شود (شاکری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۹، شفیع‌نیک‌آبادی و حکاکای، ۱۳۹۷). مهم‌ترین عوامل مؤثر انسانی مرتبط به تصادفات جاده‌ای عبارتند از گرایش به خطر و رفتار ریسک‌پذیری رانندگان است (Elander et al., 1993; Tavakoli Kashani et al. 2021).

مهارت رانندگان در گرایش به خطر و رفتار ریسک‌پذیری آنها باعث تغییر قوانین ترافیک راه‌ها و افزایش جریمه‌ها می‌باشد که این عاملی جهت کاهش تصادفات محسوب می‌گردد. بنابراین مهارت رانندگی معیار تعیین‌کننده‌ای در اثرگذاری رفتار ریسک‌پذیری رانندگان بر تصادفات و جرائم آنها به شمار می‌آید (Martinussen et al., 2014). رفتارهای راننده به شیوه رانندگی، عادات و مهارت رانندگی آنها اشاره دارد. به‌عبارت‌دیگر، شیوه رانندگی آن دسته از رفتارهایی است که رانندگان معمولاً و به صورت عادات فردی هنگام رانندگی انجام می‌دهند که در طول سالیان شکل می‌گیرند و الزاماً در طول زمان و با افزایش تجربه رانندگی ایمن‌تر نمی‌شوند. بنابراین مهارت رانندگی آنچه را که رانندگان می‌توانند انجام دهند، اشاره می‌کند (Elander et al., 1993; Topolšek et al., 2019). اهمیت بررسی اثر رفتار ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم رانندگی از مسائل مهم در حمل‌ونقل است؛ زیرا مهندسان ترافیک و حمل‌ونقل بر اساس این رفتارهای ریسک‌پذیر و رابطه آنها با جرائم رانندگی می‌توانند برنامه‌های پیشگیری و ایمنی از تصادفات را پیشنهاد دهند.

## ۲- پیشینه تحقیق

مطالعات مرتبط توسط پژوهشگران به تأثیر رفتار ریسک‌پذیری و تغییر قوانین مبنی بر تصادفات عبارتند از: اولدر و اسپایسر (۱۹۷۶) در پژوهشی نشان دادند که حوادث رانندگی از سه عامل راننده، محیط و وسیله نقلیه ناشی می‌شود و عامل انسانی نقش مهمی در ایجاد تصادفات دارد (Older and Spicer 1976). تخلف رانندگی، رفتاری است که طی آن قوانین و مقررات مصوب راهنمایی و رانندگی نقض می‌شود و می‌تواند هم به صورت آشکار و پنهان باشد (مافی و همکاران، ۱۳۹۴). مافی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی نشان دادند که تأثیر اجرای قانون جدید راهنمایی و رانندگی بر میزان تخلفات در راه‌های بین‌شهری در یک بازه زمانی ۶ ماهه قبل و بعد از اجرای قانون جدید نشان‌دهنده تخلفات ثبت شده با کاهش ۲۰ درصد بوده است که این تأثیر مثبت قانون جدید راهنمایی و رانندگی در بخش تخلفات و جرائم را نشان می‌دهد. پاک‌گوهر و کاظمی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر عوامل خطای رانندگی مبتنی بر مهارت رانندگی در شدت تصادفات نشان دادند که عدم مهارت در رانندگی، عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه، سرعت، سبقت و انحراف به چپ با احتمال بالایی باعث مرگ راننده می‌شود. همچنین احتمال مرگ راننده در تصادف به علت تجاوز از سرعت مجاز ۲/۳۳ برابر بیشتر از راننده‌ای است که به سایر دلایل در تصادفات درگیر بوده است. اهمیت و لزوم بازنگری در نحوه اجرای قوانین زمانی آشکارتر می‌شود که بر اساس گزارش کمیسیون حمل‌ونقل اروپا، اعمال مناسب قوانین می‌تواند سالانه جان ۱۴۰۰۰ نفر را در اروپا نجات دهد (Vereeck and Vrolix, 2007). از طرفی رانندگی یکی از مواردی است که شخصیت راننده را در اجتماع آشکار می‌کند و ابعاد فرهنگی، رشد اجتماعی و میزان ادب، نوع و روش انتخابی رفتارهای فرد در اجتماع را به معرض دید می‌گذارد. به طوری که اگر راننده با رعایت قوانین راهنمایی و رانندگی به احساسات دیگران، حین رانندگی احترام بگذارد و نسبت به عابران پیاده انسانیت را مد نظر قرار دهد، شخصیت وی به عنوان راننده‌ای سلامت و اخلاق‌مدار شناخته می‌شود (Erdogan, 2009; Jadaan et al. 2021). درحالی‌که راننده‌ای که مقررات راهنمایی و رانندگی را رعایت نمی‌کند و با عصبانیت و انتقام‌جویی رفتار می‌کند حتی در صورتی که فردی با هوش و تحصیل کرده باشد باز هم فاقد توانایی‌های روانی شخصیتی جهت رانندگی است (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۱). شیرمحمدی و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با بررسی مطالعه موردی خوشه‌بندی کی-میانگین رانندگان بر اساس رفتار

ریسک‌پذیری تصادفات و مهارت رانندگی نشان دادند که رانندگان در خوشه‌های نایمن دارای رفتار ریسک‌پذیرتر و پرخاشگرتر نسبت به خوشه‌های امن‌تر می‌باشند (Shirmohammadi et al. 2019).

نگرش مجموعه‌ای از پاسخ‌های شناختی، عاطفی و رفتاری افراد در واکنش به محیط می‌باشد. به عبارتی، در نگرش رفتاری فرد، پیامد انجام رفتاری ارزیابی می‌شود (Ulleberg and Rundmo, 2003; Iversen and Rundmo, 2004). (طیبی و چهنوی، ۱۳۹۳) در سال‌های اخیر، تأثیرات اجتماعی در زمینه ایمنی ترافیک مهم واقع شده است به گونه‌ای که برای روش‌های پیشگیرانه و ایمنی تصادفات، پژوهشگران بر تغییر نگرش رانندگان و تغییر قوانین برای کاهش رفتارهای ریسک‌پذیر در تصادفات تأکید کرده‌اند (Nordfjærn et al. 2010; Martinussen et al. 2014; Ulleberg and Rundmo, 2003). پارکر و همکاران در پژوهشی نشان دادند که نگرش‌ها و باورهای نامطلوب باعث می‌شوند که رانندگان مرتکب تخلفات رانندگی شوند (Parker et al. 1992; Parker et al. 1998). مطالعات پژوهش‌های دیگر نشان داده است که بین رفتارهای پرخطر رانندگی و انواع نگرش‌های نامطلوب نظیر نگرش‌های نسبت به تخطی از قوانین راهنمایی و رانندگی، نگرش‌های رانندگی با سرعت بالا، رانندگی در حالت مستی ارتباط مؤثر و مستقیم وجود دارد (Lucidi et al. 2014; Tabibi et al. 2015; Park et al. 2021). حسن‌پور و جدغریب (۱۳۹۴) در پژوهشی با مطالعه بر ارتباط بین ریسک تصادفات رانندگان، مهارت و ویژگی‌های رانندگان نشان دادند که بین ویژگی‌های شخصیت (برون‌گرایی، انعطاف‌پذیری، سازگاری، دلبازی، مسئولیت‌پذیری) در رانندگان پرخطر، کم‌خطر و بی‌خطر تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین بین زمان واکنش و ویژگی‌های شخصیت رانندگان (بی‌خطر، کم‌خطر و پرخطر) رابطه معناداری وجود ندارد، درحالی‌که بین ویژگی‌های شخصیت، میزان دقت، زمان واکنش و تخمین بصری در رانندگان پرخطر، کم‌خطر و بی‌خطر نیز تفاوت معنی‌داری قابل مشاهده است. فیروزجائیان و توکلی (۱۳۹۵) نیز در پژوهشی با تحلیل جامعه شناختی قانون‌گریزی در رانندگی نشان دادند که بین ابعاد وضعیت پیوند اجتماعی (اعتقاد به قانون، مشارکت اجتماعی، پیوستگی اجتماعی، و تعهد اجتماعی) و قانون‌گریزی در رانندگی رابطه معنی‌دار و معکوس وجود دارد. شیخ‌الاسلامی و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهشی به بررسی رفتار نایمن رانندگان در حین رانندگی و عوامل تأثیرگذار بر تخلفات رانندگان تاکسی در شهر تهران، به‌عنوان گروه بزرگی از رانندگان حرفه‌ای پرداختند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که رانندگان با نوع گواهینامه

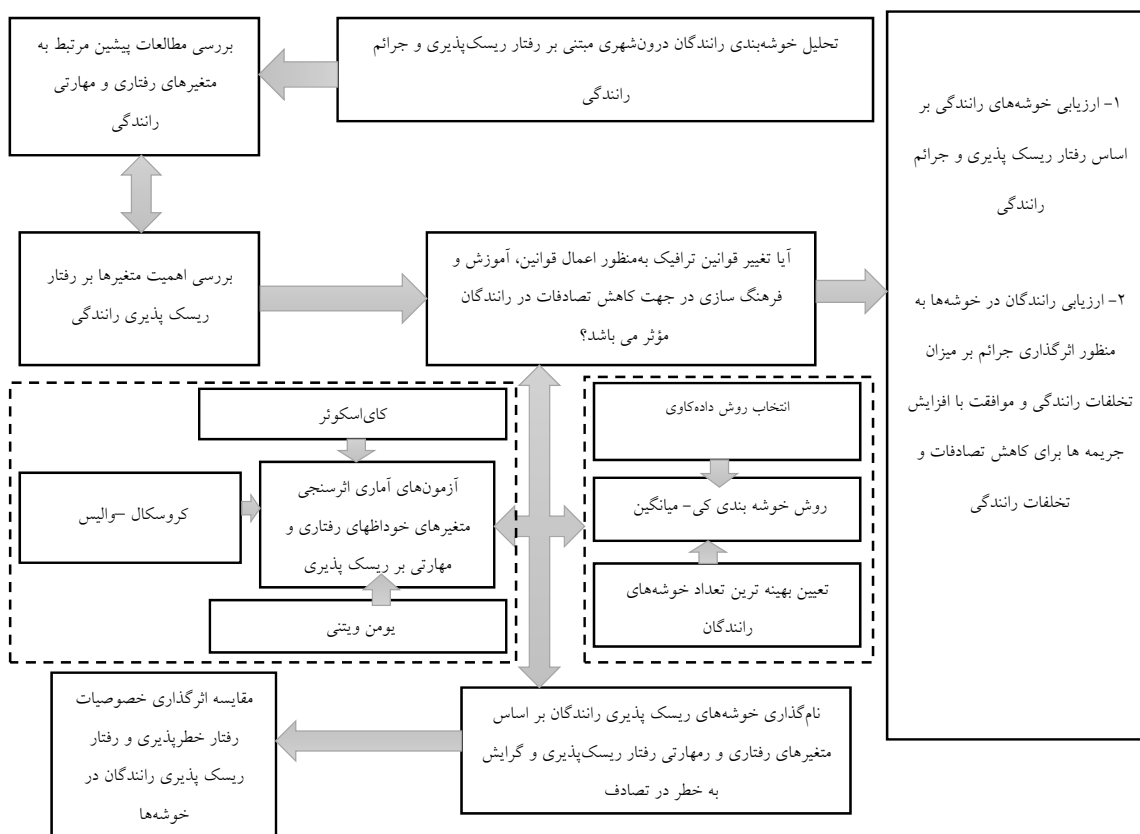
می‌تواند راهکاری برای تغییر قوانین ترافیک به‌منظور اعمال قوانین، آموزش و فرهنگ‌سازی در جهت کاهش تصادفات رانندگی باشد.

### ۳- روش‌شناسی تحقیق

در پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی ارتباط رفتار ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم رانندگی مبتنی بر تحلیل خوشه‌بندی کی-میانگین، ابتدا ارزیابی پرسشنامه خوداظهاری رفتاری رانندگی و مهارت رانندگان با استفاده از آزمون‌های آماری شامل کای‌اسکوئر (مجذوری‌کای)، کروسکال - والیس، یومن ویتنی صورت می‌گیرد. سپس تحلیل خوشه‌بندی کی-میانگین بر اساس عوامل رفتاری، مهارت رانندگان و رفتار ریسک‌پذیری آن‌ها انجام می‌شود. خلاصه فلوجارت پژوهش حاضر مطابق شکل ۱ نشان داده می‌شود که در آن طبقه‌بندی نشان داده شده است.

پایه دوم نسبت به رانندگان با نوع گواهینامه پایه یکم، احتمال ارتکاب به تخلف عبور از چراغ قرمز و عدم داشتن معاینه فنی بیشتری را مرتکب می‌شوند. افندی‌زاده و حسن‌پور (۲۰۲۰) در پژوهشی دیگر با استفاده از روش خوشه‌بندی به ارایه مدل ریسک ایمنی در راه‌های چهارخطه پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که ریسک تصادف در خوشه‌های نایمن بر اساس گرایش آنها به افزایش سرعت افزایش می‌یابد (Afandizadeh and Hassanpour, 2020).

با بررسی مطالعات پیشین می‌توان نشان داد که تاکنون مطالعه‌ای به بررسی ارتباط رفتار ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم رانندگی بر اساس رفتارها، عادت‌ها، مهارت، نگرش و اطلاعات ایمنی رانندگان با استفاده از آزمون‌های آماری نظیر کای‌اسکوئر (مجذوری‌کای)، کروسکال - والیس و یومن ویتنی به صورت جامع انجام نشده است. همچنین تحلیل خوشه‌بندی رانندگان بر اساس رفتار ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم رانندگی با استفاده از مدل خوشه‌بندی کی-میانگین از نوآوری‌های دیگر این پژوهش است. بنابراین پژوهش حاضر



شکل ۱. فلوجارت مفهومی پژوهش حاضر

### ۳-۱- ارزیابی پرسشنامه خود اظهاری رفتاری

به منظور بررسی رفتار رانندگان، پرسشنامه خود اظهاری رفتاری و مهارت رانندگان تهیه گردید. سپس در میان شهروندان ۲۰ استان کشور نظیر آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اصفهان، البرز، تهران، خراسان رضوی، خوزستان، زنجان، سمنان، فارس، قزوین، قم، کردستان، کرمانشاه، گلستان، گیلان، لرستان، مازندران، همدان و یزد توزیع پرسشنامه‌ها صورت گرفت. برای ارزیابی تعداد پرسشنامه حاضر از معادلات (۱) تا (۳) استفاده می‌گردد و سپس ضریب آلفا کرونباخ<sup>۸</sup> مطابق معادله (۴) به منظور پایایی و روایی پرسشنامه‌های خود اظهاری رفتاری و مهارت رانندگان استفاده می‌شود. بنابراین، اندازه نمونه برای استفاده از پرسشنامه با استفاده از معادله (۱) محاسبه می‌شود (Al-Tmeemy et al. 2012):

$$SS = \frac{z^2 \times P \times (1-P)}{C^2} \quad (1)$$

که در معادله (۱)، Z برابر است با مقدار سطح اطمینان، P درصد انتخاب یک گزینه که به صورت اعشاری بیان می‌شود و C فاصله اطمینان است. اندازه نمونه اصلاح شده برای جامعه آماری پرسشنامه به صورت معادله (۲) نشان داده می‌شود.

$$\text{Corrected SS} = \frac{SS}{1 + \frac{SS-1}{POP}} \quad (2)$$

که در معادله (۲) POP جامعه آماری کل است و اندازه نمونه اصلاح شده با نرخ پاسخ پرسشنامه به صورت معادله (۳) نشان داده می‌شود:

$$\text{Corrected SS for } rr = rr \times \text{corrected SS} \quad (3)$$

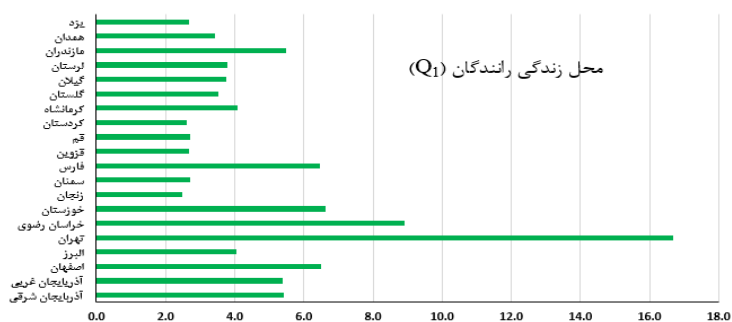
که برای پایایی و اعتمادپذیری پرسشنامه بر اساس ضریب آلفا کرونباخ مطابق معادله (۴) محاسبه می‌شود (Zumbo et al. 2007).

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i^2}{\sigma^2} \right] \quad (4)$$

که در معادله (۴)، n تعداد پرسش‌ها،  $S_i$  واریانس پرسش  $\alpha_i$ ،  $\sigma^2$  واریانس مجموع کلی متغیرهای اولیه، هستند. در مجموع ۴۱۱۲ پرسشنامه با بررسی اولیه آماری و نسبت ۱/۲۰۰۰۰ جمعیت هر استان توسط شهروندان این شهرها که دارای گواهینامه رانندگی با سن بالای ۱۸ سال می‌باشند در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ تکمیل گردید. از این میان ۳۷۰۹ مرد و ۴۰۳ زن که ۲۷۵۸ نفر متأهل و ۱۱۱۰ نفر مجرد و ۲۴۴ نفر متارکه کرده‌اند. با توجه به جدول ۱ مطابق معادله (۳) تعداد نمونه برای هر استان حداقل تعداد ۴۰ پرسشنامه انتخاب شد. بنابراین به منظور درستی، روایی و پایایی تعداد ۱۰۰ تا ۲۰۶ پرسشنامه در هر استان تعیین گردیده است که نرخ پاسخ ۸۵/۸۳ درصد می‌باشد که مطابق شکل ۲ نشان داده می‌شود که رانندگان تهرانی دارای بیشترین درصد پرسشنامه‌های موجود در پژوهش حاضر را تشکیل داده‌اند. همچنین مطابق با ضریب آلفای کرونباخ مطابق جدول ۱ برای پرسش‌های مرتبط به خصوصیات رانندگان و وسایل نقلیه، اطلاعات ایمنی ترافیکی رانندگان، عادت‌ها و مهارت‌ها و گرایش رانندگان به خطر و رفتار ریسک‌پذیری بر اساس معادله (۴) این مقدار ۰/۸۲۴ می‌باشد که نشان‌دهنده این است که پرسشنامه موجود بر اساس معیار ضریب آلفای کرونباخ که بین ۰/۷ تا ۰/۹ می‌باشد خوب ارزیابی می‌گردد و قابل اعتماد می‌باشد.

جدول ۱. ارزیابی تعداد نمونه‌ها برای ۲۰ استان

| مقدار P   | ۰/۵     | ضریب آلفا کرونباخ |
|---|---------|-------------------|
| بازه اطمینان                                    | ۰/۱     | ۰/۹۰۶             |
| سطح اطمینان و مقدار Z                           | ۹۵ درصد | ۰/۸۶۰             |
| نرخ پاسخ (درصد)                                 | ۸۵/۸۳   | ۰/۷۴۲             |
| میانگین تعداد نمونه‌ها جهت پایایی برای هر استان | ۲۰۵     | ۰/۷۸۹             |
| حداقل نمونه                                     | ۴۰      | ۰/۸۲۴             |



شکل ۲. بررسی رانندگان مورد مطالعه در ۲۰ استان کشور

پرسشنامه موجود شامل مشخصات راننده، ویژگی‌های وسیله نقلیه، شرایط ایمنی رانندگان، عادت‌های رانندگان و گرایش به خطر و رفتار ریسک‌پذیری رانندگان هستند که به‌طور کلی این پرسش‌ها را در پرسشنامه می‌توان به ۵ بخش طبقه‌بندی کرد که شامل موارد گفته شده در ادامه می‌باشد. مشخصات افراد شرکت‌کننده در پرسشنامه نظیر جنسیت، تأهل، سن، تحصیلات، شغل، درآمد و سابقه رانندگی در جدول ۲ نشان داده می‌شود. مطابق جدول ۲، بیشترین درصد پاسخ به پرسشنامه‌ها را رانندگان مرد متأهل با سن ۲۵ تا ۳۴ سال و تحصیلات ابتدایی تشکیل می‌دهند که شغل بیشتر آن‌ها رانندگی است و دارای میانگین درآمد کمتر از ۳ میلیون تومان در ماه می‌باشند و دارای سابقه رانندگی ۶ تا ۱۰ سال می‌باشند.

پرسشنامه خوداظهاری موجود شامل ۵۰ سؤال می‌باشد که شامل مشخصات رانندگان با ۸ سؤال، ۱ سؤال مرتبط بر فرضیه پژوهش حاضر که آیا تغییر قوانین مبنی بر افزایش جریمه‌ها بر کاهش تصادفات مؤثر می‌باشد یا خیر؟ و بر خوشه‌بندی رانندگان تأثیر به‌سزایی دارد و ۴۱ سؤال مرتبط به پرسشنامه رفتار ریسک‌پذیری رانندگان، نگرش به خطر، عادت و مهارت رانندگی مطابق با پژوهش مارتینوسن و همکاران (۲۰۱۴) است و بقیه سؤالات نیز در دسته رفتار ریسک‌پذیری رانندگان، نگرش به خطر عادت و مهارت رانندگی قرار نمی‌گیرد.

جدول ۲. آمار توصیفی داده‌های پرسشنامه مرتبط به مشخصات رانندگان

| سؤال پرسشنامه     | مشخصات رانندگان | شرح و تعداد سطوح | مقادیر سطوح | درصد سطوح |
|-------------------|-----------------|------------------|-------------|-----------|
| (Q <sub>2</sub> ) | وضعیت تاهل      | ۱- متأهل         | ۲۷۵۸        | ۶۷/۰۷     |
|                   |                 | ۲- مجرد          | ۱۱۱۰        | ۲۶/۹۹     |
|                   |                 | ۳- متارکه کرده   | ۲۴۴         | ۵/۹۴      |
| (Q <sub>3</sub> ) | جنسیت           | ۱- مرد           | ۳۷۰۹        | ۹۰/۲۰     |
|                   |                 | ۲- زن            | ۴۰۳         | ۹/۸۰      |
| (Q <sub>4</sub> ) | سن              | ۱- ۱۸ تا ۲۴ سال  | ۷۴۶         | ۱۸/۱۴     |
|                   |                 | ۲- ۲۵ تا ۳۴ سال  | ۱۷۷۰        | ۴۳/۰۴     |
|                   |                 | ۳- ۳۵ تا ۴۴ سال  | ۱۴۲۸        | ۳۴/۷۳     |
|                   |                 | ۴- ۴۵ تا ۵۴ سال  | ۱۳۰         | ۳/۱۶      |
|                   |                 | ۵- بیش از ۵۵ سال | ۳۸          | ۰/۹۳      |
| (Q <sub>5</sub> ) | تحصیلات         | ۱- بی سواد       | ۳۳۳         | ۸/۱۰      |
|                   |                 | ۲- ابتدایی       | ۱۴۸۰        | ۳۵/۹۹     |
|                   |                 | ۳- دبیرستان      | ۹۷۸         | ۲۳/۷۸     |
|                   |                 | ۴- دیپلم         | ۸۸۹         | ۲۱/۶۲     |

|       |      |                              |               |               |      |
|-------|------|------------------------------|---------------|---------------|------|
| ۱۰/۵۱ | ۴۳۲  | ۵- دانشگاهی                  |               |               |      |
| ۱۲/۱۸ | ۵۰۱  | ۱- اصناف و تجار              |               |               |      |
| ۹/۹۷  | ۴۱۰  | ۲- مشاغل با تحصیل بالا       |               |               |      |
| ۱۷/۰۲ | ۷۰۰  | ۳- کارمند                    |               |               |      |
| ۱۸/۷۷ | ۷۷۲  | ۴- راننده                    | شغل           | (Q6)          |      |
| ۷/۱۵  | ۲۹۴  | ۵- دانشجو                    |               |               |      |
| ۱۰/۷۵ | ۴۴۲  | ۶- بازنشسته                  |               |               |      |
| ۱۴/۷۴ | ۶۰۶  | ۷- بی کار                    |               |               |      |
| ۹/۴۲  | ۳۸۷  | ۸- دیگر                      |               |               |      |
| ۱۲/۲۳ | ۵۰۳  | ۱- بدون درآمد                |               |               |      |
| ۴۶/۳۰ | ۱۹۰۴ | ۲- از دو تا سه میلیون تومان  |               | میانگین درآمد | (Q7) |
| ۲۷/۶۳ | ۱۱۳۶ | ۳- سه تا چهار میلیون تومان   |               |               |      |
| ۸/۰۳  | ۳۳۰  | ۴- چهار تا پنج میلیون تومان  |               |               |      |
| ۵/۸۱  | ۲۳۹  | ۵- بیشتر از پنج میلیون تومان |               |               |      |
| ۹/۰۲  | ۳۷۱  | ۱- کمتر از یکسال             | سابقه رانندگی |               | (Q8) |
| ۲۲/۸۴ | ۹۳۹  | ۲- ۱ تا ۵ سال                |               |               |      |
| ۳۰/۲۳ | ۱۲۴۳ | ۳- ۶ تا ۱۰ سال               |               |               |      |
| ۲۶/۳۶ | ۱۰۸۴ | ۴- ۱۱ تا ۲۰ سال              |               |               |      |
| ۱۱/۵۵ | ۴۷۵  | ۵- بیشتر از ۲۰ سال           |               |               |      |

زمان عکس‌العمل راننده برای اقدام به ترمز مطابق شکل ۴-الف می‌باشد. همچنین مطابق شکل ۴-ب مسافت طول ترمز در مواجهه با خطر با سرعت‌های ۹۰ و ۵۰ کیلومتر در ساعت برای جلوگیری از برخورد با وسیله نقلیه جلویی، طول مسافت لازم برای سبقت‌گیری با سرعت زیاد ۹۰ کیلومتر در ساعت از وسیله نقلیه با سرعت ۸۰ کیلومتر در ساعت، سرعت رانندگان در جاده‌های برون‌شهری و مسافت نوردی چراغ نور بالا از مهم‌ترین اطلاعات ایمنی ترافیکی رانندگان می‌باشد (Qin et al. 2011; Topolšek et al. 2019; Knoop et al. 2018; Ramli et al. 2019).

با بررسی پرسشنامه‌ها منطبق بر اطلاعات ایمنی رانندگان مطابق شکل ۴-الف، بیشتر رانندگان ۵ تا ۶ مرتبه تجربه تصادف را با حداقل یک نوع وسیله نقلیه داشته‌اند که در طول روز ۵ تا ۷ ساعت با مسافت ۲۰ تا ۵۰ کیلومتر را رانندگی کرده‌اند. این رانندگان هنگام مواجهه با تصادف و خطر عکس‌العمل ۱ تا ۲ ثانیه را برخوردار بوده‌اند. مطابق شکل ۴-ب این رانندگان هنگام سرعت با سرعت ۹۰ کیلومتر در ساعت تصور می‌کنند که بین ۲۵ تا ۵۰ متر در

مشخصات وسیله نقلیه مورد استفاده نظیر نوع وسیله نقلیه، امکانات وسیله نقلیه مثل کپسول آتش‌نشانی، جعبه کمک‌های اولیه، سیستم ای‌بی‌اس، لاستیک پخشکن و کیسه هوا، استفاده از قطعات یدک اصلی، سرویس منظم و مشخص استاندارد در نمایندگی‌های اصلی و قبل سفر در شکل ۳-الف و شکل ۳-ب نشان داده می‌شوند. مطابق شکل ۳-الف بیشترین درصد وسایل نقلیه اتومبیل‌ها یا ماشین‌های سبک و به صورت شخصی را تشکیل می‌دهند که بیشتر آن‌ها دارای کپسول آتش‌نشانی و جعبه کمک‌های اولیه هستند که وسایل نقلیه خود را در زمان مشخص سرویس کرده‌اند که این سرویس توسط شرکت‌های خودروسازی صورت پذیرفته است. مطابق شکل ۳-ب بیشتر رانندگان این خودروها توانسته‌اند قبل از هر سفر وسیله نقلیه خود را کنترل کنند و از قطعات یدکی اصلی شرکت خودروسازی استفاده کنند. این خودروها دارای سیستم قفل اتوماتیک ABS نیز می‌باشند که بیشتر آنها سیستم پخشکن و کیسه هوا ندارند. -اطلاعات ایمنی ترافیک رانندگان نظیر وضعیت مواجهه با تصادف، نوع تصادف، کیلومترها و زمان رانندگی در روز،

به سرعت مجاز یا همان محدودیت سرعت در داخل و خارج شهرها توجه می‌کند و سرعت خود را بر این اساس تنظیم می‌کند و هنگامی که در وضعیت دشوار رانندگی قرار بگیرند وحشت زده نمی‌شوند و دارای اعتماد به نفس بالایی هستند. مطابق شکل ۵-ب بیشتر رانندگان با قوانین بدون شرط مخالف هستند. رانندگان بیشتر آنها دخانیات مصرف نمی‌کنند و بین ۴ تا ۸ ساعت در شبانه‌روز استراحت می‌کنند. خصوصیات این رانندگان به گونه‌ای است که انتقادپذیر نیستند و اگر از رانندگی آنها ایراد گرفته شود ناراحت می‌شوند و بنرهای تبلیغاتی حواس آنها را پرت نمی‌کند و موقع سبقت‌گیری از قوانین سبقت‌گیری تبعیت می‌کنند. مطابق شکل ۵-ج نیز در وضعیت مواجه با تصادف با پلیس راهنمایی و رانندگی تماس می‌گیرند و در گذرگاه‌ها حق عبور را به عابران پیاده می‌دهند و رانندگی در مناطق بالای شهر و پایین شهر برای آنها فرقی نمی‌کند و تخلف نمی‌کنند.

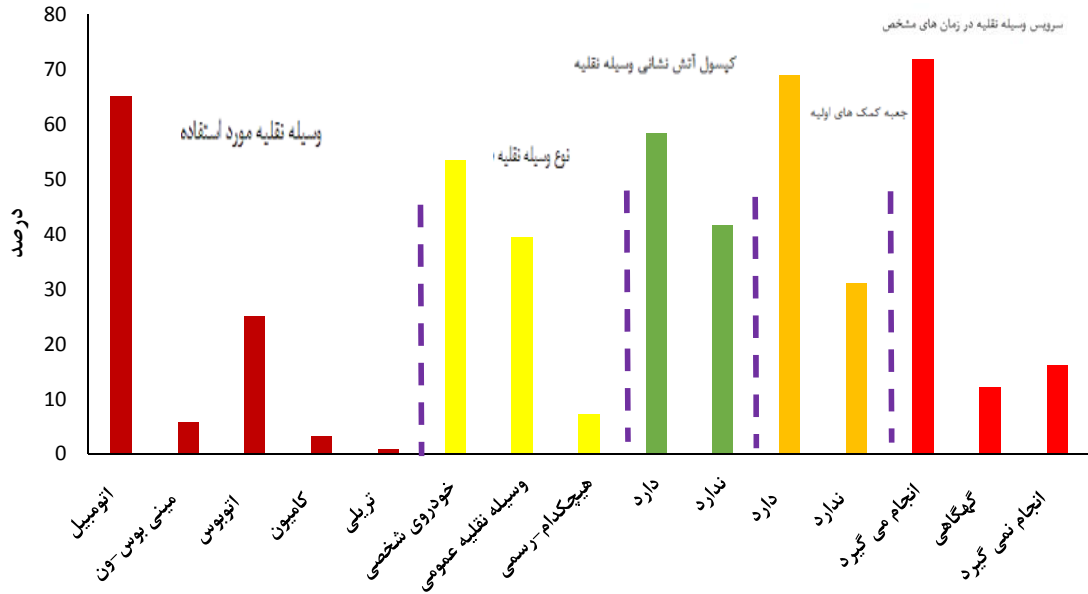
-اطلاعات مرتبط به گرایش رانندگان به خطر و رفتار ریسک‌پذیری آنها با ۶ سؤال که عبارتند از نظیر رفتار عبور از تقاطع و حرکت به سمت مختلف تقاطع، رفتار عبور از چراغ زرد تقاطع، سبقت در سربالایی از وسیله نقلیه با سرعت کم، دقت در علائم و قوانین ترافیکی و دلیل عدم دقت در علائم ترافیکی مطابق جدول ۳ و بر اساس پرسشنامه خوداظهاری رفتاری و رفتار ریسک‌پذیری در پژوهش مارتینوسن و همکاران (۲۰۱۴) نشان داده شده می‌شود. همچنین مطابق جدول ۳ گرایش رانندگان به خطر و رفتار ریسک‌پذیری همراه با فرضیه پژوهش حاضر که آیا تغییر قوانین مبنی بر افزایش جریمه‌ها بر کاهش تصادفات مؤثر می‌باشد یا خیر؟ وجود دارد.

مواجهه با تصادف و وضعیت خطرناک می‌ایستند و اگر با سرعت ۹۰ کیلومتر در ساعت در حرکت باشند برای سبقت از خودرویی که با ۸۰ کیلومتر در ساعت رانندگی می‌کند به ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر مسافت سبقت‌گیری نیاز دارند. این رانندگان با سرعت بیشتر ۱۱۰ کیلومتر در ساعت در جاده‌های برون‌شهری حرکت می‌کنند و چراغ نور این وسایل نقلیه بین ۵۰ تا ۷۰ متر در شب می‌باشد و هنگامی که با سرعت ۵۰ کیلومتر در ساعت در حرکت هستند آنها معتقدند که باید در فاصله ۱۵ تا ۲۵ متری وسیله نقلیه جلویی بایستند.

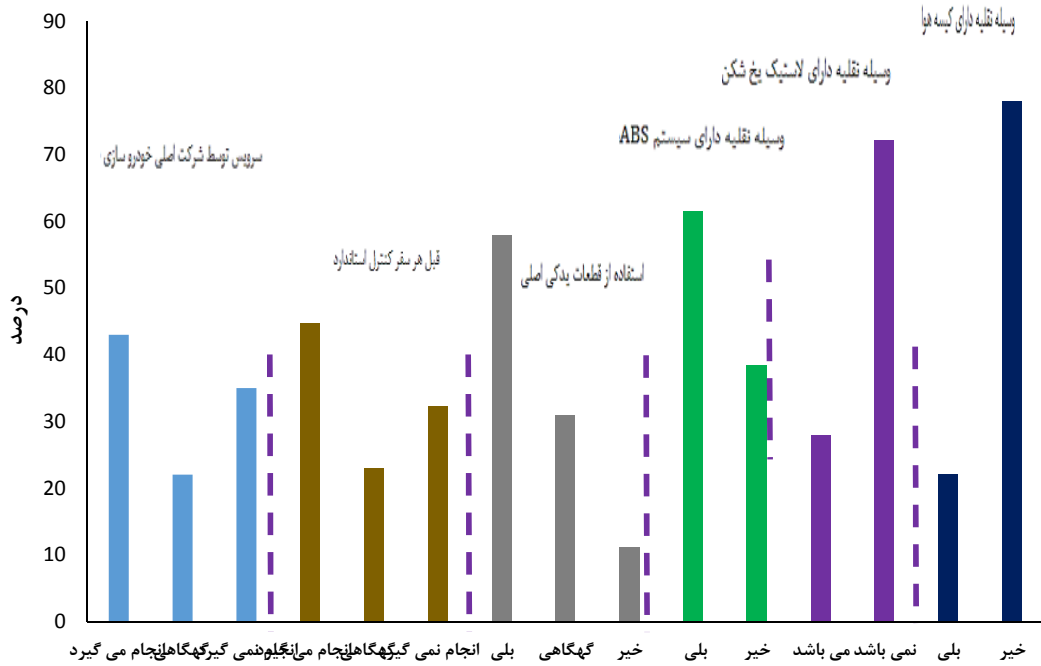
-اطلاعات مرتبط به عادات‌های رانندگان نظیر مصرف الکل، وضعیت کمربند ایمنی، لذت از سرعت زیاد متناسب با شرایط آب‌وهوایی، وحشت در وضعیت دشوار رانندگی و هنگام رانندگی به سرعت مجاز در درون و بیرون شهر توجه می‌کنند، مطابق شکل ۵-الف نشان داده می‌شود. همچنین مطابق شکل ۵-ب عادات رانندگی شامل اطلاعاتی نظیر مصرف دخانیات، استفاده از تلفن همراه هنگام رانندگی، مقدار خواب در شبانه‌روز، رعایت قوانین در همه شرایط و رعایت قوانین سبقت‌گیری، بنرهای تبلیغاتی در حواس‌پرتی رانندگان تأثیر دارد یا خیر و آیا راننده‌های انتقادپذیر هستند یا ناراحت می‌شوند اگر از شیوه رانندگی آنها ایراد گرفته شود، می‌باشد. شکل ۵-ج نیز اطلاعاتی نظیر احترام به رعایت حق تقدم عابران پیاده، اقدامات بعد تصادف و تخلف از قوانین در منطقه رانندگی جاده را نشان می‌دهد.

بنابراین، نتایج حاصل از پرسشنامه‌های مرتبط به عادات‌های رانندگان مطابق شکل ۵-الف نشان می‌دهد که بیشتر رانندگان از مصرف الکل خودداری می‌کنند و بر اساس هر شرایطی کمربند ایمنی را می‌بندند و در هر شرایط آب‌وهوایی، بیشتر آنها با سرعت زیاد لذت نمی‌برند و



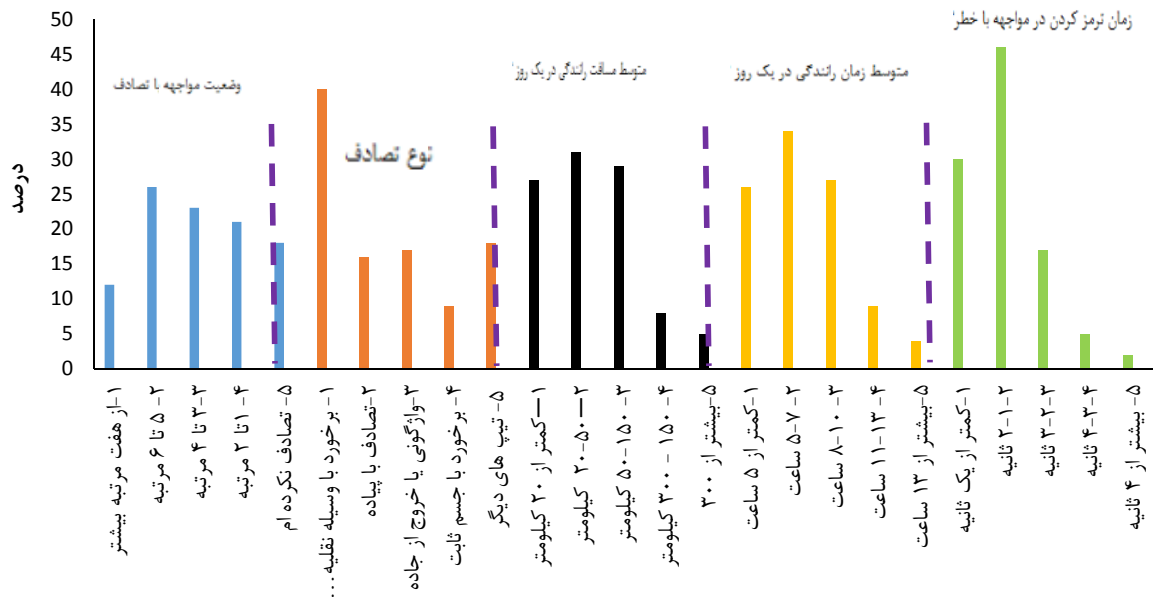


(الف) خصوصیات وسایل نقلیه با ۵ سؤال بر حسب درصد (Q9-Q13)

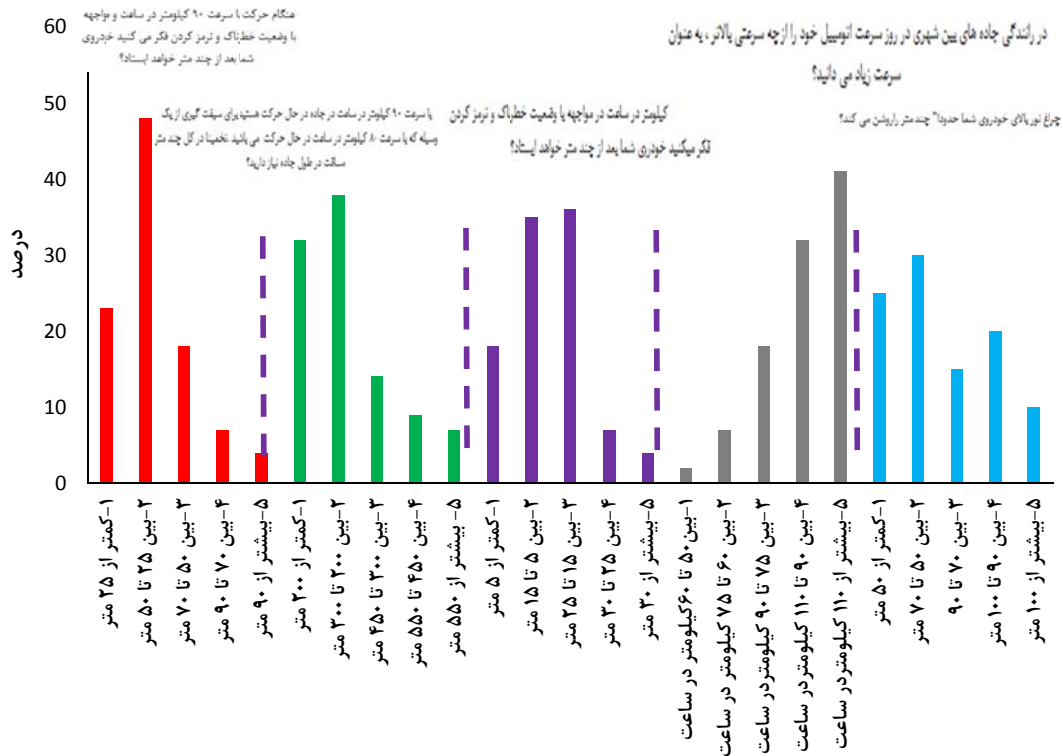


(ب) خصوصیات وسایل نقلیه با ۶ سؤال بر حسب درصد (Q14-Q19)

شکل ۳. خصوصیات وسایل نقلیه با ۱۱ سؤال در پرسشنامه بر حسب درصد

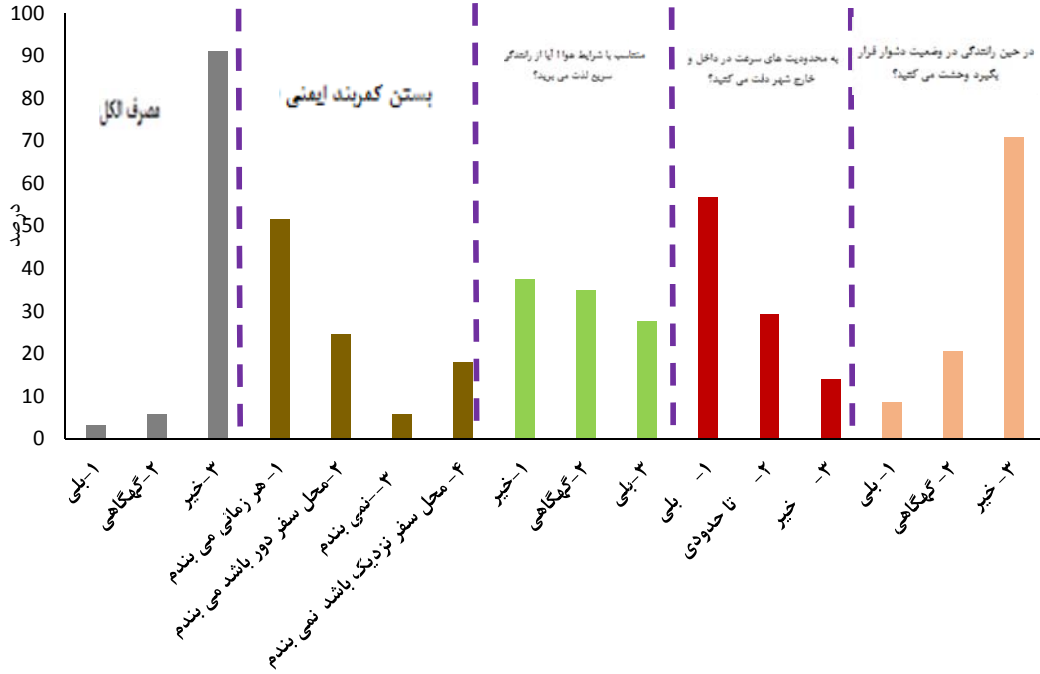


(الف) اطلاعات ایمنی با ۵ سؤال برحسب درصد (Q20-Q24)

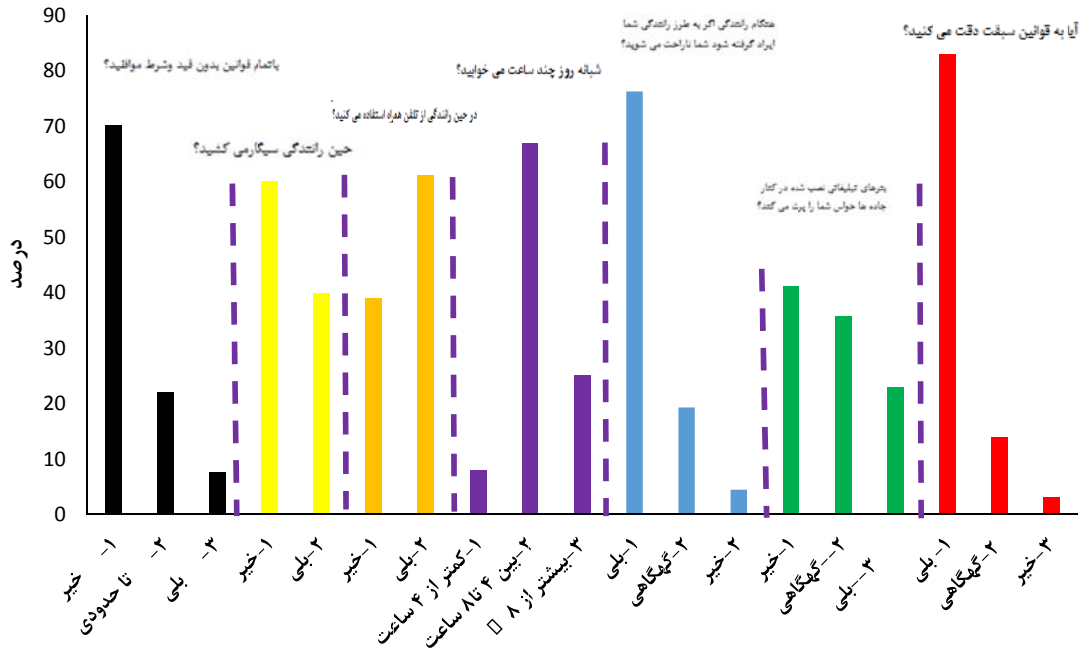


(ب) ادامه اطلاعات ایمنی با ۵ سؤال برحسب درصد (Q25-Q29)

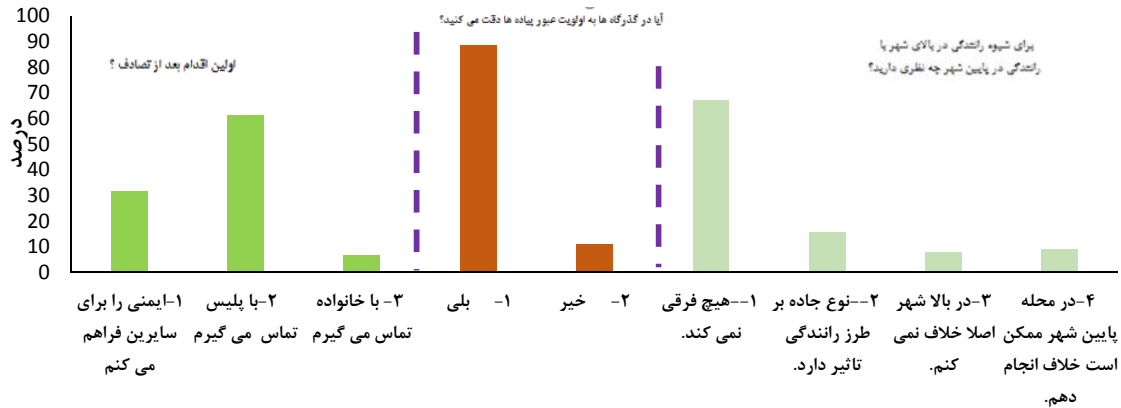
شکل ۴: اطلاعات ایمنی ترافیک رانندگان بر حسب درصد با ۱۰ سؤال موجود در پرسشنامه



الف) خصوصیات عادت رانندگی با ۵ سؤال برحسب درصد (Q30-Q34)



ب) ادامه خصوصیات عادت رانندگی با ۷ سؤال برحسب درصد (Q35-Q41)



(ج) خصوصیات مهارت رانندگی با ۳ سؤال بر حسب درصد (Q42-Q44)

شکل ۵. بررسی مهارت‌ها و عادت‌های رانندگی با ۱۵ سؤال بر حسب درصد

جدول ۳. ارزیابی گرایش رانندگان به خطر و رفتار ریسک‌پذیری مطابق با پرسشنامه رفتار ریسک‌پذیری رانندگی

(Martinussen et al. 2014)

| شماره سؤال | خصوصیات رفتار ریسک‌پذیری رانندگان   | پاسخ سؤال  |
|------------|---|--|
| (Q45)      | با خودرو وارد یک تقاطع می‌شوید قصد حرکت به سمت راست را دارید، در عین حال خود روی دیگری در همان زمان از راه دیگری از سمت چپ شما وارد می‌شود در این وضعیت چه کار می‌کنید؟ | ۱- از حق عبور خود استفاده می‌کنم.<br>۲- عبور قانونی را به دیگران واگذار می‌کنم.<br>۳- بعد از دیدن اینکه آن خود حق عبور را به من داده است عبور می‌کنم.                      |
|            | موقع نزدیک شدن به تقاطع، زرد شدن چراغ سبز را دیدید در این حالت چه رفتاری می‌کنید؟   | ۱- می‌ایستم.<br>۲- به علت اینکه چراغ قرمز روشن نشده است عبور می‌کنم.<br>۳- به دیگر جهت‌های تقاطع نگاه می‌کنم اگر خودروهای در حال انتظار هنوز حرکت نکرده باشند عبور می‌کنم. |
|            | از یک وسیله نقلیه که روی تپه با شیب تند و سر بالایی و دارای سرعت کم در حالت حرکت است...   | ۱- سبقت می‌گیرم.<br>۲- اگر از سمت رو به رو خودرو نباید سبقت می‌گیرم.<br>۳- سبقت نمی‌گیرم.  |
| (Q48)      | چقدر به قوانین ترافیکی دقت می‌کنید؟   | ۱- هر زمان دقت می‌کنم.<br>۲- گهگاهی دقت می‌کنم.<br>۳- اصلاً دقت نمی‌کنم.   |
|            | دلیل عدم دقت به علائم ترافیکی کدام است؟   | ۱- عدم دقت سایرین.<br>۲- علائم ترافیکی خوب تنظیم نشده‌اند.<br>۳- علائم غیر ضروری می‌باشد.<br>۴- مفاهیم علائم را خوب نمی‌دانم.<br>۵- هر زمان به علائم دقت می‌کنم.           |
|            | با تغییرات قوانین ترافیک راه‌ها مبنی بر افزایش جریمه‌ها، فکر می‌کنید تصادفات کم شده است؟  | بله<br>خیر   |

### ۳-۲-۲-آزمون کروسکال-والیس

آزمون کروسکال-والیس از آزمون‌های آنالیز واریانس می‌باشد. در این روش این فرضیه که  $K$  گروه نمونه از یک جامعه آماری مشترک یا جامعه آماری شبیه به هم که با توجه به میانگین‌ها استخراج شده‌اند را بررسی می‌کند. آزمون کروسکال والیس، آنالیز واریانس یک‌طرفه است که با استفاده از رتبه‌ها آزمون مفیدی برای تصمیم‌گیری درباره این‌که  $K$  گروه نمونه مستقل از جامعه‌های آماری مختلف آمده‌اند یا خیر کاربرد دارد. بدیهی است که نمونه‌ها بدون استثنا اختلافاتی با یکدیگر دارند ولی سؤال این است که آیا اختلافات مشاهده شده در نمونه‌ها نماینده اختلافات موجود در جوامع هستند یا ناشی از شانس و تصادفی هستند؟ فرضیه صفر در این آزمون برخلاف فرض مقابل آن تأکید بر اختلاف بین گروه‌ها دارد که این فرضیه به صورت معادله (۷) نشان داده می‌شود (Alan and Wayne, 2007).

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k \\ H_1: \mu_i \neq \mu_j \quad i \neq j \end{cases} \quad (7)$$

در این آزمون  $K$  نمونه تا  $N$  مشاهده به دست می‌آید و سپس هر یک از  $N$  مشاهده به صورت رتبه در می‌آیند. کوچکترین مقدار رتبه یک و بیشترین مقدار آخرین رتبه (رتبه  $N$  ام) را به خود اختصاص می‌دهد سپس برای هر یک از  $K$  گروه، مجموع رتبه‌ها محاسبه می‌شود. آزمون کروسکال-والیس مشخص می‌کند که آیا این رتبه‌ها با یکدیگر تفاوت دارند و در صورت تفاوت می‌توان نشان داد که نمونه‌ها در سؤالات پرسشنامه‌ها با هم مستقل هستند؛ بنابراین آزمون آماری کروسکال والیس به صورت معادله (۸) نشان داده می‌شود (Alan and Wayne, 2007):

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(n+1) \quad (8)$$

که در معادله (۸)،  $k$  = تعداد گروه‌ها،  $n_j$  = تعداد نفرات در هر گروه،  $N$  = تعداد کل نفرات در بین همه گروه‌ها و  $R_j$  = مجموع رتبه‌ها در هر گروه می‌باشند.

### ۳-۲-۳- بررسی آزمون‌های آماری و روش خوشه‌بندی

#### کی-میانگین

به منظور ارزیابی ارتباط رفتار ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم رانندگی مبتنی بر پرسشنامه‌های رفتاری، مهارت، عادت و گرایش به خطر رانندگی از آزمون‌های آماری شامل کای اسکوئر (مجذور کای)، کروسکال - والیس، یومن ویتنی استفاده می‌شود و سپس به منظور تحلیل خوشه‌بندی از روش کی-میانگین به صورت زیر استفاده می‌گردد که به طور کلی این آزمون‌ها و روش خوشه‌بندی عبارتند از:

#### ۳-۲-۱- آزمون کای اسکوئر

با توجه به این‌که یکی از اهداف این پژوهش، بررسی تأثیر افزایش جریمه‌ها بر میزان تصادفات است؛ بنابراین رانندگان بر اساس موافقت یا مخالفت با افزایش جریمه‌ها مبنی بر کاهش تصادفات مورد بررسی قرار می‌گیرند تا آیا رابطه‌ای بین موافقت یا مخالفت با کاهش تصادفات از دیدگاه آنها وجود دارد یا خیر. برای این اثرگذاری از آزمون کای اسکوئر با استفاده از فراوانی مورد انتظار<sup>۱۱</sup> مطابق معادله (۵) استفاده می‌شود (Alan and Wayne, 2007)

$$E_{ij} = \frac{O_i \cdot O_j}{\sum_i \sum_j O_{ij}} \quad (5)$$

که  $O_i$  جمع فراوانی مشاهده شده<sup>۱۱</sup> در سطر  $i$  ام و  $O_j$  جمع فراوانی‌های مشاهده شده در ستون  $j$  ام است و  $O_{ij}$  جمع کل فراوانی‌ها می‌باشد؛ بنابراین به آزمون کای اسکوئر، نیز آزمون نکویی برازش<sup>۱۲</sup> نیز گفته می‌شود که به صورت معادله (۶) بدست می‌آید.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (6)$$

که درجه آزادی آن نیز با استفاده از  $df=(i-1)(j-1)$  به دست می‌آید.  $i$  و  $j$  به ترتیب گروه‌های متغیر سطری و ستونی می‌باشد (Alan and Wayne, 2007).

### ۳-۲-۳- آزمون یومن ویتنی

اساس و پایه آزمون یومن ویتنی رتبه‌دادن به متغیرهاست. در پژوهش حاضر به منظور اولویت‌بندی و بررسی تفاوت متغیرهای گرایش به خطر و رفتار ریسک‌پذیری رانندگان از متغیرهای مورد استفاده در میان گروه‌های مختلف افراد پرسشنامه‌های رفتار ریسک‌پذیری، عادت و مهارت رانندگی از آزمون یومن ویتنی استفاده می‌شود. بدین ترتیب که اندازه‌های مربوط به دو نمونه یعنی  $n_1$  و  $n_2$  به صورت یک‌جا از کوچکتر به بزرگتر یا برعکس بدون توجه به این که هر متغیر متعلق به کدام گروه است رتبه‌بندی می‌شود. پس از رتبه‌دادن، مجموع رتبه‌های هر گروه به طور جداگانه محاسبه می‌شود. مجموع رتبه گروه اول  $R_1$  و مجموع رتبه‌های گروه بزرگتر  $R_2$  نام‌گذاری می‌شوند که به صورت معادلات (۹) و (۱۰) نشان داده می‌شوند (Alan and Wayne, 2007).

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - \sum R_1 \quad (9)$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - \sum R_2 \quad (10)$$

اگر  $n_1$  و  $n_2 \leq 8$  باشد. از بین مقادیر  $U_1$  و  $U_2$  به دست آمده، آن مقداری که کوچکتر است انتخاب می‌شود.

(۱۱)

$$U = \text{Min}(U_1, U_2)$$

اگر  $n_1$  و  $n_2 > 8$  باشد. در این حالت مقدار  $U = \text{Min}(U_1, U_2)$  در معادله (۱۲) قرار داده می‌شود.

$$Z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}} \quad (12)$$

### ۳-۲-۴- روش تحلیل خوشه‌بندی کی-میانگین

تکنیک خوشه‌بندی یکی از متداول‌ترین روش‌های داده‌کاوی است و الگوریتم‌های خوشه‌بندی زیادی مانند حالت‌های  $k$  و کی-میانگین وجود دارد (Tan et al. 2013;

Han et al. 2011). الگوریتم کی-میانگین مبتنی بر یک تکنیک مرکزیابی<sup>۱۳</sup> می‌باشد. درحالی‌که الگوریتم حالت  $k$  بر اساس داده‌های اسمی است. الگوریتم کی-میانگین به عنوان یکی از محبوب‌ترین تکنیک‌های داده‌کاوی برای شناسایی خوشه‌ها در ارزیابی رفتار رانندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Johnson and Wichern, 2014; Aljofey and ) (Alwagih, 2018; Budiawan et al. 2018). استفاده از تکنیک‌های خوشه‌بندی باعث ایجاد مشکل در تعیین بهترین تعداد خوشه‌های مورد انتظار را به وجود می‌آورد. برای حل این مسئله توصیه می‌شود که الگوریتم کی-میانگین برای ورود تعدادی از خوشه‌های  $k$  در نظر گرفته شود. طبق چارچوب این روش، بهترین و بهینه‌ترین تعداد از خوشه‌ها با روش زانویی<sup>۱۴</sup> تعیین می‌شوند (Kaufman and Rousseeuw, 2009). این روش یکی از روش‌های بهینه می‌باشد که هم به اندازه‌گیری شباهت‌های داخل یک خوشه و هم به پارامترهایی که برای طبقه‌بندی خوشه‌ها استفاده می‌شود، بستگی دارد. به‌طورکلی مراحل شناسایی تعداد بهینه خوشه‌ها به شرح زیر خلاصه می‌گردد (Jolliffe and Cadima, 2016).

۱- محاسبه الگوریتم خوشه‌بندی کی-میانگین برای مقادیر مختلف  $k = 2$  to  $k = 15$ .

۲- محاسبه مجموع کل خوشه‌ای مربع<sup>۱۵</sup> برای هر خوشه  $k$ .

۳- ترسیم منحنی کل خوشه‌ها با توجه به تعداد خوشه‌های  $k$ .

۴- در نظر گرفتن محل خمیدگی (پیچ) در طرح به عنوان یک نشانگر کلی از تعداد مناسب خوشه‌ها. روش تحلیل خوشه‌بندی از عدم تشابه یا فواصل بین اشیا در حین تشکیل خوشه‌ها استفاده می‌کند. رایج‌ترین آنها فاصله اقلیدسی<sup>۱۶</sup> است فاصله اقلیدسی نقطه شروع بسیاری از روش‌های خوشه‌بندی هستند که به صورت معادله (۱۳) است (Johnson and Wichern, 2014; Kaufman and Rousseeuw, 2009; Jolliffe and Cadima, 2016):

$$d_{ij} = \left( \sum_{L=1}^q (x_{iL} - x_{jL})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

که در معادله (۱۲)،  $d_{ij}$  فاصله اقلیدسی بین دو فرد  $i$  و  $j$  است، که هر یک روی  $q$  متغیر،  $x_{ij}$ ،  $x_{ji}$  می‌باشند و  $L$  برابر یک است. در پژوهش حاضر ابتدا در روش خوشه‌بندی کای-میانگین، رانندگان بر اساس متغیرهای رفتار

دیگری از سمت چپ شما وارد می‌شود در این وضعیت چه کار می‌کنید (Q45) ". ۵۱/۹۲ درصد نیز در پاسخ به سؤال "موقع نزدیک شدن به تقاطع زردشدن چراغ سبز را دیدید، در این حالت چه رفتاری می‌کنید؟ (Q46) " می‌ایستند. بیشترین درصد نیز مرتبط به رفتار ریسک‌پذیری سبقت نمی‌گیرم با ۶۱/۰۹ درصد در سؤال "از یک وسیله نقلیه که روی تپه با شیب تند و سربالایی و دارای سرعت کم در حالت حرکت است چگونه سبقت می‌گیرید؟ (Q47) " می‌باشد. همچنین مطابق شکل ۶-ب، ۵۲ درصد از رانندگان در پاسخ به گهگاهی دقت می‌کنم در سؤال "چقدر به قوانین ترافیکی دقت می‌کنید؟ (Q48) " نشان داده شدند و ۴۴/۹۷ درصد نیز پاسخ " هر زمان به علائم دقت می‌کنم " در پاسخ به سؤال "دلیل عدم دقت به علائم ترافیکی کدام است؟ (Q49) " معتقد بودند. همچنین با بررسی شکل ۶ نشان داده می‌شود که رانندگان رفتار سبقت‌پذیری را رعایت می‌کنند، هر زمان به علائم دقت می‌کنند، به حق تقدم احترام می‌گذارند، و مفاهیم علائم را می‌دانند. بنابراین می‌توان نشان داد که درصد افراد کمتری دارای رفتار ریسک‌پذیری بوده‌اند که این عامل توانسته تأثیر به‌سزایی در کاهش تصادفات به دلیل تغییر قوانین در آن‌ها بگذارد. شکل ۷ نیز نشان می‌دهد که ۱۴۴۰ نفر (۳۵ درصد) مخالف و ۲۶۷۲ نفر (۶۵ درصد) موافق افزایش جریمه‌ها مبنی بر کاهش تصادفات در پاسخ به سؤال " با تغییر قوانین ترافیک راه‌ها مبنی بر افزایش جریمه‌ها فکر می‌کنید و اعتقاد به کاهش تصادفات دارید؟ (Q50) " هستند. همچنین به‌منظور اعتبارسنجی خصوصیات رفتار ریسک‌پذیری رانندگان در شکل‌های ۶ و ۷، ارزیابی از طریق آزمون‌های کای‌اسکوئر، آزمون کروسکال-والیس و آزمون یومن ویتنی صورت گرفت و نتایج در جدول ۴ نشان داده می‌شود.

جدول ۴ درستی اثرگذاری تغییر قوانین در کاهش تصادفات رانندگی در شکل ۷ را نشان می‌دهد. همچنین بر اساس مقدار آزمون کای‌اسکوئر حاکی از آن است که بیشتر رانندگان تحت تأثیر سؤال (Q48) "چقدر به قوانین ترافیکی دقت می‌کنید؟ " بیشترین تأثیر را در موافقت بر افزایش جریمه‌ها مبنی بر کاهش تصادفات داشته‌اند، زیرا مقدار آماری (کای‌اسکوئر) این سؤال نسبت به بقیه سؤالات گرایش رانندگان به خطر و رفتار ریسک‌پذیری بیشتر است. همچنین مطابق آزمون کروسکال - والیس برای خصوصیات گرایش به

ریسک‌پذیری، عادت‌ها و مهارت‌ها در دسته‌ها یا خوشه‌های با شباهت مبتنی بر روش زانویی و تحلیل وارد<sup>۱۷</sup> طبقه‌بندی می‌شوند. سپس مشخص کردن تعداد بهینه خوشه‌ها منطبق بر روش زانویی، ضریب انباشتگی<sup>۱۸</sup> و تحلیل وارد است. در تحلیل وارد، نمودار دندوگرام<sup>۱۹</sup> به‌صورت فلوچارت سلسله مراتبی<sup>۲۰</sup> نشان داده می‌شود که محور افقی آن نشان‌دهنده فاصله اقلیدسی و محور عمودی نشان‌دهنده معیار عدم شباهت خوشه‌ها یا همان  $L^2$  است. بنابراین بر اساس تعداد ۴۱۱۲ نمونه و معیار عدم شباهت  $L^2$ ، فاصله اقلیدسی و ضریب انباشتگی، تعداد خوشه‌های بهینه تعیین می‌گردد. برای تعریف و نام‌گذاری خوشه‌ها مطابق با پرسشنامه‌های خوداظهاری نظیر پرسشنامه رفتار ریسک‌پذیری رانندگی، عادت، و مهارت راننده در پژوهش حاضر و پژوهش‌های مارتینوسن و همکاران (۲۰۱۴) و کوگان و همکاران (۲۰۱۱) استفاده می‌شود (Coogan et al. 2011؛ Martinussen et al. 2014). سپس خوشه‌ها پس از بررسی طبقه‌بندی می‌شوند.

#### ۴- نتایج و یافته‌های پژوهش

پرسشنامه‌های خوداظهاری رفتاری و مهارت رانندگی توسط رانندگان، خصوصیات رفتاری ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم رانندگی بررسی شد. سپس با ارزیابی اثرگذاری تغییر قوانین بر کاهش تصادفات با استفاده از افزایش جرائم رانندگی بر تخلفات با استفاده از آزمون‌های آماری و تحلیل خوشه‌بندی نتایج به دست آمده است که در ادامه به آن پرداخته می‌شود:

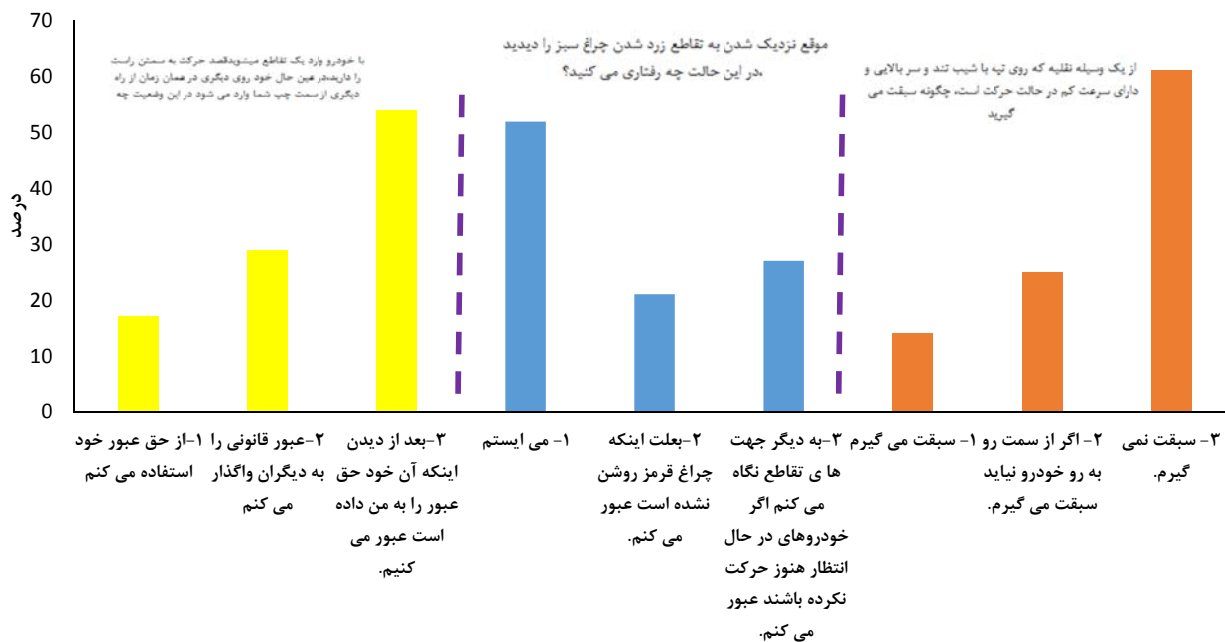
##### ۴-۱- ارزیابی خصوصیات رفتاری ریسک‌پذیری

##### رانندگان و جرائم رانندگی

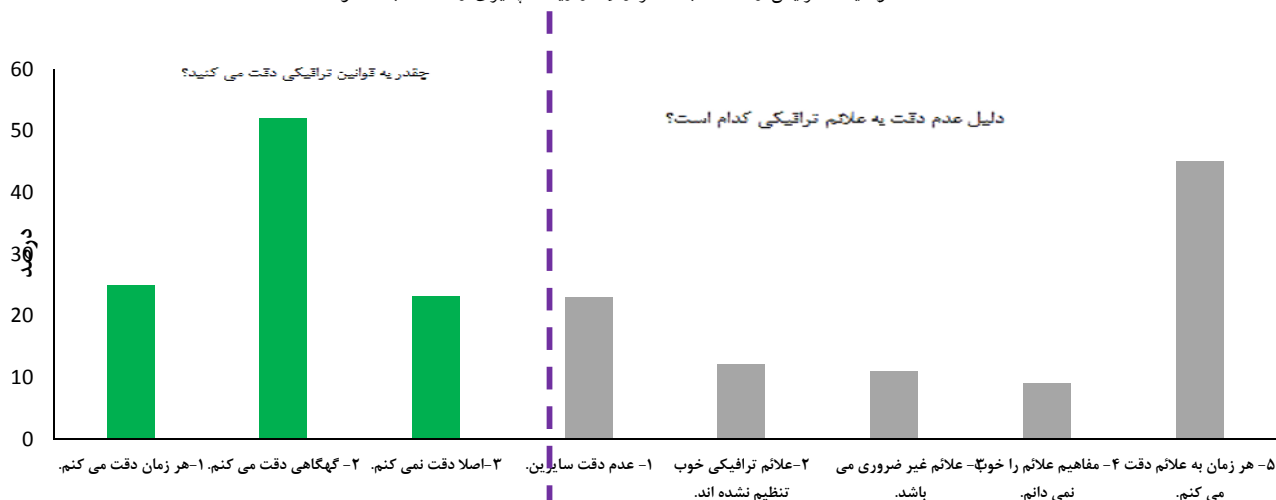
با بررسی خصوصیات رفتاری ریسک‌پذیری رانندگان، با توجه به سؤالات مرتبط در پرسشنامه خوداظهاری رفتاری گرایش به خطر و رفتار ریسک‌پذیری رانندگان در جدول ۳، نتایج در شکل ۶ نشان داده شد. مطابق با شکل ۶-الف، ۵۳/۹۹ درصد رانندگان بعد از دیدن این‌که آن خودرو حق عبور را داده است، عبور می‌کنند در پاسخ به سؤال "با خودرو وارد یک تقاطع می‌شوید، قصد حرکت به سمت راست را دارید، درعین حال خودروی دیگری در همان زمان از راه

به خطر و رفتار ریسک‌پذیری آن‌ها، سؤال (Q45) "با خودرو وارد یک تقاطع می‌شوید قصد حرکت به سمت راست را دارید، در عین حال خود روی دیگری در همان زمان از راه دیگری از سمت چپ شما وارد می‌شود در این وضعیت چه کار می‌کنید؟" با بیشترین مقدار آزمون در اولویت گرایش به خطر و رفتار ریسک‌پذیری رانندگان قرار گرفته است.

خطر و رفتار ریسک‌پذیری رانندگان مطابق جدول ۴ نشان داده می‌شود که این خصوصیات با هم متفاوت می‌باشند و مستقل هستند و هر کدام بر متغیر وابسته اثرگذارند، زیرا دارای مقدار اهمیت معناداری کمتر از ۰/۰۵ می‌باشند. همچنین نتایج حاصل از آزمون یومن ویتنی در جدول ۴ نشان می‌دهد که بر اساس اولویت‌بندی خصوصیات گرایش رانندگان

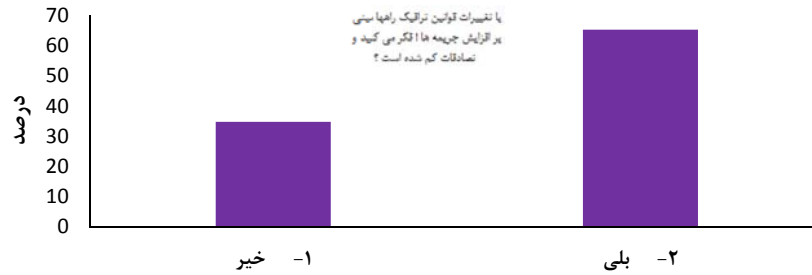


الف) خصوصیات گرایش رانندگان به خطر و رفتار ریسک‌پذیری رانندگان با سؤال ۳



ب) خصوصیات گرایش رانندگان به خطر و رفتار ریسک‌پذیری رانندگان با سؤال ۲  
 شکل ۶. بررسی خصوصیات گرایش رانندگان به خطر و رفتار ریسک‌پذیری رانندگان با سؤال





شکل ۷. اثرگذاری تغییر قوانین در افزایش جرائم مبنی بر کاهش تصادفات رانندگی با یک سؤال

#### ۴-۲- نتایج تحلیل خوشه‌بندی کی-میانگین

خوشه به‌این صورت است که ابتدا با توجه به نمودار دندروگرام می‌توان هر سطح از فاصله را با توجه به مقدار فاصله اقلیدسی و معیار عدم مشابهت  $L^2$ ، در نظر گرفت و سپس خطی عمودی را رسم کرد و خوشه‌ها را ساخت. بنابراین با توجه به نمودار دندروگرام و شکل ۹، در فاصله بین ۳ تا ۵، چهار خوشه قابل تشخیص است.

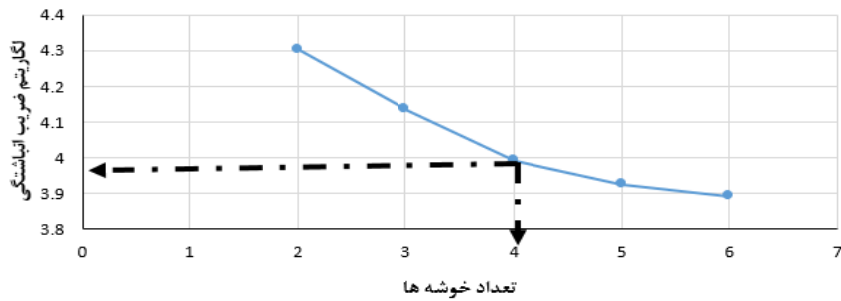
پس از به‌کارگیری این مدل خوشه‌بندی و فاصله اقلیدسی مطابق معادله (۱۲)، محاسبه ضریب انباشتگی و در نظر گرفتن محل خمیدگی یا زانویی، تعداد ۴ خوشه بهینه مطابق شکل ۸ به‌دست می‌آید. نمودار تحلیلی ۴ خوشه نیز یا همان دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ها بر اساس فاصله اقلیدسی و معیار عدم مشابهت  $L^2$ ، بر اساس چهار خوشه به صورت شکل ۹ نشان داده می‌شود. طریقه انتخاب چهار

#### جدول ۴. تحلیل نتایج آماری با آزمون‌های آماری پیشنهادی

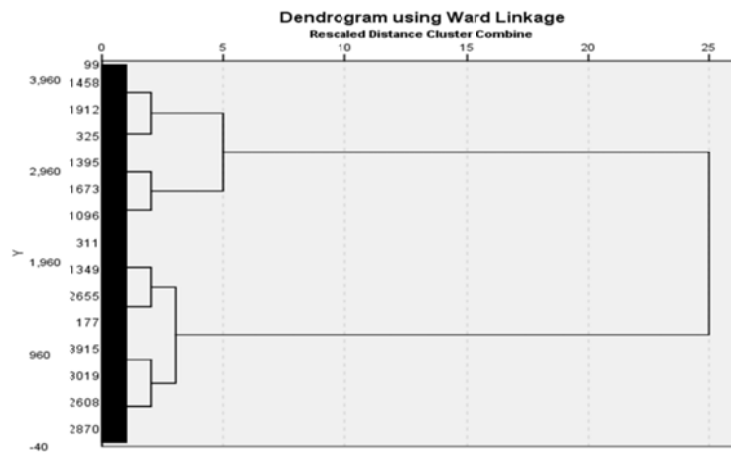
| متغیر | خصوصیات رفتاری | پارامترهای آماری | آزمون کای‌اسکوئر | آزمون کروسکال-والیس                            | پارامترهای آماری | آزمون یومن وبتنی       | متغیرهای آماری هیستوگرام | مقادیر |
|-------|----------------|------------------|------------------|--|------------------|------------------------|--------------------------|--------|
|       |                | مقدار آزمون      | ۱۱۴/۰۰           | ۲۷۶/۰۰   | مقدار آزمون      | ۳/۰۰                   | میانگین                  | ۲/۰۲   |
| Q48   | درجه آزادی     | ۲/۰۰             | ۲/۰۰             | فرضیه  | تایید            | انحراف معیار استاندارد | ۰/۶۹۳                    |        |
|       | اهمیت          | ۰/۰۰۰            | ۰/۰۰۰            | اهمیت  | ۰/۰۰۱            | مقدار کشیدگی           | ۰/۲۵                     |        |
|       | مقدار آزمون    | ۱۹/۰۰            | ۳۳۶/۰۰           | مقدار آزمون                                    | ۱۳/۰۰            | میانگین                | ۲/۳۷                     |        |
| Q45   | درجه آزادی     | ۴/۰۰             | ۲/۰۰             | فرضیه  | تایید            | انحراف معیار استاندارد | ۰/۷۵۸                    |        |
|       | اهمیت          | ۰/۰۰۰            | ۰/۰۰۰            | اهمیت  | ۰/۰۰۰            | مقدار کشیدگی           | ۰/۰۰۰                    |        |
|       | مقدار آزمون    | ۴/۰۰             | ۶/۰۰             | مقدار آزمون                                    | ۱/۰۰             | میانگین                | ۲/۰۶                     |        |
| Q46   | درجه آزادی     | ۲                | ۲/۰۰             | فرضیه  | تایید            | انحراف معیار استاندارد | ۰/۶۹۱                    |        |
|       | اهمیت          | ۰/۰۰۰            | ۰/۰۴۵            | اهمیت  | ۰/۰۴۶            | مقدار کشیدگی           | ۰/۷۹                     |        |
|       | مقدار آزمون    | ۱۲/۰۰            | ۳۳/۰۰            | مقدار آزمون                                    | ۲/۰۰             | میانگین                | ۱/۸۹                     |        |
| Q47   | درجه آزادی     | ۲/۰۰             | ۲/۰۰             | فرضیه  | تایید            | انحراف معیار استاندارد | ۰/۶۱۴                    |        |
|       | اهمیت          | ۰/۰۰۲            | ۰/۰۰۰            | اهمیت  | ۰/۰۰۰            | مقدار کشیدگی           | ۰/۰۶۸                    |        |
|       | مقدار آزمون    | ۶۶               | ۱۶۳              | مقدار آزمون                                    | ۵/۰۰             | میانگین                | ۳/۰۰                     |        |
| Q49   | درجه آزادی     | ۴                | ۴                | فرضیه  | تایید            | انحراف معیار استاندارد | ۱/۶۶۳                    |        |
|       | اهمیت          | ۰/۰۰۰            | ۰/۰۰۰            | اهمیت  | ۰/۰۰۰            | مقدار کشیدگی           | ۰/۰۰۰                    |        |
|       |                |                  |                  |  |                  | میانگین                | ۱/۶۵                     |        |
| Q50   |                |                  |                  | آیا افزایش جریمه‌ها بر میزان تصادفات موثر است؟ |                  | انحراف معیار استاندارد | ۰/۴۷۷                    |        |
|       |                |                  |                  |  |                  | مقدار کشیدگی           | ۰/۰۰۰                    |        |

متغیرهای مستقل

متغیر وابسته



شکل ۸. تعیین بهینه‌ترین خوشه بر اساس ضریب انباشتی



شکل ۹. نمودار دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌بندی

خوشه اول مطابق شکل ۱۰، به خوشه نسبتاً پرریسک نام‌گذاری می‌شود به گونه‌ای که رانندگان در این گروه با تعداد ۱۶۰۴ نفر (۳۹ درصد) با بیشترین درصد در این خوشه نسبت به خوشه‌های دوم، سوم و چهارم هستند که ۶۷/۳ درصد از این افراد گهگاهی قوانین راهنمایی و رانندگی را رعایت می‌کنند (Q48). ۴۵/۱ درصد از این افراد در تقاطع‌ها عبور قانونی را بعد از این‌که خود روی طرف دیگر حق عبور را به آنها داده است عبور می‌کنند (Q45). ۴۱/۸ درصد از این افراد در هر زمانی به علائم راهنمایی و رانندگی دقت می‌کنند (Q49). ۴۳/۷ درصد از این افراد موقع نزدیک شدن به چراغ راهنمایی و رانندگی و زرد شدن چراغ به دیگر طرف‌های تقاطع نگاه می‌کنند و اگر خودروهای در حال انتظار اگر حرکت نکرده باشند، عبور می‌کنند (Q46). ۵۲/۱ درصد از این افراد نیز از یک وسیله نقلیه که روی تپه با شیب تند و سربالایی و دارای سرعت کم در حال حرکت می‌باشد، سبقت نمی‌گیرند (Q47). در این خوشه، ۵۸/۴ درصد افراد موافق افزایش جریمه‌ها مبنی بر کاهش تصادفات و جرائم رانندگی می‌باشند (Q50). خوشه دوم که به خوشه کم‌ریسک نام‌گذاری

با به‌کارگیری مدل خوشه‌بندی کی-میانگین برای طبقه‌بندی ریسک‌پذیری رانندگان در خوشه‌ها، از خصوصیات رفتاری، نگرش‌ها، عادت‌ها، مهارت‌ها و رفتار ریسک‌پذیری رانندگان و تمایل آنها به جرائم رانندگی استفاده می‌شود که در نتیجه، ۴ خوشه به‌دست می‌آید. همانطور که اشاره شد نام‌گذاری خوشه‌ها بر اساس رفتار ریسک‌پذیری و گرایش به خطر منطبق در پژوهش مارتینوسن و همکاران (۲۰۱۴) و کوگان و همکاران (۲۰۱۱) و همچنین بر اساس مؤافقت و مخالفت رانندگان در خوشه‌ها مبنی بر افزایش جرائم رانندگی و کاهش تصادفات صورت می‌گیرد. نتایج بررسی خوشه‌ها مبنی بر رفتار ریسک‌پذیری و فرضیه پژوهش که اثرگذاری افزایش جرائم رانندگی بر کاهش تصادفات به ۴ خوشه مبنی بر بیشترین نتایج پاسخ پرسشنامه‌ها می‌باشد که با نام‌های نسبتاً پرریسک، پرریسک، کم‌ریسک و ایمن مطابق شکل ۱۰ به‌دست می‌آید که به صورت زیر بررسی می‌شوند:

در تقاطع‌ها قطعاً از عبور قانونی خود استفاده می‌کنند (Q45).  
 ۳۴/۵ درصد از این افراد علت عدم دقت در قوانین راهنمایی و رانندگی را عدم دقت دیگران می‌دانند (Q49). ۴۲/۶۰ درصد از رانندگان این خوشه، موقع نزدیک شدن به چراغ راهنمایی و رانندگی و زرد شدن چراغ به دلیل روشن نشدن چراغ قرمز از تقاطع عبور می‌کنند (Q46).

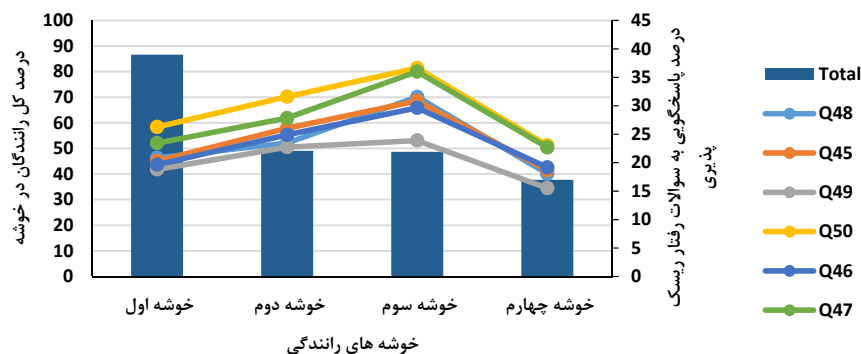
همچنین، ۵۰/۴ درصد رانندگان این خوشه از یک وسیله نقلیه که روی تپه با شیب تند و سربالایی و دارای سرعت کم در حال حرکت می‌باشد، سبقت نمی‌گیرند (Q47).  
 ۵۱/۲۱ درصد این افراد موافق افزایش جریمه‌ها مبنی بر کاهش تصادفات و جرائم رانندگی می‌باشند (Q50). همچنین با مقایسه ۴ خوشه مطابق شکل ۱۰ می‌توان نشان داد که درصد بیشتری از رانندگان در خوشه اول با ۳۹ درصد که نسبتاً پریسک هستند قرار دارند. خوشه‌های دوم و سوم نظیر خوشه‌های نسبتاً کم‌ریسک و ایمن رانندگان دارای خصوصیات رفتاری ریسک‌پذیری کمتری نسبت به دو خوشه اول و چهارم هستند. در نتیجه، خوشه‌های دوم و سوم با درصد بالایی نسبت به خوشه اول موافق تأثیر جریمه‌ها به تعداد تصادفات و در حالی که در خوشه ۴ یا نایمن با درصد موافقت کمتر نسبت به بقیه خوشه‌ها برای افزایش جریمه‌ها مبنی بر کاهش تصادفات می‌باشند (Q50).

این تأثیر بدان صورت هست که با تغییر قوانین می‌توان ریسک و در نتیجه تعداد تصادفات را کاهش داد. بنابراین با مقایسه رفتاری خصوصیات خوشه‌های ۲ و ۳ نسبت به خوشه‌های ۱ و ۴ می‌توان نشان داد که رانندگان در این گروه خوشه‌ها در هر زمانی قوانین راهنمایی و رانندگی را رعایت می‌کنند (Q48). رانندگان خوشه‌های کم‌ریسک و ایمن نیز در تقاطع‌ها عبور قانونی خود را به دیگران واگذار می‌کنند (Q45) و در هر زمانی به علائم راهنمایی و رانندگی دقت می‌کنند (Q49) و موقع نزدیک شدن به تقاطع و دیدن چراغ زرد می‌ایستند (Q46). رانندگان این خوشه‌ها نیز از وسیله نقلیه در حال حرکت در سربالایی با سرعت کم سبقت نمی‌گیرند (Q47). در حالی که خصوصیات رفتاری افراد خوشه چهارم برعکس این خوشه ایمن می‌باشد.

می‌گردد به گونه‌ای که مطابق شکل ۱۰ تعداد ۹۰۸ نفر (۲۲/۱ درصد) را داراست که ۵۲/۱۲ درصد از این افراد گهگاهی قوانین راهنمایی و رانندگی را رعایت می‌کنند (Q48). ۵۷/۹ درصد رانندگان این خوشه در تقاطع‌ها عبور قانونی خود را به دیگران واگذار می‌کنند (Q45). در حالی که ۵۰/۵ درصد از این افراد دلیل عدم دقت در قوانین راهنمایی و رانندگی را عدم دقت سایرین می‌دانند (Q49). ۵۵/۳ درصد رانندگان این خوشه، موقع نزدیک شدن به چراغ راهنمایی و رانندگی و زرد شدن چراغ می‌ایستند (Q46). همچنین، ۶۱/۹ درصد از رانندگان این خوشه از یک وسیله نقلیه که روی تپه با شیب تند و سربالایی و دارای سرعت کم در حال حرکت می‌باشد، سبقت نمی‌گیرند (Q47). ۷۰/۲ درصد این افراد موافق افزایش جریمه‌ها مبنی بر کاهش تصادفات و جرائم رانندگی می‌باشند (Q50). خوشه سوم به خوشه ایمن نام‌گذاری می‌گردد که دارای ۹۰۱ نفر (۲۱/۹ درصد) مطابق شکل ۱۰، رانندگانی هستند که ۷۰/۱۲ درصد از این افراد در هر زمانی قوانین راهنمایی و رانندگی را رعایت می‌کنند (Q48).

۶۸/۶۰ درصد رانندگان این خوشه، در تقاطع‌ها عبور قانونی خود را به دیگران واگذار می‌کنند (Q45). ۵۳/۱ درصد رانندگان این خوشه نیز در هر زمانی به قوانین راهنمایی و رانندگی دقت می‌کنند (Q49). ۶۵/۹ درصد از این رانندگان موقع نزدیک شدن به چراغ راهنمایی و رانندگی و زرد شدن چراغ می‌ایستند (Q46). همچنین، ۸۰/۰۳ درصد از رانندگان این خوشه، از یک وسیله نقلیه که روی تپه با شیب تند و سربالایی و دارای سرعت کم در حال حرکت می‌باشد، سبقت نمی‌گیرند (Q47). در این خوشه، ۸۱/۴ درصد افراد موافق افزایش جریمه‌ها مبنی بر کاهش تصادفات و جرائم رانندگی می‌باشند (Q50).

خوشه چهارم به خوشه نایمن نام‌گذاری می‌شود که دارای ۶۹۹ نفر (۱۷ درصد) رانندگانی می‌باشند که در حین رانندگی ریسک‌پذیرند و تمایل به خطرپذیری بیشتری نسبت به خوشه‌های دیگر مطابق شکل ۱۰ دارند. ۴۰/۱۲ درصد از رانندگان این خوشه، گهگاهی در قوانین راهنمایی و رانندگی دقت می‌کنند (Q48). ۴۱/۵ درصد نیز از این رانندگان



شکل ۱۰: بررسی خصوصیات رفتار ریسک‌پذیری رانندگان در خوشه‌های مورد مطالعه

#### ۴-۳- مقایسه پژوهش حاضر با پژوهش دیگران

مشارکت رانندگان در این دو گروه نسبت خوشه‌های دوم و سوم در سؤال (Q46) بدان صورت است که افراد موقع نزدیک شدن به چراغ راهنمایی و رانندگی و زرد شدن چراغ به دیگر طرف‌های تقاطع کمتر نگاه می‌کنند و اگر خودروهای در حال انتظار حرکت نکرده باشند، عبور می‌کنند.

همچنین در خوشه‌های دوم و سوم رانندگان کمتر نسبت به خوشه‌های اول و چهارم که پریسک می‌باشند، از یک وسیله نقلیه که روی تپه با شیب تند و سربالایی و دارای سرعت کم در حال حرکت می‌باشد، سبقت می‌گیرند (Q47). درحالی‌که، رانندگان در خوشه‌های اول و چهارم نسبت به خوشه‌های دوم و سوم کمتر به قوانین و مقررات راهنمایی و رانندگی توجه می‌کنند (Q48)، زیرا دارای نرخ درصد کمی در پاسخ به این سؤال هستند. همچنین خوشه‌های اول و چهارم بیشتر رانندگان دیگر را مقصر در نادیده گرفتن قوانین و مقررات می‌دانند (Q49) و درصد کمی از این رانندگان به طور قانونی و با رعایت قوانین از تقاطع‌ها عبور می‌کنند (Q45).

خوشه دوم نیز که خوشه کم‌ریسک می‌باشد. در این خوشه رانندگان گهگاهی قوانین و مقررات را رعایت می‌کنند و سرعت این دسته رانندگان کم می‌باشد و سرعت مجاز را کاملاً رعایت می‌کنند (Q48). در این خوشه رانندگان جریمه کمتری پرداخت می‌کنند (Q50) و اثرگذاری تغییر قوانین مبنی بر افزایش جریمه‌ها در این خوشه زیاد می‌باشد که در پژوهش مارتینوسن و همکاران (۲۰۱۴) این دلایل برای خوشه نسبتاً کم‌ریسک نیز بیان شد. خوشه سوم نیز خوشه ایمن می‌باشد که در این خوشه کاملاً قوانین و مقررات را رعایت می‌کنند و

به‌منظور بررسی اثرگذاری گرایش به خطر و رفتار ریسک‌پذیری رانندگان در جاده‌های درون‌شهری در خوشه‌ها، نتایج خوشه‌ها با نتایج مطالعات کوگان و همکاران (۲۰۱۱) و مارتینوسن و همکاران (۲۰۱۴) بررسی شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که خوشه اول به خوشه نسبتاً پریسک، خوشه دوم به خوشه کم‌ریسک، خوشه سوم به خوشه ایمن و خوشه چهارم به خوشه نایمن طبقه‌بندی گردیدند که این خوشه‌ها با پژوهش کوگان و همکاران (۲۰۱۱) مبتنی بر رفتار ریسک‌پذیری و خطر رانندگان مطابقت داشتند.

در خوشه اول که خوشه‌ای نسبتاً پریسک است، رانندگان قوانین را نسبت به رانندگان دیگر کمتر رعایت می‌کنند (Q48). سرعت رانندگان در این خوشه نیز بیشتر است. در این خوشه رانندگان جریمه بیشتری پرداخت می‌کنند و اثرگذاری تغییر قوانین مبنی بر افزایش جریمه‌ها در این خوشه کم می‌باشد (Q50). همانطور که در پژوهش مارتینوسن و همکاران (۲۰۱۴) این دلایل برای خوشه نسبتاً پریسک معرفی شد.

خوشه چهارم نیز خوشه نایمن می‌باشد که رانندگان کاملاً پریسک و نایمن هستند و به قوانین و مقررات توجهی نمی‌کنند و سرعت رانندگان بیش از حد مجاز می‌باشد و جریمه بیشتری پرداخت می‌کنند. اثرگذاری تغییر قوانین مبنی بر افزایش جریمه‌ها و کاهش تصادفات در این خوشه نایمن بسیار کم می‌باشد که مارتینوسن و همکاران (۲۰۱۴) این دلایل را برای خوشه نایمن نیز برشمرد.

بنابراین مطابق شکل ۱۰ در خوشه اول و چهارم که خوشه‌های نایمن و پریسک هستند، نرخ پایین درصد

پژوهش حاضر نشان داد که ۴ خوشه به عنوان بهینه‌ترین تعداد خوشه‌ها با در نظر گرفتن ضریب انباشتگی و ایجاد زانویی مبتنی بر فاصله اقلیدسی انتخاب می‌شوند. همچنین با مقایسه ۴ خوشه مورد مطالعه می‌توان نشان داد که درصد بیشتری از رانندگان در خوشه اول که نسبتاً پریسک هستند قرار دارند. در خوشه‌های دوم و سوم نظیر خوشه‌های نسبتاً کم‌ریسک و ایمن، رانندگان دارای خصوصیات رفتاری ریسک‌پذیری کمتری نسبت به دو خوشه اول و چهارم هستند. در نتیجه، خوشه‌های دوم و سوم با درصد بالایی نسبت به خوشه اول موافق تأثیر جریمه‌ها به تعداد تصادفات و در حالی که در خوشه نایمن یا چهارم مخالف این تأثیر می‌باشند. این تأثیر بدان صورت هست که با تغییر قوانین می‌توان ریسک تصادف و در نتیجه تعداد تصادفات را کاهش داد. بنابراین با مقایسه خصوصیات رفتاری خوشه‌های ۲ و ۳ نسبت به خوشه‌های ۱ و ۴ می‌توان نشان داد که رانندگان در این گروه از خوشه‌های ۲ و ۳ در هر زمانی به قوانین راهنمایی و رانندگی دقت می‌کنند. این رانندگان در تقاطع‌ها عبور قانونی خود را به دیگران واگذار می‌کنند، در هر زمانی به علائم راهنمایی و رانندگی دقت می‌کنند، موقع نزدیک شدن به تقاطع و دیدن چراغ زرد می‌ایستند و از وسیله نقلیه در حال حرکت در سربالایی با سرعت کم سبقت نمی‌گیرند.

در حالی که خصوصیات رفتاری افراد خوشه چهارم برعکس این خوشه ایمن می‌باشد. پژوهش حاضر می‌تواند برای سازمان‌هایی نظیر حمل‌ونقل جاده‌ای و پلیس راهنمایی و رانندگی جهت اثرگذاری تغییر قوانین راهنمایی و رانندگی بر افزایش ایمنی و کاهش میزان تصادفات و ارائه راهکارهای ایمنی جهت کنترل رفتار رانندگان مفید واقع شود. این پژوهش نیز به سیاست‌گذاران ایمنی برای اثربخشی قوانین و مقررات جهت کنترل ریسک تصادفات می‌تواند کمک کند. به علاوه، نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به مطالعات مرتبط به کنترل رفتار راننده مرتبط به ریسک تصادفات و تشویق آنها جهت رانندگی ایمن نقش مؤثری داشته باشد. پژوهش‌های آتی نیز می‌توانند با استفاده از پرسشنامه خوداظهاری رفتاری و مهارتی رانندگان تأثیر هوش هیجانی را بر رفتارهای پرخطر و پریسک رانندگان در جاده‌های درون‌شهری بررسی کنند. همچنین مطالعات آینده می‌توانند رانندگان را با استفاده از پرسشنامه مهارتی و رفتاری خوداظهاری رانندگان و مدل‌های

رانندگان با احتیاط می‌باشند. رانندگان در این خوشه بر اساس سرعت مجاز رانندگی می‌کنند و محدودیت سرعت توجه می‌کنند. در این خوشه جریمه‌ها کم یا وجود ندارد و اثرگذاری تغییر قوانین مبنی بر افزایش جریمه‌ها در این خوشه بسیار زیاد می‌باشد. همانطور که مارتینوسن و همکاران (۲۰۱۴) این دلایل را برای خوشه نسبتاً ایمن نیز اشاره کردند. بنابراین با بررسی نتایج حاصل از پژوهش حاضر با نتایج مطالعات و کوگان و همکاران (۲۰۱۱) و مارتینوسن و همکاران (۲۰۱۴) می‌توان نتیجه گرفت که نتایج حاصل از خوشه‌بندی رانندگان بر اساس گرایش خطر به ریسک و رفتار ریسک‌پذیری آنها با استفاده از پرسشنامه‌های رفتار رانندگی، نگرش و مهارت رانندگان به درستی بررسی و نشان داده شده است. یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر وابستگی پرسشنامه خوداظهاری رفتاری و مهارت راننده به داده‌های واقعی به صورت میدانی یا شبیه‌سازی رفتار راننده می‌باشد. به منظور توسعه مطالعه پژوهش حاضر، استفاده از پرسشنامه خوداظهاری همراه با رفتار واقعی راننده و شبیه‌ساز رانندگی در آزمایشگاه رانندگی در مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود. همچنین یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر در نظر نگرفتن تأثیر هوش هیجانی بر رفتارهای پرخطر عمدی رانندگان در پرسشنامه‌های خوداظهاری رفتاری و مهارتی رانندگان می‌باشد که در پژوهش‌های آینده می‌توان اثر آن را بر رفتار ریسک‌پذیر و گرایش به خطر راننده در نظر گرفت.

## ۵- نتیجه‌گیری

با توجه به این که رفتار ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم رانندگی اثر زیادی بر تعداد تصادفات جاده‌ای دارد که با تغییر قوانین می‌توان رفتار گرایش به خطر و ریسک‌پذیری رانندگان را تحت تأثیر قرار داد. بنابراین پژوهش حاضر در ابتدا به بررسی ارتباط بین رفتار ریسک‌پذیری رانندگان و جرائم رانندگی از میان ۴۱۱۲ راننده در ۲۰ استان کشور با استفاده از پرسشنامه خوداظهاری رفتاری ریسک‌پذیری، گرایش به خطر، عادت و مهارت رانندگی توسط رانندگان می‌پردازد. سپس ارائه روشی برای خوشه‌بندی رانندگان بر اساس رفتار ریسک رانندگان و جرائم رانندگی با استفاده از آزمون‌های آماری و روش تحلیل خوشه‌بندی کی-میانگین صورت می‌گیرد. نتایج

شفیعی نیک آبادی، م.، حکاکی، ا.، (۱۳۹۷)، "مدل پویای عوامل انسانی و وسیله نقلیه مؤثر بر تصادفات ترافیکی منجر به جرح و فوت در شهر تهران"، پژوهشنامه حمل و نقل.

[http://www.trijournal.ir/article\\_65099.html](http://www.trijournal.ir/article_65099.html)

شیخ الاسلامی، ع.، ایازی، ا.، اکبری، ه.، سلیمانی ورکی، م.، (۱۳۹۸)، "مدل سازی تخلفات رانندگان تاکسی های درون شهری با استفاده از مشخصه های راننده"، پژوهشنامه حمل و نقل.

[https://www.trijournal.ir/article\\_90159.html](https://www.trijournal.ir/article_90159.html)

شیرمحمدی، ح.، حدادی، ف.، سیدنجیب، ا.، (۱۳۹۷)، "تحلیل و اولویت بندی شدت قطعات حادثه خیز جاده ای بر اساس مدل قطعه بندی دینامیکی موجکی و مدل علت گرا (مطالعه موردی: محور خوی - ایواغلی)، پژوهشنامه حمل و نقل.

[http://www.trijournal.ir/article\\_81950.html](http://www.trijournal.ir/article_81950.html)

طیبی، ز.، هاشمی چهنوی، س.ه.، (۱۳۹۳)، "پیش آیندهای رفتارهای پرخطر رانندگی: ادراک خطرات ترافیکی، انگیزه و نگرش نسبت به رانندگی با سرعت غیرمجاز"، پژوهش های روانشناسی اجتماعی، سال چهارم، شماره سیزدهم، ص. ۴۷-۶۰.

فاروقی، ف.، (۱۳۹۳)، "توسعه ترابری اجتماعی و پیش بینی آتی سوانح جاده ای کشور"، هشتمین کنگره ملی مهندسی عمران، بابل.

فیروزجائیان، ع.ا.، توکلی، ج.، (۱۳۹۵)، "تحلیل جامعه شناختی قانون گریزی در رانندگی با تأکید بر نظریه کنترل اجتماعی (مطالعه موردی: جوانان شهر نکا)"، پژوهش های راهبردی مسائل اجتماعی ایران، سال پنجم، شماره دوم، ص. ۴۰-۲۵.

مافی، ع.ا.، قنبری، م.، حسین زاده، ع.، (۱۳۹۴)، "تأثیر اجرای قانون جدید راهنمایی و رانندگی بر مخاطرات انسانی تصادفات در جاده های برون شهری استان خراسان شمالی"، پژوهش های راهبردی مسائل اجتماعی ایران، سال چهارم، شماره سوم، ص. ۶۸-۵۱.

-Afandizadeh, S., Hassanpour, S., (2020), "Evaluating the Effect of Roadway and Development Factors on the Rural Road Safety Risk Index", *Advances in Civil Engineering*.

-Alan, C. E., Wayne, A. W., (2007), "Statistical Analysis Quick Reference Guidebook".

-Alavi, S.S., Mohammadi, M. R., Souri, H., Kalhori, S. M., Jannatifard, F., Sepahbodi, G.,

دیگر خوشه بندی نظیر خوشه بندی تفکیکی و خوشه بندی بر مبنای چگالی، و خصوصیات مهارتی، رفتاری و هوش هیجانی مؤثر بر رفتارهای پرخطر و پرریسک طبقه بندی کنند.

## ۶- پی نوشت ها

1- Driver Behavior Questionnaire (DBQ)

2- Driver Skill Inventory (DSI)

3- Chi-square Test

4- Goodness of Fit Test

5- Kruskal-Wallis Test

6- Mann-Whitney U Test

7- K-means Clustering Analysis

8- Cronbach's Alpha

9- Anti-lock Braking System (ABS)

10- Expected Frequency

11- Observed Frequency

12- Goodness of Fit Test

13- Centroid

14- Elbow

15- WSS

16- Squared Euclidean Distance Measure

17- Ward Analysis

18- Agglomeration

19- Dendrogram

20- Hierarchical Clustering

## ۷- مراجع

حسن پور، ش.، جدغریب، ر.، (۱۳۹۴)، "ارزیابی و تحلیل روابط عوامل انسانی مؤثر بر میزان ریسک رانندگان درون شهری (مطالعه موردی: شهر بروجرد)"، چهاردهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران.

رضا پاک گوهر، ع.، کاظمی، م.، (۱۳۹۱)، "تعیین تأثیر مؤلفه های خطای رانندگی در شدت تصادفات"، فصلنامه علمی راهور، شماره سوم، ص. ۱۰۲-۵۷.

زنگی آبادی، ع.، شیران، غ.، گشتیل، خ.، (۱۳۹۱)، "بررسی علل تصادفات در بزرگراه ها) مورد مطالعه: بزرگراه های درون شهری اصفهان"، فصلنامه علمی ترویجی راهور، شماره هفتم، ص. ۵۷-۳۷.

شاکری نیا، ا.، محمدپور، م.، (۱۳۸۹)، "رابطه ی ویژگی های شخصیتی، سلامت روان و پرخاشگری با عادات رانندگی در رانندگان پرخطر"، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، سال هجدهم، شماره سوم، ص. ۲۳۳-۲۲۵.

- Johnson, R. A., Wichern, D. W., (2014)," Applied multivariate statistical analysis," (Vol. 6). London, UK:: Pearson.
- Jolliffe, I. T., Cadima, J., (2016), "Principal component analysis: a review and recent developments," *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065), 20150202.
- Kaufman, L., Rousseeuw, P. J., (2009), "Finding groups in data: an introduction to cluster analysis," Vol. 344, John Wiley & Sons.
- Knoop, V.L., Keyvan-Ekbatani, M., de Baat, M., Taale, H., Hoogendoorn, S.P., (2018)," Lane change behavior on freeways: an online survey using video clips", *Journal of Advanced Transportation*.
- Lucidi, F., Mallia, L., Lazuras, L., Violani, C., (2014), "Personality and attitudes as predictors of risky driving among older drivers", *Accident Analysis & Prevention*, 72, pp. 318-324.
- Martinussen, L. M., Møller, M., Prato, C. G., (2014), "Assessing the relationship between the Driver Behavior Questionnaire and the Driver Skill Inventory: Revealing sub-groups of drivers," *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 26, pp. 82-91.
- Nordfjærn, T., Jørgensen, S. H., Rundmo, T., (2010), "An investigation of driver attitudes and behaviour in rural and urban areas in Norway," *Safety science*, 48(3), pp. 348-356.
- Older, S. J., Spicer, B. R., (1976), "Traffic conflicts a development in accident research", *Human factors*, 18(4), pp. 335-350.
- Park, J., Lee, S., Oh, C., Choe, B., (2021), "A data mining approach to deriving safety policy implications for taxi drivers", *Journal of safety research*, 76, pp. 238-247.
- Parker, D., Lajunen, T., Stradling, S., (1998),"Attitudinal predictors of interpersonally aggressive violations on the road", *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 1(1), pp. 11-24.
- Parker, D., Manstead, A. S., Stradling, S. G., Reason, J. T., Baxter, J. S., (1992), "Intention to commit driving violations: An application of the theory of planned behavior", *Journal of applied psychology*, 77(1), 94.
- Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mathers, C., Jarawan, E., Hyder, A. A., ..., Jarawan, E., (2017)," Personality, driving behavior and mental disorders factors as predictors of road traffic accidents based on logistic regression," *Iranian journal of medical sciences*, 42(1), 24.
- Aljofey, A.M., Alwagih, K., Thamar, Y., (2018)," Analysis of accident times for highway locations using K-means clustering and decision rules extracted from decision trees," *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, 7(01), pp. 001-011.
- Al-Tmeemy, S.M.H., Abdul-Rahman, H., Harun, Z., (2012), "Contractors' perception of the use of costs of quality system in Malaysian building construction projects," *International Journal of Project Management*, 30(7), pp. 827-838.
- Budiawan, W., Purwanggono, B., (2018), "Clustering Analysis of Traffic Accident in Semarang City", In *E3S Web of Conferences* Vol. 73, pp. 12001.
- Coogan, M.A., Campbell, M., Adler, T. J., Forward, S., & Assailly, J. P., (2011), "Latent Class Cluster Analysis of Driver Attitudes Towards Risky Driving in Northern New England: Is There a Rural Culture of Unsafe Driving Attitudes and Behavior," In *90th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington, DC.
- Elander, J., West, R., French, D., (1993), "Behavioral correlates of individual differences in road-traffic crash risk: an examination of methods and findings", *Psychological bulletin*, 113(2), pp.279.
- Elvik, R., Vaa, T., Høy, A., Sørensen, M. (Eds.), (2009), "The handbook of road safety measures. Emerald Group Publishing."
- Erdogan, S., (2009), "Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey," *Journal of safety research*, 40(5), pp. 341-351.
- Han, J., Pei, J., Kamber, M., (2011), "Data mining: concepts and techniques," Third edition, *The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems*, pp. 83-124.
- Iversen, H., Rundmo, T., (2004), "Attitudes towards traffic safety, driving behaviour and accident involvement among the Norwegian public," *Ergonomics*, 47(5), pp. 555-572.
- Jadaan, K., Albeetar, N., Abuhlimeh, D., Naji, Y., (2021), "Analysis of driver behavior in Amman using Manchester Driver Behavior Questionnaire," *Acta Technica Jaurinensis*.

- Tan, P. N., Steinbach, M., Kumar, V., (2013), "Data mining cluster analysis: basic concepts and algorithms", Introduction to data mining, pp. 487-533.
- Tavakoli Kashani, A., Nazari, N., Amirifar, S., Afshar, A., (2021), "Attitude to Speeding in Iran: Identifying Drivers Characteristics", International Journal of Transportation Engineering. Doi: 10.22119/ijte.2021.288100.1574.
- Topolšek, D., Babić, D., Fiolić, M., (2019), "The effect of road safety education on the relationship between Driver's errors, violations and accidents: Slovenian case study," European transport research review, 11(1), pp. 1-8.
- Ulleberg, P., Rundmo, T. (2003), "Personality, attitudes and risk perception as predictors of risky driving behaviour among young drivers," Safety science, 41(5), pp. 427-443.
- Vereeck, L., Vrolix, K., (2007), "The social willingness to comply with the law: The effect of social attitudes on traffic fatalities," International Review of Law and Economics, 27(4), pp. 385-408.
- Zumbo, B. D., Gadermann, A. M., Zeisser, C., (2007), "Ordinal versions of coefficients alpha and theta for Likert rating scales," Journal of modern applied statistical methods, 6(1), 4.
- (2004), "World report on road traffic injury prevention. World Health Organization".
- Qin, Y., Xiong, J., Zhu, X., Li, J., (2011), "Safety Assessment of Driver Overtaking Behavior on Two-Lane Highways", In ICCTP 2011: Towards Sustainable Transportation Systems, pp. 1842-1853.
- Ramli, M. I., Yatmar, H., Hustim, M., Bellani, E., (2019), "Study On Speeding Behaviour of Driver's Motor Vehicles to Traffic Accident Risk in national Road in Makassar City," Journal of Indonesia Road Safety, 2(3), pp. 159-170.
- Rolison, J. J., Regev, S., Moutari, S., Feeney, A., (2018), "What are the factors that contribute to road accidents? An assessment of law enforcement views, ordinary drivers' opinions, and road accident records," Accident Analysis & Prevention, 115, pp. 11-24.
- Shirmohammadi, H., Hadadi, F., Saeedian, M., (2019), "Clustering analysis of drivers based on behavioral characteristics regarding road safety," International Journal of Civil Engineering, 17(8), pp. 1327-1340.
- Tabibi, Z., Borzabadi, H.H., Stavrinou, D., Mashhadi, A., (2015), "Predicting aberrant driving behaviour: The role of executive function", Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 34, pp. 18-28.



# Clustering Analysis of Urban Drivers Regarding Drivers' Risk-Taking Behavior and Driving Fines

*Hojat Nikakhtar, Ph. D., Grad., Department of Transportation, Department of Civil Engineering, Ataturk University, Erzurum, Turkey.*

*Hamid Shirmohammadi, Associate Professor, Faculty of Civil Engineering, Urmia University, Urmia, Iran.*

*Ahmet Tortum, Professor, Department of Transportation, Department of Civil Engineering, Ataturk University, Erzurum, Turkey.*

*E-mail: h.shirmohammadi@urmia.ac.ir*

Received: February 2023- Accepted: April 2023

## ABSTRACT

The occurrence of accidents and traffic violations due to drivers' tendency to take risks and non-compliance with the rules is related. In the present study, in order to characterize the impact of the change of traffic laws and rules in terms of increasing fines for reducing accidents as a preventive key, drivers' attitudes towards risk and risk-taking behavior at crossroads, facing up to traffic light, overtaking maneuver, paying attention to traffic laws, and causes of lack of attention to traffic signals in relation to traffic rules in roads are investigated. Therefore, the aim of the present study is firstly to evaluate the relationship between drivers' risk-taking and driving offenses among drivers in 20 provinces of Iran using a survey based on a questionnaire study regarding demographic characteristics, risk-taking behavior, habits and safety information of drivers. Then, the relationship between drivers' risk-taking and related offenses is assessed using statistical tests such as Chi-square, Kruskal-Wallis, and U-Mann-Whitney. Finally, K-means clustering analysis is taken into consideration based on the relationship between drivers' risk-taking and driving offenses. In addition, the responses of drivers through increasing fines have been studied? Whether or not drivers agree or disagree has led to the classification of their behavioral characteristics and risk-taking behavior. Therefore, results showed that drivers were classified into four clusters based on behavioral characteristics in risk-taking and risk acceptance using the K-means clustering analysis. Clusters 1, 2, and 3 were named relatively high-risk, low-risk, and safe groups, respectively, and cluster 4 was named unsafe or high-risk group. Thus, clusters 3, 2 and 1 agreed on the effect of fines on the number of accidents, while clusters 4 opposed this effect, respectively. The safe cluster characteristics could be expressed as follows: At any time, drivers were careful about driving rules. At crossroads, they followed the right of way for others. At any time, they paid attention to driving traffic signs. When they approached the crossroad and saw the yellow lights, they stopped and they did not overtake the vehicle moving uphill. However, in the fourth cluster or unsafe cluster, the behavioral characteristics were totally contrary to the safe cluster's drivers.

**Keywords:** Drivers' Risk Taking Behavior, Chi-Square Test, Mann-Whitney U Test, Kruskal-Wallis Test, K-Means Clustering Analysis