نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۴، شماره ۵، سال ۱۴۰۱، صفحات ۱۸۱۱ تا ۱۸۳۴
DOI: 10.22060/ceej.2021.19921.7286

مروری بر مطالعات ایمنی تقاطعات با استفاده از روش علم‌سنجی

علی توکلی کاشانی[۱و۲*]، علی میرهاشمی[۱و۲]، سعیده امیری فر[۱و۲]

۱- دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
۲- مرکز تحقیقات ایمنی کاربردی حمل ونقل جاده ای، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

خلاصه: با توجه به افزایش مطالعات مربوط به ایمنی تقاطعات، مطالعه حاضر قصد دارد مروری کلی بر این مطالعات با استفاده از روش علم‌سنجی داشته باشد. در این تحقیق، ۷۴۴ مقاله مربوط به ایمنی تقاطعات تا ۱ آوریل ۲۰۲۱ از طریق موتور جست‌وجوی وب آو ساینس (WoS)استخراج شده و با استفاده از روش‌های تحلیل توصیفی، هم-استنادی، هم-تألیفی و هم-رخدادی کلمات به ترتیب ساختار توصیفی، معنایی، اجتماعی و مفهومی را با به‌کارگیری نرم‌افزارهای VOSviewer و Bibliometrix ارائه می‌دهد. همچنین، نحوه رشد و توسعه انتشارات، پراستنادترین مقالات، موثرترین نویسندگان، منابع، مؤسسات و کشورها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. نتایج نشان دادند که بر طبق تحلیل هم-استنادی، ساختار معنایی تحقیقات ایمنی تقاطعات به پنج خوشه اصلی تقسیم شده است: مطالعات فراوانی تصادفات، شدت تصادفات، اقدامات و شاخص‌های عملکرد ایمنی، ایمنی کاربران آسیب‌پذیر، تخمین سطح ایمنی و تحلیل داده‌های تصادفات در تقاطعات راه. علاوه بر آن، با استفاده از تحلیل مفهومی کلید واژگان مقالات ایمنی تقاطعات، موضوع‌های مربوط به ایمنی دوچرخه سواران، سیستم حمل‌ونقل هوشمند، شبیه‌سازی رانندگان، رفتار رانندگان، تحلیل قطعات و تقاطعات راه به عنوان زمینه‌های محرک با تراکم و مرکزیت بالا در مطالعات شناسایی شدند. موضوعاتی مانند بیز تجربی، تخصیص منابع، ارتباط وسایل نقلیه، تجزیه و تحلیل ایمنی خودکار، اقدامات، تقاطعات چراغدار، وسایل نقلیه خودران، اتوماتای سلولی، رانندگان مسن و تقاطعات بدون چراغ نیز به عنوان زمینه‌های پایه و اساسی شناسایی شدند.

تاریخچه داوری:
دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۴
بازنگری: ۱۴۰۰/۰۷/۱۱
پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۳
ارائه آنلاین: ۱۴۰۰/۰۷/۲۴

کلمات کلیدی:
ایمنی تقاطعات
علم‌سنجی
مرور کلی
نقشه بندی علمی
تصادف

۱- مقدمه

در بین بخش‌های مختلف شبکه راه‌ها، تقاطعات به صورت گسترده‌ای به عنوان نقاط خطرآفرین شناخته می‌شوند [۱] که تبدیل به یکی از چالش‌های جوامع مختلف شده است [۲]. طبق آمار سازمان پزشکی قانونی، طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹، به طور متوسط سالیانه حدود ۱۶ هزار نفر در تصادفات جاده‌ای ایران جان خود را از دست داده‌اند که حدود ۴۳۰۰ نفر از آنان مربوط به تصادفات درون‌شهری می باشد [۳]. همچنین طبق گزارشات سازمان مدیریت بزرگراه‌های فدرال[1] (FHWA) آمریکا در سال ۲۰۱۸، از ۳۶/۰۹۶ تلفات تصادفات ترافیکی، ۱۰/۱۸۰ مورد آن در تقاطعات رخ می‌دهد که از این مقدار ۳/۲۷۴ مورد آن مربوط به تقاطعات چراغدار و ۶/۷۳۷ مورد آن مربوط به تقاطعات بدون چراغ می‌باشد [۴]. از این رو، آمار بالای تصادفات در تقاطعات بیان‌گر نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینه ایمنی تقاطعات به منظور ارتقاء ایمنی این مکان‌ها می‌باشد. از طرف دیگر بررسی‌ها نشان می‌دهد حجم تحقیقات این حوزه روز به روز در حال افزایش است. طبق گزارش انجمن بین‌المللی علمی، فنی و ناشران پزشکی (STM) در سال ۲۰۱۸ تعداد مقالات با نرخ ۳ درصد در حال رشد هستند [۵]. با توجه به افزایش مقالات، مرور کلی و گسترده‌ی مطالعات برای توسعه شاخه‌های علمی نوین در افزایش ایمنی تقاطعات امری ضروری است. هدف اصلی این پژوهش مرور کلی مطالعات ایمنی در تقاطعات می‌باشد تا بتوان با وجود حجم زیاد مقالات این حوزه، به شناسایی جهت‌ها و جبهه‌های تحقیقاتی معتبر و نوین آتی دست یافت.

از روش‌های نوین و مفید مرور ادبیات گذشته می‌توان به روش علم‌سنجی اشاره کرد که برای مرور حجم زیادی از اسناد علمی کاربرد دارد و با استفاده از نقشه‌بندی علمیِ واحدهای علم‌سنجی به تجزیه و تحلیل کمی و کیفی روابط بین مفاهیم و ایده‌ها در جامعه‌های علمی مختلف می‌پردازد [۷ و ۶]. روش علم‌سنجی به صورت گسترده در مطالعات حمل‌ونقلی مانند

1 Federal Highway Administration

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: alitavakoli@iust.ac.ir

حقوق مؤلفین به نویسندگان و حقوق ناشر به انتشارات دانشگاه امیرکبیر داده شده است. این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License) در دسترس شما قرار گرفته است. برای جزئیات این لیسانس، از آدرس https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode دیدن فرمائید.

جدول ۱. عبارات جست و جو شده برای جمع‌آوری مقالات

Table 1. Keywords for collecting articles

گروه	عبارات جست‌وجو
تقاطع	Intersection Or roundabout
ایمنی	Safety Or Accident Or crash Or collision Or Injury Or Fatal Or death Or casualty Or mortality Or Incident Or Hazard

بررسی مطالعات سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند [۸]، ماشین‌های خودران [۹]، ایمنی راه‌ها [۱۰]، تصادفات موتور سواران [۱۱]، فرهنگ ایمنی [۱۲] مورد استفاده قرار گرفته است. کوبو و همکاران[1] در سال ۲۰۱۴ مروری کلی بر روی مطالعات مربوط به سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۱ با استفاده از نقشه‌بندی علم‌سنجی انجام داده‌اند [۱۳]. آن‌ها تشخیص دادند که مطالعات سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در شش زمینه وسایل نقلیه و ردیابی راه، رفتار رانندگان و ایمنی، شبیه‌سازی جریان، مدیریت ترافیک و جریان ترافیک، کنترل و جهت‌یابی وسایل نقلیه طبقه‌بندی شده‌اند. همچنین رودریگو و همکاران[2] در سال ۲۰۱۸ دریافتند که مطالعات مربوط به خودروهای خودران در زمینه‌های علمی سیاست‌های عمومی، ایمنی، پایداری، مسائل تجاری مانند عملکرد و مدل‌های تجاری تمرکز کرده‌اند [۹]، همچنین ون و همکاران[3] در سال ۲۰۱۸ با بررسی مطالعات فرهنگ ایمنی دریافتند که دو حوزه اصلی تحقیقاتی در این زمینه وجود دارند که عبارت‌اند از: فرهنگ ایمنی سازمانی و فرهنگ بهداشت و مراقبت‌های بهداشتی [۱۲]. از مطالعات اصلی در زمینه ایمنی و علم‌سنجی می‌توان به مطالعه ژئو و همکاران[4] در سال ۲۰۱۸ تحت عنوان «مرور بر مطالعات ایمنی راه» اشاره کرد که به تحلیل و بررسی عناوین کلی تحقیقات مربوط به ایمنی راه در طول بازه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ پرداخته است. در این مقاله یک تجزیه‌وتحلیل سیستماتیک علم‌سنجی از روند توسعه مطالعات ایمنی جاده‌ها صورت گرفته است. این مطالعه بر اساس هم–رخدادی کلمات کلیدی جبهه‌های تحقیقاتی ایمنی راه را به پنج دسته تحلیل علل و شدت آسیب تصادفات جاده‌ای، مطالعه همه‌گیرشناسی[5] و پیشگیری از آسیب ترافیکی، سیستم حمل‌ونقل هوشمند و ایمنی فعال، رفتار رانندگی رانندگان جوان و روانشناسی ویژگی‌های روان‌شناختی و فیزیولوژیکی رانندگان مسن تقسیم کرده است [۱۰]. همچنین، اوسپینا و همکاران[6] در سال ۲۰۱۹ مطالعه دیگری در زمینه تحلیل علم‌سنجی بر روی تحقیقات مربوط به تصادفات موتور سواران در طول بازه مطالعاتی ۱۹۴۷–۲۰۱۸ انجام دادند و دریافتند موضوعاتی که کلید واژگان رفتار، ایمنی، سیستم و وسایل نقلیه را در برگیرند دارای بیشترین میزان و اهمیت هستند [۱۱].

با توجه به گسترش مطالعات مروری علم‌سنجی در زمینه ایمنی ترافیک و اهمیت افزایش ایمنی تقاطعات، هدف اصلی این مقاله مرور و جمع‌بندی کلی مطالعات ایمنی تقاطعات با شناسایی ابعاد مهم در زمینه تحقیقات مربوط به ایمنی تقاطعات می‌باشد که جبهه‌های تحقیق، مهم‌ترین موضوعات و اسناد علمی، برترین نویسندگان، مجلات، مؤسسات و کشورها را با استفاده از تحلیل‌های توصیفی [۱۴]، هم–استنادی، هم–تألیفی و هم–رخدادی کلید واژگان [۷] و با به کارگیری نرم‌افزارهای Vosveiwer [۱۵] و Bib-liometrix [۱۴] مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهد.

۲- منبع داده‌ها

مقالات مورد نظر در زمینه ایمنی تقاطعات با جستجوی عبارت تقاطع و میدان به همراه کلمات ایمنی، تصادفات، آسیب، مرگ‌ومیر، حادثه و خطر از هسته اصلی وب آو ساینس (WoS) استخراج شده است که دامنه تحقیق تا ۱ آوریل ۲۰۲۱ می‌باشد و شاخص‌های استناد مقالات (SCIE)[7] و (SSCI)[8] در جست و جوی مقالات انتخاب شدند. توجه شود در جدول ۱ عبارات جست و جو شده در وب آو ساینس ارائه شده است. به طور کلی ۸۶۱ مقاله در این زمینه یافت شد که با انتخاب نوع سندهای "Article" و "Review" تعداد ۷۴۴ مقاله به منظور تحلیل سیستماتیک علم‌سنجی

1 Cobo et al
2 Rodrigo M et al
3 Van et al
4 Zou et al
5 Epidemiology
6 Ospina M et al
7 Science Citation Index Expanded
8 Social Sciences Citation Index

حاصل شد. لازم به ذکر است برای دستیابی به نتایج منطقی و صحیح، جست و جو فقط در عناوین سندهای علمی صورت گرفته است و بازه زمانی این سندها ۱۹۶۵-۲۰۲۱ می‌باشد.

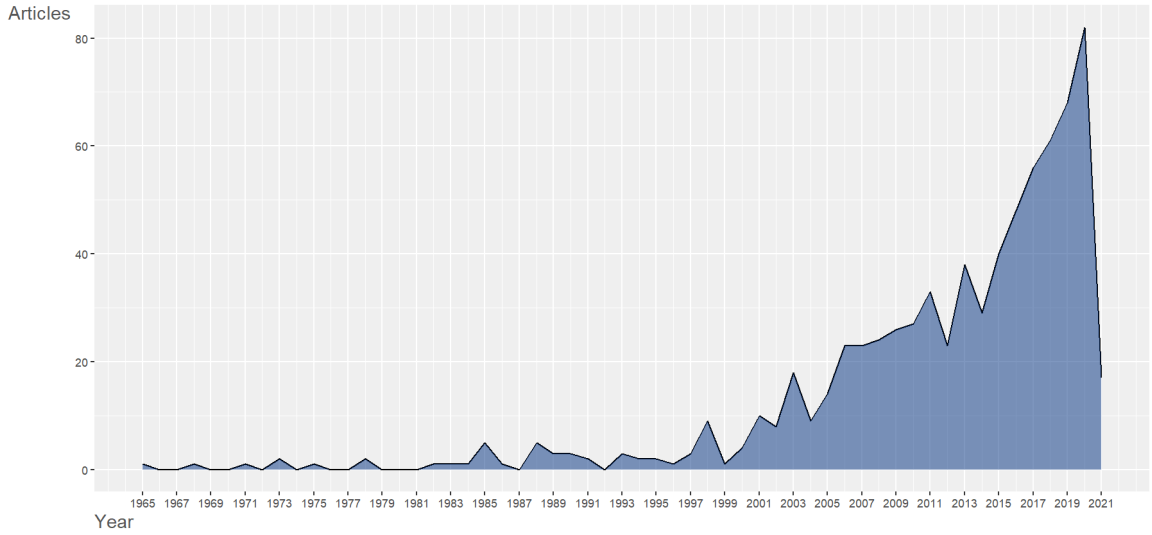
۳- روش تحقیق

علم‌سنجی روش تحلیل کمی و ریاضی است که می‌تواند تحلیل‌های کیفی را نیز در خود جای دهد و با محوریت اصلی اینکه چگونه یک زمینه تحقیق ساختار و توسعه یافته است شکل می‌گیرد [۱۴ و ۷]. علم‌سنجی در اصل تصویر گسترده‌ای از آماره‌های مختلف علم‌سنجی در ارتباط با موضوعات علمی، محققان و جوامع علمی مختلف می‌دهد [۱۶]. تحقیق حاضر با استفاده از انواع روش‌های تحلیل علم‌سنجی در دو مرحله به بررسی مرتبط‌ترین عنوان‌ها، جبهه‌های تحقیق و مرتبط‌ترین جوامع علمی (مانند نویسندگان، ژورنال‌ها، مؤسسات و کشورها) در زمینه ایمنی تقاطعات می‌پردازد. در قسمت تحلیل توصیفی، عملکرد فعالان علمی مانند نویسندگان و ناشران از طریق اندازه‌گیری بهره‌وری و تولید آن‌ها مقایسه می‌شود. هم‌چنین، از شاخص‌های تعداد مقالات، مجموع استنادها، شاخص H و شاخص G برای مقایسه بهره‌وری نویسندگان، ژورنال‌ها، مؤسسات و کشورها استفاده می‌شود. شاخص H همان شاخص بهره وری نویسندگان می‌باشد و به تعداد H مقاله که دست کم H استناد به هر کدام از آن ها شده باشد گفته می‌شود. شاخص G نیز عملکردی همانند شاخص H دارد با این تفاوت که شاخص G به مقالات با استناد بالا وزن اضافی در محاسبه بهره‌وری می‌دهد. شاخص‌های تعداد مقالات مشترک (MCP)[1] و تعداد مقالات تک ملیتی (SCP)[2] نیز برای مقایسه کشورها و شاخص رتبه‌بندی جهانی (QS) دانشگاه‌ها برای مقایسه مؤسسات استفاده می‌شود. برای شناسایی هسته اصلی مجلات از قانون برادفورد[3] استفاده شده است که این قانون مجلات را به سه قسمت ناحیه جزئی، ناحیه میانه و ناحیه اصلی بر اساس فراوانی مطالعاتی که دارند، تفکیک می‌کند و تئوری اصلی آن در مطالعه بروکس[4] ارائه شده است [۱۷].

در مراحل بعد برای طبقه‌بندی عناوین اصلی مطالعاتی در زمینه ایمنی تقاطعات تحلیل هم-استنادی اسناد شکل می‌گیرد که ساختار معنایی تحقیق را ایجاد می‌کند. این تحلیل با استفاده از ماتریس هم-استنادی بر اساس روش گراف‌ها و الگوریتم‌های خوشه‌بندی به ایجاد یک ساختار معنایی در داده‌های موجود می‌پردازد. در اصل دو مقاله را زمانی هم-استناد گویند که به صورت هم‌زمان در یک مقاله سوم استناد شده باشند [۱۶]. برای آن که ساختار اجتماعی مطالعات شناسایی شوند، تحلیل هم-تألیفی جوامع علمی مانند نویسندگان، مؤسسات و کشورها با استفاده از تعداد هم-تألیفی آن‌ها در مقالات صورت می‌گیرد و با کمک نقشه‌بندی علمی نمایش داده می‌شوند [۷]. نوع سوم تحلیل علم‌سنجی، تحلیل هم-رخدادی کلمات است که با ایجاد ساختار مفهومی و شناسایی جبهه‌های مهم تحقیق به صورت شماتیک اهمیت هر موضوع را با استفاده از تراکم و مرکزیت شبکه نمایان می‌سازد [۱۴ و ۷]. توجه شود در هر سه نوع تحلیل، گره‌های شبکه را تعداد استناد اسناد مرجع، تعداد مقالات نویسندگان و یا تعداد رخداد کلید واژگان نویسندگان در مقالات تشکیل می‌دهند، همچنین پیوندهای موجود در شبکه‌ها، مجموع تعداد هم-رخدادی دو گره در یک مقاله را نشان می‌دهند. این شبکه‌ها با استفاده از روش‌های مختلف خوشه‌بندی و با به‌کارگیری نرم‌افزارهای Vosveiwer [۱۵] و Bibliometrix [۱۴] طبقه‌بندی می‌شوند. برای نمایش شبکه هم-رخدادی کلمات نویسندگان از نقشه‌های شماتیک[5] استفاده می‌شود [۱۴]. اهمیت هر خوشه در شبکه هم-رخدادی کلمات را می‌توان با استفاده از مرکزیت[6] و تراکم[7] در نقشه شماتیک مشخص کرد. توجه شود این نقشه‌ها دارای چهار ناحیه اصلی بر اساس مرکزیت و تراکم هستند. مرکزیت بالا و تراکم بالا نشانگر زمینه توسعه یافته با اهمیت بالا به عنوان زمینه‌های محرک[8] در نظر گرفته می‌شود. مرکزیت کم با تراکم بالا را می‌توان به عنوان زمینه‌های توسعه یافته و ایزوله[9] شناخت که هسته توسعه یافته‌ای دارند ولی شاخه‌های بیرونی آن‌ها تأثیر بسیار کمی بر روی موضوع اصلی دارد. مرکزیت کم و تراکم کم در حقیقت زمینه‌های نوظهور و نادیده گرفته شده را نشان می‌دهد و در نهایت، اگر خوشه مورد نظر از مرکزیت بالا و تراکم کمی برخوردار باشد در ناحیه‌ی زمینه‌های پایه و اساسی رو به رشد[10] قرار می‌گیرد که حاکی از اهمیت و نیاز بالا به این موضوعات است و دربرگیرنده موضوعات اصلی و کلی در زمینه تحقیق است [۱۳]. ناگفته نماند برای تحلیل‌های توصیفی و تحلیل هم-رخدادی کلید واژگان نویسندگان از نرم‌افزار Bibliometrix و برای هم-استنادی (اسناد مرجع) و تحلیل هم-تألیفی (نویسندگان و کشورها) از نرم‌افزار Vos-

1 Multiple country publications
2 Single country publications
3 Bradford law
4 Brookes

5 Thematic map
6 Centrality
7 Density
8 Motor theme
9 High developed and isolated themes
10 Basic and transversal themes



شکل ۱. روند توسعه مطالعات مربوط به ایمنی تقاطعات راه

Fig. 1. Developing trend of intersection safety researches

veiwer استفاده شده است.

۴- روند توسعه زمانی مقالات

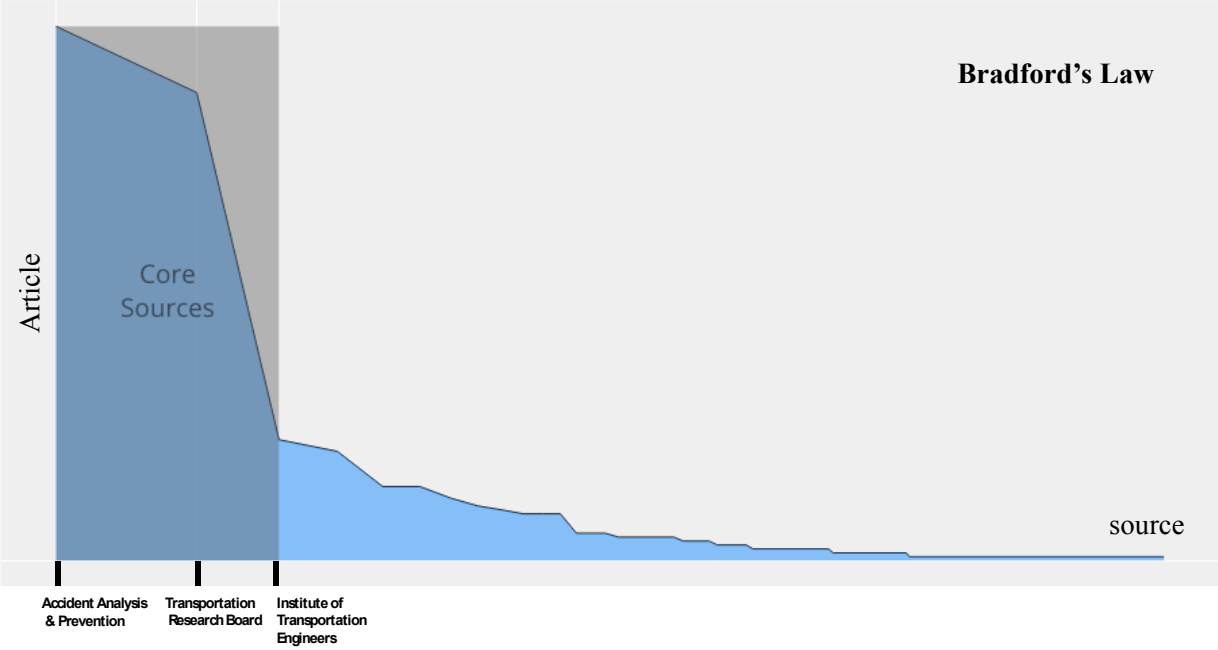
شکل ۱ نشان دهنده روند توسعه اسناد چاپ شده در طول بازه تحلیل می‌باشد که برای پیش‌بینی تعداد اسناد علمی در سال‌های آتی مفید است. از اولین مقاله‌ها در این زمینه می‌توان به مقاله نیل[1] و پادوک[2] در سال ۱۹۶۵ اشاره کرد که به تصادفات تقاطعات بدون کنترل در تگزاس آمریکا می‌پردازد [۱۸]. به طور کلی در بازه بین ۱۹۶۵ تا ۲۰۲۱، ۷۴۴ سند علمی به چاپ رسیده است. با دقت بیشتر می‌توان میزان پیشرفت مطالعات را در طول چند بازه متفاوت دید. می‌توان گفت که از سال ۱۹۶۵ تا ۲۰۰۰ با ۵۱ سند علمی روند توسعه سطح نسبتاً پایین دارد. می‌توان گفت به طور متوسط ۱/۴۵ مقاله در هرسال به انتشار رسیده است و پایه‌های علمی در فاز شکل‌گیری اولیه بوده است. از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ رشد اسناد در بازه کوتاه‌تر افزایش پیدا کرده است و به تعداد ۱۵۹ با متوسط ۱۵/۹ مقاله در سال رسیده است. این دوره با یک رشد متوسط پایه‌های اصلی برای توسعه مطالعات ایمنی تقاطعات را شکل داده است. بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ با ۵۲۲ مقاله و متوسط ۴۷/۴۵ مقاله در هر سال رشد چشم‌گیری نسبت به دو دوره قبلی داشته است. نیمه دوم دوره ۲۰۱۰-۲۰۲۱ دارای مقالات بیشتری نسبت به دوره اول می‌باشد و دلیل این امر می‌تواند افزایش مطالعات در زمینه ایمنی باشد [۱۰]. همچنین علت رشد کلی مقالات در طول بازه تحقیق می‌تواند افزایش تعداد ارسال مقالات در تمامی جوامع علمی باشد [۵].

۵- برترین و موثرترین منابع، نویسندگان، موسسات و کشورها

شکل ۲ نشان دهنده هسته اصلی منابع منتشر کننده مقالات در زمینه ایمنی تقاطعات بر اساس قانون برادفورد می‌باشد. بر اساس این اصل، سه ژورنال دارای بیشترین انتشارات هستند که در جدول ۲ بر اساس شاخص‌های مختلف ذکر شده در قسمت قبل رتبه بندی شده‌اند. در حقیقت شناسایی این منابع برجسته برای انتشار مقالات در آینده مفید است. به طور کلی ۴۰۹ مقاله توسط این ژورنال ها منتشر شده است که مجله " تجزیه و تحلیل و پیشگیری از تصادفات[3]" به دلیل تعداد بالای انتشارات و شاخص‌های علم‌سنجی بالا (H) در رتبه اول قرار می‌گیرد. تعداد مقالات و استناد کلی این ژورنال به ترتیب ۱۳۷ و ۴/۶۵۶ می باشد و ۳۳٪ از انتشارات ۱۰ منبع برتر را در اختیار دارد. رتبه دوم و سوم متعلق به منبع‌های "بایگانی تحقیقات حمل‌ونقل[4]" و " موسسه مهندسان حمل‌ونقل[5]" است. در بین این منابع، ژورنال " تجزیه و تحلیل و پیشگیری از تصادفات " دارای بیشترین استناد کل می‌باشد و ۶۵٪ از کل استنادهای کل جدول را دارد که نشان دهنده اعتبار بالای مقالات این ژورنال در زمینه ایمنی تقاطعات است.

1 Neal Wo
2 Paddock Wa

3 Accident Analysis And Prevention
4 Transportation Research Record
5 Institute Of Transportation Engineers



شکل ۲. هسته اصلی منابع علمی در زمینه ایمنی تقاطعات بر اساس قانون برادفورد

Fig. 2. Core resources at intersection safety according to Bradford's law

جدول ۲. منابع موثر در زمینه ایمنی تقاطعات

Table 2. Effective resources in intersection safety

G-index	H-index	استناد کل	تعداد مقالات	منبع	رتبه
64	37	4656	137	Accident Analysis And Prevention	1
24	17	983	120	Transportation Research Record	2
11	5	147	31	Ite Journal-Institute Of Transportation Engineers	3
15	9	265	28	Traffic Injury Prevention	4
13	5	172	19	Journal Of Advanced Transportation	5
6	4	51	19	Journal Of Transportation Safety & Security	6
13	8	190	16	Journal Of Transportation Engineering	7
14	6	219	14	Journal Of Safety Research	8
13	7	175	13	Transportation Research Part F-Traffic Psychology And Behaviour	9
12	8	264	12	Safety Science	10

جدول ۳. نویسندگان برتر و موثر در زمینه ایمنی تقاطعات

Table 3. Top and effective authors at intersection safety

رتبه	نویسنده	تعداد مقالات	استناد کل	H-index	G-index
1	Abdel-Aty M	33	1281	17	**33**
2	Persaud B	18	402	12	**18**
3	Sayed T	14	169	7	**12**
4	Wang Xs	14	569	11	**14**
5	Daniels S	10	214	8	**10**
6	Lee J	10	153	6	**10**
7	Washington S	10	452	8	**10**
8	Wong Sc	10	172	6	**10**
9	Yan Xd	10	292	5	**10**
10	Lyon C	9	223	8	**9**

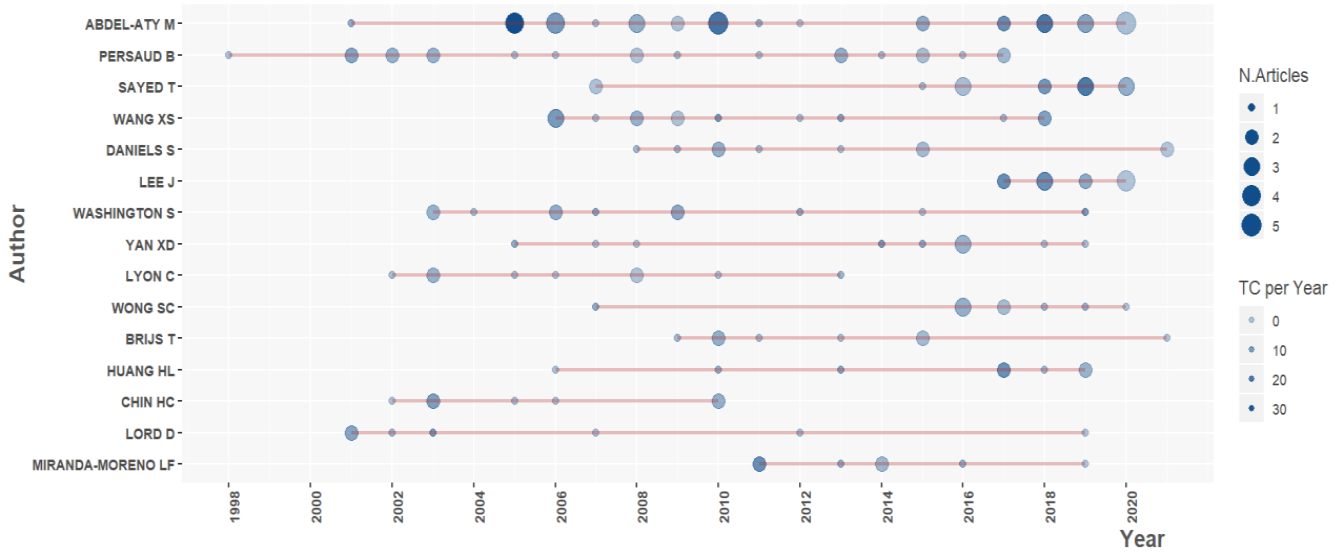
جدول ۳ نویسندگان برتر و موثر را در زمینه ایمنی تقاطعات با توجه به شاخص H، G، استناد کل (TC) و تعداد انتشارات (NP) نشان می‌دهد. محمد عبدل–اتی[1] با ۳۳ مقاله و شاخص H ۱۷ در اولین رتبه این جدول قرار گرفته است. نشریات وی تقریباً ۲۳٪ از کل نشریات جدول را تشکیل می‌دهند. بواند پرساد[2] با ۱۸ مقاله و شاخص H ۱۲ و طارق سايد[3] با شاخص H ۷ به ترتیب در مکان‌های دوم و سوم قرار دارند. هم‌چنین همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بیشترین استناد متعلق به محمد عبدل–اتی می‌باشد. شکل ۳ نمایان‌گر روند توسعه انتشارات نویسندگان به همراه میزان استناد آن‌ها در طول زمان تحقیق می‌باشد. به طور کلی می‌توان گفت دوره زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ فعال‌ترین بازه فعالیت نویسندگان می‌باشد. همچنین محمد عبدل–اتی و بواند پرساد دارای بیشترین بازه فعالیت زمانی هستند که محمد عبدل–اتی در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ بیشترین تعداد انتشار مقالات را داشته است.

جدول ۴ با ارائه شاخص‌های علم‌سنجی سعی در شناسایی و مقایسه موثرترین مؤسسات و کشورها دارد. با توجه به بخش (الف)، ٪۳۰ از کل مقالات توسط ۱۰ موسسه برتر ذکر شده در جدول انتشار یافته است. دانشگاه فلوریدا مرکزی در آمریکا با ۴۹ مقاله در این زمینه و با شاخص رتبه‌بندی جهانی ۷۰۱–۷۰۵ در رتبه ۱ قرار دارد. در رتبه دوم دانشگاه تونجی[4] از چین با ۳۴ مقاله با رتبه جهانی ۲۵۶ قرار دارد و دانشگاه جنوب شرقی[5] از کشور چین با ۲۵ مقاله در رتبه بعدی قرار گرفته است. این رتبه‌بندی در حقیقت ارائه دهنده مؤسساتی برجسته‌ای هست که همکاری با آن‌ها در مطالعات بعدی با احتمال بیشتری، مثمر ثمر واقع خواهد بود. در بخش (ب) بر اساس ملیت‌های نویسندگان رتبه‌بندی کشورها ارائه شده است که ۸۵٪ درصد از کل مقالات را به خود اختصاص داده‌اند. در این بین از شاخص‌هایی مانند تعداد مقالات مشترک (MCP)[6]، تعداد مقالات تک ملیتی (SCP)[7] و تعداد مقالات برای مقایسه کشورها استفاده شده است. با توجه به جدول کشور آمریکا در رتبه اول با ۳۲۳ مقاله قرار دارد. این کشور همچنین ۵۰ مقاله به صورت مشترک با بقیه ملیت‌ها را دارد و نشان دهنده تمایل بیشتر به کارهای گروهی و همکاری در این کشور است. چین و کانادا به ترتیب با ۱۰۰ و ۶۲ مقاله در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفته‌اند. شکل ۴ نمایشگر میزان همکاری و تعداد انتشارات هر کشور است. با توجه به این نمودار تقریباً ۲۳٪ از مقالات به صورت مشترک انتشار یافته‌اند و ۷۷٪ از مقالات تک ملیتی بوده‌اند.

جدول ۵ فهرستی از ۱۰ مقاله پر استناد در زمینه ایمنی تقاطعات را ارائه

1 Mohammad Abdel-Aty
2 Persaud Bhagwant
3 Tarek Sayed

4 Tongji university
5 Southeast university
6 Multiple country publications
7 Single country publications



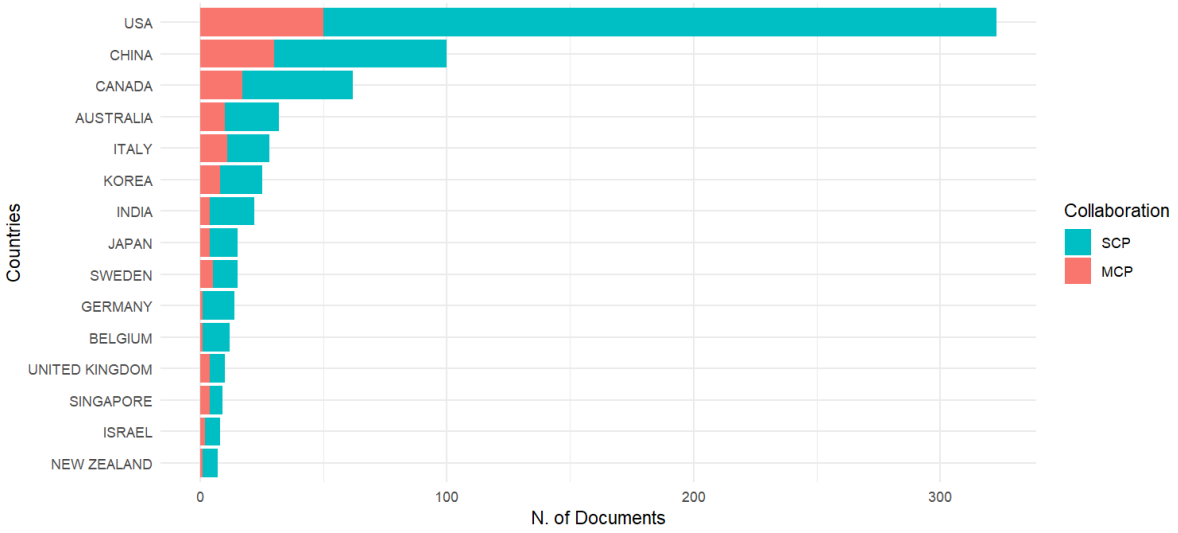
شکل ۳. انتشارات نویسندگان برتر در طول سال‌های مختلف (نرم‌افزار Bibliometrix)

Fig. 3. Top authors' pulications during the years (Bibliometrix software)

جدول ۴. رتبه‌بندی دانشگاه‌ها و کشورهای برتر در زمینه ایمنی تقاطعات

Table 4. Rankings of top universities and countries at intersection safety

بخش (ب)					بخش (الف)			
SCP	MCP	تعداد مقالات	کشور	رتبه	رتبه QS	تعداد مقالات	موسسه	رتبه
273	50	323	USA	1	701-750	49	University of Central Florida	1
70	30	100	China	2	256	34	Tongji University	2
45	17	62	Canada	3	493	25	Southeast University	3
22	10	32	Australia	4	801-1000	21	Ryerson University	4
17	11	28	Italy	5	45	21	University British Columbia	5
17	8	25	Korea	6	95	18	University North Carolina	6
18	4	22	India	7	55	17	Monash University	7
11	4	15	Japan	8	72	17	University Washington	8
10	5	15	Sweden	9	432	14	University Tennessee	9
13	1	14	Germany	10	220	12	Arizona State University	10



شکل ۴. میزان انتشارات و همکاری کشورها بر اساس ملیت نویسندگان در زمینه ایمنی تقاطعات (نرم‌افزار Bibliometrix)

Fig. 4. Publication and co-authorship of countries at intersection safety according to author's nationality (Bibliometrix software)

می‌دهد. بر این اساس مقاله لی و همکاران[1] در سال ۲۰۰۵ تحت عنوان "تحلیل جامعی بر تصادفات وسایل نقلیه و عابران پیاده در تقاطعات فلوریدا" با ۲۸۸ استناد کل و ۱۶/۹۴ استناد سالانه در رتبه اول قرار دارد. این مقاله تحلیلی بر روی تصادفات عابران پیاده و وسایل نقلیه در تقاطعات فلوریدا در طی چهار سال انجام داده است. آن‌ها با استفاده از مدل‌های لوگ-خطی[2] دریافتند که متوسط حجم ترافیکی بالا در تقاطعات باعث افزایش تصادفات عابران پیاده می‌شود که نرخ افزایش تصادفات در متوسط حجم‌های پایین چشمگیر است. همچنین عوامل جمعیتی عابران و رانندگان، هندسه راه، و شرایط محیط راه ارتباط بسیاری با فراوانی و شدت تصادفات عابران پیاده در تقاطعات دارد [۱۹]. دومین مقاله پر استناد "تحلیل دوجمله‌ای منفی فراوانی تصادفات تقاطعات" می‌باشد که توسط پوچ و همکاران[3] در سال ۱۹۹۶ منتشر شده است [۲۰]. از طرف دیگر این مقاله قدیمی‌ترین مقاله فهرست می‌باشد و در مورد توسعه مدل‌های دوجمله‌ای منفی فراوانی تصادفات در ۶۳ تقاطع در واشنگتن بحث می‌کند و روش‌های تجربی و توصیفی برای پیش‌بینی منافع کاهش تصادفات ارائه می‌دهد. از جدیدترین مقاله‌های این فهرست می‌توان به مقاله هافنر و همکاران[4] در سال ۲۰۱۳ تحت عنوان "جلوگیری از برخورد در تقاطعات: الگوریتم‌ها و آزمایش‌ها" اشاره کرد که دارای استناد سالیانه نسبتاً بالایی (۱۵/۷۷) نیز می‌باشد [۲۱]. هدف اصلی این مقاله ارائه یک الگوریتم تئوری غیرمتمرکز برای جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه با به کارگیری فنّاوری ارتباط دو وسیله نقلیه در تقاطعات می‌باشد.

۶- تحلیل هم-استنادی اسناد برای درک ساختار معنایی و فکری

در این قسمت تحلیل هم-استنادی بر روی سندهای علمی استناد شده انجام شده است و شبکه هم-استنادی منابع در شکل ۵ با استفاده از نرم‌افزار VOSviewer نمایش داده شده است. به طور کلی بر اساس تحلیل‌های هم-استنادی منابع، ساختار معنایی که بیانگر زمینه‌های پژوهش در ایمنی تقاطعات است به پنج دسته اصلی تقسیم می‌شود. نتایج تحلیل هم-استنادی برای مقالات منتخب در هر خوشه در جدول ۶ ارائه شده است. موضوعات اصلی و غالب تحقیقات ایمنی تقاطعات بر اساس پر استنادترین مقالات به شرح زیر تعریف می‌شوند:

۶- ۱- خوشه (قرمز): مطالعات فراوانی تصادفات تقاطعات

این خوشه در واقع مطالعات مربوط به فراوانی تصادفات تقاطعات را شامل می‌شود. از مراحل اصلی مدیریت ایمنی راه می‌توان به ارزیابی و تعیین

1 Lee c et al
2 Log-liner model
3 Poch M et al
4 Hafner Mr

جدول ۵. پراستنادترین مقالات در زمینه ایمنی تقاطعات

Table 5. Most cited papers at intersection safety

رتبه	نویسنده	عنوان	استناد کل	استناد کل در هر سال	منبع	سال
۱	Lee C	Comprehensive Analysis Of Vehicle-Pedestrian Crashes, At Intersections In Florida تحلیل جامع تصادفات وسیله نقلیه – عابر در تقاطعات در فلوریدا	۲۸۸	۱۶/۹۴۱۲	Accident Analysis & Prevention	۲۰۰۵
۲	Poch M	Negative Binomial Analysis Of Intersection-Accident Frequencies تحلیل دوجمله‌ای منفی فراوانی تصادفات در تقاطعات	۲۸۵	۱۰/۹۶۱۵	Journal of Transportation Engineering - Asce	۱۹۹۶
۳	Miaou Sp	Modeling Traffic Crash Flow Relationships For Intersections – Dispersion Parameter, Functional Form, And Bayes Versus Empirical Bayes Methods مدل‌سازی روابط جریان تصادفات ترافیکی در تقاطعات- پارامتر پراکندگی، فرم عملکردی، و روش‌های بیز در مقابل بیز تجربی	۲۲۰	۱۱/۵۷۸۹	Transport Research Record	۲۰۰۳
۴	Helai H	Severity Of Driver Injury And Vehicle Damage In Traffic Crashes At Intersections: A Bayesian Hierarchical Analysis شدت جراحت راننده و آسیب وسیله تقلیه در تصادفات ترافیکی در تقاطعات: تحلیل بیز سلسله مراتبی	۱۹۳	۱۳/۷۸۵۷	Accident Analysis & Prevention	۲۰۰۸
۵	Chin Hc	Applying The Random Effect Negative Binomial Model To Examine Traffic Accident Occurrence At Signalized Intersections استفاده از مدل دوجمله‌ای منفی اثر تصادفی برای بررسی وقوع تصادفات ترافیکی در تقاطعات چراغدار	۱۹۰	۱۰	Accident Analysis & Prevention	۲۰۰۳
۶	Preusser Df	Fatal Crash Risk For Older Drivers At Intersections ریسک تصادفات فوتی برای رانندگان مسن در تقاطعات	۱۶۵	۶/۸۷۵	Accident Analysis & Prevention	۱۹۹۸
۷	Wang Xs	Temporal And Spatial Analyses Of Rear-End Crashes At Signalized Intersections تحلیل مکانی و زمانی تصادفات جلو به عقب در تقاطعات چراغدار	۱۴۵	۹/۰۶۲۵	Accident Analysis & Prevention	۲۰۰۶
۸	Persaud Bn	Safety Effect Of Roundabout Conversions In The United States – Empirical Bayes Observational Before-After Study تاثیر ایمنی تبدیلات میدان‌ها در ایالات متحده: مطالعه‌ی میدانی قبل و بعد به روش بیز تجربی	۱۴۴	۶/۸۵۷۱	Transport Research Record	۲۰۰۱
۹	Rizzo M	Simulated Car Crashes At Intersections In Drivers With Alzheimer Disease تصادفات اتومبیل شبیه‌سازی شده در تقاطعات برای رانندگان دچار بیماری فراموشی	۱۴۲	۶/۷۶۱۹	Alzheimer Disease & Associated Disorders	۲۰۰۱
۱۰	Hafner Mr	Cooperative Collision Avoidance At Intersections: Algorithms And Experiments پیشگیری از برخوردهای زنجیره‌ای در تقاطعات: الگوریتم‌ها و تجربیات	۱۴۲	۱۵/۷۷۷۸	IEEE Transactions on Intelligent Transportation	۲۰۱۳

جدول ۶. نتایج تحلیل هم-استنادی برای مطالعات منتخب

Table 6. Co-citation analysis results for the selected papers

خوشه	نویسنده	مطالعه	استناد	مجموع هم استنادی	تعداد پیوند
مطالعات فراوانی تصادفات تقاطعات	Poch M	Negative Binomial Analysis of Intersection-Accident Frequencies تحلیل دوجمله‌ای منفی فراوانی تصادفات در تقاطعات	۶۴	۳۳۷	**۵۷**
	Lord D	The statistical analysis of crash-frequency data: A review and assessment of methodological alternatives تحلیل آماری داده‌های فراوانی تصادفات: مرور و ارزیابی روش‌ها	۵۷	۲۹۱	**۵۲**
مطالعات اقدامات و شاخص‌های عملکرد ایمنی تقاطعات	Persaud Bn	Safety effect of roundabout conversions in the united states: Empirical bayes observational before-after study تاثیر ایمنی تبدیلات میدان‌ها در ایالات متحده: مطالعه‌ی میدانی قبل و بعد به روش بیز تجربی	۳۱	۶۶	**۳۲**
	Sayed T	Traffic conflict standards for intersections استانداردهای تداخل ترافیکی در تقاطعات	۲۸	۸۵	**۲۷**
مطالعات شدت تصادفات تقاطعات	Abdel-aty m	Exploring the overall and specific crash severity levels at signalized intersections بررسی سطوح کلی و جزئی شدت تصادفات در تقاطعات چراغ دار	۲۶	۱۰۷	**۳۳**
	Milton Jc	Highway accident severities and the mixed logit model: An exploratory empirical analysis شدت تصادفات بزرگراهی و مدل لوجیت آمیخته: تحلیل تجربی توصیفی	۲۱	۱۰۹	**۴۰**
مطالعات تخمین سطح ایمنی و تحلیل داده‌های تصادفات تقاطعات	Mannering F	Analytic methods in accident research: Methodological frontier and future directions روش‌های تحلیلی در تحقیقات تصادف: مرزهای روش‌شناختی و مسیر آینده	۳۰	۱۸۳	**۴۸**
	Hauer E	Estimating safety by the empirical Bayes method: a tutorial تخمین ایمنی با روش بیز تجربی: آموزش	۲۶	۸۷	**۳۵**
مطالعات ایمنی کاربران آسیب‌پذیر در تقاطعات	Lee c	Comprehensive analysis of vehicle–pedestrian crashes at intersections in Florida تحلیل جامع تصادفات وسیله نقلیه – عابر در تقاطعات در فلوریدا	۲۴	۱۲۲	**۴۲**
	Jacobsen Pl	Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling ایمنی در تعداد: پیاده و دوچرخه سوار بیشتر، پیاده‌روی و دوچرخه سواری ایمن‌تر	۲۲	۱۰۹	**۳۶**

ایمنی زیرساخت‌های راه[1] که به وسیله پیش‌بینی فراوانی تصادفات قابل اجرا می‌باشد اشاره کرد [۲۲]. از پرطرفدارترین مدل‌های فراوانی تصادفات می‌توان به رگرسیون پواسون و دوجمله‌ای منفی اشاره کرد که به وفور برای تقاطعات نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۲۳]. از پر استنادترین مقاله‌های این خوشه می‌توان به مطالعه پوچ و همکاران تحت عنوان " تحلیل دوجمله‌ای منفی فراوانی تصادفات تقاطعات " اشاره کرد که مدل‌های دوجمله‌ای منفی فراوانی تصادفات را برای ۶۳ تقاطع در واشنگتن توسعه داده است [۲۰]. یکی از کاربردهای مدل‌های دوجمله‌ای منفی در غلبه بر بیش پراکنشی داده‌ها می‌باشد هنگامی که واریانس تصادفات از میانگین تصادفات بالاتر است که شرط اولیه ساخت مدل‌های پواسون برابری میانگین و واریانس می‌باشد [۲۴]. با دید وسیع‌تر می‌توان گفت مطالعات مربوط به مدل‌های فراوانی دوجمله‌ای منفی تصادفات برای تقاطعات در این خوشه بیشتر به چشم می‌خورد که نشان دهنده آن است که توزیع دوجمله‌ای منفی از پرکاربردترین توزیع‌ها در ساخت مدل‌های فراوانی تصادفات برای تقاطعات می‌باشد [۲۵–۲۸].

۶– ۲– خوشه (آبی): مطالعات شدت تصادفات تقاطعات

شناسایی عوامل تأثیرگذار بر شدت تصادفات به منظور انتخاب اقدامات مناسب جهت بهبود ایمنی راه اهمیت دارد [۲۹]. این خوشه شامل مطالعات مربوط به شدت تصادفات تقاطعات است. پر استنادترین مقاله این خوشه "توصیف سطوح کلی و جزئی شدت تصادفات در تقاطعات چراغ‌دار" می‌باشد که توسط محمد عبدل–اتی در سال ۲۰۰۵ به انتشار رسیده است [۳۰]. این مطالعه عوامل مختلف تأثیرگذار بر شدت آسیب تصادفات در تقاطع‌های چراغ‌دار را بررسی می‌کند. روش پروبیت ترتیبی[2] برای در نظر گرفتن آن که سطوح آسیب ماهیت ترتیبی دارند مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نتایج حاکی از آن است که وجود راه‌های فرعی جدا شده و محدودیت سرعت بالا در راه فرعی شدت تصادفات عابران پیاده و دوچرخه سوار را در تقاطعات کاهش می‌دهد. همچنین در تصادفات رویکردهای گردش به چپ، احتمال آسیب دیدگی‌های شدید بیشتر است. از مطالعات پر استناد دیگر در زمینه شدت آسیب دیدگی تصادفات در تقاطعات می‌توان به مقالات جان میلتون[3] [۳۱] و ریچارد تای[4] [۳۲] اشاره کرد که به ترتیب از مدل‌های لوجیت مرکب[5] و پروبیت ترتیبی[6] برای بررسی سطوح آسیب دیدگی استفاده کرده‌اند. به طور کلی، متغیرهای مربوط به حجم مانند متوسط ترافیک روزانه در هر خط، متوسط ترافیک روزانه کامیون مانند درصد کامیون و اثرات آب و هوایی مانند بارش برف بهتر است به عنوان پارامترهای تصادفی مدل‌ها و مشخصات مسیر مانند میزان انحنا و اصطکاک روسازی به عنوان پارامترهای ثابت در مدل‌های لوجیت مرکب در نظر گرفته شوند [۳۱]. همچنین نوع وسایل نقلیه، نوع راه، نوع برخورد، ویژگی‌های رانندگان و ساعت روز از عوامل مهم تأثیرگذار شناخته شده بر شدت آسیب دیدگی در تقاطعات می‌باشد [۳۲].

۶– ۳– خوشه (سبز): مطالعات اقدامات و شاخص‌های عملکرد ایمنی تقاطعات

اقدامات قانونی مختلفی در زمینه ایمنی راه اجرا شده است که نتایج مفیدی را در بر داشته است. از اولین اقدامات اعمال شده برای افزایش ایمنی شبکه راه‌ها می‌توان به معرفی گواهی‌نامه رانندگی برای رانندگان و محدودیت سرعت به ترتیب در سال‌های ۱۹۵۲ و ۱۹۵۷ اشاره کرد [۲۹]. در اصل این خوشه در برگیرنده مطالعات مربوط به اقدامات اعمال شده برای بهبود عملکرد ایمنی تقاطعات راه می‌باشد. پر استنادترین مقاله این خوشه توسط بواند پرساد در سال ۲۰۰۱ تحت عنوان "تأثیر ایمنی تبدیل تقاطعات در آمریکا" منتشر شده است [۳۳]. در این مقاله، مطالعه قبل و بعد با روش بیز تجربی[7] برای تبدیل ۲۳ تقاطع به میدان‌های مدرن اجرا شده است. نتایج نشان دهنده کاهش ۴۰ درصدی منطقی در تمامی سطوح آسیب، کاهش ۸۰ درصدی در تصادفات جرحی و کاهش ۹۰ درصدی در تعداد تصادفات جرحی شدید و فوتی است که این اقدام منجر به بهبود ایمنی شبکه شده است. از مراجع پر استناد دیگری که در این زمینه توصیه‌های مفیدی ارائه کرده است کتاب راهنمای ایمنی بزرگراه‌های[8](HSM) آشتو[9] می‌باشد [۳۴]. هدف HSM ارائه اطلاعات کمی برای ارتقا تصمیم‌گیری در بهبود ایمنی راه‌ها می‌باشد. شاخه‌های پر استناد دیگر در این خوشه شاخص‌های جایگزین و استانداردهای تداخلات[10] یا رویدادهای نزدیک به تصادفات برای تخمین ایمنی ترافیک در تقاطعات می‌باشد [۳۵–۳۸].

1 Road Infrastructure Safety Assessment
2 Probit ordered
3 John C. Milton
4 Richard Tay
5 Mixed logit
6 Ordered probit
7 Empirical Bayesian
8 Highway safety manual
9 AASHTO
10 Conflict

۶- ۴- خوشه (زرد): مطالعات تخمین سطح ایمنی و تحلیل داده‌های تصادفات تقاطعات

مطالعات این بخش در زمینه تحلیل داده‌های تصادفات به منظور تخمین سطح ایمنی تقاطعات می‌باشد. بر طبق پر استنادترین مقاله این خوشه تحت عنوان "روش‌های تحلیل در مطالعات تصادفات"، روش‌های تحلیل داده‌های تصادفات برای تخمین سطح ایمنی به دو دسته تحلیل‌های فراوانی تصادفات و تحلیل‌های شدت تصادفات تقسیم می‌شوند و انواع آن‌ها در جدول ۷ ذکر شده‌اند [۳۹]. مدل‌های پر استناد در زمینه تقاطعات، مدل‌های پواسون، دوجمله‌ای منفی [۳۹]، پواسون گاما پرصفر [۴۰]، مدل سلسله مراتبی دوجمله‌ای لوجستیک [۴۱]، رگرسیون چند متغیره لوجستیک [۴۲]، روش‌های بیز [۴۳] و بیز تجربی [۴۴] می‌باشند. در این زمینه برای افزایش دقت تخمین، تقاطعات در دو دسته برون‌شهری و درون‌شهری مورد مطالعه قرار می‌گیرند و اکثراً به صورت مجزا برای سه نوع تقاطعات چراغ‌دار، بدون کنترل، میدان‌ها و تقاطعات غیر هم‌سطح مدل‌های شدت و فراوانی تصادفات توسعه داده می‌شوند [۴۶]. مطالعات نشان داده‌اند که تقاطعات بدون کنترل معمولاً دارای بیشترین نرخ تصادفات نسبت به میدان‌ها، تقاطعات چراغ‌دار و تقاطعات غیر هم‌سطح در سطح درون و برون‌شهری هستند [۲۲]. نرخ تصادفات برای تقاطعات بدون کنترل ۴ طرفه درون‌شهری دارای بیشترین مقدار نسبت به همه حالت‌ها می‌باشد. نرخ تصادفات میدان‌ها و تقاطعات چراغ‌دار نیز دارای مقدار بیشتری می‌باشند به طوری که نرخ تصادفات میدان‌ها بیشتر از تقاطعات چراغ‌دار در مناطق برون‌شهری است ولی در سطح درون‌شهری با توجه به تعداد زانوهای تقاطعات می‌تواند متفاوت باشد. تحقیقات گسترده‌ای نیز در زمینه شدت تصادفات برای شکل‌های مختلف تقاطعات مانند تقاطعات بدون چراغ [۴۸ و ۴۷]، تقاطعات چراغ‌دار [۵۰ و ۴۹]، میدان‌ها [۵۳-۵۱ و ۳۳] و تقاطعات هم‌سطح با راه‌آهن [۵۵ و ۵۴] انجام شده است. همان‌طور که در قسمت ۶-۳ نیز گفته شد جایگزینی میدان‌ها به جای تقاطعات باعث کاهش قابل‌توجه‌ای در تمامی سطوح شدت (فوتی، جرحی و خسارتی) تصادفات و آسیب‌دیدگی است [۳۳]. به طور کلی تأثیر این تبدیل در تقاطعات چهار طرفه بیشتر از تقاطعات سه طرفه است و همچنین در تقاطعات با علائم رعایت حق تقدم بیشتر از تقاطعات با علائم و چراغ‌های راهنمایی و رانندگی است و از نظر شکل هندسی می‌توان گفت که میدان‌های کوچک جایگزین، ایمن‌تر از میدان‌های بزرگ هستند [۵۳].

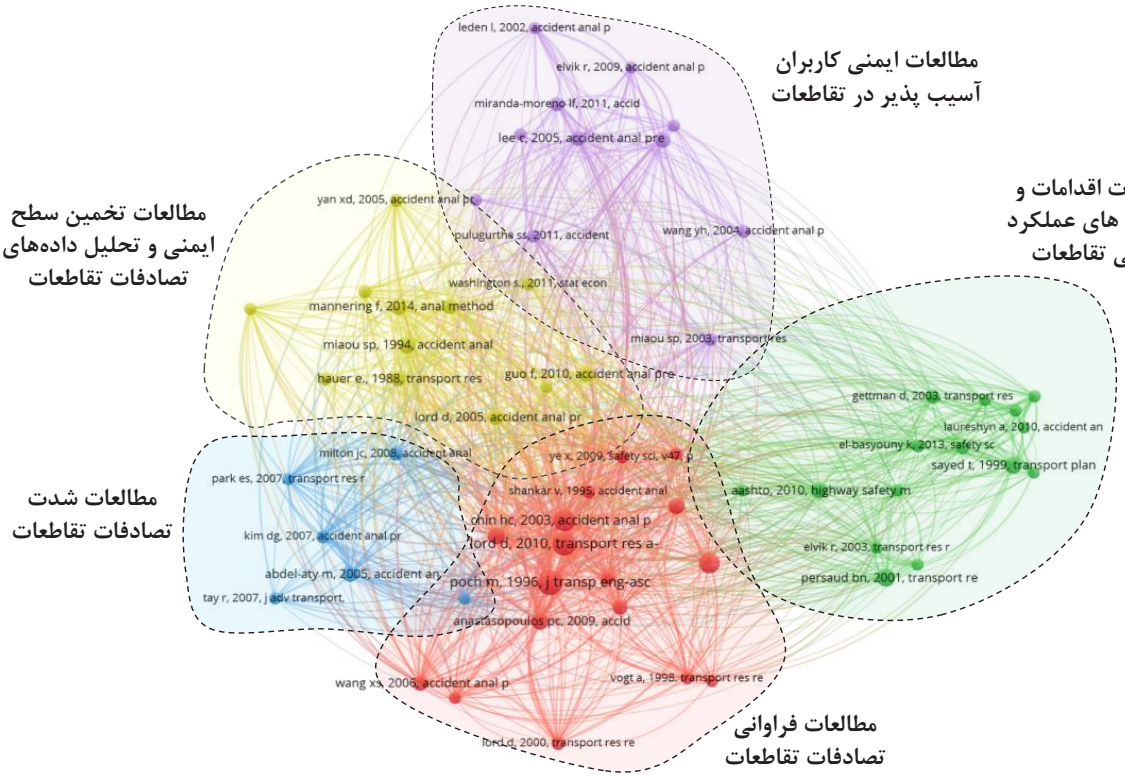
۶- ۵- خوشه (بنفش): مطالعات ایمنی کاربران آسیب‌پذیر در تقاطعات

در بین کاربران شبکه راه‌ها دوچرخه سواران و عابران پیاده از آسیب‌پذیرترین نوع کاربران می‌باشند. به طور کلی طبق گزارش بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۸، ۲۶ درصد از تلفات جاده‌ها مربوط به دوچرخه سواران و عابران پیاده می‌باشد که نشان دهنده شدت آسیب دیدگی بالای این گروه نسبت به بقیه کاربران است [۵۶]. از طرفی تقاطعات از پرازدحام‌ترین نقاط شبکه می‌باشد که تداخلات و پیچیدگی‌های حرکت مختلفی دارد و می‌تواند باعث حواس پرتی کاربران مختلف شود. این خوشه در اصل مطالعات ایمنی کاربران آسیب‌پذیر مانند دوچرخه سوار و عابران پیاده را در تقاطعات را در خود می‌گنجاند. پر استنادترین مقاله این قسمت مقاله لی و همکاران در سال ۲۰۰۵ تحت عنوان "تحلیل جامعی بر تصادفات وسایل نقلیه و عابران پیاده در تقاطعات فلوریدا" می‌باشد که در قسمت نتایج توصیفی نیز به آن اشاره شد. همان‌طور که در قسمت‌های قبل گفته شد این مطالعه با هدف تحلیل جامع تصادفات عابران پیاده با وسایل نقلیه در طی ۴ سال در تقاطعات فلوریدا با مدل لوگ خطی و پروبیت ترتیبی توسعه پیدا کرد. نتایج نشان داد که متوسط حجم ترافیکی باعث افزایش تصادفات عابران پیاده در تقاطعات می‌شود و عوامل جمعیتی در عابران و رانندگان، هندسه راه و شرایط محیط راه دارای همبستگی بالایی با فراوانی و شدت تصادفات عابران پیاده در تقاطعات دارد. از عوامل تأثیرگذار بالقوه‌ی دیگر بر ایمنی عابران پیاده، الگوی ترافیک (رویکردهای گردش به چپ و راست) در تقاطعات چراغ‌دار می‌باشد به طوری که رویکردهای گردش به چپ دارای ریسک تصادفات عابران پیاده بالاتری نسبت به رویکردهای گردش به راست هستند، ولی در جریان‌های کم ترافیک ریسک تصادفات یکسانی دارند [۵۷]. همچنین افزایش جریان عابران پیاده و دوچرخه سوار، باعث کاهش ریسک تصادفات در تقاطعات چراغ‌دار و افزایش جریان وسایل نقلیه باعث افزایش تصادفات عابران پیاده می‌شود و سیاست‌های مشوق حمل‌ونقل فعال باعث افزایش ایمنی در تقاطعات می‌شود [۵۹-۵۷]. علاوه بر آن، متغیرهایی مانند سن کم و تاریکی شب منجر به تصادفات با شدت آسیب دیدگی بالا می‌شود و محدودیت سرعت بالا و تقاطعات چراغ‌دار همراه با تصادفات با شدت آسیب دیدگی خفیف برای کاربران آسیب‌پذیر می‌باشد [۶۰].

جدول ۷.روش‌های تحلیل داده‌های تصادفات [۳۹]

Table 7. Analysis methods of crash data

روش‌های تحلیل شدت تصادفات	روش‌های تحلیل فراوانی تصادفات
Binary logit/probit models مدل لوجیت دوتایی/پروبیت	Poisson regression model مدل رگرسیون پواسون
Multinomial logit models مدل لوجیت چند متغیره	Negative binomial/Poisson gamma models مدل دوجمله‌ای منفی/ پواسون گاما
Nested logit models مدل لوجیت آشیانه‌ای	Duration models مدل‌های مدت زمان
Sequential logit/probit models مدل لوجیت و پروبیت دنباله‌ای	Bivariate/multivariate models مدل دومتغیره/ چند متغیره
Heteroskedastic ordered logit/probit models مدل هتروسکدستیک لوجیت و پروبیت ترتیبی	Zero-inflated Poisson and negative binomial models مدل پواسون پرصفر و دوجمله‌ای منفی
Ordered logit/probit models مدل لوجبت و پروبیت	Random effects models, spatial and temporal correlation models مدل اثر تصادفی، همبستگی فضایی و زمانی
Log-linear models مدل لوگ-خطی	Generalized estimating equation models مدل تخمین معادله تعمیم یافته
Generalized ordered outcome models مدل ترتیبی خروجی تعمیم یافته	Neural network, Bayesian Neural network, and vector machine models مدل شبکه عصبی، شبکه عصبی بیز، بردار و مدل‌های ماشین
Simultaneous binary logit model مدل لوجیت دوتایی همزمان	Hierarchical/multilevel models مدل‌های چند متغیره سلسه مراتبی
Bivariate/multivariate binary probit models مدل پروبیت دوتایی دو متغیره و چند متغیره	Negative multinomial model مدل چند متغیره دوجمله‌ای منفی
Bivariate/multivariate ordered probit models مدل پروبیت ترتیبی دومتغیره و چند متغیره	Poisson-lognormal and PoissonWeibull models مدل پواسون لوگ نرمال
Artificial neural networks مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی	Gamma model مدل گاما
Mixed joint binary ordered logit model مدل مشترک ترکیبی دوتایی ترتیبی لوجیت	Conway-Maxwell-Poisson model مدل کان وِی- ماکسول – پواسون
Mixed logit model (random parameters logit model) مدل لوجیت ترکیبی (پارامترهای تصادفی)	Censored regression models مدل رگرسیون سانسور شده
Partial proportional odds model مدل احتمال نسبی جزئی	Generalized additive models مدل جمعی تعمیم یافته
Finite-mixture/latent-class and Markov switching models مدل سوئیچینگ آمیخته‌ی محدود / مارکوف	Random parameters count models مدل پارامترهای تصادفی شمارشی
Heterogeneous outcome model مدل خروجی ناهمگن	Finite-mixture/latent-class and Markov switching models مدل سوئیچینگ آمیخته‌ی محدود / مارکوف
Mixed ordered probit (random parameters probit) model مدل ترکیبی ترتیبی پروبیت (پارامترهای تصادفی پروبیت)	Negative binomial-Lindley model مدل دوجمله‌ای منفی-لیندلی
Spatial and temporal correlations مدل همبستگی فضایی و مکانی	Count model recast as a generalized ordered-response system مدل شمارشی مجدد- سیستم پاسخ ترتیبی تعمیم یافته



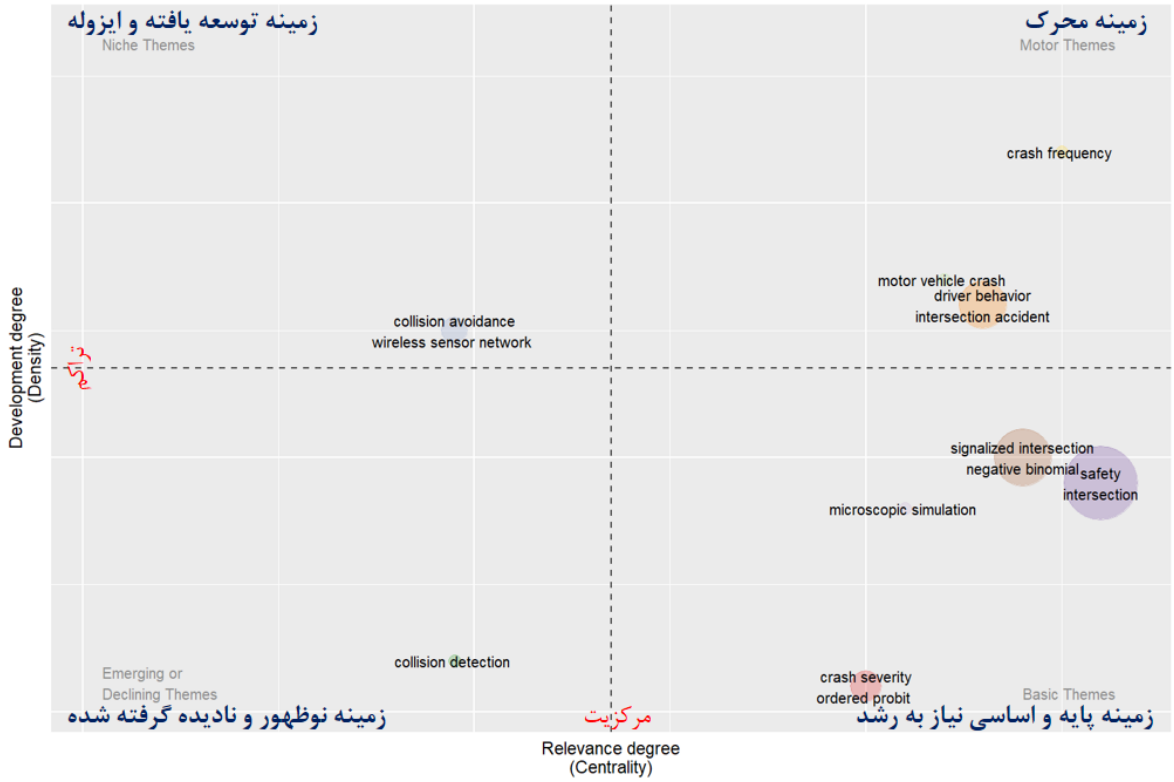
شکل ۵. شبکه هم-استنادی مراجع در زمینه ایمنی تقاطعات (نرم‌افزار Vosveiwer)

Fig. 5. Co-citation network of references at intersection safety (VOSviewer software)

۷- طبقه‌بندی عناوین ایمنی تقاطعات-تحلیل زمانی

در این قسمت بر اساس کلید واژگان نویسندگان سعی داریم جبهه‌های تحقیق در زمینه ایمنی تقاطعات را در طول بازه تحلیل (۱۹۶۵-۲۰۲۱) با استفاده از نقشه‌های شماتیک طبقه‌بندی کنیم. در این بخش کلید واژگان پاک‌سازی شده با استفاده از تحلیل هم-رخدادی خوشه‌بندی شده‌اند و در نقشه شماتیک نمایش داده شده‌اند. همان‌طور که در قسمت‌های قبلی توصیف داده شد، بر اساس تراکم و مرکزیت کلید واژگان زمینه‌های تحقیق به ۴ گروه "زمینه محرک"، "توسعه یافته و ایزوله"، "نوظهور و نادیده گرفته شده" و "زمینه‌های پایه و اساسی نیاز به رشد" تقسیم می‌شوند. با توجه به نحوه رشد مقالات در قسمت تحلیل توصیفی، از بازه ۱۹۶۵ تا ۲۰۰۰ به دلیل عدم شکل‌گیری پایه‌های اصلی زمینه ایمنی تقاطعات در تحلیل‌های هم-رخدادی صرف‌نظر شده است. با توجه به نمودار رشد مقالات، جبهه‌های تحقیق در سه بازه ۲۰۱۰-۲۰۰۰، ۲۰۱۵-۲۰۱۰ و ۲۰۲۱-۲۰۱۵ بررسی شده‌اند. در اصل عنوان‌های مقالات را بر اساس کلید واژگان این قسمت می‌توان ارزش‌دهی کرد. شکل ۶ نشان دهنده نقشه شماتیک کلید واژگان نویسندگان در بازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰ می‌باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود جبهه‌های تحقیق مانند فراوانی تصادفات[1]، رفتار رانندگان[2]، با تراکم بالا و مرکزیت بالا در قسمت زمینه‌های محرک قرار می‌گیرند که نشان دهنده توسعه یافتگی و اهمیت بالای این خوشه‌ها در این دوره می‌باشد. از طرفی عنوان‌هایی مانند جلوگیری از برخورد[3] و شبکه حسگرهای بی‌سیم[4] که شاخه‌ای از سیستم حمل‌ونقل هوشمند می‌باشد در قسمت توسعه یافته و ایزوله قرار گرفته است. این موضوعات در حقیقت از شاخه‌های بیرونی زمینه ایمنی تقاطعات می‌باشند که توسعه نیز یافته‌اند. عنوانی مانند تشخیص برخورد[5] از زمینه‌های نوظهور و نادیده گرفته شده می‌باشد که امکان دارد در دوره‌های بعد مورد توجه قرار گیرد یا به طور کلی از تحقیقات خارج شود. زمینه‌های پایه و اساسی که نیاز به رشد بیشتر دارند و در ربع چهارم

1 Crash frequency
2 Driver behavior
3 Collision avoidance
4 Wireless sensor network
5 Collision detection



شکل ۶. نقشه شماتیک کلید واژگان نویسندگان بین ۲۰۱۰-۲۰۰۰

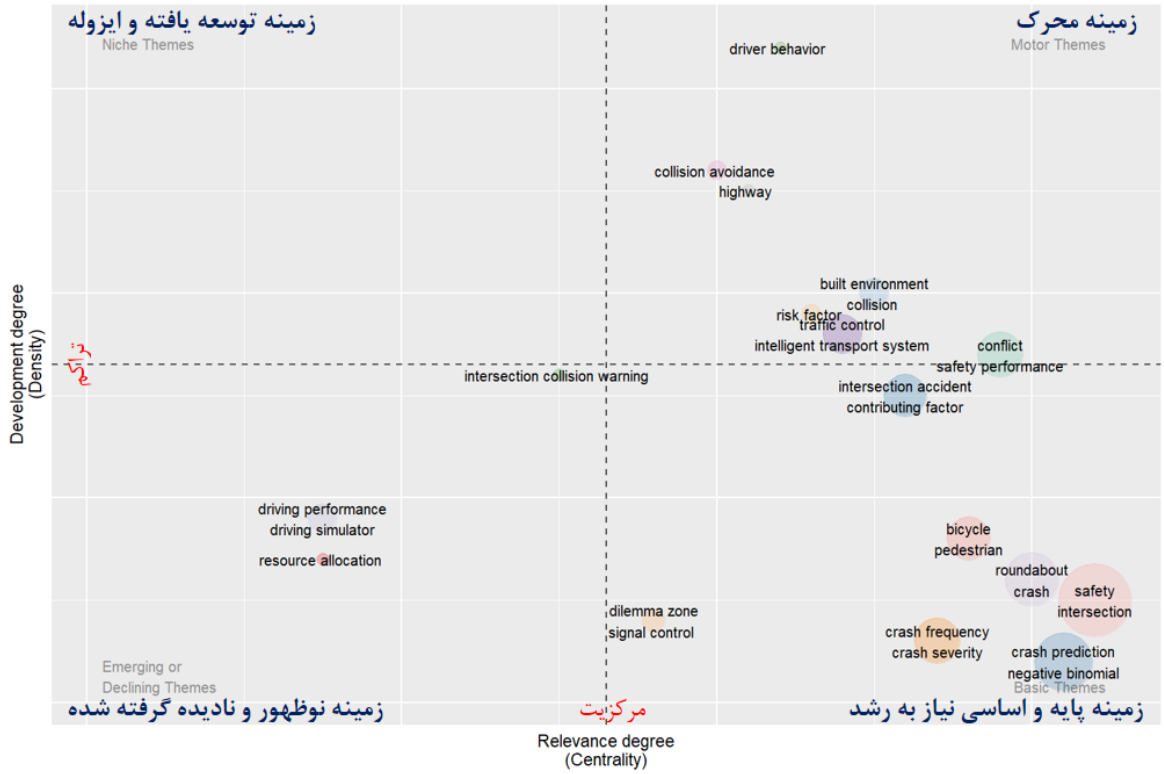
Fig. 6. Thematic map of authors keywords during 2000-2010

قرار گرفته‌اند موضوعاتی مانند تقاطعات چراغ‌دار[1]، شبیه‌سازی میکروسکوپی[2]، شدت تصادفات[3]، پروبیت ترتیبی[4] و دوجمله‌ای منفی[5] می‌باشند. در حقیقت موضوعاتی که همراه با این کلید واژگان هستند مستعد رشد در دوره بعدی است.

شکل ۷ نشان دهنده نقشه شماتیک کلید واژگان در بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۱۰ می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود تعداد کلمات در این دوره به شکل قابل‌توجهی در طی مدت کوتاه‌تر افزایش پیدا کرده است که دلیل آن می‌تواند رشد شاخه‌های مختلف در ایمنی تقاطعات و افزایش ارسال مقالات باشد. موضوعاتی مانند رفتار رانندگان، جلوگیری از برخورد، محیط اطراف[6]، عامل خطر[7]، سیستم حمل‌ونقل هوشمند[8]، تداخل و عملکرد ایمنی[9] در ربع اول قرار گرفته‌اند و حاکی از اهمیت و مرکزیت بالای آن‌ها می‌باشد. موضوعاتی مانند هشدار برخورد در تقاطعات[10]، عملکرد رانندگی[11]، شبیه‌ساز رانندگی[12] و تخصیص منابع[13] در دسته موضوعات نوظهور و نادیده گرفته شده در ایمنی تقاطعات طی بازه ۲۰۱۵-۲۰۱۰ قرار گرفته‌اند و اما موضوعاتی مانند ناحیه تردید[14]، کنترل چراغ[15]، عامل مؤثر[16]، دوچرخه سواران، عابران پیاده، میدان[17]، شدت تصادفات، فراوانی تصادفات، پیش‌بینی تصادفات و دوجمله‌ای منفی به عنوان موضوعات پایه و اساسی در این دوره شناخته می‌شود.

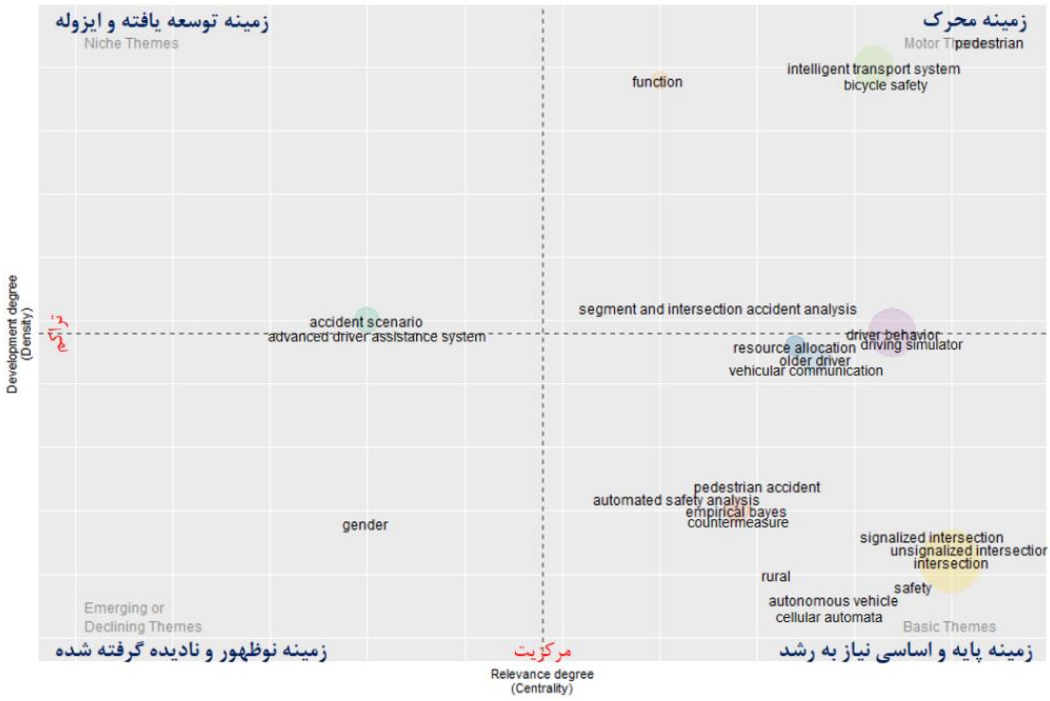
شکل ۸ نشان دهنده طبقه‌بندی شماتیک موضوعات در طی پنج سال اخیر می‌باشد. جبهه‌های تحقیقاتی که در این قسمت شناسایی می‌شوند اهمیت بالایی در توسعه مطالعات آینده خواهند داشت. تعداد کلمات و مقالات همانند مرحله قبل در این دوره افزایش پیدا کرده است و حاکی از آن است

1 Signalized intersection
2 Microscopic simulation
3 Crash severity
4 Orderd probit
5 Negative binominal
6 Build environment
7 Risk factor
8 Intelligent transport system
9 Safety performance
10 Intersection collision warning
11 Driving performance
12 Driving simulator
13 Resource allocation
14 Dilemma zone
15 Signal control
16 Contributing factor
17 Roundabout



شکل ۷. نقشه شماتیک کلید واژگان نویسندگان بین ۲۰۱۵-۲۰۱۰

Fig. 7. Thematic map of authors keywords during 2010-2015



شکل ۸. نقشه شماتیک کلید واژگان نویسندگان بین ۲۰۲۱-۲۰۱۵

Fig. 8. Thematic map of authors keywords during 2015-2021

جدول ۸. طبقه‌بندی عنوان‌ها در زمینه ایمنی تقاطعات

Table 8. Classification of intersection safety titles

بازه	زمینه محرک	زمینه توسعه یافته و ایزوله	زمینه نوظهور و نادیده گرفته شده	زمینه پایه و اساسی رو به رشد
2000-2010	فراوانی تصادفات، تصادفات وسیله نقلیه موتوری، رفتار راننده، تصادفات تقاطع	جلوگیری از برخورد، شبکه حسگر بی‌سیم	تشخیص برخورد	**تقاطع چراغ‌دار، دوجمله‌ای منفی، معادلات تخمین تعمیم یافته، شدت تصادفات، پروبیت ترتیبی**
2010-2015	رفتار راننده، تداخل، عملکرد ایمنی، ایمنی تقاطع، شبیه‌سازی میکروسکوپی، شاخص‌های جایگزین ایمنی، جلوگیری از برخورد، عامل خطر، کنترل ترافیک، سیستم حمل‌ونقل هوشمند	-	هشدار برخورد تقاطع، تخصیص منابع، عملکرد رانندگی، شبیه‌ساز رانندگی، سیستم هشدار برخورد تقاطع	**پیش‌بینی تصادف، دوجمله‌ای منفی، تقاطع بدون چراغ، تقاطع شهری، پروبیت ترتیبی، تصادف تقاطع، ایمنی، تقاطع، فروانی تصادف، شدت تصادف**
2015-2021	عابر پیاده، سیستم حمل‌ونقل هوشمند، ایمنی دوچرخه، کنترل ترافیک، رفتار راننده، شبیه‌ساز رانندگی، اجرای چراغ قرمز	سناریوی تصادف، سیستم پیشرفته کمک راننده	جنسیت	**بیز تجربی، تقاطع، تخصیص منابع، ارتباط وسایل نقلیه، راننده مسن، تجزیه و تحلیل ایمنی خودکار، عملکرد ایمنی، تقاطع چراغ‌دار، برون‌شهری، تقاطع بدون چراغ**

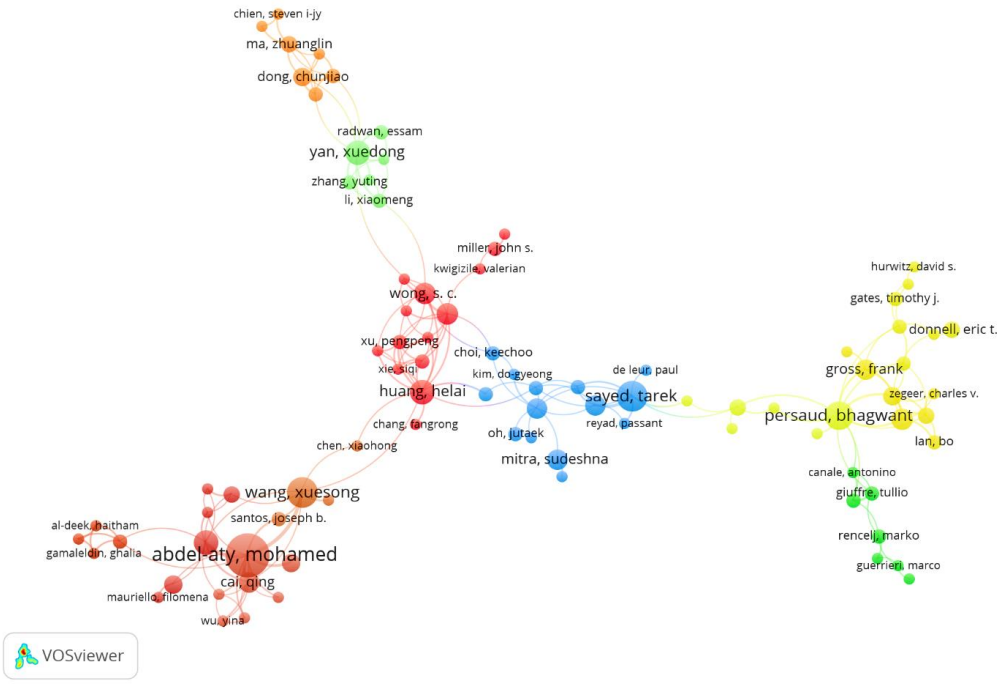
که پایه‌های اصلی و شاخه‌های علمی زمینه تحقیق ایمنی تقاطعات به خوبی توسعه یافته‌اند و نتیجه منطقی‌تری از طبقه‌بندی‌ها به ما خواهند داد. عنوان‌هایی مانند ایمنی دوچرخه سواران، عابران پیاده، سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، تابع عملکرد[1]، شبیه‌ساز رانندگی، رفتار راننده و تحلیل بخش‌ها و تقاطعات راه[2] به عنوان زمینه‌های محرک شناخته می‌شوند که موضوعاتی مانند رفتار رانندگان در طول تمامی بازه‌ها دارای تراکم بالا و مرکزیت بالا می‌باشد و حاکی از اهمیت رفتار رانندگان در مطالعات ایمنی تقاطعات می‌باشد. با کمی دقت مشاهده می‌شود که شبیه‌ساز رانندگی که در دوره قبل نوظهور بود در این دوره در بین موضوعات پراهمیت قرار گرفته است. زمینه‌های توسعه یافته و ایزوله شامل سناریو تصادفات[3] و سیستم پیشرفته کمک کننده راننده[4] هستند و جنسیت[5] به عنوان زمینه نوظهور و نادیده گرفته شده در این دوره ظهور کرده است. در نهایت زمینه پایه و اساسی که تراکم پایین ولی مرکزیت بالایی دارند شامل بیز تجربی[6]، تخصیص منابع، ارتباط وسایل نقلیه[7]، تجزیه و تحلیل ایمنی خودکار[8]، اقدامات[9]، تقاطعات چراغ‌دار، وسایل نقلیه خودران[10]، اتوماتای سلولی[11]، رانندگان مسن[12] و تقاطعات بدون چراغ[13] می‌باشد. در حقیقت این موضوعات می‌توانند جهت‌های مطالعاتی پنج سال بعد را توسعه دهند و توجه به این جبهه‌های تحقیق می‌تواند حائز اهمیت باشد. برای جمع‌بندی و خلاصه‌سازی طبقه‌بندی‌های موضوعات، جدول ۶ ارائه شده است که زیرمجموعه‌های عناوین اصلی را نیز با جزئیات بیشتر در خود جای داده است.

۸- تحلیل هم-تألیفی در گروه‌های تحقیقاتی ایمنی تقاطعات

برای افزایش همکاری‌های علمی در جهان، توسعه رشته‌های علمی و ایجاد شاخه‌های جدید، شناسایی شبکه ارتباطی اصلی نویسندگان و مؤسسات به منظور درک ساختار اجتماعی ضروری است. ارائه نقشه‌های هم-تألیفی روشی مؤثر برای جلوگیری از اتلاف وقت در یافتن هسته‌های علمی برای

1 Function
2 Segment and intersection analysis
3 Accident scenario
4 Advanced driver assistance system
5 Gender
6 Empirical bayes

7 Vehicular communication
8 Automated safety analysis
9 Countermeasure
10 Autonomous vehicle
11 Cellular automata
12 Older driver
13 Unsignalized intersection



شکل ۹. شبکه هم-تألیفی نویسندگان در مطالعات ایمنی تقاطعات

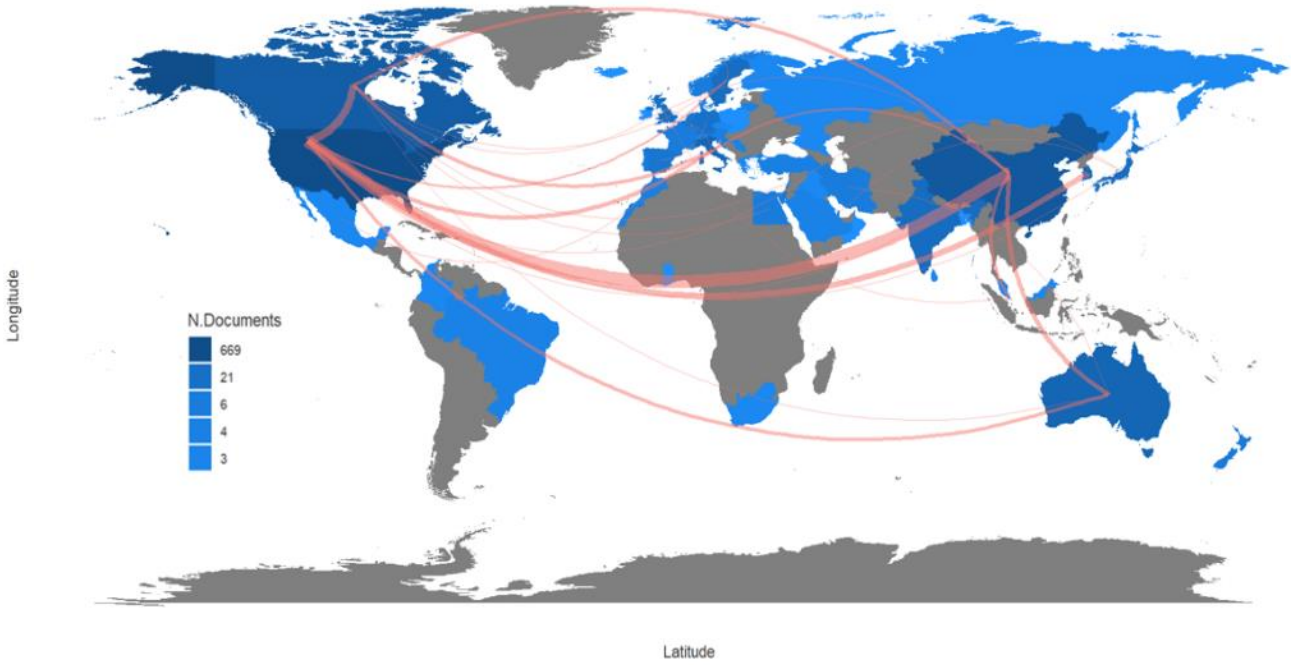
Fig. 9. Co-authorship network at intersection safety studies

دعوت به همکاری است. شبکه هم-تألیفی نویسندگان در ایمنی تقاطعات در شکل ۹ و نقشه همکاری جهانی کشورها نیز در شکل ۱۰ به ترتیب با استفاده از نمایشگرهای Vosviewer و Bibliometrix ارائه شده‌اند. بر اساس شبکه هم-تألیفی نویسندگان، هر گره به یک نویسنده اختصاص می‌یابد که اندازه گره‌ها با تعداد انتشارات افزایش می‌یابد و پهنای پیوندها نشان دهنده قدرت همکاری بین نویسندگان و کشورها می‌باشد. با توجه به تحلیل هم-تألیفی نویسندگان محمد عبدل-اتی[1]، استیجن دنیل[2]، هلای هانگ[3]، بواند پرساد[4] و وتس گییرت[5] دارای بیشترین قدرت همکاری و تعداد مقالات می‌باشند. از بین این گروه‌ها، خوشه قهوه‌ای به سرپرستی محمد عبدل-اتی دارای بزرگ‌ترین شبکه می‌باشند که نشان دهنده همکاری بیشتر علمی در پیشبرد اهداف علمی و ایجاد نوآوری در این گروه می‌باشد. همچنین شکل ۱۰ نشانگر شبکه هم-تألیفی بین کشورهای تولید کننده محتوای علمی در زمینه ایمنی تقاطعات می‌باشد. گره‌ها حجم انتشار هر کشور و پیوندها سهم همکاری را نشان می‌دهند. کشورهای آمریکا، چین، کانادا، استرالیا از موثرترین گره‌ها می‌باشند. بر طبق این نقشه جهانی کشورهای آمریکا و چین با هم بیشترین سطح همکاری در زمینه مطالعات ایمنی تقاطعات را دارند. توجه شود حداقل تعداد مقالات برای هر نویسنده و هر کشور برای حضور در شبکه‌ها و تشکیل خوشه‌ها ۲ مقاله در نظر گرفته شده است.

۹- نتیجه‌گیری

مطالعه حال حاضر به مروری بر ۷۴۴ مقاله در زمینه ایمنی تقاطعات با رویکردهای علم‌سنجی پرداخته است. برای این منظور، از ابزارهای VOSviewer و Bibliometrix برای انجام تحلیل توصیفی، هم-استنادی مراجع، تحلیل هم-رخدادی کلمات کلیدی و هم-تألیفی نویسندگان و کشورها با استفاده از مجموعه داده وب آو ساینس در تحقیقات ایمنی تقاطعات استفاده شده است. به منظور روشن شدن ابعاد ساختاری ایمنی تقاطعات، یافته‌ها در دو بخش تجزیه و تحلیل توصیفی و نقشه‌بندی علم‌سنجی توضیح داده شد. نتایج رشد گسترده‌ای را در روند توسعه مطالعات ایمنی تقاطعات نشان داد. دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۱۰ به عنوان موثرترین بازه

1 Abdel-aty mohammad
2 Danielstijn
3 Huang helai
4 Persaud bhagwant
5 Wets geert



شکل ۱۰. نقشه جهانی هم-تألیفی کشورها در مطالعات ایمنی تقاطعات

Fig. 10. World map of co-authorship between countries at intersection safety studies

در مطالعات ایمنی تقاطعات شناخته شده است که بیشترین مقالات و رشد این دوره مربوط به نیمه دوم آن یعنی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۱ می‌باشد. با توجه به تحلیل توصیفی منابع مطالعات ایمنی تقاطعات، مجلات "تجزیه و تحلیل و پیشگیری از تصادفات" و "بایگانی تحقیقات حمل‌ونقل" دو ژورنال برتر منتشر کننده مقالات بودند. با توجه به شاخص‌های رتبه‌بندی مؤسسات، دانشگاه فلوریدا مرکزی در آمریکا، دانشگاه تونجی و دانشگاه جنوب شرقی بیشترین شاخص را به خود اختصاص داده است. به همین ترتیب با توجه به تحلیل هم-تألیفی نویسندگان، محمد عبدل-اتی، استیجن دنیل، هلای هانگ، بواند پرساد و وتس گییرت به عنوان نویسندگان برتر با بیشترین سطح همکاری شناخته شده‌اند. پر استنادترین مقاله در این مجموعه مقاله لی و همکاران [۱۹] در سال ۲۰۰۵ تحت عنوان "تحلیل جامعی بر تصادفات وسایل نقلیه و عابران پیاده در تقاطعات فلوریدا" می‌باشد که هدف آن تحلیل جامعی بر تصادفات عابران پیاده با وسایل نقلیه در تقاطعات فلوریدا است.

مقاله حال حاضر بر طبق تحلیل‌های هم-استنادی، ساختار معنایی مطالعات ایمنی تقاطعات را در پنج زمینه اصلی طبقه‌بندی کرده است که هر کدام جهت مطالعاتی خاصی را در ایمنی تقاطعات تعریف می‌کند. که عبارت‌اند از: (۱) مطالعات فراوانی تصادفات؛ (۲) شدت تصادفات؛ (۳) اقدامات و شاخص‌های عملکرد ایمنی؛ (۴) تخمین سطح ایمنی و تحلیل داده‌های تصادفات؛ (۵) ایمنی کاربران آسیب‌پذیر تقاطعات راه. همچنین مقالات پر استناد این پنج زمینه اصلی به ترتیب توسط پوچ و همکاران در سال ۱۹۹۶ [۲۰]، محمد عبدل-اتی و همکاران در سال ۲۰۰۵ [۳۰]، پرساد و همکاران در سال ۲۰۰۱ [۳۳]، مانرینگ[1] و همکاران در سال ۲۰۱۳ [۳۹] و لی و همکاران در سال ۲۰۰۵ [۱۹] منتشر شده است.

به عنوان یک نتیجه کلی از مفاهیم کلیدی زمینه‌های فوق‌الذکر می‌توان گفت، در ارزیابی و تخمین سطح ایمنی تقاطعات، مدل‌های پواسون دوجمله‌ای منفی و پواسون گاما پر صفر، بیشترین کاربرد را داشته‌اند. شایان ذکر است که در ارزیابی سطح ایمنی تقاطعات، متغیرهای محیط راه در مدل‌های شدت و فراوانی تصادفات نقشه بالقوه‌ای داشته‌اند. یافته‌ها بیانگر آن است که تقاطعات بدون کنترل دارای بیشترین نرخ تصادفات نسبت به سایر نوع تقاطعات هستند که شدت تصادفات نیز در این نوع تقاطعات در سطح بالاتری قرار دارند. در این زمینه برای کاهش تمامی سطوح شدت

1 Mannering F et al

تصادفات، تبدیل تقاطعات به میدان‌ها توصیه می‌شود. البته ناگفته نماند که نرخ تصادفات میدان بیشتر از تقاطعات در مناطق برون‌شهری است و در مناطق درون‌شهری می‌تواند بسته به شرایط، کمتر یا بیشتر باشد که باید بسته به شرایط منطقه و تحلیل هزینه- سود برای بهبود ایمنی تصمیم‌گیری شود. در این بین، کاربران آسیب‌پذیر مانند عابر پیاده و دوچرخه‌سوار بیشتر مورد تهدید تصادفات فوتی هستند. سن کم عابران پیاده و تاریکی شب باعث افزایش شدت این تصادفات می‌شوند. همچنین حجم بالای جریان ترافیک باعث افزایش تصادفات و حجم بالای جریان عابران پیاده باعث کاهش تصادفات در تقاطعات چراغ‌دار می‌شود. از طرفی تشویق به سیاست‌های حمل‌ونقل فعال و محدودیت سرعت در تقاطعات بیشتر توصیه می‌شود.

برای بررسی اهمیت و جایگاه جبهه‌های تحقیق، تحلیل هم-رخدادی بر روی کلمات نویسندگان انجام شد و با استفاده از نقشه‌های شماتیک نمایش داده شدند. نتایج نشان داد در بازه ۲۰۲۱-۲۰۱۵ با تعداد فراوانی مطالعات بیشتر، موضوعاتی مانند ایمنی دوچرخه سواران، عابران پیاده، سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، تابع عملکرد، شبیه‌ساز رانندگی، رفتار راننده و تحلیل بخش‌ها و تقاطعات راه به عنوان زمینه‌های محرک شناخته می‌شوند و موضوعاتی مانند بیز تجربی، تخصیص منابع، ارتباط وسایل نقلیه، تجزیه و تحلیل ایمنی خودکار، اقدامات، تقاطعات چراغ‌دار، وسایل نقلیه خودران، اتوماتای سلولی، رانندگان مسن و تقاطعات بدون چراغ به عنوان زمینه‌های پایه و اساسی می‌باشند و دارای تراکم کم، مرکزیت و اهمیت بالا هستند که نیاز به رشد مطالعاتی بالایی دارند و می‌توانند موضوعات تحقیقاتی آینده را پوشش دهند. هدف اصلی این مطالعه شناسایی ساختار مفهومی و معنایی مطالعات ایمنی تقاطعات بود که برای اولین بار با استفاده از روش علم‌سنجی برای در زمینه تقاطعات صورت گرفت. علاوه بر این بعدهای اصلی جوامع علمی منتشر کننده مقالات ایمنی تقاطعات را نیز شناسایی کرد. برای مطالعات آینده می‌توان جبهه‌های تحقیق و عناوین اصلی این مطالعه را با استفاده از روش مرور سیستماتیک با تعداد مقالات کم‌تر بررسی کرد.

منابع

[1] A. Tavakoli Kashani, A. Ahmadi Nezhad, A. Afshar, Evaluating the Effects of Countdown Timers on Intersection Safety: A Case Study in Arak, Iran, AUT Journal of Civil Engineering, (2019).

[2] A. Tavakoli Kashani, S. Amirifar, A. Mirhashemi, Investigating the impact of driver and vehicle characteristics on the risk of red-light running crashes, Amirkabir Journal of Civil Engineering, (2021).

[3] I.L.M.O, Iranian Legal Medicine Organization, (2020).

[4] FHWA, About Intersection Safety, https://safety.fhwa.dot.gov/intersection/about/index.cfm, (2021).

[5] R. Johnson, A. Watkinson, M. Mabe, The STM report, An overview of scientific and scholarly publishing. 5th edition October, (2018).

[6] V.P. Diodato, P. Gellatly, Dictionary of Bibliometrics, Psychology Press, 1994.

[7] I. Zupic, T. Čater, Bibliometric methods in management and organization, Organizational Research Methods, 18(3) (2015) 429-472.

[8] M.J. Cobo, F. Chiclana, A. Collop, J.d. Ona, E. Herrera-Viedma, A Bibliometric Analysis of the Intelligent Transportation Systems Research Based on Science Mapping, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 15 (2013).

[9] R.M. Gandia, F. Antonialli, B.H. Cavazza, A.M. Neto, D.A.D. Lima, J.Y. Sugano, I. Nicolai, A.L. Zambalde, Autonomous vehicles: scientometric and bibliometric review*, Transport Reviews, 39(1) (2019) 9-28.

[10] X. Zou, W.L. Yue, H.L. Vu, Visualization and analysis of mapping knowledge domain of road safety studies, Accident Analysis and Prevention, 118 (2018) 131-145.

[11] H. Ospina-Mateus, L.A.Q. Jiménez, F.J. Lopez-Valdes, K. Salas-Navarro, Bibliometric analysis in motorcycle accident research: a global overview, Scientometrics, 121(2) (2019) 793-815.

[12] K. van Nunen, J. Li, G. Reniers, K. Ponnet, Bibliometric analysis of safety culture research, Safety Science, 108 (2018) 248-258.

[13] M.J. Cobo, F. Chiclana, A. Collop, J. De Ona, E. Herrera-Viedma, A bibliometric analysis of the intelligent transportation systems research based on science mapping, IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., 15(2) (2014) 901-908.

[14] M. Aria, C. Cuccurullo, bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis, J. Inf., 11(4) (2017) 959-975.

[15]N.J. van Eck, L. Waltman, Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping, Scientometrics, 84(2) (2010) 523-538.

[16] S. Nakagawa, G. Samarasinghe, N.R. Haddaway, M.J. Westgate, R.E. O'Dea, D.W.A. Noble, M. Lagisz, Research Weaving: Visualizing the Future of Research Synthesis, Trends Ecol. Evol., 34(3) (2019) 224-238.

[17] B.C. Brookes, Theory of the Bradford law, Journal of documentation, (1977).

[18] W.O. Neal, W.A. Paddock, Submission of Issues in Uncontrolled-Intersection Collision Cases in Texas--Including a Related Discussion of Some Recent Trends in the Negligence Per Se Doctrine, Tex. L. Rev., 44 (1965) 1.

[19] C. Lee, M. Abdel-Aty, Comprehensive analysis of vehicle–pedestrian crashes at intersections in Florida, Accident Analysis & Prevention, 37(4) (2005) 775-786.

[20] M. Poch, F. Mannering, Negative binomial analysis of intersection-accident frequencies, Journal of transportation engineering, 122(2) (1996) 105-113.

[21] M.R. Hafner, D. Cunningham, L. Caminiti, D. Del Vecchio, Cooperative collision avoidance at intersections: Algorithms and experiments, IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., 14(3) (2013) 1162-1175.

[22] A. Adedokun, Application of Road Infrastructure Safety Assessment Methods at Intersections, in, 2016.

[23] M.J. Reurings, T. Eenink, R. Elvik, R. Cardoso, C. Stefan, Accident prediction models and road safety impact assessment: a state-of-the-art. Report D 2.1 of the RiPCORD-iSEREST project (Road Infrastructure Safety Protection-Core-Research and Development for Road Safety in Europe; Increasing safety and reliability of secondary roads for a sustainable Surface Transport), (2007).

[24] D. Lord, F. Mannering, The statistical analysis of crash-frequency data: a review and assessment of methodological alternatives, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 44(5) (2010) 291-305.

[25] H.C. Chin, M.A. Quddus, Applying the random effect negative binomial model to examine traffic accident occurrence at signalized intersections, Accident Analysis & Prevention, 35(2) (2003) 253-259.

[26] M.A. Abdel-Aty, A.E. Radwan, Modeling traffic accident occurrence and involvement, Accident Analysis & Prevention, 32(5) (2000) 633-642.

[27] X. Wang, M. Abdel-Aty, Temporal and spatial analyses of rear-end crashes at signalized intersections, Accident Analysis & Prevention, 38(6) (2006) 1137-1150.

[28] V. Shankar, F. Mannering, W. Barfield, Effect of roadway geometrics and environmental factors on rural freeway accident frequencies, Accident Analysis & Prevention, 27(3) (1995) 371-389.

[29] CROW, Road Safety Manual, ASVV Ede, (2009).

[30] M. Abdel-Aty, J. Keller, Exploring the overall and specific crash severity levels at signalized intersections, Accident Analysis & Prevention, 37(3) (2005) 417-425.

[31] J.C. Milton, V.N. Shankar, F.L. Mannering, Highway accident severities and the mixed logit model: an exploratory empirical analysis, Accident Analysis & Prevention, 40(1) (2008) 260-266.

[32] R. Tay, S.M. Rifaat, Factors contributing to the severity of intersection crashes, Journal of Advanced Transportation, 41(3) (2007) 245-265.

[33] B.N. Persaud, R.A. Retting, P.E. Garder, D. Lord, Safety effect of roundabout conversions in the united states: Empirical bayes observational before-after study, Transportation Research Record, 1751(1) (2001) 1-8.

[34] D. Part, Highway safety manual, in, Aashto, 2010.

[35] T. Sayed, S. Zein, Traffic conflict standards for intersections, Transportation Planning and Technology, 22(4) (1999) 309-323.

[36] D. Gettman, L. Head, Surrogate safety measures from traffic simulation models, Transportation Research Record, 1840(1) (2003) 104-115.

[37] K. El-Basyouny, T. Sayed, Safety performance functions using traffic conflicts, Safety science, 51(1) (2013) 160-164.

[38] M. Khayesi, The Handbook of Road Safety Measures,

in, BMJ Publishing Group Ltd, 2006.

[39] F.L. Mannering, C.R. Bhat, Analytic methods in accident research: Methodological frontier and future directions, Analytic methods in accident research, 1 (2014) 1-22.

[40] D. Lord, S.P. Washington, J.N. Ivan, Poisson, Poisson-gamma and zero-inflated regression models of motor vehicle crashes: balancing statistical fit and theory, Accident Analysis & Prevention, 37(1) (2005) 35-46.

[41] D.-G. Kim, Y. Lee, S. Washington, K. Choi, Modeling crash outcome probabilities at rural intersections: Application of hierarchical binomial logistic models, Accident Analysis & Prevention, 39(1) (2007) 125-134.

[42] X. Yan, E. Radwan, M. Abdel-Aty, Characteristics of rear-end accidents at signalized intersections using multiple logistic regression model, Accident Analysis & Prevention, 37(6) (2005) 983-995.

[43] D.J. Spiegelhalter, N.G. Best, B.P. Carlin, A. Van Der Linde, Bayesian measures of model complexity and fit, Journal of the royal statistical society: Series b (statistical methodology), 64(4) (2002) 583-639.

[44] E. Hauer, D.W. Harwood, F.M. Council, M.S. Griffith, Estimating safety by the empirical Bayes method: a tutorial, Transportation Research Record, 1784(1) (2002) 126-131.

[45] A. Ziakopoulos, G. Yannis, A review of spatial approaches in road safety, Accident Analysis & Prevention, 135 (2020) 105323.

[46] T. Hoffman, Innovative approach in road infrastructure safety management and road impact assessment, Bangkok: TSTS Road Safety Seminar, (2014).

[47] Y. Pei, C. Fu, Investigating crash injury severity at unsignalized intersections in Heilongjiang Province, China, Journal of traffic and transportation engineering (English edition), 1(4) (2014) 272-279.

[48] K. Haleem, M. Abdel-Aty, Examining traffic crash injury severity at unsignalized intersections, Journal of safety research, 41(4) (2010) 347-357.

[49] K. Obeng, Gender differences in injury severity risks in crashes at signalized intersections, Accident Analysis & Prevention, 43(4) (2011) 1521-1531.

[50] H.T. Abdelwahab, M.A. Abdel-Aty, Development of artificial neural network models to predict driver injury severity in traffic accidents at signalized intersections, Transportation Research Record, 1746(1) (2001) 6-13.

[51] S. Daniels, T. Brijs, E. Nuyts, G. Wets, Externality of risk and crash severity at roundabouts, Accident Analysis & Prevention, 42(6) (2010) 1966-1973.

[52] S. Daniels, T. Brijs, E. Nuyts, G. Wets, Injury crashes with bicyclists at roundabouts: influence of some location characteristics and the design of cycle facilities, Journal of safety research, 40(2) (2009) 141-148.

[53] R. Elvik, Effects on road safety of converting intersections to roundabouts: review of evidence from non-US studies, Transportation Research Record, 1847(1) (2003) 1-10.

[54] W. Hao, J. Daniel, Motor vehicle driver injury severity study under various traffic control at highway-rail grade crossings in the United States, Journal of safety research, 51 (2014) 41-48.

[55] W. Hao, C. Kamga, The effects of lighting on driver's injury severity at highway-rail grade crossings, Journal of advanced transportation, 50(4) (2016) 446-458.

[56] W.H. Organization, Global status report on road safety 2018 (2018), Geneva, Switzerland, WHO, (2019).

[57] L. Leden, Pedestrian risk decrease with pedestrian flow. A case study based on data from signalized intersections in Hamilton, Ontario, Accident Analysis & Prevention, 34(4) (2002) 457-464.

[58] S.S. Pulugurtha, V.R. Sambhara, Pedestrian crash estimation models for signalized intersections, Accident Analysis & Prevention, 43(1) (2011) 439-446.

[59] P.L. Jacobsen, Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling, Injury prevention, 21(4) (2015) 271-275.

[60] N. Eluru, C.R. Bhat, D.A. Hensher, A mixed generalized ordered response model for examining pedestrian and bicyclist injury severity level in traffic crashes, Accident Analysis & Prevention, 40(3) (2008) 1033-1054.

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

A. Tavakoli Kashani, A. Mirhashemi, S. Amirifar, A Review on Intersection Safety Studies with Bibliometric Methods, Amirkabir J. Civil Eng., 54(5) (2022) 1811-1834.

DOI: 10.22060/ceej.2021.19921.7286

این صفحه عمداً خالی است