Archive of SID.ir

شاپا الکترونیکی
ISSN – ۲۷۸۳-۰۷۱۳
پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه

Investigating the situation of accident-prone points and geometric defects of the road network in Kermanshah province

Sayad Shohab Hasaninasab
Assistant Professor, Department of Civil Engineering,Razi University, Kermanshah, Iran.
(Corresponding Author). s.hasani@razi.ac.ir

yazdan Shams Maleki
Assistant Professor, Department of Civil engineering, Industrial University of Kermanshah, Kermanshah,Iran.
yazdan_12507@yahoo.com

Abstract
In this research, all the road of Kermanshah province have been investigated in terms of the existence of defects in the geometric plan. The roads of Kermanshah province have been evaluated in three different categories, including rural roads, approved suburban roads and intra-urban roads. In the field of suburban roads, various geometric conditions such as the condition of horizontal arches along with the conditions of vertical arches and the form of their interference with horizontal arches have been investigated. To carry out this study, more than 12,000 completely new satellite images of the condition of roads in Kermanshah province have been prepared and collected. To analyze satellite images and maps, ArcMap software facilities from ArcGIS collection have been used. After conducting research, about 5,666 geometric defects have been identified in all roads of Kermanshah province. The results of the research show that there is a linear and ascending relationship with high fitting accuracy between the number of geometric defects of rural roads and the number of divisions in this sector, as well as a similar relationship between the length of approved suburban roads and the frequency of geometric defects in them. There is. On the other hand, there is an exponential and upward relationship between the number of geometric defects of the suburban and inner-city roads of the province.

Keywords: Geometric defects, the roads of Kermanshah province, Defect identification, Providing engineering solutions, Traffic problems

---
Progress and development of Kermanshah province
Kermanshah Management and Planning Organization, 2023, Vol. 2, No. 3, pp 52-78.
Received: 10/06/2023 - **Accepted:** 12/07/2023

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه

شاپا الکترونیکی
ISSN – ۲۷۸۳-۰۷۱۳

بررسی وضعیت نقاط حادثه‌خیز و نواقص هندسی شبکه راه‌های استان کرمانشاه

سید شهاب حسنی‌نسب

استادیار و عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

s.hasani@razi.ac.ir **(نویسنده مسئول)**

یزدان شمس ملکی

استادیار و عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه صنعتی، کرمانشاه، ایران.

yazdan_12507@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق، تمامی معابر راه‌های استان کرمانشاه از حیث وجود نواقص در طرح هندسی، مورد بررسی قرارگرفته است. راه‌های استان کرمانشاه در سه دسته‌بندی مختلف شامل راه‌های روستایی (راه فرعی درجه ۳)، راه‌های مصوب برون شهری (بزرگراه‌ها، راه های اصلی و فرعی) و معابر درون شهری ارزیابی شده‌اند. راه‌های روستایی بیش از ۳۰۰۰ تقسیم روستایی، حدود ۱۰۶ قطعه راه برون شهری مصوب با طول بیش از ۳۰۰۰ کیلومتر و معابر درون شهری ۳۲ شهر در استان، نمونه‌های مورد مطالعه بوده‌اند. در زمینه راه‌های برون شهری شرایط هندسی مختلفی همانند وضعیت قوس‌های افقی به همراه شرایط قوس‌های قائم و شکل تداخل آنها با قوس‌های افقی مورد بررسی قرار گرفته است. برای انجام این مطالعه بیش از ۱۲۰۰۰ تصویر ماهواره‌ای کاملا جدید از وضعیت معابر استان کرمانشاه، تهیه و گردآوری شده است. برای تحلیل تصاویر و نقشه‌های ماهواره‌ای از امکانات نرم‌افزار ArcMap از مجموعه ArcGIS استفاده شده است. پس از انجام تحقیق، حدود ۵۶۶۶ نقص هندسی در تمامی معابر استان کرمانشاه شناسایی شده، که از این تعداد ۷۵/۷۷٪ متعلق به راه‌های روستایی، ۱۲/۷۴٪ متعلق به راه‌های برون شهری و ۱۱/۴۹٪ مربوط به راه‌های درون شهری است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که رابطه‌ای خطی و صعودی با دقت برازش بالا بین تعداد نواقص هندسی راه‌های روستایی و تعداد تقسیمات این بخش و نیز رابطه‌ای به همین شکل بین طول راه‌های برون شهری مصوب و تعداد تواتر بروز نواقص هندسی در آنها وجود دارد. از طرفی رابطه‌ای نمایی و صعودی نیز بین تعداد نواقص هندسی راه‌های برون شهری و درون شهری استان وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: نواقص هندسی، راه‌های استان کرمانشاه، شناسایی نواقص، ارائه راهکارهای مهندسی، معضلات ترافیکی

سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه

فصلنامه پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه، دوره ۲، شماره ۳، ص ۵۲-۷۸.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۰۳/۲۰ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۱**

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۱- مقدمه

در همه کشورهای دنیا، شبکه راه‌ها، یکی از اساسی‌ترین و مهم‌ترین زیرساخت‌ها هستند. در واقع اجرای بیشتر طرح‌های زیر بنایی در کشور نیز، با احداث راه‌های دسترسی شروع می‌شود. نقش حیاتی و کلید راه‌ها در توسعه و پیشرفت کشور در زمینه‌های گوناگون اقتصادی، سیاسی، نظامی، فرهنگی، مذهبی، و ... انکار ناپذیر است. از این‌رو، رصد وضعیت راه‌ها و شرایط نواقص هندسی موجود در آنها، اولویتی بسیار مهم در زمینه اصلاح و گسترش این زیرساخت‌های حیاتی است. وقوع تصادفات مختلف (خسارتی، جرحی و فوتی) به دلیل وجود نقاط حادثه‌خیز در مسیر معابر راه‌ها نیز عموماً ناشی از وجود نواقص هندسی (در کنار نواقص روسازی، تابلویی و ...) است.

در ابتدا بایستی به تفاوت بین دو مفهوم نقاط حادثه‌خیز راه‌ها و نقاط دارای نواقص هندسی توجه کرد. الزاماً هر نقطه دارای نقص هندسی یک نقطه حادثه‌خیز نیست، ولی به‌طور معمول نقاط حادثه‌خیز دارای حداقل یک نقص هندسی واضح هستند. در فاصله سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴ هجری شمسی، میزان کشته‌های تصادفات کشور ایران به ترتیب از ۲۷۷۵۵ نفر به تعداد ۱۶۰۰۰ نفر کاهش یافته است (سازمان پزشکی قانونی کشور، ۱۳۹۵). برای کاهش هرچه بیشتر تعداد کشته‌ها، تأکید بر رفع نواقص سه عامل اثرگذار راه، خودرو و راننده (عامل انسانی) از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. مفهوم راه بخشنده[1] که در آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران با عنوان نشریه ۴۱۵ (۱۳۹۱) و آیین‌نامه ایمنی راه‌های ایران، نشریه ۱-۲۶۷ (۱۳۸۴و۱۳۹۳) مطرح می‌شود در کنار مفهوم راه خود معرف[2] هر دو در راستای اصلاح اساسی ساختار راه به ویژه از دیدگاه طرح هندسی مطرح شده‌اند. برای برطرف کردن نواقص هندسی راه‌ها (به‌طور غیر مستقیم نقاط حادثه‌خیز راه) دو رویکرد درمانی[3] و پیشگیرانه[4] می‌تواند اتخاذ گردد.

به‌طورکلی هزینه‌های جانی و مالی رویکرد درمانی در بهره‌برداری بلندمدت از راه‌ها، به مراتب بیشتر از رویکرد پیشگیرانه است. طرح مباحث مرتبط با پدافند غیرعامل جاده‌ای در سطح راه‌های کشور، می‌تواند رویکردی کاملا پیشگیرانه و مفید باشد، که در این تحقیق بدان اهتمام شده است. در واقع روش مرسوم شناسایی نقاط حادثه‌خیز[5] (HIS) راه‌ها بر اساس آمار تصادفات و خسارات وارده، یک رویکرد درمانی و در نقطه مقابل آن شناسایی نواقص طرح هندسی[6] (GDD) راه‌ها، یک رویکرد کاملا پیشگیرانه است. چرا که نقاط حادثه‌خیز، در واقع نقاط با نواقص هندسی هستند، که خطرات آنها در زمینه ایجاد تصادفات و حوادث، از حالت بالقوه به حالت بالفعل درآمده است. لاوه بر مسائل مرتبط با تصادفات، اهداف دیگری همانند لزوم توجه به اصلاح زیرساخت‌ها برای رونق صادرات غیرنفتی از طریق مرزهای متعدد در استان کرمانشاه (شرایط اقتصادی خاص کشور و کاهش وابستگی به فروش نفت و خام فروشی و عمده فروشی سایر منابع)، قرار گرفتن معابر استان در مسیر زوّار عتبات عالیات بیش از ۱۰ استان کشور (راه کربلا)، جاذبه‌های گردشگری و توریستی متنوع استان، وجود چند هزار تقسیمات روستایی فعال

1. Forgiven road
2. Self-explain Road
3. Therapeutic
4. Preventive
5. Hot spot identification (HSI)
6. Geometric design defects (GDD)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

در استان در زمینه تولیدات کشاورزی و دامی، همسایگی با اقلیم کردستان عراق و کشور عراق، جذب دانشجو در واحدهای بین‌الملل دانشگاه‌های استان و موارد متعدد دیگری، بیش از پیش لزوم اجرای چنین تحقیقی را یادآور می‌شود. در این تحقیق وضعیت حال حاضر کلیه راه‌های استان کرمانشاه از دیدگاه وجود نواقص هندسی، مورد مطالعه و بررسی دقیق قرار گرفته است.

۲- پیشینه تحقیق

دلیل اهمیت فوق‌العاده موضوع نواقص هندسی راه‌ها، مقالات و مطالعات متعدد و بیشماری در این زمینه، در ادبیات فنی مرتبط در سطوح ملی و بین‌المللی وجود دارد. بیشتر این مقالات، از دیدگاه ایمنی به وضعیت وجود نواقص هندسی در راه‌ها پرداخته‌اند. به‌طورکلی، در منابع موجود و مقالات مرجع، شرایط نواقص هندسی راه‌ها از نظر وضعیت طرح هندسی قوس‌های افقی[۱] (ساده، مرکب، معکوس، کلوتوئید-اسپیرال[۲]، سربانتین و ...) و قائم[۳] (سهمی، دایره‌ای و ...)، مسافت‌های دید[۴] (توقف[۵]SSD، سبقت PSD[۶] و انتخاب[۷]DSD)، تقاطع‌های[۸] شهری و برون شهری، تبادل‌ها[۹]، دوربرگردان‌ها[۱۰]، شیب‌های طولی[۱۱]، عرضی[۱۲] و بربلندی قوس‌ها[۱۳]، تداخل قوس‌های افقی و قائم، وضعیت ابنیه فنی راه (پل‌ها[۱۴]، آبروها[۱۵]، زهکش‌ها[۱۶]، کانال‌ها، جوی‌ها، تونل‌ها و ...)، رمپ‌ها و لوپ‌ها[۱۷] و مواردی از این دست بررسی شده‌اند. برای مطالعه بیشتر در این زمینه می‌توان به طرح پژوهشی انجام شده توسط نویسنده اوّل تحقیق حاضر مراجعه کرد (شمس ملکی، ۱۳۹۸: ۱-۷۰۵).

مثال‌هایی از مراجع بروز مطالعه شده در خصوص موضوع تحقیق حاضر در ادامه ارائه می‌گردد. بنابر مطالعه رضایی‌نور و همکاران (۱۳۹۷) راه، انسان، وسیله نقلیه و محیط، نقش بسزایی در تصادفات دارند. مطالعه آنها با هدف شناسایی نقاط حادثه‌خیز در راه‌های مواصلاتی استان قم صورت گرفته است. محور موردمطالعه در این تحقیق، آزادراه قم - تهران است، که یکی از محورهای مهم این دو استان و کشور محسوب می‌شود. طول این محور ۱۳۰ کیلومتر است و دو مرکز استان قم و تهران را به هم متصل می‌کند. در این تحقیق از روش واسپاس که یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است، برای شناسایی نقاط پرحادثه از ۱۱ نقطه بین محور قم-تهران استفاده شده است. مطابق مطالعه لطیفی و نیکوفرجام (۱۳۹۷)، بررسی وضعیت چند سال اخیر کشور

1. Horizontal curves
2. Spiral
3. Vertical curves
4. Sight distances
5. Stopping sight distance (SSD)
6. Passing sight distance (PSD)
7. Decision sight distance (DSD)
8. Intersections
9. Interchanges
10. U-turns
11. Longitudinal grades
12. Cross-slopes
13. Superelevation or Dever
14. Bridges
15. Culverts
16. Drains
17. Ramps and Loops

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

براساس وضعیت آماری ارائه شده توسط سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای (سالنامه آماری ۱۳۹۵)، سامانه برخط ثبت حوادث وزارت راه و شهرسازی، آمارهای ارائه شده توسط سازمان بهداشت جهانی ملل متحد (WHO) و قوانین بودجه سنواتی کشور، در هر بخش نظر کارشناسی و پیشنهادهایی ارائه شده و در پایان، نتیجه‌گیری کلی و چگونگی تأمین مالی بدون استفاده از منابع عمومی دولت ارائه گردیده است. آنها خلاصه آمارهای سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور طی سالهای ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۵ (یک دهه) برای میزان تصادفات برون شهری و تعداد کشته‌ها را ارائه می‌دهند (لطیفی و نیکوفرجام، ۱۳۹۷).

در تحقیق ساجد و همکاران (۱۳۹۷) مدل‌های شاخص خطر برای شناسایی و رتبه‌بندی اجزای خطرزای شبکه به کار می روند. به‌عنوان یک یافته کلی، با استفاده از روش‌های آنالیز چندمتغیره و مدل‌های بیزین تجربی و کامل و دخیل کردن بیشتر مؤلفه‌های ترافیکی و هندسی، انعطاف‌پذیری و قابلیت تعمیم مدل‌های جدید توسعه یافته با رویکرد استفاده از ابزار پتانسیل خطر به جای خطرات ثبت شده، می‌توان به راه‌کارهای پیشگیرانه برای وقوع تصادفات دست یافت. مدل‌های ایمنی راه به سه دسته (۱) ماکروسکوپیک (کلی)، (۲) میکروسکوپیک (جزئی) و (۳) مازوسکوپیک (جزئی و کلی) تقسیم می‌شوند، که هرکدام از آنها می‌تواند به صورت مدل‌های توضیحی یا پیش‌بینی باشند (ساجد و همکاران، ۱۳۹۷).

در مطالعه حسن‌پور و روشنی (۱۳۹۷) به بررسی نواقص ایمنی در بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر از راه‌های اصلی کشور پرداخته شده است، که می‌تواند سهم عمده‌ای در بروز تصادفات و سوانح داشته باشد. نتایج تحقیق حاکی از این است که میزان فراوانی خرابی و عدم آشکارسازی حفاظ با ۲۶/۵۰ درصد، دارای بیشترین و عدم آشکارسازی محدوده عملیات اجرایی با ۱/۳۰ درصد کمترین سهم را در میان نواقص ایمنی راه‌ها دارند (حسن‌پور و روشنی، ۱۳۹۷). مطابق تحقیق شیخ فرد و همکاران (۱۳۹۷) در گام اوّل، آمار تصادفات سال‌های ۹۳ تا ۹۵ محور بابل- بابلسر و بالعکس، با استفاده از پایگاه اطلاعات تصادفات پلیس راه استان مازندران استخراج گردید. در گام دوم، مکان‌یابی نقاط حادثه‌خیز با بهره‌گیری از روش‌های متداول شناسایی نقاط حادثه‌خیز نظیر روش تعداد تصادفات، روش نرخ تصادفات، روش شدت تصادفات، روش خالص خسارت معادل (EPDO) و روش نرخ بحرانی صورت پذیرفت. در مطالعه عفتی و دیوباد (۱۳۹۷) بررسی و تحلیل تصادفات محور سراوان- فومن با استفاده از آمار توصیفی و تحلیل استنباطی در دستور کار قرار گرفته است. بدین منظور با داده کاوی داده‌های تصادفات رخداده طی سال‌های ۹۱ تا ۹۵ شمسی، در محور مورد مطالعه با استفاده از الگوریتم‌های آماری به تحلیل پارامترهای مهمی نظیر وضع هوا، سن، جنسیت، نوع خودرو، نوع برخورد، زمان، روشنایی معبر، نوع راه، هندسه محل و تأثیر آنها بر نرخ و شدت تصادفات پرداخته شده است. نتایج حاصل از پژوهش حاضر مبین این موضوع است که پارامترهای نوع خودرو، نوع برخورد، زمان و روشنایی معبر در سطح، کمتر از پنج درصد معنادار بوده و در بروز تصادفات محور سراوان- فومن، که بخشی از کُریدور مهم واصل جنوب کشور به شمال می‌باشد، نقش عاملیت را ایفا می‌کنند (عفتی و دیوباد، ۱۳۹۷).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مطابق مطالعه حسنی‌نسب و رحیمی (۱۳۹۷) استفاده از دوربرگردان‌ها به‌عنوان یکی از روش‌های مدیریت دسترسی و تسهیل روانی حرکت به‌طور وسیعی در کشور ایران از اواخر سال ۸۲ گسترش یافت، که در آن تقاطعات چراغ‌دار به دوربرگردان تبدیل شدند. دوربرگردان‌هایی که در شهر سنندج اجرا شده‌اند به‌طور عمده در معابر بزرگراهی دورن شهری قرار دارند. هدف از اجرای طرح، کاهش تأخیر و افزایش ظرفیت روانی رانندگان بوده است. این تحقیق به مطالعه تأثیر این دوربرگردان‌ها بر ایمنی تردد می‌پردازد. نتایج این تحقیق در رابطه با هندسه دوربرگردان‌ها نشان می‌دهد که به‌طور متوسط ۱۰ درصد افزایش عرض دوربرگردان، باعث کاهش ۲/۲۰ درصدی تصادفات فوتی، ۷/۴۰ درصدی تصادفات جرحی، ۸۱/۴۰ درصد تصادفات خسارتی و ۱۸/۵۰درصد تصادفات کاهشی می‌گردد (حسنی‌نسب و رحیمی، ۱۳۹۷).

مطابق مطالعه حسنی‌نسب و همکاران (۱۳۹۷)، استفاده از دوربین‌های کنترل ترافیک یکی از روش‌های مرسوم برای مدیریت سرعت است. عملکرد این ابزار به دلیل داشتن بُرد مکانی محدود در قطعات قبل و بعد از محل نصب دوربین، نیاز به بررسی دارد، تا علاوه بر کنترل نقاط حادثه‌خیز، توان برآورد مناطق حادثه‌خیز را نیز داشته باشد. در این پژوهش اطلاعات سرعت در سه قطعه قبل از محل نصب دوربین، محل نصب آن و قطعه بعد از محل نصب، جمع‌آوری گردیده است. تحلیل اطلاعات توسط نرم افزار SPSS صورت گرفته است. از ضریب همبستگی و آزمون t وابسته برای بررسی اطلاعات استفاده شده است. سرعت عملکردی در قطعه بعد از محل نصب با سرعت عملکردی در محل نصب دوربین دارای رابطه و همبستگی نیست، ولی تفاوت سرعت معناداری بین این دو قطعه وجود دارد (حسنی‌نسب و همکاران، ۱۳۹۷).

بر اساس مطالعه بامداد مهربانی و میربها (۲۰۱۹) مدل‌های بسیاری در مطالعات پیشین برای پیش‌بینی سرعت عملکردی پیشنهاد شده است، که بیشتر آنها از فاکتور هندسه راه استفاده کرده‌اند و تعداد اندکی از این مطالعات، با استفاده از متغیرهای حاشیه راه برای پیش‌بینی سرعت عملکردی اجرا شده‌اند. دو مدل رگرسیون خطی برای پیش‌بینی سرعت عملکردی در قطعات مستقیم و منحنی راه با استفاده همزمان از عوامل هندسی و حاشیه راه، با مقادیر ضریب تعیین آماری قابل قبول R2 (به‌ترتیب معادل ۰/۷۳۰ و ۰/۸۵۴) توسعه داده شده است. نتایج نشان داده‌اندکه طول قطعه راه، میانه‌های گاردریلی و پیکربندی حاشیه راه تخت و هموار، اثر مثبتی بر سرعت عملکردی دارند و برعکس شیب راه، تراکم دسترسی‌ها، انحنای مسیر راه و کاربری‌های زمین مجاور راه اثری منفی بر سرعت عملکردی دارند (بامدادمهربانی و میربها، ۲۰۱۹).

مطابق مطالعه وانگ و همکاران[1] (۲۰۱۸) برآورد مدل‌های پیش‌بینی تصادف و اعمال رهیافت بیزین-تجربی در تشخیص نقاط حادثه‌خیز راه‌های تحت نظارت شهرداری‌ها، اغلب چالش برانگیز است، چرا که کمبود اطلاعات شمارش ترافیک وجود دارد. این مطالعه پنج روش تشخیص نقاط حادثه‌ساز که در آنها اطلاعات متوسط ترافیک روزانه در سال موردنیاز نیست را (شامل روش‌های تناوب تصادف[2]، خسارت فقط مالی معادل[3]، اندیس شدت

1. Wang et al.
2. Crash frequency
3. Equivalent property damage only

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نسبی[۱]، تناوب تصادف متوسط پیش‌بینی شده اضافی[۲] با استفاده از روش moments (MOM) و روش تحلیل مقطع عرضی[۳] (CSA)) برای تشخیص نقاط حادثه‌خیز در قطعات راه تحت کنترل شهرداری کانکتیکوت[۴] ارائه می کند. نتایج نشان می‌دهند که روش M

OM نسبت به روش‌های دیگر در تشخیص نقاط حادثه‌خیز برای شریان‌های یکطرفه[۵] شهری، راه‌های محلی یکطرفه شهری، راه‌های محلی دوطرفه دوخطه شهری، شریان‌های دوطرفه چندخطه شهری و جمع کننده‌های دوطرفه چندخطه شهری، برتری و تفوق دارد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۸).

مطابق تحقیق ژی و همکاران[۶] (۲۰۱۸) روش‌های سنتی تشخیص نقاط حادثه‌خیز راه، به‌طور عمده وابسته به اطلاعات تصادف تاریخی[۷] هستند. نتایج نشان می‌دهند که نقاط با خطر تصادف بالا که توسط اطلاعات وسیله نقلیه مرتبط با تحقیق، تشخیص داده شده‌اند، شبیه به همان نقاطی هستند که توسط اطلاعات تصادف تاریخی (ثبتی)، تشخیص داده شده‌اند. روش پیشنهادی، به‌طور اساسی می‌تواند زمان جمع‌آوری اطلاعات بروز تصادفات را در مقایسه با روش تحلیل ایمنی سنتی (که عموماً نیازمند اطلاعات تصادف کافی در محدوده زمانی بیش از سه سال است)، کاهش دهد. مطالعه وانگ و وانگ (۲۰۱۸) تغییرات سرعت برای چهار نوع از قوس‌های مرکب (همزمان) شامل: رو به سراشیبی، رو به سربالایی، در تاج و در قعر، را مورد سنجش قرار می دهد. بر اساس طراحی در نقشه اولیه[۸] برای یک آزادراه کوهستانی در دست ساخت در استان هونان[۹] در چین، جزئیات تعداد ۷۰ قوس مرکب در شبیه‌ساز رانندگی دانشگاه تانگجی[۱۰]، برنامه‌ریزی شده است. مشارکت‌کنندگان در مطالعه، در طول آزادراه شبیه‌سازی شده رانندگی می‌کنند، در حالی که اطلاعات عملکرد وسیله نقلیه، به‌طور پیوسته ثبت می‌شود (وانگ و وانگ، ۲۰۱۸).

مطابق مطالعه وایینا و همکاران[۱۱] (۲۰۱۸) قوس‌های افقی به‌عنوان محل رخداد تصادف با شدت بالا در طول انواع مختلف راه ها، تشخیص داده شده‌اند. نمونه‌ای از ۳۵ شرکت‌کننده انتخاب شده است. به‌طورکلی ۸۶ منحنی (قوس افقی) با شعاع مختلف، مورد بررسی قرار گرفته است. رفتار رانندگی شرکت‌کنندگان توسط شتاب‌های جانبی استخراج شده از اطلاعات GPS تجزیه و تحلیل شده است. سرانجام، این تحقیق نشان می‌دهد که ابزارهای متحرک، اگر به خوبی مجهز و مدیریت شوند، ممکن است برای افزایش آگاهی رانندگان و ترقی ایمنی ترافیک، بکار برده شوند (وایینا و همکاران، ۲۰۱۸). مطالعه یو و عیسی[۱۲] (۲۰۱۸)، مفهوم پیشنهادی منحنی حاشیه راه اسپیرال شده برای

3. Relative severity index
4. Excess predicted average crash frequency
5 Cross sectional analysis [CSA]
6. Connecticut
7. One-way
8. Xie et al
9. Historical crash data
8. Design blueprints
9. Hunan
10. Tongji University
11. Vaiana et al.
12. You and Easa

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

تعیین فاصله بدون مانع جانبی مورد نیاز که ملزومات فاصله دید را اقناع می‌کند، در یک قوس افقی معکوس، را ارائه می‌کند. از منحنی حاشیه راه اسپیرال شده مشخص شده که نسبت شعاع‌ها برای دو قوس دایره‌ای معکوس، عامل اصلی است که نسبت افست موردنیاز به حداکثر افست قوس دایره‌ای را تحت تأثیر قرار می دهد. یک گراف طراحی منفرد و یک جدول طراحی در این مطالعه توسعه داده شده است (یو و عیسی، ۲۰۱۸).

مطابق مطالعه کافیسو و همکاران[1] (۲۰۱۸)، توابع عملکرد ایمنی[2] (SPFs) برای مدیریت ایمنی راه علمی[3] تعیین کننده هستند. موفقیت در توسعه و اعمال SPFs، جدا از کیفیت و دسترسی به اطلاعات، اساساً وابسته دو عامل کلید صحت استنباط‌های آماری برای اطلاعات در دسترس و اینکه چگونه اطلاعات در دسترس قابل تقسیم به واحدهای همگن مجزایی خواهند بود، است. بهترین نتایج برای قطعه‌بندی بر اساس دو قوس (منحنی) و دو تانژانت (طرح هندسی راه) در داخل یک قطعه راه و با قطعات با طول ثابت شده، به‌دست آمده است. قطعه‌بندی راهی که توسط مقداری ثابت از همه متغیرهای اصلی در داخل هر قطعه مشخص شده، ضعیف‌ترین رهیافت برای قطعه‌بندی مقاطع راه بوده است (کافیسو و همکاران، ۲۰۱۸). در جدول (۱) خلاصه‌ای از ادبیات فنی بررسی شده مرتبط با موضوع تحقیق (شناسایی نواقص هندسی و نقاط حادثه‌خیز) ارائه شده است.

جدول۱. خلاصه‌ای از ادبیات فنی بررسی شده مرتبط با موضوع تحقیق (شناسایی نواقص هندسی و نقاط حادثه‌خیز)

ردیف	نام نویسنده	عنوان مطلب	سال	نتایج و پیشنهادهای حاصل از تحقیق
۱	رضایی‌نور و همکاران	هدف شناسایی نقاط حادثه‌خیز در راه‌های مواصلاتی استان قم	۱۳۹۷	در این تحقیق از روش واسپاس که یکی از تکنیک‌های تصمیم گیری چند معیاره است، برای شناسایی نقاط پرحادثه از ۱۱ نقطه بین محور قم–تهران استفاده شده است.
۲	لطیفی و نیکوفرجام	خلاصه آمارهای سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور طی یک دهه	۱۳۹۷	خلاصه آمارهای سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای طی سالهای ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۵ (یک دهه) برای میزان تصادفات برون شهری و تعداد کشته‌ها ارائه شده است.
۳	ساجد و همکاران	مدل‌های شاخص خطر برای شناسایی و رتبه‌بندی اجزای خطرزای شبکه	۱۳۹۷	مدل‌های ایمنی راه به سه دسته (۱) ماکروسکوپیک (کلی)، (۲) میکروسکوپیک (جزئی) و (۳) مازوسکوپیک (جزئی و کلی) تقسیم می‌شوند، که هرکدام از آنها می‌تواند به‌صورت مدل‌های توضیحی یا پیش‌بینی باشند.
۴	حسن‌پور و روشنی	بررسی نواقص ایمنی در بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر از راه‌های اصلی کشور	۱۳۹۷	که میزان فراوانی خرابی و عدم آشکارسازی حفاظ با ۲۶/۵۰ درصد، دارای بیشترین و عدم آشکارسازی محدوده عملیات اجرایی با ۱/۳۰ درصد کمترین سهم را در میان نواقص ایمنی راه‌ها دارند.
۵	شیخ فرد و همکاران	آمار تصادفات سال‌های ۹۳ تا ۹۵ محور بابل- بابلسر و بالعکس	۱۳۹۷	مکان‌یابی نقاط حادثه‌خیز با بهره‌گیری از روش‌های متداول شناسایی نقاط حادثه‌خیز نظیر روش تعداد تصادفات، روش نرخ تصادفات، روش شدت تصادفات، روش خالص

1. Cafiso et al
2. Safety performance functions (SPFs)
3. cience-based

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

				خسارت معادل (EPDO) و روش نرخ بحرانی صورت پذیرفت.
۶	عفتی و دیوباد	بررسی و تحلیل تصادفات محور سراوان- فومن با استفاده از آمار توصیفی و تحلیل استنباطی	۱۳۹۷	پارامترهای نوع خودرو، نوع برخورد، زمان و روشنایی معبر در سطح، کمتر از پنج درصد معنادار بوده و در بروز تصادفات محور سراوان- فومن، که بخشی از کُریدور مهم واصل جنوب کشور به شمال می‌باشد، نقش عاملیت را ایفا می‌کنند.
۷	حسنی‌نسب و رحیمی	استفاده از دوربرگردان‌ها به‌عنوان یکی از روش‌های مدیریت دسترسی و تسهیل روانی	۱۳۹۷	همچنین افزایش ۱۰ درصد فاصله دوربرگردان از تقاطع، باعث کاهش ٦/۰۰ درصد تعداد تصادفات فوتی، ۷/۲۰ درصد تصادفات جرحی، ۸۱/۱۰ درصد تصادفات خسارتی و ۵/۲۰ درصدیتصادفات کاهشی می‌گردد.
۸	حسنی‌نسب و همکاران	دوربین‌های کنترل ترافیک	۱۳۹۷	سرعت عملکرد در قطعه بعد از محل نصب دوربین با سرعت عملکرد در محل نصب دارای رابطه و همبستگی نیست، ولی تفاوت سرعت معناداری بین این دو قطعه وجود دارد.
۹	بامدادمهربانی و میربها	پیش‌بینی تأثیر عوامل جانبی راه بر سرعت عملکردی	۲۰۱۹	دو مدل رگرسیون خطی برای پیش‌بینی سرعت عملکردی در قطعات مستقیم و منحنی راه با استفاده همزمان از عوامل هندسی و حاشیه راه، با مقادیر ضریب تعیین آماری قابل قبول R2 (به ترتیب معادل ۰/۷۳۰ و ۰/۸۵٤) توسعه داده شده است. نتایج نشان داده که طول قطعی راه، میانه‌های گاردریلی و پیکربندی حاشیه راه تخت و هموار، اثر مثبتی بر سرعت عملکردی دارند و برعکس شیب راه، تراکم دسترسی‌ها، انحنای مسیر راه و کاربری‌های زمین مجاور راه اثری منفی بر سرعت عملکردی دارند.
۱۰	وانگ و همکاران	برآورد مدل‌های پیش‌بینی تصادف و اعمال رهیافت بیزین- تجربی در تشخیص نقاط حادثه‌خیز راه	۲۰۱۸	روش MOM نسبت به روش‌های دیگر در تشخیص نقاط حادثه‌خیز برای شریان‌های یکطرفه، محلی یکطرفه شهری، محلی دوطرفه دو-خطه، شریان‌های دو-طرفه چندخطه و جمع کننده‌های دو-طرفه چندخطه شهری، برتری دارد.
۱۱	ژی و همکاران	حصول سنجه‌های ایمنی جایگزین (SSMs)، برای تشخیص محل‌های خطرساز	۲۰۱۸	روش پیشنهادیSSMs، به‌طور اساسی می‌تواند زمان جمع آوری اطلاعات بروز تصادفات را در مقایسه با روش تحلیل ایمنی سنتی(که عموماً نیازمند اطلاعات تصادف کافی در محدوده زمانی بیش از سه سال است)، کاهش دهد.
۱۲	وانگ و وانگ	تغییرات سرعت برای چهار نوع از قوس‌های مرکب (همزمان)	۲۰۱۸	تغییرات سرعت برای چهار نوع از قوس‌های مرکب شامل: رو به سراشیبی، رو به سربالایی، در تاج و در قعر، را مورد سنجش قرار می‌دهد. بر اساس طراحی در نقشه اولیه برای یک آزادراه کوهستانی در دست ساخت در استان هونان در چین، جزئیات تعداد ۷۰ قوس مرکب در شبیه‌ساز رانندگی دانشگاه تانگجی، برنامه‌ریزی شده است.
۱۳	وایینا و همکاران	قوس‌های افقی به‌عنوان محل رخداد تصادف با شدت-بالا	۲۰۱۸	نمونه‌ای از ۳۵ شرکت‌کننده انتخاب شده است. به‌طورکلی ۸٦ منحنی (قوس افقی) با شعاع مختلف، مورد بررسی قرار گرفته است. رفتار رانندگی شرکت‌کنندگان توسط شتاب‌های جانبی استخراج شده از اطلاعات GPS تجزیه و تحلیل شده است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۱۴	یو و عیسی	مفهوم پیشنهادی منحنی حاشیه راه اسپیرال شده برای تعیین فاصله بدون مانع جانبی مورد نیاز	۲۰۱۸	از منحنی حاشیه راه اسپیرال شده مشخص شده که نسبت شعاع ها برای دو قوس دایره‌ای معکوس، عامل اصلی است که نسبت افست موردنیاز به حداکثر افست قوس دایره‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهد. یک گراف طراحی منفرد و یک جدول طراحی در این مطالعه توسعه داده شده است.
۱۵	کافیسو و همکاران	توابع عملکرد ایمنی (SPFs) برای مدیریت ایمنی راه علمی	۲۰۱۸	قطعه‌بندی راهی که توسط مقداری ثابت از همه متغیرهای اصلی در داخل هر قطعه مشخص شده، ضعیف‌ترین رهیافت برای قطعه‌بندی مقاطع راه بوده است

۳- مبانی نظری و روش تحقیق

مطابق آنچه که در بخش‌های قبلی مقاله گفته شد، جامعه آماری مورد بررسی این تحقیق، شامل تمامی شبکه راه‌های استان کرمانشاه است. مطابق شکل ۱ استان کرمانشاه از ۱۴ شهرستان مختلف تشکیل شده است. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری (۱۳۹۷) مندرج در جدول ۲ این ۱۴ شهرستان خود متشکل از ۳۱ بخش، ۸۶ دهستان و ۳۱۶۱ تقسیم روستایی جز (روستا، مزرعه و مکان) هستند. برای مطالعه دقیق شرایط هندسی این حجم از نمونه، هفته‌ها و ماه زمان صرف گردآوری نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای با کیفیت و وضوح مناسب، از محل هر یک از روستاها (و حتی اماکن و مزارع) شده است (شبکه روستایی ایران، ۱۳۹۷). در پایان بیش از ۱۲۰۰۰ تصویر و نقشه ماهواره‌ای جدید (Google earth، ۲۰۱۹) از معابر استان کرمانشاه شامل معابر برون شهری مصوب، معابر درون شهری و راه‌های روستایی گردآوری شده است.

علاوه بر این موارد، حدود بیش از ۸۰۰۰ تصویر از محل معابر مختلف استان در ۱۴ شهرستان آن، در بازدیدهای میدانی مختلف در زمان‌های متفاوت (فصول مختلف سال) تهیه شده است. تمامی نقشه‌های گردآوری شده به‌طور مستقیم در برنامه ArcMap(ArcMap، ۲۰۱۶) از مجموعه نرم‌افزاری ArcGIS (ArcGIS، ۲۰۱۶) بازخوانی و بررسی شده‌اند. علاوه بر این تصاویر ماهواره‌ای گردآوری شده پس از زمین مرجع کردن[1] و تبدیل به فایل‌های نقشه‌ای، مجدداً در برنامه ArcMap به منظور مطالعه وضعیت هندسی معابر هر کدام، فراخوان شده‌اند. بعلاوه، شرایط راه‌های برون شهری در زمینه تلاقی مهندسی نشده با مسیل رودخانه‌ها، نقض حریم راه‌ها، شرایط اتصالات دسترسی و تقاطع‌ها، تعریض قوس‌ها، شیب‌های طولی و عرضی و بَرُبلندی قوس‌ها، وضعیت شانه‌ها و عرض راه و ... همگی مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین، در معابر درون شهری استان، شرایط هندسی کلی شامل کیفیت جریان‌بندی ترافیکی، وضعیت تقاطع‌های چندراهی و میدانگاهی‌های تقدمی و تداخلی، عرض معابر، عرض میانه‌ها، اجرای دوربرگردان‌ها، لچکی‌ها، شرایط تبادل‌ها و جزایر ترافیکی مورد مطالعه قرار گرفته است.

1. Geo-referencing

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

شکل۱. تقسیمات سیاسی استان کرمانشاه شامل مرزهای استان و شهرستان‌های مختلف آن (تقسیمات کشوری، ۱۳۹۷).

جدول۲. خلاصه تقسیمات سیاسی شهرستان‌های استان کرمانشاه مطابق اطلاعات مرکز آمار در سال۱۳۹٦ (تقسیمات کشوری، ۱۳۹۷).

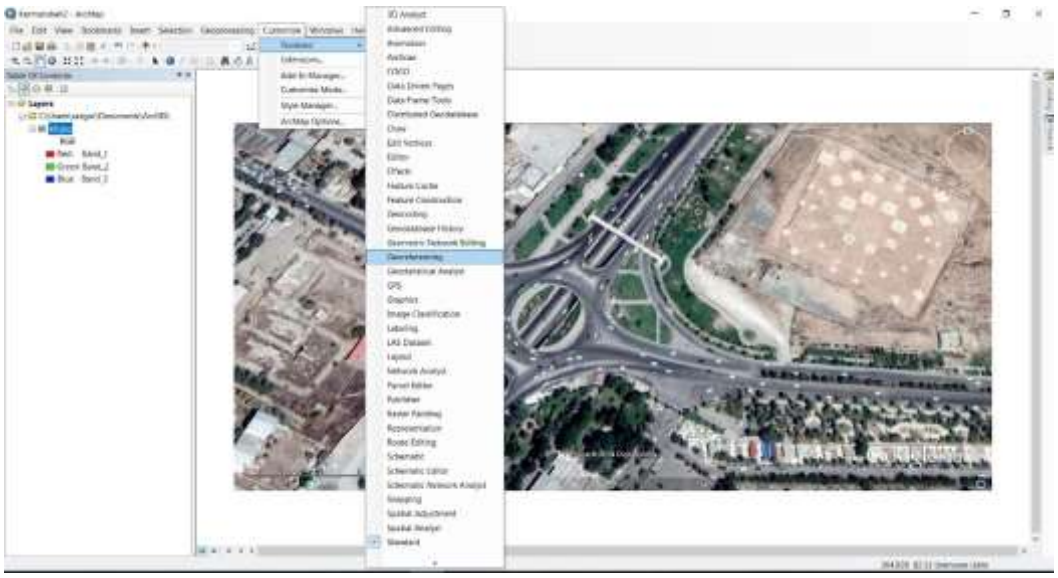
ردیف	شهرستان	تعداد بخش	تعداد دهستان	تعداد روستا، مزرعه و مکان
۱	کرمانشاه	۵	۱۳	۸۷٤
۲	اسلام‌آبادغرب	۲	۷	۲۰۲
۳	پاوه	۳	۵	۹۵
٤	سرپل‌ذهاب	۲	۸	۲۵۱
۵	سنقروکلیایی	۲	۸	۲۳۷
٦	قصرشیرین	۲	٤	۹۸
۷	کنگاور	۱	۵	۱۱۰
۸	گیلان‌غرب	۲	٦	۲٤۳
۹	جوانرود	۲	٤	۱٤۰
۱۰	صحنه	۲	۷	۲۲۰
۱۱	هرسین	۲	٤	۱٤۸
۱۲	ثلاث‌باباجانی	۲	٤	۲۰۲
۱۳	دالاهو	۲	۵	۱۷۹
۱٤	روانسر	۲	٦	۱٦۲

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جمع کل تقسیمات	۳۱	۸۶	۳۱۶۱

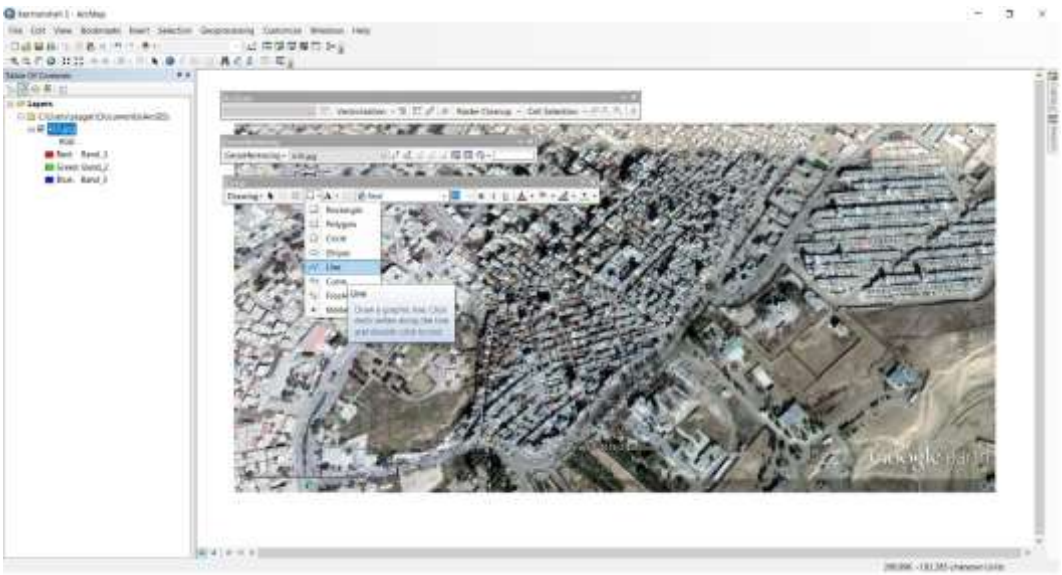
در ادامه و در شکل (۲) نمایشی از امکانات برنامه ArcMap و نحوه زمین مرجع کردن تصویر ماهواره‌ای نمونه نشان داده شده است. در شکل (۳) چگونگی استفاده از نوارابزارهای ArcScan، Geo-referencing و Draw برای بررسی دقیق و کمی هر تصویر ماهواره‌ای از معابر استان ارائه شده است. برای تعیین وضعیت نواقص هندسی در هر معبر راه (در هر نقشه مشابه شکل های ۲و۳) ابعاد و اندازه‌های اجزای هندسی معابر مستخرج از برنامه نرم‌افزاری با حداقل‌های مندرج در آیین‌نامه ۴۱۵ (۱۳۹۱) مطابقت داده شده و مقایسه می‌شوند. در صورت وجود مغایرت به شکل ضعف در ابعاد و اندازه‌های هندسی حداقل موردنیاز برای تأمین ایمنی تردد، معبر به‌عنوان معبر دارای نقص مشخص می‌گردد. همچنین وضعیت هندسی واقعی معابر، شرایط ترافیکی و سرعت مجاز و سرعت طرح آنها، نیز قبلا از طریق بازدیدهای گسترده میدانی به‌دست آمده است.



شکل۲. نمایش امکانات برنامه **ArcMap** و نحوه زمین مرجع کردن تصویر ماهواره (میدان شهدا در شرق شهر کرمانشاه)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل۳. استفاده از نوارابزارهای ArcScan، Geo-referencing و Draw برای بررسی دقیق و کمی هر تصویر ماهواره‌ای

۴- یافته‌های تحقیق

یافته‌های تحقیق حاضر در سه بخش کلی شامل نواقص هندسی مربوط به (۱) راه‌های روستایی (راه‌های فرعی درجه ۳)، (۲) راه‌های برون شهری مصوب (بزرگراه‌ها، راه‌های اصلی عادی و عریض و راه‌های فرعی درجه ۱ و۲) و (۳) معابر درون شهری قابل ارائه است. در ادامه و در قسمت‌های پیش‌رو، به‌ترتیب یافته‌های مربوط به هر یک از بخش‌های پیش گفته، ارائه شده است.

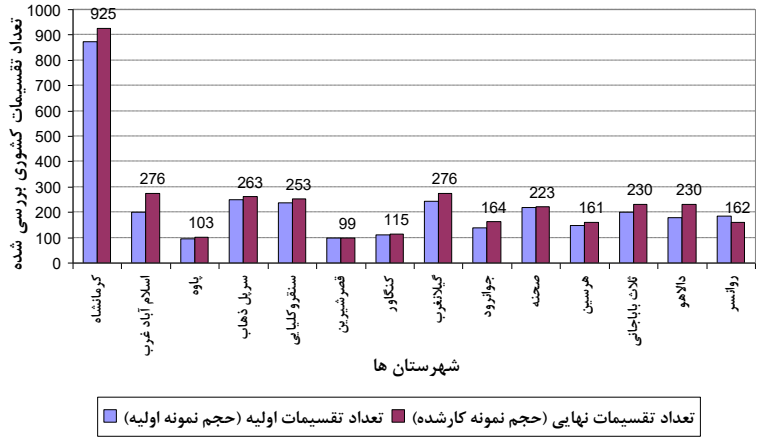
٤-١- اشکالات و نواقص هندسی راه‌های روستایی استان کرمانشاه

مطابق آنچه در بخش قبلی گفته شده، استان کرمانشاه به علت داشتن آب و هوای مناسب و قرار گرفتن در مسیر برخی شاهراه های ارتباطی (به‌عنوان مثال بزرگراه کربلا، راه شماره ۴۸ ایران، و بزرگراه آسیایی AH2)، دارای بیش از ۳۰۰۰ تقسیم روستایی مختلف است. هر یک از این تقسیم‌ها (اعم از روستاها، مزارع و اماکن) نیاز به راه‌های ارتباطی و دسترسی مناسب دارند. در طرح هندسی حال حاضر این معابر روستایی (تا سال ۱۳۹۸ هجری شمسی) نواقص و اشکالاتی مشاهده می گردد، که در قالب این تحقیق برای هر یک از تقسیمات مندرج مشخص شده‌اند. در همین رابطه در شکل (۴) نمایش نموداری تعداد تقسیمات کشوری اولیه و نهایی بررسی شده برای دهستان‌های هر یک از ۱۴ شهرستان مختلف استان کرمانشاه، نشان داده شده است. مطابق این شکل، شهرستان‌های کرمانشاه، اسلام‌آبادغرب و گیلان‌غرب رتبه‌دار تعداد تقسیمات در بخش روستایی هستند. همچنین در شکل (۵) پراکندگی و میزان فراوانی هر یک از انواع نواقص هندسی برای شبکه راه‌های روستایی استان کرمانشاه مشخص شده است. براساس این شکل نواقص هندسی مربوط به قوس‌ها (افقی و یا قائم) صدرنشین نواقص هندسی راه‌های

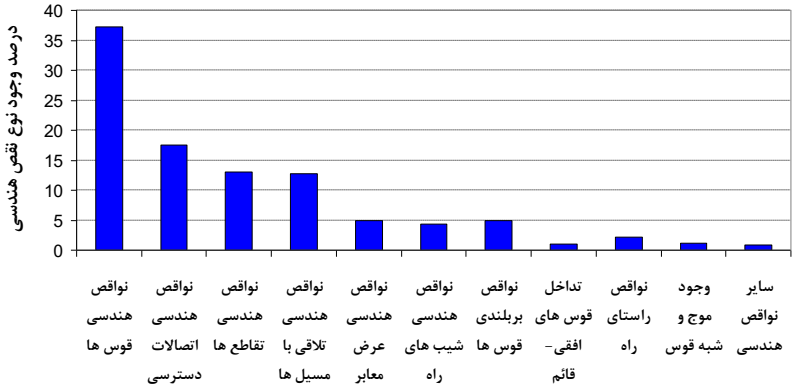
Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

روستایی استان هستند. در مرحله بعد نواقص هندسی اتصالات دسترسی معابر روستایی و شکل هندسی تقاطع‌ها دارای رتبه دوم است.



شکل٤. تعداد تقسیمات کشوری اولیه و نهایی بررسی شده برای دهستان‌های هر یک از ١٤ شهرستان استان کرمانشاه.

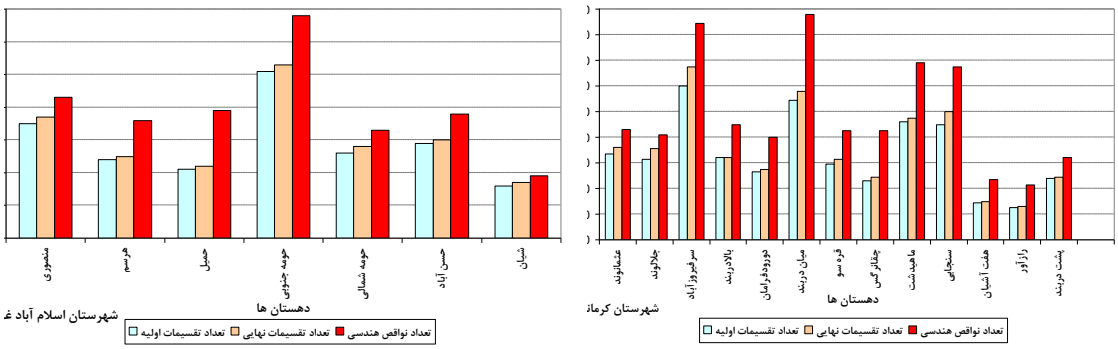


شکل٥. پراکندگی و میزان فراوانی هر یک از انواع نواقص هندسی برای شبکه راه‌های روستایی استان کرمانشاه

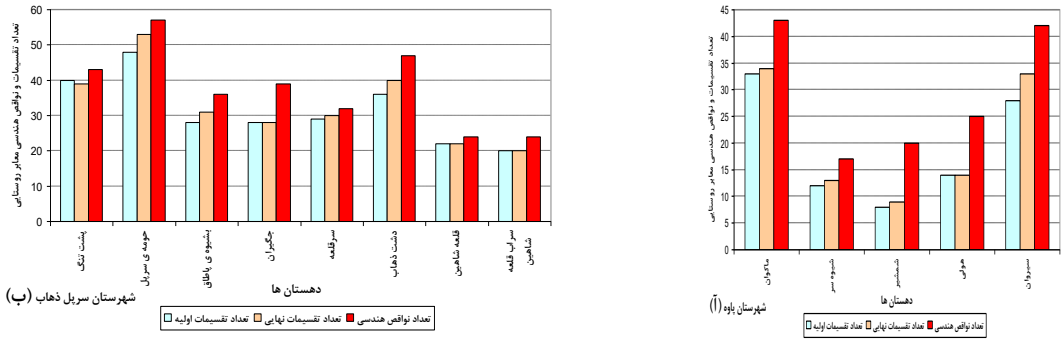
در شهرستان کرمانشاه مطابق شکل ۶-آ دهستان‌های میان دربند، سرفیروزآباد، ماهیدشت و سنجابی و در شهرستان اسلام‌آباد غرب (شکل ۶- ب) دهستان‌های حومه جنوبی و منصوری بیشترین تعداد آمار نواقص هندسی راه‌های روستایی را به خود اختصاص داده‌اند. در ادامه بنابر شکل ۷-آ در شهرستان پاوه دو دهستان ماکوان و سیروان و در شکل ۷- ب و برای شهرستان سرپل‌ذهاب، دو دهستان حومه سرپل و دشت‌ذهاب دارای بیشترین تعداد فراوانی نواقص هندسی در راه‌های روستایی خود هستند. از مهم‌ترین ویژگی‌های شبکه معابر شهرستان پاوه می‌توان به وضعیت کاملا کوهستانی و صعب‌العبور آنها اشاره کرد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل٦. نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان‌ها در شهرستان‌های: (آ) کرمانشاه، (ب) اسلام آبادغرب



شکل٧. نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان‌ها در شهرستان‌های: (آ) پاوه، (ب) سرپل‌ذهاب.

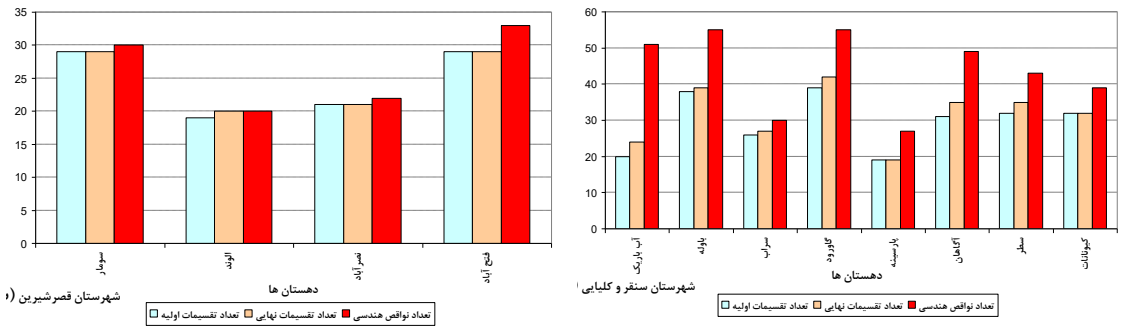
در شکل (٨) نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان‌ها در شهرستان‌های سنقر و کلیایی و قصرشیرین نمایش داده شده است. مطابق شکل ٨-آ بیشترین نواقص هندسی در شهرستان سنقرو-کلیایی مربوط به دو دهستان گاورود و آب باریک است. همچنین مطابق شکل ٨-ب دهستان‌های فتح‌آباد و سومار در شهرستان قصرشیرین، دارای بیشترین تعداد نواقص هندسی معابر روستایی هستند. در ادامه در شکل (٩) نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان‌ها در شهرستان‌های کنگاور و گیلان‌غرب ارائه شده است. مطابق شکل ٩-آ دهستان های خزل غربی و گودین در شهرستان کنگاور و دهستان‌های گواور و حومه در شهرستان گیلان‌غرب دارای بیشترین تعداد نواقص هندسی در راه‌های روستایی هستند. در شکل (١٠) نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان‌ها در شهرستان‌های جوانرود و صحنه ترسیم شده است.

دهستان‌های پلنگانه و کلاشی در شهرستان جوانرود و دهستان‌های دینور و حر در شهرستان صحنه به‌ترتیب مطابق شکل‌های ١٠-آ و ١٠- ب بیشترین تعداد نواقص هندسی معابر را دارند. به‌طور مشابهی در شکل (١١) نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان‌ها در شهرستان‌های هرسین و ثلاث باباجانی نشان داده شده است. مطابق شکل ١١-آ در شهرستان هرسین دو دهستان چمچمال و حومه و بر اساس نمودار شکل ١١- ب در شهرستان ثلاث‌باباجانی دو دهستان خانه‌شور و دشت‌حر دارای بیشترین تعداد نواقص هندسی معابر

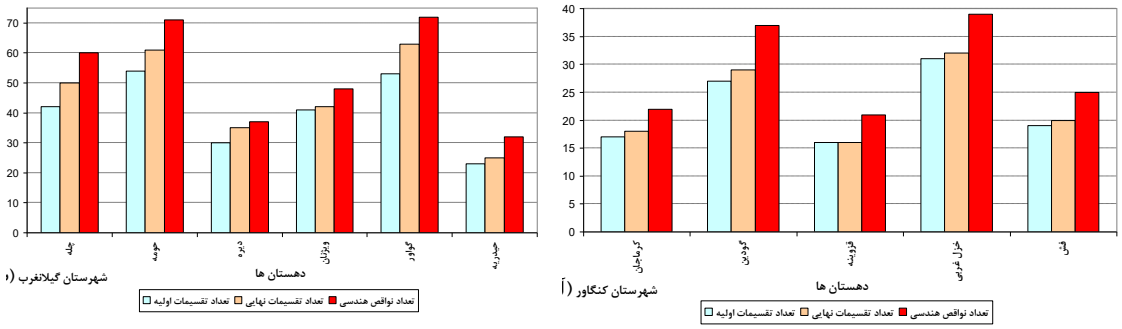
Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

روستایی هستند. در انتهای این بخش و در شکل (۱۲) نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان‌ها در شهرستان‌های دالاهو و روانسر ترسیم گردیده است. بنابر شکل ۱۲-آ در شهرستان دالاهو دو دهستان گورانی و قلخانی و مطابق شکل ۱۲- ب در شهرستان روانسر دو دهستان حسن‌آباد و بدر، بیشترین تعداد نواقص هندسی معابر را نشان می‌دهند. مسأله‌ای که در مورد تمامی این شهرستان‌ها مشترک است، افزایش تعداد نواقص هندسی راه‌های روستایی با افزایش تعداد تقسیمات روستایی آنها است. در واقع هر چه تعداد روستاها و تقسیمات یک دهستان بیشتر بوده به تناسب همان میزان نواقص هندسی معابر نیز افزایش پیدا کرده است، که اساساً این موضوع مطلوبی نیست.



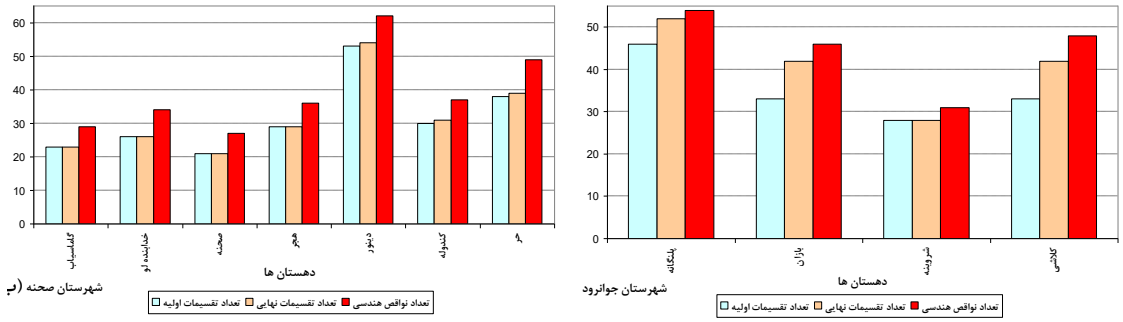
شکل۸. نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان ها در شهرستان‌های: (آ) سنقر و- کلیایی، (ب) قصرشیرین



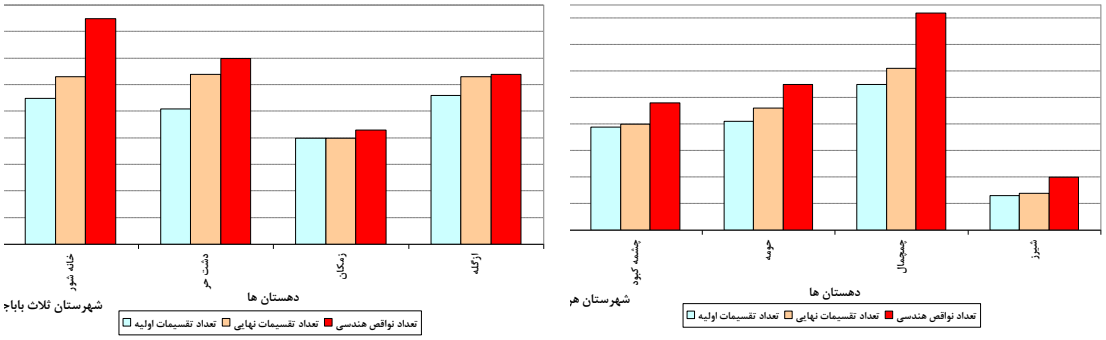
شکل۹. نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان‌ها در شهرستان‌های: (آ) کنگاور، (ب) گیلانغرب

Archive of SID.ir

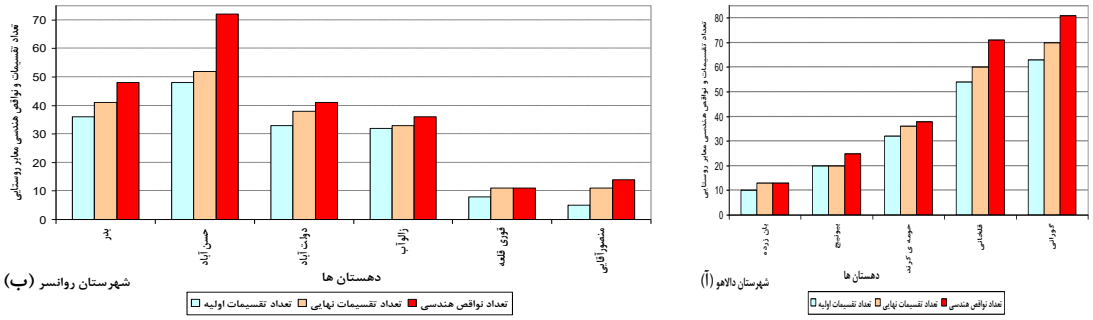
Archive of SID.ir



شکل۱۰. نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان‌ها در شهرستان‌های: (آ) جوانرود، (ب) صحنه



شکل۱۱. نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان‌ها در شهرستان‌های: (آ) هرسین، (ب) ثلاث باباجانی



شکل۱۲. نمودارهای تعداد نواقص هندسی معابر به ازای تعداد تقسیمات کشوری دهستان‌ها در شهرستان‌های: (آ) دالاهو، (ب) روانسر

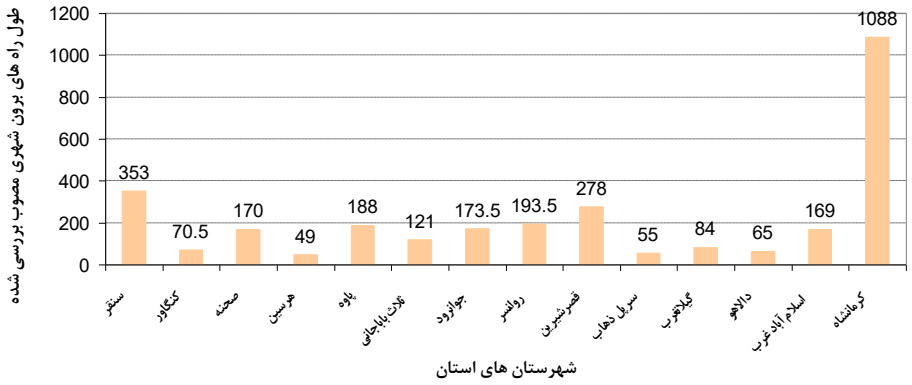
٤-۲- اشکالات و نواقص هندسی راه‌های برون شهری مصوب استان کرمانشاه

در این بخش نواقص هندسی راه‌های برون شهری مصوب استان کرمانشاه مورد بررسی قرار گرفته است. نحوه بررسی توزیع فراوانی نواقص هندسی راه‌ها در این حالت، بر حسب معیار طول راه و کیلومتراژ آن است. برای این منظور، فهرست راه‌های برون‌شهری مصوب استان کرمانشاه بر اساس اطلاعات برخط اداره کل راه وشهرسازی استان و اداره کل راهداری و حمل‌و نقل جاده‌ای استان (۱۳۹۷) به‌دست آمده است. این فهرست در گام اول شامل یک لیست متشکل از ۱۰۴ قطعه راه مصوب به طول حدود ۳۲۰۰ کیلومتر است. سپس به هر یک از ۱۴ شهرستان

Archive of SID.ir

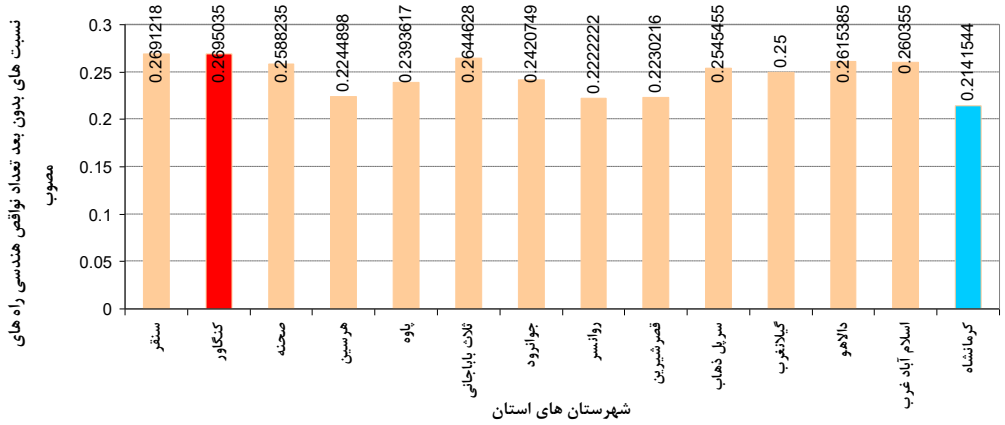
Archive of SID.ir

استان، راه‌های مربوطه نسبت داده شده و سهم نسبی هر شهرستان از طول راه‌های مصوب (بر حسب یکای کیلومتر راه)، مطابق شکل ۱۳ مشخص شده است.



شکل۱۳. نمایش تفکیکی مجموع طول راه‌های برون شهری مصوب بررسی شده برای هر یک از شهرستان‌ها

در ادامه، مطابق شکل (۱۴) نسبت‌های نرمال شده بر حسب بُعد طول راه (یعنی مطابق یکای تعداد نقص هندسی بر کیلومتر طول راه) برای تمامی شهرستان‌های استان ترسیم شده است. در این بین مطابق شکل ۱۴ محدوده عددی این نسبت، برای راه‌های استان کرمانشاه عددی کمتر از ۰/۳۰ است. در واقع، این نسبت برای بیشتر شهرستان‌های استان در محدوده عددی مابین ۰/۲۰ تا ۰/۳۰ در نوسان است. از طرفی بر اساس شکل ۱۴ شهرستان کنگاور بیشترین و شهرستان کرمانشاه کمترین تراکم نسبی تعداد نقص هندسی در طول راه‌های استان را دارا هستند. شهرستان سنقروکلیایی پس از شهرستان کنگاور، بیشترین تعداد نواقص هندسی در طول راه‌های برون شهری مصوب را از خود نشان می‌دهد. بدیهی است که نسبت کران بالای ۰/۳ در این تحقیق، برای راه‌های استان کرمانشاه به‌دست آمده و برای راه‌های سایر استان‌های کشور ممکن است کمتر یا بیشتر از این مقدار به‌دست آید.



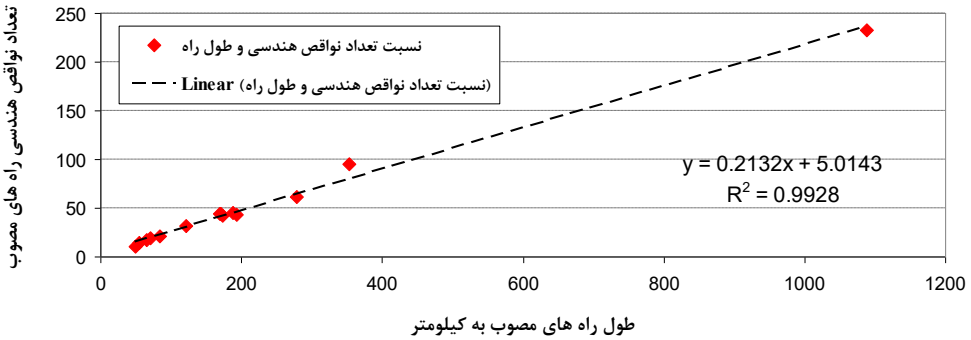
شکل۱۴. نمایش نسبت‌های بدون بُعد تعداد نواقص هندسی راه‌های برون شهری برای تمامی شهرستان‌های استان

در شکل (۱۵) رابطه بین تعداد نواقص هندسی راه‌های مصوب استان کرمانشاه و پارامتر طول راه‌های استان ترسیم شده است. مطابق این رابطه، یک برازش کاملا خطی (با دقت بسیار بالا و ضریب تعیین $R2$ نزدیک به یک) و با

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

روندی صعودی، بین دو پارامتر تعداد نواقص هندسی و طول راه‌ها قابل مشاهده است. این نمودار با ۱۴ نقطه مربوط به تجمیع تعداد نواقص هندسی راه های مصوب ۱۴ شهرستان استان ترسیم شده و در این شکل نقطه انتهایی، به رنگ قرمز مربوط به شهرستان کرمانشاه است. به طورکلی، روند صعودی رگرسیون خطی درون این نمودار، می‌توانست روندی نزولی (در صورت کاهش تعداد نواقص هندسی راه ا)، تابعی نوسانی یا غیرخطی داشته باشد. متأسفانه تابع آن خطی و صعودی است و این حاکی از آن است که به‌طور طبیعی، با افزایش طول راه‌های استان، تعداد نواقص هندسی آنها نیز رشد خطی و افزایشی داشته است. یعنی با ایجاد هر راه جدید، ناگزیر تعداد نقص هندسی جدید نیز به همراه معبر تازه تَأسیس، ایجاد می‌شود.



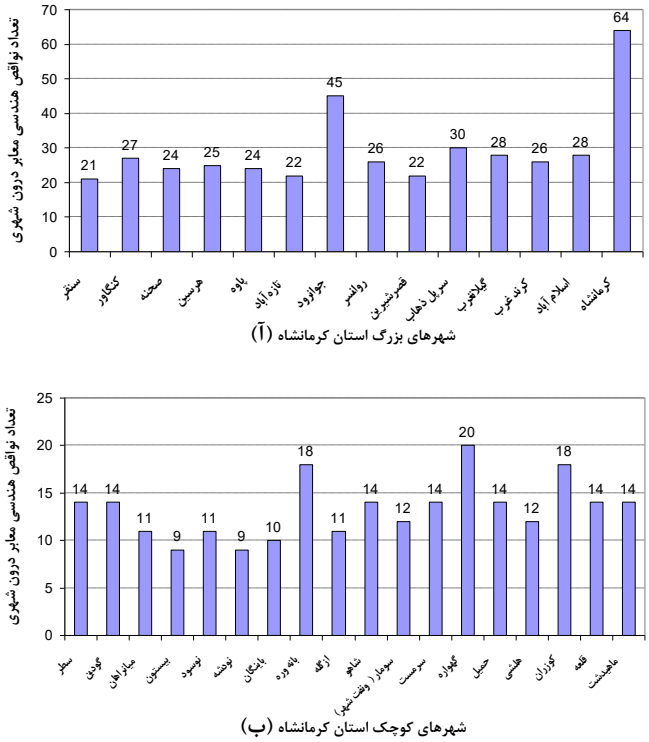
شکل ۱۵. رابطه کاملاً خطی بین تعداد نواقص هندسی راه‌های برون شهری و طول هر یک از قطعات راه‌ها

٤-۳- اشکالات و نواقص هندسی معابر درون شهری استان کرمانشاه

آمار تعداد نواقص هندسی شاخص در مسیر معابر درون شهری کلیه شهرهای استان کرمانشاه که به‌طورکلی شامل ۳۲ شهر مختلف استان می‌شوند، در این بخش ارائه گردیده است. از بین این شهرها تعداد ۱۴ شهر فهرست شهرهای بزرگ استان (مراکز شهرستان‌ها) را تشکیل می‌دهند و تعداد ۱۸ شهر دیگر، اسامی شهرهای کوچک استان را معرفی می‌کنند. در شکل (۱۶) نمایش تعداد نواقص هندسی معابر شهری شناسایی شده برای شهرهای بزرگ استان و شهرهای کوچک استان کرمانشاه به نمایش درآمده است. مطابق شکل ۱۶-آ شهرهای کرمانشاه، جوانرود و سرپل‌ذهاب، به‌ترتیب بیشترین تعداد نواقص هندسی اولیه درون شهری را داشته‌اند. در شهرهای کوچک استان نیز مطابق شکل ۱۶-ب شهرهای گهواره (در شهرستان دالاهو)، بانه‌وره (شهرستان پاوه) و کوزران (شهرستان کرمانشاه) بیشترین تعداد نواقص هندسی معابر درون شهری را داشته‌اند. برای مقایسه بهتر اثر این نواقص در مقیاس مساحت شهر، بهتر است دانسیته تعداد نواقص هندسی معابر را در سطح هر یک از شهرها، به‌دست آورد. به این مسأله مهم در ادامه و در شکل‌های ۱۷ و ۱۸ پرداخته شده است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

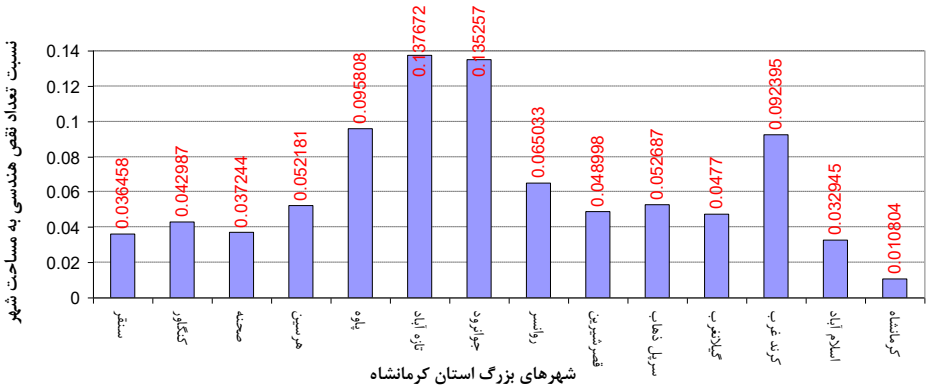


شکل۱۶. نمایش تعداد نواقص هندسی معابر شهری شناسایی شده برای: (آ) شهرهای بزرگ استان و (ب) شهرهای کوچک استان کرمانشاه

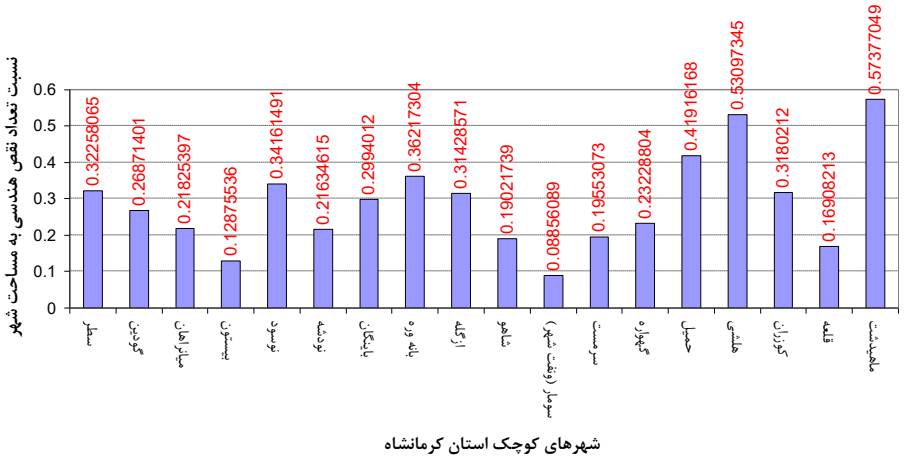
نسبت میزان گستردگی تعداد نواقص هندسی معابر درون شهری به نسبت مقدار سطح (مساحت) هر شهر (دانسیته سطحی پراکندگی تعداد نواقص هندسی) در شکل‌های ۱۷ و ۱۸ ارائه شده است. میانگین مساحت شهرهای بزرگ استان ۴۷۷/۴۷ هکتار (در ۱۳ شهر مختلف استان به‌غیر از شهر کرمانشاه با مساحت ۹۲۵۶ هکتار) و در شهرهای کوچک استان ۵۵/۲۴ هکتار (در تعداد ۱۸ شهر) است. نسبت تعداد نقص هندسی معابر درون شهری به مساحت شهرها برای شهرهای بزرگ استان عددی در حدود ۰/۱۴ (شکل ۱۷) و برای شهرهای کوچک استان عددی تا مقدار ۰/۶۰ (شکل ۱۸) است. همچنین شهرهای تازه‌آباد، جوانرود و پاوه، سه شهر بزرگ استان با بیشترین تعداد نواقص هندسی درون شهری (شکل ۱۷) و شهرهای ماهیدشت، هلشی و حمیل، سه شهر کوچک استان با بیشترین تعداد نواقص هندسی معابر هستند (شکل ۱۸). اما شهر کرمانشاه مطابق این نوع از مقایسه، آمار مبهم و دو پهلویی ارائه می‌کند (شکل۱۷)، چرا که از یک سو مساحت این شهر بسیار بزرگتر از میانگین‌های مساحت‌های موجود سایر شهرهای استان است و از سوی دیگر نواقص هندسی مطرح در این شهر، از حیث هزینه‌های اصلاح نواقص، بسیار کلان‌تر از نواقص در سایر شهرهای کوچک و بزرگ استان است. مجدداً دو مقدار کران بالای ۰/۱۴ و ۰/۶ برای شهرهای استان کرمانشاه به‌دست آمده و برای شهرهای سایر استان‌های کشور، قطعاً مقادیر دیگری (متفاوتی) به‌دست خواهند داد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل۱۷. نسبت‌های بدون بُعد تعداد نقص هندسی به مساحت شهر در راه‌های درون شهری شهرهای بزرگ استان

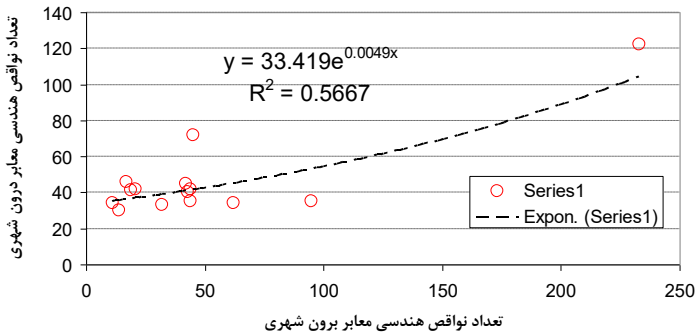


شکل۱۸. نسبت‌های بدون بُعد تعداد نقص هندسی به مساحت شهر در راه‌های درون شهری شهرهای کوچک استان

در شکل (۱۹) رابطه نمایی- صعودی بین تعداد رخداد نواقص هندسی در معابر برون و درون شهری استان کرمانشاه ارائه شده است. معنی و مفهوم شکل ۱۹ آن‌است که یک روند نمایی و همواره صعودی بین تعداد نواقص هندسی راه‌های درون و برون شهری برای هریک از شهرستان‌های استان وجود دارد. از طرفی همبستگی کمی آنها نیز حدود ۶۰٪ (یعنی ۵۶/۶۷٪) است. این بدان معنی است که با خروج از محل هر یک از شهرهای استان کرمانشاه با احتمالی نزدیک به ۶۰ درصد وضعیت (نواقص) هندسی راه‌های برون شهری نیز مشابه راه‌های درون شهری، در شهر ترک شده است. یعنی در خارج از شهرها، وضعیت معابر خیلی متفاوت از وضعیت هندسی معابر درون شهرها نیست و این میزان تشابه شرایط هندسی معابر حدود ۶۰٪ است. پس همان تعداد از نواقص هندسی معابر که در درون شهرها وجود داشت، با احتمال نزدیک به ۶۰٪ و در یک روند نمایی و صعودی، همان تعداد نیز در خارج از شهرها وجود خواهد داشت.

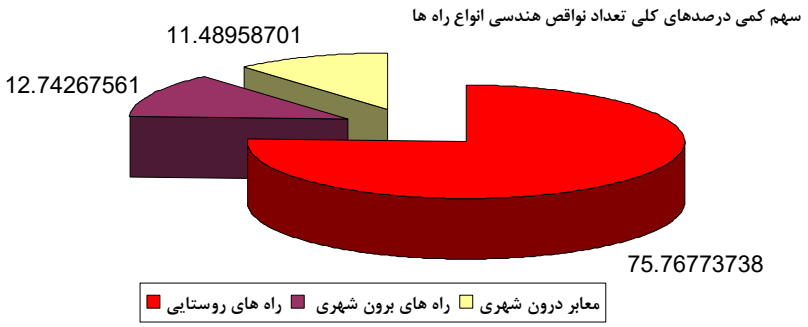
Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل۱۹. رابطه نمایی- صعودی بین تعداد رخداد نواقص هندسی در معابر برون و درون شهری استان کرمانشاه

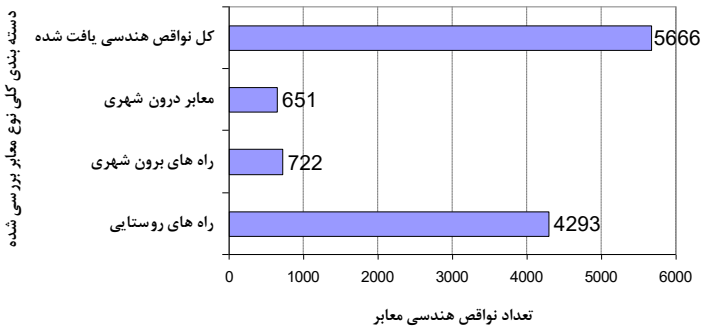
شکل (۲۰) درصدهای سهم تعداد نواقص هندسی هر یک از انواع سه‌گانه راه‌های بررسی شده در استان را نشان می‌دهد. مطابق این شکل راه‌های روستایی استان با سهمی حدود ۷۶٪ بیشترین سهم و راه‌های درون شهری با سهمی در حدود ۱۱/۵٪ کمترین سهم از تعداد نواقص هندسی راه به خود اختصاص داده‌اند. در شکل (۲۱) تعداد کل نواقص هندسی شناسایی شده در انواع مختلف راه‌های استان کرمانشاه به صورت نمودار میله‌ای نمایش می‌دهد. مجدداً نتایج مشابه نتایج شکل قبلی در نمودار شکل ۲۰ است، با این تفاوت که مقادیر کمی واقعی (تعداد نواقص شناسایی شده) در نمودار شکل ۲۱ درج شده‌اند. در پایان و شکل (۲۲) نمودار مقایسه‌ای تعداد نسبی نواقص هندسی شناسایی شده برای هر کدام از انواع معابر بر اساس حجم نمونه‌های هریک را ترسیم می‌کند. مطابق یافته‌های این شکل، در معابر درونی هر شهر به‌طور میانگین حدود ۲۰ نقص هندسی در شبکه معابر شناسایی شده است. همچنین در هر قطعه راه مصوب به‌طور متوسط حدود ۷ نقص هندسی وجود دارد. همچنین در هر قطعه مشخص راه روستایی استان نیز حداقل یک نقص هندسی (مشخص) وجود داشته است.



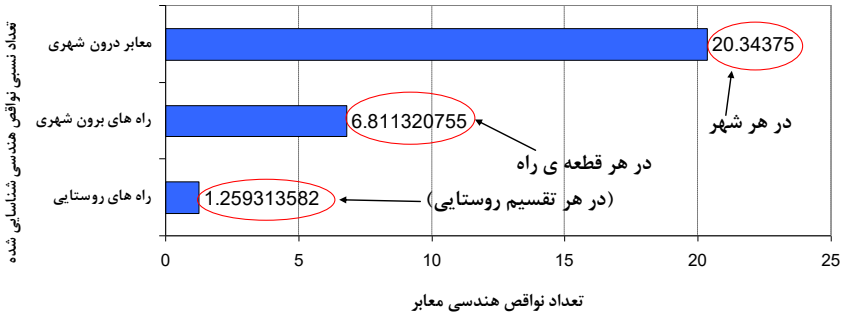
شکل۲۰. درصدهای سهم تعداد نواقص هندسی هر یک از انواع سه گانه راه‌های بررسی شده در استان

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل۲۱. تعداد کل نواقص هندسی شناسایی شده در انواع مختلف راه‌های استان کرمانشاه



شکل۲۲. تعداد نسبی نواقص هندسی شناسایی شده برای هر کدام از انواع معابر بر اساس حجم نمونه‌های هریک

۵- نتایج و پیشنهادهای تحقیق

در این تحقیق وضعیت نواقص هندسی کلیه شهرستان‌های استان کرمانشاه به کمک آخرین تصاویر و نقشه‌های ماهواره‌ای و نیز بازدیدهای میدانی مورد بررسی قرار گرفته است. در چارچوب یک طرح پژوهشی جامع، حدود ۵۶۰۰ نقص و اشکال در طرح هندسی معابر استان فهرست شده است. سهم عمده‌ای از این فهرست مربوط به نواقص هندسی معابر در تقسیمات روستایی استان است. به‌طورکلی در بخش راه‌های روستایی شرایط کلی پلان و پروفیل راه‌ها به گونه‌ای است که حداقل یک نقص هندسی شاخص در هر معبر دسترسی وجود دارد. به‌ویژه در خصوص روستاهای میان‌راهی و کناررراهی استان، وجود این نواقص هندسی سبب شکل‌گیری نقاط حادثه‌خیز می‌گردد. در خصوص راه‌های مصوب برون شهری، کثرت و تراکم اتصالات و دسترسی‌های غیرمجاز و غیر استاندارد، معضل چشمگیر این دسته از معابر استان است. در حوزه معابر درون شهری نیز نبود جریان بندی‌های ترافیکی مناسب، طرح هندسی قدیمی و کم‌ظرفیت و عرض کم معابر از جمله مهم‌ترین نواقص هندسی مطرح در این زمینه هستند. هدف این تحقیق، آشکارسازی کلیت وضعیت حال حاضر راه‌های استان است، تا در سایه آن بتوان اولویت‌های مهم در زمینه نواقص هندسی (و نقاط حادثه‌خیز) را تشخیص داد و در بازه‌های زمانی مناسب (کوتاه‌مدت و بلندمدت) آنها را به‌نحوی برطرف ساخت. نتایج متعدد و مختلفی در حین اجرای این طرح تحقیقاتی به‌دست آمده که خلاصه‌ای از آنها، در ادامه به‌عنوان نمونه، ارائه می‌گردد:

ضعف در اجرای طرح هندسی قوس‌های افقی (پیچ‌های) معابر راه (برون‌شهری و روستایی)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

عدم تعریض قوس‌های افقی تند راه، وجود زاویه و درجه قوس نامناسب

وضعیت نامناسب برخی شانه‌های کناری دارای روسازی و فاقد روسازی (در سمت چپ و راست) معابر راه‌های استان

وجود دوربرگردان‌های با اجزای هندسی (لچکی‌ها، خطوط کاهش و افزایش شتاب طرفین، قوس‌های افقی، بربلندی قوس‌ها و ...) ناقص یا خودساخته

وجود بیش از چند صد معبر روستایی ساماندهی نشده در حریم و یا مجاورت مسیل رودهای فعال (دائمی) در شهرستان‌های مختلف استان

تداخل غیرمجاز و ناایمن قوس‌های قائم و افقی در پلان و پروفیل راه‌های استان

وجود بیش از چند صد روستای کناراهی و میانراهی با راه دسترسی با طرح هندسی ناایمن و نامتعارف

طرح هندسی ضعیف و غلط اتصالات معابر دسترسی روستایی

طرح هندسی ضعیف تقاطع‌های سه و چندراهی معابر برون شهری و روستایی

ضعف در شیب‌های طولی، عرضی و بربلندی مقاطع راه

وجود موج، شبه قوس، شبه تقاطع و ضعف هندسی راستای راه‌ها

استفاده بسیار زیاد از طرح هندسی قوس افقی معکوس در راه‌های تندرو استان

وجود طرح هندسی نامتعارف در اجزای راه همانند قوس‌ها، اتصال‌ها و تقاطع‌ها

عدم وجود جزایر هدایت کننده و طرح جریان‌بندی معابر در بیشتر معابر برون شهری استان و ... .

به هر حال نویسندگان این تحقیق امید دارند، در سایه شناخت دقیق و مهندسی شده نواقص هندسی راه‌های استان کرمانشاه و نیز شبکه معابر سایر استان‌های کشور، بتوان در یک برنامه مدون و بلندمدت، سهم تصادفات، کشته‌ها و خسارات ناشی از ضعف طرح هندسی راه‌ها را تا حد امکان کاهش داد. شناخت و رفع مشکلات راه‌ها به‌عنوان بخشی اساسی از سرمایه‌های زیرساختی یک کشور، نیازمند صرف هزینه و دقت‌نظر زیادی از سوی دست اندرکاران امر است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

فهرست منابع

اداره راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای استان کرمانشاه (۱۳۹۷)؛ **آرشیو اطلاعات پیرامون راه‌های استان کرمانشاه**، درگاه اینترنتی به نشانی www.kermanshah.rmto.ir

اداره کل راه‌وشهرسازی استان کرمانشاه (۱۳۹۷)؛ **آرشیو اطلاعات راه‌های مصوب استان کرمانشاه**، نشانی درگاه اینترنتی: www.kermanshah.mrud.ir

بانک اطلاعات تقسیمات کشوری-آخرین ویرایش در سال ۱۳۹۶ (۱۳۹۷)؛ مرکز آمار ایران. درگاه ملی آمار، **فایل اکسل کامل آخرین تقسیمات کشوری ایران تا سطح روستا، مزرعه و مکان**، نشانی اینترنتی درگاه ملی آمار: https://www.amar.org.ir

حسن ور، شهاب؛ روشنی، رضا (۱۳۹۷)؛ **ارزیابی و تحلیل نواقص راه‌های چندخطه برون‌شهری** (مطالعه مورد: محورهای اصلی استان لرستان). یازدهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، تهران، ایران، اردیبهشت ماه ۱۳۹۷.

حسنی‌نسب، سیدشهاب؛ رحیمی، رافع (۱۳۹۷)؛ **تحلیل اثر هندسه دوربرگردان‌ها در میزان تصادفات**: مطالعه موردی شهر سنندج. فصلنامه علمی-ترویجی جاده (مقاله پذیرفته شده برای انتشار).

حسنی‌نسب، سیدشهاب؛ شریفی‌راد، امیر؛ زاهدی، محسن (۱۳۹۷)؛ **اثربخشی دوربین‌های کنترل ترافیک بر مدیریت سرعت**. فصلنامه علمی-ترویجی جاده، شماره ۹۵، صفحه ۱۷۵-۱۸۲، تابستان ۱۳۹۷.

رضایی‌نور، جلال؛ حسن‌زاده، یونس؛ جمشیدی، عماد (۱۳۹۷)؛ **شناسایی نقاط‌حادثه خیز راه‌های مواصلاتی استان قم**. فصلنامه علمی– ترویجی راهور، سامانه یکپارچه نشریات ناجا، سال پانزدهم، شماره ۴۲، صفحه ۶۳-۸۴.

ساجد،یوسف؛ شفابخش، غلامعلی؛ باقری، مرتضی (۱۳۹۷)؛ **مروری بر مدل‌های شاخص خطر به منظور شناسایی و اولویت‌بندی نقاط پرحادثه**، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات راهور، سامانه یکپارچه نشریات ناجا، سال هفتم، شماره ۲۵، ص ۵۵-۹۲، تابستان ۱۳۹۷.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (۱۳۸۴و۱۳۹۳)؛ **آیین‌نامه ایمنی راه‌ها، ایمنی راه و حریم**- نشریه ۱-۲۶۷، معاونت امور فنی، تهران، ایران.

سازمان پزشکی قانونی کشور (۱۳۹۵)؛ **آمار تجمعی سالیانه کشته‌های تصادفات و سوانح رانندگی-جاده‌ای کشور ایران**.

سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشورRMTO (۱۳۹۷)؛ سایت اینترنتی فعال به نشانی www.rmto.ir

شبکه روستایی ایران (۱۳۹۷)؛ **بانک نقشه‌های روستایی برخط**، درگاه اینترنتی به نشانی www.roostanet.ir

شمس ملکی، یزدان (۱۳۹۸)؛ **شناسایی نواقص متعدد هندسی معابر استان کرمانشاه و ارائه راهکارهای مهندسی جهت بهبود معضلات ترافیکی استان**. طرح پژوهشی با مشارکت بنیاد نخبگان نیروهای مسلح، پژوهشگاه علوم انتظامی و مطالعات اجتماعی ناجا و فرماندهی انتظامی استان کرمانشاه (دفتر تحقیقات کاربردی). صفحات ۱-۷۰۵.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

شیخ فرد، عباس؛ حقیقی، فرشیدرضا؛ آزموده، محمد (۱۳۹۷)؛ **مکان‌یابی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز محور بابل- بابلسر و بالعکس**. یازدهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، تهران، ایران، اردیبهشت ماه ۱۳۹۷.

عفتی، میثم؛ دیوباد، فرشته (۱۳۹۷)؛ **بررسی و تحلیل تصادفات محور سراوان- فومن با استفاده از آمار توصیفی و تحلیل استنباطی**. یازدهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، تهران، ایران، اردیبهشت ماه ۱۳۹۷.

لطیفی، حسام؛ نیکوفرجام، محمد (۱۳۹۷)؛ **ارزیابی ایمنی حمل‌ونقل جاده‌ای در ایران از دیدگاه آمارهای ملی و بین‌المللی و ارائه راهکارهای پیشنهادی در بهبود شرایط و تأمین مالی**. یازدهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، تهران، ایران، اردیبهشت ماه ۱۳۹۷.

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور (۱۳۹۱)؛ **آیین نامه طرح هندسی راه‌های ایران**، نشریه شماره ۴۱۵، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور فنی، تهران، ایران.

نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن (۱۳۸۵)؛ **جمعیت تا سطح آبادی‌ها بر حسب سواد**، مرکز آمار ایران، بایگانی شده از نسخه اصلی فراداده‌ها. نشانی اینترنتی درگاه ملی آمار: https://www.amar.org.ir

نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن (۱۳۹۵)؛ **جمعیت تا سطح آبادی‌ها بر حسب سواد**، مرکز آمار ایران، بایگانی شده از نسخه اصلی فراداده‌ها. نشانی اینترنتی درگاه ملی آمار: https://www.amar.org.ir

ArcGIS (2016). **ArcGIS Desktop 10.5, version 10.5.0.6491**. Copy right © 1999-2016, Esri Inc. www.esri.com

ArcMap (2016**) ArcGIS Desktop 10.5/ArcMap, version 10.5.0.6491**. Copy right © 1999-2016, Esri Inc. www.esri.com

Bamdad Mehrabani, B., Mirbaha, B. (2019). **Modeling the Operating Speed in Tangents and Curves of Four-lane Highways Based on Geometric and Roadside Factors**. International Journal of Transportation Engineering, 6(4), (24) Spring 2019, 355-366.

Cafiso, S., D'Agostino, C., Persaud., B. (2018). **Investigating the influence of segmentation in estimating safety performance functions for roadway sections**. Journal of traffic and transportation engineering (English edition), 5(2),129-136. https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.10.001.

Google Earth/ Google maps (2019). Site address: www.google.com.

Vaiana, R., Iuele, T., Gallelli, V., Rogano, D. (2018). **Demanded vs Assumed friction along horizontal curves: an on-the-road experimental investigation**. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, transport journal (Accepted manuscript).

Wang, X., Wang, X. (2018). **Speed change behavior on combined horizontal and vertical curves: driving simulator-based analysis**. Accident Analysis and Prevention, 119, 215-224. https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.07.019

Wang, K., Zhao, S., Ivan, J.N., Ahmed, I., & Jackson, E. (2018). **Evaluation of hot spot identification methods for municipal roads**. Journal of Transportation Safety & Security, pp. 1-19. https://doi.org/10.1080/19439962.2018.1504262

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Xie, K., Yang, D., Ozbay, K., and Yang, H. (2018). **Use of real-world connected vehicle data in identifying high-risk locations based on a new surrogate safety measure**. Accident Analysis and Prevention xxx (2018) xxx-xxx. https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.07.002

You, Q.C., Easa, S. (2018). **Innovative roadside design curve of lateral clearance: roadway reverse horizontal Curves**. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition) (2018), doi: 10.1016/j.jtte.2017.09.004.

Archive of SID.ir