

بررسی تصادفات رخ داده درون شهری شهر همدان و تعیین حادثه خیزترین تقاطع‌ها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی

معصومه ذاکرزاده<sup>۱</sup>، یوسف رضایی<sup>۲</sup>

۶۵-۷۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۱۹

تاریخ وصول: ۱۳۹۴/۰۵/۲۳

چکیده

با توجه به افزایش جمعیت و گسترش روزافزون شهرها و وابستگی بیش از پیش بشر به استفاده از وسایل نقلیه جهت مقاصد مختلف، موجب افزایش تعداد وسایل نقلیه و به تبع آن افزایش تعداد تصادفات درون شهری و برون شهری گردیده که این امر باعث به وجود آمدن پیامدهای وسیعی در جامعه شده است. از این رو نیاز به مطالعات و تحقیقات بیشتر، بر روی معیارهای مؤثر در بروز تصادفات ترافیکی و تلاش برای کاهش دادن تصادفات و افزایش ایمنی راه‌ها بیش از پیش ضروری می‌نماید. بر این اساس بایستی دلایل مختلفی که سبب به وجود آمدن تصادفات می‌شوند را شناسایی و ریشه‌یابی کرده و سپس به تجزیه و تحلیل این دلایل پرداخت و راهکارها و ایده‌هایی که سبب کاهش تصادفات می‌شوند را ارائه نمود. یکی از اقدامات مهم، شناسایی نقاط پرحادثه می‌باشد. لذا در این پژوهش ابتدا از بین داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به تصادفات، با توجه به مطالعات صورت گرفته از مقالات و نظر کارشناسان تصادفات، پارامترهای تاثیرگذار در وقوع تصادفات بررسی شده و از میان آن‌ها پارامترهای مربوط به علت تامه تصادفات را استخراج کرده و سپس از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره جهت تعیین نقاط حادثه‌خیز استفاده شده است. طی فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره به وزن‌دهی پارامترها پرداخته و برای هر نقطه، شاخص حادثه‌خیزی تعیین گردیده است. در ادامه، اولویت‌بندی نقاط بر اساس شاخص مذکور انجام گردید و با استفاده از آنالیزهای جی‌آی‌اس و هم‌پوشانی وزن‌دار نقاط حادثه‌خیز، حادثه‌خیزترین تقاطع‌ها مشخص گردید.

واژگان کلیدی: نقاط حادثه‌خیز، سیستم اطلاعات جغرافیایی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران-راه و ترابری، موسسه غیر انتفاعی عمران و توسعه (نویسنده مسئول) (m.zakerzade1@gmail.com)

۲- استادیار گروه عمران، دانشکده مهندسی دانشگاه بوعلی سینا

## مقدمه

تصادفات جاده‌ای و درون‌شهری یکی از عوامل مهم مرگ و میر و صدمات شدید جانی و مالی بوده و آثار سنگین اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی آن جوامع بشری را به شدت مورد تهدید قرار داده است. آمارها نشان می‌دهند که سالانه حدود دو درصد از تولید ناخالص ملی کشورمان در اثر تصادفات جاده‌ای و یک درصد آن نیز صرف تصادفات درون‌شهری می‌شود که جمعاً ۳ درصد است. از طرف دیگر آمار تلفات جانی نشان می‌دهد که سومین عامل مهم مرگ و میر در ایران تصادفات رانندگی است (احمدی‌دیزج، ۱۳۹۱ به نقل از آیتی، ۱۳۸۱).

لذا بایستی اقداماتی جهت کاهش تصادفات صورت پذیرد. اولین گام، شناسایی نقاط حادثه‌خیز می‌باشد. و برای حصول نتایج مناسب برای تعیین نقاط حادثه‌خیز، در این پژوهش سعی شد تا از روش نوین تلفیقی استفاده شود که شامل روش‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و شاخص هم‌پوشانی (در سیستم اطلاعات جغرافیایی) است. سیستم اطلاعات جغرافیایی بستری برای ذخیره، نگهداری، بکارگیری، مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی می‌باشد و جهت کار همزمان با داده‌هایی که وابستگی مکانی (جغرافیایی) و توصیفی دارند، طراحی شده است. در سال ۱۹۶۴، GIS در کانادا به وسیله دانشمندی به نام روجر توملینون در زمینه انرژی، معادن و تحقیقات که آن را سیستم‌های جغرافیایی کانادا نامیدند، وارد دنیای عمل شد. امروزه در اختیار داشتن داده‌های بهنگام و استخراج اطلاعات مورد نیاز از این داده‌ها دارای اهمیت وافری می‌باشد. در این رابطه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزاری مهم در مدیریت داده‌های زمین مطرح می‌باشند که با فراهم ساختن امکان یکپارچه‌سازی داده‌های حاصل از منابع مختلف، امکان استخراج اطلاعات مورد نیاز و کشف ارتباطات پیچیده و ناپیدای مابین پدیده‌های مختلف را فراهم می‌نمایند. داده‌های زمینی، در

بسیاری از کاربردها مورد نیاز می‌باشند لذا سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی پاسخگوی نیازهای طیف وسیعی از کاربران می‌باشند. از دیدگاه فنی این سیستم‌ها با دو جنبه مختلف از داده‌ها سروکار دارند، مکان و توصیفات مربوطه. در نتیجه در اختیار داشتن داده‌های جغرافیایی رقومی به عنوان پایه‌ای برای ورود به سیستم اطلاعات جغرافیایی دارای اهمیت بسزایی می‌باشد (صفری و موسویان، ۱۳۸۸).

در سال‌های اخیر سیستم‌های اطلاعات مکانی تحولات انکارناپذیری را در زمینه‌ی سازمان‌دهی و مدیریت داده‌های مکانی ایجاد نموده است و بعنوان علمی که ارزش و توانایی خود را در زمینه مدیریت داده‌های مکانی ثابت نموده، دارای پتانسیل بسیار بالایی جهت بخدمت‌گیری در زمینه مدیریت و برنامه‌ریزی حوادث می‌باشد. این سیستم با داشتن قابلیت اخذ و تبادل داده‌ها از منابع مختلف، سازمان‌دهی اطلاعات، تلفیق داده‌های گوناگون و انجام آنالیزهای مکانی افق‌های جدیدی را بر روی محققان علوم مختلف گشوده است. با توجه به موارد فوق لزوم استفاده از GIS به عنوان یک سیستم حامی تصمیم‌گیری جهت ذخیره‌سازی، بهنگام‌رسانی، پردازش، تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی مربوط به نقاط حادثه‌خیز جاده‌ای و مکان‌های پرتصادف حیاتی می‌باشد (عفتی و همکاران، ۱۳۸۸).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱</sup> یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمنظوره است که اولین بار توسط توماس الساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی منعکس‌کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آن‌ها مورد بررسی قرار می‌دهد و آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل کرده به حل آن می‌پردازد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست

<sup>۱</sup>- Analytical Hierarchy Process

می تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می تواند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم آغاز می کند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می گیرد. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم نشان می دهد. در نهایت منطبق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به گونه ای ماتریس های حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می کند که تصمیم بهینه حاصل آید (قدسی پور، ۱۳۸۵).

اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی:

توماس ساعتی چهار اصل زیر را به عنوان اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان نموده و کلیه محاسبات، قوانین و مقررات را بر این اصول بنا نهاده است.

این اصول عبارتند از:

الف) شرط معکوسی: اگر، ترجیح عنصر  $A$  بر  $B$  برابر  $n$  باشد، ترجیح عنصر  $B$  بر  $A$  برابر  $1/n$  خواهد بود.

ب) اصل همگنی: عنصر  $A$  با عنصر  $B$  باید همگن و قابل مقایسه باشند. به بیان دیگر برتری عنصر  $A$  بر عنصر  $B$  نمی تواند بی نهایت یا صفر باشد.

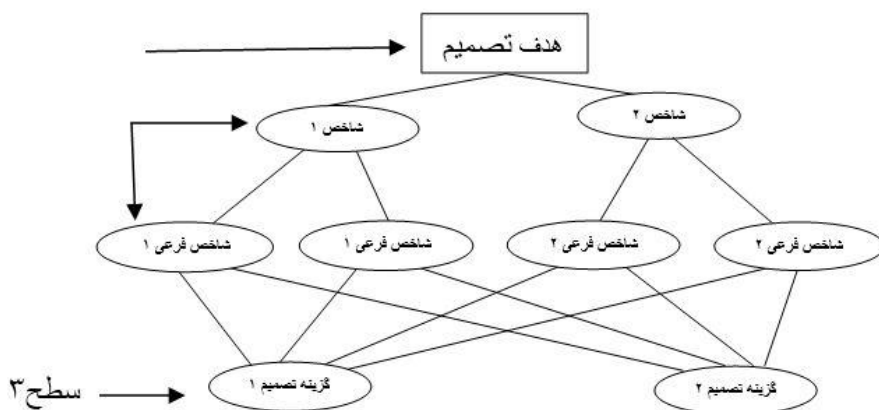
ج) وابستگی: هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می تواند ادامه داشته باشد.

د) انتظارات: هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد پروسه ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد (قدسی پور، ۱۳۸۵).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی گزینه های مختلف را در تصمیم گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای

مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد (قدسی پور، ۱۳۸۵).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یک روش کمی می‌باشد و به همه معیارهای تصمیم‌گیری با تکنیک مقایسات زوجی یک عدد تخصیص داده می‌شود و روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مبتنی بر سه اصل تجزیه و تحلیل، قضاوت مقایسه‌ای و ترکیب اولویت‌ها می‌باشد. در این روش گزینه‌های مختلف باید نسبت به هم مقایسه شوند. لذا ماتریس مقایسات ترجیحی زوجی را داریم. در این فرآیند گزینه‌های مختلف در تصمیم‌گیری دخالت داده می‌شوند. در شکل ۱ سلسله مراتب یک مساله تصمیم نشان داده شده است. (قدسی پور، ۱۳۸۵).



شکل ۱ - نمایش سلسله مراتب یک مساله تصمیم در روش ای‌اچ‌پی [۸].

## الگوریتم مورد استفاده و روش انجام پژوهش

در پژوهش حاضر ابتدا با استفاده از فرمول ارائه شده (فرمول زیر) توسط کارشناسان تصادف، نقاط حادثه‌خیز از بین نقاط تصادف (آمار تصادفات رخ داده در شهر همدان در سال ۱۳۹۲)، تعیین می‌شوند. (به گفته‌ی کارشناسان تصادف، معیار شناسایی نقاط حادثه‌خیز فرمول ذیل می‌باشد و هرگاه ظرف مدت زمان سه سال عدد  $p$  به ۳۰ برسد آن نقطه حادثه‌خیز خواهد بود).

$$Z^9 + y^3 + x = 1/2P$$

که در فرمول فوق:  $X$  = فقره تصادفات خسارتی و  $Y$  = فقره تصادفات جرحی و  $Z$  = فقره تصادفات فوتی، می‌باشد. در مرحله بعد با توجه به مطالعات صورت گرفته از مقالات، نهایتاً علت تامه تصادف را برای بررسی و تحلیل انتخاب نموده‌ایم. لذا با مشورت با کارشناسان تصادف، اصلی‌ترین معیارهای علت تصادف شناسایی شده که شامل ۹ معیار اصلی (عدم توجه به جلو، عبور از چراغ قرمز، عدم رعایت حق تقدم، عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه، عدم رعایت فاصله طولی و عرضی، تغییر مسیر ناگهانی، حرکت در خلاف جهت، حرکت با دنده عقب، گردش به طرز غلط) در شهر همدان می‌باشند.

بنابراین برای اینکه بتوان ۹ معیار را از نظر اهمیت اولویت‌بندی کرد لازم است یک ساختار سلسله مراتبی تشکیل داده شود و معیارها به صورت دو به دو با هم مقایسه گردند. برای این کار یک ماتریس  $9 \times 9$  تشکیل داده شد (که قطر اصلی در این ماتریس به دلیل ارجحیت یکسان هر معیار نسبت به خودش یک می‌باشد و اگر  $a_{ij}$  یکی از درایه‌های آن باشد بیانگر آنست که گزینه  $a_i$  به چه میزان برتر و مهمتر از گزینه  $a_j$  خواهد بود) و میزان ارجحیت معیارها نسبت به هم با استفاده از اعداد ۱ الی ۹ (به نحوی که عدد ۱ برای بیان «اهمیت برابر»، عدد ۳ برای بیان «نسبتاً مهمتر»، عدد ۵

برای بیان «اهمیت مهمتر»، عدد ۷ برای بیان «اهمیت خیلی مهمتر» و عدد ۹ که به عنوان «کاملاً مهمتر» استفاده شده است، اعداد زوج ما بین این اعداد برای مفاهیم اهمیت ما بین فواصل فوق استفاده می‌شود) توسط کارشناسان تصادف بصورت مقیاس عددی تعیین و در جدول ۲ جایگزین شد.

بعد از تشکیل ماتریس مقایسات، محاسبه نسبت ناسازگاری می‌باشد که با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (ب) \quad CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{1 \leq i \leq j \leq n} (\varepsilon_{ij} + \varepsilon_{ji} - 2) \quad (الف)$$

که در فرمول فوق  $\lambda_{max}$  بیشترین مقدار Eigen value در ماتریس مقایسات و CI شاخص سازگاری است و RI نیز شاخص تصادفی بوده که با استفاده از جدول ۱ محاسبه می‌شود، CR نیز نرخ سازگاری می‌باشد و اگر CR، دارای مقداری کمتر از ۰/۱ باشد مقایسات مطرح شده توسط کارشناس با یکدیگر سازگار می‌باشند و در غیر این صورت باید مقایسات تکرار شوند (رحیم‌اف و بقال‌نژاد، ۱۳۹۰).

جدول ۱- شاخص تصادفی [۳].

<b>N</b>	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
<b>RI</b>	۰	۰	۰.۵۲	۰.۸۹	۱.۱۲	۱.۲۶	۱.۳۶	۱.۴۱	۱.۴۶	۱.۴۹	۱.۵۲	۱.۵۴	۱.۵۶	۱.۵۸	۱.۵۹

جدول ۲- ماتریس مقایسه معیارها در روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

گردش به طرز غلط	حرکت با دنده عقب	حرکت در خلاف جهت	تغییر مسیر ناگهانی	عدم رعایت فاصله طولی و عرضی	عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه	عدم رعایت حق تقدم	عبور از چراغ قرمز	عدم توجه به جلو	
۷	۶	۲	۵	۷	۵	۶	۴	۱	عدم توجه به جلو
۵	۳	۱	۲	۴	۶	۶	۱	۰.۲۵	عبور از چراغ قرمز
۴	۶	۱	۷	۵	۴	۱	۰.۱۶۶۷	۰.۱۶۶۷	عدم رعایت حق تقدم
۶	۴	۵	۳	۴	۱	۰.۲۵	۰.۱۶۶۷	۰.۲	عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه
۳	۲	۱	۳	۱	۰.۲۵	۰.۲	۰.۲۵	۰.۱۴۲۸	عدم رعایت فاصله طولی و عرضی
۴	۲	۳	۱	۰.۳۳۳۳	۰.۳۳۳۳	۰.۱۴۲۸	۰.۵	۰.۲	تغییر مسیر ناگهانی
۷	۵	۱	۰.۳۳۳۳	۱	۰.۲	۱	۱	۰.۵	حرکت در خلاف جهت
۳	۱	۰.۲	۰.۵	۰.۵	۰.۲۵	۰.۱۶۶۷	۰.۳۳۳۳	۰.۱۶۶۷	حرکت با دنده عقب
۱	۰.۳۳۳۳	۰.۱۴۲۸	۰.۲۵	۰.۳۳۳۳	۰.۱۶۶۷	۰.۲۵	۰.۲	۰.۱۴۲۸	گردش به طرز غلط

در مرحله بعد با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی و برای هر کدام از معیارها به روش میانگین هندسی، وزن هر معیار در روش ای اچ پی محاسبه گردیده و جهت بکارگیری روش میانگین هندسی در محاسبه وزن هر معیار از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$w_i = \left( \prod_1^n a_{ij} \right)^{1/n} \text{ (الف)}$$

$$w_i' = \frac{w_i}{\sum_1^n w_i} \text{ (ب)}$$

که در آن  $w_i$  وزن نسبی معیار  $i$ ام و  $a_{ij}$  مولفه سطر  $i$  ستون  $j$  ماتریس ای اچ پی و جهت نرمال کردن وزن‌های بدست آمده  $w_i'$  محاسبه می‌شود. در نتیجه  $n$  عدد (جدول ۳)،



به عنوان وزن نرمال‌شده هر کدام از معیارها بدست می‌آید (رحیم‌اف و بقال‌نژاد، ۱۳۹۰).

در روش شاخص هم‌پوشانی وزن‌دار در GIS، ترکیب لایه‌های اطلاعاتی بر مبنای تخصیص وزن‌های متفاوت به هریک از لایه‌های اطلاعاتی و سپس جمع جبری آن‌ها صورت می‌گیرد. برای تخصیص وزن‌ها به لایه‌های اطلاعات از روش‌های خاصی مانند رتبه‌بندی، نسبی و مقایسه زوجی استفاده می‌شود. برای ترکیب لایه‌ها با این روش طی مراحل به صورت زیر ضرورت دارد: مرحله اول انتخاب معیارهای مناسب برای پدیده مورد نظر می‌باشد. در مرحله دوم یکسان‌سازی واحدهای مورد استفاده در لایه ورودی است تا بدین ترتیب همه آن‌ها از واحد مشترک برخوردار باشند. در مرحله سوم تخصیص وزن‌ها متناسب با اهمیت هریک از لایه‌های مورد توجه می‌باشد و در مرحله نهایی ترکیب لایه‌ها صورت می‌گیرد (فرج‌زاده، ۱۳۸۹).

## نتایج

وزن‌های بدست‌آمده معیارها در روش تحلیل سلسله مراتبی در جدول ۳ و همچنین شاخص میزان حادثه‌خیزی در جدول ۴ آمده است.

جدول ۳- وزن معیارها در روش تحلیل سلسله مراتبی

معیار	عدم توجه به جلو	عبور از چراغ قرمز	عدم رعایت حق تقدم	عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه	عدم رعایت فاصله طولی و عرضی	تغییر مسیر ناگهانی	حرکت در خلاف جهت	حرکت با دنده عقب	گردش به طرز غلط
وزن	۰.۳۳۴۹	۰.۱۷۶۰۲	۰.۱۳۴۱	۰.۱۰۶۷۷	۰.۰۵۵۲۹	۰.۰۵۶۳۴	۰.۰۸۲۴۱	۰.۰۳۳۴۳	۰.۰۲۰۷۴

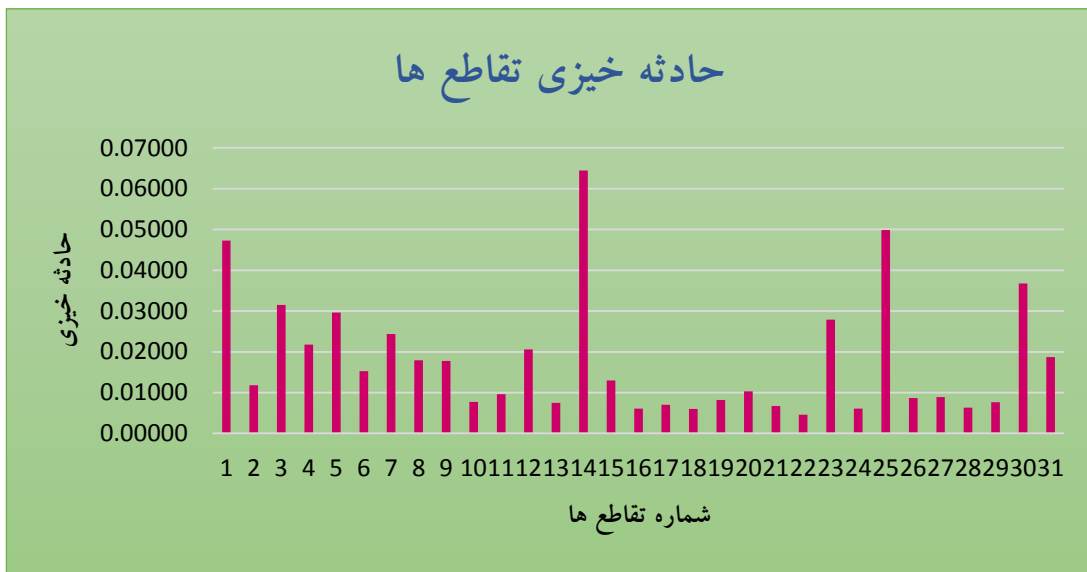
سپس برای محاسبه شاخص میزان حادثه‌خیزی هر یک از نقاط کافیست تعداد تصادف نرمال‌شده هر معیار (برای این کار بایستی تعداد تصادف هر معیار به جمع کل تصادف رخ داده در همان معیار تقسیم شود تا تعداد تصادفات هر تقاطع نرمال

شود) در هر نقطه را در وزن آن معیار ضرب و با جمع این ضرایب، شاخص حادثه-خیزی در هر نقطه بدست می‌آید. که نتایج آن در جدول ۴ برای هر نقطه قابل مشاهده است.

جدول ۴- شاخص میزان حادثه‌خیزی در تقاطع‌های مورد مطالعه (روش AHP)

شماره تقاطع	نام تقاطع	میزان حادثه‌خیزی (AHP)	شماره تقاطع	نام تقاطع	میزان حادثه‌خیزی (AHP)
۱	امام-علاقبندیان	۰,۰۴۷۳	۱۷	میدان آرامگاه بوعلی	۰,۰۰۷۰۲
۲	احمدی روشن-زمانی	۰,۰۱۱۷۸	۱۸	شکریه-تقاطع شکریه	۰,۰۰۵۹۶
۳	میدان صداوسیما	۰,۰۳۱۵۳	۱۹	میدان پروانه ها	۰,۰۰۸۱۷
۴	ارم-سعیدیه	۰,۰۲۱۷۵	۲۰	طالقانی-ابن سینا	۰,۰۱۰۳۲
۵	انقلاب-حصار	۰,۰۲۹۶۳	۲۱	چمران- آرام	۰,۰۰۶۶۹
۶	میدان مشت	۰,۰۱۵۲۸	۲۲	چیت سازیان- بنی هاشم	۰,۰۰۴۵۶
۷	بسیج-فرهنگیان	۰,۰۲۴۳۲	۲۳	تقاطع سعیدیه	۰,۰۲۷۹
۸	میدان بعثت	۰,۰۱۷۹۳	۲۴	میدان عاشورا	۰,۰۰۶۰۹
۹	تقاطع بابک	۰,۰۱۷۷۴	۲۵	تقاطع مزدآگینه	۰,۰۴۹۸۴
۱۰	میدان امام حسین	۰,۰۰۷۷۱	۲۶	اکباتان- آهنگران	۰,۰۰۸۶۵
۱۱	رجایی-جانبازان	۰,۰۰۹۶	۲۷	میدان امامزاده عبدالله	۰,۰۰۸۹۱
۱۲	میدان سپاه	۰,۰۲۰۵۶	۲۸	تقاطع پاستور	۰,۰۰۶۳۵
۱۳	میدان شاهد	۰,۰۰۷۴۹	۲۹	میدان پاسداران	۰,۰۰۷۶۶
۱۴	تقاطع نجفی	۰,۰۶۴۴۳	۳۰	تقاطع تختی	۰,۰۳۶۷۸
۱۵	پل رسالت	۰,۰۱۲۹۸	۳۱	میدان شریعتی	۰,۰۱۸۷
۱۶	تقاطع گلچهره	۰,۰۰۶۱			

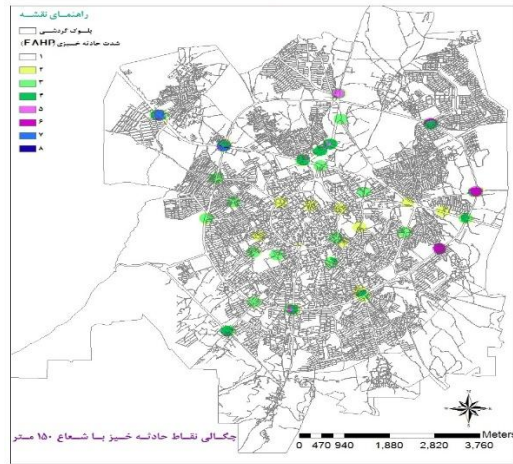
کافیست با مقایسه شاخص‌ها نسبت به هم، حادثه‌خیزترین نقاط که دارای شاخص بالاتری می‌باشند، مشخص گردد.



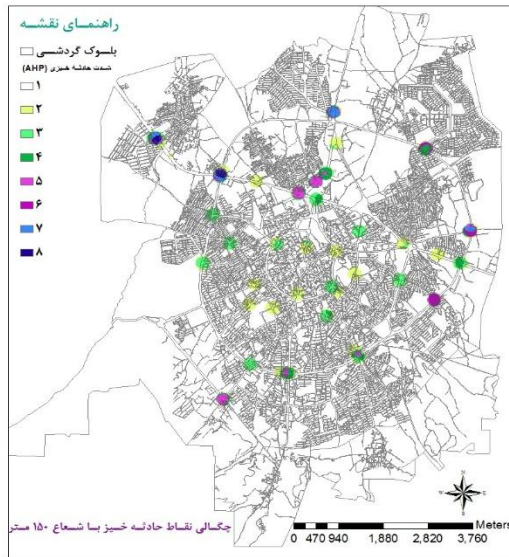
شکل ۲- نمودار میزان شاخص حادثه‌خیزی تقاطع‌ها

در مرحله بعد نقاط حادثه‌خیز شناسایی شده با استفاده از وزن‌های بدست آمده را در نرم‌افزار جی‌آی‌اس هم‌پوشانی می‌کنیم و حادثه‌خیزترین نقاط مشخص می‌شود (شکل ۳). که در این روش هر لایه بر اساس ارزش واحدها کلاس‌های مختلفی دارد و در نهایت، هر لایه نسبت به لایه دیگر نیز دارای خاصی است. بر اساس محاسبات و پردازش‌های انجام‌شده به لایه‌های مورد نظر وزن‌های بدست آمده در روش AHP، داده شده است. پس از پردازش‌های انجام‌شده، نقشه محدوده‌های حادثه‌خیز با استفاده از روش وزن‌دهی به لایه‌ها آماده شده است. در بخش مرکزی محدوده مورد مطالعه که با رنگ سرمه‌ای و آبی و بنفش است (شکل ۳)، دارای بالاترین شاخص حادثه‌خیزی می‌باشد وزن.

نقشه نقاط حادثه خیز بر حسب هم پوشانی وزن دار  
روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)



نقشه نقاط حادثه خیز بر حسب هم پوشانی وزن دار  
روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)



شکل ۳- نقشه هم پوشانی وزن دار نقاط حادثه خیز در شهر همدان در نرم افزار جی آی اس

## نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر به بررسی و تحلیل عوامل موثر در تصادفات شهری و شناسایی تقاطع‌های حادثه‌خیز بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته شده است. پس از تعیین وزن و میزان ارجحیت معیارها، شاخص حادثه‌خیزی برای تمام نقاط موجود در سیستم تحلیل تصادفات محاسبه گردیده است. لذا با داشتن شاخص حادثه‌خیزی محاسبه شده قادر به اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز خواهیم بود. در مرحله بعد نیز با هم‌پوشانی نقاط تصادف در نرم‌افزار جی‌آی‌اس به وسیله وزن‌های محاسبه شده در روش تصمیم‌گیری چندمعیاره حادثه-خیزترین تقاطع‌ها مشخص شدند. در بررسی صورت‌گرفته تقاطع نجفی، تقاطع مزداگینه، امام-علاقبندیان، حادثه‌خیزترین تقاطع‌ها شناخته شده‌اند. هم‌چنین به ترتیب اولویت عدم توجه به جلو، عبور از چراغ قرمز، عدم رعایت حق تقدم، اصلی‌ترین علل تصادف شناخته شدند. در این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که با تحلیل تصادفات و شناسایی نقاط حادثه‌خیز، می‌توان به بررسی و تحلیل دلایل حادثه‌خیزی نقاط پرداخت و اقدامات لازم و اصلاحی جهت کاهش تصادفات صورت پذیرد. از جمله این اقدامات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

اصلاح طرح هندسی تقاطع‌ها، افزایش فاصله دید در تقاطعات، مناسب نمودن وضعیت روسازی راه، نصب علائم راهنمایی و رانندگی در تقاطعات، تطابق شیب طولی و عرضی معابر با استانداردهای آیین‌نامه. رفع نقایص موثر راه.

## منابع

- احمدی دیزج، ایرج (۱۳۹۱)، "بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات ترافیکی وسایل نقلیه موتوری سنگین (نمونه موردی مناطق ۴، ۱۵ و ۲۱ شهر تهران در سال ۸۹-۱۳۹۰)"، دوازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، ۱ و ۲ اسفند، تهران-سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، صفحه ۱-۲۹.
- آیتی، اسماعیل (۱۳۸۱)، "هزینه تصادفات ترافیکی"، مشهد، دانشگاه فردوسی.
- رحیم‌اف، کامران و بقال‌نژاد، عبدالصادق (۱۳۹۰)، "شناسایی نقاط حادثه‌خیز شهری با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط GIS، مطالعه موردی تقاطع‌های شهر تهران"، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، ۶ و ۷ اردیبهشت، دانشگاه سمنان، صفحه ۱-۸.
- صفری، ابوالفضل و موسویان، سیدابوالحسن (۱۳۸۸)، "ارتقاء کیفیت بهره‌برداری از زیرساخت‌های حمل و نقل جاده‌ای و مدیریت ترافیک با استفاده از GIS"، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساخت-ها، ۵ تا ۷ آبان، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران، صفحه ۱-۸.
- عفتی، میثم، رجبی، محمدعلی و صمدزادگان، فرهاد (۱۳۸۸)، "ارائه‌ی روشی جهت تعیین نقاط حادثه‌خیز جاده‌ای با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و فرآیندهای تصمیم‌گیری چندمعیاره". صفحه ۱-۱۱.

- فرج‌زاده، منوچهر (۱۳۸۹)، "مبانی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی"، چاپ اول، نشر انتخاب-تهران، ۲۲۴ صفحه.
- قدسی‌پور، سیدحسین (۱۳۸۵)، "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)"، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، چاپ پنجم.
- مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳)، "پژوهش عملیاتی پیشرفته"، انتشارات کتاب دانشگاهی، چاپ اول.