# ریز پهنه‌بندی ریسک سیلاب شهری با استفاده از مدل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعه‌ی موردی: شهر نهاوند)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۹/۲۰ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۹۳/۰۹/۱۸

**صمد فتوحی (استادیار جغرافیا دانشگاه سیستان و بلوچستان)**
**سجاد کیانی* (دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مخاطرات محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان)**

## چکیده

از مهم‌ترین عوامل در کاهش خطر سیل، وجود آمادگی قبلی جامعه برای برخورد با این پدیده هست. این آمادگی برای برخورد با سانحه عبارت‌اند از داشتن برنامه مشخص قبلی و برنامه‌ریزی است. به همین دلیل است که برنامه‌ریزی برای مقابله با مخاطرات طبیعی، تا این اندازه اهمیت یافته است. در این پژوهش جهت آمادگی برای برخورد با بحران، با بهره‌گیری از مدل AHP با استفاده از نرم‌افزار GIS اقدام به تفکیک سطوح ریسک‌پذیر شهر نهاوند برای بحرانی نظیر سیل که ریسک آن در منطقه بسیار بالاست، انجام گرفت. نتایج حاصل از خروجی مدل نشان می‌دهد که از وسعت ۸۶۱ هکتاری شهر نهاوند ۴۰/۲ درصد از محدوده دارای وضعیت با ریسک کم تا بسیار کم، ۳۱/۵ درصد دارای وضعیت با ریسک متوسط و ۲۸/۱ درصد از محدوده‌ی موردمطالعه نیز در شرایط با ریسک بالا تا بسیار بالا قرار دارد. لذا لزوم توجه هر چه بیش تر به امر برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران را در مراحل قبل، حین و بعد از وقوع بحران را از طرف مسؤولین این شهر می‌طلبد.

**واژه های کلیدی:** نهاوند، سیل، ریسک، ریز پهنه‌بندی

* نویسنده رابط: sajjad201163@hotmail.com

## ۱–مقدمه

بلایا و مخاطرات محیطی از دیرباز به‌عنوان مخرب‌ترین عوامل آسیب‌رسان به انسان، جامعه و زیست‌گاهش مطرح بوده‌اند. بحران ها تعیین‌کننده میزان خسارت نیستند، بلکه پاسخ مسؤولان به بحران است که میزان خسارت‌های وارده را تعیین می‌کند. با توجه به اینکه یکی از شاخص‌های مهم توسعه کشورها، میزان آمادگی جامعه آن‌ها در برابر انواع مختلف بلایای طبیعی است. در اکثر کشورهای دنیا در برنامه توسعه توجه کمتری به شرایط اضطراری و بحران ها می‌شود. غالباً مرسوم است که برنامه‌ریزان توسعه و بحران جدا از هم کار کنند و همین امر باعث ناهماهنگی در امر برنامه‌ریزی توسعه و بحران شده است و تنها تعداد کمی از کشورهای که دارای برنامه جامع مدیریت مخاطرات و بلایای در برنامه توسعه‌ی خود هستند به فاز آمادگی توجه نموده‌اند و بیش تر توجهات به فاز مقابله در بحران معطوف شده است(کیانی، ۱۳۹۲). حدود ۲۰ درصد از بلایای طبیعی ایران را سیل تشکیل می‌دهد. در یک مطالعه، در ۲۵ سال گذشته، ایران به‌طور میانگین روزانه بیش از ۳۰۰ میلیون تومان خسارت ناشی از سیل داشته است (گاتز چاک، ۱۳۸۳: ۲۵). رشد جمعیت، توسعه شهری و صنعتی شدن جوامع ، تأثیرات نامطلوبی در هیدرولوژی حوضه‌ی آبریز مربوطه می‌گذارد و موجب تشدید سیلاب‌ها، افزایش آلودگی در قسمت پایاب،کاهش جریان‌های پایه و کاهش تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی می‌گردد(طاهری بهبهانی و بزرگ‌زاده، ۱۳۷۵ :۴-۵). حذف فاجعه غیرممکن است، اما کاستن صدمات ناشی از آن امری ممکن است (Lewis,1981: 33). از مهم‌ترین عوامل در کاهش خطر سیل، وجود آمادگی قبلی جامعه برای برخورد با آن است. این آمادگی برای برخورد با سانحه عبارت‌اند از داشتن برنامه مشخص قبلی و برنامه‌ریزی است (kates,1977: 271). ریز پهنه‌بندی ریسک سیلاب شهری ابزاری مهم برای کاهش مخاطرات سیلاب است که تاکنون در شهر نهاوند باهدف به‌کارگیری در برنامه‌ریزی و مدیریت در کنترل و مهار سیلاب موردتوجه نبوده و در قالب طرح تحقیقاتی و حتی مطالعاتی فعالیت چندانی در این زمینه صورت نگرفته است؛ لذا به‌منظور پیش‌بینی دامنه خسارات ناشی از سیلاب در شرایط مختلف و توجیه اقتصادی و اجتماعی، برنامه‌های کنترل و مهار سیلاب، ریز پهنه‌بندی خطر سیل در منطقه بر اساس مدل AHP، که هدف پژوهش می‌باشد، ضروری است.

## ۲- مبانی نظری

بحران، رویداد یا واقعه‌ای ناگهانی است که با آسیب‌های جانی و مادی گسترده همراه بوده و نیازمند انجام اقدامات فوری است. این قبیل حوادث طبیعی که منجر به بروز وضعیت بحرانی در جامعه می‌شوند، حداقل به‌طور بالقوه و اغلب خطرناک، ویرانگر و کشنده هستند (Alexander, 2002: 38). بحران ها ازنظر سرعت وقوع به دودسته ناگهانی و تدریجی و ازنظر عامل نیز به دودسته طبیعی و دست‌ساز بشر تقسیم می‌شوند (UNDP[1], 2002:34).

۱- **بحران‌های طبیعی:** که ناشی از پدیده‌های آب و هوایی، زمین‌شناختی (زمین‌شناختی فیزیکی) و آب‌شناختی بوده به بحران هایی مانند زمین‌لرزه، سیل، رانش زمین، گردباد، طوفان، خشک‌سالی، آتش‌سوزی و شیوع بیماری‌ها را شامل می‌شود.

۲- **بحران های انسان‌ساز:** که ناشی از اقدامات انسان درزمینه‌های صنعتی، بهره‌برداری از منابع طبیعی، مسائل اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی و ایدئولوژیک می‌باشند، نظیر بحران هایی مانند نشست مواد رادیواکتیو، هسته‌ای، بحران های ناشی از فنّاوری، عملیات تروریستی بحران آلودگی هوا و صدا، افزایش جمعیت و مهاجرت، بحران جنگ، بحران های اجتماعی، بحران غذا، بحران تخریب محیط‌زیست و بحران های طبیعی ناشی از دخالت عوامل انسانی را شامل می‌شود.

واژه دیگری که با حادثه، سانحه و بحران زیاد مورداستفاده قرار می‌گیرد ریسک یا خطر است. ریسک بنا به تعریف سازمان(UNDP, 2002) در درس‌نامه‌های ویژه نمایندگان خود در کشورها واژه ریسک را این‌طور تعریف نموده است: «ریسک عبارت است از احتمال وقوع یک بحران و درنتیجه از دست رفتن جان، سلامتی و مال در یک حادثه در ناحیه ویژه و در زمان معین».

## ۳-پیشینه‌ی تحقیق

پژوهش‌ها و مطالعات بسیاری در این زمینه انجام‌گرفته ازجمله امیر احمدی و همکاران (۱۳۹۰) که ریز پهنه‌بندی خطر سیلاب در محدوده شهر سبزوار را انجام داده‌اند و در پایان مشخص گردید که حدود ۱۵ درصد از محدوده نقشه در پهنه‌ی خطر خیلی زیاد، ۴۵ درصد در پهنه‌ی خطر زیاد، ۲۵ درصد در پهنه‌ی خطر متوسط و ۱۵ درصد در پهنه‌ی کم‌خطر ازلحاظ سیل‌گیری قرار دارد. خلیلی زاده (۱۳۸۲) در تحقیقی بانام ارزیابی خطر و مدیریت سیل در

[1]- United nation development program(برنامه توسعه سازمان ملل متحد)

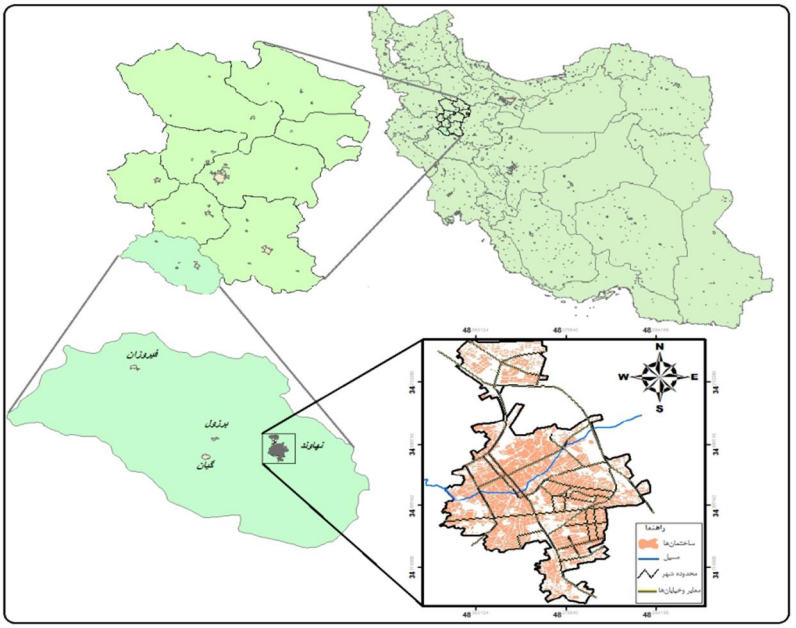
شهر گرگان با استفاده از نرم‌افزارهای Arcview-GIS اقدام به پهنه‌بندی خطر سیل در طول ۱۰/۵ کیلومتر از مسیر رودخانه زیارت کرد و علاوه بر ترسیم نقشه پهنه‌های خطر سیل، مقدار خسارت ناشی از سیل را نیز برآورد کردند. جهان فر (۱۳۸۵) در تحقیقی به‌منظور تحلیل منطقی خطر وقوع سیل و شناسایی عوامل مؤثر بر وقوع آن در حوضه‌ی اسلام‌آباد غرب به کمک مدل‌های کمی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نسبت به پهنه‌بندی خطر سیل اقدام نموده است. زارع (۱۳۷۱) در مطالعه‌ای که با استفاده از عکس‌های هوایی شهر تهران و تحلیل توپوگرافی منطقه انجام داده، ازجمله علل بروز سیلاب در محدوده شهر را از بین رفتن مسیل‌های طبیعی توسط توسعه‌ی شهری و همچنین گسترش شهر در بستر رودخانه می‌داند. مجید شمس و همکاران (۱۳۹۰) بر روی مدیریت بحران زلزله در بافت‌های فرسوده شهر کرمانشاه مطالعه‌ی موردی: محله فیض‌آباد بر اساس روش AHP کارکرده‌اند، که با معیارهایی همچون چون نوع مصالح، قدمت ساختمان‌ها، تعداد طبقات، نوع کاربری، سطح اشغال، کیفیت ابنیه، تراکم جمعیت، عرض معابر و مساحت اقدام به پهنه‌بندی خطر کرده‌اند بدین طریق که ابتدا هر یک از شاخص‌ها به‌صورت مجزا و بر اساس نظرات کارشناسان وزن دهی شده و سپس این لایه‌ها در محیط نرم‌افزار Idrisi بر اساس روش AHP در ماتریس مقایسه دوتایی وزن دهی شدند، درنهایت وزن نهایی هر یک از شاخص‌ها مشخص گردید و برای به دست آوردن نقشه نهایی آسیب‌پذیری، در محیط GIS لایه‌ها باهم ترکیب شدند، همچنین زهرا پیشگاهی فرد و همکاران در مورد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نقش آن در مکان‌یابی مناطق مخاطره‌آمیز شهری منطقه ۸ شهرداری تبریز را جهت استفاده در مدیریت بحران مورد مطالعه قرار داده‌اند.

## ۴–داده‌ها و روش‌ها

### ۴–۱–موقعیت جغرافیایی و ویژگی های شهر موردمطالعه:

شهرستان نهاوند با وسعتی قریب به ۱۶۷۰ کیلومترمربع در جنوب غربی استآن‌همدان بین مدارهای ۳۳° ۳۹' تا ' ۲۶ ۳۴° عرض شمالی و '۵۳ ° ۴۷ تا ' ۳۳ ۴۸° طول شرقی قرارگرفته است. این شهرستان ۷/۶ درصد از کل مساحت استآن‌همدان را در برگرفته و با توجه به این که قدمت این شهر به ۳۵۰۰ تا۴۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد، اما متأسفانه از توزیع فضایی مناسب و متعادلی در خصوص ارائه خدمات شهری برخوردار نیست. شهرستان

نهاوند دارای چهار بخش به نام‌های مرکزی با مرکزیت نهاوند، گیان با مرکزیت گیان، زرین‌دشت با مرکزیت برزول و خزل با مرکزیت فیروزان می‌باشد.




شکل۱: موقعیت شهر موردمطالعه

( سازمان مدیریت و برنامه ریزی، بازترسیم: نگارندگان)

## ۴-۲-جمعیت

بر اساس سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵، شهر نهاوند ۸۸،۲۵۷نفر بوده است که پس از همدان و ملایر، سومین شهر بزرگ استان‌همدان به شمار می‌آید. همچنین بر اساس آمار اداره ثبت‌احوال نهاوند جمعیت شهرستان نهاوند در پایان سال ۹۰به ۱۹۲ هزار و ۱۸۲ نفر رسیده که از رشد بالایی برخوردار نیست و نشان‌دهنده این است که شهرستان نهاوند مهاجر فرست بوده است. نرخ رشد در شهرستان نهاوند ۱/۱ درصد است که پایین‌تر از ۱/۸ در صد نرخ کشوری است و در حد طبیعی قرار دارد. از جمعیت شهرستان نهاوند ۱۰۱۸۶۴ هزار و ۸۷۷ نفر شهری و ۹۰ هزار و ۳۱۸ نفر افراد روستایی را شامل می‌شود.

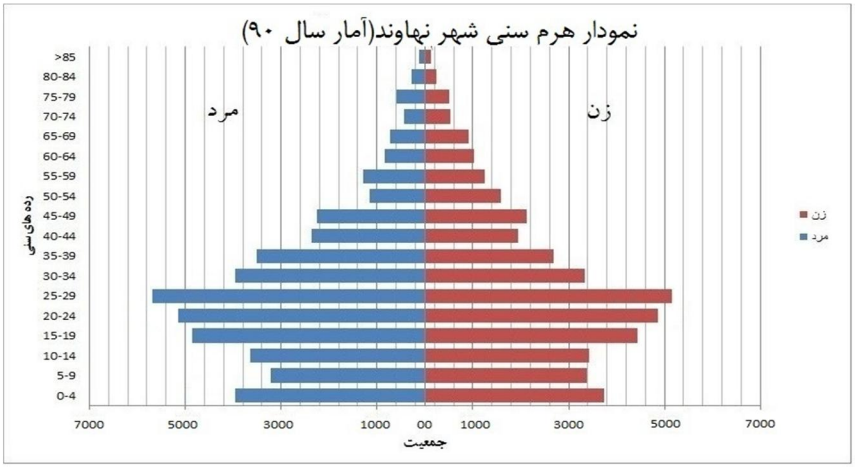
در ادامه باید اشاره کرد که آمار جمعیت مناطق شش‌گانه شهر نهاوند از مرکز بهداشت این شهر تهیه شد، که لایه تراکم جمعیت شهر نهاوند بر اساس همین آمار تهیه‌شده، همچنین

بر اساس آمار مرکز بهداشت از گروه‌های سنی با استفاده از نرم‌افزار Excel هرم سنی شهر رسم گردید.

جدول۱: که آمار جمعیت مناطق شش‌گانه شهر نهاوند در سال ۹۰

| شماره مرکز | نام منطقه | جمعیت | |
|---|---|---|---|
| مرکز شماره۱ | گلشن-شیخ منصور-کوچه درازه | ۱۲۹۳۱ | |
| مرکز شماره۲ | حافظ-پیروزی-ظفری-معلم-ابوذر | ۱۳۸۷۸ | |
| مرکز شماره۳ | پشت پایانه قدیم-۱۷شهریور-پای قلعه-شهرک شهید حیدری-دو خواهران-محله سرچغا-کوچه یهودی-ها-بازارقدیمی | ۱۴۶۱۴ | |
| مرکز شماره۴ | جوادیه- شهرک دستغیب-کمربندی-کوی حاجیان و امام حسین | ۱۴۹۲۵ | |
| مرکز شماره۵ | | میدان‌امام-شهرک‌طالقانی-فرمانداری-منبع آب-گل‌زرد | ۱۳۰۰۹ |
| مرکز شماره۶ | | مهدیه- شاطرآباد- شهرک‌دکتر حسابی- شهرک امام حسن | ۱۴۹۲۷ |

(منبع: نگارنده، بر اساس آمار مرکز بهداشت)




شکل۲: هرم سنی شهر نهاوند(منبع: نگارنده)

## ۴-۳-ویژگی های کالبدی شهر نهاوند

بافت قدیمی شهر ابتدا در منطقه پاقلعه بوده، بعد به‌تدریج به دامنه‌های جنوبی و خاوری نیز کشیده شده است. پس از احداث خیابان سراسری در سال ۱۳۱۵، به‌تدریج بافت کالبدی شهر از نظم و ترتیب بیش تری برخوردار گردید، و به آهستگی ترکیب عناصر و فضاهای زیستی آن به وضعیت متعارف شهری نزدیک‌تر شد. در طرح هادی منطقه، توسعه‌ی فیزیکی شهر، عمدتاً به‌طرف شمال و شمال باختری پیش‌بینی شده است که تکاپوی اسکان جمعیت پیش‌بینی شده ۳۹۸ هزارنفری سال ۱۴۰۰ خورشیدی را داشته باشد. گسترش کالبدی شهر در سال‌های بعد از انقلاب از سرعت بسیار برخوردار بوده و منجر به ایجاد مناطق و شهرک گونه‌ها در نقاط مستعد گردیده است، ازجمله: شهرک طالقانی، شهرک شهید دستغیب، شهرک فرمانداری، شهرک مهدیه، و اطراف منبع آب. از مجموعه سطح شهر، بیش از نیمی از آن به مسکن اختصاص‌یافته است، حدود ۳۰ درصد به معابر و بقیه زیرپوشش خدمات شهری و فضاهای خالی است. تراکم متوسط شهر در حال حاضر ۱۱۲ نفر در هکتار است. محله‌های قدیمی همچون گلشن، دوخواهران، پای قلعه، کوچه کیان راه، کوچه درازه، کوچه سیدان و ... بافت قدیمی شهر است.

جدول۲: داده‌های وضع موجود شاخص‌های کالبدی ۴ شهر شهرستان نهاوند

| شاخص / شهر | نهاوند | گیان | فیروزان | برزول |
|---|---|---|---|---|
| تراکم نفر در واحد مسکونی (معکوس) | ۳.۸۰ | ۷.۸۲ | ۴.۸۴ | ۴.۴ |
| تراکم خانوار در واحد مسکونی(معکوس) | ۱ | ۱.۹۳ | ۱.۱۹ | ۱.۱۹ |
| درصد کمبود واحد مسکونی (معکوس) | ۰.۱ | ۴۸.۴۲ | ۱۶.۶۵ | ۱۶.۰۱ |
| نسبت مساحت مسکونی به مساحت کل | ۰.۰۰۵ | ۰.۴۰ | ۰.۲۶ | ۰.۲۴ |
| درصد واحدهای مسکونی بالای ۲۰ سال(معکوس) | ۱۶.۱۴ | ۷۶.۹۵ | ۸.۶۵ | ۶۹.۰۶ |
| سرانه مسکونی (معکوس) | ۹۶.۱۵ | ۷۲.۹۸ | ۶۷.۵ | ۶۴.۲ |
| متوسط تراکم ساختمانی | ۶۲ | ۴۳.۵ | ۴۷.۳ | ۴۸.۳ |
| نسبت سرانه مسکونی با استاندارد کشوری (۴۵/۷۱) | ۲.۱۰ | ۱.۵۹ | ۱.۴۷ | ۱.۴۰ |
| نسبت واحدهای نوساز به کل واحدها | ۰.۰۴ | ۰.۰۲ | ۰.۳۲ | ۰.۰۷ |
| نسبت واحدهای تخریبی به کل واحدها(معکوس) | ۰.۰۷ | ۰.۷۴ | ۰.۰۳ | ۰.۶۶ |
| نسبت واحدهای نوساز به تخریبی | ۰.۶۵ | ۰.۰۳ | ۱۰.۰۳ | ۰.۱۰ |
| نسبت‌واحدهای مرمتی‌وقابل‌نگهداری‌به‌کل‌واحدها | ۰.۸۷ | ۰.۰۷ | ۰.۵۳ | ۰.۲۶ |
| درصد مالکیت خصوصی به کل مالکیت‌ها | ۶۴.۸۰ | ۵۹ | ۶۴ | ۹۵ |
| تراکم خالص مسکونی | ۱۰۴ | ۱۳۷ | ۱۴۸.۱۴ | ۱۵۵.۸۳ |
| تراکم ناخالص مسکونی | ۰.۵۲ | ۵۵ | ۳۹.۶ | ۳۸.۷۶ |
| متوسط اتاق در واحد مسکونی | ۳.۷ | ۳.۱ | ۳.۲ | ۳.۱ |
| تراکم نفر در اتاق (معکوس) | ۱.۰۲ | ۲.۵۲ | ۱.۵۲ | ۱.۴۴ |
| متوسط تعداد طبقات | ۱.۱۴ | ۱ | ۱.۳۶ | ۱.۱ |
| متوسط اندازه قطعات مسکونی (معکوس) | ۲۰۳ | ۳۸۰ | ۱۲۰ | ۳۱۹.۴۳ |
| نسبت‌سطح‌ساخته‌شهر‌به‌سطح‌کل‌شهر(پربه‌کل) | ۰.۶۱ | ۰.۵۹ | ۰.۴۸ | ۰.۵۳ |
| مساحت‌شبکه‌ارتباطی‌به‌مساحت‌کاربری‌مسکونی | ۰.۵۹ | ۰.۷۳ | ۰.۹۵ | ۰.۵۵ |

منبع: معاونت برنامه‌ریزی استانداری، دفتر آمار و اطلاعات، سالنامه آماری استان‌همدان، ۱۳۸۵

### ۴-۴-فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (*AHP*)

تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، ابزاری است که به‌طور گسترده در تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده‌شده و نخستین بار توسط ال ساعتی مطرح‌شده است(Saaty, 1980: 32). از ویژگی‌های جالب این روش آن است که این امکان را به تصمیم‌گیرنده می‌دهد تا وی بتواند قضاوت‌های شخصی و تجربیات خویش را علاوه بر اهداف مسأله در فرآیند حل مسأله تصمیم‌گیری دخالت دهد. از سوی دیگر این روش به‌گونه‌ای طراحی‌شده است که به‌وسیله آن می‌توان مسائل بزرگ و پیچیده را به مسائل کوچک‌تر تقسیم کرده و امکان ساده‌تر کردن مسأله را فراهم می‌آورد(اکبری و زاهدی کیوان، ۱۳۸۷: ۱۹۴). درواقع فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد و تصمیم‌گیری باید در یک فضای چندبعدی صورت پذیرد مورداستفاده قرار می‌گیرد(زبردست، ۱۳۸۰: ۱۳). فرایند تحلیل سلسله مراتبی با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل، هدف‌ها، معیارها و گزینه‌های احتمالی می‌شود که در اولویت‌بندی به کار گرفته می‌شوند. سلسله‌مراتبی بودن ساختار به این دلیل است که عناصر تصمیم‌گیری (گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری) را می‌توان در سطوح مختلف خلاصه کرد(Bowen, 1993: 333).

## ۵-بحث و نتایج

### ۵-۱-سیل تاریخی شهر نهاوند

در آغاز شب ۲۰ شهریور سال۱۳۱۷شمسی به دنبال تگرگی تند و بارانی شدید، مردم فارغ از حوادث جوی در کنار خانواده آرام‌گرفته بودند و خستگی کار روزانه را به درمی‌کردند که ناگهان صدای مهیب سیل آن‌ها را سراسیمه کرد. فرصتی نماند تا این که غرّش آب را در پشت دیوار خانه‌ی خود شنیدند و چه زود خود را غرقاب سیل دیدند. پس از ۵۰ دقیقه از شروع بارندگی، سیل از مبدأ خود، یعنی از سه کیلومتری شهر و از کوه‌های تنگ بارواب جاری می‌شود(زمان تمرکز سیل پنجاه دقیقه). این سیل ازیک‌طرف به سمت روستای آورزمان و از سوی دیگر به سمت نهاوند جریان می‌یابد و عرض آن در نزدیکی شهر به سیصد متر می‌رسد[۱]. مدت این سیل، از هنگام جاری شدن به شهر تا پایان آن چهار ساعت طول می‌کشد و میزان

[۱] گزارش بازرس اداره‌ی کل بازرسی وزارت داخله به رئیس دفتر شاهنشاهی، تاریخ ۱۳۱۷/۰۶/۳۰به شماره ۴۶۷۷/۵۲۷۳۹

ارتفاع سیل در برخی نقاط شهر به چهار متر می‌رسد.[۱] نخستین محلاتی که گرفتار سیل می‌شوند کوی سادات (کوچه سیدان)، علی‌آباد (محله‌ی بالای حمام حاجی‌آقا تراب)، گوشه‌ی هفت آسیاب (آخر خیابان حافظ) و گلشن‌اند و پس از عبور از بسیاری خانه‌ها و عبور از راسته میرزا آقا، کوچه‌ی آقانور و کوچه پری‌جان، به خیابان پهلوی(ابوذر فعلی) و میدان شاهپور ( ۲۲ بهمن فعلی) وارد می‌شود. و در ضلع جنوبی این خیابان از محله‌ی چهارباغ عبور می‌کند[۲]. آقای علاءالدین شیخ‌الاسلامی (متولد ۱۲۹۴ ه. ش) بیش ترین مناطق آسیب‌دیده را کوچه‌ی آقا شجاع، کوچه‌ی ذکایی و راستا میرزا آقا می‌داند. آقای مجید ذوالفقاری (متولد ۱۳۱۰ ه. ش) نیز کوچه‌ی درِ سرداب، کوچه‌ی گیان‌راه، گاراژ غفوری و قلعه‌ی حسن خانی را بیش ترین مناطق آسیب‌دیده معرفی می‌کند. آمار کشته‌شدگان این حادثه دقیقاً ۲۱۲ نفر می‌باشد که بر اساس نتیجه‌ی سرشماری‌ای است که با اسم و مشخصات کامل به‌صورت خانه به خانه به دست آورده شده است و جمع کل خسارت در آن زمان(۱۳۱۷) شش میلیون و هفت‌صد و بیست‌ونه هزار و دویست و بیست ریال اعلام می‌شود(ناظم، ۱۳۸۵،۲۹-۳۰).

بدون شک سیل مهیب ۱۳۱۷ اولین سیلی نبوده که در این شهر جاری شده است زیرا موقعیت طبیعی و نزدیکی کوه‌های بارو‌داب، قینل و اشراف کوه‌های مزبور به سمت جنوب و خاور شهر، همواره برای مردم تهدیدی جدی بوده است، دلیل آن‌هم سیل‌های بزرگی بوده که در سال‌های اخیر در این شهر جریان یافته لکن به علت وجود سیل برگردان خسارت جانی و مالی نداشته است.

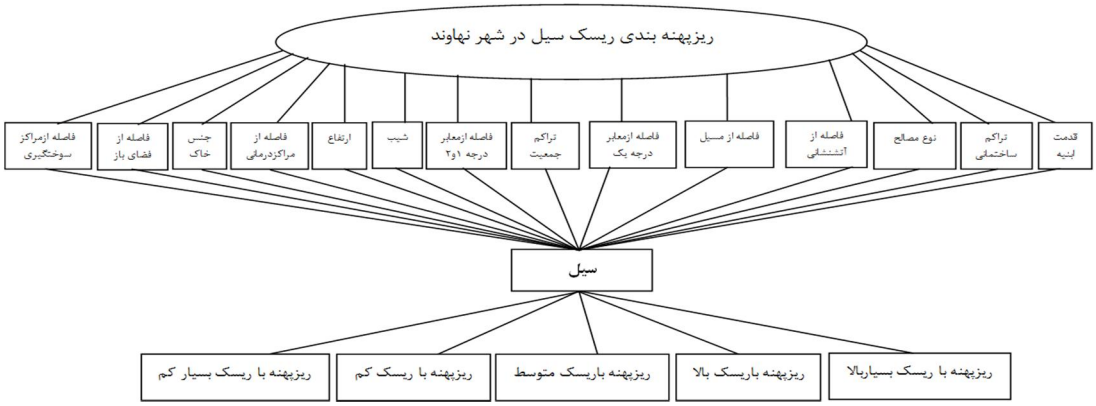
## ۵-۲-ساختن سلسله‌مراتبی در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

در اولین اقدام، ساختار سلسله‌مراتبی مربوط به موضوع را مشخص می‌کنیم(شکل۲). در این شکل، بایک سلسله‌مراتب، شامل: هدف، معیارها و زیرمعیارها مواجه هستیم. تبدیل موضوع یا مسأله موردبررسی به یک ساختار سلسله‌مراتبی مهم‌ترین قسمت فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی محسوب می‌شود(حکمت‌نیا و میرنجف موسوی، ۱۳۹۰: ۳۴۹). زیرا در این قسمت با تجزیه مسائل پیچیده، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی آن‌ها به شکلی ساده که با ذهن و طبیعت انسان

[۱] گزارش پزشک اعزامی بهداری به اداره‌ی کل بهداری وابسته به وزارت داخله، تاریخ ۱۳۱۷/۰۷/۹ به شماره ۲۷۲۳۶

[۲] گزارش اداره‌ی کل بازرسی وزارت داخله به دفتر رئیس دفتر مخصوص شاهنشاهی در تاریخ ۱۳۱۷/۰۶/۳۰به شماره‌ی ۴۶۷۷/۲۵۷۳۹

مطابقت داشته باشد، تبدیل می‌کند. درنهایت ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می‌شود و به نسبت اهمیت عوامل از شماره ۱ تا ۹ می‌باشد(جدول۱).




شکل ۳- درخت سلسله‌مراتبی انجام پژوهش (منبع: نگارنده)

جدول ۳: مقیاس ۹ کمیتی ساعتی برای مقایسه دوبه‌دوئی گزینه‌ها

| انواع ترجیحات (متغیرهای زبانی) | | مقدار عددی |
|---|---|---|
| کاملاً مرجّح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر | (Extremely Preferred) | ۹ |
| خیلی مرجّح یا خیلی مهم‌تر یا خیلی مطلوب‌تر | (Very Strongly Preferred) | ۷ |
| مرجّح یا مهم‌تر یا مطلوب‌تر | (Strongly Preferred) | ۵ |
| ترجیح متوسط یا به‌طور متوسط مهم‌تر یا مطلوب‌تر | (Moderately Preferred) | ۳ |
| ترجیح یکسان یا اهمیت یکسان یا مطلوبیت یکسان | (Equally Preferred) | ۱ |
| ترجیحات بین فواصل فوق | | ۲ و ۴ و ۶ و ۸ |

منبع: زبردست،۱۳۷۰: ۱۷

## ۵-۳-محاسبه وزن معیارها

مرحله‌ی بعد از مقایسه‌ی زوجی پارامترها، محاسبه‌ی وزن عوامل می‌باشد. برای محاسبه‌ی وزن عوامل ابتدا اعداد متعلق به هر ستون ماتریس با یکدیگر جمع شده، سپس هر عضو ماتریس به جمع عوامل تقسیم می‌شود که حاصل آن به وجود آمدن اعداد به‌صورت نرمال شده می‌باشد. در آخر میانگین هر ردیف محاسبه می‌شود که عدد به‌دست‌آمده معرف وزن هر عامل می‌باشد.

### ۵-۴-نرم‌افزار *(Expert choice)*

نرم‌افزارEC جهت تحلیل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی طراحی‌شده، این نرم‌افزار علاوه بر امکان طراحی نمودار سلسله‌مراتبی، تصمیم‌گیری و طراحی سؤالات، تعیین ترجیح‌ها و اولویت‌ها و محاسبه وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم‌گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مسأله را نیز دار است. از همه مهم‌تر آنکه در بسیاری از موارد از نمودارها و گراف‌های مناسب جهت ارائه نتایج و عملکردها ایجاد می‌نماید.

### ۵-۵-آماده‌سازی داده‌ها

بر اساس ماهیت و روش، تحقیقات علمی را می‌توان در پنج گروه تاریخی، توصیفی، همبستگی، تجربی و علّی طبقه‌بندی کرد که محقق بر اساس چهارچوب پژوهش خود یک روش یا ترکیب را برای انجام دادن تحقیق موردنظر به کار می‌گیرد(حافظ نیا، ۱۳۸۱: ۵۳). در پژوهش حاضر با توجه به ریسک بالای مخاطراتی همچون سیل معیارهای مؤثر در امر مکان‌یابی مناطق ریسک‌پذیر برای این مخاطره، در حین وقوع بحران، پارامترهایی جمع‌آوری شدند که به‌قرار زیر می‌باشند:

۱-تراکم جمعیت (هرچه تراکم جمعیت در واحد سطح بیش تر باشد ریسک‌پذیری بیش تر می‌شود). ۲-فاصله از معابر و شبکه‌های ارتباطی درجه۱(خیابان‌های شریانی درجه ۲ با خاصیت ورود و خروج به منطقه‌یک) و معابر درجه ۲، که در استانداردسازی لایه‌های معابر درجه۲ به خاطر اهمیت معابر درجه‌یک در مواقع بحران، اثرمعابر درجه‌یک اعمال‌شده. ۳- فاصله از مراکز خطر مانند ایستگاه‌های پمپ‌بنزین، گاز و غیره(فاصله کم تر، ریسک بیش تر). ۴- دسترسی به فضاهای باز (هرچه میزان دسترسی به فضاهای باز شهری بیش تر باشد میزان ریسک‌پذیری کم تر می‌باشد). ۵- فاصله از مسیل (هرچه میزان فاصله از مسیل بیش تر باشد ریسک‌پذیری کم تر می‌باشد). ۶- نوع مصالح ساختمانی(که در سه سطح مصالح ۱-خشتی و گلی با ریسک زیاد۲- آجر و آهن ریسک متوسط۳- اسکلت فلزی وبتونی ریسک کم). ۷-تراکم ساختمانی(هرچقدر تراکم ساختمانی بیش تر باشد ریسک‌پذیری نیز بیش تر می‌باشد). ۸-شیب (شیب بیش تر دارای ریسک کم تر می‌باشد و بالعکس). ۹-ارتفاع(ارتفاعات پایین‌تر دارای ریسک بیش تر است چون رواناب بیش تری دریافت می‌کنند). ۹-قدمت ابنیه(که در چهار سطح بیش تر از ۵۰ سال، ۳۰ تا ۵۰ سال، ۱۰ تا ۳۰ سال و کم تر از ۱۰ سال دسته‌بندی‌شده‌اند).

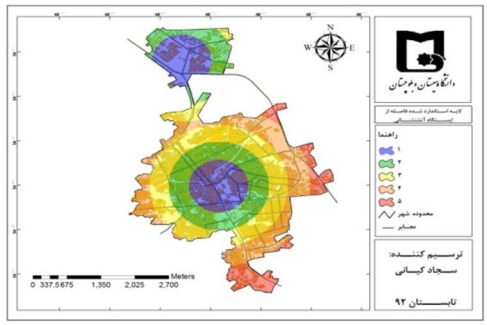
۱۰-فاصله از مراکز درمانی و بیمارستان‌ها(فاصله بیش تر، ریسک بیش تر). ۱۱-فاصله از ایستگاه آتش‌نشانی(فاصله بیش تر، ریسک بیش تر). ۱۲-جنس خاک و زمین‌شناسی(که بیش ترین ریسک برای خاک‌های آبرفتی و کم ترین آسیب‌پذیری برای سنگ‌های آذرآواری و سنگ‌آهک بلورین می‌باشد).

## ۵-۶-آماده‌سازی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی

با استفاده از نقشه اتوکدی شهر نهاوند که از شهرداری نهاوند تهیه‌شده بود پس از عملیات توپولوژی و تصحیحات هندسی، لایه رقومی شهر ساخته شد و دیگر کاربری‌ها و لایه‌های موردنیاز محدوده‌ی موردمطالعه در محیط GIS از کل نقشه تفکیک‌شده و به‌منظور استخراج لایه‌های مربوط به تراکم ساختمانی، فضای باز، معابر، قدمت ابنیه و سایر لایه‌ها، استفاده‌شده است. همچنین لایه زمین‌شناسی شهر از روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شهرستان نهاوند که از پایگاه داده‌های علوم زمین تهیه‌شده بود برداشت شد.

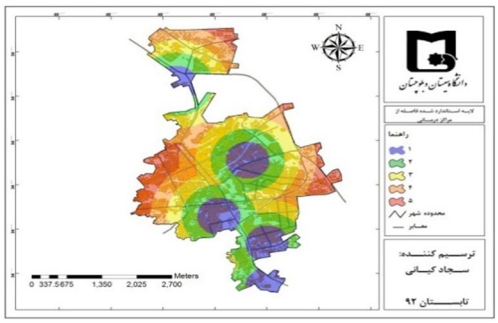
## ۵-۷-تهیه نقشه‌های استانداردشده

در فرایند مدیریت بحران مناطق دارای شرایط بحرانی در زمان وقوع بحران، استخراج لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز، اولین مرحله از مراحل عملی تحقیق می‌باشد. اکثر لایه‌ها برای معیارها و زیرمعیارهای موردنیاز برای مکان‌یابی حساس در برابر بحران های طبیعی، با ایجاد بافر(Distance) و یا در بعضی موارد با آیکون Query Builder کاربری‌های مختلف از نقشه جدا و ارزش‌دهی شده‌اند. لایه‌های مختلف در سطح محدوده‌ی موردمطالعه ترسیم‌شده و در پایگاه اطلاعاتی به‌صورت لایه‌های رستری که قابلیت انجام عمل اولویت‌بندی یا Reclassify، را دارا می‌باشند، ذخیره گشتند. لایه‌ها بر اساس بافر ایجادشده و یا کاربری‌های موجود به۳ الی ۵ طبقه اولویت‌بندی و استاندارد شدند که لایه‌های حاصله به‌قرار زیر می‌باشند:



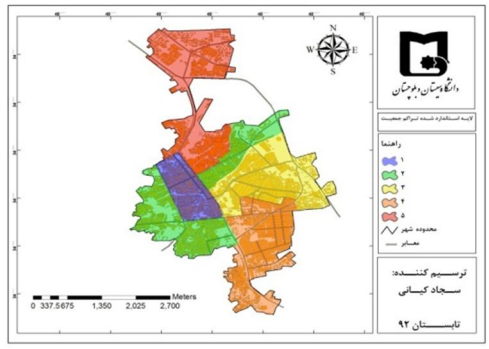

شکل۴: نقشه استانداردشده فاصله از ایستگاه آتش‌نشانی

(منبع: نگارنده)



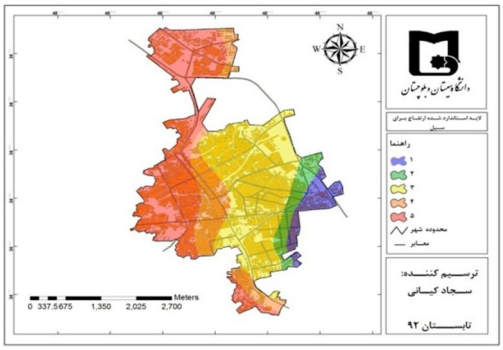

شکل ۵: نقشه استانداردشده فاصله از مراکز امدادی ودرمانی

(منبع: نگارنده)



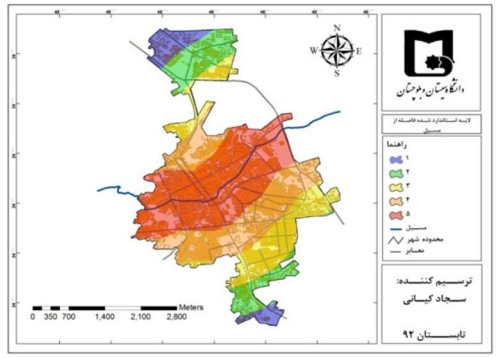

شکل۶: نقشه استانداردشده تراکم جمعیت

(منبع: نگارنده)



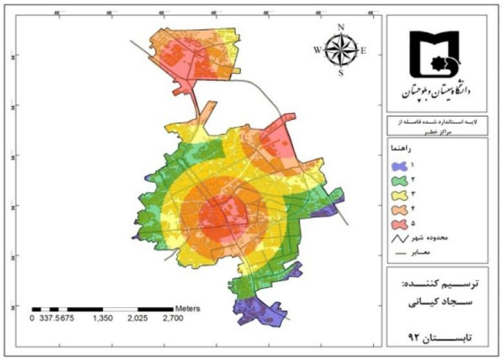

شکل۷: نقشه استانداردشده ارتفاع

(منبع: نگارنده)



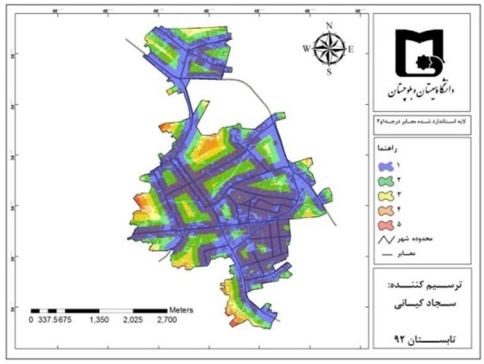

شکل۸: نقشه استانداردشده فاصله از مسیل

(منبع: نگارنده)



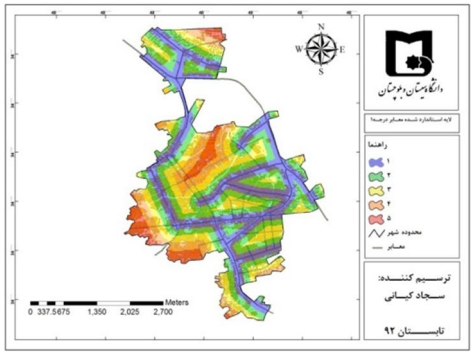

شکل۹: نقشه استانداردشده فاصله از جایگاه سوخت‌گیری

(منبع: نگارنده)



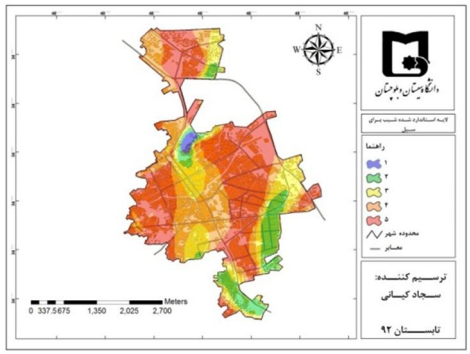

شکل ۱۰: نقشه استانداردشده فاصله از معابر درجه۱و۲

(منبع: نگارنده)



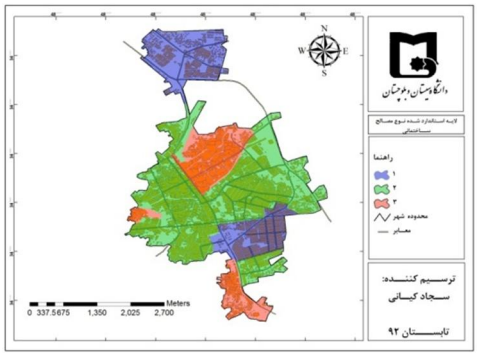

شکل ۱۱: نقشه استانداردشده فاصله از معابر درجه۱

(منبع: نگارنده)



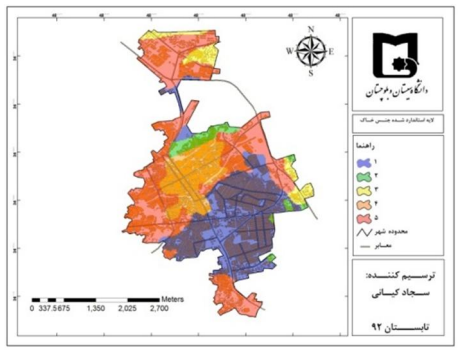

شکل۱۲:نقشه استانداردشده شیب

(منبع: نگارنده)



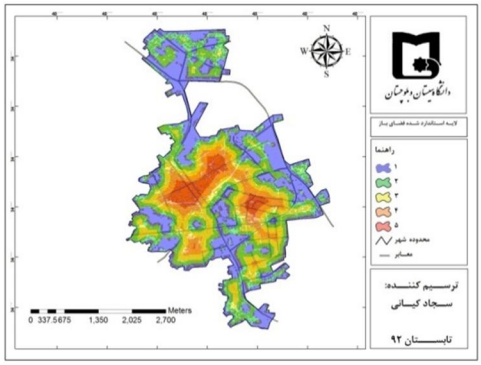

شکل۱۳: نقشه استانداردشده نوع مصالح ساختمانی

(منبع: نگارنده)



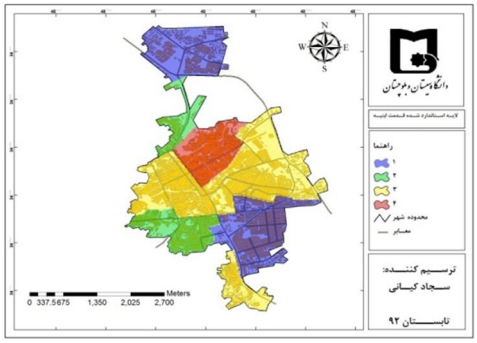

شکل۱۴:نقشه استانداردشده جنس خاک و زمین‌شناسی

(منبع: نگارنده)

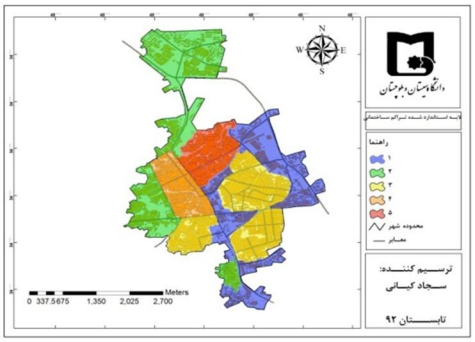



شکل۱۵: نقشه استانداردشده فاصله از فضای باز

(منبع: نگارنده)




شکل۱۶: نقشه استانداردشده قدمت ابنیه
(منبع: نگارنده)




شکل۱۷: نقشه استانداردشده تراکم ساختمانی
(منبع: نگارنده)

## ۵–۸–وزن‌دهی به نقشه‌ها و معیارها

در ادبیات تصمیم چند معیاری روش‌های متعددی در وزن‌دهی معیار بر پایه‌ی قضاوت‌های تصمیم گیران ارائه‌شده است. این روش‌ها شامل، روش‌های رتبه‌بندی، درجه‌بندی، مقایسه‌ی دوبه‌دو و تحلیل موازنه‌ای- جایگشتی هستند. طرح روش‌های تعیین وزن بر پایه قابلیت‌های استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای و سازگاری صورت می‌گیرد، که به توان آن‌ها را در تحلیل تصمیم چند معیاری مبتنی بر GIS وارد کرد (پرهیزکار و غفاری گیلانده، ۱۳۸۵: ۳۰۶). پس از مشخص شدن معیارهای مکان‌یابی و طبقه‌بندی نقشه‌ها به کلاس‌های متفاوت بر اساس نحوه تأثیر پارامترها، باید میزان اهمیت هر یک از پارامترها در قالب دادن وزنی مشخص به هرکدام از پارامترها بر مبنای تأثیرگذار بودن آن پارامتر و به‌منظور تهیه نقشه نهایی انجام شود.

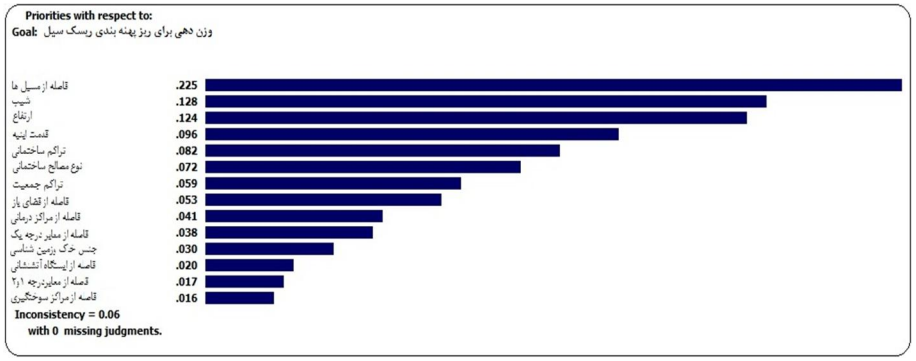
## ۵–۹–تعیین وزن هر لایه

نتایج حاصل از فرم پرسش نامه، که به‌وسیله افراد خبره تهیه شد، با استفاده از میانگین هندسی در محیط نرم‌افزار(EXCEL) به دست آمد، و پس از واردسازی نتایج در محیط نرم‌افزار (Expert Choice) خروجی نرم‌افزار، که اوزان نهایی معیارها را نشان می‌دهد، انجام گرفت.

## ۵–۱۰–محاسبه نرخ ناسازگاری

نرخ ناسازگاری با تقسیم شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (R.I) محاسبه می‌شود. R.I بیانگر شاخص تصادفی است. این همان شاخص پایندگی از یک ماتریس مقایسه‌ی دوبه‌دو

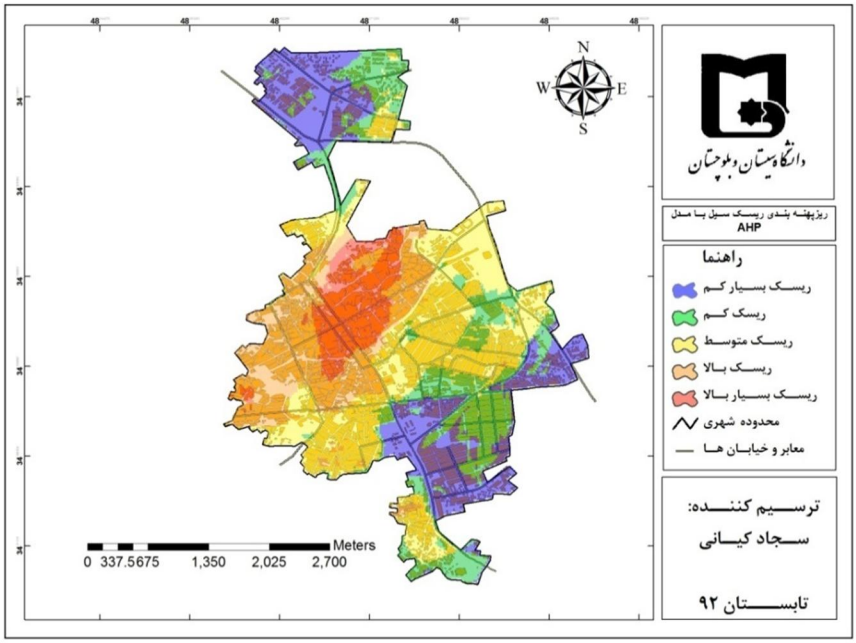
است که به‌صورت تصادفی ایجادشده است. نسبت پایندگی به‌گونه‌ای تعیین می‌شود که اگر CR<0/10 باشد در آن صورت این نسبت دلالت بر سطح قابل‌قبول پایندگی در مقایسه‌های زوجی دارد و اگر CR>0/10 باشد در آن صورت ارزش‌های نسبت بیانگر قضاوت‌های نا پاینده هستند (فرج زاده اصل: ۱۳۸۴، ۱۰۱)، در پژوهش حاضر نرخ ناسازگاری که از خروجی نرم‌افزار EC به‌دست‌آمده، برای زلزله ۰/۰۵ است که از ۰/۱ خیلی کوچک‌تر می‌باشند و موردقبول است.




شکل۱۸: وزن معیارهای ارزیابی مورداستفاده درروش AHP با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice (منبع: نگارنده)

## ۵-۱۱-تلفیق نقشه‌ها

در این مرحله پس از انتخاب روش و مدل مناسب برای تلفیق، نقشه‌ها به مدل واردشده و از ترکیب لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از کلاس‌های طبقه‌بندی برای تمامی منطقه مطالعاتی، نقشه نهایی تهیه می‌گردد(عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹: ۶۲). که در اینجا لایه‌ها بعد از مقایسه‌ی دودویی و مدل AHP با استفاده از نرم‌افزار expert choice و استخراج وزن برای هر معیار، در نرم‌افزارARC GIS با اعمال وزن هر معیار در قسمت Raster calculator باهم جمع بسته شدند. و پس از مدل‌سازی ریز پهنه‌بندی ریسک، لایه خروجی تهیه گردید که در شکل‌های زیر، قابل‌مشاهده می‌باشد.




شکل۱۹: نقشه نهایی مکان‌یابی مناطق ریسک‌پذیر برای سیل
(منبع: نگارنده)

## ۶–نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر با توجه به کارنامه ناگوار شهر از سیل سال ۱۳۱۷ و کشته شدن بیش از ۲۰۰ نفر، ضروری می‌نمود تا با اتخاذ تدابیری خاص پهنه‌های خطرپذیر منطقه‌ی موردمطالعه تفکیک شود تا این‌که به توان عملیات لازم را جهت جلوگیری از خسارات احتمالی وارده انجام داد. بدین منظور با استفاده از روش AHP نقشه‌ی خطرپذیری سیل در شهر نهاوند تهیه گردید. نتایج حاصل از خروجی مدل نشان می‌دهد که از وسعت ۸۶۱ هکتاری شهر نهاوند، ۴۰/۲ درصد از محدوده دارای وضعیت با ریسک کم تا بسیار کم، ۳۱/۵ درصد دارای وضعیت با ریسک متوسط و ۲۸/۱ درصد از محدوده موردمطالعه نیز در شرایط با ریسک بالا تا بسیار بالا قرار دارد؛ و نقشه نهایی ریز پهنه‌بندی ریسک سیل، باسیل تاریخی نهاوند بیش از ۷۰ درصد همپوشانی دارد و مناطق مرکزی و غربی شهر ازجمله مناطق پای قلعه- کوچه درازه- ۱۷شهریور- شیخ منصور- دو خواهران- محله سرچغا- کوچه یهودی‌ها- بازارقدیمی- کوی سادات (کوچه سیدان )، ... علی‌آباد (محله‌ی بالای حمام حاجی‌آقا تراب)، گوشه‌ی هفت آسیاب (آخر خیابان حافظ)- ابوذر- راسته میرزا آقا- دستغیب و قسمت‌هایی از شهرک جوادیه دارای

ریسک بالا تا بسیار بالا هستند. همچنین با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در مورد لایه‌های استانداردشده مربوط به ایستگاه آتش‌نشانی باید متذکر شد که با توجه به شعاع عملکرد آن، شاهد ناحیه‌هایی در غرب(شهرک دستغیب)، جنوب(گل زرد) و شرق(شاطرآباد) محدوده موردبررسی هستیم که تحت خدمات آتش‌نشانی قرار نمی‌گیرد و برای مراکز درمانی نیز شاهد هستیم مناطقی از شرق و غرب شهر تحت پوشش قرار نمی‌گیرد. بدین لحاظ ایجاد مراکز آتش‌نشانی و درمانی با پراکندگی مناسب در این ناحیه‌ها پیشنهاد می‌گردد.

## منابع و مآخذ:


۱- اکبری، ن.،زاهدی کیوان، م. ۱۳۸۷. کاربرد روش‌های رتبه‌بندی و تصمیم‌گیری چند شاخص. تهران انتشارات شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور(وزارت کشور).ص ۲۵۷- ۴۳.

۲- امیر احمدی، ا. ۱۳۹۰. ریز پهنه‌بندی خطر سیلاب در محدوده شهر سبزوار در راستای توسعه‌ی پایدار شهری. فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره ۲۱.

۳- پرهیزکار، ا.، غفاری گیلانده، ع. ۱۳۸۵. سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری. تهران، انتشارات سمت. ۵۹۸ صفحه.

۴- پیشگاهی فرد، ز.، اقبالی،ن.، فرجی راد، ع.، بیگ بابایی، ب. ۱۳۹۰. سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS)و نقش آن در مکان‌یابی مناطق مخاطره‌آمیز شهری جهت استفاده در مدیریت بحران (مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری تبریز)، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط. شماره۱۳.

۵- جهان فر، ع. ۱۳۸۸. پهنه‌بندی خطر سیل در حوضه اسلام‌آباد غرب با به‌کارگیری مدل AHP، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا، دانشگاه تربیت‌معلم سبزوار. ۲۳۷ صفحه.

۶- حافظ نیا، م. ۱۳۸۱. روش تحقیق در علوم انسانی، انتشارات سمت، چاپ اول، ص ۵۳.

۷- حکمت‌نیا، ح.، موسوی، م. ۱۳۹۰. کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای، انتشارات علم نوین. ۳۲۰ صفحه.

۸- خلیلی زاده، م. ۱۳۸۲. ارزیابی خطر و مدیریت سیلاب در شهر گرگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آبخیزداری ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۳۱ صفحه.

۹- زارع، ج. ۱۳۷۱. علل و عوامل سیلاب و آب‌گرفتگی در مناطق شهری ایران و راه‌های پیشگیری از آن . اولین کنفرانس بین‌المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، تهران ،۱۴۹- ۱۶۱.

۱۰- زبردست، ا. ۱۳۸۰. کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، مجله هنرهای زیبا، شماره ۱۰.

۱۱- شمس، م.، معصوم پور، ج.س.، سعیدی،ش.، شهبازی، ح. ۱۳۹۰. بررسی مدیریت بحران زلزله در بافت‌های فرسوده شهر کرمانشاه مطالعه‌ی موردی: محله فیض‌آباد، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط. شماره۱۳.

۱۲- طاهری بهبهانی، م، بزرگ‌زاده، م . ۱۳۷۵. سیلاب‌های شهری. چاپ اول. انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران. ۳۳۰ صفحه.

۱۳- عظیمی حسینی، م.، نظری فر، م.ه.، مؤمنی، ر. ۱۳۸۹، کاربرد GIS در مکان‌یابی، انتشارات مهرگان قلم.
۱۴- فرج زاده اصل، م. ۱۳۸۴. سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در برنامه‌ریزی توریسم، انتشارات سمت، چاپ اول، تهران. ۱۵۶ صفحه.
۱۵- کیانی، س. ۱۳۹۲. تدوین برنامه جامع مدیریت بحران شهر نهاوند بر اساس ماتریس ریسک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مخاطرات محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۴۴ صفحه.
۱۶- گاتز چاک، ج. ۱۳۸۶. مدیریت بحران (در بخش‌های خصوصی و دولتی )، ترجمه علی. پارسائیان، تهران: انتشارات ترمه، چاپ اول، ص ۲۵.
۱۷- ناظم، ر. ۱۳۸۵. سیل (لَف) نهاوند، بازکاوی اسناد و خاطرات، فرهنگان (۲۹ و ۳۰).

18-Alexander, David (2002): "Principles of Emergency and Managements" Oxford University Press.
19-Bowen, William. M., (1993), AHP: Multiple Criteria Evaluation, in Klosterman, R. et al Eds, Spreadsheet Model for urban and Regional Analysis, new Brunwick: Center for Urban Policy Research.
20-Kates, R. And Pijawka, D. (1977), "From Rubble to Moument, The Pace of Reconstruction following Disaster, Ed. Eugene J. Hass. Roberts W. Karts and Marten J. Bowden, The MTT press. Massachusetts.
21-Lewis, J. (1981), "mitigation preparedness measures, in Disaster and the small Dwelling", Ed. -Lane Davis, Pergamon press, Oxford. Michigan University.
22-UNDP (2002): Executive Board of the United Nations DevelopmentProgramme and of theUnited Nations Population Fund.
23-Saaty, T. L. (1980), "The Analytic Hierarchy Process", New York, NY: Mc Graw - Hill.