

مقدمه

کشور ایران جزء ۱۰ کشور آسیب پذیر از بلایای طبیعی در جهان به شمار می آید [۳] و طبق گزارشات منتشر شده از ۴۳ نوع بلایای طبیعی در جهان ۳۱ نوع آن در ایران رخ می دهد که در این بین سیلاب از اهمیت بالایی برخوردار است [۳۰]. با توجه به آمار و ارقام منتشر شده توسط سازمان ملل متحد، از میان بلایای طبیعی، سیل بیشترین خسارات را به انسان وارد نموده است، به طوری که یک سوم خسارات اقتصادی بلایای طبیعی مربوط به سیل است و دو سوم جمعیت کره زمین به طور مستقیم و غیر مستقیم از عواقب آن متأثر می باشند [۲۰]. در کشور ما به طور سنتی، سیلاب های رودخانه ای و سیلاب های ناگهانی در سیلاب دشت ها بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در حالی که سیل گرفتگی در مناطق شهری به دلیل بعضی محدودیت ها و نبود داده های دقیق کم تر مورد توجه قرار گرفته است [۲۴]. یکی از جنبه های مهم و قابل توجه در برنامه ریزی توسعه، تأکید و توجه به آسیب پذیری کشور و از همه مهم تر آسیب پذیری شهرها در مقابل تهدیدات ناشی از جنگ و بلایای طبیعی است؛ زیرا شهرها، با توجه به حجم بالای سرمایه گذاری و مکان گزینی بسیاری از تأسیسات و ابزارهای اقتصادی و اجتماعی، توجه بیشتری را می طلبند؛ چرا که بروز این حوادث تلفات جانی و مالی زیادی به دنبال خواهد داشت. از این رو شناسایی عوامل تأثیرگذار بر افزایش آسیب ناشی از این پدیده ها در شهرها از اهمیت بالایی برخوردار است [۲]. تحلیل و ارزیابی آسیب پذیری فرایندی برای تعریف، شناسایی، و طبقه بندی تهدیدات بالقوه آسیب پذیری است [۵]. استفاده علمی از آسیب پذیری ریشه در مطالعات جغرافیایی و خطرهای طبیعی دارد، اما این اصطلاح در حال حاضر یک مفهوم کلیدی در زمینه های مختلف مطالعاتی مانند محیط زیست، سلامت عمومی، فقر و توسعه، تأمین معیشت، قحطی، علم پایداری، تغییر زمین، و تأثیرات آب و هوایی و سازگاری تلقی می شود [۲۷]. به علت پیچیدگی های محیط شهری پرداختن به تمامی مؤلفه های آسیب پذیر شهری امری دشوار است. پیچیدگی های انسان و در هم تنیدگی روابط انسانی و اجتماعی در کنار تعامل انسان با محیط، شامل سازمان ها، تأسیسات، فناوری ها، سازه ها و سخت افزارهای ضروری زیست اجتماعی بشر (که چنین تنوع و گستره ای از مسائل، موجب تعدد و تنوع تهدیدها نیز می شود)، از دلایل عمده پیچیدگی مطالعه آسیب پذیری شهرها است. با توجه به این موضوع تصمیم گیری در محیط های پیچیده شهری یکی از مسائل بسیار مهم

اولویت بندی معیارهای آسیب پذیری منطقه عظیمیه (کرج) در برابر سیل مبتنی بر روش دلفی

مینا پوراسماعیل^۱، علی سلاجقه^{۲*}، آرش ملکیان^۳ و امیررضا کشتکار^۴

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۱/۰۸ تاریخ پذیرش: ۴۰۰/۰۲/۲۵

DOR: 20.1001.1.26454777.1400.9.33.6.9

چکیده

کشور ایران جزء ۱۰ کشور آسیب پذیر از بلایای طبیعی در جهان به شمار می آید که در این بین سیلاب از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از جنبه های مهم در برنامه ریزی توسعه، توجه به آسیب پذیری کشور و از همه مهم تر آسیب پذیری شهرها در مقابل تهدیدات ناشی از بلایای طبیعی است، بنابراین تصمیم گیری در محیط های شهری یکی از مسائل بسیار مهم در مدیریت نوین به شمار می رود. هدف از این پژوهش اولویت بندی معیارهای آسیب پذیری شهر در برابر سیل با استفاده از روش دلفی می باشد. جامعه آماری کارشناسان و متخصصانی بودند که در زمینه مدیریت آسیب پذیری حوزه های شهری دارای دانش و تجربه کافی بودند. برای انجام این پژوهش نخست با استفاده از مطالعات کتابخانه ای شناخت جامعی از عوامل تأثیرگذار در آسیب پذیری شهرها در برابر سیل به دست آمد، و پس از آن با استفاده از روش دلفی و با نظر کارشناسان خبره، شاخص های مؤثر انتخاب و رتبه بندی شدند. نتایج نشان داد که از بین شاخص های مورد بررسی ظرفیت انتقال کانال اصلی و عملیات کنترل سیل با ۳۰/۲ درصد، تراکم زهکشی با ۲۹ درصد، شرایط توپوگرافی و کاربری اراضی شهری با ۲۸/۶ درصد از مهم ترین معیارها هستند. بنابراین، می توان نتیجه گرفت که تکنیک دلفی سازوکار مناسب و قابل قبولی برای توسعه معیارهای مؤثر در نشان دادن آسیب پذیری شهرها در برابر سیل به شمار می آید.

واژه های کلیدی: سیلاب شهری، بلایای طبیعی، تصمیم گیری، معیار، کرج

۱- دانش آموزتهی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران Email: salajegh@ut.ac.ir

۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۴- دانشیار مرکز تحقیقات بین المللی بیابان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران کرج، ایران

در مدیریت نوین به شمار می‌رود. در این موارد تصمیم‌گیرنده با گزینه‌هایی متفاوت تحت معیارهای مختلفی که از محیط داخلی یا خارجی سیستم متأثر می‌شوند روبرو است [۸]. با توجه به موارد ذکر شده شناسایی معیارهای آسیب‌پذیری شهرها و اولویت‌بندی آن‌ها می‌تواند گامی مهم در این زمینه باشد، که برای این منظور می‌توان از تکنیک دلفی استفاده نمود. تکنیک دلفی را به صورت روشی برای ساختار دهی یک فرایند ارتباط گروهی تعریف می‌کنند بطوریکه این فرایند به گروهی از افراد، به‌عنوان یک کل، امکان حل یک مسئله پیچیده را می‌دهد [۲۸]. این روش که از نیمه دهه ۱۹۶۰ به‌عنوان یک روش مهم علمی شناخته شد و اکنون برای طیف گسترده‌ای از سؤالات آینده محور و پیچیده، و در طیف گسترده‌ای از زمینه‌ها استفاده می‌شود [۲۵]، فرآیندی ساختار یافته برای جمع‌آوری و طبقه‌بندی دانش موجود در نزد گروهی از کارشناسان و خبرگان که از طریق توزیع پرسشنامه‌هایی در بین افراد و بازخورد کنترل شده پاسخ‌ها و نظریات دریافتی صورت می‌گیرد. به بیان دیگر روش دلفی یک فرآیند تکرار شونده از پاسخ‌های متخصصان در مورد یک موضوع خاص است که در نهایت با اتفاق آرای آن‌ها خاتمه می‌یابد [۲۲]. روش دلفی زمانی کاربرد دارد که اهداف تحقیق، کشف و اولویت‌بندی و کسب اطلاعات جدید در زمینه موضوع مورد مطالعه باشد [۲۳]. از مزایای این روش می‌توان به انعطاف‌پذیری زیاد رویکرد، کاربرد در دیسپلین‌های مختلف، بکارگیری رویکردهای ارتباطی مختلف و امکان استفاده در سطح جغرافیایی وسیع، عدم نیاز به آموزش مصاحبه‌گران، گمنامی، ارائه بحث‌های باز، شناسایی و فهم زیربنای موضوع اشاره نمود [۱۵ و ۱۱]. این تکنیک از هدر رفتن زمان و انرژی برای تصمیمات نامربوط یا مغرضانه جلوگیری می‌کند چرا که پیش‌بینی‌های دلفی با یک روش تحلیلی و نظام‌دار صورت می‌گیرد. از مهم‌ترین محدودیت‌های این تکنیک، نیازمندی به تلاش و کار زیاد، سیر آهسته و وقت‌گیر بودن آن است [۲۲]. هم‌چنین ممکن است اجماع ظاهری یا فشار برای هم‌نواپی با رتبه‌بندی رخ دهد و یا بازخورد توافقات گروه بر نظرات پانلیست‌ها تأثیر بگذارد [۲۹]. این فرآیند از طریق مجموعه‌ای از پرسشنامه‌ها در دوره‌های مختلف بین متخصصان توزیع و نتایج آنها تفسیر می‌شود. پاسخ‌دهی هر پرسشنامه به‌عنوان بازخوردی برای دوره جدید استفاده می‌شود [۲۲]. پرسشنامه دلفی براساس معیارهای شناسایی و دسته‌بندی شده برای پرسش به نحوی تنظیم می‌شود که پرسش‌شوندگان قادر باشند برای هر معیار یک درجه اهمیت ابراز نمایند [۲۳]. هدف از این روش، دستیابی به مطمئن‌ترین توافق گروهی خبرگان درباره موضوع خاصی است که با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی، به دفعات و یا توجه به بازخورد حاصل از آن‌ها صورت می‌گیرد [۲۶].

مطالعات متعددی در خصوص استفاده از روش دلفی انجام شده است که تعدادی از آن‌ها در ادامه آورده شده است. ابراهیمیان قاجاری و همکاران [۶] جهت مدل‌سازی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری در منطقه ۶ شهر تهران از روش‌های دلفی و تحلیل سلسله

مراتبی استفاده کردند. نتایج حاصل از مدل‌سازی ۹ شاخص مستخرج از روش دلفی با تکنیک تحلیل سلسله مراتبی نشان داد که حدود ۳۸ درصد ساختمان‌ها آسیب‌پذیری کم، ۶۰ درصد آسیب‌پذیری متوسط و حدود ۲ درصد آسیب‌پذیری بسیار بالایی داشتند. علی‌پور و همکاران [۱] در مطالعه‌ای با استفاده از روش دلفی و سیستم اطلاعات جغرافیایی به مکان‌یابی پخش سیلاب در حوزه آبخیز ایور پرداختند. نتایج نشان داد به‌ترتیب شاخص‌های نفوذ خاک، کیفیت سیلاب، بافت خاک، شیب و حضور قنات و زیر معیار آب، آبخوان و توپوگرافی و معیار نفوذ و سیلاب با اهمیت و مناسب شناخته شدند. لی و همکاران [۱۲] به بررسی آسیب‌پذیری سیل با استفاده از روش دلفی و تاپسیس فازی پرداختند. این مطالعه در حوزه رودخانه هان در کره جنوبی انجام شد، ۲۴ معیار ارزیابی و وزن آن‌ها با استفاده از روش دلفی تعیین شد، سپس با استفاده از رویکرد تاپسیس فازی خطرات سیل برای همه بخش‌های جریان کمی شد. نتایج نشان داد معیارهای هیدرولوژیکی مهم‌ترین معیارها در رودخانه هان بوده‌اند. میلر و کاف [۱۶] رویکرد دلفی را برای میانجی‌گری در مباحث زیست محیطی بررسی کردند و نشان دادند این روش یکی از رویکردهایی است که برای حل این مسئله در نظر گرفته شده است. نصیری و همکاران [۱۸] در مطالعه‌ای به انتخاب شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری سیل در مناطق کوالالامپور پرداختند. برای این منظور، استخراج نظرات متخصصین با استفاده از روش دلفی و AHP در دو مرحله جداگانه انجام شد. سرانجام مشخص شد که کدام مناطق با توجه به شاخص‌های آسیب‌پذیری، یعنی شاخص‌های اجتماعی، فیزیکی، زیست محیطی و اقتصادی، بیشتر در معرض خطر سیل هستند. مادروگا دبریتو و همکاران [۱۳] در پژوهشی به اولویت‌بندی آسیب‌پذیری سیل، ظرفیت مقابله و شاخص‌های در معرض قرار گرفتن از طریق روش دلفی در حوزه تکواری آنتس برزیل پرداختند. در مجموع ۲۶ شاخص برای این منظور انتخاب شد که بیش‌ترین امتیازات مربوط به جنبه‌های ظرفیت مقابله با آسیب‌پذیری و در معرض قرار گرفتن انسان و زیرساخت‌ها بود. نتایج نشان داد روش دلفی یک گزینه عملی برای دستیابی به توافق میان ذی‌نفعان برای ایجاد شاخص‌های مربوط به سیل است. مصطفی‌زاده و همکاران [۱۷] به تجزیه و تحلیل سناریو ساخت سدهای کوچک با استفاده از یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره در حوزه آبخیز جعفرآباد، استان گلستان پرداختند. برای انتخاب بهترین سناریوهای مدیریتی، دو گروه از شاخص‌ها شامل شاخص‌های فیزیکی و اقتصادی انتخاب شدند. برای سنجش شاخص‌ها، از فرآیند دلفی استفاده شد. نتایج نشان داد که سناریو ۷ (افزایش تعداد سدها از ۵۸ به ۶۹) بهترین سناریو مدیریت از منظر هیدرولوژیک است. هم‌چنین، بهترین سناریوهای مدیریتی از منظر اقتصادی به‌ترتیب سناریو ۱ (شرایط فعلی) و سناریو ۵ (فقط با ۱۵ سد کوچک در حوضه بالادست) هستند. چان و لی [۴] در مطالعه‌ای از روش دلفی برای اولویت‌بندی معیارهای پایداری شهر در کامبوج استفاده کردند. نتایج نشان داد

پژوهش بخشی از منطقه ۱ شهرداری کرج (منطقه عظیمیه) می‌باشد که در شکل ۱ نمایش داده شده است. طبق بررسی‌های انجام شده بر روی آمار بلندمدت ایستگاه هواشناسی کرج، بارندگی سالیانه ۲۴۷/۳ میلی‌متر می‌باشد. مورفولوژی این منطقه، تپه ماهوری است که برجستگی‌ها، رسوبات آبرفتی درشت پادگانه‌های بلند آبرفتی و برونزدگی سنگ کف و فرورفتگی‌ها توسط رسوبات آبرفتی دشت پوشیده شده‌اند. این حالت می‌تواند موید شدت سیلاب‌های جاری شده از ارتفاعات و میزان سیلاب‌گیر بودن این محدوده باشد. این منطقه با مساحتی در حدود ۱۲۰۰ هکتار دارای جمعیت ۱۹۵۰۰۰ نفر بر اساس آمار شهرداری در سال ۱۳۹۷ می‌باشد.

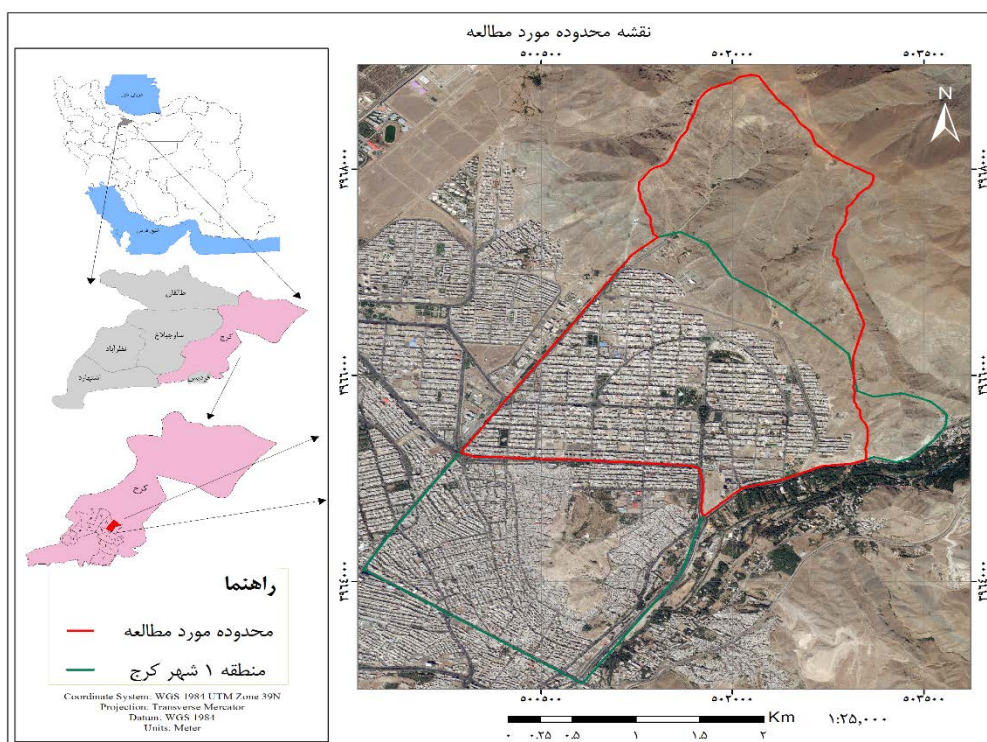
روش تحقیق مورد استفاده در این مطالعه از لحاظ هدف کاربردی است، چون نتایج آن برای دست‌اندرکاران و برنامه‌ریزان تدوین سیاست‌های شهرسازی و آب‌خیزداری قابل استفاده است. برای انجام این پژوهش نخست با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای - اسنادی بر پایه‌ی نتایج پژوهش‌های ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در ایران و جهان، شناخت جامعی از عناصر و عوامل تاثیرگذار در آسیب‌پذیری شهرها در برابر سیل به دست آمد، سپس با نظر کارشناسان خبره و اهل فن از بین شاخص‌های اولیه مستخرج از مطالعات کتابخانه‌ای، و با استفاده از روش دلفی شاخص‌های مؤثر انتخاب و رتبه‌بندی شدند. برای این منظور پرسشنامه نظرسنجی متخصصان (پرسشنامه دلفی) حاوی معیارها تهیه شد و در اختیار کارشناسان و متخصصان قرار گرفت که این معیارها در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جامعه آماری کارشناسان و متخصصانی بودند که در زمینه مدیریت آسیب‌پذیری حوزه‌های شهری دارای دانش و تجربه کافی

معیارهای جمعیت زاغه نشین، بیکاری، پیشگیری از جرم، تأمین آب، مهاجرت، جمع آوری زباله، نیروی کار، ایمنی ساخت و ساز و ترافیک شاخص‌های برتر مؤثر در پایداری شهر می‌باشند. ژانگ و همکاران [۳۱] نیز برای اندازه‌گیری تاب‌آوری جامعه در برابر سیلاب شهری، روش دلفی فازی (FDM) و فرایند تحلیل شبکه (ANP) را ادغام نمودند. هفت شاخص (امکانات عمومی، کاربری اراضی، سازمان‌های مدیریت سیل، جمعیت آسیب‌پذیر و ...) با استفاده از روش دلفی فازی شناسایی شد. شاخص‌ها به چهار بعد طبقه‌بندی و وزن آن‌ها توسط فرایند تحلیل شبکه تعیین شد. این روش در سه منطقه مختلف در چین انجام شد. نتایج نشان داد، سازمان‌های مدیریت سیل نقش اصلی را در تاب‌آوری جوامع شهری ایفا می‌کنند، در حالی که جمعیت آسیب‌پذیر تأثیر زیادی بر تاب‌آوری جامعه در روستا دارد. با توجه به موارد ذکر شده و اهمیت آسیب‌پذیری شهرها در برنامه‌ریزی توسعه، هدف از این مطالعه تعیین معیارهای مؤثر در آسیب‌پذیری شهر در برابر سیل می‌باشد، به این منظور از روش دلفی استفاده شده است و در نهایت اولویت‌بندی شاخص‌ها با توجه به اهمیت آن‌ها انجام گرفته است. این مطالعه لیستی از شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری شهر در برابر سیل و اولویت‌بندی آن‌ها را در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

شهر کرج در مختصات جغرافیایی $50^{\circ}50'$ تا $51^{\circ}02'$ طول شرقی و $35^{\circ}41'$ تا $35^{\circ}53'$ عرض شمالی قرار گرفته و ارتفاع متوسط آن از سطح دریاهای آزاد ۱۹۰۷ متر می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در این



شکل ۱: نقشه محدوده مورد مطالعه

جدول ۱: معیارهای مؤثر در آسیب‌پذیری شهرها در برابر سیل

معیار	ردیف	معیار	ردیف
نسبت فضای سبز و فضای باز به مناطق مسکونی	۱۰	جمعیت	۱
درصد مناطق نفوذپذیر و نفوذناپذیر	۱۱	گروه‌های آسیب‌پذیر (زنان، کودکان و ...)	۲
سنگ شناسی	۱۲	کاربری اراضی شهری	۳
بافت خاک	۱۳	خیابان‌ها و معابر عمومی	۴
پوشش گیاهی حوزه آبخیز مشرف به شهر	۱۴	شرایط توپوگرافی	۵
وسعت حوزه مورد مطالعه	۱۵	فاصله تا کانال زهکشی	۶
تعداد سیل سالانه	۱۶	تراکم زهکشی	۷
عملیات کنترل سیل	۱۷	ظرفیت انتقال کانال اصلی	۸
		شرایط ساختمان‌ها (کیفیت و سن ساختمان)	۹



شکل ۲: مراحل تکنیک دلفی در استخراج نظرات کارشناسی

جدول ۲: تعیین درجه اهمیت معیارها

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	درجه اهمیت معیار
۱	۳	۵	۷	۹	بیان عددی
۰-۲	۲-۴	۴-۶	۶-۸	۸-۱۰	حوزه شمول بیان عددی

خود را راجع به میزان اهمیت شاخص‌ها با یکی از پنج درجه اهمیت (بی‌اهمیت با امتیاز ۱ معرف دامنه وزن صفر تا ۲، کم‌اهمیت با امتیاز ۳ معرف دامنه وزن ۲ تا ۴، با اهمیت با امتیاز ۵ معرف دامنه وزن ۴ تا ۶، با اهمیت زیاد با امتیاز ۷ معرف دامنه وزن ۶ تا ۸ و با اهمیت خیلی زیاد با امتیاز ۹ معرف دامنه وزن ۸ تا ۱۰) بیان کنند و در صورت نیاز شاخص جدیدی را به لیست اضافه نمایند [۱۰]، این روند در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

بودند. به‌طورکلی، مراحل دلفی به درجه اجماع و توافق درک‌شده بررسی‌کنندگان بستگی دارد و می‌تواند از دو تا چهار مرحله متغیر باشد. مراحل اجرای این تکنیک در شکل شماره ۲ آورده شده است. روش دلفی تمرین ارتباط گروهی در میان متخصصانی است که از لحاظ جغرافیایی دور از یکدیگرند. این تکنیک به متخصصان اجازه می‌دهد به‌طور سیستماتیک مسائل یا وظایف پیچیده را حل نمایند. این پرسشنامه‌ها این امکان را برای متخصصان فراهم کردند تا نظر

در این پژوهش ۴۰ نفر از کارشناسان و متخصصان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان البرز، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری کرج، و اداره امور آب‌های سطحی شهرداری کرج با تخصص‌هایی هم‌چون آبخیزداری، مدیریت بلایای طبیعی، مهندسی رودخانه، مدیریت منابع آب و مدیریت شهری همکاری نمودند و آرا و نظرات خود را اظهار داشتند.

بر خلاف روش‌های تحقیق پایشی، اعتبار روش دلفی به تعداد شرکت کنندگان در تحقیق بستگی ندارد بلکه وابسته به اعتبار علمی متخصصان شرکت کننده در پژوهش است [۵]. برای جمع‌بندی آرای پرسش‌شوندگان، امتیاز وزن‌دار هر معیار محاسبه شد. تعداد انتخاب‌های صورت گرفته برای هر درجه اهمیت، معرف امتیاز آن درجه اهمیت (N) قلمداد گردید. وزن معیارها در دامنه بین صفر تا ۱۰ در نظر گرفته شد و هر درجه اهمیت معرف یک دامنه از وزن بود. برای هر معیار دو مؤلفه آماری شامل درصد اهمیت معیار و درجه اهمیت معیار با استفاده از روابط ۱ تا ۴ محاسبه شد تا بر اساس نمودار اهمیت معیار، گزینش معیارهای منتخب فراهم شود [۱۰]. به‌منظور تعیین درصد اهمیت ابتدا حداکثر امتیاز وزن‌دار قابل حصول، از ضرب بالاترین امتیاز قابل انتظار (در این بررسی ۴۰، معادل کل پرسش‌شوندگان (N)) در حداکثر وزن تعدیل شده (W=۱۰) به دست آمد. سپس از تقسیم حداکثر وزن تعدیل شده بر مجموع وزن‌های هر معیار دارای امتیاز، ضریب وزن تعدیل شده (Y_i) محاسبه شد. با استفاده از این ضریب و امتیاز هر معیار، امتیاز وزن دار (Z_i) حاصل شد. در آخرین گام درصد اهمیت هر معیار از تقسیم مجموع امتیاز وزن‌دار هر معیار بر حداکثر امتیاز وزن‌دار قابل حصول هر معیار به دست آمد.

$$xi = \text{وزن اولیه} \quad (1)$$

$$n = \text{تعداد افرادی که به هر درجه اهمیت رای داده‌اند} \quad (2)$$

$$yi = \frac{xi}{\sum xi} \quad \text{وزن تعدیل شده} \quad (3)$$

$$zi = yi \times n \quad \text{امتیاز وزن دار} \quad (4)$$

$$\text{درصد اهمیت معیار} = \frac{\sum zi}{N} \times 100 \quad (5)$$

سپس میانگین وزنی اهمیت هر معیار از جمع حاصل ضرب امتیاز در وزن (درجه اهمیت) تقسیم بر مجموع کل امتیازها (برابر با تعداد کل پرسش‌شوندگان) محاسبه و به‌عنوان درجه اهمیت هر معیار در نظر گرفته شد [۱۰].

$$\text{درجه اهمیت} = \frac{\sum (xi \times n)}{N} \quad (6)$$

برای گزینش معیارهای مورد نظر نمودار اهمیت معیار تنظیم شد. در این نمودار درصد اهمیت هر معیار در محور افقی و درجه اهمیت هر معیار در محور عمودی نمایش داده می‌شود. هر معیار بر اساس این دو مؤلفه بر روی نمودار مشخص شد و برای گزینش مناسب‌ترین معیارها از بهترین درصد اهمیت و بهترین درجه اهمیت استفاده شد. به این ترتیب نمودار بر اساس نصف درجه اهمیت (برابر با ۵) و نصف حداکثر درصد اهمیت اخذ شده به چهار بخش تفکیک و معیارهایی که حداقل بیش از نصف ارزش عددی هر محور را داشت در نظر گرفته شدند.

نتایج

برای گزینش معیارهای مؤثر در آسیب‌پذیری شهرها در برابر سیل، همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود نمودار اهمیت معیار



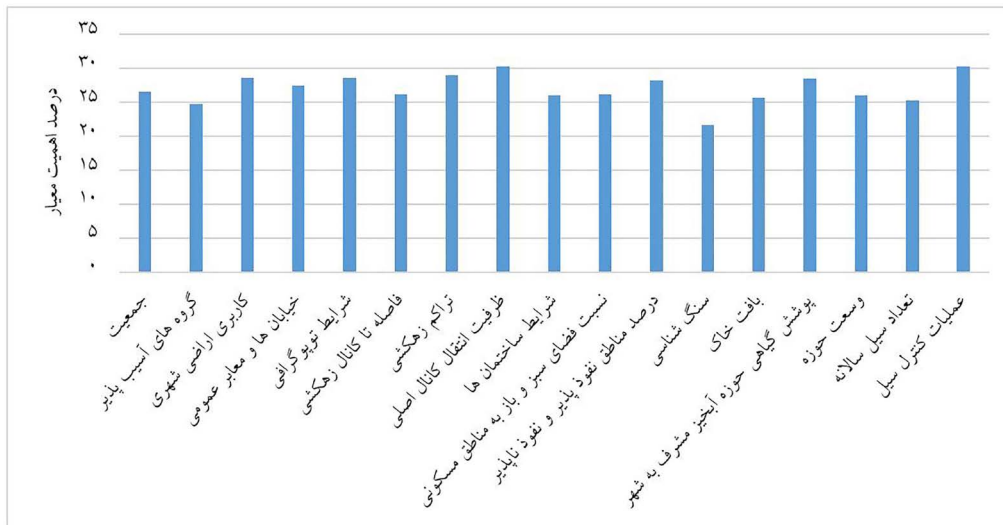
شکل ۳- اهمیت معیارهای آسیب‌پذیری شهر در برابر سیل

بحث و نتیجه گیری

همان‌طور که ذکر شد روش دلفی روشی است که برای حل مسائل مهم استفاده شده است. برخلاف روش‌های تجزیه و تحلیل سلسه مراتبی، تنها متکی به دانش متخصصان نیست [۱۴] و از توافق جمعی برای حل یک مسئله استفاده می‌کند [۲۲]. به بیانی دیگر رهیافتی برای توافق‌سنجی و اجماع به‌وسیله پرسشنامه و ارائه بازخورد به مشارکت‌کنندگانی است که در موضوع مورد مطالعه متخصص و کارشناس هستند [۱۹]. این روش به‌طور ویژه زمانی سودمند است که محققان ملزم به جمع‌آوری دیدگاه‌های کارشناسان منفرد در مورد موضوعی خاص و ایجاد توافق بر سر موضوع مورد نظر باشند تا این‌که فرض‌ها یا دیدگاه‌های اساسی خبرگان را شناسایی نمایند [۹]. در این مطالعه به معرفی و اولویت‌بندی معیارهای آسیب‌پذیری شهر در برابر سیل پرداخته شد و برای این منظور از روش دلفی که روشی ساده و کارآمد برای ارزیابی معیارها می‌باشد استفاده شد و تعداد ۱۷ معیار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، ظرفیت انتقال کانال اصلی و عملیات کنترل سیل با ۳۰/۲ درصد و پس از آن تراکم

تنظیم شد. در این نمودار درصد اهمیت هر معیار در محور افقی و درجه اهمیت هر معیار در محور عمودی نمایش داده شده است. هر معیار بر اساس این دو مؤلفه بر روی نمودار مشخص شد و برای گزینش مناسب‌ترین معیارها از بهترین درصد اهمیت و بهترین درجه اهمیت استفاده شد. به این ترتیب نمودار بر اساس نصف درجه اهمیت (برابر با ۵) و نصف حداکثر درصد اهمیت اخذ شده (برابر با ۱۵/۱) به چهار بخش تفکیک و معیارهایی که حداقل بیش از نصف ارزش عددی هر محور را داشتند، مشخص شدند.

با توجه به موارد ذکر شده تمامی معیارهای مورد بررسی بیش از نصف ارزش عددی هر محور را کسب کردند و همگی در آسیب‌پذیری شهر در برابر سیل حائز اهمیت هستند. درصد اهمیت معیارها مؤلفه دیگری برای سنجش میزان اهمیت معیارها است که در شکل شماره ۴ نشان داده شده است. اولویت معیارهای مورد بحث نیز بر اساس درصد اهمیت و درجه اهمیت آن‌ها از دیدگاه کارشناسان در جدول شماره ۳ آمده است.



شکل ۴: درصد اهمیت معیارهای آسیب‌پذیری شهر در برابر سیل

جدول ۳: اولویت معیارها مؤثر در آسیب‌پذیری شهرها در برابر سیل بر اساس درصد اهمیت و درجه اهمیت

اولویت معیار	معیار	اولویت معیار	معیار
۱	ظرفیت انتقال کانال اصلی	۱۰	فاصله تا کانال زهکشی
۲	عملیات کنترل سیل	۱۱	نسبت فضای سبز و فضای باز شهری به مناطق مسکونی
۳	تراکم زهکشی	۱۲	شرایط ساختمان‌ها (کیفیت و سن ساختمان)
۴	شرایط توپوگرافی	۱۳	وسعت حوزه مورد مطالعه
۵	کاربری اراضی شهری	۱۴	بافت خاک
۶	پوشش گیاهی حوزه آبخیز مشرف به شهر	۱۵	تعداد سیل سالانه
۷	درصد مناطق نفوذ پذیر و نفوذ ناپذیر	۱۶	گروه‌های آسیب‌پذیر (زنان، کودکان و ...)
۸	خیابان‌ها و معابر عمومی	۱۷	سنگ شناسی
۹	جمعیت		

Research. Engineering and Science. 3(4),8-13.

10. Haddadinia, S. and Danekar, A. 2012. Prioritization of Ecotourism Criteria in Desert and Semi-arid Ecosystems by Delphi Method. Management System. 2(3):17-30.

11. Landeta, J. 2006. Current validity of the Delphi method in social sciences. Technological Forecasting and Social Change. 73(5): 467-82.

12. Lee, G., Jun, K.S., and Chung, E.S. 2013. Integrated multi-criteria flood vulnerability approach using fuzzy TOPSIS and Delphi technique. Natural Hazards and Earth System Sciences. 13, 1293–1312.

13. Madrugada Brito, M., Evers, M. And Höllermann, B. 2017. Prioritization of flood vulnerability, coping capacity and exposure indicators through the Delphi technique: A case study in Taquari-Antas basin, Brazil. Disaster Risk Reduction 24: 119–128.

14. Makhdoum, M., 2009. Models which are Never to be modelled, or Models with Irrational Prediction. Environmental sciences, 185-192.

15. Manca. D.P., Varnhagen, S., Brett-McLean, P., Allan, G.M., Szafran, O. and Ausford, A. 2007. Rewards and challenges of family practice: web-based survey using the Delphi method. Can Fam Physician. 53(2), 278- 86, 277.

16. Miller, A. and Cuff, W. 2005. The Delphi approach to the mediation of environmental disputes. Environmental Management. 10(3): 321-330.

17. Mostafazadeh, R., Sadoddin, A., and Bahreman, A. 2017. Scenario analysis of flood control structures using a multi-criteria decision-making technique in Northeast Iran. Natural Hazards. 87, 1827–1846.

18. Nasiri, H., Yusof, M.J.M. and Ali, T.A.M. 2019. District flood vulnerability index: urban decision-making tool. Environmental Science and Technology. 16, 2249–2258.

19. Nistler, D.L., Lamm, A.J. and Stedman, N. 2011. Evaluating the influences on extension professionals engagement in leadership roles. Agricultural Education. 52, 110- 120.

20. Omidvar, B., Ghazban, F., Emami, K. and Khodaei, H. 2006. Flood risk management using Multi-Criteria decision making method in three sub-

زهکشی با ۲۹ درصد، و شرایط توپوگرافی و کاربری اراضی شهری با ۲۸/۶ درصد از مهم‌ترین معیارها هستند. بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد، هرچند روش دلفی در گذشته محدود به برخی سازمان‌های ویژه بوده است اما امروزه به‌طور گسترده‌ای در پژوهش‌های حفاظتی و مدیریت منابع طبیعی استفاده می‌شود [۲۱]، بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که این تکنیک سازوکار مناسب و قابل قبولی برای دستیابی به اجماع در زمان توسعه‌ی مجموعه‌ای از معیارها، از جمله معیارهای مؤثر در آسیب‌پذیری شهرها در برابر سیل به شمار می‌آید.

منابع

1. Alipour, H., Malekian, A., Kheirkhah Zarkesh, M. and Gharachelo, S. 2016. Application of Delphi Method and GIS in Site Selection Flood Water Spreading. Desert Ecosystem Engineering. 4(9), 11-22.

2. Amini Varaki, S., Modiri, M., Shamsayi Zafarghandi, F. and Ghanbari nasab, A. 2014. Perspectives of the city's vulnerability to environmental hazards and its effective components by using the Q-Method. Emergency Management. 5-18.

3. Amini, E. 2005. Explaining the concept of urban Texture and its role in reducing the risks of earthquakes. International Conference on Earth Risks Natural Disasters and Solutions to them. 27-29 Sep, Tabriz.

4. Chan, P. and Myeong-Hun Lee, M.H. 2019. Prioritizing Sustainable City Indicators for Cambodia. Urban Science. 3: 104.

5. Dunham, R. 1998. The Delphi Technique. University of Wisconsin School of Business.

6. Ebrahimian Ghajari, Y., Alesheikhi A., Modiri M., Hosnavi R. and Abbasi, M. 2014. Modeling the vulnerability of urban buildings using Delphi and AHP methods in GIS (Case study: Region 6 of Tehran), Geographical data. 23(91): 1- 20.

7. Ericksen, P.J. 2008. What is the vulnerability of a food system to global environmental change. Ecology and Society, 13(2): 14.

8. Fatolahzadeh, S. and Mehdizadeh, R. 2013. A Review of Multi-Criteria Decision Making Methods. The Conference on Modern Management Sciences, 5 Sep, Gorgan.

9. Habibi, A., Sarafrazi, A. and Izadyar, S. 2014. Delphi Technique Theoretical Framework in Qualitative

27. Stark, A. 2007. Policymaking for critical infrastructure: a case study on strategic interventions in public safety telecommunications by Gordon A. Gow. *Contingencies and Crisis Management*. 15, 65-66.
28. Turoff, M. and Linstone, HA. 1975. The Delphi method: techniques and applications. *Marketing Research*. 18(3).
29. Windle PE. 2004. Delphi technique: assessing component needs. *Perianesthesia Nursing*. 19(1): 46-7.
30. Yazdandost, F. and Nasiri, F. 1993. Control and Reduction of Flood Damage and Watershed Damage in county of Dareshahr. Report of Iran-France joint seminar on water resources management and water management, Faculty of Natural Resources. Tehran University.
31. Zhong, M., Lin, K., Tang, G., Zhang, Q., Hong, Y. and Chen, X. 2020. A Framework to Evaluate Community Resilience to Urban Floods: A Case Study in Three Communities. *Sustainability*. 12(4).
- basins of Golestan province. The first natural disaster conference. 26-27 Dec, Tehran.
21. Orsi, F. 2010. Restoring forest landscapes for nature conservation and human well-being: Advanced spatial decision support tools. Doctoral School in Environmental Engineering. 129.
22. Powell, C. 2003. The Delphi Technique: myths and realities. *Advanced Nursing*. 41(4): 376-382.
23. Roberts, T.G. and Dyer, J.E. 2004. Characteristics of effective agriculture teachers. *Agricultural Education*. 54:82- 95.
24. Rostami khalaj, M. 2011. Urban Risk Reduction Using Combined Hydrological and Hydraulic Models (Case Study: District 2 of Mashhad). M.Sc. Dissertation. Faculty of Natural Resources. Tehran University.
25. Rowe, G. and Wright, G. 1999. The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. *Forecasting*. 15, 353-75.
26. Smalley, S.W. and Retallick, M.S. 2011. Purposes, activities, and documentation of early field experience in agricultural teacher education: A National Delphi Study. *Agricultural Education*. 52: 100-109.



Abstract

Prioritization of Vulnerability Criteria in Azimiyeh (Karaj) Against the Flood based on the Delphi Method

M. Poursmaeel¹, A. Salajegheh^{2*}, A. Malekian³ and A.R Keshtkar⁴

Received: 2021/01/27 Accepted: 2021/05/15

Iran is among the 10 most vulnerable countries in the world. Among natural disasters which caused this vulnerability, flood has high priority. Paying attention to the vulnerability of the country as well as the vulnerability of cities against the natural disasters threats is one of the most important aspects of development planning. Hence, making decision in urban areas is one of the most important issues in modern management. The purpose of current research is to prioritize urban vulnerability to floods using Delphi method. The statistical population includes specialists who had sufficient knowledge and experience in the field of vulnerability management in urban areas. To carry out this research, initially the factors influencing urban vulnerability to floods was determined through literature review. After that effective indicators were ranked and selected using expert's opinion and Delphi method. Based on the results, the main channel transmission capacity and flood control operations with 30.2%, drainage density with 29%, topographic conditions and land use of urban area with 28.6% were the most important criteria. The results of this study demonstrated that Delfi method is an appropriate and acceptable tool to development effective indicators in depicting of the cities vulnerability against floods.

Keywords: Urban flood, Natural disasters, Decision making, Criteria, Karaj

1. Graduate (M.Sc.) Student in Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

2. Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Author correspond: Email: salajegh@ut.ac.ir

3. Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

4. Associate Professor, International Desert Research Center, Faculty of Natural Resources, University of Tehran