Archive of SID

پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۱۲، شماره ۲۳، بهار و تابستان ۱٤۰۰، از صفحه ۲۳۳ تا ۲٤٤

Dor: 20.1001.1.20089597.1400.12.23.19.9

نقش و اهمیت معیارها و شاخص‌های اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی جهت کاهش خسارت ناشی از سیل در ایران

حمید امیرنژاد*[۱]، ساره حسینی[۲]، مصطفی صابری[۳]

۱ دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ایران
۲ دکتری جنگلداری، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ایران
۳ دانشجوی کارشناسی رشته اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۲؛ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۴/۰۷)

چکیده

پدیده‌ی طبیعی سیل یکی از چالش‌های جدی محیط‌زیستی کشور است که عوامل مختلفی در رخداد آن نقش دارند. بنابراین، هدف از این تحقیق شناسایی، وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های موثر در کاهش خسارت‌های ناشی از سیل در ایران با استفاده از نظر خِبرگان و متخصصین این حوزه و اساتید هیات علمی متخصص در این امر است. در این راستا به منظور شناسایی معیارها و شاخص‌های موثر در کاهش خسارت‌های ناشی از سیل از چهار دیدگاه اکولوژیکی، اقتصادی ، فنی و اجتماعی از پرسشنامه‌ای محقق ساخته و به منظور محاسبه وزن و اولویت آنها به ترتیب از روش‌های اِنتروپی (Entropy) و ترجیحات بر اساس مشابهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS) استفاده شد. تجزیه و تحلیل یافته‌های این پژوهش با استفاده از ۳۰ پرسشنامه دریافتی، ۲۱ شاخص را از جنبه‌های اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و فنی برای کاهش خسارت‌های ناشی از سیل شناسایی نموده که شامل ۷ شاخص اکولوژیکی، ۶ شاخص اقتصادی، ۵ شاخص فنی و ۳ شاخص اجتماعی بوده است. نتایج وزن‌دهی شاخص‌ها با استفاده از روش اِنتروپی نشان داد که از دیدگاه اکولوژیکی شاخص شکل زمین (تنوع ارتفاع از سطح دریا، تنوع شیب زمین، تنوع جهت)، از دیدگاه اقتصادی شاخص مدیریت بهینه اراضی جنگلی و مرتعی، از دیدگاه فنی شاخص عملیات آبخیزداری و از دیدگاه اجتماعی شاخص تراکم مسکونی (سکونتگاه‌ها، شاخص‌های جمعیتی) به‌ترتیب بیشترین وزن را به‌خود اختصاص دادند. همچنین، نتایج روش تاپسیس نشان داد که برای کاهش خسارت ناشی از سیل معیارهای اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی به ترتیب در اولویت اول تا چهارم قرار دارند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در برنامه‌های مدیریتی برای کاهش سیلاب به نقش و اهمیت معیارها و شاخص‌های اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی بر اساس اولویت‌های تعیین‌شده توجه شود.

کلیدواژه‌ها: تصمیم‌گیری چندمعیاره، وزن‌دهی، اولویت‌بندی، سیلاب، خسارت

* نویسنده مسئول:
Email: h.amirnejad@sanru.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

سرآغاز

هر ساله بلایای طبیعی مانند زمین‌لغزش، زلزله، سیلاب و حوادثی از این دست سبب تلفات فراوان جانی و مالی در سراسر جهان می‌شود (Youssef et al., 2016) که سیلاب یکی از مخرب‌ترین آنها در نظر گرفته شده است (Du et al., 2013). سیل یکی از بلایای طبیعی است که خسارت‌های ناشی از آن قابل شمارش نیست (Asghari Moghadam, 1999). طبق تعریف فرهنگ آب‌شناسی یونسکو سیل عبارتست از افزایش کوتاه‌مدت در سطح تراز آب یک رودخانه تا اوجی که سطح تراز آب از آن اوج با آهنگی آهسته‌تر عقب می‌نشیند. سیل ممکن است در اثر بروز یک بارندگی شدید و یا مستمر و یا ذوب ناگهانی برف‌ها در یک حوضه‌ی آبخیز و یا در نتیجه شکسته‌شدن یک سد به وقوع بپیوندد. به هر حال، بروز سیل و سیلاب سبب تخریب، ایجاد خسارت و تلفات به مراکز انسانی و سازه‌های مسیر سیلاب می‌شود (Messne & Meyer, 2006) و تاثیر قابل ملاحظه‌ای در نابودی تاسیسات و تمدن‌های بشری دارد. به‌همین دلیل، از گذشته‌ی دور انسان سعی در شناخت، مقابله و تفاهم با این رخداد طبیعی را داشته است (Youssef et al., 2016). از این‌رو، برای پیشگیری خسارت‌های ناشی از وقوع این پدیده، دهه‌ی ۹۰ میلادی از سوی سازمان ملل متحد و سازمان هواشناسی جهانی دهه‌ی کاهش بلایای طبیعی اعلام و از تمامی کشورهای جهان دعوت شد تا با همکاری نهادها و سازمان‌های ملی و جهانی در کاهش اثرات این‌گونه بلایا اهتمام بیشتری به‌خرج دهند. بنابراین، در حال حاضر هدف عمده‌ی اکثر کشورهای جهان به‌سمت اقدامات پیشگیرانه قبل از وقوع بلایا سوق یافته است(Pacione, 1999) . این پدیده در ایران نیز شناخته شده است به‌عبارتی طی نیم‌قرن اخیر از نظر تعداد حجم و خسارت‌های، روند افزایشی داشته است (Sharifi, & Nowruz, 2002).

روند رو به رشد سیل در سال‌های اخیر حاکی از این است که اکثر مناطق کشور در معرض تهاجم سیلاب‌های مخرب قرار داشته و ابعاد خسارت، تلفات جانی و مالی آن افزایش یافته است و بر اساس اطلاعات موجود طی سال‌های اخیر خسارت سیل جزو خسارت‌های مهم به کشور بوده است. ویژگی‌های سیلاب‌هایی را که در یک منطقه اتفاق می‌افتد را می‌توان با استفاده از شناسایی عوامل گوناگون کاهش داد. از این‌رو، شناسایی عوامل ایجاد سیل، به‌کارگیری روش‌های علمی شناسایی، وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های موثر جهت کاهش خسارت‌های ناشی از سیل از دیدگاه‌های اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی حایز اهمیت است. بررسی تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که موضوعات متنوعی در ارتباط با سیل و راه‌های پیشگیری از آن در سطح دنیا انجام شده و یا در حال انجام است. از جمله (Roghani, 2003) در مطالعه‌ی خود بررسی عوامل مکانی در کاهش خطر سیل در حوضه‌های آبخیز کشور بیان نمود عوامل متعددی در بروز سیلاب حوضه‌های آبخیز نقش دارند که از جمله می‌توان به ویژگی‌های حوضه و بهره‌برداری غیراصولی انسان از طبیعت اشاره کرد. (Karamouz et al., 2006) انتخاب طرح‌های کنترل سیلاب در زمان ساخت سدهای انحرافی شیرگواز در استان سیستان و بلوچستان را از دیدگاه اقتصادی تحلیل نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان داد روش‌های مدیریتی مانند ایجاد و استفاده از سیستم‌های هشدار سیل به‌همراه مدیریت مناسب در بهره‌برداری از سدهای پیشین در کاهش خسارت سیل به سد انحرافی شیرگواز موثر است. (Ismaili, & Lorestani, 2016) نیز اثرات شهرنشینی بر مخاطرات رودخانه‌ای و سیلاب‌های شهری در بهشهر استان مازندران بررسی نمودند. نتایج پژوهش آنها نشان داد محاسبه ابعاد و ظرفیت کانال برای انتقال جریان سیل در برخی مقاطع به علت دخالت انسانی و کاهش ابعاد کانال کارایی مناسب برای تخلیه جریان را نداشته و از طرف دیگر وجود برخی از سازه‌ها مانند پل‌های نامناسب مانعی برای انتقال واریزه‌های چوبی بزرگ (تنه‌ها و شاخه‌های درختان) شده و انحراف و بازگشت جریان سیل موجب ایجاد خسارت به مناطق شهری می‌شود. (Bagherian Kalat et al., 2016)، در مطالعه خود تاثیر پروژه آبخوان‌داری بر کنترل سیل در اطراف ۸۰ روستا کاشمر با استفاده از پرسشنامه ساختار یافته را بررسی نمودند. یافته‌های این تحقیق نشان داد ساکنین روستاهای همجوار از اجرای اثر طرح‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری در کنترل سیل منطقه و جلوگیری از خسارت‌های سیل به منازل مسکونی، اراضی کشاورزی، راه‌های ارتباطی روستا رضایت دارند. همچنین، (Tahvili et al., 2017) فعالیت‌های آبخیزداری در پیشگیری و مهار سیل حوضه‌ی آبخیز معرف و زوجی دهگین در استان هرمزگان را با استفاده از روش‌های میدانی مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آنها نشان داد اجرای فعالیت‌های آبخیزداری سبب کاهش معنی‌دار کلیه فاکتورهای موثر بر سیلاب می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

(Mikaeili, 2017) در بررسی صدمات سیل در اکوسیستم طبیعی پارک ملی گلستان بیان نمودند اجزای اکوسیستم‌ها از جمله خاک و پوشش گیاهی اصلی‌ترین صدمات را پس از یک آشفتگی مانند سیل می‌بینند. از این‌رو روش‌های بهسازی، با الگوبرداری از طبیعت و تطبیق پیدا کردن با شرایط طبیعی محیط، سعی در تسریع روند احیای خودبه‌خودی طبیعت دارند (Salvati, & Malekian, 2020). در بررسی خود از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌های شهری سنندج به منظور کنترل سیلاب استفاده نمودند. نتایج پژوهش آنها با استفاده از ۹ معیار نشان داد که بیشترین مقدار وزن نسبی متعلق به معیار «نسبت سطوح نفوذناپذیر به سطوح نفوذپذیر» است. همچنین در بحث کاهش خطر سیلاب در مطالعات خارج از کشور نیز (Nakano, 1972) با مطالعه بر روی پنج حوضه‌ی آبخیز نتیجه گرفت که کاهش پوشش جنگلی موجب افزایش دبی اوج بین ۹۹ تا ۱۱۶ درصد شده است. (Bruijnzeel, 1990) نیز با بررسی پیامدهای هیدرولوژیکی تخریب پوشش گیاهی در جنگل‌های مرطوب استوایی به این نتیجه رسید که تخریب پوشش طبیعی گیاهی سبب افزایش حجم آب به‌صورت رواناب می‌شود و جریان رودخانه‌ها پس از جنگل‌کاری کاهش می‌یابند. از سوی دیگر، نتایج مطالعه (Brooks et al., 1991) در ارتباط با تاثیر تغییرات کاربری اراضی روی دبی سیلاب نشان می‌دهد که قطع پوشش جنگلی در برخی از مناطق حوضه‌ی آبخیز می‌تواند موجب کاهش دبی اوج گردد. در همین ارتباط (Jons, 2000) نقش فعالیت‌های انسانی در درون حوضه را روی بزرگی و تعداد وقوع سیلاب‌ها بسیار تاثیرگذار دانسته است. (Carlos & Tucci, 2002) در مطالعه خود تحت عنوان پیش‌بینی جریان سیل، تغییر کاربری اراضی مانند شهرسازی و قطع درختان جنگلی را از دلایل وقوع سیل در منطقه گِنوا دانستند. بعضی از پژوهشگران مانند (Friesecke, 2004) معتقدند که برنامه‌ریزی در جهت استفاده اصولی از اراضی می‌تواند به‌عنوان راهکار مناسبی در مدیریت سیل حوضه‌های آبخیز به‌کار گرفته شود. همچنین (Doyle et al., 2014) با استفاده از شاخص‌های کمّی و کیفی، اثرات شهرنشینی را بر سیل رودخانه‌ها مورد بررسی قرار دادند. آنها از دو شاخص کیفی و هفت شاخص کمّی برای تشخیص مکان‌های باثبات و بی‌ثبات استفاده نمودند. نتایج مطالعه‌ی آنها نشان داد شهرنشینی به‌عنوان یک عامل محلی برای تشخیص بی‌ثباتی کانال بوده است. (Zhang et al., 2015) نیز به بررسی ارتباط بین ویژگی ژئومورفولوژی سیستم رودخانه و احتمال جاری شدن سیل در شهرستان هانگزو در چین پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد گسترش سریع شهرنشینی و اعمال تغییرات ناشی از ژئومورفولوژی رودخانه اثر مهمی در جاری‌شدن سیل دارد. در مطالعات (Zongxue & Gang, 2016) تاثیر شهرنشینی سریع بر رواناب شهری و افزایش خطر سیل شهری در حوضه رودخانه لیان‌شویی در پکن چین بررسی شده است. نتایج مطالعه‌ی آنها نشان داد که حجم رواناب سطحی پس از رشد شهرنشینی، ۳/۵ برابر بیشتر از قبل از دوره‌ی رشد سریع جمعیت بوده است. (Jongman, 2018) در مطالعه خود بیان نمود جاری‌شدن سیل در جهان همراه با سرعت شهرنشینی افزایش پیدا می‌کند. از این‌رو احداث زیرساخت‌های محافظت در برابر سیل، راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت و برنامه‌های تامین مالی برای مدیریت سیل و ایجاد بافر جهت کاهش خسارت از اقدامات مهم در این زمینه است.

نتایج سوابق مطالعات اخیر نشان می‌دهد که در گذشته برنامه‌ریزی‌ها و مدیریت مخاطرات اصولا با تاکید بر یک یا چند عامل محدود صورت می‌پذیرفت و روابط میان آنها مورد توجه قرار نمی‌گرفت. در واقع، یک نگاه تک‌بعدی و تک‌ساختی به برنامه‌ریزی و مدیریت آن بوده است. اما بعدها با مطرح‌شدن دیدگاه‌های سیستمی، تاثیرهای اجتماعی و در نهایت توسعه‌ی پایدار منجر به شکل‌گیری نگاه چندبعدی و فراگیر، شبکه‌ای و سیستمی در میان عوامل تاثیرگذار بر وقوع آن شد. بر این اساس، امروزه مدیریت خطرهای ناشی از سیل نمی‌تواند خارج از این چارچوب به موفقیت دست پیدا کند (Fussel, 2005). در حال حاضر با توجه به اثرات مخرب سیل و روند رو به رشد آن به‌همراه عدم کارایی مناسب روش‌های مورد استفاده در بخش اجرایی کشور، لزوم بررسی و شناسایی معیارهای موثر و حایز اهمیت در جهت کاهش خسارت‌های ناشی از سیل را از دیدگاه‌های اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی ضروری ساخته است. بنابراین، در این پژوهش سعی شد معیارها و شاخص‌های موثر و حایز اهمیت در جهت کاهش خسارت‌های ناشی از سیل از چهار دیدگاه اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی شناسایی، وزن‌دهی و اولویت‌بندی شود.

مواد و روش‌ها

به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، مجموعه مناسبی از معیارها و شاخص‌های اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی برای کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

خسارت ناشی از سیل با استفاده از تحقیقات کتابخانه‌ای، بررسی مطالعات گذشته و استفاده از نظرات متخصصان و کارشناسان در قالب پیش‌پرسشنامه محقق‌ساخته شناسایی شد و سپس به‌منظور تعیین درجه اهمیت معیارها و شاخص‌های اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی و امتیازدهی آن‌ها، پرسشنامه مذکور بین جامعه آماری متشکل از ۴۲ نفر از متخصصین مرتبط با حوزه‌ی آب، منابع‌طبیعی و محیط‌زیست و اساتید هیات علمی متخصص در این زمینه توزیع شد. که از میان ۴۲ پرسشنامه دریافتی، ۱۲ پرسشنامه به دلیل کامل نبودن اطلاعات حذف شد و در نهایت از داده‌های ۳۰ پرسشنامه برای آنالیز اطلاعات استفاده شد. در نهایت از متخصصین خواسته شد با توجه به دیدگاه، تخصص و تجارب خود به هرکدام از شاخص‌های اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی جهت کاهش خسارت ناشی از سیل امتیاز دهند (جدول ۱).

جدول (۱): تعیین درجه اهمیت معیارها و زیرمعیارها بر اساس مقیاس لیکرت

۱	۲	۳	۴	۵
بی اهمیت	کم اهمیت	با اهمیت	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد

برای دستیابی به یک هدف، لازم است که تصمیم‌گیرنده، چندین معیار را توام مورد ارزیابی قرار دهد و گزینه‌های تصمیم را بر طبق معیارها بسنجد. چنین فرایندی تصمیم‌گیری چندمعیاره[۱] نامیده می‌شود، که به دو دسته‌ی چندهدفه[۲] و چندشاخصه[۳] تقسیم می‌شوند (Azar & Rajabzadeh, 2010). در این پژوهش با توجه به معیارها و شاخص‌های اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی جهت کاهش خسارت ناشی از سیل، روش انتروپی[۴] به منظور تعیین وزن معیارها و شاخص‌ها و روش تاپسیس[۵] برای اولویت‌بندی آنها استفاده شده است.

روش انتروپی یک مفهوم عمده در علوم فیزیکی، علوم اجتماعی و تئوری اطلاعات می‌باشد و نشان‌دهنده میزان عدم اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار از یک پیام است (Asgharpour, 2003). در این مطالعه برای تعیین وزن شاخص‌های اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی جهت کاهش خسارت ناشی از سیل با استفاده از روش انتروپی، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری را به ماتریس نرمال‌شده تبدیل نموده و میزان E_j و dj را برای هر یک از شاخص‌ها محاسبه و در نهایت وزن (W_j) هر یک از شاخص‌ها تعیین شد. مراحل اجرای این روش به شرح زیر می‌باشد (Tahvili et al., 2017):

گام ۱: تکمیل ماتریس تصمیم‌گیری A: در این ماتریس، r: امتیاز شاخص‌ها (مقدار کمّی شاخص)، A: پاسخ‌دهندگان X: شاخص‌ها (۱)

	X_1	X_2	…	Xn
A_1	r_{11}	r_{12}	…	r_{1n}
A_2	r_{21}	r_{22}	…	r_{2n}
	.	.		.
	.	.		.
Am	r_{m1}	r_{m2}	…	r_{mn}

گام ۲: محتوای اطلاعاتی موجود در ماتریس A ابتدا به‌صورت رابطه (۲) محاسبه می‌شود تا ماتریس A به‌صورت نرمال در آید.

$$p_{ij}=\frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} rij} \quad (۲)$$

گام ۳: میزان Ej از مجموع Pij ها به‌ازای هر شاخص محاسبه می‌شود به‌طوری‌که K یک ثابت مثبت است به‌منظور تامین $0 \le E \le 1$ به‌طوری‌که $k=\frac{1}{\ln m}$ است.

$$E_j = -ln\ P_{ij}\ \sum_{i=1}^{m} P_{ij}\ K \quad (۳)$$

گام ۴: محاسبه درجه انحراف (dj) به ازای شاخص j ام:

$$d_j = 1- E_j \quad (۴)$$

گام ۵: محاسبه اوزان شاخص‌ها (Wj):

$$W_j =\frac{d_j}{\sum_{j=1}^{m} d_j} \quad (۵)$$

یکی از این روش‌های اولویت‌بندی دارای قدرت بالا در تفکیک گزینه‌های تکنیک اولویت‌بندی ترجیحات بر اساس شباهت‌شان به راه‌حل ایده‌آل است که به اختصار با نام تاپسیس شناخته می‌شود و از روش‌های ارزیابی چندشاخصه است که در سال ۱۹۸۱ توسط هوانگ و یون ارایه شد (Hwang & Yoon, 1981). در این روش، تحلیل چندمعیاره گسسته، m گزینه شاخص به وسیله n شاخص مورد ارزیابی قرار گرفته و گزینه‌ها بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل رتبه‌بندی می‌شوند. اساس این روش بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی داشته باشد. مراحل این روش به‌ترتیب زیر است (Wang & Chang, 2007):

گام ۱: تبدیل ماتریس تصمیم‌گیری موجود به یک ماتریس (بی‌مقیاس شده):

www.SID.ir

Archive of SID

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^2}} \quad (۶)$$

گام ۲: ایجاد ماتریس (بی‌مقیاس) وزین با مفروض‌بودن بردار w به‌عنوان ورودی به الگوریتم:

$$W=\{ W_1, W_2, \ldots\ldots W_n \} \quad (۷)$$

به‌طوری‌که N_D ماتریسی است که امتیازات معیارها در آن (بی‌مقیاس) و قابل مقایسه شده است و Wn×n ماتریسی است قطری که فقط عناصر قطر اصلی آن غیرصفر خواهد بود.

$$V=N_D \cdot W_{n*n}=\begin{vmatrix} V_{11} & V_{12} & V_{1j} & V_{1n} \\ V_{21} & V_{22} & V_{2j} & V_{2n} \\ V_{m1} & V_{2m} & V_{mj} & V_{mn} \end{vmatrix} \quad (۸)$$

گام ۳: مشخص‌نمودن راه‌حل ایده‌آل مثبت (A^+): و راه‌حل ایده‌آل منفی (A^-):

(۹)

$$A^+ =\{(max\ V_{ij} \mid j\in J), (min\ V_{ij} \mid j\in J') \mid i =1, 2... m\}=\{V_1^+ , V_2^+ , ..., V_j^-,..., V_n^+\}$$

$$A - =\{(min\ vi\ j \mid j \in J) , (max\ V_{ij} \mid j \in J') \mid i= 1, 2, ..., m\}=\{V_1^- , V_2^- , ..., V_j^-,..., V_n^-\}$$

$$J= \{j= 1, 2... n \mid j \in benefit\}$$

$$J' = \{j =1, 2... n \mid j\ Cost\}$$

گام ۴: محاسبه اندازه جدائی (فاصله) فاصله گزینه iام با ایده‌آل‌ها با استفاده از روش اقلیدسی:

(۱۰)

$$d_{i+} = \{ \sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^+)^2 \}^{0.5} \ ; i = 1, 2... m$$

$$d_{i-} = \{\sum_{j=1}^{n} V_{ij} - V_j^-)^2\}^{0.5} \ ; i = 1, 2... m$$

گام ۵: محاسبه نزدیکی نسبی Ai به راه‌حل ایده‌آل:

(۱۱)

$$cl_{i+} = \frac{d_{i-}}{(d_{i+} + d_{i_})} \ ; 0 \leq cl_{i+} \leq 1; i= 1, 2... m$$

ملاحظه می‌شود که چنانچه $Ai=A^+$ گردد آنگاه $di^+=0$ بوده و خواهیم داشت: $cli^+=1$ و در صورتی که $Ai=A^-$ شود آنگاه $di^-=0$ بوده و $cli^+=0$ خواهد شد. بنابراین، هراندازه گزینه Ai به راه‌حل ایده‌آل (A^+) نزدیکتر باشد، ارزش cli^+ به واحد نزدیک‌تر خواهد بود.

گام ۶: رتبه‌بندی گزینه‌ها: براساس ترتیب نزولی cli^+ می‌توان گزینه‌های موجود از مساله مفروض را رتبه‌بندی نمود.

در این مطالعه برای تجزیه و تحلیل‌های آماری مربوط به روش‌های Entropy و TOPSIS از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

تجزیه و تحلیل یافته‌های این پژوهش با استفاده از تکمیل پرسشنامه، ۲۱ شاخص را از جنبه‌های اکولوژیکی (۷ شاخص)، اقتصادی (۶ شاخص)، اجتماعی (۳ شاخص)، فنی (۵ شاخص) برای کاهش خسارت ناشی از سیل شناسایی نموده است. نتایج به‌دست آمده از اجرای روش اِنتروپی برای تکمیل ماتریس و میزان نرمال‌شده ماتریس، میزان وزن شاخص‌ها (Wj)، درجه انحراف (dj)، عدم اطمینان (Ej)، به‌ترتیب در جدول‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ ارایه شده است. نتایج وزن‌دهی شاخص‌ها با استفاده از روش اِنتروپی نشان داد که از دیدگاه اقتصادی شاخص مدیریت بهینه اراضی جنگلی و مرتعی با وزن (۰/۰۴۷۸۰)، از دیدگاه اکولوژیکی شاخص شکل زمین (تنوع ارتفاع از سطح دریا، تنوع شیب زمین، تنوع جهت) با وزن (۰/۰۴۷۷۹)، از دیدگاه فنی شاخص عملیات آبخیزداری با وزن (۰/۰۴۷۷۴) و از دیدگاه اجتماعی شاخص تراکم مسکونی (سکونتگاه‌ها، شاخص‌های جمعیتی) با وزن (۰/۰۴۷۶۸) به‌ترتیب بیشترین وزن را در بین سایر شاخص‌ها به‌خود اختصاص دادند.

جدول (۲): محاسبه وزن شاخص‌های اکولوژیکی با روش اِنتروپی

معیار: اکولوژیکی	E_j	d_j	W_j
اقلیم منطقه (شاخص‌های جوی، نوع اقلیم)	−۱/۱۲۵۱۳	۲/۱۲۵۱۳	۰/۰۴۷۶۳
دبی سیلاب	−۱/۱۱۳۲۶	۲/۱۱۳۲۶	۰/۰۴۷۳۶
بارندگی و منابع آبی (تنوع، تعداد منابع آبی، دبی منابع آبی و ...)	−۱/۱۲۴۴۸	۲/۱۲۴۴۸	۰/۰۴۷۶۱
ضریب روان‌آب	−۱/۱۲۱۲۴	۲/۱۲۱۲۴	۰/۰۴۷۵۴
شکل زمین (تنوع ارتفاع از سطح دریا، تنوع شیب زمین، تنوع جهت)	−۱/۱۳۲۲۰	۲/۱۳۲۲۰	۰/۰۴۷۷۹
خاک اشباع‌نشده در تالاب (کمک به قدرت سیلاب)	−۱/۱۲۱۴۴	۲/۱۲۱۴۴	۰/۰۴۷۵۴
خاک (نوع خاک، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژی خاک و میزان فرسایش‌پذیری آن)	−۱/۱۱۹۴۰	۲/۱۱۹۴۰	۰/۰۴۷۵۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۳): محاسبه وزن شاخص‌های اقتصادی با روش اِنتروپی

معیار: اقتصادی	E_j	d_j	W_j
برنامه‌ریزی برای مدیریت هزینه‌های سیلاب	−۱/۱۲۷۸۹	۲/۱۲۷۸۹	۰/۰۴۷۶۹
مدیریت بهره‌برداری از سد، تالاب‌ها و آب‌بندان‌ها	−۱/۱۲۵۴۷	۲/۱۲۵۴۷	۰/۰۴۷۶۳
مدیریت سیلاب در دشت‌ها	−۱/۱۲۹۴۶	۲/۱۲۹۴۶	۰/۰۴۷۷۲
مدیریت بهینه اراضی جنگلی و مرتعی	−۱/۱۳۲۶۹	۲/۱۳۲۶۹	۰/۰۴۷۸۰
مدیریت بهینه در بهره‌برداری از معادن	−۱/۱۱۱۱۴	۲/۱۱۱۱۴	۰/۰۴۷۳۱
برنامه‌ریزی برای مدیریت بهینه در حریم رودخانه‌ها	−۱/۱۲۹۲۴	۲/۱۲۹۲۴	۰/۰۴۷۷۲

جدول (۴): محاسبه وزن شاخص‌های فنی با روش اِنتروپی

معیار: فنی	E_j	d_j	W_j
خرید تکنولوژی دستگاه‌های پیش‌بینی آب و هوایی و خرید سیستم‌های هشدار سیل	−۱/۱۱۸۵۰	۲/۱۱۸۵۰	۰/۰۴۷۴۸
وجود شبکه منظم هدایت آب	−۱/۱۲۹۶۰	۲/۱۲۹۶۰	۰/۰۴۷۷۳
تعمیر و ایمنی تأسیسات	−۱/۱۲۴۹۵	۲/۱۲۴۹۵	۰/۰۴۷۶۲
لای‌روبی به‌موقع رودخانه	−۱/۱۲۵۷۵	۲/۱۲۵۷۵	۰/۰۴۷۶۴
عملیات آبخیزداری (احداث کانال‌های فرعی و انحرافی، سیل‌بند، سدهای مخزنی، تاخیری و ...)	−۱/۱۳۰۱۱	۲/۱۳۰۱۱	۰/۰۴۷۷۴

جدول (۵): محاسبه وزن شاخص‌های اجتماعی با روش اِنتروپی

معیار: اجتماعی	E_j	d_j	W_j
تراکم مسکونی (سکونتگاه‌ها، شاخص‌های جمعیتی)	−۱/۱۲۷۶۵	۲/۱۲۷۶۵	۰/۰۴۷۶۸
تجهیز و توانمندسازی مشارکت و آگاهی مردم در خصوص اقدامات کاهش خسارت ناشی از سیل	−۱/۱۲۵۳۴	۲/۱۲۵۳۴	۰/۰۴۷۶۴
فرهنگ‌سازی و آموزش برای شخم اراضی شیبدار در خلاف جهت شیب	−۱/۱۲۵۳۰	۲/۱۲۵۳۰	۰/۰۴۷۶۳

وزن نهایی به‌دست آمده از اجرای روش اِنتروپی در ارتباط با هر یک از معیارهای اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی در جدول (۶) ارایه شده است. طبق نتایج این جدول معیار اکولوژیکی بیشترین وزن را در بین سایر معیارها به‌خود اختصاص داد و بعد از آن نیز معیار اقتصادی، فنی و اجتماعی به‌ترتیب بر مبنای وزن دریافتی در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند.

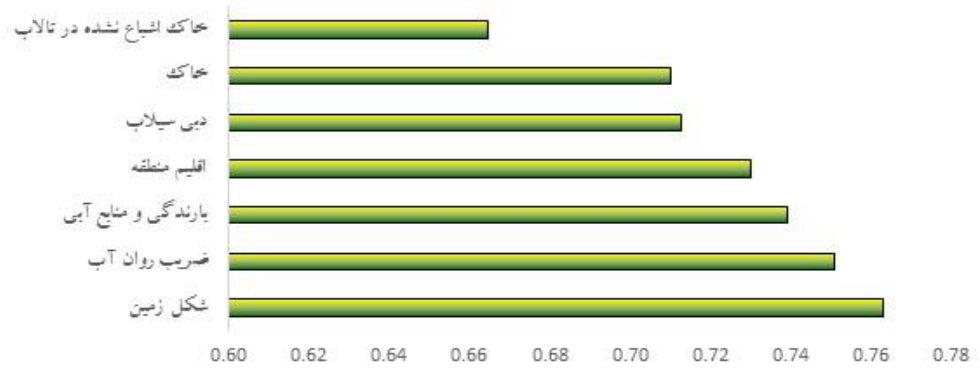
جدول (۶): محاسبه وزن معیارها با روش اِنتروپی

معیار	W_j	اولویت
اکولوژیکی	۰/۳۳۲۹۷	۱
اقتصادی	۰/۲۸۵۸۸	۲
فنی	۰/۲۳۸۲۱	۳
اجتماعی	۰/۱۴۲۹۵	۴

نتایج اولویت‌بندی شاخص‌های اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی برای کاهش خسارت ناشی از سیل با استفاده از روش تاپسیس نشان می‌دهد که از دیدگاه اکولوژیکی شاخص شکل زمین (تنوع ارتفاع از سطح دریا، تنوع شیب زمین، تنوع جهت)، از دیدگاه اقتصادی شاخص مدیریت بهینه اراضی جنگلی و مرتعی، از دیدگاه فنی شاخص عملیات آبخیزداری، دیدگاه اجتماعی شاخص فرهنگ‌سازی و آموزش برای شخم اراضی شیب‌دار در خلاف جهت شیب، به‌ترتیب بالاترین اولویت را به‌خود اختصاص دادند، این نتایج در شکل‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ قابل مشاهده است.

www.SID.ir

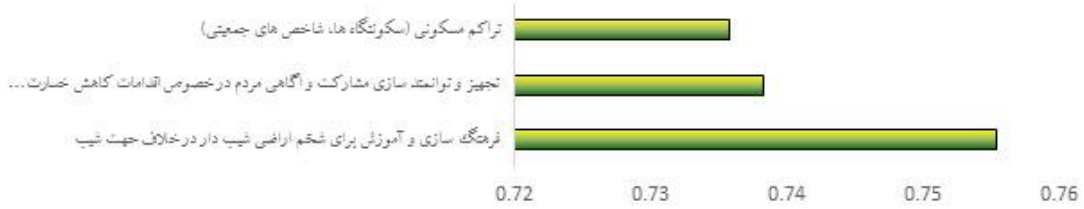
Archive of SID



شکل (۱): اولویت‌بندی شاخص‌های اکولوژیکی جهت کاهش خسارت ناشی از سیل با استفاده از روش تاپسیس

شکل (۲): اولویت‌بندی شاخص‌های اقتصادی جهت کاهش خسارت ناشی از سیل با استفاده از روش تاپسیس

شکل (۳): اولویت‌بندی شاخص‌های فنی جهت کاهش خسارت ناشی از سیل با استفاده از روش تاپسیس

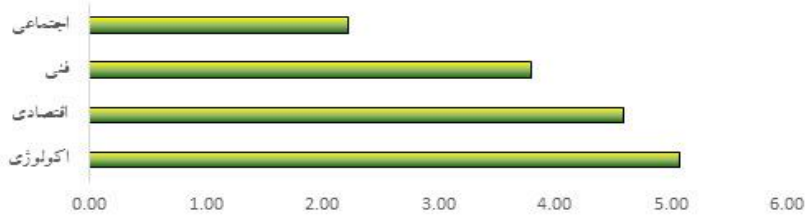


شکل (۴): اولویت‌بندی شاخص‌های اجتماعی جهت کاهش خسارت ناشی از سیل با استفاده از تکنیک تاپسیس

طبق نتایج شکل (۵)، معیار اکولوژیکی اولویت اول را در بین سایر معیارها به‌خود اختصاص داد و بعد از آن نیز معیار اقتصادی، اجتماعی و فنی به‌ترتیب بر مبنای وزن دریافتی در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۵): اولویت‌بندی معیارهای اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی جهت کاهش خسارت ناشی از سیل با استفاده از روش تاپسیس

بحث و نتیجه‌گیری

با گسترش جامعه و اقتصاد، به‌تدریج نیاز به کاهش دادن مخاطرات طبیعی، اطمینان در ارتباط با کنترل مخاطرات و دیگر اقدامات مهم و مدیریتی در جهت تهیه برنامه‌ها و پیگیری طرح‌های بازدارنده از بروز آسیب‌پذیری‌های آنها از جمله شناسایی عوامل موثر در رخداد آنها بیشتر است (Norouzi Khatiri, 2014). در این تحقیق به بررسی نقش و اهمیت معیارها و شاخص‌های اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و فنی برای کاهش خسارت‌های ناشی از سیل پرداخته شده است. نتایج این بررسی با استفاده از روش وزن‌دهی اِنتروپی نشان داد از دیدگاه اکولوژیکی شاخص شکل زمین (تنوع ارتفاع از سطح دریا، تنوع شیب زمین، تنوع جهت) بیشترین وزن را در بین سایر شاخص‌ها در جهت کاهش خسارت‌های ناشی از سیل به‌خود اختصاص داده است. زیرا در مناطق پر شیب که خاک عمیق ندارند و زمین مسطح و هموار می‌باشد اگر تحت بارندگی شدید قرار گیرند هرز مستقیم آب به سرعت تولید می‌گردد، بنابراین شکی وجود ندارد که سبب سیلاب در پایین‌دست می‌گردد. بنابراین، باید با کاشت درختان جنگلی سبب کاهش فرسایش خاک و تقلیل رسوب‌گذاری شده و ایجاد خسارت در مناطق پایان‌دست را کاهش داد. در این راستا (Zhang et al., 2015) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که اعمال تغییرات ناشی، شکل زمین و ژئومورفولوژی رودخانه اثر مهمی در جاری‌شدن سیل دارد. همچنین، نتایج وزن‌دهی شاخص‌های اقتصادی برای کاهش خسارت ناشی از سیل نشان داد شاخص مدیریت بهینه اراضی جنگلی و مرتعی، در بین سایر شاخص‌ها وزن بیشتری را به‌خود اختصاص داده است. زیرا، پوشش جنگلی در جلوگیری از وقوع سیل سه نقش مهم شامل تثبیت خاک، ذخیره‌ی طوبت خاک و حفظ نفوذپذیری خاک را بر عهده دارد. بنابراین، جنگل‌ها سبب کاهش فرسایش خاک و تقلیل رسوب‌گذاری شده و از ایجاد خسارت مناطق می‌کاهد. از این‌رو، کارشناسان یکی از عوامل اصلی جاری شدن سیل در سال‌های اخیر در استان‌های شمالی را کاهش سطح جنگل‌های استان می‌دانند و بر لزوم حفاظت از جنگل‌ها به‌عنوان یک شاخص کاهش خسارت سیل تاکید می‌نمایند (Mohammadzadeh Larijani, 2013). این نتایج در یافته‌های حاصل از مطالعات (Bruijnzeel, 1990) در جنگل‌های مرطوب استوایی و (Carssie & Jolicoeur, 2002) در مناطق جنگلی کانادا نیز مشاهده شده است به‌گونه‌ایی که حجم آب سالانه و نیز میزان رواناب فصلی به‌دنبال افزایش سطح بهره‌برداری چوب در جنگل‌های مورد مطالعه افزایش یافته است. ساخت تأسیسات و هزینه‌های قابل‌توجه روش‌های سازه‌ای برای مهار سیلاب‌ها موجب می‌شود که روش‌های مدیریتی به راهکارهای معتدل‌تر برای کاهش این خسارت‌های تبدیل شوند. این روش‌ها بیشتر در مناطقی که تاسیسات مهار سیلاب مانند سدهای مخزنی در بالادست موجود باشد تاثیر به‌سزایی در کاهش خسارت‌های ناشی از سیل در مقایسه با سایر روش‌ها دارند (Karamouz et al., 2006). نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد از دیدگاه فنی شاخص عملیات آبخیزداری (احداث کانال‌های فرعی و انحرافی، سیل‌بند، سدهای مخزنی، تاخیری و ...) بیشترین وزن را در بین سایر شاخص‌های فنی در جهت کاهش خسارت‌های ناشی از سیل به خود اختصاص دادند. بنابراین ایجاد یک مدیریت مداوم، پویا و آگاه از مخزن موجود و تخصیص حداکثر حجم مخزن به سیلاب می‌تواند به میزان قابل‌توجهی میزان سیلاب را کاهش دهد. بنابراین، در تدوین برنامه‌های کنترل سیلاب بایستی روش‌های سازه‌ای مورد توجه قرار گیرد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد از دیدگاه اجتماعی شاخص تراکم مسکونی (سکونتگاه‌ها، شاخص‌های جمعیتی) بیشترین وزن را در بین سایر شاخص‌ها در جهت کاهش خسارت‌های ناشی از سیل به‌خود اختصاص داد. در این راستا (Carlos & Tucci, 2002) نیز تغییر کاربری اراضی مانند شهرسازی و قطع درختان را که

www.SID.ir

Archive of SID

سبب افزایش تراکم مسکونی در منطقه گِنوا می‌شد از دلایل وقوع سیل منطقه ذکر شده دانسته است. زیرا، با افزایش رشد جمعیت، فعالیت‌های انسانی و شکل‌گیری سطوح نفوذناپذیر شهری از قبیل آسفالت، پارکینگ، ساختمان‌ها و غیره، سرعت رواناب جاری شده در این مناطق افزایش یافته و در مواردی منجر به افزایش دبی اوج می‌شود. به‌طوری که آب‌های ناشی از رواناب شهری می‌تواند در مسیر خود ایجاد سیل نموده و گاهی مشکلات جدی را به‌بار آورد (Montgomery, 2008).

نتایج روش تاپسیس نشان داد از دیدگاه اکولوژیکی در میان شاخص‌ها و عوامل موثر، شاخص شکل زمین (تنوع ارتفاع از سطح دریا، تنوع شیب زمین، تنوع جهت) دارای اولویت اول نسبت به سایر شاخص‌ها بوده و عمده‌ترین نقش را در وقوع طغیان‌ها و سیلاب‌ها ایفا می‌نماید به نحوی که تغییرات این شاخص مستقیما بر سیلاب موثر است. همچنین، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از اولویت‌بندی شاخص‌ها از دیدگاه اقتصادی جهت کاهش خسارت ناشی از سیل با استفاده از روش تاپسیس (شکل ۲)، در میان شاخص‌های اقتصادی، شاخص مدیریت بهینه اراضی جنگلی و مرتعی از شاخص‌های مهم جهت کاهش خطرات ناشی از سیل است. به عبارتی عدم حفاظت بهینه از جنگل‌ها و مراتع و بهره‌برداری بی‌رویه از آنها سبب افزایش جریان سیلاب و خسارت‌های جانی و مالی آن می‌شود.

هر ساله سیل خسارت‌های زیادی به مزارع، دام‌ها، زمین‌های کشاورزی، راه‌ها، سدها، پل‌ها و جاده‌ها شده و در برخی موارد سبب خسارت جانی در روستاها و شهرها می‌شود و در نتیجه سبب تخریب ساختار اجتماعی جوامع و خسارت‌های مالی و جانی فراوانی می‌شود. از این‌رو، احداث کانال‌های فرعی و انحرافی، سیل‌بند، سدهای مخزنی، تاخیری و غیره تاسیساتی هستند که معمولا در مجاورت رودخانه‌ها یا دریاچه‌ها و در مسیر مسیل‌ها احداث می‌شوند تا از پخش و انتشار سیل به داخل اراضی و محلات شهری محافظت به‌عمل آید (Asghari Moghadam, 1999). نتایج تحقیق حاضر نیز موید این موضوع می‌باشد. اولویت‌بندی شاخص‌ها از دیدگاه فنی نشان داد شاخص عملیات آبخیزداری (احداث کانال‌های فرعی و انحرافی، سیل‌بند، سدهای مخزنی، تاخیری و ...) نقش موثری در جهت کاهش خسارت ناشی از سیل نسبت به سایر شاخص‌ها دارد (شکل ۳). همان‌طور که (Mokhtari, 2009) در مطالعه خود بیان نمود استفاده از احداث کانال‌های فرعی و انحرافی، سیل‌بند، سدهای مخزنی و تاخیری سبب کاهش خسارت‌های سیلاب خواهد شد.

فرهنگ و نگرش مردم نسبت به پدیده‌های اجتماعی آنقدر که می‌تواند در تحقق آرمان‌های یک جامعه نقش تسهیل‌کننده داشته باشد، اگر درست شکل نگیرد به‌صورت مانعی در راه رسیدن به اهداف جامعه جلوه‌گر خواهد شد (Mohammadzadeh Larijani, 2013). بنابراین، مردم و سازمان‌های محلی همواره بهترین کسانی هستند که مسایل و مشکلات منطقه خود را تشخیص داده و در صدد رفع آن بر می‌آیند. به همین دلیل است که ارایه آموزش‌های متناسب با فرهنگ محلی، چه در داخل کشور و چه در سطح بین‌المللی همواره در جهت کاهش اثرات بلایای طبیعی مورد تاکید قرار گرفته است. نتایج به‌دست آمده از اولویت‌بندی شاخص‌ها از دیدگاه اجتماعی با استفاده از روش تاپسیس این پژوهش نیز نشان داد شاخص (فرهنگ‌سازی و آموزش برای شخم اراضی شیب‌دار در خلاف جهت شیب) نقش قابل‌ملاحظه‌ای در زمینه‌ی کنترل و کاهش خطرات سیل دارد (شکل ۴).

تفاوت قابل‌ملاحظه نتایج پژوهش حاضر با سایر تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی کنترل و کاهش خطرات سیل، شناسایی، وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های موثر جهت کاهش خسارت‌های ناشی از سیل از چهار دیدگاه اکولوژیکی، اقتصادی، فنی و اجتماعی بوده که مدنظر قرار دادن آنها به‌عنوان راهکاری جهت کاهش خسارت‌های سیل توصیه می‌گردد. پیشنهاد می‌شود دولت برای جلوگیری از سیلاب مدیریت و حفاظت جنگل، اجرای عملیات آبخیزداری، خرید تکنولوژی دستگاه‌های پیش‌بینی آب و هوایی و خرید سیستم‌های هشدار سیل و غیره را برای کاهش مخاطرات محیطزیستی آتی به طور جدی مدنظر قرار دهد. همچنین نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به‌عنوان یک الگوی کاربردی در عملیات آبخیزداری و مهار سیلاب، دید روشنی را در اختیار طراحان و تصمیم‌گیران قرار دهد.

یادداشت‌ها

1. Multiple Criteria Decision Making
2. Multiple Objective Decision Making (MODM)
3. Multiple Attributive Decision Making (MADM)
4. Entropy
5. TOPSIS

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

Afri Takhti, A.; Kohpayeh, N.; Babaei, A.; Ameri, F.; & firefighters, M. 2019. Investigation of watershed management activities in flood prevention and control of Maragheh watershed and Dehgin couple in Hormozgan province. 7th National Conference on Rainwater catchment systems. 1033-1026. (In Persian).

Asghari Moghadam, M. 1999. Natural geography of the city, hydrology and flooding of the city. First Edition, Masi Publications, Tehran. 202 p. (In Persian).

Asgharpour, M. 2003. Multi-criteria decision making and operations research theory. University of Tehran Press, 225 p. (In Persian).

Azar, A. & Rajabzadeh, A. 2010. Applied decision making MADM approach. Tehran, Negah Danesh Publications, 230 p. (In Persian).

Bagherian Kalat, A.; Bagherian, R.; Vahedi, A.; Falahati, H.; Rouhani, H.; Sdigh R.; & Sheibani, Z. 2016. Investigation of the effect of aquifer project on flood control (Case study in Kashmar aquifer project). Fourth National Conference on Rainwater Catchment Systems. 7 p. (In Persian).

Brooks, K.N.; Folliott, P.F.; Gregersen, H.M.; & Thames, J.L. 1991. Hydrology and the Management of Watershed. vol. 1. Iowa State University, 220 p.

Bruijnzeel, L.A. 1990. Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: A State of Knowledge Review. Humid Tropics Program of the International Hydrological Program of UNESCO, Paris and Vrije Universities Amsterdam, 224 p.

Carlos, E. & Tucci, M. 2002. Flood flow forecasting. Paper presented at 54th session of Executive Council of WMO World Meteorological Organization in Geneva.

Carssie, D. & Jolicoeur, S. 2002. Comparison of stream flow between pre and post timber harvesting in catamaran brook. Journal of Hydrology. 258: 232-248.

Doyle, M. W.; Harbor, J. M.; Rich, C. & Specie, A. 2014. Examining the effects of urbanization on streams using Indicators of geomorphic stability. Physical geography, 21: 155-181.

Du, J.; Fang, J.; Xu W. & Shi, P. 2013. Analysis of dry/wet conditions using the standardized precipitate. Environmental Research and Risk Assessment, 27(2): 377–387.

Friesecke, F. 2004. Precautionary and sustainable flood protection in Germany –Strategies and instruments of spatial planning. 3rd FIG Regional Conference, Jakarta, Indonesia, 3-7, 17 p.

Fussel, H. 2005. Vulnerability in Climate Change, Research: A Comprehensive Conceptual Framework. Breslauer Symposium, No 6, University of California.

Hwang, C.L. & Yoon, K. 1981. Multiple attribute decision making: methods and applications, Berlin: Springer Verla.

Ismaili, R. & Lorestani, Q. 2016.Analysis and assessment of urbanization effects on geomorphic characteristics of streams, a case study: Nour city, Mazandaran province, Researches in Earth Sciences. 6(4): 78-93. (In Persian).

James, L. D. & Lee, R. R. 1971. Economic of Water Resources Planning, McGraw- Hill.

Jongman, B. 2018. Effective adaptation to rising flood risk, Nature Communications, 9: 3 P.

Jons, J. A. A. 2000. The physical causes and characteristics of floods. In floods Vol II, 93 P.

www.SID.ir

Archive of SID

Karamouz, M. & Heydari, A. 1998. Structure of Flood Warning Systems, Specialized Workshop on Flood Warning Systems and Flood Management. Tarbiat Modares University, Tehran. (In Persian).

Karamouz, M.; Poortoiserkani, A. & Ahmadi, A. 2006. Economic Analysis and Comparison of Flood Control Projects during the Construction of Diversion Dams: A Case Study.Iran-Water Resourc Research. 2 (2):15-30. (In Persian).

Mahroyan Gh.; Mahroyan, F.; & Taghavi, l. 2018. The effect of climate change phenomenon on the occurrence of floods. Sixth Comprehensive Conference on Flood Management and Engineering, 10 p. (In Persian).

Messne, F. & Meyer, V. 2006. Flood damage, vulnerability and risk perception-challenges for flood damage research. In: Flood Risk Management-hazards, Vulnerability and Mitigation Measures, (Eds). Jochen Schanze, Ezven zeman, Jiri Marasalek, Nato Science Series, Springer, Amsterdam;149-167.

Mikaeili, A. 2017.A Study on the Self- Rehabilitation of Natural Ecosystems in Flooded Hazard Areas for Developing Applied Methods in Ecological Rehabilitation (Case Study: Golestan Recreational Area of the Golestan National Park). Enviromental Researchs. 7(14): 145-156. (In Persian).

Mohammadzadeh Larijani, F. 2013. Deadly floods in the north of the country are a response of nature to the illegal exploitation of forests. The Second International Conference on Environmental Hazards, Tehran, Kharazmi University. (In Persian).

Mokhtari, S. 2009. Flood control strategies. Journal of Housing and Rural Environment, Accidents.2: 72-89. (In Persian).

Montgomery, M.R. 2008. The urban transformation of the developing world. Science, 319 (5864):761-764.

Nakano, H. 1972. Effects of changes of forest conditions on water yield, peak flow and direct runoff of small watersheds in Japan, In: Sopper, W.E. and Lull, H.W. (Eds.), Proceedings of the International Symposium on Forest Hydrology Pergamon, New York: 551-564.

Norouzi Khatiri, K.; Omidvar, B; Malekmohammadi, B. & Ganjehi, S. 2014. Multi-Hazards Risk Analysis of Damage in Urban Residential Areas (Case study: earthquakeandflood hazards in Tehran- Iran). Journal of Geography and Environmental Hazards. 2(3):53-68. (In Persian).

Pacione, M.1999. Applied Geography; Principles and Practice. By Routledge, 95 P.

Roghani, M. 2003. Investigation of spatial impact of areas affected by flood peak discharge in order to reduce flood risk in the country's watersheds. Soil Conservation and Watershed Management Research Center, Final Report of the Research Project, 116 p. (In Persian).

Sharifi, F. & Nowruz, Gh. 2002. Comprehensive watershed management is the key to biosource development. Journal of Forests and Rangelands.56:22-33. (In Persian).

Salvati, A. & Malekian, A. 2020. Prioritization of Urban Sub-Basins to Flood Control Using AHP and Fuzzy_AHP Decision-Making Techniques. Enviromental Researchs. 11(22): 3-14. (In Persian).

Tahvili, Z.; Malekian, A.; Khosravi, H.; & Khalighi Sigaroudi, Sh. 2017. Rain water harvesting potential locating in arid regions using TOPSIS; Case study Nain Plain, Journal of Irrigation and Water Engineering.7(3): 60-74. (In Persian).

Vakhshouri, A. 2012. Investigation of Floods in the Region of Flood Dams and Ways to Prevent its Dangers on Lar City. Scientific - Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR). 21(81): 66-75.

Wang T. C. & Chang, T.H. 2007. Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. Expert systems with applications, 33 p.

www.SID.ir

Archive of SID

Youssef, A.M.; Pradhan, B.; & Hassan, A.M. 2016. Flash flood risk estimation along the St. Katherine road southern Sinai, Egypt using GIS based morphometry and satellite imagery. Environmental Earth Sciences, 62: 611-623. (In Persian).

Zhang, S.; Guo, Y.; & Wang, Z. 2015. Correlation between flood frequency and geomorphologic complexity of river network, a case study of Hangzhou China. Journal of Hydrology. 527: 113-118.

Zongxue, Xu. & Gang, Z. 2016. Impact of urbanization on rainfall – runoff processes: case study in the liangshui river basin in beijiing. China, Proc. IAHS, 373: 7–12.

www.SID.ir