

تحلیل فضایی پهنه‌های مخاطره آمیز سیلاب حوضه آبریز صوفی چای به روش ANP Spatial analysis of flood risk areas of Sufi Chai watershed using ANP method

^۱ شهرام روستایی، ^۲ دریا اقدسی

^۱ استاد ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز، roostaei@tabrizu.ac.ir

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز، daryaags944@gmail.com

چکیده

سیلاب یکی از مخاطرات محیطی است که هر ساله اثرهای مخربی ایجاد می کند و باعث تلفات جانی و مالی می شود؛ از این رو مطالعه و تحقیق در این زمینه امری ضروری است. پهنه بندی پتانسیل سیلخیزی می تواند مناطق دارای پتانسیل سیل خیزی را شناسایی کرده تا موقع سیل آسیب کمتری ببیند. در این راستا برای پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی حوضه آبریز صوفی چای با استفاده از مدل ANP و نرم افزار ARC GIS اقدام شد. از نرم افزار ENVI نیز برای استخراج کاربری اراضی حوضه مورد مطالعه استفاده شد. در این پژوهش از معیارهای بارش، خاک، کاربری اراضی، تراکم پوشش گیاهی، فاصله از آبراهه، شیب، جهت شیب استفاده شده که بعد از وزن دهی دو به دو در مدل ANP مورد بررسی قرار گرفته اند. از نرم افزار ARC GIS نیز برای آماده سازی لایه ها و کلاس بندی لایه ها استفاده شد. نتایج نشان داد که پتانسیل سیل خیزی در قسمت های شمالی که دارای ارتفاع، شیب و بارش و تراکم زهکشی زیادی بودند از نظر پتانسیل سیل خیزی در کلاس سیل خیزی بالا قرار گرفته اند.

کلمات کلیدی: تحلیل فضایی، مخاطرات محیطی، مدیریت بحران، سیلاب، مراغه.

مقدمه

پهنه بندی سیلاب یکی از مراحل حساس در مدیریت رودخانه ها می باشد. یکی از جدیدترین روش های برای تهیه نقشه پهنه بندی سیلاب استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تلفیق آن با مدل هیدرولیکی است. نقشه های پهنه بندی سیلاب در مطالعات مدیریت دشت های سیلابی کاربرد وسیعی دارد (برخوردار و چاوشیان، ۱۳۷۹، به نقل از خلیلی زاده و همکاران، ۱۳۸۴). با بررسی پیشینه تحقیق در رابطه با سیلاب و نقش مخرب آن برای محیط های شهری و طبیعی متوجه حجم عظیمی از تحقیقات در سطح ملی و بین المللی می شویم که بیانگر اهمیت مساله می باشد. هر کدام از تحقیقات مذکور از منظر و روش خاصی مساله را پیگیری کرده اند. برای نمونه به تعدادی از آنها اشاره می شود؛ روستایی و هاشمیان (۱۳۸۹) در تحقیقی به کارایی واحدهای توپوگرافی و ژئومورفولوژی در تخمین مقادیر فرسایش و رسوب در حوضه آبخیز پرداخته اند که نتیجه کار نشان می دهد شدت تخریب و فرسایش در اثر سیلاب های اتفاق افتاده بسیار زیاد بوده است. طاهری زاده و همکاران (۲۰۲۳) آسیب پذیری استان گلستان را در برابر سیل حوضه آبریز قره سو مورد بررسی قرار داده اند. گائو و همکاران (۲۰۲۳) به ارزیابی خطر و پهنه بندی سیل در منطقه ای از چین با استفاده از روش های تحلیل فضایی پرداخته اند. روستایی و همکاران (۱۳۹۹) شبیه سازی شبه دو بعدی جریان سیلاب رودخانه ليقوان با تاکید بر دشت سیلابی را مورد تحقیق قرار داده اند. دانش پرور و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به مقایسه نتایج پهنه بندی سیلاب با استفاده روش های AHP و ANP در استان اردبیل پرداخته اند و تحقیقات فراوانی که به علت تلخیص مطلب به موارد فوق بسنده می شود.

شهر مراغه از جمله شهرهای ایران است که رشد فیزیکی آن در سال های اخیر با برخی محدودیت های ژئومورفولوژیکی مواجه بوده است. در برخی موارد این محدودیت ها در آستانه خطر قرار دارند و بررسی ژئومورفولوژیکی این فرایندها در این شهر حائز اهمیت فراوانی است.

سیل اخیر مراغه در پی بارش های روزهای ۲۱ و ۲۲ تیرماه سال ۱۳۹۹ در مناطق شهری و روستایی خسارت هایی به اراضی کشاورزی، محصولات زراعی و باغی، واحدهای مسکونی، زیرساخت های راه و حمل و نقل، راه های دسترسی عشایر و شبکه تأمین آب شرب شهرستان وارد آورده است.

در اکثر مطالعاتی که در ایران برای سیل خیزی زیرحوضه ها صورت گرفته است کل حوضه به صورت یکپارچه در نظر گرفته شده است و به اثرات رونمایی سیل در رودخانه ها و موقعیت مکانی زیرحوضه ها توجهی نشده است. هریک از عوامل موثر بر رخداد سیلاب سهم متفاوتی در میزان خطر

وقوع آن در سطح حوضه‌های آبریز دارند. برای بررسی عوامل تاثیرگذار می‌توان این عوامل را با توجه به میزان اهمیت هریک الویت بندی کرد. در این پژوهش برای به دست آوردن میزان اهمیت هر یک از این عوامل از مدل ANP استفاده شده است.

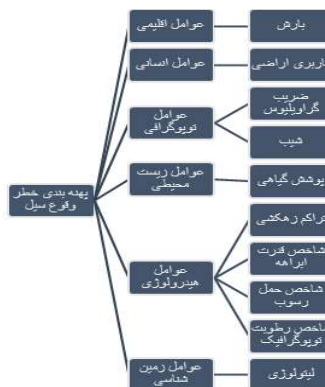
مواد و روشها

در این تحقیق از روش ANP برای وزن دهی استفاده خواهد شد تا زمینه برای نمایش توان سرزمینی به بهترین نحو فراهم گردد. زیرا این مدل یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره موسوم به «فرایند تحلیل سلسله مراتبی» را با جایگزینی شبکه به جای سلسله مراتب بهبود می‌بخشد.

جدول ۱- لیست مواد و نرم افزارهای مورد استفاده در تحقیق

نرم افزارها	قشه ها
نرم افزار ARCGIS	نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و ۱/۲۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی کشور.
نرم افزار ENVI برای عملیات پردازش تصویر و تولید نقشه کاربری اراضی و استخراج شاخص پوشش گیاهی	قشه خاک منطقه سازمان جغرافیای کشور
نرم افزار Super Decision برای وزن دهی معیارها.	قشه پوشش گیاهی استخراج شده از تصاویر ماهواره ای
	قشه کاربری اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره ای
	قشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور
	قشه ارزیابی منابع و قابلیت ارضی استان آذربایجان شرقی
	مدل رقومی ارتفاعی با قدرت تفکیک ۳۰ متر

گام اول: تعیین مسئله تصمیم‌گیری و ارائه آن در یک مدل شبکه‌ای است. در این مرحله پس از تعیین مسئله تصمیم‌گیری و عوامل مؤثر بر آن باید یک مدل شبکه‌ای تشکیل شود. این مدل شامل مسئله تصمیم‌گیری، خوشه‌ها، عناصر و وابستگی‌های داخلی و خارجی بین آنهاست. برای تهیه این ساختار شبکه‌ای روش‌های مختلفی توفان فکری، دلفی، گروه اسمی و یا روش‌های ریاضی وجود دارد (شکل ۱).



زیرمعیارها، معیارهای اصلی، هدف

شکل ۱- مدل شبکه‌ای برای یه‌نه‌بندی وقوع سیل

گام دوم: تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی و استخراج بردارهای اولویت است. در این مرحله عناصر تصمیم‌گیری در هریک از خوشه‌ها بر اساس میزان اهمیت‌شان در ارتباط با معیارهای کنترل، دو به دو مقایسه می‌شوند.

گام سوم: تشکیل سوپر ماتریس است. سوپر ماتریس روابط موجود در ساختار شبکه‌ای و نیز وزن‌های نسبی محاسبه شده مرحله دوم را ارائه می‌دهد.

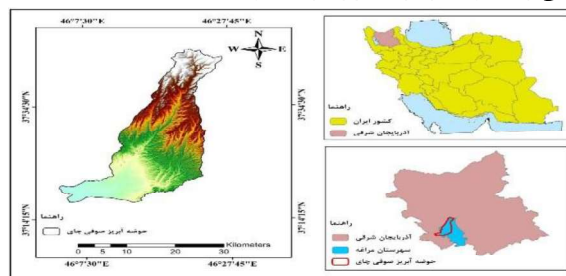
گام چهارم: محاسبه وزن نهایی معیارهاست. این گام آخرین مرحله در مدل ANP است که در آن با تشکیل سوپرماتریس حد بردار، وزن نهایی معیارها و غیرمعیارها به دست می آید.

در این تحقیق از پرسشنامه به عنوان ابزار جمع آوری داده و اطلاعات استفاده شده است. به کمک پرسشنامه می توان متغیرهای کیفی و کمی را اندازه گیری کرد و برای تحقیقات و نظرسنجی های آماری به کار بست.

معرفی منطقه مورد مطالعه

صوفی چای از رودخانه های مستقل و نسبتاً پرآب حوضه آبریز دریاچه ارومیه است که در شهرستان های مراغه و بناب جریان دارد و از دامنه های جنوب غربی کوه سهند و از آب شدن برف های دائمی و سنگین کوهستان به ویژه از دره بتمیزد سرچشمه می گیرد که از شمال به حوضه آبریز لیقوان و کندچای، از شرق به حوضه آبریز مردق چای، از غرب به حوضه آبریز قلعه چای، از جنوب پس از عبور از محدوده علویان به دریاچه ارومیه منتهی می شود (رجبی، ۱۳۹۹: ۱۸-۳۰).

طول مسیر صوفی چای حدود ۷۵ کیلومتر می باشد. عمق متوسط آن تا ۵/۱ متر و پهنای متوسط آن از ۱۰ تا ۱۵ متر است. جهت جریان رودخانه ابتدا شمال شرقی به جنوب غربی و از شهر مراغه تا محل ریزش به دریاچه ارومیه شرق به غرب می باشد. مساحت حوضه آبریز صوفی چای ۳۱۰ کیلومتر مربع می باشد که در جنوب استان آذربایجان شرقی و شمال شهر مراغه قرار دارد (شکل ۲).



شکل ۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه

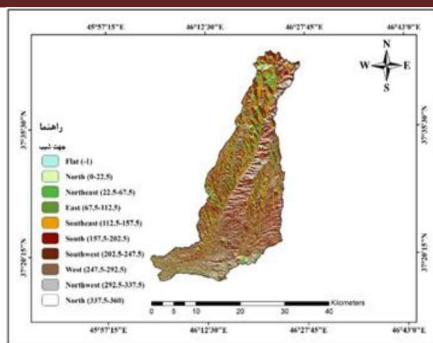
نتایج

شیب و جهت شیب

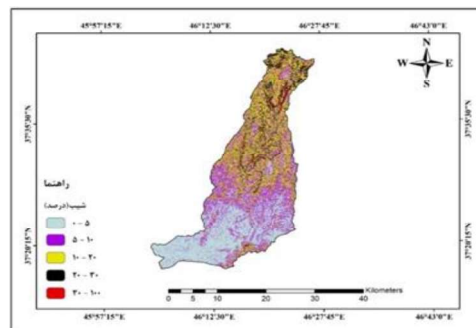
شیب نتیجه اختلاف ارتفاع نسبت به فاصله افقی آن هاست سرعت جریان، میزان نفوذپذیری، فرسایش، زمان تمرکز، دبی و قدرت حمل آب های جاری همگی تابعی از شیب حوضه هستند. نقشه شیب و جهت شیب حوضه با استفاده از تصاویر DEM و نرم افزار ARCGIS تهیه و به درصد نمایش داده شده است (جدول ۲ و شکل ۳).

جدول ۲- طبقات شیب

ردیف	طبقات شیب (درصد)	مساحت (km ²)	درصد مساحت هر طبقه
۱	۰-۵	۲۵۴/۰۸	۳۷/۲۶
۲	۵-۱۰	۱۶۴/۵۹	۲۴/۱۳
۳	۱۰-۲۰	۱۹۳/۹۱	۲۸/۴۳
۴	۲۰-۳۰	۵۹/۳۳	۸/۷۰
۵	۳۰-۱۰۰	۹/۹۷	۱/۴۶



شکل ۳ ب- نقشه جهات شیب منطقه



شکل ۱۳ الف- نقشه شیب منطقه

کاربری اراضی

در محدوده مورد مطالعه، اراضی از نظر کاربری و پوشش در ۹ کلاس جای گرفته‌اند و شامل باغات و پوشش گیاهی، اراضی زراعی دیم، اراضی مسکونی (ساخته شده) و اراضی بایر و کوهستانی را شامل می‌شود (شکل ۴).

بارش

مقدار بارش بر حسب میلی‌متر در ۵ کلاس ارائه شده است. هرچه مقدار بارش بیشتر باشد بر پتانسیل سیل‌خیزی منطقه می‌افزاید. برای تهیه نقشه بارش از داده‌های بارش صوفی‌چای استفاده شده است. به این ترتیب با استفاده از درون‌یابی داده‌های نقطه‌ای به سطح تعمیم داده شده است (شکل ۵).

فاصله از رودخانه

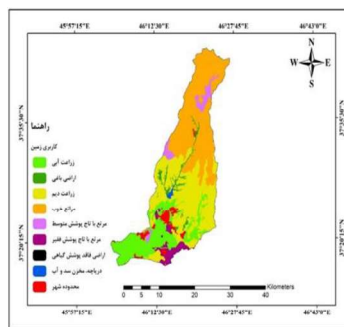
مناطق که در بسترهای سیلابی قرار دارند، بیشترین پتانسیل وقوع سیل در این حریم‌ها می‌باشد. رویکرد سیل در فاصله کم از آبراهه‌ها از فراوانی و قدرت حمل بیشتری برخوردار است (معصومی و همکاران، ۱۳۹۵: ۹۲). آبراهه‌ها در حوضه، عمل تخلیه جریان‌های سطحی را انجام می‌دهند و با فاصله گرفتن از آن، خطر سیلاب کاهش می‌یابد (ملکیان و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۳۸). برای تهیه نقشه مربوط به لایه از ابزار تحلیل فاصله در نرم‌افزار ARCMAP با طبقات فاصله ۵۰۰ متر استفاده شده است (شکل ۶).

پوشش گیاهی

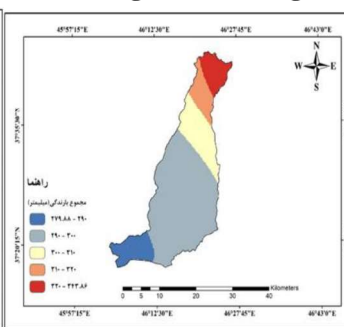
مطالعات مختلف نشان داده که میزان آب و بار و سوب، پیک‌های سیلاب و زمان وقوع آن‌ها و سرعت انتقال پیک جریان، به شدت توسط ماهیت و گسترش پوشش گیاهی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Grade, 2006: 23). وجود پوشش گیاهی در سطح به دلیل اثراتی که در اجزای سیکل هیدرولوژی دارد از عوامل کاهش‌دهنده سیل‌خیزی یک حوضه است روند سیل در حوضه‌های دارای پوشش گیاهی بیشتر در پارامترهای ضریب زبری و نفوذ نقش خود را نمایان می‌سازد. برای بررسی تراکم پوشش گیاهی از شاخص NDVI استفاده شده است (شکل ۷).

خاک‌شناسی

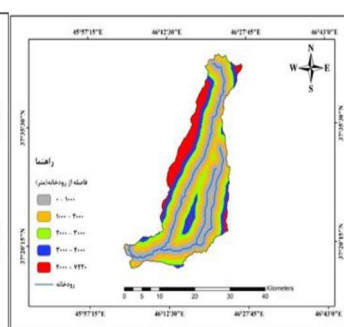
محدوده مورد مطالعه از نظر خاک‌شناسی از سه نوع خاک آبرفتی غیرنمکی، لیتوسل نیمه مرطوب و خاک‌های شور تشکیل شده است (شکل ۸). نقشه‌های لیتولوژی، زمین‌شناسی و طبقات ارتفاعی منطقه (شکل‌های ۹ و ۱۰ و ۱۱).



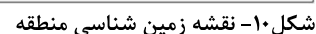
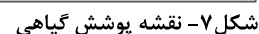
شکل ۶- نقشه فاصله از رودخانه



شکل ۵- نقشه بارش منطقه



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی منطقه



جدول ۱۲- نقشه نهایی حاصل از وزن ها و لایه های تهیه شده

اسفند ماه ۱۴۰۲ - دانشگاه تهران

براساس نقشه نهایی به دست آمده از روی هم گذاری لایه ها و تحلیل حاصل از آن در می یابیم که بیشترین درصد از مساحت محدوده در طبقه اول از نظر پتانسیل سیل خیزی قرار گرفته است و برابر با ۷۳/۳۹ درصد از محدوده است که پایین تر از متوسط می باشد. در رتبه بعدی طبقه دوم قرار گرفته است که حد متوسط می باشد و سهمی برابر با ۰۳/۲۵ درصد را به خود اختصاص داده است.

بحث نتیجه گیری

نتایج به دست آمده نشان می دهد که در بالادست حوضه آبخیز یعنی بخشی که مناطق مسکونی و شهری، هریس، صومعه سرا، اشان و اوزوبه پتانسیل سیل خیزی بسیار بالا است. هرچه به سمت غرب حوضه حرکت می کنیم از پتانسیل سیل خیزی کاسته می شود. با توجه به بررسی معیارهای تأثیرگذار در وقوع پدیده سیل عوامل شیب، طبقات ارتفاعی و بارش بیشترین تأثیر را در وقوع سیل در حوضه آبریز صوفی چای دارند. سیلاب در حوضه های کوهستانی بیشتر تحت تأثیر عوامل مختلف انسانی و طبیعی بوده که با عوامل متعدد به ویژه لیتولوژی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی و کاربری اراضی و همچنین عوامل انسانی در ارتباط می باشد. مسأله اصلی که در عنوان آن نهفته است بررسی پتانسیل سیل خیزی حوضه آبریز صوفی چای و عوامل تأثیرگذار بر آن است.

برای رسیدن به پاسخ ابتدا با استفاده از مطالعات اسنادی و بررسی مبانی نظری، به شاخص های تأثیرگذار بر سیل خیزی رسیدیم که از میان آن ها با توجه به ویژگی های حوضه مورد مطالعه نه معیار انتخاب و مبنای کار قرار گرفت. این نه معیار شامل شیب، جهت شیب، بارش، خاک، تراکم پوشش گیاهی، کاربری اراضی، فاصله از آبراهه، طبقات ارتفاعی و لیتولوژی بوده است.

ابتدا هر یک از معیارهای فوق از نظر تأثیرگذاری بر سیل خیزی مورد بررسی قرار گرفت و نقشه آن تهیه گردید که با توجه به ماهیت داده ها در طبقاتی قرار گرفتند. در مرحله بعد بر اساس نظرات کارشناسان به مقایسه زوجی معیارها و زیر معیارها پرداخته شد که ورودی مدل ANP را تشکیل می دهد. خروجی مدل ANP وزن های نهایی برای هر یک از معیارهای مذکور بوده است که بر اساس این وزن ها اهمیت هر یک از معیارها از نظر تأثیرگذاری بر سیل خیزی منطقه تعیین می شود. نتایج نشانگر این می باشد که در بین عوامل تأثیرگذار عامل شیب بیشترین تأثیر را دارد و در درجه بعدی عوامل طبقات ارتفاعی و بارش تأثیرگذارترند. همچنین پتانسیل سیل خیزی در مناطق شمالی حوضه بیشتر از مناطق جنوبی می باشد.

منابع

- رجبی، معصومه؛ کرمی، فریبا، انصاری، مریم (۱۳۹۴). تحلیل فعالیت نئوتکتونیک در حوضه آبریز قلعه چای. جغرافیای طبیعی، دوره ۸، شماره ۳۰، ۱-۱۴.
- روستایی، شهرام، هاشمیان، ابراهیم (۱۳۸۵) کارایی واحدهای توپوگرافی و ژئومورفولوژی در تخمین مقادیر فرسایش و رسوب در حوضه های آبخیز (مطالعه موردی، حوضه آبریز صوفی چای). نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز. سال دوازدهم شماره شماره پیاپی ۲۰، صص ۱۵۳-۱۲۳.
- روستایی، شهرام؛ ایاسه، فریبا؛ رضایی مقدم، محمدحسین (۱۳۹۹) شبیه سازی شبه دو بعدی جریان سیلاب رودخانه لیقوان با تاکید بر دشت سیلابی. پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی، سال نهم، شماره ۱، تابستان. صص ۴۱-۲۸. Q1
- زاهدی، م. و بیاتی خطیبی، م. (۱۳۸۷) هیدرولوژی، چاپ اول، انتشارات سمت، تهران.
- ملکیان، آرش افتادگران، خوزانی، اصغر عشور، نژاد غدیر (۱۳۹۱). پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی حوضه آبخیز اختراآباد با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی پژوهش های جغرافیای انسانی. سال ۱۳۱-۱۵۲، ۴۴.
- موسوی، سیده معصومه، نگهبان، سعید رخشانی، مقدم، حیدر؛ حسین زاده، سیدمحسن (۱۳۹۵). ارزیابی و پهنه بندی خطر سیل خیزی با استفاده از منطق فازی Topsis در محیط GIS مطالعه موردی حوضه آبخیز شهر باغملک مجله مخاطرات محیط طبیعی سال، پنجم شماره دهم ۷۹-۹۸.
- نجمایی، محمد (۱۳۶۹). هیدرولوژی مهندسی. ج دوم. چاپ دوم. دانشگاه علم و صنعت ایران تهران.
- ندیری مژگان (۱۳۹۸). پهنه بندی خطر سیل خیزی با استفاده از منطق فازی AHP-Topsis در محیط GIS مطالعه موردی حوضه آبخیز ایدغموش. فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا برنامه ریزی منطقه ای سال نهم شماره ۳، ۲۹۳-۳۰۶.
- هادی نظری پویا و همکاران (۱۳۹۳)، واسنجی و ارزیابی عملکرد مدل های هیدرولوژی IHACRES و SWAT در شبیه سازی رواناب، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، صفحات (۹۹-۱۱۲).
- یعقوب زاده، مصطفی؛ اکبریور، ابوالفضل؛ بارانی، غلامعباس؛ اعتباری، بهروز؛ کاردان مقدم، حمید (۱۳۸۸). محاسبه شماره منحنی رواناب حوضه آبریز با استفاده از شیوه های GIS و RS (مطالعه موردی حوضه آبریز منصورآباد بیرجند). مجله پژوهش آب ایران. شماره ۵، ۳۱-۴۰.
- یمانی، مجتبی؛ عنایتی، مریم (۱۳۸۴). ارتباط ویژگی های ژئومورفیک حوضه ها و قابلیت سیل خیزی تجزیه و تحلیل داده های سیل از طریق مقایسه ژئومورفولوژیک حوضه های فشنند و بهجت آباد پژوهش های جغرافیای طبیعی. شماره ۵۴.

- ABBASPOUR, KC (2015) User Manual for SWAT-CUP, SWAT Calibration and Uncertainty Analysis programs. swissfederal institute of aquatic science and technology, eawag: dubendorf, Switzerland.
- Garde, R. J., (2006). River Morphology, Published by New Age International (P) Ltd., Publishers, New Delhi.
- Gyumin. L, Kyung Soo. J, Eun Sung. Ch. (2014), Robust spatial flood vulnerability assessment for Han River using fuzzy TOPSIS with a-cut level set, Expert Systems with Applications, Volume 41, Issue 2, 1 February 2014, Pages 644-654.
- Jalalian, A. and K. Abbaspour. 2010. Application of a SWAT model for estimating runoff and sediment in two mountainous basins in central Iran. Hydrological Sciences Journal, 53 (5): 977- 988.
- Kyung-Soo J, Eun-Sung Ch., Young-Gyu Kim, Yeonjoo. K (2013). A fuzzy multi-criteria approach to flood risk vulnerability in South Korea by considering climate change, Expert Systems with Applications, Volume 40, Issue 4, March, 2013 Pp. 1003-1013.
- Lucas et al, (2009), Implementation of a large-scale variable velocity River flow Routing Algorithm in the canadian Regionalclimate Model (cRcm), pp139-153. Malczewski, j (1990). GIS and Multi criteria Decision Analysis. New York: J. Wiley & Sons.
- MD Monirul Islam & sado, k. (2000). Development of flood hazard maps Bangladesh using NOAA-AVHRR images with GIS, Hydrological sciences-journal. , 45 (3), pp 337-355.