

می‌باشد و همچنین در بین ۱۸ زیر شاخص شناسایی شده در این مطالعه بیشترین وزن مربوط به زیر شاخص تعداد رخداد سیل و کمترین وزن مربوط به زیر شاخص نیاز آب برای فعالیت‌های صنعتی می‌باشد. بررسی مناطق مناسب برای پخش سیلاب از نظر توپوگرافی نشان می‌دهد که بیشترین مناطق در دامنه ارتفاعی ۱۲۰۰ متر می‌باشد و از لحاظ جهت، جهت شرقی و از نظر شیب این مناطق دارای شیبی کمتر از ۱۰ درصد می‌باشند. نتایج پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه به منظور پخش سیلاب نشان داد بیشترین سطح منطقه در طبقه مناسب و کمترین سطح منطقه در طبقه بسیار مناسب جهت پخش سیلاب قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: پخش سیلاب، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، معیارهای تصمیم‌گیری، خرم آباد

مقدمه

بی‌شک دسترسی، مهار و استفاده بهینه از آب یکی از دغدغه‌های تمامی جوامع بشری در جهان می‌باشد بطوری که منابع آب شیرین را شاید بتوان ارزشمندترین منبع تجدیدشونده کره زمین دانست. بهره‌برداری غیر اصولی از منابع آب زیرزمینی در دوره‌های گذشته مشکلات عدیده‌ای را بدنبال داشته است. به منظور حل مشکلات موجود در فرایند نگهداری و بهره‌برداری از این منابع، اعمال مدیریتی صحیح و اجرای برنامه‌های مدون و اصولی جهت جلوگیری از افت سطح آب زیرزمینی و در صورت امکان احیاء تعادل بهم خورده سفره آبدار ضروری است. یکی از روش‌های عمده تغذیه مصنوعی پخش سیلاب می‌باشد [۱۸]. استفاده از پخش سیلاب به عنوان یکی از راهکارهای کاهش خسارت سیل همراه با بهینه‌سازی بهره‌برداری از سیلاب‌ها در احیای منابع طبیعی نظیر احیای مراتع، جنگل‌کاری، زراعت سیلابی، تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها، احیای اراضی بایر و دیگر منابع زیست محیطی از دیر باز در نقاط مختلف جهان متداول بوده است [۲۳، ۱۴، ۱۳، ۱۶ و ۹]. آنچه واضح است، سامانه‌های پخش سیلاب از جمله روش‌های تامین آب برای مقاصد مختلف در امر زراعت، مرتعداری، جنگل‌کاری، احیای قنات، تغذیه مصنوعی چشمه‌ها و چاه‌ها محسوب شده و به شیوه‌های مختلف طراحی و احداث شده‌اند و امروزه نیز از آن استفاده می‌گردد. اما به رغم متداول بودن استفاده از سامانه‌های مختلف پخش سیلاب در ادوار گذشته و سامانه‌های نوین پخش سیلاب در شرایط فعلی هنوز نکات مبهم

مکانیابی مناطق مناسب برای طرح پخش سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

(مطالعه موردی دشت مرکزی خرم آباد)

سحر فاتحی^۱، حسن احمدی^۲، جمال قدوسی^۳ و فریدون طاهری سرشنیزی^۴
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۰۱

چکیده:

استفاده از پخش سیلاب به عنوان یکی از راهکارهای کاهش خسارت سیل همراه با بهینه سازی بهره برداری از سیلاب‌ها در احیای منابع طبیعی از دیر باز در نقاط مختلف جهان متداول بوده است. در نظر گرفتن تعدد پارامترهای موثر در تعیین و مشخص نمودن پهنه‌ها برای اجرای طرح‌های پخش سیلاب و استفاده از روش‌های نوین تهیه و تلفیق داده و نیز روش‌های نوین تصمیم‌گیری اجتناب ناپذیر است. در این مطالعه دشت مرکزی خرم آباد به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. روش کار در این تحقیق بر اساس تحلیل سلسله مراتبی استوار می‌باشد. هدف از این مطالعه به کارگیری سامانه‌های پشتیبان تصمیم (DSS) و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منظور دستیابی به مکان‌های مناسب برای پخش سیلاب می‌باشد که پس از شناسایی معیارها، شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مرتبط به هدف، معیارها، شاخص‌ها و زیرشاخص‌های فوق با استفاده از AHP^۵ وزن‌دهی شدند و اولویت هر یک از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها مشخص شد. این مطالعه شامل چهار معیار اصلی ۱۱ شاخص و ۱۸ زیرشاخص می‌باشد. در این مطالعه وزن معیارهای اصلی یکسان در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد در بین ۱۱ شاخص بیشترین وزن مربوط به شاخص خسارت جانی و کمترین وزن مربوط به شاخص آبخوان

۱- نویسنده مسئول و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم تحقیقات تهران (fatehisahar@yahoo.com)

۲- استاد گروه آبخیزداری دانشگاه علوم تحقیقات تهران

۳- دانشیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم تحقیقات تهران

۴- دانشجوی دکتری منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

5- Decision Support System

6- Geographic Information System

7- Analytic hierarchy process

مواد و روش‌ها

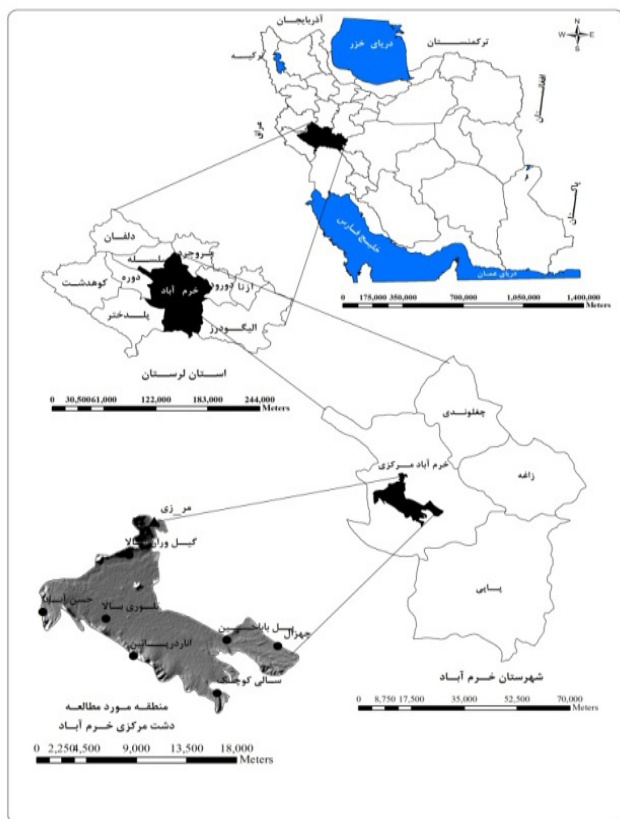
محدوده مورد مطالعه

دشت خرم آباد در مرکز استان لرستان و در حاشیه جنوب شرقی حوزه آبخیز کرخه بین ۲۴۰۶۶۷ تا ۲۶۶۳۴۳ طول شرقی و ۳۷۱۹۶۲۸ تا ۳۶۹۲۹۵۷ عرض شمالی قرار گرفته است. مساحت منطقه مورد مطالعه در حدود ۱۴۳۶۹ هکتار می‌باشد. از لحاظ اقلیمی محدوده مورد نظر با متوسط بارش ۵۰۰ میلیمتر براساس تقسیم‌بندی اقلیمی دومارتن دارای اقلیم نوع نیمه خشک می‌باشد واحدهای زمین‌شناسی در محدوده مورد مطالعه شامل، آهک‌های متراکم و کارستیک و درز و شکافدار کرتاسه، آهک‌های مارنی و قابلیت نفوذ ضعیف و سپس یک سری سنگ‌های سازند تله زنگ و سازند کشکان است.

روش مطالعه

پژوهش حاضر بر پایه مطالعات اسنادی استوار بوده و روش تحقیق در آن از نوع توصیفی می‌باشد. عمده‌ترین مرحله در انجام پروژه‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی جمع‌آوری داده می‌باشد به نحوی که بیشترین هزینه و زمان را به خود اختصاص می‌دهد. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل:

- نقشه توپوگرافی سازمان نقشه‌برداری کشور با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰
- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور
- نقشه منابع اراضی و خاکشناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ موسسه



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Location of the study area

و جنبه‌های مجهول همراه با پرسش‌های متعدد در خصوص عوامل موثر در اجرای موفقیت‌آمیز طرح‌ها و برنامه‌های پخش سیلاب در سطح جهان و ایران وجود دارد که در قالب نیازهای تحقیقاتی مورد توجه پژوهشگران متخصصین ذی‌ربط قرار گرفته است [۲۱ و ۹]. در این رابطه تحقیقات متعددی در کشور در زمینه شناسایی و معرفی عوامل موثر در عملکرد مناسب طرح‌ها و برنامه‌های پخش سیلاب با مقاصد مختلف، شاخص‌های ارزیابی عملکرد آنها و روش‌های مناسب و کاربردی، با کارایی و دقت قابل قبول در تعیین مناسب‌ترین مناطق برای اجرای طرح‌ها و پروژه‌های پخش سیلاب در کشور انجام گرفته است [۱۱، ۸، ۲، ۲۰، ۱۰، ۴، ۲۳، ۷ و ۱۳]. چاد هاداری و همکاران [۳] با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی تکنیک‌های برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی تعیین نمودند. کریش نامورتی کومار و همکاران [۱۵] به منظور مکان‌یابی عرصه‌های مناسب تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی از معیارهای زمین‌شناسی، توپوگرافی، گسل‌ها، آب‌های سطحی، تراکم و شیب استفاده نموده و براساس اهمیت به هر یک از عوامل وزنی اختصاص داده شده و با تلفیق این لایه‌های اطلاعاتی، نقشه‌ی عرصه‌های مناسب حاصل گردیده است. مهم‌ترین مشکل در توسعه و اجرای طرح‌های پخش سیلاب، تعیین مناطق مناسب می‌باشد. این مشکل از آنجا ناشی می‌شود که معیارهای فنی، محیط‌زیستی و اقتصادی-اجتماعی بسیاری در تصمیم‌گیری در انتخاب محل مناسب دخیل می‌باشند. در نظر گرفتن تعدد پارامترهای موثر در تعیین و مشخص نمودن پهنه‌ها و یا مناطق مناسب برای اجرای طرح‌های روش‌های پخش سیلاب به خصوص با هدف تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها استفاده از روش‌های نوین تهیه و تلفیق داده و نیز روش‌های نوین تصمیم‌گیری اجتناب‌ناپذیر است. به این ترتیب، شناسایی و مشخص نمودن معیارهای مناسب برای مکان‌یابی مناسب‌ترین پهنه‌ها یا مناطق برای اجرای طرح‌های پخش سیلاب که خود دارای اهداف مختلف بوده و اغلب الزامی در چند منظوره بودن یک طرح پخش سیلاب نیز مدنظر نمی‌باشد. برای مکان‌یابی مناطق مورد نظر یکی از مناسب‌ترین ابزارها، استفاده از مدل‌های مفهومی رایانه‌ای در محیط GIS می‌باشد. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب بدون استفاده از مدل‌های کارشناسی مقدور نمی‌باشد [۴]. مدل‌ها در یک محیط GIS با انتخاب و مدل‌سازی داده‌ها به تصمیم‌گیری در خصوص وزن‌دار کردن لایه‌ها و اینکه چه مناطقی برای هدف مطالعه مناسب می‌باشد، کمک می‌کنند، [۱۹]. بنابراین استفاده از مدل‌های مفهومی دقیق این امکان را فراهم می‌نماید که با انتخاب مناسب‌ترین مکان، موفقیت اجرای طرح پخش سیلاب نه تنها در تطبیق با هدف یا اهداف مورد نظر تضمین شود بلکه احتمال بروز و ظهور پیامدهای منفی ناشی از آنها حتی در دراز مدت نیز به حداقل ممکن می‌رسد. هدف از این مطالعه، اقدام در راستای تدوین و ارائه دستورالعمل کاربردی برای شناسایی و مشخص کردن پهنه‌های مستعد پخش سیلاب برای مقاصد مختلف می‌باشد.

تحقیقات خاک و آب وابسته به وزارت جهاد کشاورزی در محدوده جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شناسایی، گزینش و گروه بندی معیارها و شاخص ها

معیارها و شاخص ها ابزاری برای تعریف، پایش و ارزیابی حرکت به سمت مدیریت پایدار محسوب می شوند. هر معیار دارای چندین شاخص کمی برای اندازه گیری و پایش است که بطور منظم و متوالی مورد اندازه گیری قرار می گیرند، تا اثرات مدیریت مشخص شود. پایش و ارزیابی معیارها و شاخص های پخش سیلاب هم به تصمیم گیران، برنامه ریزان و سیاست گذاران ملی کمک می نماید که در جهت رسیدن به پایداری بطور صحیح قدم بردارند. با توجه به اینکه مدیریت فرایندی است که با منابع و استفاده انسانی مواجه است لازم است وظایف مدیریتی، منابع زیست محیطی (فیزیکی، زیستی، انسانی) و فرایندهای انسانی (توسعه اقتصادی اجتماعی) را توأمان در نظر گیرد. به همین سبب در این مطالعه سه موضوع اصلی (عوامل فیزیکی، عوامل انسانی و زیستی) برای گروه بندی معیارها در نظر گرفته شد که تا حدودی از گروه بندی مطالعات گذشته در این زمینه الهام گرفته شده، با این هدف که گروه بندی جامعی بوده و ابعاد بااهمیت را برای منطقه مورد مطالعه دربرگیرد. بدین ترتیب با استفاده از مرور منابع معتبر در سراسر دنیا در زمینه تدوین معیارها و شاخص های تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب، پس از حذف معیارها و شاخص های تکراری به ۴ معیار، ۱۱ شاخص و ۱۸ زیرشاخص رسیدیم، از این ۱۸ زیرشاخص ۱۱ زیرشاخص متعلق به عوامل فیزیکی، ۴ زیرشاخص عوامل انسانی، ۲ زیرشاخص زیستی است (جدول ۱).

روش اولویت بندی و وزن دهی شاخص ها و معیارها

فرآیند تصمیم گیری با چندین معیار کمی و کیفی با مشکلات فزاینده روبرو است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است که با استفاده از آن می توان، فرآیند تصمیم گیری را فرموله کرد، معیارهای کمی و کیفی مختلف در نظر گرفت، گزینه های تصمیم گیری را وارد مسئله کرد، حساسیت روی معیارها و شاخص ها را تحلیل کرد. در این مطالعه با استفاده از نرم افزار Expert Choice معیارها، شاخص ها و زیرشاخص ها، جهت وزن دهی مقایسه زوجی شدند.

استاندارد سازی زیر شاخص ها با منطق فازی

لطفی عسگری زاده در سال ۱۹۶۵، تئوری فازی را برای حل مسائلی که در آنها معیارهای تعریف شده واضح وجود ندارد، معرفی کرد، [۵]. اگر عدم اطمینان (فازی بودن) تصمیم گیری انسان در نظر گرفته نشود، نتایج میتواند گمراه کننده باشد. در این مطالعه به منظور بی مقیاس کردن و هم سطح کردن نقشه های تهیه شده ارزش های این نقشه ها با استفاده از توابع تصمیم گیری فازی در دامنه ۰ تا ۱، در محیط Idrisi Andes استاندارد سازی شد. در منطق فازی، میزان

عضویت یک عنصر در یک مجموعه، با مقداری در بازه صفر (عدم عضویت کامل) تا ۱ (عضویت کامل) تعریف می شود.

تلفیق زیرشاخص ها به منظور دستیابی به شاخص ها و معیارهای هدف

روش های ترکیب خطی وزن دار متداول ترین فن به منظور تلفیق داده ها در تصمیم گیری های چند معیاری است [۱۷]. از این فنون تحت عنوان وزن دهی جمعی ساده یا روش مبتنی بر نمره دهی (امتیاز بندی) نیز یاد می شود. به طور کلی روش WLC (ترکیب خطی وزن دار) مبتنی بر GIS شامل مراحل زیر است:

الف- ترکیب وزنی زیرشاخص های استاندارد شده برای دستیابی به نقشه شاخص ها: بدین منظور زیرشاخص های استاندارد شده بر اساس وزن و اهمیت شان با یکدیگر جمع شده و زیر معیارها را به دست می آوریم.

ب- ترکیب وزنی شاخص های بدست آمده از زیرشاخص های اصلی به منظور تهیه نقشه معیارهای اصلی: پس از تهیه نقشه شاخص های این لایه ها با توجه به وزن شان با یکدیگر تلفیق شده و معیارهای اصلی محاسبه می شود.

ج- ترکیب وزنی معیارهای نهایی به منظور رسیدن به مکان های مناسب برای پخش سیلاب. نقشه نهایی این مطالعه که نشان دهنده پهنه بندی منطقه مورد مطالعه به منظور پخش سیلاب می باشد از ترکیب وزنی معیارهای اصلی بدست می آید.

اولویت بندی پهنه ها

پس از ترکیب وزنی معیارهای اصلی نقشه مورد نظر را در ۴ پهنه طبقه بندی می کنیم و طبقات خیلی مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف را برای پخش سیلاب مشخص، بدین منظور از هیستوگرام نقشه نهایی مکان یابی پخش سیلاب استفاده می کنیم.

نتایج

با توجه به روش تحقیق در راستای اهداف و فرضیات نتایج حاصل از تحقیق حاضر به شرح زیر می باشد

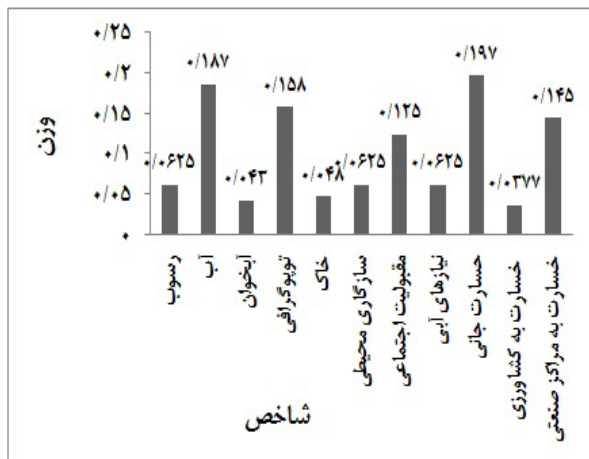
وزن دهی معیارها، شاخص ها و زیرشاخص ها نسبت به هدف

ضریب وزنی هر یک از معیارها، شاخص ها و زیر شاخص های اصلی بیان کننده میزان اهمیت آن در فرایند مکان یابی است. بدین ترتیب با استفاه از روش مقایسه زوجی معیارها، شاخص ها و زیرشاخص های اصلی مکان یابی پخش سیلاب وزن دهی و اولویت بندی شدند. در این مطالعه وزن دهی براساس مطالعه پیشین انجام شد. در این مطالعه اهمیت هر یک از معیارهای اصلی هدف یکسان در نظر گرفته شد (شکل ۲) [۲۲]. نتایج نشان داد بین ۱۱ شاخص شناسایی شده در این مطالعه بیشترین وزن مربوط به شاخص خسارت جانی و شاخص آب می باشد و همچنین کمترین وزن در بین این شاخص ها مربوط به شاخص های خسارت به اراضی کشاورزی و آبخوان است (شکل ۳). در مورد وزن دهی ۱۸ زیرشاخص شناسایی شده در این تحقیق نتایج نشان بیشترین اهمیت مربوط به زیرشاخص های تعداد

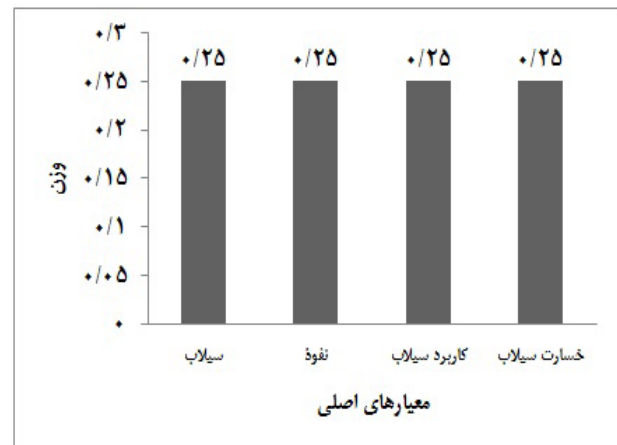
جدول ۱- معیارها، شاخص‌ها و زیرشاخص‌های هدف

Table 1. criteria, indicators and sub-indicators of target

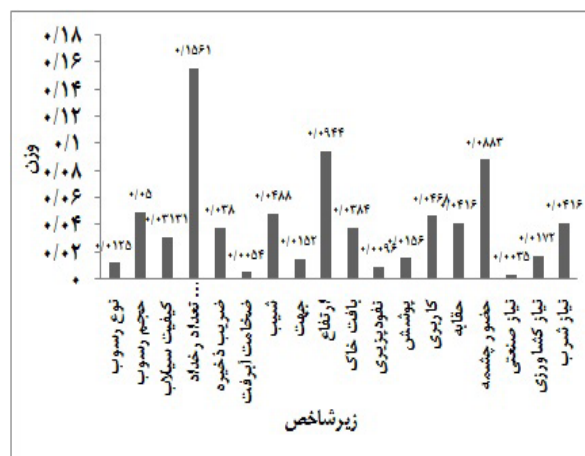
سطح هدف Level of goal	سطح معیار Level of criteria	سطح شاخص Level of indicator	سطح زیر شاخص Level of sub- indicator
مکان‌های مناسب برای پخش سیلاب Locating areas suitable for the flood	سیلاب flood	رسوب Sediment	نوع رسوب Type of Sediment
			حجم رسوب Volume of Sediment
		آب Water	تعداد رخداد flood event
			کیفیت سیلاب Flood quality
	نفوذ Influence	آبخوان aquifer	ضریب ذخیره Storage coefficient
			ضخامت آبرفت Thick alluvium
		توپوگرافی Topography	شیب Slope
			جهت Aspect
	کاربرد سیلاب Flood application	خاک Soil	ارتفاع Height
			بافت Texture
		سازگاری محیطی Environmental Adaptation	نفوذپذیری Influence
			کاربری Land use
	خسارت سیلاب Flood damage	مقبولیت اجتماعی Social accept	پوشش گیاهی Plant cover
			حقاب Require
		نیازهای آبی Needed for Water	فاصله از چشمه Distance from the Spring
			شرب For drink
---	خسارت سیلاب Flood damage	خسارت به تاسیسات Building damage	صنعتی Industry
			زراعت Agriculture
		خسارت به کشاورزی Agriculture damage	
			خسارت جانی physical damage



شکل ۳- وزن شاخص‌ها نسبت به هدف
Figure 3. Indicators to the target weight



شکل ۲- وزن معیارهای اصلی نسبت به هدف
Figure 2. The main criteria to target weight



شکل ۴- وزن زیرشاخص‌ها نسبت به هدف
Figure 4. The sub- indicators are weighted towards the target

تعیین مناطق مناسب جهت مکانیابی پخش سیلاب

در این مطالعه عملیات استانداردسازی در سطح زیرشاخص‌ها انجام می‌شود (در دامنه‌ای از صفر تا ۱). در ادامه با توجه به وزن هر یک از زیرشاخص‌ها در زیرگروه شاخص‌ها، شاخص مربوطه نقشه سازی شد و پس از تهیه نقشه شاخص‌ها، با توجه به وزن هر یک از شاخص‌ها نقشه معیار مربوطه تهیه شده و در نهایت با در نظر گرفتن وزنی مساوی برای هر یک از معیارها منطقه از نظر اولویت پخش سیلاب پهنه‌بندی شد (شکل ۶). نقشه حاصل در دامنه‌ای از ۳ تا ۶ می‌باشد. با توجه به این که با استناد به نقشه فوق نمی‌توان مکان‌هایی که دارای مساحت مناسبی جهت پخش سیلاب باشند را بدست آورد در نتیجه این نقشه باید طبقه‌بندی شود، نقشه نهایی مکان‌های مناسب برای پهنه‌بندی پخش سیلاب در محدوده مورد مطالعه در چهار طبقه مناطق خیلی مناسب، مناسب، متوسط و نامناسب می‌باشد (شکل ۷)، از این طبقات کمترین مساحت مربوط به طبقه خیلی مناسب و بیشترین مساحت مربوط به طبقه متوسط می‌باشد (جدول

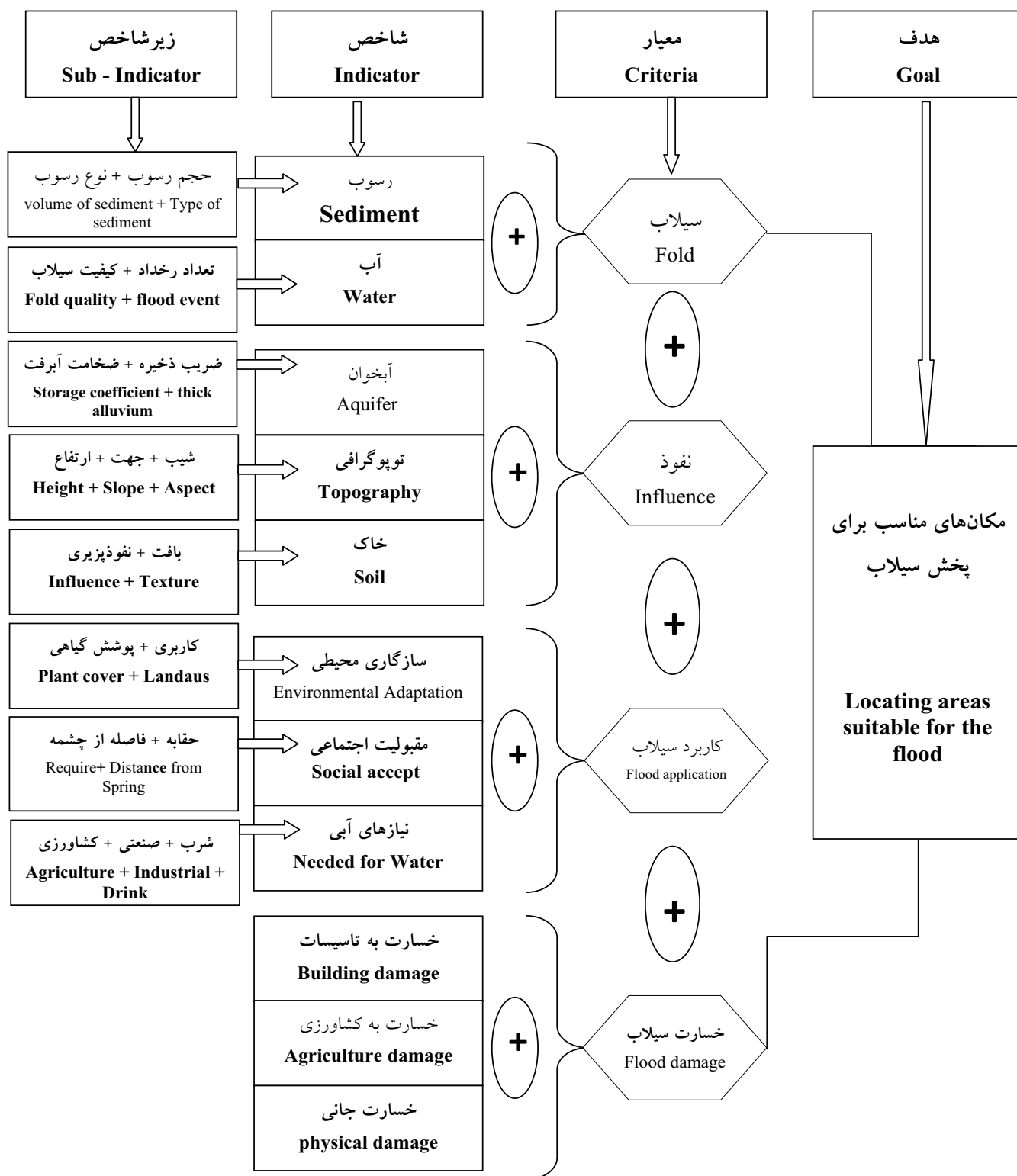
رخداد سیل و ارتفاع از سطح دریا همچنین کمترین این مقدار مربوط به زیرشاخص‌های نیاز آب برای صنعت و ضخامت آبرفت است (نمودار ۴).

استانداردسازی زیر شاخص‌های اصلی به روش فازی

زیرشاخص‌های اصلی با استفاده از سه تابع عضویت خطی-کاهنده، خطی-افزاینده و تابع گسسته، در دامنه مطلوبیت استانداردسازی شد. برای این زیرشاخص‌های اصلی نزدیک شدن به عدد صفر، کمترین مطلوبیت و نزدیک شدن به مقدار یک دارای حداکثر مطلوبیت می‌باشد (جدول ۲).

تلفیق معیارها، شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها

با توجه به هدف، مدل شاخه درختی مربوط به تلفیق معیارها، شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها به منظور دستیابی به مناطق مستعد پخش سیلاب طراحی گردید (شکل ۵). زیر شاخص‌های به صورت خطی و بر اساس وزن‌های استخراج شده از سیستم پشتیبان تصمیم، تلفیق شد.



شکل ۵ - مسیر هدف از طریق معیارها، شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها
Figure 5. The path to the goal, criteria, indicators and sub-indicators

بحث و نتیجه‌گیری

آنچه از نتایج این پژوهش به دست آمد نشان داد که استفاده از معیار برای رسیدن به هدف مورد نظر امری مطلوب و مناسب به نظر

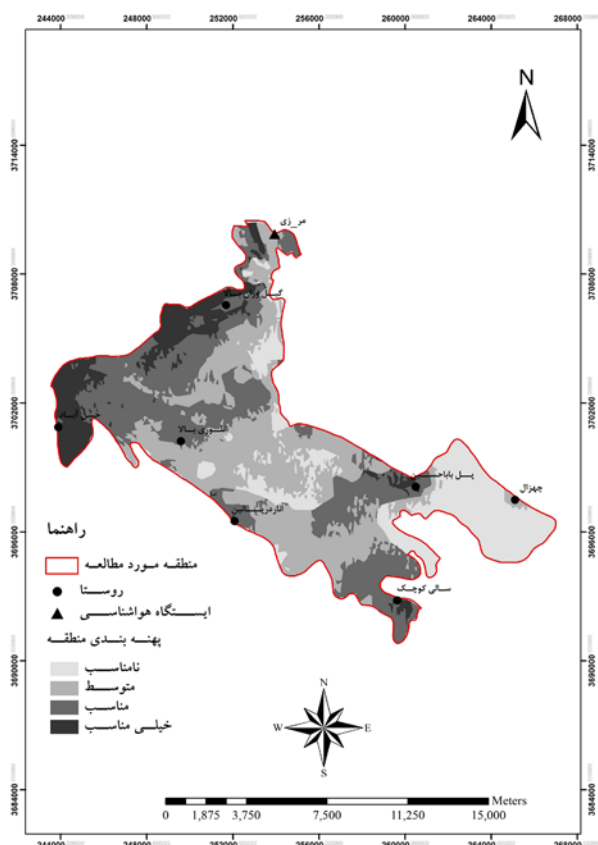
می‌رسد. مناطق با ارزش خیلی زیاد بیشتر در قسمت‌های شمال غربی منطقه مورد مطالعه تمرکز دارند و قسمت‌های نامناسب در شرق و مرکز این منطقه می‌باشد.

جدول ۲ - نوع توابع فازی استفاده شده برای زیرشاخص‌های مکان‌یابی پخش سبلا ب
Table ۲. Functions of fuzzy sub-criteria used for positioning Sblab player

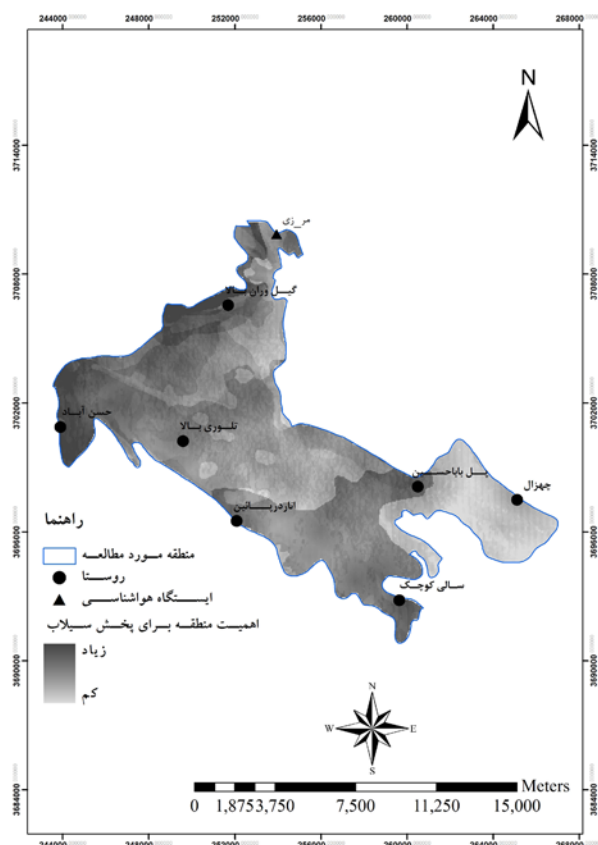
Function / تابع	Utility / مطلوبیت	Indicator / زیرشاخص
Discrete / گسسته	زیاد.۶۶ - متوسط ۰/۳۳ - کم معادل صفر High. ۰.۶۶ - Average, ۰.۳۳ - Low Equal zero	نوع رسوب / Type of sediment حجم رسوب / volume of sediment
-	برای همه منطقه یکسان / same the all For	
Discrete / گسسته	خوب ۰/۶۶ - متوسط ۰/۳۳ - غیر قابل قبول صفر Good. ۰.۶۶ - Average, ۰.۳۳ - incredible	کیفیت سیلاب / Fold quality
-	برای همه منطقه یکسان / For all the same	تعداد رخداد / flood event
Discrete / گسسته	خیلی زیاد ۰/۷ - زیاد ۰/۶ - متوسط ۰/۴ - کم ۰/۲ - خیلی کم ۰/۲ Very high. ۰.۷ - High. ۰.۶ - Average. ۰.۴. Low. ۰.۲ - very low. zero	ضریب ذخیره / Storage coefficient
Increasing / افزایشنده	صفر معادل صفر - ۲۰۰ معادل یک Zero equal zero - 200 Equal 1	ضخامت آبرفت / Thick alluvium
decreasing / کاهشنده	صفر معادل یک و ۱۰۷ / معادل صفر / ۱۰۷ - ۱ Zero equal 1 - 107 Equal 0	شیب / Slope
decreasing / کاهشنده	۱۱۲۳ متر معادل یک و ۱۶۲۹ متر معادل صفر / ۱۱۲۳ equal 1 - 1629 Equal 0	ارتفاع / High
decreasing / کاهشنده	۱ - یا Flat معادل یک و ۳۶۰ درجه معادل صفر / Flat equal 1 - 360 Equal 0	جهت / Aspect
Discrete / گسسته	کم معادل صفر - متوسط ۰/۳۳ - زیاد ۰/۷ - خیلی زیاد ۰/۸ Low equal 0 - Average. ۰.۳۳ - high. ۰.۷ - very high. ۰.۸	نفوذپذیری خاک / Influence Soil
Discrete / گسسته	سنگین معادل صفر - نیمه سنگین ۰/۲۵ - خیلی سبک ۰/۷۵ Heavy equal 0 - Semi heavy. ۰.۲۵ - Very light. ۰.۷۵	بافت خاک / Soil Texture
Discrete / گسسته	محدوده شهری صفر - زراعت آبی ۰/۲ - زراعت دیم ۰/۳ - جنگل با تاج پوشش متوسط ۰/۴ - جنگل با تاج پوشش کم ۰/۵ - بیشه زار و بوته زار ۰/۶ - مراتع با تاج پوشش متوسط ۰/۷ - مراتع با تاج فقیر ۰/۸ Urban. Zero - Irrigated agriculture. ۰.۲ - Dryland. ۰.۳ - Forest with average cover. ۰.۴ - Forest with low cover. ۰.۵ - Gardens and shrubbery. ۰.۶ - Ranges with average cover. ۰.۷ - Ranges with average cover. ۰.۸	کاربری اراضی / Land use
Discrete / گسسته	مناطق مسکونی صفر - زراعت آبی ۰/۱ - زراعت دیم ۰/۴ - جنگل ۰/۵ - مرتع ۰/۸ Residential areas. Zero - Irrigated agriculture. ۰.۱ - Dryland. ۰.۴ - Forest. ۰.۵ - Range. ۰.۸	پوشش گیاهی / Plant cover
Increasing / افزایشنده	صفر معادل صفر - ۱۶۸۱۴ معادل یک Zero Equal 0 - 16814 equal 1	فاصله از چشمه / Distance from Spring
-	برای همه منطقه یکسان / same the all For	حقاب / Require
decreasing / کاهشنده	صفر معادل یک و ۳۵۱۲ معادل صفر Zero equal 1 - 3512 Equal 0	نیاز برای کشاورزی / Needed for Agriculture
decreasing / کاهشنده	صفر معادل یک و ۱۳۹۵۰ معادل صفر Zero equal 1 - 13950 Equal 0	نیاز برای صنعت / Needed for industrial
decreasing / کاهشنده	صفر معادل یک و ۳۹۵۷ معادل صفر Zero equal 1 - 3957 Equal 0	نیاز برای شرب / Needed for drink

لزوم تلفیق آنها، مبتنی بر روش های سنتی دشوار بوده و ممکن است موجب بروز خطا گردد. در این خصوص، جمالی [۱۲] بیان کرده است که روی هم انداختن اطلاعات در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی بدون تحلیل و انجام عملیات ارزیابی چند معیاره نمی تواند برنامه ریزی و تصمیم درستی را ارائه دهد، زیرا اطلاعات گوناگون از جنس و با واحدهای مختلف هستند. همچنین وقتی عوامل و معیارهای مختلف در تصمیم گیری دخالت داده می شوند، باید اولویت و وزن آنها نسبت

می رسد. همانطور که در اغلب پروژه های مکان یابی مشاهده می شود معیارهای تصمیم گیری هم کمی و هم کیفی می باشند و به علاوه در بسیاری از موارد، معیارهای تصمیم گیری هم واحد نیز نیستند. از سوی دیگر به طور کلی مجموعه عملیات مربوط به جمع آوری، ذخیره و ترکیب داده ها و اطلاعات و همچنین تجزیه و تحلیل آنها به منظور تعیین مکان های مستعد اجرای عملیات ذخیره نزولات آسمانی با تکیه صرف بر مطالعات صحرایی با توجه به حجم لایه های اطلاعاتی و



شکل ۷ - پهنه بندی پخش سیلاب در محدوده مورد مطالعه
Figure 7. Spreading zones in the study area



جدول ۳- طبقه بندی نقشه نهایی بر اساس دامنه ارزشی
Table 3. Classification of the final map based on the value

شکل ۶- اولویت بندی منطقه جهت پخش سیلاب

Figure 6. Priority areas for spreading

درصد از کل منطقه مورد مطالعه	دامنه ارزشی	مناطق برای پهنه بندی پخش سیلاب
Percent of the total study area	Range of values	Areas zoned for spreading
10.8	0.45 -0.3	نامناسب / Unsuitable
32.14	0.45-0.55	متوسط / Average
36.2	0.58 -0.55	مناسب / Suitable
19.65	0.6 -0.58	خیلی مناسب / Very suitable

از آنها زیرشاخص های مربوط به شاخص توپوگرافی نسبت به سایر زیرشاخص ها وزن بیشتری دارد. در این مطالعه با توجه به داده های سیستم تصمیم یار مکانی مشخص شد عوامل و فاکتورهای مربوط به مسائل اجتماعی و توپوگرافی بیشترین وزن را در بین سایر فاکتورها دارا می باشند در رابطه با سایر مطالعات انجام گرفته در زمینه مکان یابی به منظور پخش سیلاب شاخص های کمتری مورد مطالعه قرار گرفته است. در اکثر مطالعات انجام شده در رابطه با مکان یابی برای پخش سیلاب تاثیر خیلی زیاد عوامل توپوگرافی در پهنه بندی برای طرح های پخش سیلاب مود بحث قرار گرفته است. مطالعات قرمزچشمه و همکاران [۸] و عبدی و قیومیان [۱] مبنی بر اینکه شیب های کم برای

به هم معین شود. یعنی همه عوامل به یک اندازه در تصمیم گیری وزن و تاثیر ندارند. بنابراین ایجاد یک سیستم دقیق با کارایی بالا در رابطه با تحلیل و ارزیابی تاثیر و وزن اطلاعات در تصمیم گیری و برنامه ریزی ها، واجد اهمیت بسیار زیادی است. لذا در برخورد با مسأله به دنبال گزینه ای بودیم که بیشترین کارایی را داشته باشد. به واسطه توانایی منحصر به فرد سیستم های تصمیم یار مکانی در حل این مسئله، از این سامانه در انجام تحقیق بهره گرفتیم. همچنان که قنادی [۶] نیز در تحقیقات خود کاربرد سیستم های پشتیبانی تصمیم گیری مکانی در حل مسائل مکان یابی برای موضوعات مختلف را بررسی نموده و ضمن بیان این مطلب که ادغام داده های مکانی با روش های الگوریتمی پیشرفته در مقوله ای به نام سامانه تصمیم یار مکانی مطرح می شود، به این نتیجه رسیده است که سامانه تصمیم یار ادغام شده با داده های مکانی می تواند به عنوان پلی مابین تصمیم گیری و برنامه ریزی و مدل های پیچیده رایانه ای استفاده شود. با توجه به این مطلب که زیرشاخص هایی که در این مطالعه بیشترین وزن را دارا می باشند برای کل منطقه مورد مطالعه یکسان در نظر گرفته شده بنابراین زیرشاخص هایی که پس از آن ها دارای بیشترین وزن می باشند به وضوح اثر خود را در پهنه بندی نهایی محدوده تحقیق نشان می دهند بر اساس وزن دهی اعمال شده در این تحقیق زیرشاخص تعداد رخداد و خسارت جانی دارای بیشترین وزن می باشند و پس

مکان‌یابی پخش سیلاب بسیار مناسب می‌باشند با نتایج حاصل این مطالعه همخوانی دارد. حکمت پور و همکاران [۱۰] در مطالعه‌ای برای پهنه‌بندی تغذیه مصنوعی منطقه ورامین فقط از فاکتورهایی مانند توپوگرافی، وضعیت آبرفت و کیفیت آبرفت به منظور این پهنه‌بندی استفاده کرده‌اند. در مقایسه این مطالعه با مطالعه حکمت پور و همکاران پژوهش حاضر همه فاکتورهای محیطی، اقلیمی و اجتماعی را در نظر گرفته است، بنابراین این مطالعه از نظر عوامل و شاخص‌های گوناگون دارای دقت بالایی می‌باشد و طبقه‌بندی نهایی برای پخش سیلاب دارای هیچ محدودیتی نمی‌باشد. در اکثر مطالعات انجام شده در مورد پخش سیلاب با دیدی یک بعدی به مسئله پخش سیلاب توجه شده و فقط فاکتورها و شاخص‌های کمی را مد نظر قرار گرفته شده اما مطالعه حاضر مطالعه‌ای جامع می‌باشد که همه فاکتورها و شاخص‌های موجود در منطقه را به گونه‌ای کمی کرده و تاثیر هر کدام را در مکان‌های مناسب برای پخش سیلاب در نظر گرفته است. بررسی مناطق مناسب برای پخش سیلاب از نظر توپوگرافی نشان می‌دهد که بیشترین مناطق در دامنه ارتفاعی ۱۲۰۰ متر می‌باشد و از لحاظ جهت، جهت شرقی و از نظر شیب این مناطق دارای شیبی کمتر از ۱۰ درصد می‌باشند. از بررسی کاربری مکان‌های مناسب نتیجه می‌شود که بیشترین کاربری موجود در این طبقه مربوط به اراضی کشاورزی می‌باشد. اراضی کشاورزی دیم بیشترین سطح مناطق مناسب پخش سیلاب به خود اختصاص می‌دهند این مطلب بیانگر آن است که این اراضی دارای وضعیت توپوگرافی مطلوبی از نظر مکان‌یابی پخش سیلاب هستند و همچنین در مورد شاخص نیازهای آبی منطقه بیشترین وزن مربوط به زیر شاخص کشاورزی (نیاز آب برای کشاورزی) می‌باشد. اراضی دیم اکثراً زمین‌هایی با شیب و ارتفاع کم هستند. که به دلیل عدم وجود زیرساخت‌ها به منظور آبیاری، این اراضی از نظر شاخص نیاز آبی دارای بیشترین اولویت می‌باشند. بررسی طبقه مطلوب مکان‌های مناسب برای پخش سیلاب از نظر پوشش هم با مطلب فوق هم‌خوانی دارد و مناطق با پوشش زراعی دیم بیشترین سطح این طبقه را به خود اختصاص می‌دهند. بررسی عامل خاک در مناطق مناسب برای پخش سیلاب نشان می‌دهد که بیشتر سطح این مناطق در طبقه بافت خاک خیلی سبک (مخلوط شنی - سیلتی) واقع شده‌اند این مطلب نیز تصدیق کننده مطالب فوق درباره وجود این مناطق مناسب در اراضی کشاورزی که ترکیب خاک آن‌ها بیشتر خاک‌های شنی، سیلتی و رسی، یعنی خاک‌های مخلوط آبرفتی می‌باشد. در مورد بررسی وضعیت زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی در منطقه مورد مطالعه این مطلب به وضوح نشان داده می‌شود که مناطق مناسب پخش سیلاب بیشتر در واحدهای آبرفتی، سازند سروک و سازند گرو قرار گرفته‌اند. این واحدها بیشتر حاوی ترکیبات آهکی و رسی می‌باشند در بین واحدها بیشترین نفوذپذیری مربوط به واحد آبرفتی سپس سروک و پس از آن گرو می‌باشد. این واحدها به علت قرارگیری در قسمت‌های دشتی، حواشی و قسمت‌های پایین‌دست آبراهه‌ها دارای شیب نسبتاً ملایم می‌باشند از سوی دیگر واحدهایی نظیر سازند ایلام، آسماری

و بختیاری به علت قرارگیری در مناطق با شیب زیاد و رخنمون‌های سنگی برای پخش سیلاب عرصه‌هایی کاملاً نامناسب می‌باشند. در این مطالعه به منظور بررسی شاخص آبخوان، دو زیر شاخص ضریب ذخیره و ضخامت آبرفت محاسبه شدند. بررسی زیر شاخص ضخامت آبرفت در منطقه مورد مطالعه نشان داد، این عامل در سطح منطقه متغیر می‌باشد و در نواحی شرقی عمق لایه آبرفتی تا ۱۵۰ متر می‌رسد که شامل ترکیباتی از رس، شن و ماسه می‌باشد که از آبدهی نسبتاً مناسبی برخوردار هستند. بررسی مناطق مناسب برای پخش سیلاب از نظر ضخامت آبرفت نشان می‌دهد، این مناطق به دلیل قرار گرفتن در محدوده‌های مسطح و وجود ترکیباتی مانند رسوبات آبرفتی دارای بیشترین ضخامت مواد آبرفتی می‌باشند. از نظر زیر شاخص ضریب ذخیره نیز قسمت‌های شرقی در محدوده مورد مطالعه به دلیل وجود ترکیبات آبرفتی دارای بیشترین این مقدار هستند. یکی از معیارهای چهارگانه در این مطالعه، معیار خسارت سیلاب می‌باشد، با توجه به این مطلب که وزن‌دهی معیارها در این مطالعه براساس مطالعات پیشین انجام شده است و وزن معیار خسارت سیلاب با وزن‌های سایر معیارها (سیلاب، نفوذ و کاربرد سیلاب) یکسان در نظر گرفته شده است [۲۲] ولی همواره باید به این نکته توجه داشت که معیار خسارت سیلاب باید در راس توجه قرار گیرد. نتایج این تحقیق به وضوح نشان داد در بین همه شاخص‌ها بیشترین وزن مربوط به شاخص خسارت جانی می‌باشد.

منابع

- 1- Abdi, P., Ghayoumian, J., (2000). To determine appropriate locations for spreading DardashtZanjan using geophysical data and GIS. M.Sc. thesis. Imam Khomeini Higher Education Center. (In Persian)
- 2- Al-Sheikh, A. A., Soltani, M. J., & helali, H., (2002), GIS application in locating fields spreading. Geographical Research, 4 (17), 22-38. (In Persian)
- 3- Chowdhury, Alivia., K. Jha, Madan., Chowdary, V.M., (2010), Delineation of groundwater recharge zones and identification of artificial recharge sites in West Medinipur district, West Bengal, using RS & GIS and MCDM techniques, Environmental Earth Science, Volume 59, pp. 1209-1222.
- 4- Dadrasi, A., (2008). Fuzzy model is compared with other models compatible with the concept of GIS in flood prone areas using satellite data Senjederh locate ETM. Integrated Geomatics Conference and Exhibition on Geographical Names. Mapping the Nation. Tehran, May 2008. Pp., 10. (In Persian)
- 5- Deng, H., 1999. Multicriteria analysis with

university.273pp

15- Krishnamurthy, J., Kkumar, Venkates.N., Jayaraman, V., Manivel, M., (1996), An approach to demarcate ground water potential zones through remote sensing and geographic information system, International Journal of Remote Sensing, Volume 17, pp. 1867-1884.

16- Kosar, A., (1995). The introduction of flood control and optimize their productivity. Publications of Research Institute of Forests and Rangelands. Printing, page 530. (In Persian)

17- Md. Rejaur Rahman, , Z.H. Shia, Cai Chongfaa, 2009 . Soil erosion hazard evaluation—An integrated use of remote sensing, GIS and statistical approaches with biophysical parameters towards management strategies. Ecological Modelling 220 (2009) 1724–1734

18- Oakford, E.T., 1985, Artificial recharge: Methods, hydraulics, and monitoring. In: Asano T (ed) Artificial recharge of groundwater, Butterworth, 767 pp.

19- Rnvf, Stan (1996)., GIS mapping of the translation, printing of Surveying and Mapping - Page 313. (In Persian)

20- Soltani, M..J. (2002). GIS application in locating fields spreading. M.Sc. Thesis GIS.Department of Geodesy and Geomatics Engineering, KN Toosi University, Tehran. (In Persian)

21- Wahhabi, H., (1999). Principles, standards, objectives, constraints and research needs of the spreading system. The first workshop on research management and operation of the flood.State Soil Conservation and Watershed Management Research Center. (In Persian)

22- Zarcheshm, M. R., kheirkhahzarkash, M., Ghasemian, D., 2011. Integrating GIS and decision support systems for determining local appropriate spearing operations. (case study: mashkid watershed in sisthan and baloochestan), 18th conference national geomantic.

23- Zehtabiyan, G. R., Alavipanah, S. K., & Hamedpanah, R., 2001. Determination of an Appopriate Area for floodwater spreading by Remote Sensenig Data and GIS in tagharoodCatchment(iran). International Fedration of Surveyors.Seoul, Korea. 1-6 MayFatehi

fuzzy pair wise comparisons, International journal of Approximate

Reasoning.

6- Ghanadi Mohammadi, F., (2008). A system design decisions for the basin. M.Sc. Thesis Tarbiat Modares University. (In Persian)

7- Ghayoumian, J., Saravi, M., Feiznia, S., Nouri, B., & Malekian, A., 2007. Application of GIS techniques to determine most suitable areas for artificial groundwater recharge in coastal aquifer in the southeranIran .Jour. Of Asia Earth Sciences.20April,2007,30(2):364-374.

8- Ghermezcheshmeh, b., Ghayoumian, J., & Mahdin. M, H., (2000). Parameters required to determine the location of flood (case study, plain Mymh Isfahan). Proceedings of the Second Congress of water spreading project achievements. Pp. 50-39. (In Persian)

9- Ghodosi, j., (1999). Flood approaches and their applications.The first workshop on operational management of the flood.Tehran 1378, Soil Conservation and Watershed Management Research Center in the country. (In Persian)

10- Hekmatpour , M., FaizNia, S., Ahmadi, H., & Khalilpuor, A., (2007). In plain zoning suitable areas for artificial recharge to GIS and Decision Support System (DSS). Journal Ecology. 33 (42), 1-8. (In Persian)

11- Jafari, S. M., (2000). Studying the factors affecting localization Mstdpkhsh flood areas. Conference Proceedings stations spreading gains. Soil Conservation and Watershed Management Research Center in Tehran. (In Persian)

12- Jamali, A. A., (2007). Spatial decision support system (SDSS), the proper operation of the biological and mechanical soil conservation. Ph.D. Dissertation, College of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, pp. 156. (In Persian)

13- kheirkhah Zarkesh, M., Meijern, K. A. M. J., & Goodarzi, M., 2008. Decision Support System (DSS) for site section for floodwater spreading schems using remote sensening (RS) and GeogarpicalinfrmationS ystem(GIS). Jour. Desert,12(2):99-107.

14- kheirkhah Zarkesh, M., 2005. DSS for floodwater site selection in iran.Ph.D thesis.Wageningen

Abstract**Suitable Site selection for the flood spreading projects Using GIS and Analytical Hierarchy Process (AHP) (Case Study: Central Plain of Khoramabad)**S. Fatehi¹, H. Ahmadi², J. Ghodosi³ and F. Taheri Sarteshnizi⁴

Received: 2013. 11. 06 Accepted: 2015. 04. 20

Use of flood distribution as a tool to reduce flood damage associated by optimizing the exploitation of floods to restore natural resources and environmental resources has been fashionable in many parts of the world. Considering the number of parameters identifying zones or areas appropriate for flood spreading plans, particularly aimed at feeding aquifers, the use of modern methods of production and new methods of synthesis and the decision making is inevitable. In this study, the Central Plains Khorramabad was selected as the study area. Method in this study is based on a hierarchical analysis process. The purpose of this study is the use of decision support systems and geographic information systems in order to achieve the appropriate places to distribute floods, and after identifying the criteria, indicators and sub-indicators associated by targets (based on the review of internal and external sources), the mentioned criteria, indicators and sub-indicators were weighted using the AHP and the priority of each criteria and sub-criteria was identified. The study includes four main criteria, 11 indicators, and 18 sub-criteria. In this study, the weights of the main criteria were considered identical. The results showed that for 11 indicators, the highest and the lowest weight is related to physical damage index and aquifer parameters, respectively. For 18 sub-indicators in this study, the highest and the lowest weight is related to Sub-criteria of the flood event number and Sub-criteria of water needed for industrial activities. Assessment of appropriate regions to distribute flood in the topographical viewpoints showed that most of regions occur in range of 1200 meters, in east aspect and in >10% slope class. Results of region zoning to distribute flood showed that the highest and the lowest of the study area occurs appropriate and most appropriate class for flood distribution.

Keywords: *Flood spreading, Geographic Information Systems (GIS), Analytic Hierarchy Process (AHP), Criteria for Decision-making and Khorramabad*

1- postgraduate of Master of Watershed Management, University of Medical Sciences of Tehran Corresponding Author Email: fatehisahar@yahoo.com

2-Full Professor Department of Watershed Management, University of Medical Sciences of Tehran

3- Associate Professor, Department of Environmental Sciences, University of Medical Sciences of Tehran

4- M.Sc. Student of Forestry, Natural Resources Faculty, University of Tehran