

مکانیابی مناطق مستعد پخش سیلاب در استان گلستان

لطف الله پارسایی^{۱*}، اراز محمد مفیدی خواجه^۲ محمدرضا پارسا مهر^۳ -- محمدعلی صلیبی^۴

۱- نویسنده مسئول، مربی پژوهشی بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان.
(la_parsa@yahoo.com)

۲- محقق پژوهشی، بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان.
(Arymofidi@yahoo.com)

۳- محقق پژوهشی، بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان.
(mohamadrezaparsamehr@yahoo.com)

۴- محقق پژوهشی، بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان.
(mohamadalisolbi@yahoo.com)

چکیده

بخش عمده‌ای از کشور ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک بوده و آب بعنوان یک عامل محدود کننده فعالیت‌های بشری در این مناطق به شمار می‌آید. وجود سیلاب‌های مخرب و کمبود آب در این مناطق، لزوم مهار سیلاب‌ها و بهره‌وری از آنها را ایجاب می‌کند. از طرفی وجود مخروط افکنه و دشت‌های آبرفتی درشت‌دانه که حاصل عملکرد سیلاب‌ها در اعصار گذشته است، موجب گردیده تا انباشت رسوبات درشت‌دانه با ضخامت‌های قابل توجه، مخازن زیرزمینی مناسبی را پدید آورد که می‌توانند حجم زیادی آب را در خود جای دهند. بررسی‌های انجام شده نشانگر اثرات مثبت طرح‌های پخش سیلاب یا تغذیه مصنوعی بر آب زیرزمینی در این مناطق می‌باشد. این تحقیق با هدف تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب با استفاده از مدل‌های تلفیقی تصمیم‌گیری چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی در استان گلستان اجرا گردید. بدین منظور پارامترهای شیب، سازندهای کواترنری، قابلیت اراضی، نفوذپذیری سطحی و ضخامت آبخوان انتخاب و نقشه مربوطه آنها در محیط GIS تهیه گردید. جهت وزندهی لایه‌ها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و نرم افزار Expert Choice استفاده شد. اوزان محاسبه شده، در نقشه‌های کلاس‌بندی شده اعمال و نقشه نهایی پهنه‌بندی شده در ۳ کلاس نامناسب، مناسب و کاملاً مناسب تهیه گردید. در این تحقیق بدلیل شرایط خاص در استان گلستان، بدون در نظر گرفتن کاربری اراضی بعنوان نقشه محدود کننده در نهایت بیش از ۸۸ درصد منطقه مورد مطالعه در طبقه نامناسب، ۸/۷ درصد در طبقه مناسب، ۳/۳ درصد در کاملاً مناسب قرار گرفت. نتایج نشان داد که با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان مناطق مستعد از نظر پخش سیلاب را با زمان و هزینه کمتر اولویت‌بندی و تعیین نمود. همچنین نتایج نشان داد که مناطق کاملاً مناسب جهت تغذیه مصنوعی آبخوان اغلب در حاشیه دشت، آبرفت‌ها و مخروط‌افکنه‌های آبرفتی دانه درشت تا متوسط با شیب کمتر از ۵ درصد واقع شدند.

واژه‌های کلیدی:

تغذیه مصنوعی، مدیریت منابع آب، AHP، استان گلستان

۱- مقدمه

در نقاط خروجی حوزه‌های آبخیز، عرصه‌های وسیع رسوبات درشت‌دانه وجود دارد که انباشت رسوبات سیلاب در آنها محل مناسبی برای رسیدن به بهره‌وری و توسعه پایدار کشاورزی و احیاء منابع طبیعی است. دلیل اصلی این امر، افزون ببر شرایط طبیعی زمین و ویژگی‌های بارش، توان قابل ملاحظه این عرصه‌ها، برای توسعه کشاورزی و افزایش تولیدات گیاهی همراه با احیای جنگل‌ها و مراتع می‌باشد. در چنین مناطقی، کمبود آب از یک طرف مهمترین عامل محدودکننده توسعه پایدار بوده و از سوی دیگر سیلاب‌های فصلی عامل مهم تخریب و ایجاد خسارت می‌باشد. وجود مخروط‌افکنه و دشت‌های آبرفتی درشت‌دانه که حاصل عملکرد سیلاب‌ها در اعصار گذشته است، موجب گردیده تا انباشت رسوبات درشت‌دانه با ضخامت‌های قابل توجه، مخازن زیرزمینی مناسبی را پدید آورد که می‌توانند حجم زیادی آب را در خود جای دهند. بررسی‌های انجام شده نشانگر اثرات مثبت طرح‌های پخش سیلاب یا تغذیه مصنوعی بر آب زیرزمینی در این مناطق می‌باشد. از طرف دیگر سیل به عنوان مخرب‌ترین پدیده طبیعی در استان گلستان شناخته شده که همه ساله تلفات جانی و خسارات مالی بسیاری در نقاط مختلف به بار می‌آورد. کنترل و هدایت سیلاب به آبخوان‌ها، روشی ارزان قیمت جهت استفاده بهینه از سیلاب‌ها برای تغذیه مصنوعی و احیاء پوشش گیاهی است که کاهش خسارات ناشی از سیلاب را نیز به همراه دارد علاوه بر آن، سالانه مقدار زیادی از آب‌های سطحی به صورت سیلاب هدر می‌رود و در مسیر خود مقادیر متناهی خاک را تخریب می‌کند. با توجه به اینکه دو منبع تجدید شونده آب و خاک، نقش اساسی در توسعه اقتصادی کشور دارند، ضروری است برای حفظ این دو منبع تمهیدات خاصی اندیشیده شود. از میان روش‌های متفاوت ذخیره آب به صورت طبیعی و مصنوعی، روش تغذیه مصنوعی بیا پخش سیلاب، محاسن زیادی نسبت به سایر روش‌ها دارد. زیرا اصولاً سفره‌های آب زیرزمینی را می‌توان به عنوان یک مخزن طبیعی جهت ذخیره آب‌های سطحی مورد استفاده قرار داد بدین صورت که آب‌های جاری در دوره‌های مرطوب را با استفاده از روش‌های تغذیه مصنوعی وارد آبخوان نموده و در دوره‌های خشک که نیاز آبی افزایش می‌یابد مورد بهره‌برداری قرار داد. این موضوع زمانی اهمیت پیدا می‌کند که در یک منطقه برای تامین آب مورد نیاز اقدام به بهره‌برداری بیش از حد مجاز سفره آب زیرزمینی شده و در نتیجه، از نظر کمی و کیفی اثرات منفی در سفره به وجود آمده باشد. تعیین مکان‌های مناسب جهت پخش سیلاب از اهمیت بسیاری در میزان موفقیت آن دارد که لازم است با دقت و سرعت مورد نظر انجام گیرد.

در صورت مهار آن و تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی، علاوه بر جلوگیری از خسارات، می‌توان اقدام به استفاده مفید و مناسب و ببه موقع از سیلاب‌ها نمود. در حال حاضر پخش سیلاب بر آبخوان‌ها یکی از روش‌های مناسب برای مهار و استفاده بهینه از سیلاب و تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود. این در حالیست که تعیین مکان‌های مناسب جهت اجرای طرح‌های پخش سیلاب با استفاده از روش‌های سنتی و متداول بسیار دشوار بوده و اکثراً باعث بروز مسائل و مشکلات پیچیده‌ای در این زمینه می‌شود. سیستم اطلاعات جغرافیایی و ابزارها و تکنیک‌های آن توانایی آن را دارد که با تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعاتی در قالب مدل‌های مختلف و در حداقل زمان در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب برای پخش سیلاب مورد استفاده قرار گیرد.

در حال حاضر با توجه وضعیت توپوگرافی و شرایط ژئومورفولوژیکی حاکم بر استان گلستان می‌توان گفت که عمده آب‌های سطحی و زیرسطحی استان گلستان در آبخیزهای گرگانرود و قره‌سو تولید می‌گردد و بیش از ۹۰ درصد جمعیت استان نیز در این حوزه‌ها ساکن هستند و عمده تولیدات کشاورزی و صنعتی و دامداری استان نیز در محدوده این حوزه‌ها وجود دارد. با توجه ببه محدودیت آب، بسیاری از اراضی در فصول خشک یا به زیر کشت نمی‌روند و یا با افت شدید محصول روبرو می‌شوند و حتی بسیاری از مردم در اراضی پایین دست برای تامین آب شرب با مشکلات جدی روبرو می‌باشند. از طرف دیگر به علت استفاده زیاد از آب‌های زیر سطحی با کاهش و افت سالانه آب در سفره‌های زیرزمینی روبرو هستیم لزوم توجه و شناخت پتانسیل‌های جدید و مدیریت صحیح آن می‌تواند گام موثری در راستای توسعه پایدار باشد از این رو این تحقیق با هدف شناخت پتانسیل بالقوه برای ذخیره‌سازی و بهره‌برداری از سیلاب انجام می‌گیرد.

در زمینه مکان‌یابی مناطق مناسب برای احداث سامانه‌های پخش سیلاب نیز تحقیقات مختلفی با هدف گزینش مکان‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زمینی انجام گرفته است. در تحقیقات انجام شده عموماً ویژگی‌های زمین‌ساختی نهشته‌های کواترنری ممد نظر قرار گرفته است.

سلطانی (۱۳۸۱)، تحقیقی را در مورد ارزیابی اراضی به منظور مکان‌یابی عرصه‌های مستعد پخش سیلاب در محیط GIS در جنوب

ایران انجام داده‌اند. آنها برای این منظور از لایه‌های اطلاعاتی شیب، قابلیت اراضی، نفوذپذیری، سطحی، واحدهای ککواتر، ضخامت آبرفت و کاربری اراضی استفاده نمودند. به لایه اطلاعاتی با توجه به میزان اهمیت هر یک در مکان‌یابی وزن خاصی داده شده و با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در قالب مدل‌های Fuzzy logic و Boolean Logic, Index Overlay و مقایسه نتایج حاصل با عرصه‌های کنترل، نقشه مکان‌های مناسب پخش سیلاب در هر مدل را بدست آوردند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مدل Fuzzy logic بیشترین همپوشانی با عرصه‌های کنترلی را داشته و بهترین مدل تلفیق برای تعیین مکان‌های مناسب پخش سیلاب در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

امیری و یعقوبی (۱۳۸۵) برای ارزیابی عرصه پیشنهادی پخش سیلاب در علی‌آباد دماق ملایر از مولفه‌های شیب، توپوگرافی، نفوذپذیری، قابلیت انتقال، هدایت الکتریکی آب و وضعیت لیتولوژی منطقه استفاده کردند. نتایج نشان داد که نفوذپذیری ۵/۷ سانتی متر بر ساعت، شیب ۲/۴۲ درصد، هدایت الکتریکی معادل ۸۰۰ میکروموس بر سانتی متر و ضخامت آبرفت ۶۰-۲۵ متر شرایط مناسب جهت سامانه پخش سیلاب است.

فرجی سبکبار و همکاران (۱۳۹۰) برای مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقه گریگان فسا از ۹ پارامتر شامل شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی، قابلیت انتقال، ضخامت آبرفت، تراکم زهکشی و هدایت الکتریکی استفاده کردند. پارامترهای مذکور را در مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به صورت زوجی مقایسه کرده و وزن عوامل و پارامترها را محاسبه نمودند. پس از تلفیق لایه‌ها در محیط GIS نقشه نهایی بر اساس مدل AHP به ۵ کلاس کاملاً خیلی مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و کاملاً نامناسب تقسیم شده است. نتایج نشان داد که مناطق مستعد پخش سیلاب در واحدهای کواترنری قرار گرفته‌اند. این مناطق از نظر ژئومورفولوژی و کاربری اراضی به ترتیب در دهانه مخروط افکنه ها، دشت سرها و مراتع کم تراکم قرار گرفته که با موقعیت ایستگاه پخش سیلاب کوثر انطباق و هماهنگی دارد. رضانی مهریان (۱۳۹۱) با استفاده از منطق فازی و ترکیب روشهای AHP و FETOPSIS در دشت شمیل، محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی را مورد بررسی قرار داده و برای اعتباردهی به روش پیشنهادی، نتایج آن را با نتایج بدست آمده از روش AHP مقایسه کرده است. ایشان در این تحقیق از معیارهای شیب، هدایت الکتریکی، نیروی سیل‌خیزی، زمین‌شناسی، کاربری زمین و عمق آبهای زیرزمینی بهره جسته‌اند.

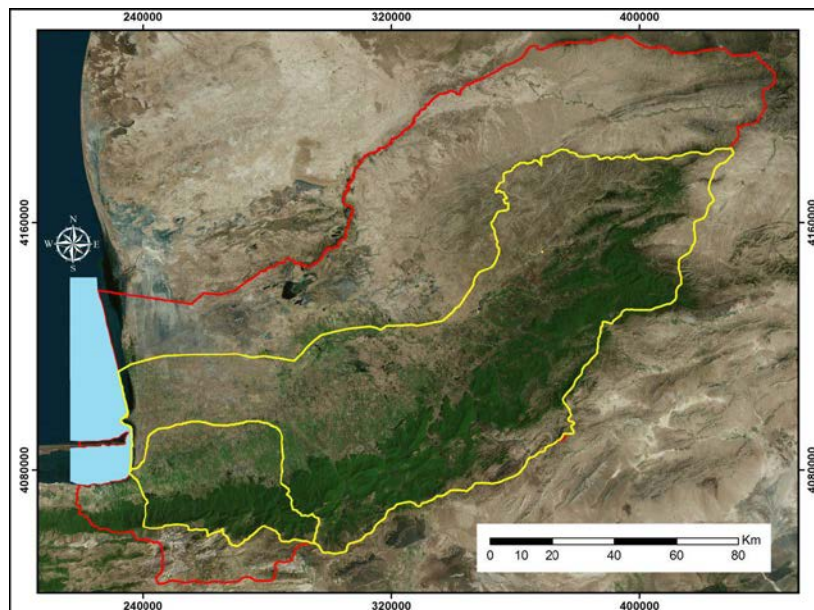
آقای منصور خواجه ۱۳۸۱ رساله دکتری خود را با عنوان بررسی رسوب شناسی و رسوبزایی نهشته ای کواترنر حوزه بیل چشمه و رامیان انجام داد که قسمتی از آن به بررسی مخروط افکنه های آبخیز گرگانرود پرداخته شد.

۲- مواد و روش‌ها

استان گلستان با مساحتی بالغ بر ۲۰ هزار کیلومتر مربع، یکی از استان‌های شمالی ایران می‌باشد که بعنوان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی شناخته شده است و سهم زیادی در تولید برخی از محصولات استراتژیک مثل گندم، پنبه، دانه‌های روغنی، برنج، مرکبات و ... دارد که ارتباط مستقیمی با آب و آبیاری سالانه دارد. از نظر ژئومورفولوژیک نیز، شکل ناهمواری‌های استان گلستان به گونه‌ای است که به روشنی می‌توان آن را به دو قلمرو جلگه‌ای و کوهستانی تقسیم نمود. امتداد و جهت رشته‌کوه‌های البرز، به صورت دیواری مرتفع در مسافتی طولانی، خط ساحلی و جلگه‌های کناره‌ای دریای خزر را محصور کرده‌است. بدین علت، تقریباً در سراسر استان، شیب زمین از ارتفاعات به سوی جلگه و دریای خزر (از شمال به جنوب به سوی سواحل جنوبی و از شرق به غرب به سوی سواحل شرقی دریا) کاهش می‌یابد. در محل تلاقی جلگه و کوهپایه‌های شمالی البرز، به علت شدت فرسایش و تراکم آبرفت، قسمتی از ناهمواری‌های قدیمی به وسیله رسوبات جدیدتر پوشیده شده و تنها در بعضی نقاط به صورت تپه ظاهر شده‌اند. در قلمرو جلگه‌ای سواحل شرقی دریای خزر، تحت تأثیر نسیم دریا و بادهای محلی، تپه‌های ماسه‌ای ساحلی تشکیل شده و سدی طبیعی و کم ارتفاع، بین دریا و جلگه پدید آورده‌اند. ضمن اینکه که پدیده تشکیل تپه‌های ماسه‌ای در حال حاضر فقط در سواحل جنوبی خزر انجام می‌شود در حالی که در سواحل شرقی، یعنی از بندر ترکمن تا ارتفاعات غربی خراسان، در سطح جلگه، تپه‌های ماسه‌ای سخت و تثبیت شده‌ای وجود دارند که در گذشته‌ای دور (هولوسن) تشکیل شده‌اند. همچنین در قسمت شرقی و شمال شرقی جلگه گلستان، رسوبات ضخیم لسی به صورت تپه مهور نسبتاً مرتفع درآمده‌اند. رشته کوه‌های البرز که بر اثر کوهزایی آلپی دوره ترشیاری تشکیل شده، در طول بیش از ۷۵۰ کیلومتر جلگه‌های ساحلی شمال ایران را از قسمت داخلی ایران جدا نموده‌است. بخشی از البرز مرکزی و تمامی البرز شرقی در محدوده استان گلستان قرار دارند.

۱-۲- تعیین محدوده مورد مطالعه

با توجه به مطالعات انجام شده و فاکتورهایی که لازم جهت مطالعه طرح‌های مربوط به تغذیه مصنوعی لازم است در هر آبخیز حاکم باشد، حوزه‌های آبخیز گرگانرود و قره‌سوجهدت مطالعه مربوط به مکان‌یابی پخش سیلاب در نظر گرفته شده‌اند و به همین دلیل مطالعات حاضر به این دو حوزه آبخیز که بیش از نیمی از مساحت و بیش از ۹۰ درصد مناطق کوهستانی استان در آن واقع شده است به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شده است.



شکل ۱-۲ نقشه حوزه‌های آبخیز و محدوده مورد مطالعه در استان گلستان

۲-۲- حوزه آبخیز گرگانرود

حوزه آبخیز گرگانرود در بخش جنوب شرقی دریای خزر بین مختصات جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده است مساحت حوزه گرگانرود حدود ۱۱۴۵۷ کیلومترمربع می‌باشد که از این مقدار ۳۶۲۵ کیلومترمربع جنگل و ۳۲۴۷ کیلومترمربع مرتع و ۴۵۸۴ کیلومترمربع را نیز زمین‌های زراعی تشکیل می‌دهد.

۲-۳- حوزه رودخانه قره‌سو

حوزه رودخانه قره‌سو در غرب و جنوب غربی استان گلستان واقع شده و از شمال و شرق به حوزه گرگانرود و از غرب به حوزه خلیج گرگان و از جنوب به حوزه نکارود محدود می‌گردد. ارتفاعات درازنو و جهان‌نما و شهرهای گرگان، کردکوی و جلین در این حوزه قرار داشته و حدود ۷۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد.

سیستم رودخانه‌ای این حوزه شامل یک رودخانه اصلی به نام قره‌سو با روند شرقی - غربی و نیز تعدادی رودخانه فرعی موازی هم که از ارتفاعات جنوبی سرچشمه گرفته‌اند، می‌باشد. رودخانه‌های فرعی با راستای جنوب به شمال، هر یک جداگانه به رودخانه قره‌سو و از طریق رودخانه قره‌سو در محل سیاه‌آب به خلیج گرگان می‌ریزند.

۲-۴- روش تحقیق

تحلیل چندمعیاری در سال ۱۹۶۰ به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری ظهور کرد. با این تکنیک، چندین معیار می‌تواند به طور همزمان در یک وضعیت پیچیده در نظر گرفته شود. این روش برای کمک به تصمیم‌گیران جهت ادغام گزینه‌های مختلف، انعکاس نظرات مدعیان مربوطه، در یک چارچوب آینده‌نگر و گذشته‌نگر طراحی شده است. مشارکت تصمیم‌گیران در این فرایند یک بخش مرکزی از

این روش است. نتایج معمولاً برای ارائه نظرهای موثر یا توصیف‌هایی برای فعالیت‌های آینده هدایت می‌شوند. روشهای ارزیابی چند معیاره به ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری بر اساس معیارهای متضاد می‌پردازد.

۱-۴-۲- تهیه پرسشنامه

مهمترین بخش در روش‌های مبتنی بر نظر کارشناسی، فرایند پردازش داده می‌باشد. بطوری که اگر این فرایند به عنوان پایه کار به شکل صحیحی انجام شود، نتایج کار نیز تا حد بسیار زیادی قابل اعتماد می‌باشد. از مهمترین ابزارهای داده سازی پرسشنامه‌ها هستند. پرسشنامه‌های این تحقیق بر اساس مدل AHP تدوین شدند به گونه‌ای که در مدل تحلیل سلسله مراتبی، اساس کار تعیین میزان ارجحیت بین گزینه‌ها بر اساس مقایسات زوجی است. لذا در تحقیق حاضر جهت رده‌بندی معیارها، گزینه‌ها و محاسبه اهمیت نسبی آنها، ارزیابی کارشناسان از معیارها به صورت زوجی صورت گرفت. کیفیت نظرات کارشناسان به وسیله درجات مختلف (۱ تا ۹) مقایسه شد. پس از امتیازدهی در روش تحلیل سلسله مراتبی، مرحله بعدی تلفیق قضاوتهاست. بدین معنی که باید عملیاتی را انجام داد که از طریق آن عددی به دست آید (وزنها) که نمایانگر اولویت هر عنصری باشد. برای این منظور مقادیر مقایسات زوجی پرسشنامه به صورت ماتریس اعداد وارد مدل Expert Choice گردید. سپس وزن هر یک از معیارها با استفاده از روش مقایسه زوجی در نرم‌افزار مذکور محاسبه گردید. پس از وارد کردن هر ماتریس مقایسه زوجی، مدل نموداری از وزنها و نرخ ناسازگاری توسط نرم افزار نمایش داده می‌شود. در این پژوهش نیز پس از اعمال داده‌های خام در محیط نرم‌افزار، نرخ ناسازگاری محاسبه و بررسی گردید. جهت تصمیم‌گیری گروهی، اقدام به تهیه حدود ۱۵ پرسشنامه شد که در این پرسشنامه‌ها همه معیارها به صورت زوجی با هم مقایسه شدند. سعی شد این پرسشنامه‌ها توسط افراد متخصصی پر شود که در زمینه پخش سیلاب تجربه کافی داشته باشند. پرسشنامه‌ها بین افراد متخصص تقسیم و پس از تکمیل این فرمها، جمع‌آوری و جهت آنالیزهای بعدی به محیط نرم‌افزار Expert Choice وارد گردید.

with respect to: Site selection																			
1	Slope	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Land
2	Slope	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geology
3	Slope	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	thickness
4	Slope	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infiltration
5	Land	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geology
6	Land	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	thickness
7	Land	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infiltration
8	Geology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	thickness
9	Geology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infiltration
10	thickness	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infiltration

شکل ۲-۲ نتایج مربوط به پرسشنامه معیارهای مورد بررسی

۲-۴-۲- تهیه انواع نقشه‌های مورد نیاز

پس از تهیه پرسشنامه، نقشه‌های مختلف فاکتورهای مورد بررسی در پرسشنامه شامل نقشه زمین‌شناسی (واحدهای کواترنری)، نقشه قابلیت اراضی، کلاس‌بندی نقشه شیب، نقشه نفوذپذیری سطحی، نقشه ضخامت آبرفت، نقشه کاربری اراضی در محیط GIS تهیه گردید.

۳-۴-۲- تهیه نقشه شیب از DEM و بررسی آن

شیب حوزه یکی از فاکتورهای بسیار مهم در واکنش هیدرولوژیکی و همچنین زمان تمرکز آبخیز می‌باشد. هر چه شیب عمومی آبخیز افزایش یابد زمان تمرکز کوتاه‌تر می‌شود، زیرا آب در شیب‌های تندتر سریع‌تر حرکت می‌کند و زودتر به خروجی حوزه می‌رسد.

بنابراین آبخیزهای با شیب تند از مقدار دبی بیشتری نسبت به آبخیزهای کم شیب و یا تقریباً مسطح برخوردار هستند. بطوری که به علت نفوذ کمتر آب در شیب‌های تند می‌توان انتظار دبی بالاتری را داشت. از طرفی عامل شیب را می‌توان یکی از فاکتورهای بسیار مهم در میزان فرسایش و مقدار رسوب‌دهی آبخیز دانست. هر چند فاکتورهای دیگری نظیر شکل آبخیز، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و غیره هر کدام به نحوی در وقوع جریان‌ات سطحی و فرسایش تاثیر می‌گذارند ولی عامل شیب و توپوگرافی حوزه شدت تمامی عوامل تخریب را سرعت می‌بخشد. همچنین فاکتور مؤثری در تعیین نوع کاربری می‌باشد. بدین منظور با استفاده از فیلترهای مناسب و دستورات موجود در نرم افزار Arc Gis شیب بر حسب درصد محاسبه گردیده است.

۴-۳- مدل‌سازی و تلفیق لایه‌ها در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی

پس از اینکه لایه‌های مربوط به هر کدام از معیارها تهیه گردید، لایه‌های مذکور در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به فرمت رستری با ابعاد ۵۰*۵۰ تبدیل گردید. جهت تهیه لایه‌های نهایی مدل سازی اوزان محاسبه شده هر معیار لایه مربوطه اعمال و لایه‌های اطلاعاتی حاصل شده توسط تابع Raster Calculator با یکدیگر تلفیق و نقشه نهایی مکانهای مناسب تغذیه مصنوعی حاصل شد.

۳- نتایج و بحث

برای مکانیابی پخش سیلاب معیارهای گوناگونی موثر است که مسلماً اهمیت همه معیارها به یک اندازه نبوده و هر متخصص بنابر تشخیص خود معیارها را اولویت بندی می‌کند. در این پژوهش برای استفاده از نظرات و تجربیات کارشناسان جهت وزن دهی معیارها و زیرمعیارها از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. پس از تعیین معیارها، تکمیل، تنظیم و جمع آوری پرسشنامه، تجزیه و تحلیل در نرم افزار Export Choice صورت گرفت و هر معیار با توجه به اهمیتی که کارشناسان در پرسشنامه مشخص نموده‌اند وزن دهی شدند.

۳-۱- نقشه‌های نهایی معیارها

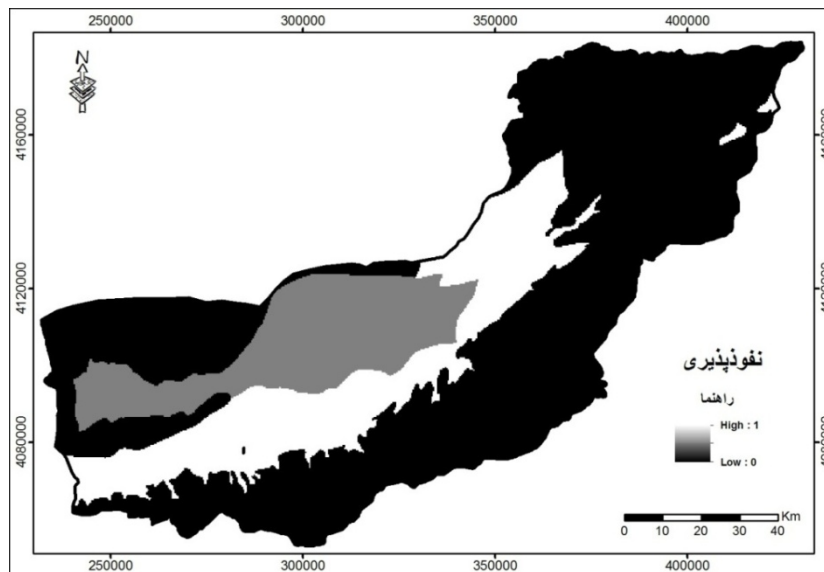
نقشه‌های نهایی با توجه به استانداردها یا طبقه بندی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شدند. از آنجایی که وزن محاسبه شده توسط روش تحلیل سلسله مراتبی بین ۰ و ۱ است، لذا برای هر کدام از طبقات مقادیر عددی با توجه به اهمیت هر کدام از طبقات و همچنین مطالعات صورت گرفته (رفرنس) تعیین شد بطوری که پس از تعیین ارزش برای هر یک از کلاس معیارها، نقشه‌ها به فرمت رستری تبدیل و میزان وزن بدست آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی در نقشه‌های رستری تهیه شده ضرب گردید. نقشه نهایی ۵ معیار انتخاب شده، نقشه شیب، قابلیت اراضی، سازندهای زمین‌شناسی (واحدهای کوآترنر)، نفوذپذیری سطحی و ضخامت آبرفت را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۱- مساحت طبقه‌بندی نفوذپذیری از دیدگاه پخش سیلاب در آبخیزهای گرگانرود و قره‌سو

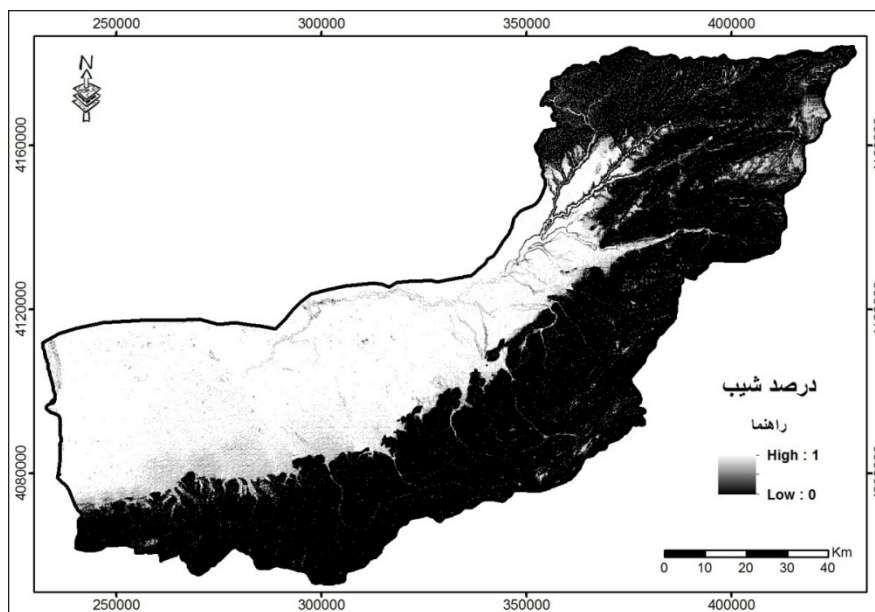
نامناسب	متوسط	مناسب	کلاس
۷۴۴۶۰/۱	۱۷۸۶۰/۶	۲۳۴۴۰/۰	مساحت (هکتار)

جدول ۳-۲- مساحت طبقه‌بندی شیب از دیدگاه پخش سیلاب در آبخیزهای گرگانرود و قره‌سو

نامناسب	متوسط	مناسب	کلاس
۶۰۲۸۰۰	۴۳۷۰۰/۶	۵۰۹۸۰۰	مساحت (هکتار)



شکل ۳-۱- نقشه وزن دار شده نفوذپذیری سطحی جهت مدل سازی پخش سیلاب



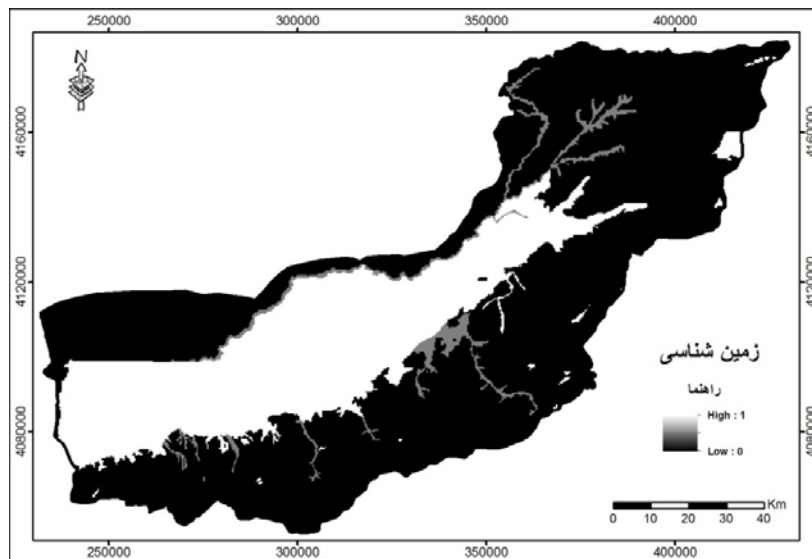
شکل ۳-۲- نقشه وزن دار شده درصد شیب جهت مدل سازی پخش سیلاب

جدول ۳-۳- مساحت طبقه‌بندی ساختار زمین شناسی از دیدگاه پخش سیلاب در آبخیزهای گرگانرود و قره‌سو

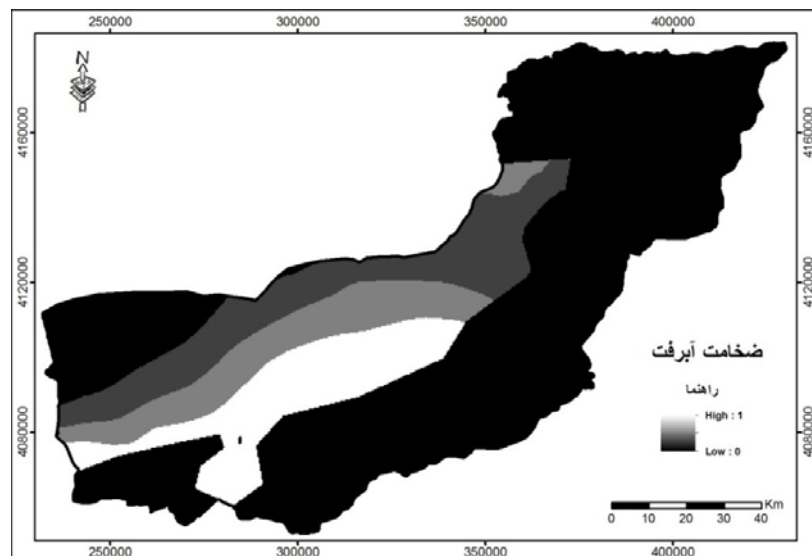
نامناسب	متوسط	مناسب	کلاس
۷۷۲۵۰۰/۳	۳۷۹۰۰/۴	۳۴۷۱۰۰/۹	مساحت (هکتار)

جدول ۳-۴- مساحت طبقه‌بندی ضخامت آبرفت از دیدگاه پخش سیلاب در آبخیزهای گرگانرود و قره‌سو

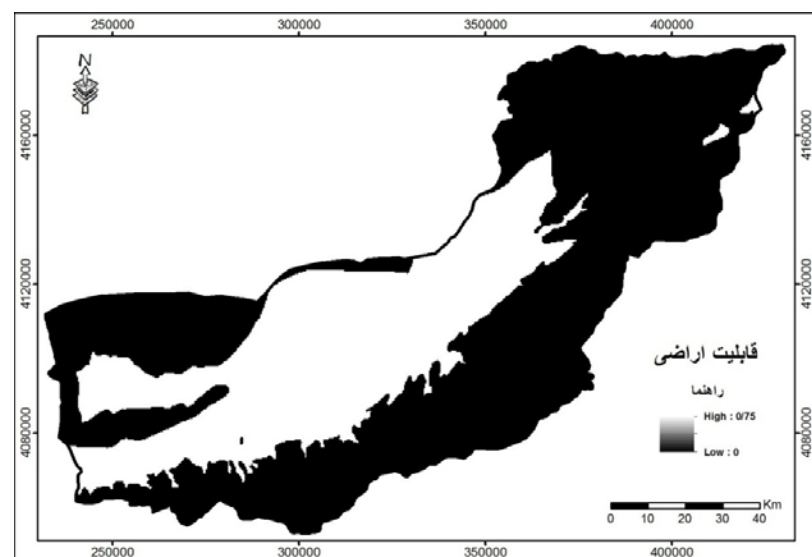
نامناسب	متوسط	مناسب	کلاس
۹۰۱۵۵۰۰/۹	۱۱۷۰/۷	۱۳۸۹۰۰/۹	مساحت (هکتار)



شکل ۳-۳- نقشه وزن دار شده زمین‌شناسی جهت مدل‌سازی پخش سیلاب



شکل ۴-۳- نقشه وزن دار شده ضخامت آبرفت جهت مدل‌سازی پخش سیلاب

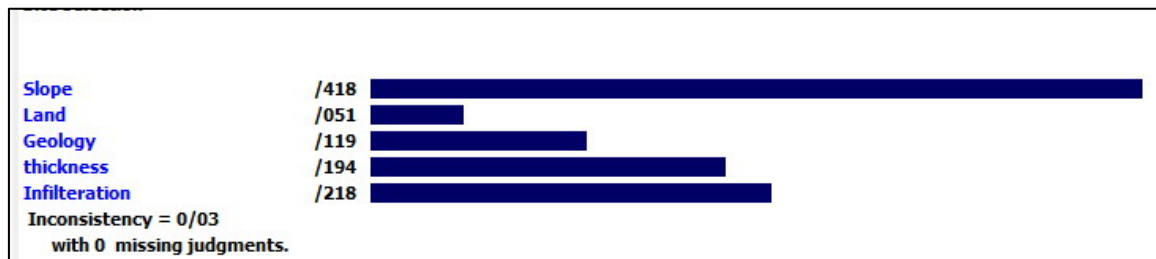


شکل ۵-۳- نقشه وزن دار شده قابلیت اراضی جهت مدل‌سازی پخش سیلاب

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی بدون در نظر گرفتن اهمیت هر کدام از آنها در مکان‌یابی، نمی‌تواند ارزش واقعی لایه‌های اطلاعاتی را در مدل‌سازی نشان داده و ممکن است واحدهای با ارزش متفاوت در یک کلاس قرار گیرند برای تقلیل این خطا به میزان قابل توجه، ابتدا وزن هر کدام از لایه‌ها از طریق تحلیل سلسله‌مراتبی تعیین و پس از تبدیل همه لایه‌ها به فرمت رستری، وزنها در لایه‌ها ضرب شده و در نهایت عمل تلفیق صورت گرفت بطوری‌که در این تحقیق با توجه به موقعیت منطقه مورد مطالعه، آمار و اطلاعات موجود، از شش لایه اطلاعاتی شیب، قابلیت اراضی، واحدهای کواترنری، نفوذپذیری سطحی، ضخامت‌آبرفت و کاربری اراضی استفاده شد از ۵ لایه جهت مدل‌سازی مکان‌یابی پخش سیلاب و از لایه کاربری اراضی جهت تأیید مکان‌های مستعد شناسایی شده استفاده گردید.

۲-۳- رتبه‌بندی معیارهای مکانیابی با استفاده از مدل AHP

برای سنجش میزان وزن معیارها، تمام معیارها نسبت به هدف ارزیابی می‌شوند. پرسش‌نامه‌ها با هدف مکانیابی مناطق مستعد پخش سیلاب در محیط نرم‌افزار Expert Choice مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. پرسش‌نامه‌هایی که ضریب ناسازگاری آنها بیشتر از ۰/۱ بود حذف گردید. شکل ۳-۶ نمودار وزن نسبی معیارها را نسبت به هدف مکان‌یابی تغذیه مصنوعی نشان می‌دهد در این راستا معیار شیب با مزه نسبی ۰/۴۱۸ درجه اهمیت بیشتری برخوردار است.

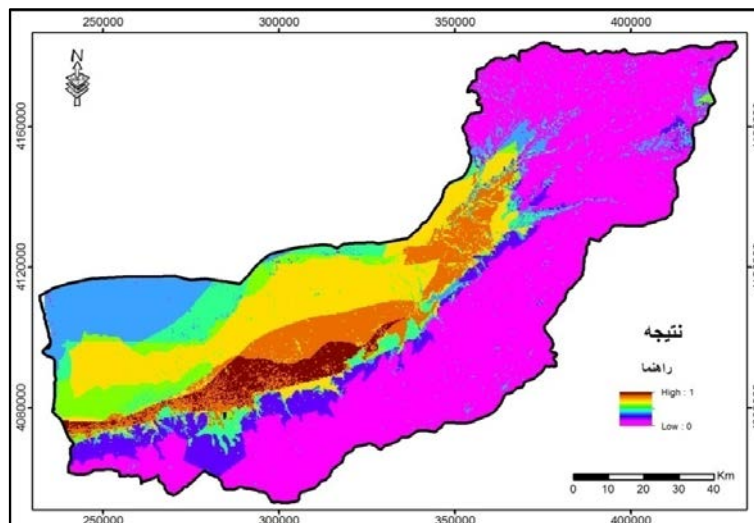


شکل ۳-۶ نمودار وزن پارامترهای موثر در مکانیابی پخش سیلاب

با توجه به شکل ۳-۶ ملاحظه می‌شود که پارامتر شیب، اولویت اول و پارامترهای نفوذسطحی، ضخامت آبرفت، نوع سازندکواترنری و قابلیت اراضی، مراتب بعدی را بخود اختصاص دادند. بطوری‌که پارامتر شیب با وزن ۰/۴۱۸ بالاترین وزن و پارامتر قابلیت اراضی کمترین میزان وزن را به خود اختصاص داد.

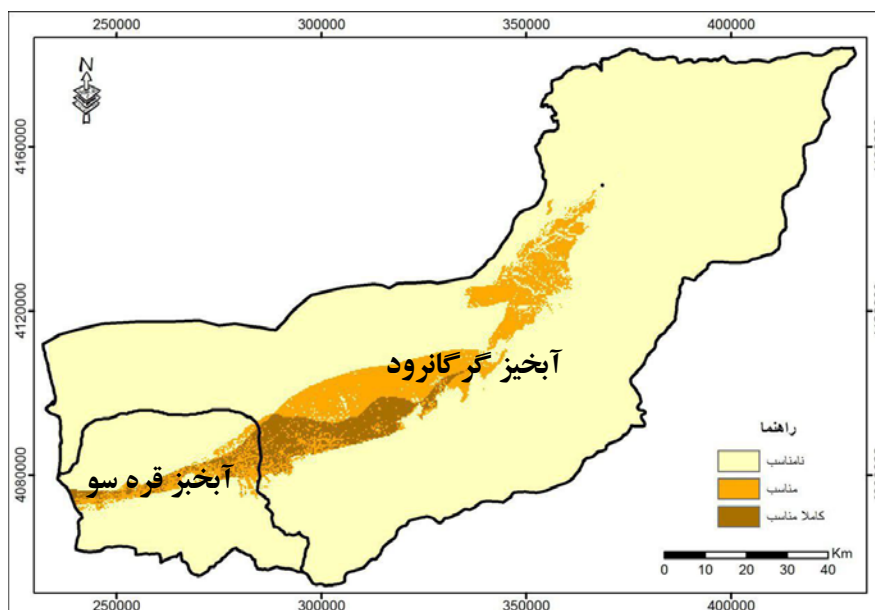
۴-۳- مدل‌سازی و تلفیق لایه‌ها در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی

پس از اینکه لایه‌های مربوط به پارامترهای شیب، قابلیت اراضی، نوع سازندهای کواترنری، ضخامت آبرفت و نفوذپذیری سطحی تهیه گردید، برای انجام عملیات ریاضی روی لایه‌ها، تمامی این لایه‌ها به فرمت رستری با ابعاد ۵۰ در ۵۰ تبدیل شدند که نهایتاً با استفاده از رابطه ریاضی تابع نهایی اعمال و بهترین مناطق پخش سیلاب تعیین گردید.



شکل ۳-۷ نقشه نهایی مناطق مستعد پخش سیلاب در آبخیزهای گرگانرود و قره‌سو

شکل ۳-۷ مناطق مستعد پخش سیلاب را نشان می‌دهد. پس از تهیه نقشه مناطق مستعد پخش سیلاب برای تعیین مناطق نهایی مستعد، بایستی نقشه محدود کننده روی شکل ۳-۷ جهت مناطق مستعد پخش سیلاب بدون هیچگونه محدودیتی، روی هم گذاری گردد.



شکل ۳-۸ نقشه نهایی کلاس های مختلف مناطق مستعد پخش سیلاب در آبخیزهای گرگانرود و قره سو

جدول ۳-۵ مساحت مناطق مستعد پخش سیلاب

کلاس	مساحت (هکتار)	درصد
نامناسب	۱۰۱۶۹۰۰/۳	۸۸/۱۴
مناسب	۱۰۰۷۰۰/۹	۸/۷۳
کاملاً مناسب	۳۶۰۰/۹	۳/۱۳
جمع	۱۱۵۳۸/۱۵	۱۰۰/۰۰

با توجه به اینکه ارزش بالای اراضی در استان گلستان علی‌الخصوص در مناطق مورد مطالعه، امکان پخش سیلاب در این مناطق طبق تعاریف موجود وجود ندارد به همین دلیل نقشه نهایی مناطق مناسب برای پخش سیلاب بدون در نظر گرفتن محدودیت اراضی زراعی تهیه گردید.

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

براساس مجموعه بررسی‌های انجام شده، چنین مشخص می‌گردد که به دلیل شرایط توپوگرافی و زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه، کنترل و ذخیره بخش اعظم آب‌های سطحی و سیلاب‌های منطقه از طریق احداث سدهای مخزنی مقدور نیست. بدین لحاظ برای بهره‌برداری از پتانسیل منابع آب و اجرای طرح‌های توسعه در این زمینه بایستی روش‌های مناسب توسعه بهره‌برداری، از جمله طرح‌های تغذیه مصنوعی از جریان‌های سطحی ورودی به دشت از نواحی جنوبی و جنوب شرقی آن مورد نظر قرار گیرد. با توجه به مطالعات انجام شده در این تحقیق، مناطق کوهپایه‌ای و میانی حوزه آبخیز گرگانرود و قره سو مکان مناسبی برای انجام طرح تغذیه مصنوعی می‌باشد، به طوری که آبرفت پوشاننده در این مکان، دانه‌درشت بوده و وضعیت مناسبی را جهت نفوذ، نگهداری و استخراج آب داراست. لایه نفوذ ناپذیر پیوسته‌ای در بین محل تغذیه سطح و سفره آب زیرزمینی وجود ندارد، عمق سطح آب زیرزمینی در این مناطق پایین دست، پایین بوده و همه ساله طبق گزارشات سازمان‌های مربوطه با افت و کاهش سفره‌های زیرزمینی روبرو می‌باشد و در نتیجه فضای کافی برای ذخیره آب زیرزمینی وجود دارد. روش تغذیه مصنوعی حوضچه‌ای (حوضچه‌های تغذیه) و

روش تغذیه رودخانه‌ای (تغذیه مصنوعی از بستر رودخانه)، به عنوان دو روش مناسب برای تغذیه مصنوعی حوزه‌های مورد مطالعه در این تحقیق نتیجه گیری می شود.

همچنین انجام تغذیه به دو روش نفوذ آب به داخل زمین از طریق سطح آن و تزریق آب به داخل سفره امکان پذیر است. در روش‌های گسترش سیلاب، گورابها، استخرها و نهرهای تغذیه، آب تحت فشار ناشی از بار خود، به داخل سفره نفوذ می کند. در روش دیگر، آب از طریق چاه و به وسیله تلمبه به درون سفره تزریق می گردد. مشکل عمده و اساسی اکثر طرح‌های تغذیه مصنوعی، گرفتگی بسترهای تغذیه مصنوعی به واسطه ورود آب گل آلود به درون آنها می باشد. با این حال به منظور افزایش کارایی و غنا بخشیدن به مطالعات کاربردی در زمینه انتخاب عرصه‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی و سایر پژوهش‌های مکانیابی پیشنهاد می گردد

الف- از روش‌های جدید سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله ANP, PROMETHEE, ELECTERE و TOPSIS استفاده گردد.

ب- جهت افزایش دقت نتایج حاصل از چنین مدل‌های تلفیقی، پیشنهاد می شود که نتایج خروجی این مدل‌ها برای رسیدن به بهترین منطقه پخش سیلاب، بعنوان ورودی در الگوریتم ژنتیک وارد شود. الگوریتم ژنتیک با توجه به فضای جستجویی که دارد می تواند در رسیدن به نقطه بهینه سراسری که همان بهترین منطقه است مدیران و تصمیم‌گیران را بهتر یاری دهد.

ج- مطالعات اجتماعی - اقتصادی در منطقه مکان‌یابی شده از لحاظ ارزش زمین در منطقه مطالعه شود و همچنین میزان مقبولیت و مشارکت مردمی در اجرای طرح در اطراف منطقه مکانیابی شده بررسی شود.

منابع

- امیری، م. یعقوبی، ب ۱۳۸۵ ارزیابی عرصه پیشنهادی پخش سیلاب در علی آباد دمق-ملایر، فصلنامه زمین شناسی ایران، سال دوم، شماره چهارم، ص ۸۹-۹۹
- اسداللهی شهیر، مهدی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان، اداره ارزیابی و اطلاعات جغرافیایی- بخش سیل، گزارش تحلیلی سیل استان گلستان از مورخه ۱۳۷۰-۱۳۹۰
- خواجه، منصور، ۱۳۸۱. بررسی رسوب شناسی، محیط رسوبی و رسوب‌زایی نهشته‌های کوتاه‌تر حوزه گرگانرود (یل چشمه و قوری چای رامیان). پایان نامه دکتری زمین‌شناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، ۲۴۹ صفحه
- رضائی مهریان، م، ۱۳۹۱. استفاده از منطق فازی در مکانیابی محل‌های تغذیه مصنوعی آبخوان با تلفیق روش‌های FTOPSIS و AHP، سال سی و هشتم، شماره ۳، پائیز ۹۱، ص ۱۰۸
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استانداری گلستان، برنامه آمایش استان گلستان، تحلیل وضعیت منابع طبیعی و محیط زیست مهر ۱۳۹۰
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استانداری گلستان، برنامه آمایش استان گلستان، تهدیدات ناشی از مخاطرات محیطی و محیط زیستی مهر ۱۳۹۰
- سلطانی، م، ۱۳۸۱ ارزیابی اراضی به منظور مکان‌یابی عرصه‌های مستعد اجرای عملیات پخش سیلاب در محیط GIS پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی.
- شیرمحمدی چلان، باقر مکانیابی اراضی مستعد برای احداث سامانه های پخش سیلاب در دشت عجبشیر پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری ۱۳۹۵
- فرجی سبکبار، ج. ع، حسن پور، س.، علوی پناه، س. ک.، الیاس پور، سال ۱۳۹۰. مکانیابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، مطالعه موردی: حوزه آبخیز گربایگان، دشت فسا، شیراز، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال چهارم، شماره ۱۴