

بررسی نهشته‌های کوتاه‌تر جهت تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب به کمک فن
سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)
(مطالعه موردی: دشت تسوج)

کریم مهرورز مغانلو^۱، سادات فیض نیا^۲، جعفر غیومیان^۳ و حسن احمدی^۴

چکیده:

با توجه به شرایط اقلیمی، بخش مهمی از کشور جزء مناطق خشک و نیمه خشک بشمار می‌رود و از ویژگی‌های این مناطق علاوه بر قلت بارندگی سالانه، نزول بارشهایی با شدت نسبتاً زیاد در مدت کوتاه است که به وقوع سیلاب حجیم و مخرب منجر می‌گردد. 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 نیمه خشک بشمار می‌رود. تعیین مکانهای مناسب جهت پخش سیلاب از اهمیت بسیاری در میزان موفقیت آن دارد که لازم است شناخت کاملی از عرصه‌های مستعد رسوبهای کوتاه‌تر داشته باشیم. پس باید از کلیه خصوصیات سطحی و عمقی آبرفت اطلاع کامل داشت تا بتوان با هزینه کم، آب را در مناسبترین مکان، کنترل و در زمین نفوذ داد تا بدین وسیله علاوه بر جلوگیری از خطرات جبران ناپذیر آن، با تغذیه سفره‌های زیرزمینی از آب به صورت بهینه و به موقع استفاده نمود. تحقیق حاضر در دشت تسوج در ۱۱۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان تبریز با وسعت ۲۵۲ کیلومترمربع انجام شده است. برای تعیین مکانهای مستعد پخش سیلاب پنج عامل شیب، نفوذپذیری سطحی، قابلیت انتقال، ضخامت آبرفت خشک و کیفیت آبرفت (هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی) انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. پس از تهیه نقشه‌های عوامل مذکور، نقشه هر یک از آنها در محیط GIS با استفاده از نرم افزار ILWIS 3.0 رقومی واز نظر پخش سیلاب به چهار طبقه خیلی مناسب تا نامناسب کلاسه‌بندی شدند. سپس به لایه‌های اطلاعاتی با

۱ کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی پست الکترونیک:

Mehrvarzemoghanlou@yahoo.com

۲ استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳ استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور

۴ استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

توجه به میزان اهمیت هر یک در مکان یابی وزن خاصی داده شد و باتلفیق لایه‌ها در قالب الگوهای Boolean Logic، Index overlay maps و fuzzy logic و مقایسه با عرصه کنترلی (عرصه اجرا شده توسط مرکز تحقیقات منابع طبیعی وامور دام آذربایجان شرقی) نقشه مکانهای مناسب پخش سیلاب در هر الگو بدست آمد. نتیجه تحقیق نشان می‌دهد که اپراتور $\gamma=0.5$ از الگوی fuzzy logic بیشترین همپوشانی را با عرصه کنترلی داشته و بهترین الگوی تلفیق برای تعیین مکانهای مناسب پخش سیلاب در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پخش سیلاب، نهشته‌های کواترنر، مکان یابی، الگوهای تلفیق، دشت توسج

مقدمه

با توجه به شرایط اقلیمی، بخش مهمی از کشور جزء مناطق خشک و نیمه خشک بشمار می‌رود و از ویژگیهای این مناطق علاوه بر ناپذیر بودن مقدار بارندگی سالانه، نزول بارشهایی با شدت نسبتاً زیاد در مدت کوتاه است که به وقوع سیلابهای حجیم و مخرب که هر ساله سبب بروز خسارات جانی و مالی زیادی منجر می‌گردد. پدیده سیل نقرتی است که می‌توان با مدیریت صحیح آن را به نعمت تبدیل نمود. به عبارت دیگر سیل پدیده طبیعی تشدید شده توسط انسان است که هر روز بر شدت آن افزوده می‌گردد و چاره اندیشی در جهت استفاده بهینه و اصولی از آن ضروری و حیاتی می‌باشد. 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 نیمه خشک بشمار می‌رود. از سوی دیگر تعیین مکانهای مناسب با استفاده از روشهای سنتی و متداول بسیار دشوار بوده و بیشتر باعث بروز خطا می‌شود. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و ابزارها و تکنیک‌های آن توانایی آن را دارد که با تلفیق لایه‌های

مختلف اطلاعاتی در قالب الگوهای مختلف تلفیق، در حداقل زمان در مکان یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب مورد استفاده قرار گیرد. اهداف مورد نظر در این تحقیق مکان یابی اراضی مستعد اجرای عملیات پخش سیلاب در منطقه مورد مطالعه با استفاده از GIS و ارائه نقشه عرصه های مناسب پخش سیلاب می باشد.

نهشته‌های دوره کوتاه‌تر بستر زیستی انسانها را تشکیل داده و اکثر فعالیتهای مهم و حیاتی انسان نظیر کشاورزی، منابع طبیعی، شهر سازی، بهره وری از منابع آب و ... در روی سازنده‌های این دوره که بیش از نیمی از مساحت کشور را در بر گرفته بنا شده است. بنابراین شناخت و بررسی نهشته‌های دوره کوتاه‌تر بسیار ضروری و حتی الزامی است (۱).

بر اساس آمار سال ۱۳۷۳ وزارت نیرو، میزان تخلیه منابع آب زیرزمینی نسبت به سال ۱۳۵۵ حدود ۹۷٪ و نسبت به سال ۱۳۶۳ حدود ۴۲٪ افزایش یافته است و کسری بیلان این منابع به حدود ۷/۳ میلیارد متر مکعب رسیده است. از مطالب ذکر شده چنین بر می آید که تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی امری اجتناب ناپذیر و یکی از راهکارهای اساسی، ذخیره سازی آب با توجه به خصوصیات بارندگی و جاری شدن سیلابها در کشور می باشد.

مطالعات متعددی در سالهای اخیر در ارتباط با تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب و تغذیه آبهای زیرزمینی با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) صورت گرفته است که مهمترین آنها عبارتند از: کریش نامورتی 1 و کومار (۱۹۹۶)، برای تعیین مناطق مناسب برای تغذیه آبهای زیرزمینی در جنوب هند، از تکنولوژی سنجش از دور و GIS استفاده کردند و پس از استخراج لایه‌های

اطلاعاتی، به واحدهای هر نقشه بر اساس درجه اهمیتشان در تعیین مناطق مستعد تشکیل سفره‌های آب زیرزمینی وزن خاص دادند. آنها عوامل زمین شناسی، توپوگرافی، گسلها و شکستگیها، آب سطحی، زهکشی، تراکم آبراهه و شیب را مطالعه کردند و هر یک از نقشه‌های فوق را بر اساس اهمیت آبهای زیرزمینی به طبقات عالی، خیلی خوب، خوب، متوسط و فقیر تقسیم بندی کردند و در نهایت برای هر یک از نقشه‌ها بر اساس اهمیت آنها وزن دادند و به روش گام به گام (Stepwise) با یکدیگر تلفیق نمودند و نقشه اراضی مستعد تغذیه مصنوعی را بدست آوردند. این تحقیق بیانگر آن است که مناطق مناسب (طبقات عالی) برای این منظور محدوده کواترنر و شیب کمتر از ۵ درصد می‌باشد (۱۱).

سارف و چادهاری^۱ (۱۹۹۸) در ناحیه مادایا پرادش^۲ در نواحی مرکزی هند با بارش ۱۰۴۰ میلیمتر در سال مکانهای مناسب برای تغذیه مصنوعی را تعیین نمودند. آنها از فن سنجش از دور در استخراج بعضی از نقشه‌ها مانند نقشه‌های کاربری اراضی، پوشش گیاهی، ژنومرفولوژی، زمین شناسی و تلفیق آنها با سایر اطلاعاتی مانند نقشه شیب برای مکان یابی استفاده کرده و در نهایت با تلفیق لایه‌های فوق، عرصه‌های مناسب را جهت تغذیه آبهای زیرزمینی بدست آوردند. در نتیجه^۳ مقایسه نقشه موجود با داده‌های اندازه گیری شده مشخص گردید که روش استفاده شده منطقی بوده است (۱۲).

حامد پناه (۱۳۷۹)، برای تعیین مناطق مناسب برای پخش سیلاب در حوضه آبخیز طغروند قم از نقشه‌های کاربری اراضی، پوشش گیاهی، شیب، ژنومرفولوژی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک استفاده نموده و با تلفیق نقشه‌ها مناطق مستعد را تعیین نموده‌اند.

^۱ Saraf and chadhury

^۲ Mdhya Pradesh

نتیجه حاصل از ارزیابی الگوهای استفاده شده نشان می‌دهد که اپراتور یا عملگر $0/1$ $\gamma = 0/3$ تا $\gamma =$ از الگو Fuzzy Logic بیشترین درصد همپوشانی را با عرصه‌های کنترل دارا هستند (۲).

قرمز چشمه و همکاران (۱۳۷۹)، در مطالعه موردی برای مکان یابی عرصه مناسب پخش سیلاب در دشت میمه اصفهان با مطالعه پنج عامل شیب، نفوذپذیری، قابلیت انتقال، ضخامت آبرفت و هدایت الکتریکی به بررسی آنها در چهار طبقه خیلی مناسب تا نامناسب با استفاده از الگوی DSS^۱ پرداخته و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی، مناطق مستعد را تعیین و نقشه اولویت بندی مناطق مستعد را ارائه نمودند. مناطق مستعد پخش سیلاب در این تحقیق در محلهایی که شیب ۰-۳ در صد، نفوذپذیری بیشتر از ۴۰ میلیمتر در ساعت، قابلیت انتقال بیشتر از ۶۰۰ متر مربع در روز، ضخامت آبرفت بیشتر از ۴۰ متر و هدایت الکتریکی کمتر ۶۰۰۰ میکرو موس بر سانتیمتر بوده قرار گرفته‌اند (۶).

عبدی و غیومیان (۱۳۷۹)، تحقیقی را در مورد تعیین محلهای مناسب برای پخش سیلاب در دشت زنجان انجام دادند. با استفاده از داده‌های ژئوفیزیکی، زمین شناختی و پردازش آنها در محیط GIS، به بررسی مشخصه‌های بافتی و نفوذپذیری رسوبهای کواترنری پرداختند و سرانجام با استفاده از مقاومت مخصوص ظاهری و عرضی بدست آمده برای مجموعه نهشته‌های دشت زنجان اقدام به طبقه بندی لایه‌های اطلاعاتی نموده و با تلفیق این لایه‌ها و همپوشانی آنها و تجزیه و تحلیل نقشه‌های بدست آمده از هر لایه اطلاعاتی، محلهای مناسب را برای ذخیره سازی آبهای سطحی و تقویت منابع آب زیرزمینی را اولویت بندی نمودند. بیشتر مناطق مناسب در اراضی با کاربری مرتع و دیم زار دارای شیب ۰/۰۵-۲ در صد در اولویت اول، شیب ۲-۳ درصد در

اولویت دوم، شیب ۳-۵ درصد در اولویت سوم قرار گرفت و مناطق با شیب بیشتر از ۵ درصد نامناسب، برای پخش سیلاب می‌باشد (۵).

سلطانی (۱۳۸۱)، تحقیقی را به منظور تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب با استفاده از GIS در حوزه آبخیز سمل بوشهر انجام داد. برای این منظور از نقشه‌های شیب، قابلیت اراضی، نفوذپذیری سطحی، واحدهای کواترنر، ضخامت آبرفت و کاربری اراضی استفاده کرد و در محیط GIS طبقه‌بندی نمود. سپس به لایه‌های اطلاعاتی با توجه به میزان اهمیت هر یک در مکان یابی وزن خاصی داد و با تلفیق نقشه‌ها مناطق مستعد را تعیین نمود. نتیجه تحقیق نشان می‌دهد که اپراتورهای $\gamma = 0/1$ و $\gamma = 0/2$ با product و $\text{gamma} =$ Fuzzy Logic بیشترین درصد همپوشانی را با عرصه کنترلی دارا هستند (۳)

نوری (۱۳۸۲) تحقیقی را به منظور تعیین مناطق مناسب جهت تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوضه آبخیز گاوپندی شهرستان بندرلنگه استان هرمزگان انجام داد برای این منظور از لایه‌های اطلاعاتی شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت آبرفت، کاربری اراضی، لند فرم استفاده کرده و در محیط GIS طبقه بندی نموده است. بعد لایه‌های اطلاعاتی را بر اساس منطق‌های بولین و فازی تلفیق کرده و مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی مشخص کرده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که حدود ۸ تا ۱۲ درصد از عرصه کواترنر منطقه مورد مطالعه برای تغذیه آبهای زیرزمینی مناسب تشخیص داده شده است و همچنین مناطق مناسب جهت پخش سیلاب به طور عمده در واحد دشت سر و مناطق مناسب تغذیه مصنوعی به طریق حوضچه‌های تغذیه بیشتر در واحد دشت سر و مخروط افکنه واقع شده است (۸).

مواد و روشها

ویژگیهای منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، محدوده مطالعاتی تسوج می‌باشد که در شمال غرب و ۱۱۰ کیلومتری تبریز واقع شده است. این محدوده مساحتی بالغ بر ۵۵۹ کیلومتر مربع را در بر گرفته و در مختصات ۱۲' و ۳۸' تا ۴۰' و ۲۴' و ۳۸' عرض شمالی و ۵۴' و ۳' و ۴۵' تا ۲۲' و ۳۲' و ۴۵' طول شرقی قرار گرفته است (شکل شماره ۱). محدوده مطالعاتی تسوج از شمال به خط الراس ارتفاعات میشو داغ از غرب به محدوده سلماس، از شرق به محدوده شبستر و از جنوب به دریاچه ارومیه محدود شده و خود قسمتی از حوضه آبریز دریاچه ارومیه را تشکیل می‌دهد و در این بین دشت تسوج به صورت پهنه‌ای به موازات دریاچه ارومیه با مساحت ۲۵۲ کیلومتر مربع گسترش یافته و به لحاظ زمین ساختی بخشی از گودال دریاچه ارومیه را تشکیل می‌دهد. اقلیم منطقه مورد مطالعه به روش آمبرژه نیمه خشک سرد تعیین شده است. دمای متوسط سالانه منطقه ۹/۲ درجه سانتیگراد می‌باشد. متوسط سالانه ریزشهای جوی در مناطق کوهستانی ۳۵۹ و ناحیه دشت ۲۷۸ میلیمتر در سال محاسبه شده که از کل بارندگی حداکثر بارندگی به میزان ۳۹/۹ و ۳۸/۸ درصد در ارتفاعات و دشت در فصل بهار و حداقل آن به میزان ۶/۱ و ۵/۲ درصد در فصل تابستان رخ می‌دهد. توان بالقوه آب سطحی در محل خروج از ارتفاعات و دشت به ترتیب ۴۵/۰۵ و ۶۴/۱۶ میلیون متر مکعب با استفاده از روش دبی سطح محاسبه شده است. سیمای عمومی پوشش منطقه بوته زار و علفزار بوده و بیشتر سطح دشت از مراتع فقیر (تیپ غالب آن *Artimisia*) و دیمزار پوشیده شده است. زراعت آبی و باغها بیشتر در مرکز دشت قرار گرفته و قسمت جنوب دشت که به دریاچه ارومیه منتهی می‌شود باتلاقی و شوره زار می‌باشد.

از نظر زمین شناسی دشت تسوج بر روی رسوبهای کواترنری واقع شده است. این رسوبها در کل شامل دو سیستم پادگانه آبرفتی و مخروط افکنه‌ها می‌باشند. سیستم قدیمی تر (Q_1^1) که در ارتفاع بالاتری قرار گرفته، شامل کنگلومرای سخت نشده با میان لایه هایی از سیلت و رس است. این نهشته‌ها گاه به طور محلی تا پنج درجه شیب پیدا می‌کنند. سیستم جوانتر (Q_2^2) به صورت پادگانه هایی است که معمولاً در کنار رودخانه‌ها گذارده شده و ستبرای آنها در محل‌های بریده شده تا چند ده متر هم می‌رسد. دشتهای آبرفتی (Q_3) پهنه‌های گسترده‌ای را پوشانیده و زمینهای کشاورزی را پدیدار ساخته است. (Q_4) مخروط افکنه‌های موجود در پای ارتفاعات می‌باشند که گسل خاوری - باختری تسوج نقش بسیار مهمی در ایجاد مخروط افکنه‌های منطقه داشته است. (Q_{all}) نهشته‌های جوانتر موجود در مسیله‌ها هستند که به طور عمده از قلوه سنگهای مختلف، شن و ماسه تشکیل شده و هر سال با جریان آب تغییر جا و موقعیت می‌دهند. (Q_5) پهنه‌های نمکی، رسی، سنگ ریزشها و زمینهای پست حاشیه دریاچه ارومیه در طول سال با تغییر سطح آب دریاچه، گاه زیر آب رفته و گاه بیرون از آن قرار می‌گیرند و معمولاً باتلاقی نیز می‌باشند [۷].



شکل شماره ۱: واحدهای هیدرولوژیکی منطقه تسوج به همراه شبکه آبراهه‌ها و عرصه اجرا شده آبخوان

روش تحقیق

برای شروع تحقیق ابتدا منطقه مورد مطالعه مشخص شده و بعد شاخص‌های مورد ارزیابی در مکان‌یابی عرصه‌های مستعد پخش سیلاب با توجه به میزان اهمیت هر یک در مکان‌یابی و امکان دسترسی به آمار و اطلاعات انتخاب شدند. در این تحقیق پنج عامل شیب، نفوذپذیری سطحی، قابلیت انتقال، ضخامت آبرفت و کیفیت آبرفت انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. برای هر یک از عوامل لایه‌های اطلاعاتی تهیه گردید. در پایان لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS وبا استفاده از روشهای مختلف تلفیق شده و مورد مقایسه قرار گرفتند. در این تحقیق برای تهیه لایه‌های اطلاعاتی ذکر شده با توجه به منابع مختلف اطلاعاتی موجود به طریق زیر عمل شده است.

نقشه شیب: برای تهیه نقشه محدوده مورد مطالعه از چهار برگ نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح استفاده شد. بعد از تهیه نقشه‌های توپوگرافی مرز حوزه، بر روی نقشه بسته و بعد خطوط توپوگرافی ۱۰۰ متری در ارتفاعات و خطوط ۲۰ متری در منطقه دشت در سیستم GIS رقومی گردید. با استفاده از درون‌یابی، نقشه DEM^۱ (الگوی رقومی ارتفاعی) حوزه تهیه گردید، از نقشه DEM نقشه شیب تهیه شد. در مرحله بعد مرز دشت به صورت Vector رقومی گردید، سپس تبدیل به رستر شد و با استفاده از مرز دشت، شیب داخل آن از کناره‌ها جدا گردید. شکل شماره (۲) نقشه شیب دشت تسوج را نشان می‌دهد.

نقشه نفوذپذیری سطحی: در دشت تسوج با مساحت حدود ۲۵۲ کیلومتر مربع، اندازه‌گیری نفوذپذیری به روش دو بل رینگ به هزینه هنگفت، زمان خیلی زیاد و امکانات وسیع نیاز داشت. به دلیل مشکلات فوق نفوذپذیری از جداول متداول فائو (۱۹۷۹) رابطه بین بافت و نفوذپذیری بدست آمد. ایستگاه تحقیقاتی آموزشی - ترویج

1-Digital Elevation Model

پخش سیلاب بر آبخوان تسوج با مساحتی حدود ۵ کیلومتر مربع که در دشت تسوج واقع شده و خصوصیات خاکشناختی تقریباً یکسانی با سایر قسمت‌های دشت دارد. نفوذپذیری به روش دبل رینگ در سه نقطه اندازه‌گیری شده و بافت خاک نیز تعیین گردیده است. مقایسه بافت - نفوذپذیری عرصه ایستگاه پخش سیلاب تسوج (در بافت sandy Loam در دو نقطه ۳۳/۳ و ۳۷/۶ و در بافت Loamy sand ۵۷/۸ میلی‌متر بر ساعت می‌باشد) با جدول رابطه بین نفوذپذیری و بافت (فائو) همخوانی خوبی را نشان می‌دهد. بنابراین برای تخمین نفوذپذیری از جدول فائو استفاده گردید. برای تعیین محل‌های نمونه برداری خاک از تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM استفاده گردید. بدین منظور ابتدا باندهای ۱، ۵ و ۷ را زمین مرجع نموده و بعد نقشه FCC با ترکیب باندهای ۱، ۵ و ۷ تهیه گردید، ترکیب باندهای ۱، ۵ و ۷ بهترین باند برای تفکیک نهشته‌های کواترنر می‌باشد (نوابی، ۱۳۷۵). پس از ترکیب باندهای فوق نقشه زمین شناسی را بر روی تصویر انداخته و مرز بین کواترنر و واحدهای سنگی جدا گردید. سپس در واحد کواترنر، محل‌هایی که تن و رنگ‌های یکسانی داشتند، مشخص گردیده و شماره گذاری شد. در هر واحد یک نقطه برای نمونه برداری انتخاب گردید و محل نمونه‌ها مشخص و بر روی نقشه پایه منتقل گردید. از محل‌های انتخاب شده نمونه برداری (به تعداد ۲۰ عدد) انجام شد. نمونه‌های خاک تحت بررسی بافت (اندازه ذرات) قرار گرفتند. با استفاده از جدول فائو به نفوذپذیری تبدیل شد. در جدول شماره (۱) نتایج بافت و نتایج نفوذپذیری آورده شده است. بعد با روش کریکینگ معمولی^۱ با استفاده از نرم افزار GS+ (5.1) میانبایی شد. بعد با طبقه بندی نقشه رستری میان یابی شده، نقشه نفوذپذیری سطحی دشت تسوج بدست آمد (شکل شماره ۳).

¹ Ordinary Kriging

نقشه قابلیت انتقال: جهت تهیه نقشه قابلیت انتقال از نقشه هم قابلیت انتقال (T) دشت تسوج سازمان آب منطقه‌ای که با استفاده از مقاومت عرضی نرمال شده (تصحیح شده) تهیه شده بود، استفاده شد. برای این منظور ابتدا نقشه قابلیت انتقال رقومی بعد درون یابی خطی شده، نقشه قابلیت انتقال بدست آمد. نقشه حاصل طبقه بندی گردید (شکل شماره ۴). در دشت تسوج با توجه به شکل شماره ۴ میزان ضریب قابلیت انتقال به علت تغییر جنس و ضخامت لایه آبدار در نواحی مختلف دشت متغیر می‌باشد: به طوری که در جنوب شرقی و مرکز دشت و در مخروط افکنه‌ها بیشترین مقادیر (T) از ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر مربع در روز و در نواحی جنوب غربی دشت به دلیل ضخامت کم لایه آبدار و همچنین دانه بندی نامناسب (ضریب آگذاری پایین) مقادیر T بسیار پایین و در حد ۲۵ تا ۵۰ متر مربع در روز متغیر است.

نقشه ضخامت آبرفت خشک: برای تهیه نقشه ضخامت آبرفت خشک از نقشه هم عمق آب زیرزمینی که برای مهر ماه ۱۳۷۹ توسط سازمان آب منطقه‌ای که با استفاده از عمق آب زیرزمینی در چاههای پیرومتری و انطباق نقشه‌های تراز و توپوگرافی تهیه شده بود، استفاده گردید. برای این منظور ابتدا نقشه هم عمق آب زیرزمینی رقومی بعد درون یابی خطی شده نقشه ضخامت آبرفت خشک بدست آمد. نقشه حاصل با استناد به منابع مختلف و تحقیقات آقایان (قرمز چشمه، ۱۳۷۹)، (سلطانی، ۱۳۸۱)، (نوری، ۱۳۸۲) و اعمال نظر کارشناسی طبقه بندی گردید (شکل شماره ۵). با توجه به شکل شماره ۵ حداکثر عمق آبرفت خشک بیش از ۶۰ متر در شمال غرب دشت بوده که بر روی مخروط افکنه قرار گرفته، همچنین در شمال شرق دشت نیز عمق آبرفت خشک به بیش از ۶۰ متر می‌رسد. در منطقه مرکزی و جنوب شرقی دشت عمق آبرفت خشک حدود ۵۰ متر می‌باشد. در نواحی جنوبی دشت عمق آبرفت خشک بین دو تا پنج متر بوده که به تدریج در جهت ساحل رو به کاهش است.

نقشه کیفیت آبرفت: برای محاسبه کیفیت آبرفت از نقشه هدایت الکتریکی دشت تسوج استفاده شد. سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی واردبیل از تعداد ۱۸ چاه آب نمونه برداری کرده و نمونه‌ها را تجزیه شیمیایی نموده است. مؤلفه‌ها هدایت الکتریکی (E C)، کلر (CL) و باقیمانده خشک (TDS) اندازه گیری و نقشه‌های آنها ترسیم گردیده است. نقشه EC، TDS و کلر روند تغییرات یکسانی داشته و با همدیگر تطابق دارند به همین دلیل از نقشه EC به عنوان معیار کیفیت آبرفت استفاده شد.

برای تهیه نقشه کیفیت آبرفت ابتدا نقشه هدایت الکتریکی رقومی و بعد درون یابی خطی شده، نقشه هم مقاومت الکتریکی بدست آمد. نقشه حاصل با توجه به شرایط منطقه و اعمال نظر کارشناسی طبقه بندی گردید شکل شماره (۶). با توجه به نقشه هدایت الکتریکی ملاحظه می‌گردد که هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در نواحی شمال شرق، شرق و نواحی مرکزی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ میکروموس بر سانتیمتر می‌باشد. میزان هدایت الکتریکی آب زیرزمینی به تدریج به سمت غرب و جنوب غرب افزایش یافته به طوری که در غرب دشت به بیش از ۵۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر می‌رسد. علت این تغییرات را باید ناشی از اثر سازندهای مارنی و ژپسی حاوی نمکهای تبخیری در ارتفاعات غربی محدوده مورد مطالعه دانست که این عامل مهمی در پایین آوردن کیفیت آب می‌باشد.

جدول شماره ۱ - درصد ذرات خاک نمونه برداری شده و رابطه بافت و نفوذ پذیری

شماره نمونه	مختصات جغرافیایی		درصد ذرات خاک			بافت خاک	نفوذپذیری (mm / hr)
	X	Y	Sand	Silt	Clay		
۱	۵۲۴۱۱۶	۴۲۴۰۸۴۸	۶۱	۱۹	۲۰	Sandy clay loam	۳۰
۲	۵۲۵۳۵۰	۴۲۴۴۴۰۴	۴۱	۳۹	۲۰	Loam	۲۲
۳	۵۲۹۳۳۱	۴۲۴۳۱۵۸	۶۶	۲۲	۱۲	Sandy loam	۴۵
۴	۵۲۴۱۱۶	۴۲۴۰۸۴۸	۴۶	۳۸	۱۶	Loam	۲۵
۵	۵۲۹۸۵۷	۴۲۴۴۸۰۸	۶۹	۱۵	۱۶	Sandy loam	۳۵
۶	۵۳۰۹۲۰	۴۲۴۴۱۴۸	۸۰	۸	۱۲	Loamy sand	۶۰
۷	۵۳۴۶۹۰	۴۲۴۲۶۶۹	۶۲	۲۸	۱۰	Sandy loam	۴۵
۸	۵۳۱۰۹۱	۴۲۴۱۴۲۳	۷۸	۱۴	۸	Loamy sand	۷۰
۹	۵۲۴۳۴۰	۴۲۴۲۵۹۶	۴۴	۳۸	۱۸	Loam	۲۴
۱۰	۵۲۲۲۷۲	۴۲۴۲۰۴۲	۷۴	۶	۲۰	sandy loam - sandy clay loam	۳۹
۱۱	۵۱۸۲۳۵	۴۲۴۱۵۴۴	۸۰	۱۴	۶	Loamy sand	۷۲
۱۲	۵۱۱۱۵۸	۴۲۳۹۱۶۶	۶۴	۲۶	۱۰	sandy loam	۴۸
۱۳	۵۱۲۷۷۹	۴۲۳۷۰۲۱	۲۶	۴۶	۲۸	clay loam	۱۷
۱۴	۵۱۵۶۷۰	۴۲۳۸۸۵۱	۴۲	۵۲	۶	Silty loam	۵۰
۱۵	۵۱۹۶۰۹	۴۲۳۶۹۰۴	۴۷	۲۶	۲۷	- Clay loam Sandy clay loam	۹
۱۶	۵۲۱۷۱۸	۴۲۳۷۶۴۱	۵۴	۲۰	۲۶	sandy clay loam	۱۳
۱۷	۵۲۵۰۶۸	۴۲۳۹۱۳۸	۵۹	۲۴	۱۷	sandy loam	۳۳
۱۸	۵۳۰۲۰۴	۴۲۳۶۵۵۵	۵۰	۳۶	۱۴	loam	۲۷
۱۹	۵۳۶۹۸۸	۴۲۳۵۳۹۱	۸۲	۱۰	۸	Loamy sand	۷۲
۲۰	۵۳۷۴۹۹	۴۲۳۱۸۵۷	۵۲	۳۲	۶	loam	۲۶

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی:

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی بدون در نظر گرفتن اهمیت هر لایه در مکان یابی نمی تواند ارزش واقعی لایه‌های اطلاعاتی را در تلفیق دخالت دهد و واحدهای با ارزش متفاوت در یک طبقه قرار می‌گیرند. به طور مثال در تعیین مکان مناسب پخش سیلاب از طریق استخراج اشتراک مکانهای مناسب در کلیه نقشه‌ها، لایه اطلاعاتی که اهمیت کمتری در مکان یابی نسبت به بقیه دارد در محدود نمودن مناطق به اندازه سایر لایه‌ها دخالت خواهد کرد و شانس انتخاب را از مناطقی که از نظر آن لایه اطلاعاتی کم ارزش، نامطلوب می‌باشند می‌گیرد. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) این امکان را به ما می‌دهد که ارزش هر لایه و هر واحد در تلفیق دخالت داده شود و تلفیق لایه‌های

اطلاعاتی در قالب الگوهای مختلف صورت می‌گیرد. این الگوها بر حسب نظریه تلفیق، تعداد لایه‌های اطلاعاتی و ارزش هر لایه در تلفیق متفاوت خواهد بود.

به طور کلی الگو، رفتار یک پدیده را در دنیای خارج با استفاده از چندین عامل پیش بینی می‌کند. هر چه عوامل مرتبط بیشتری در یک الگو انتخاب شود دقت الگو بالا تر خواهد بود و از طرفی افزایش عوامل و داده‌ها هزینه الگو را افزایش داده و الگو را پیچیده تر می‌کند. بنابراین بهترین الگو، الگویی است که بهترین نتیجه را با کمترین عوامل ارائه دهد. کیفیت الگو به داده‌های انتخاب شده و چگونگی سازماندهی آنها محدود می‌شود (۳). در مکان یابی مناطق مستعد پخش سیلاب عوامل زیادی می‌تواند دخالت داشته باشند که هر کدام با درجه اهمیت متفاوت در مکان یابی تأثیرگذارند. اما در ارائه الگو برای مکان یابی تمام لایه‌های اطلاعاتی را بنا به دلایلی که ذکر شد نمی‌توان وارد الگو نمود. در این تحقیق با توجه به موقعیت منطقه مورد مطالعه و آمار اطلاعات موجود از پنج لایه اطلاعاتی شیب، نفوذ پذیری سطحی، ضخامت آبرفت خشک، قابلیت انتقال و کیفیت آبهای زیرزمینی (قابلیت هدایت الکتریکی) استفاده شده است. وزن واحدها در هر لایه اطلاعاتی با استناد به منابع مختلف و تحقیق Krishnamurthy و کومار (۱۹۹۶) در مکان یابی مناطق مستعد تشکیل سفره‌های آب زیرزمینی با استفاده از RS و GIS و همچنین Saraf و همکاران (۱۹۹۸) در مکان یابی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی با استفاده از RS و GIS و اعمال نظر کارشناسی به شرح جدول شماره (۲) تا (۶) داده شده است. در ضمن برای سهولت در نوشتن فرمولهای تلفیق در الگوهای مختلف، نامهایی برای نقشه‌های تولید شده از هر لایه در هر الگو، در زیر هرستون آورده شده است. بر اساس این وزن‌ها و الگوهای متفاوت، لایه‌های اطلاعاتی تلفیق و مکان‌های مناسب در هر الگو تعیین شد. جهت ارزیابی الگوها از عرصه پخش سیلاب اجرا شده توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی بعنوان عرصه کنترل استفاده شد. نقشه

مکانهای مناسب پخش سیلاب در هر الگو با نقشه عرصه کنترل CROSS داده شد. سپس حاصل تقسیم تعداد پیکسلهای مناسب پخش سیلاب (طبقات خیلی خوب و خوب) که همپوشانی با عرصه‌های کنترل دارند به تعداد کل پیکسلهای مناسب پخش سیلاب (طبقه خیلی خوب و خوب) در هر الگو، معیار ارزیابی الگو مربوط در مکان یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب قرار گرفت.

جدول شماره ۲ - وزن هر واحد نقشه شیب در الگوهای مختلف

طبقات شیب (%)	BOOLEAN LOGIC (۱۰)	INDEX OVERLAY (Multi class) (۱۰۶۰)	FUZZY LOGIC (۱۶۰)
۰-۲	۱	۱۰	۰/۹۹
۲-۴	۱	۸	۰/۸
۴-۶	۰	۶	۰/۶
۶-۱۰	۰	۴	۰/۳
۱۰-۲۰	۰	۱	۰/۱
> ۲۰	۰	۰	۰/۰۱
	Slope BO	Slope IN	Slopefu

جدول شماره ۳ - وزن هر واحد نقشه نفوذ پذیری سطحی در الگوهای مختلف

طبقات نفوذ پذیری سطحی (mm/hr)	BOOLEAN LOGIC (۱۰)	INDEX OVERLAY (Multi class) (۱۶۰)	Fuzzy logic (۱۶۰)
<۱۵	۰	۰	۰/۰۰۸
۱۵-۲۵	۰	۳	۰/۲۶
۲۵-۴۵	۱	۸	۰/۶۴
>۴۵	۱	۱۰	۰/۸۵
	Nofoz Bo	Nofoz In	Nofoz Fu

جدول شماره ۴ - وزن هر واحد نقشه ضخامت آبرفت خشک در الگوهای مختلف

طبقات ضخامت آبرفت خشک (m)	Boolean Logic (۱ تا ۰)	Index Overlay (Multi class) (۱ و ۰)	Fuzzy logic (۱ تا ۰)
<۱۵	۲	۰	۰/۱۴
۱۵-۳۰	۴	۰	۰/۳۰
۳۰-۴۵	۶	۱	۰/۵۵
>۴۵	۱۰	۱	۰/۷۵
	Abroft Bo	Abroft In	Abroft Fu

جدول شماره ۵ - وزن هر واحد نقشه قابلیت انتقال در الگوهای مختلف

طبقات قابلیت انتقال (m ² /day)	Boolean Logic (۱ و ۰)	Index overlay (Multi class) (۱۰ تا ۰)	Fuzzy logic (۱ تا ۰)
<۷۵	۰	۰	۰/۰۱
۷۵-۱۵۰	۰	۳	۰/۳
۱۵۰-۲۵۰	۱	۸	۰/۵۵
>۲۵۰	۱	۱۰	۰/۷۵
	Trans Bo	Trans In	Trans Fu

جدول شماره ۶ - وزن هر واحد نقشه هدایت الکتریکی در الگوهای مختلف

طبقات هدایت الکتریکی (μ mhos/cm)	Boolean Logic (۱ و ۰)	Index overlay (Multi class) (۱۰ تا ۰)	Fuzzy logic (۱ تا ۰)
<۱۰۰۰	۱	۱۰	۰/۶۵
۱۰۰۰-۲۲۵۰	۱	۸	۰/۵
۲۲۵۰-۴۰۰۰	۰	۳	۰/۲۵
>۴۰۰۰	۰	۰	۰/۰۱
	Ec Bo	Ec In	EcFu

نتایج

نتایج حاصل از قطع دادن نقشه مکانهای مناسب پخش سیلاب در هر الگو با نقشه عرصه کنترل در جدول شماره ۷ آمده است.

الگوی بولین (Boolean Logic): در این الگو وزن دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی بر اساس منطق صفر و یک می‌باشد یعنی در نقشه‌های پایه هر واحد از نظر پخش سیلاب یا مناسب است و یا نامناسب و حد وسطی از لحاظ مناسب بودن وجود ندارد. در نقشه‌های نهایی و تلفیق یافته نیز هر پیکسل یا مناسب و یا نامناسب تشخیص داده می‌شود. در این تحقیق از اپراتور Boolean AND استفاده شده است که بر اساس نظریه مجموعه‌ها اپراتور AND، اشتراک مجموعه‌ها را استخراج می‌کند [۸]. به عبارت دیگر در اپراتور AND فقط پیکسل‌های که در تمام نقشه‌های پایه ارزش یک خواهند داشت و جزء مناطق مناسب قرار می‌گیرند. با توجه به لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده و هدف تحقیق، از اپراتور Boolean OR که بر اساس نظریه مجموعه‌ها اجتماع مجموعه‌ها را استخراج می‌کند استفاده نشده است. نقشه‌های پایه در اپراتور Boolean AND بر اساس فرمول زیر تلفیق یافتند و نقشه مکانهای مناسب پخش سیلاب در این الگو بدست آمد شکل شماره (۷).

(معادله شماره ۱)

$$\text{Suit Bo} = (\text{slope Bo}) \text{ AND } (\text{Nofoz Bo}) \text{ AND } (\text{Abroft Bo}) \text{ AND } (\text{Trans Bo}) \text{ AND } (\text{ECBo})$$

Boolean AND = استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس الگوی Boolean AND .

Slope Bo، Nofoz Bo، Abroft Bo، Trans Bo و ECBo به ترتیب استعداد اراضی برای پخش سیلاب در نقشه شیب، نفوذپذیر سطحی، ضخامت آبرفت خشک، قابلیت انتقال و هدایت الکتریکی بر اساس الگوی Boolean می‌باشند.

الگوهای Index overlay maps: در این الگوها علاوه بر وزن دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی (نقشه) بر اساس اهمیت آن در مکان یابی وزن داده می‌شود. این

الگوها دو حالت دارند. الگو Binary evidence maps ساده ترین الگوهای Index overlay می‌باشند که بر اساس آن به نقشه‌های از الگوی Boolean با توجه به اهمیت هر یک در مکان یابی وزن خاصی داده می‌شود [۹]. در این الگوها محدوده وزن دهی به نظر محقق بستگی دارد و در این تحقیق محدوده وزن دهی ۰ تا ۱۰ انتخاب شده است و با توجه به اهمیت هر یک از لایه‌های اطلاعاتی (نقشه‌ها) در مکان یابی برای نقشه‌های شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت آبرفت خشک، قابلیت انتقال و هدایت الکتریکی به ترتیب وزنه‌های ۱۰، ۸، ۶ و ۵ در نظر گرفته شده و بر اساس فرمول زیر در این الگو تلفیق یافتند.

(معادله شماره ۲)

$$\text{SuitBi} = (10 \times \text{Ec Bo}) + (6 \times \text{rans Bo}) + (8 \times \text{A broft Bo}) + (8 \times \text{Nofoz Bo}) + (\text{Slope Bo}) \quad (10)$$

Suit Bi = استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس الگو Binary evidence

maps شکل شماره (۸)

در نقشه حاصل از این فرمول، هر پیکسل دارای ارزشی بین صفر و یک می‌باشد که هر چه عدد به یک نزدیکتر باشد برای پخش سیلاب مناسب تر است. از این رو نقشه رستری حاصل بر اساس استعداد پخش سیلاب طبقه‌بندی (Slicing) می‌شود. به همین منظور منحنی فراوانی کلیه نقشه‌های نهایی به پنج طبقه مساوی تقسیم شده اند. شکل

شماره (۸) نقشه استعداد اراضی برای پخش سیلاب در الگو Binary evidence maps را نشان می‌دهد. در الگو Multi class maps علاوه بر وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی، هر واحد در هر لایه اطلاعاتی نیز بر اساس اهمیت خود وزن خاصی داده می‌شود. محدوده وزن دهی به واحدها و لایه‌ها بستگی به نظر محقق بستگی دارد که در این تحقیق محدوده وزن دهی بین ۰ تا ۱۰ در نظر گرفته شده است. طبق فرمول زیر نقشه‌های پایه در این الگو با هم تلفیق شدند.

معادله شماره (۳) $(37) = (5 * Ec IN) + (6 * Trans IN) + (8 IN) + (Nofoz IN)$

$$Suitmu = (10 * \text{lope In}) (8 * \times \text{Abroft}$$

multi class suit mu = استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس الگوی maps

Slope IN, Nofoz IN, Abroft IN, Trans IN و EC IN به ترتیب استعداد

اراضی برای پخش سیلاب در نقشه شیب، نفوذپذیر سطحی، ضخامت آبرفت خشک، قابلیت انتقال و هدایت الکتریکی بر اساس الگوی Index overlay می باشند.

الگوی منطق فازی (fuzzy logic): در این روش وزن دهی واحدها بین صفر و یک می باشد. بر اساس نظریه مجموعه های فازی عضویت اعضا به طور کامل و قطعی نبوده و هر عضوی دارای درجه عضویت می باشد. بر این اساس در این تحقیق مجموعه ای در نظر گرفته شد که اعضای آن واحدهای هر کدام از نقشه های پایه و معیار عضویت در مجموعه مناسب بودن برای پخش سیلاب و درجه عضویت بین صفر و یک می باشد. در این الگو هیچ واحدی مناسب مطلق و نامناسب مطلق در نظر گرفته نمی شود. به همین دلیل وزن های داده شده نه صفر است و نه یک بلکه بین صفر و یک متغیر است. در این الگو نقشه های پایه در قالب اپراتورهای مختلف تلفیق یافتند که به اختصار در زیر توضیح داده شده است.

اپراتور Fuzzy AND عملگر اشتراک مجموعه هاست. بدین صورت که حداقل درجه عضویت اعضا را استخراج می کند. یعنی در بین کلیه لایه های اطلاعاتی حداقل ارزش (وزن) هر پیکسل را استخراج کرده و در نقشه نهایی منظور می کند (۹). به همین دلیل این اپراتور دقت بالایی در مکان یابی مناطق مستعد دارد. نقشه استعداد اراضی بر اساس این اپراتور طبق فرمول زیر بدست می آید.

(معادله شماره ۴)

$$SUIT FA = \text{Min} (\text{min}(\text{slope Fu}, \text{Nofoz fu}), \text{min}(\text{min}(\text{Abrof fu}, \text{trans fu}), \text{Ecfu}))$$

FUZZY AND =suit FA استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس الگوی
 slope fu, Nofoz fu, Abrof fu, Trans fu و Ec fu به ترتیب استعداد اراضی برای
 پخش سیلاب در نقشه شیب، نفوذپذیر سطحی، ضخامت آبرفت خشک، قابلیت
 انتقال و هدایت الکتریکی براساس الگوی Fuzzy logic می‌باشند.

اپراتور ضرب جبری فازی (Fuzzy algebraic product) در این اپراتور تمامی
 لایه‌های اطلاعاتی در هم ضرب می‌شوند. به دلیل ماهیت اعداد بین صفرو یک که همان
 درجه عضویت اعضا در مجموعه فازی می‌باشد، این اپراتور باعث می‌شود تا در نقشه
 خروجی اعداد کوچکتر شده و به سمت صفر میل کنند. در نتیجه در طبقه خیلی خوب
 تعداد پیکسل کمتری قرار می‌گیرد. به همین دلیل این اپراتور دقت و حساسیت بالایی در
 مکان‌یابی اعمال می‌کند. بر اساس فرمول زیر نقشه استعداد اراضی در این اپراتور
 استخراج می‌شود(۹):
 (معادله شماره ۵)

$$itFP = slope Fu \times Nofozfu \times Abroft Fu \times trans Fu \times EcFu$$

Fuzzy algebraic =suit Fp استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس اپراتور
 product

اپراتور جمع جبری فازی (Fuzzy algebraic sum) در این اپراتور متمم ضرب متمم
 مجموعه‌ها محاسبه می‌شود. به همین دلیل در نقشه خروجی بر خلاف اپراتور ضرب
 جبری فازی ارزش پیکسل‌ها به سمت یک میل می‌کند. در نتیجه تعداد پیکسل بیشتری
 در طبقه خیلی خوب قرار می‌گیرد. این اپراتور حساسیت خیلی کمی در مکان‌یابی دارد.
 طبق فرمول زیر نقشه استعداد اراضی در این اپراتور استخراج می‌شود.
 (معادله شماره ۶)

$$Suitfs = 1 - (1 - slope Fu) (1 - NoFoz Fu) (1 - Abrof t fu) (1 - Trans Fu) (1 - Ec Fu)$$

Fuzzy algebraic sum =suit Fs استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس اپراتور

اپراتور فازی گاما (Fuzzy Gamma) : جهت تعدیل حساست خیلی بالای اپراتور فازی ضرب و دقت خیلی کم اپراتور فازی جمع، اپراتور دیگری بنام (Fuzzy Gamma) معرفی شده است که حد فاصل اپراتور فازی ضرب و فازی جمع عمل می‌کند و فرمول آن به صورت زیر می‌باشد (۹)

(معادله شماره ۷)

$$\mu^{1-\gamma} \text{Combination} = (\text{جمع جبری فازی})^\gamma \times (\text{ضرب جبری فازی})$$

همان‌طوری که از فرمول پیداست اگر $\gamma = 1$ باشد نقشه خروجی همان نقشه حاصل از Fuzzy Sum خواهد بود و اگر $\gamma = 0$ همان نقشه حاصل از Fuzzy product خواهد بود. بنابراین این محدوده تغییرات γ بین صفر و یک می‌باشد. در این تحقیق نقشه‌های مناسب پخش سیلاب از $\gamma = 0/1$ تا $\gamma = 0/9$ ، استخراج شده است که به عنوان نمونه نقشه حاصل از اپراتور $\gamma = 0/5$ در تصاویر شماره (۹) آورده شده است.

جدول شماره ۷ - مساحت عرصه‌های پیشنهادی و تعداد پیکسل‌های آن و میزان

همپوشانی با عرصه‌های کنترل در هر الگو

درصد همپوشانی عرصه‌های پیشنهادی با عرصه کنترل $(B1/A1) \times 100$ یا $(B2/A2) \times 100$	مساحت		تعداد		نقشه مکانی مناسب در هر الگو
	دارای همپوشانی با عرصه کنترل (h_a) (B_2)	مساحت عرصه‌های پیشنهادی (h_a) (A_2)	پیکسل‌های دارای همپوشانی با عرصه کنترل ($B1$)	تعداد پیکسل‌های عرصه‌های پیشنهادی ($A1$)	
۵/۴۴	۴۵۱	۸۲۸۶/۵	۱۸۰۴	۳۳۱۴۶	Fuzzy AND
۰	۰	۴۸۸/۵	۰	۱۹۵۴	Fuzzy product
۱/۸۷	۴۵۱	۲۴۰۷۲/۲۵	۱۸۰۴	۹۶۲۸۹	Fuzzy sum
۰	۰	۱۰۴۵/۵	۰	۴۱۸۲	gamma=۰/۱
۰/۶۳	۱۰/۵	۱۶۵۸/۵	۴۲	۶۶۳	gamma=۰/۲
۱/۶۵	۱۱	۱۶۹۸/۲۵	۴۴	۶۷۹۳	gamma=۰/۳
۴/۵۸	۱۴۵/۵	۳۱۷۹	۵۸۲	۱۲۷۱۶	gamma=۰/۴
۶/۷۶	۳۶۸/۲۵	۵۴۵۰/۷۵	۱۴۷۳	۲۱۸۰۳	gamma=۰/۵
۶/۱۹	۳۶۸/۲۵	۵۹۴۶/۵	۱۴۷۳	۲۳۷۸۶	Gamma=۰/۶
۵/۵۷	۴۵۱	۸۱۰۲	۱۸۰۴	۳۲۴۰۸	gamma=۰/۷
۵/۰۷	۴۵۱	۸۹۰۱/۲۵	۱۸۰۴	۳۵۶۰۵	gamma=۰/۸
۴/۹۲	۴۵۱	۹۱۶۶	۱۸۰۴	۳۶۶۶۴	gamma=۰/۹
۰	۰	۵۵۵/۲۵	۰	۲۲۲۱	Boolean AND
۱/۹۱	۱۱۹/۷۵	۶۲۸۲	۴۷۹	۲۵۱۲۸	Binary evidence
۵/۱۷	۳۶۸/۲۵	۷۱۱۶/۵	۱۴۷۳	۲۸۴۶۶	Multi class maps

بحث:

همان طوری که در جدول شماره (۷) مشاهده می شود:

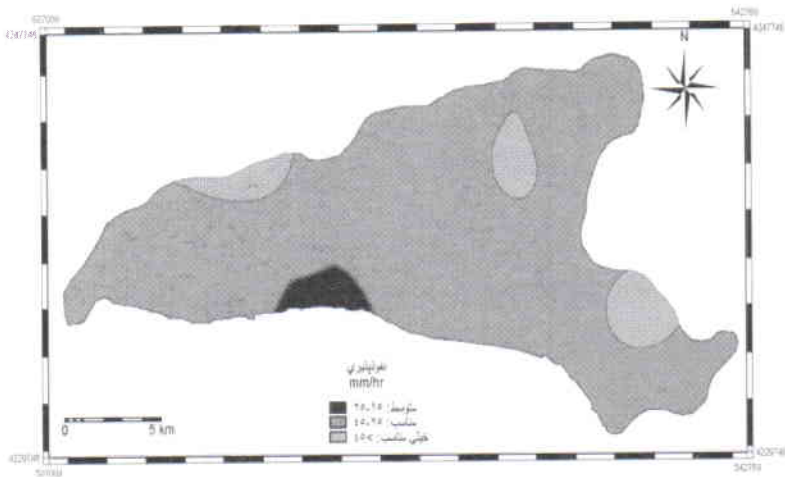
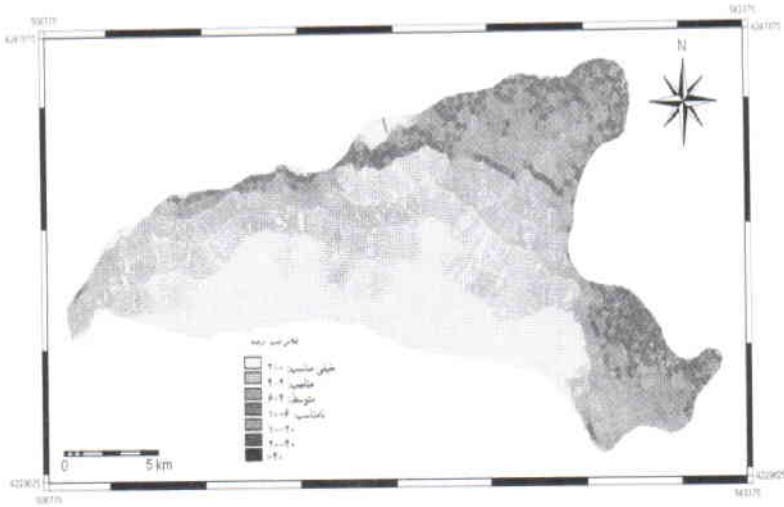
- ۱- از میان الگوهای ارزیابی شده، $\gamma = 0/5$ از الگوی Fuzzy logic بیشترین همپوشانی را با عرصه کنترل داشته و بهترین الگو برای تلفیق لایه های اطلاعاتی در مکان یابی عرصه های مستعد پخش سیلاب در محدوده مورد مطالعه می باشد.
- ۲- چون اپراتورهای گاما از الگوی Fuzzy logic حد فاصل دو اپراتور فازی ضرب و فازی جمع عمل می کند بدیهی است دقت آنها نیز بین دو اپراتور ذکر شده تغییر می یابند، به طوری که دقت اپراتور فازی ضرب از اپراتورهای گاما بیشتر و دقت اپراتور فازی جمع از اپراتورهای گاما کمتر است.
- ۳- به دلیل اینکه حاصل ضرب اعداد بین صفر و یک عددی کوچکتر از هر یک از اعداد می شود اپراتور ضرب جبری فازی (Fuzzy product) دقت و حساسیت بالایی در مکان یابی نشان می دهد. به طوری که از کل محدوده مورد مطالعه فقط عرصه ای به مساحت $488/5$ هکتار (حدود ۲٪ کل محدوده) را مناسب تشخیص داده است. دقت و حساسیت بالایی این اپراتور موجب حذف شدن بسیاری از عرصه های مناسب از عرصه های پیشنهادی گردیده است. به طوری که از عرصه کنترل در این اپراتور مساحتی مناسب برای پخش سیلاب تشخیص داده نشده است.
- ۴- اپراتور جمع جبری فازی (Fuzzy sum) به دلیل ماهیت خود و ماهیت اعداد بین صفر و یک از دقت بسیار کمی برخوردار است به طوری که $24072/25$ هکتار از کل محدوده مورد مطالعه (بیش از ۹۹٪ کل محدوده) را مناسب تشخیص داده است.
- ۵- اپراتور AND در الگوی Fuzzy logic به دلیل اینکه اشتراک مجموعه را استخراج می کند. حساسیت و دقت نسبتاً خوبی را در مکان یابی دارد و حدود ۳۴٪ محدوده و کل عرصه کنترل را مناسب تشخیص داده شده است.

۶- در الگوهای Index overly، دقت الگوی Muti class maps بیشتر از الگوی Binary evidence maps می‌باشد، که علت آن وزن دهی به هر یک از واحدهای موجود در هر لایه (البته نه به صورت Binary) علاوه بر وزن دهی به خود لایه‌ها در الگوی Multi class Maps می‌باشد.

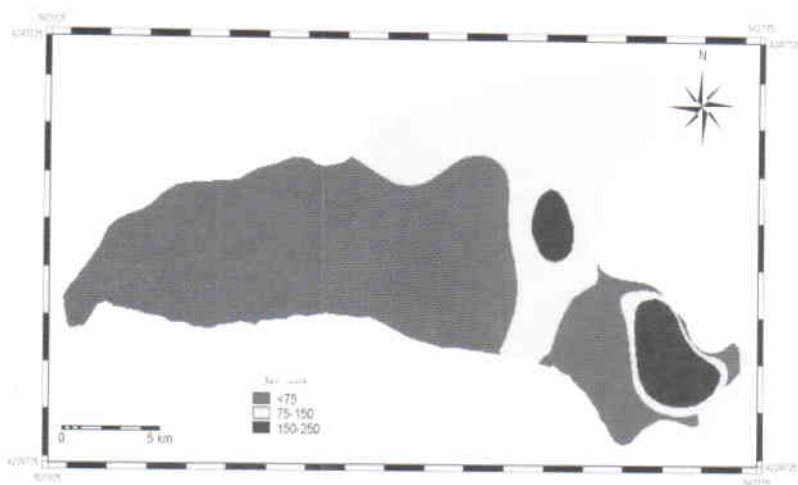
۷- دقت الگوهای Index overlay در مکان یابی بیشتر از الگوی Boolean logic می‌باشد، به دلیل اینکه به هر لایه اطلاعاتی در مکان یابی وزن خاصی داده می‌شود. با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی الگوها و انتخاب بهترین الگو جهت تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در مکان یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب، نقشه مکانهای مناسب پخش سیلاب حاصل از $\gamma=0/5$ پس از حذف اراضی کشاورزی در تصویر شماره (۱۰) بدست آمده است.

پیشنهادها:

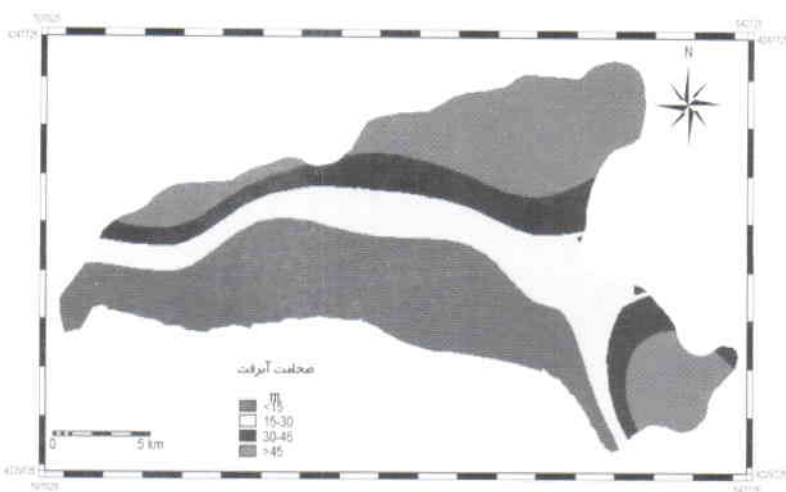
۱- با توجه به اینکه وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی و هر یک از واحدها از اهمیت ویژه‌ای در الگوهای معرفی شده می‌باشد و در مکان یابی عرصه‌های مناسب تاثیر مستقیم و به سزایی دارند. بنابراین ضروری است در راستای افزایش توان و منابع علمی طرحهای تحقیقاتی بیشتری جهت تعیین وزنهای مناسب در لایه‌های مختلف و برای عرصه‌های متفاوت انجام شود. ۲- با تکرار تحقیق مشابه در مقیاس کوچک و در اقلیمهای مختلف می‌توان به دستور العمل جامع دست یافت و تعیین حدود اعتماد نمود



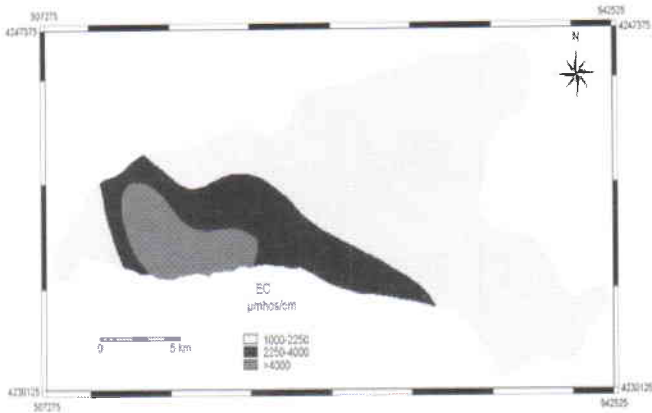
شکل شماره ۳: نقشه طبقات نفوذ پذیری سطحی دشت تسوج



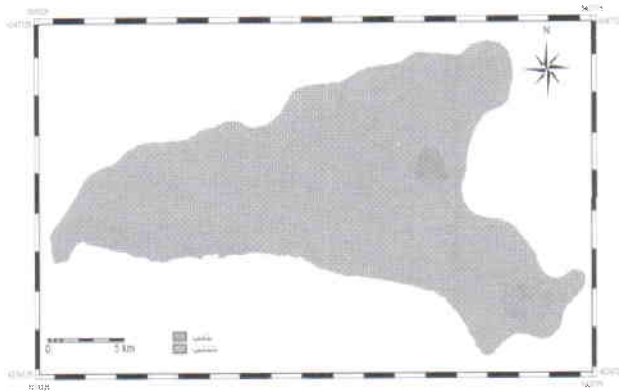
شکل شماره ۴ : نقشه قابلیت انتقال دشت تسوج



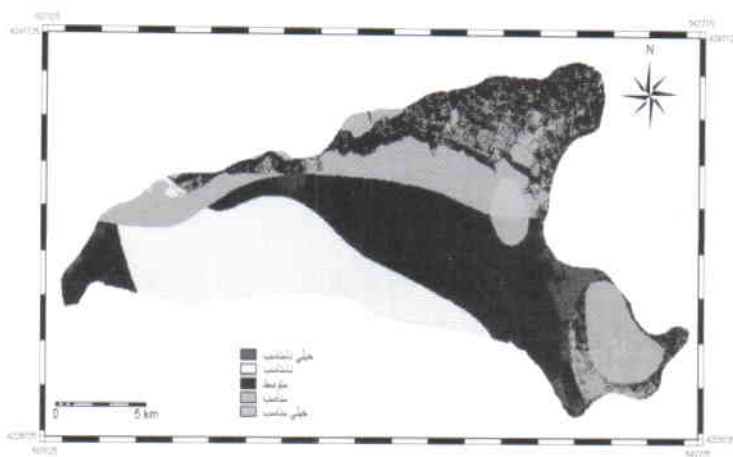
شکل شماره ۵ : نقشه ضخامت آبرفت خشک دشت تسوج



شکل شماره ۶: نقشه طبقات هدایت الکتریکی ابهای زیرزمینی دشت تسوج

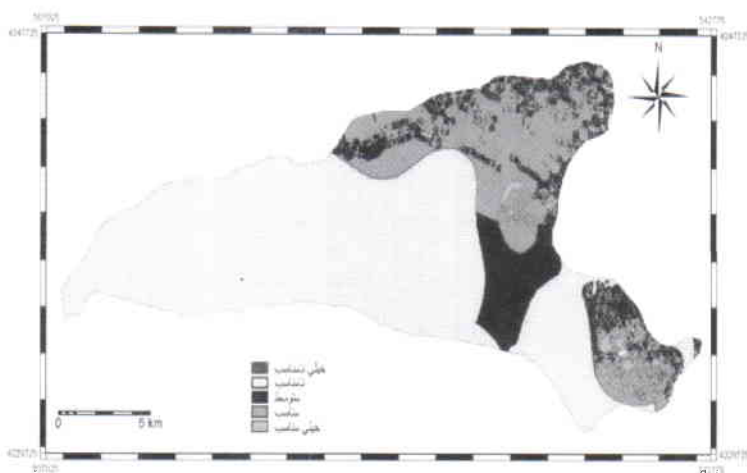


شکل شماره ۷: نقشه استعداد اراضی برای پخش سیلاب
حاصل از اپراتور Boolean AND



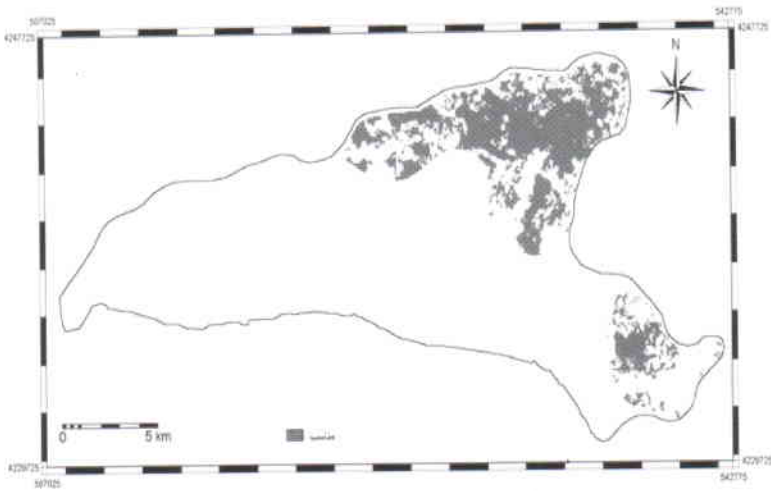
شکل شماره ۸ : نقشه استعداد اراضی برای پخش سیلاب

حاصل از الگوی Binary evidence maps



شکل شماره ۹ : نقشه استعداد اراضی برای پخش سیلاب حاصل از اپراتور

Fuzzy gamma=0.5



شکل شماره ۱۰: نقشه مکانهای مناسب پخش سیلاب پس از حذف اراضی کشاورزی حاصل از اپراتور $Fuzzy\ gamma = 0.5$

منابع مورد استفاده

- ۱- احمدی، ح. و س. فیض نیا، ۱۳۷۸ سازندهای دوره کواترنر، دانشگاه تهران، ۲۱۵-۳۹۴.
- ۲- حامد پناه. ۱۳۷۹، بررسی مکان پخش سیلاب با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۳- سلطانی، م. ج. ۱۳۸۱، ارزیابی اراضی به منظور مکان یابی عرصه‌های مستعد اجرای عملیات پخش سیلاب در محیط GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی ۸۴-۶۸.
- ۴- شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و اردبیل، ۱۳۸۰، مطالعات نیمه تفصیلی منابع آب زیر زمینی و الگوی ریاضی آن با استفاده از GIS دشت تسوج.
- ۵- عبدی، پ و ج، غیومیان. ۱۳۷۹، تعیین محلهای مناسب برای پخش سیلاب در دشت زنجان با استفاده از داده‌های ژئوفیزیکی و GIS، مجموعه مقالات همایش سراسری دست آوردهای طرح آبخوان داری، ۹۹-۸۶.
- ۶- قرمز چشمه، ب و ج، غیومیان و م. ح. مهدیان، ۱۳۷۹، تعیین شاخص‌های مورد نیاز در مکان یابی پخش سیلاب - مطالعه موردی دشت میمه اصفهان، مجموعه مقالات دومین همایش سراسری دست آوردهای طرح آبخوان داری، ۹۳-۵۴.
- ۷- مهرورز مغانلو، ک. ۱۳۸۲، بررسی نهشته‌های کواترنر جهت تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب - مطالعه موردی: دشت تسوج، پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۶ صفحه.
- ۸- نوری، ب. ۱۳۸۲، تعیین مناطق مناسب جهت تغذیه آبهای زیر زمینی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

- 9- Graeme F. Bonham carter (1996). Geographic information system for Geoscientists (Modeling for GIS). PERGAMON publication. USA. Chapter 9 ,pp267-302.
- 10- ITC, 1997, application guide for I lwis, I lwis department, pp.218-237
- 11- Krishnamarthy, J. and V. Kkumar 1996. An approach to demarcate ground water potential zones through remote sensing and geographic information system, International Journal of Remote sensing, vol.17, no. 10: 1876-1884
- 12- Saraf, a.k and p.r. choud hury, 1998. Integrated remote sensing and Gis for ground water exploration and identification of artificial recharge sites, international journal of remot sen sing, vol.19 no.10, 2595-2618.

