بررسی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب با استفاده از شاخص هم‌پوشانی نقشه‌ها و منطق‌های بولین و فازی در محیط GIS(مطالعه موردی : حوضه آبخیز پشتکوه)

صفر معروفی[1*] ، مهناز محمودی[2]، سامره سلیمانی[3] و بهنوش جعفری[4]

تاریخ دریافت: 89/12/7 تاریخ پذیرش: 90/5/5

1- دانشیار، گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
2- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، آبیاری و زهکشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
3- دانشجوی کارشناسی ارشد، آبیاری و زهکشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
4- عضو هیات علمی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و کشاورزی، استان مازندران
* مسئول مکاتبه : Email: smarofi@yahoo.com

چکیده

کنترل سیلاب به منظور استفاده از آب‌های سطحی و جریان‌های آبراهه‌ای در حوضه‌های آبریز، یکی از مراحل اساسی در مدیریت منابع آب به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. تعیین نقاط مناسب جهت پخش سیلاب ضامن موفقیت پروژه‌های مربوطه در این زمینه است. هدف از این مطالعه ارزیابی کارایی روش‌های هم‌پوشانی لایه‌ها، منطق‌های بولین و فازی در تعیین عرصه‌های پخش سیلاب با استفاده از تکنیک‌های GIS می‌باشد. بدین منظور 5 لایه اطلاعاتی که شامل شیب، کاربری اراضی، نفوذپذیری سطحی، واحدهای کوارترنر و ضخامت آبرفت بودند، در قالب مدل‌های ذکر شده تلفیق یافتند. نتایج به دست آمده از مدل‌های فوق به صورت نقشه‌های خروجی بودند با عرصه‌های کنترل اجرایی مقایسه و مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که هم‌پوشانی عرصه‌های پیشنهادی به عرصه‌های کنترل در مدل Multi class maps نسبت به سایر مدل‌های ارزیابی شده، بیشتر بوده و در نتیجه به عنوان بهترین مدل در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب در حوضه آبخیز پشتکوه ایران انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی: حوضه آبخیز پشتکوه، شاخص هم‌پوشانی نقشه‌ها، عرصه‌های پخش سیلاب، منطق‌های بولین و فازی

Archive of SID

www.SID.ir

Assessment of Flood Spreading Sites Using Index of Overlay Maps, Boolean and Fuzzy Logic Operators in GIS Media (Case Study: Poshtkoh Basin)

S Marofi[1*], M Mahmoodi[2], S Soleymani[3] and B Jafari[4]

Received: 26 February 2011 Accepted: 27 July 2011
[1]Assoc. Prof., Dept. of Irrigation, Faculty of Agric., Bu-Ali Sina Univ., Hamedan, Iran
[2]MSc. Graduated Irrigation and Drainage, Bu-Ali Sina Univ.,Hamedan, Iran
[3]MSc. Student, Irrigation and Drainage, Bu-Ali Sina Univ., Hamedan, Iran
[4]Scientific Member, Mazandaran Agric. Research Center, Iran
*Corresponding author: Email: smarofi@yahoo.com

Abstract

In order to use overland and stream flows of watersheds, flood control is a basic water resources management step especially in arid and semi-arid areas. Selecting suitable areas for flood spreading is one of the most important parameter in the success of the concerned projects. The aim of this study was to evaluate the accuracy of index of overlay maps, Boolean and fuzzy methods to identify the flood spreading areas, using GIS techniques. For this purpose, five geographical information layers including slope, land use, surface infiltration, quaternary units and aquifer depth were interpolated based on the three presented approaches. The results (as the output maps) were evaluated and compared with the field control sites. The results showed that the method of Multi class maps, because of its maximum overlaying surface with the control sites, comparing to the other models was the best method for the selection of flood spreading sites in the Poshtkoh Basin, Iran.

Keywords: Boolean and fuzzy logic, Flood spreading sites, Index overlay maps, Poshtkoh basin

Archive of SID

مقدمه

منابع آب و انرژی مهمترین منابعی هستند که طی قرن گذشته با بحران جدی مواجه شده‌اند. تخریب منابع طبیعی و زیست‌محیطی به یک چالش اساسی تبدیل شده و نگرانی از زوال زودهنگام انرژی‌های فسیلی و محدودیت منابع آب، ذهن تحلیل‌گران را به پیش‌بینی بروز بحران آب در آینده سوق می‌دهد و در این زمینه کشور ایران به عنوان یکی از کم‌آب‌ترین و پرتنش‌ترین مناطق جهان در معرض خطر می‌باشد. کشور ایران که حدود یک درصد از خشکی‌های جهان را دارد فقط 0/0002 درصد از منابع آب جهان را دارا است. آمار موجود نشانگر این است که 74 درصد از سطح کشور دارای بارندگی سالانه کمتر از 250 میلی‌متر می‌باشد. به دلیل کمبود نزولات جوی، عدم پراکنش متعادل آن از نظر زمانی و مکانی و همچنین عدم وجود رودخانه‌های دائمی که بتواند نیاز آبی را در مناطق خشک و نیمه خشک تأمین نماید، ذخیره و بهره‌برداری از رواناب‌های سطحی در مواقع نزول باران‌های شدید و سیل‌آسا در

www.SID.ir

سطح وسیع می‌تواند به افزایش ذخایر آب زیرزمینی کمک کند. از سوی دیگر هر ساله، سیلاب‌ها باعث بروز خسارات جانی و مالی فراوانی می شوند (آل شیخ و همکاران 1381). تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی یکی از راهکارهای اساسی ذخیره‌سازی آب با توجه به خصوصیات بارندگی و جاری شدن رواناب‌های سطحی در کشور می‌باشد (سلطانی 1380).

کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی[1] (GIS) در ذخیره، تجزیه و تحلیل و مدیریت حجم عظیم و متنوع اطلاعات مکانی، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. آنالیز همزمان داده‌های مختلف مکانی و توصیفی، مهمترین قابلیت GIS می‌باشد که نمی‌توان آن را با سایر روش‌ها انجام داد (آرنوف 1375). سیستم اطلاعات جغرافیایی به همراه ابزار و تکنیک‌ها توانایی آن را دارد که با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در قالب مدل‌های مختلف در حداقل زمان در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به قابلیت‌های بسیار زیاد GIS در زمینه انجام مطالعات منابع آب و همچنین تجزیه و تحلیل سریع و آسان، جهت تهیه نقشه‌ها و پارامترهای مربوط، از این ابزار قدرتمند استفاده شد.

در خصوص انتخاب مکان‌های مناسب پخش سیلاب با استفاده از GIS تحقیقاتی انجام گرفته است که از نقطه نظرهای مختلفی به بررسی موضوع پرداخته‌اند. ذیلاً به چند مورد از این مطالعات اشاره می‌گردد:

زهتابیان و همکاران (1381) برای تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب در حوضه طغرود قم از نقشه‌های شیب، ژئومرفولوژی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده نمودند. بدین منظور لایه‌های اطلاعاتی مورد نظر در قالب منطق‌های بولین، فازی و شاخص هم‌پوشانی نقشه‌ها تلفیق یافتند و نقشه‌های خروجی با عرصه‌های کنترل مقایسه و مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل بیانگر آن است که مدل فازی بهترین مدل برای تعیین مکان‌های مناسب پخش سیلاب در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

مهرورز و همکاران (1384) تحقیقی را به منظور تعیین مناطق مناسب جهت تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در دشت تسوج واقع در شمال غرب تبریز انجام دادند. آنها از لایه‌های اطلاعاتی شیب، نفوذپذیری سطحی، قابلیت انتقال آب، ضخامت آبرفت خشک و کیفیت آبرفت استفاده نمودند و در محیط GIS طبقه‌بندی کردند. در نهایت لایه‌های اطلاعاتی را بر اساس منطق‌های بولین، فاری و شاخص هم‌پوشانی نقشه‌ها تلفیق نمودند و مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی را مشخص کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که اپراتور گاما 0/5 از الگوی منطق فازی بهترین الگوی تلفیق، برای تعیین مکان‌های مناسب پخش سیلاب در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

دادرسی سبزوار و خسروشاهی (1387)، از طریق وزن‌دهی به متغیرهای مؤثر بر سیل‌خیزی و تغذیه سفره بر اساس شدت تأثیرگذاری آنها و با استفاده از مدل‌های بولین، فازی و شاخص هم‌پوشانی نقشه‌ها در محیط GIS به اولویت‌بندی مناطق سیل‌خیز و مستعد برای مهار و گسترش سیلاب جهت کنترل بیابان‌زایی در سطح 6 شهرستان از شهرهای استان خراسان رضوی پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که مدل فازی بهترین سازگاری را در مقایسه با سایر مدل‌ها برای شناسایی مناطق سیل‌خیز و مستعد برای مهار و گسترش سیلاب ار خود نشان می‌دهد.

جمالی و همکاران (1389) برای تعیین پهنه‌های مناسب پخش سیلاب برای تقویت آب قنات‌ها، چاه‌ها و چشمه‌ها در حوضه آبخیز میانکوه یزد از فنون ارزیابی چند معیاره مکانی[2] در محیط GIS استفاده کردند. در این مطالعه عوامل مکانی اقتصادی همچون نزدیکی به جاده، روستا، قنات، چاه و چشمه در نظر گرفته شد. همچنین عوامل و محدودیت‌های مکانی طبیعی مثل تراکم پوشش گیاهی، ژئومرفولوژی، کاربری اراضی و درجه شیب دخالت داده شد. به طوری که در روش ارزیابی چند معیاره مکانی، عوامل مورد نظر با استفاده از روابط

[1] Geographical information system

[2] Spatial multi-criteria evaluation (SMCE)

Archive of SID

www.SID.ir

مربوطه، استانداردسازی بولین و فازی شدند. وزن عوامل نیز با روش رتبه‌بندی مشخص گردید. در مرحله بعد تلفیق لایه‌ها با طراحی درخت‌واره و زبان برنامه‌نویسی ویژوال در محیط GIS انجام شد که نتیجه آن نقشه شاخص مرکب با ارزش‌های فازی بود. بر اساس نقشه تهیه شده، منطقه مناسب پخش سیلاب وسعتی معادل 2/43 درصد از مساحت حوضه را شامل می‌شود که در قسمت شمال شرقی حوضه مذکور واقع شده است.

آل شیخ و همکاران (2008) تحقیقی را به منظور تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب با استفاده از GIS در حوضه آبخیز سمل بوشهر انجام دادند. ایشان عوامل شیب، قابلیت اراضی، نفوذپذیری سطحی، سازندهای کواترنر و ضخامت آبرفت را مطالعه کرده و در محیط GIS اقدام به تلفیق نقشه‌ها نمودند. بر اساس این تحقیق استفاده از مدل فازی مناسب‌ترین راهکار برای تعیین مکان‌های مناسب پخش سیلاب با هدف تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها معرفی شده است.

سریدهار و همکاران (2009) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به مکان‌یابی تغذیه مصنوعی در حوضه آبخیزی در هندوستان پرداختند. آنها عوامل زمین‌شناسی، زهکشی، شیب، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، هیدروژئومورفولوژی و آب‌های زیرزمینی را مطالعه کردند و هر یک از نقشه‌های فوق را بر اساس اهمیت آب‌های زیرزمینی به طبقات خیلی خوب، خوب، متوسط و فقیر تقسیم‌بندی کردند و در نهایت با تلفیق لایه‌ها در محیط GIS نقشه اراضی مستعد تغذیه مصنوعی را به دست آوردند.

حوضه آبخیز پشتکوه به دلیل واقع بودن در شمالی‌ترین بخش استان مازندران در حقیقت سرچشمه جریان‌های ورودی به استان، از جمله حوضه نکارود و تالار، محسوب می‌شود. با توجه به معضلات متعدد در زمینه وقوع سیلاب‌ها، راه حل مناسب جهت پیشگیری از خسارات سیلاب می‌تواند کنترل آنها در جریان‌های بالادست، یعنی حوضه مذکور باشد تا از این طریق علاوه بر کنترل سیلاب و کاهش خسارات، از تأثیر سیل بر حوضه‌های پائین‌دست نیز کاسته شود. بروز مشکلات متعدد ناشی از وقوع سیلاب‌ها در سال‌های اخیر در این منطقه مشکلات فراوانی را برای ساکنین به وجود آورده که باعث مهاجرت این افراد، از جمله اهالی منطقه کیاسر، به مناطق دیگر شده است. کاهش شدید بارندگی در سال‌های اخیر در حوضه مذکور در نتیجه افت سطح آب زیرزمینی، لزوم انجام مطالعات تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب را ضروری می‌سازد. با توجه به مطالب عنوان شده، هدف اصلی این تحقیق را می‌توان مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب در منطقه مورد مطالعه و ارزیابی مدل‌های مختلف به منظور ارائه بهترین مدل دانست.

مواد و روش‌ها

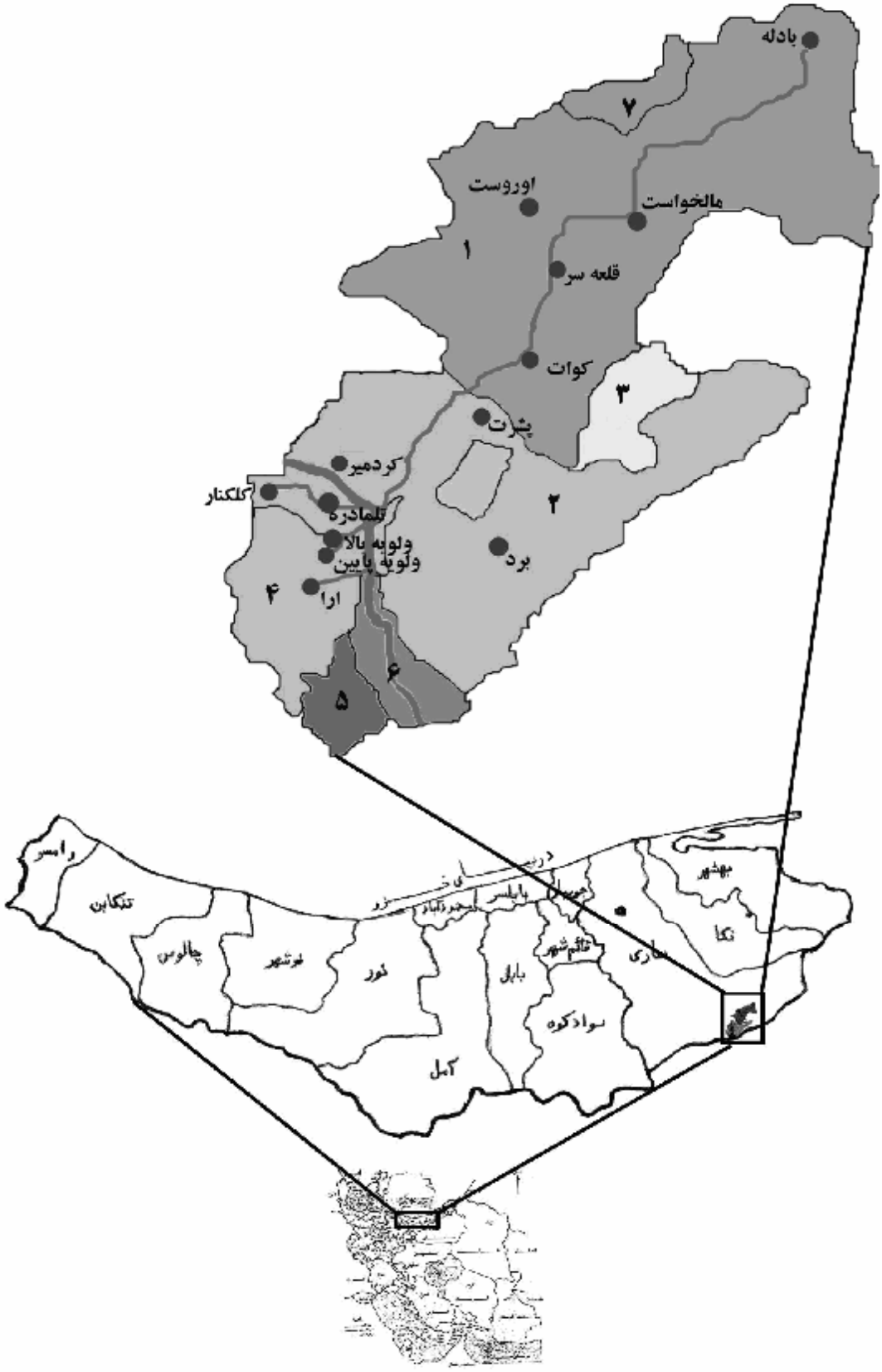
منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوضه آبخیز پشتکوه می‌باشد که در فاصله بین ′40 °53 تا ′58 °53 طول شرقی و ′24 °36 تا ′57 °36 عرض شمالی، در بخش میانی البرز مرکزی و در 110 کیلومتری جنوب شرقی شهرستان ساری واقع شده است (شکل 1).

مساحت حوضه 41200 هکتار بوده و دارای دو رود اصلی که طویل‌ترین آنها حدود 32 کیلومتر و از ارتفاعات 2680 متری سرچشمه گرفته است، می‌باشد. بطور متوسط حوضه آبخیز پشتکوه حوضه‌ای مرتفع محسوب می‌گردد، که حداکثر ارتفاع آن 3208 متر و حداقل ارتفاع آن در نقطه خروجی حوضه در حدود 1310 متر می‌باشد. این حوضه بر اساس پارامترهایی همچون تراکم آبراهه، جنس زمین، وضعیت رودخانه‌های اصلی و فرعی و وسعت حوضه مورد مطالعه به هفت زیرحوضه مستقل و شش زیرحوضه تلفیقی تقسیم شده است. به منظور ارزیابی اقلیم حوضه از سیستم طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه استفاده شد. بر این اساس، منطقه مورد مطالعه در بخش اقلیمی نیمه‌خشک سرد واقع شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 1- موقعیت مکانی حوضه پشتکوه

www.SID.ir

متوسط بارندگی سالیانه بر اساس اطلاعات ایستگاه کلیماتولوژی در این منطقه کمتر از 250 میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه حوضه حدود 7/5 درجه سانتی‌گراد و میزان تبخیر و تعرق آن 1200 میلی‌متر است. بروز سیلاب‌های ادواری و طغیان دائمی و فصلی حوضه یکی از ویژگی‌های اساسی آن به شمار می‌رود. بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که جاری شدن سیلاب از مناطق شرقی، شمالی و جنوبی حوضه به سمت مرکز آن اکثر روستاهای حوضه را تحت تاثیر قرار داده است، که همه ساله در فصول خاص، این امر تکرار می‌گردد (بی‌نام 1382، بابایی و اونق 1385، محمدنژاد و همکاران 1388).

روش تحقیق

در این تحقیق با توجه به مطالعات صورت گرفته قبلی (آل شیخ و همکاران 1381 و 2008) و تجربیات موجود در خصوص کنترل و بهره‌وری از سیلاب در کشور، از پارامترهای شیب، کاربری اراضی، زمین‌شناسی، نفوذپذیری سطحی و ضخامت آبرفت برای تعیین مکان‌های مناسب پخش سیلاب در سطح حوضه آبخیز پشتکوه استفاده شد. بعد از آماده‌سازی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از نرم‌افزار ILWIS 3.3، وزن‌دهی به هر یک از آنها با استناد به منابع معتبر (کریشنامورتی و همکاران 1996، سلطانی 1380) صورت گرفت، سپس با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در قالب مدل‌های بولین[1]، منطق فازی[2] و شاخص هم‌پوشانی نقشه‌ها[3]، مناطق مستعد پخش سیلاب تعیین گردید. جهت ارزیابی مدل‌ها، از عرصه‌های اجرا شده پخش سیلاب که توسط مرکز تحقیقات کشاورزی استان صورت گرفته است (به عنوان عرصه‌های کنترل)، استفاده شد.

قابل ذکر است که بر اساس مطالعات و تحقیقات انجام شده (از سال 1375 به بعد) توسط مرکز تحقیقات استان مازندران، از وسعت 41200 هکتار حوضه آبخیز پشتکوه، 1651/14 هکتار از اراضی منطقه مستعد جهت پخش سیلاب می‌باشند. این مناطق به عنوان عرصه‌های کنترل برای محاسبات بعدی در نظر گرفته شد. بدین منظور، ابتدا نقشه‌های مکان‌های تعیین شده (به عنوان محل مناسب پخش سیلاب) در هر مدل، با نقشه عرصه‌های کنترل مطابقت داده شد. سپس سطوح مشترک نقشه‌های تهیه شده و نقشه‌های کنترل تعیین گردید و در نهایت بهترین مدل جهت تعیین مناطق مناسب پخش سیلاب در منطقه معرفی شد.

معرفی مدل‌های به کار رفته

مدل بولین: در مدل منطق بولین که وزن‌دهی لایه‌ها بر اساس صفر یا یک صورت می‌گیرد، اپراتورهای اشتراک یا اجتماع تعریف شده است (دادرسی و خسروشاهی 1387). بر اساس نظریه مجموعه‌ها اپراتور AND، اشتراک و اپراتور OR، اجتماع مجموعه را استخراج می‌کند. به‌عبارت دیگر در اپراتور AND فقط پیکسل‌هایی که در تمام نقشه‌های پایه، ارزش یک داشته باشند، جز مناطق مناسب قرار می‌گیرند، اما در اپراتور OR پیکسل‌هایی که فقط در یک نقشه پایه مناسب بوده و ارزش یک داشته باشند و از لحاظ سایر لایه‌ها دارای ارزش صفر باشند، نیز در نقشه خروجی و تلفیق یافته، ارزش یک داشته و مناسب تشخیص داده می‌شوند (گریم و کارتر 1996). تهیه نقشه مناطق مساعد یا نامساعد از این روش پس از امتیاز دادن طبقات هر لایه در سیستم اطلاعات جغرافیایی از روابط 1 و 2 به دست می‌آید.

Boolean AND=(Shib Bo)AND(Karbari Bo)AND (Nofoz Bo)AND(Abroft Bo)AND(QuaterBo [1]

Boolean OR=(Shib Bo)OR(karbari Bo)OR (Nofoz Bo)OR(Abroft Bo)OR(QuaterBo) [2]

در رابطه‌های فوق، *Boolean AND* استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس مدل بولین AND، *Boolean OR* استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس مدل بولین OR، *Shib Bo*، *Karbari Bo*، *Quarter*

[1] Boolean
[2] Fuzzy logic
[3] Index overlay maps

Archive of SID

www.SID.ir

Bo، *Nofoz Bo* و *Abroft Bo* به ترتیب استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس مدل بولین در نقشه شیب، کاربری اراضی، واحدهای کواترنر، نفوذپذیری سطحی و ضخامت آبرفت می‌باشند.

مدل همپوشانی نقشه‌ها: در این مدل دو اپراتور وجود دارد که به شرح ذیل می‌باشند (کریشنامورتی و همکاران 1996):

الف- مدل Binary evidence maps: ساده‌ترین نوع مدل هم‌پوشانی نقشه‌ها می‌باشد. در این مدل به نقشه‌های حاصل از منطق بولین بر اساس اهمیت‌شان در مکان‌یابی وزن خاصی داده می‌شود. محدوده وزن‌دهی در این مدل بستگی به نظر محقق دارد. در این تحقیق، با استناد به منابع (آل شیخ و همکاران 1381، کریشنامورتی و همکاران 1996) و با توجه به اهمیت هریک از لایه‌ها در مکان‌یابی، برای نقشه‌های شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت آبرفت، قابلیت اراضی و واحدهای کواترنر به ترتیب وزن 10، 8، 7، 6 و 6 در نظر گرفته شد و بر اساس رابطه زیر نقشه‌های پایه تلفیق یافتند. ضمناً پارامترهای رابطه 3 قبلاً معرفی شده‌اند.

*SuitBi = (10*Shib Bo)+(8*Nofoz Bo)+(7*Abroft Bo)+ (6*Karbari Bo)+(6*Quater Bo)/37* [3]

ب- مدل Multi class maps: در این مدل علاوه بر وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی، هر واحد در هر لایه اطلاعاتی نیز بر اساس اهمیت خود وزن خاصی خواهد داشت. در این مدل طبق رابطه زیر نقشه‌های پایه با هم تلفیق می‌یابند.

*Suit Multi=(10*Shib In)+(8*Soil In)+ (7*Abroft In)+(6*Karbari In)+(6*QuaterIn)/37* [4]

در این رابطه *Suit Multi*، استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس مدل Multi class maps، *Shib In*، *Karbari In*، *Quarter In*، *Nofoz In* و *Abroft In* نیز به ترتیب استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس مدل Multi class در نقشه شیب، کاربری اراضی، واحدهای کواترنر، نفوذپذیری سطحی و ضخامت آبرفت می‌باشند.

مدل منطق فازی: بر اساس نظریه مجموعه‌های فازی، عضویت اعضاء در مجموعه ممکن است به طور کامل نبوده و هر عضوی دارای درجه و عضویت از صفر تا یک باشد. در این مدل هیچ واحدی مناسب مطلق و نامناسب مطلق در نظر گرفته نمی‌شود. به همین دلیل وزن‌های داده شده نه صفر و نه یک می‌باشد، بلکه بین صفر و یک متغیر است (گریم و کارتر 1996). در این مدل نقشه‌های پایه در قالب اپراتورهای مختلف تلفیق یافتند که در ذیل مختصراً توضیح داده شده است:

الف- مدل منطق فازی OR: این عملگر اجتماع مجموعه‌ها است. بدین صورت که حداکثر درجه عضویت اعضا را استخراج می‌کند و از دقت بالایی در مکان‌یابی برخوردار نمی‌باشد (گریم و کارتر 1996). بر اساس رابطه زیر، لایه‌های اطلاعاتی مدل تلفیق می‌شوند.

Fuzzy OR =Max(max(Shib Fu,Nofoz Fu),max (max(Karbari Fu,QuaterFu),Abroft Fu)) [5]

در این رابطه *Fuzzy OR*، استعداد اراضی برای پخش سیلاب براساس مدل منطق فازی OR، *Shib Fu*، *Karbari Fu*، *Quarter Fu*، *Nofoz Fu* و *Abroft Fu* به ترتیب استعداد اراضی برای پخش سیلاب بر اساس مدل فازی در نقشه شیب، کاربری اراضی، واحدهای کواترنر، نفوذپذیری سطحی و ضخامت آبرفت می‌باشند.

ب- مدل منطق فازی AND: عملگر اشتراک مجموعه‌ها است. بدین صورت که حداقل درجه عضویت را استخراج می‌کند. به عبارت دیگر در بین کلیه لایه‌های اطلاعاتی، حداقل ارزش (وزن) هر پیکسل را استخراج و در نقشه نهایی منظور می‌نماید. به همین دلیل این اپراتور حساسیت بالایی در مکان‌یابی مناطق مستعد پخش سیلاب دارد (آل شیخ و همکاران 1381). با استفاده از رابطه زیر مکان‌های مناسب پخش سیلاب بر اساس مدل منطق فازی AND به دست می‌آید.

Archive of SID

www.SID.ir

Fuzzy AND=Min(min(Shib Fu,Nofoz Fu),min (min(Karbari Fu,QuaterFu),Abroft Fu)) [6]

ج- اپراتور ضرب جبری فازی[1]: در این مدل تمامی لایه‌های اطلاعاتی در هم ضرب می‌شوند (زهتابیان و همکاران 1381). به دلیل ماهیت اعداد بین صفر و یک که همان درجه عضویت اعضاء در مجموعه فازی می‌باشد، باعث می‌شود تا در نقشه خروجی این اپراتور، اعداد کوچک‌تر شده وبه سمت صفر میل کنند. در نتیجه تعداد پیکسل کمتری در کلاس خیلی خوب قرار می‌گیرند (آل شیخ و همکاران 1381). همچنین بر خلاف اپراتور فازی AND، ارزش تمامی واحدها و لایه‌ها را در تلفیق، دخالت می‌دهد (مهرورز و همکاران 1384). به همین دلیل این اپراتور حساسیت بالایی در مکان‌یابی دارد. بر اساس رابطه زیر نقشه مکان‌های مناسب پخش سیلاب در منطقه مورد مطالعه استخراج می‌شود.

*Suit Produc=Shib Fu*Nofoz*Karbari Fu* Quarter Fu*Abroft Fu* [7]

د- اپراتور جمع جبری فازی[2]: 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 کلاس خیلی خوب قرار می‌گیرد. به همین دلیل این اپراتور حساسیت خیلی کمتری در مکان‌یابی دارد (مهرورز و همکاران 1384). بر اساس رابطه زیر نقشه استعداد اراضی برای تعیین مکان‌های مناسب پخش سیلاب استخراج می‌شود.

Suit sum=1-(1-Shib Fu)(1-Nofoz Fu)(1-Karbari Fu)(1-Quarter Fu)(1-Abroft Fu) [8]

ه- فازی گاما[3]: برای به کارگیری مدل گاما ابتدا نتایج حاصل از عملگرهای جمع جبری و ضرب جبری فازی باید در دسترس باشند، تا بتوان با استفاده از این عملگرها، اختلاف فاحش بین ضرب و جمع فازی را تعدیل نمود. مقدار گامای تعدیل‌کننده بین صفر و یک است که از طریق قضاوت کارشناسی تعین می‌شود (دادرسی و خسروشاهی 1387). برای تعیین اولویت مناطق مستعد پخش سیلاب پس از امتیازبندی بین طبقات هر کدام از لایه‌های اطلاعاتی، رابطه زیر مورد استفاده قرار گرفت:

*Fuzzy gamma=((جمع جبری فازی) ^ γ) * (ضرب جبری فازی)^(1-γ))* [9]

بر اساس رابطه فوق، گامای صفر معادل ضرب فازی و گامای 1 معادل جمع فازی می‌باشند. در این تحقیق، مقادیر γ معادل 0/2، 0/5، 7/ و 0/9 انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند.

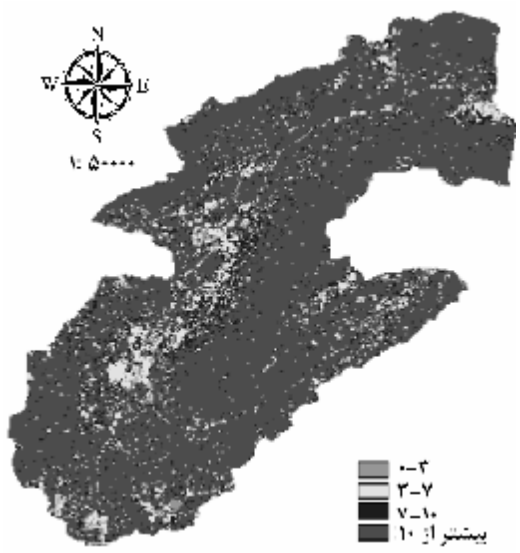
تهیه لایه‌های مورد نظر

با توجه به نقشه‌های موجود در محدوده مورد مطالعه، نقشه‌های شیب، کاربری اراضی، زمین‌شناسی با مقیاس 1:50000 تهیه شده است (شکل 2 تا 4). ضمناً با استفاده از لوگ‌های حفاری انجام شده در محدوده مورد مطالعه و نقشه‌های مقاطع ژئوالکتریک، لایه ضخامت آبرفت به دست آمد (شکل 5).

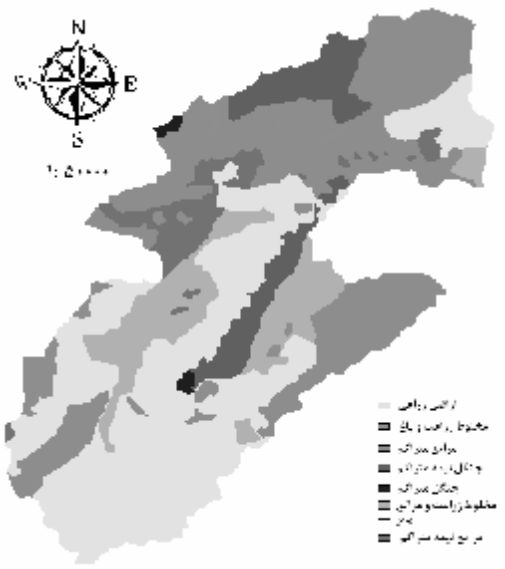
[1] Fuzzy algebraic product
[2] Fuzzy algebraic sum
[3] Fuzzy gamma

Archive of SID

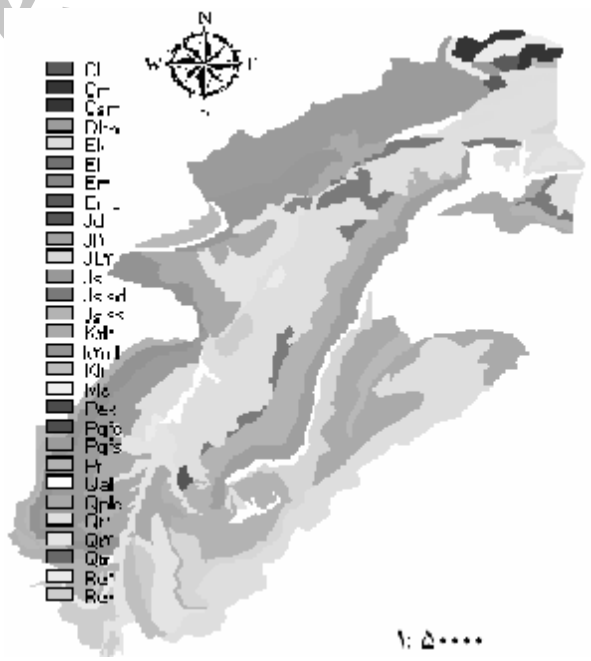
www.SID.ir



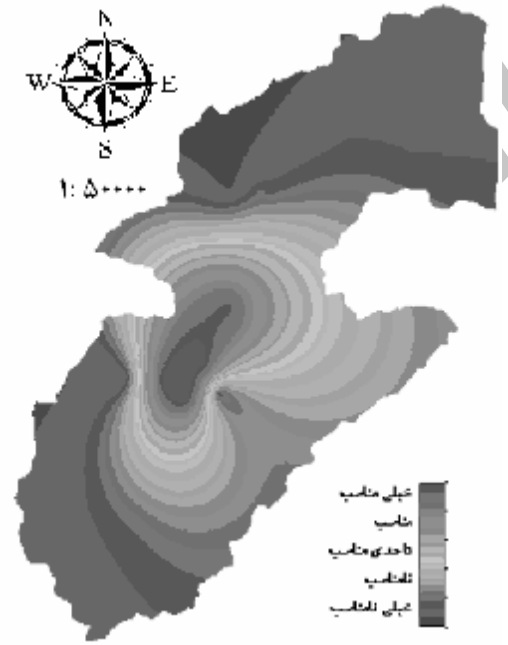
شکل 2- نقشه شیب منطقه مورد مطالعه



شکل 3- نقشه کاربری اراضی منطقه



شکل 4- نقشه زمین‌شناسی منطقه



شکل 5- نقشه ضخامت آبرفت منطقه

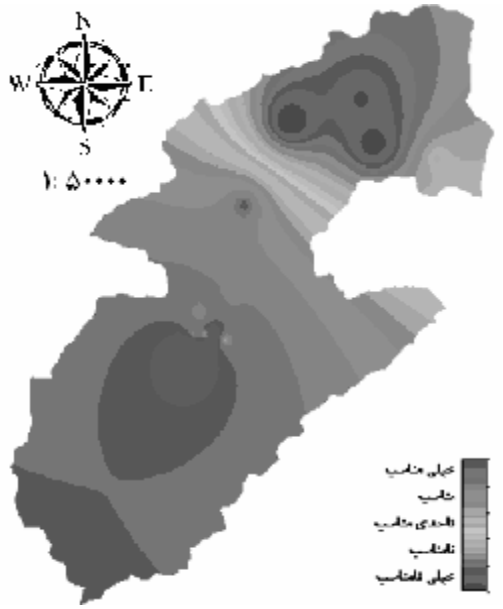
Archive of SID

www.SID.ir

برای تهیه نقشه نفوذپذیری سطحی، عملیات صحرایی در محدوده مورد مطالعه انجام گرفت (جدول 1). بدین منظور در 11 نقطه از روش استوانه مضاعف استفاده شد و نهایتاً نقشه نقطه‌ای[1] اندازه‌گیری‌ها با استفاده از روش‌های میانیابی[2]، به نقشه رستری تبدیل گردید (شکل 6).

جدول1- مقادیر نفوذپذیری سطحی حوضه آبخیز پشتکوه

شماره	مختصات منطقه		نفوذپذیری (میلی‌متر در ساعت)
	X	Y	
1	750298	4015187	6
2	750512/7	4014304	5/6
3	750542	4015897	4/5
4	751303	4015765	2/6
5	751494	4015737	8/6
6	752384	4015472	3/9
7	756175/9	4027239	1/3
8	760035	4028381	2/2
9	760470	4025826	1/7
10	764329	4025391	3/5
11	753621/25	4022565	5/1



شکل 6- نقشه نفوذپذیری منطقه

نتایج و بحث

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و تعیین مکان مناسب پخش سیلاب در هر مدل

با توجه به معیارهای مدل‌های بولین، فازی و شاخص هم‌پوشانی، لایه‌های مورد نیاز دسته‌بندی و ارزش‌گذاری شدند. برای تلفیق لایه‌های کلاس‌بندی شده، رابطه‌های 1 تا 9 به کار گرفته شد و مکان‌های مناسب پخش سیلاب بر اساس مدل‌های مختلف مشخص گردید (شکل 7 تا 18).

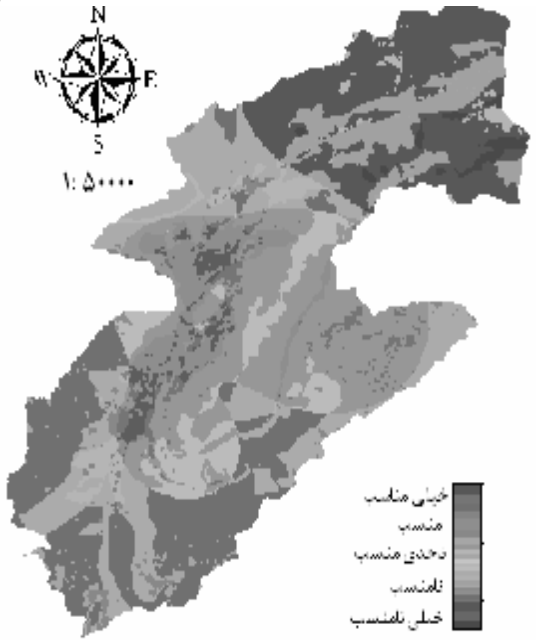
[1] Point map
[2] Interpolation

Archive of SID

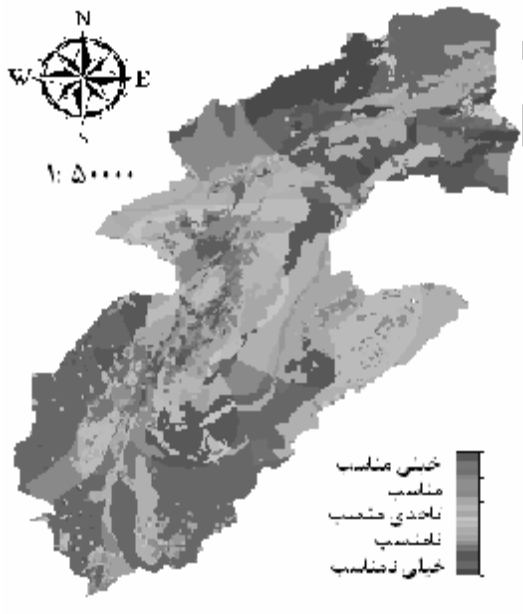
www.SID.ir

شکل 7- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل بولین **AND**

شکل 8- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل بولین **OR**

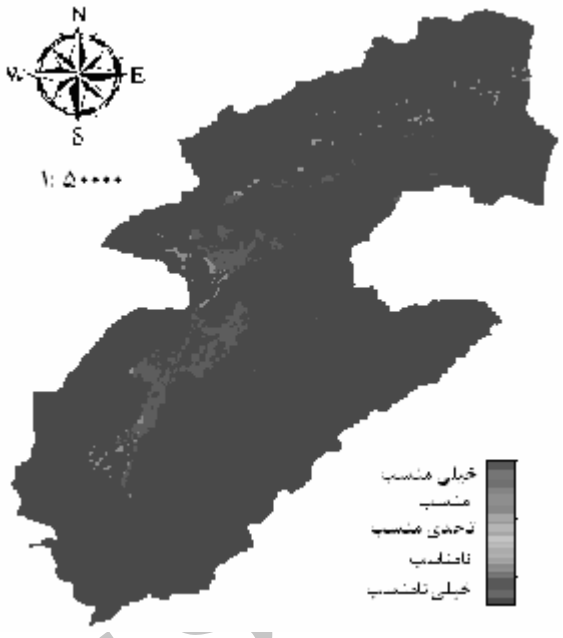


شکل 9- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل **Binary evidence maps**

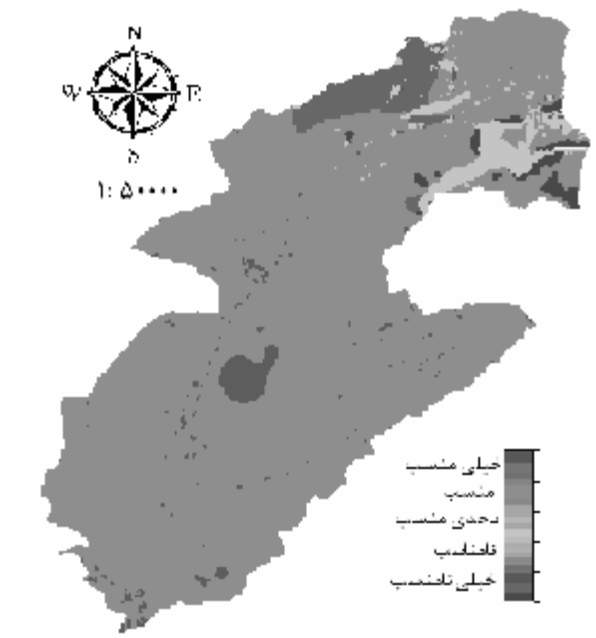


شکل 10- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل **Multi class maps**

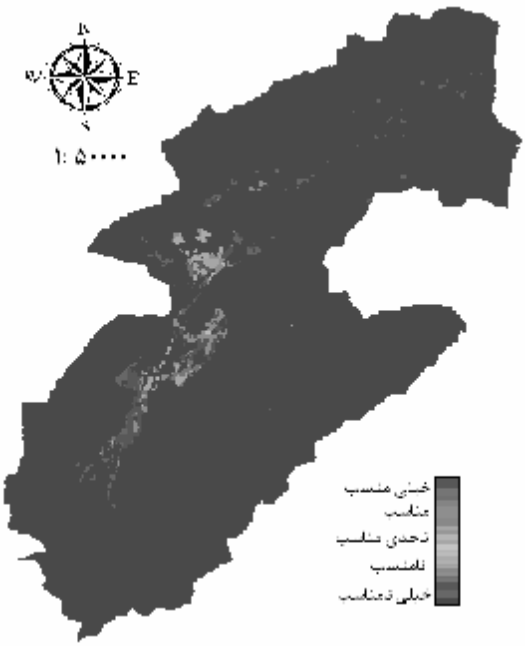
www.SID.ir



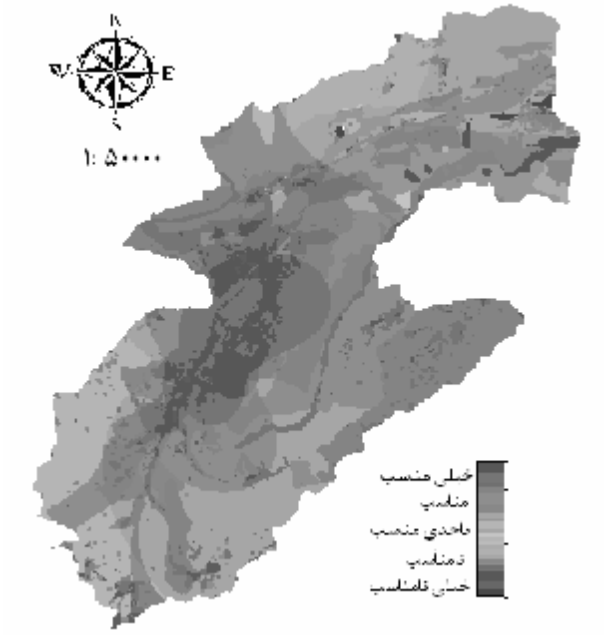
شکل 11- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل منطق فازی AND



شکل 12- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل منطق فازی OR

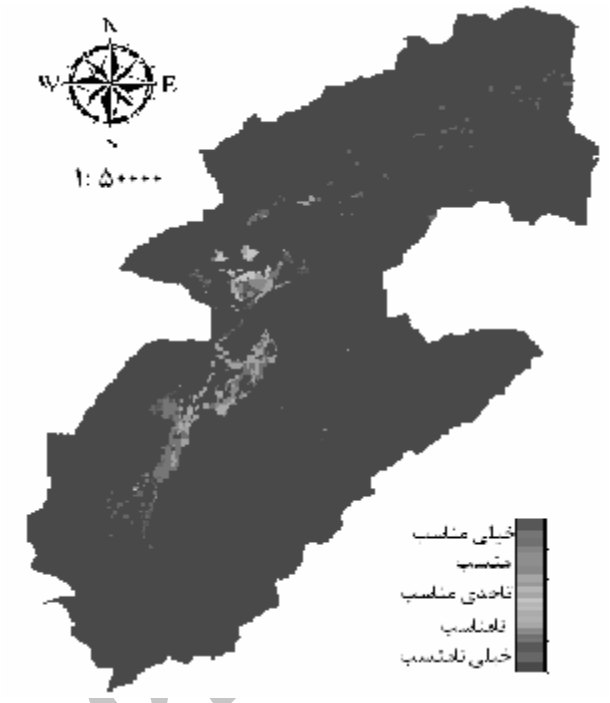


شکل 13- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل ضرب فازی

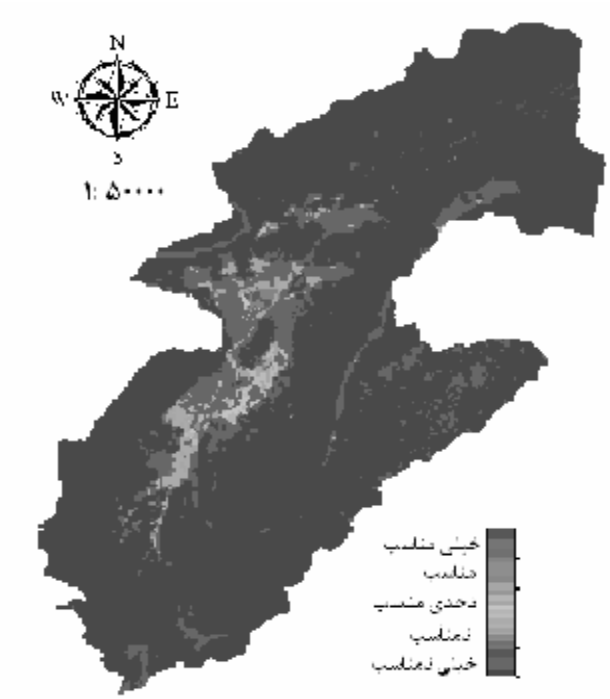


شکل 14- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل جمع فازی

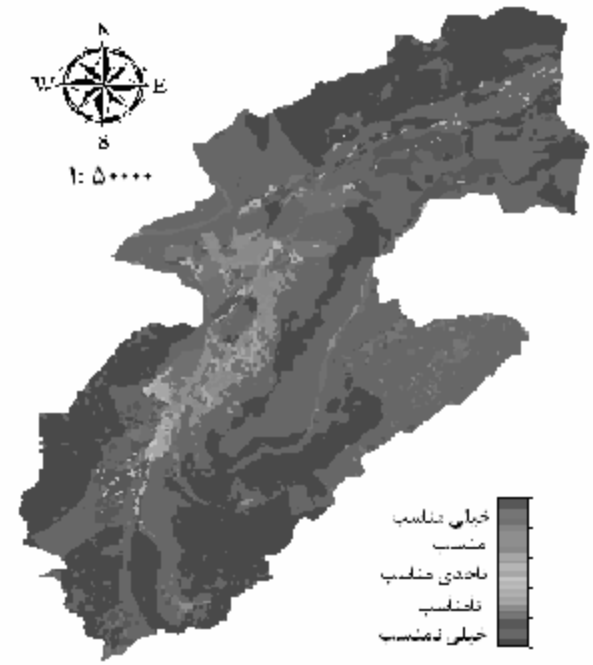
www.SID.ir



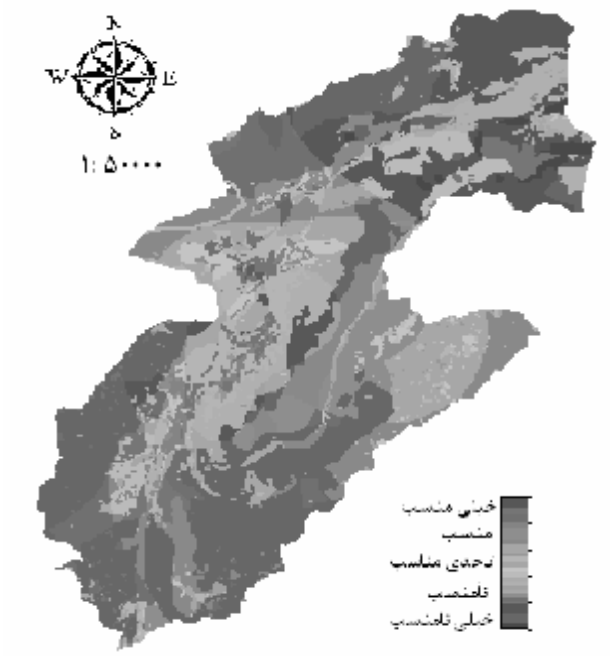
شکل 15- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل گاما 0/2



شکل 16- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل گاما 0/5



شکل 17- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل گاما 0/7



شکل 18- استعداد اراضی برای پخش سیلاب در مدل گاما 0/9

www.SID.ir

ارزیابی مدل‌ها

جهت ارزیابی مدل‌ها، نقشه‌های مکان‌های تعیین شده در هر مدل، با نقشه عرصه‌های کنترل (شکل 19) مطابقت داده شد و سطوح مشترک آنها تعیین گردید و در نهایت بهترین مدل جهت تعیین مناطق مناسب پخش سیلاب در منطقه معرفی شد (جدول 2).

شکل 19- اراضی مستعد پخش سیلاب به روش دستی

جدول2- مساحت عرصه‌های پیشنهادی و میزان هم‌پوشانی با عرصه‌های کنترل

مدل‌های مورد استفاده	مساحت عرصه‌های پیشنهادی (هکتار)	مساحت دارای هم‌پوشانی با عرصه‌های کنترل (هکتار)	هم‌پوشانی عرصه‌های پیشنهادی با عرصه‌های کنترل (درصد)
منطق بولین AND	837/136	260/2	31/05
منطق بولین OR	40968/3	1651	4/03
Binary evidence	1696/36	556/29	32/79
Multi class	1974	814	41/24
منطق فازی AND	1316	431/89	32/81
منطق فازی OR	30741	1651	5/37
ضرب فازی	38/9	1/5	3/85
جمع فازی	34913	1581	4/53
گاما 0/2	68	4/27	6/28
گاما 0/5	92/74	20/106	21/68
گاما 0/7	510	128/51	25/19
گاما 0/9	1420	297/94	21/15

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه مدل‌هایی که دقت کمتری دارند، عرصه‌های بیشتر و مدل‌هایی که دقت بالاتری دارند عرصه‌های کمتری را برای پخش سیلاب در نظر می‌گیرند. لذا با توجه به اعداد به دست آمده در ستون دوم جدول 2، می‌توان در مورد صحت، دقت و حساسیت نتایج مدل‌ها تا حدودی اظهارنظر نمود. با توجه به این جدول می‌توان نتیجه‌گیری نمود که مدل‌های بولین OR و فازی OR، که عملگرهای اجتماع مجموعه‌ها می‌باشند و همچنین مدل جمع جبری فازی که متمم ضرب متمم مجموعه‌ها است، در نقشه خروجی آنها ارزش پیکسل‌ها به سمت یک میل می‌کند. در نتیجه این اپراتورها حساسیت خیلی کمی در مکان‌یابی دارند و در ارزیابی مدل‌ها، مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

مدل‌های ضرب فازی و گاما 0/2 به دلیل ماهیت خود، حساسیت بالایی در مکان‌یابی نشان می‌دهند و کمترین مقدارها را در این خصوص دارا هستند. توجه به این نکته ضروری است که حساسیت بالای این اپراتورها در مکان‌یابی، دلیل بر مناسب بودن آنها نمی‌باشد. زیرا ممکن است عرصه‌های مناسب دیگری هم وجود داشته باشد که به دلیل حساسیت بالای این مدل‌ها جزء مناطق مناسب قرار نگرفته است. معیار ارزیابی مدل‌های مورد استفاده، بررسی حداقل اختلاف در مساحت عرصه پیشنهادی و داشتن حداکثر هم‌پوشانی در مقایسه با عرصه‌های کنترل اجراء شده، می‌باشد. لذا با توجه به ستون چهارم جدول 2 می‌توان در مورد صحت دقت و حساسیت نتایج مدل‌ها به طور قطعی اظهار نظر نمود:

در مدل‌های هم‌پوشانی، به دلیل اینکه در هر لایه اطلاعاتی وزن خاصی داده می‌شود، دقت آنها در مکان‌یابی عرصه‌های مربوطه، بیشتر از مدل‌های منطق بولین است. در مدل‌های هم‌پوشانی نقشه‌ها، دقت، حساسیت و انعطاف‌پذیری مدل Multi class maps از مدل Binary class maps بیشتر می‌باشد. زیرا در این مدل علاوه بر وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی، به هر واحد درون هر لایه، نیز وزن خاصی لحاظ می‌گردد.

درصد هم‌پوشانی عرصه‌های پیشنهادی به عرصه‌های کنترل در مدل Multi class maps نسبت به سایر مدل‌های ارزیابی شده، بیشتر بوده است، در نتیجه به عنوان بهترین مدل جهت تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب در حوضه آبخیز پشتکوه انتخاب گردید. بر اساس این مدل، 1974 هکتار از محدوده مورد مطالعه برای عملیات پخش سیلاب مناسب تشخیص داده شد. این مناطق در غرب و قسمت بسیار کوچکی در جنوب حوضه آبخیز قرار دارند.

منابع مورد استفاده

آرنوف ا، 1375. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (ترجمه)، چاپ اول. سازمان نقشه‌برداری کشور، 310 صفحه.

آل شیخ ع، سلطانی م و هلالی ح، 1381. کاربرد GIS در مکان‌یابی عرصه‌های پخش سیلاب. مجله تحقیقات جغرافیایی. جلد 17، شماره 4. صفحه‌های 38-23.

بابایی ع و اونق م، 1385. ارزیابی توان توسعه و آمایش حوضه آبخیز پشتکوه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شماره اول، جلد 13. صفحه‌های 137-127.

بی‌نام، 1382. گزارش عملیات ژئوالکتریک. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران. صفحه‌های 50-19.

Archive of SID

www.SID.ir

جمالی ع، عشوری پ و زارع‌کیا ص، 1389. تعیین و اولویت‌بندی پهنه‌های مناسب پخش سیلاب برای تغذیه قنات‌ها، چاه‌ها و چشمه‌ها در مناطق خشک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز میانکوه یزد). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد 17، شماره 1. صفحه‌های 114-106.

دادرسی سبزوار ا و خسروشاهی م، 1387. شناخت مناطق مستعد برای گسترش سیلاب به روش کاربرد مدل‌های مفهومی (راهکاری برای مهار بیابان‌زایی). فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد 15، شماره 2. صفحه‌های 241-227.

زهتابیان غ، علوی‌پناه س و حامدپناه ح، 1381. بررسی کارایی مدل‌های مختلف در مکان‌یابی پخش سیلاب (مطالعه موردی: حوضه طغرود قم). مجله بیابان، جلد 7، شماره 1. صفحه‌های 29-19.

سلطانی م، 1380. بررسی عوامل موثر در مکان یابی عرصه های مستعد پخش سیلاب. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.

محمدنژاد ش، صفایی م، نوروزی ش، احمدیان ح و متاجی ا، 1388. بررسی تأثیر قرق همراه با عملیات آبخوان‌داری بر روند افزایش طبیعی نهال‌های ارس *Juniperus excelsa Bieb*. (مطالعه موردی: مازندران- حوزه آبخیز پشتکوه). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره 13، جلد 48. صفحه‌های 425-415.

مهرورز مغانلو ک، فیض‌نیا س، غیومیان ج و احمدی ح، 1384. بررسی نهشته‌های کواترنر جهت تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب به کمک فن سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی دشت تسوج). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد 12، شماره 4. صفحه‌های 467-437.

Alesheikh AA, Soltani MJ, Nouri N and Khalilzadeh M, 2008. Land assessment for flood spreading site selection using geospatial information system. International Journal of Environmental Science and Technology 5: 455-462.

Bonham-Carter GF, 1996. Graeme Geographic Information System for Geoscientists. Pergamon Publication, New York. 9:267-302.

Krishnamurthy J, Venkatesa Kumar N, Jayaraman V and Manivel M, 1996. An approach to demarcate ground water potential zones through remote sensing and geographic information system. International Journal of Remote Sensing 10:1876-1884.

Sreedhar Ganapuram GT, Vijaya Kumar IV and Murali Krishna M, 2009. Mapping of ground water potential zone in the Musi basin using remote sensing data and GIS. Advances in Engineering Software 40: 518-506.

Archive of SID

www.SID.ir