نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۰، شماره ۴، ۱۳۹۷، صفحات ۷۶۱-۷۷۲

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 10, Issue 4, 2019, Pages 761-772
DOI: 10.22092/ijwmse.2018.105362.1106

گزارش فنی

مکان‌یابی عرصه‌های مناسب سامانه پخش سیلاب با استفاده از روش AHP و فناوری GIS، مطالعه موردی: منطقه نعیم‌آباد، استان فارس

حسن وقارفرد[۱] و حسن مقیم*[۲]

[۱] استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان و [۲] دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۰

چکیده

پخش سیلاب یک روش موثر برای افزایش سطح آب‌های زیرزمینی، برطرف کردن شرایط بحرانی آب‌های زیرزمینی و مهار سیلاب نعیم‌آباد فارس به‌شمار می‌آید. مهمترین مرحله در انجام موفقیت‌آمیز تغذیه مصنوعی، انتخاب محل‌های تغذیه در منطقه مورد پژوهش می‌باشد. در این پژوهش، از فناوری GIS و روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. عوامل نه‌گانه زمین، شیب، فاصله از جاده، ارتفاع، ضخامت آبرفت، فاصله از آبراهه، نفوذپذیری سطحی، کاربری اراضی و گسل در این پژوهش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. هر لایه با استفاده از روش AHP اولویت‌بندی شده و لایه‌های مختلف تلفیق شده‌اند. برای اولویت‌بندی عوامل نه‌گانه از نرم‌افزار expect choices استفاده شده است. نتایج نشان داد که ۳/۶ درصد از منطقه نعیم‌آباد بر اساس روش AHP و فناوری GIS برای اجرای پخش سیلاب مناسب می‌باشد. در این پژوهش، عوامل هیدرولوژی با وزن ۰/۶۸۷ بیشترین تأثیر را در بین معیارهای اصلی برای تعیین پهنه‌های مستعد پخش سیلاب را دارند و از میان زیرمعیارهای این معیار اصلی، نفوذپذیری سطحی با وزن ۰/۵۵۸ بیشترین تأثیر را دارند، همچنین، زیرمعیار کاربری اراضی دارای وزن ۰/۷۰۱ بوده که بیشترین وزن در بین زیرمعیارها را داشته است و کمترین وزن در بین زیر معیارها به فاصله از جاده با وزن ۰/۱۰۶ تعلق گرفت که نشان دهنده کمترین تأثیر در مکان‌یابی مناطق مناسب برای پخش سیلاب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبخوان، تحلیل سلسله مراتبی، تغذیه مصنوعی، جانمایی، سامانه اطلاعات جغرافیایی

مقدمه

برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی که در بسیاری از آبخوان‌های کشور صورت گرفته، موجب شده است که سطح آب زیرزمینی آبخوان‌ها هر ساله کاهش یافته، مشکلات مختلفی نظیر خشک‌شدن چاه‌ها و تخریب آبخوان‌ها را به‌دنبال داشته باشد. امروزه با افزایش جمعیت و نیاز بیشتر به آب از یک‌سو و بروز خشکسالی‌ها از سوی دیگر، مشکلات آبخوان‌ها چند برابر شده است. در چنین شرایطی، نفوذ دادن آب‌های سطحی به داخل سفره‌های آب زیرزمینی در مناطق مناسب از ایجاد مشکلات بیشتر جلوگیری خواهد کرد. از نگاهی دیگر، هر ساله سیلاب‌ها، باعث ایجاد خسارات جانی و مالی زیادی می‌شوند. از این‌رو، می‌توان ادعا کرد که در صورت مهار سیلاب‌ها و تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی، علاوه بر جلوگیری از خسارات ناشی از جریان سیلاب می‌توان اقدام به استفاده مفید و مناسب و به موقع از سیلاب‌ها نمود. در حال حاضر، پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی آب به منابع آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک یکی از روش‌های مناسب برای مهار و

* مسئول مکاتبات: hassan_moghim@yahoo.com

استفاده بهینه از سیلاب‌ها به شمار می‌آیند. (Karimi و همکاران، ۲۰۱۳). یکی از جدیدترین روش‌ها برای پخش سیلاب و بهره‌برداری از آن‌ها، پخش سیلاب ابداع شده در کشور استرالیاست (Kowsar، ۱۹۹۵). از این‌رو، تعیین مکان‌های مناسب پخش سیلاب، یکی از مهمترین مراحل برنامه‌های راهبردی تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها می‌باشد. در راستای تعیین مکان‌یابی مناسب پخش سیلاب در داخل و خارج کشور، پژوهش‌های زیادی انجام گرفته است. Soltani (۲۰۰۱) در پژوهشی عوامل مؤثر بر مکان‌یابی مناطق مستعد پخش سیلاب به پنج گروه شاخص‌های اقلیمی، مورفومتریک، سیلاب، خاک و زمین ساختاری و اقتصادی و اجتماعی تقسیم نموده و به بررسی هر یک از شاخص‌ها در انتخاب عرصه مستعد پخش سیلاب پرداخته است. Salami و همکاران (۲۰۱۱) عرصه‌های مناسب برای پخش سیلاب را با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در حوزه آبخیز شهری تعیین کردند. معیارهای مورد استفاده در این تحقیق، نوع آبرفت، نوع آبخیز، نفوذپذیری سطحی، قابلیت انتقال آبخوان، کیفیت آبرفت، کیفیت آب زیرزمینی، تیپ توپوگرافی و ضخامت محدوده غیراشباع و عمق سنگ کف می‌باشد که با استفاده از روش وزن‌دهی دودوئی، اهمیت طبقات موجود در هر یک از لایه‌های اطلاعاتی مشخص شد. Kazami Kazemabadi (۲۰۱۲) طی تحقیقی که برای تعیین مکان مناسب پخش سیلاب با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در دشت سرپنیران انجام داده، پنج عامل شیب، ضخامت آبرفت، نفوذپذیری لایه سطحی، کاربری اراضی و زمین‌شناسی را در نظر گرفت و به این نتیجه رسید که به‌طور کلی پس از تلفیق چهار لایه اطلاعاتی شیب، زمین‌شناسی، نفوذپذیری سطحی و ضخامت آبرفت بدون در نظر گرفتن کاربری اراضی منطقه، میزان مناطق مناسب برای پخش سیلاب ۱۱۶۲/۰۳ هکتار می‌باشد که حدود ۲/۴۶ درصد از کل حوضه را تشکیل می‌دهد. Karami و Doraninezhad (۲۰۱۳) مناطق مناسب برای پخش سیلاب در دشت سروستان را با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و روش بولین در محیط GIS پهنه‌بندی کردند. نتایج حاصله نشان داد که از مساحت ۸۱۲/۵ کیلومتر مربعی دشت سروستان در حدود ۹۵/۸ کیلومتر مربع که شامل ۱۱/۸۱ درصد منطقه‌ای باشد، به‌وسیله روش AHP[1] و ۹۷/۶۷ کیلومتر مربع که شامل ۱۲/۰۱ درصد از منطقه را شامل می‌شود، در روش بولین برای پخش سیلاب دشت سروستان مناسب هستند. Karimi و همکاران (۲۰۱۳) در حوزه آبخیز چرداول استان ایلام مکان‌یابی عرصه‌های پخش سیلاب را با شاخص‌های شیب، کاربری اراضی، سنگ‌شناسی، بارندگی، شبکه آبراهه‌ای و ضخامت آبرفت و با مدل منطق بولین (BLM) انجام و سه پهنه مناسب را تشخیص داده‌اند. Eftekhari و همکاران (۲۰۱۴) در حوزه آبخیز گابهار استان خراسان رضوی از مدل مفهومی بارندگی-رواناب به همراه فناوری GIS و تجزیه و تحلیل رستری و شاخص اقتصادی برای تعین محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی استفاده کرده‌اند. Hafezimoghaddas و همکاران (۲۰۱۵) در دشت شهرکرد با استفاده از فناوری GIS و روش AHP و پارامترهای شیب، کاربری اراضی، ژئومورفولوژی، فاصله از آبراهه‌ها، بافت خاک، عمق آب زیرزمینی و سنگ‌شناسی به مکان‌یابی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی پرداخته‌اند. Alesheikh و همکاران (۲۰۰۸) پژوهشی در زمینه ارزیابی برای انتخاب مکان‌های مناسب برای پخش سیلاب در حوضه سمل اهرم در استان بوشهر انجام دادند. آن‌ها نیز با ساخت لایه‌های متعدد اطلاعاتی و روی‌هم‌اندازی و وزن‌دهی از طریق مدل‌های مختلف، مدل منطق فازی را به‌عنوان مناسب‌ترین استراتژی برای مکانیابی پخش سیلاب اعلام کردند. به نظر Asano (۲۰۰۹) تعین بهترین مکان برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی شامل مطالعات هیدروژئولوژیک (نوع آبخوان، بافت، نفوذپذیری، وجود سخت لایه‌ها، ضخامت رسوبات، وجود مواد آلی، مشخصات فشردگی مواد، شدت نفوذ، ظرفیت ذخیره، شدت جریان و ضریب انتقال آبخوانه)، توپوگرافی و جریان رودخانه، مشخصات منبع تأمین کننده آب (موقعیت، مقدار و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی)، کیفیت آبرفت و عوامل متفرقه (شرایط اقتصادی و اجتماعی، فراهم بودن زمین، کاربری

[1] Analitical Hierarchy Process

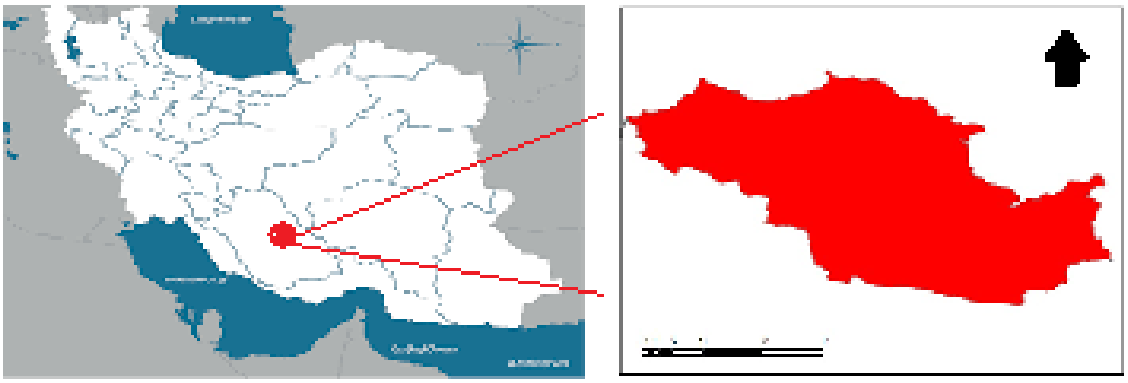
اراضی در مناطق مجاور، اوضاع اجتماعی منطقه و جنبه‌های قانونی) می‌باشد. Pedrero و همکاران (۲۰۱۱) در ناحیه بیرا اینتریو[1] در کشور پرتغال کاربرد تحلیل چند معیاره بر پایه GIS را در خصوص تعیین مناسب تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند. ایشان از ۱۰ شاخص به همراه مسایل اقتصادی و محیط زیستی استفاده کرده‌اند. Al-adamat (۲۰۱۲) در منطقه آزراق[2] اردن با استفاده از فناوری GISو Google Earth مکان‌های اولیه عرصه‌های مناسب تغذیه مصنوعی را مشخص کرده است. با این روش، ۳/۵۵ درصد منطقه مورد مطالعه مناسب انجام کار تغذیه مصنوعی در مرحله اولیه شناخته شده است. Dashtpagard Moradi و Vagharfard (۲۰۱۴) نیز در دشت سفید دشت در استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از روش فازی الگوریتم خوشه‌ای میانگین C به مکان‌یابی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی پرداخته، شاخص‌های شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت آبرفت، کیفیت آبرفت و کاربری اراضی به شناسایی مناطق مناسب مورد استفاده قرار داده‌اند. ایشان در پژوهش خود نشان دادند که شاخص کاربری اراضی، نقش محدود کننده را دارد. Arian poor و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی به‌عنوان مکان‌یابی اراضی مناسب برای اجرای طرح‌های پخش سیلاب با استفاده از روش مدل‌سازی چند معیاره در سامانه اطلاعات جغرافیایی که در امیدیه خوزستان انجام دادند عوامل شیب، کاربری اراضی، زمین‌شناسی و بافت خاک را در ارزیابی چند معیاره فضایی لحاظ نمودند که روش‌های بولین و فازی با استفاده از معادلات مربوطه ساده شدند. وزن ارزیابی را با روش رتبه‌بندی تعیین کردند و در مرحله بعد، لایه‌های ترکیبی با طراحی درخت معیارها در محیط نرم‌افزاری ILWIS2 را انجام دادند که در نهایت منجر به تعیین مناطق مناسبی برای توزیع سیلاب با مقادیر (نقشه ایندکس با مقادیر فازی) (صفر تا نزدیک به یک) در محیطی حدود ۱۳۹/۸۴۲۵ کیلومتر مربع شد که حدود ۱۱درصد از کل منطقه را شامل می‌شود. پژوهش حاضر، به‌منظور تعیین و تشخیص مکان‌های مناسب سامانه پخش سیلاب در منطقه نعیم‌آباد استان فارس از نه شاخص یا عامل (لایه یا شیب) استفاده شده است و بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی و با استفاده از فناوری GIS به این امر پرداخته شده است.

[1] Beirainterior region
[2] Azraq

مواد و روش‌ها

الف- مشخصات منطقه مورد پژوهش: حوزه آبخیز نعیم‌آباد در فاصله ۱۲۰ کیلومتری شمال شرقی شیراز و در ۱۲ کیلومتری شمال شرق سعادت شهر در شهرستان پاسارگاد استان فارس واقع شده است که از شمال به قادرآباد و از شرق به کره‌ای و از جنوب به ارسنجان و از غرب به مادرسلیمان و سعادت شهر منتهی می‌شود. دشت منطقه نعیم‌آباد، دشتی نسبتاً باریک و طویل و مستطیلی شکلی است که دارای روند شمال غرب-جنوب شرق بوده، به‌وسیله کوه‌های نسبتاً مرتفع با روند فوق احاطه شده است. مساحت این منطقه، ۴۷۲۸۸ هکتار است و در محدوده ´۰۹ °۵۳ تا ´۳۰ °۵۳ طول شرقی و ´۵۲ °۲۹ تا ´۰۹ °۳۰ عرض شمالی واقع شده است. در نقاط مختلف دشت مذکور ۱۴ روستا وجود دارد که فاصله اولین تا آخرین روستا ۳۵ کیلومتر بوده که مهمترین آبادی این محدوده نعیم‌آباد می‌باشد. شکل ۱، موقعیت حوضه مورد پژوهش را در استان فارس نشان می‌دهد.

ب- نقشه‌های موضوعی: در این پژوهش، به‌منظور مکان‌یابی مناطق مستعد پخش سیلاب، از متغیرهای زمین‌شناسی، ارتفاع از سطح دریا، شیب، فاصله از آبراهه، ضخامت آبرفت، نفوذپذیری سطحی، کاربری اراضی، فاصله از جاده و شکل زمین استفاده شد و متغیرهای تعیین شده زیرمجموعه‌ای از سه معیار اصلی عوامل زمین‌ساختی، هیدرولوژی و سایر عوامل هستند. پس از دستیابی، تولید و جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، در محیط GIS با روش سلسله مراتبی (AHP) به‌صورت زوجی عوامل و پارامترها با یکدیگر مقایسه و مناطق مشترک در تمام لایه‌ها به‌عنوان مناطق مناسب برای پخش سیلاب تشخیص داده شد. در این پژوهش از نه شاخص یا عامل (لایه یا نقشه) به شرح زیر استفاده شده است.



شکل ۱- موقعیت حوضه نعیم‌آباد در استان فارس

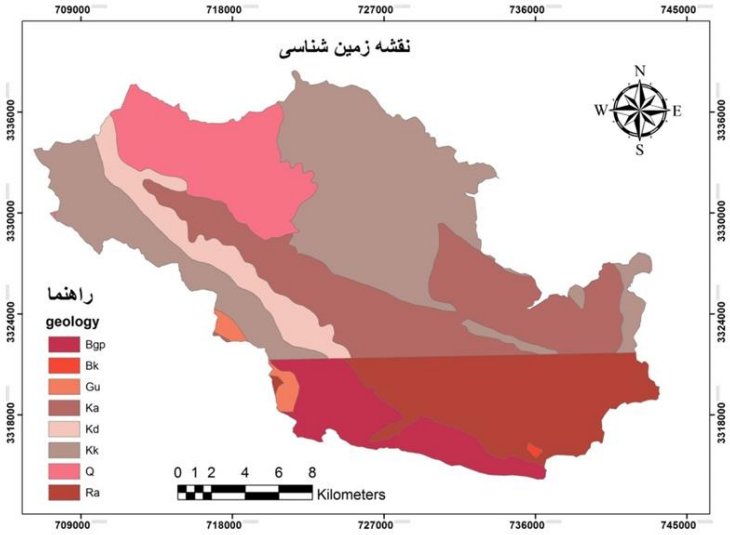
- نقشه زمین‌شناسی: از نقشه‌های مربوطه زمین‌شناسی منطقه تولید شده به‌وسیله سازمان زمین‌شناسی کشور، استفاده شده است.
- نقشه شیب: از مدل رقومی ارتفاعی تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای برای سراسر کشور استفاده شده و منطقه مورد تحقیق در محیط ArcMap استخراج شده است.
- ارتفاع از سطح دریا: همانند نقشه شیب تهیه شده است.
- نقشه فاصله از آبرفت: از لایه آبراهه اصلی در حوضه و استفاده از دستور Distance در محیط ArcGIS، نقشه فاصله از آبراهه تهیه شده است.
- نقشه ضخامت آبرفت: برای تهیه نقشه ضخامت آبرفت از گزارش مشخصات فنی چاه‌های مشاهده‌ای منطقه نعیم‌آباد که به‌وسیله سازمان آب منطقه‌ای فارس در سال ۱۳۸۹ تهیه شده است، استفاده شده است.
- نقشه نفوذپذیری سطحی: برای تهیه نقشه نفوذپذیری سطحی برای اندازه‌گیری شدت نفوذپذیری خاک در محدوده مورد مطالعه، با انجام عملیات صحرایی و از روش دبل‌رینگ[1] استفاده شد که تعداد ۱۷ نقطه برای انجام اندازه‌گیری مذکور انتخاب شد. بدیهی است پراکنش این نقاط از خط کنیک (حد فاصل ارتفاعات و مخروط افکنه) به سمت پایین‌دست حوضه مورد مطالعه می‌باشد.
- نقشه شکل زمین: این نقشه از تلفیق نقشه‌های ارتفاع، شیب و جهت تهیه شده است.
- نقشه فاصله از جاده: نقشه جاده‌ها، با استفاده از برنامه گوگل ارث، نقشه جاده‌های درجه یک و دو استخراج و سپس نقشه وکتوری از نوع بافر[2] برای حوضه استخراج شد.
- کاربری اراضی: نقشه کاربری اراضی حوضه در محیط نرم‌افزار ArcGIS استخراج شده است. کاربری‌های عمده منطقه مورد پژوهش شامل کشاورزی آبی، کشاورزی دیم، مراتع و جنگل است.

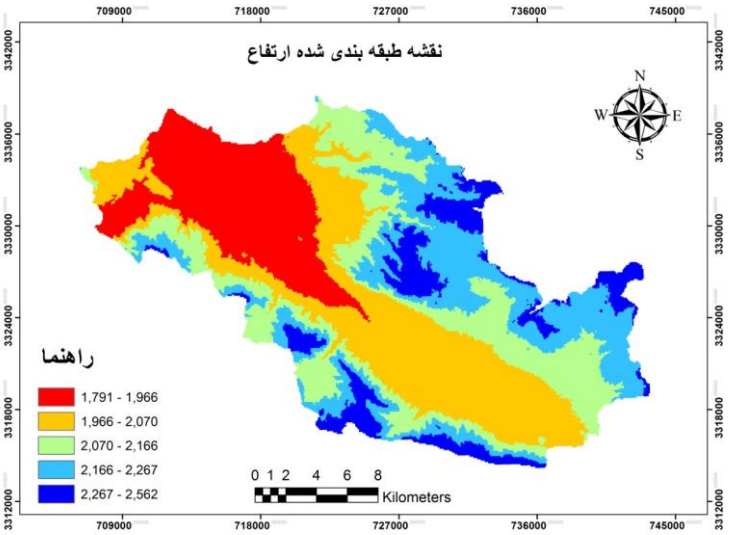
شکل ۲، نقشه‌های عوامل نه‌گانه مورد استفاده را نشان می‌دهد.

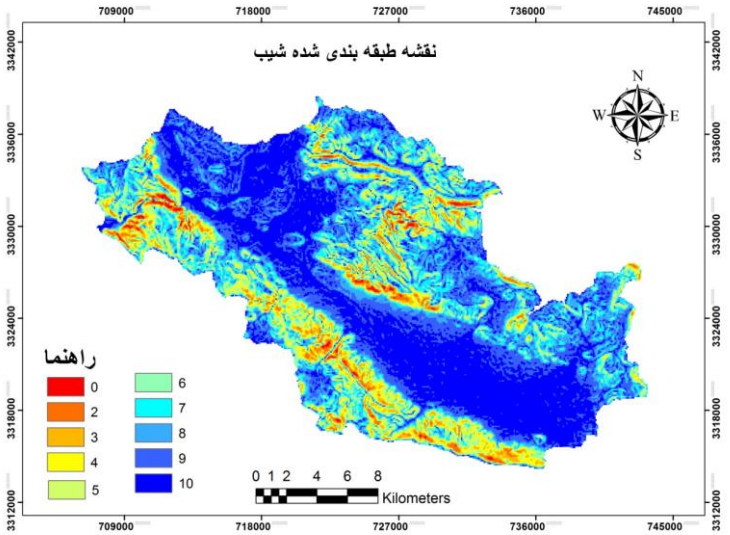
پ- وزن‌دهی به روش AHP: یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که بر اساس مقایسه زوجی بنا نهاده شده است. در این روش، ابتدا مسئله به‌صورت سلسله مراتبی به اجزای کوچک‌تری تقسیم می‌شود. این اجزاء شامل تعیین هدف، معیارها و گزینه‌ها هستند. سپس، با استفاده از روش مقایسه زوجی، وزن هر جایگزین به‌دست می‌آید و گزینه برتر انتخاب می‌شود (Glodosipoor، ۲۰۰۱). در پژوهش حاضر، برای وزن‌دهی به روش AHP از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شد. شکل ۳، ساختار سلسله مراتبی رتبه‌بندی با معیارها و زیر معیارهای مورد نظر برای پهنه‌بندی پخش سیلاب را نشان می‌دهد.

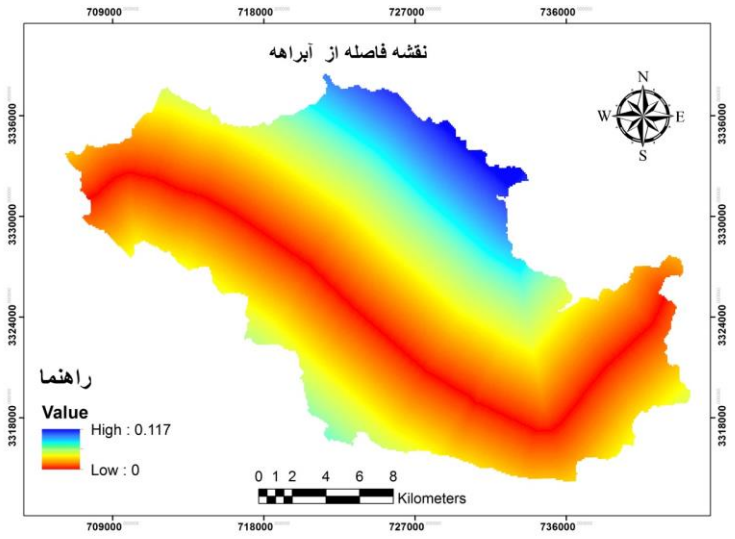
[1] Double ring

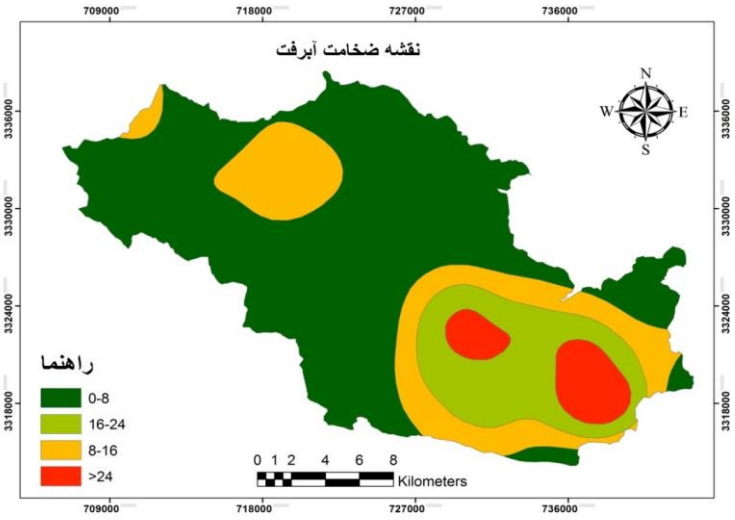
[2] Buffer

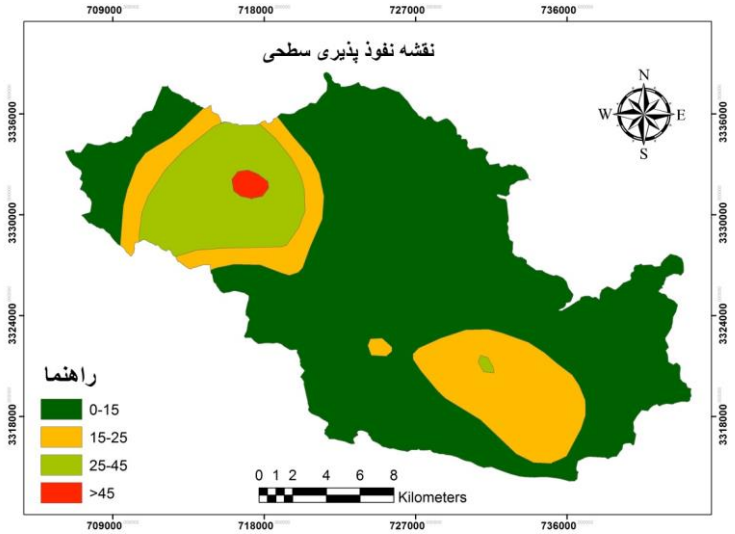

نقشه زمین شناسی
راهنما
geology
Bgp
Bk
Gu
Ka
Kd
Kk
Q
Ra
0 1 2 4 6 8
Kilometers
N
W
E
S
709000
718000
727000
736000
745000
3336000
3330000
3324000
3318000

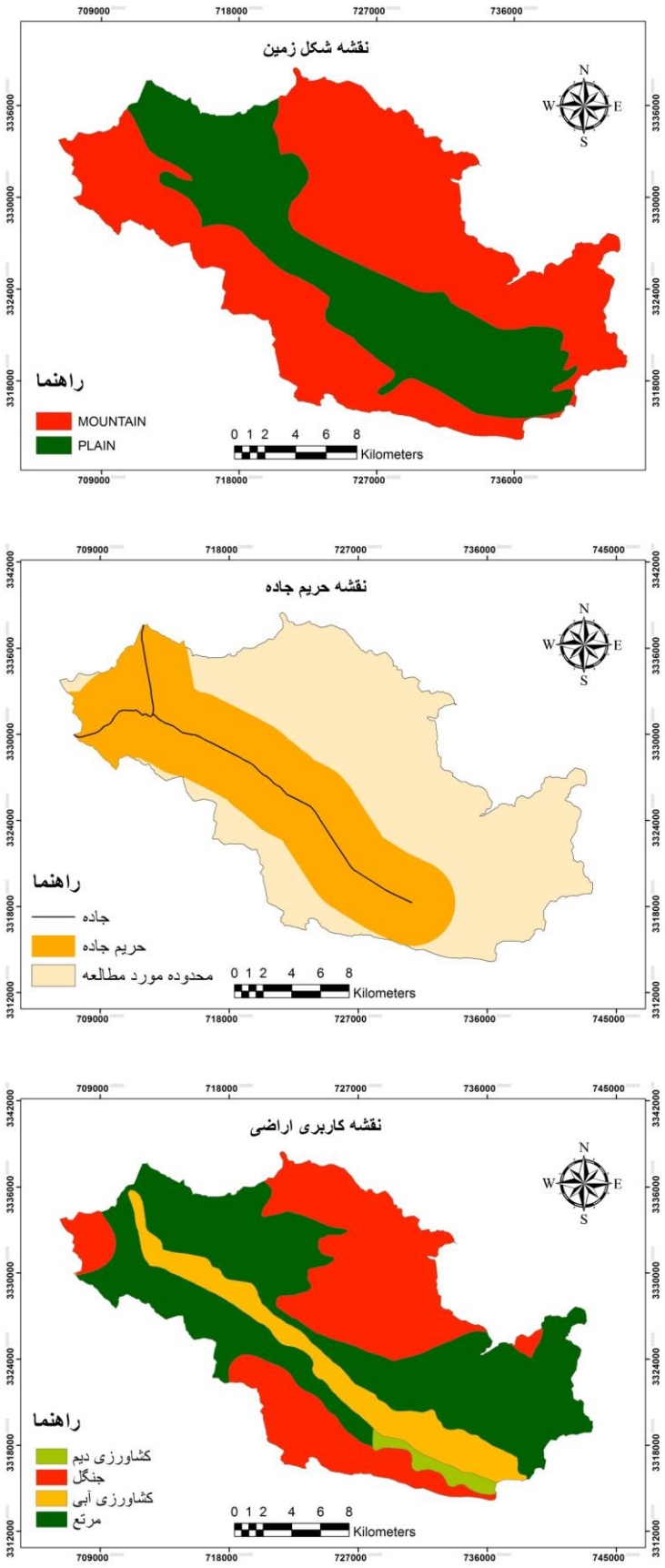

نقشه طبقه بندی شده ارتفاع
راهنما
1,791 - 1,966
1,966 - 2,070
2,070 - 2,166
2,166 - 2,267
2,267 - 2,562
0 1 2 4 6 8
Kilometers
N
W
E
S
709000
718000
727000
736000
745000
3342000
3336000
3330000
3324000
3318000
3312000


نقشه طبقه بندی شده شیب
راهنما
0
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0 1 2 4 6 8
Kilometers
N
W
E
S
709000
718000
727000
736000
745000
3342000
3336000
3330000
3324000
3318000
3312000

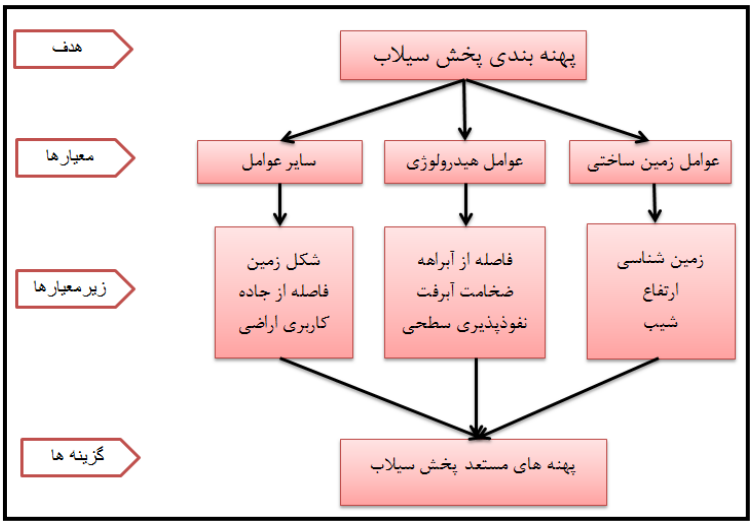

نقشه فاصله از آبراهه
N
W
E
S
راهنما
Value
High : 0.117
Low : 0
0 1 2 4 6 8
Kilometers
709000
718000
727000
736000
3336000
3330000
3324000
3318000


نقشه ضخامت آبرفت
N
W
E
S
راهنما
0-8
16-24
8-16
>24
0 1 2 4 6 8
Kilometers
709000
718000
727000
736000
3336000
3330000
3324000
3318000


نقشه نفوذ پذیری سطحی
N
W
E
S
راهنما
0-15
15-25
25-45
>45
0 1 2 4 6 8
Kilometers
709000
718000
727000
736000
3336000
3330000
3324000
3318000



شکل ۲- نقشه‌های عوامل نه‌گانه مورد استفاده



شکل ۳- ساختار سلسله مراتبی پهنه‌بندی پخش سیلاب

بعد از این‌که وزن هر گزینه نسبت به هر معیار به‌دست آمد، وزن خود معیارها نیز به‌طور مشابه نسبت به هدف محاسبه شده و سپس وزن نهایی هر گزینه به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

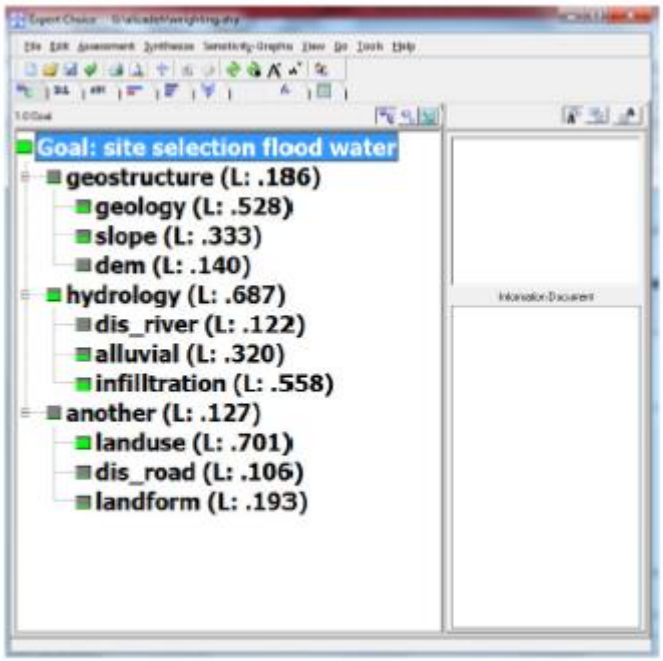
$$W_i = \sum_j w_{ij} \times v_j \quad (1)$$

که در آن، w_{ij} وزن گزینه i نسبت به معیار j و v_j وزن معیار j است. در این پژوهش به‌منظور وزن‌دهی به هریک از معیارها و زیرمعیارها، از گروه کارشناسان مجرب و مرتبط با موضوع پخش سیلاب کمک گرفته شده است. همچنین، در این تحقیق، با استفاده از دستور Calculator Raster در محیط Arc map، زیر معیارهای هر معیار اصلی در وزن مربوط به خود ضرب و روی‌هم‌گذاری شده‌اند. کلیه محاسبات مربوط به روش AHP، در این پژوهش، در نرم‌افزار Expert Choice صورت پذیرفته است.

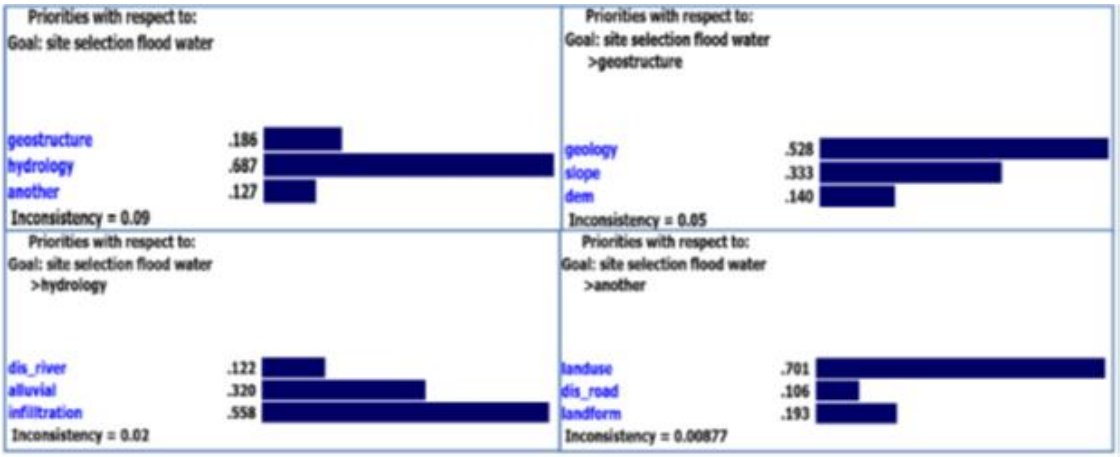
نتایج و بحث

پس از تهیه نقشه‌های (لایه‌های) نه‌گانه پایه و انجام مقایسه زوجی هر یک از معیارها و زیرمعیارها به‌وسیله کارشناسان مجرب و مرتبط با موضوع، اطلاعات به‌دست‌آمده به‌منظور انجام مراحل وزن‌دهی به نرم افزار Expert Choice داده شد. نتایج خروجی از این نرم‌افزار به‌صورت نمودارهای میله‌ای هستند. شکل ۴، وزن معیارها و زیرمعیارها در محیط نرم‌افزار Expert Choice را نشان می‌دهد. همچنین، شکل ۵، وزن و نرخ ناسازگاری معیارهای اصلی، معیارهای عوامل زمین‌ساختی و معیار عوامل هیدرولوژی را در نرم‌افزار Expert Choice نمایش داده است. جدول ۱، وزن معیارها و زیرمعیارها را بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از نرم‌افزار Expert Choice را ارایه می‌دهد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، از بین معیارهای اصلی، معیار عوامل هیدرولوژی با وزن ۰/۶۸۷ بیشترین تأثیر را نسبت به سایر عوامل دارد. همچنین، زیر معیار نفوذپذیری سطحی در بین زیر معیارهای عوامل هیدرولوژی با وزن ۰/۵۵۸ بیشترین تأثیر را دارد، همچنین، زیر معیار کاربری اراضی دارای وزن ۰/۷۰۱ بوده که بیشترین وزن در بین زیر معیارها را داشته، کمترین وزن در بین زیر معیارها به فاصله از جاده با وزن ۰/۱۰۶ تعلق گرفت که نشان‌دهنده کمترین تأثیر در مکان‌یابی مناطق مناسب برای پخش سیلاب است.



شکل ۴- وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها در محیط نرم‌افزار Expert Choice

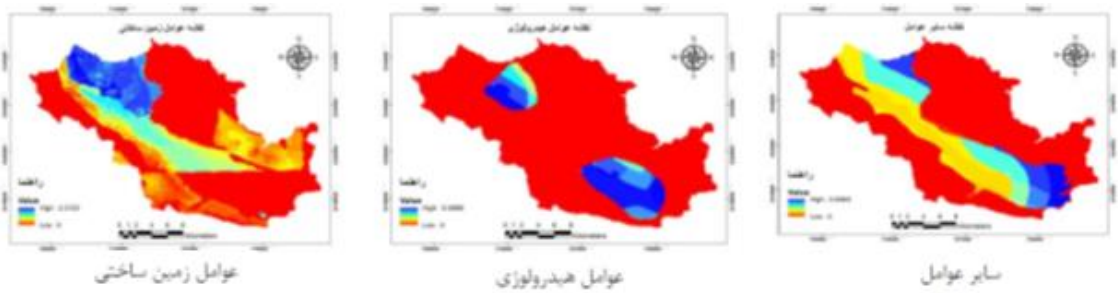


شکل ۵- وزن‌دهی و نرخ ناسازگاری معیار عوامل مختلف در نرم‌افزار Expert Choice

جدول ۱- وزن معیارها و زیرمعیارها

معیار اصلی	وزن معیار اصلی	زیر معیار	وزن زیر معیار
		زمین‌شناسی	۰/۵۲۸
عوامل زمین‌شناختی	۰/۱۸۶	ارتفاع	۰/۱۴۰
		شیب	۰/۳۳۳
		فاصله از آبراهه	۰/۱۲۲
عوامل هیدرولوژی	۰/۶۸۷	ضخامت آبرفت	۰/۳۲
		نفوذپذیری سطحی	۰/۵۵۸
		کاربری اراضی	۰/۷۰۱
سایر عوامل	۰/۱۲۷	فاصله از جاده	۰/۱۰۶
		شکل زمین	۰/۱۹۳

- لایه معیار عوامل زمین‌ساختی = (لایه زمین‌شناسی×۰/۵۲۸) + (ارتفاع×۰/۱۴۰) + (شیب×۰/۲۲۹)
- لایه معیار عوامل هیدرولوژی = (لایه فاصله از آبراهه×۰/۱۲۲) + (ضخامت آبرفت×۰/۳۲۰) + (نفوذپذیری سطحی×۰/۵۵۸)
- لایه معیار سایر عوامل = (لایه کاربری اراضی×۰/۷۰۱) + (فاصله از جاده×۰/۱۰۶) + (شکل زمین×۰/۱۹۳)
- نقشه‌های حاصله از روی‌هم‌گذاری هر یک از لایه‌ها در شکل ۶، نشان داده شده است. بعد از روی‌هم-گذاری زیر معیارهای هر یک از معیارهای اصلی، در مرحله آخر، سه معیار اصلی عوامل زمین‌ساختی، عوامل هیدرولوژی و سایر عوامل روی‌هم‌گذاری شد. در لایه جدید به‌دست آمده مناطق با پتانسیل بالای سیل‌خیزی به‌صورت پهنه‌هایی با ارزش بیشتر مشخص شدند.
- نقشه پهنه‌های مستعد پخش سیلاب = (لایه معیار عوامل زمین‌ساختی×۰/۱۸۶) × (لایه معیار عوامل هیدرولوژی×۰/۶۸۷) × (لایه معیار سایر عوامل×۰/۱۲۷)



شکل ۶- نقشه‌های روی‌هم‌گذاری عوامل مختلف

با توجه به نقشه نهایی (شکل ۷)، اولویت‌های پخش سیلاب در منطقه مورد مطالعه به پنج طبقه گروه‌بندی شد که شامل مناطق بسیار مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و بسیار نامناسب می‌باشد. همان‌طور که در نقشه مشخص است، مناطق بسیار مناسب و مناسب درصد کمی از کل حوضه را شامل می‌شوند و بیشترین وسعت حوضه برای پخش سیلاب نامناسب است.

شکل ۷- نقشه روی‌هم‌گذاری معیارهای اصلی (نقشه نهایی)

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، پس از تلفیق زیر معیارهای هر معیار اصلی و سپس روی‌هم‌گذاری لایه‌های نهایی، میزان مناطق مناسب برای پخش‌سیلاب ۱۷۱۵/۸۸۳ هکتار است که حدود ۳/۶ درصد از کل حوضه را تشکیل می‌دهد. با توجه به جدول ۱، می‌توان بیان داشت، در این پژوهش عوامل هیدرولوژی با وزن ۰/۶۸۷ بیشترین تأثیر را در تعیین پهنه‌های مستعد پخش سیلاب دارند و از میان زیر معیارهای این معیار اصلی، نفوذپذیری سطحی با وزن ۰/۵۵۸ بیشترین تأثیر را دارند. همچنین، زیرمعیارهای زمین‌شناسی به‌دلیل نقشی که سازندها در نفوذپذیری دارند و کاربری اراضی به‌دلیل اهمیت نوع کاربری منطقه به‌ترتیب دارای وزن‌های ۰/۵۲۸ و ۰/۷۰۱ هستند. طبق نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، بهترین مکان‌ها برای اجرای پخش سیلاب دشت‌های کواترنری با شیب سه درصد و کمتر از آن در کاربری مراتع می‌باشد که Abdi و Ghaumiyan (۲۰۰۰) نیز به نتایجی دست یافته‌اند که نشان می‌دهد، شیب‌های بین ۰/۵ تا پنج درصد بهترین است و از محققان خارج از کشور Krishnamurthy و Srinivas (۱۹۹۵) در جنوب هند نیز نشان دادند که مناطق کمتر از شیب پنج درصد و در محدوده کواترنر بهترین مناطق برای اجرای طرح‌های پخش سیلاب است. همچنین، نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش Kazemikazemabadi (۲۰۱۲) که دقیقا در همین منطقه پژوهشی را انجام داده است، منطبق می‌باشد با این تفاوت که در تحقیق حاضر دو منطقه برای پخش سیلاب در حوضه مشخص شده است. همچنین، ایشان پنج عامل شیب، ضخامت آبرفت، نفوذپذیری لایه سطحی، کاربری اراضی و زمین‌شناسی را در نظر گرفت و به این نتیجه رسید که به‌طور کلی پس از تلفیق چهار لایه اطلاعاتی شیب، زمین‌شناسی، نفوذپذیری سطحی و ضخامت آبرفت بدون در نظر گرفتن کاربری اراضی منطقه، میزان مناطق مناسب برای پخش سیلاب ۱۱۶۲/۰۳ هکتار است که حدود ۲/۴۶ درصد از کل حوضه را تشکیل می‌دهد. پس از تلفیق نقشه مکان‌های مناسب پخش سیلاب با نقشه کاربری اراضی منطقه، مقدار مناطق مناسب برای پخش سیلاب حدود ۰/۲ درصد کاهش یافت یعنی به مقداری برابر با ۱۰۸۸/۳۲ هکتار که ۲/۳ درصد از حوضه را تشکیل می‌دهد، رسید. در تحقیق حاضر، همان‌طور که بیان شد نه عامل در نظر گرفته شد و علاوه بر پنج عامل مذکور، چهار عامل دیگر شامل شکل زمین، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده و ارتفاع نیز لحاظ شد و در نهایت ۳/۶ درصد از مساحت منطقه برای اجرای پروژه پخش سیلاب مناسب تشخیص داده شد. در آخر، پیشنهاد می‌شود تا در صورت استفاده از نقشه سازندهای زمین‌شناسی برای مکان‌یابی عرصه مناسب پخش‌سیلاب، سازندهای بالادست از نظر حساسیت به فرسایش و مناطق حساس به فرسایش مطالعه شده و در صورت نیاز اقدامات و تمهیدات لازم برای کنترل و مهار رسوب و ورود آن به عرصه پخش در دستور کار قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

1. Abdi, P. and J. Ghaumiyan. 2000. Site selection of flood spreading using GIS and geophysics data in Zanjan Plain. Aquifer Management Conference, 86-99.
2. Al-adamat, R. 2012. The use of GIS and google earth preliminary site selection of groundwater recharge in the Azraq Oasis area, Jordan. Journal of Water Resource and Protection, 4: 395-399.
3. Alesheikh, A., J. Soltani, N. Nuri and M. Khalilzade. 2008. Land assessment for flood spreading site selection, using geospatial information system. Journal of Geographic Research, 17(4): 23-38 (in Persian).
4. Arianpoor, M. and A. Jamali. 2014. Locating flood spreading suitable sites for groundwater recharging through multi criteria modeling in GIS. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 22: 2222-3045.
5. Asano, M. 2009. Artificial recharge of groundwater. California States Water Resources, 12: 69-96.
6. Eftekhari, S., V. Bordisheykh, N. Noura, S.J. Tabatabaiiyazdi and D. Akhzari. 2014. Recognition and priority of groundwater recharge suitable sites in watershed system, case study: Gohbahar Watershed, Khorasan Razavi. Journal of Water and Soil Conservation, 21: 3-12 (in Persian).

7. Hafezimoghaddas, N., G. Laskaripoor and J. Khalaji. 2015. Site selection of groundwater artificial recharge using AHP method and GIS, case study: Shahrekord Plain. 1st International Congress of Irrigation and Drainage, Ferdosi University, Mashhad, Iran (in Persian).
8. Karimi, H., B. Nazari and F. Naderi. 2013. Appointment of suitable sites for flood spreading and artificial recharge in Chedavel Watershed,Ilam Province using BLM model. Watershed Management Science and Engineering, 7(21): 71-84 (in Persian).
9. Kazemikazemabadi, N. 2012. Site selection of flood spreading using GIS. MSc Thesis, Arsenjan University, 130 Pages (in Persian).
10. Moradi Dashtpagard. M. and H. Vagharfard. 2014. Fuzzy clustering algorithm for site selection of groundwater artificial recharge area, case study: Sefiddasht Plain. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(5): 1367-1376.
11. Pedrero. F., A., Albuqerque, H. Marecos, V. Cavaleiro and J. Alarcon. 2011. Application of GIS-based multi-criteria analysis for site selection of aquifer recharge with reclaimed water. Resource, Conservation and Recycling, 56: 105-116.
12. Soltani, M.J. 2001. Evaluation locality for site selection of flood spreading. MSc Thesis, Tehran University, 97 pages (in Persian).
13. Krishnamurthy, J. and G. Srinivas. 1995. Role of geological and geomorphological factors in groundwater exploration: a study using IRS LTSS data. International Journal of Remote Sensing, 19(14): 2595-2618.

DOI: 10.22092/ijwmse.2018.105362.1106

Locating suitable areas for flood spreading system, using AHP method and GIS technique, case study: Naeim-Abad region, Fars Province

Hassan Vagharfard[1] and Hassan Moghim[*2]

[1] Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran and
[2] PhD Student, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran

Received: 25 April 2017 Accepted: 02 October 2017

Abstract

Flood spreading is an effective way to increase the groundwater level, rectify the critical conditions of groundwater, and prevent flooding at Naeim-Abad, Fars Province. The most important step in the successful implementation of artificial recharge is the selection of recharge areas in the studied region. In this research, the GIS technique and Analytical Hierarchical Process (AHP) method have been used. We considered nine factors–land, slope, and distance from the road, altitude, thickness of the alluvium, distance from the stream, surface permeability, land use, and fault for analysis in this research. Each layer was prioritized using the AHP method and the different layers were integrated. Expert Choice software was used to prioritize nine considered factors. The results showed that 3.6% of the Naeim-Abad area was suitable for flood spreading based on the AHP method and GIS technique. In this research, hydrologic factors with a weight of 0.687 had the most impact among the main criteria for locating areas prone *to* flood spreading. Among the sub-criteria of this criterion, surface permeability with a weight of 0.558 had the greatest influence. In addition, the sub criterion of land use was weighted equal to 0.701, which had the highest weight among the sub criteria. The lowest weight among the sub criteria was attributed to the distance from the road with a weight of 0.106, which indicated the least influence on locating suitable areas for flood spreading.

Keywords: Aquifer, AHP, Artificial recharge, GIS, Situation

[*] Corresponding author: hassan_moghim@yahoo.com