تعیین مناطق مستعد استحصال و ذخیره‌سازی آب باران با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز رود سراب شهرستان خوشاب استان خراسان رضوی)

آرزو خیرخواه[۱] فاطمه محمدی[۲] هادی معماریان[۳]

۱و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه بیرجند

۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶

چکیده

کمبود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا موجب شکننده شدن شرایط زیستی شده است. بنابراین شناسایی محل‌های مناسب جهت احداث سیستم‌های جمع‌آوری آب باران یک گام مهم در راستای به حداکثر رساندن آب قابل دسترس برای کشاورزی و دیگر مصارف محسوب می‌شود. با این حال انتخاب محل مناسب برای اجرای تکنولوژی‌های مختلف سیستم‌های جمع‌آوری آب باران در مقیاس بزرگ به دلیل نیاز به داده‌های زیست محیطی و زیر ساختی، یک چالش بزرگ تلقی می‌شود. در این تحقیق عوامل تأثیرگذار بر نفوذ و ذخیره آب باران در پروفیل خاک در حوضه آبخیز رود سراب شهرستان خوشاب مشخص شده و وارد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) گردید که در این راستا وزن معیارهای شش‌گانه کاربری اراضی، شیب، نفوذپذیری، بافت خاک، عمق خاک و بارندگی با استفاده از ابزار ext-AHP نرم‌افزار Arc GIS9.3 به ترتیب برای تولید رواناب ۰/۴۲۸۱، ۰/۱۹۳، ۰/۰۷۲۴، ۰/۰۷۲۵، ۰/۰۴۱۴ و ۰/۱۹۲۴و به منظور ذخیره رواناب معیارهای پنج‌گانه کاربری اراضی، شیب، نفوذپذیری، بافت خاک، عمق خاک به ترتیب ۰/۱۰۲، ۰/۰۴۵۸، ۰/۱۰۲، ۰/۵۰۴ و ۰/۰۲۴۵ به دست آمد. بنابراین نتیجه می‌شود که اثر کاربری برای هدف تولید رواناب و اثر بافت خاک به منظور ذخیره رواناب در منطقه از بقیه عوامل بیشتر است. پس از تعیین وزن هر یک از معیارهای مزبور نقشه پتانسیل تولید رواناب و ذخیره نزولات جوی جهت جمع‌آوری آب در محیط GIS به روش ترکیب خطی وزنی تهیه شد. در نهایت نقشه مناطق مناسب تولید و ذخیره آب باران به دست آمد. سپس با استفاده از روش شکست‌های طبیعی هیستوگرام در محیط GIS به پنج طبقه خیلی خوب، خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف تقسیم شد، که از کل مساحت حوضه آبخیز مورد نظر (۸۲۰۰ هکتار) در مجموع ٪۵۸ از سطح حوضه دارای پتانسیل خوب و خیلی خوب برای ذخیره رواناب و ٪۱۹ از سطح حوضه دارای پتانسیل خوب و خیلی خوب برای تولید روناب هستند که در واقع نشان دهنده ظرفیت بسیار بالای این حوضه جهت ذخیره و استحصال رواناب است که بالاتر از ظرفیت آن برای تولید رواناب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: استحصال آب باران، تحلیل سلسله مراتبی، تصمیم‌گیری چند معیاره، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌یابی.

مقدمه

آب در کنار مسائلی چون حفظ محیط زیست و ریشه کنی فقر و گرسنگی یک مسئله اساسی در توسعه‌ی پایدار محسوب شده و امری ضروری برای بقا و سلامتی بشر است (Relma et al., 2005). همچنین رشد جمعیت و افزایش مصرف سرانه آب لزوم تأمین آب را برای این جمعیت رو به رشد به مسئله‌ای مهم و حیاتی تبدیل می‌کند. فعالیت‌های

[1] نویسنده مسئول: آرزو خیرخواه arezookheyrkhah@yahoo.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]

بشر باعث دگرگونی زمین در سطوح وسیع شده و منابع آب مورد نیاز در زمینه‌های مختلف را اعم از شهری، کشاورزی و ... تحت تأثیر قرار می‌دهد (Vitousek et al., 1997; Turner et al., 1994). برآوردها نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۲۵ دو نفر از هر سه نفر در دنیا در محیط‌هایی با تنش آبی زندگی خواهند کرد و این در حالی است که تعداد افرادی که در اروپا به آب پاک دسترسی ندارند از ۱۰۰ میلیون به ۴۰۰ میلیون نفر افزایش خواهد یافت. چنین مشکل بزرگی برای حل شدن نیاز به تلاش همگانی دارد (Relma et al., 2005). F.A.O (2003) کشاورزی را به عنوان بزرگ‌ترین مصرف کننده آب معرفی می‌کند که در حدود ۷۵٪ آب شیرین جهان را به خود اختصاص می‌دهد. نوسانات گسترده در مقدار آب در دسترس، یک محدودیت بزرگ برای تولید و سود بخشی در کشاورزی است که با خود فقر را به همراه می‌آورد (Hatibu et al., 2006).

راه کارهای مقابله با کم آبی در دو استراتژی مدیریت صحیح منابع آب و استحصال از منابع جدید آب خلاصه می‌شود (خیرخواه زرکش و همکاران، ۱۳۸۶). توجه به محدودیت منابع آب‌های زیرزمینی و افت سطح ایستابی و گاهاً شور شدن آب سفره‌ها به ویژه در مناطق نیمه‌خشک، ما را به سمت بهره‌برداری از آب‌های سطحی ترغیب می‌کند. آب سطحی که نتیجه فرآیند بارش – رواناب در یک حوضه آبخیز است منبع آب بالقوه‌ای است که اگر به طور صحیح مدیریت شود می‌تواند برای تأمین تقاضا مفید واقع گردد. جمع‌آوری آب باران[۲] گزینه‌ای مناسب است برای انحصار و ذخیره‌ی رواناب سطحی جهت کاربردهای بعدی به ویژه در طول دوره‌هایی که محدودیت دسترسی به آب وجود دارد (Winnaar et al., 2007). در این راستا یکی از مهم‌ترین و ضروری‌ترین مراحل به کارگیری سیستم‌های جمع‌آوری آب باران، مکان‌یابی و شناسایی محل‌های مناسب برای اجرای آن است. با شناسایی محل‌های مناسب، صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در زمان و هزینه صورت می‌گیرد (آرستی و معدل، ۱۳۸۱). سیستم اطلاعات جغرافیایی با فراهم نمودن چارچوب مشخص برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، تجزیه و تحلیل، نمایش تبدیل داده‌های مکانی و غیر مکانی، نگرش مفیدی را برای اهداف خاص فراهم می‌نماید (سلطانی، ۱۳۸۱). یکی ازکارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری فرآیند تحلیل سلسه مراتبی [۳] است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی[۴] در سال ۱۹۸۰ مطرح شد و بر اساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شد و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چند گانه است، زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۴). ترکیب تحلیل سلسله مراتبی و تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی کارایی تصمیم‌گیری مکانی را افزایش می‌دهد (Saaty, 1980) و ساختاری مناسب را جهت مکان‌یابی سامانه-های استحصال آب باران با وجود معیارهای متفاوت ارائه می‌دهد.

تکنیک‌های ذخیره نزولات جوی عمدتاً در مناطقی با خاک‌هایی با نفوذپذیری بالا و اراضی قابل دسترس که سایر شرایط هیدرولوژیکی برای نفوذ جریان سطحی به داخل زمین مهیا باشد، کاربرد دارند (محمودی، ۱۳۹۱). با توجه به این که در بخش اعظم مناطق خشک ایران، متوسط بارندگی سالانه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر و پراکنش آن نامناسب است؛ توجه به حفظ و ذخیره نزولات آسمانی همراه با کشت گونه‌های گیاهی در جمع‌آوری آب، احیا و اصلاح مراتع بیشتر نمایان می‌شود (شهریاری، ۱۳۸۱). در زمینه مکان‌یابی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران مطالعات مختلفی انجام شده که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

خاشعی سیوکی و همکاران (۱۳۹۰) به ارزیابی پتانسیل استحصال آب از آبخوان با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در دشت نیشابور پرداختند. آن‌ها در مطالعه خود تنها از سه فاکتور ضریب انتقال آبخوان، شوری و افت سطح آب استفاده کردند. Ganapuram et al (2009) در مطالعه‌ای در ایالت آندرا پرادش در هند، به بررسی و تعیین مناطق

[2] Rain Water Harvesting
[3] Analytical Hierarchy Process
[4] Saaty

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]

دارای پتانسیل مناسب استحصال آب زیرزمینی با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته‌اند. Jothiprakash & Mandar (2009) به ارزیابی ساختارها و روش‌های جمع‌آوری آب باران با استفاده از سیستم تحلیل سلسله مراتبی برای مناطق صنعتی بزرگ مقیاس هندوستان پرداختند. نتایج تحقیقی در کشور تانزانیا نشان داده است که مناطق نزدیک رودخانه‌ها با شیب ۳۰-۱۰ درجه بهترین مکان برای استحصال آب باران می‌باشند (Mkiramwinyi et al., 2007). همچنین Gomes & Lins (2002) مفید بودن سیستم تصمیم‌گیری چند معیاره را در شناسایی مکان‌های مناسب برای پروژه‌های تغذیه آبخوان تایید کرده‌اند. Winnaar et al. (2007)، محل‌های دارای پتانسیل برای جمع‌آوری رواناب را بر اساس قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی، در حوضه پوتشینی رودخانه توکلا در آفریقای جنوبی شناسایی نمودند. آنان برای این منظور تغییرات مکانی خاک، کاربری اراضی، بارش و شیب را در نظر گرفته و با خروجی که شامل نقشه محل‌های مناسب برای جمع‌آوری رواناب بود، نشان دادند حدود ۱۸ درصد مساحت حوضه برای جمع‌آوری رواناب دارای تناسب بالایی است و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی این مناطق می‌تواند نقش مهمی را ایفا نماید. Mbilinyi et al. (2007)، برای شناسایی محل‌های دارای پتانسیل برای جمع‌آوری آب باران، از سیستم تصمیم‌گیری بر پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده کردند. برای این منظور لایه‌های اطلاعاتی بارش، شیب، بافت خاک، عمق خاک، شبکه زهکشی و کاربری وارد سیستم تصمیم‌گیری بر پایه GIS شد. خروجی حاصل نقشه محل‌های دارای پتانسیل برای جمع‌آوری و ذخیره آب را نشان داد. آنان در این مطالعه قابلیت کاربرد سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در شناسایی مکان‌های مستعد برای جمع‌آوری آب باران را نشان دادند. اولیایی و همکاران (۱۳۹۱)، از تحلیل سلسله مراتبی بر پایه GIS برای مکان‌یابی مناطق مستعد استحصال آب باران استفاده کرده اند. برای این منظور از پارامترهای شیب، کاربری اراضی، نفوذ پذیری و بارندگی به عنوان عوامل تاثیرگذار بر نفوذ و ذخیره آب باران در پروفیل خاک استفاده نمودند. پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به این پارامترها و وزن‌دهی و تلفیق آن‌ها، در نهایت نقشه مناطق مناسب به دست آمد. محمودی (۱۳۹۱) به منظور مکان‌یابی مناطق مناسب برای ذخیره آب باران که در حوضه آبخیز درخت سنجد انجام گرفت نشان داده است که اثر بارندگی در منطقه بیش از سایر عوامل است و بعد از آن به ترتیب نفوذپذیری خاک، پوشش سطحی خاک و شیب دارای بیشترین اثر هستند. همچنین حدود ۱۱ درصد از مساحت حوضه دارای پتانسیل خوب برای ذخیره نزولات جوی می‌باشد. بنابراین نتایج حاصل از این تحقیقات نشان می‌دهد که سیستم اطلاعات جغرافیایی در تلفیق با روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ابزاری مفید و کارآمد در مکان‌یابی مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران می‌باشد.

یکی از مشکلات اصلی و عمده در حوضه آبخیز رودسرآب شهرستان خوشاب، کاهش شدید دبی منابع آب به دلیل کاهش بارندگی و خشک‌سالی ممتد می‌باشد. اگر چه منطقه مورد مطالعه یک منطقه کوهستانی می‌باشد و پاره‌ای از خصوصیات کوهستانی در آن وجود دارد، لیکن واقع شدن منطقه در جوار مناطق بیابانی سبزوار سبب شده تا اقلیم منطقه از نوع نیمه‌خشک باشد و بنابراین میزان بارش نیز متناسب با آن (۲۷۶ میلی‌متر) برای رشد گیاهان کافی به نظر نیاید. بنابراین مردم منطقه از دیرباز متوسل به فنون و روش‌هایی برای استفاده از منابع آب زیرزمینی و استفاده از آن در امور باغداری و کشاورزی شدند به طوری که تعداد قنوات حوضه مورد مطالعه به حدود ۱۰۰ قنات می‌رسد که به دلیل خشک‌سالی اکثر قنوات دچار کم آبی و یا با دبی و راندمان بسیار کمی روبرو شده‌اند (مهندسین مشاور آبخیز گستر شرق، ۱۳۹۳). لذا با توجه به شرایط موجود، تعیین مناطق مستعد استحصال و نفوذ آب باران توصیه می‌شود. در این مطالعه نیز روش تحلیل سلسله مراتبی در تلفیق با سامانه اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی مناطق مستعد استحصال و نفوذ آب باران در حوضه آبخیز رود سراب شهرستان خوشاب مورد آزمون قرار می‌گیرد.

هدف از انجام این پژوهش شناسایی مناطق مستعد استحصال و نفوذ آب باران به منظور احیاء منابع آب و تقویت پوشش گیاهی در حوضه آبخیز رود سراب با استفاده از روش تصمیم‌گیری تحلیل سلسله مراتبی بر پایه تحلیل‌های مکانی در محیط GIS می‌باشد.

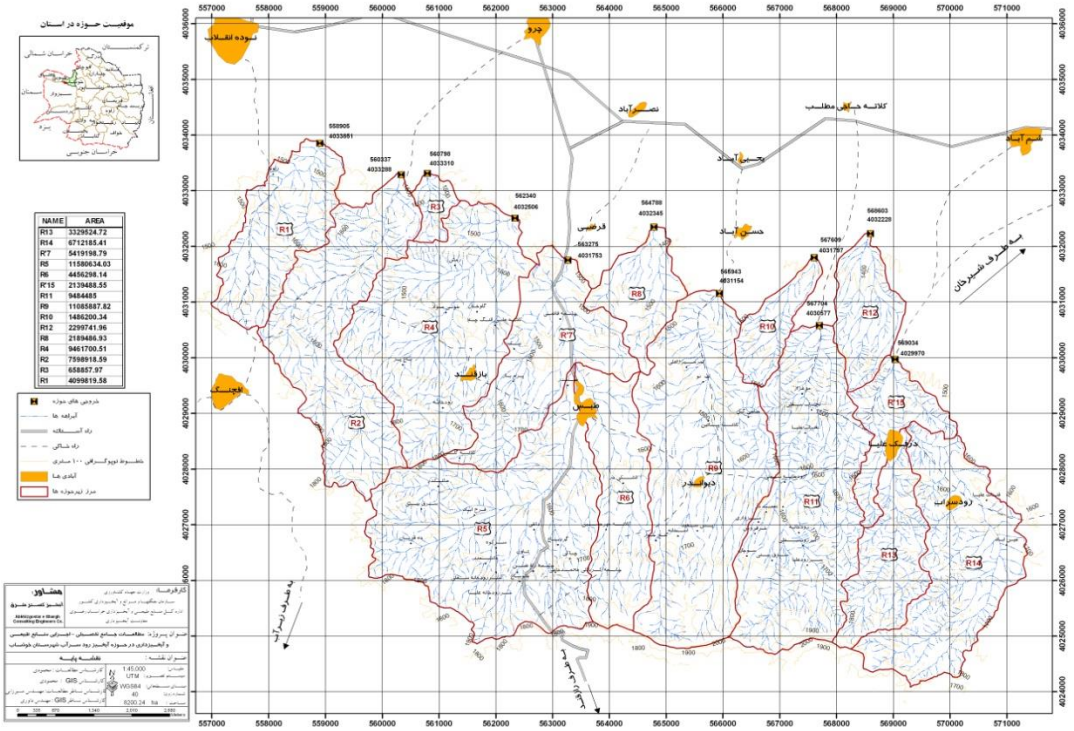
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی

حوضه آبخیز رود سراب با مساحتی حدود ۸۲۰۰ هکتار در محدوده شهرستان خوشاب قرار دارد. محیط این حوضه ۵۴/۸۳ کیلومتر می‌باشد. مختصات جغرافیایی محدوده مورد مطالعه حوضه آبخیز رود سراب دارای طول جغرافیایی "۱۰ ′۳۸ °۵۷ تا "۴۵ ′۴۷ °۵۷ و عرض جغرافیایی "۳۵ ′۲۱ °۳۶ تا "۵۵ ′۲۶ °۳۶ می‌باشد. این منطقه دارای ۱۱ خروجی هیدرولوژیک بوده و از نظر تقسیمات حوضه‌های آبریز کشور، این حوضه جزء حوضه‌ی کویر مرکزی می‌باشد. حداکثر ارتفاع حوضه ۲۰۵۷ متر، حداقل ارتفاع آن ۱۳۶۱ متر، شیب متوسط منطقه ۳۱/۳۹ درصد و متوسط بارندگی سالیانه حوضه ۲۷۶/۱ میلی‌متر، و اقلیم آن بر اساس اقلیم نمای آمبرژه خشک سرد می-باشد. کاربری‌های حوضه شامل باغ و زراعت دیم، باغ و زراعت آبی، بستر مسیل، مرتع و چراگاه، اراضی صخره‌ای و توده سنگی و مناطق مسکونی می‌باشد (مهندسین مشاور آبخیز گستر شرق، ۱۳۹۳). شکل (۱) موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز رود سراب و زیرحوضه‌های تشکیل دهنده آن را نشان می‌دهد.



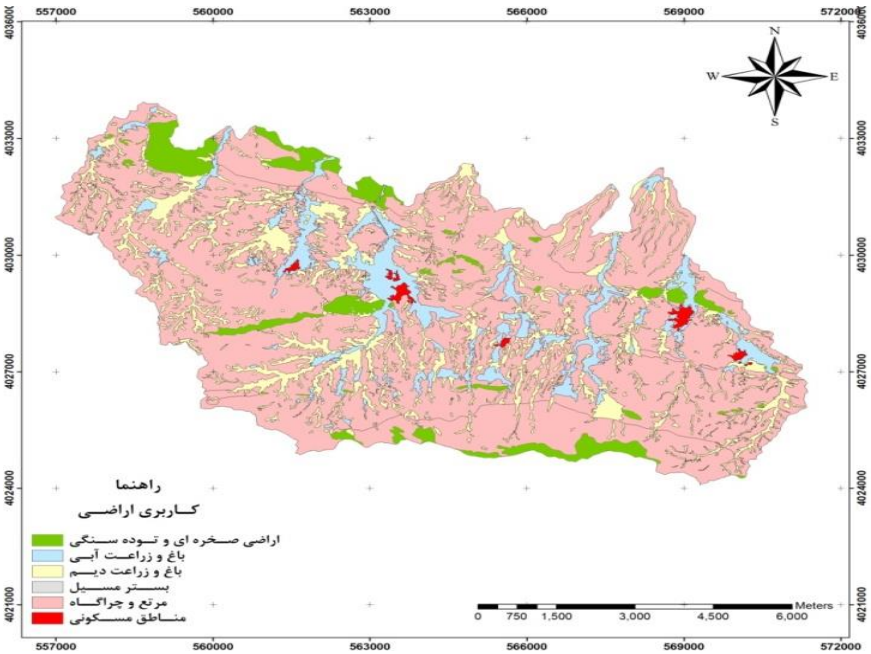
شکل (۱): نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه مطالعاتی

کاربری اراضی

کاربری اراضی نقش مهمی را در نفوذ و ذخیره نزولات جوی ایفا می‌کند (کشاورز، ۱۳۹۱). نقشه کاربری اراضی حوضه مورد مطالعه شامل کاربری‌های باغ و زراعت دیم، باغ و زراعت آبی، بستر مسیل، مرتع و چراگاه، اراضی صخره‌ای و توده سنگی، مناطق مسکونی می‌باشد. باغ و زراعت دیم و آبی استعداد بالقوه‌ای در ذخیره باران دارند ولی مناطق مسکونی به دلیل مالکیت شخصی و بستر مسیل نیز به دلیل بالا بودن سنگ بستر و عدم توانایی ذخیره رواناب، مناطق مستعدی برای ذخیره آب باران نمی‌باشند به همین دلیل باغ و زراعت دیم و آبی بیشترین امتیاز و به اراضی صخره‌ای، بستر مسیل و مناطق مسکونی کمترین امتیاز به منظور ذخیره تعلق گرفت و همچنین برای هدف تولید رواناب عکس آن صدق می‌کند. جهت تهیه نقشه کاربری اراضی حوضه از مطالعات جامع تفصیلی- اجرایی منابع طبیعی و آبخیزداری

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]

در حوضه آبخیز رود سراب شهرستان خوشاب استفاده شد. شکل (۲) وضعیت کاربری اراضی حوضه رود سراب را نشان می‌دهد.



شکل (۲): نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز رود سراب خوشاب

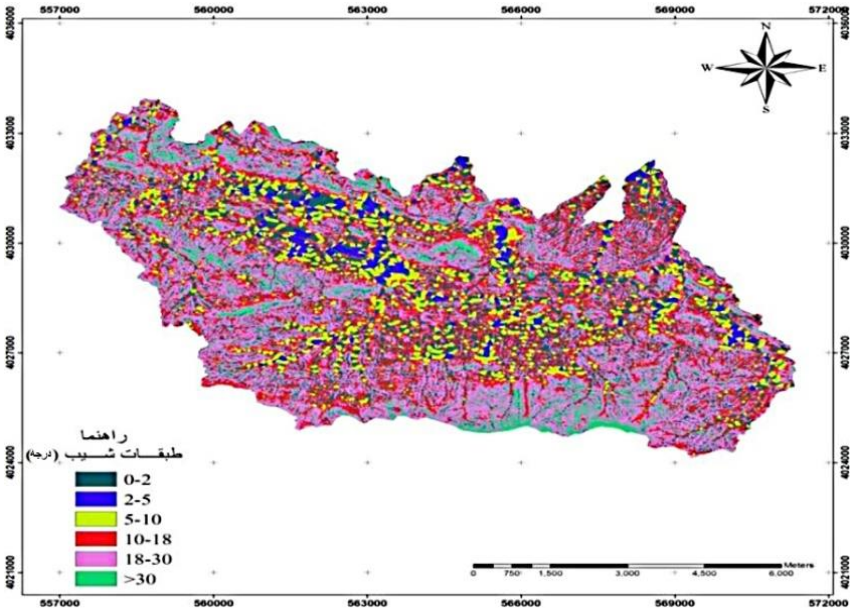
شیب و توپوگرافی

یکی از عوامل مؤثر در میزان رواناب و نفوذ آب باران در خاک، شیب می‌باشد. شیب‌های کم و متمایل به صفر مکانیسم تولید و حرکت رواناب را مختل کرده و باعث افزایش میزان چالاب‌ها و نگه‌داشت سطحی آب می‌شوند که این امر از جمع‌آوری رواناب‌ها در یک جا به میزانی که اجرای طرح‌های جمع‌آوری آب باران را به لحاظ علمی و اقتصادی توجیه نماید جلوگیری کرده و دچار مشکل می‌سازد. از طرفی بالا بودن میزان شیب نیز پدیده‌ای نامطلوب در تعیین هدف تحقیق به حساب می‌آید. بالا بودن شیب هم باعث فرسایش زمین و از بین رفتن خاک مرغوب در سطح حوضه آبریز شده و هم این که ایجاد سازه‌های مکانیکی در نقاط با شیب زیاد امکان پذیر نمی‌باشد (کشاورز، ۱۳۹۱). به همین دلیل به منظور هدف ذخیره رواناب شیب ۰ تا ۲ درجه بیشترین امتیاز و بیش از ۳۰ درجه کمترین امتیاز تعلق گرفت و همچنین به منظور دستیابی به هدف تولید رواناب به شیب ۰ تا ۲ درصد کمترین امتیاز تعلق گرفت (Durga & Bhaumik, 2003). در این تحقیق با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تهیه مدل رقومی ارتفاعی، نقشه شیب حوضه آبخیز رود سراب تهیه شد. شکل (۳) وضعیت شیب حوضه رود سراب را نشان می‌دهد.

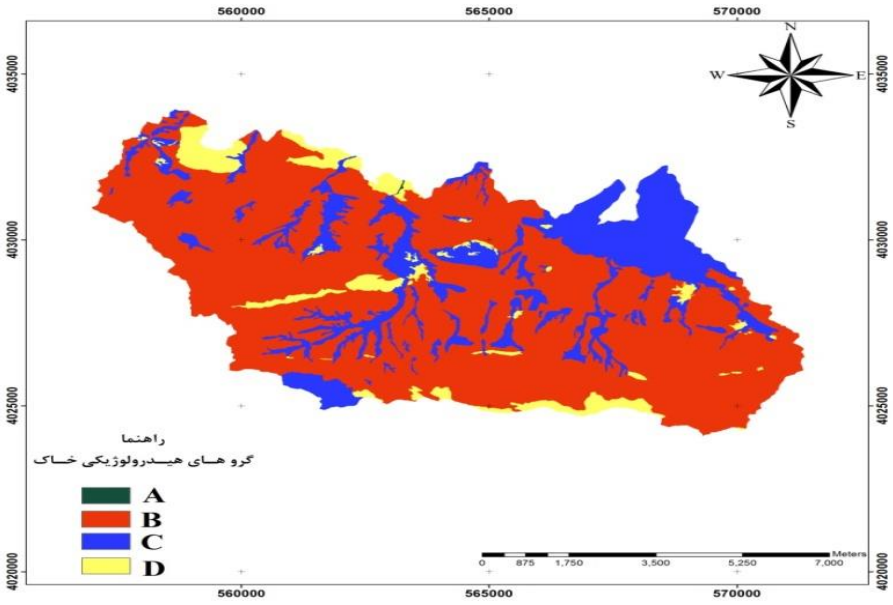
نفوذپذیری خاک

برای سنجش میزان نفوذپذیری خاک از گروه‌های هیدرولوژیکی خاک استفاده شد و به منظور ذخیره رواناب گروه هیدرولوژیکی D کمترین امتیاز و گروه هیدرولوژیکی A بیشترین امتیاز تعلق گرفت. با توجه به هدف تولید رواناب، گروه هیدرولوژیکی A بیشترین نفوذپذیری و کمترین پتانسیل را برای تولید رواناب دارد، بنابراین بیشترین امتیاز را می‌گیرد و گروه هیدرولوژیکیD کمترین نفوذپذیری و بیشترین پتانسیل را برای تولید رواناب دارد، بنابراین کمترین امتیاز را می‌گیرد (صادقی، ۱۳۹۰). شکل (۴) گروه‌های هیدرولوژیکی خاک را در حوضه رود سراب نشان می‌دهد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]



شکل (۳): نقشه شیب حوضه آبخیز رود سراب خوشاب

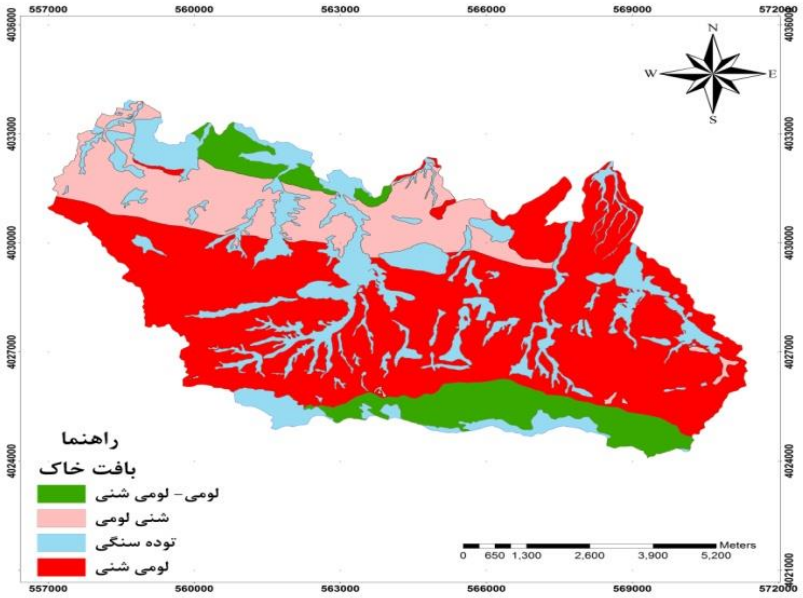


شکل (۴): نقشه گروه‌های هیدرولوژیک حوضه رود سراب خوشاب

بافت خاک

بافت خاک حوضه یکی از فاکتورهای مهم است که از دید کارشناسی در تعیین مناطق مستعد جمع‌آوری رواناب دخیل است. زیرا این بافت خاک است که تعیین کننده قابلیت نفوذ آب به داخل خاک است (کشاورز، ۱۳۹۱). از این رو بافت خاک باید به گونه‌ای باشد که آب به راحتی در خاک نفوذ کرده و آن را مرطوب نماید. به منظور ذخیره رواناب به بافت شنی لومی بیشترین و به مناطق توده سنگی و فاقد خاک کمترین امتیاز تعلق گرفت. با در نظر گرفتن هدف تولید رواناب مناطق توده سنگی بیشترین و بافت شنی لومی کمترین امتیاز را دریافت کرد. شکل (۵) وضعیت بافت خاک در حوضه رود سراب را نشان می‌دهد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]



شکل(۵): نقشه بافت خاک حوضه آبخیز رود سراب خوشاب

عمق خاک

با کنار هم قرار دادن اطلاعات موجود در گزارش‌های خاک‌شناسی و آزمایشات انجام شده علاوه بر تعیین وضعیت بافت خاک، عمق خاک نیز با حفر پروفیل و تشریح پروفیل‌ها در هر واحد اراضی به دست آمده است (مهندسین مشاور آبخیز گستر شرق، ۱۳۹۳). واضح است که هر چه عمق خاک در محلی بیشتر باشد استعداد آن ناحیه برای ذخیره آب بیشتر خواهد بود. شکل (۶) طبقات عمق خاک را نشان می‌دهد، که شامل کمتر از ۱۰، ۱۰-۲۵، ۲۵-۵۰، ۵۰-۸۰، ۸۰-۱۲۰ و بیشتر از۱۲۰ سانتی‌متر می‌باشد. به همین دلیل با توجه به هدف ذخیره‌سازی رواناب اعماق بیش از ۱۲۰ سانتی‌متر دارای بیشترین امتیاز و مناطق مسکونی و اعماق کمتر از ۱۰ سانتی‌متر دارای کمترین امتیاز هستند. این روند امتیازدهی بر اساس هدف تولید رواناب برعکس در نظر گرفته شد.

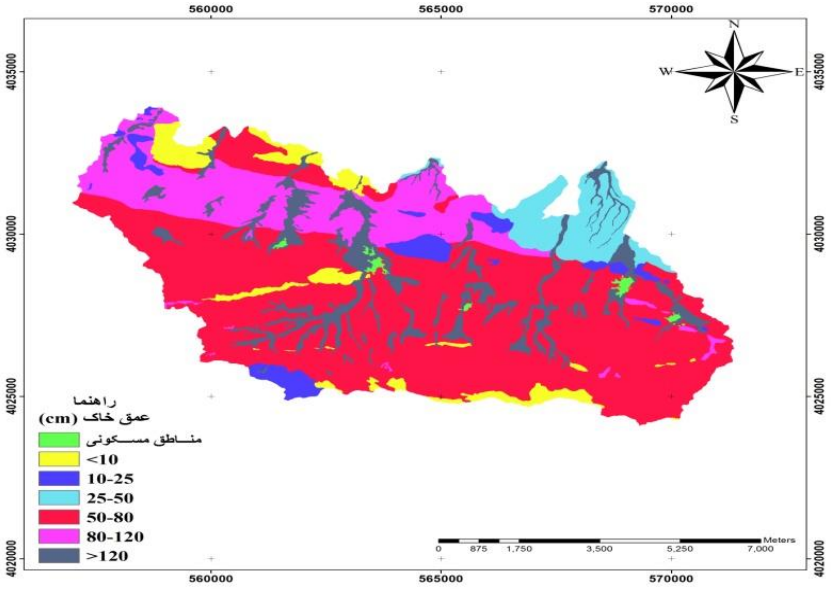
بارندگی

یکی از فاکتورهای تاثیرگذار در امر مکان‌یابی مناسب‌ترین مناطق جمع‌آوری آب باران بدون شک مسئله بارندگی است تا جایی که اگر میزان بارندگی از یک مقدار معین کمتر شود، اقدام به جانمایی روش‌های جمع‌آوری آب باران صرفه اقتصادی و همچنین پشتوانه عقلی و پذیرش عمومی خود را از دست خواهد داد (کشاورز، ۱۳۹۱). نقشه همباران حوضه با اعمال گرادیان بارش بر روی مدل رقومی ارتفاع منطقه به دست آمد. گرادیان بارش نیز بر اساس تحلیل ایستگاه‌های منطقه به شکل زیر محاسبه شد:

$$P = 0.1827\ H - 23.59 \qquad (۱)$$

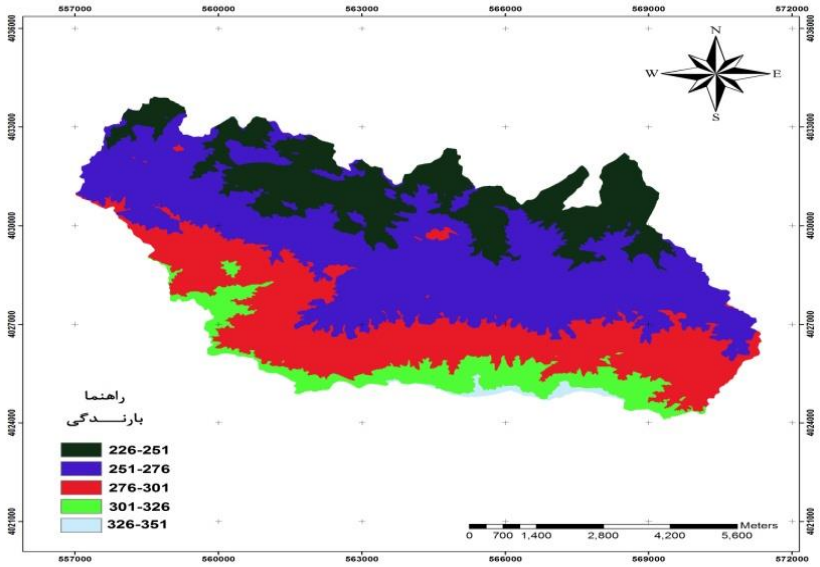
که در این معادله P میانگین بارش بر حسب (mm) و H ارتفاع منطقه بر حسب متر است.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]



شکل (۶): نقشه عمق خاک حوضه آبخیز رود سراب خوشاب

نقشه بارش بر اساس نظرات کارشناسی در پنج کلاس ۲۵۱-۲۲۶، ۲۷۶-۲۵۱، ۳۰۱-۲۷۶، ۳۲۶-۳۰۱، ۳۵۱-۳۲۶ میلی‌متر طبقه‌بندی شد که در شکل (۷) نشان داده شده است. لازم به ذکر است نقشه بارندگی فقط برای هدف تولید رواناب وزن‌دهی شده است. در این راستا به کمترین بارندگی کمترین امتیاز و به بیشترین بارندگی بیشترین امتیاز تعلق گرفت. همچنین گرادیان بارندگی حوضه آبخیز رود سراب با استفاده از متوسط بارندگی و مدل رقومی ارتفاع منطقه، تهیه شد.



شکل (۷): نقشه بارندگی حوضه آبخیز رودسرآب خوشاب

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]

مراحل اجرای روش AHP

آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره[5] اجازه وزن‌دار کردن لایه‌ها به منظور انعکاس تأثیر نسبی پارامترها را می‌دهد (گومز و لینز، ۲۰۰۲). ساعتی (۱۹۸۰) فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) را برای تعیین وزن فاکتورها ارائه کرد. نمره‌دهی بر اساس مقایسه جفتی بین پارامترها صورت می‌گیرد (Memarian et al., 2014). مراحل انجام کار بدین صورت است:

۱- ایجاد درخت سلسله مراتبی: درخت سلسله مراتبی تصمیم‌گیری بیانگر استراتژی تصمیم به صورت گرافیکی است. مهمترین بخش در این مراحل انتخاب معیارها و عوامل مؤثر بر هدف تصمیم‌گیری است.

۲- مقایسه زوجی: در این مرحله با توجه به عوامل مؤثر، پارامترهای مورد نظر دو به دو با هم مقایسه می‌شوند (جدول ۱).

۳- ماتریس وزن‌ها: وزن پارامترهای مورد نظر توسط اکستنشن ext-AHP در نرم افزار ArcGIS 9.3 محاسبه گردید. (جدول۲).

در این مطالعه عوامل اصلی در مکان‌یابی مناطق مناسب برای تولید رواناب و ذخیره نزولات جوی، لایه‌های کاربری اراضی، شیب، نفوذپذیری، بافت خاک، عمق خاک و بارندگی انتخاب شده است.

پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به این پارامترها و وزن‌دهی آن‌ها و تلفیق آن‌ها در محیط ArcGIS، در نهایت نقشه مناطق مناسب ذخیره و تولید رواناب به روش ترکیب خطی وزنی[6] (Memarian et al., 2014) به دست آمد. سپس با استفاده از روش شکست‌های طبیعی هیستوگرام در محیط GIS به پنج طبقه خیلی خوب، خوب، متوسط، ضعیف، خیلی ضعیف تقسیم شد. این روش بر مبنای تکنیک بهینه‌سازی جنکس[7] است. در این روش، شکست‌های طبیعی هیستوگرام به گونه‌ای تعیین می‌شود که مجموع واریانس درون هر طبقه حداقل باشد:

$$GVF = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{Nj}(Zi - \bar{Z})^2}{\sum_{i=1}^{N}(Zi - \bar{Z})^2} \qquad (۲)$$

که در این فرمول GVF نکویی برازش واریانس است. i و j به ترتیب نمای کلاس و داده می‌باشند. K تعداد طبقات، N تعداد داده، Z_{ij} ارزش استاندارد شده داده i درکلاس j، $\overline{Z}_j$ میانگین استاندارد شده داده در کلاس j و Z_i ارزش استاندارد شده داده i و $\overline{Z}$ میانگین استاندارد شده داده‌ها می‌باشد (Memarian et al., 2006).

برای این که مقایسه‌ها قابل تایید باشند، باید نرخ ناسازگاری (CR) کمتر از ۰/۱ باشد. در واقع CR تعیین کننده صحت وزن‌دهی انجام شده می‌باشد. به منظور تعیین نرخ سازگاری (CR) برای مقایسه‌ها مراحل زیر دنبال می‌شود:

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (۳)$$

که در آن CI شاخص سازگاری و RI شاخص تصادفی است که مقدار آن به تعداد فاکتور مورد مقایسه بستگی دارد (محمودی، ۱۳۹۱؛ Memarian et al., 2014).

نتایج و بحث

جداول (۱ تا ۴) نتایج مقایسه زوجی پارامترها و وزن‌های به دست آمده بعد از تشکیل ماتریس مقایسه زوجی را نشان می‌دهند. در روش AHP، معیارها ابتدا به صورت کیفی بوده و بعد با بهره‌گیری از جدول ساعتی به صورت کمی ارائه می‌شوند. در این فرایند نسبت ناسازگاری[8] تعیین می‌شود و اگر میزان آن کمتر از ۰/۱ باشد، دلالت بر سطح قابل قبول سازگاری مقایسه‌های جفتی دارد که در این مطالعه میزان ناسازگاری برای ذخیره رواناب ۰/۰۲۹۱

[5] Multiple *Criteria Decision Making*
[6] Weighted Linear Combination
[7] Jenks
[8] Consistency Ratio

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]

و برای تولید رواناب ۰/۰۱۳۷ به دست آمد (Cimren et al., 2007). همچنین در شکل (۸) نقشه مناطق مستعد ذخیره رواناب و در شکل (۹) نقشه مناطق مستعد تولید رواناب قابل مشاهده است.

جدول (۱): مقایسه زوجی پارامترها به منظور ذخیره رواناب

	شیب	بافت خاک	عمق خاک	کاربری اراضی	نفوذپذیری
شیب	۱				
بافت خاک	۷	۱			
عمق خاک	۵	۰/۳۳	۱		
کاربری اراضی	۳	۰/۲	۰/۳۳	۱	
نفوذپذیری	۳	۰/۲	۰/۳۳	۱	۱

جدول (۲): مقایسه زوجی پارامترها به منظور تولید رواناب

	شیب	بافت خاک	عمق خاک	کاربری	بارندگی	نفوذپذیری
شیب	۱					
بافت خاک	۰/۳۳	۱				
عمق خاک	۰/۲	۰/۵	۱			
کاربری اراضی	۳	۵	۷	۱		
بارندگی	۱	۳	۵	۰/۳۳	۱	
نفوذپذیری	۰/۳۳	۱	۲	۰/۲	۰/۳۳	۱

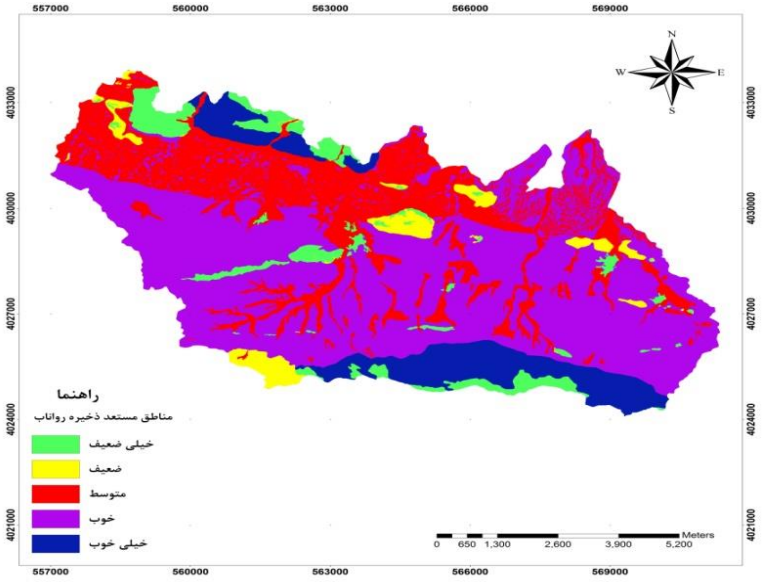
جدول (۳): ماتریس وزن پارامترهای ذخیره رواناب

	شیب	بافت خاک	عمق خاک	کاربری	نفوذپذیری	وزن ها
شیب	۰/۰۲۵۶	۰/۰۷۴۸	۰/۰۴۱۱	۰/۰۳۱۹	۰/۰۴۳۰	۰/۰۴۵۸
بافت خاک	۰/۳۶۸۶	۰/۵۳۴۷	۰/۶۱۷۲	۰/۴۸۴۰	۰/۶۵۲۷	۰/۵۰۴۷
عمق خاک	۰/۲۶۳۱	۰/۱۷۶۴	۰/۲۰۵۷	۰/۲۹۰۴	۰/۰۴۳۰	۰/۲۴۵۵
کاربری اراضی	۰/۱۵۷۸	۰/۱۰۶۹	۰/۰۶۷۹	۰/۰۹۶۸	۰/۱۳	۰/۱۰۲
نفوذپذیری	۰/۱۵۷۸	۰/۱۰۶۹	۰/۰۶۷۹	۰/۰۹۶۸	۰/۱۳	۰/۱۰۲
جمع	۰/۹۹۹۷	۰/۹۹۹۷	۰/۹۹۹۸	۰/۹۹۹۹	۰/۹۹۸۷	۱

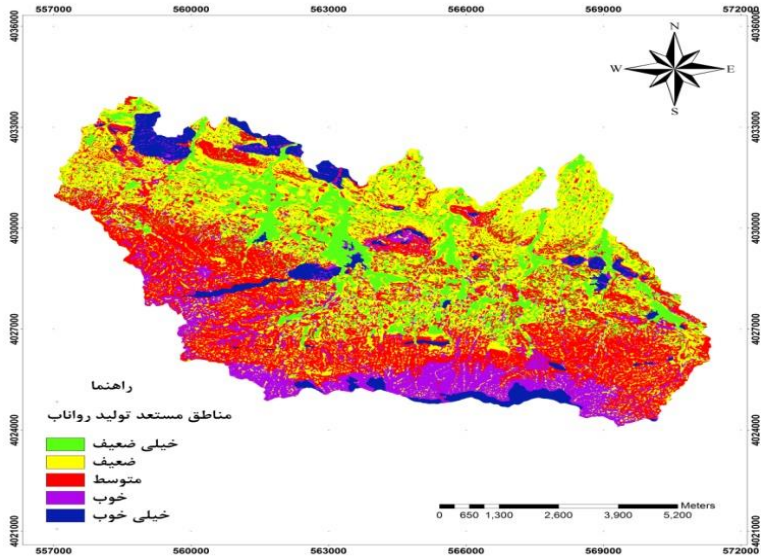
جدول (۴): ماتریس وزن پارامترهای تولید رواناب

	شیب	بافت خاک	عمق خاک	کاربری اراضی	بارندگی	نفوذپذیری	وزن ها
شیب	۰/۱۷۰۶	۰/۲۲۲۲	۰/۲۲۷۲	۰/۱۵۰۰	۰/۱۷۰۶	۰/۲۲۲۲	۰/۱۹۳
بافت خاک	۰/۰۵۶۳	۰/۰۷۴۰	۰/۰۹۰۹	۰/۰۹۰۹	۰/۰۵۶۳	۰/۰۷۴۰	۰/۰۷۲۵
عمق خاک	۰/۰۳۴۱	۰/۰۳۷۰	۰/۰۴۵۴	۰/۰۶۳۶	۰/۰۳۴۱	۰/۰۳۷۰	۰/۰۴۱۴
کاربری اراضی	۰/۵۱۱۹	۰/۳۷۰۳	۰/۳۱۸۱	۰/۴۵۴۵	۰/۵۱۱۹	۰/۳۷۰۳	۰/۴۲۸۱
بارندگی	۰/۱۷۰۶	۰/۲۲۲۲	۰/۲۲۷۲	۰/۱۵۰۰	۰/۱۷۰۶	۰/۲۲۲۲	۰/۱۹۲۴
نفوذپذیری	۰/۰۵۶۳	۰/۰۷۴۰	۰/۰۹۰۹	۰/۰۹۰۹	۰/۰۵۶۳	۰/۰۷۴۰	۰/۰۷۲۴
جمع	۰/۹۹۸۸	۰/۹۹۹۷	۰/۹۹۹۷	۰/۹۹۹۹	۰/۹۹۹۸	۰/۹۹۹۷	۱

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]



شکل (۸): نقشه مناطق مستعد ذخیره رواناب



شکل (۹): نقشه مناطق مستعد تولید رواناب

وزن معیارهای شیب، بافت خاک، عمق خاک، کاربری اراضی، نفوذپذیری به منظور ذخیره رواناب به ترتیب ۰/۰۴۵۸، ۰/۵۰۴۷، ۰/۲۴۵۵، ۰/۱۰۲ و ۰/۱۰۲ ، همچنین وزن معیارهای شیب، بافت خاک، عمق خاک، کاربری اراضی، بارندگی و نفوذپذیری به منظور تولید رواناب به ترتیب ۰/۱۹۳، ۰/۰۷۲۵، ۰/۰۴۱۴، ۰/۴۲۸۱، ۰/۱۹۲۴ و ۰/۰۷۲۴ به دست آمد (اشل تعریف شده بین ۰ تا ۱). بنابراین نتیجه می‌شود تأثیر بافت خاک در ذخیره رواناب و تأثیر کاربری اراضی در تولید رواناب بیش از سایر عوامل است. در پژوهش‌های انجام شده توسط محمودی (۱۳۹۱) به منظور مکان‌یابی مناطق مناسب برای ذخیره آب باران که در حوضه آبخیز درخت سنجد انجام گرفت نشان می‌دهد که به ترتیب نفوذپذیری خاک، پوشش سطحی خاک و شیب بعد از بارندگی دارای بیشترین اثر هستند. اولیایی و همکاران (۱۳۹۱) به منظور مکان‌یابی مناطق مستعد استحصال آب باران حوضه سیج و آل از روش تحلیل سلسله مراتبی بر پایه GIS استفاده کردند. برای این منظور از پارامترهای شیب، کاربری اراضی، نفوذپذیری و بارندگی به عنوان عوامل

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]

تأثیرگذار بر نفوذ و ذخیره آب باران در پروفیل خاک استفاده شد. نتایج نشان داد که به ترتیب نفوذپذیری خاک، پوشش سطحی خاک و شیب دارای بیشترین اثر هستند. عشقی زاده و همکاران (۱۳۸۹) نیز در تحقیقی محل‌های مناسب جمع‌آوری رواناب به منظور تغذیه قنوات در حوضه آبخیز کلات گناباد را با در نظر گرفتن پارامترهایی چون خاک، کاربری زمین، بارندگی و شیب مناطق مستعد جمع‌آوری باران را در استان شناسایی کردند. در مطالعاتی که مورد بررسی قرار گرفت عامل بارندگی بیشترین تأثیر را در مکان‌یابی مناطق مستعد استحصال و تولید رواناب داشته و بعد از بارندگی اثر نفوذپذیری از بقیه عوامل بیشتر بوده است. در این رابطه ذکر این نکته ضروری است که اثر بارندگی در حوضه‌هایی بیشتر تاثیرگذار است که تفاوت فاحشی بین میزان بارش در نقاط مختلف حوضه شاهد باشیم که در حوضه آبخیز رود سراب چنین وضعیتی را نمی‌بینیم. با توجه به نقشه به دست آمده (شکل ۸ و ۹) از کل مساحت حوضه آبخیز مورد نظر (۸۲۰۰ هکتار) در مجموع ۸۰۱/۹۲ هکتار دارای پتانسیل خیلی خوب، ۴۰۱۱/۹۱ هکتار پتانسیل خوب، ۱۹۳۶/۵۵ هکتار پتانسیل متوسط، ۸۸۲/۰۸ هکتار پتانسیل ضعیف و ۵۳۷/۳۹ هکتار دارای پتانسیل خیلی ضعیف برای ذخیره رواناب هستند. همچنین ۴۵۹/۳۵ هکتار دارای پتانسیل خیلی خوب، ۱۰۷۰/۷۱ هکتار پتانسیل خوب، ۲۶۲۳/۸۲ هکتار پتانسیل متوسط، ۲۲۵۷/۹ هکتار پتانسیل ضعیف و ۱۴۴۸/۶۵ هکتار پتانسیل خیلی ضعیف برای تولید رواناب هستند. نتایج نشان می‌دهد که شیب‌های ۱۰ تا ۳۰ درجه که اکثراً کاربری مرتع و چراگاه دارند مکان مناسبی برای ذخیره رواناب می‌باشند. بنابراین مناطق با پتانسیل استحصال خیلی خوب عرصه‌هایی را شامل می‌شود که از لحاظ پوشش، شیب و نفوذپذیری دارای بهترین وضعیت برای ذخیره نزولات جوی هستند.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه جهت مکان‌یابی مناطق مستعد استحصال و ذخیره‌سازی آب باران از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. از معیارهای شیب، بافت خاک، عمق خاک، کاربری اراضی، نفوذپذیری به منظور مکان‌یابی مناطق مستعد تولید رواناب و از معیارهای شیب، بافت خاک، عمق خاک، کاربری اراضی، بارندگی و نفوذپذیری به منظور مکان‌یابی مناطق مستعد ذخیره رواناب استفاده شد. نتایج تلفیق لایه‌ها به روش ترکیب خطی وزنی نشان داد که از بین معیارهای استفاده شده برای تولید رواناب، کاربری و از بین معیارهای استفاده شده برای ذخیره رواناب بافت خاک بیشترین تاثیر را دارند. در این مطالعه میزان ناسازگاری مقایسات زوجی برای مکان‌یابی مناطق مستعد ذخیره رواناب ۰/۰۲۹۱ و برای تولید رواناب ۰/۰۱۳۷ به دست آمد که دلالت بر سطح قابل قبول سازگاری مقایسه‌های جفتی دارد. همچنین نتایج نشان داد که شیب‌های ۱۰ تا ۳۰ درصد که اکثراً کاربری مرتع و چراگاه دارند مکان‌های مناسبی برای ذخیره رواناب می‌باشند و مناطق با پتانسیل استحصال خیلی خوب عرصه‌هایی را شامل می‌شوند که از لحاظ پوشش، شیب و نفوذپذیری دارای بهترین وضعیت برای ذخیره نزولات جوی باشند. نتایج حاصل از این مطالعه مبین این مطلب است که روش مورد استفاده از اعتبار بالایی در پهنه‌بندی مناطق مناسب برای اجرای پروژه‌های استحصال آب باران برخوردار بوده و به کارگیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی به عنوان یک سیستم تصمیم یار مکانی مؤثر در مکان‌یابی مناطق مستعد استحصال آب باران می‌باشد. همچنین با توجه به نقشه پتانسیل ذخیره و جمع‌آوری نزولات جوی، مناطق با پتانسیل مختلف جهت ذخیره نزولات جوی مشخص شده‌اند که در این صورت می‌توان پروژه‌های ذخیره نزولات را در این مناطق متمرکز نمود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی به دلیل در اختیار قرار دادن آرشیو مطالعات حوضه آبخیز رود سراب تشکر و قدردانی می‌گردد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]

منابع

۱- آراستی، م. ر، ه. معدل (۱۳۸۱). بررسی جذابیت پیل سوختی در مقایسه با سایر فناوری‌های قابل استفاده در صنعت خودرو کشور. شریف، (۲۴):۴۹-۵۷.

۲- احمدی، ح.، ش. محمدخانی، س. فیض نیا و ج. قدوسی (۱۳۸۴). ساخت مدل منطقه‌ای خطر حرکت‌های توده‌ای با استفاده از ویژگی‌های کیفی و تحلیل سلسله مراتبی سیستم (AHP)، مطالعه موردی: حوضه آبخیز طالقان. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۸(۱).

۳- اولیایی، ع.، ا. فاتحی، ج. غلامی و م. همدم‌جو (۱۳۹۱). مکان‌یابی مناطق مناسب برای استحصال آب باران، مطالعه موردی: حوضه سیج و آل. اولین کنفرانس ملی راه‌کارهای دستیابی به توسعه پایدار، تهران- وزارت کشور.

۴- خاشعی سیوکی، ع، ب. قهرمان و م. کوچک زاده (۱۳۹۰). ارزیابی پتانسیل استحصال آب از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)، مطالعه موردی: دشت نیشابور. مجله پژوهش آب ایران، ۵(۹):۱۸۰-۱۷۱.

۵- خیرخواه زرکش، م، م. ناصری و ح. ر. خلیل پور (۱۳۸۶) پهنه‌بندی مناطق مناسب برای تغذیه‌ی مصنوعی در دشت ورامین به کمک GIS و سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS). فصل‌نامه‌ی محیط شناسی، (۴۲): ۸-۱.

۶- سلطانی، م. (۱۳۸۱). کاربرد GIS در مکان‌یابی پخش سیلاب. فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی.

۷- شهریاری، ا. (۱۳۸۱). بررسی اثرات شوری در دو گونه Atriplex . دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۸- صادقی، ش. (۱۳۹۰). تعیین مکان‌های مستعد جمع‌آوری آب باران (RWH) با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم DSS مبتنی بر GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ۹۱ ص.

۹- عشقی زاده، م.، ن. نورا و ح. حیدری (۱۳۸۹). انتخاب محل‌های مناسب جمع‌آوری رواناب به منظور تغذیه قنوات، مطالعه موردی: حوضه آبخیز کلات گناباد. پژوهش‌های آبخیزداری،(۸۹).

۱۰-کشاورز، ا.، ع. خاشعی سیوکی و م. نجفی (۱۳۹۱). مکان‌یابی مناسب استحصال آب شرب با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)، مطالعه موردی: دشت بیرجند. پایان‌نامه کارشناسی ارشد ،گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشکده بیرجند، ۹۱ صفحه.

۱۱-محمودی، ن. (۱۳۹۱). مکان‌یابی مناطق مناسب برای ذخیره آب باران، مطالعه موردی: حوضه آبخیز درخت سنجد. اولین همایش ملی سامانه سطوح آبگیر باران.

۱۲- مهندسین مشاور آبخیز گستر شرق (۱۳۹۳). مطالعات تفضیلی اجرایی آبخیزداری حوضه آبخیز رود سراب شهرستان خوشاب.

13- Çimren E. Çatay B. and Budak E. *(2007). Development of a machine tool selection system using AHP*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, *(35): 363-376*.

14- F.A.O., Water harvesting. (www.fao.org)

15- Gomes E.G. and Lins M. P. E. *(2002). Integrating geographical information systems and multi-criteria methods (A case study*). Annals of Operations Research, *116(1-4): 243-269.*

16- Ganapuram S. Kumar G. V. Krishna I. M. Kahya, E. and Demirel M. C. *(2009). Mapping of groundwater potential zones in the Musi basin using remote sensing data and GIS*. Advances in Engineering Software, *40(7): 506-518.*

17- Hatibu N., Mutabazi K., Senkondo E.M. and Msangi A.S.K. *(2006). Economics of rainwater harvesting for crop enterprises in semi-arid areas of East Africa*. Agricultural Water Management, *80(1): 74-86.*

18- Jothiprakash V. and Mandar V.S.A.T.H.E. *(2009). Evaluation of rainwater harvesting methods and structures using analytical hierarchy process for a large scale industrial area*. Journal of Water Resource and Protection, *1: 427-438.*

19- Memarian H., Tajbakhsh M., Safdari A. and Akhondi E. *(2006). Statistical Landslide Risk Zonation on the Shourijeh Formation in GIS Framework (Case study: Estarkhy Watershed in the Northeast of Iran).* Geomatics Conference, Tehran. (P.11).

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]

20- Memarian H., Balasundram S.K., Abbaspour K.C., Talib J. B.Sung C.T.B. and Sood A.M. *(2014). Integration of analytic hierarchy process and weighted goal programming for land use optimization at the watershed scale*, Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, *38: 139-158.*
21- Mkiramwinyi F.O., Mbilinyi B.P., Tumbo S.D., Munishi P.T.K. and Mahoo H.F. *(2007). Development of a methodology for identifying potential sites for rainwater harvesting: a case of Makanya catchment in Tanzania*. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, *32: 1074-1081.*
22- Mbilinyi B.P., Tumbo S.D., Mahoo H.F., Senkondo E.M. and Hatibu. N. *(2007). Indigenous knowledge as decision support tool inrainwater harvesting*. Physics and Chemistry of the Earth, *30:792–798.*
23- RELMA in ICRAF and UNEP. *(2005). Potential for rainwater harvesting in Ten African Cities*, A GIS overview.
24- Durga Rao K.H.V. and Bhaumik M. K. *(2003). Spatial expert support system in selecting suitable sites for water harvesting structures—a case study of song watershed, Uttaranchal, India*. Geocarto International, *18(4), 43-50.*
25- Saaty T.L. *(1980). The analytic hierarchy process, planning, priority setting, resources allocation. New York: McGraw.*
26- Turner B.L. Meyer W.B. and Skole D.L. *(1994). Global land-use/land-cover change: towards an integrated study.* Ambio (Sweden).
27- Vitousek P.M. Mooney H. A. Lubchenco J. and Melillo J. M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems, Science, *277(5325): 494-499*.
29- Winnaar G., Jewitt G.P.W. and Horan M. *(2007). A GIS-based approach for identifying potential runoff harvesting sites in the Thukela River basin, South Africa*. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, *32(15): 1058-1067.*

Determination of suitable locations for rainwater harvesting using analytic hierarchy process in GIS framework (Case study: Roodsarab watershed, Khooshab, Khorasan Razavi, Iran)

Kheyrkhah A., Mohamadi F., Memarian H.
Email: arezookheyrkhah@yahoo.com

Received: 2015/06
Accepted: 2015/09

Abstract

Water shortage in arid and semi-arid world results in fragile environmental conditions. Therefore, the implementation of rainwater harvesting system is an important step in order to maximize water availability for agriculture and other uses. However, choosing the appropriate location for implementation of various systems to collect rainwater on a large scale is being a great challenge due to the need for environmental data and infrastructure. In this study, the most influential factors affecting the rainwater storage in the soil profile and runoff production in the Rudsarab watershed were fed into the analytic hierarchy process (AHP). The weights for six criteria, i.e. land use, slope, permeability, soil texture, soil depth and rainfall using ext-AHP application within the Arc GIS9.3 environment were determined as 0.4281, 0.1930, 0.0724, 0.0725, 0.0414, 0.1924, respectively for the objective of runoff production. However, based on the objective of runoff storage, the weights for criteria land use, slope, permeability, soil texture and soil depth were respectively determined as 0.102, 0.0458, 0.102, 0.504, 0.0245. Thus, in terms of runoff storage, the effect of soil texture and based on the aim of runoff production the effect of land use was more than the others for site selection in the study area. Then rain water harvesting potential map for both objectives, i.e. runoff storage and runoff production was extracted using a weighted linear combination in the GIS environment. The extracted map was classified into five suitability groups, i.e. very good, good, average, poor and very poor using the natural breaks approach. In general, it can be revealed that about 58% and 19% of the watershed area had very good and good potential for rainwater harvesting, in terms of the objectives runoff storage and runoff production, respectively. This established a more significant potential of the watershed for runoff storage, as compared with runoff production (efficiency).

Keywords: Rain water harvesting, Analytic hierarchy process, Multi-criteria decision making, GIS, site selection

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1394.3.3.3.7]