مکان‌یابی مناطق مناسب اجرای عملیات پیتینگ با روش AHP در حوزه آبخیز نازلوچای ارومیه

حبیب نظرنژاد* ، الهام محرم‌پور

۱- استادیار،گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه*(h.nazarnejad@urmia.ac.ir)*

۲- کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه

چکیده

در بسیاری از نقاط کشور به‌دلیل کمبود بارندگی، نیاز به جمع‌آوری و ذخیره آب در خاک با روش‌هایی همچون عملیات پیتیننگ برای رشد و رویش گیاهان خودرو و مرتعی، اجتناب‌ناپذیر بوده و تعیین مکان‌های مناسب برای اجرای این گونه عملییات، تتأثیر بسیار زیادی در میزان موفقیت آن‌ها دارد که بایستی با دقت لازم انجام پذیرد. تعیین مناطق مناسب با استفاده از روش‌های سنتی و متتداول بسیار دشوار بوده و اکثراً باعث بروز خطاهای بسیاری می‌گردد. امروزه، با تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعاتی در قالب مدل‌های گوناگون و بهره‌گیری از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و ابزارها و تکنیک‌های مربوط به آن، می‌تتوان در زمان کمتتر و دققت ببالاتر عرصه‌های مناسب را جهت اجرای طرح های حفاظت آب و خاک تعیین نمود. در تحقیق حاضر که در حوزه آبخیز نازلوچای ارومییه انجام ششده است، برای تعیین مکان‌های مناسب به‌منظور ذخیره نزولات جوی به روش پیتینگ، پارامترهای بارندگی، بافت خاک، عمق خاک، شیب زمین، کاربری اراضی، تراکم زهکشی، سازند زمین‌شناسی، طبقات ارتفاعی و فاصله از رودخاننه ببا استفاده از ننرم افزار ArcGIS GIS10.2 تهیه گردید. سپس این نقشه‌ها با توجه به میزان اهمیت هر یک از لایه‌های اطلاعاتی و وزن‌دهی آنهها ببر اسساس فرایننند تحلیل سلسله مراتبی و مقایسات زوجی معیارها و زیرمعیارها با ارزش‌های ارجحیتی ۱ تا ۹ و ننرخ ناسسازگاری کمتتر از۰/۱ ببه کممک نرم‌افزارExpert Choice تهیه گردید و نقشه مناطق مناسب جهت احداث پیتینگ به‌دست آمد. نتتایج تحقییق نشان داد ککه۲۰/۸۷ درصد حوزه دارای شرایط کاملاً مناسب، ۲۴/۳۴ درصد دارای شرایط مناسب، ۳۷/۰۷ درصد دارای ششرایط نامناسب و ۱۷/۷۲ درصد دارای شرایط کاملاً نامناسب برای عملیات پیتینگ می‌باشد. با توجه به اینکه اججرای روش‌های پرهزیننه جهت جمع‌آوری آب ببباران به‌دلیل عدم توجیه اقتصادی در اولویت قرار ندارند، در این حوزه عملیات اصلاحی پیتینگ و اججرای ککم هزیننه آن ممی‌توانند بهتترین گزینه برای جمع‌آوری آب باران باشد. همچنین معیارها و تکنیک‌های به‌کار گرفته شده در این تحقیق ممی‌توانند در خصوص انتخخاب عملیات اصلاحی مناسب برای حوزه‌های آبخیز به‌خصوص برای بخش‌های اجرایی کشور راهگشا باشد.

کلیدواژه‌ها: پیتینگ، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌یابی، نازلوچای

مقدمه

کشور ایران به‌علت قرار داشتن بر روی کمربند مناطق خشک جهان همواره با پدیده خشکی و کمبود بارش درمناطق وسیعی از خود مواجه است. میانگین بارندگی سالیانه آن در حدود ۲۵۵ میلی‌متر است که این مقدار بارش کمتر از یک سوم متوسط بارندگی سالیانه جهان می‌باشد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۴). از طرفی توزیع بارندگی در کشور از نظر زمانی و مکانی یکنواخت نبوده از این رو بیشتر نقاط کشور همواره با مشکل فرسایش و کم‌آبی مواجه می‌باشد. اصولاً الگوی بارش در مناطق خشک به‌گونه‌ای است که در زمانی کوتاه رگبارها با شدت زیاد می‌بارد و این موضوع باعث ایجاد رواناب در سطح حوزه شده که علاوه ببر حمل خاک سطحی بباارزش، فرصت نفوذ آب در خاک نیز از دست می‌رود (دهداری و همکاران ، ۱۳۹۷). رشد جمعیت و افزایش نیاز به مواد غذایی، تخریب منابع آب و خاک و نابسامانی محیط زیست را سبب شده است. حفاظت خاک، تأمین آب و بهره‌وری بهینه از این عنصر حیاتی، ضرورتی اجتناب ناپذیر می‌باشد. چنین شرایطی یعنی مهار و بهره‌برداری بهینه از آب کلید حل مسئله کم آبی محسوب می‌شود (معتمدی و شیدای کرکج، ۱۳۹۷). حتی اگر متوسط بارندگی منطقه بالا باشد، در مناطق کوهستانی و پرشیب به دلیل پاسخ سریع دامنه‌ها ببه بارش و جاری شدن رواناب و کم بودن عمق خاک، مقدار قابل توجهی از آبی که حوزه دریافت می‌کند از دسترس خارج می‌شود، در نتیجه توانایی مدیریت صحیح رواناب در این مناطق از اهمییت ویژه‌ای برخوردار است (Durga Rao وBhaumik 2003 ؛ Mbilinyi و همکاران ۲۰۰۷). بنابراین رواناب حاصل از رگبارها درون یک حوزه آبخیز، یک منبع پتانسیل آب است که در صورت ممدیریت درست، می‌تواند به عنوان یک مکمل برای رفع نیازهای آبی استفاده شود (De Winnaar و همکاران، ۲۰۰۷). در این راستا (نظریان و همکاران، ۲۰۱۵) برای تعیین عرصه‌های مستعد جمع‌آوری آب باران، از پارامترهای بارش، بافت خاک، شیب، و کاربری اراضی در حوزه آبخیز آق امام استان گلستان استفاده کردند. نتایج نشان داد که عرصه‌های مناسب برای جمع‌آوری باران در هر زیر حوزه دارای توزیع مکانی یکنواختی نمی‌باشد و شیب بیشترین تأثیر را در مکان‌یابی عرصه‌های مستعد جمع‌آوری ببارن داشتت. در ایین خصوص (Oweis و Hachum، 2006) به‌منظور استفاده از تکنیک جمع‌آوری آب در سیستم‌های کشاورزی در غرب آسیا و شمال آفریقا در محیط GIS از لایه‌های اطلاعاتی عمق خاک، بافت خاک، بارندگی و پوشش گیاهی استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که لایه عمق خاک و بارندگی دارای اهمیت بالایی هستند Mbilinyi . و همکاران (۲۰۰۷) برای شناسایی محل‌های دارای پتانسیل جمع‌آوری آب ببارن، از سیستم تصمیم‌گیری بر پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده کردند. برای این منظور از لایه‌های اطلاعاتی بارش، شیب، بافت خاک، عمق خاک، شبکه زهکشی و کاربری استفاده کردند. نقشه خروجی، محلههای دارای پتانسیل ببرای جمعآوری و ذخییره آب را نشان داد. Ramakrishnan و همکاران (۲۰۰۹) مکان‌های مناسب برای اجرای روش‌های مختلف ذخیره بارش در حوزه کالی در گجرات هند را با استفاده از پارامترهای نفوذپذیری، مساحت حوزه آبخیز، شیب، و رواناب ببه عننوان عواامل مؤثر ببر ذخییره آب گزارش داده و معییار نفوذپذیری را بهعنوان مهمترین عامل در افزایش ذخیره آب معرفی نمودند .

Prasadو همکاران)۲۰۱۴) درحوزه آبخیز پیسانگان در راجستان هند در آنالیز تناسب سایت برای احداث سازه‌های جمع‌آوری آب، از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط GIS بهره بردند. آن‌ها مدل شاخص وزنی را جهت اولویتبندی سایت‌ها به کار بستند و جهت تعیین امتیاز هر سایت از وزندهی به معیارهای بارندگی، شیب، بافت خاک، زهکشی و کاربری اراضی ببه کمک تحلییل سلسله مراتبی استفاده کردند. نتایج حاصله نشان داد معیار شیب تأثیر بیشتری نسبت به سایر معیارها دارد Albalawneh .و همکاران (۲۰۱۵) طی پژوهشی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP به انتخاب مکان مناسب برای اجرای تراس پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد فیزیوگرافی مهم‌ترین معیار برای پیاده‌سازی روش تتراس است (Rakad Alshabeed (2016 .ببه مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران با استفاده از تکنیک‌های GIS و AHP در حوزه اذرق اردن پرداخت. در این مطالعه، پنج پارامتر بارندگی، شیب، بافت خاک، زمین‌شناسی، و تراکم زهکشی مورد بررسی قرارگرفته و نقشه حاصل از تلفیق نقشه‌ها به کلاس‌های (کم، خیلی‌کم، متوسط، زیاد، و خیلی زیاد) دسته‌بندی شد. نتایج نشان داد که ۷٪ مساحت حوزه در ککلاس خیللی ککم، ۸٪ در ککلاس ککم، ۳۲٪ در کلاس متوسط، ۲۶٪ در کلاس زیاد و ۲۷٪ در کلاس خیللی زییاد ققرار دارد Al-Abadi.و همککاران (۲۰۱۷) ببرای جمع‌آوری آب در جنوب عراق از پنج معیار گروه‌های هیدرولوژیک، پوشش گیاهی، عمق رواناب سطحی، شیب، و فاصله از رودخانه ببه روش FAHP استفاده کردند. از بین معیارها، معیار عمق رواناب بیشترین تأثیر را داشت. در امر مدیریت رواناب‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک، چنانچه عرصه-های ذخیره بارش و نوع ذخیره به‌درستی انتخاب شوند تأثیر به‌سزایی بر کمیّت و کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی

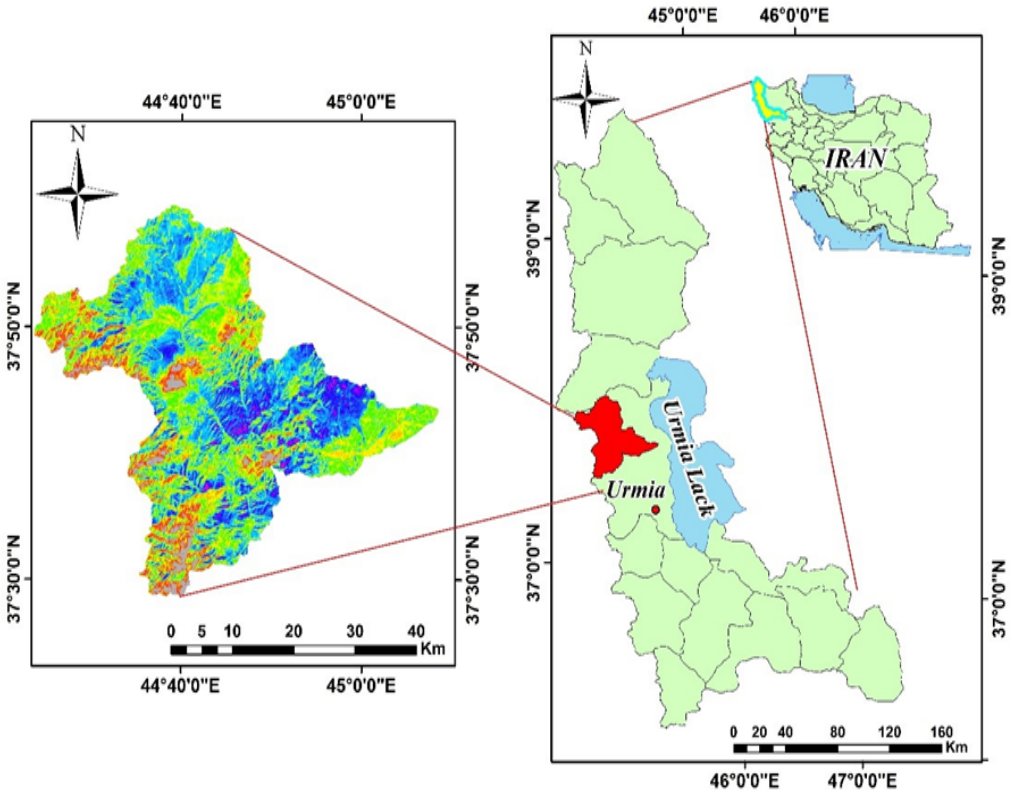
خواهند داشت. حال آنکه عدم انتخاب صحیح و علمی می‌تواند منجر به صرف هزینه‌های گزاف و نهایتاً سود ککم ایین پروژه‌ها ششود. بسیاری از بهره‌برداران و مصرف‌کنندگان آب در سرتاسر جهان پتانسیل برداشت از آب باران را به‌منظور افزایش بهره‌وری بیشتر از آب حائز اهمیت می‌دانند (قضاوی و همکاران، ۱۳۹۴).

با استناد به نتایج بسیاری از محققان در سراسر جهان مبنی بر اینکه افزایش راندمان و بهره‌وری آب در گرو شناسایی مکان‌های جمع آوری آب باران است، مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران برای مقابله با کمبود آب و مدیریت هرچه بهتر منابع آب کشور امری ضروری ببه نظر می‌رسد؛ لذا با توجه به هدررفت آب می‌توان با استفاده از تکنیک‌های مختلف مکان‌های مستعد ببرای جمع‌آوری آب را شناسایی کرد و با راه‌اندازی سیستم‌های جمع‌آوری آب باران از فرسایش، سیل و تولید رواناب جلوگیری نمود. از طرفی ببا توجه ببه برداشت بی‌رویه آب در منطقه و همچنین خشکسالی‌های اخیر با جمع‌آوری و نفوذ آب باران می‌توان کمک شایانی به تغذیه آب‌های زیرزمینی نمود. با توجه به تنوع روش‌های جمع‌آوری آب باران، باید در انتخاب روش مناسب به معیارهایی از قبیل مقدار بارندگی و نحوه توزیع آن، توپوگرافی، زمین، نوع خاک، عمق خاک و عوامل اقتصادی و اجتماعی هر منطقه توجه جدی نمود. هدف ایین پیژوهش مشخص کردن پارامترهای تأثیرگذار جهت مکان‌یابی مناطق مستعد پیتینگ است. اجرای عملیات پیتینگ به‌دلیل هزینه بسیار پپایین آن، می تواند در سطوح وسیعی از مراتع منطقه مورد مطالعه برای جمع-آوری آب باران در مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی در ′۲۴ °۴۴ تا ′۵۳ °۴۵ طول شرقی و ′۳۰ °۳۷ تتا ′۵۸ °۳۷ عرض ششمالی واقع ششده است. حوزه آبخییز نازلوچای در استان آذربایجان‌غربی و در غرب دریاچه ارومیه، در شمال‌غربی شهرستان ارومییه واقع ششده است. ایین حوزه یککی از زیرحوزه‌های دریاچه ارومیه به‌شمار می‌آید و با کشور ترکیه دارای مرز مشترک بوده و مساحت کل آن۱۵۲۲۶۷ هکتار می‌باشد. ارتفاع متوسط اراضی ۱۴۲۰ متر از سطح دریای آزاد می‌باشد. بارندگی متوسط سالانه حوزه نازلوچای ۳۰۰ میلیمتر برآورد شده است. (ششکل ۱).



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز نازلوچای در استان آذربایجان‌غربی

روش‌های کنترل رواناب و استحصال آب

با توجه به پیشینه تحقیق و مطالعات صورت گرفته توسط محققین داخلی و خارجی در زمینه جمع‌آوری آب باران و با توجه به شرایط و موقعیت و اقلیم منطقه، پارامترهای بارندگی، بافت خاک، عمق خاک، شیب زمین، کاربری اراضی، تراکم زهکشی، سازند زمین شناسی، طبقات ارتفاعی و فاصله از رودخانه به‌عنوان معیارهای تأثیرگذار در شناسایی بهترین منطقه برای عملیات اصلاحی به‌منظور جمع‌آوری آب باران در نظر گرفته شد .

معیارهای اصلی

بارندگی

بارندگی یکی از مهم‌ترین معیارها جهت مکان‌یابی مناطق مستعد برای جمع‌آوری آب باران می‌باشد. برای تهیه نقشه بارندگی از داده‌های شش ایستگاه (چهار ایستگاه در داخل حوزه و دو ایستگاه در خارج از حوزه)، استفاده شد. با داشتن بارش متوسط در دوره آماری ۲۱ ساله (۱۳۷۰-۱۳۹۱) و معادله خطی بین ارتفاع زیرحوزه‌ها و متوسط مقدار بارندگی در هر زیرحوزه، نقشه بارندگی تهیه گردید.

بافت خاک

بهترین بافت خاک برای جمع‌آوری آب باران بافت خاکی است که بتواند حداکثر آب را در ناحیه ریشه)منطقه هدف (ذخیره سازد (Oweis، .(2004خاک‌هایی که سرعت نفوذ آب در آن‌ها بالا می‌باشد مانند خاک‌های شنی و درشت دانه برای اجرای سیستم‌های جمع آوری آب باران مناسب نمی باشند. برای نقشه بافت خاک از نقشه تهیه شده توسط اداره کل منابع طبیعی استان آذربایجان غربی استفاده شد .

عمق خاک

به‌منظور لحاظ کردن تأثیر گذاری سطوح مختلف عمق خاک در مکان‌یابی مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران، ابتدا عمق خاک منطقه مورد مطالعه به شش دسته تقسیم شد و به هر دسته وزن خاصی داده شد. محدوده خاک رخنمون کمتر از ۱۰ سانتی‌متر، کم عمق ۲۵-۱۰ سانتی‌متر، خاک کم‌عمق تا متوسط ۵۰-۲۵ سانتی‌متر، خاک با عمق متوسط ۸۰-۵۰ سانتی‌متر، متوسط تا عمیق ۱۲۰-۸۰ سانتی‌متر، و عمیق بالاتر از ۱۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای نقشه عمق خاک از نقشه تهیه شده توسط اداره کل منابع طبیعی استان آذربایجان غربی استفاده شد.

کاربری اراضی

مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران در حوزه مورد مطالعه، مناطقی با کاربری دیم، مرتع، اراضی توده سنگی و زراعت آبی در نظر گرفته شد. اراضی دیم بهترین کاربری برای اجرای این روش می‌باشد زیرا این اراضی از نظر کشت محصولات در موقعیت بهتری)خاک مناسب، حاصل‌خیزی قابل قبول(نسبت به سایر اراضی) اراضی کشت نشده (قرار داشتند، بنابراین بیشترین وزن را به خود اختصاص می‌دهد. مرتع در اولویت بعدی قرار دارد. با توجه به مشاهدات میدانی، وضعیت مرتتع، فقیر ببوده و پوشش گیاهی کمتتری دارد؛ در نتیجه ضریب رواناب در این اراضی متراکم، بالاتر است و با توجه به تولید کم در این مناطق اجرای روش-های جمع‌آوری آب باران تأثیر بیشتری در افزایش تولید دارد؛ در نتیجه مراتع وزن بیشتری دریافت می‌کنند. به‌منظور تهیه نقشه ککاربری، تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ مربوط به ۱۹ جولای سال ۲۰۱۷ (فصل رویش گیاهان) انتخاب و از سایت USGSدانلود شد. پس از انجام تصحیح هندسی، به‌روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و ترکیب باندی ۷۴۲ با استفاده از نرم افزارENVI۴,۷ در چهار طبقه (زراعت آبی، زراعت دیم، مرتتع، و اراضی با پوشش کم یا برون‌زدگی سنگی) و با دقت ضریب کاپا ۸۵ درصد تهیه گردید .

شیب

شیب زمین در مکان‌یابی و اجرای سیستم‌های جمع‌آوری آب باران مهم می‌باشد. مناسب‌ترین شیب برای اجرای این روش‌ها ششیب ۱۰-۵ درصد می‌باشدMati) ، .(2006در شیب‌های کمتر از این مقدار ضریب رواناب به‌شدت کاهش می‌یابد؛ در نتیجه نمی‌تتوان آب مورد نیاز گیاه را از سطح آبگیر جمع‌آوری نمود. در شیب‌های بالاتر به‌علت توزیع نامناسب رواناب و هزینه‌دار بودن اجرای ایین روش‌ها همچنین به علت احتمال وارد شدن صدمه به سازه‌های سیستم جمع‌آوری آب باران اجرای این روش‌ها کمتر توصیه ممی‌شود. جهت تهیه نقشه شیب از نقشه DEM 30 متری استفاده گردید.

طبقات ارتفاعی

پس از استخراج نقشه DEM 30 متری حوزه آبخیز نازلوچای، نقشه طبقات ارتفاعی این حوزه در محیط برنامه ARC GIS10.2 تهیه گردید. براین اساس کمترین و بیشترین ارتفاع حوزه به ترتیب ۱۳۰۰ و ۳۶۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد.

سازند زمین‌شناسی

سازندهای منطقه از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ نقشه زمین شناسی تهیه شده و شامل ۵ طبقه (فرسایش‌پذیری کم، فرسایش-پذیری کم تتا متوسط، فرسایش‌پذیری متوسط، فرسایش‌پذیری متوسط تا زیاد، و فرسایش‌پذیری خیلی زیاد) می‌باشد.

تراکم زهکشی

تراکم زهکشی از تقسیم طول کل شبکه هیدروگرافی شامل رودخانه‌های فرعی و آبراهه‌ها به مساحت حوزه به‌دست می‌آیید. جمع کل طول‌های اندازه‌گیری شده را به مساحت حوزه تقسیم کرده و تراکم زهکشی به کیلومتر بر کیلومترمربع به‌دست می-آید.

معادله (۱) $Dd=\Sigma li/A$

Dd : تراکم زهکشی به کیلومتر بر کیلومترمربع؛ Li طول آبراهه‌ها به کیلومتر؛ A: مساحت واحدها به کیلومترمربع می‌باشد.

فاصله از رودخانه

جهت تهیه لایه آبراهه‌های منطقه از نقشه DEM30 متری منطقه استفاده و پس از رده‌بندی آبراهه‌ها به روش استراهلر نقشه شبکه آبراهه‌ها در ARCGIS10.2 و به تبع آن لایه فاصله از آبراهه‌ها در ۴ طبقه تهیه گردید.

وزن معیارها و زیرمعیارها در روش:AHP

وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها به کمک نرم افزارExpert Choice انجام شد. بدین منظور وزن‌دهی ببه‌کمک روش مقایسه زوجی انجام شد. لازم به ذکر است که پس از وزن‌دهی، میزان ناسازگاری وزن‌ها ممورد بررسی قرار گرفت. بایید توجه داشت ککه میزان ناسازگاری در وزن‌دهی تا حد امکان از صفر تا یک دهم تغییرات داشته باشد. وزن زیرمعیارهای مربوط ببه معیارهای ممورد نظر در (جداول ۱ تا ۹) ارائه گردیده است. همچنین وزن معیارهای اصلی در (جدول۱۰) ارائه شده است.

جدول ۱- وزن زیرمعیار نقشه سازند زمین شناسی

طبقات نقشه سازند زمین‌شناسی	وزن زیرمعیارها
سازندهای با حساسیت فرسایش‌پذیری کم	۰/۴۴
سازندهای با حساسیت فرسایش‌پذیری کم-متوسط	۰/۲۳
سازندهای با حساسیت فرسایش‌پذیری متوسط	۰/۱۶
سازندهای حساسیت فرسایش‌پذیری متوسط تا زیاد	۰/۰۹
سازندهای با حساسیت فرسایش‌پذیری خیلی زیاد	۰/۰۸

جدول۲- وزن‌دهی زیرمعیارهای نقشه تراکم زهکشی

طبقات تراکم زهکشی(km/m^2)	۱	۲	۳	۴	۵	۶
وزن زیرمعیارها (٪)	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۴۶

جدول۳- وزن‌دهی زیرمعیارهای نقشه شیب بر حسب درصد

طبقات شیب (٪)	۰-۵	۵-۸	۸-۱۳	۱۳-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۶۰	۶۰<
وزن زیرمعیارها (٪)	۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳

جدول۴-وزن‌دهی زیرمعیارهای نقشه کاربری اراضی

طبقات کاربری اراضی	زراعت آبی	زراعت دیم	مرتع	توده سنگی
وزن زیرمعیارها (٪)	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۶۴	۰/۰۹

جدول۵- وزن‌دهی زیرمعیارهای نقشه بافت خاک بر حسب درصد

طبقات بافت خاک	شنی لومی	رسی لومی	شنی رسی لومی	رسی	لوم	سیلت لومی
وزن زیرمعیارها (٪)	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۸

جدول۶- وزن‌دهی زیرمعیارهای نقشه بارندگی

طبقات بارندگی(mm)	۲۰۰-۲۵۰	۲۵۰-۳۰۰	۳۰۰-۳۵۰	۳۵۰-۴۵۰	>۴۵۰
وزن زیرمعیارها (٪)	۰/۵۶	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۷

جدول۷- وزن‌دهی زیرمعیارهای نقشه عمق خاک(mm)

طبقات عمق خاک	۱۵-۳۵	۳۵-۵۰	۵۰-۸۰	۸۰-۱۰۰	۱۰۰-۱۲۰	۱۲۰-۱۵۰
وزن زیرمعیارها (٪)	۰/۰۷	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۰۸	۰/۱۱

جدول۸- وزن‌دهی زیرمعیارهای نقشه طبقات ارتفاعی(m)

طبقات ارتفاعی	۱۳۰۰-۱۷۰۰	۱۷۰۰-۲۱۰۰	۲۱۰۰-۲۵۰۰	۲۵۰۰-۲۹۰۰	۲۹۰۰-۳۳۰۰	۳۳۰۰-۳۶۰۰
وزن زیرمعیارها (٪)	۰/۱۴	۰/۴۵	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۴

جدول۹- وزن‌دهی زیرمعیارهای نقشه فاصله از رودخانه (m)

طبقات فاصله از رودخانه	۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰-۲۵۰۰
وزن زیرمعیارها(٪)	۰/۱۵	۰/۶۷	۰/۱۰	۰/۰۸

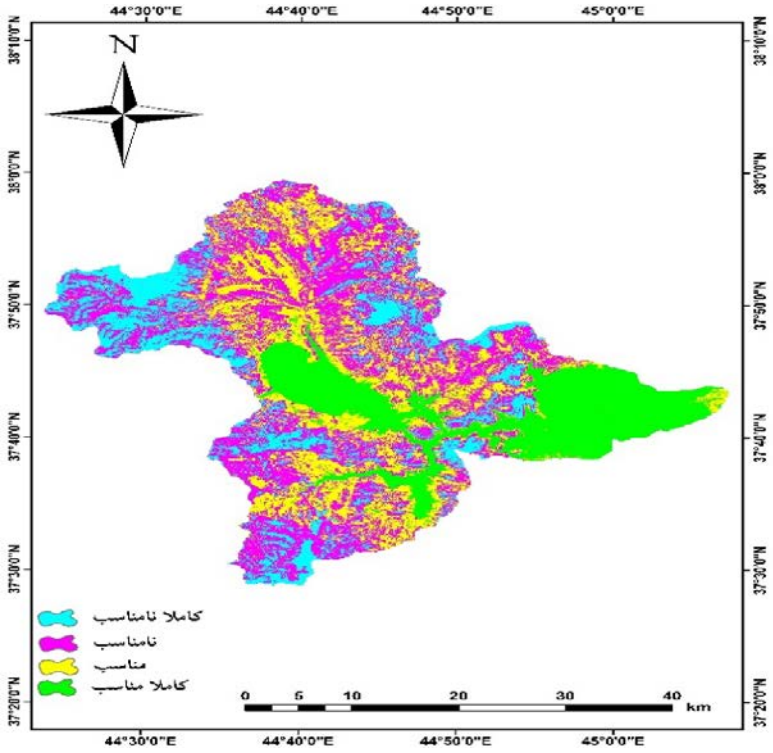
جدول۱۰- وزن معیارهای اصلی برای تیمار پیتینگ

معیارهای اصلی	وزن نسبیCR=0.03
سازند زمین شناسی	۰/۰۵۵
نقشه تراکم زهکشی	۰/۰۵۳
کاربری اراضی	۰/۰۸۲
بافت خاک	۰/۱۰۱
بارندگی	۰/۲۷۶
شیب	۰/۱۴۲
عمق خاک	۰/۱۳۰
طبقات ارتفاعی	۰/۱۱۴
فاصله از رودخانه	۰/۰۴۷

نتایج

تعیین مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی:((AHP)

برای تعیین مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران نقشه‌های اولیه شامل بارندگی، شیب، عمق خاک، کاربری اراضی، طبقات ارتفاعی، بافت خاک، فاصله از رودخانه، سازند زمین‌شناسی و تراکم زهکشی وارد مرحله پردازش اصلی شدند. سپس نقشه‌ها ببه فرممت رستری تبدیل و طبقه‌بندی شده و وزن زیرمعیارها و معیارهای اصلی بر اساس نظر ۲۰ کارشناس (اساتید دانشگاه، و کارشناسان خبره اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان) در محیط نرم افزارArc GIS10.2 اعمال گردیده و با روی هم‌گذاری وزنی لایه‌های اطلاعاتی تهییه شده با فرمت رستری، مناطق مناسب برای جمع‌آوری آب باران با استفاده از تیمار پیتینگ مشخص گردید. نقشه مورد نظر ببا روش طبقه‌بندی Jenks به ۴ طبقه مناطق کاملاً نامناسب، نامناسب، مناسب و کاملاً مناسب تقسیم گردید. شکل(۲) نقشه مناطق مستعد جهت مکانیابی پیتینگ را نشان می‌دهد.



شکل۲- نقشه وزنی طبقه‌بندی شده تیمار پیتینگ

درصد مساحت مناطق جمع‌آوری آب باران برای تیمار پیتینگ

باتوجه به مساحت کل منطقه مورد مطالعه، درصد فراوانی که تیمار پیتینگ در منطقه به خود اختصاص داده و مشخصات آن آورده شده است (جدول۱۱) .

جدول۱۱- درصد مساحت مناطق جمع‌آوری آب باران برای تیمار پیتینگ

مساحت پیتینگ (٪)	طبقات نقشه‌های RWH
۱۷/۷۲	کاملاً نامناسب
۳۷/۰۷	نامناسب
۲۴/۳۴	مناسب
۲۰/۸۷	کاملاً مناسب

ارزیابی صحت نقشه‌های مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران

برای مشخص کردن صحت نقشه‌های تولیدی، در بازدید میدانی از حوزه نازلوچای به همراه کارشناسان منابع طبیعی و ارزیابی

۲۰۰ نقطه برداشت شده تصادفی از منطقه، برای تیمارپیتینگ و انتقال این نقاط به نقشه‌های تولیدی درARC GIS ، مکان‌های مناسب کنترل زمینی گردید. همچنین با بازدید از مناطقی که پیتینگ انجام شده بود و بررسی تطابق آن مناطق با مکان‌های مناسب و ککاملاً مناسب به‌دست آمده از تحقیق حاضر، اعتبار نقشه‌ها مورد تایید قرار گرفت .

بحث و نتیجه گیری:

نتایج کاربرد AHP در محیط GIS جهت مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران مؤید این نکته است که از بین معیارهای مورد نظر معیار بارندگی بیشترین تأثیر (۰/۲۷ درصد) و معیار فاصله از رودخانه کمترین تتأثیر (۰/۰۴ درصد) را ببر مککان‌یابی تیمار پیتیننگ دارد. روش‌های جمع‌آوری آب باران ازجمله پیتینگ معمولاً اگر در اراضی با شیب کم و ملایم و تپه‌ماهورهای کم ارتفاع انجام نشود نتایج مطلوبی را داراست (آذرنیوند و زارع چاهوکی، ۱۳۹۱)، بنابراین عامل شیب عامل محدودکننده در اجرای این طرح‌ها می‌باشد؛ هممانطور که در نتایج تحقیق حاضر نیز شیب مناسب برای عملیات پتینگ شیب‌های ۵-۰ و ۸-۵ درصد تشخیص داده شد. درتیمار پیتیننگ اهمیت لایه اطلاعاتی عمق خاک بیشتر از بافت خاک است زیرا در اجرای تیمارهای پیتینگ با توجه ببه خصوصیت ذاتتی ایین تیمار عملیات مکانیکی بیشتری بر روی خاک انجام می‌گردد. بنابراین وجود عمق خاک دارای اهمیت بیشتری است همچنان ککه دبییری و همکاران (۱۳۹۴) نیز بر این موضوع تاکید داشتند. اکبرپور و همکاران (۱۳۹۴) در تعیین مکان‌های مناسب جمع‌آوری آب باران جههت استفاده در مصارف کشاورزی با استفاده از AHP در منطقه بیرجند نتیجه‌گیری کردند که قسمت‌های شرق حوزه که نسبت ببه سایر بخش‌های حوزه دارای بارندگی بیشتری می‌باشد مناسب برای جمع‌آوری آب باران است. توضیح این‌که منطققه ممورد مطالعه ننامبرده جزو مناطق خشک می‌باشد که حداکثر بارندگی حوزه در طبقه ۱۸۰-۱۶۰ میلی‌متر قرار دارد؛ در حالی که در تحقیق حاضر، بارنندگی طبقه ذکر شده، طبقه بارندگی کم (۲۰۰-۲۵۰) میلی‌متر می‌باشد که در نتایج وزن‌دهی جزو طبقه مناسب تشخیص داده شد ککه ببا استانداردهای طراحی سازه‌های جمع‌آوری آب باران نیز تطابق دارد. ایین موضوع نشان‌دهنده ایین است ککه در طراحی پروژه‌های جمع‌آوری آب باران علاوه بر در نظر گرفتن طبقات بارندگی، وضعیت اقلیمی منطقه و متوسط بارندگی سالانه نیز باید مورد توجه ققرار بگیرد و صرف قرار گرفتن در طبقه بالا یا پایین بارندگی، ملاک تصمیم‌گیری نخواهدبود. هدف از تممامی روش‌های درجا ازجمللله پیتینگ نگهداری رواناب حاصل از بارندگی در لایه‌های خاک برای گیاهان می‌باشد به نظر می‌رسد اجرای این تکنیک وابسته ببه نییاز بهره‌برداران بوده و بستگی خاصی با شرایط آب و هوایی منطقه ندارد و این پروژه‌ها قابلیت اجرا در طبقات با بارندگی کم را نییز دارنند. این نتایج با دست آوردهای Mbilinyi و همکاران (۲۰۰۵ و ۲۰۰۷)، Rahman (2012)، و دبیری و همکاران (۱۳۹۴) مطابققت دارد. در نتیجه‌گیری کلی از این مطالعه می‌توان بیان داشت که عوامل مهم در تعیین مکان مناسب جممع‌آوری آب بباران ببه ترتییب اولوییت: بارندگی، شیب، عمق خاک، طبقات ارتفاعی، بافت خاک، کاربری اراضی، سازند زمین‌شناسی، تراکم زهکشی، و فاصله از رودخانه است. با توجه به مشکلات اساسی حوزه های آبخیز کشور از قبیل فرسایش، کمبود نزولات آسمانی، بالا بودن تبخیر، کیفیت نامناسب آب‌های در دسترس، پر شدن سدهای مخزنی و ... پیشنهاد می شود با احداث سیستم‌های جممع‌آوری آب عملاوه ببر رففع مششکلات اساسی حوزه‌های آبخیر کشور در بهبود وضعیت معیشت آبخیزنشینان اقدام گردد. کمبود بارش یکی از مشکلات اساسی در اییران ممی باششد، لیکن اجرای روش‌های پرهزینه جهت ذخیره نزولات آسمانی به‌دلیل عدم توجیه اقتصادی در اولویت ققرار ندارنند؛ بننابراین، روش‌های کم‌هزینه مانند پیتینگ در صورتی که به‌طور علمی و صحیح در مناطق مناسب و نیز اگر توأم با عملیات بیولوژیک انجام گردد، می‌تواند کمک زیادی در ذخیره نزولات جوی در خاک و کنترل رواناب‌ها و فرسایش خاک نماید. راهنممایی و مششاوره کارشناسان و مسئولان سازمان‌های مرتبط با فعالیت های کشاورزی، منابع طبیعی و زیست محیطی از دیگر جنبه‌های کاربردی این مطالعه است.

منابع

- آذرنیوند، ح.، و م.ع. زارع چاهوکی. ۱۳۹۱. اصلاح مراتع. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۵۲ صفحه.
- اکبرپور، ا.، ع. خاشعی سیوکی، ا. کشاورز، و ح. فروغی فر. ۱۳۹۴. تعیین مکان‌های مناسب جمع‌آوری آب باران جهت استفاده در مصارف کشاورزی با استفاده از مدل AHP مطالعه موردی: حوزه آبخیز بیرجند). مجله پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، (۱۲)۶: ۶۵-۷۴ .
- جعفری، م.، ح. آذرنیوند، م.، سوری، و خ. مهدوی. ۱۳۹۴. مکان‌یابی اجرای پروژه‌های پیتینگ و فاروئینگ به کمک سیستم

تصمیم‌یار مکانی (مطالعه موردی: استان کرمانشاه). مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران. (۱)۲۱: ۱۰۸-۹۵.

- دبیری، د.، ع. عباسپور، ع. فتاحی، و ب. آزاد. ۱۳۹۴. مکان‌یابی مکان‌های مستعد جمع‌آوری آب باران بر پایه سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)در استان کرمان. مجله مهندسی و تحقیقات فناوری پیشرفته، ۴: ۱۴-۱۰ .
- دهداری، س.، ن. آرمند، م. فرجی، ن. آرمان و ج. موسویان. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر عملیات مختلف اصلاح مرتع بر برخی فاکتورهای خاک و پوشش گیاهی (مطالعه موردی: مراتع منطقه چاه ماری بهبهان)، مجله مرتع، (۳)۱۲: ۳۱۵-۳۰۵.
- قضاوی، ر.، ی. یزدانی، ع. ولی، و س.ج. ساداتی نژاد. ۱۳۹۴. مکان‌یابی عرصه‌های مناسب ذخیره بارش آسمانی با استفاده از GIS. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، (۲)۵۸: ۹۶-۸۵.
- معتمدی، ج.، ا. شیدای کرکج. ۱۳۹۷. ضرورت توجه به معیارها و شاخصهای موثر در مکانیابی عملیات مدیریتی و بیولوژیکی اصلاح مرتع (مطالعه موردی: مراتع کوهستانی هندوان، خوی، آذربایجان غربی). مجله مرتع، (۳)۱۲: ۳۶۹-۳۵۴.
- نظریان، س.، ع. نجفی نژاد، و ن. نورا.۱۳۹۴. ارزیابی مکانی پتانسیل جمع‌آوری آب‌های سطحی در سیستم آبخیز آق امام استان گلستان. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، (۱)۲۹: ۱۱-۱.

- Al-Abadi, A.M., S. Shahid, H.B. Ghalib, and A.M. Handhal. 2017. A GIS-based integrated fuzzy logic and analytic hierarchy process model for assessing water-harvesting zones in northeastern maysan governorate, Iraq. Arabian Journal for Science and Engineering, 42(6):2487-2499.
- Albalawneh, A., T.K. Chang, C.W. Huang, and S. Mazahreh. 2015. Using landscape metrics analysis and analytic hierarchy process to assess water harvesting potential sites in Jordan. Environments. 2(3): 415-434.
- De Winnaar, G., G.P.W. Jewitt and M. Horan. 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(15-18):1058-1067.
- Durga Rao, K.H.V, and M.K. Bhaumik. 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.
- Mati, B., T. De Bock, M. Malesu, E. Khaka, A. Oduor, M, Meshak, and V. Oduor. 2006. Mapping the potential of rainwater harvesting technologies in Africa. A GIS overview on development domains for the continent and ten selected countries. Technical Manual, 6: 126-138.
- Mbilinyi B.P, S.D. Tumbo, H.F. Mahoo, E.M. Senkondo, and N. Hatibu. 2005. Indigenous knowledge as decision support tool in rainwater harvesting. Physics and Chemistry of the Earth. Parts A/B/C, 30 (11-16): 792-798.
- Mbilinyi, BP., S.D. Tumbo, HF, Mahoo, and F.O. Mkiramwinyi, 2007. GIS-based decision support system for identifying potential sites for rainwater harvesting. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 32(15): 1074-1081.
- Oweis, T.Y. 2004. Rainwater harvesting for alleviating water scarcity in the drier environments of west Asia and North Africa. International Workshop on Water Harvesting and Sustainable Agriculture, Moscow Russia, 88-95.
- Oweis, T., and A. Hachum. 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. Agricultural Water Management, 80(1-3): 57-73.
- Prasad, H., C. P. Bhalla, and S.Palria. 2014. Site Suitability analysis of water harvesting structures using remote sensing and gis–a case study of pisangan watershed Ajmer district Rajasthan ISPRS-International archives of the photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 24(1): 1471-1482.
- Ramakrishnan, D., A. Bandyopadhyay, and K.N. Kusuma. 2009. SCS-CN and GIS-based approach for identifying potential water harvesting sites in the kali watershed mahi river basin. India Journal of Earth System Sciences,118 (4):355–368.
- Rakad Alshabeed, A.R. 2016. The Use of AHP within GIS in selecting potential sites for water harvesting sites in the azraq basin—jordan. Journal of Geographic Information System, 8(1): 73-88.
- Rahman, A., J. Keane, and MA. Imteaz. 2012. Rainwater harvesting in Greater Sydney: Water savings, reliability and economic benefits. Resources, Conservation and Recycling. 61:16-21.