مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJRDR.2020.342900.1968
جلد ۲۷ شماره ۳، صفحه ۶۱۶-۵۹۶، (۱۳۹۹) شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0875.1399.27.596.80.3.1588.41

شناسایی مناطق مناسب احداث سامانه‌های استحصال آب باران با استفاده روش MCA-HM در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: زیست‌بوم عشایری آب بهاره در استان کهگیلویه و بویراحمد)

محسن آرمین[۱*]، افسانه خیری[۲] و وجیهه قربان‌نیا خیبری[۳]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج، ایران، پست الکترونیک: Mohsenarmin2007@gmail.com
۲- دانشجوی دکترای جغرافیای طبیعی، ژئومورفولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، ایران
۳- استادیار، گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۱۱

چکیده

استحصال آب باران یک تکنیک مدیریتی با نتایج مثبت متعدد است که برای تأمین آب مورد نیاز دام در مراتع مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش مناطق مناسب برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران با استفاده از تجزیه‌وتحلیل چند معیاره (MCE) و مدل هیدرولوژیکی (HM) در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در زیست‌بوم عشایری آب بهاره در حدفاصل شهرستان‌های بهمئی و لنده واقع در استان کهگیلویه و بویراحمد شناسایی گردید. برای این منظور نقشه معیارهای مناسب برای شناسایی مناطق استحصال آب باران شامل شیب، جنس سنگ، کاربری اراضی و پوشش زمین، ارتفاع رواناب و تراکم زهکشی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. بعد از طبقه‌بندی نقشه شایستگی هر معیار، نقشه‌های طبقه‌بندی شده معیارها در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی رویهم‌گذاری گردید و مناطق مناسب برای استحصال آب باران شناسایی شد. نتایج نشان داد که از لحاظ هریک از پارامترهای انتخاب شده به‌جز شیب، حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد منطقه آب بهاره شایستگی مناسبی برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران دارد. به دلیل کوهستانی بودن منطقه، پارامتر شیب محدودیت اصلی برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران است. بر اساس تجزیه‌وتحلیل ترکیبی همه معیارهای انتخاب شده، حدود ۲۵ درصد از سامان عرفی آب بهاره شایستگی مناسبی برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران به‌ویژه چاله‌ها و حوضچه‌ها، حوضه‌های رخنمون‌های سنگی، آبخیزهای جاده‌ای شکل و سدهای اصلاحی دارد که از این طریق می‌توان آب مورد نیاز دام منطقه را در دوره خشکی بین بارندگی‌ها تأمین کرد. با توجه به تعداد حدود ۴۰۰۰ رأس بز و گوسفند در ۵ روستا در منطقه سامان عرفی آب بهاره، با فرض نیاز روزانه هر رأس دام به ۴ لیتر آب و دوره خشکی ۳۰ روزه بین بارندگی‌های اصلی، مجموع مساحت آبگیر سامانه استحصال آب برای تأمین آب مورد نیاز دام‌ها برای یک باران ۲۵ میلی‌متری، حدود ۲/۴ هکتار است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی چند معیاره، استحصال آب باران، زیست‌بوم عشایری آب بهاره، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شناسایی، مدل هیدرولوژیکی.

مقدمه

با افزایش جمعیت، تقاضا برای فراورده‌های دامی در حال افزایش است. بخش مهمی از فراورده‌های دامی کشور در مراتع تولید می‌شود. آب می‌تواند یکی از عوامل محدود کننده چرای دام‌ها و تولید فراورده‌های دامی باشد (Environment Agency, 2009). نبود آب کافی باعث می‌شود بخش‌هایی از علوفه تولیدی مراتع چرا نشود و یا نیاز آبی دام‌ها از طریق انتقال آب به مرتع تأمین شود که

بسیار هزینه‌بر است (Kniffen & Machen, 2008) و اغلب به دلیل شرایط توپوگرافی ممکن نیست. راهکار مناسب در این شرایط استحصال آب باران (Rain Water Harvesting) (RWH) در هر نقطه از مرتع است که می‌تواند برای جبران بخشی از کمبودهای موجود، مفید واقع شود.

استحصال آب باران روشی است که بیش از ۹ هزار سال برای متمرکز کردن، جمع‌آوری و توزیع آب برای آبیاری زمین‌های کشاورزی، تأمین آب شرب خانگی و مدیریت مراتع مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه به‌طور گسترده‌ای برای تأمین آب کشاورزی و خانگی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما یک تکنیک مدیریتی است که با وجود نتایج مثبت متعدد به ندرت در مراتع مورد استفاده قرار می‌گیرد (Rango & Havstad, 2011). استحصال و ذخیره آب باران از طریق ساخت مخازن کوچک روشی است که هزاران سال توسط کشاورزان و دامداران به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد و ثابت شده که این شکل از ذخیره آب برای پایداری کشاورزی و دامداری در یک منطقه بسیار مهم است (Lasage *et al*., 2015; Ayantunde *et al*., 2018). در حال حاضر به دلیل مزایای متعدد این نوع زیرساخت‌ها علاقه زیادی برای توسعه آن وجود دارد (Ayantunde *et al*., 2018; Van der Zaag *et al*., 2008) به‌طوری‌که ساخت آبگیرهای آب باران (Watering Ponds) برای تأمین آب دام‌های اهلی یک پدیده افزاینده در دهه‌های اخیر است (Camacho *et al*., 2011; Casas *et al*., 2011). استحصال آب باران در مراتع خیلی کم هزینه‌تر از روش‌های جایگزین مثل حمل آب (Hauling) و یا لوله‌کشی (Piping) و احداث چاه است. در بسیاری از مناطق دنیا، تأمین آب دام‌های اهلی با روش‌های استحصال و ذخیره آب باران با استفاده از سازه‌هایی مانند مخازن جمع‌آوری آب باران (Trick Tanks)، چاله‌های جمع‌آوری آب باران (Rain Traps) و حوضه‌های (Catchment) ذخیره آب باران انجام می‌شود (Frasier, 1980). در منطقه‌ای که میزان بارندگی برای رشد علوفه کافی است، تأمین آب برای دام‌های اهلی می‌تواند از طریق سیستم‌های استحصال آب باران انجام شود. استحصال آب باران در هر نقطه از مرتع نه تنها باعث ذخیره انرژی و افزایش عملکرد دام می‌شود بلکه باعث جلوگیری از تخریب محیط‌زیست و احیاء پوشش گیاهی می‌گردد. Delavari و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای با عنوان تأثیر عملیات اصلاحی هلال‌های آبگیر بر شاخص‌های پوشش گیاهی و مدل‌های توزیع فراوانی گونه‌ای در مراتع نارون سیستان و بلوچستان نشان دادند که اجرای این سیستم استحصال آب باران باعث شده است که پوشش گیاهی به‌طور یکنواخت در منطقه وجود داشته باشد که این موضوع تنوع گیاهی بهتر و پایدای بیشتر اکوسیستم را به دنبال دارد. Mahmoodi Moghadam و همکاران (۲۰۱۵)، تأثیر احداث سامانه‌های هلالی آبگیر را بر تولید گیاهان مرتعی و برخی خصوصیات خاک در مناطق خشک مراتع استپی شهرستان سربیشه بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که ساخت چنین سامانه‌ای باعث ذخیره بیشتر نزولات آسمانی در خاک و افزایش تولید علوفه در مراتع می‌شود. Ezzat و همکاران (۲۰۱۳)، اثر تکنیک‌های استحصال آب باران را روی افزایش تولید علوفه، تراکم گیاهان و پوشش گیاهی مراتع شمال ایالت Kordofan در سودان تأیید کردند. این نتایج در رابطه با تأثیر افزایش میزان رطوبت خاک بر بهبود وضعیت معیشت و کاهش تخریب محیط‌زیست بحث می‌شود. Marín-Comitre و همکاران (۲۰۲۰)، الگوهای زمانی وجود آب در مجموعه‌ای از آبگیرهای آب باران و ارتباط آن با تغییرپذیری زمانی بارندگی را در مراتع جنوب غرب Iberian Peninsula تجزیه‌وتحلیل کردند. همچنین کارایی آبگیرها برای حفظ آب ذخیره شده در طی دوره‌های خشک و بعضی از عوامل اثرگذار (اندازه آبگیر و مساحت حوزه آبخیز) را نیز ارزیابی نمودند. نتایج همبستگی بالایی را بین وجود آب و بارش باران نشان داد که از یکسو مؤید ظرفیت ذخیره این گونه زیرساخت‌ها و از سوی دیگر اهمیت الگوهای زمانی بارندگی در رفتار هیدرولوژیکی آبگیرهاست. انتخاب محل مناسب برای اجرای فناوری‌های مختلف سیستم‌های جمع‌آوری آب باران در مقیاس بزرگ به دلیل نیاز به داده‌های زیست محیطی و زیر ساختی، یک

چالش بزرگ است. بااین‌حال موفقیت سیستم‌های استحصال آب به مقدار زیادی بستگی به شناسایی دقیق قابلیت مناطق و طراحی آنها دارد (Al-Adamat *et al*., 2012). روش‌های مختلفی برای انتخاب مناطق مناسب و تکنیک‌های RWH توسعه پیدا کرده است (Ahmad, 2013; Al-Adamat, 2008; De Winnaar *et al*., 2007). مطالعات میدانی، معمول‌ترین روش برای انتخاب مناطق مناسب برای اجرای تکنیک‌های RWH است اما این روش فقط برای حوضه‌ها و مناطق کوچک امکان‌پذیر است. پارامترهای مختلفی از قبیل بارندگی، کاربری اراضی و پوشش زمین، توپوگرافی، بافت و عمق خاک، عوامل اقتصادی – اجتماعی، اکولوژیکی و اثرهای محیطی برای شناسایی مناطق مناسب برای اجرای تکنیک‌های استحصال آب باران مورد استفاده قرار می‌گیرند. در همین زمینه Ahmad (۲۰۱۳) با مطالعه الگوهای رواناب از طریق مدل‌های هیدرولوژیکی (Hydrological Model) (HM) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (Geographical Information System) (GIS) و سنجش از دور (Remote Sensing) (RS) مناطق قابلیت استحصال آب باران را در پاکستان مشخص کرد. Krois و Schulte (۲۰۱۴) روشی برای شناسایی مناطق مناسب برای تکنیک‌های استحصال آب باران (تراس‌ها و سیستم‌های خاکریزی) (Terraces and Bund Systems) در حوزه آبخیز Ronquillo در پرو، با ترکیب تجزیه‌وتحلیل چند معیاره (MCA)، مدل هیدرولوژیکی شماره منحنی (Curve Number- Soil Conservation Service) (SCS-CN) و GIS ارائه کردند. معیارهای انتخابی بر اساس دستورالعمل FAO شامل بارندگی، ضریب رواناب، شیب، کاربری اراضی، بافت و عمق خاک بودند. به‌طور کلی بررسی بیشینه تحقیق نشان می‌دهد که از سال ۱۹۸۰ توجه جدیدی به استحصال آب باران شده است. توسعه فناوری کامپیوتری، سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور، توسعه روش‌های جدید برای شناسایی مناطق مناسب RWH را امکان‌پذیر نموده است و باعث شده که پژوهش‌های متعددی بر انتخاب مناطق مناسب برای RWH متمرکز شوند. به همین منظور در این تحقیق محل‌های مناسب برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران با هدف تأمین آب مورد نیاز دام جامعه عشایری از ترکیب تجزیه‌وتحلیل چند معیاره پارامترهای مناسب و مدل هیدرولوژیکی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی در زیست‌بوم عشایری آب بهاره در حدفاصل شهرستان‌های بهمئی و لنده واقع در استان کهگیلویه و بویراحمد بررسی گردید. انواع روش‌ها و مصالح مختلفی برای جمع‌آوری آب باران مورد استفاده قرار می‌گیرد. شناخت ما از مزیت‌ها و معایب هر روش برای انتخاب مناسب‌ترین روش در هر منطقه ضروریست.

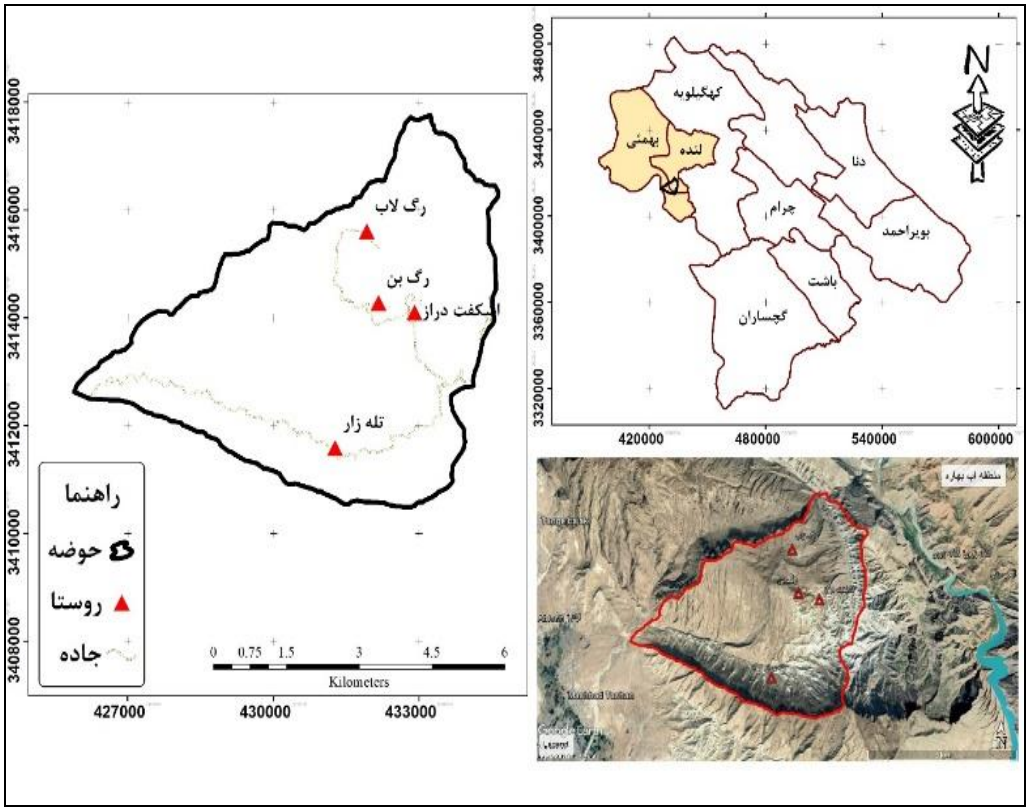
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

سامان عرفی آب بهاره با مساحت ۳۳۸۶ هکتار، در طول جغرافیایی "۴۲ '۱۳ °۵۲ تا "۳۹ '۱۸ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی "۳۱ '۴۹ °۳۰ تا "۱۷ '۵۳ °۳۰ شمالی در حد فاصل شهرستان‌های بهمئی و لنده در استان کهگیلویه و بویراحمد قرار دارد. این منطقه از شمال و جنوب به ستیغ‌های آهکی سازندهای آسماری و سروک، از شرق به روستای موگر در شهرستان لنده و از غرب به روستای آبلش در شهرستان بهمئی محدود می‌شود (شکل ۱). در این سامان عرفی پنج روستا به نام‌های تلخه‌زار، اشکفت دراز، رگ لاب، ده خانعلی و رگ بن قرار دارد. تغییرات ارتفاع در منطقه مورد مطالعه از ۵۳۱ تا ۱۶۷۴ متر از سطح دریاست. حدود ۶۰ درصد منطقه مورد مطالعه دارای شیب بیشتر از ۳۰ درصد است. حدود ۶۰ درصد منطقه به صورت کوهستانی متشکل از ستیغ‌های آهکی سازندهای آسماری و سروک است. منطقه مورد مطالعه کاملاً از اراضی طبیعی جنگلی و مرتعی تشکیل شده است. متوسط بارندگی سالانه در محدوده سامان عرفی آب بهاره حدود ۴۰۰ میلی‌متر است.

عشایر موجود در منطقه آب بهاره از طایفه تاج‌الدینی ایل طیبی هستند. اولین نکته مهم در مورد وضعیت عشایر منطقه آب بهاره این است که بر خلاف عرف معمول، تابستان را در قشلاق (منطقه آبلش در شهرستان بهمئی) و زمستان را

در منطقه ییلاق (منطقه آب بهاره) می‌گذرانند و تنها منبع تأمین آب دام‌ها در فصل زمستان، آبرسانی با تانکر از طریق نمایندگی امور عشایر شهرستان بهمئی است (شکل ۲) که این کار هزینه‌های زیادی را به دولت تحمیل می‌کند، ازاین‌رو استفاده از تکنیک‌های استحصال آب باران در این منطقه بسیار ضرورت دارد.



شکل ۱- سامان عرفی آب بهاره در حدفاصل شهرستان‌های بهمئی و لنده در استان کهگیلویه و بویراحمد

شکل ۲- تصویری از چگونگی تأمین آب دام جامعه عشایری منطقه آب بهاره

روش تحقیق

در این تحقیق شناسایی مناطق مناسب برای سیستم‌های استحصال آب باران (RWH) در منطقه مورد مطالعه در سه گام شامل انتخاب معیارهای مناسب برای شناسایی مناطق

استحصال آب باران، طبقه‌بندی شایستگی هر معیار و تجمیع و ترکیب معیارها در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام شده است.

معیارهای انتخاب شده

بررسی سابقه تحقیق نشان داد که انتخاب مناطق مناسب برای RWH بستگی به چندین معیار دارد. دو گروه معیار اصلی بیوفیزیکی و اقتصادی – اجتماعی تعریف شده است. چندین مطالعه در دهه ۱۹۹۰ در ابتدا روی معیارهای بیوفیزیکی از قبیل بارندگی، شیب، نوع خاک، شبکه زهکشی و کاربری اراضی متمرکز شدند (Gupta *et al*., 1997; Padmavathy *et al*., 1993; Prinz *et al*., 1998)، اما اغلب مطالعات بعد از سال ۲۰۰۰ سعی کردند تا پارامترهای اقتصادی – اجتماعی را به‌عنوان یک معیار اصلی با مؤلفه‌های بیوفیزیکی برای انتخاب مناطق مناسب برای RWH ترکیب کنند (De Winnaar *et al*., 2007; Senay & Verdin, 2004; Yusof *et al*., 2000). سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) شش معیار کلیدی کلی شامل اقلیم، هیدرولوژی، توپوگرافی، وضعیت کشاورزی، وضعیت بافت خاک و عوامل اقتصادی – اجتماعی را برای ارزیابی مناطق مناسب اجرای تکنیک‌های آب باران معرفی کرده است (Kahinda *et al*., 2008). در این تحقیق بر اساس مرور منابع و همچنین داده‌های موجود (در دسترس)، از معیارهای متناسب با معیارهای کلی پیشنهادی FAO شامل ارتفاع رواناب، تراکم زهکشی (Drainage Density) (DD)، شیب، کاربری اراضی و پوشش زمین و جنس سنگ برای شناسایی مناطق مناسب استحصال آب باران در منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. به دلیل شرایط خاص منطقه مورد مطالعه ازجمله تعداد کم خانوارهای عشایری در منطقه و به‌ویژه نبود فعالیت‌های کشاورزی و انجام هر گونه فعالیت درآمدزای دیگری غیر از دامداری، در این تحقیق برای شناسایی مناطق مناسب سیستم‌های استحصال آب باران از معیارهای اقتصادی – اجتماعی استفاده نشده است.

تهیه نقشه معیارهای انتخاب شده

برای تولید نقشه شیب از نقشه مدل رقومی ارتفاع (Digital Elevation Model) (DEM) با قدرت تفکیک ۱۰ متر استفاده شده است. برای تهیه نقشه جنس سنگ منطقه از نقشه زمین‌شناسی کشور با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ استفاده شده است. نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده تفسیر بصری تصاویر Google Earth تهیه شده است. برای برآورد رواناب از روش شماره منحنی (Curve Number) (CN) ارائه شده بوسیله سرویس حفاظت خاک آمریکا (Soil Conservation Service) (SCS) استفاده شده است (رابطه ۱).

رابطه ۱

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)}$$

که Q ارتفاع رواناب به میلی‌متر، P ارتفاع بارندگی به میلی‌متر و S قابلیت نگهداشت حداکثر بعد از شروع رواناب (مقدار ذخیره سطحی خاک) به میلی‌متر است. S با استفاده از CN به صورت زیر محاسبه می‌شود.

رابطه ۲

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

با استفاده از نقشه‌های گروه هیدرولوژیکی خاک (Soil Hydrological Group)، وضعیت هیدرولوژیکی اراضی (Hydrological Condition) و جدول‌های مربوطه، مقدار CN برای هر پیکسل از منطقه مورد مطالعه در حالت رطوبتی متوسط (II) محاسبه شده است. گروه هیدرولوژیکی خاک با استفاده از تفسیر سنگ‌شناسی سازندهای منطقه (جدول ۱) و وضعیت هیدرولوژیکی اراضی نیز با استفاده از نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین منطقه (جدول ۲) تعیین شده است.

برای محاسبه تراکم آبراهه‌ها در منطقه مورد مطالعه از رابطه ۳ در سطح زیرحوضه‌ها استفاده شده است.

رابطه ۳

$$DD = L/A$$

که DD تراکم آبراهه‌ها به کیلومتر بر کیلومتر مربع، L

طول آبراهه‌ها (شبکه زهکشی) در هر زیرحوضه و A مساحت هر زیرحوضه به کیلومتر مربع است.

جدول ۱- گروه هیدرولوژیکی خاک و نوع جنس سنگ در منطقه مورد مطالعه

ردیف	سازند	جنس سنگ	گروه هیدرولوژیکی
۱	آسماری	سنگ آهک ضخیم با میان لایه مارن	B
۲	پابده	شیل، رس، آهک	C
۳	سروک	سنگ آهک، سنگ آهک مارنی و شیل	B
۴	گورپی	مارن، شیل خاکستری مایل به آبی، سنگ آهک نازک	C

جدول ۲- وضعیت هیدرولوژیکی اراضی، کاربری اراضی و پوشش زمین در منطقه مورد مطالعه

ردیف	کاربری اراضی و پوشش زمین	وضعیت هیدرولوژیکی اراضی
۱	اراضی بدون پوشش گیاهی (خاک لخت)	فقیر
۲	بستر رودخانه	خوب
۳	جنگل نیمه متراکم	متوسط
۴	درختان پراکنده	فقیر
۵	رخنمون سنگی	فقیر
۶	رخنمون سنگی- مرتع فقیر	فقیر
۷	رخنمون سنگی- درختان پراکنده	فقیر

طبقه‌بندی شایستگی معیارها

به دلیل مقیاس‌های متفاوت برای معیارهای مختلف انتخابی، همه معیارها مطابق جدول ۳ به صورت سطوح شایستگی مختلف امتیازدهی شدند. مناسب‌ترین منطقه برای اجرای سیستم‌های استحصال آب باران دارای بیشترین امتیاز و بعکس امتیازهای گزارش شده برای هر سطح شایستگی معیارها در جدول ۳ بر اساس نظرات کارشناسی می‌باشد.

تجمیع و ترکیب معیارهای مختلف برای تولید نقشه نهایی شایستگی مناطق RWH

تنوعی از روش‌ها برای تجمیع و ادغام معیارهای مختلف برای تهیه نقشه مناطق مناسب RWH مورد استفاده قرار می‌گیرد. MCA روش معمول مورد استفاده برای تجزیه‌وتحلیل است که داده‌ها را برای معیارهای گوناگونی ترکیب می‌کند. MCA ترکیب شده با HM و GIS یک ابزار خوب برای شناسایی مناطق مناسب برای RWH است و به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می گیرد (Adham *et al*., 2016). چندین مطالعه این رویکرد ترکیبی را با لحاظ مزیت قوت MCA به همراه HM و GIS به‌کار بردند. تجزیه‌وتحلیل نقاط قوت و نقاط ضعف هر روش نشان می‌دهد که ادغام MCA و GIS پیشرفته-ترین روش و یک روش عقلانی، عینی و بی‌طرفانه برای تهیه نقشه مناطق مناسب برای RWH است (Adham *et al*., 2016). ازاین‌رو در این مطالعه از روش ترکیب تجزیه‌وتحلیل چند معیاره (MCA) با HM و GIS/RS برای تهیه نقشه مناطق مناسب RWH استفاده شده است که نقشه مقادیر بدست‌آمده بر اساس دامنه‌های برابر به ۴ کلاس شایستگی خیلی زیاد، شایستگی زیاد، شایستگی متوسط و شایستگی کم طبقه‌بندی شد.

جدول ۳- معیارها، طبقه‌بندی، سطوح شایستگی و امتیازها برای هر معیار برای شناسایی مناطق مناسب RWH در مناطق مورد مطالعه

ردیف	معیار	کلاس شایستگی	مقدار	امتیاز
۱	ارتفاع رواناب (میلی‌متر)	کم	۲۷۷-۲۱۶	۱
		متوسط	۳۳۷-۲۷۷	۲
		زیاد	۳۹۷-۳۳۷	۳
		خیلی زیاد	۴۵۸-۳۹۷	۴
۲	شیب (درصد)	خیلی کم	۵>	۵
		کم	۵-۱۰	۴
		متوسط	۱۰-۱۵	۳
		زیاد	۱۵-۳۰	۲
		خیلی زیاد	۳۰<	۱
۳	کاربری اراضی/ پوشش زمین	بستر رودخانه	خیلی کم	۱
		جنگل نیمه متراکم	کم	۳
		درختان پراکنده	متوسط	۴
		رخنمون سنگی- مرتع فقیر	زیاد	۵
		رخنمون سنگی- درختان پراکنده	خیلی زیاد	۶
		اراضی بدون پوشش گیاهی (خاک لخت)	خیلی زیاد	۶
		رخنمون سنگی	فوق‌العاده زیاد	۷
۴	جنس سنگ	پابده	متوسط	۴
		گورپی	متوسط	۴
		آسماری	کم	۲
		سروک	کم	۲
۵	تراکم زهکشی	کم	۳ - ۴/۲	۱
		متوسط	۴/۲-۵/۲	۲
		زیاد	۵/۲ -۶/۳	۳
		خیلی زیاد	۶/۳-۷/۳	۴

محاسبه مقدار آب مورد نیاز دام از طریق استحصال آب باران

مقدار آب بارانی که در یک مرتع مشخص باید استحصال شود، بستگی به نوع دام‌ها، تعداد دام‌ها، مقدار آب مورد نیاز هر رأس دام، مقدار بارندگی سالانه و الگوی پراکنش آن (طولانی‌ترین دوره خشک) دارد. البته در صورت وجود حیات وحش در مرتع، نیاز آبی آنها نیز باید در محاسبات لحاظ شود (Ajorlu & Ebrahimian, 2013). به‌طوری‌که هر چه مقدار بارش سالانه کمتر باشد، مساحت سطح آبگیر و حجم مخزن ذخیره باید بزرگ‌تر باشد (Kathey *et al.*, 2008). طبق یک قاعده کلی، در یک رخداد بارندگی به

مقدار یک اینچ (۲۵/۵ میلی‌متر)، تقریباً ۲/۳ لیتر آب باران در هر ۰/۰۹ مترمربع از سطح آبگیر نازل می‌شود. این قاعده می‌تواند مبنایی برای محاسبات مربوط به مساحت آبگیر، محاسبات مربوط به ابعاد و حجم سیستم استحصال آب باران با استفاده از روابط زیر باشد (Smith & Moench, 2010).

رابطه ۴ $$V_{day} = N * W_{max}$$

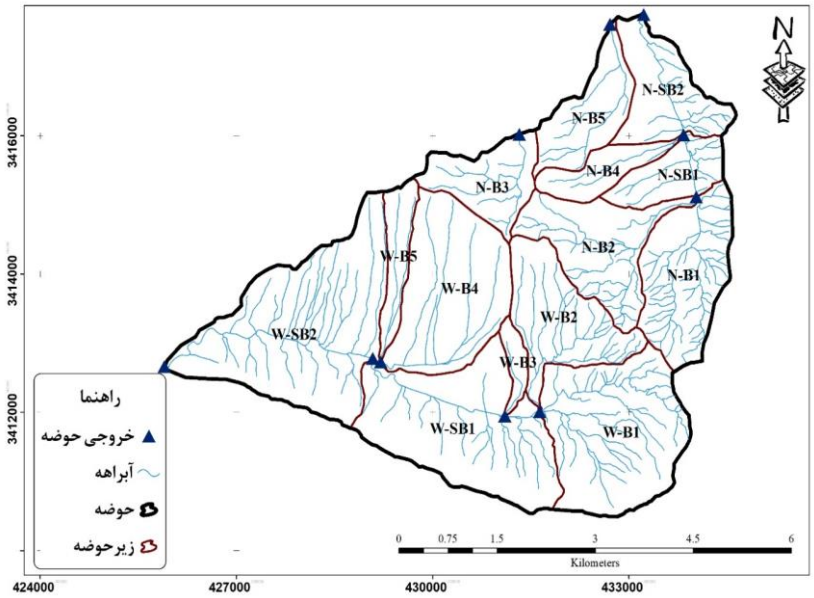
رابطه۵ $$V_{dry\ period} = V_{day} * d_{none\ p}$$

رابطه ۶ $$RWH = P * A * C * 1000$$

که Vday مقدار آب مورد نیاز در هر روز (لیتر)، N تعداد دام، Wmax حداکثر آب مورد نیاز هر دام در روز (لیتر)، Vdry period مقدار آب مورد نیاز در یک دوره بدون بارندگی (لیتر)، d none p تعداد روزهای فاقد بارش، RWH مقدار آب باران استحصال شده (لیتر)، P مقدار باران (متر)، A سطح آبگیر (مترمربع) و C ضریب رواناب آبگیر است. با توجه به اینکه دام موجود در منطقه مورد مطالعه از نوع گوسفند و بز است، Wmaxبین ۴ تا ۸ لیتر در روز لحاظ می‌شود (Azarnivand & Zare Chahooki, 2019). A به گونه‌ای تعیین می‌شود که RWH برابر با Vdry period باشد.

نتایج

زیست‌بوم عشایری آب بهاره با دامنه ارتفاعی ۵۳۱ تا ۱۶۷۴ متر از سطح دریا از دو حوضه کلی و ۱۴ زیرحوضه تشکیل شده است که خروجی یکی از حوضه‌ها در شهرستان بهمئی و خروجی حوضه دیگر در شهرستان لنده است (شکل ۳).

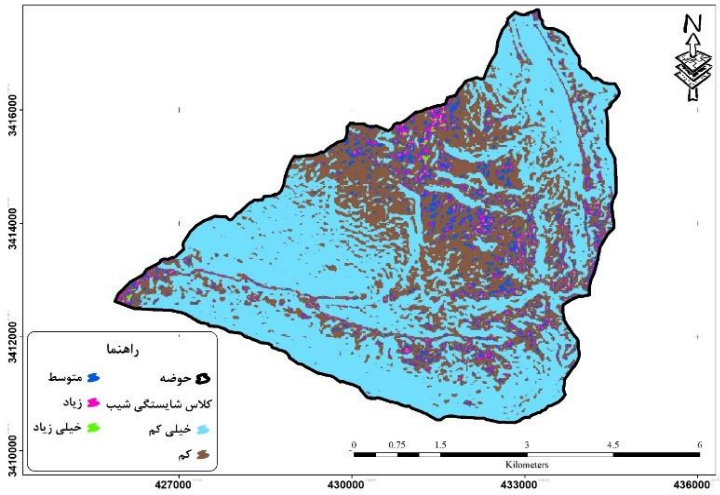


شکل ۳- زیرحوضه‌های زیست‌بوم عشایری آب بهاره

نقشه معیارهای انتخاب شده برای مدل تعیین شایستگی منطقه آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران

در شکل ۴ نقشه شیب سامان عرفی آب بهاره نشان داده شده است.

در جدول ۴ کلاس‌های شایستگی شیب سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران نشان داده شده است.



شکل ۴- نقشه کلاس‌های شایستگی شیب سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران

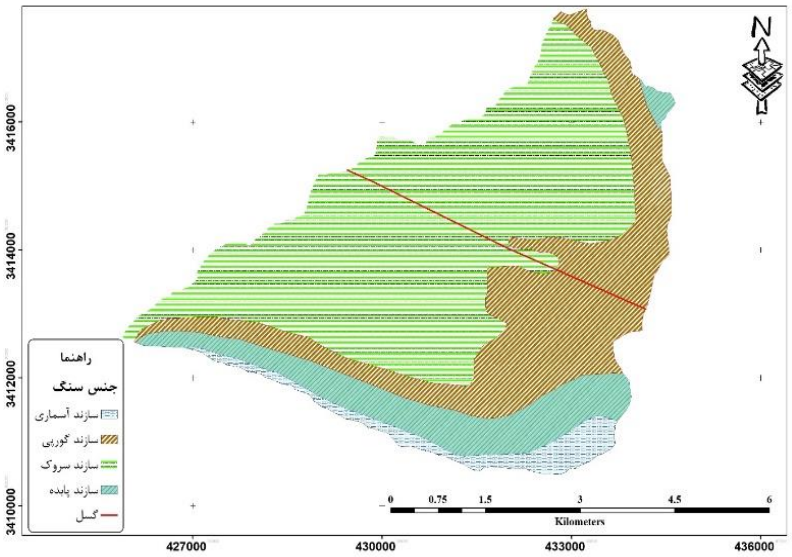
جدول ۴- کلاس‌های شایستگی شیب سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران

ردیف	کلاس شیب	کلاس شایستگی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱	۵>	خیلی زیاد	۲۸/۹۷	۰/۸۶
۲	۵-۱۰	زیاد	۱۰۶/۲۹	۳/۱۴
۳	۱۰-۱۵	متوسط	۱۸۶/۴۶	۵/۵۱
۴	۱۵-۳۰	کم	۱۱۱۱/۸۱	۳۲/۸۳
۵	۳۰<	خیلی کم	۱۹۵۳/۶۴	۵۷/۶۹

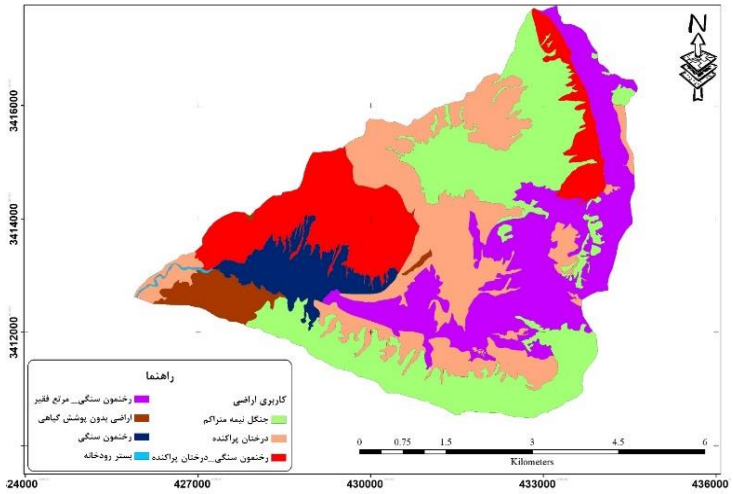
در شکل ۵ نقشه سازندهای زمین‌شناسی سامان عرفی آب بهاره نشان داده شده است. در جدول ۵ کلاس‌های شایستگی سازند زمین‌شناسی سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران نشان داده شده است.

جدول ۵- کلاس‌های شایستگی سازند زمین‌شناسی سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران

ردیف	اسم سازند	کد زمین‌شناسی	کلاس شایستگی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱	پابده	Pd	متوسط	۴۱۳/۱۳	۱۲/۲۰
۲	گورپی	Gu	متوسط	۹۰۲/۷۲	۲۶/۶۶
۳	آسماری	As	کم	۱۵۵/۲۶	۴/۵۸
۴	سروک	R-Sv	کم	۱۹۱۵/۵۱	۵۶/۵۶
	کل حوضه			۳۳۸۶/۶۲	۱۰۰



شکل ۵- نقشه سازندهای زمین‌شناسی سامان عرفی آب بهاره



شکل ۶- نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین سامان عرفی آب بهاره

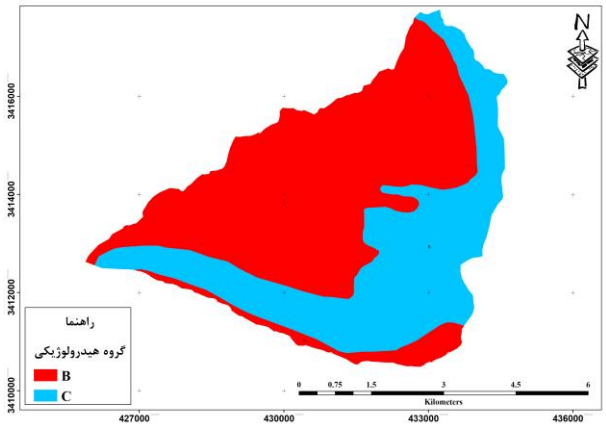
در شکل ۶ نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین سامان عرفی آب بهاره نشان داده شده است.

در جدول ۶ کلاس‌های شایستگی کاربری اراضی و پوشش زمین در سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران نشان داده شده است.

برای محاسبه متوسط بارندگی سالانه حوضه W-B و N-B در سامان عرفی آب بهاره از متوسط بارندگی سالانه به‌ترتیب در ایستگاه‌های هواشناسی لیکک در دوره زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۰ و دهدشت در دوره زمانی ۱۳۵۰ تا ۱۳۹۰ استفاده شده است. در شکل ۷ نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در سامان عرفی آب بهاره نشان داده شده است. در جدول ۷ مساحت و درصد اختصاص یافته به هر گروه هیدرولوژیکی خاک در سامان عرفی آب بهاره نشان داده شده است. در شکل ۸ نقشه وضعیت هیدرولوژیکی اراضی در سامان عرفی آب بهاره قابل مشاهده است.

جدول ۶- کلاس‌های شایستگی کاربری اراضی و پوشش زمین سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران

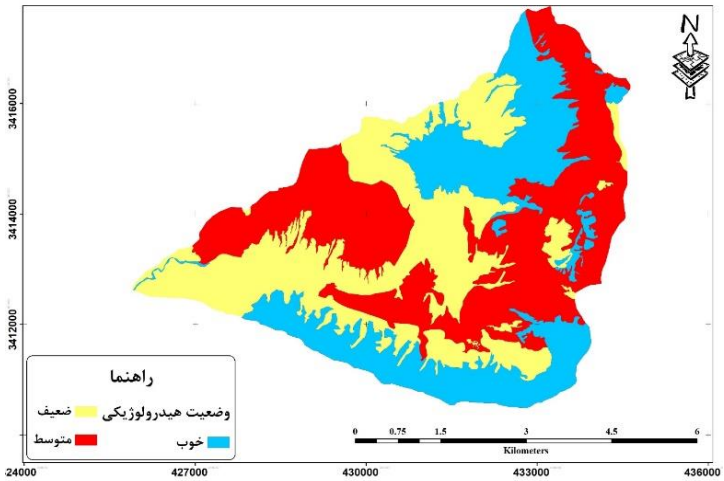
ردیف	کاربر اراضی و پوشش زمین	کلاس شایستگی	مساحت(هکتار)	درصد مساحت
۱	بستر رودخانه	خیلی کم	۵/۱۰	۰/۱۵
۲	جنگل نیمه متراکم	کم	۹۴۶/۲۹	۲۷/۹۴
۳	درختان پراکنده	متوسط	۸۰۱/۵۵	۲۳/۶۷
۴	رخنمون سنگی- مرتع فقیر	زیاد	۷۵۱/۸۷	۲۲/۲۰
۵	رخنمون سنگی- درختان پراکنده	خیلی زیاد	۵۵۹/۳۸	۱۶/۵۲
۶	اراضی بدون پوشش گیاهی (خاک لخت)	خیلی زیاد	۱۱۶/۱۰	۳/۴۳
۷	رخنمون سنگی	فوق‌العاده زیاد	۲۰۶/۳۳	۶/۰۹
	کل حوضه		۳۳۸۶/۶۲	۱۰۰



شکل ۷- نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در سامان عرفی آب بهاره

جدول ۷- مساحت و درصد اختصاص یافته به هر گروه هیدرولوژیکی خاک در سامان عرفی آب بهاره

ردیف	گروه هیدرولوژیکی خاک	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱	B	۲۰۷۰/۷۷	۶۱/۱۵
۲	C	۱۳۱۵/۸۵	۳۸/۸۵
	کل حوضه	۳۳۸۶/۶۲	۱۰۰



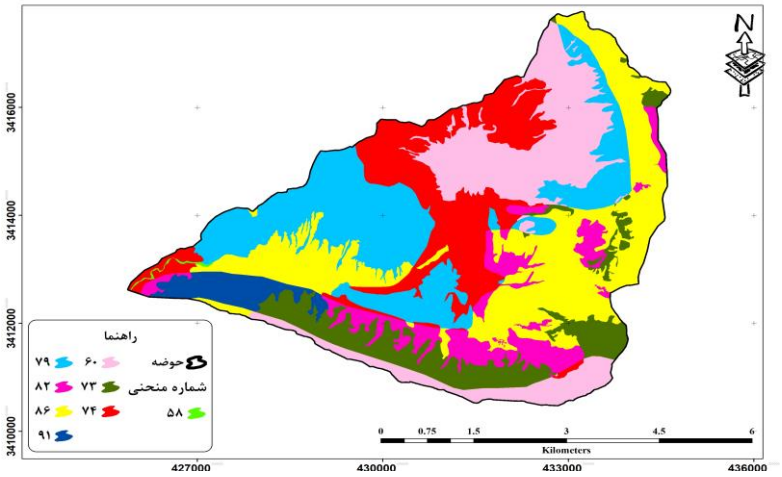
شکل ۸- نقشه وضعیت هیدرولوژیکی اراضی در سامان عرفی آب بهاره

جدول ۸- مساحت و درصد اختصاص یافته به هر وضعیت هیدرولوژیکی اراضی در سامان عرفی آب بهاره

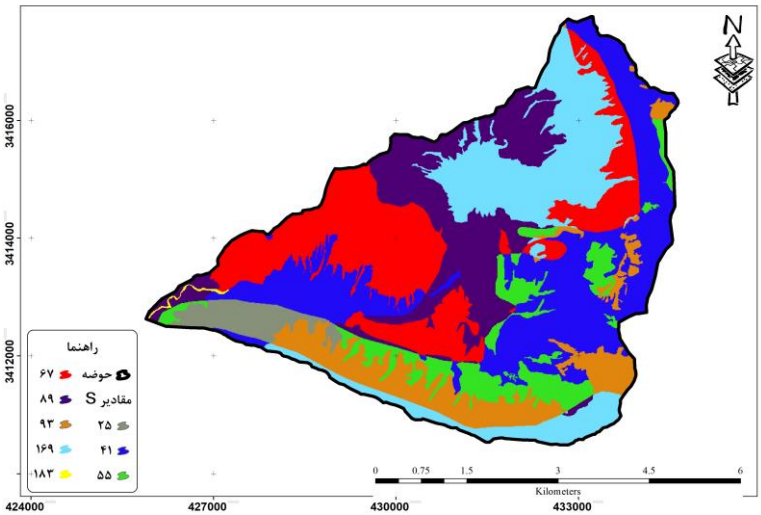
ردیف	وضعیت هیدرولوژیکی اراضی	مساحت	درصد مساحت
۱	ضعیف	۱۳۱۱/۲۵	۳۳/۱۹
۲	متوسط	۱۱۲۳/۷	۳۸/۷۲
۳	خوب	۹۵۱/۳۹	۲۸/۰۹
	کل حوضه	۳۳۸۶/۶۲	۱۰۰

در جدول ۸ مساحت و درصد اختصاص یافته به هر وضعیت اراضی خاک در سامان عرفی آب بهاره نشان داده شده است.

در شکل ۹ نقشه شماره منحنی (CN) در سامان عرفی آب بهاره نشان داده شده است. در شکل ۱۰ نقشه قابلیت نگهداشت حداکثر بعد از شروع رواناب (مقدار ذخیره سطحی خاک) (S) در سامان عرفی آب بهاره قابل مشاهده است.

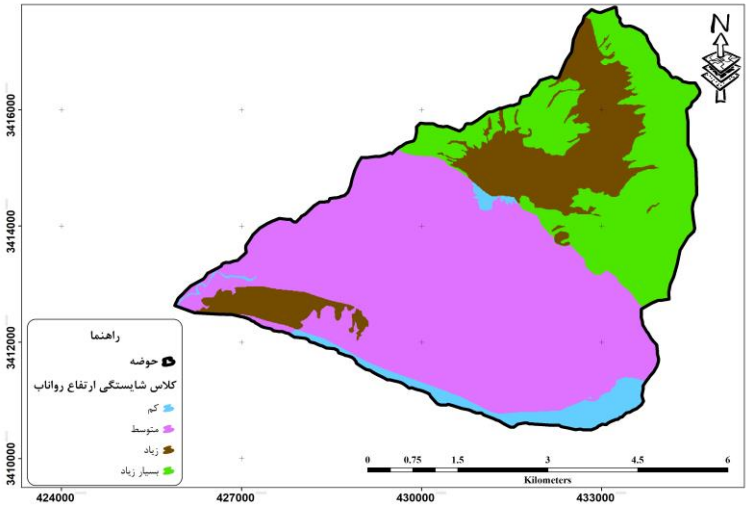


شکل ۹- نقشه شماره منحنی (CN) در سامان عرفی آب بهاره



شکل ۱۰- نقشه قابلیت نگهداری حداکثر بعد از شروع رواناب (مقدار ذخیره سطحی خاک) (S) در سامان عرفی آب بهاره

در شکل ۱۱ نقشه ارتفاع رواناب (Q) در سامان عرفی آب بهاره نشان داده شده است. در جدول ۹ کلاس‌های شایستگی ارتفاع رواناب در سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران قابل مشاهده است.



شکل ۱۱- نقشه ارتفاع رواناب (Q) در سامان عرفی آب بهاره

جدول ۹- کلاس‌های شایستگی ارتفاع رواناب سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران

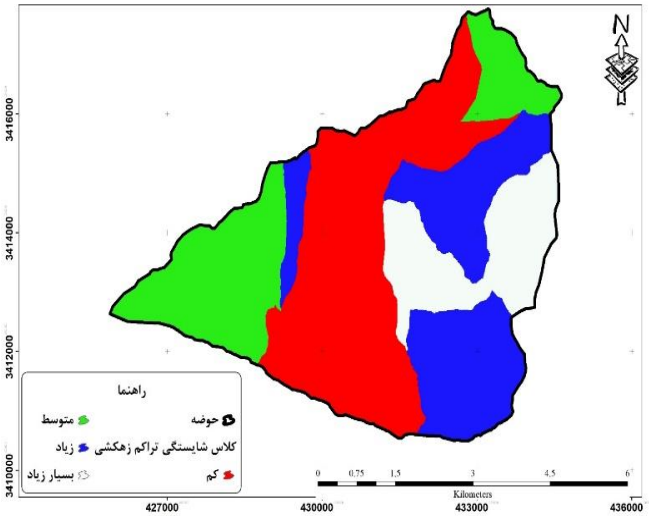
ردیف	مقدا رواناب	کلاس شایستگی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱	۲۷۷-۲۱۶	کم	۱۵۸/۸۶	۴/۶۹
۲	۳۳۷-۲۷۷	متوسط	۱۸۸۶/۴۰	۵۵/۶۹
۳	۳۹۷-۳۳۷	زیاد	۵۶۰/۳۰	۱۶/۵۴
۴	۴۵۸-۳۹۷	خیلی زیاد	۷۸۱/۱۱	۲۳/۰۶
	کل حوضه		۳۳۸۶/۶۲	۱۰۰

در جدول ۱۰ مقدار تراکم زهکشی در زیرحوضه‌های مختلف در سامان عرفی آب بهاره نشان داده شده است.

در شکل ۱۲ نقشه تراکم زهکشی (DD) در سامان عرفی آب بهاره نشان داده شده است.

جدول ۱۰- مقدار تراکم زهکشی در زیرحوضه‌های مختلف در سامان عرفی آب بهاره

نام زیرحوضه	مساحت زیرحوضه (کیلومتر مربع)	طول آبراهه (کیلومتر)	تراکم زهکشی (کیلومتر بر کیلومتر مربع)
N-B1	۱۹/۵۷	۲/۶۸	۷/۳۰
N-B2	۱۴/۱۶	۲/۴۸	۵/۷۲
N-B3	۶/۴۱	۱/۵۳	۴/۱۹
N-B4	۳/۵۱	۰/۹۱	۳/۸۸
N-B5	۶/۶۲	۱/۵۹	۴/۱۷
N-SB1	۶/۳۰	۱/۱۷	۵/۳۷
N-SB2	۸/۳۲	۱/۸۹	۴/۴۰
W-B1	۲۲/۵۱	۴/۲۱	۵/۳۵
W-B2	۱۵/۱۹	۲/۳۹	۶/۳۵
W-B3	۱/۲۳	۰/۳۴	۳/۶۳
W-B4	۱۲/۱۸	۳/۶۴	۳/۳۴
W-B5	۴/۵۵	۰/۸۳	۵/۵۱
W-SB1	۱۴/۵۳	۴/۵۹	۳/۱۶
W-SB2	۲۸/۹۶	۵/۶۲	۵/۱۵



شکل ۱۲- نقشه تراکم زهکشی (DD) در سامان عرفی آب بهاره

در جدول ۱۱ کلاس‌های شایستگی تراکم زهکشی سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران نشان داده شده است.

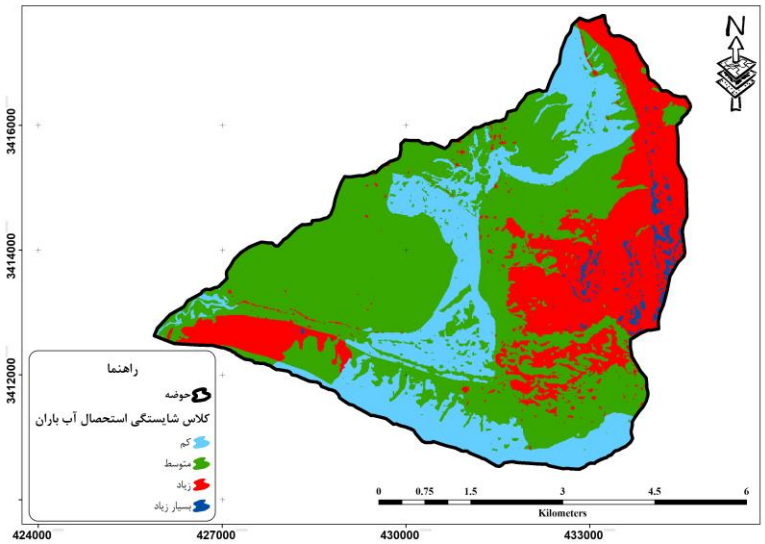
جدول ۱۱- کلاس‌های شایستگی تراکم آبراهه در سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران

ردیف	مقدار تراکم زهکشی (کیلومتر بر کیلومتر مربع)	کلاس شایستگی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱	۳/۱۶-۴/۱۹	کم	۱۲۵۹/۹۴	۳۷/۲۰
۲	۴/۱۹-۵/۲۳	متوسط	۷۵۱/۴۷	۲۲/۱۹
۳	۵/۲۳-۶/۲۶	زیاد	۸۶۸/۱۲	۲۵/۶۳
۴	۶/۲۶-۷/۲۹	خیلی زیاد	۵۰۷/۱۴	۱۴/۹۷
	کل حوضه		۳۳۸۶/۶۲	۱۰۰

نقشه شایستگی سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران

در شکل ۱۳ نقشه شایستگی سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های اسحصال آب باران نشان داده شده است.

در جدول ۱۲ کلاس‌های شایستگی سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران نشان داده شده است.



شکل ۱۳- نقشه شایستگی سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران

جدول ۱۲- کلاس‌های شایستگی سامان عرفی آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران

ردیف	کلاس شایستگی استحصال آب باران	کلاس شایستگی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱	۷ – ۱۱	کم	۷۸۷/۴۸	۳۲/۲۵
۲	۱۱-۱۵	متوسط	۱۷۱۷/۹۵	۵۰/۷۲
۳	۱۵-۱۹	زیاد	۸۳۰/۱۶	۲۴/۵۱
۴	۱۹-۲۳	خیلی زیاد	۴۶/۲۹	۱/۳۷
	کل حوضه		۳۳۸۶/۶۲	۱۰۰

مقدار آب بارانی که باید استحصال شود

در جدول ۱۳ محاسبات مربوط به مقدار آب باران مورد نیاز برای استحصال برای تأمین نیاز آب دام‌ها در هر روستا در منطقه سامان عرفی آب بهاره نشان داده شده است. این محاسبات بر اساس روابط ارائه شده در بخش روش کار و با در نظر گرفتن اطلاعات زیر انجام شده است. عشایر سامان عرفی آب بهاره از اواخر شهریور تا اواسط بهار یعنی حدود ۷ ماه در منطقه حضور دارند و بر اساس گفتگوی میدانی که با آنها انجام شد، در این مدت زمان بین ۶ تا ۷ بارش اصلی در منطقه باران می‌بارد، یعنی فاصله بین بارندگی‌های اصلی (دوره خشکی) در حدود ۳۰ روز است، یا به‌عبارتی دیگر پارامتر d none p در محاسبات ۳۰ روز در نظر گرفته شد. با توجه به کوهستانی بودن و هوای نسبتاً خنک منطقه آب بهاره به‌ویژه در فصل پاییز و زمستان، مقدار آب مورد نیاز هر رأس دام در روز حداقل مقدار استاندارد (۴ تا ۸ لیتر) یعنی ۴ لیتر در نظر گرفته شده است. بر اساس آمار بارندگی روزانه نزدیک‌ترین ایستگاه-های هواشناسی به سامان عرفی آب بهاره، امکان وقوع باران-های با ارتفاع ۲۵ میلی‌متر و با تداوم سه ساعته در منطقه وجود دارد، ازاین‌رو مقدار پارامتر P، ۲۵ میلی‌متر در نظر گرفته شد. با فرض احداث سامانه آبگیر بتنی برای استحصال آب باران، ضریب رواناب ۸۰ درصد در نظر گرفته شد (Frasier, 1980).

جدول ۱۳- مقدار آب بارانی که باید استحصال شود

ردیف	نام روستا	تعداد خانوار	تعداد بز	تعداد گوسفند	مجموع (N)	حداکثر مقدار آب مورد نیاز در هر روز (لیتر) Wmax	مقدار آب مورد نیاز در دوره خشکی (لیتر) V dry period	مساحت سطح آبگیر استحصال آب باران (متر مربع)
۱	رگ‌لاب	۷	۸۰۰	۳۵۰	۱۱۵۰	۴۶۰۰	۱۳۸۰۰۰	۶۹۰۰
۲	رگ‌بن	۴	۷۰۰	۳۰۰	۱۰۰۰	۴۰۰۰	۱۲۰۰۰۰	۶۰۰۰
۳	تلخه‌زار	۳	۷۰۰	۱۲۵	۹۲۵	۳۷۰۰	۱۱۱۰۰۰	۵۵۵۰
۴	اشکفت دراز	۴	۶۰۰	۱۵۵	۷۵۵	۳۰۲۰	۹۰۶۰۰	۴۵۳۰
۵	ده خانعلی	۳	۲۰۰	۷۰	۲۷۰	۱۰۸۰	۳۲۴۰۰	۱۶۲۰
	مجموع	۲۱	۳۰۰۰	۱۰۰۰	۴۰۰۰	۱۶۰۰۰	۴۸۰۰۰۰	۲۴۰۰۰

در جدول ۱۳ مقدار آب مورد نیاز در دوره خشکی (لیتر)، $V_{dry\ period}$، همان مقدار آب بارانی است که باید استحصال شود، به‌طوری‌که برای استحصال این حجم از آب باران، بر اساس مقدار باران (P) و ضریب رواناب (C) باید مساحت سطح آبگیر باران برای تأمین آب مورد نیاز دام هر روستا مطابق با ستون آخر جدول باشد.

بحث

موفقیت سیستم‌های استحصال آب باران به مقدار زیادی بستگی به شناسایی مناطق مناسب و طراحی فنی آنها به لحاظ انتخاب پارامترها و روش‌های مناسب شناسایی مناطق دارد (Al-Adamat *et al*., 2012). بررسی و مرور منابع تحقیق نشان داد که روش انتخاب منطقه مناسب RWH در طی زمان تغییر می‌کند و در سه مجموعه دستورالعمل انعکاس پیدا می‌کند: IMSD (۱۹۹۵)، Oweis و همکاران (۱۹۹۸) و FAO (۲۰۰۳). منابع اصلی معیارهای مورد استفاده برای اغلب تحقیقات از یکی از این سه مجموعه

تبعیت یا مشتق شده است. انتخاب معیارها برای مناطق مناسب RWH اولین تغییر مهم بود. مطالعات در دهه ۱۹۹۰، (Gupta *et al*., 1997; Padmavathy *et al*., 1993; Prinz *et al*., 1998) ابتدا روی معیارهای بیوفیزیکی متمرکز شدند. بعد از سال ۲۰۰۰، پارامترهای اقتصادی اجتماعی با معیارهای بیوفیزیکی ترکیب گردیدند (De Winnaar *et al*., 2007; Yusof *et al*., 2000 ;Senay & Verdin, 2004). مطالعات نتیجه‌گیری کردند که برای بهبود انتخاب مناطق مناسب RWH معیارهای اقتصادی اجتماعی نیاز است که این موضوع در راستای رویکردهای کلی از قبیل آبخیزداری (Gregersen *et al*., 2007)، است که در آن توسعه و مدیریت آب با اقتصاد و رفاه اجتماعی مرتبط است. معیارهای بیوفیزیکی برای همه انواع RWH مشابه است، اما برای استفاده از معیارهای اقتصادی – اجتماعی برای انتخاب مناطق مناسب و تکنیک‌های RWH اجماعی علمی حاصل نشده است. دستورالعمل‌های FAO (۲۰۰۳) از جامع‌ترین مجموعه دستورالعمل‌ها برای برنامه‌ریزی کارآمد و اجرای سیستم‌های جدید RWH است. این دستورالعمل‌ها حاوی مهمترین عواملی هستند که به‌طور مستقیم بر عملکرد RWH تأثیر می‌گذارند. از منابع اطلاعاتی که مرور و بررسی شد، برای انتخاب مناطق مناسب برای RWH روش‌های زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعیین مفیدترین روش برای انتخاب مناطق مناسب RWH یک چالش بزرگ است. هریک از روش‌ها به‌طور جداگانه در مناطق مختلفی با شاخص‌های مختلف به‌کار برده شدند اما اغلب منابع اطلاعات کمی در مورد میزان موفقیت RWH برای مناطق انتخاب شده وجود دارد. بررسی منابع و تجزیه‌وتحلیل نقاط قوت و نقاط ضعف هر روش نشان می‌دهد که ادغام MCA و GIS پیشرفته‌ترین روش و یک روش عقلانی، عینی و بی طرفانه برای شناسایی مناطق مناسب برای RWH است. Isioye و همکاران (۲۰۱۲)، Moges (۲۰۰۹) و Al-Adamat و همکاران (۲۰۱۰) نتیجه‌گیری مشابهی را گزارش کردند، به‌نحوی‌که مشخص شد ترکیب MCA با GIS قوی‌ترین روش سازگار با دانش بومی کشاورزان است (Tumbo *et al*., 2014). مناسب‌ترین روش برای کاربرد در یک مورد خاص بسیار وابسته به اهداف و نیازهای اصلی پروژه (به‌عنوان مثال انعطاف‌پذیری، قابلیت کاربرد گسترده، کارایی و دقت) و به کیفیت، در دسترس بودن و قابلیت اطمینان داده‌هاست. بر اساس نتایج حاصل فقط حدود ۴ درصد از منطقه مورد مطالعه از لحاظ شیب شایستگی زیادی برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران دارد. بنابراین می‌توان گفت که پارامتر شیب محدودیت اصلی منطقه مورد مطالعه برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران است که دلیل آن کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به توصیه Adham و همکاران (۲۰۱۶)، حدود ۱ درصد منطقه مورد مطالعه برای تکنیک‌های استحصال آب باران چاله‌ها (Pan) و حوضچه‌ها (Pond)، حدود ۴ درصد برای مخزن‌های نفوذ (Percolation Tank)، حدود ۱۰ درصد برای سدهای اصلاحی و حدود ۴۲ درصد برای تراس‌بندی مناسب است. بنا به توصیه Mkiramwinyi و همکاران (۲۰۰۷)، مناطق نزدیک رودخانه‌ها با شیب ۱۰ تا ۳۰ درجه (۲۲ تا ۶۶ درصد) بهترین مکان برای استحصال آب باران می‌باشند، بنابراین بر اساس وضعیت شیب منطقه، می‌توان در اراضی منتهی به خروجی دو زیرحوضه کلی سامان عرفی آب بهاره، مناطقی با این شرایط پیدا کرد. Critchley و همکاران (۱۹۹۱)، استحصال آب باران را برای مناطقی با شیب‌های بیشتر یا مساوی ۵ درصد توصیه نمی‌کنند، زیرا این مناطق به دلیل توزیع نامنظم رواناب حساس به میزان فرسایش زیاد هستند، ازاین‌رو مصالح زیادی مورد نیاز است، بر این اساس تقریباً حدود ۱ درصد منطقه برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران مناسب است. بر اساس دستورالعمل IMSD (۱۹۹۵)، شیب‌های کمتر از ۱۵ درصد برای بعضی از تکنیک‌های استحصال آب باران مناسب است، بر این اساس، حدود ۱۰ درصد منطقه آب بهاره برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران مناسب است. شیب‌های کمتر از ۵ درصد برای حوضچه‌ها، شیب‌های کمتر از ۱۰ درصد برای مخازن نفوذ و شیب‌های کمتر از ۱۵ درصد برای سدهای اصلاحی مناسب است

Krois & Schulte, 2014; Mati *et al*., 2006; Munyao, 2010; Ramakrishnan *et al*., 2009)، بر این اساس حدود ۱ درصد منطقه آب بهاره برای حوضچه‌ها، حدود ۴ درصد برای مخازن نفوذ و حدود ۱۰ درصد برای سدهای اصلاحی مناسب است. حدود ۶۰ درصد از منطقه مورد مطالعه از لحاظ جنس سنگ شایستگی زیادی برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران دارد. بر اساس دستورالعمل IMSD (۱۹۹۵)، احداث مخازن نفوذ در خاک‌های ماسه‌ای و حوضچه‌ها در خاک‌های رسی مناسب است، ازاین‌رو می‌توان گفت که سازندهای پابده و گورپی با میزان رس بیشتر نسبت به سایر سازندها که حدود ۳۸ درصد منطقه را پوشش داده‌اند، برای احداث این سامانه‌ها مناسب هستند. حدود ۵۰ درصد از منطقه مورد مطالعه از لحاظ کاربری اراضی و پوشش زمین شایستگی زیادی برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران دارد. حدود ۴۰ درصد از سامان عرفی آب بهاره به لحاظ ارتفاع رواناب شایستگی زیادی برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران دارد. حدود ۴۰ درصد از سامان عرفی آب بهاره به لحاظ تراکم زهکشی شایستگی زیادی برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران دارد. حدود ۲۵ درصد از سامان عرفی آب بهاره به لحاظ همه معیارهای انتخابی شایستگی زیادی برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران دارد. بنابراین به‌طور کلی می‌توان گفت که از لحاظ هر یک از پارامترهای انتخابی به جز شیب، حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد منطقه آب بهاره شایستگی زیادی برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران دارد. بر اساس تجزیه‌وتحلیل ترکیبی همه معیارهای انتخابی، حدود ۲۵ درصد از سامان عرفی آب بهاره شایستگی زیادی برای احداث سامانه‌های استحصال آب باران به‌ویژه چاله‌ها و حوضچه‌ها، حوضه‌های رخنمون‌های سنگی، آبخیزهای جاده‌ای شکل و سدهای اصلاحی دارد که از این طریق می‌توان آب مورد نیاز دام این منطقه را در فاصله زمانی حدوداً یک ماهه بین بارندگی‌های اصلی تأمین کرد. با توجه به وجود حدود ۴۰۰۰ رأس بز و گوسفند در ۵ روستا در منطقه مورد مطالعه، با فرض امکان وقوع مقدار باران ۲۵ میلی‌متری و دوره خشکی ۳۰ روزه بین بارندگی‌ها، مساحت آبگیر سامانه استحصال آب باران برای تأمین آب مورد نیاز دام‌ها، در روستاهای رگ‌لاب، رگ‌بن، تلخه‌زار، اشکفت‌دراز و ده خانعلی به‌ترتیب ۰/۶۹، ۰/۶، ۰/۵۵، ۰/۴۵ و ۰/۱۶ و جمعاً ۲/۴ هکتار است. با وجود اینکه می‌توان در کل سال از سامانه استحصال آب باران استفاده کرد، ازاین‌رو کارایی آن غیرقابل پیش‌بینی است، چون کاملاً وابسته به بارندگی منطقه می‌باشد (Rango & Havstad, 2011). بنابراین سیستم استحصال آب باران که توسط دامداران در مراتع استفاده می‌شود به‌عنوان منبع مکمل (پشتیبان) برای منبع اصلی تأمین آب استفاده می‌شود. چون قابلیت اعتماد به بارندگی در مناطق خشک کم است و این سیستم در صورتی می‌تواند به‌عنوان منبع اصلی برای دام‌ها در نظر گرفته شود که بارش باران کافی و تقریباً منظم در منطقه وجود داشته باشد و سیستم به گونه‌ای طراحی شود که همواره ذخیره آب بیش از مصرف باشد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی اداره کل امور عشایر استان کهگیلویه و بویراحمد و بویژه همکاری و مساعدت شایسته جناب آقای مهندس علی پور، جناب آقای مهندس توحیدی و سر کار خانم مهندس سبزعلی انجام گرفته است. برحسب ادب و احترام از همه افراد حمایت‌کننده تحقیق تشکر و قدردانی می‌کنم.

منابع مورد استفاده

– Adham, A., Riksen, M., Ouessar, M. and Ritsema, C., 2016. Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions: A review. International Soil and Water Conservation Research, 4:108–120.
– Ahmad, I., 2013. Investigating of potential water harvesting sites at Potohar using modeling approach. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 50(4): 723–729.
– Ajorlu, M. and Ebrahimian, M., 2013. Water supply for livestock in rangelands through rainwater harvesting. 6th National Conference on Watershed

– Delavari, A., Bashari, H., Tarkesh Esfahani, M., Mirzokahi, A. and Moghadam, M., 2014. Evaluation of the effect of semi-circular bunds on on soil surface cover performance using landscape performance analysis method. Journal of Rangeland, 8(3): 251-260.
– Environment Agency., 2009. Rainwater Harvesting: an on-farm guide. www.environmentagency.gov.uk
– Ezzat, S., Omer, M. A. and Fadlalla, B., 2013. Effect of water harvesting and re-seeding on forage biomass production from rangelands in Sheikan Locality, North Kordofan State, Sudan. Proceedings of the 22nd International Grassland Congress.
– FAO., 2003. Land and water digital media series, 26. Training course on RWH (CDROM). Planning of water harvesting schemes, unit 22. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO.
– Frasier, G.W., 1980. Harvesting water for agricultural, wildlife and domestic uses. Journal of Soil Water Conservation. 35: 125–128.
– Gregersen, H. M., Folliott, P. F. and Brooks, K. N., 2007. Integrated watershed management: Connecting people to their land and water. CABI.
– Gupta, K. K., Deelstra, J. and Sharma, K. D., 1997. Estimation of water harvesting potential for a semiarid area using GIS and remote sensing. IAHS Publications Series of Proceedings and Reports-Intern Assoc Hydrological Sciences, pp: 63, 242.
– IMSD., 1995. Integrated mission for sustainable development: technical guidelines, P:120.
– Isioye, O. A., Shebe, M. W., Momoh, U. O. and Bako, C. N., 2012. A Multi Criteria Decision Support System (MDSS) for identifying rainwater harvesting site(s) in Zaria, Kaduna State, Nigeria. International Journal of Advanced Scientific Engineering and Technological Research, 1(1): 53–71.
– Kahinda, J. M., Lillie, E.S.B., Taigbenu, A.E., Taute, M. and Boroto, R.J., 2008. Developing suitability maps for rainwater harvesting in South Africa.Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 33(8): 788–799.
– Kniffen, B. and Machen, R., 2008. Rainwater harvesting: livestock. The Texas A&M University System.
– Krois, J. and Schulte, A., 2014. GIS-based multi-criteria evaluation to identify potential sites for soil and water conservation techniques in the Ronquillo watershed, northern Peru.Applied Geography, 51:131–142.
– Lasage, R. and Verburg, P. H., 2015. Evaluation of small scale water harvesting techniques for semi-Management and Soil and Water Resources Management, February 1, 2014, Kerman.
– Al-Adamat, R., 2008. GIS as a decision support system for siting water harvesting ponds in the Basalt Aquifer/NE Jordan.Journal of Environmental Assessment Policy and Management, 10 (02):189–206.
– Al-Adamat, R., AlAyyash, S., Al-Amoush, H., Al-Meshan, O., Rawajfih, Z., Shdeifat, A,. Al-Harahsheh, A. and Al-Farajat, M., 2012. The combination of indigenous knowledge and geoinformatics for water harvesting sitting in the Jordanian Badia. Journal of Geographic Information System, 4: 366–376.
– Ayantunde, A. A., Cofie, O. and Barron, J., 2018. Multiple uses of small reservoirs in crop-livestock agro-ecosystems of Volta basin: Implications for livestock management. Agriculture Water Management, 204: 81–90.
– Azarnivand, H. and Zare Chahooki, M. A., 2019. Rangelands Modification, Second edition, Tehran University Press.
– Camacho, J., Sánchez, E., Aguilar, F., Gómez, A. and Lozano, A., 2011. Manual práctico de balsas agrícolas. Diseño y gestión para su mejora ambiental; Agencia Andaluza del Agua. Conserjería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía: Sevilla, Spain.
– Casas, J., Toja, J., Bonachela, S., Fuentes, F., Gallego, I., Juan, M., Leon, D., Penalver, P., Perez, C. and Sanchez, P., 2011. Artificial ponds in a Mediterranean region (Andalusia, southern Spain): Agricultural and environmental issues. Water Environment Journal, 25: 308–317.
– Cathey, J., Persyn, R. A., Porter, D., Dozier, M., Mecke, M. and Kniffen, B., 2008. Harvesting rainwater for wildlife. Texas Cooperative Extension. The Texas A&M University.
– Critchley, W. and Siegert, K., 1991. Water harvesting: a manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production. FAO, Rome, Italy.
– De 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, 32:1058–1067.
– Delavari, A., Bashari, H, Tarkesh Esfahani, M. and Moghadam, M., 2017. The effects of rehabilitation operations of semi-circular bunds on vegetation indices and frequency distribution models (Case study: Narvan Rangelands- Sistan and Baluchestan). Journal of Rangeland, 15(3): 331-341.

– Padmavathy, A. S., Raj, K. G., Yogarajan, N., Thangavel, P. and Chandrasekhar, M.G., 1993. Checkdam site selection using GIS approach, Advances in Space Research, 13(11): 123–127.
– Prinz, D., Oweis, T. and Oberle, A., 1998. Rainwater harvesting for dry land agriculture-Developing a methodology based on remote sensing and GIS. In Proceedings of XIII international congress agricultural engineering (pp. 12), ANAFD.
– Ramakrishnan, D., Durga Rao, K.H.V. and Tiwari, K.C., 2008. Delineation of potential sites for water harvesting structures through remote sensing and GIS techniques: a case study of Kali watershed, Gujarat, India. Geocarto International, 23(2): 95–108.
– Rango, A. and Havstad, K., 2011. Review of water-harvesting techniques to benefit forage growth and livestock on arid and semiarid rangelands, water conservation, Manoj Jha (Ed.), ISBN: 978 – 953 – 307 - 960 - 8, In Tech, Available from: http://www.intechopen.com.
– Senay, G. B. and Verdin, J. P., 2004. Developing index maps of water-harvest potential in Africa.Applied Engineering in Agriculture, 20(6): 789–799.
– Smith, G.E. and Moench, E., 2010. Harvesting Rainwater for Animals. Texas AgriLife Extension.
– Tumbo, S. D., Mbilinyi, B. P., Mahoo, H. F. and Mkilamwinyi, F. O., 2014. Identification of suitable indices for identification of potential sites for rainwater harvesting. Tanzania Journal of Agricultural Sciences, 12(2): 35–46.
– Van der Zaag, P. and Gupta, J., 2008. Scale issues in the governance of water storage projects. Water Resource Research, 44: 65-77.
– Yusof, K.W., Serwan, M. and Baban, J., 2000. Identifying optimum sites for locating reservoirs employing remotely sensed data and geographical information systems.In Proceedings of the 21st Asian conference on remote sensing, 35–40.
arid environments. Journal of Arid Environment, 118: 48–57.
– Mahmoodi Moghadam, G., Saghari, M., Rostampoorm, M. and Chakoshi. B., 2015. The effect of constructing a semi-circular bunds on production of rangeland plants and some soil characteristics in arid areas (Case study: steppe rangelands of Sarbisheh county). Journal of Rangeland, 9(1): 66-75.
– Marín-Comitre, U., Schnabel, S. and Pulido-Fernández, M., 2020. Hydrological Characterization of Watering Ponds in Rangeland Farms in the Southwest Iberian Peninsula. Water, 12: 1038.
– Mati, B., De Bock, T., Malesu, M., Khaka, E., Oduor, A., Nyabenge, M. and Oduor, V., 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.
– 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.
– Moges, G., 2009. Identification of potential rainwater harvesting areas in the central Rift Valley of Ethiopia using a GIS based approach (Doctoral dissertation) . The Netherlands: Wageningen University.
– Munyao, J. N., 2010. Use of satellite products to assess water harvesting potential in remote areas of Africa: a case study of Unguja Island, Zanizbar (Doctoral dissertation, MSc thesis) (p. 80) The Netherlands: Faculty of Geoinformation Science and Earth Observation in Water Resources and Environmental management, ITC, Enschede.
– Oweis, T., Oberle, A. and Prinz, D., 1998. Determination of potential sites and methods for water harvesting in central Syria, Advances in GeoEcology, 3:83–88.

Identification of suitable sites for construction of rainwater harvesting systems using MCA-HM method in GIS environment (Case study: Ab Bahareh nomadic ecosystem in Kohgiluyeh and Boyerahmad province)

M. Armin[1]*, A. Khairi[2] and V. Ghorbannia Kheybari[3]

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Yasouj, Iran, E-mail: mohsenarmin2007@gmail.com
2- Ph.D. Student of Natural Geography- geomorphology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology

Accepted: 05/09/2020 Received: 08/01/2020

Abstract

Rainwater harvesting is a management technique with many positive results that can be used to supply the water needed by livestock in rangelands. In this study, suitable sites for the construction of rainwater harvesting systems using multi-criteria analysis (MCE) and hydrological model (HM) in the GIS environment were identified in the nomadic ecology of Ab Bahareh at the interval of Bahmaei and Lendeh counties in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province. For this purpose, appropriate criteria maps to identify sites of rainwater harvesting system including slope, rock type, land use and land cover, runoff depth, and drainage density were provided in the GIS environment. After classifying the suitability map of each criterion, the classified map of the criteria was overlaid into the geographic information system environment and the appropriate sites for the rainwater harvesting system were identified. The results showed that in terms of each of the selected parameters, except for the slope, about 30 to 50 percent of the Ab Bahareh area was very suitable for the construction of rainwater harvesting systems. Due to the mountainous nature of the region, the slope parameter is the main limitation for the construction of rainwater harvesting systems. Based on the combined analysis of all the criteria selected, about 25% of the nomadic ecosystem of Ab Bahareh is highly suitable for the construction of rainwater harvesting systems, especially pits and ponds, rock outcropping catchment, road catchment, and check dams that can be provided during the dry season between rains. In regard to the number of 4000 goats and sheep in 5 villages in the nomadic ecosystem of Ab Bahareh, assuming the daily requirement of each livestock to 4 liters of water and the dry period of 30 days between the main rains, the total catchment area for the 25 mm rainwater harvesting system to meet the needs of livestock in the region is about 2.4 hectares.

Keywords: Multi criteria evaluation, rainwater harvesting, nomadic ecosystem of Ab Bahareh, geographical information system, identification, hydrological model.