مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹
ص ۲۹۱-۲۷۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۸
تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۰۴/۱۹

بررسی پتانسیل استحصال آب باران برای شرب دام با استفاده تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره و ارزیابی دیدگاه بهره‌برداران (مطالعهٔ موردی: مراتع قشلاقی شمال دشت آق قلا)

❖ **هسل پوری*؛** دانش آموختهٔ کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
❖ **واحدبردی شیخ؛** دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
❖ **حسن یگانه؛** استادیار گروه مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

چکیده

تحقیق حاضر با هدف مکان‌یابی مناطق مناسب استحصال آب باران در سطح مراتع شمال شهرستان آق‌قلا برای تأمین آب شرب مورد نیاز دام با استفاده از معیارهای تأثیرگذار و سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره صورت گرفت. با استفاده از روش تلفیق سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و نرمال سازی داده‌های رستری پیوسته در محیط GIS نسبت به تهیهٔ نقشهٔ پتانسیل استحصال آب باران اقدام گردید. برای مکان‌یابی مناطق دارای پتانسیل استحصال آب باران از روش امتیازدهی وزنی خطی (WLC) در بازهٔ صفر الی یک و به روش MCE در محیط GIS و معیارهای فاصله از منابع آب، فاصله از دامداری، تراکم دام در سامان عرفی، شاخص نرمال‌شدهٔ تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)، فاصله از جاده، درصد شیب، فاصله از مناطق مسکونی و بافت خاک استفاده شده است. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که در حدود ۵/۲ از منطقهٔ مورد مطالعه پتانسیل مناسب برای استحصال آب باران به منظور تأمین آب شرب دام را دارد. همچنین نتایج نظرسنجی از بهره‌برداران نشان داد که از بین ۱۰۷ بهره‌بردار مراتع منطقه، حدود ۷۰ درصد، تمایل به احداث و استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران دارند اما هزینه‌های بالای احداث آن را مانع اصلی می‌دانند.

کلید واژگان: تأمین آب، تخریب مرتع، آب شرب دام، تصمیم‌گیری چند معیاره، تمایل بهره‌برداران.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۹۸۹۱۱۷۵۴۲۹۵۷+
Email: sheikh@gau.ac.ir

۱. مقدمه

بحران آب در بسیاری از کشورهای جهان، از جمله کشورهای واقع در کمربند خشکی زمین، مثل ایران روز به‌روز ابعاد پیچیده‌تری به‌خود می‌گیرد. تغییر اقلیم و مدیریت نا صحیح منابع آب از عوامل تأثیرگذار بر بحران آب می باشد. در این میان استفاده از روش های مختلف استحصال آب باران و استفادهٔ بهینه از آن یکی از راهکارهای سازگاری با اثرات سوء تغییر اقلیم می‌باشد [۱۹].

استحصال آب باران (Rainwater harvesting) به کلیهٔ روش هایی اطلاق می‌شود که در مناطق خشک و نیمه‌خشک برای تأمین آب از باران به طور مستقیم و غیر مستقیم انجام می‌گیرد و شامل استفاده از منابع رودخانه و چاه نمی‌شود [۲۸]. به عبارتی فرآیند جمع‌آوری آب باران و ذخیره‌سازی آن برای استفاده‌های آتی را استحصال آب باران می‌گویند، که به دلیل سادگی و کم‌هزینه بودن، امروزه استفاده از آن در سطح جهان رو به گسترش است [۳۱]. اگرچه استقبال از سیستم‌های استحصال آب باران اخیراً گسترش یافته، اما استفاده از سیستم‌های استحصال آب تاریخچهٔ دیرینه‌ای دارد و هدف اصلی این سیستم‌ها، در اصل رفع نیازهای انسان بوده است. برخی از سیستم‌های استحصال آب در فلسطین اشغالی بالغ بر ۴۰۰۰ سال قدمت دارند و عمده کاربرد آن‌ها در کشاورزی بوده است [۲۵]. ساکنان مناطق بیابانی در قرون گذشته توانسته‌اند با هدایت آب باران بر روی شیب، آب موردنیاز برخی مزارع خود را تأمین نمایند [۱۳]. یکی از تهدیدهای اصلی قرن حاضر برای بشر کمبود آب است [۲۰]. بنابراین، تأمین آب در کنار مسائلی چون حفظ محیط زیست و ریشه‌کنی فقر و گرسنگی، یک مسئلهٔ اساسی در توسعهٔ پایدار محسوب می‌شود و امری ضروری برای بقاء و سلامتی بشر است. به همین دلایل، استفاده از آب باران برای تأمین آب آشامیدنی انسان‌ها و حیوانات و مصارف کشاورزی از طریق به کارگیری تکنیک های مختلف جمع‌آوری آب باران از قرن ها پیش در مناطق خشک کشور ایران رایج بوده است [۳۰ و ۱۷].

در مراتع قشلاقی کشور، معضل آب برای مصرف انسان و شرب دام همیشه وجود داشته است و تأمین آب مهم‌ترین اولویت در مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک است [۲۴]. تأمین آب فقط برای مصرف گله‌های دامی نیست بلکه به‌خاطر امکان زیستن و بقاء مرتعداران است. مالکیت و حق استفاده از منابع آبی در این مناطق، حداقل به اندازهٔ حق بهره‌برداری از مراتع دارای اهمیت است. استحصال آب باران با تکنیک های مختلف یکی از شاخص‌ترین روش‌های تأمین آب برای مقابله با کم‌آبی در مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. با توجه به اهمیت این موضوع مطالعات گوناگونی در سطح دنیا و ایران برای بررسی ابعاد، پتانسیل‌ها و محدودیت‌های استحصال آب باران از تکنیک‌ها و روش‌های مختلف تحقیق و ارزیابی استفاده کرده‌اند [۱، ۳، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۵، ۱۶،۱۷، ۲۱، ۲۳، ۲۹، ۳۰ و ۳۴]. سیستم های اطلاعات جغرافیایی [۳، ۸، ۱۴، ۲۳ و ۳۴]، منطق فازی [۱۸ و ۲۲]، تحلیل سلسله مراتبی [۱، ۲، ۸، ۲۱، ۲۲ و ۳۴]، تصمیم‌گیری چندمعیاره [۷، ۱۸ و ۳۲] و مصاحبه‌های میدانی با بهره‌برداران [۹، ۱۱ و ۱۶] از جمله تکنیک‌ها و روش‌های مختلف پرکاربرد در بررسی پتانسیل استحصال آب باران در عرصه‌های طبیعی است که به‌صورت جداگانه یا ترکیبی در بررسی جنبه‌های گوناگون سیستم‌های استحصال آب باران مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بر این اساس در تحقیقات جدید، مکان‌یابی پروژه‌ها براساس روش تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از منطق فازی مورد توجه قرار گرفته است و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در کنار روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM ابزار قدرتمند تصمیم‌گیری‌های فضایی را فراهم می‌کند. در واقع از یک طرف MCDM دارای ابزار های مناسبی برای طراحی ساختار تصمیم، ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌های تصمیم است و از طرف دیگر GIS امکان تجزیه و تحلیل حجم بالای داده‌های جغرافیایی را فراهم می‌کند [۷].

برای مثال در تحقیقی [۱۰] بحث ادغام سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و پشتیبانی از تصمیم‌گیری را در

شناسایی مناطق مناسب برای استقرار سیستم‌های استحصال آب باران برای تأمین آب شرب حیات وحش در پارک ملی کویر موفقیت آمیز دانستند و نتایج تحقیقات آنان نشان داد که ترکیب تکنیک‌های GIS و MCDM برای انتخاب سایت برای توسعهٔ آب حیات وحش بی‌نظیر است. همچنین [۲۹] برای شناسایی مناطق استحصال آب باران و تغذیهٔ مصنوعی آبخوان‌ها در حوضهٔ آبریز دامودار هندوستان و [۱] برای شناسایی مکان‌های مناسب استقرار سازه‌های سنتی استحصال رواناب مانند Tabia و Jessour حوضهٔ آبشار زسار در جنوب شرقی تونس از ترکیب تکنیک‌های GIS و MCDM استفاده کردند و نتیجه‌گیری کردند که استفادهٔ تلفیقی از GIS و MCDM نه تنها باعث کاهش هزینه و زمان می‌شود بلکه ابزار مفیدی را برای برنامه‌ریزی و مدیریت مؤثر آب باران در مقیاس‌های بزرگ فراهم می‌کند و نتایج تحقیق [۱] نشان داد بیش از ۹۵٪ از سایت‌های ارزیابی دارای نمره‌های تناسب کم و متوسط بوده‌اند و فقط در حدود پنج درصد سایت‌ها دارای امتیازات بالقوهٔ بالاتری هستند.

همچنین [۲۳] به منظور شناسایی مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران در پارک ملی بمو از روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که فقط ۵ درصد از پارک ملی دارای پتانسیل مناسب استحصال آب باران می‌باشد. در تحقیقی [۸] برای مکان‌یابی مناطق مستعد استحصال آب باران در حوزهٔ آبخیز نازلوچای آذربایجان غربی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی از بین عوامل اقلیمی، هیدرولوژیکی و محیطی متغیرهای بارش، شیب، کاربری اراضی، گروه هیدرولوژیکی خاک، زهکشی و عمق خاک را مؤثر ارزیابی کردند و برای تعیین وزن و اهمیت این متغیرها از توابع فازی و تحلیل سلسله مراتبی استفاده کردند.

در تحقیقی دیگر [۹] در مطالعات و نظرسنجی‌هایی که در رابطه با امکان‌سنجی و پذیرش استحصال آب باران و توجیه اقتصادی آن در جوامع محلی منطقهٔ بنگلادش انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تکنیک استحصال آب باران به میزان بسیار زیاد مورد پذیرش جوامع محلی است و همچنین از نظر اقتصادی کاملاً مقرون به صرفه هستند. همچنین [۱۶] یکی از عوامل موفقیت پروژه‌های جمع‌آوری آب باران را جلب مشارکت مردم و همسو نمودن آن‌ها با سازمان‌های ذیربط در جهت اجرای این پروژه‌ها می‌داند.

جمع‌آوری و استفاده از آب باران شیوهٔ ناشناخته‌ای در منطقهٔ مورد مطالعه نمی‌باشد؛ ساکنین قدیمی دشت خشک و نیمه خشک آق‌قلا از دیرباز به جمع‌آوری آب باران از سطح پشت‌بام منازل خود و ذخیره‌سازی و استفاده از آن در کل طول سال می‌پرداخته‌اند و همچنان نیز استفاده از این شیوه بین تعدادی از ساکنان ادامه دارد و آب باران را به عنوان سبک‌ترین و پاک‌ترین منبع آب می‌شناسند [۱۲]. به‌علاوه در مناطق تپه ماهوری اطراف منطقهٔ مورد مطالعهٔ حاضر، کشاورزان از سیستم سنتی استحصال رواناب سطحی به نام محلی سوما (به معنی انحراف آب) برای کشت روانابی استفاده می‌کنند [۲۷]. این در حالی است که به دلیل نبود منابع آب سطحی جاری و مخازن آب زیرزمینی مطلوب، مراتع دشت آق‌قلا با سه مشکل عمدهٔ پراکنش نامناسب و چرای نامتقارن دام در سطح مراتع، هزینه‌های زیاد تهیه و حمل آب به وسیلهٔ تانکر و کوبیدگی خاک سطحی و از بین رفتن پوشش گیاهی در سطح مراتع در اثر تردد زیاد تانکرها روبرو است (شکل ۱).

در حال حاضر نزدیک به ۱۰۰٪ آب شرب دام‌های در حال چرا از این مراتع به وسیلهٔ تانکرها تأمین می‌شود. اما باید در نظر گرفت با ادامهٔ روند تغییر شرایط اقلیمی و کاهش منابع آب از یک طرف و افزایش جمعیت و نیاز آبی و همچنین آلودگی منابع آب موجود از طرف دیگر، همچنین افزایش قیمت حامل‌های انرژی در آینده‌ای نه چندان دور دامداران منطقه با مشکل جدی تأمین آب برای شرب دام‌های خود روبه‌رو خواهند شد. از سوی دیگر تردد تانکرهای حمل آب، اثرات محیط زیستی مختلفی از جمله نابودی پوشش گیاهی، ایجاد جاده‌های فرعی با تراکم بالا، افزایش پتانسیل فرسایش آبی و بادی و تشکیل گالی‌ها و وقوع ریزگردها و در نهایت گسترش بیابانزایی را در پی خواهد داشت. به‌طوری‌که [۴] در مطالعهٔ اخیر خود در منطقهٔ ظهور عارضه‌های ژئومورفولوژیکی فرسایش

بادی را گزارش کرده‌اند. بنابراین جستجوی راهکارها و منابع آب جایگزین با هزینهٔ کمتر و پیامدهای محیط زیستی کمتر امری اجتناب ناپذیر است. یکی از راهکارها و منابع جایگزین، استحصال آب باران است. اما، موفقیت سیستم‌های استحصال آب باران به مکان‌یابی مناسب و پذیرش جوامع بهره‌بردار بستگی دارد. اگر مکان‌یابی به شیوهٔ علمی و اصولی طبق هدف مورد نظر صورت نپذیرد، سازهٔ ایجاد شده کارایی خود را از دست داده و نتیجه‌ای جزء هدررفت منابع اقتصادی و زمان نخواهد داشت. با شناسایی محل‌های مناسب، صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در زمان و هزینه صورت می‌گیرد. تعیین مکان های جمع‌آوری آب باران از اهمیت به‌سزایی برخوردار بوده و پرداختن به آن یکی از ضروریات می‌باشد. ارزیابی مکانی رواناب و اولویت‌بندی مناطق دارای پتانسیل جمع‌آوری آب باران می‌تواند، به عنوان یک راه‌حل مناسب و اقتصادی برای بهره‌گیری هرچه بیشتر از آب باران مورد استفاده قرار گیرد و یکی از مهم‌ترین و ضروری‌ترین مراحل به کارگیری سیستم‌های جمع‌آوری آب باران، مکان‌یابی و شناسایی محل‌های مناسب اجرای این تکنولوژی است [۳]. برای این منظور از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و چند معیاره استفاده می‌شود. زیرا این تکنیک‌ها امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی و با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی در مسئله فراهم می‌کنند [۲]، و ابزاری مفید و کارآمد برای ارزیابی مکانی عرصه‌های مناسب جمع‌آوری آب باران می‌باشند.

تأمین آب شرب دام به وسیله تانکر

تأمین آب از پشت بام محوطهٔ نگهداری دام

تردد تانکرها در سطح مرتع

ایجاد گرد و غبار در اثر تردد تانکرها

تخریب مرتع در اثر تردد وسایل نقلیه

تخریب پوشش گیاهی و بیابانزایی

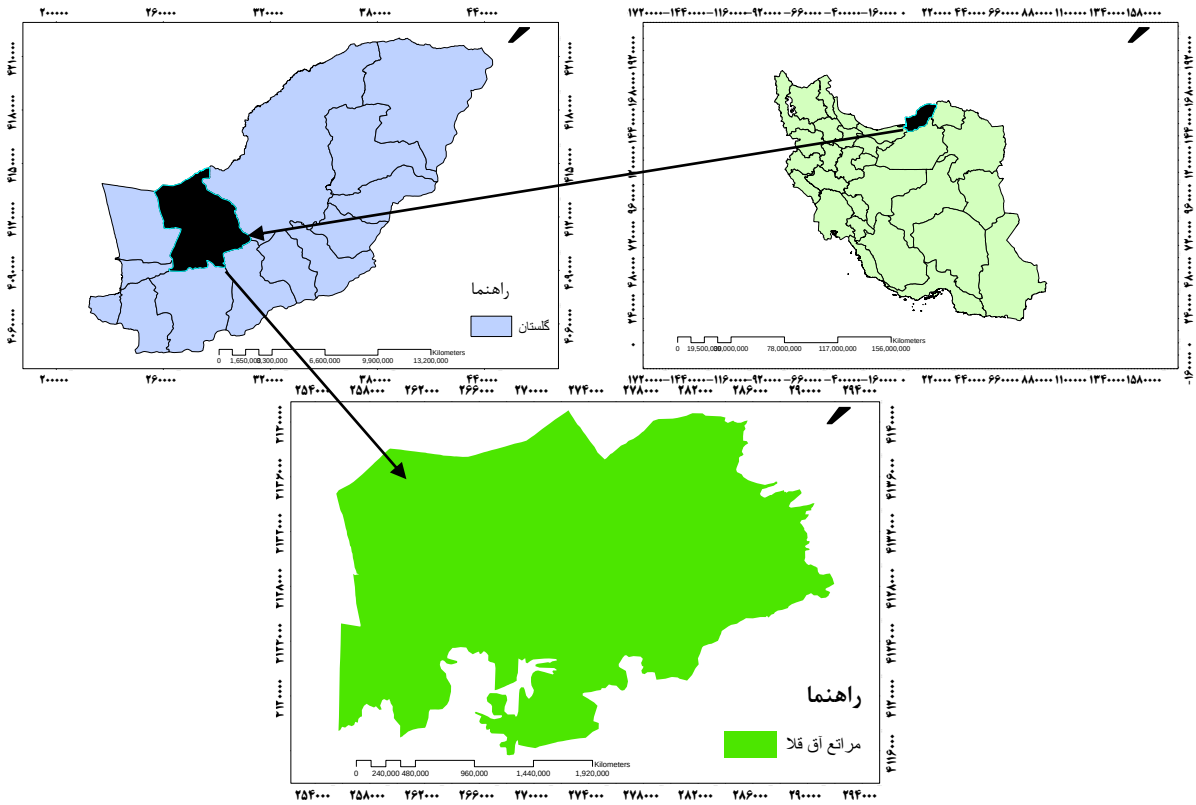
شکل ۱. وضعیت فعلی تأمین آب در مراتع قشلاقی آق قلا

روی هم انداختن اطلاعات و لایه‌ها در محیط GIS بدون تحلیل و انجام عملیات ارزیابی چند معیاره نمی‌توانند برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری درستی را ارائه دهد. عوامل و معیارهای مختلفی در تصمیم‌گیری دخالت دارند که باید اولویت و وزن آن‌ها نسبت به هم‌دیگر تعیین شود [۳۴]. به همین منظور در تحقیق حاضر ابتدا با طراحی و تکمیل پرسشنامه، سعی در سنجش میزان تمایل یا عدم تمایل بهره‌برداران مراتع شمال آق‌قلا نسبت به احداث و استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران و همچنین به بررسی دیدگاه کارشناسان فنی منطقه در خصوص امکان‌سنجی ترویج و پذیرش اجتماعی این سامانه‌ها گردید. سپس با استفاده از سیستم تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط GIS نسبت به شناسایی مناطق مستعد احداث سامانه‌های استحصال آب باران اقدام و با ارائهٔ برآورد اقتصادی سازه‌ها امکان‌سنجی فنی استحصال آب باران در مراتع قشلاقی آق قلا صورت گرفت.

۲. روش شناسی

۱.۲. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

شهر آق‌قلا در ۱۶ کیلومتری شمال شهر گرگان قرار دارد. مراتع مورد مطالعه تقریباً از ۱۰ کیلومتری شهر آق‌قلا به طرف شمال و مرز کشور ترکمنستان بین طول جغرافیایی ۲۶۵۵۹۴ الی ۲۷۲۲۱۲ و عرض جغرافیایی ۴۱۲۶۲۰۷ الی ۴۱۳۴۵۷۰ و در محدودهٔ حوزهٔ آبخیز گرگانرود قرار دارد (شکل شمارهٔ ۲). مساحت حوزهٔ استحفاظی این شهرستان طبق نقشه‌های اجرای مقررات سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور ۱۹۷۹۵۵ هکتار و مساحت مراتع ملی شمال این شهرستان تقریباً ۵۳۸۱۰ هکتار است. منطقهٔ مورد مطالعه در این تحقیق دارای ۹ سامان عرفی تفکیک شده با ۱۵۰ بهره‌بردار (در فصل مورد مطالعه) می‌باشد. جدول شماره (۱) خلاصهٔ اسامی سامانه‌های عرفی مراتع آق‌قلا، مساحت، تعداد بهره‌بردار، تعداد دام موجود و مجاز را نشان می‌دهد.



شکل ۲. موقعیت مکانی منطقهٔ مورد مطالعه نسبت به ایران و استان گلستان

جدول ۱. خلاصه اطلاعات مراتع مورد مطالعه

ردیف	نام مرتع	مساحت (ha)	تعداد بهره‌بردار در کتابچه طرح (نفر)	تعداد بهره‌بردار در فصل چرایی مورد مطالعه (نفر)	تعداد واحد دامی مجاز	تعداد واحد دامی موجود	طرح مرتعداری
۱	قره قربزرگ	۸۲۷۲	۵۴	۵۲	۶۴۳۰	۵۸۸۷	دارد
۲	قره قرکوچک	۳۸۰	۳۲	۲۸	۳۵۸	۳۳۳	ندارد
۳	اینچه شوره‌زار	۱۳۴۷۰	۳۲	۲۹	۴۷۲۴	۳۸۰۲	دارد
۴	باریم	۷۵۰۰	۱۱	۱۱	۳۲۲۷	۲۳۶۰	دارد
۵	قوردیمنز	۳۴۲۵	۱۱	۱۱	۱۸۲۳	۱۵۴۸	دارد
۶	منگالی پایین	۱۹۷۵	۲	۲	۵۴۴	۵۲۰	دارد
۷	منگالی بالا	۳۱۸۸	۳	۳	۸۴۲	۸۳۵	دارد
۸	گوبگلجه	۳۱۷۵	۲	۲	۶۷۷	۴۱۵	دارد
۹	صوفیکم	۱۲۴۲۵	۱۲	۱۲	۳۹۳۹	۲۵۴۶	دارد
	جمع کل	۵۳۸۱۰	۱۵۹	۱۵۰	۲۲۵۶۴	۱۸۲۴۶	-

منبع: کتابچه مدیریت چرا، آرشیو کتابچه‌های طرح مرتعداری ادارهٔ منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان آق‌قلا، تحقیق و پیمایش میدانی در منطقه مورد مطالعه

۲،۲. روش تحقیق

۱.۲،۲. طراحی پرسشنامه

به منظور بررسی میزان تمایل دامداران به احداث و استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران از دید بهره‌برداران و همچنین بررسی عوامل دخیل در پذیرش/ عدم پذیرش استفاده از آب باران (جمع‌آوری آب باران) به جای حمل آب به وسیلهٔ تانکر از دید کارشناسان منابع‌طبیعی دو سری مجموعه سوالات در قالب پرسشنامه محقق ساخته با طیف لیکرت تهیه و تدوین گردید.

۲.۲.۲. تعیین حجم نمونه

جامعهٔ آماری مجموعه اعضای واقعی است که یافته‌های پژوهش به آن‌ها نسبت داده می‌شود. برای تعیین حجم نمونه در پرسشنامهٔ بهره‌برداران با بررسی تعداد دامداران کتابچهٔ طرح و سرشماری دامداران حاضر در عرصه، در فصل چرای ۱۳۹۶ از فرمول کوکران (رابطهٔ ۱) و جدول کرجسی و مورگان [۵] استفاده گردید. برای تعیین تعداد نمونه پرسشنامهٔ کارشناسان منابع‌طبیعی از فرمول کوکران استفاده نگردید و کلیهٔ کارکنان مربوط به بخش‌های ریاست، مرتع، قرقبان، حفاظت و سرجنگلبانان ادارهٔ منابع‌طبیعی و آبخیزداری شهرستان آق‌قلا و همچنین کارشناسان ادارهٔ مرتع ادارهٔ کل منابع‌طبیعی و آبخیزداری استان گلستان در نظر گرفته شد.

$$n = \frac{Nt^2pq}{Nd^2+t^2pq}$$ رابطهٔ ۱

n: حجم نمونه

N: حجم کل جمعیت آماری

t: ضریب اطمینان که چنانچه سطح معنی‌داری آزمون برابر ۵٪ باشد مقدار این ضریب برابر ۱/۹۶ است.

p: احتمال وجود صفت در جامعه (نسبت جمعیت

دارای صفت معین)

q: احتمال عدم وجود صفت در جامعه (نسبت جمعیت فاقد صفت معین)

d: دقت نمونه‌گیری (تفاضل نسبت واقعی صفت در جامعه با میزان تخمین محقق برای وجود آن صفت در جامعه)

۳.۲,۲. روایی پرسشنامه

اهمیت روایی از آن جهت است که اندازه‌گیری‌های نامناسب و ناکافی می‌توانند هر پژوهش علمی را بی‌ارزش و ناروا سازند و از لحاظ شکل ظاهری درستی متغیر مورد مطالعه را بررسی می‌کند. برای سنجش روایی پرسشنامه‌ها روش های مختلفی وجود دارد که به طور کلی در این تحقیق برای بررسی روایی پرسشنامه‌ها از روش‌های زیر استفاده شده است:

۱- استفاده از نظرات تخصصی اساتید دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- استفاده از نظرات کارشناسان منابع طبیعی منطقهٔ مورد مطالعه

۳- تکمیل آزمایشی تعدادی از پرسشنامه‌ها توسط تعدادی از بهره‌برداران و رفع ایرادات و ابهامات پرسشنامه

۴.۲,۲. روش‌های تجزیه و تحلیل اطلاعات پرسشنامه (داده‌ها)

پس از جمع‌آوری و دسته‌بندی پرسشنامه‌ها از روش‌های آماری توصیفی (میانگین، انحراف معیار، فراوانی و درصد فراوانی) مشخصات آماری هر یک از متغیرها و گویه‌های پرسشنامهٔ مورد بررسی قرار گرفت.

۵.۲,۲. مکان‌یابی استحصال آب باران به روش فازی

تئوری فازی اولین بار در سال ۱۹۶۵ توسط لطفی‌زاده معرفی شد. واژهٔ فازی به معنای نادقیق، مبهم و گنگ است. تئوری فازی یک چارچوب جدید است که توانایی مدل کردن واقعیت را آنچنان که هست دارد. تابع خطی بین مقادیر حداقل و حداکثر تعریف شده و هر مقداری که زیر حداقل باشد ارزش صفر می‌گیرد و هر مقداری که بالای ماکزیمم باشد ارزش یک می‌گیرد. بررسی منابع نشان می‌دهد که متغیرهای زیادی از جمله عمق خاک، نوع خاک، بافت خاک، نفوذپذیری، سنگ شناسی، کاربری اراضی، درصد پوشش سطح زمین، NDVI، ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب زمین، شبکهٔ زهکشی، فاصله از منابع آب، شدت کمبود آب، حجم و شدت بارش، دما، تبخیروتعرق، فاصله از جاده‌های دسترسی، تراکم دام و فاکتورهای اقتصادی و اجتماعی برای ارزیابی پتانسیل استحصال آب باران مورد استفاده قرار گرفته است [۶، ۱۰، ۱۵ و ۳۳]. با توجه به شرایط و مقیاس منطقهٔ مورد مطالعه و هدف تحقیق، تنوع و تعداد متغیر های مورد استفاده در هر مطالعه‌ای متفاوت می‌باشد. در مطالعهٔ حاضر به دلیل عدم تغییرات مکانی زیاد متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، عمق خاک، سنگ شناسی، کاربری اراضی، متغیرهای اقلیمی و فاکتورهای اقتصادی – اجتماعی از آن‌ها صرف‌نظر شده است و متغیرهایی که دارای تغییرات مکانی قابل ملاحظه بودند برای ارزیابی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

در این تحقیق برای مکان‌یابی مناطق دارای پتانسیل استحصال آب باران از روش امتیازدهی وزنی خطی (WLC) در بازهٔ صفر الی یک و به روش MCE در محیط GIS استفاده گردیده و بعد از ایجاد لایه‌های فازی از متغیرهای اصلی فاصله از منابع آب، فاصله از دامداری، تراکم دام در سامان عرفی، شاخص نرمال‌شدهٔ تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)، فاصله از جاده، درصد شیب، فاصله از مناطق مسکونی و بافت خاک، نسبت به وزن‌دهی معیارها به وسیلهٔ کارشناسان خبره اقدام و در نهایت نقشهٔ پتانسیل استحصال آب باران برای شرب دام با استفاده از رابطهٔ شمارهٔ ۲ به‌دست می‌آید [۱۰].

$$MCE = \sum R_i W_i$$ رابطهٔ ۲

R_i= معیار i

W_i= وزن معیار i

در امتیازدهی به متغیرها، این‌گونه فرض شد که هر چه فاصله از منابع آبی، مناطق مسکونی و جاده‌های دسترسی، تراکم دام، NDVI و درصد شیب بیشتر باشد امتیاز آن‌ها بیشتر است و برای متغیرهای فاصله از دامداری و نفوذپذیری (بافت خاک) بر عکس عمل شد. البته در مورد شیب بایستی دقت شود که فرض مورد نظر برای شیب‌های کم صدق می‌کند و برای شیب‌های تند، امتیاز آن کاهش خواهد یافت. در منطقهٔ مورد مطالعه به دلیل دشتی بودن وضعیت توپوگرافی، دامنهٔ تغییرات شیب خیلی شدید نیست و حداکثر شیب منطقه کمتر از ۴۰ درصد می‌باشد. برای محاسبهٔ شاخص NDVI از تصاویر باند ۴ و ۵ ماهوارهٔ لندست در تاریخ ۲۰ March سال ۲۰۱۷ با دقت مکانی ۳۰ متر استفاده شد [۶].

۳. نتایج

۱.۳. توان (پتانسیل) استحصال آب باران در مراتع مورد مطالعه از دیدگاه کارشناسان و بهره‌برداران

در رابطه با پتانسیل و توانایی مراتع شهرستان آق‌قلا برای استحصال و جمع‌آوری آب باران از کارشناسان و بهره‌برداران پرسش گردید که جداول شمارهٔ (۲ و ۳) این نتایج را نشان می‌دهد.

جدول ۲. توزیع فراوانی و درصد وضعیت پتانسیل استحصال آب باران در مراتع از دیدگاه کارشناسان

پتانسیل استحصال آب باران	فراوانی	درصد
نبود پتانسیل	۱	۳/۸۴
خیلی کم	۱	۳/۸۴
کم	۲	۷/۶۹
متوسط	۱۰	۳۸/۴۶
زیاد	۶	۲۳/۰۷
خیلی زیاد	۶	۲۳/۰۷
جمع	۲۶	۱۰۰

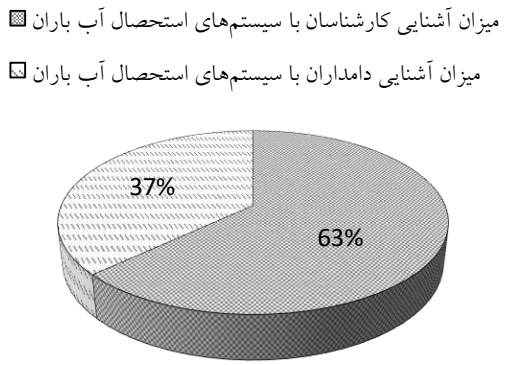
جدول ۳. توزیع فراوانی و درصد توان استحصال آب باران در مراتع از دیدگاه بهره‌برداران

توان استحصال آب باران	فراوانی	درصد
عدم توانایی	۲	۱/۸۶
خیلی کم	۱۱	۱۰/۲۸
کم	۱۶	۱۴/۹۵
متوسط	۴۸	۴۴/۸۵
زیاد	۲۶	۲۴/۲۹
خیلی زیاد	۴	۳/۷۳
جمع	۱۰۷	۱۰۰

۲.۳. میزان آشنایی کارشناسان و ذینفعان با سیستم‌های استحصال آب باران از دیدگاه کارشناسان

شکل شمارهٔ (۳) نتایج میزان آشنایی کارشناسان و ذینفعان مراتع مورد مطالعه با سامانه‌های استحصال آب باران از دیدگاه کارشناسان را نشان می‌دهد.

نتایج این تحقیق نشان داد که حدود ۶۳ درصد کارشناسان منطقه، شناخت مناسبی از سیستم‌های استحصال آب باران داشتند و میزان آشنایی دامداران را نسبت به سامانه‌های استحصال آب باران ۳۷ درصد می‌دانند.



شکل ۳. میزان آشنایی با سیستم‌های استحصال آب باران

۳.۳. میزان تمایل بهره‌برداران به احداث سامانه‌های استحصال آب باران در مراتع

نتایج تفسیر پرسشنامه‌ها نشان داد که بیش از ۶۴ درصد بهره‌برداران علاقه مند (تمایل زیاد و خیلی زیاد) به احداث و استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران هستند (جدول ۴).

این میزان تمایل بالا به استفاده از سیستم‌های استحصال آب باران نشان دهندهٔ آمادگی بالا در بهره‌برداران برای پذیرش این سیستم در منطقه است و با برگزاری کلاس‌های ترویجی و ارائهٔ مشوق‌ها و ایجاد انگیزهٔ مشارکت در مردم با همکاری ادارهٔ منابع طبیعی وآبخیزداری شهرستان و سایر نهادهای دولتی و مردم نهاد به راحتی می‌توان در منطقه نسبت به اجراء و گسترش این پروژه‌ها اقدام نمود تا از تخریب بیشتر مراتع این منطقه در اثر تردد تراکتورها و تانکرهای حمل آب و تمرکز بهره‌برداری از مراتع در عرصه‌های مشخص جلوگیری کرد و از پدیدهٔ شوم بیابانزایی در منطقه جلوگیری کرد.

جدول ۴. توزیع فراوانی و درصد وضعیت تمایل بهره‌برداران به احداث سامانه‌های استحصال آب باران

تمایل بهره‌برداران به احداث سامانه‌های استحصال آب باران	فراوانی	درصد
خیلی کم	۵	۴/۶۷
کم	۷	۶/۵۴
متوسط	۲۶	۲۴/۲۹
زیاد	۴۵	۴۲/۰۵
خیلی زیاد	۲۴	۲۲/۴۲
جمع	۱۰۷	۱۰۰

۴.۳. عوامل تأثیرگذار بر استقبال دامداران از روش تأمین آب با تانکر

عوامل مختلفی می‌تواند بر استقبال و استمرار دامداران به ا ستفاده از تانکرها تأثیر گذار با شند. نظر کار شنا سان منابع‌طبیعی در رابطه با میزان تأثیر عوا مل مختلف در جدول شـــمارهٔ (۵) در قالب میانگین امتیاز های طیف لیکرت ارائه شده است.

از بین گویه‌هایی که از کار شنا سان پر سش گردید به ترتیب با میانگین امتیازهای ۳/۵۳، ۳/۵۰، ۳/۳۰، ۲/۸۴، ۲/۸۴، ۲/۵۷ گویه های سادگی تأمین آب به وسیلهٔ تانکر، عدم وجود قوانین محکم زیست محیطی در رابطه با تردد آزادانهٔ تانکر، عدم اطلاع دامداران از سایر روش‌های تأمین آب، پایین بودن قیمت نهایی آب خریداری شـــده، هزینهٔ پایین انتقال آب به وســیلهٔ تانکر، کیفیت بالای آب تأمین شـــده به وســیلهٔ تانکر از دلایل مهم مؤثر بر اســتفاده و استقبال بهره‌برداران از تانکرها برای تأمین آب شرب دام‌ها تعیین گردیدند.

جدول ۵. توزیع فراوانی و درصد وضعیت عوامل تأثیرگذار بر استقبال دامداران از تانکر

گویه	میانگین امتیاز طیف لیکرت	رتبه میانگین	انحراف معیار	رتبه انحراف معیار
پایین بودن قیمت نهایی آب خریداری شده	۲/۸۴	۴	۱/۵۴	۵
عدم اطلاع دامداران از سایر روش‌های تأمین آب	۳/۳۰	۳	۱/۶۱	۶
عدم وجود قوانین محکم زیست محیطی بازدارنده در رابطه با تردد آزادانه تانکر	۳/۵۰	۲	۱/۲۷	۲
سادگی تأمین آب به وسیله تانکر	۳/۵۳	۱	۱/۱۷	۱
هزینه پایین انتقال آب به وسیله تانکر	۲/۸۴	۵	۱/۴۰	۴
کیفیت بالای آب تأمین شده به وسیله تانکر	۲/۵۷	۶	۱/۳۱	۳

۵.۳. عوامل عدم ا ستقبال دامداران از سیستم‌های استحصال آب باران

با بررســی‌های کارشــناســی، ۱۳ مورد از عواملی که ممکن اســت در عدم اســتقبال دامداران از ســیســتم‌های اســتحصــال آب باران تأثیرگذار باشــند تعیین گردید که جدول شـــمارهٔ (۶) میانگین امتیازهای این عوامل را در طیف لیکرت نشـــان می‌دهد. همان‌طور که مشـــاهده می‌گردد هزینه های ا حداث و مراقبت و عدم تو جه به مدیریت اصـولی و پایدار از مهم‌ترین دلایل عدم اسـتقبال بهره‌برداران از سیستم‌های استحصال آب باران برای تأمین آب شرب دام‌ها می‌باشند.

۶.۳. مکان‌یابی مناطق دارای پتانسیل استحصال آب شرب برای دام

به منظور انتخاب مکان‌های مناسـب برای اسـتحصـال آب باران از روش تلفیق سـیسـتم‌های تصـمیم‌گیری چند معیاره و نرمال سازی داده‌های ر ستری پیو سته در محیط GIS در بازهٔ صـفر الی یک اقدام گردید. بدین منظور ابتدا با در نظر گرفتن مطالعات کتابخانه‌ای و نظرات کارشناسان خبره و گستردگی عوامل مؤثر در مکان‌یابی استحصال آب باران ن سبت به تعیین عوامل مؤثر باتوجه به نیاز تحقیق و در نهایت وزن‌دهی آن معیارها و تهیهٔ نق شهٔ نهایی مناطق دارای پتانسیل ا ستحصال آب باران برای شرب دام اقدام گرد ید (جدول شـــمارهٔ ۷). برای این منظور، لا یه های اطلاعاتی هر یک از معیارها با اســتفاده از تابع عضـــویت خطی فازی بین صـــفر (حداقل عضـــویت) و یک (حداکثر عضویت) ا ستاندارد سازی شدند. معیار بافت خاک که یک معیار کیفی می‌باشـد با اسـتفاده از نظر کارشـناسـان و بر اساس قابلیت نفوذپذیری، کلاس‌های بافت خاک به مقادیر کمّی تبدیل شـــدند به‌طوری‌که کلاس بافت خاک دارای

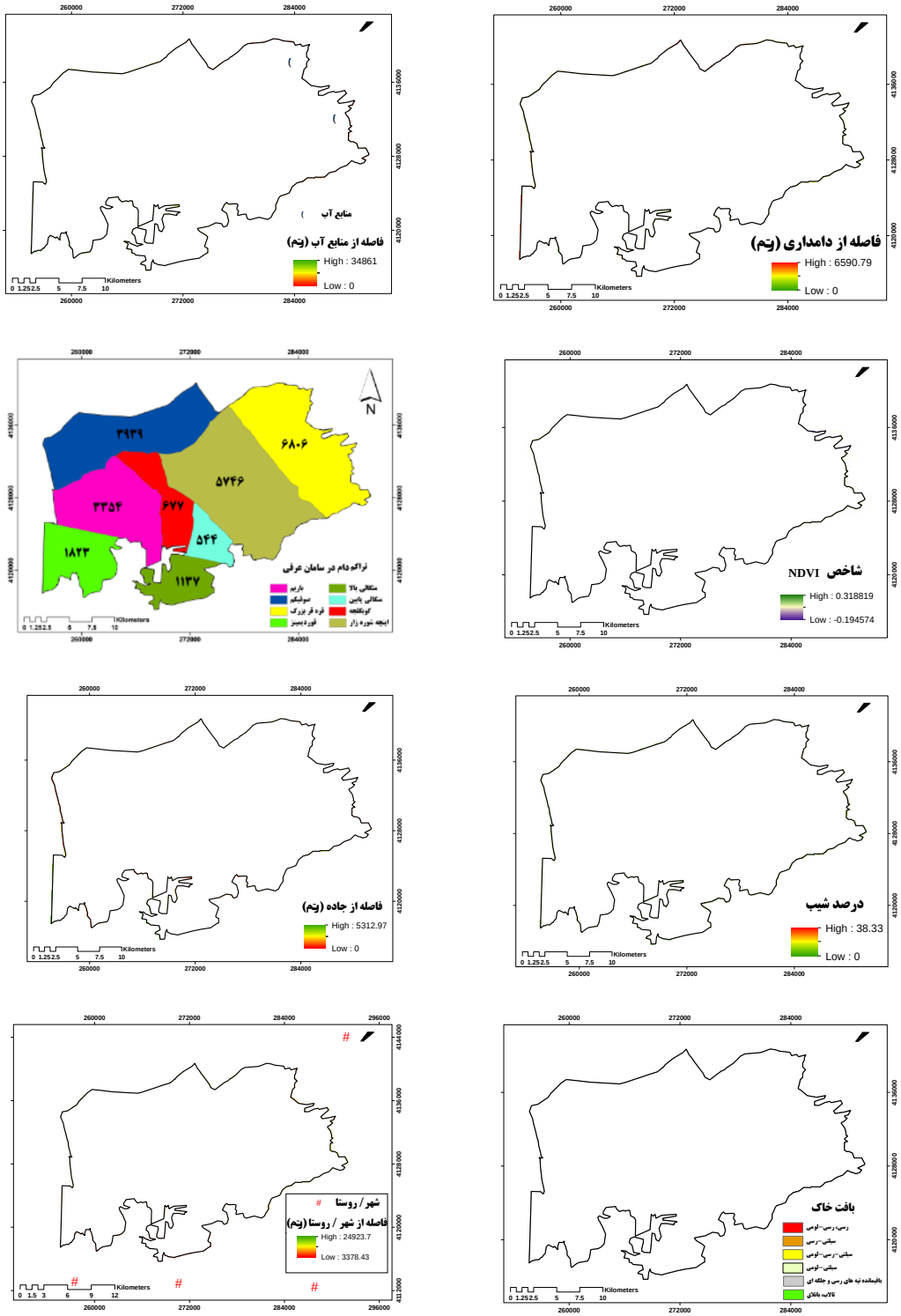
حداکثر نفوذ پذیری برابر صـــفر و کلاس دارای حداقل نفوذپذیری برابر یک مقداردهی شـدند و سـایر کلاس‌های بافت خاک مقادیری بین آن‌ها ارزش‌دهی شدند.

جدول ۶. توزیع فراوانی و درصد وضعیت عوامل عدم استقبال دامداران از سیستم‌های استحصال آب باران

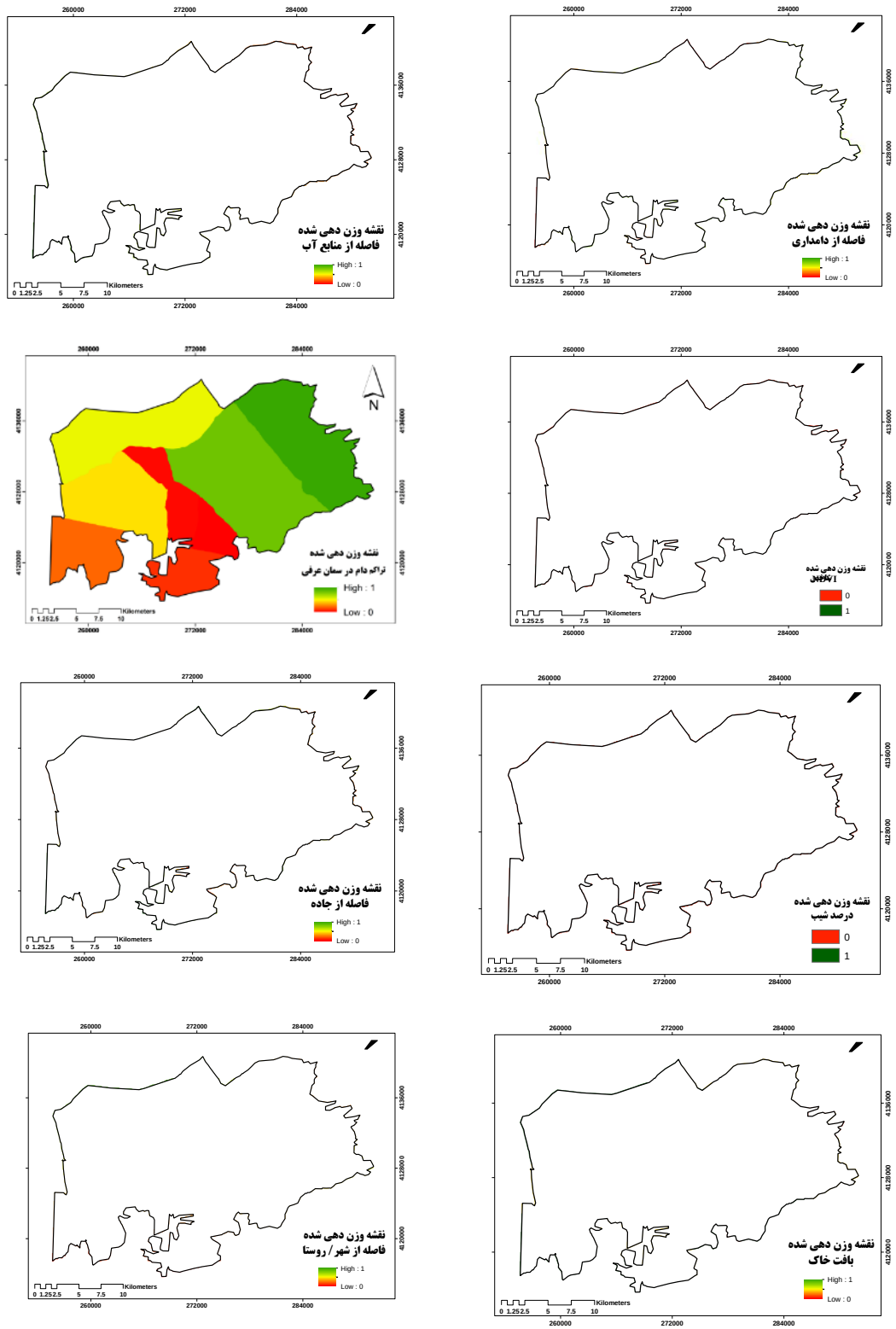
گویه	میانگین امتیازهای طیف لیکرت	رتبه میانگین	انحراف معیار	رتبه انحراف معیار
فقدان اطلاع و آگاهی	۳/۵۳	۵	۱/۵۰	۱۳
عدم اعتقاد به مفید بودن سیستم	۳/۱۱	۹	۱/۴۲	۱۱
هزینهٔ بالای احداث سیستم‌های استحصال آب باران	۴/۰۷	۱	۰/۹۳	۱
هزینهٔ بالای مراقبت و نگهداری	۳/۷۳	۳	۱/۴۰	۱۰
عدم برگزاری کلاس‌های ترویجی و آموزشی	۳/۵۰	۶	۱/۱۴	۵
عدم وجود دانش فنی	۳/۳۰	۷	۱/۳۱	۹
نامناسب بودن شرایط اقلیمی	۳/۰۳	۱۰	۱/۲۴	۸
پایین بودن قیمت آب بهاء	۲/۸۴	۱۱	۱/۲۰	۶
کیفیت پایین آب استحصال شده	۲/۸۰	۱۲	۱/۲۰	۷
عدم حمایت / تشویق مالی	۳/۷۳	۴	۰/۹۶	۲
عدم توجه به مدیریت اصولی و پایداری منابع طبیعی	۳/۹۲	۲	۰/۹۷	۳
در دسترس بودن سایر منابع آب به غیر از تأمین آب به وسیلهٔ تانکر	۲/۶۵	۱۳	۱/۴۶	۱۲
نامطمئن / ناپایدار بودن تأمین آب به وسیله سیستم‌های استحصال آب باران	۳/۱۹	۸	۰/۹۸	۴

جدول ۷. وزن نهایی معیارهای مؤثر در مکان‌یابی مناطق مناسب استحصال آب باران در منطقهٔ مورد مطالعه

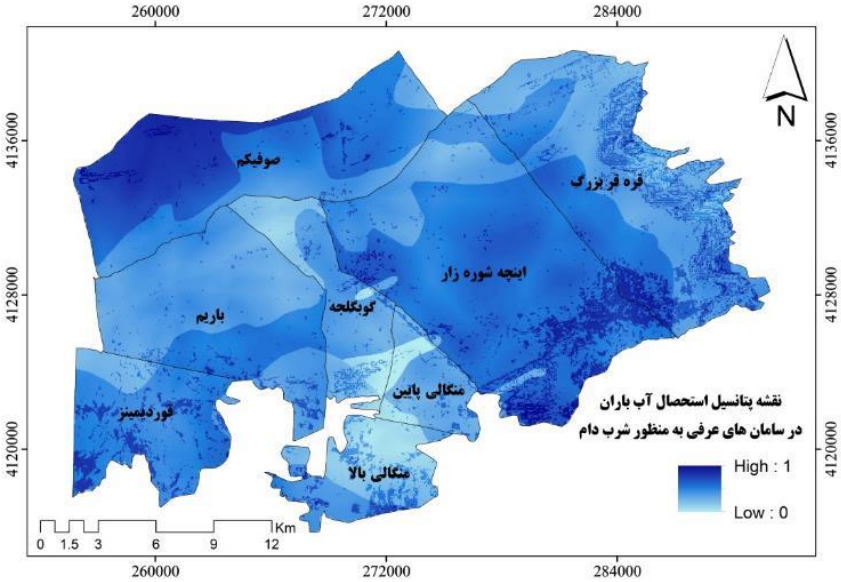
معیار	وزن
فاصله از منابع آب	۰/۲
فاصله از دامداری	۰/۱۷
تراکم دام در سامان عرفی	۰/۱۷
شاخص نرمال‌شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)	۰/۱۵
فاصله از جاده	۰/۱
درصد شیب	۰/۰۸
فاصله از مناطق مسکونی	۰/۰۷
بافت خاک	۰/۰۶
جمع	۱



شکل ۴. نقشهٔ معیارهای تأثیرگذار بر پتانسیل استحصال آب باران در منطقهٔ مورد مطالعه



شکل ۵. نقشهٔ وزن‌دهی شده معیارهای تأثیرگذار بر پتانسیل استحصال آب باران در منطقهٔ مورد مطالعه



شکل ۶. نقشهٔ پتانسیل استحصال آب باران برای شرب دام براساس وزن‌های نظرات کارشناسان در منطقهٔ مورد مطالعه

نتایج روش‌ها و تکنیک‌های مورد استفاده در این تحقیق نشان داد که در حدود ۲۹۴۹/۳۹ هکتار (۵/۱۹ درصد) از منطقهٔ مورد مطالعه پتانسیل مناسبی برای اجرای پروژه‌های استحصال آب باران به منظور تأمین آب شرب دام دارد و همچنین مشخص گردید در حدود ۸۱۴۸/۸۷ هکتار (۱۴/۴۲) از منطقهٔ مورد مطالعه برای اجرای پروژه استحصال آب باران نامناسب می‌باشد.

۷.۳. آنالیز اقتصادی احداث سامانه‌های استحصال آب باران

میزان هزینه‌های لازم برای ایجاد یک سطح عایق به ابعاد ۹۰۰ مترمربع به همراه مخزن به حجم ۸۱ مترمکعب ذخیره برای تأمین آب شرب مورد نیاز ۹۰ الی ۱۰۰ رأس دام برا ساس فهر ست بهاء پروژه‌های آبخیزداری سال ۹۷ در جدول شمارهٔ (۸) ارائه می‌گردد.

این در حالی است که مطابق اظهارات بهره‌برداران هزینهٔ خرید و حمل آب به و سیلهٔ تانکر، برای ۹۰ الی ۱۰۰ رأس گوسفند تقریباً ۲۴/۰۰۰/۰۰۰ ریال در سال می‌باشد.

با در نظر گرفتن عمر مفید ۳۰ ساله برای سطوح آبگیر عایق و نرخ تنزیل‌های ۸، ۱۲ و ۱۸٪ میزان هزینهٔ لازم برای احداث و نگهداری از سطح عایق به همراه آب‌انبار(مخزن) با روش تهیهٔ آب به وسیلهٔ تانکر مقایسه گردید و در جدول شمارهٔ (۱۰) نتایج نهایی ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد احداث و استفاده از سطوح عایق از نظر اقتصادی کاملاً توجیه پذیر است و اگر خدمات نگهداری سالانه به صورت داوطلبانه و با مشارکت کامل خود بهره‌برداران صورت گیرد هزینه‌ها خیلی کمتر از این میزان نیز خواهد شد.

جدول ۸. هزینهٔ احداث سطح عایق و مخزن ذخیره براساس فهرست بهاء پروژه‌های آبخیزداری سال ۹۷

ردیف	شرح	ابعاد سازه	مبلغ (ریال)
۱	هزینهٔ احداث سطح عایق	۹۰۰ مترمربع	۱۸۳۵۱۶۸۰۰
۲	هزینهٔ احداث مخزن	۸۱ مترمکعب	۴۶۵۵۳۲۰۰
۳	جمع کل هزینه‌ها	-	۲۳۰۰۷۰۰۰۰

جدول ۹. حجم آب تولیدی سطوح عایق و حمل تانکر

مدت زمان	سطوح عایق (مترمکعب)	تانکر (مترمکعب)
۵ ماه (مدت زمان حضور دام در سال)	۸۷۷۵۰	۸۰۰۰۰

جدول ۱۰. مقایسهٔ هزینهٔ برآوردی احداث سطوح آبگیر عایق با تهیهٔ آب به وسیلهٔ تانکر در دورهٔ ۳۰ ساله

روش	سال اول (میلیارد ریال)	دورهٔ ۳۰ ساله (میلیارد ریال)		
		نرخ تنزیل ۱۸٪	نرخ تنزیل ۱۲٪	نرخ تنزیل ۸٪
سطوح عایق	۰/۲۳	۰/۸۶	۰/۴۲	۰/۳۲
تانکر	۰/۰۲	۱۸/۹۸	۵/۷۹	۲/۷۱

نتایج حاصل از محاسبه‌ی دوره برگشت سرمایه در روش احداث سطوح آبگیر عایق در جدول شماره ۱۱ و نتایج حاصل از بررسی نسبت منافع به هزینه در جدول شماره ۱۲ ارائه می‌گردد. نتایج بررسی دوره بازگشت سرمایه نشان داد تقریباً از سال شانزدهم به بعد اجرای طرح سطوح عایق میزان درآمد از میزان هزینه بیشتر و سوددهی طرح آغاز می‌گردد.

جدول ۱۱. نقطه سر به سر محاسبات (دوره برگشت سرمایه) احداث سطوح عایق

نرخ تنزیل ۱۸٪	نرخ تنزیل ۱۲٪	نرخ تنزیل ۸٪
سال شانزدهم اجرای طرح	سال پانزدهم اجرای طرح	سال پانزدهم اجرای طرح

جدول ۱۲. نسبت منافع به هزینه (B/C) در روش احداث سطوح عایق

نرخ تنزیل ۱۸٪	نرخ تنزیل ۱۲٪	نرخ تنزیل ۸٪
۱۳/۶۹	۶/۲۲	۳/۸۳

۴. بحث و نتیجه‌گیری

چرای دام در سطح مراتع وابسته به وجود منابع آب و پراکنش مناسب آن است. با توجه به وضعیت کنونی مراتع دشت آق قلا که به‌دلیل فقدان منابع آب سطحی جاری و زیرزمینی مناسب در اثر تردد تراکتورها و تانکرهای حمل آب شرب دام از مسیرهای گوناگون و دلخواه دچار تخریب گستردهٔ سرزمین شده است، نیاز به برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر این مراتع از طریق تأمین آب شرب دام‌ها به شیوه‌های جایگزین به شدت احساس می‌شود. یکی از راه کار های مدیریتی در مراتع برای بهره‌برداری بهتر و پراکنش مناسب دام در سطح مراتع، فراهم‌سازی پراکنش مناسب منابع آب از طریق استحصال آب باران می‌باشد. با جمع‌آوری و هدایت آب باران در هنگام بارش و ذخیرهٔ آن می‌توان در مواقع نیاز، برای شرب دام و همچنین در عملیات های اصلاحی و احیایی مراتع استفاده کرد. بنابراین هدف این تحقیق شناسایی مناطق مناسب استحصال آب باران در سطح مراتع شمال شهرستان آق‌قلا به منظور تأمین آب شرب مورد نیاز دام‌ها می‌باشد. بر همین اساس طی مراحل تحقیق و بازدیدهای میدانی و

با تحلیل پرسشنامه‌ای مشخص گردید که بیش از ۸۴ درصد از کارشناسان و در حدود ۷۳ درصد از بهره‌برداران، پتانسیل مراتع آق‌قلا را برای استحصال آب باران متوسط و بالاتر می‌دانند. این نتایج نشان دهندهٔ پتانسیل نسبتاً بالای استحصال آب باران در منطقهٔ مورد مطالعه می‌باشد. شایان ذکر است درصد بهره‌بردارانی که پتانسیل استحصال آب باران را زیاد و خیلی زیاد (۲۸/۰۲) ارزیابی کرده‌اند خیلی کمتر از کارشناسان (۴۶/۱۴) می‌باشد. بنابراین بهره‌برداران به‌دلیل عدم اطمینان بالا به امکان استحصال آب باران، به روش تأمین آب با تانکر بسنده کرده‌اند به‌طوری‌که تردد تانکرها در سال‌های متمادی از مسیرهای متعدد و دلخواه باعث افزایش تراکم راه‌های فرعی، نابودی پوشش گیاهی، فشردگی خاک سطحی و کاهش نفوذپذیری و در نهایت باعث تخریب گستردهٔ سرزمین و ظهور کانون‌های ریزگرد محلی در سطح مراتع شده است.

در حالی که مرور ادبیات علمی نشان می‌دهد مناسب‌ترین روش تأمین آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک احداث سیستم سطوح آبگیر عایق به همراه مخزن ذخیره می‌باشد [۲۸]. بنابراین ترویج احداث و استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران با رویکرد مشارکتی از طریق تشویق بهره‌برداران و ارائهٔ آموزش‌های ضروری با برگزاری دوره‌های آموزشی منظم امری ضروری برای نهادینه سازی احداث سطوح عایق استحصال آب باران در سطح مراتع می‌باشد تا بهره‌برداران با مشاهدهٔ عینی نتایج و فواید آن، به صورت داوطلبانه نسبت به استفادهٔ بیشتر از این سیستم‌ها تشویق شوند [۱۱، ۱۲ و ۲۶]. با بررسی پرسشنامه‌ها مشخص گردید در حدود ۷۰ درصد از بهره‌برداران تمایل به احداث و استفاده از سامانه‌های استحصال آب را دارند که این امر نشان دهندهٔ آمادگی بالا برای پذیرش این سیستم در منطقه می‌باشد که این میزان تمایل بالا با نتایج تحقیقات [۹، ۱۶، ۲۵]، مطابقت دارد. همچنین کارشناسان منابع طبیعی به ترتیب سادگی تأمین آب به وسیلهٔ تانکر با میانگین امتیاز ۳/۵۳، عدم وجود قوانین محکم زیست محیطی در رابطه با تردد آزادانهٔ تانکر با میانگین امتیاز ۳/۵۰ و عدم اطلاع دامداران از سایر روش‌های تأمین آب با میانگین امتیاز ۳/۳۰ را مهم‌ترین دلایل مؤثر بر استفاده از تانکرها برای تأمین آب شرب دام در این منطقه ذکر کردند. در حالی‌که می‌توان با اجرای آزمایشی و مشارکتی پروژه های استحصال آب باران و نشان دادن مزایای حاصل از اجرای آن از ادامهٔ روند تخریب بیشتر مراتع این منطقه در اثر فشردگی خاک سطحی ناشی از تردد تراکتورها و تانکر های حمل آب جلوگیری کرد و مانع از پدیدهٔ بیابانزایی و وقوع گردوغبار در منطقه گردید. تأمین آب به وسیلهٔ تانکر برای بهره‌برداران، همراه با هزینه هر روزه و متغیر خرید آب می‌باشد. با ایجاد سامانه‌های استحصال آب باران و یکبار هزینه، دیگر نیازی به خرید آب و حمل آن در سطح اکوسیستم حساس مرتعی منطقه نمی‌باشد و تنها هزینه‌ای که دامداران متقبل می‌شوند هزینهٔ نگهداری از سازه و لایروبی مخزن آن می‌باشد. آنالیزهای اقتصادی شرایط احداث و نگهداری از این سازه‌ها، استفاده از این سامانه‌ها دارای توجیه اقتصادی نشان داد.

شایان ذکر است که آثار پدیدهٔ شوم بیابانزایی در گوشه و کنار این مراتع قشلاقی قبلاً آشکار گردیده است و حتی ظهور اشکال ژئومورفولوژیکی به‌صورت نبکاها در تعدادی از تحقیقات اخیر گزارش شده است [۴]، که بایستی به‌عنوان زنگ هشداری برای مدیران، کارشناسان و بهره‌برداران منابع طبیعی منطقه قلمداد شود و برای کنترل به موقع پدیدهٔ بیابانزایی در منطقه راهکارهای مدیریتی مناسب را پیاده کرد. قطعاً استقرار سیستم استحصال آب باران تنها راهکار نجات مراتع این منطقه از تخریب گستردهٔ سرزمین نمی‌باشد، ولی با توجه به تخریبی که در سطح مراتع دشتی آق قلا به‌دلیل فشردگی سطح خاک در اثر تردد تراکتورها و تانکرهای حمل آب شرب دام ایجاد شده و در حال تداوم و گسترش می‌باشد، می‌تواند یکی از راهکارهای تأثیرگذار باشد. از سویی موفقیت سیستم‌های استحصال آب باران به مکان‌یابی و

شناسایی محل‌های مناسب برای اجرای آن وابسته است و ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاره ابزار کم هزینه و مفیدی را برای شناسایی مناطق مناسب استحصال آب باران فراهم می‌کند [۱۰ و ۲۹].

با استفاده از نظرات کارشناسان خبره وزن معیارهای فاصله از منابع آب، فاصله از دامداری، تراکم دام در سامان عرفی، شاخص نرمال‌شدهٔ تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)، فاصله از جاده، درصد شیب، فاصله از مناطق مسکونی و بافت خاک برای روش MCE به ترتیب ۰/۲، ۰/۱۷، ۰/۱۷، ۰/۱۵، ۰/۱، ۰/۰۸، ۰/۰۷، ۰/۰۶ محاسبه گردید. همان‌طورکه مشاهده می‌شود مهم‌ترین شاخص‌های تأثیرگذار بر استقرار سیستم سطوح آبگیر عایق در این مراتع شامل فاصله از منابع آب، فاصله از دامداری و تراکم دام می‌باشد [۲۳]. در نهایت با فازی سازی این متغیرها [۱۰]، نقشهٔ مناطق دارای استعداد استحصال آب باران با هدف شرب دام در بازهٔ صفر الی یک تهیه گردید. نتایج به‌دست آمده GIS نشان داد ۲۹۴۹/۳۹ هکتار (۵/۲ درصد) از مراتع مورد مطالعه پتانسیل بالایی در استحصال آب باران به منظور شرب دام دارند که این مناطق اکثراً در قسمت‌های جنوبی مراتع قره قربزرگ و اینچه شوره‌زار به دلیل تراکم بالای دام و نیاز بیشتر به منابع آب و قسمت‌های شمالی مرتع صوفیکم به دلیل فاصلهٔ زیاد از جاده و سختی حمل آب به منطقه قرار دارد. این نتایج قابلیت بالای سیستم اطلاعات جغرافیایی را در مکان‌یابی به روش تلفیق سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و تحلیل‌های فازی نشان می‌دهد که با نتایج [۱، ۷، ۸، ۱۵، ۲۱ و ۳۴] مطابقت بالایی دارد.

با توجه به یافته‌های فوق این‌طور می‌توان نتیجه‌گیری کرد وسعت قابل ملاحظه‌ای از سطح مراتع دشتی آق قلا پتانسیل مناسبی برای استقرار سیستم‌های استحصال آب باران دارد که در صورت عملیاتی نمودن سیستم‌های سطوح آبگیر عایق با پراکنش مناسب در عرصه‌های مستعد می‌توان از روند تخریب گستردهٔ مراتع که در اثر فشردگی خاک سطحی و از بین رفتن پوسته‌های بیولوژیکی به‌دلیل تردد تراکتورها و تانکرهای حمل آب شرب دام ایجاد می‌شود جلوگیری نمود و هم‌زمان با اجرای سایر اقدامات اصلاحی در راستای احیای این اکوسیستم حساس و حیاتی گام‌های مؤثری برداشت. با توجه به اینکه نتایج ارزیابی دیدگاه بهره‌برداران این اکوسیستم نشان می‌دهد، در صورت حمایت‌های مالی، آن‌ها آمادگی پذیرش این اقدام اصلاحی مؤثر را دارند. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در بخشی از این عرصهٔ وسیع، تعدادی سیستم سطوح آبگیر عایق به‌صورت پایلوت اجرا گردد و نتایج آن به مدت پنج الی ده سال مورد پایش و ارزشیابی قرار گیرد و درس آموخته های آن بعد از بازبینی‌های لازم به کل این اکوسیستم تعمیم داده شود.

References

[1] Adham, A., Riksen, M., Ouessar, M., and Ritsema, C. (2016). Development of a methodology for existing rainwater harvesting assessment in (semi-) arid regions. In: Ouessar et al. (eds.), Water and Land Security in Drylands, Springer International Publishing AG M. DOI 10.1007/978-3-319-54021-4_16

[2] Ahmadi, H., mohammadkhani, SH., Feiznia, S. and ghoddousi, J. (2005). A modeling of mass movement hazard (Case study: Taleghan watershed). Iranian Journal of Natural Resources, 58 (1), 3-14.

[3] Akhzari, D., Eftekhari Ahandani, S. and Sheikh, V. B. (2014). Spatial evaluation of suitable areas for potential runoff collection in a watershed system (Case study: Golbahar Khorasan Razavi watershed). Journal of Soil and Water Conservation Research, 22 (6), 295-305.

[4] Alinezhad, M., Hosseinalizade, M., ownegh, M. and Mohammadian Behbahani. A. (2017). Geomorpho-pedological analysis of Nebka landscape in Sufikam Plain, Golestan Province. Desert Ecosystem Engineering Research Journal, ۶ (۱۶), ۵۹-۷۰.

[5] Eshaghi, S.R., Rezaei, R., hejazi, S. y., shiri, N. and Ghadimi, S.A. (2013). Analysis of factors affecting rural participation in natural resources conservation plans, Iranian Journal of Economic Research and Agricultural Development, 44 (3), 463- 471.

[6] Esmail Ouri, A., Golshan, M. and Khorshidi Mianaei, K. (2017). Site selection for rainwater harvesting using GIS and AHP (Case study: Sombor-Chai watershed, Ardabil Province, Iran). Geography and Planning, 61, 37-56.

[7] Ehrgott, M., Figueira, J. and Greco, S. (2010). Multiple criteria decision analysis and geographic information systems. In: Greco et al., (eds), Trends in Muitiple Criteria Decision Analysis, Springer, US, 369-395.

[8] Hessari, B., Goharnejad, A. and Solaimani, K. (2018). Site selection of micro- catchment water harvesting systems at basin scale, with intersecting methods in GIS (Case study of NazlouChay Basin, Western Azerbaijan). Journal of Conservation and Soil Research, 25 (1), 199-214.

[9] Islam, M. M., Chou, F. N. F. and Kabir, M. R. (2011). Feasibility and acceptability study of rainwater use to the acute water shortage areas in Dhaka City, Bangladesh. Natural Hazards, 56, 93-111.

[10] Jafari Shalamzari, M., Gholami, A., Khalighi Sigaroudi, SH., Alizadeh Shabani, A. and Arzani, H. (2018). Site selection for rainwater harvesting for wildlife using multi-criteria evaluation (MCE) technique and GIS in the Kavir National Park, Iran. Journal of Rangeland Science, 8 (1), 77-92.

[11] Jafari Shalamzari, M., Sadoddin, A., Sheikh, V. and Abedi Sarvestani, A. (2016). Analysis of adaptation determinants of domestic rainwater harvesting systems (DRWHs) in Golestan province, Iran. Environmental Resources Research, 4(1), 27–43.

[12] Jafari Shalamzari, M., Sheikh, V.B., Sadoddin, A. and Abedi Sarvestani, A. (2016). Public perception and acceptability toward domestic rainwater harvesting in Golestan Province, limits to up-scaling, Ecopersia, 4(3), 1437-۱۴۵۴.

[13] Jafari Shalamzari, M. and Gholi Nejad, B. (2012). Different ways to provide potable water in arid lands. Proceedings of the First National Conference on Iranian Watershed Systems, Mashhad, Iran, pp. 35-49.

[14] Mbilinyi, B.P., Tumbo, S.D., Mahoo, H.F. and Mkiramwinyi, F.D. (2007). GIS- based decision support system for identifying potential sites for rainwater harvesting. Physics and Chemistry of the Earth, 32, 1074–1081.

[15] Mbilinyi, B.P., Tumbo, S.D., Mahoo, H.F., Senkondo, E.M., and Hatibu, N. (2005). Indigenous knowledge as decision support tool in rainwater harvesting. Physics and Chemistry of the Earth, 30, 792-798.

[16] Noori, Z. and Zare Chahouki, M.A. (2018). Optimal use of rainwater harvesting: A strategy to deal with water shortages in arid and semi-arid regions. Journal of Water and Sustainable Development, 5 (1), 115-122.

[17] Pahlevani, p., Dastorani, M., Tabatabaee Yazdi, J. and Vafakhah, M. (2016). Evaluation and comparison of rainwater harvesting potential from roof catchments in different climatic conditions (Case Study: Mashhad and Noor in Iran). Journal of Rainwater Catchment Systems, 4 (3), 1-10.

[18] Pakdaman, M. S. and Jamali, A. A. (2014). Application of multi criteria decision making (MCDM) methods to locate flood spreading using the underground feeding approach (Case study of Khan Sorkh Watershed, (Aligodarz). Proceedings of the 21st National Geomatics Conference, Tehra, Iran.

[19] Poormohammadi, S. and Khalili, M. (2016). Economic evaluation of rainwater harvesting with cloud seeding technology (Case Study: Hamedan Province). Journal of Rainwater Catchment Systems, 4 (11), 32-25.

[20] Prinz, D. (2000). Global and European Water Challenges in the 21st Century. Keynote Speech. Proceedings, 3rd Inter-Regional Conference on Environment-Water "Water Resources Management in the 21st Century", 1 – 3 June, Budapest/Hungary, 247 – 254.

[21] Ray-Shyan, Wu., Molina, G, L, L. and Hussai, F. (2018). Optimal sites identification for rainwater harvesting in Northeastern Guatemala by analytical hierarchy process. Water Resources Management, 32, 4139–4153.

[22] Ramezani Mehriyan, M., Malek Mohammadi, B. and Rafiei, Y. (2010). Application of fuzzy logic to localization of artificial aquifer recharge by integrating AHP and FTOPSIS methods. Ecology, 38 (3), 99-108.

[23] Sarvei, V., Khanmohammadi, M., Shahbazi, M. and Soheili, A. (2016). Mapping of rainwater harvesting-prone areas for wildlife using hierarchical methods. Proceedings of the 5th Conference of Rainwater Basin Systems, Rasht, Iran.

[24] Shahvali, M. and Abedi Sarvestani, A. (2006). Investigation and optimization of native structures for water collection in arid and semiarid rangelands. Geographical Journal of Fars Province, 21 (1), 74-101.

[25] Sheikh, V.B. (2020). Perception of domestic rainwater harvesting by Iranian citizens. Sustainable Cities and Socity. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102278

[26] Sheikh, V.B. (2020). Role of governments in expansion of household rainwater harvesting systems: introduction to experiences of some countries. Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems, 7(3), 49-66

[27] Sheikh, V, B., Pourali, R. and Asgari, H.R. (2012). Sowma: a traditional surface runoff harvesting practice in arid and semi-arid regions of NE Iran. The 8th International Symposium Agro Environ 1 - 4 May 2012, Wageningen, the Netherlands.

[28] Sheikh, V.B., Jafary Shalamzari, M. and Gholami, A. (2017). Traditional and Modern Water Harvesting Techniques. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources Publication Centre, 433pp.

[29] Singh, L.K., Jha, M.K. and Chowdary, V.M. (2017). Multi-criteria analysis and GIS modeling for identifying prospective water harvesting and artificial recharge sites for sustainable water supply. Journal of Cleaner Production, ۱۴۲, ۱۴۳۶□۱۴۵۶.

[30] Tabatabaee Yazdi, J., Davari, K. and Raof, Y. (2007). Economic analysis of rainwater harvesting methods for agricultural use. A Case study of North Khorasan Natural Resources Research Station. Proceedings of the 6th Iranian Conference on Agricultural Economics, Mashhad, Iran, pp. 159-168.

[31] Tabatabaee Yazdi, J., Ghodsi, M., Haghayeghi, S. and Rahnavard, M. (2006). Rainwater Harvesting,: a method for managing rainfall in arid regions. Proceedings of the Second Conference on Water Resources Management, Isfahan, Iran.

[32] Tahvili, Z., Malekian, A., Khosravi, H. and Khalighi Sigaroudi, S. (2017). Rain water harvesting potential locating in arid regions using TOPSIS (Case study of Naein Plain). Journal of Irrigation and Water Engineering, 7 (27), 60-۷۴.

[33] Weerasinghe, H., Schneider, U. A., and Löw, A. (2011), Water harvest- and storage- location assessment model using GIS and remote sensing, Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 8, 3353–3381, https://doi.org/10.5194/hessd-8-3353-2011, 2011.

[34] Yousefi, M., Noormohammadi, S. and Memariyan, H. (2015). Site selection of water harvesting projects in arid and semi- arid watersheds using multi- criteria hierarchy decision making in GIS environment (Case study:Roodsarab watershed, Khooshab, Iran). Journal of Rainwater Catchment Systems, 3 (3), 59-73.