استفاده از رواناب‌های سطوح سنگی در آبیاری تکمیلی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز زشک- ابرده شهرستان طرقبه-شاندیز)

محدثه رحیم پور[۱] سید محمد تاجبخش[۲۱] هادی معماریان[۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری دانشگاه بیرجند
۲و۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳
تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۷

چکیده

روش استحصال آب با استفاده از رواناب ها از جمله راهکارهایی است که از عامل ریسک در کشور کاسته و از پایداری و ثبات بیشتری در عملکرد محصول در مناطق خشک و نیمه خشک برخوردار می باشد. در این مقاله سعی شده پتانسیل استفاده از رواناب‌های مناطق توده سنگی بالای ۹۰ درصد در منطقه زشک – ابرده برای آبیاری تکمیلی نهال های قابل کشت تحلیل شود. بر اساس این بررسی اگر میزان رواناب های حاصله فقط در ۴ ماه (خرداد، تیر، مرداد، شهریور) در سال از مجموع اراضی توده سنگی بالای ۹۰ درصد که ۴۳۳ هکتار از کل حوضه را پوشش می‌دهد، جمع‌آوری و مورد بهره برداری قرار گیرد، ۸۶۶۰۰۰ متر مکعب آب قابل استحصال خواهد بود که سبب کاهش اتکا به منابع زیرزمینی حوضه می‌گردد و می‌تواند بخش معنی داری از کمبود آب آبیاری را در فصول خشک تامین نماید. ضمن اینکه کارکردهای اکوسیستمی حاصل از استحصال آب از سطوح سنگی در حوضه آبخیز زشک-ابرده حداقل ۶۵۰ دلار به ازای هر هکتار خواهد بود که نشان از توجیه پذیری اقتصادی اینگونه تکنیک ها است.

واژه‌های کلیدی: استحصال آب باران، آبیاری تکمیلی، سامانه سطوح آبگیر، سطوح سنگی، رواناب

مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت در کنار مصرف بی‌رویه آب مشکلات زیادی را در تامین آب شهریو روستایی کشور فراهم نموده است. با توجه به اینکه عمده مصرف آب در بخش کشاورزی است، لذا ضرورت تحقیق در زمینه استفاده از منابع آب جایگزین و نیز روش‌های صرفه جویی در مصرف آب بسیار ضروری است (تاجبخش و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از روش‌هایی که به طور غیر مستقیم می‌تواند جایگزین منابع آب معمول، نظیر چاه، قنات و رودخانه باشد، استحصال مستقیم آب باران است. استحصال آب باران روشی برای توسعه بهره برداری از منابع آب سطحی در منطق خشک است که به وسیله آن می‌توان آب مورد نیاز مصارف خانگی، دام و کشاورزی را در مقیاس کوچک تأمین نمود. توسط سیستم‌های استحصال آب، نزولات آسمانی جمع‌آوری و ذخیره شده و سپس به روش‌های مختلف به مصرف می رسند (صادق زاده، ۱۳۹۲). در این زمینه، سامانه‌های سطوح آبگیر باران، روشی شناخته شده در استفاده از نزولات جوی، با هدف ایجاد و توسعه پوشش گیاهی به کار برده می شوند. سامانه‌های سطوح آبگیر باران به دو گروه سنتی و نوین تقسیم بندی می‌شوند (Oweis, 1999). دلیل این تقسیم بندی صرف نظر از اندازه سطوح آبگیر، موقعیت مکانی احداث، نوع و چگونگی ذخیره‌سازی آب‌های جمع‌آوری شده، امکان پذیری، پذیرش و به کارگیری توسط کاربران می‌باشد که نکته مهمی در اشاعه فرهنگ و مدیریت و استفاده بهینه از ریزش‌های جوی محسوب می‌گردد. سطوح آبگیر نوین، در واقع سامانه‌های اصلاح و تکمیل شده سنتی هستند که با اسامی علمی نوین و در تناسب با ویژگی‌ها و کاربردهای هریک از سامانه‌ها به جوامع مختلف انسانی معرفی شده اند (Cartaud et al. , 2005). این سیستم ها بر این اساس طراحی می گردند تا رواناب حاصل از سطح آبخیز با مساحت چند مترمربع را به پای گیاه هدایت نموده و پس از نفوذ و

[1] نویسنده مسئول: سید محمد تاجبخش tajbakhsh.m@birjand.ac.ir

ذخیره آن در ناحیه ریشه، به مصرف گیاه برسد. روش سطوح آبگیر کوچک به طور معمول برای کاشت درخت استفاده می‌شود و مشخصه آن ورود مستقیم آب از یک سطح آبگیر نسبتا کوچک به پای ریشه گیاه می‌باشد (Oweis, 1999).

استحصال آب باران به صورت سنتی در نقاط مختلف با اسامی خاص همان منطقه شناخته می‌شود که از آن جمله می‌توان به هوتک و خوشاب‌های سیستان و بلوچستان و یا بندسارهای استان خراسان اشاره کرد (طباطبایی و همکاران، ۱۳۸۸). سوابق موجود استحصال آب باران در دنیا نشان می‌دهد که این روش اولین بار در صحاری فلسطین اشغالی با بارندگی متوسط ۹۰ میلی متر در سال، مورد استفاده قرار گرفت و این امر منجر به افزایش تولید علوفه در این منطقه گردید (موسوی و شایان، ۱۳۶۴). Tavakoli (2002)، سطوح آبگیر ناودانی شکل را در استرالیا برای هدایت آب باران به باغات مورد استفاده قرار داد که نتایج آن به صورت دستورالعملی برای تامین آب اضطراری در مناطق خشک این کشور در آمد. Sepaskhah & Fooladmand (1989)، در تحقیقاتی از روش سامانه سطوح آبگیر برای ایجاد باغ انگور دیم تحت عنوان "هدایت آب حوضه به پای هر درخت" استفاده نمودند که نتایج آن منجر به افزایش رشد درختان، کمیت و کیفیت محصول گردید. استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی در بسیاری از مناطق خشک با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. بدین منظور آب باران از اراضی مجاور جمع‌آوری و ذخیره می‌شود و در زمان کمبود آب به مصرف گیاه می‌رسد.

امروزه به طور سنتی و نوین از این نوع سامانه‌ها برای تامین آب برای کشت گیاهان و ایجاد باغ بر روی دامنه‌های شیب‌دار در بسیاری از نقاط کشور استفاده می‌شود که در تمامی آنها وجود سطح تولید کننده رواناب استفاده از تیمارهای مختلف جهت افزایش تولید رواناب در سطح سامانه و وجود چاله پذیرنده رواناب در محل کشت نهال یا گیاه مورد نظر الزامی می‌باشد (شعاعی و همکاران، ۱۳۸۲). نجفی و برزگر در جنگل‌کاری با آب باران و ارزیابی رشد درخت بادام، بنه و کاج با انواع روش‌های سطوح آبگیر نشان دادند که ایجاد بانکت‌های هلالی در شیب‌های ۲۰ تا ۲۵ درصد باعث ذخیره آب باران و حفظ رطوبت در محدوده خاک درختان کاشته شده گردید و درختان از رشد مطلوبی برخوردار شدند. جهت نفوذ حداکثر رواناب در محدوده رشد گیاه در سامانه‌های طوح آبگیر باران، از مالچ گیاهی، کود دامی و سوپر جاذب‌ها به لحاظ داشتن تخلخل و ظرفیت نگه داشت بالای آب، استفاده می‌شود (صادق زاده، ۱۳۹۲). یکی ازمناطق مناسب جهت استحصال آب درنواحی خشک برونزدهای سنگی می‌باشد. با اینکه بیرون‌زدگی‌های سنگی، بخش قابل توجهی از آب باران را از طریق درز و شکاف‌های خود جذب می‌کنند، اما با این وصف، استفاده از این رخساره‌های ژئومورفولوژیک در برخی نقاط دنیا از جمله در کشور کنیا به عنوان یک سیستم استحصال آب باران بسیار مورد توجه قرار گرفته است، به طوری که تنها در منطقه ایموسومبه Kitui در این کشور، ۴۰۰ منبع ذخیره رواناب ناشی از بیرونزدگی‌های سنگی احداث شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند (Nissen-Petersen 2006). طبیعتا در این روش بیرونزدگی‌های سنگی مد نظر هستند که دارای حداقل درز و شکاف، بدون پوشش گیاهی و خاک باشند. اجزای این سیستم شامل رخساره سنگی به عنوان منبع تولید رواناب، دیواره جمع آوری و هدایت کننده آب، کانال انتقال و منبع ذخیره (تانک و سدهای کوتاه سنگی یا خاکی) است. متاسفانه در این زمینه یعنی استفاده از رواناب‌های سطوح سنگی که به صورت طبیعی در حوضه‌های آبخیز وجود دارند جهت آبیاری تکمیلی تحقیق جامعی در داخل کشور نشده است و تحقیقات خارج از کشور نیز عمدتا متمرکز بر مطالب کلی و راهنمای طراحی این سیستم‌هاست. مهمترین تحقیق مرتبط با این موضوع در سال ۱۳۹۲توسط تاجبخش و همکاران ارائه شده است. آنها در مقاله خود به چگونگی استفاده از رواناب مناطق توده سنگی در ارتفاعات جنوبی شهر مشهد و در بخشی از طرح کمربند سبز شهری با مبنای آبیاری تکمیلی نهال‌های قابل کشت پرداخته‌اند. بر اساس نتایج بدست آمده از این مطالعه اگر فقط ۱۰درصد رواناب حاصله از مجموع ۳۲۱ هکتار اراضی توده سنگی توسط سازه ها و تجهیزات جانبی جمع‌آوری و مورد بهره برداری قرارگیرد، قابلیت تولید ۶۰۰۰ متر مکعب آب برای آبیاری حدود ۱۴۰۰۰ نهال فراهم خواهد شد.

به نظر می‌رسد راهبردهای کلیدی در کشت گیاهان دیم در مناطق خشک و نیمه خشک جهت به حداقل رساندن ریسک نابودی کامل محصولات، استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران می‌باشد. با توجه به اینکه کشور ما در منطقه

خشک و نیمه خشک واقع گردیده لذا لزوم استفاده بهینه از نزولات آسمانی موجود ضروری است. نکته مهم دیگر توجه به ارزش اقتصادی آب در این مناطق است که می‌توان با توجه به تحلیل اقتصادی و ارزش گذاری کارکردهای اکوسیستمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، اجرای چنین پروژه هایی را در مناطق خشک به لحاظ اقتصادی و زیست محیطی توجیه نمود. می‌توان آب را به شکل یک دارایی طبیعی در نظر گرفت و ارزش آن را به توانایی‌اش در ایجاد جریان های کالا و خدمات در طول زمان نسبت داد. در این مطالعه نیز کارکردهای اکوسیستمی سامانه جمع‌آوری آب باران از سطوح سنگی با توجه به پتانسیل سنجی استحصال آب باران از سطوح سنگی بالای ۹۰ درصد برای جمع‌آوری آب در تامین نیاز آبی نهال‌ها و ذخیره کردن آن جهت کمک به آبیاری تکمیلی در حوضه آبخیز زشک-ابرده شهرستان طرقبه-شاندیز مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

فعالیت‌های کشاورزی در حوضه آبخیز زشک-ابرده از منابع مهم درآمدی روستانشینان منطقه بوده و جنبه اکوتوریستی بالایی دارد. این حوضه آبخیز همچنین یکی از زیر حوضه‌های حوضه آبریز کشف رود بوده که به نوعی یک حوضه آبخیز شهری نیز محسوب می‌شود و بر اساس مطالعات انجام شده توسط مهندسین مشاور آبخیز گستر شرق (۱۳۹۳) و همچنین با توجه به شواهد و سوابق تاریخی دارای پتانسیل سیل خیزی بالایی نیز می‌باشد ولی با کمبود آب در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور جهت آبیاری باغ ها و زراعت در منطقه روبه رو است.

بنابراین هدف از این تحقیق، پتانسیل سنجی استحصال آب باران از سطوح سنگی بالای ۹۰ درصد برای جمع‌آوری آب در تامین نیاز آبی نهال‌ها و ذخیره کردن آن جهت کمک به آبیاری تکمیلی در حوضه آبخیز زشک- ابرده شهرستان طرقبه- شاندیز می‌باشد.

روش تحقیق

خصوصیات منطقه مطالعاتی

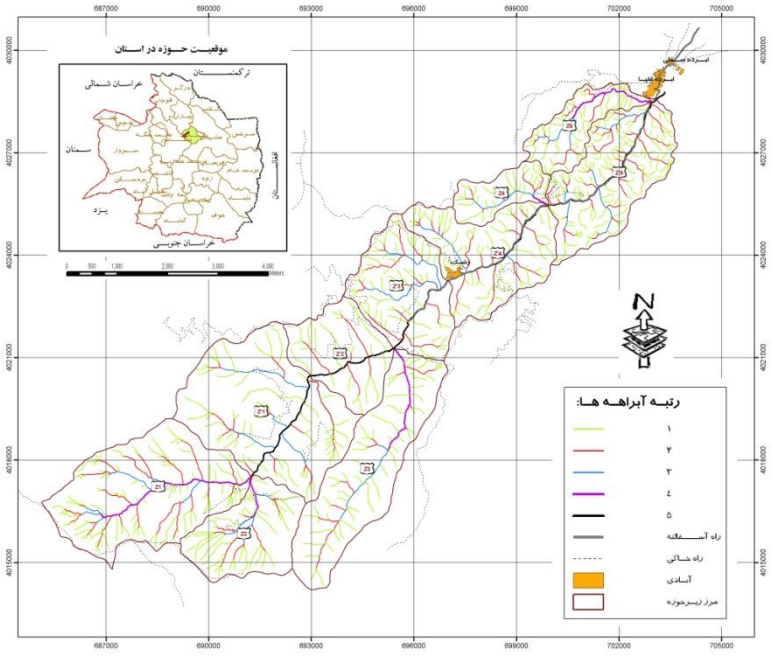
حوضه آبخیز زشک- ابرده با مساحتی در حدود ۹۲۲۵/۹ هکتار در محدوده شهرستان طرقبه- شاندیز و بخش شاندیز واقع شده است. شیب متوسط حوضه ۵۲/۴۶ درصد و طول حوضه ۲۱/۵۳ کیلومتر می‌باشد (جدول شماره ۱). از روستاهای داخل حوضه می‌توان به دو روستای زشک و حیطه اشاره کرد که تقریباً در مرکز آن واقع شده‌اند. این حوضه دارای یک خروجی هیدرولوژیک است که بر روی روستای ابرده قرار دارد. از لحاظ وضعیت قرارگیری حوضه زشک - ابرده در حوضه‌های آبخیز بزرگ نیز، این حوضه جزء آبخیزکشف رود بوده و کل رواناب آن ازخروجی بالادست روستای ابرده علیا خارج می‌گردد. راه دسترسی به منطقه از طریق جاده آسفالته مشهد- شاندیز بوده که پس از طی مسافت حدوداً ۲۵ کیلومتر از مشهد به خروجی حوضه مورد نظر می‌رسیم. لازم به ذکر است که راه دسترسی تا روستای زشک آسفالته بوده وکلیه راه‌های موجود در حوضه خاکی می‌باشند. موقعیت جغرافیایی این حوضه به طول″۳۹ ′۴ °۵۹ تا ″۱۳ ′۱۶ ۵۹ و عرض″۱۶ ′۱۵ °۳۶ تا ″۱۲ ′۲۳ ۳۶ می‌باشد (شکل ۱).

جدول (۱): خصوصیات فیزیوگرافی حوضه

نام حوضه	مساحت (Km^2)	ارتفاع حداقل (متر)	ارتفاع حداکثر (متر)	طول حوضه (Km)	شیب متوسط (٪)
حوضه زشک- ابرده	۹۲/۲۸	۱۴۲۹	۳۲۶۱	۲۱/۵۳	۵۲/۴۶

اقتصاد روستاهای حوضه به باغداری، گردشگری و دامداری متکی است. نسبت ذخیره نزولات نیز پایین بوده و به همین دلیل کمبود آب در سطح سامان‌های عرفی محرز است. متوسط بارندگی سالانه حوضه آبخیز زشک با ارتفاع متوسط ۲۲۳۵ متر ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد. بیشترین بارندگی ماهانه با ۷۱ میلیمتر و ۶۵ میلیمتر در ماه‌های فروردین و اردیبهشت ماه اتفاق می‌افتد که هر کدام حدوداً ۱۸ و ۱۶درصد از کل بارش را به خود اختصاص می‌دهند و ماه‌های

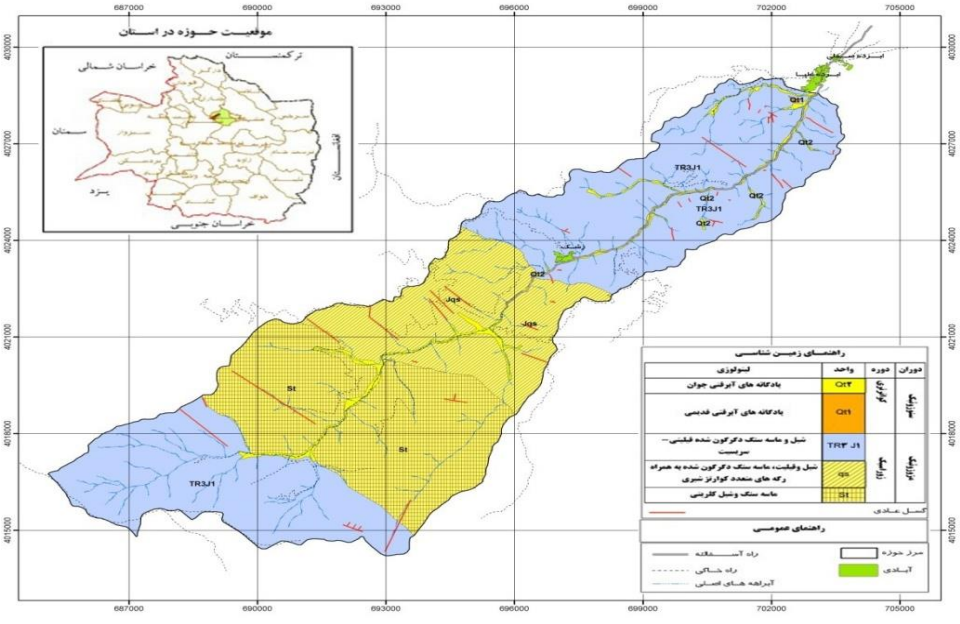
خرداد، تیر، مرداد و شهریور خشک ترین ماه‌های سال می‌باشند که مقدار باران آنها ناچیز است (مهندسین مشاور آبخیز گستر شرق، ۱۳۹۳).



شکل (۱): نقشه پایه حوضه آبخیز زشک-ابرده همراه با موقعیت حوضه در استان

یکی از محدودیت‌های اصلی اجرای سیستم‌های استحصال زمینی مبتنی بر بیرون‌زدگی‌های سنگی، جنس سنگ‌شناسی عرصه آبگیر است. وجود یا عدم وجود درز و شکاف‌های عمیق و بهم پیوسته به ویژه از نوع انحلالی که باعث افزایش ضریب هدر رفت رواناب از سیستم می‌شوند، باید در زمان انتخاب مکان اجرای عملیات به دقت مورد ارزیابی قرار بگیرند.

حوضه مذکور به لحاظ تقسیمات ساختاری زمین شناسی در زون بینالود قرار دارد و از ۳ واحد سنگی دوران دوم و سوم (دوره تریاس، ژوراسیک) شامل ماسه سنگ و شیل (St)، شیل و فیلیت و ماسه سنگ دگرگون شده به همراه رگه‌های متعدد کوارتز شیری رنگ (qs)، شیل و فیلیت، ماسه سنگ دگرگون شده، کوارتزیت (TR3j1) با سن تریاس و نهشته‌های آبرفتی کواترنر شامل پادگانه‌های آبرفتی قدیمی (Qt1)، پادگانه‌های آبرفتی جوان (Qt2) و نهشته‌های رودخانه‌ای (Qal) تشکیل شده است. واحدهای زمین شناسی این حوضه به لحاظ لیتولوژی متنوع نبوده و شامل شیل و فیلیت، ماسه سنگ و ندرتاً رگه‌های کوارتزیت می‌باشند. اصولاً از نفوذ پذیری کم برخوردارند ولی با توجه به درز و شکستگی‌های موجود در طبقات شیلی و فیلیتی در رده کم تا متوسط در نظر گرفته شده‌اند. به همین دلیل حوضه مورد مطالعه جزو حوضه‌های سیل خیز محسوب می‌شود. به دلیل عدم وجود کانی‌های تبخیری و هم چنین شیب زیاد دامنه‌ها تاثیر چندانی بر کیفیت منابع آبی ندارند (مهندسین مشاور آبخیز گستر شرق، ۱۳۹۳).

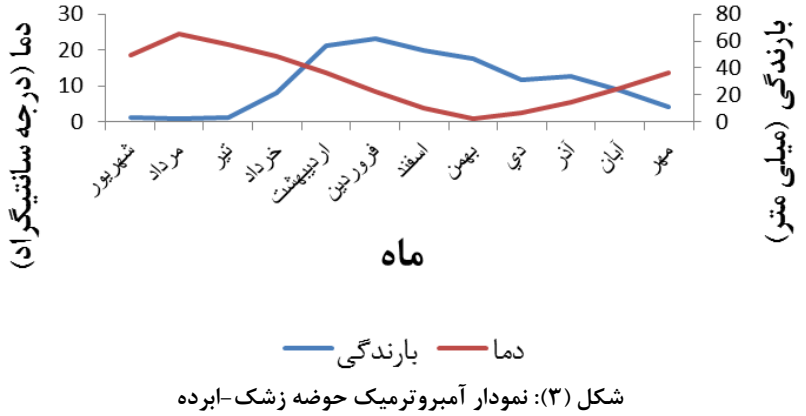


شکل (۲): نقشه زمین شناسی حوضه آبخیز زشک-ابرده همراه با موقعیت حوضه در استان

روش کار

برای تهیه نقشه ژئومورفولوژی حوضه ابتدا از نقشه‌های مورد نیاز شامل نقشه‌های توپوگرافی، زمین شناسی، عکس-های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد. در تعیین وتفکیک تیپ ها اساس کار لیتولوژی مشابه واحدهای زمین شناسی بوده است. در تفکیک رخساره های ژئومرفولوژی که در داخل هر تیپ تعریف می شود با توجه به برداشت های صحرائی و استفاده از تصاویرماهواره ای در ابزار Google Earth، مورف های غالب به صورت یک پلی گون همگن تفکیک گردید. سپس سطوح سنگی بیش از ۹۰ درصد از نقشه مربوطه (شکل ۲) تفکیک شده و به عنوان واحد کاری مورد بررسی قرار گرفته است.

با استفاده از اطلاعات هواشناسی منطقه و بررسی داده‌های بارش ایستگاه‌های معرف موجود در منطقه ۴ ماه از سال از خرداد تا شهریور به عنوان ماه‌های نیازمند آبیاری تکمیلی در این مطالعه معرفی شد.



شکل (۳): نمودار آمبروترمیک حوضه زشک-ابرده

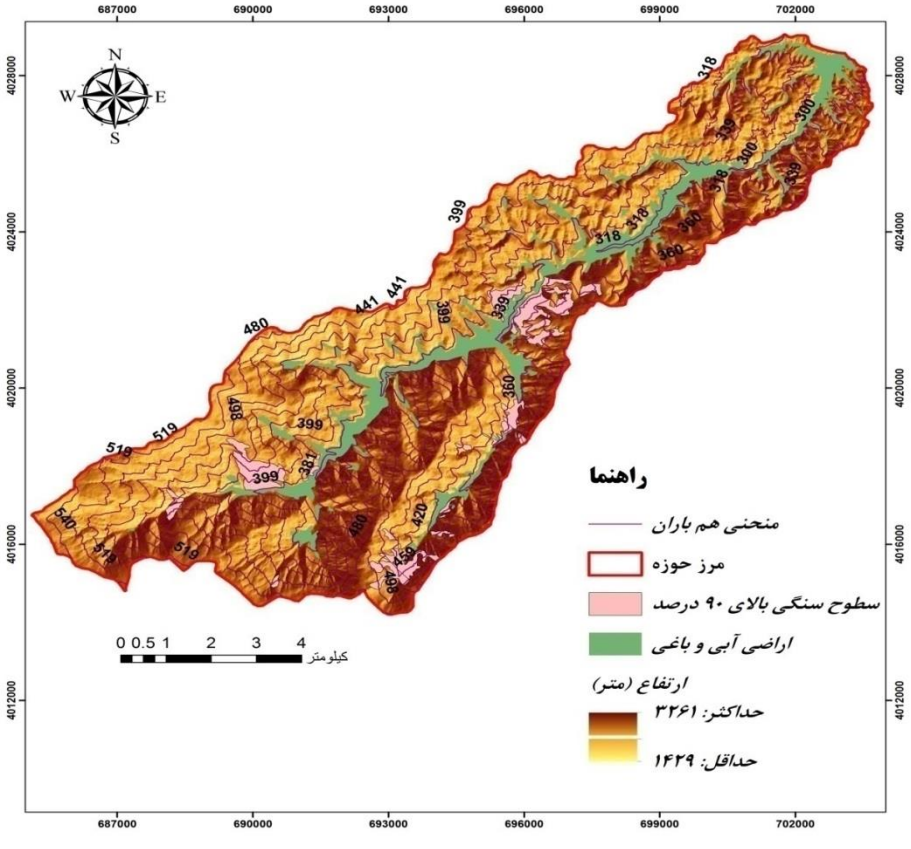
با توجه به شرایط موجود در منطقه و ضریب رواناب واحدها، سطوح سنگی بالای ۹۰ درصد در منطقه بیشترین میزان رواناب و کمترین میزان جذب آب را دارند که در گروه هیدرولوژیکی D قرار می گیرند.

با توجه به محاسبات رواناب به روش جاستین (علیزاده، ۱۳۸۳) واسنجی شده نقطه ای، و با توجه به جداول استاندارد (McCuen, 1998) میزان ضریب رواناب بدست آمده سطوح سنگی در منطقه ۰/۵ در نظر گرفته شد. در این روش از آمار ایستگاه هیدرومتری زشک که درون حوضه قراردارد و معرف منطقه می‌باشد، برای تعیین ضریب جاستین استفاده شده است. مقدار ضریب K برای آورد کل حوضه ایستگاه زشک برابر ۰/۷۴۶ و برای آورد سیلاب حوضه ایستگاه زشک برابر ۰/۵۸۲تعیین شده است، نتایج برآورد رواناب و ضریب رواناب حوضه زشک-ابرده براساس روش جاستین نقطه‌ای کالیبره شده در جدول زیر آمده است.

جدول (۱): برآورد رواناب وضریب رواناب با استفاده از مدل جاستین نقطه ای کالیبره شده با ایستگاه زشک با دبی پایه

زیرحوضه	مساحت (Km^2)	ارتفاع حداکثر (m)	ارتفاع حداقل (m)	شیب S (m/m)	بارندگی (میلی‌متر)	(سانتی‌گراد) دما	ارتفاع رواناب (میلی‌متر)	حجم رواناب (میلیون متر مکعب)	ضریب رواناب (درصد)
Z1	۱۴/۷۶	۳۲۶۱	۲۱۱۶	۰/۳۰	۴۸۳/۰۴	۶	۳۳۶/۸	۴/۹۷	۶۹/۷۲
Z2	۷/۰۱	۳۰۳۱	۲۱۱۶	۰/۳۵	۴۶۱/۷۷	۷	۳۰۵/۸	۲/۱۴	۶۶/۲۲
Z3	۱۲/۰۶	۳۰۳۰	۱۸۱۸	۰/۳۵	۴۲۹/۷۶	۸	۲۵۴/۱	۳/۰۶	۵۹/۱۳
Z'3	۸/۶۲	۲۳۵۵	۱۷۱۸	۰/۲۲	۳۷۲/۳۵	۱۰	۱۶۴/۸	۱/۴۲	۴۴/۲۷

جهت ارزش گذاری کارکردهای اکوسیستمی حاصل از سامانه جمع‌آوری آب باران از سطوح سنگی نیز از روش ارائه شده توسط De Groot (2002) استفاده شد.



شکل (۳): نقشه موقعیت سطوح سنگی با رخنمون بیش از ۹۰ درصد

نتایج و بحث

رخساره‌هایی با رخنمون و برونزد سنگی بیش از ۹۰ درصد که دامنه‌های جنوبی و نیمه جنوبی را در بر می‌گیرد مورد بحث اصلی این مقاله می‌باشد. در این رخساره به علت وجود لایه‌های شیلی و ماسه سنگی رخنمون‌ها توده سنگی بوده و میزان مناطق خاکدار با عمق خیلی کم و مواد واریزه‌ای کمتر از۱۰ درصد می‌باشد. هوازدگی و تخریب فیزیکی لایه‌ها در اثر تغییرات دمایی و اختلاف انبساط حجمی سنگ‌ها در سطح و عمق سنگ منجر به تولید واریزه شده است و لذا مواد واریزه‌ای در پای دامنه‌ها مشاهده می‌شوند. فرسایش پذیری و رسوب خیزی این رخساره در حد متوسط تا کم و نفوذپذیری آن نیز به علت وجود طبقات متناوب ماسه سنگ و شیل درحد کم ارزیابی می‌گردد (شکل ۳). رخساره مورد بحث از نظر پوشش گیاهی به صورت مرتع فقیر بوده و دارای مساحتی معادل ۴۳۳ هکتار از کل سطح حوضه می‌باشد.

شکل (۴): نمایی از رخنمون‌های سنگی بیش از ۹۰ درصد در حوضه آبخیز مطالعاتی

با توجه به میزان بارش سالانه در حوضه میزان روانابی که از سطوح سنگی بالای ۹۰ درصد جاری می‌شود با توجه به محاسبات روش استدلالی، ۸۶۶۰۰۰ مترمکعب می‌باشد.

از طرفی شیوه آبیاری در محدوده حوضه مطالعه به روش سنتی و از نوع غرقابی است. در این روش، آب از سرچشمه (رودخانه، چاه و چشمه) توسط انهار که عموماً خاکی است به مزرعه و باغ انتقال می‌یابد. به همین دلیل راندمان آبیاری پایین و حداکثر در حد ۴۰ درصد خواهد بود. برای برآورد آب مورد نیاز و مصرفی، نیاز خالص آبیاری مندرج در سند ملی آب به عنوان آب مورد نیاز در نظر گرفته شده است. یعنی مقدار آبی که باید در اختیار ریشه گیاه قرار گیرد. سپس با اعمال تراکم کشت موجود، آبیاری به میزان ۲۵ درصد و نیز راندمان موجود به میزان ۴۰ درصد، نیاز ناخالص برآورد شده است تا با مقایسه نسبت به میزان آب قابل استحصال، کمبود یا مازاد احتمالی تعیین شود (مهندسین مشاور آبخیز گستر شرق، ۱۳۹۳).

جدول (۲): برآورد نیاز آبیاری یک هکتار زیرکشت در حوضه مورد مطالعه (مترمکعب)

نیاز آبی	نوع محصول	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	کل سال
خالص	باغ	۱۶۸۰	۱۹۶۰	۱۸۱۰	۱۲۰۰	۷۶۴۰

مقایسه آورد رودخانه به تفکیک ماه با نیاز ناخالص آبیاری سطح زیرکشت موجود نشان می‌دهد که در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور ۵۱۲۹۱۹۸ مترمکعب کمبود آب وجود دارد. سهم بخش زراعت از این کمبود فقط ۳۵

درصد است و بخش عمده کمبود آب در باغداری متمرکز شده است. برآوردها و آمار نشان می‌دهد که در این منطقه از میزان کل سطح زیر کشت حدود ۶۵۰ هکتار درخت سیب، ۷۰ هکتار درخت گردو و ۳۵۰ هکتار درخت گیلاس می‌باشد. بنابراین برای جبران این مقدار کمبود آب، کشاورزان از منابع دیگری مانند چاه استفاده می کنند. حدود ۳۰ درصد از آب استحصال شده از منابع زیرزمینی (کل منابع آب زیرزمینی حدود ۲۲۳۸۲۵۶/۶ مترمکعب) تامین می‌شود که در حد ۶۷۱۴۷۷ مترمکعب خواهد بود. بنابراین باز هم کمبود آب وجود خواهد داشت. به همین دلیل باید برای ذخیره و بهره برداری بهینه از آب رودخانه برنامه ریزی نمود. زیرا در سایر ماه‌ها حدود ۱۲۰۰۰۰۰۰ مترمکعب آب مازاد وجود خواهد داشت که تبعاً بخشی از این آب می‌تواند سهم روستاهای زشک و ابرده باشد (مهندسین مشاور آبخیز گستر شرق، ۱۳۹۳).

بررسی های هیدرولوژیکی نشان می‌دهد که کمبود آب در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور جهت آبیاری باغ ها و زراعت بسیار فاحش بوده و در حدود ۵ میلیون متر مکعب می‌باشد. بنابراین با توجه به آبی که از سطوح سنگی بالای ۹۰ درصد در منطقه استحصال می‌شود می‌توان برای تامین کمبود آب مورد نیاز در این چهار ماه برای آبیاری و همچنین ذخیره سازی استفاده کرد و همان میزان ۳۰ درصد اتکا را نسبت به آب زیرزمینی حذف کنیم، ، و به نوعی باااستحصال آب باران به تعادل بخش ابهای زیرزمینی ورود نماییم بنابراین ضرورت استفاده از منابع پایدار جهت استحصال آب برای آبیاری تکمیلی یک ضرورت قطعی است که در این میان تامین و استحصال آب از سطوح سنگی می‌تواند دارای اهمیت قابل ملاحظه ای باشد.

از مهمترین مزایای استفاده از این سامانه عبارتند از ضریب بالای رواناب، حداقل نفوذ آب، ساده و ارزان قیمت بودن نگه داری سیستم، بلامعارض بودن عرصه به دلیل عدم استعداد کاربری کشاورزی، پیشینه مثبت تاریخی استفاده از این سیستم که می‌تواند به کاهش اثرات منفی خشکسالی در منطقه استفاده کرد (طباطبایی و همکاران، ۱۳۸۹).

از طرفی ارزیابی اقتصادی که توجیه کننده بکارگیری روش مورد بحث می‌باشد یک ضرورت غیر قابل انکار برای توسعه پایدار در جهت بکارگیری منابع دائمی قابل برداشت با حفظ شرایط اکولوژیکی در منطقه می‌باشد. کارکردها، کالاها و خدمات اکوسیستم های طبیعی و نیمه طبیعی سهم مهمی در تامین رفاه بشر دارند. لذا، ضروری است که به این کوسیستم ها نظیر جنگل‌ها، مراتع، تالاب‌ها و غیره که نهاده این کارکردها و خدمات را تولید می‌کنند سهم و وزن مناسبی در تصمیم گیری ها و برنامه ریزی‌های کلان داده شود که در غیر اینصورت، رفاه کنونی بشر و تداوم آن در آینده شدیدا لطمه پذیر خواهد بود. از آنجایی که منابع و اکوسیستم‌های طبیعی محدود می‌باشند و نیازمندی‌های انسان در استفاده از این منابع به علت عواملی نظیر توسعه اقتصادی و افزایش جمعیت همواره رو به گسترش است، لذا هر روز فشار بیشتری برای رفع نیازها بر اکوسیستم‌ها وارد می‌شود. بنابراین، این اکوسیستم‌ها را نمی‌توان کالایی فرض کرد که مدت زمان خاصی برای استفاده آن مد نظر باشد. اکوسیستم‌های طبیعی در صورت تخریب گسترده، قابل بازیابی نیستند و برای حفظ تمامیت آنها و تضمین توسعه پایدار، اتخاذ استاندارد و ظرفیت های استفاده در مورد آنها الزامی است (پژوهنده و همکاران، ۱۳۸۴).

ارزش‌های استخراجی از آب معمولا به دو صورت ارزش‌های استفاده‌ای و ارزش‌های غیر استفاده‌ای تقسیم می‌شود (طاهری، ۱۳۷۷). روش‌هایی که برای تعیین ارزش اقتصادی آب استفاده می‌گردد را به دو دسته قیاسی و استقرایی می‌توان دسته بندی کرد. روش‌های قیاسی به طور عمده شامل روش پسماند یا تغییر در خالص سودهای اقتصادی، روش‌های هزینه جایگزین، مدل داده-ستانده، تعادل عمومی محاسباتی و برنامه ریزی ریاضی می‌شود. روش‌های استقرایی نیز شامل تحلیل‌هایی مبتنی بر تابع تولید و هزینه، تقاضای استخراجی از مشاهدات بازار آب و روش ارزشگذاری ضمنی است (Cartaud et al., 2005). برای تعیین یک چارچوب مناسب برای ارزش گذاری جامع،

کارکردهای اکوسیستم‌های طبیعی به چهار گروه اصلی شامل کارکردهای تنظیمی[۱]، کارکردهای زیستگاهی[۲]، کارکردهای تولیدی[۳] و کارکردهای اطلاعاتی[۴] تقسیم شده‌اند (پژوهنده و همکاران، ۱۳۸۴).

کارکردهای تنظیمی، یک برآورد از کارکردهای اصلی، کالاها و خدماتی را که می‌توانند به اکوسیستم‌های طبیعی و ساختارها و فرایندهای اکولوژیکی مربوط به آنها کمک کنند، ارائه می‌دهد و کارکردهای زیستگاهی هر یک از کارکردهای زیستگاهی و ساختارهای اکولوژیکی و فرآیندی آنها را نشان می‌دهد و کارکردهای تولیدی به پنج کارکرد مجزا شامل غذا، مواد خام، منابع ژنتیکی، منابع دارویی و منابع تزئینی تقسیم می‌شوند و کارکردهای اطلاعاتی به پنج کارکرد مجزا شامل اطلاعات زیبا شناختی، تفریح و اکوتوریسم، الهامات فرهنگی و هنری، اطلاعات مذهبی و تاریخی، و اطلاعات علمی و آموزشی تقسیم شده است (De Groot, 2002). در جدول (۳) انواع این کارکردها نشان داده شده و ستون سوم جدول مقادیر برآورد شده کارکردهای استحصال آب از سطوح سنگی در جهت ایجاد باغ و پوشش گیاهی را نشان می‌دهد.

جدول (۳): ارتباط بین کارکردهای اکوسیستم و روش‌های ارزش گذاری اقتصادی (De Groot, 2002)

کارکردهای اکوسیستم (و کالاها و خدمات مربوطه)	دامنه ارزش های پولی ($/ha)	داده های بدست آمده در این تحقیق
الف) کارکردهای تنظیمی	۷-۲۵۶	۳۰
۱-تنظیم گاز		
۲-تنظیم آب و هوا	۲۲۳-۸۸	۸۸
۳-تنظیم اختلالات	۷۲۴۰-۲	۳۰
۴-تنظیم آب	۵۴۴۵-۲	۲۰
۵-تأمین و عرضه آب	۷۶۰۰-۳	۳۰
۶-حفاظت خاک	۲۵۴-۲۹	۳۰
۷-تشکیل خاک	۱۰-۱	۱۰
۸-چرخه مواد مغذی	۲۱۱۰۰-۸۷	۹۰
۹-عملیات دفع مواد زائد	۶۶۹۶-۵۸	۶۰
۱۰-گرده افشانی	۲۵-۱۴	۱۵
۱۱-کنترل بیوژیکی	۷۸-۲	۱۰
ب) کارکردهای زیستگاهی		
۱-کارکرد پناهگاهی	۱۵۲۳-۳	۱۰
۲-کارکرد خزانه ای	۱۹۵-۱۴۲	۱۵۰
ج) کارکردهای تولیدی		
۱-غذا	۲۷۶۱-۶	۳۰
۲-مواد خام	۱۰۱۴-۶	۱۰
۳-منابع ژنتیکی	۱۱۲-۶	۲۰
د) کارکردهای اطلاعاتی		
۱-اطلاعات زیبایی شناختی	۱۷۶۰-۷	۳۰
۲-توریسم و تفریح	۶۰۰۰-۲	۳۰

[1] Regulatory function
[2] Habitat functions
[3] Production functions
[4] Information functions

طبق جدول فوق کارکرد سیستمی استحصال آب از سطوح سنگی در جهت ایجاد باغ و پوشش گیاهی حداقل ۶۵۰ دلار سود غیرمستقیم در هر هکتار خواهد داشت که هر بخش به تفکیک با رعایت حداقل ها آورده شده است.

نتیجه‌گیری

سطوح و رخنمون‌های سنگی که در این حوضه مساحت قابل توجهی را به خود اختصاص داده‌اند، در تولید رواناب نقش مثبتی دارند و با توجه به اینکه متوسط بارندگی سالانه حوضه آبخیز مورد مطالعه حدود ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد، قابلیت کاربری برای تولید آب مورد نیاز جهت آبیاری تکمیلی درختان و نهال‌های کاشت شده در منطقه را دارا می‌باشند. با توجه به حجم نسبتاً کمی از آب‌های سطحی که در درز و شکاف‌های نسبتاً سطحی منطقه نفوذ کرده و به سمت ترازهای پایین‌تر منطقه زهکشی می‌شوند، شرایط تولید رواناب مناسبی جهت آبیاری تکمیلی در راستای تامین بخشی از کمبود آب مورد نیاز نهال‌ها و درختان با هدف بهبود و تثبیت عملکرد که در فصل رشد، شرایط تنش رطوبتی را قطع نماید تامین خواهد کرد. این مطالعه نشان می‌دهد که اگر رواناب حاصله مورد بهره برداری قرار گیرد قابلیت تولید ۸۶۶۰۰۰ متر مکعب آب برای آبیاری نهال‌ها را در ۴ ماه خرداد تا شهریور که بیشترین تنش آبی را داریم تامین خواهد کرد. همچنین استفاده از این آورد می‌تواند اتکا به منابع آب‌های زیر زمینی واقع در منطقه را کم کرده که در نتیجه منابع آب زیرزمینی دست نخورده باقی مانده و بتواند دشت‌های پایین دست خود را تغذیه کند. از طرفی این حجم آب استحصالی منبع پایدار برای آبیاری تکمیلی در فصل کم باران و کاهش تنش آبی گیاه بشمار می‌رود. با توجه نیاز آبی موجود در منطقه و به دنبال آن بالا رفتن تقاضای آب که موجب بالا رفتن ارزش اقتصادی آب می‌شود، کارکردهای اکوسیستمی حاصل از استحصال آب از سطوح سنگی محاسبه شد که این میزان حداقل ۶۵۰ دلار به ازای هر هکتار خواهد بود.

از جمله مزیت‌های مهم این روش این است که می‌توان با یک رویداد بارش کم، حجم زیادی آب بدست می‌آید که به آسانی می‌تواند به مخزن هدایت شود، استفاده از سطوح صخره‌ای اراضی کشاورزی را اشغال نمی‌کند، نرخ هزینه‌های احداث، تعمیر و نگه داری سطوح صخره‌ای نسبت به روش‌های مرسوم تامین آب از جمله حفر چاه، سدهای خاکی بزرگ و یا خرید آب پایین‌تر می‌باشد.

منابع

۱. پژوهنده ا.، ک. عطایی، ح. رفیعی و ه. امیرنژاد (۱۳۸۴). تعیین یک چارچوب استاندارد برای ارزش گذاری جامع کارکردها، کالاها و خرمات اکوسیستم های طبیعی. سازمان جنگل ها و مراتع.

۲. تاجبخش م.، ج. طباطبایی، ا. توسلی، ع. صفدری، م. سمیعی (۱۳۹۲). استفاده از رواناب های سطوح سنگی در آبیاری تکمیلی مطالعه موردی ارتفاعات جنوبی مشهد. سامانه‌های سطوح آبگیر باران. جلد۱. شماره ۳.

۳. شعاعی ض.، ج. قدوسی، ع. تلوری، م. مهربان و ع. غفوری (۱۳۸۲). پروژه سیستم‌های سطوح آبگیر باران به منظور توسعه پایدار منابع زیست محیطی. شورای پژوهش‌های علمی کشور، کمسیون کشاورزی ۷۰۷ صفحه.

۴. صادق زاده ر، م. زارع حقی، م. نیشابوری. (۱۳۹۲). ارزیابی روش‌های استحصال آب باران در افزایش رطوبت خاک و رشد نهال پسته. دانش آب و خاک، ۲۳ (۴)، ۲۰۳-۲۱۴.

۵. طاهری م. (۱۳۷۷). ارزش خدمات اکولوژیکی و سرمایه طبیعی جهان و برآورد ارزش سالانه منابع طبیعی تجدیدشونده در ایران، انتشارات سازمان جنگلها و مراتع، شورای عالی جنگل، تهران، ص ۳۵.

۶. طباطبایی ج.، س. حقایقی مقدم، م. قدسی و ه. افشار (۱۳۸۹). استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی گندم دیم در مشهد. نشریه آب و خاک دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۲۴، شماره۲، صفحه های ۱۹۸ تا ۲۰۷.

۷. طباطبایی ج.، ح. رضایی و ه. خاتمی (۱۳۸۸). الگوهای رگرسیونی رواناب حاصل سطوح آبگیر کوچک. نشریه آب و خاک دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۲۳، شماره ۴، صفحه های ۱۹۳ تا ۲۰۴.

۸. علیزاده، ا. (۱۳۸۳). اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ هفتم، مشهد.
۹. موسوی س، شایان ا. (۱۳۶۴). آب بیشتر برای مناطق خشک. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول، ۱۶۰ صفحه.
۱۰. مهندسین مشاور آبخیز گستر شرق (۱۳۹۳). مطالعات تفصیلی- اجرایی آبخیزداری حوضه آبخیز زشک-ابرده.
۱۱. میلانی نیا د. (۱۳۷۴). مدیریت منابع آب و مسایل مالی و اقتصادی بخش آب. وزارت نیرو.

12. Cartaud F., Touze-Folts N. and Duval Y. *(2005). Experimental investigation of the influence of a geotextile beneath the geomembrane in a composite liner on leakage through a hole in the geomembraneGeotext*. Geomembr *23(2): 117–143*.
13. De Groot R. S., Wilson M.A. and Boumans R.M. *(2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*. Ecological economics, *41(3 , 393-408* .
14. McCuen R.H. *(1998). Hydrologic analysis and design*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, table runoff, pp (*157-160).*
15. Oweis T. *(1999). Water harvesting and supplemental irrigation for improved water use efficiency in dry areas* (Vol. 7). IWMI .
16. Sepaskhah A. R. and Fooladmand H.R. *(1989). A computer model for design of microcatchment water harvesting systems for rain-fed vineyard Agricultural Water Management, 64 (3),213-232* .
17. Tavakoli A.R. *(2002). Optional management of single irrigation on dryland wheat farming*. Journal of Agricultural Engineering Research, *2 (7) :41-51*.
18. Nissen-Petersen E. *(2006). Water from rock outcrops: a handbook for engineers and technicians on site investigations, designs, construction, and maintenance of rock catchment tanks and dams*. ASAL Consultants Ltd. for the Danish International Development Assistance .

Runoff extraction from rock outcrops for supplementary irrigation (Case study: Zoshk-Abardeh watershed, Iran)

Rahimpour M., Tajbakhsh M., Memarian H.
Email: tajbakhsh.m@birjand.ac.ir
Received: 2016/05
Accepted: 2016/10

Abstract

Water harvesting using runoff is one of the approaches that reduces risk factors in the country and leads to a stability and sustainability in agricultural activities of arid and semi-arid regions. This work aims to assess the potential of rock outcrops (more than 90% of rock fragment) for supplementary irrigation in the Zoshk-Abardeh watershed. Results showed that runoff volume extracted from rock outcrops with an area of 433 ha in only four month (June, July, August, and September) will be around 866000 m^3, which would decrease the reliance on watershed groundwater resources and compensate a significant part of water deficiency in dry season. Ecosystem function of rainwater harvesting in the studied watershed was estimated to be 650$/ha, which can establish the economic justification of these techniques .

Keywords: Rainwater harvesting, Supplementary irrigation, Rainwater catchment system, Rock outcrops, Runoff