

ارزیابی فنی اجرایی نقش‌سازه‌های کوچک بر توسعه منابع آب با رویکرد توسعه پوشش گیاهی (مطالعه موردی: دشت ورامین)

ناهید شوقی‌بدر^{۱*} و ریحانه مسعودی^۲

۱. کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

* نویسنده مسئول: shoghi@alumni.ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۶/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۰۲

چکیده

امروزه ارزیابی پروژه‌های منابع طبیعی از بنیادی‌ترین مسائلی است که در کشورها به‌منظور برنامه‌ریزی‌های آینده، در رابطه با طرح‌های اجرایی و مدیریت در این عرصه انجام می‌گیرد. در این پژوهش، ارزیابی عملیات آبخیزداری در حوزه آبخیز توچال با بهره‌گیری از مطالعات اولیه و تلفیق آنها، انجام شد. علاوه بر عملیات آبخیزداری، عملیات بیولوژیک در منطقه مطالعاتی نیز بررسی شده‌است. با توجه به آمار چاه‌های پیرومتری در منطقه مطالعاتی در قبل و بعد از اجرای عملیات، تاثیر این عملیات در بهبود منابع آب منطقه مورد ارزیابی، قرار داده شده‌است. در ابتدا، وضعیت سازه‌ها از طریق بررسی میدانی مورد بازبینی قرار گرفت و درصد کارایی برای هر یک از سازه‌ها محاسبه شد. هدف از اجرای عملیات بیولوژیک علاوه بر کاهش تولید رسوب، افزایش مقدار نفوذپذیری در پشت سازه‌های احداثی بوده‌است. در سطح عملیات بیولوژیک، فعالیت‌هایی مانند قلمه‌کاری، نهال‌کاری، بذرپاشی، بذرکاری و قرق پیشنهاد شده‌است، که از این عملیات ۱۰ هکتار نهال‌کاری، ۱۰۰۰ هکتار کپه‌کاری، ۷۰۰ هکتار بذرپاشی و ۵۰۰ هکتار قرق اجرا شده‌است. عملیات بیولوژیک در منطقه مطالعاتی برای کنترل فرسایش و حفاظت خاک صورت گرفته‌است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که درصد کارایی سازه‌های گابیونی و سنگ و سیمان و خشکه چین به ترتیب ۷۵٪، ۶۶٪ و ۱۴٪ است. در پایان با در نظر گرفتن شاخص متغیر اقلیمی، SPI طی دوره آماری هیدروگراف آب زیرزمینی رسم شد و مقدار عملکرد عملیات بیولوژیک و سازه‌ها در افزایش سطح آب زیرزمینی بررسی شد. متوسط دبی پس از اجرای عملیات ۳۰.۳۶ لیتر بر ثانیه افزایش یافته‌است.

واژگان کلیدی: ارزیابی؛ کنترل رسوب؛ پوشش گیاهی؛ آب زیرزمینی.

■ مقدمه

تأمین پایدار رژیم آبی رودخانه‌ها و حفظ مهندسی رودخانه‌ها، می‌تواند موجبات بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی و آبی محدوده مطالعاتی را فراهم آورد و این کارها جز با برنامه‌ریزی صحیح و مدیریت آبخیز امکان‌پذیر نیست.

حفظ منابع طبیعی یک محدوده مطالعاتی (خاک، پوشش گیاهی، آب و...) می‌تواند مانع فرسایش، انتقال رسوب، سیلاب‌های مخرب و بروز خشکسالی شود. همچنین

دشت اردستان، واقع در استان اصفهان، پرداختند. در این تحقیق، به منظور بررسی وضعیت نوسانات سطح آب زیرزمینی، دوره آماری ۹ ساله (از سال آبی ۷۵-۷۶ تا ۸۳-۸۴) مورد بررسی قرار داده شد. هیدروگراف پیزومترهای ترسیم شده، نشان دهنده روند نزولی سطح تراز آب چاه‌ها در طول دوره آماری مورد بررسی بوده است. به استثنای پیزومترهایی که در محدوده‌ی پروژه‌های آبخیزداری واقع می‌باشند، که اثر آبیگری طرح‌ها در افزایش تراز آب این چاه‌ها قابل مشاهده است. هیدروگراف کل عمق سطح آب پیزومتری دشت نشان می‌دهد که اجرای طرح‌های آبخیزداری در سال‌های اخیر و آبیگری مؤثر آن‌ها در اثر افزایش بارندگی، موجب کاهش عمق سطح آب چاه‌ها در سال ۸۳-۸۴ شده است که نمودار میزان افت هیدروگراف کل پیزومترهای اردستان نیز نشان‌دهنده این مطلب می‌باشد.

ارزیابی اثرات عملیات آبخیزداری روی فرسایش و رسوب حوزه آبخیزکن نشان داد که بر اثر اجرای طرح اثر چندانی در کاهش مقدار فرسایش و رسوب منطقه نداشته است. مهم‌ترین دلیل کارایی پائین طرح در کاهش مقدار فرسایش توجه نکردن به اجرای عملیات مناسب بیولوژیک در سطح حوزه و تمرکز بر روی عملیات مکانیکی بوده است (غفاری، ۱۳۸۸).

از آنجا که طرح‌های اجرایی آبخیزداری و کارایی آنها در یک دوره میان مدت، دارای ارزش بسیار زیادی است، بنابراین ارزیابی تاثیرات عملیات مختلف بر حفاظت از منابع طبیعی به‌ویژه تاثیر عملیات یادشده علاوه بر متغیرهای مختلف اثرگذار بر ارزیابی عملیات مکانیکی بیولوژیک و در نهایت ارائه راهکارهای کاربردی برای بهبود و بهینه‌سازی طرح‌های آبخیزداری است. هدف نهایی از ارزیابی سنجش؛ مقدار موفقیت سیستم، انجام تجدیدنظرهای لازم و ایجاد اصلاحات مورد نیاز می‌باشد.

به همین دلیل در این پژوهش برای تعیین تاثیر اقدامات آبخیزداری در توسعه منابع آب وضعیت سازه‌های اجرایی و عملیات بیولوژیک پیشنهادی و اجرا شده مورد بررسی قرار گرفت. سپس درصد کارایی سازه‌های اجرایی در حوزه آبخیز توچال پس از اجرای عملیات پرداخته شده است و مقدار تاثیر سازه‌ها و عملیات بیولوژیک در

مدیریت آبخیز مستلزم شناخت کامل محدوده مطالعاتی و تشخیص عوامل به‌وجودآورنده آن مانند زمین‌شناسی، وضعیت توپوگرافی، خاک، پوشش گیاهی، ریزش‌های جوی، دبی رودخانه و مانند آن‌ها می‌باشد. امروزه ارزیابی پروژه‌های آبخیزداری، از بنیادی‌ترین مسائلی است که در کشورها به منظور برنامه‌ریزی‌های آینده در خصوص طرح‌های اجرایی و مدیریت منابع طبیعی انجام می‌گیرد. بررسی سابقه تحقیق نشان می‌دهد که در کشورهای مختلف جهان به‌ویژه در ایالات متحده آمریکا ارزیابی عملکرد طرح‌های آبخیزداری دارای پیشینه‌ای بیش از ۷۲ سال است. در ایران نیز، برای اولین بار سازمان برنامه و بودجه در سال ۱۳۶۶ ارزیابی عملکرد طرح آبخیزداری سفیدرود را مورد توجه قرار داد و با هدف دستیابی به علل اقتصادی و توجیه اجرای طرح‌های آبخیزداری در کشور، ارزیابی طرح یاد شده را به دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران سپرد.

طرح‌های آبخیزداری بایستی منطبق با ویژگی‌های حوزه آبخیز باشد و کلیه امکانات توسعه و بهره برداری منطقه را مد نظر قرار دهد (Brown et al., 1995). محمدی و همکاران (۱۳۸۶) در ارزیابی اقتصادی عملیات آبخیزداری (عملیات مکانیکی و بیولوژیکی) انجام شده در حوزه آبخیز سد شهید یعقوبی- تربت حیدریه خراسان رضوی، به این نتایج رسیدند که اجرای طرح‌های آبخیزداری دارای اثرات مثبت بر تولیدات کشاورزی بوده است و این طرح‌ها از توجیهات اقتصادی برخوردار می‌باشند. در این تحقیق برای تعیین اثرات عملیات آبخیزداری از پرسشنامه استفاده گردید و جمع‌آوری اطلاعات به صورت مصاحبه حضوری با خانوارها و مشاهدات میدانی از مکان سازه‌های آبخیزداری بود و تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از مدل‌های (NPV) و (IRR) انجام گردید.

ارزیابی طرح آبخیزداری حوضه میانکوه استان یزد، نشان داد که عملیات صورت گرفته در کاهش رسوب و رواناب و افزایش آب‌های زیرزمینی مؤثر بوده است (رهبر، ۱۳۸۵).

غضنفرپور و دهدشتی زاده (۱۳۸۶) به بررسی تاثیر اجرای پروژه‌های آبخیزداری بر وضعیت کمی آب‌های زیرزمینی

آبخیز توچال (A) ۶۰/۷۲ کیلومتر مربع می‌باشد. یک آبراهه اصلی به نام رودخانه فصلی توچال، سیلاب‌ها و رواناب‌های این محدوده را تخلیه می‌کند.

منطقه‌ی مورد مطالعه تحت تأثیر سه جبهه‌ی هوایی مدیترانه‌ای، سیبری و مرطوب خزری قرار دارد. بارندگی ماهانه منطقه دارای ضریب تغییرات بالائی بوده و از روند معینی پیروی نمی‌کند، جدول ۱ نشان دهنده ضریب تغییرات محاسبه شده برای ایستگاه‌های منطقه می‌باشد.

در محدوده منطقه مورد مطالعه حدود ۶۰٪ از مقدار تبخیر مربوط به خرداد، تیر، مرداد و شهریور می‌باشد. اقلیم منطقه طبق فرمول دومارتن با ضریب خشکی ۱۰/۴۵، اقلیم نیمه‌خشک می‌باشد.

حوضه توچال دارای ۱۵ زیر حوضه هیدرولوژیک می‌باشد و متغیرهایی که در تولید هرزآب و سیل دخالت دارند در هر زیرحوضه محاسبه شد.

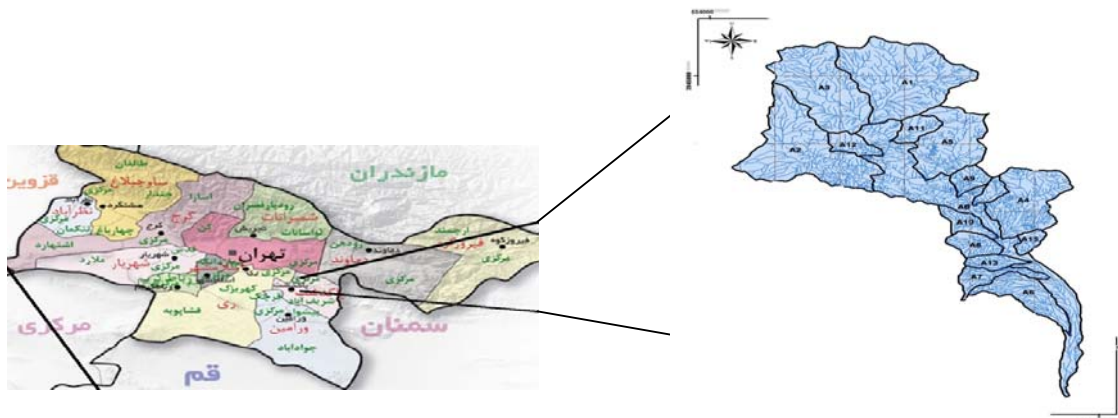
کنترل رسوب در منطقه و مقدار تاثیر آن در بهبود وضعیت منابع آب زیرزمینی منطقه بررسی شده است. بدین منظور آمار آب زیرزمینی منطقه در دوره‌های قبل و بعد از اجرای عملیات به همراه شاخص‌های اقلیمی مورد استفاده قرار گرفت.

■ مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه توچال در شمال شهرستان ورامین در کنار جاده سمنان- تهران و در فاصله ۳۰ کیلومتری شرق تهران واقع و از نظر موقعیت جغرافیایی بین طول‌های $51^{\circ}36'$ الی $51^{\circ}46'$ و عرض‌های جغرافیایی $35^{\circ}30'$ الی $35^{\circ}40'$ قرار گرفته است (شکل ۱). شکل ۲ موقعیت جغرافیای منطقه مورد مطالعه در Google Earth را نشان می‌دهد.

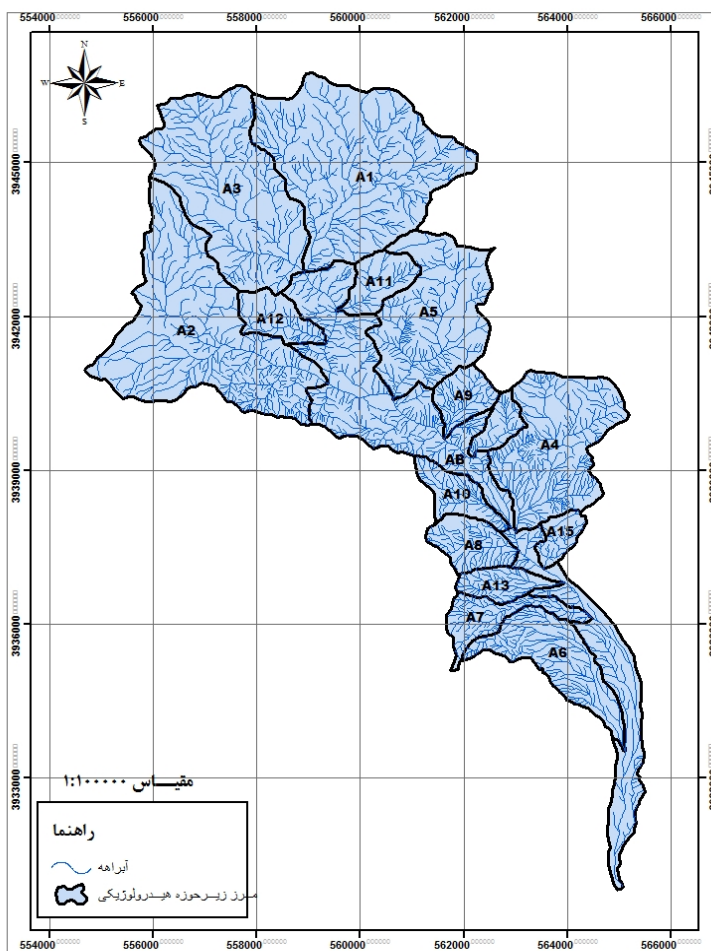
حوزه آبخیز توچال به حوزه اصلی (A) با کد فرعی ۱ تا ۱۵ تقسیم‌بندی شده است. مجموع وسعت حوزه‌های



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱. ضریب تغییرات بارندگی در ایستگاه‌های منطقه

| نام ایستگاه | انحراف معیار | متوسط بارش | ضریب تغییرات |
|-------------|--------------|------------|--------------|
| غنی آباد | ۱۰۹/۶۲ | ۲۲۸/۰۵ | ٪۴۸/۰۷ |
| سنجریان | ۶۶/۱۴ | ۳۰۴/۴۵ | ٪۲۱/۷۲ |
| حمامک | ۴۵/۳۵ | ۱۹۹ | ٪۲۲/۷۹ |
| ماملو | ۴۹/۱۸ | ۲۵۷/۷۱ | ٪۱۹/۰۸ |



شکل ۳. نقشه زیر حوزه هیدرولوژیکی

روش پژوهش

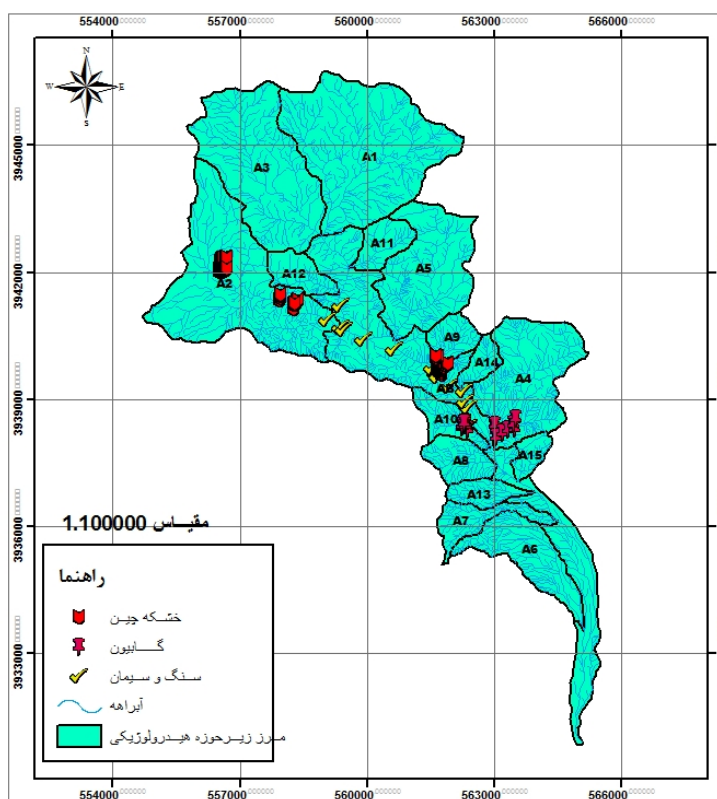
از آنجا که اقدامات آبخیزداری در منطقه غرب پارچین از سال ۷۸ شروع شده و تا سال ۷۹ خاتمه یافته است، به منظور ارزیابی عملکرد اقدامات آبخیزداری سال‌های ۷۵ تا ۷۸ به عنوان سال‌های قبل از اقدامات آبخیزداری و سال‌های ۷۹ تا ۸۷ به عنوان سال‌های پس از انجام اقدامات آبخیزداری، در پژوهش حاضر مد نظر قرار گرفته است. به منظور ارزیابی عملیات آبخیزداری ابتدا به جمع آوری نسخه‌ای از مطالعات شناسایی، تفضیلی و اجرایی طرح آبخیزداری منطقه، استخراج اهداف، گزینه‌های پیش‌بینی شده اجرایی، نوع اقدامات، مشخص کردن نوع عملیات پیش‌بینی شده و مشخصات فنی آن پرداخته شد. سپس با مشخص کردن عملیات فنی و مهندسی هر یک

از اقدامات و عملیات اجرا شده و نیز مشخص کردن نوع عملیات بیولوژیکی، چگونگی انجام کار مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور حوضه مورد نظر مورد بازدید قرار گرفت و کلیه عملیات انجام شده تاکنون، از نظر شیوه اجرا و هزینه‌های انجام شده و نتایج به‌دست‌آمده از آن مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. ارزیابی براساس روش تحقیق و کتابچه‌های طرح‌های مطالعاتی مدیریت آبخیزداری سازمان حفاظت خاک و آبخیزداری و تهیه نقشه اطلاعات رقومی و عملیات صحرائی از بررسی زیر پروژه‌های مختلف عملیات آبخیزداری تهیه و تدوین شده است. بر اساس روش تحقیق ابتدا نسخه‌ای از مطالعات شناسایی تفضیلی و اجرایی طرح آبخیزداری منطقه و اهداف، نوع اقدامات و عواید اقتصادی پیش‌بینی شده در

نظر تعداد و موقعیت مکانی و عملیات بیولوژیک و نیز از نظر نحوه و مقدار اجرای عملیات پیشنهادی و وضعیت تمام سازه‌های اجرایی در منطقه مورد مطالعه، از نظر وضعیت ظاهری و حجم رسوب کنترل شده به جداسازی نوع سازه و عملیات بیولوژیک در منطقه بررسی شد. تعیین درصد مقدار کارایی هر یک از سازه‌های اجرایی از طریق بررسی مجموع تکرارها با علامت مثبت به مجموع کل تکرارها با توجه به وضعیت سازه‌ها و مقدار کنترل رسوب در منطقه مورد بررسی قرار گرفت و مقدار درصد کارایی به تفکیک نوع سازه محاسبه شد.

طرح، جمع‌آوری شد. در مرحله بعد به وسیله GPS در عملیات صحرایی موقعیت مکانی هر یک از عملیات آبخیزداری تعیین و بر روی نقشه‌ها مشخص شد که شامل موارد (نقشه توپوگرافی حوزه، نقشه موقعیت اجرایی سازه‌های مکانیکی پس از اجرا) می‌باشد. شکل ۴ نشان‌دهنده موقعیت سازه‌های اجرایی در منطقه مطالعاتی می‌باشد.

پس از بازدید صحرایی و مشخص شدن موقعیت مکانی هر یک از عملیات اجرا شده در منطقه، اقدام به تطبیق عملیات اجرایی و پیشنهادی در منطقه شد. به طوری که هر یک از انواع عملیات مکانیکی پیشنهاد شده و اجرا شده از



شکل ۴. موقعیت سازه‌های اجرایی

و اثربخشی پوشش گیاهی در آن زیر حوزه‌ها در کنترل رسوب محاسبه شد. در این بررسی تلاش شد که با استفاده از کتابچه مطالعاتی طرح و بازدیدهای انجام شده (پیمایش‌های صحرایی) نسبت به ارزیابی عملکرد آبخیزداری، به‌ویژه بر روی شاخص‌های مورد اشاره در دو

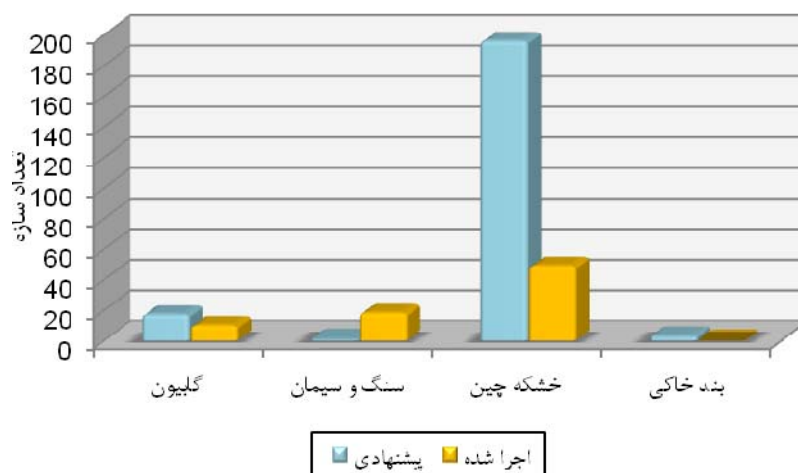
سپس مقدار حجم رسوب یافته، وزن مخصوص رسوب و وزن رسوب (تن) برای هر یک از سازه‌های اجرایی در منطقه مورد مطالعه به منظور ارزیابی نهایی از وضعیت کلی سازه‌های اجرایی و همچنین مقدار اثر بخشی سازه‌های اجرایی با توجه به محل قرارگیری در زیرحوزه‌ها

تراز آب چاه‌ها در طول دوره آماری مورد بررسی بوده است؛ به استثنای پیژومترهایی که در محدوده پروژه‌های آبخیزداری واقع می‌باشند که اثر آگیری طرح‌ها در افزایش تراز آب این چاه‌ها قابل مشاهده است.

■ نتایج

نتایج به‌دست‌آمده از بررسی‌ها نشان داد که به طور معمول تعداد و محل سازه‌های پیشنهادی با سازه‌های اجرا شده تفاوت زیادی دارد؛ بر این اساس می‌توان درصد اختلاف بین هر کدام از زیر پروژه‌های اجرایی را محاسبه و اختلاف بین برنامه‌های اجرایی و پیشنهادی را تعیین کرد. شکل ۵ نشان دهنده مقدار این اختلاف در حوزه مورد مطالعه می‌باشد.

مقطع زمانی قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری در منطقه مورد نظر اقدام و تأثیرات عملیات اصلاحی در بررسی نوسان آب ارزیابی شود. به‌منظور بررسی وضعیت نوسانات سطح آب زیرزمینی و متغیرهای اقلیمی، شاخص SPI محاسبه شد. همچنین دوره آماری مورد نظر ترسالی و خشکسالی در قبل و بعد از اجرای عملیات مورد بررسی قرار گرفت. برای به‌دست آوردن ارتفاع سطح آب در منطقه، اقدام به تهیه تراز آب زیرزمینی از ۳۰ حلقه چاه پیژومتری مربوط به سازمان آب منطقه‌ای تهران گردید، که برای یک دوره آماری ۱۰ ساله از سال آبی ۷۵-۷۶ تا (۸۶-۸۷) تهیه شده بود. با استفاده از تراز سطح آب چاه‌های پیژومتری مربوط به مهرماه سال ۸۳ و ارتفاع نقطه نشانه و مشخصات UTM چاه‌ها، هیدروگراف پیژومترها ترسیم شد و نشان دهنده روند نزولی سطح



شکل ۵. مقایسه سازه‌های پیشنهادی و اجرا شده

درصد هر یک از عملیات مکانیکی اجرا شده در حوزه مطالعاتی در جدول ۲ نشان داده شده است.

در منطقه مطالعاتی تعداد نسبتاً زیادی سازه‌های مختلف مکانیکی، مانند سنگ و سیمان، گلبیون و خشکه‌چین، به‌ویژه در نواحی پائین دست اجرا شده است.

جدول ۲. درصد هر یک از سازه‌های مکانیکی اجرا شده

| نوع سازه | تعداد | درصد |
|-------------|-------|------|
| سنگ و سیمان | ۱۶ | ۲۱/۳ |
| خشکه چین | ۴۹ | ۶۵/۴ |
| گلبیون | ۱۰ | ۱۳/۳ |
| جمع | ۷۵ | ۱۰۰ |

می‌دهد. بر این اساس کمیت سازه‌های گابیونی نسبت به سنگ و سیمان رقم مناسبی نیست. همچنین با در نظر گرفتن شرایط بسیار خوب سازه‌های گابیون از نظر مکان و موقعیت آبراهه‌ها و هزینه کمتر احداث سازه‌های گابیونی در محلی مثل محل اجرا شده در حوزه آبخیز یادشده می‌توانست دارای ارزش و اهمیت بیشتری باشد. در جدول ۳ تعداد سازه‌های مکانیکی پر شده از رسوب و به قولی خارج شده از چرخه رسوب‌گیری ارائه شده است.

نتایج نشان داد که تعداد سازه‌های خشکه چین بیشترین رقم را در بین سازه‌های احداثی دارند. که از این نظر با توجه به وضعیت رسوب موجود در حوزه و شرایط مورفولوژیکی آن، انتخاب درستی است (البته در صورت اجرای صحیح و چیدمان دقیق سنگ‌ها در این نوع سازه از نظر کمی و کیفی). همچنین حدود ۲۱/۳ درصد از کل سازه‌ها سنگ و سیمان هستند و تنها ۱۳/۳ درصد سازه‌ها را گابیون تشکیل

جدول ۳. وضعیت کمی سازه‌های احداثی از نظر رسوب‌گیری

| نوع سازه | تعداد | تعداد سازه‌های پر شده از رسوب | درصد | تعداد سازه‌هایی که ۷۵٪ آن از رسوب پر شده | درصد | تعداد سازه‌هایی که ۵۰٪ آن از رسوب پر شده | درصد |
|-------------|-------|-------------------------------|------|--|------|--|------|
| سنگ و سیمان | ۱۶ | ۸ | ۵۰ | ۷ | ۴۴ | ۱ | ۶ |
| خشکه چین | ۴۹ | ۳۵ | ۶۸/۴ | ۱۷ | ۳۰ | ۵ | ۹ |
| گابیون | ۱۰ | ۱ | ۱۰ | ۱ | ۱۰ | ۲ | ۲۰ |
| جمع | ۷۵ | ۴۴ | ۵۸/۷ | ۲۵ | ۳۳/۳ | ۸ | ۵۷ |

بوده است. بر اساس اطلاعات ارائه شده هر دو مورد سازه گابیون احداثی سالم است و رسوب به نسبتاً خوبی به‌ویژه در آنها ترسیب شده است. کارایی کلی سازه‌های گابیونی با در نظر گرفتن وزن یکسان برای هر عامل ۷۵ درصد است. سازه‌های سنگ و سیمانی دارای ارزش زیادی هستند؛ هر چند که رسوب بیشتر این سازه‌ها را پر کرده، صورت نیاز می‌توان ارتفاع آنها را افزایش داد. برای سازه‌های سنگ و سیمانی ۶۶ درصد کارایی نسبی محاسبه شده است. مهم‌ترین عامل در کارایی نداشتن سازه‌های مکانیکی، مکان‌یابی ناصحیح، مصالح غیراصولی، در نظر نگرفتن شرایط مورفولوژیکی رودخانه و طراحی نادرست است. همچنین حجم عملیات اجرایی در حوزه آبخیز توچال به شرح ذیل است:

- حجم‌بندهای گابیونی ۸۰۰ مترمکعب،
- حجم‌بندهای خشکه‌چین ۹۰۶/۵،
- حجم‌بندهای سنگ و سیمان ۵۱۰۴/۵ مترمکعب می‌باشد.

در جدول ۴ حجم عملیات پیشنهادی و اجرا شده مقایسه شده است.

نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی عملیات‌های بیولوژیک در

نتایج حاصل از بررسی وضعیت سازه‌های احداثی نشان می‌دهد که از تعداد کل سازه‌های خشکه چین موجود در منطقه، ۷ مورد آن کاملاً سالم بوده است، که از نوع سازه‌هایی است که جدید احداث شده‌اند؛ همچنین حدود ۲۹ مورد از سازه‌های یادشده با وجود کنترل رسوب در پشت آن‌ها-که در این حالت باید سازه به طور کامل پایدار شده باشد- در حال تخریب هستند. به دلیل کمیت و کیفیت نادرست گزینش، سنگ‌ها نیز در حال تخریب هستند. همچنین ۱۳ مورد از سازه‌های خشکه‌چین به‌طور کامل تخریب شده‌اند، که در نهایت درصد کارایی آن با استفاده از فرمول $\frac{S}{N} = \text{کارایی نسبی}$ (S- مجموع تکرارها با علامت مثبت در هر تیمار و N- مجموع کل تکرارها) ۱۴/۳ محاسبه شد و امتیاز آن از ۱۰۰ حدود ۱۴/۳ بوده یا نمره ۲/۸۶ از ۲۰ را به‌خود اختصاص داد. با در نظر گرفتن فقط همین عامل می‌توان گفت که بیش از ۸۵ درصد از کل هزینه‌های مربوطه برای اجرای این زیرپروژه تلف شده است.

سازه‌های گابیونی از وضعیت مناسبی برخوردارند. دلیل اصلی مناسب بودن این نوع سازه محل آن و اجرای دقیق از نظر طراحی و همخوانی شرایط حوزه با این نوع سازه

منطقه، فعالیت‌هایی مثل قلمه‌کاری، نهال‌کاری، بذرپاشی، بذرکاری و حفاظت و قرق پیشنهاد شده‌است که در ذیل کلیه عملیات بیولوژیکی پیشنهادی اجرا شده، ارائه می‌شود. نتایج ارزیابی به این شرح می‌باشد:

منطقه نشان داد این نوع عملیات در منطقه مطالعاتی تنها برای کنترل فرسایش و حفاظت خاک صورت گرفته است. با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و عمق مناسب خاک‌ها، اجرای برنامه‌های مدیریتی و به‌ویژه قرق از اهمیت خاصی برخوردار است. در پروژه‌های بیولوژیکی

جدول ۴. مقایسه حجم عملیات پیشنهادی و اجرا شده

| نوع سازه | حجم سازه پیشنهادی (m ³) | حجم سازه اجرا شده (m ³) |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| گابیون | ۸۲۵ | ۸۰۰ |
| خشکه‌چین | ۳۶۲۶ | ۹۰۶/۵ |
| سنگ و سیمان | ۱۶۰۰ | ۵۱۰۴/۵ |
| سنگ چین روکش‌دار | ۳۴۷/۲۵ | - |
| خاکی | ۴۱۶۰۰ | - |

است که ۲۰۰ هکتار از این عملیات پیشنهادی اجرا شده است.

در شکل ۶ پیشنهادات بیولوژیک مورد نظر در منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.

حجم رسوب کنترل‌شده و متوسط رسوب خروجی از زیرحوزه‌ها اهمیت زیادی در ارزیابی عملیات اجرا شده دارد. چرا که در این قسمت می‌توان به این سوال پاسخ داد که اجرای برنامه‌های مکانیکی تا چه مقدار مشکلات حوزه را پس از مدت ۵ تا ۱۰ سال برطرف کرده و آیا اجرای این سازه‌ها مفید بوده یا ضرورتی نداشته‌است. نکته قابل توجه دیگر در ارزیابی عملیات اجرا شده، کنترل سیلاب می‌باشد که این سازه‌ها تا چه حد می‌توانند سبب مهار سیلاب گردند و این موضوع که سیلاب‌ها با حجم زیاد پشت سازه‌های احداثی بزرگ تبدیل به بخار نشوند و باعث شوری خاک نگردند، نیز دارای اهمیت می‌باشد. همچنین کنترل رسوب ارزش زیادی دارد به شرط آن که کنترل فرسایش خاک در بالادست صورت گرفته و برای افزایش عمر سازه‌های موجود در پائین دست رسوب کنترل شود. حجم رسوب ذخیره شده در پشت‌بندها در کل منطقه مطالعاتی به شرح جدول ۵ می‌باشد.

بررسی اثر اجرای طرح‌های بیولوژیک و سازه‌ای بر روی آب زیرزمینی منطقه مطالعاتی

یکی دیگر از عوامل تغذیه‌کننده سفره آب زیرزمینی، نفوذ مستقیم نزولات جوی است. مقداری از نزولات جوی که به سطح حوزه می‌بارد به داخل زمین نفوذ کرده و به

کشت قلمه

برای انجام عملیات یادشده از قلمه گیاهان غیرمثمر برای منطقه پیشنهاد شده است، که باید با روش گلدانی کاشته شوند و تراکم قلمه‌ها، بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ قلمه در هکتار در منطقه در نظر گرفته شده است. در مجموع هیچ قلمه‌ای در منطقه کاشته نشده است.

نهال‌کاری

سطح کل نهال‌کاری در منطقه طرح حدود ۳۰ هکتار بوده است که قرار بوده از نهال‌های مثمر و غیرمثمر در آن استفاده شود. در مجموع در ۱۰ هکتار از منطقه طرح نهال‌کاری صورت گرفته است.

کپه‌کاری

در مجموع ۲۰۸۰ هکتار کپه‌کاری از بذرهای گیاهان مرتعی مثل کما، جاشیر، اسپرس، یونجه و غیره پیشنهاد شده است. از روش کپه‌کاری با تیشه قرار بود که چاله‌های حفر شده در حدود ۱۰ سانتی‌متر عمق داشته و بذرهای در آن قرار گرفته شود. بر اساس اطلاعات ارائه شده در حدود ۱۰۰۰ هکتار از زیر پروژه یادشده به اجرا رسیده است.

بذر پاشی

بذرپاشی یکی دیگر از زیر پروژه‌های پیشنهادی در سطح حدود ۱۳۰۰ هکتار بوده است، که فقط ۵۰۰ هکتار از منطقه مورد بررسی بذرپاشی اجرا شده است.

قرق

سطح کل قرق در منطقه طرح حدود ۵۰۰ هکتار بوده

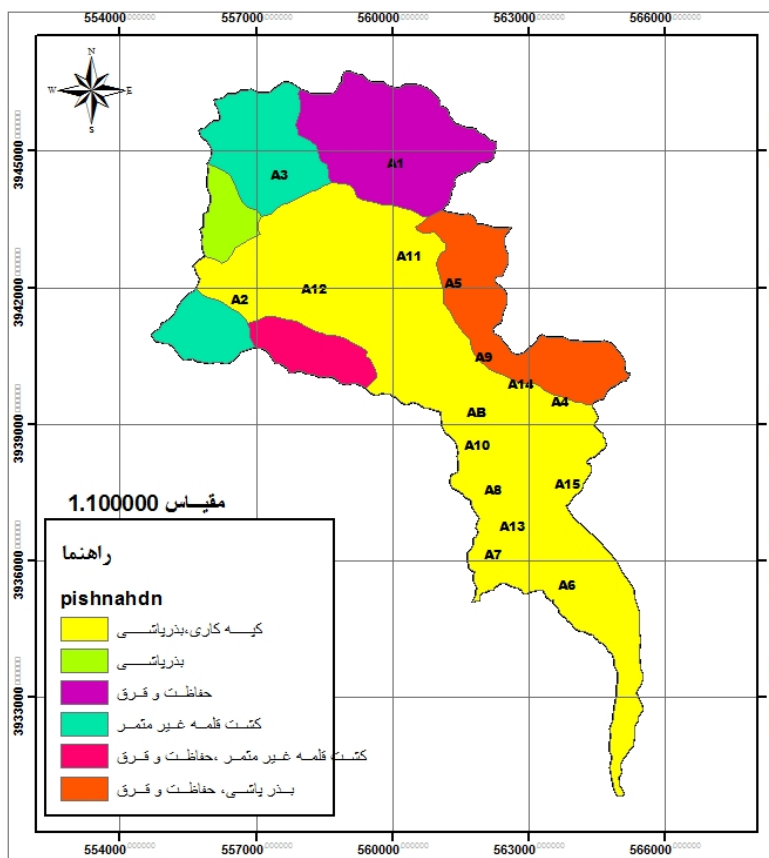
طور متوسط در حدود ۵۳/۲۷ متر افت داشته است. متوسط سطح ایستابی در سال ۱۳۷۶، ۹۲۱/۲۲ متر بوده که به طور متوسط با کاهش سالانه ۱/۲۰۲ متر در سال، در سال ۱۳۸۷ به ۹۰۶/۷۹ متر رسیده است. از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۹ به طور متوسط افت سالیانه در حدود ۲/۶۳ و از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۷ مقدار افت سالیانه در حدود ۱/۱۷ می‌باشد.

به منظور بررسی کمیت آب زیرزمینی در قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری، مقدار نوسان دبی در رشته قنات توچال که در پایین دست سازه‌های اجرایی در حوزه مربوطه واقع شده است، در نظر گرفته شد. با استفاده از آمار مرکز پژوهشات منابع آب، مقدار نوسان دبی قنات در دو کلاس قبل و بعد از اجرای عملیات مورد بررسی قرار گرفت.

سفره می‌پیوندد. بر همین اساس جهت تعیین دوره‌های خشک و مرطوب در منطقه از شاخص بارش استاندارد برای دو ایستگاه ماملو و غنی‌آباد استفاده شد. که نتایج آن در جداول ۷ و ۶ آورده شده است. با توجه به شاخص محاسبه شده بعد از سال‌های اجرای عملیات آبخیزداری ترسالی نیز بر منطقه حاکم بوده است.

به منظور بررسی روند اثرگذاری عملیات بیولوژیک و سازه‌ای ایجاد شده در منطقه مورد نظر با استفاده از آمار موجود به بررسی هیدروگراف‌های آب زیرزمینی منطقه پرداخته شد.

روند تغییرات سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی دشت ورامین در منطقه‌های مختلف با شرایط تغذیه و تخلیه آن متغیر است. در طی مدت ۱۲ سال بر اساس آمار موجود به-



شکل ۶. پیشنهادهای بیولوژیکی

جدول ۵. حجم رسوب ذخیره شده در پشت‌بندها

| وزن رسوب (تن) | وزن مخصوص رسوب (کیلوگرم بر متر مکعب) | حجم رسوب m ³ |
|---------------|--------------------------------------|-------------------------|
| ۶۴۷۰۷/۸۹ | ۱/۳ | ۴۹۷۷۵/۳ |

جدول ۶. شاخص بارش استاندارد ایستگاه ماملو

| سال آماری | ماملو | SPI | توصیف کیفی |
|-----------|-------|-------|------------------|
| ۱۳۶۰ | ۲۵۷/۷ | -۰/۱۹ | نرمال |
| ۱۳۶۱ | ۳۱۷ | ۰/۶۹ | نرمال |
| ۱۳۶۲ | ۱۸۲ | -۱/۳۲ | نسبتاً خشک |
| ۱۳۶۳ | ۲۶۳/۵ | -۰/۱۱ | نرمال |
| ۱۳۶۴ | ۲۱۶/۵ | -۰/۸۱ | نرمال |
| ۱۳۶۵ | ۳۵۳/۵ | ۱/۲۴ | نسبتاً مرطوب |
| ۱۳۶۶ | ۲۹۸ | ۰/۴۱ | نرمال |
| ۱۳۶۷ | ۲۷۱ | ۰/۰۱ | نرمال |
| ۱۳۶۸ | ۱۹۱/۵ | -۱/۱۸ | نسبتاً خشک |
| ۱۳۶۹ | ۲۰۶ | -۰/۹۶ | نرمال |
| ۱۳۷۰ | ۲۴۱/۵ | -۰/۴۳ | نرمال |
| ۱۳۷۱ | ۳۰۰/۵ | ۰/۴۵ | نرمال |
| ۱۳۷۲ | ۳۲۴/۵ | ۰/۸ | نرمال |
| ۱۳۷۳ | ۳۴۹/۵ | ۱/۱۸ | نسبتاً مرطوب |
| ۱۳۷۴ | ۱۴۲ | -۱/۹۲ | خیلی خشک |
| ۱۳۷۵ | ۴۱۵ | ۲/۱۵ | فوق العاده مرطوب |
| ۱۳۷۶ | ۱۶۵ | -۱/۵۷ | خیلی خشک |
| ۱۳۷۷ | ۳۱۳/۵ | ۰/۶۴ | نرمال |
| ۱۳۷۸ | ۲۴۴ | -۰/۴ | نرمال |
| ۱۳۷۹ | ۲۴۹ | -۰/۳۲ | نرمال |
| ۱۳۸۰ | ۲۰۱/۵ | -۱/۰۳ | نسبتاً خشک |
| ۱۳۸۱ | ۳۰۷/۸ | ۰/۵۵ | نرمال |
| ۱۳۸۲ | ۳۴۸/۴ | ۱/۱۶ | نسبتاً مرطوب |
| ۱۳۸۳ | ۲۹۶/۹ | ۰/۳۹ | نرمال |
| ۱۳۸۴ | ۳۰۸/۴ | ۰/۵۶ | نرمال |

جدول ۷. شاخص بارش استاندارد ایستگاه غنی آباد

| سال آماری | غنی آباد | SPI | توصیف کیفی |
|-----------|----------|-------|------------------|
| ۱۳۶۰ | ۲۴۵ | ۰ | نرمال |
| ۱۳۶۱ | ۲۰۴ | -۰/۴۱ | نرمال |
| ۱۳۶۲ | ۱۳۵ | -۱/۰۹ | نسبتاً خشک |
| ۱۳۶۳ | ۱۷۹ | -۰/۶۶ | نرمال |
| ۱۳۶۴ | ۱۷۳ | -۰/۷۲ | نرمال |
| ۱۳۶۵ | ۲۸۵ | ۰/۳۹ | نرمال |
| ۱۳۶۶ | ۴۵۴ | ۲/۰۷ | فوق العاده مرطوب |
| ۱۳۶۷ | ۴۹۳ | ۲/۴۶ | فوق العاده مرطوب |
| ۱۳۶۸ | ۱۷۷ | -۰/۶۷ | نرمال |
| ۱۳۶۹ | ۱۸۴ | -۰/۶۱ | نرمال |
| ۱۳۷۰ | ۲۱۴ | -۰/۳۱ | نرمال |
| ۱۳۷۱ | ۱۷۷ | -۰/۶۸ | نرمال |
| ۱۳۷۲ | ۱۵۶ | -۰/۸۹ | نرمال |
| ۱۳۷۳ | ۱۶۱ | -۰/۸۴ | نرمال |
| ۱۳۷۴ | ۱۶۶ | -۰/۷۹ | نرمال |
| ۱۳۷۵ | ۴۱۲ | ۱/۶۶ | خیلی مرطوب |
| ۱۳۷۶ | ۱۸۰ | -۰/۶۵ | نرمال |
| ۱۳۷۷ | ۳۳۳ | ۰/۸۷ | نرمال |
| ۱۳۷۸ | ۱۸۶ | -۰/۵۹ | نرمال |
| ۱۳۷۹ | ۱۸۴ | -۰/۶۱ | نرمال |
| ۱۳۸۰ | ۱۵۷ | -۰/۸۸ | نرمال |
| ۱۳۸۱ | ۲۸۸ | ۰/۴۲ | نرمال |
| ۱۳۸۲ | ۳۲۰ | ۰/۷۴ | نرمال |
| ۱۳۸۳ | ۳۲۸ | ۰/۸۳ | نرمال |
| ۱۳۸۴ | ۳۴۱ | ۰/۹۵ | نرمال |

در قبل از اجرای عملیات متوسط دبی قنات توچال ۹/۲۲ لیتر بر ثانیه بوده و مقدار دبی از تاریخ ۱۰/۱۲/۷۵ تا ۱۳۷۹/۱۲/۲۳ به مقدار ۱۷ لیتر بر ثانیه افت داشته است. متوسط دبی در بعد از اجرای عملیات ۳۰.۳۰ لیتر بر ثانیه بوده و مقدار دبی از تاریخ ۱۳۸۰/۱۲/۲۸ تا ۱۳۸۰/۱۱/۲۳ به مقدار ۲۱ لیتر بر ثانیه افزایش یافته است. همچنین متوسط دبی بعد از اجرای عملیات نسبت به قبل از اجرای عملیات ۳۲/۱ برابر شده است.

■ بحث و نتیجه گیری

یکی از اهداف این مطالعه بررسی نقش سازه ها در افزایش کمی و کیفی پوشش گیاهی منطقه بوده و به دلیل این که منطقه یادشده جزو منطقه های حفاظتی و نیمه خشک است باید از تخریب پوشش گیاهی جلوگیری شود و همچنین در زیرحوزه های A2، A3، A4، A5 و A2

مقدار زیادی بوته زار وجود دارد که با توجه به عملیات پیشنهادی بیولوژیک که در منطقه اجرا شده است، علاوه بر کنترل رسوب در زیر حوزه های یادشده در نفوذ آب زیرزمینی نیز تاثیر داشته است.

بر اساس بررسی های انجام شده متأسفانه تمام کار، متمرکز بر روی اخذ رسوب آن هم به وسیله خشکه چین بوده و عملیات دیگر هر چند که مثبت ارزیابی شده است ولی آنقدر کم رنگ بوده که نمی تواند در مقدار و حجم اخذ رسوبات نقش داشته باشد. بر اساس بازدیدهای به عمل آمده بیشتر سازه ها از رسوب پر بوده و حجم زیادی رسوب در پشت آنها ترسیب شده اند. بیشترین رسوب در زیرحوزه های A2، A7، A6، A5 و A4 است و تراکم آبراهه در این زیرحوزه ها بسیار زیاد است. در مجموع پراکندگی سازه های اجرایی با توجه به این که اگر هدف مطالعات کنترل رسوب بوده باشد، به دلیل وضعیت زهکشی و تراکم

۲۱ لیتر بر ثانیه افزایش یافته‌است. همچنین متوسط دبی در بعد از اجرای عملیات نسبت به قبل از اجرای عملیات ۳۲/۱ برابر شده‌است؛ که اثر اجرای عملیات بیولوژیک بر منابع آب زیرزمینی پایین دست در این روند بی‌تاثیر نیست.

همچنین نوحه گر و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تاثیر اجرای اقدامات آبخیزداری برای مدیریت آب‌های زیرزمینی حوضه ایسین در هرمزگان به این نتایج دست یافت که به منظور اعمال مدیریت آبخیز می‌توان از روش‌های (بانکت، کنتر فارو، پیتینگ، هلالی آبگیر، پخش سیلاب، بند سار) برای افزایش نفوذ آب‌های سطحی در کمک گرفت و روش‌های پیشنهادی مناسب برای مدیریت آبخوان حوضه‌ی ایسین، هلالی آبگیر و بندسار بوده‌اند.

غضنفرپور و دهدشتی زاده (۱۳۸۶) در بررسی تأثیر طرح‌های آبخیزداری بر روند تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی دشت اردستان در استان اصفهان، به این نتیجه رسید که استفاده بهینه از منابع آبی با اجرای طرح‌های آبخیزداری، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت زیادی برخوردار است.

هم چنین محمدی گلرنگ و همکاران (۱۳۸۶) و رهبر (۱۳۸۵) نیز به ترتیب، اجرای طرح‌های آبخیزداری را سودمند، دارای توجیه اقتصادی و سبب افزایش آب‌های زیرزمینی و موثر در کاهش فرسایش و ایجاد رسوب می‌دانند.

آن درست نمی‌باشد و یا حداقل اصولی نیست. نتایج نشان داد که تمرکز سازه‌های اصلاحی در زیر حوزه‌های A2, A9, A10 بوده و تمرکز عملیات بیولوژیک در تمام سطح این زیر حوزه‌ها وجود داشته‌است، که علاوه بر تثبیت رسوب، باعث افزایش مقدار نفوذ پذیری در خاک شده است.

مقدار بارندگی بر اساس شاخص SPI به‌غیر از سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ در سال‌های بعد از عملیات روند ترسالی را طی کرده است. عامل موثر در افزایش سطح آب زیرزمینی بر اساس آمار اجرای طرح در منطقه می‌باشد که فاکتور بارندگی به‌دلیل وجود ترسالی در بعد از اجرای این عملیات می‌تواند در درجه دوم اهمیت قرار گیرد؛ چرا که در سال‌های قبل از اجرای عملیات بر اساس آمار دو ایستگاه ماملو و غنی آباد با وجود ترسالی‌ها روند رشد دبی منفی بوده‌است.

با توجه به نتایج گفته شده اجرای طرح یادشده به‌دلیل اجرای سازه‌های آبخیزداری و عملیات بیولوژیک موثر در کمیت سطح سفره آب زیرزمینی دشت زبردست بوده است. اما با توجه به تجزیه داده‌ها و تهیه پرسشنامه بر روی دبی قنوت پائین‌دست تا حدود ۱/۵ برابر اثرگذار بوده‌است. متوسط دبی بعد از اجرای عملیات ۳۶/۳۰ لیتر بر ثانیه بوده و مقدار دبی از تاریخ ۱۳۸۰/۱۲/۲۸ تا ۸۷/۱۱/۲۳ به مقدار

■ منابع

۱. رهبر، ا. (۱۳۸۵). ارزیابی نتایج عملکرد طرح‌های آبخیزداری در حوضه میانکوه استان یزد. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد.
۲. غضنفرپور، ن. و دهدشتی زاده، م. (۱۳۸۶). تأثیر طرح‌های آبخیزداری بر روند تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی دشت اردستان. چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران مدیریت حوزه‌های آبخیز، کرج، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۳. غفاری، گ. (۱۳۸۸). ارزیابی اثر طرح‌های آبخیزداری اجرا شده بر میزان فرسایش رسوب حوزه آبخیز کن. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۴. محمدی گلرنگ، ب.، قدوسی، ج. و مشایخی، م. (۱۳۸۶). ارزیابی اقتصادی عملیات آبخیزداری انجام شده در حوزه آبخیز سدها (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد شهید یعقوبی- تربت حیدریه، خراسان رضوی). فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۳، ص ۹۳-۱۱۰.
۵. نوحه گر، ا.، شیرگاهی، ف. و افشار، ط. (۱۳۹۱). امکان سنجی تاثیر مدیریت آبخیز بر بهبود وضعیت منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی: حوضه ایسین، استان هرمزگان). فصلنامه جغرافیا، شماره ۳۵، ص ۲۲۸-۲۱۱.
6. Brown, P. K, Sonspal, Singh, Mahnot, Sc., & Modi, S. (1995). Watershed approach in improving the socio-economic status of tribal area. *Journal of rural of development Heydarabad*, p 107-116.

**The Technical Executive Assessment of Role of Small Structures on Development of
Water Resources with Approach of Outreach of Vegetation Cover
(Case Study: Varamin Plain)**

N. Shoghi Badr^{1*} and R. Masoudi²

1. M.Sc. Graduate of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
 2. Ph.D Student of De-Desertification, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
- * Corresponding Author: shoghi@alumni.ut.ac.ir

Received: 2013.04.22

Accepted: 2013.09.09

Abstract

Assessment of natural resources projects is one of the most basic problems that are done to program the upcoming applied plans and management of these fields in different countries. In this study, the assessment of watershed operation in Tochal watershed basin was carried out through some primary studies and then integrating them together. In addition to watershed operation, was studied biological operation in study region. According to pizometric statistics wells in studied area, was appraised to improvement of water resources in before and after of Implementation of operation. At first, the efficiency percentage was determined for each of the applied structures by evaluating the condition of structures through field study. The aim of the execution of biological operation has been increase of the rate of permeability in construction operation, in addition of consolidation of sediment in area. The result of reviews show, the efficiency percentage of gabion, stone – cement, and the other structures were 75, 66, and 14. 8 respectively. In biological operation, some activities are offered, for example, nothing Spades, working Plant, seeding, drilling and protection. that among of this the proposed operation is executed: 10 hectare for working plant, 1000 hectare for drilling , 700 hectare for seeding and 500 hectare for protection. The biological operation has just done for erosion controlling and soil conservation the volume of the precipitation behind the structures was calculated as 49775. 3 m3 and most of the structure capacity to control precipitation was for sediment control. Also with considering climatic parameters, SPI index statistical period was drawn. With drawing underground water hydrograph, the performance of biological and structural operation was considered in increasing of underground water level. The average of discharge has increased 30.36 liter/second.

Keywords: assessment; vegetation cover; sediment control; ground water.