

نقش اقدامات مکانیکی آبخیزداری در بهبود وضعیت آب‌های زیرزمینی-مطالعه موردی حوزه آبخیز لنگر

بهنوش جعفری گرزین^{۱*}، محمدعلی هادیان^۲ و رضاعلی دومهری^۳

۱- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران (نویسنده مسئول) b.jafari@areeo.ac.ir

۲- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

۳- کارشناس ارشد پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

چکیده

با توجه به اهمیت روزافزون ذخایر آب زیرزمینی، حفظ و تقویت آن با اجرای اقداماتی نظیر عملیات سازه‌ای آبخیزداری در حوزه‌های آبخیز توصیه می‌گردد. از اینرو ارزیابی و تحلیل نقش این اقدامات در بهبود وضعیت آبهای زیرزمینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق تاثیر عملیات مکانیکی آبخیزداری بر فراوانی و ویژگیهای جریان آب چشمه‌ها، به عنوان یکی از شاخص‌های وضعیت آبهای زیرزمینی مورد ارزیابی قرار گرفت و داده‌های مربوطه به وضعیت چشمه‌ها در دو مقطع زمانی قبل و بعد از اجرای پروژه آبخیزداری (۱۳۶۸-۱۳۹۰)، در محدوده اقدامات مکانیکی آبخیزداری در حوضه، گردآوری و برداشت شده و مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد، میزان تخلیه سالانه کل چشمه‌های حوضه از حدود ۲۰۰ هزار به حدود ۴۰۰ هزار مترمکعب در سال افزایش یافته است. اگرچه عوامل متعددی در افزایش حجم خروجی چشمه‌ها اثر گذار بوده‌اند اما به نظر می‌رسد عامل اصلی این افزایش، اقدامات مکانیکی آبخیزداری انجام شده در حوضه باشد.

واژگان کلیدی: آب زیرزمینی، چشمه، آبخیزداری، عملیات مکانیکی، مازندران

۱- مقدمه

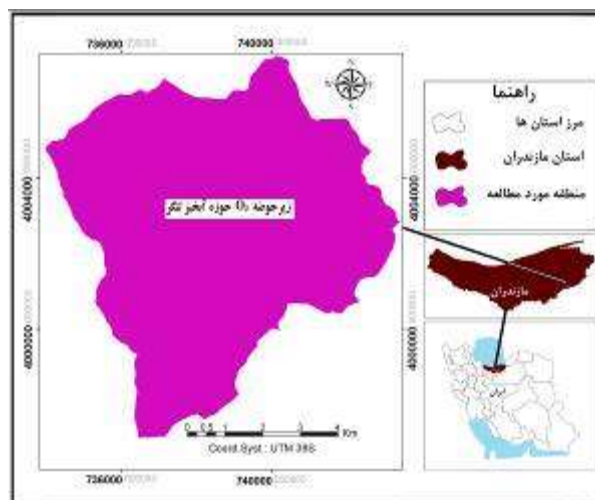
منابع آب‌های زیرزمینی یکی از مهم‌ترین منابع آب در حوزه‌های آبخیز به شمار رفته و بهره‌برداری اصولی و حفظ و احیا آن‌ها می‌تواند در توسعه پایدار نقش بسزایی داشته باشد. اقدامات مکانیکی آبخیزداری یکی از راهکارهای پیشگیری از اتلاف آب و تقویت ذخایر آب زیرزمینی است لذا ارزیابی نقش و تاثیر این اقدامات می‌تواند در ساماندهی برنامه‌های آبخیزداری کمک شایانی نموده و با ارائه دورنمایی از نتایج عملکرد آن، شرایط مناسبی را جهت برنامه‌ریزی بلندمدت در رابطه با اجرای این اقدامات و همچنین مدیریت منابع آب زیرزمینی در اختیار مدیران و تصمیم سازان حوضه قرار دهد. از آنجائیکه بخشی از آب مورد مصرف در بخش‌های شرب، کشاورزی و صنعت از منابع آب‌های زیرزمینی استخراج می‌گردد، لذا بر ضرورت تغذیه منابع آب زیرزمینی و تقویت آن می‌افزاید (چوپانی و همکاران ۱۳۹۳). در اراضی کوهستانی شیب‌دار با پستی و بلندی زیاد، یک بخش مهم جریان پایه از آب زیرزمینی عمقی که از درز و شکاف سنگ بستر به صورت چشمه جاری می‌شود، منشأ می‌گیرد (وینتر ۲۰۰۷، تتزلاف و سولزی ۲۰۰۸، گراهام و همکاران ۲۰۱۰). چشمه‌ها منبع مهم تامین آب، آبراهه‌ها و دیگر آبهای سطحی هستند (یواس دی ای. ۲۰۰۷). آبدهی یک چشمه تابعی از شرایط زمین‌شناسی و هیدروژئولوژیکی حوزه آبخیز است. (تاد ۲۰۰۵). گسترش، ویژگیهای جریان و کیفیت آب چشمه‌ها، اطلاعات قابل توجهی از وضعیت سفره‌های آب زیرزمینی ارائه می‌دهند، و یکی

15th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Watershed Management and National Security

از راه‌های ارزیابی وضعیت آب زیرزمینی، پایش و بررسی تغییرات کمی و کیفی چشمه‌ها می‌باشد (یواس دی ای. ۲۰۰۷). پژوهش‌ها نشان داده است که یکی از عوامل اصلی کاهش دبی پایه و دبی چشمه، کاهش سطح آب زیرزمینی ناشی از برداشت بیش از حد در حوزه آبخیز است (بریده‌هوفت و همکاران ۱۹۸۲، ونجون ۲۰۱۲، یواس دی ای. ۲۰۰۷). برداشت از آبهای زیرزمینی منجر به کاهش دبی چشمه و دبی پایه ناشی از آب زیرزمینی می‌گردد (وبر و همکاران ۲۰۰۶). با توجه به این نکات، بررسی وضعیت چشمه‌ها می‌تواند بعنوان شاخصی برای ارزیابی وضعیت آب‌های زیرزمینی باشد. یکی از روش‌های بهره‌برداری از پتانسیل بارش‌ها، بهینه سازی استفاده از رواناب و تقویت سفره آب زیرزمینی، اجرای طرح‌های آبخیزداری است (مسلمی و همکاران ۱۳۹۷، چوپانی و همکاران ۱۳۹۳). بررسی نقش روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی آبخیزداری نشان‌دهنده عملکرد آنها در کاهش رواناب و رسوب است (شهرپور ۱۳۸۱). سازه‌های مکانیکی، تأثیر بسزایی در جلوگیری از رواناب داشته‌اند و با افزایش فرصت نفوذ آب در خاک موجب افزایش رطوبت خاک می‌شود (معدنچی ۱۳۸۱). با توجه به پیشینه تحقیقات انجام شده، پژوهش پیش رو با هدف ارزیابی نقش اقدامات مکانیکی آبخیزداری در مقدار تخلیه سالانه چشمه‌های و گسترش چشمه‌ها در زیرحوضه O3 آبخیز لنگر در استان مازندران به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی اثر این اقدامات در بهبود کمی منابع آب زیرزمینی انجام گرفته است.

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در واحد هیدرولوژیک O3 در حوزه آبخیز لنگر (سعیدآباد) در استان مازندران اجرا گردید. حوزه آبخیز لنگر در محدوده جغرافیایی $27^{\circ} 06' 53''$ تا $27^{\circ} 19' 42''$ طول شرقی و $36^{\circ} 05' 17''$ تا $36^{\circ} 27' 00''$ عرض شمالی واقع شده و از سرشاخه‌های اصلی رودخانه تجن شهرستان ساری و یکی از زیرحوضه‌های بالادست سد شهید رجایی (سلیمان تنگه) محسوب می‌گردد. زیرحوضه O3 با مساحت ۵۳۸۷ هکتار در جنوب شرقی حوزه آبخیز لنگر واقع شده است (شکل ۱). در این تحقیق با تعیین موقعیت چشمه‌ها و سازه‌های احداث شده در آبراهه‌های حوزه مورد مطالعه، اطلاعات مکانی و توصیفی سازه‌ها و چشمه‌ها به صورت رقومی در محیط ArcGIS وارد گردید. همچنین آمار و اطلاعات مربوط به گسترش، تعداد و آبدی چشمه‌ها در محدوده عملیات آبخیزداری و سازه‌های احداث شده در دو مقطع زمانی قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری گردآوری شده و با بررسی های میدانی اطلاعات پالایش و تصحیح شد. این داده‌ها در دو مقطع زمانی مقایسه و تجزیه و تحلیل گردید.



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه زیرحوضه O3 حوزه آبخیز لنگر

15th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Watershed Management and National Security

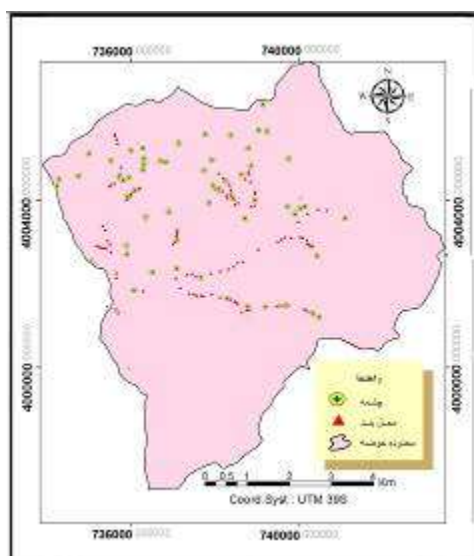
۳- نتایج و بحث

حوضه O3 دارای اقلیم ارتفاعات یا مدیترانه‌ای فراسرد بوده و میزان بارندگی متوسط سالانه ۳۷۰ میلی‌متر و حجم بارش سالیانه زیر در حدود ۱/۷۵ میلیون مترمکعب برآورد می‌گردد. برخی ویژگی‌های هیدرولوژیک این زیرحوضه O3 در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های هیدرولوژیک این زیرحوضه O3

موقعیت	دبی ویژه lit/s/km ²	دبی lit/s	رواناب (cm)	دما (c)	بارش (cm)	اختلاف ارتفاع (m)	مساحت (km ²)
زیرحوضه O3	۲/۹	۱۵۵/۶	۹/۲	۶/۲	۳۲/۹	۱۲۲۲/۵	۵۳/۳۰

خصوصیات هیدرودینامیکی واحدهای سنگی حوضه بستگی به نوع و توسعه درزه شکاف‌ها و وجود گسل و شدت و عمق تکتونیزه شده واحدهای سنگی دارد که وجود چشمه‌ها در سطح حوضه، دال بر عملکرد تکتونیک بر واحدهای سنگی منطقه است. دبی این چشمه‌ها از اندک تا چند لیتر بر ثانیه متغیر است. توسعه رسوبات شیلی و مارنی و رسوبات شمشک در منطقه مبین فقدان آب کافی در مخازن زیرزمینی یا کم‌آبی در منطقه است که کم بودن تعداد چشمه‌ها در منطقه این مسئله را تأیید می‌کند. در حوضه مورد مطالعه چشمه‌های با دبی بالاتر عمدتاً در سازندهای لار Js2 (سنگ آهک دولومیتی شامل آهک‌های خاکستری روشن تا کرم رنگ ضخیم لایه و توده‌ای با نفوذپذیری متوسط تا زیاد)، سازند شمشک، Js (تناوبی از سنگ‌های تخریبی شیل، ماسه‌سنگ همراه با لایه‌هایی از سیلت‌استون با نفوذپذیری کم تا متوسط) و سازند الیکا، Tre3 (سنگ آهک دولومیتی با ضخامت خیلی کم با نفوذپذیری متوسط تا زیاد) واقع شده‌اند. طرح آبخیزداری حوزه لنگر باهدف محوری کنترل سیلاب و رسوب و قرار گرفتن آن در حوضه سد پس از انجام مطالعات پایه و پیش شناخت، در بازه زمانی سال ۱۳۶۷-۱۳۶۸ به اجرا درآمد. عملیات سازه‌ای در آبراهه‌های زیرحوضه شامل تعداد ۱۲۵ سازه سنگی ملاتی احداث شده می‌باشد. در شکل ۲ موقعیت سازه‌های احداث شده و چشمه‌ها نشان داده شده است.



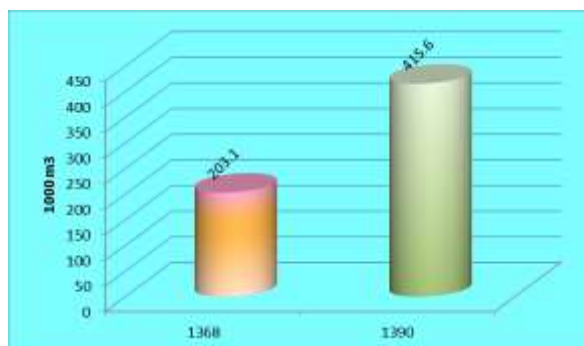
شکل ۲- موقعیت چشمه‌ها در سال ۱۳۹۰ در مجاورت سازه‌های مکانیکی احداث شده (بعد از اجرای اقدامات آبخیزداری)

15th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Watershed Management and National Security



شکل ۳: سازه مکانیکی احداث شده در آبراهه زیرحوضه O3

به منظور دستیابی به آمار و اطلاعات آب های زیرزمینی منطقه و نوع منابع آبی ابتدا به تهیه آمار منابع آبی در حوضه اقدام شد. بررسی ها نشان داد در منطقه مورد مطالعه، تنها منبع آبی زیرزمینی، چشمه است و قنات و چاه در منطقه وجود ندارد. تعداد چشمه های ثبت شده در سال ۱۳۶۸ یا در بازه زمانی که هنوز اقدامات آبخیزداری تکمیل نشده بود، بر اساس اطلاعات حاصل از منابع مختلف، ۱۷ دهنه بوده و میزان تخلیه سالانه کل معادل ۲۰۳/۱ هزار مترمکعب بوده است. براساس اطلاعات گردآوری شده و برآوردهای انجام شده بر اساس آماربرداری و ثبت تعداد ۵۸ دهنه چشمه (با دبی ناچیز تا ۳ لیتر در ثانیه) در سال ۱۳۹۰، در زیرحوضه O3، تخلیه سالانه این چشمه ها در حدود ۴۱۵/۶ هزار مترمکعب برآورد گردید (نمودار ۱).



نمودار ۱: مقایسه میزان تخلیه سالانه چشمه ها زیرحوضه O3، قبل و بعد از اجرای پروژه آبخیزداری و احداث بندهای سنگی ملاتی

در بررسی میدانی انجام شده در سال ۱۳۹۰ (تحقیق حاضر) تعدادی چشمه با دبی ناچیز که عمدتاً در نزدیکی سازه های احداث شده ظاهر شده بودند نیز به آمار اضافه شده است در حالی که ثبت و آماربرداری از این چشمه ها که از نظر تأمین دبی پایه حوضه نقش ناچیزی دارند در مطالعات دستگاه های اجرایی مرتبط با مقوله منابع آب انجام نشده است، از اینرو به نظر می رسد بخشی از تفاوت چشمگیر مقدار تخلیه سالانه در سال ۱۳۶۸ و ۱۳۹۰ مربوط به آمار ثبت شده حاصل از مطالعات میدانی دقیق تر در سال ۱۳۹۰ بوده است. اگرچه بدیهی است که اقدامات آبخیزداری انجام شده در منطقه مورد مطالعه نقش بسزائی در بهبود وضعیت دبی خروجی چشمه ها داشته است. آبدهی چشمه های حوضه بسیار متغیر بوده و از مقدار غیرقابل اندازه گیری و ناچیز تا ۳ لیتر در ثانیه در تغییر است. اگرچه اندازه گیری های دقیقی از تغییرات آبدهی چشمه ها در فصول مختلف انجام نشده است اما مشاهدات کیفی و اطلاعات شفاهی حوضه نشینان بیانگر آن است که مقدار آبدهی

15th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Watershed Management and National Security

چشمه‌ها در فصل بهار نسبتاً بیشتر بوده و به مرور از مقدار آن کاسته می‌شود. اکثر چشمه‌ها به‌خصوص چشمه‌های آبرفتی - زهکشی و نشتی در فصل تابستان کم آب و در مواردی خشک می‌شوند. افزایش تعداد و گسترش چشمه‌های با دبی کم که عمدتاً در پایین‌دست سازه‌های احداث شده به‌صورت نشتی ظاهر شده‌اند بیانگر عملکرد مناسب سازه‌ها جهت نفوذ رواناب‌های ایجاد شده در بالادست است. اگرچه مشخص نمودن میزان تأثیرگذاری و نقش سازه‌های احداث شده در آبراهه‌های حوضه مورد مطالعه، جهت تقویت ذخیره سفره‌های زیرزمینی، نیازمند مطالعه و بررسی دقیق‌تری است.

منابع مورد استفاده

- ۱) چوپانی، س. ۱۳۸۰. بررسی تأثیرات کمی و کیفی پخش سیلاب سرچاهان بر منابع آبی منطقه. نخستین همایش آبخیزداری و مدیریت استحصال آب در حوضه‌های آبخیز، بوشهر، ۱۳۸۰.
- ۲) چوپانی، س.، حسین‌پور، ا.، حسینی‌پور، ح. ۱۳۹۳. آبخیزداری راه کاری مناسب جهت تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی: لاور فین بندرعباس). دهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، بیرجند، ۱۳۹۳.
- ۳) حسین‌پور، ا. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر عملیات آبخیزداری سد لاور فین بر کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری. دانشگاه هرمزگان.
- ۴) شهریور، ع. ۱۳۸۱. بررسی تلفیق روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی در کاهش رواناب و رسوب در اراضی مرتعی استان کهگیلویه بویراحمد، مقالات اولین گردهمائی طرح‌های انجام شده با کرت‌های فرسایشی، ص ص ۱۴۵-۱۳۹.
- ۵) مسلمی، ح.، چوپانی، س.، درویشی، ر. ۱۳۹۷. آبخیزداری راه کاری مناسب جهت توسعه منابع آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران (مطالعه موردی: سد خاکی لاور استان هرمزگان). علوم و مهندسی آبیاری، ۴۱(۲): ۱۱۹-۱۱۱.
- ۶) معدنچی، پ. ۱۳۸۱. بررسی تلفیق روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی در کاهش رواناب و رسوب اراضی مرتعی، مجموعه مقالات ارائه شده در اولین گردهمائی طرح‌های انجام شده با کرت‌های فرسایشی، ص ص ۹۲-۸۲.
- 7) Bredehoeft JD, Papadopolus SS, Cooper HH Jr. 1982. Groundwater: the water budget myth in scientific basis of water resource management. National Research Council Geophysics Study Committee, National Academy Press, Washington, DC, pp 51-57.
- 8) Dourte, D. R. 2011. cropping systems for groundwater security in india: groundwater responses to agricultural land management. Phd thesis, University of Florida. 204p.
- 9) Graham, C. B., W. van Verseveld, H. R. Barnard, and J. J. McDonnell. 2010. Estimating the deep seepage component of the hillslope and catchment water balance within a measurement uncertainty framework. Hydrological Processes 24: 3631-3647.
- 10) Weber KA, Perry RG. 2006. Groundwater abstraction impacts on spring flow and base flow in the Hillsborough River Basin, Florida, USA. Hydrogeol J 14(7):1252-1264.
- 11) WenJun H.U., JieBin Z., YongQiang L. 2012. The qanats of Xinjiang: historical development, characteristics and modern implications for environmental protection, Journal of Arid Land, 4(2): 211-220.
- 12) Winter, T. C. 2007. The role of ground water in generating streamflow in headwater areas and in maintaining base flow. Journal of the American Water Resources Association 43(1): 15-25.
- 13) Tetzlaff, D., and C. Soulsby. 2008. Sources of baseflow in larger catchments: Using tracers to develop a holistic understanding of runoff generation. Journal of Hydrology 359: 287-302.
- 14) Todd, D.K., 2005. Groundwater hydrology. 3rd. New York: John Wiley and Sons.
- 15) USDA. 2007. Technical Guide to Managing Ground Water Resources United States. 255pp.



پانزدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
آبخیزداری و امنیت ملی
۶-۷ آبان ماه ۱۳۹۹ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

15th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Watershed Management and National Security

The Role of Mechanical Watershed Management Measures on Groundwater Improvement - A Case Study of Langar Watershed

Behnoush Jafari Gorzin¹, Mohammadali Hadian² and Rezaali Domehri³

Abstract

Due to the increasing importance of groundwater reserves, its preservation and strengthening by implementing measures such as mechanical watershed management operations in watersheds is recommended. Therefore, evaluating and analyzing the role of these measures in improving the groundwater situation is of particular importance. In this study, the effect of mechanical watershed management operations on the expansion and flow characteristics of springs was evaluated as one of the indicators of groundwater status, and data related to the status of springs in two time periods before and after the implementation of the watershed management project (1989-2011), in the around of mechanical watershed management measures in the basin, were collected, recorded, analyzed and evaluated. The results showed that the total annual discharge of springs in the basin has increased from about 200,000 to about 400,000 cubic meters per year. Although several factors have been effective in increasing the volume of spring outflows, but it seems that the main factor of this increase is the mechanical watershed management measures carried out in the basin.

Keywords: Groundwater, spring, watershed management, mechanical operations, Mazandaran

¹ Instructor of Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (Coressponding Author) , E-mail: b.jafari@areeo.ac.ir

² Assistant professor of Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

³ Master of Research_of Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center