

بهره برداری از منابع آب ژرف به عنوان ذخایر راهبردی در دوران خشکسالی دشت سیستان

معصومه فروزان فرد^{۱*}، محدثه امیری دوماری^۲، طیبه یوسفی^۳

۱- کارشناس ارشد مرتعداری، مجتمع آموزش عالی سراوان

۲- دانشجوی دکتری مدیریت و کنترل بیابان، دانشگاه هرمزگان

۳- کارشناس ارشد مجتمع آموزش عالی سراوان

(*) (Forozanfard@gmail.com)

چکیده

بیش از ۹۶ درصد آب شیرین کره زمین در آب زیرزمینی قرار دارد که این منبع حیاتی را به مهم ترین ذخیره آب شیرین بر روی کره زمین تبدیل نموده است. امروزه بهره برداری از منابع آب زیرزمینی برای مصارفی چون کشاورزی، صنعت و رشب توسعه زیادی پیدا کرده است. باتوجه به بحران کم آبی، راهکارهای متعددی برای رفع این بحران ارائه شده که یکی از آنها اکتشاف و استفاده از منابع آبهای غیرمتعارف همچون آبهای ژرف برای مصارف مختلف است. آبهای زیرزمینی سرمایه های استراتژیک یک کشور محسوب می شوند و منابع آب ژرف نیز جز این سرمایه ها هستند. در این مقاله مروری بر ضرورت استفاده از منابع آب ژرف در دشت سیستان برای گذر از دوران خشکسالی پرداخته شده است.

واژه های کلیدی: سیستان، اب ژرف، خشکسالی، آب غیر متعارف

۱-مقدمه

کمبود منابع آب شیرین در کشور ما از یک سوی، غیرقابل جایگزین بودن و نقش محوری در توسعه زیرساخت سایر بخش ها و نیز حفظ تعادل در محیط زیست و اکوسیستم، آب را به عنوان مهم ترین مولفه در تمامی مباحث نشان داده است. بررسی ها نشان می دهد ۹۶ درصد آبهای شیرین کره زمین در منابع زیرزمینی و تنها ۴ درصد آن در منابع سطحی قابل استحصال می باشد (۱). آب

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

زیرزمینی مهم ترین منبع تأمین آب است، آبهای ژرف بعنوان بخشی از منابع آب زیرزمینی جز سرمایه های استراتژیک یک کشور محسوب می شود که در عمق زمین قرار دارند. عمق قرارگیری منابع آب ژرف به شرایط زمین شناسی و هیدروژئولوژی منطقه وابسته است؛ لذا حد ژرفای مطلق بین منابع آب زیرزمینی معمول (آزاد و محبوس) و ژرف نمی توان در نظر گرفت. در یک تعریف ساده منابع آب ژرف را می توان منابع آب زیرزمینی (غالباً محبوسی) در نظر گرفت که در اعماق پایین تر از منابع آب زیرزمینی کشف شده، قرار دارند. بر این اساس در نقاط مختلف جهان اعماق متفاوتی برای عمق تشکیل و قرارگیری آبخوان های ژرف، گزارش شده است. حد تعیین آب ژرف در بنگلادش عمق ۱۵۰ متری، در شامل آفریقا عمق ۸۰۰ تا ۱۶۰۰ متری و در کالیفرنیا و استرالیا ۳۰۰ تا ۵۰۰ متری میباشد (۳). کیکایی و عباسی (۴) حجم آب زیرزمینی در آبخوان های سطحی ایران را حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلیارد متر مکعب و حجم آب های ژرف را رقم اغراق آمیز ۵۰ تا ۶۰ هزار میلیارد مترمکعب (حدود ۱۲۰ تا ۱۵۰ برابر کل حجم میانگین بارش سالانه ایران) برآورد کرده اند.

یکی از مهمترین فرضیات در ارتباط با بحث آبهای ژرف در ایران، مفهوم ابرحوضه است. ابرحوضه واژه کلیدی در تبیین مدل مفهومی آبخوانهای ژرف است. طبق تعریف ابرحوضه عبارت است از آبخوان های بسیار عمیق متشکل از رسوبات شنی با سنگ مادر درز و شکافدار واجد یا فاقد ساختارهای رسوبی که از نظر تغذیه، ذخیره، انتقال و به دام افتادن آبهای زیرزمینی ژرف به صورت یکپارچه عمل می کنند (۵) در مدل مفهومی ارائه شده توسط Bisson، ارتفاعات یک ابرحوضه در تغذیه آبخوان ژرف نقش دارند و جریان آب زیرزمینی در آبخوان می تواند در راستای شکستگی ها و گسل های مهم به وجود آید. مرزهای یک ابرحوضه اغلب با مرزهای حوضه های آبهای سطحی همخوانی ندارند. ابرحوضه می تواند در ارتفاعات چندین حوضه آبریز سطحی تغذیه شود. بر اساس این فرضیه، ابرحوضه هیمالیا و انتقال آب های زیرزمینی از طریق گسل های پی سنگی به منطقه سیستان و بلوچستان مطرح شده است که علیرغم داده های حاصل از حفاری چاه های آب ژرف سیستان، این فرضیه تاکنون به اثبات نرسیده است. با بررسی کلی تصویر ماهواره های هیمالیا می توان استنباط کرد که برخورد جبهه های رطوبتی اقیانوس هند به رشته کوه هیمالیا، و بارش های شدید در دامنه ارتفاعات هیمالیا (تا بیش از ۱۲۰۰۰ میلیمتر در سال در شمال غرب هند) باعث شده است که تخلیه آبهای زیرسطحی در این ابرحوضه از دو مسیر یکی در شمال هند و دیگری در بخش میانی پاکستان در نواری به عرض حدود ۱۰۰ کیلومتر رخ دهد که مخزن آب زیرزمینی عمیقی می باشد.

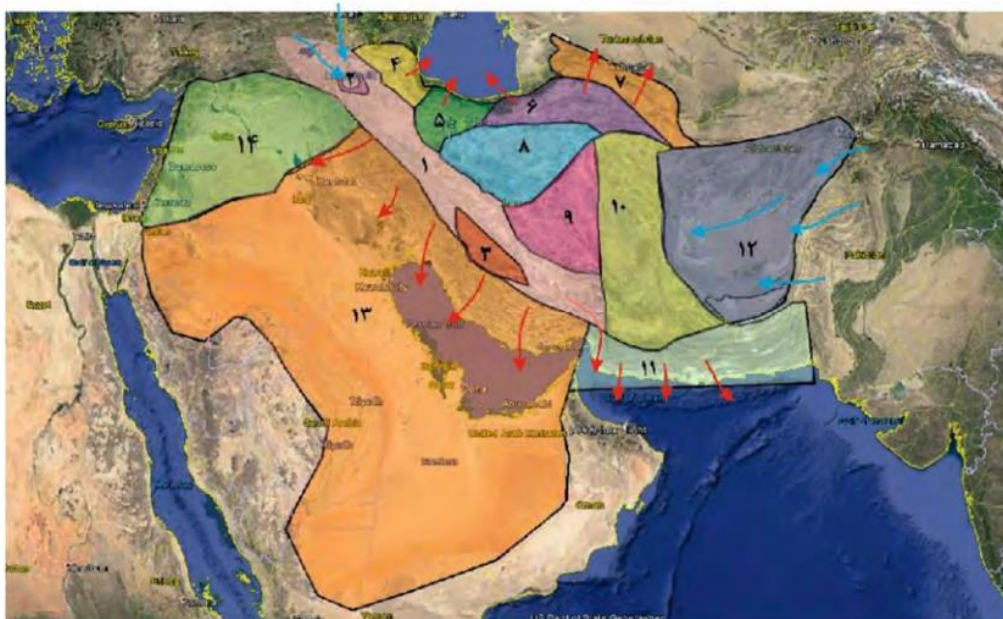
12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲



شکل (۱) نقشه ابر حوضه‌های آب ژرف ایران (شاکر و هزار جریبی، ۱۳۹۹)

۲- تاریخچه مطالعات و اکتشاف آبهای ژرف در سیستان

در تیرماه سال ۱۳۹۵ پیشنهاد طرح استفاده از آب‌های ژرف در مجلس شورای اسلامی ارائه شد و بر اساس آن مطالعات برای بهره‌برداری و استفاده از ظرفیت آبهای ژرف در سیستان و بلوچستان آغاز گردید. در این راستا پروژه استحصال آبهای ژرف در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری تعریف شد تا بر اساس آن تمام جوانب برداشت یا عدم برداشت از این منابع آبی مورد پژوهش و بررسی قرار گیرد. معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در سال ۱۳۹۶ طرح پژوهشی «توسعه فناوری شناخت مسیر حرکت آبهای ژرفی در منطقه سیستان و بلوچستان به کمک فناوری‌های مگنتوتلوریک و ژئورادار» را انجام داد که در نهایت لایه‌های عمقی رسوبات دانه درشت حاوی ذخایر آب ژرف مشخص و یک نقطه جهت حفاری اولین چاه آب ژرف در منطقه زابل پیشنهاد شد. بر اساس مطالعات، چاه اکتشافی شماره یک سیستان (شکل ۲) در سه فاز عملیاتی در عمق ۳ هزار متری حفاری شد که بر اساس اطلاعات منتشر شده، امکان تولید ۱۵۰۰ مترمکعب آب در روز را دارد. دمای آب این چاه، در سطح زمین بیش از ۸۰ درجه سانتی‌گراد بوده و دارای شوری بسیار زیاد و فلزات سنگین و سمی تا چندین برابر حد مجاز شرب بوده است. پروژه چاه شماره ۲ سیستان نیز به عنوان نخستین چاه ارزیابی، انجام شد که برخلاف چاه‌های یک و سه اطلاعات زیادی از آن منتشر نشده است. بر اساس اطلاعات موجود، از عمق ۲۱۹۱ متری نخستین چاه ژرف در زابل، نمونه‌هایی از آب برداشت شده جهت آزمایشات مختلف از جمله تعیین سختی و قدمت آب و همچنین مشخص شدن تجدیدپذیری یا تجدیدنپذیری بودن این منبع آبی به آزمایشگاه‌های مختلفی در داخل و خارج کشور ارسال شده است؛ اما جزئیاتی از نتایج آزمایش‌ها منتشر نشده است. نتایج غیررسمی هیدروشیمی نمونه آب

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

چاه آب ژرف سیستان در سال ۱۳۹۷ از عمق ۹۰۰ متری بیانگر هدایت الکتریکی ۶۲ هزار میکروموهس بر سانتیمتر، و آرسنیک ۴۵ میکروگرم بر لیتر است. هدایت الکتریکی نمونه آب انتهایی چاه بیش از ۷۰ هزار میکروموهس بر سانتیمتر گزارش شده است. اردکانیان، وزیر نیرو، در آبان ماه ۱۳۹۹ بیان کرد که نتایج حاصل از آزمایشات نمونه برداری صورت گرفته از عمق ۲۱۹۱ متری این چاه نشان داده آب از نوع شور است و کیفیت آن برای مصارف شرب، صنعت و کشاورزی مناسب نمی باشد. هدایت الکتریکی آب در حدود ۲۵۰۰۰ میکروموهس بر سانتیمتر بوده است. پس از آن درخواست شده تا حفاری این چاه تا عمق ۳۰۰۰ متر ادامه یابد که با موافقت وزارت نیرو محقق شده است. در این عمق نیز بر حسب انتظار، هدایت الکتریکی و درجه حرارت آب بسیار بالا بوده است.



شکل (۲) محل حفاری چاه آب ژرف سیستان

حفاری چاه سوم سیستان نیز تا آنجا که اطلاعات آن موجود است به نتیجه مهم و امیدبخشی منجر نشده است. در سال ۱۳۹۹ موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو طرحی با عنوان مطالعات خدمات پژوهشی پتانسیل یابی پهنه های مستعد آبهای ژرف کشور را در سه مرحله مطالعاتی به مرحله اجرا درآورد. نتیجه مرحله اول، شناسایی ۱۱ پهنه مستعد تمرکز منابع آب ژرف در سطح کشور بوده است. در مرحله دوم طرح ۱۳ زیرپهنه در سطح کشور به عنوان مناطق با اولویت بالا در ارتباط با تمرکز و تجمع آب ژرف مشخص شده است. در همین حال، چهارمین حلقه چاه آب ژرف جنوب شرق ایران و اولین آب چاه ژرف سراوان در عمق ۱۳۷۰ متری خاتمه حفاری داده شد. آب در این عمق دمای ۲۷ درجه سانتیگراد را داشته است. کیفیت آب چاه مذکور با هدایت الکتریکی کمی بیش از ۱۰ هزار میکروموهس بر سانتیمتر برای تصفیه و بهره برداری مناسب تشخیص داده شد. اینکه آبدهی چاه مذکور از لایه های بالایی می باشد و یا از آبهای ژرف، مشخص نمی باشد. بر اساس جستجوی اینترنتی، سه چاه آب ژرف در منطقه سیستان به مرحله بهره برداری رسیده که با هدف تأمین آب شرب مردم منطقه، با مشارکت شرکت های دانش بنیان، واحدهای نمکزدایی، طراحی و ساخته شده است که، نتایج آزمایش نمونه های آب برداشت شده از آن چاه تا عمق ۲۱۹۱ متر نشان داد که آب از نوع شور است و کیفیت

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

آن برای مصارف شرب و صنعت و کشاورزی مناسب نیست و شوری آب (EC) نیز در رقم بالای ۲۵ هزار میکروزیمنس بر سانتیمتر بود.

آنچه در ارتباط با مطالعات اکتشافی - بهره برداری آبهای ژرف در ایران نگران کننده است، تصمیمات شتابزده و بدون کارِ کارشناسی لازم می باشد. کما اینکه تاکنون نتایج این مطالعات در جنوب شرق ایران، در محافل علمی و آکادمیک توسط متخصصین موضوع مورد ارزیابی قرار نگرفته است. با توجه به گستره وسیع آبخوانهای ژرف، چالشهای سیاسی (بین کشوری) و اجتماعی (بین استانها) برای بهره برداری از منابع آب ژرف دور از انتظار نیست.

۳- ملاحظات و ابهامات در مطالعات آبهای ژرف

آبهای زیرزمینی ژرف میتوانند شیرین، لب شور، شور و یا بسیار شور باشند. این منابع در برخی مناطق نظیر شمال شرق آفریقا و کشورهای عربی با وجود تجدیدناپذیر بودن به دلیل کیفیت بالا و میزان مواد محلول کم (که در برخی موارد کمتر از ۵۰۰ میلیگرم بر لیتر است) برای تأمین آب شرب و کشاورزی بهره برداری میشوند. چاه های آب ژرف سیستان و بلوچستان در رده شور و بسیار شور قرار دارند و برای استفاده شرب نیاز به تصفیه دارند. مسأله مهم دیگر، کیفیت آبهای ژرف است. به لحاظ زیست محیطی عملاً استخراج توأم از آبخوانهای کم عمق و ژرف، نحوه دفع پسابهای حاصل از تصفیه شورابه ها و برقراری ارتباط هیدرولیکی عمودی بین آبخوانها که میتواند باعث افزایش شوری و فلزات سنگین و سمی به آبخوانهای کم عمق شود، میتواند نگران کننده باشد

۴- نتیجه گیری

افزایش تقاضای آب به دلیل رشد جمعیت و کاهش منابع آب متعارف در دسترس به دلیل تغییرات اقلیمی، موجب شده منابع آب غیرمتعارف کشور و به طور ویژه منابع آب زیرزمینی ژرف در کانون توجهات قرار گیرند. عدم وجود اطلاعات کافی درباره منابع آب ژرف موجب شد انجام مطالعات شناسایی و اکتشافی این منابع با هدف تبیین وضعیت کشور از نظر وجود آنها در دستور کار دستگاههای مختلف حاکمیتی قرار گیرد. در حال حاضر دو مطالعه اصلی مجزا با عناوین «پهنه بندی مناطق مستعد آب ژرف کشور» و «اکتشاف منابع آب ژرف سیستان» در این زمینه در حال انجام است که در مطالعات مذکور بیشتر بر روی شناسایی موقعیت آبخوانهای ژرف و حجم آب قابل بهره برداری از آنها تمرکز شده است. باتوجه به وجود تجارب جهانی در زمینه بهره برداری از منابع آب ژرف، ضرورت دارد سایر جنبه های مهم مربوط به این منابع مانند مسائل اجتماعی، زیست محیطی، تجدیدپذیری، کیفیت آب و غیره توجه جدی شود.

براساس تحقیقات صورت گرفته بروی آبخوان های ژرف در اقصی نقاط جهان مشخص گردید اکثریت کشورهای قرار گرفته در مناطق خشک و نیمه خشک کره زمین که در وضعیت نیمه بحرانی و بحرانی منابع آب به سر می برند از چند دهه قبل اقدام به مطالعه، شناسی، اکتشاف و یا حتی بهره برداری از این منابع نموده اند. امروزه اکثر کشورها، منابع آبی ژرف را به عنوان یک ذخیره استراتژیک آبی موجود حال حاضر و نیز مورد استفاده در شرایط بحرانی در آینده به حساب می آورند. علیرغم بالا بودن هزینه مطالعات و بهره

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

بررداری و نیز مشکلات بسیار زیاد در زمینه برداشت از این منابع، با توجه به وسعت، حجم و نیز کیفیت آنها اکثریت کشورهای حال حاضر به دنبال این منابع می باشند. خوشبختانه طبق بررسیهای صورت گرفته در طی یک دهه اخیر ایران نیز به زمره این کشورها پیوسته و حتی با حفاری یک چاه در منطقه سیستان به طور میدانی وارد عمل شده است. پیرامون معایب و مزایای این منابع در ایران با توجه به اینکه کشور بتازگی وارد فاز اجرایی شده است نمیتوان نقطه نظر خاصی ارائه نمود اما با توجه به نتایج حاصله در سایر کشورها میتوان اذعان داشت مطالعه و شناسی این منابع در حال حاضر در کشور امری بسیار ضروری تلقی میگردد از طرفی طبق بررسی وضعیت کیفی هر منبع میبایست با توجه به علویت بندی مصارف شرب، صنعت و نیز کشاورزی، برای هر بخش در آینده برنامه ریزیهای اصولی صورت پذیرد تا در صورت مواجهه با بحران بیشتر با توجه به صلاحدید امر اقدام به برداشت از این منابع آبی صورت گیرد.

۹-مراجع

- [1] انصاری، ع. «آیا بهره برداری از آبهای ژرف منطقی است»، خبرگزاری علم و فناوری استان یزد، عضو هیئت علمی دانشگاه یزد، ۱۲ مرداد
- [2] گفت وگوی وزیر نیرو با تسنیم/ارسال نمونه نخستین چاه آب ژرف ایران به مراجع بین المللی/ برداشت آب از عمق ۳۰۰۰ متری، <https://www.tasnimnews.com/fa/news/1399/07/11/2361111>، ۱۳۹۹.
- [3] رمضانی، سربندی، م.، رشیدی فدیحی، م.، شهریاری، آ. و طاهری، ا. ۱۳۹۴. امکان سنجی استفاده از آبهای فسیلی در فضای سبز شهری. اولین کنگره ملی توسعه و ترویج مهندسی کشاورزی و علوم خاک ایران، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین، تهران.
- [4] کیخایی، ف. و عباسی، ف. ۱۳۹۸. منابع آب ژرف: فرصتها و چالشها. نشریه آب و توسعه پایدار، (۱): ۶۱-۶۶.
- [5] Bisson A.R. 2005. Megawatersheds. Water Encyclopedia, 5: 266-273.



Exploitation of Deep-Water Resources as Strategic Reserves During the Drought of Sistan Plain

Masoomeh Forozanfard ^{1*}, Mohadeseh Amiri Domari², Tayebbeh Yousefi³

1. Higher education complex of Saravan, Iran.
2. PhD Student, Management and control of desert area, Hormozgan University
3. Higher education complex of Saravan, Iran

*Corresponding Author's E-mail (Forozanfard@gmail.com)

Abstract

More than 96% of the world's fresh water is in underground water, which has turned this vital resource into the most important reserve of fresh water on the planet. Today, the exploitation of underground water resources for purposes such as agriculture, industry and irrigation has developed a lot. Due to the water shortage crisis, several solutions have been proposed to solve this crisis, one of which is the exploration and use of unconventional water sources such as deep water for various purposes. Groundwater is considered a country's strategic asset, and deep-water resources are one of these assets. In this article, an overview of the necessity of using deep water sources in the Sistan plain to overcome the drought periods has been discussed.

Key words: Sistan, deep water, drought, unconventional water