یادداشت تحلیلی

اکتشاف منابع آب زیرزمینی ژرف در ایران: امکانات، محدودیت‌ها و راهبردها

حمیدرضا ناصری[1*]، فرشاد علی‌جانی[2]

۱ و ۲ـ به ترتیب استاد و استادیار هیدروژئولوژی، گروه زمین‌شناسی معدنی و آب، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. * h-nassery@sbu.ac.ir

طی دهه اخیر، رخداد خشکسالی‌های مداوم، بهره‌برداری ناموزون از منابع آب کشور، کاهش آبدهی رودخانه‌ها و چشمه‌ها و افت سطح آب زیرزمینی، باعث رخداد مسائل اجتماعی در مناطق مختلف کشور شده است. بر این اساس پروژه اکتشاف و استحصال منابع آب ژرف کشور، تعریف و با استقبال مسئولین مواجه شد. در نهایت با اختصاص بودجه و تأمین اعتبار، این پروژه از اواسط دهه ۱۳۹۰ شمسی آغاز شد و تاکنون چند حلقه چاه آب ژرف در استان سیستان و بلوچستان حفاری شده است. با این حال نتایج کلی انتشار یافته از حفاری چاه‌های مذکور به لحاظ کمی و کیفی آن‌چنان امیدبخش نبوده است، به طوری که وجود آب زیرزمینی ژرف در جنوب‌شرق و حتی مناطق دیگر کشور در هاله‌ای از ابهام قرار گرفته است. در این مقاله سعی بر آن است تا با توجه به امکانات و محدودیت‌ها، روش در پیش گرفته شده برای اکتشاف آب‌های ژرف در ایران بررسی و راهبردی جدید برای تغییر روند پروژه، پیشنهاد شود.

واژه‌های کلیدی: آب ژرف، محدودیت‌ها، سیستان و بلوچستان، اکتشاف، راهبرد

مقدمه

با توجه به رشد جمعیت، توسعه شهرها و روستاها و افزایش فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی و رخداد خشکسالی‌های مداوم، به تبع تغییرات اقلیمی از اواسط دهه ۱۳۸۰ هجری شمسی، کمبود منابع آب رفته رفته به مشکلی جدی در کشور تبدیل شده است. از این‌رو وزارت نیرو با ارائه طرح‌های مختلف، درصدد جلوگیری از اضافه برداشت‌ها و شناسایی منابع جدید و به‌ویژه آب‌های زیرزمینی در بخش‌های مختلف کشور است. یکی از این منابع آب زیرزمینی غیر متعارف که طی ۱۰ سال اخیر مورد توجه قرار گرفته، استفاده از آب‌های ژرف می‌باشد. بر این اساس و با ارائه نظریه‌هایی همچون وجود مخزن بسیار بزرگ آب ژرف در ارتباط با مفهوم ابرحوضه و تغذیه احتمالی از هیمالیا، علاوه بر وزارت نیرو، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری نیز درگیر مسأله شده‌اند. با توجه به اینکه آبخوان‌های کارستی کشور و همچنین آبخوان‌های مرزی کشور هنوز به درستی شناسایی نشده‌اند، اینکه چگونه سمت‌گیری به آب‌های ژرف در مدیریت کلان منابع آب مطرح شده است، خود جای پرسش و ابهام دارد.

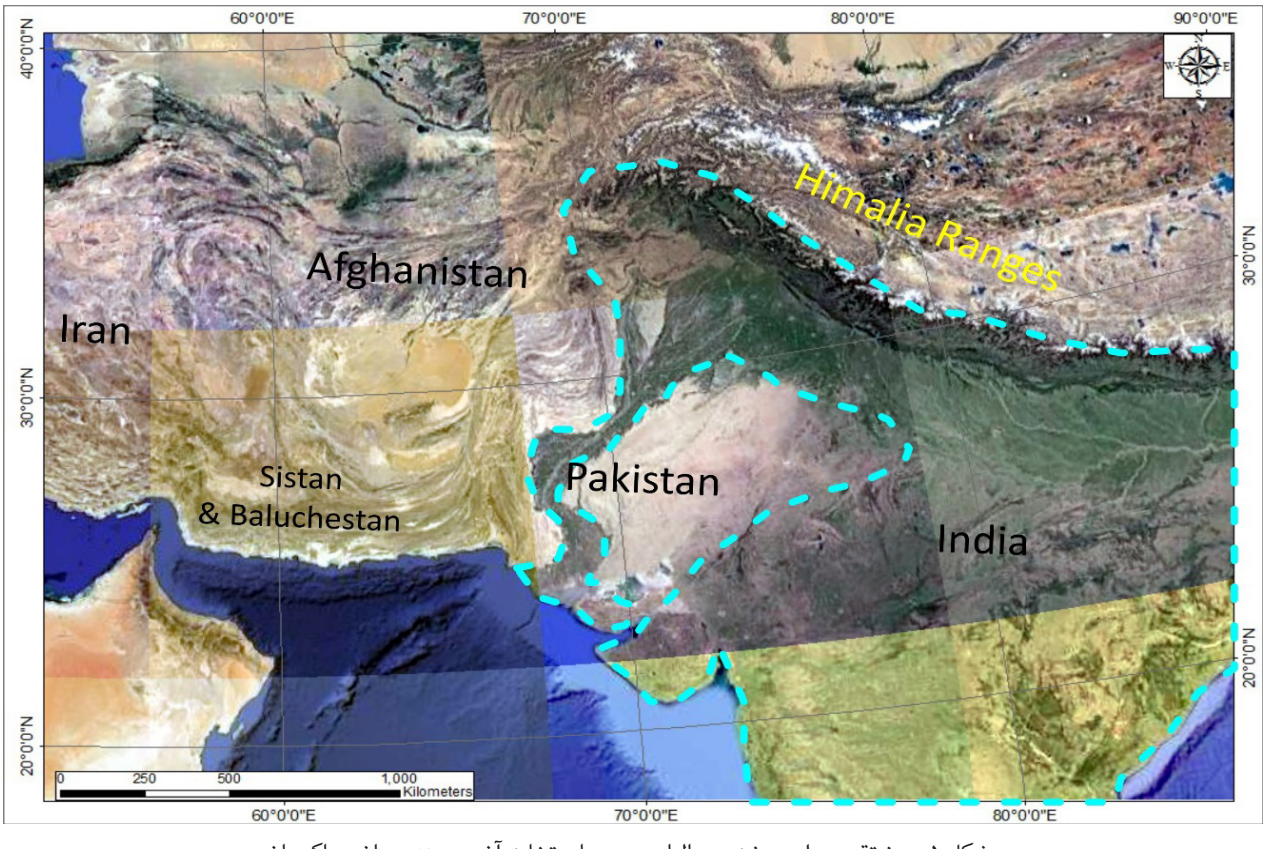
مفاهیم کلی آب‌های ژرف

آب‌های ژرف شامل آب‌های زیرزمینی هستند که در عمق زمین قرار دارند. عمق قرارگیری منابع آب ژرف به شرایط زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی منطقه وابسته است؛ لذا حد ژرفای مطلقی بین منابع آب زیرزمینی معمول (آزاد و محبوس) و ژرف نمی‌توان در نظر گرفت. در یک تعریف ساده منابع آب ژرف را می‌توان منابع آب زیرزمینی (غالباً محبوسی) در نظر گرفت که در اعماق پایین‌تر از منابع آب زیرزمینیِ کشف شده، قرار دارند. بر این اساس در نقاط مختلف جهان اعماق متفاوتی برای عمق تشکیل و قرارگیری آبخوان‌های ژرف، گزارش شده است. حد تعیین آب ژرف در بنگلادش عمق ۱۵۰ متری، در شمال آفریقا عمق ۸۰۰ تا ۱۶۰۰ متری و در کالیفرنیا و استرالیا ۳۰۰ تا ۵۰۰۰ متری می‌باشد (رمضانی سربندی و همکاران، ۱۳۹۴). کیخایی و عباسی (۱۳۹۸) حجم آب زیرزمینی در آبخوان‌های سطحی ایران را حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلیارد متر مکعب و حجم آب‌های ژرف را رقم اغراق‌آمیز ۵۰ تا ۶۰ هزار میلیاردمترمکعب (حدود ۱۲۰ تا ۱۵۰ برابر کل حجم میانگین بارش سالانه ایران) برآورد کرده‌اند.

یکی از مهمترین فرضیات در ارتباط با بحث آب‌های ژرف در ایران، مفهوم ابرحوضه[1] است. ابرحوضه واژهٔ کلیدی در تبیین مدل مفهومی آبخوان‌های ژرف است. طبق تعریف Bisson (۲۰۰۵) ابرحوضه عبارت است از آبخوان‌های بسیار عمیق متشکل از رسوبات شنی با سنگ مادرِ درز و شکاف‌دارِ واجد یا فاقد ساختارهای رسوبی که از نظر تغذیه، ذخیره، انتقال و به دام افتادن آب‌های زیرزمینیِ ژرف به صورت یکپارچه عمل می‌کنند. در مدل مفهومی ارائه شده توسط Bisson، ارتفاعات یک ابرحوضه در تغذیه آبخوان ژرف نقش دارند و جریان آب زیرزمینی در آبخوان می‌تواند در راستای شکستگی‌ها و گسل‌های مهم به وجود آید. مرزهای یک ابرحوضه اغلب با مرزهای حوضه‌های آب‌های سطحی همخوانی ندارند. ابرحوضه می‌تواند در ارتفاعات چندین حوضه‌آبریز سطحی تغذیه شود. بر اساس این فرضیه، ابرحوضهٔ هیمالیا و انتقال آب‌های زیرزمینی از طریق گسل‌های پی سنگی به منطقه سیستان و بلوچستان مطرح شده است که علیرغم داده‌های حاصل از حفاری چاه‌های آب ژرف سیستان، این فرضیه تاکنون به اثبات نرسیده است. با بررسی کلی تصویر ماهواره‌ای هیمالیا می‌توان استنباط کرد که برخورد جبهه‌های رطوبتی اقیانوس هند به رشته کوه هیمالیا، و بارش‌های 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 می‌باشد (شکل ۱). با توجه به جهت شمالی – جنوبی ساختارهای شرقی کشور، تغذیه زیرسطحی از این نوار به سمت غرب پاکستان و استان سیستان و بلوچستان متصور نمی‌باشد.

هر چند حجم ذخیره، گسترش فضایی و ضخامت اشباع منابع آب ژرف کشف شده در جهان قابل توجه است؛ به طوری که برای برخی از آبخوان‌های ژرف در دیگر کشورها گسترش فضایی بیش از یک میلیون کیلومترمربع، ضخامت اشباع چند صد تا چند هزار متر و حجم ذخیره آبی در حد ده‌ها هزار میلیارد مترمکعب، گزارش شده است، اما در سالیان گذشته مباحثی در سطح عموم و حتی مسئولین کشوری در ارتباط با کشف ذخیره آب ۱۰۰۰ میلیارد متر مکعبی آب ژرف در شرق ایران منتشر شده است که غیر علمی است. به لحاظ کیفی نیز عوامل متعددی همچون ترکیب شیمیایی آب بارش، جنس زمین (آبخوان)، اختلاط، زمان ماندگاری آب زیرزمینی، تبخیر و شرایط فیزیکوشیمیایی محیطی بر کیفیت منابع آب زیرزمینی مؤثر است، که با توجه به زمان ماندگاری آب‌های ژرف، عملاً اینگونه آب‌ها دارای املاح زیاد و فلزات سنگین و سمی بیش از حدود مجاز برای شرب، دمای زیاد و عناصر رادیواکتیو می‌باشند. مسأله مهم دیگر، تجدیدپذیری آب‌های ژرف است. تجدیدپذیری، زمان ماندگاری و منشأ شیب هیدرولیکی آب زیرزمینی در آبخوان‌های ژرف، اغلب بسیار کم است. سرعت جریان آب زیرزمینی در این آبخوان‌ها اغلب بسیار اندک و فاصله محل تغذیه تا تخلیه بالغ بر صدها کیلومتر (و در ارتباط با ابرحوضه هیمالیا – ایران تا چند هزار کیلومتر) می‌باشد که این باعث می‌شود سن این آب‌ها بسیار بیشتر از آب‌های اطراف و در حد چندین هزار سال باشد. یونسکو منابع آب زیرزمینی که دوره تجدید آن‌ها بیش از ۵۰۰ سال باشد را تجدیدناپذیر در نظر می‌گیرد.



شکل ۱- مرز تقریبی ابرحوضه هیمالیا و مسیرهای تخلیه آن در هندوستان و پاکستان

تاریخچه مطالعات و اکتشاف آب‌های ژرف در ایران

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 کمك فناوری های 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 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 تجدیدپذیر یا تجدیدناپذیر 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 نمونهٔ آب 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 آبان‌ماه ۱۳۹۹ بیان کرد که نتایج حاصل از آزمایشات نمونه‌برداری 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 نمی‌باشد. 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. حفاری چاه سوم سیستان نیز تا آنجا که اطلاعات آن موجود است به نتیجهٔ مهم و امیدبخشی منجر نشده است.

در سال ۱۳۹۹ موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو طرحی با عنوان مطالعات خدمات پژوهشی پتانسیل‌یابی پهنه‌های مستعد آب‌های ژرف کشور را در سه مرحلهٔ 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 بهره‌برداری مناسب تشخیص داده شد. اینکه آبدهی چاه مذکور از لایه‌های بالایی می‌باشد و یا از آب‌های ژرف، مشخص نمی‌باشد.

بر اساس جستجوی اینترنتی، سه چاه آب ژرف در منطقه سیستان به مرحله بهره‌برداری رسیده است که با هدف تأمین آب شرب مردم منطقه، با مشارکت شرکت‌های دانش‌بنیان، واحدهای نمک‌زدایی، طراحی و ساخته شده است که از جمله این سیستم‌ها، دستگاه نمک‌زدایی به روش الکترودیالیز معکوس در محل چاه شماره ۳ استان سیستان و بلوچستان به بهره‌برداری رسیده و وارد شبکه آب شرب شده است.

ملاحظات و ابهامات در مطالعات آب‌های ژرف

آنچه در ارتباط با مطالعات اکتشافی - بهره‌برداری آب‌های ژرف در ایران نگران‌کننده است، تصمیمات شتاب‌زده و بدون کارِ کارشناسیِ لازم می‌باشد. 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 گسترهٔ وسیع آبخوان‌های ژرف، چالش‌های سیاسی (بین کشوری) و اجتماعی (بین استان‌ها) برای بهره‌برداری از منابع آب ژرف دور از انتظار نیست (کاوسی حیدری و همکاران، ۱۳۹۸). بسیاری از آبخوان‌های ژرف مهم کشف شده در جهان، گستره سطحی و حجم ذخیره آب قابل توجهی دارند که اغلب بین دو یا چند کشور، مشترک می‌باشند که بهره‌برداری از این منابع آبی مشترک اغلب در چارچوب قواعد و حقوق بین‌الملل مربوطه میسر است. در ایران تاکنون مخزن غنی آب ژرف به لحاظ عمقی و یا گسترش جانبی مشخص نشده است و در این ارتباط نمی‌توان برای آن چالشی را متصور بود. مسأله مهم دیگر، کیفیت آب‌های ژرف است. 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 بهره‌برداری می‌شوند. چاه‌های آب ژرف سیستان و بلوچستان در رده شور و بسیار شور قرار دارند و برای استفادهٔ شرب نیاز به تصفیه دارند.

به لحاظ زیست‌محیطی عملاً استخراج توأم از آبخوان‌های کم‌عمق و ژرف، نحوه دفع پساب‌های حاصل از تصفیه شورابه‌ها، و برقراری ارتباط هیدرولیکی عمودی بین آبخوان‌ها که می‌تواند باعث افزایش شوری و فلزات سنگین و سمّی به آبخوان‌های کم‌عمق شود، می‌تواند نگران‌کننده باشد. با این حال آنچه که از داده‌های حاصل از چاه‌های آب ژرف سیستان و بلوچستان

بر می‌آید، آبدهی کم و عمق زیاد چاه‌ها نمی‌تواند تأثیر مهمی بر کاهش آبدهی و خشک شدن چشمه‌ها و چاه‌های مرتبط با برداشت آب از آبخوان ژرف در این مناطق، ایجاد کند. اینکه آبخوان ژرف نهایتاً می‌بایست در بخش سنگی در ناحیه‌ای با فاصلهٔ بسیار دورتر در سطح رخنمون داشته باشد و متأثر از تغذیهٔ از بارش باشد، از ابهامات اینگونه آبخوان‌ها در کشور ایران است. نکتهٔ دیگری که مطرح می‌باشد، تأثیر بهره‌برداری از آب‌های ژرف بر روی فرونشست زمین است. این مسأله در صورتی اهمیت می‌یابد که همزمان با استخراج آب ژرف عمقی از لایه‌های بالایی نیز استخراج صورت گیرد و این بهره‌برداری اختلاطی باعث افت آب زیرزمینی در لایه‌های بالایی، فرونشست و تخریب ساختمان چاه‌های آب ژرف شود.

نکته دیگری که کاوسی‌حیدری و همکاران (۱۳۹۸) به آن پرداخته‌اند، هزینه‌های بسیار زیاد شناسایی، اکتشاف، حفاری، بهره‌برداری و تصفیه آب‌های ژرف نسبت به هزینه‌های مشابه برای منابع آب سطحی و زیرزمینی کم‌عمق است. حال اینکه قیمت تمام شده آب‌های ژرف در ایران به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک چگونه محاسبه و توجیه اقتصادی برای آن انجام می‌شود، از ابهامات دیگر این طرح است.

با وجود شروع اکتشافات از آب‌های ژرف در کشور و عزم مسئولان برای گسترش مطالعات و حفر چاه‌های بیشتر، این پروژه هنوز مخالفان و موافقان زیادی دارد که هرکدام از آن‌ها دلایلی را برای مخالفت و یا موافقت خود عمدتاً در فضای مجازی ارائه کرده‌اند. ابهامات مذکور که می‌تواند مورد بررسی دقیق قرار گیرد، شامل موارد زیر است:

الف- اثرات مخرب زیست‌محیطی استحصال آب‌های ژرف: موافقان طرح بیان می‌کنند که برداشت از این چاه‌ها به محیط‌زیست آسیب نمی‌رساند. چاه‌های آب ژرف عمق زیادی دارند و مثل چاه‌های معمولی نیستند که اگر به‌تعداد زیاد حفر شوند, سطح آب‌های زیرزمینی پایین بیفتد و زمین نشست کند. از سوی دیگر گروه دیگری از کارشناسان بر این عقیده‌اند که استفاده از آب‌های ژرف به‌دلیل اینکه سال‌ها در اعماق زمین بوده‌اند و تعادل زمین را حفظ کرده‌اند، خطرناک است و نباید به هیچ عنوان برداشت شوند. استفاده از آب‌های ژرف در محیط‌زیست ایران، فاجعه‌ای به‌بار خواهد آورد که دیگر قابل جبران نخواهد بود.

ب- هزینه استحصال آب: همراهان و مدیران طرح بیان می‌کنند که هزینه استحصال یک مترمکعب آب ژرف، یک‌دویستم انتقال آب از دریای آزاد به مناطق خشک کشور است، ولی مخالفان هزینه استحصال آب ژرف، آن را ده‌ها برابر پروژه‌های انتقال آب و صدها برابر استحصال یک چاه عمیق آبرفتی می‌دانند.

ج- منشأ آب‌ها: بر اساس مطالعات صورت‌گرفته بر روی نخستین چاه حفر شده در سیستان، موافقان طرح اذعان می‌دارند که منشأ این آب، کوه‌های هندوکش است؛ ولی مخالفان بر اساس مطالعات صورت گرفته برروی نخستین چاه حفر شده در سیستان تأیید نمی‌کنند که این آب از ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلومتر دورتر و از ارتفاعات هندوکش بدون هیچ‌گونه انقطاع آب منتقل می‌شود و دلیل علمی مبنی بر اثبات آن وجود ندارد.

د- فرونشست زمین به‌دنبال استحصال آب ژرف: گروهی از کارشناسان عقیده دارند که فرونشست مربوط به آب‌های زیرزمینی است و ربطی به آب‌های ژرف ندارد و برداشت آب‌های ژرف هیچ مسأله محیط‌زیستی ندارد، ولی مخالفان بیان می‌کنند که اگر آب‌های ژرف مورد استفاده قرار گیرند، تبعات آن فرونشست زمین و رخداد فروچاله‌ها خواهد بود.

ه- کیفیت آب: در این‌باره کارشناسانِ درگیر طرح، بیان داشته‌اند که هدایت الکتریکی آب حدود ۱۲ هزار میکروزیمنس بر سانتی‌متر است که با تصفیه ساده می‌تواند قابل استفاده شود و نرخ تمام‌شدهٔ آن نسبت به هزینه‌های انتقالی، بسیار پایین است؛ ولی برخی از کارشناسان بیان داشته‌اند که هدایت الکتریکی آب چاه‌های ژرف در مقدار بسیار بالای ۲۵ هزار میکروزیمنس بر سانتی‌متر است و تصفیهٔ خاص و به شدت هزینه‌بری برای قابل استفاده کردن آن، نیاز است.

و- وجود مواد رادیواکتیو در آب‌های ژرف: موافقان در تحقیقاتی که برای وزارت نیرو انجام داده‌اند، بیان می‌دارند که این آب هیچ‌گونه مواد رادیواکتیوی ندارد، ولی مخالفان عقیده دارند که آب‌های ژرف سیستان به‌دلیل قرارگیری در لایه‌های زمین و داشتن منشأ مشترک با آب‌های ژرف پاکستان که از انرژی هسته‌ای استفاده می‌کند، آلوده به مواد رادیواکتیو هستند.

راهبرد آتی مطالعات آب‌های ژرف

شناسایی، اکتشاف و بهره‌برداری از منابع آب ژرف در چند دههٔ اخیر مورد توجه بسیاری از کشورهای واقع در مناطق خشک و فراخشک جهان به ویژه در خاورمیانه و شمال آفریقا بوده است. در ایران، شناخت همهٔ جوانب مربوط به منابع آب ژرف، اعم از توسعه روش‌شناسی صحیح برای شناسایی و اکتشاف و تبیین مسائل زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و حقوقی مترتب بر بهره‌برداری، تاکنون انجام نشده است. هرچند ایدهٔ پوپولیستی بهره‌برداری از منابع آب ژرف در سال‌های اخیر به طور جدی در کشور مطرح شده است، اما ابعاد مختلف این منابع آب برای جامعه علمی و مدیریتی کشور به دلیل عدم ارائه راهبرد خاص، تداخل وظایف نهادها، و سوء استفادهٔ برخی از این امر، پر ابهام است. بر این اساس به نظر می‌رسد راهبرد فعلی در راستای اجرای پروژه اکتشاف آب‌های ژرف در کشور، به نتیجه مطلوب نخواهد رسید. بر این اساس و با بررسی جوانب مختلف، با بازبینی مجدد

روند مطالعات، راهبردی جدید در این خصوص اتخاذ شده و به شرح زیر پیشنهاد می‌گردد (شکل ۲):

الف - یکپارچه‌سازی مدیریت پروژهٔ مطالعات اکتشافی - بهره‌برداری (بر این اساس به نظر می رسد وزارت نیرو و به‌ویژه شرکت مدیریت منابع آب ایران به عنوان متولی می‌بایست مدیریت یکپارچه پروژه را بر عهده گیرد و بر اساس نیازسنجی از متخصصین دانشگاهی (با تأکید بر تخصص هیدروژئولوژی)، مشاورین مربوطه، شرکت ملی حفاری ایران، و سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، به تناسب در پیشبرد بخش‌های مختلف پروژه استفاده کند.

ب- انتشار بدون ملاحظه‌کاری داده‌ها و گزارشات موجود جهت تحلیل و بررسی آزادانه توسط محققین مختلف.

ج- بازبینی در مفاهیم مرتبط با آب‌های ژرف و به ویژه ارائه تعریف دقیق بر اساس عمق و نوع آب‌های ژرف در سطح ملی.

د- دعوت از متخصصین داخلی و خارجی و برگزاری همایش به منظور استفاده از نتایج صاحب‌نظران مختلف و تجربیات بین‌المللی.

ه- جمع‌بندی همایش توسط کارگروهی از متخصصین دانشگاهی و وزارت نیرو و ارائه دستاوردهای کاربردی در سطح کارشناسی و مدیریتی.

و- برگزاری کارگاه مهندسی ارزش با حضور تمامی بدنهٔ درگیر و بررسی تمامی جوانب و ملاحظات به منظور تصمیم‌گیری قطعی درباره توقف، خاتمه و یا از سرگیری مطالعات اکتشافی.

ز- بازبینی اولویت اکتشافی منابع آب ژرف از سیستان و بلوچستان به مناطق احتمالی فرار آب‌های مرزی در شمال شرق و غرب کشور.

ه- تعیین برنامه اکتشافی مرحله‌ای عمقی آب‌های ژرف در سه دستهٔ نیمه ژرف (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر)، ژرف (۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر) و بسیار ژرف (بیش از ۳۰۰۰ متر).

و- بازبینی روش‌های حفاری از دید اکتشافی - بهره‌برداری با استفاده از دکل‌های حفاری با گل و تغییر نگرش به حفاری با سیستم‌های هوا - کف به منظور شناسایی و اکتشاف با دقت و سرعت بیشتر در خصوص آب‌های ژرف.

ز- مطالعات مجدد و بازبینی گزارشات و داده‌های اکتشافی موجود (شامل ژئوفیزیکی، حفاری‌های انجام شده، آب زمین‌شناسی، هیدروژئوشیمی، و ایزوتوپی) در منطقه سیستان و بلوچستان با هدف تعیین کیفیت (هیدروشیمی و فلزات سنگین و رادیواکتیو)، منشأ (ایزوتوپی)، تفکیک لایه‌های بر اساس پتانسیل آبدهی (لاگ‌های حفاری و آزمایش پمپاژ) و ارزیابی فنی و دقیق و بدون قصد سیاسی توسط کارشناسان مستقل و بدنه دانشگاهی (متولی پیشنهادی: وزارت علوم، تحقیقات و فناوری).

ح - ارائه نقشهٔ جدید اولویت‌بندیِ مناطق اکتشافی در سطح کشور (و نه تمرکز بر یک منطقهٔ خاص همانند آنچه تاکنون در سیستان و بلوچستان انجام شده است).

ط- ارائه برنامه حفاری‌های جدید اکتشافی در پهنه‌های مختلف و تحلیل یافته‌های جدید به منظور تعیین نبود یا وجود آبخوان‌های حاوی آب ژرف بر اساس مطالعات ژئوفیزیکی با روش‌های نوین در دنیا.

ی- انجام حفاری‌های جدید با استفاده از دستگاه‌های حفاری جدید، پایش کمی و کیفی چاه‌های موجود، جمع‌آوری اطلاعات جدید هیدروژئولوژی، هیدروشیمی و ایزوتوپی.

ک- تحلیل منطقه‌ای و جامعِ شناسایی امکان توسعهٔ بهره‌برداری از آب‌های ژرف، ارائه برنامهٔ بهره‌برداری برحسب مناطق مختلف مبتنی بر امکانات مخزن، نیازهای آبی و مطالعات جامع منابع آب.

نتیجه‌گیری

ارزش آب ژرف در ایران و نیاز به ارائه برنامه مدیریت راهبردی برای آن، بر همگان روشن است. با این حال بحث اصلی در موفقیت یا شکست این پروژه در اکتشاف و تعیین امکان توسعهٔ بهره‌برداری از این آب‌ها به ویژه در مناطق کم‌بارش شرق و جنوب‌شرق کشور می‌باشد. با این حال، بررسی‌های انجام شده تاکنون در خصوص اینکه منابع آب ژرف به ویژه در ایران، ویژگی‌های متمایزی نسبت به سایر منابع آب زیرزمینی داشته باشد، دارای ابهام است. پروژه‌های ناموفق اکتشاف و بهره‌برداری از آب‌های ژرف در عربستان و اردن، شرایط زمین‌شناسی خاص کشور ایران به لحاظ محل برخورد صفحات تکتونیکی، بالاآمدگی کلی فلات ایران نسبت به کشورهای همسایه و خروج آب‌های سطحی و زیرسطحی از کشور، نامشخص بودن وجود یا نبود آبخوان ژرف و نامشخص بودن حجم و ذخیره و گسترش آن و کیفیت بسیار نامناسب احتمالی آب‌های ژرف احتمالی (هرچند محدود)، باعث شده است که تصمیمات شتاب‌زده در اجرای پروژهٔ اکتشاف آب‌های ژرف در ایران، علیرغم اظهارات مسئولین و کارشناسان دخیل در پروژه، ناموفق به نظر برسد.

موازی‌کاری در مطالعات منابع آب ژرف در کشور از یک سو توسط وزارت نیرو با مطالعات شناسایی در قالب پهنه‌بندی مناطق مستعد آب‌های ژرف کشور و تعیین مناطق دارای پتانسیل آب ژرف و از سوی دیگر توسط معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری با انجام مطالعات اکتشافی موردی مبتنی بر بکارگیری تمامی ابزارهای اکتشافی در منطقه سیستان و بلوچستان، باعث شده است که بر خلاف دیگر مناطق جهان، مطالعات اکتشافی و پهنه‌بندی آب ژرف در ایران تحت نظر یک مدیریت واحد انجام نشود. نبود تجربه و تخصص کافی در بدنهٔ کارشناسی حاضر در پروژهٔ مطالعات آب‌های ژرف در ایران، عدم ارائه شفاف، دقیق و

کامل اطلاعات و گزارشات در محیط دانشگاهی کشور و محافل علمی بین‌المللی، اصرار بیش از حد و غیر قابل توجیه برخی کارشناسان و بالتبع مسئولین محلی و کشوری، بر وجود ذخیره هزار میلیارد متر مکعبی آب ژرف کشور، باعث ابهام و تشکیک در کل پروژهٔ مذکور شده است. به نظر می‌رسد بهره‌برداری از منابع آب ژرف در کشور، نیازمند بازنگری راهبرد مطالعات، شفاف‌سازی کامل و همه‌جانبه (بدون محافظه‌کاری)، شناسایی ابعاد حقوقی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی در بهره‌برداری با در نظر گرفتن توسعه پایدار، ارزش بازاری و غیربازاری بهره‌برداری از این منابع، مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی می‌باشد.

پی‌نوشت

1-Mega watershed

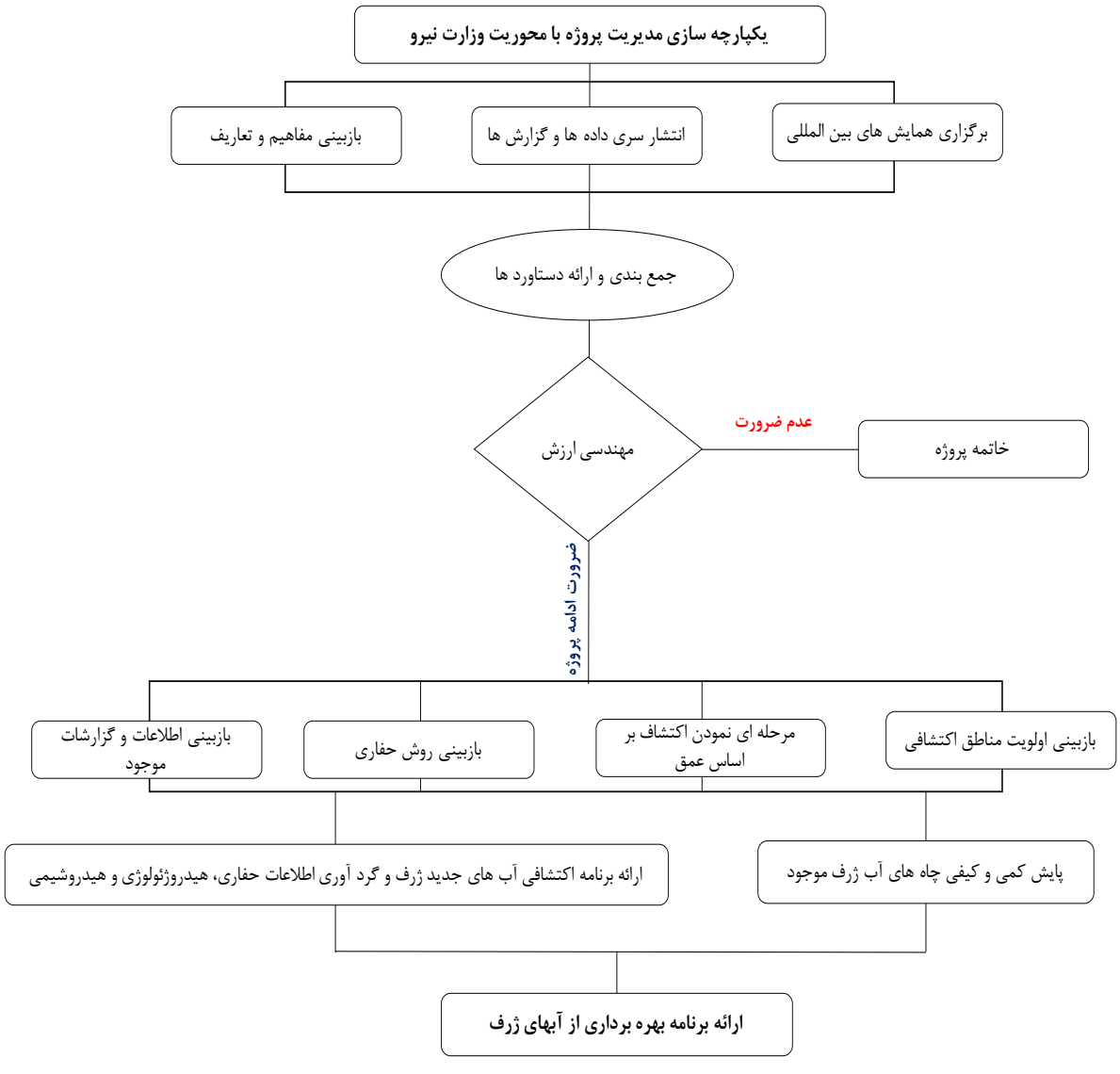
منابع

رمضانی‌سربندی، م.، شریفی فدیجی، م.، شهریاری، آ. و طاهری، ا. ۱۳۹۴. امکان‌سنجی 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.

کاوسی‌حیدری، ع.، روزبهانی، ر. و افتخاری، م. ۱۳۹۸. منابع آب زیرزمینی ژرف؛ ویژگی‌ها و محدودیت‌ها. نشریه آب و توسعه پایدار، ۶(۱): ۶۷-۷۶.

کیخایی، ف. و عباسی، ف. ۱۳۹۸. منابع آب ژرف: فرصت‌ها و چالش‌ها. نشریه آب و توسعه پایدار، ۶(۱): ۶۱-۶۶.

Bisson R.A. 2005. Megawatersheds. Water Encyclopedia, 5: 266-273.



شکل ۲- نمودار راهبرد پیشنهادی جهت مطالعات آب‌های ژرف