

فعالیت های انسانی

عامل کاهش آب های زیرزمینی در ایران

نویسندگان: سمانه اشرف، علی ناظمی و امیر آقاچوک

منبع: سایت «نیچر»

ترجمه و تنظیم: تحریریه دیپلماسی ایرانی



فهرست مطالب

چکیده	۳
مقدمه	۴
نتایج تحقیقات	۶
بررسی و مباحثه	۱۰
نتیجه گیری و چشم انداز	۱۵

چکیده

داده های متوسط ماهانه سطح آب زیرزمینی در ۴۷۸ زیر حوضه و ۳۰ حوضه در ایران و بررسی عناصر طبیعی و انسانی تاثیرگذار بر پویایی ذخیره آب های زیرزمینی در سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ نشان می دهد که کل تخلیه آب های زیرزمینی در این دوره ۷۴ کیلومتر مکعب و تاثیرات آن بر سطح زمین، افزایش شوری خاک در کل کشور و افزایش فرکانس و میزان فرونشست زمین در ارتفاعات هویدا بوده است.

در حالی که خشکسالی های هواشناسی/هیدرولوژیکی به عنوان محرک عمل و سرعت تخلیه در ذخایر آب های زیرزمینی در سطح کشور را تشدید می کنند، اما کاهش آب های زیرزمینی در مقیاس حوضه عمدتاً به دلیل برداشت گسترده آب توسط انسان ایجاد می شود. لازم به هشدار است که ادامه مدیریت ناپایدار آب های زیرزمینی در ایران می تواند به اثرات بالقوه برگشت ناپذیر روی سطح زمین و محیط زیست منجر شود و امنیت آب و غذا و امنیت اقتصادی-اجتماعی کشور را به خطر اندازد.

مقدمه

آب های زیرزمینی با تامین ۳۶ درصد از آب آشامیدنی و ۴۲ درصد از آب کشاورزی، منبع اصلی آب شیرین در سطح جهانی به شمار می روند. در شرایط کنونی «آنتروپوسن» (دوره تاثیرگذاری عمده فعالیت های انسان بر اکوسیستم و ساختار زمین شناختی)، ذخایر آب زیرزمینی به دلیل تغییرات طبیعی و فعالیت های انسانی به شدت تحت فشار قرار گرفته اند. به طور طبیعی، آب های زیرزمینی به تنوع و تغییر در شرایط آب و هوایی حساس هستند. برای نمونه، افزایش تبخیر به دلیل آب و هوای گرم باعث کاهش شارژ شدن آب زیرزمینی می شود که به ویژگی های چشم انداز مانند پوشش گیاهی و ویژگی های خاک نیز حساس است. به موازات این امر، در دسترس بودن آب های زیرزمینی همچنین تحت تاثیر برداشت آب توسط انسان عل برای حمایت از فعالیت های مختلف اقتصادی-اجتماعی قرار دارد. میزان جذب از ذخایر آب های زیرزمینی در سال های اخیر به دلیل افزایش روزافزون جمعیت جهانی و سرانه مصرف آب افزایش چشمگیری داشته است.

به رغم فشارهای موجود بر منابع آب زیرزمینی، آنها نقش مهمی در حفظ امنیت آب دارند. در حال حاضر یک سوم جمعیت جهان در مناطق تحت فشار از نظر ذخایر آب شیرین، به ویژه در مناطق نیمه خشک و خشک آسیا، خاورمیانه و شمال آفریقا و همچنین کشورهای مدیترانه ای می کنند. در بسیاری از این مناطق، آب زیرزمینی تنها منبع قابل اطمینان آب است، زیرا آب های سطحی به صورت فصلی یا دائمی وجود ندارند. از آنجا که تقاضا برای آب در این مناطق عمدتاً روی تولیدات مواد غذایی متمرکز است و برای نمونه، ۸۵ درصد از آب در خاورمیانه به طور انحصاری برای آبیاری زمین های کشاورزی استفاده می شود، در دسترس بودن آب زیرزمینی و امنیت غذایی به طور گسترده در هم تنیده و با امنیت ملی و منطقه ای مرتبط است. در دسترس بودن منابع آب زیرزمینی در یک جهان گرم تر و پرجمعیت تر حیاتی تر می شود، زیرا منابع آب سطحی تحت افزایش دما بیشتر تخلیه می شوند و به افزایش رقابت بر سر منابع آب سطحی باقی مانده می انجامند.

اگرچه نظارت دقیق بر منابع آب زیرزمینی برای تعیین روش های مدیریتی ضروری است، اما نظارت بر آب های زیرزمینی در کشورهای در حال توسعه به خوبی صورت نمی گیرد و یک دلیل عمده آن ماهیت پنهان آب های زیرزمینی و نبود شناخت درباره تاثیرات انسانی بر منابع آب زیرزمینی است. داده های حاصل از تصاویر ماهواره بازیابی جاذبه و آزمایش آب و هوا (GRACE) فرصتی بزرگ برای نظارت بر تغییرات ذخیره آب زیرزمینی و تشخیص تخلیه در مقیاس های بزرگ تر را فراهم کرده است. با این حال، هنوز هم ارزش نظارت بر آب های

زیرزمینی به خصوص در مقیاس های حوضه کوچک تر و زیر حوضه قابل بحث نیست.

در مورد ایران، کشوری که خشکی طبیعی با رشد سریع اقتصادی-اجتماعی، تقاضای روزافزون آب به ویژه برای کشاورزی و مدیریت ناپایدار زمین و آب درهم تنیده، پویایی منابع آب زیرزمینی با استفاده از داده های عمومی وزارت انرژی ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. ویژگی منحصر به فرد این مطالعات، تعیین کمی تغییر در ذخایر آب زیرزمینی و وابستگی آن به محرک های بالقوه طبیعی و انسانی صرفاً بر اساس تخمین حوضه و زیر حوضه برای محرک های پویایی طبیعی و انسانی آب های زیرزمینی استخراج شده از شبکه ها در سراسر کشور است.

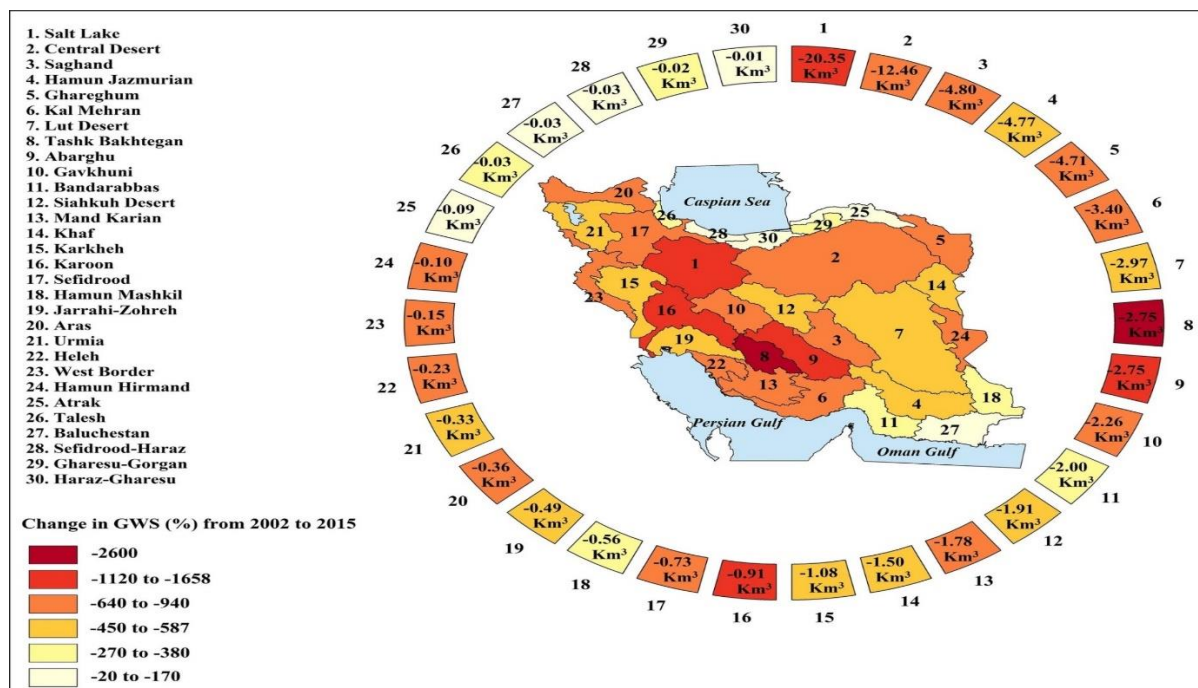
نتایج تحقیقات

بر اساس میانگین سطح آب زیرزمینی تخمین زده شده در مقیاس حوضه، آب های زیرزمینی ایران در سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ حدود ۷۴ کیلومتر مکعب تخلیه شده است (شکل ۱). این مقدار ۱/۶ برابر بیشتر از بیشترین سطح ذخایر آب در سطح دریاچه ارومیه (۴۶ کیلومتر مکعب در سال ۱۹۹۶) است که بزرگ ترین دریاچه در خاورمیانه و ششمین دریاچه آب شور روی زمین به شمار می رود. اگرچه در دوره مورد مطالعه، زیر حوضه های محدودی بوده اند که ذخیره آب زیرزمینی در آنها افزایش یافته باشد، همه حوضه های اصلی در این بازه ۱۴ ساله درجاتی از تخلیه آب های زیرزمینی از ۲۰ تا ۲۶۰۰ درصد را شاهد بوده اند.

بیشترین میزان تخلیه در حوضه دریاچه نمک (حوضه ۱ در شکل ۱) مشاهده شده است که بیش از ۲۶ درصد از جمعیت ایران را پشتیبانی می کند و میزان تخلیه آن در این بازه ۱۴ ساله به ۲۰ کیلومتر مکعب رسیده است. این کاهش ۸۱ درصدی ذخایر آب در اسن حوضه معادل کل تخلیه رخ داده در دشت های مرتفع ایالات متحده در دوران بیشتری کاهش ذخایر آبی آبخوان در ایالات متحده در شدیدترین خشکسالی تاریخ آن در سال های ۱۹۷۶ و ۱۹۷۷ است. حوضه تاشک بختگان که ۳/۵ درصد از جمعیت ایران را پشتیبانی می کند، بالاترین تغییر نسبی را در ذخیره آب زیرزمینی (۲۶۰۰ درصد کاهش) داشته است.

کمترین میزان تخلیه (۰/۰۱ کیلومتر مکعب) و کمترین تغییر نسبی در ذخیره آب زیرزمینی (۲۰ درصد) در حوضه هراز-قره سو در شمال کشور بوده که آب آشامیدنی ۴ درصد از جمعیت ایران را تامین می کند. در مقیاس کشوری، کاهش ذخایر آب زیرزمینی ایران از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ برابر با ۵/۲۵ کیلومتر مکعب در سال بوده و در بازه زمانی ۱۴ ساله، رشد کلی ۱۷۵۲ درصدی داشته است. این میزان برابر با ۹۲ درصد نرخ تخلیه طولانی مدت در دشت های مرتفع ایالات متحده در سال های ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۷ (۵/۷ کیلومتر مکعب در سال) است.

شکل ۱

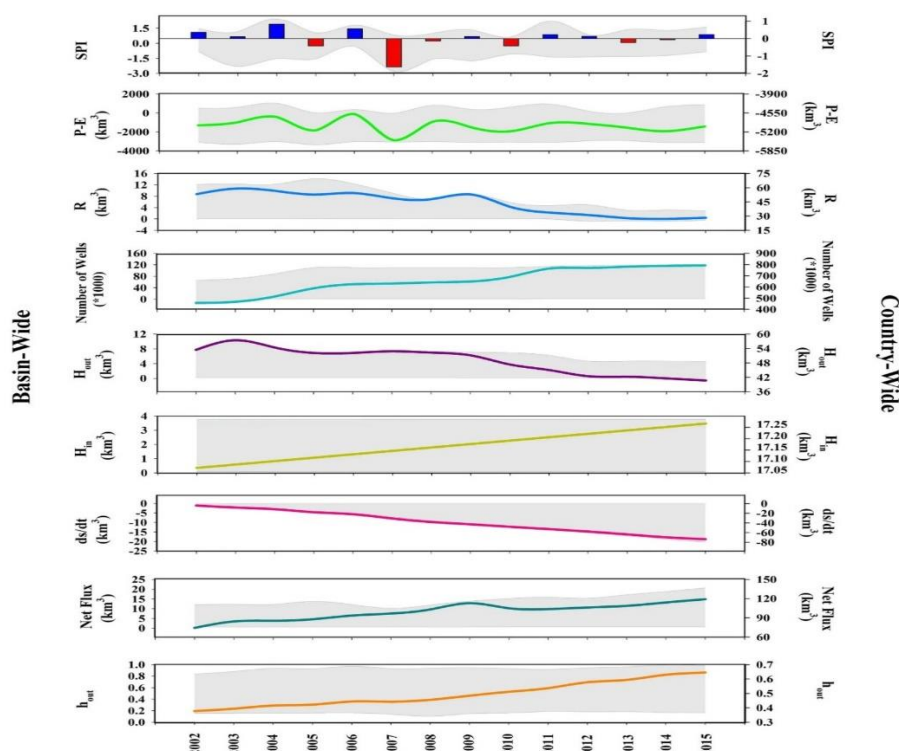


داده های موجود در شکل ۱ نشان می دهند که کاهش آب های زیرزمینی در حوضه های پرجمعیت غرب، جنوب غربی و شمال شرقی ایران، جایی که بزرگ ترین زمین های آبیاری گندم و جو- دو محصول استراتژیک کشاورزی ایران قرار دارند- بسیار شدیدتر است. برای نمونه، حوضه کرخه -سبد غذایی ایران و محل ۹ درصد از کل زمین های آبیاری ایران و ۱۱ درصد از کل تولید گندم کشور- در سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ میزان تخلیه ۰/۰۸ کیلومتر مکعبی در سال (۱/۰۸ کیلومتر مکعب در ۱۴ سال) را داشته است (حوضه ۱۶ در شکل ۱). به علاوه، آب های زیرزمینی یک منبع عمده برای تامین نیازهای آب خانگی و آبیاری در حوضه کارون است که با سرعت ۰/۰۶ کیلومتر مکعب در سال از ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ (۰/۹۱ کیلومتر مکعب در کل بازه زمانی در نظر گرفته شده) تخلیه می شود. با توجه به سطح فعلی تخلیه آب های زیرزمینی و کمبود فزاینده منابع آب سطحی در هر دو حوزه، در سال های آینده نگرانی های عمده درباره ادامه آبیاری کشاورزی و تامین نیاز آب خانگی وجود خواهد داشت. پیامدهای این کاهش عمده آب زیرزمینی در امنیت آب منطقه ای و ملی در ایران با جزئیات بیشتر در ادامه مورد بررسی قرار گرفته است.

پویایی در حال تغییر ذخیره آب زیرزمینی توسط تعامل بین تغییرات آب و هوایی، هیدرولوژیکی و انسانی تعیین می شود. در مقیاس کشوری (شکل ۲)، کاهش قابل توجه ذخایر آب زیرزمینی با کاهش در دسترس بودن آب در سطح مطابقت دارد و متعاقباً به کاهش میزان شارژ مجدد می انجامد. برای نمونه، در خشکسالی شدید سال ۲۰۰۷، کاهش ۲۰ درصدی دسترسی به آب در سطح باعث شده نرخ شارژ مجدد ذخایر آب های زیرزمینی در کل کشور ۱۰ درصد کاهش یابد و ذخایر آب های زیرزمینی در قیاس با سال ۲۰۰۶ کاهشی ۴۰ درصدی داشته باشد. این مساله به وضوح نقش

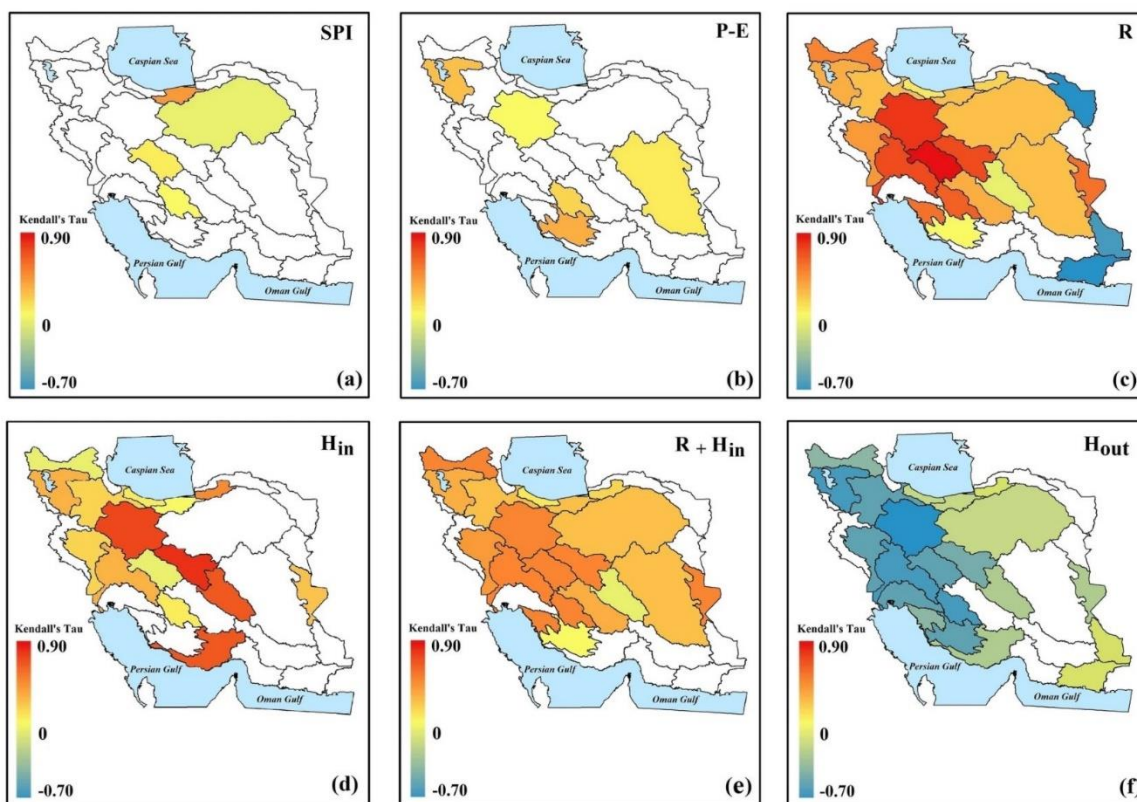
مهم شارژ طبیعی را در حفظ ذخیره آب زیرزمینی در سراسر کشور نشان می دهد.

شکل ۲



با حرکت از مقیاس کشوری به مقیاس حوضه، تاثیر برداشت آب آشکارتر می شود و به ترتیب بر اجبار اقلیمی و در دسترس بودن آب های سطحی بالقوه سلطه می یابد. بر اساس شکل ۳ و بر اساس ضریب رتبه کیندال، فقط در شمار محدودی از حوضه ها در ایران، تغییرات ذخیره آب زیرزمینی به طور معنی داری به تغییرات شاخص استاندارد ته نشینی و در دسترس بودن آب ها در سطح بستگی دارد. در مقابل، تغییرات ذخیره آب زیرزمینی وابستگی مثبت معنی داری با شارژ مجدد، ورودی انسان و ورودی کل دارد. به علاوه، تغییر در ذخیره آب زیرزمینی در ۷۰ درصد حوضه های ایران به میزان قابل توجهی به خروج انسان بستگی دارد. این مساله نشان دهنده کاهش شارژ طبیعی همراه با افزایش جذب خالص انسانی از سفره های زیرزمینی به عنوان دو عامل اصلی کاهش گسترده ذخیره آب زیرزمینی در ایران است.

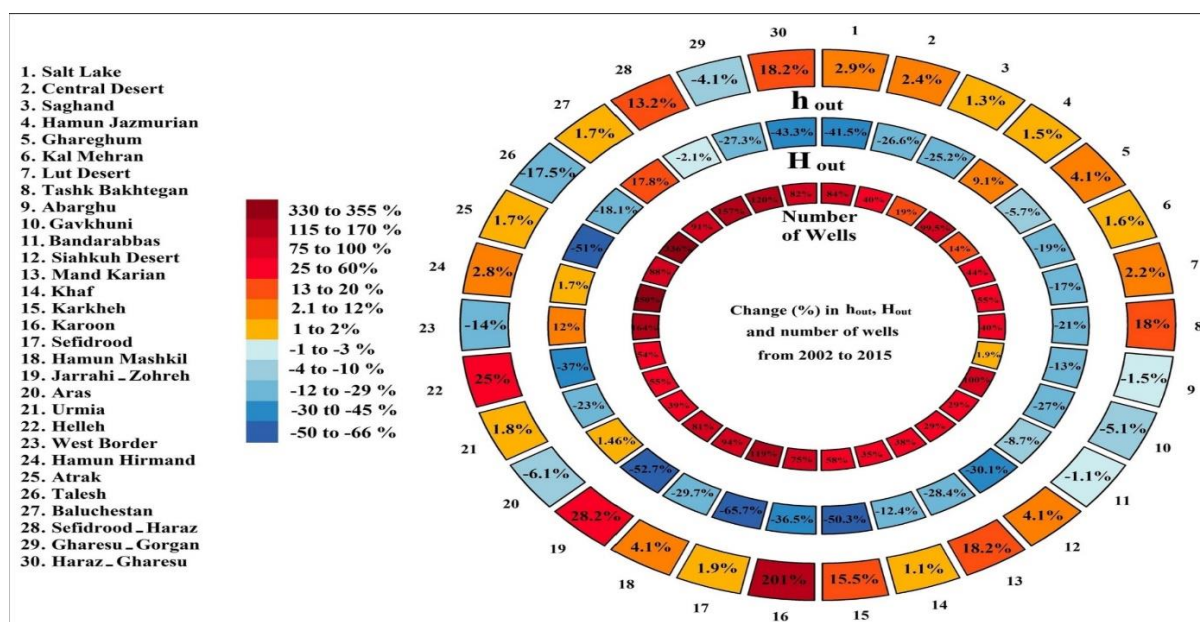
شکل ۳



بررسی و مباحثه

ایران از اوایل قرن بیست و یکم تحت شرایط خشکسالی طولانی مدت و شاهد از بین رفتن دریاچه ها و تالاب ها همراه با تنش آبی بیش از حد در سراسر کشور بوده است. همانطور که قبلا در رابطه با در دسترس بودن آب های سطحی در ایران مطرح بود، چنین شرایط خشکسالی از انسان برآمده و نمونه هایی از «خشکسالی های انسانی» است که به تنش آبی ناشی یا تشدید شده از مدیریت تهاجمی، کوتاه بینانه و ناپایدار آب و زمین اشاره دارد. در اینجا، وضعیت خشکسالی انسانی با نسبت بیش از حد برداشت آب بر منابع آب زیرزمینی تجدیدپذیر موجود در حوضه های اصلی ایران آشکار می شود. این امر غیرشهودی نیست: شمار چاه های ثبت شده از ۴۶۰ هزار مورد در سال ۲۰۰۲ در سال ۲۰۱۵ به ۷۹۴ هزار مورد افزایش یافته است (شکل ۴؛ دایره میانی) و نرخ همه حوضه های ایران از ۱/۹ درصد در ابرقو به ۳۵ درصد در هامون هیرمند متغیر است. به رغم تغییر روز افزون در تعداد چاه ها، برداشت انسانی از آب های زیرزمینی انسانی در دوره مطالعه در ۲۵ حوضه از ۳۰ حوضه کاهش یافته است (شکل ۴؛ دایره میانی). استدلال ما این است که تغییر کاهش در برداشت انسانی در مقیاس حوضه و در مقیاس کشوری شواهدی روشن برای بهره برداری بیش از حد از ذخایر آب زیرزمینی به جای تنظیم میزان جذب آب های زیرزمینی است. برداشت انسانی در ۲۳ حوضه از ۳۰ حوضه در سراسر کشور افزایش یافته است (شکل ۴؛ دایره بیرونی). بهره برداری بیش از حد از ذخایر آب زیرزمینی ایران زمانی آشکارتر می شود که این مساله مورد بررسی قرار بگیرد که در نیمی از حوضه ها، متوسط برداشت انسانی در کل دوره مطالعات بالاتر ۰/۹ بوده که نشان می می دهد بیش از ۹۰ درصد از کل خروجی از ذخیره آب زیرزمینی در مقیاس حوضه فقط مختص برداشت انسانی بوده است. افزایش برداشت متداول انسانی در عین کاهش کلی برداشت نشان می دهد که در برخی حوضه ها، ذخایر آب زیرزمینی ممکن است به یک نقطه بحرانی رسیده باشد که در آن برداشت آب توسط ذخایر تخلیه شده آب زیرزمینی محدود می شود. سطح برداشت کلی در بیشتر زمین های کشور، به ویژه در مناطق با آبیاری زیاد و/یا مناطق پرجمعیت، به رغم افزایش قابل توجه برداشت های متداول انسانی، کاهش یافته است (شکل ۴؛ دایره بیرونی).

شکل ۴



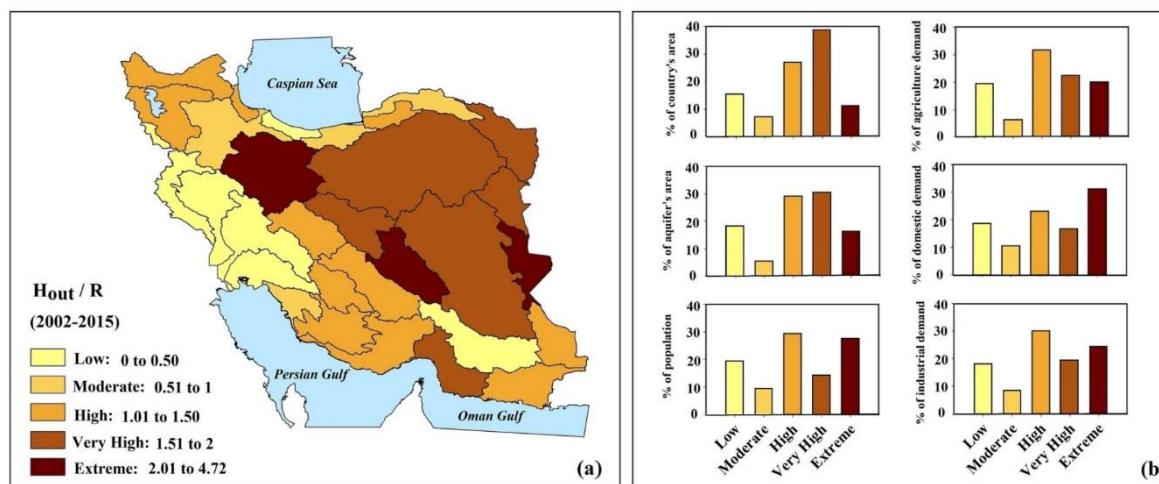
اگرچه تخلیه گسترده آب های زیرزمینی در ایران تا حد زیادی انسانی است، اما در اثر خشکسالی هواشناسی و/یا هیدرولوژیکی شدت گرفته است. با نگاهی به تغییرات همزمان در سرتاسر کشور در محرک های طبیعی و انسانی تغییر در ذخیره آب های زیرزمینی (شکل ۲) می توان اینطور استدلال کرد که واکنش آب های زیرزمینی به فشارهای انسانی سه مرحله ای بوده است. این دوره ها به سال های مرطوب ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ (شاخص استاندارد ته نشینی مثبت)، سال های خشک ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰ (شاخص استاندارد ته نشینی منفی) و سال های عادی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ (شاخص استاندارد ته نشینی نزدیک به صفر) قابل تقسیم هستند. در طول دوره اول، وضعیت هواشناسی مرطوب منجر به بارندگی و شارژ مجدد نسبتاً بالاتر می شود. در حالی که تعداد چاه ها به طور قابل توجهی بین سال های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۶ افزایش یافته و برداشت ها در بالاترین میانگین خود قرار داشتند، میزان تخلیه آب های زیرزمینی انباشته در مقایسه با دو دوره دیگر در کم ترین سطح بود. بدین ترتیب، دوره مرطوب ۵ ساله با خشکسالی هواشناسی ۴ ساله جایگزین شد؛ پس از سال خشک ۲۰۱۰، به رغم افزایش تعداد چاه ها و برداشت متداول آب، هم شارژ و هم برداشت به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. این روند نشان دهنده فشارهای شدید بر ذخایر آب زیرزمینی ایران در نتیجه برداشت های تهاجمی و بسیار زیاد انسانی در سال های گذشته است.

اگرچه این احتمال وجود دارد که دوره مرطوب اخیر ۲۰۱۹-۲۰۲۰ تنش آب زیرزمینی را در برخی از مناطق ایران کاهش داده باشد، اما تجزیه و تحلیل های صورت گرفته به وضوح نشان می دهد که منابع آب زیرزمینی ایران بسیار سریع تر از زمان مورد نیاز برای جبران، خالی می شود. در دوره ۱۴ ساله در نظر گرفته شده، از هر ۳۰ حوضه ۱۲ مورد آن بدون یک سال

بهبودی، به طور مداوم کاهش تدریجی را تجربه کرده اند. این حوضه ها عمدتاً در مناطق برداشت واقع شده اند که به طور عمده توسط منابع آب زیرزمینی آبیاری می شوند. این هم غیرشهودی نیست: کل مساحت مجهز شده برای آبیاری در ایران در سال های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ برابر با ۸/۸۵ میلیون هکتار بوده که ۶۲ درصد آن از طریق آب های زیرزمینی آبیاری می شده است. به علاوه، کل منطقه آبیاری و همچنین سطح اختصاص یافته برای آبیاری محصولات استراتژیک ایران (یعنی گندم و جو) در طول دوره مطالعه به ترتیب ۱۲ و ۱۶ درصد افزایش یافته است. مناطق آبیاری این دو محصول استراتژیک پس از سال خشک ۲۰۱۰ کاهش یافت، اما از سال ۲۰۱۱ در مسیر بهبود قرار گرفته و دلیلش هم این بوده که برداشت های عادی به دلیل افزایش تعداد چاه ها بیشتر شده و به تنش بالاتر در منابع آب زیرزمینی انجامیده است.

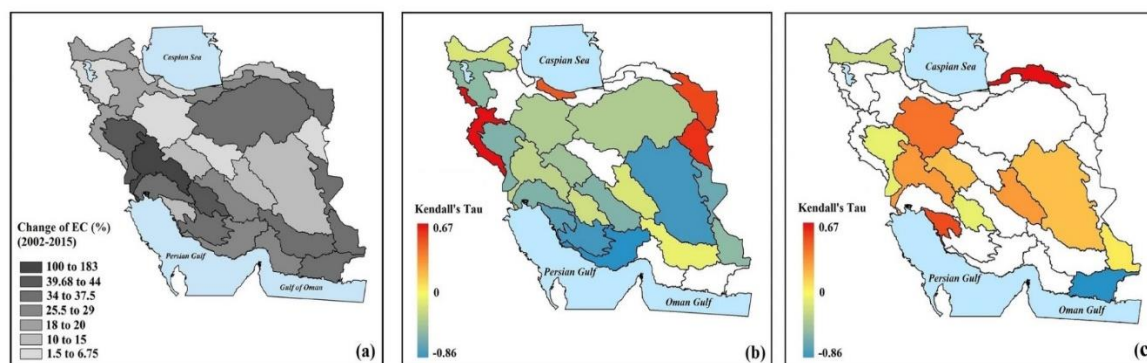
ایران در ارتباط با ناکارآمدی شبکه توزیع آب خود، به ویژه در بخش کشاورزی، مشکلات دیرینه دارد. استدلال این است که توجه به تولید غذا بدون بهبود بهره وری آبیاری دلیل اصلی افزایش بیش از حد خشکی ذخایر آب زیرزمینی در ایران بوده است. در اینجا، اضافه برداشت بیش از حد آبخوان شرایطی قلمداد شده که در آن کل آب برداشت شده توسط انسان از میزان شارژ طبیعی در یک دوره معین بیشتر بوده است. اضافه برداشت آب های زیرزمینی وضعیتی را نشان می دهد که در آن ذخایر آب زیرزمینی حتی در سال های مرطوب هیدرولوژیکی قادر به بازیابی کامل نیستند. شکل ۵ به وضوح نشان می دهد که حدود ۷۶ درصد از سطح آبخوان ایران (۷۷ درصد از کل سطح کشور) با اضافه برداشت مواجه بوده اند. اگر این روند معکوس نشود، شرایط موجود و ادامه اضافه برداشت می تواند عواقب عمده ای داشته باشد و امنیت اجتماعی-اقتصادی و زیست محیطی کل ایران را به خطر اندازد.

شکل ۵



اولین قربانی کاهش عمده سطح آب های زیرزمینی ایران، امنیت غذایی کشور است. بیش از ۹۰ درصد از برداشت آب ایران به آبیاری زمین های کشاورزی مربوط می شود. مناطقی که شاهد برداشت بیش از حد از آب های زیرزمینی بوده اند، ۷۱ درصد از کل جمعیت ایران را در خود جای داده اند و شاهد ۷۰ درصد از کل تقاضا برای آب در کشور هستند (شکل ۵، ب). حتی در حوضه هایی که در حال حاضر به عنوان مناطقی با اضافه برداشت بیش از حد دسته بندی نشده اند، تقاضای آب برای کشاورزی زیاد و برداشت طبیعی به سرعت در حال افزایش است. اینطور استدلال شده که در صورت افزایش تعداد چاه ها، مناطق آبیاری و برداشت های عادی، این حوضه ها هم با اضافه برداشت مواجه شوند.

تاثیر نامطلوب کاهش آب های زیرزمینی می تواند به سایر عناصر محیطی نیز گسترش یابد. یک تاثیر عمده کاهش آب زیرزمینی می تواند افزایش قابل توجه شوری خاک و آب زیرزمینی باشد. میزان افزایش شوری می تواند منوط به تغییرپذیری مکانی باشد. شوری روی باروری خاک تاثیر منفی می گذارد و این مساله می تواند تاثیرات مخربی بر مناطق اصلی تولید کننده مواد غذایی در ایران بگذارد و امنیت غذایی طولانی مدت را به خطر اندازد. این پدیده در برخی از مناطق استراتژیک به سطح هشدار رسیده و اقدامات فوری برای معکوس کردن این روند را می طلبد. برای نمونه، کرخه (حوضه شماره ۱۵ در شکل ۱)، در بازه زمانی ۱۴ ساله در نظر گرفته شده ۸۵ درصد افزایش رسانایی الکتریکی (یک عامل نیابتی برای ارزیابی شوری آب و بررسی کیفیت آب آشامیدنی و کشاورزی) داشته است. در مکانی مانند حوضه کارون (شماره ۱۶ در شکل ۱) که بالاترین تغییر رسانایی الکتریک (۱۸۳ درصد) را در بین حوضه های ایران داشته، ذخایر آب های زیرزمینی آب ۱۶ شهر و چندین روستا را تامین می کنند. تحلیل های صورت گرفته در شکل ۶ (ب) بر اساس ضریب رتبه کندانال به وضوح نشان می دهد که در ۱۸ مورد از ۳۰ حوضه اصلی در ایران، افزایش رسانایی الکتریکی با کاهش ذخیره آب زیرزمینی مطابقت معنی داری دارد. به علاوه، افزایش رسانایی الکتریکی در این حوضه ها به میزان قابل توجهی به افزایش برداشت انسانی آب بستگی دارد. شکل ۶ (ج) نشان می دهد که چگونه برداشت بیش از حد باعث کاهش رسانایی الکتریکی از طریق کاهش ذخایر آب زیرزمینی می شود.



یکی دیگر از پیامدهای کاهش آب های زیرزمینی فرونشست زمین است. دست کم ۲۵ درصد از جمعیت ایران در مکان هایی زندگی می کنند که فرونشست به دلیل کاهش چشمگیر ذخایر آب زیرزمینی در عرض چند سال ممکن است دست کم به یک متر برسد. این مساله را می توان به وضوح در چندین دشت در حوضه دریاچه نمک که با بیشترین سطح تخلیه آب های زیرزمینی در میان ۳۰ حوزه اصلی ایران (شکل ۱) مواجه بوده، و همچنین استان های غربی ایران که بیشترین میزان فرونشست را داشته اند (۱۸/۹ سانتی متر در سال تا سال ۲۰۱۹)، مشاهده کرد. این میزان شدید فرونشست زمین می تواند مسیرهای جریان سطحی و زیر سطحی را تغییر داده و باعث کاهش عمده و برگشت ناپذیر ظرفیت آبخوان شود. با توجه به اینکه مناطقی که نرخ فرونشست زمین در آنها قابل ملاحظه بوده، محل سکونت جمعیت بالایی هستند و از نمونه آنها می توان به تهران، پایتخت ایران و پرجمعیت ترین شهر در غرب آسیا با جمعیت کل ۱۵ میلیون نفر، اشاره کرد، مساله به شدت نگران کننده است. تهران به دلیل پتانسیل بالا برای فعالیت های تکتونیکی در معرض خطرات زمین لرزه است. اگر کاهش قابل توجهی در پایداری خاک به دلیل فرونشست زمین ناشی از اضافه برداشت زیاد آب زیرزمینی با یک فعالیت تکتونیکی عمده همراه شود، می تواند به طور بالقوه تأثیرات زلزله را که باعث فاجعه انسانی غم انگیز می شود، تشدید کند.

نتیجه گیری و چشم انداز

مساحت ایران یک میلیون و ۶۴۸ هزار و ۱۹۵ کیلومتر مربع است که این کشور را به دومین کشور بزرگ خاورمیانه و هجدهمین کشور بزرگ جهان تبدیل می سازد. منابع آب سطحی ایران محدود است. بیش از ۹۹ درصد ایران را خاک و پوشش گیاهی تشکیل داده و توزیع جغرافیایی منابع آب سطحی و نیازهای آب بسیار ناهمگن است. ایران دارای آب و هوای متنوعی است. ۳۵/۵ درصد از اراضی این کشور در مناطق به شدت خشک، ۲۳/۲ درصد در مناطق خشک، ۲۰/۱ در مناطق نیمه خشک و ۵ درصد در مناطق مدیترانه ای و باقی در آب و هوای مرطوب و بیش از حد مرطوب قرار دارند که به موجب این آمار، ایران کشوری خشک یا نیمه خشک شناخته می شود. میزان بارش سالانه از کمتر از ۵۰ میلی متر در جنوب شرقی و قسمت های مرکزی تا بیش از ۱۶۰۰ میلی متر در برخی از مناطق ساحلی نزدیک دریای خزر متغیر است. تخمین تبخیر بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی متر است. به طور متوسط، میزان بارش ایران کمتر از یک سوم میانگین جهانی و تبخیر آن بیش از سه برابر میانگین جهانی است.

ایران با ۸۴ میلیون نفر جمعیت از نظر برداشت کل انسانی آب در خاورمیانه رتبه اول را به خود اختصاص داده و ۳۴ درصد از کل برداشت آب در منطقه در این کشور صورت می گیرد. آب های زیرزمینی منبع اصلی آب در ایران است و تقریباً ۶۰ درصد از آب های شیرین این کشور را تشکیل می دهد و بنابراین، نقشی اساسی در حفظ امنیت ملی آب دارد. با استفاده از داده های منتشر شده از سطح متوسط آب زیرزمینی همراه با شارژ طبیعی، برداشت و بازگشت جریان انسان، همراه با بارش و تبخیر در مقیاس های حوضه و زیر حوضه، اثرات ترکیب تغییرات آب و هوایی، هیدرولوژیکی و انسانی بر پویایی ذخیره آب زیرزمینی ایران در سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ ارزیابی و اینطور نتیجه گیری شده که خشکسالی شدید انسانی، ناشی از برداشت های گسترده آب های زیرزمینی، پایداری آب های زیرزمینی را در ایران تهدید می کند. این امر به ویژه در مناطق پرجمعیت و پرمصرف برای آبیاری کشاورزی در شمال غربی، غرب و شمال شرقی کشور که تقاضا برای آب به شدت فزاینده از منابع طبیعی تجدید پذیر است، صدق می کند. طبق یافته های این تحقیقات، ۷۷ درصد از اراضی ایران (یعنی ۲۳ مورد از مجموع ۳۰ حوضه) با برداشت بیش از حد از ذخایر آب های زیرزمینی مواجه هستند و میزان برداشت انسانی بیش از سه برابر میزان شارژ طبیعی حوضه است. این امر منجر به کاهش قابل توجه سطح آب های زیرزمینی شده و نمود این مساله را می توان در افزایش شمار چاه های خشک شده در سراسر کشور مشاهده کرد. کمبود آب می تواند یک محدودیت مخرب برای امنیت غذایی در ایران باشد؛ این مساله، به ویژه به کالری مورد نیاز برای کشوری که در حال حاضر تحت تحریم های شدید بین المللی است و با

تنش های مختلف اقتصادی-اجتماعی، زیست محیطی و ژئوپلیتیکی ارتباط دارد.

همانطور که پیشتر اشاره شد، تاثیرات کاهش سطح آب های زیرزمینی در ایران فقط به امنیت آب و غذا محدود نمی شود و در حال حاضر به سایر عناصر محیط زیست نیز منتقل و باعث افزایش شوری خاک در سراسر کشور و شدت و فرکانس فرونشست زمین شده است. فرونشست زمین به دلیل برداشت گسترده از آب های زیرزمینی می تواند ظرفیت سفره آب های زیرزمینی و در نتیجه دسترسی به آب های زیرزمینی را کاهش دهد. در نبود روش های مدیریتی موثر، این امر ناگزیر رقابت بر سر محدود کردن منابع آب زیرزمینی از طریق برداشت بیشتر از آب های زیرزمینی را تشدید می کند و این شرایط به نوبه خود باعث فرونشست بیشتر زمین می شود. این روند، یک روند معیوب است که هنوز به خوبی و به طور موثر مورد توجه قرار نگرفته و درک نشده است. فرونشست زمین به دلیل برداشت بیش از حد از آب های زیرزمینی، پایداری خاک را کاهش می دهد که یک این مساله یک نگرانی مهم در مناطق بسیار پرجمعیت مانند تهران است که مستعد زمین لرزه نیز هستند.

به دلیل کاهش چشمگیر روان آب های سطحی، حفاظت از منابع زیرزمینی آب موجود در ایران برای مقابله با تقاضای روزافزون آب مهم تلقی می شود و این امر مستلزم استراتژی های مدیریتی یکپارچه برای متعادل سازی عرضه و تقاضای آب در مقیاس های حوزه و زیر حوزه است. برای کشوری مانند ایران با راندمان آبیاری بسیار ناچیز، اقدامات فوری برای بهبود استفاده از آب لازم و چنین رویکردی کلید امنیت محیط زیست ایران است که به دلیل خشکسالی های طولانی مدت طبیعی و انسانی، همراه با افزایش تنوع و تغییرات آب و هوا، احتمالاً با تنش های بیشتری مواجه خواهد بود.