



خلاصه گزارش جهانی آب سال ۲۰۲۲

# آب زیرزمینی

## نادیدنی را دیدنی کنیم



# آب زیرزمینی

## نادیدنی را دیدنی کنیم

نوشتار حاضر ترجمه‌ای است از:

United Nations, The United Nations World Water Development Report 2022:  
**Groundwater: Making the invisible visible.** Executive Summary. UNESCO,  
Paris.

طراحی و صفحه‌بندی: دبیرخانه اندیشکده تدبیر آب ایران

چاپ اول: شهریور ۱۴۰۱

کلیه حقوق این مقاله، محفوظ و متعلق به اندیشکده تدبیر آب ایران است. استفاده از مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است. دیدگاه‌های طرح‌شده در این نوشتار، لزوماً به معنای دیدگاه‌های اندیشکده تدبیر آب ایران نیست.

نشانی: تهران، خیابان فتحی شقایق، بین خیابان چهل‌ستون و سید جمال‌الدین اسدآبادی. پلاک ۴۵. طبقه ۴.

تلفن: ۸۸۷۰۲۸۰۵-۸۸۷۰۲۰۱۳

[www.iwpri.ir](http://www.iwpri.ir)





## ۱- مقدمه

هدف گزارش سال ۲۰۲۲ وضعیت جهانی آب سازمان ملل متحد، جلب توجهات به آب زیرزمینی، و توجه به نقش‌ها، چالش‌ها و فرصت‌های خاص آن در قلمرو توسعه، مدیریت و حکمرانی منابع آب در سراسر جهان است.

آب زیرزمینی - که تقریباً ۹۹ درصد کل آب شیرین نامجمد کره زمین را تشکیل می‌دهد و در سراسر جهان توزیع شده است، هر چند نه یکسان - این پتانسیل را دارد که منافع قابل توجه اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی، از جمله سازگاری با تغییر اقلیم را برای جوامع فراهم سازد. در حال حاضر آب زیرزمینی نیمی از حجم آب برداشت‌شده برای استفاده خانگی جمعیت جهان، و حدود ۲۵ درصد از کل آب برداشت‌شده برای آبیاری - پوشش دهنده ۳۸ درصد اراضی آبی جهان را تأمین می‌کند. با این همه، علی‌رغم اهمیت بسیار زیاد آن، این منبع طبیعی آن گونه که باید، درک نمی‌شود، و در نتیجه، ارزش آن دست کم گرفته شده، مدیریت نادرستی بر آن حاکم بوده و حتی با آن بدرفتاری شده است. با توجه به کمیابی رو به رشد آب در بسیاری از بخش‌های جهان، دیگر نمی‌توان به اهمیت آب زیرزمینی بی‌توجه بود و نسبت به ضرورت مدیریت بخردانه آن، بیش از این غفلت ورزید.

## ۲- خدمات گوناگون آب زیرزمینی

ظرفیت سیستم‌های آب زیرزمینی در فراهم‌سازی خدمات گوناگون، به ویژگی‌های جغرافیایی متفاوت آنها بستگی دارد و به طور پویا تحت تأثیر فرایندهای طبیعی و انسانی است.

این خدمات عبارتند از:

- تأمین، که امکان برداشت آب زیرزمینی را برای اهداف استفاده (انسانی) آب فراهم می‌سازد؛
  - تنظیم، که بازتاب ظرفیت حفاظت‌کنندگی آبخوان‌ها در تعدیل رژیم کیفی و کمی سیستم‌های آب زیرزمینی است؛
  - پشتیبانی، که اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی و دیگر مواهب محیط‌زیستی مرتبط با آب زیرزمینی به آن متکی هستند؛ و
  - فرهنگی، مرتبط با فعالیت‌های تفریحی، سنت‌ها یا آئین‌های معنوی و مذهبی که در مکان‌های خاص انجام می‌شوند.
- آب زیرزمینی، شمار دیگری از فرصت‌ها را نیز فراهم می‌آورد، مانند تولید رو به گسترش انرژی زمین‌گرمایی، افزایش ذخیره برای بهبود امنیت آب، و سازگاری با اثرات تغییر اقلیم.

### ۳- چالش‌ها

کاهش ذخیره آب زیرزمینی زمانی رخ می‌دهد که میزان خلیه بیش از تغذیه باشد. اگر چه تغییر اقلیم و نوسان اقلیم می‌تواند نقش داشته باشد، اما بیشتر موارد کاهش طولانی‌مدت ذخیره آب زیرزمینی، نتیجه برداشت زیاد است. نرخ کاهش تجمعی ذخیره آب زیرزمینی در سطح جهان قابل توجه است: در آغاز قرن حاضر، برآوردها عمدتاً بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیارد متر مکعب در سال است (تقریباً ۱۵ تا ۲۵ درصد کل برداشت آب زیرزمینی).

آلوده شدن آب زیرزمینی، کیفیت آب زیرزمینی برداشت شده را برای استفاده شرب کاهش می‌دهد و همچنین بر اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی تأثیر می‌گذارد.

آلوده شدن آب زیرزمینی از منشأ انسانی، به شیوه‌های گوناگون صورت می‌گیرد: بیشتر آنها در سطح زمین یا نزدیک به سطح قرار دارند. افزون بر آن، چندین منشأ دیگر، آلاینده‌ها را به عمق‌های بیشتر در زیر زمین تزریق می‌کنند. آلودگی از منشأ کشاورزی، گسترده است و از منشأ نامتمرکز و توزیع شده به شمار می‌آید که غالباً شامل مقادیر زیاد نیتрат، آفت‌کش‌ها و دیگر مواد شیمیایی کشاورزی است. آلوده شدن آب زیرزمینی تقریباً فرایندی برگشت‌ناپذیر است: آبخوان‌ها وقتی آلوده شوند، معمولاً با آب آلوده شده باقی می‌مانند.

#### ۴- حکمرانی آب زیرزمینی

فرایندهای حکمرانی آب زیرزمینی، مدیریت، برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی سیاست آب زیرزمینی را امکان‌پذیر می‌سازد. حکمرانی در چندین مقیاس و گستره جغرافیایی، از جمله مقیاس‌های منطقه‌ای و فرامرزی صورت می‌گیرد. مدیریت آب زیرزمینی، اقدام‌محور است، و بر فعالیت‌های عملی پیاده‌سازی و عملیات روزانه تمرکز دارد. بیشتر در سطح خرد و میانی رخ می‌دهد.

آب زیرزمینی غالباً یک منبع خصوصی پنداشته می‌شود (یعنی پیوند نزدیکی با مالکیت زمین دارد، و در برخی کشورها با آن در قالب مالکیت خصوصی رفتار می‌شود)، از این رو کنترل و حکمرانی و مدیریت بالا به پائین آن دشوار است. دولت‌ها باید نقش خود را به عنوان متولی منبع، و با توجه به اینکه آب زیرزمینی، کالایی مشترک به شمار می‌آید، به طور کامل ایفا کنند.

قوانین و مقررات آب زیرزمینی در کشورهای مختلف، دسترسی به آب زیرزمینی و همچنین فعالیت‌های انسانی را که بر کیفیت آب زیرزمینی تأثیر می‌گذارد، کنترل می‌کنند. دیگر ابزارهای قانونی عبارتند از: فراهم‌ساختن دسترسی به آب برای تأمین نیازهای پایه به عنوان حقوق بشر؛ فراهم‌ساختن دسترسی به آب زیرزمینی برای امرار معاش و استفاده‌های مولد در مقیاس کوچک؛ کنترل کاربری اراضی مغایر با فرایندهای تغذیه و تخلیه طبیعی آب زیرزمینی؛ و ضابطه‌مندسازی تشکیل و فعالیت تشکل‌های بهره‌برداران آب زیرزمینی در انجام مسئولیت‌های تخصیص، پایش و نظارت. قوانین همچنین باید شامل حفاظت از پهنه‌های تخلیه و تغذیه و محدوده پیرامونی چاه‌های تأمین آب، و معیارهای آبدهی پایدار و ضوابط برداشت، و مقررات استفاده تلفیقی باشد.

در برخی کشورها، آب زیرزمینی در ترکیب با آب سطحی، از جمله رودخانه‌ها کنترل می‌شود. در مواردی که میان حقوق آب زیرزمینی و حقوق آب سطحی تعارضات وجود داشته باشد (برای نمونه در مورد رودخانه‌ای که به دلیل پمپاژ زیاد آب زیرزمینی در نزدیکی آن خشک می‌شود، و بالعکس)، رویکرد مدیریت تلفیقی ضرورت دارد.

منشأهای نقطه‌ای آلودگی را می‌توان از طریق مجوزها و همچنین از طریق استانداردهای عمومی کیفیت فاضلاب و/یا آب محیط کنترل کرد. آلودگی غیر نقطه‌ای از منشأهای پراکنده یا نامشخص، نیازمند اقدامات پیشگیرانه هستند: ضابطه‌مندسازی کاربری‌های اراضی و/یا به کارگیری الگوهای موفق کشاورزی و محیط‌زیستی.

## ۵- کشاورزی

آب زیرزمینی منبع بسیار مهمی برای کشاورزی آبی، دامپروری و دیگر فعالیت‌های کشاورزی، از جمله فرآوری مواد غذایی به شمار می‌آید. به منظور تأمین نیازهای جهانی آب و کشاورزی تا سال ۲۰۵۰، از جمله افزایش برآوردشده ۵۰ درصدی در تقاضای غذا و سوخت زیستی نسبت به سال ۲۰۱۲، افزایش بهره‌وری کشاورزی از طریق افزایش پایدار برداشت آب زیرزمینی، و همزمان کاهش رد پای آب و رد پای محیط‌زیستی تولیدات کشاورزی، از اهمیت فراوانی برخوردار است.

موقعی که منبع دائمی و قابل اتکای آب زیرزمینی کم‌عمق وجود داشته باشد، آب زیرزمینی می‌تواند منبع مهمی برای زارعان خرده‌پا باشد. مناطقی که برای آبیاری، اتکای زیادی به آب زیرزمینی دارند، عبارتند از آمریکای شمالی و جنوب آسیا که به ترتیب در ۵۹ و ۵۷ اراضی مجهز به آبیاری از آب زیرزمینی استفاده می‌کنند. در جنوب صحرای آفریقا، جایی که فرصت‌های بهره‌برداری از آبخوان‌های کم‌عمق وسیع، تا حد زیادی استفاده‌نشده باقی مانده است، تنها در ۵ درصد مساحت اراضی مجهز به آبیاری از آب زیرزمینی استفاده می‌شود.

برآورد شده است که آلودگی از منشأ کشاورزی، بر آلوده‌سازی ناشی از سکونتگاه‌ها و صنایع، به عنوان عامل اصلی تنزل وضعیت آب‌های داخلی و ساحلی پیشی گرفته است. نیترات، از منشأ کودهای شیمیایی و آلی، شایع‌ترین آلاینده انسانی در آب زیرزمینی در سطح جهان به شمار می‌آید. حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها، چنانچه درست استفاده یا دفع نشوند، می‌توانند آب زیرزمینی را به مواد سرطان‌زا و دیگر مواد سمی آلوده سازند.



شواهد حاکی از آن است که قوانین و مقررات پیشگیری یا محدودسازی آلوده‌شدن آب زیرزمینی در سطح گسترده ناشی از کشاورزی، و به ویژه اجرای آنها، به طور کلی ضعیف است. سیاست‌های مقابله با آلوده‌شدن آب در کشاورزی باید بخشی از چارچوب فراگیر سیاست کشاورزی و آب در مقیاس ملی، حوضه آبریز و آبخوان باشد.

برقرسانی به روستاها، از پیشران‌های اصلی بهره‌برداری از آب زیرزمینی بوده است، به ویژه در جاهایی که شبکه برق روستایی به محدوده‌هایی گسترش یافته است که در غیر این صورت به سوخت دیزل یا انرژی بادی متکی بودند. با پیشرفت تکنولوژی خورشیدی، طراحی سامانه‌های آبیاری با انرژی خورشیدی (SPIS) امکان‌پذیر شده است که در مقیاس قابل قبول به کار عملیات زراعی می‌آید. با این همه، اگر پیاده‌سازی این قبیل سامانه‌ها به شکل مناسب مدیریت و ضابطه‌مند نشود، ریسک استفاده ناپایدار آب وجود دارد.

## ۶- سکونتگاه‌های انسانی

به نظر می‌رسد وابستگی شهرهای فراوان به آب زیرزمینی در حال افزایش است، به طوری که نیاز نزدیک به ۵۰ درصد جمعیت شهری جهان امروز از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود. با این همه، بسیاری از اقشار فقیر شهری در سکونتگاه‌های حاشیه شهر زندگی می‌کنند، که فاقد برنامه‌ریزی بوده و وضعیت قانونی نامعلومی دارند و زیرساخت و خدمات عمومی آب در آنها فراهم نشده است.

در اقتصادهای در حال توسعه، استفاده از چاه‌های خصوصی آب برای تأمین مستقل آب شهرها در سال‌های اخیر افزایش یافته است. این روند معمولاً در ابتدا در رویارویی با تأمین نامنظم یا ناکافی آب لوله‌کشی شکل می‌گیرد، و سپس به عنوان استراتژی

کاهش هزینه برای جلوگیری از پرداخت تعرفه‌های بالاتر آب، برای همیشه ادامه می‌یابد.

تأثیر دفع نامناسب یا ناکافی فاضلاب بر آب زیرزمینی در آن دسته از مناطق شهری مشاهده می‌شود که پوشش فاضلاب‌رو اصلی کم است و بیشتر فضولات انسانی در چاله‌ها تخلیه می‌شود. شرکت‌های آب باید بر حفاظت از چاه‌ها/ سرچشمه‌های مهم، با محدود ساختن کشت‌ها و گسترش خانه‌سازی در پهنه‌های اثرگذار بر آب زیرزمینی، به نفع حفاظت از سلامت عمومی و کاهش هزینه‌های تأمین آب، رویکرد هماهنگ‌تری را در پیش بگیرند.

آب زیرزمینی، تنها راه امکان‌پذیر و مقرون به صرفه را برای گسترش دسترسی به مقادیر پایه آب برای جمعیت روستایی که زیر پوشش خدمات قرار ندارند، در بیشتر بخش‌های جهان فراهم می‌سازد. این امر به ویژه در کشورهای جنوب صحرائ آفریقا و جنوب آسیا که جمعیت روستایی آنها، زیاد اما پراکنده است مصداق دارد.

وجود همزمان سرویس بهداشتی در محل و منبع آب زیرزمینی، از نگرانی‌های جدی برای منابع آب زیرزمینی کم عمق به شمار می‌آید. برآورد می‌شود که آلودگی مداوم منابع آب زیرزمینی روستایی با عوامل بیماری‌زا، حدود ۳۰ درصد از کل تأسیسات را تحت تأثیر قرار دهد. معمولاً بیشترین تأثیر را بر حاشیه‌نشینان محروم می‌گذارد (زنان و دختران به دلیل قرار گرفتن در معرض فاضلاب، اغلب بیش از دیگران در معرض خطر بیماری ناشی از عوامل بیماری‌زا و سموم هستند).

اسکان مجدد افراد آواره، اعم از موقت و دائمی، نیاز به تأکید ویژه دارد. این سکونتگاه‌ها غالباً تراکم جمعیتی بالایی دارند، اما بین دو دسته شهری و روستایی قرار

می‌گیرند. در این موارد، ساخت چاه‌های آب با طراحی خوب، به همراه سیستم‌های بهداشتی و نگهداری مناسب، بسیار ضروری است.

## ۷- صنعت

صنایعی که آب زیرزمینی را برداشت می‌کنند عبارتند از تولید، معدن، نفت و گاز، تولید برق، مهندسی، و ساخت و ساز. صنایعی که وابستگی زیادی به آب زیرزمینی در زنجیره تأمین دارند، عبارتند از بخش‌های پوشاک و غذا و نوشیدنی. فرایندهای صنعتی گوناگون، در مکان‌هایی که دسترسی به آب سطحی از نظر کمیت محدود است، و همچنین در وضعیت‌هایی که کیفیت مهم است، از منابع آب زیرزمینی استفاده می‌کنند. تخلیه و نفوذ فاضلاب‌های صنعتی تصفیه‌نشده یا تا اندازه‌ای تصفیه‌شده به داخل زمین می‌تواند آب زیرزمینی را آلوده سازد. سلامت انسان و محیط‌زیست نیز می‌تواند در نتیجه آلودگی خاک و آب‌شستگی در محل‌های انباشت زباله صنعتی و قدیمی غیر مهندسی و معادن قدیمی، در معرض ریسک جدی قرار گیرد.

بسیاری از فرایندهای تولید به مقدار زیادی آب برای شستشو و تمیز کردن محصولات خود در پایان تولید نیاز دارند تا بقایای فرآوری مواد شیمیایی را جدا کنند. استفاده از آب زیرزمینی برای منظور خنک‌سازی، به مکان و نوع صنعت بستگی زیادی دارد و بنابراین از کشوری به کشور دیگر متفاوت خواهد بود. ساخت و سازهای زیرزمینی، مانند تونل‌ها، غالباً به آبکشی موقت یا دائم نیاز دارند.

بهره‌برداری معادن در بسیاری از موارد، به آبکشی مکرر یا مداوم نیاز دارد، و ریسک آلوده‌شدن آبخوان محلی که ممکن است منبع آب آشامیدنی باشد وجود دارد. دفع این آب نیز در صورت آلوده‌شدن به عملیات معدنی چالش‌هایی را برای تصفیه به وجود می‌آورد. با این همه، صنایع نفت، گاز و معدن، از طریق فعالیت‌های گوناگون خود،

ممکن است داده‌های فراوانی را درباره موقعیت و گسترش آبخوان‌ها و خصوصیات آنها در اختیار داشته باشند. این داده‌ها می‌تواند برای هیدروژئولوژیست‌ها، دولت‌ها و شرکت‌های تأمین آب بسیار مفید باشد.

بخش انرژی نیز می‌تواند اثرات عمیقی بر کیفیت آب زیرزمینی به جا گذارد. زغال‌سنگ به کاررفته در تولید برق حرارتی می‌تواند به طور قابل توجهی بر کیفیت آب زیرزمینی در نتیجه شسته‌شدن از طریق انباشت پسماندهای خاکستر زغال‌سنگ تأثیر بگذارد. شکست هیدرولیکی برای استخراج گاز طبیعی، به ویژه در آبخوان‌های کم‌عمق، می‌تواند ریسک‌های قابل توجه آلوده‌شدن آب زیرزمینی را نیز به همراه داشته باشد. منشأهای آلودگی عبارتند از فاضلاب حاصل از آب سازندی، آب برگشتی، و مایعات حفاری و عملیات شکست.

بخش مالی اکنون در حال اعمال نفوذ قابل توجه خود بر سرمایه‌گذاری پایدار است و تأثیر آن فراگیر خواهد شد. این روند به نفع کارفرمایان در صنعت و انرژی است که به شکل پایدار از آب زیرزمینی استفاده می‌کنند، و دیگران را به این کردار تشویق می‌کند.

## ۸- اکوسیستم‌ها

اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی را می‌توان در چشم‌اندازهای مختلف، از دره‌های کوهستانی مرتفع گرفته تا کف اقیانوس و حتی بیابان‌ها یافت.

تخلیه آب زیرزمینی، جریان پایه نهرها و رودخانه‌ها را تأمین می‌کند، از این رو منبع مهم آب به شمار می‌آید که ریسک خشک‌شدن رودخانه‌ها را در دوره‌های خشکسالی تعیین می‌کند. اکوسیستم‌های خشکی در تمام زیست‌بوم‌های دنیا که در دسترس گیاهان قرار دارند، به آب زیرزمینی وابسته‌اند. گودال‌های آب در محیط‌های خشک

غالباً تنها از آب زیرزمینی تغذیه می‌شوند، و بنابراین آب زیرزمینی برای حفظ شبکه غذایی پیچیده محیط‌های خشک مانند علفزارهای گرمسیری، بسیار مهم هستند. مناطق ساحلی، تالاب‌ها و دیگر پیکره‌های آب سطحی غالباً به آب زیرزمینی وابسته هستند.

اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی همچنین از خدمات حیاتی اکوسیستم پشتیبانی می‌کنند. اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی در محیط آبی و خشکی، زیستگاه فراهم می‌سازند، از تنوع زیستی پشتیبانی می‌کنند، سیل و خشکسالی را مهار می‌کنند، غذا تأمین می‌کنند، و خدمات فرهنگی ارائه می‌دهند. اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی، با اطمینان دادن از جداسازی فیزیکی، با فعال کردن فرایندهای بیوفیزیکی مانند فیلتراسیون، تجزیه زیستی و جذب آلاینده‌ها، و با تسهیل و محافظت از تغذیه طبیعی، نقش مهمی در حفاظت از آبخوان‌ها در برابر آلوده شدن ایفا می‌کنند.

سلامت مشترک آب زیرزمینی، اکوسیستم‌ها و انسان‌ها ممکن است با مدیریت آب زیرزمینی، مدیریت مشترک آب و زمین، راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت و حفاظت از اکوسیستم بهبود یابد. در حالی که مدیریت آب زیرزمینی غالباً بر آب زیرزمینی یا آبخوان‌ها تمرکز دارد، آب زیرزمینی و اکوسیستم‌ها باید با هم مدیریت شوند تا از تداوم تأمین خدمات حیاتی اکوسیستم اطمینان حاصل شود.

## ۹- تغییر اقلیم

تغییر اقلیم به طور مستقیم بر تغذیه طبیعی آب زیرزمینی، از طریق تأثیر بر بارش و نشت از آب‌های سطحی، از جمله نهرهای موقتی، تالاب‌ها و دریاچه‌ها تأثیر می‌گذارد. با این همه، عدم قطعیت اساسی در پیش‌بینی‌های جهانی درباره میزان اثرات تغییر اقلیم بر تغذیه آب زیرزمینی وجود دارد.

یکی از آثار مشاهده شده و گسترده تغییر اقلیم که بر پرشدن دوباره آب زیرزمینی تأثیر می‌گذارد، تشدید بارش است. در مناطقی که امکانات بهداشتی کافی ندارند، بارندگی‌های سنگین می‌تواند پاتوژن‌های میکروبی مدفوع و مواد شیمیایی را از طریق خاک‌های کم‌عمق به سطح ایستایی منتقل کند.

افزایش جهانی تراز دریا سبب نفوذ آب دریا به آبخوان‌های ساحلی در سراسر جهان شده است. با این همه، تأثیر افزایش تراز دریا به تنهایی بر نفوذ آب دریا، غالباً نسبت به برداشت آب زیرزمینی کوچک است. اثرات تغییر اقلیم بر آب زیرزمینی ممکن است از طریق تأثیرات غیر مستقیم آن بر تقاضای آب آبیاری به سبب افزایش تبخیر و تعرق باشد.

بهره‌برداری از منابع آب تاب‌آور در برابر تغییر اقلیم در بسیاری از نقاط جهان، مستلزم استفاده تلفیقی از آب زیرزمینی به همراه رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دیگر مخازن آب سطحی است. سازگاری با تغییر اقلیم بر پایه آب زیرزمینی، از ذخیره توزیع شده آب زیرزمینی و ظرفیت سیستم‌های آبخوان برای ذخیره مازاد آب فصلی یا هر از گاه، بهره‌برداری می‌کند. آب زیرزمینی در مقایسه با زیرساخت متعارف مانند سدهای سطحی، اساساً تلفات تبخیری کمتری را متحمل می‌شوند.

توسعه انرژی زمین‌گرمایی که از منابع انرژی پایدار به شمار می‌آید، نقش مهمی در کاهش انتشار دی‌اکسید کربن ایفا می‌کند. آبخوان‌های عمیق همچنین می‌توانند برای جذب و جداسازی کربن، فرایند ذخیره‌سازی کربن برای مهار تجمع دی‌اکسید کربن در جو استفاده شوند.

## ۱۰- وضعیت منطقه‌ای

### جنوب صحرای آفریقا

آفریقا دارای منابع بزرگ آب زیرزمینی است. همه این ذخیره آب زیرزمینی برای برداشت در دسترس نیست، ولی حجم آن بیش از ۱۰۰ برابر تجدید سالانه منابع آب شیرین این منطقه برآورد می‌شود. توسعه آب زیرزمینی پتانسیل زیادی برای برآوردن نیاز به افزایش سریع تأمین آب در سراسر جنوب صحرای آفریقا، هم برای بقای انسان و هم برای پیشبرد توسعه اقتصادی دارد. هنوز حدود ۴۰۰ میلیون نفر در جنوب صحرای آفریقا از خدمات پایه آب محرومند.

بیشتر کشورهای آفریقای غربی و مرکزی، ذخیره آب زیرزمینی چندانی ندارند، اما بارندگی سالانه آنها زیاد است و بنابراین تغذیه منظم دارند. برعکس، بسیاری از کشورهای آفریقای شرقی و جنوبی علی‌رغم میزان بسیار پائین تغذیه، ذخیره آب زیرزمینی قابل توجهی دارند. این ذخیره یک محافظ مهم را پیش از اینکه برداشت بر سیستم منطقه‌ای آب زیرزمینی تأثیر بگذارد فراهم می‌آورد. با این همه، پمپاژ کنونی آب زیرزمینی در نهایت به ضرر نسل‌های آینده خواهد بود.

تنها ۳ درصد از کل زمین‌های زیر کشت در جنوب صحرای آفریقا زیر پوشش آبیاری است، و تنها ۵ درصد آن با آب زیرزمینی آبیاری می‌شود. بهره‌برداری از آب زیرزمینی می‌تواند به عنوان تسریع‌کننده رشد اقتصادی، با افزایش مساحت اراضی آبی و در نتیجه بهبود عملکرد کشاورزی و تنوع محصولات عمل کند. در حال حاضر افزایش بهره‌برداری آب زیرزمینی در جنوب صحرای آفریقا به دلیل فقدان آب زیرزمینی با محدودیت روبرو نیست، بلکه به دلیل فقدان سرمایه‌گذاری، به ویژه در زیرساخت‌ها، نهادها، متخصصان آموزش دیده و شناخت منابع با محدودیت روبرو است.

## اروپا و امریکای شمالی

ویژگی‌های منابع آب زیرزمینی و در دسترس بودن آنها در اروپا و آمریکای شمالی، و نیز میان آنها متفاوت است. این تفاوت‌ها بازتاب تفاوت‌های زمین‌شناختی و هیدرولوژیکی است. سهم آب زیرزمینی در کل برداشت آب شیرین نیز از کشوری به کشور دیگر بسیار متفاوت است.

در بسیاری از کشورهای اروپایی، آب زیرزمینی عمدتاً برای آب آشامیدنی استفاده می‌شود که با توجه به ریسک‌های بالقوه متوجه سلامت، ضرورت کنترل کیفیت آب را روشن می‌سازد. آلاینده‌هایی که معمولاً سبب وضعیت شیمیایی ضعیف در اتحادیه اروپا می‌شوند عبارتند از نیترات‌ها و آفت‌کش‌ها. در حالی که آلاینده‌های کشاورزی غالب هستند، مواد شیمیایی صنعتی و مواد مرتبط با معدنکاری نیز به آلودگی شیمیایی آب زیرزمینی در چندین حوضه آبریز منجر می‌شود. اطلاعات بیشتر درباره این قبیل آلاینده‌های «جدید» (یا «در حال ظهور») نیاز است.

افزون بر ضرورت همکاری میان بهره‌برداران مختلف آب در یک کشور خاص، آگاهی فزاینده‌ای درباره ماهیت فرامرزی بسیاری از منابع آب زیرزمینی و بنابراین ضرورت همکاری میان کشورها وجود دارد.

پایش و کارشناسی آب زیرزمینی معمولاً در اختیار نهادهای تخصصی است، در حالی که پیاده‌سازی ابزارهای سیاستی آب مستلزم همکاری نهادها است. در واقع، بسیاری از فشارها و پیشران‌ها، در مورد آب زیرزمینی و سطحی یکسان است. سیاست‌ها و تلاش‌های یکپارچه برای اطمینان از انسجام تدابیر در حال تکامل است.



## امریکای لاتین و کارائیب

با توجه به فراوانی نسبی آب سطحی و سطح محدود استفاده از آب زیرزمینی، کمتر از ۳۰ درصد از آب شیرین برداشت شده در آمریکای لاتین و کارائیب از منابع آب زیرزمینی است. در کشورهایی که به آب زیرزمینی متکی هستند، تقریباً نیمی از برداشت برای آبیاری، یک سوم برای استفاده خانگی و بقیه برای استفاده صنعتی استفاده می‌شود.

در سرتاسر این منطقه، کاستی‌هایی در حفاظت و پایش آب زیرزمینی وجود دارد که در نتیجه به بهره‌برداری و/یا آلودگی شدید آب زیرزمینی منجر می‌شود، و در نهایت پایداری آن و همچنین دسترسی آسیب‌پذیرترین گروه‌ها را که برای تأمین آب شرب خود به این منابع آب زیرزمینی وابسته هستند به خطر می‌اندازد.

آب زیرزمینی نقش مهمی در سامانه‌های تأمین آب بیشتر شهرهای آمریکای لاتین ایفا می‌کند، با اینکه ممکن است همیشه منبع اصلی تأمین آب نباشد. همچنین ۵۰ درصد از آب استفاده شده بخش صنعتی را شامل می‌شود. در کارائیب، منطقه‌ای که آب سطحی نسبتاً کمیاب است، آب زیرزمینی حدود ۵۰ درصد آب برداشت شده را تشکیل می‌دهد.

از آنجایی که اهمیت آبخوان‌ها برای اکوسیستم‌های منطقه، توسعه اجتماعی و فعالیت‌های اقتصادی در آینده نزدیک بیشتر خواهد شد، این منطقه باید به سمت فرایندهای سیاسی حرکت کند که تصمیم‌گیری، پایش و مدیریت آب زیرزمینی را در سطح ملی و بین‌المللی هماهنگ سازد.

## آسیا و پاسیفیک

منطقه آسیا و اقیانوسیه بزرگترین برداشت‌کننده منبع آب زیرزمینی در جهان به شمار می‌آید که شامل هفت کشور از ده کشور است که بیشترین آب زیرزمینی را استخراج می‌کنند (بنگلادش، چین، هند، اندونزی، ایران، پاکستان و ترکیه). این کشورها به تنهایی حدود ۶۰ درصد از کل برداشت آب زیرزمینی جهان را تشکیل می‌دهند.

منافع اجتماعی-اقتصادی استفاده از آب زیرزمینی به ویژه برای بخش کشاورزی بسیار مهم است. بخش‌های صنعتی و شهری نیز استفاده‌کنندگان مهمی هستند. در حالی که آب زیرزمینی در بیشتر این منطقه به وفور وجود دارد، کاهش آن نگرانی‌هایی را درباره پایداری استفاده از آب زیرزمینی در مناطق مختلف در سراسر آسیای مرکزی، چین، آسیای جنوبی و برخی مراکز شهری در جنوب شرقی آسیا به وجود آورده است.

آلودگی آب زیرزمینی ناشی از فرایندهای انسانی و از منشأ زمین، از دیگر نگرانی‌ها به شمار می‌آید. اثرات تغییر اقلیم بر نوسان بارش، فشار بر منابع آب زیرزمینی را به ویژه در مناطقی با اقلیم نیمه‌خشک تا خشک و کشورهای در حال توسعه جزیره‌ای کوچک تشدید می‌کند.

در حالی که راه و رسم‌های مدیریت و نظام نهادی، قانونی و مقررات برای رسیدگی به مسائل آب زیرزمینی در سراسر منطقه وجود دارد، حکمرانی آب زیرزمینی به دلیل رژیم دسترسی محدود نشده در بسیاری از کشورها چالش برانگیز است. بهبود حکمرانی آب زیرزمینی، با پشتیبانی مردمی و ظرفیت اجرای ضوابط، به شدت ضرورت دارد.

## کشورهای عربی

کشورهای عربی از نظر آب، در زمره کمیاب‌ترین مناطق جهان به شمار می‌آیند و حداقل ۱۱ کشور از ۲۲ کشور عربی، بیشترین اتکا را به آب زیرزمینی دارند. برداشت بیش از اندازه آب زیرزمینی در بسیاری از بخش‌های این منطقه، به افت سطح آب زیرزمینی، به ویژه در مناطق پرجمعیت و محدوده‌های کشاورزی منجر شده است. این امر به ویژه نگران‌کننده است، زیرا آب زیرزمینی منبع اصلی آب برای گروه‌های آسیب‌پذیر است که به شبکه عمومی متصل نیستند یا دسترسی ندارند. راه و رسم‌های ناپایدار در کشاورزی، و همچنین صنایع و شهرنشینی، به طور قابل توجهی بر کیفیت آب زیرزمینی تأثیر می‌گذارد.

بیشتر منابع آب زیرزمینی در کشورهای عربی، تجدیدناپذیر است، و باید با توجه به این واقعیت که منبعی محدود هستند مدیریت شوند. با این همه، با وجود ظهور تکنولوژی‌های جدید، پایش برداشت آب زیرزمینی همچنان دشوار است. این وضعیت، مدیریت آب زیرزمینی را به ویژه در آبخوان‌های فرامرزی پیچیده می‌کند. متأسفانه نمونه‌های اندکی از همکاری درباره آب زیرزمینی در این منطقه وجود دارد.

اهمیت آب زیرزمینی برای امنیت آب این منطقه در شرایطی که اقلیم تغییر می‌کند، مستلزم بهبود حکمرانی از طریق سیاست‌ها و قوانین، رویکردهای نو در مدیریت، افزایش استفاده از تکنولوژی‌ها، بودجه اختصاصی برای شناخت بهتر منابع و افزایش همکاری منطقه‌ای است.

## ۱۱- تقویت و به روزرسانی پایگاه اطلاعات

گزارش پیشرفت سازمان ملل در سال ۲۰۲۱ درباره هدف ششم توسعه پایدار، مسئله کمبود داده‌های آب زیرزمینی و برنامه‌های پایش آب زیرزمینی را پیش کشیده است و تأکید می‌کند که پایش آب زیرزمینی از «موضوعات فراموش شده» به شمار می‌آید.

آب زیرزمینی باید در طول زمان از نظر کمی و کیفی پایش شود تا رفتار و وضعیت آبخوان‌ها شناخته شود، و تغییرات منفی احتمالی مانند برداشت بیش از اندازه، کاهش تغذیه (از جمله اثرات تغییر اقلیم) و آلودگی شناسایی شود. تغذیه آب زیرزمینی معمولاً به جای اندازه‌گیری مستقیم، برآورد می‌شود. آبخوان‌هایی که آسیب‌پذیری بالایی دارند و برای مردم و محیط‌زیست خدمات فراهم می‌سازند، نیاز به پایش بیشتری دارند.

دانش علمی در شاخه هیدروژئولوژی و روش‌ها و ابزارهای موجود برای رسیدگی به بیشتر مسائل مدیریت آب زیرزمینی، به اندازه کافی فراهم است. چالش کار عمده‌تأ به کمبود داده‌های مطمئن برای ارزیابی آب زیرزمینی در محدوده‌های مورد نظر و تحلیل سناریو ارتباط می‌یابد. از آنجایی که همه آبخوان‌ها و شرایط حاکم بر آنها منحصر به فرد است، ارزیابی آب زیرزمینی برای طراحی سیاست‌های راهگشا و مدیریت منابع آب زیرزمینی بسیار ضروری است.

تقویت پایش، اگر چه غالباً پرهزینه است، سرمایه‌گذاری بخردانه‌ای است: شناسایی مشکلات در مراحل اولیه می‌تواند بسیار مقرون به صرفه باشد، چرا که امکان آن را فراهم می‌آورد که تدابیر لازم، پیش از آنکه وضعیت منبع وخیم‌تر شود به کار بسته شود. برنامه‌های متعارف پایش را می‌توان با ابتکاراتی مانند دانش شهروندی تقویت کرد، که همچنین می‌تواند ادغام دانش محلی را در شناخت هیدروژئولوژیکی و

ارزیابی سیستم آب زیرزمینی ارتقا دهد. فنون دورسنجی نیز برای بهبود پایش و برآورد منابع آب زیرزمینی استفاده شده است.

اشتراک‌گذاری داده‌ها و اطلاعات، به ویژه در کشورهای کم‌درآمد غالباً ناقص است. داده‌های آب زیرزمینی که با بودجه عمومی جمع‌آوری شده است، باید آزادانه در دسترس باشد. شرکت‌های خصوصی باید داده‌ها و اطلاعات مربوط به پارامترهای آب زیرسطحی که ارزیابی و مدیریت آب زیرزمینی را بهبود می‌بخشد، در دسترس قرار دهند. برای نمونه، داده‌های ژئوفیزیکی و گمانه‌ها که در طول اکتشاف نفت و گاز به دست می‌آیند می‌تواند شناخت گستره و پارامترهای آبخوان را بهبود بخشد.

در بسیاری از کشورهای کم‌درآمد و با درآمد متوسط، ظرفیت مطالعات هیدروژئولوژیکی وجود ندارد، حتی زمانی که آب زیرزمینی بیشترین بخش از منابع آب مدیریت‌شده آنها را تشکیل می‌دهد. این کاستی غالباً شامل هر دو ظرفیت فنی و نهادی است.

## ۱۲- سیاست و برنامه‌ریزی

غالب اوقات، سیاست آب زیرزمینی عمدتاً بر استفاده از آب زیرزمینی پس از برداشت تمرکز دارد. این رویکرد، با مدیریت جامع‌نگرانه آبخوان که مستلزم توجه به کاربری اراضی، تجدید دوباره آب، حفاظت، و پیاده‌سازی اقداماتی که حفظ خدمات و کارکردهای سیستم آب زیرزمینی را دنبال می‌کند، تفاوت بسیاری دارد.

«چشم‌انداز ملی مدیریت آب زیرزمینی» باید در چشم‌انداز ملی منابع آب، در گفت و گو با کنشگران گوناگون، از بهره‌برداران محلی آب زیرزمینی و تکسین‌ها گرفته تا متخصصان، سیاست‌گذاران و سرمایه‌گذاران حضور یابد. سیاست آب زیرزمینی باید مبتنی بر وضعیت حقوقی و ماهیت مالکیت آب زیرزمینی (عمومی یا خصوصی)، و

همچنین عواملی مانند بهره‌برداران آب، پیوند با آب سطحی و کاربری اراضی در محدوده‌های تغذیه آبخوان باشد. همچنین باید تصمیم‌گیری یکپارچه را برای منابع آب زیرزمینی و سیستم‌های آبخوان فراهم سازد، و به دیگر بخش‌ها و حوزه‌های جامعه فراتر از بخش آب مرتبط شود- مانند توسعه اجتماعی- اقتصادی، برابری جنسیتی و کاهش فقر، غذا و انرژی، اکوسیستم‌ها، تغییر اقلیم، و سلامت انسان.

سیاست‌ها، استراتژی‌ها و برنامه‌ها باید متناسب با شرایط محلی، بر پایه اولویت‌ها و خواسته‌های مردم محلی تنظیم شوند، و مبتنی بر شواهد علمی معتبر باشند. برنامه‌ها را می‌توان تلاشی مشترک میان وزارتخانه‌های ملی، دستگاه‌های استانی و محلی، و سایر ذینفعان مرتبط، بر اساس گفت و گو و پشتیبانی فنی فراگیر (برای نمونه تهیه مشارکتی نقشه) تهیه کرد تا مالکیت مشترک فرایند و نتیجه را ممکن سازد. نتیجه این فرایند، سندی رسمی است که می‌تواند به تأیید برسد، همراه با اقدامات زمان‌مند و شاخص‌هایی که می‌تواند پایش شود، و نتایج و اثرات را می‌توان ارزیابی کرد.

### ۱۳- مدیریت آب زیرزمینی

هدف مدیریت آب زیرزمینی، کنترل برداشت و کیفیت آب زیرزمینی و همچنین رسیدگی به اثرات برداشت آب زیرزمینی بر اکوسیستم‌ها، آب‌های سطحی، فرونشست زمین و موارد دیگر است. شاید یکی از حیاتی‌ترین مؤلفه‌های مدیریت آب زیرزمینی، کنترل مکان و کمیت برداشت آب از آبخوان باشد.

به کارگیری ابزارهای گوناگون مدیریت آب زیرزمینی مشروط به آن است که نخست ساختارهای قانونی و نهادی وجود داشته باشد تا اجازه استفاده و اجرای آنها را بدهد. با این همه، همه مدیریت به دست دولت انجام نمی‌گیرد. جوامع محلی و / یا خود

بهره‌برداران آب زیرزمینی ممکن است به طور مستقل، محل چاه و برداشت‌های آب زیرزمینی را مدیریت کنند.

پایدارترین و مقرون به صرفه‌ترین رویکرد برای مدیریت کیفیت آب زیرزمینی، اطمینان از حفاظت کافی آن و در نتیجه جلوگیری از آلودگی است. این رویکرد را می‌توان با تهیه نقشه آسیب‌پذیری، تعریف محدوده‌های حفاظت آب زیرزمینی و برنامه‌ریزی کاربری اراضی محقق ساخت.

لازم است توجه ویژه‌ای به مدیریت تلفیقی منابع آب سطحی و زیرزمینی و پتانسیل راه‌حل‌های «مبتنی بر طبیعت» مبذول شود. یکپارچگی با مدیریت محیط‌زیستی، مدیریت کاربری اراضی، و مدیریت فضا و منابع زیرسطحی، همگی مسائل مهمی در حوزه مدیریت یکپارچه به شمار می‌آیند.

تغذیه مدیریت‌شده آبخوان (MAR)، رویکرد یکپارچه‌ای است که امکان تجدید آبخوان‌ها را برای تکمیل سدهای ذخیره فراهم می‌سازد و گزینه مقرون به صرفه‌ای است که تبخیر و اثرات محیط‌زیستی را به حداقل می‌رساند. تغذیه مدیریت‌شده آبخوان همچنین می‌تواند برای اندوختن رگبارهای شهری جمع‌آوری‌نشده و آب بازچرخانی به کار رود، تا در صورت نیاز برای استفاده مولد در دسترس قرار گیرد. در مقیاس آبخیز، تغذیه مدیریت‌شده آبخوان را می‌توان برای حفظ جریان‌های محیط‌زیستی آب و فراهمی آنها، ایجاد تأخیر در تخلیه آب به جریان استفاده کرد. استفاده از تغذیه مدیریت‌شده آبخوان در ۶۰ سال گذشته، ۱۰ برابر افزایش یافته است، اما هنوز هم فرصت زیادی برای گسترش بیشتر، از ۱۰ میلیارد متر مکعب در سال کنونی تا احتمالاً حدود ۱۰۰ میلیارد متر مکعب در سال وجود دارد.

## ۱۴- آبخوان‌های فرامرزی

آبخوان‌های فرامرزی، مسیر طبیعی زیرسطحی جریان آب زیرزمینی است که از مرز بین‌المللی عبور می‌کند. اقدامات مربوط به آبخوان در یک کشور، مانند برداشت سنگین یا آلودگی، می‌تواند تأثیر قابل توجهی در طرف دیگر مرز داشته باشد.

مدیریت آبخوان فرامرزی غالباً از فقدان اراده نهادی و منابع ناکافی برای جمع‌آوری اطلاعات لازم به ویژه در سطح محلی رنج می‌برد. هماهنگ‌سازی، همخوانی و اشتراک‌گذاری داده‌ها نخستین گام در همکاری میان کشورهای همسایه به شمار می‌آید. این اقدامات برای دستیابی به توافق درباره مدل مفهومی قابل اعتماد آبخوان ضرورت دارد، و پیش‌نیاز طراحی برنامه‌های مدیریت است. گنجاندن ملاحظات جنسیتی در همکاری در آب‌های فرامرزی، فرصت‌هایی را برای مدیریت عادلانه‌تر آب زیرزمینی از نظر اجتماعی فراهم می‌آورد.

قوانین بین‌المللی آب در ابتدا برای آب‌های سطحی تدوین شد، اما آبخوان‌های فرامرزی غالباً بخشی از توافقات همکاری گسترده‌تر در زمینه آب را در حوضه‌های آبریز فرامرزی تشکیل می‌دهند. این روند نشان‌دهنده آگاهی روزافزون درباره اهمیت آبخوان‌های فرامرزی است.

در سراسر جهان، همکاری‌های علمی در چارچوب پروژه‌های فنی در آبخوان‌های فرامرزی وجود دارد. این قبیل همکاری‌ها می‌تواند دامنه مختلفی داشته باشد، برخی از آنها ارزیابی علمی مشترک را دنبال می‌کنند، و برخی دیگر به مدیریت مسائل خاص می‌پردازند. در این موارد، نقش سازمان‌ها و نهادهای منطقه‌ای و بین‌المللی می‌تواند حیاتی باشد، به ویژه زمانی که کشورهای مربوطه از نظر ظرفیت، دانش و اطلاعات در یک سطح قرار نداشته باشند، یا زمانی که اعتماد وجود ندارد.



## ۱۵- تأمین مالی

برخلاف آب سطحی که هزینه‌های سرمایه‌ای معمولاً در بخش عمومی پوشش داده می‌شود، زیرساخت بهره‌برداری آب زیرزمینی معمولاً به دست استفاده‌کننده نهایی تأمین مالی می‌شوند، خواه صنعت، خانوار، زارع یا جامعه محلی باشد. استفاده‌کنندگان به طور مستقیم و غیر متمرکز به این منبع دسترسی دارند.

استفاده‌کنندگان نهایی، سرمایه خصوصی خود را بابت هزینه دسترسی به آب زیرزمینی سرمایه‌گذاری می‌کنند که معمولاً شامل هزینه ثابت برای چاه و هزینه متغیر برای پمپاژ است. در برخی کشورها ممکن است هزینه برداشت یا تعرفه آب زیرزمینی وجود داشته باشد، اما این هزینه‌ها و تعرفه‌ها به ندرت منعکس‌کننده هزینه‌ها و ارزش واقعی منبع هستند.

دولت‌ها باید نقش بالقوه خود را در تقویت پایداری منابع آب زیرزمینی مطابق با شرایط محلی ارزیابی کنند و این نقش را بپذیرند، و با اقدامات متناسب، از منابع مالی محدود، با کارایی بیشتر استفاده نمایند.

بودجه‌های دولتی دست کم باید هزینه‌های پایش آب زیرزمینی - کیفیت و کمیت، و هزینه‌های عملیاتی و نگهداری - را تأمین کند و با تأمین مالی اولیه برنامه‌های اکتشافی و مدیریت، از سرمایه‌گذاری خصوصی استفاده شود.

فرصت یکپارچه‌سازی بهتر بهره‌برداری و مدیریت پایدار آب زیرزمینی در دیگر پروژه‌ها و تدابیر بخش آب وجود دارد. برای نمونه، ذخیره‌سازی و برداشت آب زیرزمینی را می‌توان به عنوان بخشی از تأمین آب شهری به منظور افزایش امنیت و انعطاف‌پذیری در مواجهه با تغییرات فصلی منبع گنجانده.

این رویکرد به افزایش بهره‌گیری از منابع موجود از محل کمک‌های بین‌المللی توسعه، تعرفه‌های تأمین آب و فاضلاب، و حتی مشارکت‌های دولتی و خصوصی کمک می‌کند. هزینه‌ها و مالیات‌ها در بخش‌های دیگر مانند کشاورزی می‌تواند به تأمین مالی برنامه‌های آب زیرزمینی و کاهش آثار خارجی منفی بالقوه کمک کند.

در بسیاری از کشورها، فعالیت‌هایی که با بودجه عمومی در بخش‌های دیگر تأمین هزینه می‌شوند، در کاهش یا آلوده‌شدن منابع آب زیرزمینی تأثیر دارند. برای نمونه، یارانه‌های بخش انرژی که با کاهش هزینه‌های برق، برداشت بیش از اندازه از آب زیرزمینی را تشویق می‌کند، یا یارانه‌های زراعی که محصولاتی با نیاز آبی بالا را تشویق می‌کنند، می‌توانند به مشوق‌های نامعقول تبدیل شوند. اصلاح یارانه‌های خسارت‌بار و همسویی آن با سیاست‌های آب زیرزمینی باید در دستور کار تأمین مالی آب قرار گیرد.

## ۱۶- حرکت به جلو

مجمع عمومی سازمان ملل متحد، و همچنین شورای حقوق بشر، دسترسی عادلانه به آب آشامیدنی سالم و بهداشت را حقوق متمایز بشری به رسمیت می‌شناسند. از کشورهای عضو سازمان ملل انتظار می‌رود که حقوق بشر را در زمینه آب آشامیدنی سالم و بهداشت، با تدوین برنامه‌های عملیاتی یا استراتژی‌ها تحقق بخشند و- از آنجایی که آب زیرزمینی از مؤلفه‌های اساسی تأمین آب و بهداشت به شمار می‌آید- حفاظت از آب زیرزمینی و تغذیه آبخوان را عملی سازند.

دولت‌ها باید همت گمارند تا چارچوب مناسب و اثربخش حکمرانی آب زیرزمینی را پی‌ریزی کنند. بدین منظور دولت‌ها باید پیشگام و عهده‌دار مسئولیت بنیان‌گذاری و

پشتیبانی ساختار حکمرانی مؤثر، از جمله اطلاعات؛ ظرفیت نهادی؛ قوانین، مقررات و اجرای آنها؛ سیاست و برنامه‌ریزی؛ مشارکت ذینفعان؛ و تأمین مالی مناسب باشند.

همچنین این وظیفه کشورها است که از پیاده‌سازی کامل سیاست‌ها و برنامه‌های خود اطمینان حاصل کنند (مدیریت آب زیرزمینی). ضروری است که دولت‌ها نقش خود را به عنوان متولی منابع، با توجه به آنکه آب زیرزمینی از منابع مشترک به شمار می‌آید به عهده بگیرند و اطمینان یابند که دسترسی به آب زیرزمینی (و نفع حاصل از آن) به طور عادلانه توزیع می‌شود و این منبع برای نسل‌های آینده در دسترس باقی می‌ماند.

## ۱۷- سخن پایانی

منابع آب زیرزمینی، منبع عظیم آب شیرین کره زمین را تشکیل می‌دهد. در جهانی که تقاضای آب همواره رو به رشد، و منابع آب سطحی غالباً کمیاب است و به طور فزاینده‌ای زیر فشار قرار دارد، ارزش آب زیرزمینی رفته‌رفته به عنوان منبعی که از چندین هزار سال پیش، زمینه شکوفایی جوامع بشری را فراهم ساخته است شناخته‌تر می‌شود

با این همه، برخلاف فراوانی کلی، آب زیرزمینی همچنان در برابر بهره‌برداری بیش از اندازه و آلوده‌شدن، آسیب‌پذیر است. این دو عامل می‌توانند اثرات مخربی بر این منبع و موجودی آن داشته باشند. بهره‌برداری از پتانسیل کامل آب زیرزمینی نیازمند تلاش‌های جدی و هماهنگ برای مدیریت و استفاده پایدار از آن است، و همه‌چیز در گرو ارزش قائل شدن برای آب زیرزمینی است، آن‌گونه که شایسته آن است.

آب زیرزمینی - که تقریباً ۹۹ درصد کل آب شیرین نامنجمد کره زمین را تشکیل می‌دهد و در سراسر جهان توزیع شده است، هر چند نه یکسان - این پتانسیل را دارد که منافع قابل توجه اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی، از جمله سازگاری با تغییر اقلیم را برای جوامع فراهم سازد. در حال حاضر آب زیرزمینی نیمی از حجم آب برداشت شده برای استفاده خانگی جمعیت جهان، و حدود ۲۵ درصد از کل آب برداشت شده برای آبیاری - پوشش دهنده ۳۸ درصد اراضی آبی جهان را تأمین می‌کند. با این همه، علی‌رغم اهمیت بسیار زیاد آن، این منبع طبیعی آن گونه که باید، درک نمی‌شود، و در نتیجه، ارزش آن دست کم گرفته شده، مدیریت نادرستی بر آن حاکم بوده و حتی با آن بد رفتاری شده است. با توجه به کم‌یابی رو به رشد آب در بسیاری از بخش‌های جهان، دیگر نمی‌توان به اهمیت آب زیرزمینی بی‌توجه بود و نسبت به ضرورت مدیریت بخردانه آن، بیش از این غفلت ورزید.



نشانی: تهران. خیابان فتحی شقاقی. بین خیابان چهل ستون و سید جمال‌الدین

اسدآبادی. پلاک ۴۵. طبقه ۴.

تلفن: ۸۸۷۰۲۰۱۳ - ۸۸۷۰۲۸۰۵

[www.iwpri.ir](http://www.iwpri.ir)