

## استفاده از آبهای ژرف و جریان آبهای زیر زمینی در کشور

تدوین: رسول هادیزاده

### مقدمه

ذخائر آب از منابع تجدید شونده محسوب می‌شود، منبع تامین این ذخائر نزولات آسمانی (باران و برف) است، که مقدار آن محدودیت دارد. نزولات آسمانی یا تبخیر شده و یا به صورت آبهای سطحی (روان آبها) جاری و یا به زمین فرو رفته و منابع آب زیر زمینی کم عمق را تشکیل میدهد. مقدار اندکی از آن به اعماق بیشتر نفوذ میکند، که ژرف آب نامیده میشود. مقدار روان آبها و آبهای کم عمق تابع میزان بارش سالانه بوده و متناسب با آن کم و زیاد میشود. آبهای ژرف به آبهای گفته میشود که در عمقی بیش از عمق متعارف هر منطقه وجود داشته باشد، حجم آبهای ژرف تابع مقدار بارش سالیانه نیست و یا اینکه متناسب با میزان بارش در یک دوره خیلی بلند مدت تر میباشد. لذا آبهای ژرف را میتوان ذخائر استراتژیک آبی دانست که با مدیریت صحیح میتوان از آنها برای گذر از دوره های کم آبی استفاده کرد.

آب و هوای کشور ایران (بجز نوار ساحلی دریای خزر) نسبتاً خشک و گرم میباشد. مقدار متوسط بارش سالیانه کشور تقریباً یک سوم بارش متوسط جهانی میباشد. این مساله باعث گردیده که از قدیم آب در ایران ارزشمند و استراتژیک باشد، به طوریکه در کتیبه ای در تخت جمشید، داریوش شاه هخامنشی دعا کرده که خداوند این کشور را از دشمن، خشکسالی و دروغ محفوظ دارد. (پیوست شماره یک)

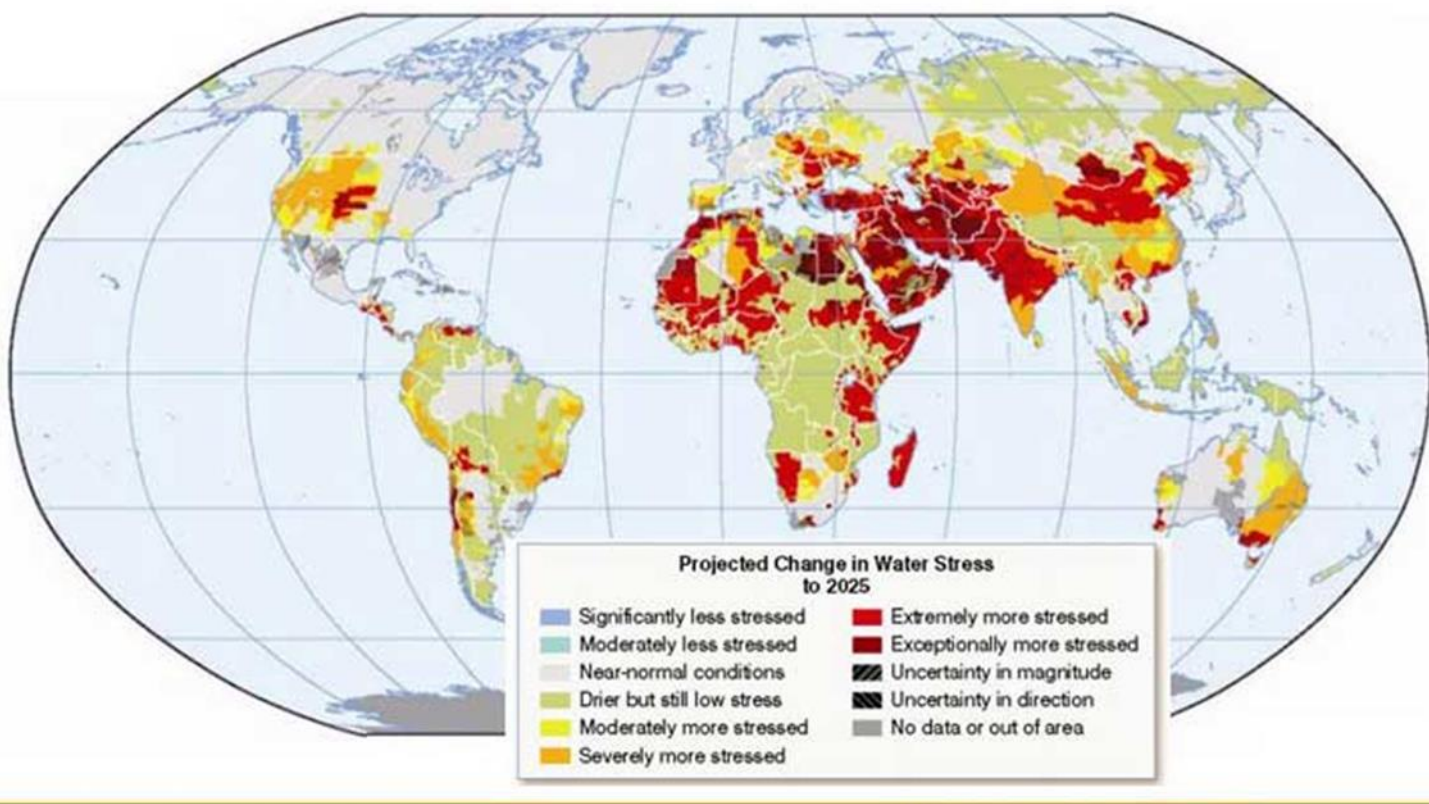
در ایران با نوسانات بارش سالانه به طور دوره ای سالهای پرابی و کم آبی وجود داشته و دارد. البته در ایران سعی شده که این نوسانات بارشی را با احداث سد مدیریت کنند. به دلایلی که خارج از بحث این مقاله است، به نظر میرسد این راه حل کاملاً موفقیت آمیز نبوده است. به عبارت دیگر احداث سد قسمتی از راه حل است و نه همه آن. به علاوه ظرفیت سدها اکثراً یکسال کم آبی را میتواند جوابگو باشد، در صورتیکه طول دوره کم آبی بیشتر از یکسال و حتی تا چند سال میتواند باشد. به عبارت دیگر آبهای ژرف تحت مدیریت حساب شده میتواند به عنوان دمپر (ضربه گیر) برای گذر از بحران های دوره ای کم آبی و رفع خشکسالی عمل نماید.

### کلیات

منابع آب تنها می‌توانند از طریق فرایند چرخه‌ی آب در طبیعت تجدید شوند. آب از دریاها، دریاچه‌ها، جنگل‌ها، رودخانه‌ها و دیگر منابع تبخیر می‌شود و ابرها را تشکیل می‌دهد و سپس باران میبارد و آب جاری میشود. با تبخیر مجدد آب این چرخه در طبیعت تکرار میگردد. در این چرخه طبیعی نزولات آسمانی به سه صورت تبخیر و جاری شدن روی سطح زمین (روان آبها) و نفوذ آب در پوسته زمین (آبهای زیرزمینی) به سیر طبیعی خود ادامه میدهند، که بخش عمده آن (حدود سه چهارم) تبخیر میشود. آبهای زیرزمینی، خود شامل دو دسته آبهای کم عمق و آبهای ژرف میشوند. در طول زمان انسانها تا حد

امکان از آبهای سطحی و آبهای کم عمق استفاده کرده اند. ولی با ازدیاد جمعیت و گسترش جوامع بشری و تغییر الگوی مصرف، ذخائر این آبها دیگر تکاپوی نیاز بشر را ننموده و موجب کاهش منابع سطحی و زیرزمینی شده است. تداوم این روند میتواند آسیبهای جدی برای محیطزیست در برداشته باشد.

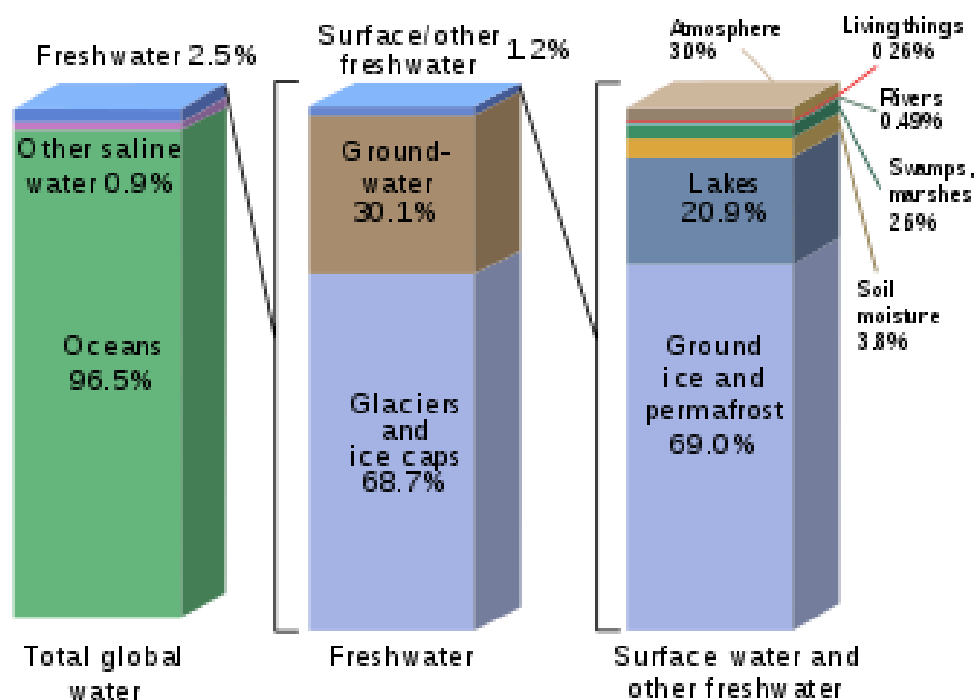
بر اساس پژوهشی که از سوی ناسا انجام گرفته، بسیاری از منابع آب شیرین جهان، سریعتر از آنکه تجدید شوند، در حال تخلیه هستند. از 37 آبخوان (سفره آب زیرزمینی) جهان، 21 آبخوان در آسیا و اروپا و امریکا خشک شدهاند. به همین جهت، می‌توان نتیجه گرفت که از حجم آب شیرین در سراسر جهان به شدت کاسته شده است. واضح است که ذخایر آب، بی‌نهایت نیست و این روند باعث خشکسالی میگردد. علاوه بر رشد جمعیت انسانی، گرم شدن کره‌ی زمین (ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای) نیز موجب افزایش شدت خشکسالی در بسیاری از نقاط جهان می‌شود. هم اکنون بیش از یک میلیارد نفر از مردم جهان به آب شیرین دسترسی ندارند و پیشبینی میشود که با ادامه این روند مصرف تا سال 2025 حدود دو سوم جمعیت جهان با مشکل تنش آبی روبرو خواهند شد. شکل زیر مناطقی را که بیشترین تنش آبی را تا سال 2025 خواهند داشت، نشان داده است.



با توجه به نیاز روز افزون آب، بناچار انسانها برای تامین این نیاز به منابع جدیدی روی آورده که اهم آنها عبارتند از شیرین سازی آب دریا و استفاده از آبهای ژرف، و به موازات آن تغییر الگوی مصرف و نیز بازیابی آب مصرفی مورد توجه قرار گرفته است، و در مقیاس کمتری از روش های دیگر مثل بارورسازی ابرها و تولید آب از رطوبت هوا نیز استفاده شده است.

البته حدود هفتاد درصد سطح کره زمین پوشیده از آب است، ولی این آبها به دلیل شوری زیاد، مستقیماً قابل استفاده نیست. ذخائر آبی کره زمین به شرح جدول زیر برآورد شده است.

## Where is Earth's Water?



همانطور که در شکل سمت چپ ملاحظه می‌گردد که از مجموع کل آبهای جهان، 97.5 درصد آن را آب شور دریاها و اقیانوسها تشکیل میدهد. ( 96.5 درصد اقیانوسها و 0.9 درصد دریاها و دریاچه های آب شور) و ذخائر آب شیرین فقط 2.5 درصد کل حجم ذخائر آبهای جهان را تشکیل میدهد.

در شکل وسط نشان داده شده که بخش عمده آب شیرین (68.7 درصد) به صورت یخچالها و کوههای یخی در قطبهای کره زمین و یا به صورت آبهای زیرزمینی (30.1 درصد) ذخیره شده است. فقط 1.2 درصد آن آب شیرین در دسترس است، که خود شامل موارد زیر است.

خود این 1.2 درصد آب شیرین که در شکل سمت راست نشان داده شده به بخشهای زیر تقسیم میشود. بخش عمده آن (69 درصد) به صورت یخچالهای طبیعی در ارتفاعات و 20.9 درصد به صورت دریاچه های آب شیرین و 3.8 درصد به صورت رطوبت خاک و 2.5 درصد به صورت باتلاق و مرداب 0.49 درصد به صورت رودخانه ها و نهایتاً 3 درصد به صورت رطوبت هوا در اتمسفر میباشد.

## مصارف آب

برآورد میشود که حدود 8 درصد آب مصرفی انسانها برای مصارف خانگی مصرف میگردد، که شامل آب آشامیدنی، شستشو (حمام و دستشویی)، آشپزی، لباسشویی و باغبانی است. مصارف خانگی (به استثنای باغبانی) حدود 50 لیتر برای هر نفر در روز تخمین زده میشود.

نیاز روزانه انسان به آب در به شرح زیر برآورد شده است:

- آب آشامیدنی در محدوده 2 تا 5 لیتر.

- آب بهداشتی در محدوده 20 تا 75 لیتر.

- آب برای حمام و شستشو در محدوده 5 تا 70 لیتر.

- آب برای آشپزی در محدوده 10 تا 50 لیتر.

به طور متوسط، بیش از 70 درصد آب مصرفی در جهان در بخش کشاورزی مصرف میشود. برآورد شده که برای تامین نیاز غذایی یک فرد در روز حداقل 2 تا 3 مترمکعب آب لازم است.

ناگفته نماند که حدود یک پنجم مردم دنیا (بیش از 1.2 میلیارد نفر) در مناطقی زندگی میکنند که به طور طبیعی آب کم هست. علاوه بر آن حدود 1.6 میلیارد نفر در مناطقی زندگی میکنند که کمبود آب منشا اقتصادی دارد. یعنی به دلیل کمبود منابع مالی، برای تامین آب سرمایه گذاری نشده است.

مصارف آب معمولاً در سه بخش اصلی کشاورزی، صنعتی و خانگی دسته بندی میشود. سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فانو) درصد مصارف آب در این بخشها را در کشورهای مختلف و از جمله ایران بررسی نموده که بخشی از آن در جدول زیر نشان داده شده است. (ارقام به درصد میباشد)

| منطقه     | کشاورزی | صنعت | سایر |
|-----------|---------|------|------|
| آفریقا    | 82      | 5    | 13   |
| آمریکا    | 49      | 34   | 17   |
| آسیا      | 81      | 10   | 9    |
| خاورمیانه | 84      | 7    | 9    |
| ایران     | 92      | 1    | 7    |

|    |    |    |          |
|----|----|----|----------|
| 21 | 57 | 22 | اروپا    |
| 25 | 15 | 60 | استرالیا |
| 12 | 19 | 69 | جهان     |

WWW.FAO.ORG

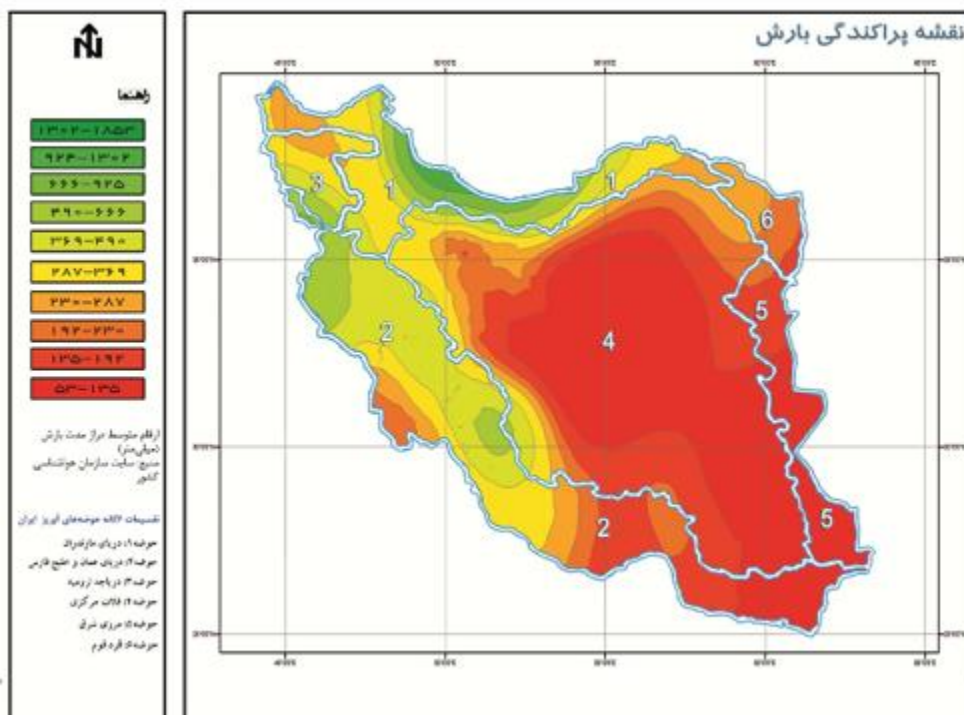
جدول فوق نمایانگر آنست که بخش کشاورزی در ایران بیشترین سهم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است و این مقدار حتی از مقدار متوسط در جهان بیشتر است. اختلاف چشمگیر مصرف آب کشاورزی در ایران در مقایسه سایر نقاط دنیا، لزوم بازنگری در برنامه و روشهای کشاورزی را آشکار میسازد. ناگفته نماند که ایران پس از انقلاب، مانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه، تصمیم گرفت که در زمینه مواد غذایی به خودکفایی برسد که به خودی خود هدف بدی نبود. دولت با در اختیار گذاشتن آب و برق ارزان زمینه را برای توسعه کشاورزی سنتی فراهم نمود، بدون اینکه از فناوریهای نوین کشاورزی استفاده شود. در این برنامه مقدار مصرف آب و انرژی مورد توجه نبوده، بلکه در مجموع موضوع خودکفائی در اولویت قرار گرفته است، بدون اینکه جنبه اقتصادی آن مد نظر قرار گیرد.

### بررسی وضعیت آب در ایران

85 درصد طبیعت ایران دارای اقلیمی خشک و گرم بوده و بیش از هفتاد درصد مناطق ایران بارش سالانه ای کمتر از 200 میلی متر دارند. این یعنی ایران با یک هیدرولوژی سخت ناشی از توزیع نامناسب زمانی و مکانی بارندگی روبرو است. از این رو مشکل تامین آب همواره در این سرزمین وجود داشته است. بنابراین شایسته است شرایط اقلیمی در برنامه های توسعه ای کشور لحاظ گردد. برای مثال قبل از انقلاب قراردادی با شرکت مهندسين مشاور ایرانی - فرانسوی ستیران برای انجام مطالعات آمایش سرزمین در ایران به امضا رسید. در این طرح که در سال 1353 ارائه شد، خطوط کلی افق بیست و پنجساله توسعه کشور ترسیم شده بود. جمعیت کشور در سال 1378 (افق طرح) در حدود پنجاه میلیون پیشبینی شده بود، و در این طرح با عنایت به کم آبی فلات مرکزی ایران و با توجه به موقعیت ژئوپلتیک و ژئواستراتژیک کشور و همچنین داشتن ذخایر عظیم نفت و گاز در جنوب کشور، پیشبینی شده بود که نیمی از این جمعیت 50 میلیونی در سواحل شمالی خلیج فارس مستقر شوند.

در این طرح عنوان شده بود که دلیل استقرار این جمعیت در جنوب، اولاً موقعیت ترانزیتی مرزهای آبی ایران در خلیج فارس و ثانیاً دسترسی به آب فراوان به خصوص برای سیستم سرمایه‌ی صنایع که این چنین آبی در داخل سرزمین ایران برای صنایع آبر و وجود ندارد. ثالثاً وجود انرژی در پهنه سواحل ایران در خلیج فارس است. در حال کنترل جمعیت و توزیع متناسب آن با امکانات طبیعی و اقلیمی کشور برای حصول توسعه پایدار باید مد نظر قرار داده شود.

شکل زیر وضعیت پراکندگی بارش در سطح کشور را نشان می دهد.



متوسط میزان بارندگی سالانه در جهان 813 میلیمتر است، میزان متوسط بارندگی در منطقه خاورمیانه و ایران به ترتیب 217 و 228 میلیمتر میباشد که کمتر از یک سوم متوسط بارندگی جهان است.

به گفته کلودیا سادوف، متخصص آب که در مورد بحران آب ایران گزارشی را برای بانک جهانی تنظیم کرده، 25 درصد از کل آبی که از سفره های زیرزمینی، رودخانه ها و دریاچه های ایران وجود داشته، بیش از مقداری که قابل تجدید باشد، برداشت شده است. هم اکنون، میزان تخلیه آب های زیرزمینی ایران در میان پرشتاب ترین های جهان جای دارد، به طوری که بر اساس محاسبات میشل، 12 استان از 31 استان کشور، تا پنجاه سال آینده تمام ذخایر سفره های زیرزمینی خود را می خشکانند. متأسفانه در برخی از نواحی کشور، برداشت بی رویه آب های زیرزمینی منجر به فرونشست زمین شده است.

با توجه به تغییرات شرائط اقلیمی کشور و بروز خشکسالی های دوره ای، منظور از نگارش این مقاله، ایجاد آگاهی عمومی به لزوم استفاده از سایر فناوریها مثل آب شیرین کن و استفاده از آبهای ژرف برای تامین نیاز آبی کشور و گذر از دوره های کم آبی میباشد.

## آب شیرین کن

فناوری شیرین سازی آب دریا در کشور ما تازگی ندارد و اولین پروژه آب شیرین کن در سال 1340 در جزیره خارک اجرا شد، و پس از آن هم پروژه های دیگری اجرا شده است. به همین دلیل در این مقاله باره آن بحثی نمیشود. فقط به ذکر این نکته اکتفا میشود که متاسفانه علیرغم داشتن 2440 کیلومتر مرز آبی که حدود 1600 کیلومتر آن با خلیج فارس و دریای عمان است، بهره برداری اندکی (در مقایسه با سایر کشورهای حاشیه خلیج فارس) از آب دریا میشود. جدول زیر استفاده از فناوری آب شیرین کن برای تامین آب مصرفی را در منطقه و برخی از کشورها نشان میدهد.

گفتنی است که در این آمار طرح انتقال آب خلیج فارس به صنایع جنوب شرق کشور که اخیراً افتتاح شده و روزانه دویست هزار مترمکعب آب به استانهای کرمان و یزد (پروژه های مس سرچشمه و گل گهر و چادرمو) میرساند، منظور نشده است. اگرچه با احتساب آن، بازهم میزان استفاده کشور ما از آب خلیج فارس کمتر از عربستان، امارات و کویت خواهد بود.

### ظرفیت تولید آب شیرین در کشورهای مختلف دنیا (مترمکعب در روز)

| کشور                | مجموعه ظرفیت |
|---------------------|--------------|
| عربستان سعودی       | ۵۰۰۶۱۹۴      |
| ایالات متحده آمریکا | ۲۷۹۹۰۰۰      |
| امارات متحده عربی   | ۲۱۳۴۲۳۳      |
| کویت                | ۱۲۸۴۳۲۷      |
| لیبی                | ۶۳۸۳۷۷       |
| ژاپن                | ۶۳۷۹۰۰       |
| قطر                 | ۵۶۰۷۶۴       |
| اسپانیا             | ۴۹۲۸۲۴       |
| ایتالیا             | ۴۸۳۶۶۸       |
| ایران               | ۴۲۳۴۲۷       |
| عراق                | ۳۲۷۴۷۶       |
| بحرین               | ۲۸۲۹۵۵       |
| کره                 | ۲۶۵۹۵۷       |

## آبهای ژرف

گزینه دیگر استحصال آب از ژرف آبها و جریان آبهای زیر زمینی ایران است که از ارتفاعات منطقه سرچشمه گرفته و پس از عبور از خاک کشور وارد دریای عمان و خلیج فارس میگردند. در این مورد میتوان اولاً به جریان آبهای زیر زمینی اشاره کرد که از کوههای هندو کش سرچشمه گرفته و از طریق افغانستان وارد ایران شده و از طریق سیستان و بلوچستان وارد دریای عمان میشود و ثانیاً به جریان آبهای زیر زمینی دیگری اشاره کرد که از رشته کوه زاگرس سرچشمه گرفته و از طریق استانهای ساحلی ایران وارد خلیج فارس میگردد.

در کتاب اطلس ژئوتوریسم قشم پیرامون مبحث زمینشناسی جزیره قشم آمده، بر اساس شواهد (تکتونیکی) و رسوب شناسی می توان قشم را بخشی از جنوب زاگرس در نظر گرفت. شباهت ظاهری و همچنین هماهنگی در امتداد تاقدیس های بزرگ جزیره قشم با تاقدیس های زاگرس خود شاهی بر این مدعا است. مخصوصاً که در بسیاری از کتاب های تاریخی به وجود چشمه های آب شیرین در بستر خلیج فارس اشاره شده است.

در حال، آب های زیرزمینی را میتوان یکی از منابع تأمین آب به حساب آورد، که در صورت وقوع خشکسالی بزرگ به منبع قابل اطمینانی برای تأمین آب تبدیل خواهد شد. این منابع به دلیل اطمینان پذیری بالا به عنوان ذخیره استراتژیک برای مقابله با دوره های کم آبی شناخته میشوند. ذخیره استراتژیک آب زیرزمینی به حجمی از آب زیرزمینی گفته میشود که باید به عنوان ذخیره برای فعالیت های مختلف در آبخوان حفظ شود. بی توجهی به ظرفیت تجدیدپذیری آب زیرزمینی و عدم توجه به حفظ ذخیره استراتژیک میتواند خسارات جبران ناپذیری را به همراه داشته باشد. آبهای ژرف به عنوان بخشی از منابع آب زیرزمینی جزو سرمایه های استراتژیک یک کشور محسوب میشود. هر نوع آب زیرزمینی که از عمقی بیش از ژرفای معمول برداشت شود یا در عمقی پایینتر از سفره های معمول آب زیرزمینی منطقه باشد آب ژرف به شمار میآید. در مجموع دانستنیها در خصوص هیدرولوژی آبهای ژرف در ایران کم است.

آبهای ژرف به دو دسته آبهای نیمه فسیلی و فسیلی تقسیم میشوند.

الف - آبهای نیمه فسیلی: سفره های آبی در اعماق زمین هستند و به این دلیل که امکان تغذیه از بارشها، آبهای سطحی و زیرزمینی را دارند تجدیدپذیر و به کمک مطالعات آبشناسی، هیدروژئولوژی و زمینشناسی منطقه قابل شناسایی هستند. تجدیدپذیری منابع آب ژرف به تراوایی رسوبات و سازندها، میزان بارش و زمان ماندگاری آبهای زیرزمینی بستگی دارد. تجدیدپذیری به معنا تجدید هر سال آب نیست ممکن است دوره تجدید به پنجاه، صد، هزار سال و یا بیشتر برسد.

ب - آبهای فسیلی: آبهای زیرزمینی قدیمی هستند و سنی بیش از چندین هزارسال دارند؛ این منابع در سفره های آب کاملاً محبوس هستند و از هیچ منبعی تغذیه نمی شوند. به عبارت دیگر این منابع

تجدیدپذیر نیستند بلکه به نوعی ذخیره نهایی آب به حساب می‌آیند. این ذخایر آبی در برخی از کشورها مانند آفریقا، استرالیا، لیبی و... شناسایی و بهره برداری میشوند. اقلیم مناطقی که این آبها را تغذیه میکنند میتواند با اقلیم منطقه موجود این سفره ها بسیار متفاوت باشد. به طور مثال آبخوان دیسی که قادیسی هم به آن گفته میشود به عنوان يك منبع ذخیره آبی بسیار عظیم برای کشورهای که بر روی آن قرار دارند تلقی میشود این آبخوان شامل بخشی از جنوب اردن و شمال و شمال غرب عربستان میباشد و سن آن از طریق آزمایشهای ایزوتوپی به حداقل 30000 سال میرسد. این آبخوان ماسه سنگی در حدود 320 کیلومتر پهنا دارد که ضخامت آن 600 تا 900 متر میباشد. در بسیاری اوقات آبهای ژرف پس از نفوذ در ژرفای زمین، وارد اقیانوسها میشوند. باتوجه به اینکه عمق سفره به شرایط هیدروژئولوژیکی منطقه ای وابسته است معیار پذیرفته و کاملی برای تفکیک سفره آب ژرف از غیرژرف نیست.

آبهای فسیلی آبهای ژئوترمال تجدیدناپذیر هستند. آب گرمهایی که در مناطق مختلف از جمله سرعین، فردوس و نایبند طبس در ایران وجود دارند منابع آب ژرف هستند و از عمق زمین به سطح زمین جریان دارند. این آبها تجدیدناپذیر هستند و مانند ذخایر نفتی یک منبع زیرزمینی آبی بسیار مهم و تجدیدناپذیر تلقی میشوند. میتوان آبخوانهای فسیلی را آبخوانهای یکبار مصرف نامید و در شرایط خشکسالی شدید و طولانی مدت از آنها به صورت کنترل شده، میتوان استفاده کرد.

آبهای تجدیدپذیر دو نوع هستند. 1 - آبهایی که در رسوبات آبرفتی وجود دارند و اگر بیش از حد از آنها بهره برداری شود احتمال نشست زمین وجود دارد. در برنامه بهره برداری از منابع آب ژرف این نوع آب ها مورد نظر نیست. 2 - اما آبهای پهنه های گسلی آبهای برون حوزه ای هستند که از یک حوزه دیگر وارد ایران میشوند. این منابع در خارج از مرزهای ایران در عمق بیش از 700 متری زمین قرار دارند. استفاده از این آبها باعث نشست زمین و تهدیدات زیست محیطی نمیشود؛ زیرا استحصال آب از گسلهای فعال و عمیق خطر فرو نشست ندارد و این منابع در صورت عدم برداشت از کشور خارج میشوند.

## - عمق منابع آب ژرف

عمق قرارگیری آبهای ژرف در مناطق مختلف جهان متفاوت و نسبی است. در بعضی کشورها مانند بنگلادش به دلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی منابع آب ذخیره شده در عمق بیش از 150 متر جزو آبهای ژرف به شمار می‌آیند. در کشورهای خشک مانند اردن، لیبی و الجزایر به آبهای ذخیره شده در عمق های 800 تا 1600 متر منابع آب ژرف گفته میشود. در کالیفرنیا و استرالیا آبخوان 300 تا 5000 متری را آبخوان ژرف مینامند. براساس برآوردهای صورت گرفته منابع آب سفره های آب سطحی بین 400 تا 500 میلیارد مترمکعب و آب موجود در سفره های ژرف ایران بین 50 تا 60 هزار میلیارد متر مکعب برآورد شده است که بخشی از این منابع آب تجدیدپذیر و بخشی آبهای فسیلی، شور و هیدروترمال هستند.

## - کیفیت آبهای ژرف

برخی از مخازن آب ژرف به دلیل عبور از سازندهای مختلف ممکن است دارای کیفیت پایین، شور، تحت فشار، با درجه حرارت بالا و گاهی دارای آلودگیهای رادیواکتیو هم باشند. ارزش املاح برخی سفره های آب زیرزمینی ژرف با کیفیت پایین بیشتر از آب آنها است.

## - شناسائی منابع آب ژرف

علاوه بر روشهای ژئوفیزیکی، یکی از روشهای اکتشاف آبهای فسیلی استفاده از تکنیک سنجش از دور است. این تکنیک يك روش تقریبا جدید است و از طریق تجزیه و تحلیل داده های حاصل از رادارها، اشعه مادون قرمز و تصاویر ماهوارهای مناطقی که پتانسیل وجود آب فسیلی را دارند قابل اجرا میباشد. در شمال غرب منطقه دارفور در کشور سودان از طریق تحلیل نقشه های ماهوارهای يك آبخوان فسیلی کشف شد و اکنون به عنوان يك منبع آبی ارزشمند از آن استفاده میگردد.

بعضا از وجود وجوه مشترک برای تخمین وجود منابع آبی استفاده میشود. مثلا کویر عربستان دارای حجم عظیمی از آبهای فسیلی است، اکثر کشورهایی که در این کویر قرار دارند از جمله عربستان، اردن، قطر، امارات و بحرین از این آبها استفاده می نمایند. این کشورها تشابه زمینشناسی، سنگشناسی، تکتونیکی با محیطهای رسوبی ایران تا اواخر دوران دوم زمین شناسی را دارند. لذا برای ردیابی اولیه این منابع ارزشمند آبی در کشور میتوان از طریق تشابهات زمین شناسی و ... با آبخوانهای فسیلی کشورهای همسایه اقدام نمود.

پی جوئی سرچشمه های آب شیرین از دیگر راه هائی است که میتوان به وجود جریانهای آبی در زیر زمین پی برد. شواهد تاریخی نمایانگر وجود چشمه های آب شیرین در خلیج فارس است که میتواند موبد وجود جریان آب زیر زمینی از رشته کوه های زاگرس به سمت دریا باشد.

شواهد تاریخی میتواند در کاوش جریان آبهای زیر زمینی مورد استفاده قرار گیرد. مثلا تاورنیه جهانگرد فرانسوی که در سال های ۱۶۳۲ الی ۱۶۶۸ میلادی از بصره به بندر لنگه سفر کرده در سفرنامه خود می نویسد، در خلیج فارس چندین جزیره وجود دارد که در همه آنها آب بسیار بد است و مردم به وضع بسیار غریبی تحصیل آب شیرین می کنند. اشخاصی که می خواهند آب خوب داشته باشند غواص مخصوص دارند که صبح می روند به قدر دو سه تیررس تفنگ وسط دریا، آنجا به قعر دریا رفته و چند کوزه سفالین از آب پر کرده و سرشان را محکم می بندند و از ته آب بالا می آیند و آن آب بسیار خوب و گوارا است. و یا در سال ۹۶۱ هجری قمری که ناوگان امپراطوری عثمانی به خلیج فارس راه یافت رئیس آن به نام سیدی علی کاتبی در کتابش به نام ( مرآت الممالک ) می نویسد، در نزدیکی بحرین، غواصان تقریبا هشت قولاج ( هر قولاج معادل ۲ متر است ) در آب دریا فرو می روند و در ته دریا

مشک‌هایی را که با خود می‌برند از آب پر می‌کنند و بالا می‌آیند، در آنجا آب ته دریا شیرین است. آن آب را به خدمت رئیس مراد ( حاکم بحرین ) می‌آورند. در ایام تابستان این آب همیشه خنک و لطیف است و رئیس مراد از آن آب می‌نوشد و برای مهمان نوازی از آن آب برای این حقیر هم فرستاد، حقیقتاً آبی بسیار گوارا بود. در چند کتاب دیگر نیز به استحصال آب شیرین از چشمه‌های بستر خلیج فارس اشاره شده است.

### اقدامات انجام شده در سایر کشورها

تاکنون حوزه های متعددی در مناطقی از آسیا و آفریقا در کشورهایمانند سومالی، سودان، مصر، لیبی، توباگو و بوتسوانا شناسایی شده اند. در مطالعه اکتشافی این آبها آنالیز داده های مختلف مانند میزان بارش، توزیع بارش، میزان نفوذ و در مجموع بیلان آب منطقه و ساختار ناحیه ای و جنس سازندهای زمینشناسی اهمیت زیادی دارد. در بسیاری از کشورها مانند سودان، الجزایر، اردن، استرالیا، مصر، عربستان، لیبی، آمریکا و انگلیس از سالها پیش مطالعات آبهای ژرف آغاز شده و در مواردی به مرحله بهره برداری رسیده اند. به طوریکه در حوضه آبریز صحرا به وسعت تقریبی یک میلیون کیلومتر مربع که بین کشورهای لیبی، الجزایر و تونس مشترک است 8800 چاه حفر شده است. ازین تعداد 6500 مورد در الجزایر، 1200 مورد در لیبی و 1100 مورد حفاری در جنوب تونس میباشد.

مطالعات منابع آب ژرف در کشور عربستان نیز انجام شده است. در این کشور به دلیل بارش سالانه 25 تا 150 میلیمتر و تبخیر زیاد، استفاده از منابع آب زیرزمینی به خصوص منابع آب ژرف مورد توجه قرار گرفته است. در دهه های اخیرافزایش رشد جمعیت و تغییر الگوی مصرف در عربستان افزایش تقاضای آب را به همراه داشته است. به طوریکه آب شیرین کنها و منابع آب ژرف در سالهای اخیر سهم زیادی در تامین آب مصرفی داشته اند.

در کشورهایی که حوضه های آبی مشترک دارند مساله برداشت از منابع آب ژرف نیازمند هماهنگی است. زیرا مدیریت استخراج و بهره برداری از این منابع در طول زمان و ارزیابی ظرفیت ذخیره آبخوان اهمیت زیادی دارد. لذا این کشورها باید به اتفاق همدیگر روشی برای مدیریت مشترک حوضه پیدا کنند. نمونه ای از این هماهنگی بین سه کشور لیبی، الجزایر و تونس در حوضه مشترک که دارای منابع آب ژرف بسیار زیادی است، وجود داشته است.

### - اقدامات انجام شده در ایران در باره منابع آب ژرف

در ایران بحث اکتشاف منابع آب ژرف از قبل از انقلاب مورد توجه بوده است. سازمان زمین شناسی گسلهای فعال و اصلی کشور را شناسایی نموده است. از آن جمله میتوان به گسلهایی مانند گسل گلرمد، شتری طبس و اسفندیار، نایبند و زاگرس، تهران و میامی در استان سمنان اشاره نمود. در کویر ایران

این گسلها پراکنده هستند. در مناطقی مانند دشت لوت که خشک و کویری است گسلهایی شناسایی شده است. آب فسیلی در سازندهای ضخیم ماسه سنگی دوران دوم (غیر سیمانی) در مناطق غیرفعال تکتونیکی ایران وجود دارد. باتوجه به این شواهد علاوه بر مناطق زاگرس و البرز از ایران مرکزی مناطقی چون طبس و یزد که سازندهای ماسه ای و به لحاظ تکتونیکی تقریباً غیرفعال دارند، به عنوان مناطق محتمل وجود آب فسیلی در نظر گرفته میشود. این پهنه ها فعال هستند و آب در این مناطق شناسایی شده است. در استان فارس، استانهای ساحلی و در بستر خلیج فارس و دریای عمان، استانهای آذربایجان، گیلان، خراسان جنوبی، یزد، کرمان، سیستان و بلوچستان و رشته کوههای زاگرس و البرز احتمال رسیدن به آب ژرف وجود دارد. لذا مطالعه و شناخت این منابع ضروری است.

در زمان دولت یازدهم، طرح اکتشاف منابع آب ژرف ایران با مشارکت روسها با هزینه 250 میلیون دلار قرار بود انجام گیرد، که به دلیل عدم تامین مالی از طرف روسها به مرحله اجرا نرسید.

در سال 1396 سازمان برنامه و بودجه مبلغ 25 میلیارد تومان به عنوان رقم اولیه برای حفاری نخستین چاه استخراج آب ژرف در ایران اختصاص بودجه داد. طبق مطالعات انجام شده، مناطقی مانند سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی و کرمان در اولویت حفاری برای دستیابی به آب ژرف قرار دارند. حفاری نخستین چاه آب ژرف در فروردین 1397 در منطقه سیستان توسط شرکت پدکس (زیر مجموعه بنیاد مستضعفان) آغاز گردید، و سپس در اواسط سال 1397 همان سال اعلام شد که آب با دبی 35 لیتر در ثانیه از عمق بیش از دوهزار متری (بدون پمپاژ) جاری شده است.

سپس برای حفر چاه دوم اقدام گردید. که فیلمی از رسیدن چاه دوم به آب نیز پخش شده است. این چاه در 16 اسفند 1399 در عمق 1940 متری به آب ژرف رسید. با توجه به نتایج این دو چاه، در فروردین سالجاری (1400) مصوب گردید که برای حفر چاه سوم اقدام گردد.

## جمع بندی

البته در مورد حجم و مقدار آبهای ژرف و جریان های آبی زیر زمینی در ایران اختلاف نظرهایی فیمابین کارشناسان وجود دارد، بدیهی است که این چالش ها با حدس و گمان به نتیجه نمیرسد، بلکه باید مطالعات میدانی انجام گیرد و بر مبنای شواهد و مدارک تصمیم گیری نمود. خوشبختانه در سالهای اخیر مطالعاتی جهت شناسایی چشمه های آب شیرین در بستر خلیج فارس و همچنین مطالعات ژئوفیزیک دریایی جنوب کشور به همت سازمان زمین شناسایی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است و مضافاً معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و ستاد توسعه فناوری های آب اقداماتی جهت شناسایی جریانهای آب زیر زمینی در کشور انجام داده اند. ولی در مجموع پروژه استفاده از ژرف آبها در ایران در مراحل مقدماتی و مطالعاتی است و لازم است که این تحقیقات کامل گردد تا بتوان نتیجه گیری نمود.

واقعیت اینست که تنها با حفر چند چاه نمیتوان در این باره اظهار نظر قطعی نمود. استفاده از تجارب دیگران و تداوم کارهای مطالعاتی و اکتشافی میتواند جوابگوی این مهم باشد. به موازات باید کارهای دیگری، از جمله جایگزینی روش های سنتی کشاورزی با روش های جدید و بازیابی پساب (استفاده مجدد از آبهای مصرفی) انجام پذیرد، تا بتوان تا حد امکان از وقوع کم آبی و پیامدهای آن جلوگیری کرد. در مجموع میتوان این فعالیت ها را در سرفصل های زیر خلاصه نمود.

- 1 - تکمیل کارهای مطالعاتی و اکتشافی در مورد ژرف آبها و جریان آبهای زیرزمینی و برآورد مقدار این آبها با تقریب قابل قبول.
- 2 - برنامه ریزی برای عملیاتی نمودن استحصال آب در مناطقی که توجیه اقتصادی داشته باشد.
- 3 - شناخت کامل منابع مختلف آبی (اعم از باران، روان آبها، آبهای عمقی و آبهای ژرف) در مناطق مختلف کشور.
- 4 - استفاده از فناوری آب شیرین کن.
- 5 - بازیابی پسابها اعم از انسانی و صنعتی.

با این فرض که با کنترل و توزیع مناسب جمعیت، بیلان مصرف آب هر منطقه تخمین زده شود، با انجام مراحل 1 و 2 و 3 و 5 مندرج در بالا، بیلان ورودی آب آن منطقه نیز برآورد میگردد. با داشتن مقادیر ورودی و مصرفی کمبود آب هر منطقه برآورد میگردد که باید از طریق آب شیرین کن (مرحله 4) و یا مناطق همجوار (در صورت وجود منابع آبی مازاد) تامین گردد. ضمناً با ایجاد دو سیستم آب لوله کشی در شهرهای بزرگ، یکی برای آشامیدن و دیگری برای مصارف عمومی، میتوان هزینه های بهره برداری را کاهش داد.

و از همه مهم تر انجام کارهای فرهنگی و آموزش همگانی در مورد ارزش آب، محدودیت منابع آب در ایران و اهمیت آب برای حفظ محیط زیست برای کشور میباشد، به ویژه تجدید نظر در بخش کشاورزی، که نیاز به تحول اساسی در روش ها و برنامه ها دارد.

منابع اصلی:

منابع و مسائل آب در ایران - انتشارات دانشگاه تهران

مطالعات مهندسی مشاور زمین آب پی و شرکت وست نورد روسیه

تحلیل وضعیت بحران آب در ایران الزامات مدیریت آن

نشریه آب و توسعه پایدار - منابع آب ژرف، فرصت ها و چالش ها

