



## تبدیل تهدید به فرصت در جهت کاهش تنش بر منابع آب زیرزمینی

**قاب اول: مشکل بیش‌بارگذاری بر منابع آب زیرزمینی**

مرثیه مسیر توسعه ناپایدار و بارگذاری بیشتر از حد ظرفیت تحمل منابع آب زیرزمینی در پهنه سرزمینی ایران، بخصوص در محدوده فلات مرکزی، تازگی ندارد. مساحت حوضه فلات مرکزی بیش از نصف مساحت ایران است و استان‌هایی مانند اصفهان، کرمان، فارس، و یزد با تمدن‌های کهن خود از جمله مهمترین مراکز سکونتگاهی آن به شمار می‌روند. بخش اعظم کشاورزی، صنایع سنگین و معادن کشور نیز در این محدوده قرار دارند که همگی جزو فعالیت‌های آب‌بر محسوب می‌شوند. با توجه به اقلیم خشک این محدوده، تکیه اصلی این فعالیت‌ها برای تأمین آب خود بر منابع زیرزمینی قرار دارد. مسیر توسعه ناپایدار ایران از آغاز شکل‌گیری «ایران مدرن» طی بیش از هشت دهه اخیر، باعث شکل‌گیری یک روند فزاینده تقاضای آب در این پهنه از کشور شده، به طوری که فشار بیش از حد آن بر منابع آب زیرزمینی وارد شده است. مشکلات ناشی از خشکسالی و کاهش بارندگی‌ها نیز در سال‌های اخیر، عادت به بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی را تشدید کرده است. در نتیجه تخلیه آبخوان‌ها در محدوده فلات مرکزی، نشست‌ها و فروچاله‌های عظیم در دشت‌های این منطقه به وقوع پیوسته است که عملاً دیگر برگشت‌پذیر نیستند. علاوه بر بروز نمودهای معضلات زیست‌محیطی مانند نشست زمین، تقاضای رقابتی آب در این محدوده، اشکال مختلفی از مناقشات آبی را در مقیاس‌های مختلف، اعم از محلی تا ملی، رقم زده که خود باعث تقلیل در امنیت اجتماعی شده است.

**قاب دوم: کشاورزی غیربهره‌ور، زمین‌های کشاورزی بدون آب**  
کشاورزی از دیرباز روش غالب اقتصادی در ایران و بخصوص در فلات مرکزی بوده است. این بخش از اقتصاد به واسطه اتفاقاتی که از زمان پهلوی دوم به بعد در کشور افتاد (مانند اصلاحات ارضی، اصل چهار ترومن، انقلاب سال ۱۳۵۷) و نیز به پشتوانه سیاست‌های حمایتی بعد از انقلاب، دچار یک وابستگی به مسیر شده است. تحت تأثیر پدیده خرده‌مالکی (ناشی از اصلاحات ارضی) و رویکرد رفع تبعیض از محرومان در بعد از انقلاب، بخش کشاورزی توسعه زیادی پیدا کرده است. توسعه بخش کشاورزی علاوه بر آن که سهم قابل توجهی

از جمعیت را درگیر کرده است، از سویی دیگر این بخش، سهم قابل توجهی از مصرف آب را به خود اختصاص می‌دهد که خود نیروی محرک رشد تقاضای آب و رقابت بر سر آن به شمار می‌رود. در نتیجه رقابت تنگاتنگ بر سر دستیابی به منابع آبی، بخصوص در محدوده فلات مرکزی، و همزمان با آن کاهش نزولات، سهم سرانه آب قابل دسترس کاهش پیدا کرده است. بنابراین در بیشتر دشت‌ها آب کافی برای کشاورزی آبی وجود ندارد و عملاً نمی‌توان نیاز آبی محصولات کشت شده را به صورت کافی و کامل برآورده نمود. این مسأله در کنار مسائلی دیگر مانند خرد شدن اراضی کشاورزی و عدم تناسب الگوی کشت با ظرفیت‌های اکولوژیکی سرزمین باعث شده بهره‌وری تولید کشاورزی پایین بیاید. معنی این گزاره آن است که در بخشی از زمین‌های کشاورزی آب مصرف می‌شود، ولی مقدار تولید محصول کشاورزی کمتر از یک زمین استاندارد است. به عبارت دیگر به ازای آبی که از سهم استاتیک منابع زیرزمینی استخراج می‌کنیم، چیز زیادی تولید نمی‌کنیم.

از سویی دیگر، در بسیاری از مناطق خشک ایران، با کاهش آبدی پیکره‌های آبی و منابع آب زیرزمینی، زمین‌های کشاورزی بدون کشت رها می‌شوند. یعنی نه تنها این زمین‌ها در تولید GDP کشور نقشی ایفا نمی‌کنند، بلکه اعتراضات مالکان آنها در مطالبه آب به صورت یک معضل اجتماعی درآمده است. به علاوه، ترک کشاورزی در این مناطق متناظر با تخلیه روستاها و مهاجرت به شهر و شکل‌گیری مشکلات مترتب بر آن است.

### قاب سوم: بحران کمبود انرژی برق

در چند سال اخیر با فرارسیدن فصل گرما معضل کمبود برق خودنمایی می‌کند. بنا به روایات مختلف میزان کمبود برق در فصل تابستان بین ۱۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ مگاوات است. رویکرد مواجهه با این معضل بخصوص در دو سال گذشته به صورت انفعالی و از جنس مدیریت بحران بوده است. به این معنی که با تغییر ساعات کار ادارات و جیره‌بندی برق صنایع و بخش کشاورزی، سعی شد این کمبود مدیریت شود. هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم قطع برق در بخش‌های اقتصادی به میلیاردها ریال می‌رسد. قطع برق در بخش صنعت به کاهش تولید و در بخش کشاورزی بعضاً به از بین رفتن تولید می‌انجامد. با توجه به روند فزاینده تقاضا در بخش برق، این کمبود در سال‌های آتی بیشتر هم خواهد شد. مسأله آن‌جایی حادث می‌شود که در زمستان نیز به دلیل تخصیص گاز به گرمایش بخش خانگی، تأمین گاز برای نیروگاه‌های حرارتی که ۹۲٪ تولید برق کشور را بر عهده دارند، با مشکل مواجه می‌شود. به این ترتیب معضل کمبود برق علاوه بر تابستان در زمستان نیز وجود خواهد داشت. در واکنش به این معضل، دولت مسؤلیت تأمین انرژی برق را برای صنایع بزرگ به خود این صنایع واگذار کرده است.

اگر به هریک از سه مسأله فوق در قاب‌های جداگانه نگریسته شود و تلاش شود در پاسخ به آنها، فقط در مرزهای همان قاب خود مسأله به دنبال راه حل گشت، با سه مسأله پیچیده‌ای مواجه می‌شویم که چه بسا راه حل یکی به ضرر دیگری تمام شود. اما اگر این سه قاب را در کنار یکدیگر بگذاریم و مسأله را در پیوند این سه قاب با یکدیگر ببینیم، مشاهده خواهیم کرد که نقطه ضعف یکی می‌تواند به عنوان نقطه قوت دیگری نقش ایفا کند و این سه قاب مسأله می‌توانند در قالب یک همکاری بین بخشی با همدیگر، پنجره فرصتی را بگشایند.

بخش کشاورزی می‌تواند از موقعیت و پتانسیل زمین‌های خود، بخصوص آن دسته از زمین‌هایی که آب ندارند یا اینکه کشاورزی در آنها از بهره‌وری کافی برخوردار نیست، استفاده کند و ظرفیت تولید برق خورشیدی را توسعه دهد. به این ترتیب بخشی از مزارع کشاورزی به مزارع تولید برق خورشیدی تبدیل می‌شوند. برق تولیدی از این بخش می‌تواند از طریق شبکه سراسری به واحدهای صنعتی متقاضی فروخته شود. به این ترتیب درآمد بخش کشاورزی افزایش می‌یابد و بهره‌وری پایین آن جبران می‌شود. از سویی دیگر بخش صنعت به جای آن که برای تأمین برق خود به دنبال سرمایه‌گذاری‌های جدید برود، می‌تواند یا خودش با بخش کشاورزی در تولید برق شریک شود یا اینکه برق مورد نیاز خود را از بازار برقی که به این ترتیب شکل می‌گیرد

تأمین نماید. در این رابطه عرضه و تقاضای برق بین تولیدکننده و مصرف‌کننده بدون واسطه دولت شکل گرفته و از طریق سازوکار بازار برق به هم وصل می‌شوند و بهای برق مستقیماً از مصرف‌کننده به تولیدکننده پرداخت می‌شود. بنابراین از آنجایی که نیازی به دخالت دولت برای خرید برق و فروش مجدد آن به صنایع وجود ندارد، مشکل کمبود نقدینگی دولت در پرداخت به موقع به نیروگاه‌های خصوصی نیز موضوعیت پیدا نمی‌کند. علاوه بر آن، دولت نیز از محل ترانزیت برق در شبکه سراسری، محل درآمد جدیدی پیدا می‌کند.

نقش دولت در این فرآیند در مقام تنظیم‌گری بازار مبادله برق و نیز حذف بارگذاری‌های اضافه بر منابع آب زیرزمینی ناشی از بخش کشاورزی خواهد بود. مهمترین حلقه اتصال این سه قاب مسأله به یکدیگر در اینجا است که دولت به گونه‌ای سیاستگذاری کند که با استفاده از فرصت پیش آمده برای تأمین برق صنایع از محل مشارکت بخش کشاورزی، اضافه بارگذاری‌های بر منابع آب زیرزمینی را در بخش کشاورزی حذف کند. این فرصت تاریخی امکان این کار را با ایجاد منافع جدید برای کشاورزان فراهم می‌آورد. اگر از این فرصت استفاده نشود و صنایع در طول سال‌های آتی، خود برای تأمین برق مورد نیازشان دست به اقدامات موضعی بزنند، فرصت نجات منابع آب زیرزمینی در فلات مرکزی ایران از دست خواهد رفت.

## آیا چالش‌های آب از مسیر مدیریت مصرف انرژی قابل حل است؟



موضوع هم‌بست (نکسوس) آب، غذا و انرژی از زمان طرح آن برای اولین بار در مجمع جهانی اقتصاد در سال ۲۰۱۱ منشا راه‌حل‌های نوآورانه بسیاری در مدیریت سامانه‌های آب، غذا و انرژی بوده است. امروز بعد از گذشت ۱۲ سال از طرح این رویکرد، سوالی که برای ما در ایران مطرح است این است که با وجود چالش‌های فراوانی که در کشور در تأمین امنیت آب و انرژی وجود دارد، فرصت‌های موجود در ارتباطات بین سیستم‌های آب و انرژی تا چه حد در مواجهه با این چالش‌ها مورد توجه قرار گرفته است؟

کاهش امنیت آب و انرژی به مخاطره‌ای جدی در بسیاری از مناطق کره زمین تبدیل شده است. در مناطق خشک و نیمه خشک، فرصت‌های تولید انرژی برق آبی محدود است و تولید برق از آب نیز غالباً در رقابت با سایر بخش‌های مصرف کننده آب در اولویت پایین‌تری قرار می‌گیرد. تجربیات جهانی مرتبط با هم‌بست آب - غذا - انرژی نشان داده هنگامی که تصمیم‌گیرندگان، بخشی نگرانه صرفاً به دنبال تغییر وضعیت یکی از منابع و سیستم‌های سه گانه ذکر شده هستند، ناخودآگاه باعث تخریب و به خطر افتادن پتانسیل‌های دسترسی و تولید سایر منابع می‌شوند. بنابراین یکی از موضوعات کلیدی در مورد مدیریت سیستم‌های آب و انرژی، توجه به پیوند جدایی‌ناپذیر این سیستم‌ها و فرصت‌های استفاده از این پیوندها برای مدیریت مصرف این منابع حیاتی است.

در یک تقسیم‌بندی کلی، آب برای استخراج، پالایش و تولید انواع حامل‌های انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مرحله استخراج، آب برای خنک کردن تجهیزات و تسریع در عملیات حفاری مورد استفاده قرار می‌گیرد که مقدار آن برای حامل‌های انرژی مختلف متفاوت است. در مراحل مختلف پالایش نفت و گاز نیز آب برداشت و مصرف می‌شود و همه این فرآیندها آلودگی آب را نیز به همراه دارند. در بخش تولید برق، میزان آب مصرفی به نوع نیروگاه بستگی دارد. به طور مثال در نیروگاه‌های برقابی، انرژی تولید شده کاملاً به آب وابسته است. شدت وابستگی انرژی به آب، به شرایط منطقه‌ای و ملی بستگی دارد. مثلاً برای تولید انرژی، انتخاب نوع حامل انرژی و فن‌آوری‌های مورد استفاده تأثیر زیادی بر مقدار آب مورد نیاز این بخش دارد. در مناطقی که دسترسی به منابع آب محدود است، فن‌آوری‌هایی

اهمیت پیدا می‌کنند که کمترین تنش را به منابع آب وارد کنند. برای مناطق حاشیه ساحل دریاهای آزاد، استفاده از فن‌آوری‌های با مصرف انرژی بالا مثل نمک‌زدایی آب دریا و یا پمپاژ آب ژرف از اعماق زیاد از جمله روش‌های گران قیمت و با شدت مصرف انرژی بالا هستند. برای استخراج آب زیرزمینی و تأمین و تصفیه آب و فاضلاب، انرژی مصرف می‌شود. افت روزافزون آب‌های زیرزمینی در بسیاری از مناطق، انرژی مورد نیاز برای استحصال آب را تا حد زیادی افزایش داده است.

کاهش محسوس امنیت آب و انرژی در کشور بخصوص در چند سال اخیر و گسترش سریع جمعیت و پهنه‌های جغرافیایی متأثر از معضلات این دو بخش، ضرورت بهره‌مندی از همه فرصت‌های موجود برای ارتقای امنیت این دو منبع حیاتی را دو چندان نموده است. در ایران بخصوص با قرار گرفتن دو بخش آب و برق در یک وزارتخانه، ظرفیت نهادی مناسبی برای مدیریت هم‌بست آب و انرژی وجود دارد که باید مورد توجه سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران قرار گیرد.

از جمله تلاش‌هایی که در وزارت نیرو در چند سال گذشته در این زمینه شده است، تجمیع بانک‌های اطلاعاتی مربوط به مشترکین آب با مشترکین برق چاه‌ها بوده است. علیرغم اینکه پروانه‌های آب و برق هر دو توسط نهادهای ذیل وزارت نیرو صادر شده است ولی بدلیل عدم بهره‌مندی از نظام مشترک صدور پروانه و قدیمی بودن عمده پروانه‌های صادر شده، بانک اطلاعاتی مشترکی از مشترکین آب و برق بهره‌برداران آب زیرزمینی در کشور موجود نبوده و به همین دلیل برخی از مصوبات مهم دولت از جمله بند پنج مصوبه تشکیل کارگروه ملی سازگاری با کم آبی مورخ ۹۶/۱۲/۱۲ قابل اجرا نبوده است. در این بند بر تحویل حجمی آب برای کلیه مصارف از جمله کشاورزی با رعایت کارکرد مجاز تأکید شده است و دولت موظف شده که در صورت عدم رعایت سقف ساعت کارکرد برای پمپاژ منابع آب زیرزمینی و مصرف برق بیش از میزان مندرج در پروانه بهره‌برداری، بهای برق اضافی را براساس مصارف تجاری محاسبه و دریافت نماید. طبیعتاً اجرای چنین مصوباتی نیازمند بروزرسانی و تجمیع پروانه‌های آب و برق بوده است که در چند سال گذشته و بخصوص دو سال گذشته تلاش زیادی در این راستا شده است. در سال جاری خوشبختانه تطبیق پروانه‌های مشترکین آب و برق در وزارت نیرو به اتمام رسید که گام بسیار بلندی برای فراهم کردن زیرساخت‌های بهره‌مندی از ظرفیت‌های هم‌بست آب و انرژی در مدیریت این دو منبع حیاتی بوده است.

رویکرد وزارت نیرو در بهره‌برداری از فرصت ایجاد شده، عمدتاً معطوف به کنترل مصرف آب از طریق اندازه‌گیری مصرف برق است. از این رویکرد در سایر کشورها نیز استفاده شده و بخصوص در برخی از کشورها، تحقیقات گسترده‌ای در مورد

آب و تولید کشاورزی پرداخته شده است. براساس تحقیقاتی که در دانشگاه Cornell در ایالات متحده و تعدادی دیگر از موسسات تحقیقاتی در آمریکا و اروپا انجام شده، نصب پنل‌ها در بالای اراضی کشاورزی به دلیل ایجاد مقداری سایه روی اراضی کشاورزی، منجر به کاهش مصرف آب می‌شود. در برخی پایلوت‌ها مثلاً در هندوستان، کشاورزان برای مقابله با کاهش تولید ناشی از گرم شدن بیش از حد هوا، به این راه کار روی آورده‌اند و توانسته‌اند افزایش تولید گندم داشته باشند. علاوه بر این عمر پنل‌های خورشیدی در این حالت نسبت به زمانی که در فاصله چند ده سانتی‌متری سطح زمین قرار می‌گیرند ارتقا پیدا می‌کند. تولید انرژی منجر به تغییر کاربری زمین کشاورزی نمی‌شود و می‌تواند به نوعی تنوع منابع درآمدی برای کشاورز ایجاد کند در صورتی که خودش در سرمایه‌گذاری برای آن شریک باشد یا می‌تواند اجاره‌ای برای زمین مورد استفاده در ایجاد مزرعه خورشیدی دریافت کند.



با توجه به محدودیت‌هایی که در تابستان‌ها برای صنایع در ایران برای مصرف برق ایجاد می‌شود، شاید بتوان برنامه‌های سوپ انرژی با استفاده از این ایده طراحی کرد. بطور مثال صنعت روی ایجاد این مزارع خورشیدی سرمایه‌گذاری کند و متناظر برق تولیدی در مزرعه خورشیدی اجازه بهره‌برداری از برق شبکه سراسری در زمان‌های ممنوعه در تابستان داشته باشد. در این صورت دولت نیز نیازمند خرید برق مزرعه خورشیدی که معمولاً با مشکلات کسر بودجه مواجه است، نخواهد بود. ذکر این نکته ضروری است که در سال‌های اخیر واحدهای صنعتی مجبور شده‌اند ارقام بسیار کلانی برای تأمین ژنراتور هزینه کنند و سرمایه‌گذاری برای تولید انرژی مبحث جدیدی برای صنایع نیست.

در مجموع به نظر می‌رسد فرصت‌های متنوعی در ارتباط با پیوندهای سیستم‌های آب و انرژی برای ارتقای امنیت آب و انرژی در کشور وجود دارد ولی بهره‌مندی از این فرصت‌ها نیازمند پرهیز از بخشی‌نگری و آگاهی از تجربیات و درس‌آموخته‌های بین‌المللی است.

دقت اندازه‌گیری مصرف آب از روی مصرف برق انجام شده است. بررسی نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که اگرچه در مقیاس دشت با تعداد زیادی چاه، سرجمع مصارف آب و انرژی در مقیاس سالانه از ارتباط آماری نسبتاً قابل اعتمادی برخوردار است ولی این ارتباط برای تک تک چاه‌ها و به منظور ارزیابی تغییرات ماهانه یا فصلی برداشت‌های آب از روی میزان برق مصرفی می‌تواند خطای قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. به عبارت دیگر اگرچه اعمال تعرفه‌های بازدارنده‌ی برق قطعاً می‌تواند در کنترل میزان مصرف انرژی و آب موثر باشد ولی تخطی از مصرف مجاز در پروانه برق لزوماً به معنی تخطی از میزان مصرف مجاز در پروانه آب نیست و تغییرات قابل توجهی فصلی و سالانه آبدمی چاه‌ها می‌تواند عدم قطعیت‌های قابل توجهی به معادلات حاکم بر اینگونه سیاست‌گذاری وارد کند.

عدم تناسب منصوبات چاه‌ها با موارد مندرج در پروانه مشکل دیگری است که در مورد برخی از بهره‌برداران آب زیرزمینی موضوعیت پیدا می‌کند. افزایش قابل توجه قیمت منصوبات چاه‌ها در سال‌های اخیر مانعی است در برابر الزام بهره‌برداران به اصلاح منصوبات. مجموعه این عوامل می‌تواند چالش‌هایی را برای استفاده از ظرفیت مواد قانونی مثل بند پنج مصوبه هیات وزیران برای تشکیل کارگروه ملی سازگاری با کم‌آبی مورخ ۹۶/۱۲/۱۲ ایجاد کند.

بهره‌مندی از فرصت‌های هم‌بست برای ارتقای امنیت آب و انرژی بیش از هر چیز نیازمند هماهنگی‌های فرابخشی است که تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به طور مثال در سال‌های گذشته، برای گذر از پیک مصرف انرژی در فصل تابستان بدون خاموشی، از کشاورزان خواسته می‌شد که در ساعات پیک مصرف انرژی چاه‌های خود را خاموش کنند و در عوض در سایر ساعات شبانه روز از برق مجانی بهره‌مند باشند. این سیاست اگرچه برای مدیریت مصرف برق در ساعات پیک مفید بود ولی اثرات زیان‌باری بر مصرف آب داشت و حتی خود به نوعی مشوق تخطی از پروانه مصرف آب بود. با عمیق‌تر شدن چالش امنیت انرژی البته در تابستان اخیر، برق چاه‌های کشاورزی حدود ۷ ساعت در روز قطع شد که قاعدتاً باید تأثیر قابل توجهی در کاهش مصرف آب و انرژی گذاشته باشد.

نگاهی به تجارب سایر کشورها در استفاده از ظرفیت‌های هم‌بست آب، غذا و انرژی می‌تواند درس آموخته‌های جالبی برای ایران داشته باشد. به طور مثال در سال‌های اخیر، در پایلوت‌های متعددی در کشورهای غربی به بررسی اثر نصب پنل‌های خورشیدی به صورت ردیفی و با فاصله در ارتفاع ۲ تا ۴ متر بالای سطح اراضی کشاورزی (زراعی و باغی) بر مصرف