

جایگاه آب و انرژی در توسعه اقتصادی جامعه

محمد اسدزاده

ویراستار ارشد مجله مهندسی مکانیک

انجمن مهندسان مکانیک ایران

mohammad.asadzadeh@gmail.com

۱. مقدمه

در سال ۱۹۹۲ م، همزمان با برگزاری کنفرانس محیط زیست و توسعه در شهر ریودوژانیرو برزیل، روز ۲۲ مارس به نام روز جهانی آب نامگذاری شد. در کنفرانس سال بعد اما، این روز از سوی مجمع عمومی سازمان ملل متحد رسماً به نام روز جهانی آب معرفی گردید. هدف از انتخاب این روز جلب توجه آحاد مردم به اهمیت آب، بهبود وضعیت و توسعه پایدار منابع آب معرفی شده بود. در سال ۲۰۱۴ م، موضوع این روز، آب و انرژی بود؛ دو مقوله مهم و درهم تنیده‌ای که عواملی اساسی در توسعه اقتصادی پایدار محسوب می‌شوند. در این نوشتار، با ارائه آمارهایی دقیق و متقن درباب چالش‌های مصرف بی‌رویه منابع آب و انرژی، نقش و جایگاه این مهم در توسعه اقتصادی به اجمال بررسی شده است.

۲. بحران آب در شرایط کنونی

امروزه در سطح جهان، بخش انرژی به‌طور متوسط حدود ۸ درصد از کل برداشت آب را استفاده می‌کند. در کشورهای توسعه‌یافته این عدد به ۴۰ نیز درصد می‌رسد [۱]. تولید و انتقال انرژی به‌ویژه در نیروگاه‌های آبی^۱، هسته‌ای^۲ و حرارتی^۳، مستلزم بهره‌برداری از منابع آب است. انرژی نیز نهاده‌ای کلیدی در چرخه ارزش آب محسوب می‌شود. جابه‌جایی، تصفیه و استفاده از آب به حجم قابل توجهی از انرژی نیازمند است. حدود هشت

درصد از انرژی تولیدی در جهان صرف پمپاژ، تصفیه و انتقال آب به مصرف‌کنندگان می‌شود [۲]. آب و انرژی آثار مستقیمی بر یکدیگر دارند؛ به‌طوری‌که توسعه به نسبت چشمگیری به میزان دسترسی به منابع آب، بهداشت، قدرت و منابع انرژی وابسته است. به‌طور غیرمستقیم، آب و انرژی می‌توانند محدودیت‌های رشد اقتصادی را کاهش دهند. به‌همین دلیل ۲۲ مارس هر سال انگیزه‌ای است برای سازمان ملل متحد تا با همکاری کشورهای عضو و دیگر ذینفعان، توجه خود را به پیوند آب و انرژی معطوف نماید و نابرابری‌های موجود، به‌ویژه برای ساکنان مناطق کمتر برخوردار و روستائین را - که به آب آشامیدنی سالم، بهداشت، غذا و انرژی کافی دسترسی ندارند - در کانون توجه قرار دهد و سیاست‌هایی اتخاذ کند تا میان دولت، مردم و بخش خصوصی ارتباطی سازنده برقرار شود؛ ارتباطی که به استفاده پایدار از منابع آب و انرژی در یک اقتصاد پویا منجر شود. در این رهگذر، شناسایی اقداماتی که می‌تواند رویای دیرین "صنعت سبز آب و انرژی" را محقق سازد نیز مد نظر قرار می‌گیرد [۳]. اما مهمترین اهداف روز جهانی آب و انرژی چیست و سیاست‌های خرد و کلان آن کدام است؟ در مقام پاسخ به این سؤال لازم است تا به مواردی بدین شرح اشاره کنیم. اساساً مهمترین اهداف روز جهانی آب عبارت است از [۴]:

۱. ارتقای سطح آگاهی و دانش عمومی مردم درخصوص آثار متقابل میان آب و انرژی
۲. مشارکت در تعاملات با خطامشی‌های متمرکز در زمینه ارتباطات آب و انرژی
۳. ارائه رویکردی پیوسته که با یکپارچگی روش‌ها و راه‌حل‌های مربوط به آب و انرژی می‌تواند آثار اقتصادی و اجتماعی بزرگی ایجاد کند
۴. ساختارمند کردن مشارکت ذینفعان اصلی در حوزه آب و انرژی و ایجاد انگیزه به‌منظور توسعه ارتباطات در بخش آب و انرژی

آب منبعی طبیعی، کمیاب، آسیب‌پذیر و حیاتی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی هر جامعه است؛ موهبتی که باید به نسل‌های بعد سپرده شود. اما کمیابی آن، از هم‌اکنون این ماده حیاتی را در رأس دغدغه‌های ملت‌ها و دولت‌ها قرار داده است. بدون شک، در نیمه نخست قرن ۲۱ م، مشکل تهیه آب سالم، از مشکل غذا و انرژی شدیدتر شده و آب بیشتری برای شرب، بهداشت، تهیه غذا و مصرف صنایع مورد نیاز خواهد بود.

طی سالیان اخیر، افزایش مصرف آب و تخریب کیفیت منابع آن سبب عدم تعادل بین عرضه و تقاضای این ماده حیاتی شده است. علاوه بر آثار منفی ناشی از تغییر اقلیم و خشکسالی از یکسو و بحران اقتصادی جهانی و افزایش بهای مواد غذایی از سوی دیگر، نیل به توسعه پایدار و دستیابی به اهداف تعیین شده در بیانیه هزاره سوم، سازمان ملل متحد را با موانع و چالش‌هایی جدی روبرو ساخته است. برای غلبه بر این مشکلات به عزم مشترک جهانی مبتنی بر اصول همکاری و سود مشترک و عادلانه نیاز است. تغییر رویکرد کشاورزی سنتی به رویکرد کشاورزی پایدار از جمله مهمترین مسائلی است که در برنامه‌های توسعه کشور^۴ مورد توجه قرار گرفته است [۵].

امروزه اقتصاد سبز با رویکرد همگام‌سازی اقتصاد با محیط زیست به‌منظور استفاده بهینه از سرمایه‌های طبیعی و بهره‌وری از منابع اقتصادی موجود مورد توجه سازمان ملل، کشورهای توسعه‌یافته و برخی از کشورهای در حال توسعه است. ارتقای سطح بهره‌وری به‌منظور به حداکثر رساندن استفاده از منابع انسانی، سرمایه، بهره‌برداری عقلانی و پایدار از منابع طبیعی با روش علمی و سازگار با محیط زیست، با کاهش ضایعات، هزینه‌های تولید، گسترش بازارها، افزایش اشتغال و بهبود

معیارهای زندگی از جمله مهمترین اهداف جامعه جهانی است. از مجموع آب جهان، ۹۷/۴ درصد آن را آب شور دریاها و اقیانوس‌ها تشکیل می‌دهند که به‌دلیل شوری بالا، در عمل قابل استفاده نیستند. بدین ترتیب، از مجموع منابع آب جهان، ذخایر آب شیرین تنها ۲/۶ درصد کل حجم ذخایر آب سطح زمین را شامل می‌شود که بخش اعظم آن به‌صورت یخ در قطب‌ها و یخچال‌های طبیعی (۱/۹۸ درصد) و آب‌های زیرزمینی (۰/۵۹ درصد) وجود دارند، که در دسترس نیستند. بنابراین از مجموع آب‌های کره زمین تنها ۰/۰۱۴ درصد آن قابل استفاده بوده و در واقع حیات بشر به همین مقدار اندک وابسته است. از این مقدار نیز حدود ۰/۰۰۱ درصد، آب موجود در اتمسفر، رودخانه‌ها، گیاهان و جانوران، ۰/۰۰۵ درصد رطوبت خاک و ۰/۰۰۷ درصد آب شیرین موجود در دریاچه‌هاست. چنانچه میانگین تقاضای سرانه آب به‌هیچ عنوان تغییر نکند و جمعیت جهان براساس پیش‌بینی‌های سازمان ملل به نه میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ م برسد، بشر حدود ۱۰۲۰۰ کیلومتر مکعب؛ یعنی حدود ۸۲ درصد آب‌های روان شیرین کره زمین را مصرف خواهد کرد. اگر علاوه بر جمعیت، تقاضای سرانه نیز افزایش یابد، محدودیت شدید آب در سطح جهان قبل از سال ۲۱۰۰ م نمایان خواهد شد [۶].

۳. وضعیت ایران

چون ایران در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان واقع شده، کمبود منابع آب همواره به‌عنوان عامل محدودکننده فعالیت‌های متنوع در سطح کشور مطرح بوده است. توزیع مکانی آب در ایران به‌دلیل شرایط طبیعی بسیار ناهمگن است. توزیع زمانی نزولات آسمانی نیز همچون توزیع مکانی روند مشابهی را نشان می‌دهد و میزان آن طی سالیان اخیر و حتی فصول مختلف متغیر بوده و این مسئله مشکلات عدیده‌ای را طی چند سال گذشته برای بخش‌های مختلف، به‌ویژه بخش صنعت و کشاورزی و تأمین آب شرب شهرها به‌همراه داشته و زبان‌های بیشماری را به این بخش وارد ساخته است. حتی توزیع نامناسب زمانی بارش‌ها طی سال‌های نرمال نیز از تنگناهای جدی محدودیت منابع آب ایران است و این معضل در سال‌های خشک تشدید می‌شود. با توجه به روند روبه‌رشد جمعیت کشور و تشدید نیاز بخش‌های گوناگون، افزایش مصرف آب بخش شهری، روستایی و صنعتی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

آب در فرایند توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور نقشی عمده و کلیدی دارد. افزایش تولیدات صنعتی و کشاورزی و امنیت غذایی، توسعه مراکز جمعیت شهری و روستایی و بهبود و ارتقای کیفیت زندگی در گرو سرمایه‌گذاری‌های لازم و هماهنگ در ابعاد مختلف توسعه و بهره‌برداری از منابع آب است. حدود یک درصد از جمعیت جهان در ایران زندگی می‌کنند، این در حالی است که سهم کشور از آب تجدیدشونده جهان ۰/۳۶ درصد است. منابع تجدیدشونده آب کشور با توجه به میزان بارندگی متوسط طولانی‌مدت که حدود ۲۴۰ میلی‌متر می‌باشد و وضعیت پوشش گیاهی و سایر عوامل تأثیرگذار در حجم نزولات جوی، حدود ۱۳۰ میلیارد متر مکعب در سال است. از کل آب‌های تجدیدشونده حدود ۹۲ میلیارد متر مکعب را جریان‌های سطحی و ۳۸ میلیارد متر مکعب را جریان‌های نفوذی به منابع زیرزمینی تشکیل می‌دهند. بیش از ۹۲ درصد مصرف آب در ایران در بخش کشاورزی است، این در حالی است که متوسط جهانی مصرف آب در بخش کشاورزی در حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد است [۳]. باید توجه داشت که در سال‌های اخیر میزان بارش و آب تجدیدشونده به شدت کاهش یافته است.

در حالی که متوسط حجم کل آب سالانه کشور رقمی ثابت است، تقاضا برای آب به علت رشد جمعیت، توسعه کشاورزی، شهرنشینی و صنعت طی سال‌های اخیر، متوسط سرانه آب قابل تجدیدشونده کشور را تقلیل داده است؛ به طوری که این رقم در سال ۱۳۴۰ حدود ۵۵۰۰ متر مکعب بود و در سال ۱۳۷۶ به حدود ۲۱۰۰ متر مکعب کاهش یافته است. این میزان با توجه به روند افزایش جمعیت کشور در سال ۱۳۸۵ به حدود ۱۷۵۰ تنزل یافته است و در افق سال ۱۴۰۰ به حدود ۱۳۰۰ متر مکعب تنزل خواهد یافت.

صرف‌نظر از تفاوت‌های آشکار منطقه‌ای در کشور و طیف گسترده مناطق خشک همچون سواحل خلیج فارس و دریای عمان، نیمه شرقی کشور از خراسان تا سیستان و بلوچستان و نیز حوضه‌های مرکزی - که میزان سرانه آب قابل تجدیدشونده در آنها از میزان متوسط کشور به مراتب پایین‌تر است - ارقام متوسط سرانه آب کشور در سال‌های آینده به مفهوم ورود ایران به مرحله تنش آبی و کم‌آبی خواهد بود!

ظرفیت تولید برقی در دنیا حدود ۷۱۵ گیگاوات یا ۱۹ درصد از کل انرژی الکتریکی تولیدی جهان را پوشش می‌دهد.

نیروی برقی همچنین ۶۳ درصد از انرژی الکتریکی تولیدی از منابع تجدیدپذیر را شامل می‌شود. میزان انرژی الکتریسیته تولیدی در جهان ۱۹۰۰۰ میلیارد کیلووات ساعت است که حدود ۲۳ درصد از آن توسط منابع تجدیدپذیر عمدتاً برقی تأمین می‌شود. ظرفیت تولید انرژی برقی در جهان ۹۰۰ گیگاوات است که معادل ۲۲ درصد ظرفیت تولید برق دنیاست. ایالات متحده و چین به ترتیب با ۱۳۲ و ۹۹ گیگاوات ظرفیت نصب، بیشترین سهم ظرفیت نیروگاه‌های برقی را در اختیار دارند [۳].

در ایران اما، به دلیل شرایط خاص جوی و وجود حوضه‌های آبریز بزرگ با آبدهی مناسب، پتانسیل‌های چشمگیری برای گسترش نیروگاه‌های برقی وجود دارد. کل پتانسیل تولید انرژی برقی کشور حدود ۵۰ تراوات ساعت تخمین زده شده که شامل حوضه‌های آبریز کارون با پتانسیل تولید ۳۰ تراوات ساعت، حوضه آبریز دز با پتانسیل تولید ۹ تراوات ساعت و کرخه با پتانسیل تولید ۶ تراوات ساعت است. همچنین پتانسیل تولید سایر رودخانه‌ها نیز حدود ۵ تراوات ساعت برآورد شده است. پتانسیل تولید برق آبی کشور بالغ بر ۲۶ هزار مگاوات ساعت است [۳].

رشد تقاضا برای انرژی الکتریکی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه سبب افزایش تعداد سدها و نیروگاه‌های برقی در این کشورها شده است. کشورهای توسعه‌یافته جهان امیدوارند که با توسعه امکانات برقی در مقیاس بزرگ، نیازهای انرژی جامعه را پاسخ گویند و این امر در آسیا نمود بیشتری دارد. سهم انرژی برقی از کل مصرف انرژی جهان تا سال ۲۰۲۵ م بالغ بر ۸ درصد پیش‌بینی شده و این در حالی است که رشد تولید انرژی برقی در مدت زمان محاسبه‌شده ۵۶ درصد افزایش می‌یابد. براساس گزارش منتشرشده از سوی کمیسیون جهانی سدهای بزرگ، مصرف انرژی برقی و سایر انرژی‌های تجدیدپذیر در ۲۴ سال آینده با افزایش چشمگیری همراه خواهد بود. با نگاهی به پراکندگی سدهای برقی در خاورمیانه می‌توان دریافت که بیشترین پروژه‌های انرژی برقی در خاورمیانه به کشورهای ایران و ترکیه اختصاص دارد. با توجه به بازده پایین واحدهای تولید برق و آثار مخرب زیست‌محیطی نیروگاه‌های حرارتی، نیروگاه‌های برقی مزیت بیشتری برای ساخت دارند. علاوه بر آثار اجتماعی و اقتصادی نظیر توسعه صنایع جنبی و اشتغال‌زایی، مدت عمر ۱۰۰ سال و بالاتر، هزینه پایین نگهداری

و بهره‌برداری، توان پاسخگویی به نوسان‌های شبکه برق در کوتاه‌ترین زمان ممکن (حداکثر ۵ دقیقه)، بهره‌برداری چندمنظوره از منابع آبی پشت سد، کنترل و مهار سیلاب‌های مخرب و آلودگی کمتر محیط زیست از مزایای تأسیس نیروگاه‌های برقی است. نیروگاه‌های برقی در کنترل فرکانس شبکه نقش مؤثری دارند، با توجه به معضل تغییر فرکانس در شبکه کشور، وجود این نیروگاه‌ها در کنترل فرکانس مفید هستند. توجه به سیاست‌های کاهش اثر آلاینده‌ها، در محیط زیست و افزایش توان مهندسی کشور در ساخت نیروگاه‌های آبی در دهه اخیر، استفاده از ظرفیت‌های برقی را به اولویتی اصلی در توسعه نیروگاه‌های جدید مبدل کرده است.

نیروگاه‌های برقی انرژی مورد نیاز خود را برای تولید برق از جریان آب رودخانه‌ها یا کانال‌های انتقال آب تأمین می‌کنند. تجهیز عزم سیاسی برای توجه به نقش بی‌بدیل آب در توسعه پایدار و به دنبال آن تخصیص جایگاه مناسب در ساختار و حکمرانی کشور و تأمین منابع مالی مورد نیاز بخش آب، توسعه ظرفیت‌های نیروی انسانی برای تمشیت امور با گرایش به جنبه‌های غیرسازه‌ای مدیریت آب، تقویت بنیان‌های مشارکت واقعی ذینفعان در چرخه مدیریت آب از ضرورت‌های اصلی و مهم در چارچوب وظایف دولت می‌باشد. سیاست‌ها و تدابیری که جهت بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی اتخاذ می‌شود، عبارت‌اند از:

۱. نظارت بر فعالیت‌ها و طرح‌های تحقیقاتی و اجرایی شرکت‌های تحت پوشش در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی و ایجاد هماهنگی میان آنها
۲. مقایسه عملکرد شرکت‌های تحت پوشش با بهترین عملکردهای جهانی در زمینه مصرف انرژی و انتشار نتایج آن
۳. به‌روزرسانی فناوری‌ها به منظور کاهش مصرف انرژی در صنایع ذوب فلزات و نورد و بهره‌گیری از فناوری‌های جدید در صنایع ذریبط
۴. ارائه گزارش سالانه در مورد شاخص‌های مصرف انرژی، میزان مصرف، هزینه‌های پرداخت‌شده برای انرژی و سهم آن در قیمت تمام‌شده محصولات
۵. تعامل و همکاری نزدیک با سازمان بهینه‌سازی مصرف انرژی

اما سیاست‌هایی که جهت دستیابی به استانداردهای زیست محیطی اعمال می‌شوند، عبارت‌اند از:

۱. به‌کارگیری فناوری‌های پاک و سازگار با محیط زیست در طرح‌های توسعه و پروژه‌های جدید
۲. تأکید بر رعایت تمامی قوانین و مقررات زیست‌محیطی ملی در فعالیت‌های صنعت و معدن
۳. تأکید بر انجام پژوهش‌های مورد نیاز و ارائه آموزش‌های لازم برای بهبود عملکرد زیست محیطی
۴. استقرار سیستم مدیریت زیست محیطی براساس استانداردهای شناخته شده، جهت بهبود عملکرد زیست محیطی
۵. اختصاص منابع مالی و نیروی انسانی لازم برای ارتقای عملکرد زیست محیطی واحدها
۶. هماهنگی‌های لازم با سازمان حفاظت محیط زیست کشور به منظور تهیه ضوابط زیست محیطی در بهره‌برداری از صنایع و معادن
۷. تعامل مناسب با بازار برق کشور
۸. توسعه فناوری‌های کم‌آبر و بازچرخانی آب
۹. تغییر فناوری تولید و خطوط تولید قدیمی، به منظور ارتقای بهره‌وری در مصرف انرژی
۱۰. ارزیابی اقتصادی پروژه‌های سرمایه‌گذاری با لحاظ کردن هزینه فرصت از دست رفته و قیمت کارآیی عوامل تولید از جمله حامل‌های انرژی

۴. آب پنهان یا آب مجازی

برای ادامه بحث، شاخصی خاص با نام آب مجازی را تعریف می‌کنیم و سپس میزان مصرف آب مجازی در تولید انواع محصولات کشاورزی و زراعی را با توجه به استانداردهای موجود مورد واکاوی قرار می‌دهیم. مقایسه اعداد و ارقام معرفی‌شده، خود شاهدی بر این مدعاست که بازنگری در اهداف کلان و استراتژی‌ها و سیاست‌های مصرف منابع انرژی در صنایع کشور بازنگری‌هایی اساسی را می‌طلبد.

آب پنهان یا آب مجازی^۵ اصطلاحاً به مقدار آبی گفته می‌شود که یک کالا یا یک فرآورده خاص کشاورزی طی فرایند تولید مصرف می‌کند تا به مرحله تکامل برسد. مقدار این آب معادل جمع کل آب مصرفی در مراحل متنوع زنجیره تولید از

لحظه شروع تا پایان می‌باشد. صفت مجازی در این تعریف بدان معناست که بخش عمده آب مصرف شده طی فرایند تولید، در محصول نهایی وجود فیزیکی ندارد و در حقیقت بخش بسیار ناچیزی از آب مصرفی در پایان به‌عنوان آب واقعی در بافت محصول باقی خواهد ماند. نکته قابل توجه اینکه، صفت مجازی به‌معنای غیرواقعی نیست، بلکه به‌صراحت باید گفت که آب

مجازی، آب کاملاً واقعی است [۷]. باید توجه داشت که شرایط اقلیمی و فرهنگی، مکان تولید، مدیریت و برنامه‌ریزی در میزان و حجم آب مجازی کالا بسیار مؤثر است و قطعاً مقدار آن در مورد یک کالا در مناطق گوناگون متفاوت خواهد بود. در جدول ۱ مقدار آب مصرفی برای تولید مقدار مشخصی از محصولات متنوع کشاورزی ذکر شده است [۸].

جدول ۱. میزان آب مصرفی در فرایند تولید پاره‌ای از محصولات [۸]

مقدار آب مصرفی برحسب لیتر	نوع محصول
۲۰۰	یک لیوان شیر ۲۰۰ میلی‌لیتر
۲۵	یک فنجان چای ۲۵۰ میلی‌لیتر
۱۴۰	یک فنجان قهوه ۱۲۵ میلی‌لیتر
۷۰	یک عدد سیب ۱۰۰ گرمی
۲۵	یک عدد سیب‌زمینی ۱۰۰ گرمی
۴۱۰۰	یک پیراهن نخی در اندازه متوسط
۱۰	یک کاغذ آچار
۱۳۵	یک عدد تخم‌مرغ ۴۰ گرمی
۱۳	یک عدد گوجه‌فرنگی ۷۰ گرمی
۵۰	یک عدد پرتقال ۱۰۰ گرمی
۸۰۰۰	یک جفت کفش با چرم گاو
۲۴۰۰	ساندویچ همبرگر ۲۵۰ گرمی
۱۳۰۰	یک کیلوگرم گندم
۱۴۰۰	یک کیلوگرم جو
۲۵۰۰	یک قالب پنیر ۵۰۰ گرمی
۱۵۰۰۰	یک کیلوگرم گوشت گاو
۴۰۰۰	یک کیلوگرم گوشت مرغ
۱۹۰	یک کیلوگرم پلاستیک
۴۰	یک برش نان ۳۰ گرمی
۴۵۰	یک عدد ذرت
۴۰۰۰	یک کیلوگرم برنج
۱۸۰۰	یک کیلوگرم سویا
۴۵۰۰	۳۰۰ گرم استیک گوشت گاو
۱۹۰۰	۳۰۰ گرم استیک گوشت گوسفند
۱۲۰۰	۳۰۰ گرم فیله گوشت مرغ
۲۵۰۰	یک عدد نارگیل ۱۰۰۰ گرمی
۱۸۵	یک بسته چیپس ۲۰۰ گرمی

۵. جمع‌بندی

محاسباتی درباره میزان آب وارد شده یا صادر شده به‌عنوان آب پنهان به‌عمل می‌آید [۹]. حال با توجه به اعداد و ارقام مندرج در جدول ۱ و علم بر اینکه میزان آب مصرفی در فرایند تولید بسیاری از محصولات تولیدی در کشور، می‌توان به این نکته پی‌برد که مسئولان و تصمیم‌گیران در حوزه‌های متنوع صنعت، معدن و کشاورزی باید درباره پاسداشت منابع آب و انرژی رویکردهایی سازنده و نو اتخاذ نمایند. به امید اینکه در آینده‌ای نه‌چندان دور شاهد گسترش و ارتقای صنایع بهره‌ور و کارآمد در حوزه بهره‌برداری و پاسداشت منابع آب و ذخایر انرژی باشیم.

۶. مأخذ

[1] K. Madani, Water management in Iran: what is causing the looming crisis?, *Journal of Environmental Studies and Sciences*, December 2014, Vol. 4, Issue 4, pp. 315-328.

[2] World Energy Assessment. United Nations Department of Economic and Social Affairs, World Energy Council, New York.

[۳] ع. دائمی، توسعه و رشد اقتصادی در گروهی آب و انرژی؛ یادداشت اختصاصی معاون وزیر نیرو به مناسبت روز جهانی

آب، خبرگزاری دانا، منتشر شده به‌تاریخ ۱۳۹۳/۱/۲

<http://danakhabar.com> (accessed August 16, 2015)

[4] Background information on World Water Day, 22 March, <http://www.un.org> (accessed August 17, 2015)

[۵] ح. افراخته، م. حجی‌پور، م. گرزین، ب. نجاتی، جایگاه

توسعه پایدار کشاورزی در برنامه‌های توسعه ایران، فصلنامه

سیاست‌های راهبردی و کلان، س. ۱، ش. ۱، بهار ۱۳۹۲،

ص. ۴۳-۶۲

امروزه افکار عمومی نسبت به بحران آب و معضلات و پیامدهای آن کاملاً آگاه و مطلع است. در این رهگذر، رسانه‌های دیداری و شنیداری نیز به‌قدر مکفی اطلاع‌رسانی کرده و می‌کنند. گزاف نخواهد بود چنانچه مدعی شویم بحران آب و پیامدهای عدیده آن در شئون مختلف خودنمایی می‌کند. با توجه به تشدید بحران آب در جامعه، موضوع آب پنهان به‌واسطه مفهوم عمیق از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌ریزی و سیاستگذاری کلان آب در آینده برخوردار است. هم‌اکنون نیز با صادرات و واردات کالاها و محصولات بین کشورهای گوناگون،

[6] A. K. Biswas, C. Tortajada, R. Izquierdo. *Water Quality Management: Present Situations, Challenges and Future Perspectives*, Routledge, 1st edition, 2014.

[۷] ن. موسوی، م. اکبری، غ. سلطانی، م. زارع مهرجردی، آب مجازی؛ راهکاری نوین در جهت مقابله با بحران آب، همایش ملی مدیریت بحران آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرودشت، اسفند ۱۳۸۸.

[8] E. Craswell, M. Bonnell, D. Bossio, S. Demuth, N. Van de Giesen, *Integrated Assessment of Water Resources and Global Change: A North-South Analysis*, Springer Netherlands, 2007, p. 40.

[9] M. Lenzen, B. Foran, An Input-Output analysis of Australian water usage, *Water Policy*, Vol. 3, No. 4, 2001, pp. 321-40.

پی‌نوشت

توسط دولت وقت تنظیم می‌شود و به تصویب مجلس شورای اسلامی می‌رسد.

5. virtual water

1. Hydro Electric Power Plants

2. nuclear power plant

3. thermal power station

۴. برنامه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران،

به مجموعه برنامه‌های میان‌مدتی گفته می‌شود که به‌صورت پنج‌ساله و