

تأثیر حامل‌های انرژی و برآورد افزایش قیمت آن در بخش‌های اقتصادی کشور

ناصر شاهنوشی^۱، لیلی ابوالحسنی^۲، کامران داوری^۳، فاطمه حیات غیبی^۴ زهرا نعمت الهی^۴

۱- استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(نویسنده مسئول) naser.shahnoushi@gmail.com

۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(دریافت ۹۵/۷/۱۵ پذیرش ۹۵/۷/۱۵)

چکیده

با توجه به اهمیت و نقش انرژی در مراحل مختلف آماده‌سازی آب برای مصارف تولیدی، خدماتی و خانگی، بسیاری از پژوهشگران معتقدند که تغییر قیمت حامل‌های انرژی، میزان استفاده از آب به‌ویژه آب‌های زیرزمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی سناریوهای مختلف تغییر قیمت حامل‌های انرژی بر مصارف آب صورت گرفت. نتایج مطالعه بر مبنای الگوی تعادل عمومی پویا، بر اساس سال پایه ۱۳۹۰ و سناریوسازی برای ده سال آتی برآورد شده است. بر اساس نتایج مطالعه، با افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت تمامی حامل‌های انرژی، قیمت آب در سال پایه، ۴/۴۲ درصد افزایش می‌یابد. سهم فرآورده‌های نفتی، برق و گاز در تغییر قیمت آب به ترتیب ۷۲/۱۸، ۱۷/۷ و ۱۰/۱۲ درصد است. در بین حامل‌های انرژی مختلف، افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی بیشترین تأثیر را بر قیمت آب و کاهش تقاضای آب در اکثر فعالیت‌های اقتصادی دارد. در تمامی سناریوهای مورد بررسی، درصد کاهش مصرف آب، با مقداری نوسان در طول دوره کاهش می‌یابد. مقدار متغیرها به مسیر بدون اعمال شوک باز می‌شود و به تدریج اثر شوک اعمال‌شده از بین می‌رود. در نرخ‌های پایین‌تر شوک قیمتی، واکنش افزایش قیمت آب و کاهش مصرف آن به افزایش قیمت حامل‌های انرژی، به‌طور تصاعدی کاهش می‌یابد. در مجموع در وضعیت موجود، درصد تغییر تقاضای آب در نتیجه تغییر قیمت حامل‌های انرژی چندان قابل توجه نیست که یکی از علل این مسئله، پایین بودن سطوح فعلی قیمت است؛ اما در زیر بخش زراعت و باغداری از بخش کشاورزی، مقدار کاهش مصرف آب، قابل تأمل است.

واژه‌های کلیدی: قیمت حامل‌های انرژی، تعادل عمومی پویا، مصرف آب

۱- مقدمه

تولید انرژی مانند تولید برق آبی، خنک کردن و فعالیت‌های دیگر در نیروگاه‌های حرارتی، استخراج سوخت و انجام فرایندهای بر روی آن‌ها، مقادیر قابل توجهی آب مورد نیاز است [۲].

با توجه به بحران و چالش‌های موجود و آبی و انرژی، مدیریت این دو منبع بسیار حیاتی است؛ اما وابستگی‌های متقابل بین آنها، راه‌حل‌های ممکن را پیچیده‌تر می‌کند و بهبود برنامه‌ریزی یکپارچه آب و انرژی را برای اجتناب از سناریوهای آبی ناخواسته ایجاب می‌نماید.

در سال‌های اخیر ارتباط بین انرژی و آب که پیوند انرژی-آب^۱ نامیده می‌شود، در ارزیابی‌های پایداری بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این حقیقت که بخش آب انرژی بر است و منابع جدید انرژی نیازمند منابع پایدار آب می‌باشند، توجه به ارزیابی هر دو منبع به شیوه‌ای یکپارچه‌تر را افزایش داده است [۳]. با توجه به

آب و انرژی دو منبع بسیار مهم برای توسعه اقتصادی و رفاه اجتماعی هستند. آب مرکز توسعه پایدار است و منابع آب و طیف گسترده خدماتی که ارائه می‌دهند، زیربنای کاهش فقر، رشد اقتصادی و پایداری زیست‌محیطی می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود تقاضای جهانی آب از لحاظ برداشت تا سال ۲۰۵۰، ۵۵ درصد افزایش یابد و به استثنای برخی مناطق جهان به‌طور فزاینده با کسری شدید سراسری آب مواجه شود؛ به‌طوری‌که تا سال ۲۰۵۰ بیش از ۴۰ درصد جمعیت جهان تحت شرایط تنش آبی شدید قرار خواهند گرفت [۱].

استخراج، تصفیه و انتقال آب نیازمند انرژی است. زیرساخت‌هایی که آب مورد نیاز برای کشاورزی، مصرف خانگی و صنعت را فراهم می‌آورند، نیازمند سیستم‌های استحصال، تصفیه و توزیع وسیعی هستند که مقادیر زیادی انرژی برای پمپاژ و تصفیه آب مصرف می‌کنند. از طرف دیگر تقریباً برای کلیه فرایندهای

¹ Energy-water nexus

استفاده از آب مانند هزینه انرژی نیز بر آن تأثیرگذار است [۷]. سوماناتان^۲ و راویندرانات^۳ ارزش نهایی آب و کشتش تقاضای آب را در کشاورزی اندازه‌گیری نموده‌اند. اطلاعات حاصل از بررسی فروش آب‌های زیرزمینی بین کشاورزان در حوضه پاپاگنی هند نشان می‌دهد که افزایش هزینه نهایی برق تا نزدیک هزینه واقعی آن، می‌تواند به‌طور قابل توجهی مشکل برداشت بیش از حد آب‌های زیرزمینی را کاهش دهد [۸]. موخرجی پیوند انرژی-آبیاری را در قالب پیوند برق-آبیاری و پیوند دیزل-آبیاری بررسی نموده است. دو نکته مهم در این پژوهش بیان شده است: ۱- نرخ تعرفه یکسان بالا برای برق، توسعه بازارهای آب را تشویق می‌کند که به موجب آن خریداران آب که عمدتاً کشاورزان کوچک و حاشیه‌ای هستند، به دلیل دسترسی به آب آبیاری منتفع می‌شوند. ۲- نرخ پایین برق‌رسانی روستایی، اکثر کشاورزان را ناچار به استفاده از دیزل برای پمپاژ آب‌های زیرزمینی کرده و افزایش شدید قیمت‌های دیزل در چند سال اخیر منجر به کمیابی اقتصادی آب‌های زیرزمینی شده است. این مسئله تأثیرات منفی زیادی بر تولیدات زراعی و درآمد کشاورزان داشته است.

زیلبرمن و همکاران^۴ به بررسی اثر افزایش قیمت‌های انرژی بر اقتصاد آب در بخش کشاورزی کالیفرنیا پرداخته‌اند. این بررسی شامل تأثیرات بر نهاده‌ها، ستانده‌ها، تصمیمات تخصیص و توزیع آب است. نتایج بررسی بیانگر این است که هزینه‌های بالاتر انرژی به میزان قابل توجهی هزینه آب‌های زیرزمینی را افزایش خواهند داد. افزایش قیمت‌های انرژی، تخصیص آب را تغییر و قیمت غذا را افزایش می‌دهد و ممکن است آثار توزیعی منفی به دنبال داشته باشد [۶]. دال و همکاران^۵ ارتباط بین سیستم‌های آب و انرژی را در کالیفرنیا تعیین نموده‌اند و به آثار احتمالی تغییر اقلیم بر این سیستم‌ها اشاره کرده‌اند. نتایج آن‌ها به‌طور کلی نشان می‌دهد که اگر قیمت انرژی نسبت به قیمت آب افزایش یابد، مصرف انرژی کاهش خواهد یافت و مصرف آب نیز کاهش می‌یابد. اما اگر قیمت انرژی کمتر از قیمت آب افزایش یابد، روند گذشته شیوه‌های مصرف آب و انرژی ادامه می‌یابد [۱۰]. هاردی و همکاران^۶ پیوند انرژی-آب را برای اسپانیا ارائه و محاسباتی برای مقدار انرژی مورد استفاده در بخش آب و آب مورد نیاز برای بخش انرژی پیشنهاد کرده‌اند [۳].

ارتباطی که بین آب و انرژی از نظر مصرف انرژی در بخش آب وجود دارد، انتظار می‌رود تغییر در سیاست‌های انرژی بر روی تقاضا در بخش آب نیز تأثیرگذار باشند.

برخی از اقتصاددانان معتقدند که سیاست‌های ناکارآمد نظیر قیمت پایین نهاده‌های تولید و هزینه پایین بهره‌برداری از آب یکی از دلایل عمده بهره‌وری اندک در بهره‌برداری از آب و در نتیجه تخریب این منبع با ارزش است [۴]. یکی از مهم‌ترین نهاده‌های تولیدی که از یارانه پرداختی بالایی در داخل کشور بهره‌مند است و بر پایین نگه داشتن هزینه منابع آبی تأثیر دارد، نهاده انرژی اعم از انرژی برق و سوخت فسیلی (گازوئیل) است. اختصاص یارانه‌های انرژی قابل توجه، از بروز هزینه واقعی آب جلوگیری نموده و استفاده بهینه و کارآمد از آب را قطعاً تحت تأثیر قرار می‌دهد.

دسترسی ارزان به حامل‌های انرژی در بخش استحصال آب، موجب مصرف بیش از حد انرژی و انتشار آلاینده‌ها و تحمیل هزینه‌های اجتماعی به جامعه می‌شود و استخراج بیش از حد منابع آبی را به دنبال دارد و امنیت آبی را با خطر مواجه می‌سازد [۵]. با افزایش قیمت حامل‌های انرژی و واقعی‌تر نمودن آن، هزینه‌های نهایی استخراج آب افزایش می‌یابد؛ استخراج و انتقال آب پرهزینه‌تر می‌شود و تخصیص و توزیع آب تغییر می‌کند [۶]. بنابراین تغییر قیمت حامل‌های انرژی، با توجه به نیاز انرژی در بخش آب که بخشی از پیوند آب-انرژی است، بر تقاضا و مصرف آب تأثیر می‌گذارد. همچنین، از آنجایی که انرژی در کلیه مراحل استحصال آب، تصفیه، انتقال، توزیع و رساندن آن به دست تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان نهایی مورد نیاز است، تغییر قیمت آن، تمام مصرف‌کنندگان را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در سطح جهان پژوهش‌های زیادی در مورد تجزیه و تحلیل پیوند انرژی-آب از ابعاد مختلف انجام شده است. ارتباط دو مؤلفه آب و انرژی، دامنه وسیعی از مسائل محیط‌زیستی، اقتصادی و غیره را دربر می‌گیرد. بنابراین بررسی‌های انجام شده از نظر هدف و محتوا متفاوت هستند. پژوهش‌هایی که در ادامه به آنها اشاره می‌شود بیشتر به بعد اقتصاد آب از منظر مصارف انرژی توجه داشته‌اند. بخش بیشتری از این پژوهش‌ها در مورد تأثیر انرژی بر آب، تنها به بخش کشاورزی که بزرگ‌ترین مصرف‌کننده مستقیم آب در سراسر جهان محسوب می‌شود، توجه کرده‌اند.

تیشور^۱ در بررسی جنبه‌های اقتصادی قیمت‌گذاری آب آبیاری نشان می‌دهد که تصمیمات آبیاری نه تنها به نوع محصول کشت شده، شرایط خاک و بارش بستگی دارد بلکه هزینه‌های مرتبط با

^۱ Tsur

^۲ Somanathan

^۳ Ravindranath

^۴ Ziberman et al.

^۵ Dale et al.

^۶ Hardy et al.

فروتن با استفاده از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه، آثار افزایش قیمت برق را بر مصرف آن در بخش صنعت در قالب دو سناریوی افزایش قیمت برق بدون تغییر قیمت سایر نهاده‌های انرژی و افزایش قیمت برق و سایر حامل‌ها به صورت همزمان بررسی نموده است. با توجه به نتایج حاصل، بر اساس سناریوی اول، حساسیت تقاضای برق نسبت به تغییر قیمت در بخش صنعت، در سه بخش صنایع انرژی‌بر، بخش انرژی و سایر صنایع، کوچکتر از یک است. بر اساس سناریوی دوم با افزایش قیمت کلیه‌ی حامل‌های انرژی، بیشترین کاهش تقاضای برق مربوط به بخش انرژی است [۱۵]. رضازاده با استفاده از جدول داده-ستانده ۱۳۸۰ به بررسی آثار حذف یارانه برق بر قیمت کالاهای تولیدی بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات پرداخته است. بر اساس نتایج مطالعه بخش صنعت بیشترین تورم و بخش کشاورزی کمترین تورم را خواهد داشت [۱۶].

نتایج حاصل از اکثر مطالعات بررسی شده نشان می‌دهد سیاست‌های انرژی بر مصرف آب تأثیرگذار می‌باشند. اما هرچند در مطالعات انجام شده در خصوص آثار تغییر قیمت حامل‌های انرژی، کلیه بخش‌های اقتصادی مورد توجه گرفته‌اند، در تحقیقات صورت گرفته از منظر تأثیر انرژی بر بخش آب، بیشتر بر فعالیت‌های کشاورزی (به‌طور موردی برای یک منطقه یا محصولات خاص) تأکید شده است. همچنین در بیشتر مطالعات انجام شده، تعاملات بین بخشی و آثار متقابل فعالیت‌های مختلف اقتصادی بر یکدیگر نادیده گرفته شده است. لذا در مطالعه حاضر تلاش می‌شود علاوه بر فعالیت‌های کشاورزی تأثیر قیمت‌های انرژی بر مصرف آب در دیگر فعالیت‌های اقتصاد و نیز بر بخش خانوار سنجیده شود. همچنین تعاملات بین فعالیت‌های اقتصادی در الگوسازی و اجرای سناریوهای سیاستی مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به آنچه بیان شد، هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر سیاست افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر قیمت آب و میزان تقاضای آن در بخش‌های مختلف اقتصاد به تفکیک کدهای ISIC ممکن و همچنین بر میزان تقاضای آب در بخش خانگی، می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر به منظور بررسی ارتباط انرژی و آب، از الگوی تعادل عمومی پویا^۵ بهره گرفته شده است. الگوهای تعادل عمومی پویا بیشتر برای بررسی رشد متغیرها و برآورد میزان تأثیر یک شوک در دوره‌های آتی و نیز ترسیم و تحلیل مسیرهای زمانی متغیرهای مورد نظر مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۷]. به‌طور کلی،

پژوهش هانسن^۱، به برآورد آثار قیمت‌های آب و انرژی بر روی تقاضای آب ساکنان در کپنهاگ دانمارک پرداخته است. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل رگرسیون و داده‌های سری زمانی به‌منظور برآورد تابع تقاضای آب مسکونی نشان می‌دهد تقاضای آب وابسته به قیمت انرژی است. بر اساس این پژوهش قیمت‌های بالاتر انرژی یا مالیات کربن در آینده، تقاضای آب را کاهش می‌دهد و در نظر گرفتن آثار تقاضای آب حاصل از تغییر قیمت‌های انرژی، ممکن است به همان اندازه در نظر گرفتن تغییر قیمت‌های آب مهم باشد [۱۱].

ساندرز^۲ و ویر^۳ انرژی مصرفی برای استفاده از آب در ایالات متحده را محاسبه نموده‌اند. با استفاده از یک ترکیب ارزیابی بخشی بالا به پایین مصرف انرژی همراه با تخصیص پایین به بالای انرژی برای آب، محققین نتیجه گرفته‌اند که استفاده از انرژی در بخش‌های مسکونی، تجاری، صنعتی و برق برای خدمات مربوط به بخار و آب مستقیم، تقریباً $0.3 \pm 12/3$ کادریلیون BTU یا $12/6$ درصد مصرف انرژی در سال ۲۰۱۰ در ایالات متحده آمریکا، می‌باشد [۱۲]. ژانگ^۴ از الگوسازی پویایی سیستم برای بررسی گزینه‌های مدیریت یکپارچه، به منظور مدیریت بلندمدت منابع انرژی و آب منطقه‌ای با در نظر گرفتن ارتباطات متقابل بین آن‌ها بهره گرفته است. الگوی طراحی شده دارای دو زیر الگوی آب و انرژی است. زیرالگوی آب، تقاضای آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت، شهری و انرژی، عرضه آب (آب سطحی، زیرزمینی، واردات آب و...)، کیفیت آب و مصرف انرژی برای عرضه آب را ترکیب می‌کند. نتایج حاصل از اجرای الگوی یکپارچه آب و انرژی نشان می‌دهد که تقاضای آب با افزایش تقاضا برای انرژی افزایش می‌یابد و بالعکس تقاضا برای انرژی با افزایش تقاضا برای آب تقویت می‌شود [۱۳].

ولدخانی و همکاران، با استفاده از الگوی داده-ستانده ۲۰۱۰-۲۰۰۹، برای اقتصاد استرالیا به ارزیابی آثار افزایش قیمت‌های چهار نوع مختلف انرژی بر روی هزینه‌های تولید بخش‌های مختلف اقتصاد پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد قیمت‌های انرژی، هزینه‌های تولید را در برخی بخش‌ها مانند حمل و نقل و صنایع زیربخش کشاورزی مانند جنگل، ماهیگیری و غیره بیشتر از بخش‌های دیگر افزایش خواهد داد. همچنین انتظار می‌رود صنایع خدماتی کمتر تحت تأثیر شوک‌های قیمت انرژی باشند [۱۴].

¹ Hansen
² Sanders
³ Webber
⁴ Zhuang

⁵ Dynamic CGE model

انتظارات نسبت به پیامدهای آتی ناشی از رفتار عوامل اقتصادی وارد الگو شده و الگو برای یک تعادل بین زمانی حل می‌شود. رویکرد حرکت به جلو برای اولین بار توسط آدلمن^۳ و رابینسون^۴ مورد استفاده قرار گرفت و بعدها توسط درویس و همکاران^۵ در سال ۱۹۸۲ تبیین گردید [۱۹ و ۲۰].

الگوی به‌کار رفته در این پژوهش از نوع الگوهای تعادل عمومی پویای حرکت به جلو یا خودبازگشتی است. در این مدل فرض می‌شود بخش‌های اقتصادی برای تولید، از نیروی کار و سرمایه به‌عنوان نهاده‌های اولیه استفاده می‌کنند. مراحل تولید به دو سطح تقسیم می‌شود. فرض می‌شود در پایین‌ترین سطح، ارزش افزوده یا عامل اولیه مرکب از ترکیب نیروی کار و سرمایه با فناوری تولید کاب-داگلاس به دست می‌آید. در سطح بالاتر، ستاده ناخالص از ترکیب ارزش افزوده و نهاده‌های واسطه‌ای با فناوری تولید لئونتیف، حاصل می‌شود. رابطه ۲ تابع تولید هر رشته فعالیت را به فرم تابع کاب-داگلاس نشان می‌دهد که تابعی از عوامل تولید نیروی کار و سرمایه است.

$$QA_a = ad_a \prod_{f \in F} QF_{fa}^{\alpha_{fa}} \quad a \in A \quad (2)$$

که در این رابطه

QA_a سطح تولید فعالیت a ، ad_a کارایی تابع تولید، QF_{fa} تقاضای فعالیت a از عامل تولید f و α_{fa} کشش عامل تولید f در تولید رشته فعالیت a است.

رابطه ۳ تابع تقاضای عوامل تولید را نشان می‌دهد؛ در شرایط رقابتی ارزش تولید نهایی باید با میزان دریافتی عوامل تولید برابر باشد.

$$QF_{fa} = \frac{\alpha_{fa} \cdot PVA_a \cdot QA_a}{W_f} \quad f \in F, a \in A \quad (3)$$

که در این رابطه

PVA_a قیمت ارزش افزوده و W_f دستمزد عامل تولید f است.

رابطه ۴ نشان‌دهنده ارتباط هزینه‌های واسطه و هزینه کل است. تابع تقاضای واسطه‌ای مانند تقاضای عوامل تولید به صورت ضرایب ثابت از ستاده در نظر گرفته شده است.

$$QINT_c = \sum_{a \in A} ica_{ca} \cdot QA_a \quad c \in C, a \in A \quad (4)$$

مدل‌های CGE پویا به صورت مجموعه‌ای از سیستم معادلات بین‌زمانی یا پویا و مجموعه‌ای از معادلات یک‌دوره‌ای یا ایستا تشکیل می‌شوند. معادلات یک‌دوره‌ای، یک مدل CGE ایستا را تشکیل می‌دهند که بیانگر وضعیت اقتصاد در هر دوره هستند. بخش پویای مدل مجموعه‌ای از معادلات بین‌زمانی است که تصمیم‌گیری عاملین اقتصادی را در طول زمان نشان می‌دهد. در مدل‌های CGE پویا بخش پویا نسبت به مدل ایستا بهینه می‌شود و مسیر زمانی متغیرهای کنترل به دست می‌آید. در این مدل‌ها روابط بلندمدت مربوط به تصمیم‌گیری نهادهای اقتصادی مانند خانوارها و سرمایه‌گذاران مدل‌سازی می‌شود. ساختار و چارچوب یک الگوی CGE بین‌زمانی را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$F_{1t}(Z_t) = 0 \quad (1)$$

:

$$F_{ht}(Z_t) = 0$$

$$F_{h+1}(Z_0, Z_1, \dots, Z_{t+1}) = 0$$

$$F_{h+m}(Z_0, Z_1, \dots, Z_{t+1}) = 0$$

که در رابطه بالا

$$F_{ht}(i = 1, \dots, h) = 0 \text{ و } F_{h+j}(j = 1, \dots, m) = 0 \text{ تعداد } h+m$$

تابع مشتق‌پذیر می‌باشند. h معادله اول، معادلات بین‌زمانی در دوره‌های زمانی مختلف را نشان می‌دهند که متغیرها را در طول زمان به یکدیگر مرتبط می‌سازند. M معادله دیگر نشان‌دهنده معادلات مربوط به یک زمان خاص، یعنی معادلات ایستاست که یک الگوی CGE ایستا را تشکیل می‌دهند و متغیرهای Z را به یکدیگر مرتبط می‌کنند. یکی از مسایل مهم در الگوسازی CGE پویا، فرض انتظارات فعالان اقتصادی و مکانیسم تصمیم‌گیری بین‌زمانی است. ممکن است پویایی مبتنی بر فرض انتظارات ایستا یا فرض فعالان اقتصادی با پیش‌بینی کامل باشد. بر این اساس، می‌توان الگوهای CGE پویا را به دو دسته کلی الگوهای با پویایی حرکت به جلو^۱ و الگوهای با پویایی نگاه به جلو^۲، تقسیم‌بندی نمود [۱۸].

الگوهای CGE پویا با پویایی حرکت به جلو، مبتنی بر فرض انتظارات ایستا هستند. در این الگوها، یک سری از تعادل‌های ایستا به صورت بازگشتی حل می‌شوند. در الگوهای CGE پویا با پویایی نگاه به جلو،

³ Adelman

⁴ Robinson

⁵ Dervis et al.

¹ Forward-Moving Dynamics

² Forward-Looking Dynamics

که در این رابطه

$QINT_c$ تقاضای واسطه‌ای هر فعالیت از کالای c و ica_{ca} سهم کالای c به‌عنوان نهاده واسطه هر فعالیت است. در نهایت از ترکیب نهاده‌های واسطه با استفاده از تابع تولید لئونتیف، محصول هر فعالیت به‌دست می‌آید.

$$QX_c = \sum_{a \in A} \theta_{ca} \cdot QA_a \quad c \in C, a \in A \quad (5)$$

که در این رابطه

QX_c کل تولید از کالای c و θ_{ca} سهم کالای c در تولید هر رشته فعالیت است. درآمد خانوارها مطابق رابطه ۶ از جمع درآمد عوامل تولید، پرداخت انتقالی دولت به خانوارها، پرداخت انتقالی خانوارها به خانوارها، دریافتی خانوارها از شرکت‌ها و درآمد انتقالی از دنیای خارج به خانوارها حاصل می‌شود.

$$YH_h = \sum_{f \in F} YIF_{hf} + tr_{h,row} \cdot EXR + tr_{h,gov} + tr_{h,int} + tr_{h,h'} \quad (6)$$

که در این رابطه

YH_h کل درآمد خانوار h ، YIF_{hf} درآمد خانوار از عامل تولید، EXR نرخ ارز خارجی به ریال، $tr_{h,row}$ پرداخت انتقالی خارج به خانوار، $tr_{h,gov}$ پرداخت انتقالی دولت به خانوار، $tr_{h,int}$ پرداخت انتقالی شرکت‌ها به خانوار، $tr_{h,h'}$ پرداخت انتقالی خانوار به خانوار است.

مطابق رابطه ۷ مخارج مصرفی خانوار از کسر مخارج خانوارها در ارتباط با سایر خانوارها، دولت، شرکت‌ها و دنیای خارج، از درآمد قابل تصرف خانوارها به دست می‌آید.

$$EH_h = (1 - mps_h) \cdot YH_h - tr_{h',h} - tr_{gov,h} - tr_{int,h} - tr_{row,h} \cdot EXR \quad (7)$$

که در این رابطه

EH_h مخارج مصرفی خانوار، mps_h میل نهایی به پس‌انداز خانوارها، $tr_{gov,h}$ پرداخت انتقالی خانوار به دولت، $tr_{int,h}$ پرداخت انتقالی خانوارها به شرکت‌ها، $tr_{row,h}$ پرداخت انتقال خانوار به خانوار است.

تقاضای سرمایه‌گذاری کالای c از حاصل ضرب سرمایه‌گذاری سال پایه در عامل تعدیل حاصل می‌شود.

$$QINV_c = \bar{q} \bar{m} \bar{v} \cdot IADJ \quad c \in C \quad (8)$$

که در این رابطه

$QINV_c$ تقاضای سرمایه‌گذاری است. درآمد دولت مطابق رابطه ۹ از مالیات بر فروش، مالیات بر درآمد خانوارها و شرکت‌ها، درآمد عوامل تولید (عامل تولید سرمایه) و همچنین خود دولت حاصل می‌شود.

$$YG = \sum_{j \in J} ITAX_{gov,j} + \sum_{f \in F} tr_{gov,f} + \sum_{h \in H} DTAX_{gov,h} + INTTAX + tr_{gov,gov} \quad (9)$$

که در این رابطه

YG کل درآمد دولت، $ITAX_{gov,j}$ مالیات غیر مستقیم، $tr_{gov,f}$ درآمد دولت از نهاده سرمایه، $DTAX_{gov,h}$ مالیات بر درآمد خانوارها، $INTTAX$ مالیات بر درآمد شرکت‌ها و $tr_{gov,gov}$ پرداخت انتقالی دولت به دولت است. مخارج دولت مطابق رابطه ۱۰، شامل مخارج مصرفی دولت و پرداخت‌های انتقالی به نهادهای مختلف است.

$$EG = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot qg_c + tr_{row,gov} \cdot EXR + \sum_{h \in H} tr_{h,gov} + tr_{gov,gov} \quad (10)$$

که در این رابطه

EG مخارج دولت است و $tr_{row,gov}$ پرداخت انتقالی خارج به دولت است.

به‌منظور ایجاد تعادل در بازارهای نیروی کار، سرمایه، کالای مرکب و ارز خارجی، قیمت‌های مربوطه به‌عنوان عامل تعدیل‌کننده جهت تساوی عرضه و تقاضا در هر بازار، در نظر گرفته شده‌اند. در بازار نیروی کار، نرخ دستمزد، در بازار سرمایه، بهره یا رانت سرمایه؛ در بازار کالای مرکب، قیمت کالای مرکب و در بازار ارز، نرخ ارز عوامل تعدیل‌کننده می‌باشند. به‌دلیل تعداد زیاد معادلات، تنها معادلات مهم ذکر شده است.

۳- داده‌ها

با توجه به این‌که الگوی تعادل عمومی این پژوهش، بر مبنای ماتریس حسابداری اجتماعی است، بنابراین از آخرین ماتریس حسابداری اجتماعی اقتصاد ایران که مربوط به سال ۱۳۹۰ است، استفاده شده است. این ماتریس، تصویری جامع از فعالیت‌های اقتصادی و مبادلات جاری صورت‌گرفته توسط نهادهای مختلف را در قالب ۷ حساب ارائه می‌دهد. بخش ارزش‌افزوده شامل حساب نیروی کار و سرمایه است. نهادهای اجتماعی-اقتصادی عبارتند از خانوارها در دو گروه خانوارهای شهری و روستایی، دولت و شرکت‌ها. حساب‌های مربوط به مالیات غیرمستقیم و یارانه در

حامل‌های انرژی بر تقاضای آب به این صورت است که ابتدا تغییر قیمت حامل‌های انرژی، موجب تغییر قیمت نهاده‌های واسطه‌ای در تمامی رشته فعالیت‌ها و در نتیجه تغییر قیمت تمام شده کالاها و خدمات از جمله آب می‌شود و در ادامه سطح تولید فعالیت‌ها و تقاضا برای نهاده‌های واسطه‌ای که آب نیز جزئی از آن‌ها است، تغییر می‌کند. میزان اثرپذیری فعالیت‌های مختلف از تغییر قیمت حامل‌های انرژی، متفاوت است و به میزان وابستگی مستقیم و غیرمستقیم این فعالیت‌ها به نهاده‌های واسطه‌ای انرژی بستگی دارد. شکل‌های ۱ و ۲، تغییر قیمت آب را در سناریوهای مختلف تغییر قیمت حامل‌های انرژی نشان می‌دهد.

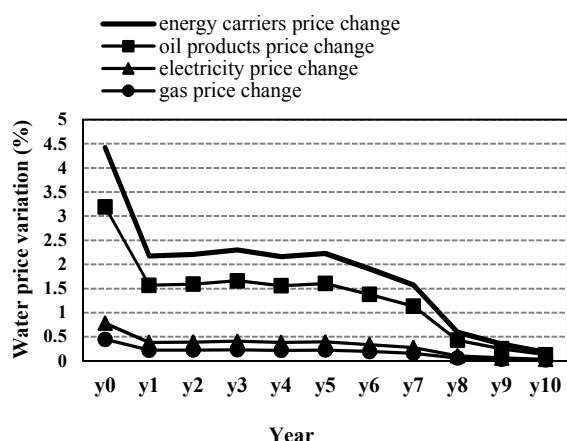


Fig. 1: Water price variations in the different scenarios of a 100% increase in the prices of energy carriers assuming an economic growth rate of 3%

شکل ۱- تغییر قیمت آب در سناریوهای مختلف افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت حامل‌های انرژی با فرض نرخ رشد اقتصادی ۳ درصد

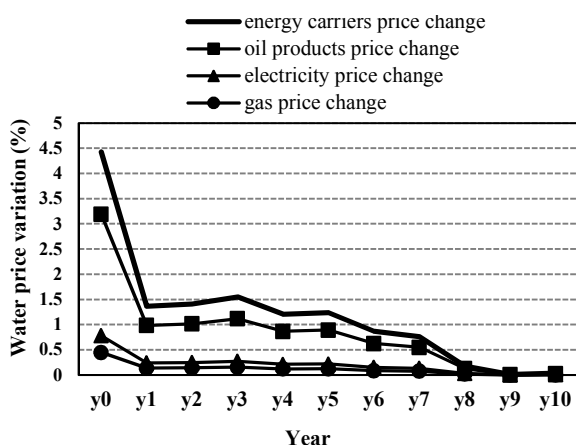


Fig. 2: Water price variations in the different scenarios of a 100% increase in the prices of energy carriers assuming an economic growth rate of 5%

شکل ۲- تغییر قیمت آب در سناریوهای مختلف افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت حامل‌های انرژی با فرض نرخ رشد اقتصادی ۵ درصد

حساب دولت ادغام شده‌اند. سایر حساب‌ها، شامل حساب دنیای خارج و حساب سرمایه است. کالاها و فعالیت‌های تولیدی و خدماتی نیز در ۱۰ گروه تلفیق شده‌اند که عبارت‌اند از: زراعت و باغداری، سایر فعالیت‌های کشاورزی، نفت خام و گاز طبیعی، سایر معادن، صنعت، فرآورده‌های نفتی، برق و خدمات مربوطه، آب و خدمات مربوطه، توزیع گاز طبیعی و خدمات مربوطه و خدمات. حل الگو و اجرای سناریوها با استفاده از نرم‌افزار GAMS صورت گرفته است.

۴- نتایج و بحث

برای استفاده از الگوی تعادل عمومی پویا در تحلیل سناریوهای مورد بحث، ابتدا الگوی تعادل عمومی ایستای بهینه بر مبنای ماتریس حسابداری اجتماعی ایران، طراحی و سپس پویاسازی الگو برای یک دوره ۱۰ ساله، صورت گرفته است. برای نرخ رشد اقتصاد ایران، دو سناریوی رشد ۳ و ۵ درصدی، لحاظ شده و سناریوهای تغییر قیمت حامل‌های انرژی، شامل افزایش مجزا و همزمان قیمت حامل‌های انرژی به میزان ۱۰۰ درصد و افزایش همزمان ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصدی قیمت تمامی حامل‌های انرژی، است. نتایج عددی به دست آمده برای هر یک از متغیرهای درون‌زا در نتیجه تغییر در متغیرهای برون‌زای الگو، به صورت درصد تغییر است. در واقع برای هر سال در طی دوره مورد بررسی، درصد تغییر متغیرهای درون‌زا در حالت اعمال شوک قیمتی نسبت به عدم اعمال آن، تعیین می‌شود.

بر اساس ساختار ماتریس حسابداری اجتماعی ایران، در بخش آب، تقریباً ۴۸ درصد از هزینه‌های واسطه، صرف خرید حامل‌های انرژی می‌شود که از بین آنها به ترتیب فرآورده‌های نفتی و برق بیشترین سهم را در هزینه‌های واسطه دارند. همچنین در مقایسه با هزینه کلیه نهاده‌های واسطه مورد استفاده در این بخش، سهم فرآورده‌های نفتی بیشترین مقدار است. در بین کلیه بخش‌ها، فرآورده‌های نفتی بیشترین سهم را در هزینه‌های واسطه بخش آب دارند. بیشترین سهم برق در هزینه‌های واسطه هر بخش نیز بعد از خود این بخش، مربوط به بخش آب است. این نتایج نشان می‌دهد که برای تولید ستانده در بخش آب، به‌طور نسبی حامل‌های انرژی در هزینه‌های واسطه بخش زراعت و باغداری که بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب است، در حدود ۲۰/۷ درصد است.

حامل‌های انرژی به‌عنوان نهاده واسطه در تمامی فعالیت‌های دیگر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند و اعمال شوک به الگو، به صورت افزایش قیمت آنها است؛ بنابراین چگونگی تأثیر افزایش قیمت

با توجه به مقادیر نمودار، تأثیر افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر تقاضای آب توسط فعالیت‌های مختلف، یکسان نیست. افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت تمامی حامل‌های انرژی، به ترتیب موجب بیشترین درصد تغییر در تقاضای آب توسط بخش‌های آب، زراعت و باغداری، برق و سایر فعالیت‌های کشاورزی با ۶/۶۴۱، ۲/۴۶۳، ۲/۳۳۳ و ۱/۶۴۲ درصد کاهش در سال پایه، می‌شود. کمترین درصد تغییر مربوط به بخش‌های سایر معادن، خدمات و صنعت با ۰/۸۴۴، ۱/۲۱ و ۱/۲۴۸ درصد کاهش است. اما با توجه به این‌که میزان تقاضای واسطه بخش‌های فوق از بخش آب، متفاوت است، این درصدها الزاماً نشان‌دهنده بیشترین و کمترین مقدار تغییر در تقاضای آب نیست. با در نظر گرفتن تقاضای واسطه آب توسط تمامی بخش‌ها که از ساختار ماتریس حسابداری اجتماعی به دست می‌آید و لحاظ نمودن آن در کنار درصد تغییر تقاضای آب در بخش‌ها، مشخص می‌شود که در این سناریو، بیشترین کاهش تقاضای واسطه آب در بخش‌های آب، زراعت و باغداری، خدمات و صنعت صورت می‌گیرد. کمترین کاهش نیز مربوط به بخش گاز و برق است.

یکی از علت‌های بیشتر بودن نسبی درصد تغییر تقاضای آب در بخش آب، می‌تواند به دلیل سهم بالای حامل‌های انرژی در هزینه‌های واسطه این بخش باشد که موجب می‌شود بیشترین درصد افزایش هزینه تولید در نتیجه افزایش قیمت تمامی حامل‌های انرژی، در بخش آب اتفاق بیفتد. نتایج برآوردهای پژوهش نیز این نتیجه‌گیری را تأیید می‌کند، اما به دلیل حجم مطالب، نتایج مربوط به تأثیر تغییر قیمت حامل‌های انرژی بر هزینه تولید فعالیت‌ها، ذکر نشده‌اند. علت دیگر این است که میزان سهم آب از هزینه‌های واسطه، در بخش آب نسبت به بخش‌های دیگر بسیار بالاتر و در حدود ۱۹/۷ درصد است، در حالی‌که این سهم در بخش زراعت و باغداری که بعد از بخش آب، سهم آب در هزینه‌های واسطه آن بیشتر از بخش‌های دیگر است، ۴/۲ درصد می‌باشد. علاوه بر این سهم بخش آب از کل تقاضای واسطه آب، بعد از بخش زراعت و باغداری، خدمات و صنعت، بیشترین مقدار و برابر با ۱۳/۸۴ درصد است.

در بخش زراعت و باغداری نیز، به دلیل سهم بالای فرآورده‌های نفتی در هزینه‌های واسطه آن، همچنین بالاتر بودن سهم این بخش از کل تقاضای واسطه برای آب نسبت به بخش‌های دیگر و بیشتر بودن سهم آب از هزینه‌های واسطه این بخش در مقایسه با سایر بخش‌ها به استثنای بخش آب، درصد تغییر تقاضای آب عدد بزرگتری به دست آمده است.

با توجه به نتایج حاصل، تأثیرپذیری قیمت آب از سناریوهای مختلف تغییر قیمت حامل‌های انرژی و روند کلی تغییرات آن در طی دوره مورد بررسی، در هر دو سناریوی رشد ۳ و ۵ درصدی اقتصاد، تقریباً مشابه است؛ اما سرعت کاهش تغییرات در نرخ رشد اقتصادی بالاتر، بیشتر است و قیمت آب سریع‌تر به سمت مسیر مرجع خود باز می‌گردد. بنابراین تأثیر شوک اعمال شده بر قیمت آب، در نرخ‌های رشد بالاتر، سریع‌تر از بین می‌رود.

با افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت تمامی حامل‌های انرژی، قیمت آب در سال پایه، ۴/۴۲ درصد افزایش می‌یابد. این درصد در سال‌های بعد کاهش می‌یابد و در نهایت در ۱۰ سال بعد از اعمال شوک، در سناریوی رشد ۳ و ۵ درصد به ترتیب به ۰/۱۸ و ۰/۰۴ درصد می‌رسد. مقایسه سناریوهای مختلف نشان می‌دهد در بین حامل‌های انرژی، افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی بیشترین تأثیر را در افزایش قیمت آب دارد. سهم فرآورده‌های نفتی، برق و گاز در تغییر قیمت آب به ترتیب ۷۲/۱۸، ۱۷/۷ و ۱۰/۱۲ است. بخشی از این اختلاف به دلیل مصرف فعلی بیشتر فرآورده‌های نفتی در تولید ستانده آب و بخشی دیگر در نتیجه تفاوت قیمت حامل‌ها نسبت به یکدیگر است.

لازم به ذکر است که هرچند افزایش قیمت حامل‌های انرژی، هزینه استحصال آب را در بخش‌هایی مانند زراعت و باغداری تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما این افزایش هزینه در قیمت آب وارد نمی‌شود، بلکه در افزایش هزینه‌های واسطه بخش مورد نظر، نمود پیدا می‌کند.

در شکل ۳، تغییر قیمت حامل‌های انرژی بر تقاضای آب در بخش‌های مختلف، مورد بررسی قرار گرفته است

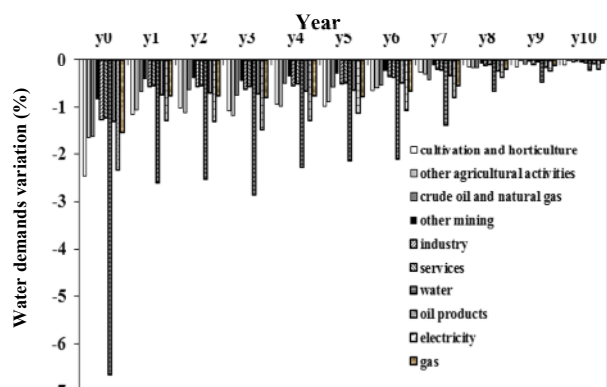


Fig. 3: Variation in water demand by different sectors and under the scenario of 100% increase in the prices of energy carriers assuming an economic growth rate of 3%

شکل ۳- تغییر تقاضای آب توسط فعالیت‌های مختلف در سناریوی افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت تمامی حامل‌های انرژی با فرض نرخ رشد اقتصادی ۳ درصد

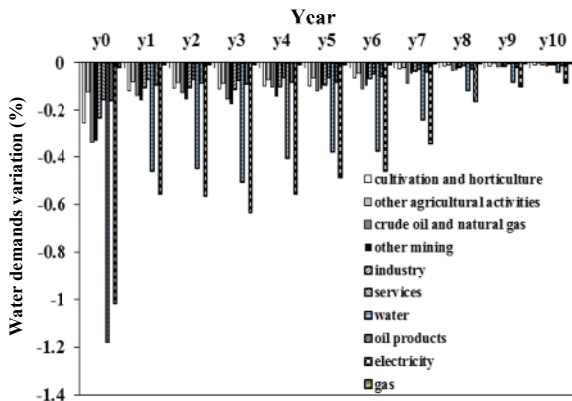


Fig. 5: Variation in water demand by different sectors and activities under the scenario of 100% increase in the price of electricity assuming an economic growth rate of 3%

شکل ۵- تغییر تقاضای آب توسط فعالیت‌های مختلف در سناریوی افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت برق با فرض نرخ رشد اقتصادی ۳ درصد

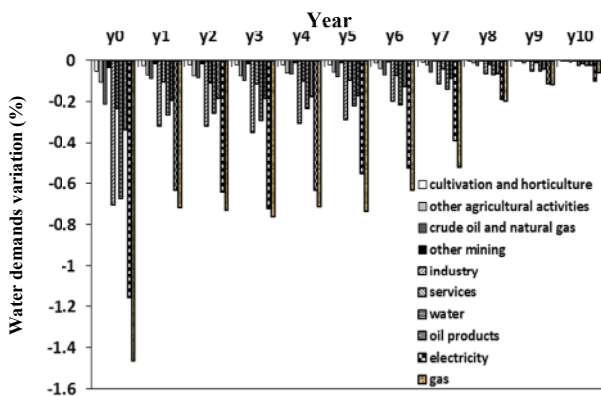


Fig. 6: Variation in water demand by different sectors and activities under the scenario of 100% increase in the prices of gas carriers assuming an economic growth rate of 3%

شکل ۶- تغییر تقاضای آب توسط فعالیت‌های مختلف در سناریوی افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت گاز با فرض نرخ رشد اقتصادی ۳ درصد

در سناریوی افزایش قیمت برق (شکل ۵)، بیشترین درصد تغییر تقاضای آب در بخش‌های آب و برق با ۱/۱۷۶ و ۱/۰۱۴ درصد کاهش، مشاهده می‌شود. کاهش تقاضای آب توسط بخش زراعت و باغداری در این سناریو در حدود ۰/۲۵۵ درصد است. بخش‌های گاز و سایر فعالیت‌های کشاورزی نیز کمترین درصد کاهش را دارند. پس از لحاظ نمودن تقاضاهای واسطه‌ای آب، بخش‌های آب، زراعت و باغداری، خدمات و صنعت به ترتیب بیشترین کاهش و بخش‌های گاز و نفت، کمترین کاهش تقاضای آب را نشان می‌دهند.

تغییر قیمت گاز براساس شکل ۶، بیشترین تأثیر را در درصد کاهش تقاضای آب توسط بخش‌های گاز، برق و صنعت دارد. اما احتساب تقاضاهای واسطه‌ای مشخص می‌نماید که مقدار تغییر تقاضای آب در این بخش، از سایر بخش‌ها کمتر است؛ با توجه به

علت این که با وجود بالاتر بودن درصد تغییر تقاضای آب در بخش برق، مقدار تغییر تقاضای واسطه‌ای آن از آب، کمتر از بخش‌های دیگر می‌باشد، این است که درصد تغییر به دست آمده برای این بخش، بیشتر به دلیل سهم حامل‌های انرژی شامل گاز و برق در هزینه‌های واسطه‌ای آن است، که افزایش قیمت آن‌ها، هزینه تولید را افزایش و در نتیجه سطح تولید و تقاضای آب را کاهش می‌دهد. اما به لحاظ ساختار فعلی تولید برق در ایران، تقاضای بخش برق از ستانده بخش آب به عنوان نهاده واسطه، بسیار پایین است؛ بنابراین، اگرچه درصد کاهش تقاضای آب در این بخش نسبت به بسیاری از بخش‌های دیگر بیشتر است، اما از لحاظ ارزشی مقدار تغییر آن کمتر می‌باشد. تغییر تقاضای آب توسط کلیه بخش‌ها، در دوره مورد بررسی، با مقداری نوسان به تدریج کاهش می‌یابد تا نهایتاً اثر شوک بسیار کم شده و مقادیر متغیرها به سمت مسیر مرجع عدم اعمال شوک باز می‌گردند.

شکل‌های ۴ تا ۶، تأثیر تغییر قیمت حامل‌های انرژی مختلف را بر تغییر تقاضای آب نشان می‌دهند. با مقایسه نمودارها مشخص می‌شود که تأثیر افزایش قیمت حامل‌های انرژی‌های مختلف، متفاوت است. در حالتی که تنها قیمت فرآورده‌های نفتی افزایش می‌یابد، بیشترین درصد کاهش، در تقاضای آب بخش‌های آب، زراعت و باغداری و سایر فعالیت‌های کشاورزی مشاهده می‌شود (شکل ۴). کمترین درصد تغییر نیز مربوط به بخش گاز و برق است. مانند سناریوی قبل، با احتساب تقاضاهای واسطه‌ای در کنار درصد تغییر آن، بیشترین تغییر تقاضای آب به ترتیب در بخش‌های زراعت و باغداری، آب، خدمات، صنعت و سایر فعالیت‌های کشاورزی، صورت می‌گیرد. تغییر در بخش گاز و آب، کمترین مقدار است که کمترین درصد تغییر را نیز دارند.

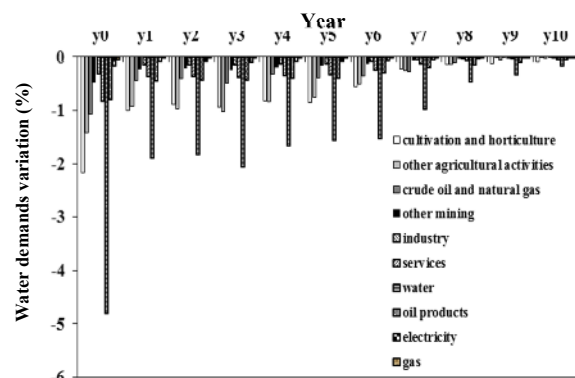


Fig. 4: Variation in water demand by different sectors and activities under the scenario of 100% increase in the prices of oil product assuming an economic growth rate of 3%

شکل ۴- تغییر تقاضای آب توسط فعالیت‌های مختلف در سناریوی افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت فرآورده‌های نفتی با فرض نرخ رشد اقتصادی ۳ درصد

بیشتری از نهاده‌های تولید می‌باشند، کاهش درآمد آنها از کاهش درآمد خانوارهای روستایی بیشتر است و تغییر در مصرف آب توسط آنها بیشتر خواهد بود. هرچند، به دلیل ضروری بودن کالای آب، نمی‌توان انتظار تغییر زیادی در تقاضای آن داشت. در مطالعه اسلامی اندارگلی و همکاران در سال ۱۳۸۹، جوان‌بخت و سلامی در سال ۱۳۸۸، پیرایی و اکبری مقدم در سال ۱۳۸۴ نیز نتایجی مشابه حاصل شده است [۲۱، ۲۲ و ۲۳]. روند تغییرات طی دوره مورد بررسی نشان می‌دهد، کاهش مصرف آب خانوارها با مقداری نوسان، کاهش یافته و اثر شوک به تدریج از بین می‌رود.

علاوه بر سناریوی افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت حامل‌های انرژی، سناریوهای افزایش ۲۰ تا ۸۰ درصدی قیمت نیز، شبیه‌سازی و نتایج آن بررسی شده است. مقایسه نتایج نشان می‌دهد وضعیت نسبی تغییر در فعالیت‌ها و همچنین روند و جهت تغییرات برای تمامی موارد مورد بررسی مشابه با سناریوی افزایش ۱۰۰ درصد است، اما شدت آن متفاوت است. بنابراین صرفاً نتایج مربوط به تغییر قیمت آب در شکل ۸ گزارش شده است.

در نرخ‌های پایین‌تر شوک قیمتی، واکنش افزایش قیمت آب به افزایش قیمت حامل‌های انرژی، به‌طور تصاعدی کاهش می‌یابد. متفاوت بودن فاصله بین نمودارها نشان می‌دهد که اختلاف بین درصد تغییر متغیرها در سناریوهای مختلف، مشابه اختلاف درصد تغییر قیمت حامل‌های انرژی نیست. به عبارت دیگر، مقایسه اختلاف بین درصد تغییر متغیرها در سناریوهای ۲۰ و ۴۰ درصد را نمی‌توان به مقایسه بین سناریوهای ۴۰ و ۶۰ درصد و ... تعمیم داد. یک مقایسه ساده نیز بین تأثیر سناریوهای ۲۰ و ۸۰ درصدی تغییر قیمت حامل‌های انرژی بر قیمت آب نشان می‌دهد که اگر چه در سناریوی ۸۰ درصد، درصد تغییر قیمت حامل‌های انرژی ۴ برابر سناریوی ۲۰ درصد است، اما درصد تغییر قیمت آب در این سناریو تقریباً ۶/۸ برابر درصد تغییر در سناریوی ۲۰ درصد است.

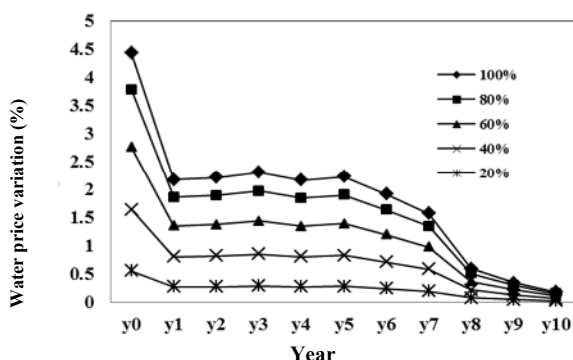


Fig. 8: Variations in water prices under the different scenarios of increase energy carrier prices

شکل ۸- تغییر قیمت آب در سناریوهای مختلف افزایش قیمت حامل‌های انرژی

این‌که تقاضای واسطه آب در بخش گاز بسیار پایین است و سهم بخش گاز از کل تقاضای واسطه‌ای آب ۰/۰۴ درصد و تقریباً صفر می‌باشد، این نتیجه منطقی است. در این سناریو بیشترین کاهش تقاضای آب به ترتیب در بخش‌های صنعت، آب، خدمات و زراعت و باغداری صورت می‌گیرد.

مقایسه سهم حامل‌های انرژی مختلف در تغییر تقاضای آب توسط فعالیت‌ها، نشان می‌دهد که در کلیه فعالیت‌ها به استثنای صنعت، برق و گاز، افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی نسبت به دو حامل انرژی دیگر، بیشترین تأثیر را بر کاهش تقاضای آب داشته است. در سه فعالیت دیگر، تغییر قیمت گاز، بیشترین تأثیر را به دنبال دارد.

شکل ۷، تأثیر افزایش قیمت حامل‌های انرژی را بر تقاضای آب توسط خانوارها نشان می‌دهد.

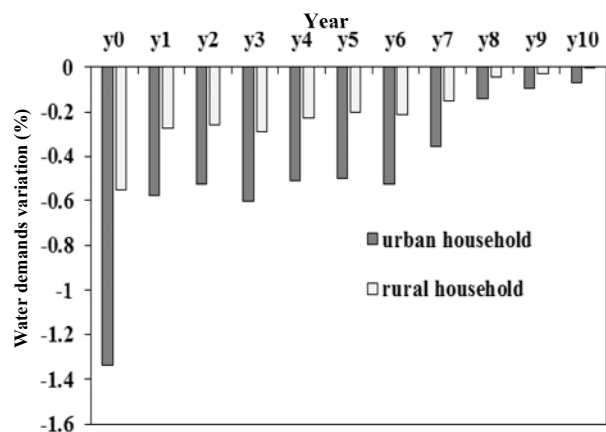


Fig. 7: Variations in water demand by urban and rural households under the scenario of a 100% increase in the prices of energy carriers assuming an economic growth rate of 3%
شکل ۷- تغییر تقاضای آب خانوارهای شهری و روستایی در سناریوی افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت تمامی حامل‌های انرژی با فرض نرخ رشد اقتصادی ۳ درصد

بر اساس نتایج به دست آمده، با افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت حامل‌های انرژی، تقاضای آب توسط خانوارهای شهری و روستایی به ترتیب، ۱/۳۴ و ۰/۵۵ درصد در سال پایه کاهش می‌یابد. افزایش قیمت حامل‌های انرژی موجب افزایش هزینه‌های تولید و در نتیجه کاهش سطح تولید فعالیت‌های مختلف می‌شود. با کاهش سطح تولید، تقاضای نهاده‌های اولیه نیز کمتر می‌شود؛ از آنجایی که بخش قابل توجهی از درآمد خانوارها از نهاده‌های تولیدی حاصل می‌شود، درآمد خانوارها نیز با کاهش مواجه می‌شود. بنابراین از یک طرف درآمد خانوارها کاهش یافته و از طرف دیگر قیمت آب افزایش یافته است که در مجموع باعث کاهش تقاضای آب توسط خانوارها می‌شود. اما به دلیل این‌که خانوارهای شهری مالک بخش

می‌یابد.

در مجموع درصد تغییر تقاضای آب در نتیجه تغییر قیمت حامل‌های انرژی چندان قابل توجه نیست، اما در زیربخش زراعت و باغداری از بخش کشاورزی، مقدار کاهش مصرف آب می‌تواند قابل تأمل باشد.

بر اساس نتایج پژوهش، تأثیر افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی بر کاهش تقاضای آب در بخش زراعت و باغداری، بیشتر از سایر حامل‌های انرژی است، لذا استفاده از سیاست افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی نسبت به برق در این بخش، اثرگذاری بیشتری دارد. با ساختار فعلی حاضر، برای دستیابی به یک مقدار مشخص از کاهش مصرف آب، درصد افزایش در قیمت برق باید بسیار بیشتر از افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی باشد.

هرچند افزایش قیمت حامل‌های انرژی در محدوده مورد بررسی، تا حدی بر تقاضای آب توسط فعالیت‌های مختلف تأثیرگذار است، اما درصد تغییر آن، چندان قابل توجه نیست؛ بنابراین نشان می‌دهد سطوح قیمتی فعلی و سناریوهای اعمال شده، نمی‌تواند تأثیر زیادی بر کاهش مصرف آب داشته باشد و تولیدکنندگان نسبت به آن تقریباً بی‌کوش هستند. یکی از علل این مسئله، پایین بودن سطوح فعلی قیمت است که لازم است در هنگام تعیین درصد تغییر قیمت حامل‌های انرژی به آن توجه شود.

۶- قدردانی

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی "اقتصاد آب از منظر مصارف انرژی" است که به سفارش اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران انجام شده است و مالکیت معنوی آن متعلق به آن ارگان می‌باشد. به این وسیله از کلیه دست‌اندرکاران تشکر و قدردانی می‌شود.

بنابراین مقایسه بین روند و جهت تغییر متغیرها و مقایسه بین فعالیت‌ها را می‌توان برای نرخ‌های متفاوت تغییر قیمت حامل‌های انرژی تعمیم داد، اما تعیین مقدار عددی تغییرات، نیازمند اجرای مجدد الگو برای نرخ تغییر مدنظر است.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد با افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت تمامی حامل‌های انرژی، قیمت آب در سال پایه، ۴/۴۲ درصد افزایش می‌یابد. سهم فرآورده‌های نفتی، برق و گاز در تغییر قیمت آب به ترتیب ۱۷/۷، ۷۲/۱۸ و ۱۰/۱۲ است. در بین حامل‌های انرژی مختلف، افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی بیشترین تأثیر را بر قیمت آب و کاهش تقاضای آب در اکثر فعالیت‌های اقتصادی دارد. در تمامی سناریوهای مورد بررسی، درصد کاهش مصرف آب، با مقداری نوسان در طول دوره کاهش می‌یابد، مقدار متغیرها به مسیر بدون اعمال شوک بازمی‌گردد و به تدریج اثر شوک اعمال شده از بین می‌رود؛ بنابراین، صرفاً اعمال یک شوک قیمتی، در شرایطی که اقتصاد رشد داشته باشد، نمی‌تواند به کاهش بلندمدت تقاضای آب کمک کند و تنها در کوتاه‌مدت تقاضای آب را تا حدی تغییر می‌دهد که لازم است در سیاست‌گذاری قیمت به آن توجه شود.

در هر دو نرخ رشد اقتصادی ۳ و ۵ درصد، جهت تغییرات، روند کلی آن‌ها در مدت دوره و مقایسه نسبی درصد کاهش مصرف آب در فعالیت‌های مختلف با یکدیگر، مشابه است؛ اما در نرخ رشد اقتصادی ۵ درصد، سرعت تعدیل تغییرات بیشتر است و اثر شوک قیمتی اعمال شده، سریع‌تر از بین می‌رود. مقایسه سناریوهای مختلف افزایش ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصدی قیمت حامل‌های انرژی نشان می‌دهد، در نرخ‌های پایین‌تر شوک قیمتی، واکنش در جهت کاهش مصرف آب به‌طور تصاعدی کاهش

۷- مراجع

1. WWAP (United Nations World Water Assessment Program). (2015). "The united nations world water development report 2015: Water for a Sustainable World." UNESCO, Paris.
2. Rodriguez, D.J. (2013). *Thirsty energy: Securing energy in a water-constrained world*, World Bank.
3. Hardy, L., Garrido, A., and Juana, L. (2012). "Evaluation of Spain's water-energy nexus." *J. Water Resources Development*, 28(1), 151-170.
4. Dinar, A. (2000). *The political economy of water pricing reforms*, Oxford University Press, New York.
5. Fatahi Chitgar, M.A. (2010). "Investigation of Targeted subsidies effects on Cropping Pattern (Case study: Quchan)." MS, Thesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Iran. (In Persian)
6. Zilberman, D., Sproul, T., Rajagopal, D., Sexton, S., and Hellegers, P. (2008). "Rising energy prices and the economics of water in agriculture." *J. Water Policy*, 10 11-21.

7. Tsur, Y. (2005). "Economic aspects of irrigation water pricing." *J. Canadian Water Resources*, 30(1), 31-46.
8. Somanathan, E., and Ravindranath, R. (2006). "Measuring the marginal value of water and elasticity of demand for water in agriculture." *J. Economic and Political Weekly*, 41(26), 2712-2715.
9. Mukherji, A. (2007). "The energy-irrigation nexus and its impact on groundwater markets in eastern indo-gangetic basin: Evidence from west bengal, India." *J. Energy Policy*, 35(12), 6413-6430.
10. Dale, L.L., Fujita, S.K., O'Hagan, J., and Hanemann, M. (2008). *The interaction of water and energy in California: Climate change and price impacts*, Report of Energy Technologies Area (ETA).
11. Hansen, L.G. (1996). "Water and energy price impacts on residential water demand in Copenhagen." *J. Land Economics*, 72(1), 66-79.
12. Sanders, K.T., and Webber, M.E. (2012). "Evaluating the energy consumed for water use in the United States." *J. Environmental Research Letters*, 7 (3) 1-11.
13. Zhuang, Y. (2014). "A system dynamics approach to integrated water and energy resources management." PhD Dissertation, Department of Civil and Environmental Engineering, College of Engineering, University of South Florida.
14. Valadkhani, A., Babacan, A., and Dabir-Alai, P. (2014). "The impacts of rising energy prices on non-energy sectors in Australia." *J. Economic Analysis and Policy*, 44(4), 386-395.
15. Forootan, J. (2012). "Surveying the impacts of electricity price liberalization on electricity demand in the industrial sector in Iran with using computable general equilibrium method (CGE)." MSc. Thesis, Faculty of Economics and Business Administration, Ferdowsi University, Iran. (In Persian)
16. Rezaade, A. (2010). "Inflationary impacts of increasing electricity price on economic sectors: Input-output approach." MSc. Thesis, Faculty of Economics and Business Administration, Ferdowsi University, Iran. (In Persian)
17. Shahraki, M., Behbudi, D., and Ghaderi, S. (2010). "Investigation of the impact of household saving on investment and consumption in Iran (A CGE Model)." *J. Quantitative Economics*, 7(3), 67-94. (In Persian)
18. Medio, A., and Raines, B. (2007). "Backward dynamics in economics: The inverse limit approach." *J. Economic Dynamics and Control*, 31(5), 1633-1671.
19. Adelman, I., and Robinson, S. (1978). *Income distribution policy in developing countries: A case study of korea*, Oxford University Press.
20. Dervis, K., De Melo, J., and Robinson, S. (1982). *General equilibrium models for development policy*, Cambridge University Press, London.
21. Eslami Andargoli, M., Sadeghi, H., Ghanbari, A., and Haghani, M. (2011). "Welfare effects of cash electric energy subsidies on the Iran economy." *Proc., 2nd National Conference on Electrical Energy Conservation*, Ahvaz, 22-23, (In Persian)
22. Javnbakht, O. (2010). "Impacts of reducing interest rate and increasing credits supply on agriculture and other economic sectors growth in Iran: CGE analysis." PhD Dissertation, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University, Iran. (In Persian)
23. Piraei, K.H., and Akbari Moghadam, B. (2005). "The effect of subsidy reduction in agriculture sector and the changes in labor tax on sectoral production and the revenues of urban and rural household in Iran." *J. Iranian Economic Research*, 22(7), 1-30. (In Persian)