نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، ص. ۱۲۰-۱۰۹

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 25, No. 1, Spring 2011, P. 109-120

بررسی اهمیت راهبردی منابع آب در اقتصاد ایران با استفاده از الگوی تعادل عمومی

علی یوسفی [۱*]- صادق خلیلیان [۲]- حمید بلالی [۳]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۲
تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۲۱

چکیده

آب منبع حیاتی برای هر پدیده زیستی و انسانی است. امروزه مدیریت و حفاظت آب نه تنها در کشورهای درحال توسعه، بلکه در کشورهای توسعه یافته هم دارای اهمیت بالایی است. در اقتصاد سنتی، آب به عنوان یک عامل تولیدی در حسابهای ملی وارد نمی شود. ولی در واقعیت، آب به طور مستقیم و نامستقیم نهاده‌ی اولیه بسیاری از کالاها و خدمات است. از چالش‌های فراروی کشور در فرآیند توسعه، مسائل مرتبط با کمبود و کیفیت منابع آب است. ساختار فعلی سازمانهای مختلف مرتبط با مدیریت آب در کشور، براساس سیاست مجزا کردن مسئولیت‌ها و عملکردها قرار دارد. هدف این مطالعه بررسی نقش آب در فرآیند توسعه کشور با استفاده از الگوی تعادل عمومی است. نتایج نشان می‌دهد که سهم بخش آب در اقتصاد کلان کم شماری می‌شود. عمده ترین دلیل این کم شماری، لحاظ نشدن ارزش واقعی آب در حساب‌های ملی و عدم تعیین حدود و تفکیک ارزش فروش آب در حسابداری ملی است. با توجه به اهمیت بخش آب در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور، لازم است که مدیریت بخشی منابع آب به سمت مدیریت یکپارچه منابع آب سوق یابد. بدین منظور، تنها با ادغام اطلاعات هیدرولوژی و اقتصادی و تهیه حساب اقماری آب می‌توان در جهت مدیریت یکپارچه آب در کشور گام برداشت.

واژه های کلیدی: اهمیت آب، مدل تعادل عمومی، ماتریس حسابداری اجتماعی، حسابداری ملی

مقدمه[۱]

آب یکی از منابع مهم در توسعه کشورها می‌باشد. در طول قرن بیستم، جمعیت جهان سه برابر و میزان استفاده از آب شش برابر شده است. میزان آب قابل دسترس جهان تنها برای جمعیت کنونی با حداقل دسترسی به آب سالم کافی است. توزیع نامناسب از لحاظ مکانی و زمانی و افزایش جمعیت و سرانه مصرف آب، این مسئله را تشدید نموده است (۸).

ایران از نظر اقلیمی در ناحیه خشک و نیمه خشک جهان واقع شده است. متوسط بارندگی سالانه کشور ۲۵۰ میلیمتر است که بسیار کمتر از متوسط بارندگی آسیا و جهان (۷۳۲ و۸۳۱ میلیمتر) است. میزان بارش در ایران حدود ۴۰۰ میلیارد مترمکعب در سال می‌باشد که ۲۷۰ میلیارد مترمکعب آن تبخیر و تعرق و ۱۳۰ میلیارد مترمکعب آن در سال به عنوان آبهای تجدیدپذیر می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد. از طرف دیگر، مصرف آب در سال ۱۳۷۵ برابر ۸۶/۸ میلیارد مترمکعب درسال اعلام گردیده که بیش از ۹۰ درصد آن در بخش کشاورزی و مجموع مصارف در بخش شرب و صنعت حدود ۷ درصد می‌باشد. کل مصرف آب درسال ۱۳۸۰ برابر ۹۳/۱ میلیارد مترمکعب بوده که همان روند مصرف در سال ۱۳۷۵ را در بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت نشان می‌دهد (جدول ۱).

جدول ۱- وضعیت مصرف آب در کشور و سناریوی طرح جامع آب (میلیارد متر مکعب)

مصارف	۱۳۷۵	۱۳۸۰	۱۴۰۰
شرب	۴/۵	۶	۷/۸
صنعت ومعدن	۰/۹	۱/۱	۲/۴
کشاورزی	۸۱/۴	۸۶	۱۰۳
جمع	۸۶/۸	۹۳/۱	۱۱۳/۲
محیط زیست	-	-	۵
انرژی برقابی گیگاوات ساعت	۶۰۰۰	۶۵۰۰	۳۶۰۰۰

منبع: محمد ولی سامانی (۳)

با ادامه روند کنونی با فرض ثابت بودن سرانه مصرف آب و پیش بینی ۹۰/۴ میلیون نفر جمعیت در سال ۱۴۰۰، مقدار آب مورد نیاز

۱- استادیار گروه توسعه روستایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
(*-نویسنده مسئول: Email: ayousefi@cc.iut.ac.ir)
۲- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران
۳- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۱۳۰میلیارد متر مکعب خواهد بود. بدیهی است تامین این میزان آب از منابع تجدیدپذیر آبی کشور امکان‌پذیر نخواهد بود و کمبود و کاهش کیفیت منابع آب، چالش مهم برنامه‌های توسعه کشور در آینده خواهد بود.

از طرفی، آب از مهمترین عوامل تولید در کشاورزی ایران است؛ میزان بارندگی در کشور به نحوی است که در بیشتر نواحی بدون توسل به آبیاری، فعالیت کشاورزی امکان پذیر نمی‌باشد. همچنین، بخش کشاورزی نه تنها در اراضی دیم، حتی در اراضی آبی و شبکه‌های مدرن که آب کافی دریافت می کنند؛ عملکرد قابل قبولی در مقایسه با سایر کشورها ندارد. با توجه به اینکه کشاورزی ایران به شدت به آبیاری وابسته است؛ چنانچه نقش آب در توسعه کشور در نظر گرفته نشود؛ قطعاً امنیت غذایی کشور با مشکلات جدی مواجه خواهد شد.

امروزه جوامع بین‌المللی از اهمیت آب در جهت داشتن رشد اقتصادی پایدار در زمان حال و آینده آگاه گشته‌اند. در سطح ملی سهم زیادی از سرمایه گذاری‌ها صرف زیرساخت‌ها و امور زیربنایی و بهبود مدیریت منابع آب می‌شود که بیانگر اهمیت بخش آب در سطح ملی است. لذا آب نقش مهمی در اقتصاد ملی دارد که بایستی توجه شایسته‌ای به آن شود (۶). بنابراین، گذر از برنامه ریزی پروژه به پروژه و حوزه به حوزه به سوی رهیافتی یکپارچه و کل‌نگر[1] در جهت ارتباط بخش آب با سایر بخش‌ها، در برنامه‌ریزی ملی اهمیت زیادی پیدا می‌کند (۱۹). با توجه به پیچیدگی‌ها و پویایی‌های بخش آب، تدوین برنامه‌ریزی استراتژیک در جهت مدیریت پایدار منابع آب ضرورتی اجتناب ناپذیر است. بنابراین لازم است که چشم‌اندازهای آتی، شرایط و پیش‌نیازهای بخش آب ترسیم گردد (۱۲). با توجه به اینکه استفاده از آب در یک بخش سایر بخش‌ها را هم تحت تأثیر قرار می‌دهد و استفاده کنندگان از آب به هم وابسته هستند، باید بخش آب در برنامه‌های توسعه به عنوان یک کل در نظر گرفته شده و اثرات زیست محیطی و اقتصادی سیاست‌ها بررسی شود (۱۳). در این شرایط یکی از مهمترین مسایل پیش‌روی سیاستگذاران، مدیریت نظام‌مند و سیستمی تخصیص منابع آب است (۲۲).

مطالعات اندکی در زمینه مسائل آب در سطح کلان کشور انجام شده است. در این زمینه می‌توان به مطالعه سلامی و همکاران (۲۰) اشاره کرد که با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی، هزینه‌های خشکسالی را بر ارزش افزوده زیر بخش‌های زراعی و باغی برآورد نمودند و از طریق مدل اقتصادسنجی اثر آنرا بر سایر بخش‌ها تحلیل کردند. نتایج نشان داد که خشکسالی GDP و CPI را به ترتیب ۴/۴ و ۹/۶ درصد کاهش و افزایش می‌دهد. این مطالعه اثر کاهش بارندگی را بر بخش شرب و صنعت در مدل لحاظ نکرده است. با توجه به حجم بالای استفاده از منابع آب تجدید شونده در بخش کشاورزی و آثار نامستقیم بخش آب بر بخش‌های تولید و نهادی کشور، بررسی نقش آب در سطح کلان نیازمند چارچوبی متفاوت با تحلیل تعادل جزئی است. تاکنون مطالعه‌ای جامع در زمینه نقش آب در اقتصاد کشور با استفاده از الگوی تعادل عمومی (CGE[2]) انجام نشده است.

به طور کلی مدلسازی مدل‌های تعادل عمومی مرتبط با آب در دو دسته تقسیم بندی می‌شوند؛ گروه اول، آب را به عنوان عامل تولیدی در نظر می گیرند. مطالعات دیکالو و همکاران (۹)، دیاو و رو (۱۱)، گودمن (۱۵)، گومز و همکاران (۱۴)، بریتلا و همکاران (۵) و دیاو و همکاران (۱۰) در این دسته قرار می گیرند. این مطالعات رانت آب را در مدل وارد نموده‌اند؛ مدلسازی این مطالعات بیشتر در زمینه بررسی آثار بازارهای آب و قیمت‌گذاری آب بوده است.

دسته دوم، از یک جانشین برای آب در مدل استفاده کرده‌اند. سنگ و همکاران (۲۱)، ارندت و ترپ (۴)، لتوسلا و همکاران (۱۷) و بوید و ایباران (۷) در زمره این دسته قرار می‌گیرند. این روش مدلسازی آب ساده‌تر از روش قبلی است ولی نمی توان از آنها جهت بررسی بازار آب استفاده کرد؛ زیرا آب، عامل اولیه تولید درمدل لحاظ نمی‌شود. در این مطالعه با رویکرد روش اول و با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه کردنی، تحت سناریوهای مختلف نقش واقعی آب در سطح کلان کشور مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و با وضعیت موجود در حساب‌های ملی مقایسه می‌شود. این مطالعه از جهت هدف‌های درونی و بیرونی (کاربرد) به ترتیب تحقیقی توصیفی- تحلیلی و کاربردی می‌باشد و ابعاد فضایی این مطالعه در سطح ملی است.

مواد و روش ها

در مدلسازی منابع آب، هرگونه تغییر در محیط زیست، کل اقتصاد را تحت تأثیر قرار می دهد؛ خواه این تغییر ناشی از مخاطرات طبیعی یا به علت دخالت انسان باشد. با توجه به سهم بالای آب آبیاری از کل مصارف آب و وابستگی بخش کشاورزی به آبیاری و ارتباطات پسین و پیشین بخش کشاورزی با سایر بخش‌ها، هرگونه شوک کم‌آبی، کل اقتصاد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای مثال، خشکسالی باعث کاهش تولید محصولات کشاورزی و دامی و در نهایت منجر به کاهش درآمد کشاورزان می‌شود. همچنین خشکسالی از یک طرف باعث کاهش عرضه آب شرب و از طرف دیگر افزایش شیوع بیماری‌های اپیدیمی را به دنبال دارد. از آثار نامستقیم خشکسالی، می‌توان به تهدید امنیت غذایی کشور، بیکاری، مهاجرت و سایر

1- Holistic Approach

2- Computable General Equilibrium

ناپایداری‌های اقتصادی و اجتماعی اشاره کرد. بنابراین، برای بررسی مدلسازی بخش آب نیاز به روشی است که بتواند ارتباطات متقابل بین بخش آب و سایر بخش‌ها را لحاظ کند. به عبارتی، به چارچوب گسترده‌تری نظیر مدل‌های تعادل عمومی است. این مدل‌ها تفسیر جریانات ماتریس حسابداری اجتماعی (social accounting matrix) و به عبارت دیگر، مجموعه‌ای از معادلات شبیه سازی خطی و غیر خطی از رفتار کارگزاران مختلف اقتصادی هستند. ماتریس حسابداری اجتماعی چارچوب آماری جامعی است که چرخه دایره‌وار اقتصاد را در یک مقطع زمانی نشان می‌دهد. این ماتریس صورتی گسترش یافته از جدول داده ستانده است. ماتریس حسابداری اجتماعی نمایش ماتریسی توالی حساب‌های پولی است که درآن هرحساب بیانگر یک فرایند اقتصادی مشخص بوده، بطوریکه پیوند منطقی با سایر فرایندهای اقتصادی داشته باشد. توالی حساب‌های مذکور اساساً از طریق پیوند بین ساختار اقتصاد وتوزیع درآمد و هزینه بین نهادهای جامعه نظیر خانوارها، شرکت‌ها، دولت و دنیای خارج ایجاد می‌گردد. در این مطالعه جهت بررسی نقش آب در اقتصاد کشور، ماتریس حسابداری اجتماعی مطابق با جدول (۳) ساخته شده است. این ماتریس شامل حساب‌های کالا، فعالیت، عوامل، هزینه معاملاتی، نهادها، مالیات و سرمایه است. تفکیک حساب کالا و فعالیتها بدین منظور است که یک کالا بتواند توسط چندین رشته فعالیت تولید شود و همچنین یک رشته فعالیت بتواند چندین کالا تولید کند.

در این ماتریس حساب فعالیت‌های کشاورزی به دیم و آبی و حساب عوامل به سرمایه، نیروی کار، زمین آبی و دیم و آب تفکیک شده است. عامل زمین تنها توسط فعالیت‌های کشاورزی و عامل آب آبیاری تنها توسط فعالیت‌های کشاورزی آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جهت تهیه ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۰، مجموعه‌ای گسترده از داده‌ها و اطلاعات آماری استفاده شده است که شامل جدول داده ستانده مر کز آمار (جداول ساخت به قیمت تولید کننده و جذب به قیمت‌های تولید کننده و خریدار)؛ جداول حساب‌های ملی بانک مرکزی (توالی حساب‌ها برای بخش‌های خانوارها، شرکت‌های مالی و غیر مالی، دولت و دنیای خارج)؛ آمارنامه‌های هزینه و تولید وزارت جهاد کشاورزی؛ حسابهای مالی شرکت مدیریت منابع آب و شرکت مهندسی آب و فاضلاب و داده‌های هواشناسی برای سال آبی مورد نظر می‌باشد (۴). کالاها و رشته فعالیت‌های ماتریس حسابداری اجتماعی در جدول (۴) نشان داده شده است.

جهت لحاظ کردن آب در ماتریس حسابداری اجتماعی به عنوان عامل اولیه تولید، رانت آب آبیاری در حساب عوامل تولید وارد شده است. با توجه به اینکه آب در بازار مبادله نمی‌شود و خرید و فروش آن بر اساس قیمت بازاری نیست؛ رانت ضمنی آب با استفاده از مدل برنامه ریاضی مثبت محاسبه و بجای ارزش افزوده آب در نظر گرفته شده است (۲۳).

جدول ۲- خلاصه مطالعات مدل‌های تعادل عمومی مرتبط با آب

مطالعه	نحوه مدلسازی		تابع مطلوبیت	تابع تولید	هدف مطالعه	مدلسازی بخش شرب	حوزه مطالعه
Decaluwé et al. (1999)	W		CD	CES	آثار سیاست‌های قیمت گذاری	خیر	کشور
Diao and Roe (2003)	W	هیبرید	LES	CD	تحلیل سیاست‌های آب و تجارت	خیر	کشور
Diao et al. (2008)	W	هیبرید	LES	CES	آثار خشکسالی و انتقال آب	بلی	کشور
Goodman (2000)	W	پویا	CES	CES	مقایسه پروژه انتقال یا ذخیره آب	خیر	منطقه
Gomez et al. (2004)	W		LES	CES	تخصیص حق‌آبه تحت مکانیزم‌های بازاری و غیر بازاری	بلی	منطقه
Beritella et. al. (2007)	W	GTAP	C-D	CES	اثر کم‌آبی بر تجارت جهانی	بلی	جهانی
Seung et al. (2000)	P (زمین)	ترکیب مدل CGE پویا و تابع تقاضا	CES	C-D	آثار تخصیص آب از کشاورزی به سایر	خیر	کشور
Arndt and trap (2001)	P (شوک تکنولوژیکی)		LES	C-D	بررسی مکانیزم‌های کمک‌های غذایی در شرایط خشکسالی	خیر	کشور
Letsoalo et al. (2007)	P (هزینه عامل)	ORANI	LES	CES	تحلیل آثار مالیات بر مصرف آب	بلی	کشور
Boyd and Ibarraran (2009)	P (شوک تکنولوژیکی)	پویا	LES	CES	آثار خشکسالی در مکزیک	خیر	کشور

W: آب به عنوان عامل تولیدی؛ P: جانشین برای آب، C-D: تابع کاب – داگلاس، CES: تابع با کشش جایگزینی ثابت

جدول ۳- ماتریس حسابداری اجتماعی کلان

حساب سرمایه‌گذاری	حساب نهادها				حساب مالیات	حساب هزینه معاملاتی	حساب عوامل اولیه	حساب کالا	حساب فعالیت	میزان تفکیک	پرداختها / دریافتها
	خارجی	داخلی									
		دولت	شرکت	خانوار							
–	–	–	–	خود مصرفی	–	–	–	تولید داخلی	–	زراعی و باغی آبی زراعی دیم غیر زراعی و باغی	حساب فعالیت
سرمایه گذاری	صادرات	مصرف نهایی			–	خدمات حمل و نقل و بازرگانی		–	مصرف واسطه‌ای	زراعی و باغی غیر زراعی و باغی	حساب کالا
–	درآمد عوامل از خارج	–			–	–	–	–	ارزش افزوده	سرمایه نیروی کار آبی زمین دیم آب	حساب عوامل اولیه
–		–			–	–	–	افزوده بازرگانی و حمل ونقل		تولید داخلی صادرات واردات	حساب هزینه معاملاتی
–	–	مالیات بر درامد		–	–	–	–	مالیات بر فروش و واردات	– مالیات بر تولید	مالیات مستقیم خالص مالیات غیر مستقیم	حساب مالیات
–	انتقالات جاری بین نهادها				– درامد مالیاتی –	–	درآمد عوامل	–	–	شهری خانوارها روستایی شرکتها دولت دنیای خارج	حساب نهادها
–	پس انداز				–	–	–	–	–	–	حساب پس انداز

چارچوب جبری مدل‌های تعادل عمومی، مراحل مختلف تولید و مصرف کالاها را در ساختار مدل نشان می‌دهد. منظور از کالا، کالای مرکبی است که به وسیله کلیه بخشهای اقتصادی ایجاد می‌شوند. یک کالا یا کاملاً در داخل تولید شده و یا به صورت ترکیبی از کالای ساخت داخل و وارداتی تولید می‌شود. به طور کلی مراحل مختلف زیر در تولید و مصرف یک کالا وجود دارد:

- ارزش کالای تولید داخل برابر با هزینه مواد تشکیل دهنده به اضافه ارزش افزوده است. ترکیب مواد اولیه در تولید یک کالا می‌توانند از شکل‌های تبعی مختلفی پیروی کند. معروفترین فرم، تابع تولید لئونتیف است. به عبارتی، برای تولید یک کالا ترکیب مشخصی از مواد اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین در مرحله اولیه، این مواد با یک تابع تولید لئونتیف با یکدیگر ترکیب شده و ارزش اولیه را ایجاد می‌کنند؛ به صورت موازی عوامل تولید (نیروی کار و سرمایه) نیز ارزش افزوده را ایجاد می‌کنند. نیروی کار و سرمایه می‌توانند جانشین یکدیگر شوند. معروفترین تابع برای بررسی میزان ارزش افزوده ایجاد شده، تابع تولید با کشش جایگزینی ثابت (CES) است. برای تولید هر کالا نیاز به ترکیب ثابتی از این دو عامل است. به عبارت دیگر ترکیب ارزش

مواد اولیه و ارزش افزوده با قانون لئونتیف صورت خواهد گرفت. لذا در مرحله دوم، با استفاده از یک تابع لئونتیف ارزش مواد و عوامل تولید ترکیب شده مجدداً ترکیب خواهند شد و کالا را ایجاد می‌کنند.

جدول ٤- رشته فعالیتها و کالاهای ماتریس حسابداری اجتماعی

کالا	رشته فعالیت
محصولات زراعی	زراعت آبی
محصولات باغی	زراعت دیم
محصولات دامی و طیور	باغداری
محصولات جنگلداری و قطع اشجار	خدمات کشاورزی و دامپروری
ماهی وسایر محصولات ماهیگیری	دامداری و مرغداری
نفت خام و گاز	جنگلداری
محصولات معدنی	ماهیگیری
برق و گاز و خدمات توزیع	استخراج نفت خام و گاز
آب و خدمات توزیع	استخراج محصولات معدنی
محصولات غذایی	ساخت محصولات غذایی
منسوجات، پوشاک و محصولات چرمی	ساخت منسوجات، پوشاک و چرم
صنایع سبک	ساخت محصولات صنعتی سبک
صنایع سنگین	ساخت محصولات صنعتی سنگین
ساختمان	تولید، انتقال و توزیع برق و گاز
خدمات	جمع آوری ، تصفیه و توزیع آب
	ساختمان
	خدمات

منبع: یوسفی (۴)

- کالای ساخت داخل می‌تواند صادر یا با کالای وارداتی ترکیب شده و کالای نهایی هر بخش را ایجاد کند. به عبارت دیگر، بنگاه به منظور حداکثرسازی سود خود کالای ساخته شده در داخل را یا به بازار داخلی عرضه می‌کند و یا به خارج صادر می‌کند. بنگاه این عمل را با استفاده از یک تابع انتقال[1] انجام می دهد. این تابع خصوصیاتی شبیه تابع تولید با کشش جایگزینی ثابت دارد که آن را تابع انتقال با کشش ثابت (CET[2]) می‌نامند. لذا در مرحله سوم، کالای ساخته شده در داخل، صادر و یا در بازار داخلی عرضه می‌شود.
- کالای عرضه شده در داخل (از کالای ساخته شده داخلی)، با کالای وارداتی ترکیب شده و کالای نهایی را ایجاد می کند. آنچه در این مرحله حائز اهمیت است، توجه به درجه جانشینی بین کالاهای داخلی و وارداتی است. این ارتباط با تابع آرمینگتون (Armington) مورد بررسی قرار می‌گیرد. کشش آرمینگتون در کالاهای مختلف متفاوت است. به عبارتی، بعضی بخش‌ها به واردات بسیار حساس بوده و بعضی حساسیت کمتری دارند. کالای نهایی ساخته شده یا به عنوان مواد اولیه در تولید همان کالا یا کالاهای دیگر به کار می‌رود و یا مصرف نهایی خواهد شد. مصرف نهایی شامل مصرف بخش خصوصی، دولت و سرمایه گذاری است (۱۸). پارامترها، متغیرها و معادلات مدل تعادل عمومی در پیوست اشاره شده است.

تکنولوژی تولید در بخش محصولات زراعی آبی به این صورت است که ابتدا زمین و آب با نسبت ثابت ترکیب شده و زمین-آب را تشکیل می‌دهند. سپس سرمایه، زمین-آب و نیروی کار از طریق تابع کشش جایگزینی ثابت ترکیب شده ارزش افزوده را تولید می‌کنند. در لایه آخر، ارزش افزوده و نهاده‌های واسطه‌ای به نسبت ثابتی ستانده را تولید می‌کنند. در ساختار تکنولوژی محصولات دیم، زمین، سرمایه و نیروی کار از طریق تابع کشش جایگزینی ثابت ترکیب شده و ارزش افزوده را تشکیل می‌دهند. در ساختار تکنولوژی تولیدات غیر کشاورزی، عوامل اولیه زمین و آب وجود ندارد و سرمایه و نیروی کار از تابع کشش جایگزینی ثابت ترکیب شده و ارزش افزوده را تشکیل می دهند.

ساختار تکنولوژی محصولات زراعی آبی در مدل در شکل (۱) نشان داده شده است.

تعادل بازار نهاده‌های اولیه با توجه به انتخاب متغیر تسویه کننده بازار است. متناسب با فروض مورد استفاده، نحوه بستن مدل نیز متفاوت خواهد بود. جهت بستن بازار نهادها سه حالت را می توان در نظر گرفت:

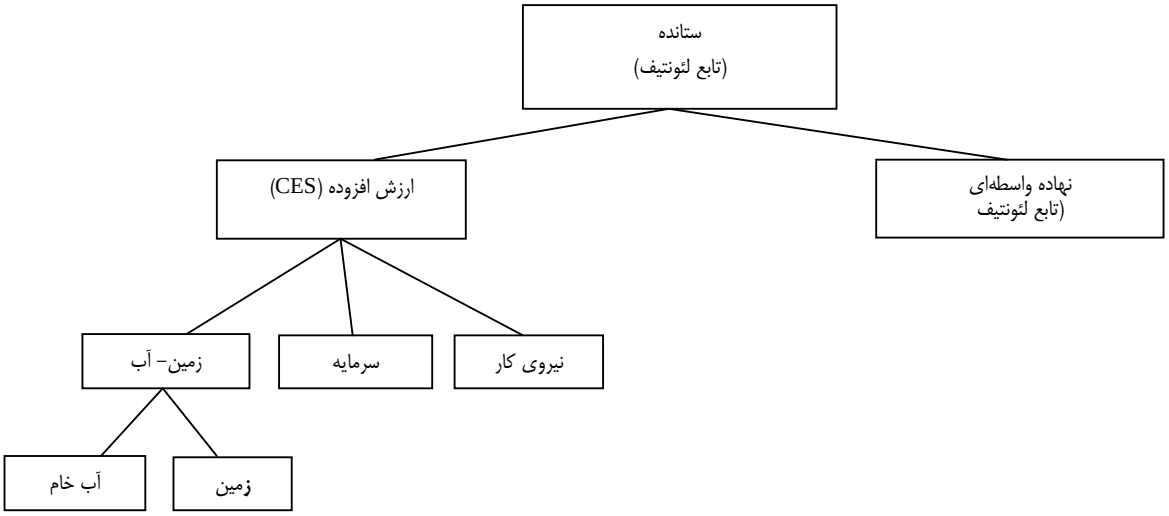
۱- عامل تولیدی دارای اشتغال کامل و قابلیت انتقال بین رشته فعالیت‌ها را دارا است. در این حالت متوسط دستمزد یا رانت عوامل، متغیر تسویه کننده بازار است. به عبارتی، هر واحد از نهاده بر اساس بالاترین ارزش آخرین واحد تولیدی تخصیص می‌یابد تا متوسط رانت بین همه رشته فعالیت‌ها برابر شود. تقاضای هر رشته فعالیت و متوسط رانت (دستمزد) به صورت درونزا و عرضه عامل و متغیر انحراف به صورت برونزا تعیین می‌شوند. بنابراین در این حالت عرضه عامل ثابت و تقاضای عامل متغیر است.

۲- عامل تولیدی قابلیت انتقال ندارد و دارای اشتغال کامل است. در این حالت فرض می شود، در کوتاه مدت امکان انتقال عوامل تولیدی از یک رشته فعالیت به رشته فعالیت دیگر وجود ندارد. بنابراین تقاضای هر رشته فعالیت برای عوامل تولیدی ثابت و برونزا است و عامل انحراف متغیر تسویه کننده بازار است. همچنین، عرضه عامل تولیدی متغیر و درونزا و متوسط رانت ثابت است.

۳- عامل تولید دارای اشتغال کامل است و قابلیت انتقال دارد. در این حالت رانت عامل برای هر رشته فعالیت (حاصلضرب رانت متوسط و عامل انحراف)، متغیر تسویه کننده بازار است. به عبارتی دستمزد حقیقی ثابت است.

1 -Transformation Function

2 -Constant Elasticity of Transformation Function



شکل ۱- ساختار تکنولوژی محصولات زراعی آبی

جدول ۵- گزینه‌های مختلف بستن بازار عوامل تولید

گزینه	رانت متوسط	عامل انحراف	تقاضای عامل	عرضه عامل
اشتغال کامل و قابلیت انتقال	متغیر	ثابت	متغیر	ثابت
اشتغال کامل و عدم قابلیت انتقال	ثابت	متغیر	ثابت	متغیر
بیکاری و قابلیت انتقال	ثابت	ثابت	متغیر	متغیر

منبع: Lofgren et al (18)

تقاضای عامل تولید متغیر و درونزا و رانت متوسط و عامل انحراف ثابت هستند. هر رشته فعالیت می‌تواند مقادیر دلخواه عامل تولیدی را تحت قیمتی ثابت در اختیار داشته باشد.

با توجه به شرایط موجود در اقتصاد کشور، گزینه های زیر برای عوامل تولید در مدل لحاظ شده است. با توجه به نرخ بالای بیکاری آشکار و پنهان، فرض شده است که اشتغال کامل نیروی کار وجود ندارد و امکان انتقال نیروی کار بین رشته فعالیت‌ها وجود دارد. از طرفی، با توجه به زمانبر بودن انتقال سرمایه، گزینه دوم جهت تسویه بازار سرمایه استفاده شده است. به عبارت دیگر تقاضای هر رشته فعالیت برای سرمایه ثابت است. همچنین زمین آبی و دیم تنها توسط فعالیت‌های کشاورزی استفاده می‌شوند؛ امکان انتقال زمین بین رشته فعالیت‌های کشاورزی وجود دارد. به عبارت دیگر، کشاورز می‌تواند در زمینه الگوی کشت خود تصمیم‌گیری کند و میزان زمین تخصیص یافته به هر محصول را قبل از کاشت تغییر دهد. با توجه به اینکه در زمان کم‌آبی ممکن است که کشاورز تکنولوژی تولید آبی را به دیم تبدیل کند؛ این قابلیت در مدل لحاظ شده است. هرچند این فرض تأثیر چندانی بر سطح تولید نخواهد داشت. زیرا، در موقعیت کم‌آبی نظیر خشکسالی، اراضی دیم کاهش تولید بیشتری نسبت به اراضی آبی خواهند داشت. در مورد آب خام، فرض می‌شود که قابلیت انتقال آب از بخش کشاورزی به سایر بخش‌ها در مدل پایه وجود ندارد؛ اما قابلیت انتقال آب بین رشته فعالیت‌های کشاورزی وجود دارد. زیرا کاربری زمین و حقآبه آن با هم ارتباط دارند و با فروش زمین، حقآبه نیز انتقال می‌یابد.

نتایج و بحث

نقش آب در چارچوب حساب‌های ملی

مدیریت عرضه و تقاضای آب از مهمترین مسائل پیش روی سیاستگذاران کشور است. سیاستگذاران بدون ترسیم دورنمای آینده بخش آب، قادر به مدیریت صحیح این بخش نخواهند بود. بنابراین لازم است که چشم‌اندازهای آتی، شرایط و پیش‌نیازهای بخش آب ترسیم گردد. تدوین استراتژی، فرآیند تهیه برنامه بلندمدت برای مدیریت کارا می‌باشد که فرصتها، موقعیت‌ها و تهدیدهای آینده را مدنظر قرار دهد. اولین مرحله برنامه ریزی بررسی وضعیت موجود

بخش آب در سطح کلان کشور و نقش آن در اقتصاد ملی است. رشته فعالیت جمع آوری، تصفیه و توزیع آب بر اساس طبقه بندی استاندارد رشته فعالیت‌های اقتصادی (ISIC[1]) در سیستم حسابداری ملی ۱۹۹۳ مشتمل بر جمع آوری، تصفیه و توزیع آب به خانوارها، رشته فعالیت‌ها و مصرف کنندگان تجاری است. در پوشش این بخش تاکید شده است که ارزش ستانده آب آبیاری برای مصارف کشاورزی نباید در این بخش محاسبه شود. به عبارت دیگر اگر چنانچه عرضه آب وظیفه دولت باشد و دولت در قبال آن وجهی دریافت نکند، تولید آب در این بخش حساب نمی‌شود؛ بلکه تحت عنوان ستانده خدمات دولتی محسوب می‌شود. در ضمن شبکه آبیاری باید جزء بخش کشاورزی منظور شود. زیر بخش‌های رشته فعالیت آب در حسابداری ملی ایران مشتمل بر بخش‌های زیر است: ۱- شرکت‌های آب منطقه‌ای؛ ۲- شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی؛ ۳- شرکت‌های بهره‌برداری آب؛ ۴- چاه‌های آب ؛ ۵- شرکت آب و برق کیش.

ستانده بخش آب مشتمل بر دریافتی‌های حاصل از فروش آب به مشترکین و حق النظاره و خدمات کارشناسی چاه‌ها است. معمولاً واحدهای تصفیه و توزیع آب علاوه بر فعالیت اصلی خود فعالیت‌های دیگری نیز انجام می‌دهند که تولید آنها نیز جزء ستانده محسوب می‌شود (تولید برق، تشکیل سرمایه به حساب خود و غیره). از موارد مبهم در حسابداری ملی ایران ارزش بخش آب است. بر اساس دستورالعمل سیستم حسابداری ملی، ارزش فروش آب آبیاری نباید در این بخش وارد شود. بنابراین از مسائل پیش روی بخش آب تعیین حدود و تفکیک ارزش فروش آب شرب و کشاورزی در حسابداری ملی است.

جدول٦- ارزش ستانده بخش آب در حسابداری ملی (۱۳۸۵)

اجزاء	میلیون ریال	درصد
شرکتهای آب و فاضلاب شهری	۳۳۵۱۹۵۵	۳۳/۸
شرکت‌های آب و فاضلاب روستایی	۱۲۵۸۱۲۴	۱۲/۷
شرکت‌های آب منطقه‌ای	۱۵۸۶۵۲۶	۱۶
شرکت‌های بهره برداری	۵۰۵۷۵۸	۵/۱
چاه‌های آب	۳۲۲۵۶۸۷	۳۲/۵
کل	۹۹۲۵۰۵۰	۱۰۰

منبع: مرکز آمار ایران، گزارش‌های منتشر نشده (۲)

ارزش افزوده این بخش در سال ۱۳۸۲ برابر با ۱۱۴۹ میلیارد ریال بوده است. همچنین سهم ارزش افزوده بخش آب از تولید ناخالص داخلی کشور برابر با ۰/۳ درصد می‌باشد که درصد بسیار ناچیزی را شامل می شود. علت پایین بودن سهم ارزش افزوده بخش آب به دلایل زیر می باشد:

۱- در حساب‌های ملی تنها ارزش آب مبادله شده منظور می‌گردد. لذا ارزش آب آبیاری کشاورزانی که دارای حقآبه هستند و هزینه ای بابت استفاده از آب پرداخت نمی کنند، در محاسبات منظور نمی‌شود. همچنین ارزش خرید و فروش آب به صورت غیر رسمی در بین کشاورزان نیز در محاسبات لحاظ نمی‌شود.

۲- اساساً فروش آب در بخش کشاورزی بر اساس قیمت گذاری حجمی و ارزش اقتصادی آن نمی‌باشد و هزینه پرداختی درصد ناچیزی از ارزش تولید در هکتار می‌باشد (حدود ۲ درصد ارزش تولید در هکتار در مورد آب‌های سطحی و ۰/۵ درصد ارزش تولید در هکتار در مورد آب‌های زیرزمینی[2]). همچنین در مورد آب شرب که قیمتگذاری آن بر اساس روش حجمی است، تنها ۸ درصد قیمت تمام شده آب را خرید آب خام و حق النظاره شامل می‌شود (قیمت تمام شده هر متر مکعب آب شرب به طور متوسط ۱۵۹۳ ریال در سال ۱۳۸۶ بوده است).

جدول ۷- تفکیک هزینه‌های قیمت تمام شده آب شرب در ۱۳۸٦

هزینه	درصد از کل	متر مکعب / ریال
هزینه نیروی کار	۳۷	۵۸۷
استهلاک	۲۲	۳۴۶
نگهداری و تعمیرات	۸	۱۲۲
خرید آب خام و حق النظاره	۸	۱۳۰
برق مصرفی	۴	۶۱
سایر	۲۱	۳۴۷
کل	۱۰۰	۱۵۹۳

منبع: شرکت مهندسی آب و فاضلاب، صورت‌های مالی تجمیعی (۱)

هزینه پرداخت شده توسط شرکت‌های آب و فاضلاب جهت خرید آب خام و حق النظاره به ازاء هر متر مکعب ۱۳۰ ریال بوده است. از طرفی، با توجه به وجود یارانه انرژی، هزینه برق مصرفی نیز تنها ۴ درصد قیمت تمام شده را شامل می‌شود که ۶۱ ریال به ازاء هر متر مکعب آب است.

سناریوی کم آبی

در این قسمت بر اساس مدل تعادل عمومی، نتایج سناریوی کم آبی بر متغیرهای کلان اقتصاد تفسیر می‌گردد. سناریوی‌های کم آبی مطابق با نتایج مطالعه دفتر تغییرات اقلیمی سازمان حفاظت محیط زیست می‌باشد که در جدول (۸) نشان داده شده است.

1 - International Standard Industrial Classification of all Activities

۲- باستناد ماده ۳ قانون تامین منابع مالی برای جبران خسارات ناشی از خشکسالی و یا سرمازدگی سال ۱۳۸۳، دریافت وجه بابت حق‌النظاره آبهای زیرزمینی در فعالیتهای کشاورزی و دامداری ممنوع می‌باشد.

جدول ۸- سناریوهای کم‌آبی مورد استفاده در مدل

سناریو	کاهش بارندگی (درصد)
خوشبینانه	۱۱ تا ۱۹/۱
محتمل	۳۰/۹ تا ۵۰
بدبینانه	۵۸ تا ۸۰

منبع: (16)

جهت بررسی آثار کم‌آبی، ابتدا مدل تعادل عمومی با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی تهیه شده برای سال پایه ۱۳۸۰ با استفاده از نرم افزار GAMS اجرا و نتایج آن استخراج می‌شود. سپس شوک برونزای کاهش عرضه آب خام در مدل لحاظ شده و پس از اجرای مدل، نتایج آن با سال پایه مقایسه می‌گردد. نتایج مدل تعادل عمومی، بیانگر کاهش سطح فعالیت‌های کشاورزی بر اساس سناریوهای خوشبینانه، محتمل و بدبینانه است. سطح تولید فعالیت گندم آبی از ۴ تا ۳۴ درصد کاهش تولید را نشان می‌دهد. همچنین سایر محصولات نیز این روند نزولی تولید را نشان می دهند. از طرف دیگر فعالیت‌های مرتبط با بخش کشاورزی نظیر ساخت محصولات غذایی و منسوجات نیز کاهش سطح تولید را نشان می‌دهد. شوک کم‌آبی از دو طریق بر تولید این رشته فعالیت‌ها اثر گذار بوده است: اول از طریق کاهش در مصرف آب به عنوان نهاده تولیدی و دوم کاهش در مصرف واسطه ای محصولات خام کشاورزی. اثر کم‌آبی بر فعالیت‌های صنعتی و خدماتی نسبتاً ناچیز بوده است. به طوری که اثری بر فعالیت استخراج نفت خام و گاز نداشته است. علت عدم تأثیرگذاری کم‌آبی بر بخش صنعت و معدن، ضعیف بودن ارتباطات بین بخشی با بخش آب است به طوری که در حال حاضر نیز تنها ۱ درصد از کل منابع آبی کشور در بخش صنعت و معدن مصرف می‌شود. با توجه به ارتباطات بین بخشی دو صنعت آب و برق، کم‌آبی اثر شدیدی بر فعالیت تولید و توزیع برق داشته است. به طوری که در سناریوی بدبینانه حدود ۱۴ درصد کاهش تولید را به دنبال داشته است. کمبود آب در سناریوهای خوشبینانه، محتمل و بدبینانه به ترتیب تولید ناخالص داخلی کشور را ۰/۸، ۳/۳ و ۸/۴ درصد کاهش می دهد. با توجه به سهم ۱۳ درصدی ارزش افزوده بخش کشاورزی از GDP، نتیجه سناریوی بدبینانه (کاهش ۵۰ درصدی عرضه آب) محتمل به نظر می‌رسد. از طرفی، کمبود آب تورم را در جامعه تشدید می‌کند؛ به طوری که در سناریوی محتمل تا ۲ درصد تورم افزایش می‌یابد. در شرایط کم آبی، با کاهش تولید محصولات کشاورزی وصنایع وابسته به بخش، با وجود افزایش واردات محصولات کشاورزی، قیمت داخلی تولیدات بخش کشاورزی افزایش می‌یابد که بر اثر ارتباط بین بخشی، این افزایش قیمت به سایر بخش‌ها منتقل و منجر به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها می‌شود.

جدول ۹- آثار کم‌آبی بر شاخصهای کلان کشور

شاخص	خوشبینانه	محتمل	بدبینانه
تولید ناخالص داخلی (GDP)	-۰/۸	-۳/۳	-۸/۴
متوسط قیمت سایه‌ای آب	۲۲	۱۰۰	۲۱۲
تورم	۰/۶	۲	۷

منبع: محاسبات تحقیق

همچنین، در شرایط کم‌آبی، با کاهش دسترسی به منابع آب، ارزش ضمنی آب به شدت افزایش می‌یابد که نشانگر هزینه فرصت بسیار بالای آب است؛ به طوری که در شرایط خوشبینانه ارزش ضمنی آب ۲۲ درصد افزایش می‌یابد. علت این مسئله آنست که رانت ضمنی آب به عنوان ارزش افزوده آب در حساب عوامل تولید ماتریس حسابداری اجتماعی لحاظ شده است و نحوه بستن بازار آب در بخش کشاورزی به نحوی است که میزان تقاضای رشته فعالیت‌ها برای نهاده آب، متغیر (درونزا) و عرضه منابع آب با توجه وابستگی آن به نزولات جوی برونزا در نظر گرفته شده است. بنابراین، با کاهش عرضه منابع آبی، جهت تسویه بازار آب رانت ضمنی افزایش می‌یابد.

جمع بندی

سهم ارزش افزوده بخش آب از تولید ناخالص داخلی کشور برابر با ۰/۳ درصد می‌باشد که درصد بسیار ناچیزی را شامل می‌شود. در حالی که نتایج مدل تعادل عمومی نشان داد که تنها ۱۰ درصد کاهش عرضه آب در اقتصاد کشور، GDP را ۰/۸ درصد کاهش می‌دهد. عمده ترین دلیل این کم شماری، لحاظ نشدن ارزش واقعی آب در حساب‌های ملی و عدم تعیین حدود و تفکیک ارزش فروش آب شرب و کشاورزی در حسابداری ملی است. بخشی از این مشکل به دلیل ساختار سیستم حسابداری ملی ۹۳ (SNA93) است. هر چند در نسخه چهارم طبقه بندی استاندارد رشته فعالیت‌های اقتصادی (ISIC 4)، تا حدودی مشکل عدم تفکیک رفع شده است؛ ولی SNA93 قادر به نشان دادن ارتباطات واقعی پولی و فیزیکی منابع آب و اقتصاد کشور نمی‌باشد.

از طرف دیگر، ساختار فعلی سازمان‌های مختلف مرتبط با مدیریت آب، براساس سیاست مجزا کردن مسئولیت‌ها و عملکردها قرار دارد؛ نمود عینی بخشی نمودن مدیریت آب، تأثیرات سوء آن بر محیط زیست است. بدین ترتیب هر یک از بخش ها در محدوده‌ی اهداف تعیین شده خود، بدون ارتباط با یکدیگر فعالیت می‌کنند و آثار خارج از مرزهای پروژه را در نظر نمی‌گیرند. ولی نگرش برتر در مدیریت منابع آب، تفکر هماهنگ یا نظام مندی است که ارتباط متقابل اقتصاد و محیط زیست را در نظر گرفته و هر پدیده را در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مورد بررسی قرار می‌دهد. از

مهمترین الزامات بخش آب در جهت تحقق اهداف بالا دستی می‌توان به اصلاح ساختار مدیریت آب، مدیریت جامع و یکپارچه منابع آب، اعتلای جایگاه مدیریت آب در نظام برنامه ریزی کشور و اعمال مدیریت حوزه ای و مدیریت عرضه و تقاضای آب در بخش‌های مختلف به صورت به هم پیوسته اشاره نمود. با توجه به اهمیت بخش آب در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور، لازم است که مدیریت بخشی منابع آب به سمت مدیریت یکپارچه منابع آب سوق یابد. بدین منظور، تنها با ادغام اطلاعات هیدرولوژی و اقتصادی می‌توان در جهت سیاستگذاری کل نگر در کشور گام برداشت. بنابراین پیشنهاد می‌گردد حساب اقماری (Satellite Account) منابع آب کشور توسط مرکز آمار با هماهنگی سازمانهای مرتبط با منابع آب تهیه گردد. این حساب، حاوی اطلاعاتی در زمینه الگوی مصرف آب و میزان دسترسی آب در بخش‌ها، تغییرات در موجودی آب و جریانات بازگشتی است. ایجاد حساب اقماری آب نیازمند تحقیقات بیشتر جهت عملیاتی نمودن آن در کشور است.

پیوست: معرفی مجموعه‌ها، پارامترها، متغیرها و معادلات مدل تعادل عمومی

۱- مجموعه‌ها

فعالیت‌ها	$a \in A$	کالاهای صادراتی	$c \in CE(\subset C)$
کالاها	$c \in C$	کالاهای غیر صادراتی	$c \in CNE(\subset C)$
کالاهای وارداتی	$c \in CM(\subset C)$	عوامل تولید (نیروی کار، سرمایه، زمین آبی و دیم، آب خام	$f \in F$
کالاهای غیر وارداتی	$c \in CNM(\subset C)$	نهادها شامل خانوارها: دولت،شرکت و بقیه دنیا	$i \in I$

۲- پارامترها

پارامتر بهره وری در تابع تولید	ad_{α}	نرخ مالیات بر واردات	tm_c
پارامتر انتقال تابع کشش جانشینی ثابت (آرمینگتون)	aq_c	نرخ مالیات بر فروش	tq_c
پارامتر انتقال تابع کشش انتقالی ثابت (CET)	at_c	نرخ مالیات بر درآمد خانوار	ty_c
شاخص قیمت مصرف کننده	cpi	انتقال بین نهادها	$tr_{ii'}$
وزن کالا در CPI	$cwts_c$	سهم ارزش افزوده عامل تولید از فعالیت	α_{fa}
مقدار کالای واسطه برای هر واحد فعالیت	ica_{ca}	سهم کالا در مصرف خانوار	β_{ch}
میل نهایی پس انداز خانوار	mps_h	کشش جانشینی تابع عرضه کالای مرکب (آرمینگتون)	σ_c^q
قیمت صادرات (بر حسب پول خارجی)	pwe_c	کشش جانشینی تابع انتقال (CET)	σ_c^t
قیمت واردات (بر حسب پول خارجی)	pwm_c	سهم کالا در فعالیت	θ_{ac}
تقاضای دولت	qg_c	توان تابع آرمینگتون	ρ_c^q
تقاضای سرمایه گذاری در سال پایه	$\overline{qinv_c}$	توان تابع کشش جانشینی ثابت	ρ_c^t
سهم درآمد خانوار از عامل تولید	$shry_{hf}$	پارامتر سهم در تابع آرمینگتون	δ_q^q
نرخ مالیات بر صادرات	te_c	پارامتر سهم در تابع کشش جانشینی ثابت	δ_q^t

۳- متغیرها

مخارج شرکت	EE	مقدار تقاضای عوامل برای هر فعالیت	$QF_{f\alpha}$
مخارج دولت	EG	مقدار عرضه عوامل	QFS_f
نرخ ارز	EXR	مقدار مصرف کالا توسط خانوار	QH_{ch}
پس انداز خارجی	$FSAV$	مقدار کالا به عنوان نهاده واسطه در فعالیت	$QINT_c$
عامل تعدیل سرمایه گذاری	$IADJ$	تقاضای سرمایه گذاری	$QINV_c$

قیمت هر واحد فعالیت	PA_α	مقدار واردات	QM_c
قیمت داخلی محصولات عرضه شده به بازار	PD_c	مقدار محصول عرضه شده در بازار (عرضه مرکب)	QQ_c
قیمت داخلی کالاهای صادراتی	PE_c	مقدار تولید داخل	QX_c
قیمت داخلی کالاهای وارداتی	PM_c	متغیر موهومی (برابر صفر در تعادل)	$WALRAS$
قیمت کالای مرکب	PQ_c	دستمزد (پاداش) متوسط عامل تولید	WF_f
قیمت ارزش افزوده	PVA_c	ضریب انحراف دستمزد عامل تولید در فعالیت	$WFDIST_{f\alpha}$
قیمت تولید کننده	PX_c	انتقال درآمد از عامل تولید به خانوار	YF_{hf}
مقدار حاصل شده از فعالیت	QA_α	درآمد شرکت	YE
مقدار فروش محصول داخلی در بازار داخل	QD_c	درآمد دولت	YG
مقدار صادرات	QE_c	درآمد خانوار	YH_h

٤- معادلات مدل

۴-۱ بلوک قیمت

قیمت واردات
$$PM_c = (1+tm_c).EXR.pwm_c \qquad c \in C$$

قیمت صادرات
$$PE_c = (1-te_c).EXR.pwe_c \qquad c \in CE$$

جذب
$$PQ_c.QQ_c = [PD_c.QD_c + (PM_c.QM_c)].(1+tq_c) \qquad c \in C$$

ارزش تولید داخلی
$$PX_c.QX_c = PD_c.QD_c + (PE_c.QE_c) \qquad c \in C$$

قیمت فعالیت
$$PA_a = \sum_{c \in C} PX_c.\theta_{ac} \qquad a \in A$$

۴-۲ بلوک تولید

تابع تولید فعالیت
$$QA_\alpha = ad_\alpha \prod_{f \in F} QF_{f\alpha}^{\alpha_{f\alpha}} \qquad \alpha \in A$$

تقاضای عامل تولید
$$WF_f.WFDIST_{f\alpha} = \frac{\alpha_{fa}.PVA_a.QA_\alpha}{QF_{f\alpha}} \qquad f \in F, \quad a \in A$$

تقاضای کالای واسطه
$$QINT_C = ica_{ca}.QA_a \qquad c \in C, \quad a \in A$$

تابع تولید
$$QX_c = \sum_{a \in A} \theta_{ac}.QA_a \qquad c \in C$$

تابع عرضه مرکب (آرمینگتون)
$$QQ_c = aq_c.(\delta_c^q.QM_c^{-\rho_c^q} + (1-\delta_c^q).QD_c^{-\rho_c^q})^{-\frac{1}{\rho_c^q}}$$

نسبت تقاضای واردات و کالای داخلی
$$\frac{QM_c}{QD_c} = \left(\frac{PD_c}{PM_c}.\frac{\delta_c^q}{1-\delta_c^q}\right)^{\frac{1}{1+\rho_c^q}} \qquad c \in CM$$

عرضه کالاهای مرکب غیر وارداتی
$$QQ_c = QD_c \qquad c \in CE$$

تابع کشش انتقالی ثابت (CET)
$$Q_i = at_c.(\delta_c^t.QE_c^{\rho_c^t} + (1-\delta_c^t).QD_c^{\rho_c^t})^{\frac{1}{\rho_c^t}} \qquad c \in CE$$

$$\frac{QE_c}{QD_c} = \left(\frac{PE_c}{PD_c}.\frac{1-\delta_c^t}{\delta_c^t}\right)^{\frac{1}{\rho_c^t-1}}$$

نسبت عرضه صادرات و کالای داخلی

$$QX_c = QD_c \qquad c \in CNE$$

تولیدکالاهای غیرصادراتی

۴-۳ بلوک نهاد

$$YF_{hf} = shry_{hf}.\sum_{a\in A} WF_f.WFDIST_{f\alpha}.QF_{f\alpha} \qquad h \in H,\ f \in F$$

درآمد عوامل تولید

$$YH_h = \sum_{f\in F} YF_{hf} + tr_{h,gov} + tr_{h,ent} + EXR.tr_{h,row} \qquad h \in H$$

درآمدخانوار

$$QH_{ch} = \frac{\beta_{ch}.(1-mps_h)(1-ty_h).YH_h}{PQ_c} \qquad c \in C, h \in H$$

تقاضای مصرفی خانوار

$$QINV_c = \overline{qinv_c}.IADJ \qquad c \in C$$

تقاضای سرمایه گذاری

$$YG = \sum_{h\in H} ty_h + tr_{gov,ent} + shry_{gov,f}.\sum_{a\in A} WF_f.WFDIST_{f\alpha}.QF_{f\alpha}\Big|_{f:cap\subset F} +$$
$$\sum_{c\in C} tq_c.(PD_c.QD_c + (PM_c.QM_c)) + \sum_{c\in CM} tm_c EXR.pwm_c.QM_c + \sum_{c\in CE} te_c.EXR.pwe_c.QE_c$$

درآمد دولت

$$EG = \sum_{h\in H} tr_{h,gov} + \sum_{c\in C} PQ_c.qg_c$$

مخارج دولت

$$YE = shry_{ent,f}.\sum_{a\in A} WF_f.WFDIST_{f\alpha}.QF_{f\alpha}\Big|_{f:cap\subset F} + EXR.tr_{ent,row}$$

درآمد شرکت

$$EE = tr_{gov,ent} + \sum_{h\in H} tr_{h,ent}$$

مخارج شرکت

۴-۴ بلوک محدودیتهای سیستمی

$$\sum_{a\in A} QF_{f\alpha} = QFS_f \qquad f \in F$$

بازار عوامل

$$QQ_c = \sum_{a\in A} QINT_{ca} + \sum_{h\in H} QH_{ch} + qg_c + QINV_c \qquad c \in C$$

بازار کالاهای مرکب

$$\sum_{c\in C} pwe_c QE_c + \sum_{i\in I} tr_{i,row} + FSAV = \sum_{c\in CM} pwm_c.QM_c$$

تراز حساب جاری

برابری پس انداز – سرمایه گذاری

$$\sum_{h\in H} mps_h.(1-ty_h)YH_h + (YG-EG) + (YE-EE) + EXR.FSAV = \sum_{c\in C} PQ_c.QINV_c + WALRAS$$

$$\sum_{c\in C} PQ_c.cwts_c = cpi$$

شاخص قیمت

منابع

۱- مرکز آمار ایران، دستورالعمل تهیه حساب‌های ملی، اداره حساب‌های اقتصادی.

۲- محمد ولی سامانی ج. ۱۳۸۴. مدیریت منابع آب و توسعه پایدار، معاونت پژوهشی مجلس شورای اسلامی، دفتر مطالعات زیر بنایی، ۳۲ ص.

۳- یوسفی ع. ۱۳۸۹. بررسی آثار کمبود آب در اقتصادایران: مدل تعادل عمومی محاسبه شدنی، رساله دکتری رشته اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

4- Arndt C., and Tarp F. 2001. Who gets the goods? A general equilibrium perspective on food aid in Mozambique. Food Policy, 26(2), 107-119.

5- Berrittella M., Hoekstra A. Y., Rehdanz K., Roson R., and Tol R. S. J. 2007. The economic impact of restricted water supply: A computable general equilibrium analysis. Water Research, 41(8), 1799-1813.

6- Bouhia H. 1998. Water in the economy: integrating water resources into national economic planning. Harvard University.

7- Boyd R. O. Y., and Ibarraran M. E. 2009. Extreme climate events and adaptation: an exploratory analysis of drought in Mexico. Environment and Development Economics, 14(03), 371-395.

8- Cosgrove W., and Rijsberman F. 2000. World water vision: making water everybody's business. London: Earthscan Publications.

9- Decaluwe B., Patry A., and Savard L. 1999. When Water Is No Longer Heaven Sent: Comparative Pricing Analysis in an AGE Model: Laval - Recherche en Politique Economique.

10-Diao X., Dinar A., Roe T., and Tsur Y. 2008. A general equilibrium analysis of conjunctive ground and surface water use with an application to Morocco. Agricultural Economics, 38(2), 117-135.

11-Diao X., and Roe T. 2003. Can a water market avert the "double-whammy" of trade reform and lead to a "win-win" outcome? Journal of Environmental Economics and Management, 45(3), 708-723.

12-Falkenmark M. 1994. The dangerous spiral: near-future risks for water-related eco-conflicts. Paper presented at the Proceedings of the ICRC Symposium Water and War: Symposium on Water in Armed Conflicts.

13-Fiorillo F., Palestrini A., Polidori P., and Socci C. 2007. Modelling water policies with sustainability constraints: A dynamic accounting analysis. Ecological Economics, 63(2-3), 392-402.

14-Gomez, C. M., Tirado, D., and Rey-Maquieira, J. 2004. Water exchanges versus water works: Insights from a computable general equilibrium model for the Balearic Islands. Water Resour. Res., 40.

15-Goodman D. J. 2000. More reservoirs or transfers? A Computable General Equilibrium Analysis of Projected Water Shortages in the Arkansas River Basin. Journal of Agricultural and Resource Economics, 25(2), 698-713.

16-ICCO 2003. Initial national communication to united nations framework convention on climate change. Tehran: Iran's Climate Change Office, Departmnet of Enviroment.

17-Letsoalo A., Blignaut J., de Wet T., de Wit M., Hess S., Tol R. S. J., et al. 2007. Triple dividends of water consumption charges in South Africa. Water Resour. Res., 43.

18-Löfgren H., Lee Harris R., and Robinson S. 2002. A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS: International Food Policy Research Institute.

19-Rogers P., Hurst, C., and Harshadeep N. 1993. Water Resources Planning in a Strategic Context: Linking the Water Sector to the National Economy. Water Resour. Res., 29.

20-Salami H., Shahnooshi N., and Thomson K. J. 2009. The economic impacts of drought on the economy of Iran: An integration of linear programming and macroeconometric modelling approaches. Ecological Economics, 68(4), 1032-1039.

21-Seung C. K., Harris T. R., Englin J. E., and Netusil N. R. 2000. Impacts of water reallocation: A combined computable general equilibrium and recreation demand model approach. The Annals of Regional Science, 34(4), 473-487.

22-Simonovic S. P., and Fahmy H. 1998. A New Modeling Approach for Water Resources Policy Analysis. Water Resour. Res., 35.

23-Yousefi A., Khalilan S. and Hajian M. H. 2010. The Role of Water in Iranian Economy: A CGE Modeling Approach, 11th conference on Economic Modelling, Istanbul, 7-11 July.