نشریه علمی سیاست‌گذاری اقتصادی
مقاله پژوهشی/ سال سیزدهم، شماره بیست و پنجم، بهار و تابستان ۱۴۰۰

ارزیابی اقتصادی طرح ملی شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس به معادن جنوب شرقی کشور: رهیافت مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مالی (FCGE)

آذر تابش[۱]
مجید صامتی[۲]
سعید صمدی[۳]
مهرداد فرهادیان[۴]
غلامحسین کیانی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۲۹

چکیده

هدف از نگارش این مقاله ارائه یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه مالی پویا است که بتواند با تأکید بر بخش آب، آثار اقتصادی ساخت، تأمین مالی و بهره‌برداری از پروژه زیربنایی شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس به معادن جنوب شرقی کشور را توسط بخش عمومی یا بخش خصوصی (با شیوه مشارکت عمومی خصوصی) مورد ارزیابی قرار دهد. بعد از طراحی مدل و شبیه‌سازی سناریوها نتایج حاصل بیان‌گر این واقعیت است که ساخت و بهره‌برداری از این پروژه، در صورتی که توسط بخش خصوصی صورت گیرد و تأمین مالی آن از محل حذف یارانه آب و انتشار سهام در بازار سرمایه انجام شود، اثر مثبت بالاتری بر تولید ناخالص داخلی و رفاه اجتماعی نسبت به زمانی که توسط بخش عمومی و با تأمین مالی از محل انتشار اوراق مشارکت یا وضع مالیات بر محصول آب صورت گیرد، خواهد داشت. به عبارت دیگر ساخت و بهره‌برداری از پروژه توسط بخش خصوصی از محل حذف یارانه آب و انتشار سهام در بازار سرمایه بدون افزایش بهره‌وری منجر به افزایش در تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۲۲۴ درصد خواهد شد، ولی

۱. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه اصفهان (این مقاله مستخرج از رساله دکتری در دانشگاه اصفهان می‌باشد) tabeshazar@yahoo.com
۲. دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه اصفهان (نویسنده مسئول) majidsameti@ase.ui.ac.ir
۳. دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه اصفهان s.samadi@ase.ui.ac.ir
۴. دانشیار گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان m.farhadian@eng.ui.ac.ir
۵. استادیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه اصفهان gh.kiani@ase.ui.ac.ir

در رفاه خانوار تغییر محسوسی ایجاد نخواهد کرد؛ اما در صورتی که با افزایش بهره‌وری همراه باشد، تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۷۵۱ و رفاه اجتماعی به میزان ۰/۰۰۱۶ درصد افزایش خواهد یافت. از طرف دیگر در صورتی که ساخت و بهره‌برداری توسط بخش عمومی و از محل انتشار اوراق مشارکت صورت گیرد؛ باعث افزایش تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۱۷۵ درصد و کاهش رفاه خانوار به میزان ۰/۰۰۲ درصد خواهد شد و اگر تأمین مالی آن از محل وضع مالیات بر محصول آب باشد، تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۱۰۸ درصد افزایش و رفاه اجتماعی خانوار نیز به میزان ۰/۰۰۰۴ درصد کاهش می‌یابد.

واژگان کلیدی: تعادل عمومی قابل محاسبه مالی، تأمین مالی، مشارکت عمومی خصوصی، شیرین‌سازی، انتقال آب بین حوضه‌ای.

Keyword: Financial Computable General Equilibrium Model, Financing, Public-Private Partnerships, Desalination, Inter Basin Water Transfer.
JEL Classification: F65, C68, L92, Q25, E62.

۱- مقدمه

ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان قرارگرفته و از منظر جغرافیای آبی با محدودیت نسبتاً شدیدی روبرو است. عدم دسترسی به منابع آب نه‌تنها توسعه شهری و امنیت غذایی بسیاری از استان‌ها را دستخوش نگرانی‌های جدی نموده بلکه رشد و توسعه صنعتی و معدنی کشور را نیز با محدودیت شدید مواجه ساخته است. البته سهم صنایع و معادن از کل میزان آب مصرفی کشور، حدود دو درصد است که در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته بسیار ناچیز تلقی می‌شود؛ اما توزیع جغرافیایی و مکان‌یابی صنایع با محوریت آب صورت نگرفته است و همین امر موجب شده است که علیرغم پایین بودن سهم این بخش نسبت به متوسط جهانی، باز هم مشکلات و موانع بسیاری در تأمین منابع آبی لازم برای بخش صنعت مشاهده شود. به عنوان مثال بخش مهمی از معادن ایران نظیر معادن سنگ آهن و مس در جنوب شرق کشور در استان‌های کم آب نظیر هرمزگان، کرمان و یزد واقع شده‌اند. به طور کلی دو راهکار عمده و اصلی برای مدیریت منابع آب در بخش صنایع و معادن وجود دارد. گزینه اول استفاده از آب شور دریا به جای آب شیرین (نمک‌زدایی از آب دریا) و گزینه دوم استفاده از فرآیندهای بازیافت آب در کارخانه‌های صنعتی و معدنی از جمله استفاده از تیکنرهای آبی و فیلتراسیون (بهادری، ۱۳۸۶: ۱).

در حال حاضر یکی از منابع آب نامتعارف خلیج فارس است که از طریق توسعه فناوری نمک‌زدایی و انتقال آن به صنایع و معادن جنوب شرقی کشور در صورت استفاده درست و اصولی از آن می‌توان مشکلات آبی استان‌های مذکور را پایان‌یافته قلمداد نمود. بر اساس آمار منتشرشده از طرف انجمن بین‌المللی نمک‌زدایی (IDA[1]) تعداد تأسیسات نمک‌زدایی (شیرین‌سازی آب) در سال ۲۰۱۹ به ۲۱۱۲۳ کارخانه رسیده است و در حال حاضر بیش از سیصد میلیون نفر در ۱۵۰ کشور در جهان از جمله در کشورهای حاشیه خلیج فارس نیازهای روزانه خود را با استفاده از این فناوری برطرف می‌نمایند. ظرفیت تأسیسات نمک‌زدایی آب، از سال ۲۰۱۰ تاکنون دو برابر رشد داشته و به ۱۴۲ میلیون متر مکعب در روز در سال ۲۰۱۹ رسیده است.

در حال حاضر برنامه‌ریزی، مدیریت و نظارت بر صنعت آب در ایران یکی از وظایف اصلی وزارت نیرو است، اما مشکل اصلی اینجاست که سال‌های اخیر سهم بسیار بالای اعتبارات هزینه‌ای در بودجه عمومی کشور منجر به این شده که دولت نتواند ساخت و بهره‌برداری از زیرساخت‌های عمرانی خود را در حوزه‌های مختلف از جمله صنعت آب به سرانجام برساند. از طرفی با وجود

[1]. International Desalination Association

تحریم در صنعت نفت ایران و محدود بودن درآمدهای ارزی امکان تأمین مالی پروژه‌هایی از این دست، از درآمدهای حاصل از فروش نفت کاهش یافته و دولت ناگزیر بایستی به درآمدهای ناشی از اخذ مالیات، اخذ تعرفه خدمات یا انتشار اوراق مشارکت‌های دولتی تکیه کرده و یا از ظرفیت بخش خصوصی استفاده نماید. البته آن‌چه مسلم است نحوه تأمین مالی پروژه‌های زیربنایی گاهی اثر مثبت این زیرساخت‌ها را بر اقتصاد تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین لازم است اثر بهره‌برداری از این زیرساخت‌ها بر اقتصاد با توجه به شیوه تأمین مالی آن‌ها بررسی گردد (هاکفورت[1] ۱۹۹۷: ۷۰).

در حال حاضر نیز برای دستیابی به هدف تأمین آب معادن جنوب شرقی کشور، طرح شیرین‌سازی و انتقال آب به میزان حداقل ۶۵۰ میلیون متر مکعب در سال در چند فاز در قالب طرح شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس برنامه‌ریزی گردیده است. در این راستا شرکت‌های معدنی و صنعتی گل گهر، شرکت ملی صنایع مس ایران و شرکت معدنی و صنعتی چادرملو؛ شرکت تأمین و انتقال آب خلیج فارس را به عنوان متولی شیرین‌سازی و انتقال آب تأسیس کردند. این طرح در حد فاصل استان‌های هرمزگان، کرمان و یزد واقع شده است و شامل سه قطعه اصلی می‌باشد. قطعه اول حد فاصل آب‌شیرین‌کن بندرعباس تا محدوده گل گهر سیرجان، قطعه دوم حد فاصل گل گهر تا مس سرچشمه و قطعه سوم حد فاصل مس سرچشمه تا معدن چادرملو می‌باشد. در واقع هدف اصلی این طرح تأمین نیاز آبی فعلی و توسعه طرح‌های صنعتی و معدنی این سه شرکت است. البته آب منتقل‌شده برای مصارف دیگری در مسیر خط نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و امکان گسترش طرح به استان‌های دیگر از جمله استان اصفهان وجود دارد. ساخت این پروژه از سال ۱۳۹۲ آغاز و پیش‌بینی شده تا سال ۱۴۰۰ به پایان برسد و بر اساس گزارش شرکت متولی در سال ۱۳۹۸ پیشرفت فیزیکی کل طرح (شیرین‌سازی و خط انتقال) حدود ۶۳/۴۲ درصد است. همچنین پروژه ساخت مجتمع آب‌شیرین‌کن بندرعباس توسط شرکت مهندسی توسعه آب آسیا که از شرکت‌های زیرمجموعه شرکت تأمین و انتقال آب خلیج فارس است، نیز جزء این طرح می‌باشد. هدف این مجتمع در فاز صفر این پروژه، تولید آب شیرین به روش اسمز معکوس در بندرعباس با ظرفیت حداقل یک میلیون متر مکعب در روز جهت مصارف شرب و صنعتی قبل از انتقال آن به فلات مرکزی است. پیشرفت فیزیکی تأسیسات آب‌شیرین‌کن تا مرداد ۱۳۹۸، حدود ۵۷/۸۱ درصد گزارش شده است. مشارکت بخش خصوصی در قسمت احداث

[1]. Hakfoort (1997)

مجتمع آب‌شیرین‌کن بندرعباس به صورت BOO با عقد قرارداد تضمینی می‌باشد (گزارش شرکت تأمین و انتقال آب خلیج فارس، ۱۳۹۸: ۵). برآورد کلی سرمایه‌گذاری شیرین‌سازی و خط انتقال (با نرخ تسعیر ارز معادل ۱۰ هزار تومان) حدود ۱۰۹ هزار میلیارد ریال است (گزارش سازمان بورس و اوراق بهادار، ۱۳۹۸).

لذا در این مقاله تلاش می‌گردد با طراحی یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه مالی پویا برای بخش آب، اثر اقتصادی سرمایه‌گذاری در این طرح با روش ساخت، بهره‌برداری و تأمین مالی ارزیابی شود تا مشخص شود کدام شیوه تأمین مالی پروژه اثر مثبت بیشتری روی رشد اقتصادی و رفاه خانوار می‌گذارد. ساختار مقاله به این نحو است که در ادامه مقاله و در بخش دوم؛ مبانی نظری، بخش سوم؛ مطالعات تجربی، بخش چهارم؛ روش تحقیق، بخش پنجم؛ شبیه‌سازی سناریوها و در بخش پایانی نتیجه‌گیری ارائه می‌گردد.

۲- مبانی نظری

کشورهای در حال توسعه در سراسر جهان به طور مداوم به دنبال استراتژی‌های جدید برای افزایش توانایی اقتصاد خود در تولید کالاها و خدمات هستند و این نگرش موجب شده تا به توسعه امکانات و زیرساخت‌ها توجه خاصی مبذول نمایند. در این میان زیرساخت‌های عمومی از جمله زیرساخت‌های حوزه آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند؛ زیرا آب به طور مستقیم و غیر مستقیم عامل تولید بسیاری از کالاها و خدمات است و از این طریق می‌تواند نقش بسزایی در رشد اقتصادی و متعاقب آن کاهش فقر داشته باشد. تعدادی از اقتصاددانان مدل‌های پیچیده‌ای را برای ارزیابی تأثیرات اقتصادی سیاست‌های سمت‌های مختلف عرضه که هدف آن‌ها افزایش ظرفیت تولید اقتصادی است، تهیه کرده‌اند. به عبارتی در کنار مدل‌سازی نهاده‌های اصلی تولید (سرمایه فیزیکی و نیروی کار)، مدل‌های جدید به دنبال استفاده هم‌زمان از نهاده‌های غیر سنتی مانند زیرساخت‌های عمومی و یا آموزش و پرورش به عنوان عوامل اصلی در رشد اقتصادی هستند. مقالات اصلی رومر[1](۱۹۸۶، ۱۹۹۰)، لوکاس[2](۱۹۸۸) و بارو[3](۱۹۹۰) زمینه ظهور کامل مدل‌های رشد درون‌زا را فراهم کرده‌اند که صریحاً به دنبال درون‌زایی انباشت سرمایه انسانی و زیرساخت‌ها به‌عنوان دو عامل اصلی تابع تولید بوده‌اند (دیسو و دیدیک[4] ۲۰۱۳: ۵). کارهای اولیه آشور[1]

1. Romer (1986, 1990)
2. Lucas (1988)
3. Barro (1990)
4. Dissou and Didic (2013)

(۱۹۸۹) و بارو (۱۹۹۰) نیز راه را برای انجام مطالعات فراوانی هموار کرده است که هدف آن‌ها درک بهتر رابطه بین زیرساخت‌های عمومی و رشد اقتصادی است. آشور در مقاله معروف خود با عنوان آیا مخارج عمومی مولّد است، بین مخارج عمومی مولّد و غیر مولّد تفاوت قائل شده و با به‌کارگیری یک تابع نئوکلاسیکی به این نتیجه رسیده است که افزایش یک درصدی در موجودی سرمایه عمومی در آمریکا، تولید بخش خصوصی را ۲۴ درصد افزایش می‌دهد؛ اما پس از وی مطالعات دیگری در همین زمینه در آمریکا و سایر کشورها صورت گرفت که دامنه نتایج آن حاکی از تأثیر مثبت و بسیار قوی تا تأثیر منفی و معنادار سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های عمومی بر تولیدات و رشد اقتصادی است. عده‌ای تفاوت در این یافته‌ها را به مسائل و مشکلات روش اقتصادسنجی نسبت داده‌اند (دیسو و دیدیک، ۲۰۱۳: ۷).

استچ و فِی[2](۲۰۰۷) و گراملیچ[3](۱۹۹۴) هر دو به مشکلات روش اقتصادسنجی که در مدل‌های سری زمانی برای تخمین توابع تولید کل استفاده می‌شوند، اشاره می‌کنند که معمولاً عبارت‌اند از: روندهای رایج در سرمایه سرانه و تولید سرانه، تورش متغیرهای حذف شده (به عنوان مثال قیمت انرژی)، علیت معکوس، تأثیرات شبکه، کیفیت پایین داده و ناهمگنی؛ اما با این وجود استچ و فی (۲۰۰۹) با تأکید بر این نکته که ارتباط بین زیرساخت‌ها و رشد در میان کشورها و باگذشت زمان و همچنین در داخل کشورها و درون خود بخش‌ها متفاوت است، به تأثیر زیرساخت‌ها بر رشد اقتصادی اذعان نمودند. آن‌ها به مطالعه رومپ و دِهان[4](۲۰۰۵) اشاره می‌کنند که نشان می‌دهد از میان ۳۹ مقاله کار شده در مورد کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۳۲ مقاله و از میان ۱۲ مقاله در مورد کشورهای در حال توسعه ۹ مقاله اثر مثبت زیرساخت‌ها بر روی برخی از تولیدات، کارایی، بهره‌وری، سرمایه‌گذاری خصوصی و اشتغال را نشان می‌دهد. نقص مطالعات صورت گرفته با روش اقتصادسنجی، محققان را به توسعه مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی ارتباط بین زیرساخت‌ها و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه هدایت کرده است. مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه چارچوبی عالی برای پیوند دادن دو تحلیل نظری و تجربی اقتصادی فراهم می‌کنند که هر دو دارای اهمیت هستند. این مدل‌ها چارچوب مناسبی برای ردیابی مکانیسم‌های انتقالی فراهم آورده و به طور خاص، اجازه تجزیه و تحلیل بازخورد اثرات

1. Aschauer (1989)
2. Estache and Fay (2007)
3. Gramlich (1994)
4. Romp and de Haan (2005)

مهم سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها بر تعادل عمومی و همچنین پیامدهای مالی آن‌ها را می‌دهند. چندین مطالعه با این روش توسط افرادی نظیر لافگرن و رابینسون[1](۲۰۰۴)، آدام و بوآ[2](۲۰۰۶)، پراولت و همکاران[3](۲۰۱۰) و دیسو و دیدیک (۲۰۱۱) برای مدل‌سازی تأثیرات سرمایه عمومی بیشتر در زیرساخت‌ها بر رشد اقتصادی و فقر با مکانیسم‌های مختلف تأمین مالی صورت گرفته است.

سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های عمومی از طریق کانال‌های مختلفی بر رشد اقتصادی مؤثر واقع می‌شود. یکی از آن‌ها از طریق افزایش بهره‌وری است که برای اولین بار در مطالعات آشور (۱۹۸۹) به آن اشاره شده است. وی مدعی بود کاهش رشد بهره‌وری آمریکا در دهه ۱۹۷۰، به دلیل کاهش در میزان سرمایه‌گذاری‌های بخش عمومی در زیرساخت‌ها است. آگنور و مورنو-دادسون[4](۲۰۰۶) دو کانال دیگر که از طریق آن‌ها زیرساخت‌ها می‌توانند بر رشد تأثیر بگذارند، تحت عنوان مکمل‌سازی و اثر جبرانی را معرفی می‌کنند. کانال اول باعث رشد از طریق تشکیل سرمایه خصوصی می‌شود؛ یعنی زیرساخت‌های عمومی باعث افزایش بهره‌وری نهایی عوامل تولید خصوصی می‌شود و بدین ترتیب باعث افزایش نرخ بازده سرمایه خصوصی و احتمالاً افزایش تقاضای بخش خصوصی برای سرمایه فیزیکی می‌شود. کانال دوم بیان می‌کند که در کوتاه‌مدت، افزایش موجودی سرمایه‌های عمومی ممکن است جانشین سرمایه‌گذاری‌های خصوصی شود یا اثر جبرانی ایجاد کن

جدول ۱: اثر شیوه‌های مختلف تأمین مالی بر متغیرهای کلان اقتصادی (از دیدگاه پول‌گرایان[5] استنتاج شده است)[6]

اثر شیوه‌های تأمین مالی	تورم	GDP	نرخ بهره	سرمایه‌گذاری خصوصی	رفاه اجتماعی
وضع مالیات	مثبت	نامشخص	مثبت	منفی	منفی
انتشار اوراق قرضه دولتی	مثبت	مثبت (نامشخص)	مثبت (بسیارمثبت)	منفی (بسیار منفی)	مثبت (منفی)
اخذ تعرفه خدمات	بسیار مثبت	نامشخص	نامشخص	نامشخص	مثبت
بخش خصوصی	بسیار مثبت	بسیار مثبت	نامشخص	نامشخص	مثبت

منبع: کیم و همکاران (۲۰۱۵)

1. Lofgren and Robinson (2004)
2. Adam and Bevan (2006)
3. Perrault (2010)
4. Agenor and Moreno-Dodson (2006)
5. Monetarist

۶. البته دیدگاه سایر مکاتب ممکن است کاملاً متفاوت باشد.

اگر کاهش در شکل‌گیری سرمایه خصوصی به مرور زمان ادامه یابد، این تأثیر منفی اثر جبرانی زیرساخت‌ها ممکن است به یک اثر منفی بلندمدت تبدیل شود؛ اما در تمام این استدلال‌ها به‌طور عمومی فرض می‌شود که زیرساخت عامل تولیدی است که بابت آن هزینه‌ای پرداخت نشده است؛ اما این فرضیه سبب شده نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری بیش از حد برآورد شود و حقیقت منعکس نگردد، زیرا این زیرساخت‌ها ناگزیر بایستی توسط مالیات دولتی، اوراق قرضه، تعرفه یا عوارض تأمین مالی شوند؛ به عبارت دیگر تأثیر مثبت زیرساخت‌ها به درجه دولتی بودن آن، اندازه بهینه، روش تأمین مالی و اثرات سرریز بین‌المللی بستگی دارد.

لذا با توجه به این‌که تقاضا برای سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها به ویژه سلامت عمومی و امنیت بسیار بیش از وجوه در دسترس است، بررسی ارتباط بین روش‌های تأمین مالی برای سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و اثراتشان بسیار مهم است.

منابع مالی جهت سرمایه‌گذاری به چهار دسته اصلی می‌تواند تقسیم‌بندی شود: اخذ مالیات، انتشار اوراق قرضه دولتی، اخذ تعرفه خدمات[1] و سرمایه‌گذاری توسط بخش خصوصی.

به طور خلاصه می‌توان گفت از آن‌جا که وضع مالیات و مداخلات دولتی انحراف از تخصیص منابع اقتصادی و یک زیان‌بار مرده[2] ایجاد می‌کند، اگر دولت نرخ مالیات غیر مستقیم را افزایش دهد، قیمت تعادلی با یک کاهش در تولید افزایش خواهد یافت. اگر دولت یک مالیات اضافی وضع کند درآمد قابل تصرف کاهش می‌یابد و متعاقباً پس‌انداز و مصرف خصوصی کاهش خواهد یافت که نهایتاً منجر به سرمایه‌گذاری خصوصی کمتر از طریق نرخ بهره بالاتر می‌شود. برای مثال استرلی و ربلو[3] (۱۹۹۳) دریافتند که افزایش مالیات بر درآمد اثرات منفی بر رشد اقتصادی و سرمایه‌گذاری خصوصی در سال‌های ۸۰-۱۹۷۰ داشته است (کیم و همکاران[4] ۲۰۱۶: ۳۹۹).

کلر و همکاران (۱۹۹۱)[5] اثرات منفی مالیات‌هایی نظیر مالیات بر درآمد و مالیات بر دارایی را بر رشد تولید ناخالص داخلی کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی بررسی کردند و نتیجه گرفتند که اثرات رشد مخارج دولتی به روش تأمین مالی آن‌ها بستگی دارد. چن و

1. User Charge
2. Deadweight Loss
3. Easterly and Rebelo (1993)
4. Kim (2016)
5. Kneller (1991)

همکاران[1](۲۰۱۷) نیز با جایگزینی وجوه خصوصی به جای تأمین مالی توسط بخش عمومی با وضع مالیات در ساخت یک بزرگراه در ویرجینیا دریافتند که با کاهش بار مالیاتی اقتصاد تولید ناخالص داخلی در سطح منطقه افزایش یافته و متعاقباً رفاه اجتماعی بهبود یافته است.

تأمین مالی با اوراق قرضه دولتی نیز به طور گسترده‌ای برای جبران کسری بودجه بکار می‌رود، اما اثرش روی اقتصاد کلان نامشخص است. اقتصاددانان کینزی اظهار داشتند که تأمین مالی کسری بودجه با انتشار اوراق قرضه به کاهش نرخ بیکاری و افزایش مصرف خصوصی در بلندمدت کمک می‌کند؛ اما پول‌گرایان تصور می‌کنند که افزایش در نرخ بهره ناشی از انتشار اوراق قرضه، اثر جانشینی[2]روی سرمایه‌گذاری خصوصی دارد. پول‌گرایان عقلایی دریافتند که کسری دولت با تأمین مالی توسط اوراق قرضه به عنوان ابزار بدهی داخلی باید با نرخ مالیات بالاتر پرداخت شود که در نتیجه منجر به کاهش رشد اقتصادی در بلندمدت خواهد شد. جئونگ[3](۱۹۹۰) نیز اثر تأمین مالی دولت توسط اوراق قرضه بر ثروت خصوصی و نرخ بهره را با مدل بلندر- سولو[4]برآورد کرد. وی دریافت که افزایش ثروت ناشی از اوراق قرضه منجر به مصرف خصوصی بیشتر می‌شود؛ اما این مسئله در اقتصاد آمریکا و ژاپن ملموس نبود. اثر تأمین مالی دولت توسط اوراق قرضه روی نرخ بهره معنادار نبود؛ اما اثر جانشینی روی سرمایه‌گذاری داشت.

ات و تورنوسکی[5](۲۰۰۵) معتقدند تأمین مالی با اخذ تعرفه خدمات برای کاهش اثرات جانبی کالاها و خدمات عمومی و بهبود در رفاه اجتماعی سودمند است، اگرچه سبب افزایش تورم خواهد شد؛ زیرا تولیدکننده و مصرف‌کننده پول اضافی برای کالا و خدمات عمومی می‌پردازند. لذا نه تنها به دلیل تورم بلکه به دلیل افزایش مخارج دولت اثرش روی رشد اقتصادی به نظر نامشخص است. نهایتاً، روش دیگر تأمین مالی و بهره‌برداری از امکانات زیرساختی، مشارکت بخش خصوصی است که منجر به کاهش هزینه بهره‌برداری و بهبود بهره‌وری می‌شود.

خان و رینهارت[6](۱۹۹۰) اظهار داشتند که بهره‌وری نهایی سرمایه‌گذاری خصوصی بزرگ‌تر از سرمایه‌گذاری دولتی است. سرمایه‌گذاری توسط بخش خصوصی با افزایش تقاضا در بازار کالا و خدمات منجر به افزایش تورم و متعاقباً افزایش تولید ناخالص داخلی خواهد شد، اما به دلیل

1. Chen (2017)
2. Crowding out
3. Jeong (1990)
4. Blinder-Solow
5. Ott and Turnovsky (2005)
6. Khan and Reinhart (1990)

افزایش بهره‌وری در طول دوره بهره‌برداری نیز تأثیر فزاینده‌ای بر تولید ناخالص داخلی و رفاه اجتماعی خواهد گذاشت.

البته بخش خصوصی نیز به شیوه‌های مختلفی (شیوه‌های تأمین مالی پروژه محور یا تأمین مالی شرکتی) در دنیا می‌تواند در پروژه‌های مختلف سرمایه‌گذاری نماید که هر یک از این شیوه‌ها تأثیرات متفاوتی بر اقتصاد خواهند گذاشت؛ اما در ایران در حال حاضر با توجه به محدودیت‌های داخلی و بین‌المللی از جمله وجود تحریم‌های نفتی، عدم امکان اخذ وام از بانک‌های خارجی و کافی نبودن منابع بانک‌های داخلی شاید بهترین گزینه استفاده از ظرفیت بازارهای مالی باشد. لذا در این پژوهش تلاش می‌گردد اثر سرمایه‌گذاری در طرح شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس به جنوب شرقی کشور با اعمال سه سناریو مختلف تأمین مالی با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مالی ارزیابی شود.

۳- مطالعات تجربی

تاکنون در خصوص تأثیر سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری از زیرساخت‌های عمومی حوزه آب مانند بررسی اثر سرمایه‌گذاری در سد، پروژه‌های انتقال آب یا تأسیسات نمک‌زدایی بر متغیرهای اقتصادی پژوهشی صورت نگرفته است. همچنین در خصوص تأثیر سرمایه‌گذاری یا بهره‌برداری از یکی از زیرساخت‌های عمومی ایران با توجه به شیوه‌های مختلف تأمین مالی و با استفاده از مدل تعادل عمومی نیز تاکنون تحقیقی صورت نگرفته است. در خارج از کشور نیز کارهای بسیار اندکی در راستای ارزیابی اقتصادی پروژه‌های انتقال آب و یا شیرین‌سازی آب با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) وجود دارد. به عنوان مثال می‌توان به کار پالاتنیک[1](۲۰۱۹) اشاره نمود که ارزش اقتصادی تأسیسات آب‌شیرین‌کن موجود در سرزمین‌های اشغالی را که در تأمین آب منطقه نقش قابل توجهی دارند محاسبه نموده است. وی در لایه زیرین تکنولوژی تولید مدل خود از ۵ نوع آب مطابق کار بائوم و همکاران[2](۲۰۱۶) استفاده نموده است که عبارت‌اند از آب قابل شرب، آب تولید شده توسط تأسیسات نمک‌زدایی، آب شور، فاضلاب تصفیه شده در مرحله دوم[3]و فاضلاب تصفیه شده در مرحله سوم[4] در این مدل ابتدا شوک کمبود آب اعمال و اثر آن بر تولید ناخالص داخلی شبیه‌سازی می‌گردد. نتایج حاکی از افزایش قیمت آب آشامیدنی،

1. Palatnik (2019)
2. Baum (2016)
3. Secondary-Treated Wastewater
4. Tertiary-Treated Wastewater

کاهش تولیدات محصولات کشاورزی، افزایش قیمت محصولات کشاورزی و کاهش تولید ناخالص داخلی است. همچنین نتایج نشان می‌دهد در صورتی که میزان آب طبیعی در دسترس در سال ۲۰۵۰ معادل ۱۰۲۰ میلیون متر مکعب باشد و تقاضا برای آب آشامیدنی ۲۴۲۰ میلیون متر مکعب باشد (کمبود ۱۴۰۰ میلیون متر مکعب آب که می‌تواند از طریق تأسیسات نمک‌زدایی جبران شود) آن کشور با کاهش تولید ناخالص داخلی به میزان ۲/۷ درصد مواجه خواهد شد. پس از آن محقق با در نظر گرفتن این خسران، ارزش اقتصادی آب‌شیرین‌کن‌ها را محاسبه نموده است و دریافته است که ارزش آب نمک‌زدایی شده، ممکن است تا ۴ دلار آمریکا در هر متر مکعب باشد یعنی تقریباً سه برابر بیشتر از میانگین هزینه مستقیم.

مطالعه دیگر مربوط به لاکمن و همکاران[1](۲۰۱۴) است که با استفاده از مدل (STAGE-W) به پاسخ به این پرسش پرداخته‌اند که آیا در دوره کمبود آب در سرزمین‌های اشغالی، افزایش ظرفیت آب‌شیرین‌کن‌ها علی‌رغم هزینه‌های بالای ساخت و تولید کارآمدتر است یا سرمایه‌گذاری در فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب یا بازیافت مجدد آب. در لایه زیرین تابع تکنولوژی تولید این مدل نیز ۷ نوع آب شامل آب شیرین، آب دریا، آب شور زیرزمینی، پساب، آب قابل شرب، آب بازیافت شده و آب شور به صورت مجزا قرارگرفته است که چهار نوع اول این آب‌ها به ترتیب در دسته آب‌های طبیعی و محصولات جانبی و سه نوع آخر در دسته کالاها قرارگرفته است. در اینجا محقق دو سناریو مختلف را با توجه به کاهش آب طبیعی ناشی از تغییرات اقلیمی (حدود ۵۰ درصد) شبیه‌سازی و نتایج آن را با یکدیگر مقایسه کرده است. در سناریو اول ظرفیت تأسیسات شیرین‌سازی در سطح فعلی ثابت در نظر گرفته می‌شود. این بدان معنی است که تأمین کل آب آشامیدنی به شدت کاهش می‌یابد، زیرا دیگر نمی‌توان کاهش آب متعارف را با فعالیت تأسیسات نمک‌زدایی جبران کرد؛ بنابراین برای مدیریت تقاضا، متولیان حوزه آب آن کشور مجبور می‌شوند سهمیه‌هایی را برای استفاده‌کنندگان آب اختصاص داده و یا قیمت‌ها را افزایش دهند.

اما در سناریو دوم فرض می‌شود ظرفیت تأسیسات شیرین‌سازی گسترش می‌یابد. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که اگرچه کاهش منابع آب ناشی از تغییرات اقلیمی شدید فرض شده است، اما میزان تأثیر آن بر اقتصاد نسبتاً جزئی است. در صورت گسترش ظرفیت تأسیسات شیرین‌سازی، میزان آب آشامیدنی کمتر از ۲٪ کاهش می‌یابد، زیرا کمبود آب آشامیدنی با آب نمک‌زدایی

[1]. Luckmann (2014)

جایگزین می‌شود. اما اگر ظرفیت تأسیسات آب‌شیرین‌کن هم افزایش نیابد، جایگزینی آب آشامیدنی با سایر عوامل تولید و کالاهای واسطه‌ای سبب می‌شود که تولید کل فعالیت‌های صنعتی و خدماتی آن کشور بیش از ۱٪ کاهش نیابد؛ زیرا به عنوان مثال صنایع با سرمایه‌گذاری در احیای فاضلاب داخلی، می‌تواند میزان مصرف آب شیرین را بدون کاهش تولید تا ۹۵٪ کاهش دهد؛ بنابراین هنگام مقایسه دو سناریو، مشاهده می‌شود که نتایج رفاهی و اقتصادی کلان کاملاً مشابه است. با این حال ازآن‌جا که نمک‌زدایی از آب بسیار پرهزینه‌تر از تأمین آب آشامیدنی از آب شیرین طبیعی است و متولیان حوزه آب آن کشور به این هزینه‌های اضافی یارانه می‌دهند؛ گسترش این بخش موجب ایجاد اختلالات اضافی می‌گردد. در صورت افزایش نمک‌زدایی، خانوارهای فقیرتر در مقایسه با گروه‌های ثروتمندتر کمتر تحت تأثیر اثرات منفی قرار می‌گیرند که این واقعیت را منعکس می‌کند که این یارانه‌ها با افزایش چند برابری مالیات بر درآمد خانوار ثروتمند تأمین می‌شود. برای کاهش این تأثیرات و کاهش این تحریفات در بخش آب، تنظیمات اضافی در طرح قیمت‌گذاری آب توصیه شده است؛ به طوری که قیمت آب پرداخت شده توسط مصرف‌کنندگان هزینه‌های تهیه را تأمین کند.

فنگ و همکاران[1](۲۰۰۷) نیز ابعاد اقتصادی اجتماعی پروژه انتقال آب جنوب به شمال چین[2]را با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه پویای آب[3]ارزیابی نمودند. در این مدل چین به دو منطقه تقسیم شده است. پکن به عنوان دریافت‌کننده آب و بقیه چین به عنوان شریک تجاری ملی پکن تلقی می‌شود. بقیه جهان نیز شریک تجاری بین‌المللی هستند. در این‌جا آب به عنوان یکی از عوامل تولید با کیفیت‌های مختلف (آب با کیفیت بالا، با کیفیت متوسط و با کیفیت پایین) در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر فرض شده آب در مرحله اول دارای کیفیت بالا و برای مصارف داخلی استفاده می‌شود، باقیمانده آن به صنعت اختصاص یافته و در مرحله آخر آب با کیفیت پایین که باقیمانده آب تصفیه شده صنعت است، به کشاورزی اختصاص می‌یابد. دو دسته سناریو برای ارزیابی اقتصاد منطقه‌ای تحت فرض وجود پروژه یا عدم وجود آن طراحی شد و هرکدام از این سناریوها نیز با فرض اجرای سیاست‌های پایداری و عدم اجرای آن سیاست‌ها، شبیه‌سازی شد. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که در صورت فقدان پروژه انتقال آب در صورتی که از آب‌های زیرزمینی برداشت شود با رشد فزاینده صنعت مواجه خواهیم شد، اما محیط زیست طبیعی شهرها

1. Feng (2007)
2. SNWT
3. WCGE

غیر قابل مدیریت می‌گردد. همچنین در صورت اتخاذ سیاست‌های حفظ محیط زیست و محافظت از منابع آب، رشد صنعتی شدن کاهش می‌یابد، اما در صورت میزان افزایش عرضه آب ناشی از احداث پروژه، منافع اقتصادی چشمگیری عاید منطقه خواهد شد.

بریتلا و رهدانز[1](۲۰۰۶) نیز با استفاده از مدل تعادل عمومی (GTAP-W) اثر اقتصادی پروژه انتقال آب جنوب به شمال چین را روی اقتصاد چین و باقیمانده جهان ارزیابی نمودند. سه سناریو در مطالعه آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در سناریو اول فرض شده است که عرضه آب به میزان ۷ درصد افزایش می‌یابد که شوک آن در مدل با افزایش بهره‌وری اعمال شده است. در سناریو دوم فرض شده است که مخارج سرمایه‌گذاری جهت احداث پروژه حدود ۶۰ میلیارد دلار خواهد بود، لذا شوکی معادل ۷ میلیارد دلار سالانه با نرخ تنزیل ۱۰ درصد اعمال و شبیه‌سازی صورت گرفته است. در سناریو سوم دو شوک اعمال‌شده در سناریو اول و دوم به صورت ترکیبی (افزایش مخارج سرمایه‌گذاری و افزایش عرضه آب) اعمال شده است. نتایج نشان می‌دهد در سناریو اول با افزایش عرضه آب، قیمت آب و متعاقباً رانت آن کاهش می‌یابد در نتیجه تولید کالاهای آب‌بر ارزان‌تر شده و صادرات آب مجازی از چین افزایش و واردات آن کاهش می‌یابد؛ لذا اثرات رفاهی در چین مثبت است. در سناریو دوم نیز با افزایش مخارج سرمایه‌گذاری رفاه افزایش می‌یابد؛ زیرا با افزایش سرمایه‌گذاری، واردات کالا و خدمات کاهش خواهد یافت. در سناریو سوم که دو سناریو بالا به صورت ترکیبی اجرا می‌شود اثرات رفاهی قوی‌تر خواهد بود.

اما هیچ‌کدام از مطالعات بالا اثر شیوه تأمین مالی این پروژه‌ها را بر رشد اقتصاد بررسی ننموده است. در واقع می‌توان گفت این دسته از مطالعات بیشتر در حوزه حمل و نقل بوده است. به عنوان مثال چن و همکاران[2](۲۰۱۷) با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه پویا، اثراتی را که ساخت یکی از پروژه‌های بزرگراهی در ویرجینیای آمریکا با روش مشارکت عمومی خصوصی مدل DBFOM[3] به طور غیر مستقیم روی اقتصاد منطقه‌ای (از طریق تغییر در میزان تولیدات ناخالص) و رفاه اجتماعی (از طریق تغییر در درآمد قابل تصرف خانوار) دارد مورد ارزیابی قرار دادند.

1. Berrittella and Rehdanz (2006)
2. Chen (2017)
3. Design Build Finance Operation Manangment

کیم و همکاران[1] (۲۰۱۷) با استفاده از مدل تعادل قابل محاسبه مالی، اثرات اقتصادی سرمایه‌گذاری در پروژه‌های حمل و نقل و با در نظر گرفتن شیوه‌های تأمین مالی مختلف نظیر درآمدهای مالیاتی، اوراق قرضه دولتی و تأمین مالی توسط بخش خصوصی را روی رشد و توزیع در اندونزی تحلیل کرده‌اند.

کیم و بائه[2](۲۰۱۵) نیز اثر تأمین مالی و بهره‌برداری از یک بزرگراه را بر رشد اقتصادی کره با به‌کارگیری مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مالی ارزیابی نمودند. آن‌ها در کار خود دو گزینه برای تأمین مالی و بهره‌برداری از آن بزرگراه را مد نظر قرار دادند. در گزینه اول پروژه توسط دولت و با استفاده از درآمدهای مالیاتی تأمین مالی می‌گردد و نهایتاً خود دولت از پروژه بهره‌برداری می‌نماید؛ اما در گزینه دوم با بخش خصوصی قرارداد BOT (ساخت، بهره‌برداری و انتقال) منعقد شده و پروژه توسط بخش خصوصی با انتشار اوراق قرضه خصوصی تأمین مالی و در یک دوره زمانی دو ساله ساخته می‌شود. در مرحله بعدی بخش خصوصی به مدت ۸ سال از پروژه بهره‌برداری می‌نماید. در این مطالعه پارامتر کارایی نسبی به عنوان یک متغیر سیاسی به میزان صفر درصد، سه درصد، پنج درصد و هفت درصد انتخاب می‌شود. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد تأمین مالی و بهره‌برداری بخش خصوصی روی تولید ناخالص داخلی کره اثر مثبتی دارد اگر و تنها اگر کارایی نسبی بخش خصوصی در زمان بهره‌برداری از امکانات زیرساختی بالاتر از بخش دولتی به میزان حداقل هفت درصد باشد.

۴- روش تحقیق

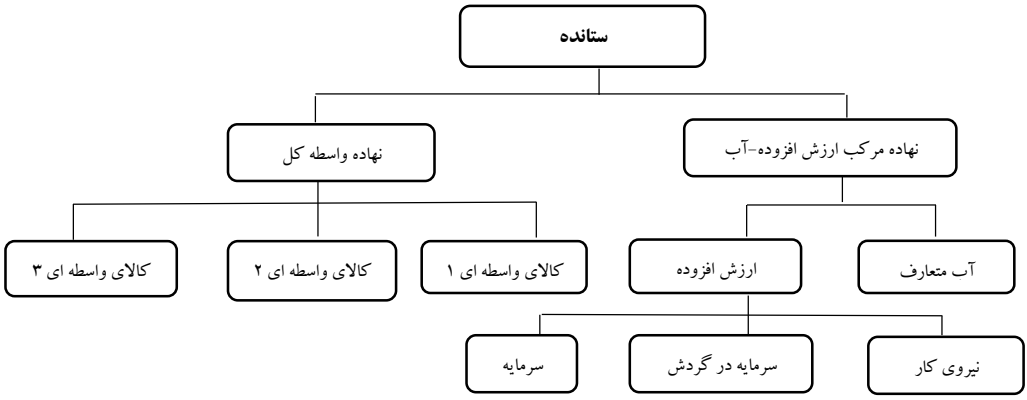
برای بررسی روند تغییرات متغیرها در این مدل از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه مالی پویای برگشتی[3]استفاده شده است. یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه حقیقی، چارچوب مناسبی را برای تجزیه و تحلیل مسائل مربوط به تعدیل ساختاری میان‌مدت و بلندمدت فراهم می‌نماید؛ اما در پرداختن به بعضی موضوعات، به ویژه حل مسئله تثبیت کوتاه‌مدت، توجه به پیوندهای محکم بین طرف‌های مالی و حقیقی اقتصاد ضروری است. مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه مالی ارتباط میان بخش مالی اقتصاد با بخش واقعی اقتصاد را در خود جای می‌دهد که این ارتباطات شامل تأثیرگذاری بخش مالی بر عرضه کل و تقاضای کل کالاها نیز است.

---

1. Kim (2017)
2. Kim and Bae (2015)
3. Recursive Dynamic Financial CGE

۱-۴- بخش ایستای مدل

در مدل این تحقیق فرض شده است که اقتصاد ایران یک اقتصاد باز و کوچک (کشوری قیمت‌پذیر در اقتصاد جهانی) است. همچنین در تراز مالی دولت، پس‌انداز دولت (تفاوت بین درآمد و مخارج دولت) درون‌زا فرض شده است در حالی که همه نرخ‌های مالیات برون‌زا است. در تراز حساب جاری، پس‌انداز خارجی برون‌زا فرض شده است که قاعدتاً بایستی نرخ ارز منعطف در نظر گرفته شود؛ اما با توجه به این‌که در ایران نرخ ارز به صورت شناور تعیین نمی‌شود، در این مدل نرخ ارز به عنوان شمارنده[1]در نظر گرفته شده است. بستار کلان برای حساب سرمایه نیز سرمایه‌گذاری محور انتخاب شده و عرضه عوامل تولید از جمله عرضه نیروی کار و همچنین عرضه آب نامتعارف ثابت و برون‌زا است، اما در قسمت پویای مدل عرضه سرمایه درون‌زا فرض شده است. علاوه بر آن در بازارهای مالی نیز تعادل بین عرضه و تقاضای دارایی‌های مالی وجود دارد. به عبارت دیگر فرض می‌شود همان‌قدر که عرضه برای خرید سهام وجود دارد، همان میزان نیز تقاضا برای آن وجود دارد.



نمودار ۱: تکنولوژی تولید مدل محقق

در این مدل هشت دسته کالا و خدمات، هشت بخش تولیدی و پنج نهاد اقتصادی سازماندهی شده است. همچنین بر اساس فرض آرمینگتون خانوارها و بنگاه‌ها کالاهای تولید داخل یا مشابه وارداتی را به تنهایی مصرف نمی‌کنند بلکه تحت عنوان کالای مرکب آرمینگتون، ترکیبی از کالاهای تولید داخل و کالاهای وارداتی که جانشین ناقص یکدیگر هستند مورد استفاده قرار

[1]. Numeraire

می‌دهند. در طرف عرضه نیز تولیدکنندگان، محصولات تولید داخل را یا در بازارهای داخلی عرضه می‌نمایند و یا صادر می‌کنند که در این فرآیند تبدیل نیز مانند فرض آرمینگتون، بین کالاهای مصرف شده در داخل و کالاهای صادراتی جانشینی ناقص وجود دارد. معادلات بخش حقیقی برگرفته از کار لافگرن و همکاران (۲۰۰۲) می‌باشد که با توجه به واردکردن تابع آب در مدل تغییراتی ایجاد شده است که به تفصیل به آن اشاره خواهد شد.

یکی از چالش‌های مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه آب، نحوه مدل‌سازی آب در این مدل‌ها است. به طور کلی منابع آب به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول شامل منابع آبی است که از سدها، شبکه‌های انتقال آب و سایر منابعی که انسان به نحوی در زیرساخت‌های مرتبط با آن نظیر تصفیه، برداشت و توزیع و خدمات مرتبط نقش داشته است، برداشت می‌شود. دسته دوم آبی است که به صورت طبیعی در رودخانه‌ها، چشمه‌ها و دریاچه‌ها در جریان است و انسان دخالتی در آن ندارد.

دسته اول در حسابداری ملی به صورت کالا در نظر گرفته می‌شود. به بیان دیگر کالای تولیدی آب و رشته فعالیت جمع‌آوری، تصفیه و توزیع آب در زمره دسته اول قرار می‌گیرند؛ اما دسته دوم در چرخه پولی اقتصاد و حسابداری ملی نامرئی است. به عبارت دیگر آب در این‌جا به عنوان موهبت اولیه و عامل تولیدی در نظر گرفته نمی‌شود، زیرا این آب در بازار مبادله نمی‌شود (یوسفی، ۱۳۹۰: ۵۴). در همین راستا بود که سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۸ پیشنهاد طراحی سیستم حسابداری اقتصادی- زیست‌محیطی آب (SEEAW) را مطرح کرد تا با استفاده از آن، اقتصاددانان بتوانند ارتباط بین بخش آب و سایر متغیرهای کلان و منطقه‌ای اقتصادی را تجزیه و تحلیل نمایند؛ اما در حال حاضر در بسیاری از کشورها از جمله ایران این سیستم حسابداری وجود ندارد و یا در مراحل اولیه مطالعه است.

به همین دلیل در بسیاری از مدل‌های تعادل عمومی مانند مدل شان و همکاران[1](۲۰۰۷) برای لحاظ نمودن آب به عنوان یک موهبت طبیعی با استفاده از روش‌های مختلف برنامه‌ریزی خطی ابتدا قیمت سایه آب برای بخش‌های مختلف با استفاده از جدول داده ستانده محاسبه می‌شود (بر اساس مقاله چن و یانگ[2](۲۰۰۲) و لیو و چن[3](۲۰۰۸))؛ پس از آن با ضرب این قیمت در حجم آب مصرفی بخش‌ها، تعرفه منابع آبی (به عبارت دیگر ارزش اقتصادی آب) بخش‌ها محاسبه شده و از

1. Shan (2007)
2. Chen and Yang (2002)
3. Liu and Chen (2008)

عامل سرمایه که یکی از عوامل ارزش افزوده است تفکیک و در ردیف مجزا در ماتریس حسابداری اجتماعی قرار می‌گیرد؛ اما در این مدل آب جزء دسته اول و به عنوان کالا لحاظ می‌شود، زیرا این آب جزء طبقه آب‌های نامتعارف محسوب شده که از خلیج فارس استخراج و توسط سایت آب‌شیرین‌کن بندرعباس تصفیه می‌شود و پس از آن توسط سه خط لوله به صنایع جنوب شرقی کشور در استان‌های یزد، هرمزگان و کرمان انتقال می‌یابد. از طرفی آب به عنوان یکی از عناصر اصلی تولید در معادن آهن گل گهر سیرجان، معدن مس سرچشمه و معادن چادرملو بوده و مانند انرژی‌های فسیلی نقش اصلی در تولیدات معادن ایفا می‌کند، بنابراین آب نامتعارف به عنوان یک کالا با کشش‌های متفاوتی در بخش‌های مختلف اقتصادی با سایر عوامل تولید ترکیب می‌شود.

در طرف حقیقی این مدل، بخش تولیدی دارای ساختار سه لایه است که در لایه اول نهاده مرکب ارزش افزوده-آب (QKLW) و نهاده‌های واسطه‌ای (QINTA) بر اساس یک تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES) به صورت زیر با هم ترکیب شده‌اند و ستانده کل هر رشته از فعالیت (QA) به صورت زیر تعیین شده است. در معادلات زیر δ پارامتری است که سهم هر یک از عوامل تولید را در تابع نشان می‌دهد. همچنین ρ پارامتر کشش جانشینی بین عوامل تولید بوده و a پارامتر کارایی یا انتقال است.

$$QA_a = a_a^a \times (\delta_a^a \times QKLW_a^{-\rho_a^a} + (1-\delta_a^a) \times QINTA_a^{-\rho_a^a})^{\frac{1}{-\rho_a^a}} \qquad (۱)$$

با توجه به شرط مرتبه اول حداکثرسازی سود، معادله زیر نسبت بهینه نهاده مرکب ارزش افزوده-آب به نهاده‌های واسطه‌ای در رابطه با نسبت قیمت نهاده مرکب ارزش افزوده-آب (PKLW) به قیمت نهاده‌های واسطه‌ای (PINTA) را نشان می‌دهد.

$$\frac{QKLW_a}{QINTA_a} = \left[\frac{PINTA_a}{PKLW_a} \times \frac{\delta_a^a}{(1-\delta_a^a)}\right]^{\frac{1}{1+\rho_a^a}} \qquad (۲)$$

همچنین از آن‌جا که رفتار تابع CES از تئوری اولر پیروی می‌نماید، قیمت نهاده، شرط جمع‌پذیر بودن زیر را تأمین می‌نماید. لذا ارزش کل ایجاد شده برای هر فعالیت، از ارزش ایجاد شده توسط نهاده واسطه‌ای مرکب ارزش افزوده-آب و ارزش سایر نهاده‌های واسطه‌ای به صورت زیر تعیین می‌شود.

$$PA_a \times QA_a = (PKLW_a \times QKLW_a) + (PINTA_a \times QINTA_a) \quad (۳)$$

در این‌جا (PINTA) قیمت نهاده‌های واسطه‌ای به غیر از آب، (QINTA) مقدار نهاده‌های واسطه‌ای به غیر از آب، (PKLW) قیمت نهاده مرکب ارزش افزوده-آب، (QKLW) مقدار نهاده مرکب ارزش افزوده-آب و (PA) قیمت فعالیت می‌باشد.

در لایه دوم نیز در یک طرف کالاهای واسطه‌ای کل با کشش جانشینی صفر (به صورت تابع لئونتیف) از کالاهای واسطه‌ای تشکیل می‌گردد و در طرف دیگر نهاده مرکب ارزش افزوده-آب (QKLW) از تابع با کشش جانشینی ثابت نهاده آب (QCW) و ارزش افزوده (QVA) به صورت رابطه ۴ سازماندهی می‌شود.

$$QKLW_a = a_a^{klw} \times (\delta_a^{klw} \times QVA_a^{-\rho_a^{klw}} + (1 - \delta_a^{klw}) \times QCW_a^{-\rho_a^{klw}})^{\frac{1}{-\rho_a^{klw}}} \quad (۴)$$

با توجه به شرط مرتبه اول حداکثر سازی سود، معادله ۵ نسبت بهینه ارزش افزوده (QVA) به نهاده آب (QCW) در رابطه با نسبت قیمت نهاده آب (PCW) به قیمت ارزش افزوده (PVA) را نشان می‌دهد.

$$\frac{QVA_a}{QCW_a} = \left[\frac{PCW_a}{PVA_a} \times \frac{\delta_a^{klw}}{(1-\delta_a^{klw})}\right]^{\frac{1}{1+\rho_a^{klw}}} \quad (۵)$$

از ترکیب ارزش نهاده واسطه‌ای آب با ارزش افزوده کل، ارزش نهاده مرکب ارزش افزوده-آب نیز از رابطه ۶ تعیین می‌شود:

$$PKLW_a \times QKLW_a = (PVA_a \times QVA_a) + (PCW_a \times QCW_a) \quad (۶)$$

در این مدل سود ناشی از خرید سهام و سود ناشی از خرید اوراق مشارکت به عنوان یک سرمایه در گردش و به عنوان عامل تولید در این مدل لحاظ شده است، لذا در لایه زیرین نیز ارزش افزوده یک تابع CES چند عاملی با فرض جانشینی ناقص به صورت معادله ۷ بیان می‌شود:

$$QVA_a = a_a^{va} \times \left[\sum_f \delta_{fa}^{va} \times QF_{fa}^{-\rho_a^{va}} + \delta_{k2a}^{va} \times [(RQ \times SEQT) + (RB \times SBND)]^{-\rho_a^{va}}\right]^{\frac{1}{-\rho_a^{va}}} \quad (۷)$$

که در این معادله، (SEQT) متغیر عرضه سهام، (SBND) متغیر عرضه اوراق مشارکت، (RQ) نرخ بازده سهام و (RB) نرخ بازده اوراق مشارکت است.

اما در طرف مالی مدل فرض شده است کل ثروت هر نهاد (WE) به ثروت حقیقی و ثروت مالی تقسیم می‌شود. برای سادگی ثروت مالی تنها به صورت پول نقد و سپرده، وام، اوراق مشارکت و سهام در چهار دسته طبقه‌بندی شده است. در مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه مالی تصریح رفتار پرتفوی مالی نهاده‌ای اقتصادی به دو صورت بهینه‌یابی سبد دارایی‌های مالی و یا با استفاده از روش سلسله مراتبی (AHP) صورت می‌گیرد. در این مدل تصریح رفتار پرتفوی مالی نهاده‌ای بر پایه رفتار سلسله مراتبی کیم (۲۰۱۷) صورت گرفته است. نمایی از درخت سلسله مراتبی در نمودار ۲ ترسیم شده است. نرخ بازده دارایی‌ها، معیار اصلی انتخاب سهم دارایی‌های مالی در پرتفوی مالی کارگزاران اقتصادی است. افراد ثروت (WE) خود را یا مستقیماً به تشکیل سرمایه ثابت (خرید دارایی‌های حقیقی) اختصاص می‌دهند، یا از طریق دارایی‌های مالی به متقاضیان وجوه می‌رسانند.

به عبارت دیگر اگر بازده سرمایه‌گذاری در تشکیل سرمایه ثابت (بخش حقیقی) در مقایسه با نرخ بازده دارایی‌های مالی افزایش یابد، یک نهاد دارایی حقیقی بیشتری خواهد خرید. یا به طور مشابه در خصوص دارایی‌های مالی اگر نرخ سهام بالاتر از نرخ بازده دارایی‌های رقیب باشد مردم تمایل به خرید بیشتر سهام برای افزایش درآمدشان خواهند داشت.

به بیان دیگر متغیر سهم تقاضا برای دارایی‌های مالی توسط کارگزار اقتصادی با توجه به نرخ بازده سرمایه توسط معادلات ۸ تا ۱۱ محاسبه می‌شود. در این معادلات، (G) متغیر سهم تقاضا برای دارایی‌های حقیقی و مالی، (RQ) نرخ بازده سهام، (RB) نرخ بازده اوراق مشارکت، (RRC) نرخ بازده دارایی‌های حقیقی، (RLOAN) نرخ بازده اعطای وام، (RD) نرخ بازده سپرده‌گذاری، (RMR) میانگین نرخ بازده دارایی‌های مشمول نرخ سود، (RMO) میانگین نرخ بازده سپرده‌گذاری و تسهیلات، (RMF) میانگین نرخ بازده کل دارایی‌های مالی، ε کشش جانشینی بین دارایی‌های مالی و ψ پارامتر انتقال است. کلیه نرخ‌های بازده در این مدل به صورت برون‌زا در نظر گرفته شده است:

$$\frac{G_{1,s}}{1-G_{1,s}} = \psi_{1,s} \times \left[\frac{1+RMF}{1+RRC}\right]^{\varepsilon_{1,s}} \quad (۸)$$

$$\frac{G_{2,s}}{1-G_{2,s}} = \psi_{2,s} \times \left[\frac{1+RMR}{1+RQ}\right]^{\varepsilon_{2,s}} \quad (۹)$$

$$\frac{G_{3,s}}{1-G_{3,s}} = \psi_{3,s} \times \left[\frac{1+RMO}{1+RB}\right]^{\varepsilon_{3,s}} \quad (۱۰)$$

$$\frac{G_{4,s}}{1-G_{4,s}} = \psi_{4,s} \times \left[\frac{1+RD}{1+RLOAN}\right]^{\varepsilon_{4,s}} \quad (۱۱)$$

در مرحله بعد تقاضا برای دارایی‌های مالی با توجه به متغیرهای سهم از طریق معادلات ۱۲ تا ۱۶ تعیین می‌گردد. (QRC) تقاضا برای سرمایه‌گذاری در دارایی‌های حقیقی، (DEQT) تقاضا برای خرید سهام، (DBND) تقاضا برای خرید اوراق مشارکت، (DDEP) تقاضا برای سپرده‌گذاری و (DLOAN) تقاضای اعطاء وام توسط نهادهای اقتصادی است.

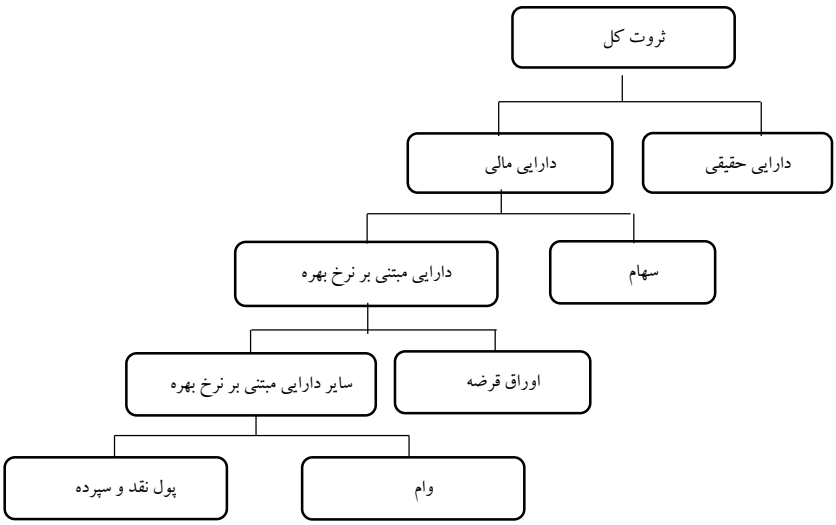
$$QRC_s = \left(1 - G_{1,s}\right) \times WE_s \quad (۱۲)$$

$$DEQT_s = G_{1,s} \times \left(1 - G_{2,s}\right) \times WE_s \quad (۱۳)$$

$$DBND_s = G_{1,s} \times G_{2,s} \times \left(1 - G_{3,s}\right) \times WE_s \quad (۱۴)$$

$$DDEP_s = G_{1,s} \times G_{2,s} \times G_{3,s}\left(1 - G_{4,s}\right) \times WE_s \quad (۱۵)$$

$$DLOAN_s = G_{1,s} \times G_{2,s} \times G_{3,s} \times G_{4,s} \times WE_s \quad (۱۶)$$



نمودار ۲: درخت سلسله مراتبی مدل محقق

در معادلات بالا (WE)، ثروت کل هر نهاده است و همان‌گونه که قبلاً گفته شد از مجموع دارایی‌های حقیقی و دارایی‌های مالی به دست می‌آید. به عبارت دیگر داریم:

$$WE_s = QRC_s + DEQT_s + DBND_s + DDEP_s + DLOAN_s \quad (۱۷)$$

از طرفی بدهی‌های کل هر نهاد اقتصادی (BOR) از مجموع عرضه دارایی‌های مالی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$BOR_s = SEQT_s + SBND_s + SDEP_s + SLOAN_s \quad (۱۸)$$

(SEQT) متغیر عرضه سهام، (SBND) عرضه اوراق مشارکت، (SDEP) سپرده‌گذاری و (SLOAN) عرضه وام هست. در این‌جا فرض می‌شود بازار دارایی از طریق تعدیل‌های مقداری تسویه می‌شود و عرضه هر دارایی مالی تعیین‌کننده سطح تقاضای دارایی‌های مالی است.

۲-۴- شروط تسویه بازار

یکی از شروط تسویه بازار تراز در حساب جاری به شرح زیر است. در این معادله متغیر (transfer) بیان‌گر انتقال بین نهادهای اقتصادی، (EXR) نرخ ارز، (QM) میزان واردات، (QE) میزان صادرات، (FSAV) پس‌انداز خارجی، (pwm) قیمت جهانی واردات، (pwe) قیمت جهانی صادرات و (CPI) شاخص قیمت مصرف‌کننده است.

$$\sum_{c \in CM} pwm_c \times QM_c + transfr_{row\ l} + transfr_{row\ e} + transfr_{row\ gov} \times CPI = \sum_{c \in CE} pwe_c \times QE_c + \sum_{i \in INSD} transfr_{i\ row} \times EXR + transfr_{hs\ row} + \sum_f transfr_{f\ row} + \overline{FSAV} \quad (۲۰)$$

از طرفی در بازار عوامل تولید نیز لازم است که عرضه و تقاضای عوامل تولید مطابق رابطه ۱۹ با یکدیگر برابر باشند.

$$\sum_{a \in A} QF_{f\ a} = \overline{QFS_f} \quad (۱۹)$$

در تراز بودجه دولت، مجموع پس‌انداز دولت (GSAV) و مخارج دولت (EG) با درآمد آن (YG) با یکدیگر برابر است.

$$YG = EG + GSAV \quad (۲۱)$$

یکی دیگر از شروط تسویه بازار برابری پس‌انداز و سرمایه‌گذاری است. اما همان‌گونه که قبلاً اشاره شد در این مدل ثروت کل از جمع دارایی حقیقی و دارایی مالی به دست می‌آید و دارایی حقیقی دقیقاً برابر با تقاضای سرمایه‌گذاری است. لذا خواهیم داشت:

$$\sum_{i \in INSDNG} MPS_i.\left(1 - TIN_{insdng}\right) \times YI_i + GSAV + EXR \times \overline{FSAV} + trnsfr_{hs\,row} + BOR_s = WE_s \quad (۲۲)$$

در معادله بالا (MPS) میل نهایی به پس‌انداز و (TIN) نرخ مالیات مستقیم نهادهای داخلی غیر دولتی است.

کالای مرکب (QQ) که مشتمل بر کالای تولید و فروش رفته در داخل و کالای وارداتی است نیز باید برابر با تقاضای کالای مرکب که از مجموع تقاضای واسطه‌ای، تقاضای خانوار (QH)، تقاضای دولت (QG) و تقاضای سرمایه‌گذاری حاصل می‌شود، باشد. در این‌جا معادلات مربوط به عرضه کالای مرکب غیر آب و آب به صورت معادلات ۲۳ و ۲۴ تنظیم شده است:

$$QQ_{cnw} = \sum_{a \in A} QINT_{cnw\ a} + QH_{cw} + QG_{cnw} + QI_{cnw} \quad (۲۳)$$

$$QQ_{cw} = \sum_{a \in A} QINT_{cw\ a} + QH_{cw} + QG_{cw} + QI_{cw} \quad (۲۴)$$

این‌جا فرض می‌شود بازار دارایی از طریق تعدیل‌های مقداری تسویه می‌شود و عرضه هر دارایی مالی تعیین‌کننده سطح تقاضای دارایی‌های مالی است. به عبارت دیگر شرایط تعادل در بازارهای مالی به صورت زیر است:

$$\sum DEQT_s = \sum SEQT_s \quad (۲۵)$$

$$\sum DBND_s = \sum SBND_s \quad (۲۶)$$

$$\sum DDEP_s = \sum SDEP_s \quad (۲۷)$$

$$\sum DLOAN_s = \sum SDLOAN_s \quad (۲۸)$$

۳-۴- بخش پویای مدل

مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه معمولاً به دو دسته اصلی ایستا و پویا تقسیم می‌شوند. مدل ایستا مدلی است که زمان را در نظر نمی‌گیرد و تنها خروجی‌های قبل و بعد از شبیه‌سازی را تعیین می‌نماید. به عبارت دیگر مسیری را که مدل از یک وضعیت تعادلی به وضعیت تعادلی دیگر رسیده است دنبال نمی‌کند. در مقابل مدل پویا از زمان به عنوان متغیری استفاده می‌کند که می‌تواند حرکت مدل را از یک وضعیت تعادلی به وضعیت دیگر ردیابی نماید؛ اما نکته مهم آن است که مدل‌های ایستا بر اساس ماهیت خود کاملاً جزء مدل‌های تعادلی هستند زیرا وضعیت قبل و بعد شبیه‌سازی را تجزیه و تحلیل می‌کنند؛ اما مدل‌های پویا نمی‌توانند مدل‌های تعادلی یا غیر تعادلی باشند. این مدل‌ها می‌توانند به سمت وضعیت پایدار همگرا باشند یا نباشند. البته مدل‌های همگرا در طول زمان به رسیدن به وضعیت تعادل پایدار متمایل خواهند بود (پرات[1] ۲۰۰۹)؛ اما مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه پویای بازگشتی مدل‌هایی هستند که به صورت دنباله‌ای حل می‌شوند. بدین صورت که ابتدا مدل برای دوره t (دوره اول) حل می‌شود. پس از اولین دوره زمانی، پایگاه داده به روز شده، به عنوان داده اولیه برای دوره t+1 استفاده می‌شود. پس از آن‌که مدل برای دوره t+1 حل شد مقادیر به‌روز شده متغیرها مجدداً به عنوان داده اولیه برای دوره t+2 استفاده می‌شود و این فرایند به همین شیوه به صورت متوالی ادامه دارد. در این مدل، رفتار کارگزار به وضعیت‌های گذشته و جاری اقتصاد بستگی دارد. به عبارت دیگر رفتار وی بر اساس انتظارات تطبیقی شکل می‌گیرد. لذا برای پویاسازی مدل به شیوه برگشتی، معادلات مربوط به انباشت سرمایه بایستی به مدل اضافه گردد که این معادلات برگرفته از مطالعه سرلو[2](۲۰۰۸) می‌باشد. در این‌جا عرضه نیروی کار با نرخ برون‌زای ۱/۱ درصد که بر اساس رشد الگوی جمعیتی کشور انتخاب شده است، رشد می‌نماید. همچنین با توجه به فروض مدل رشد تقاضای نیروی کار معادل رشد عرضه نیروی کار لحاظ شده است. بدین صورت که تقاضای نیروی کار هر دوره معادل تقاضای نیروی کار دوره قبل به علاوه میزان رشد اشتغال فرض شده است.

$$QF_{l,a,t} = QF_{l,a,t-1} \times (1 + gn) \qquad (۲۹)$$

[1]. Pratt (2009)
[2]. Thurlow (2008)

اما برخلاف عرضه نیروی کار که در این مدل به صورت برون‌زا در نظر گرفته شده است، تغییرات موجودی سرمایه در این مدل به صورت درون‌زا تعیین می‌شود. به صورتی که مقدار سرمایه انباشت شده در هر مقطع معین از حاصل جمع انباشت سرمایه دوره‌های پیشین با سرمایه‌گذاری خالص دوره اخیر حاصل می‌شود. فرایند انباشت سرمایه در این مدل در چهار مرحله زیر صورت می‌گیرد.

$$awf_{f,t} = \sum_a \left[\left(\frac{QF_{f,a,t}}{\sum_{á} QF_{f,á,t}}\right) \times WF_{f,t} \times wfdist_{f,a,t}\right] \quad (۳۰)$$

در مرحله نخست متوسط سود اجاره سرمایه در کل اقتصاد ($awf_{f,t}$) با معادله (۳۰) به دست می‌آید. در معادله فوق نرخ سود سرمایه به صورت موزون محاسبه شده و وزن هر بخش بر حسب سهم فعلی آن بخش در موجودی کل سرمایه تعیین می‌شود.

در مرحله دوم سهم هر بخش از سرمایه‌گذاری جدید ($\eta_{f,a,t}$) از طریق مقایسه آن با نرخ سود سرمایه در کل اقتصاد حاصل می‌شود. درجه جابه‌جایی سرمایه‌گذاری در بین بخش‌ها با نشان (φ_f) داده می‌شود در شرایطی که جابه‌جایی بین بخشی وجوه سرمایه‌گذاری مقدور نباشد $\varphi_f = 0$ خواهد شد و کل سرمایه‌گذاری صرفاً بر اساس سهم‌های پیشین توزیع خواهد شد. در این مدل فرض شده در طی ۲۲ سال جابه‌جایی کامل بین بخش‌ها وجود دارد.

$$\eta_{f,a,t} = \left[\frac{QF_{f,a,t}}{\sum_{á} QF_{f,á,t}}\right] \times \left[\varphi_f \left[\left(\frac{WF_{f,t} \times wfdist_{f,a,t}}{awf_{f,t}}\right) - 1\right] + 1\right] \quad (۳۱)$$

معادله (۳۲) گام سوم این فرایند را نشان می‌دهد که طی آن تشکیل سرمایه ناخالص در هر مقطع به قیمت سرمایه در همان مقطع تقسیم می‌شود. حاصل این تقسیم در ضریب سهم سرمایه جدید ($\eta_{f,a,t}$) ضرب می‌شود و بدین ترتیب مقدار نهایی سرمایه جدید اختصاص یافته به هر بخش تعیین می‌شود. نحوه محاسبه قیمت عامل سرمایه نیز در معادله (۳۳) بیان شده است.

$$DK_{f,a,t} = \eta_{f,a,t} \times \left[\frac{\sum_c PQ_{c,t} \times QI_{c,t}}{PK_{f,t}}\right] \quad (۳۲)$$

$$PK_{f,t} = \sum_c PQ_{c,t} \times \left[\frac{QI_{c,t}}{\sum_c QI_{c,t}}\right] \quad (۳۳)$$

در نهایت مقدار کل سرمایه جدید ($QFS_{k,t}$) و نیز مقادیر بخشی آن ($QF_{k,a,t}$) در هر مقطع بر اساس مقادیر پیشین آن‌ها و ضرایب و مقادیری که در معادله ۳۲ برآورد شد به دست می‌آید. لازم به ذکر است علاوه بر آن‌چه بیان شد بایستی نرخ استهلاک سرمایه (dep_k) نیز در روابط ملحوظ شود. رابطه نهایی مورد نظر به صورت معادلات ۳۴ و ۳۵ خواهد بود.

$$QFS_{k,t} = QFS_{k,t-1} \times \left[1 + \left[\frac{\sum_a DK_{k,a,t-1}}{QFS_{k,t-1}}\right] - dep_k\right] \quad (۳۴)$$

$$QF_{k,a,t} = QF_{k,a,t-1} \times \left[1 + \left[\frac{DK_{k,a,t-1}}{QF_{k,a,t-1}}\right] - dep_k\right] \quad (۳۵)$$

برای کالیبراسیون این مدل به مجموعه‌ای از اطلاعات در خصوص مقادیر اولیه متغیرها و پارامترهای توابع نیاز است. مقادیر اولیه متغیرهای این مدل بر پایه ماتریس حسابداری اجتماعی مالی سال ۱۳۷۸ بانک مرکزی تعیین شده است. دلیل استفاده از این ماتریس بدان جهت است که تنها ماتریس حسابداری اجتماعی مالی در ایران است و سایر ماتریس‌های بعد از آن صرفاً جهت بخش واقعی اقتصاد تهیه شده است. مقادیر کشش پارامترهای توابع موجود در مدل از سایر مطالعات به شرح جدول ۱ پیوست و نرخ‌های استهلاک نیز به شرح جدول ۲ پیوست استخراج شده است.

۵- شبیه‌سازی سناریوها

بعد از تصریح مدل و بستن آن به روش بالا، سناریوهای زیر با تکنیک مسئله ترکیبی مختلط[1] و با استفاده از نرم‌افزار گمز[2] به شرح زیر شبیه‌سازی شده است. در تمامی سناریوها فرض می‌شود که به مدت ۷ سال این پروژه ساخته می‌شود و به مدت ۱۵ سال مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. ساخت این پروژه منجر به افزایش عرضه آب نامتعارف به بخش معدن به میزان ۶۵۰ میلیون متر مکعب شده است. همچنین همان‌گونه که گفته شد هزینه ساخت پروژه به میزان ۱۰۹ هزار میلیارد ریال با دلار ده هزار تومان برآورد شده که در این مدل مبلغ با توجه به قیمت نرخ ارز بازار رسمی در سال ۱۳۷۸ تعدیل شده است.

سناریو اول: ساخت، تأمین مالی و بهره‌برداری از پروژه شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس توسط بخش عمومی از محل انتشار اوراق مشارکت دولتی.

---

[1]. MCP
[2]. GAMS

در این سناریو در دوره ساخت، تأمین مالی هزینه پروژه از محل انتشار اوراق مشارکت دولتی صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر به مدت ۷ سال جهت تأمین مخارج این پروژه، اوراق مشارکت دولتی منتشر خواهد شد. نتایج شبیه‌سازی مدل بیان‌گر آن است که با انتشار اوراق مشارکت در دوره ساخت، درآمد دولت به میزان ۰/۰۱۵ درصد افزایش می‌یابد. این افزایش درآمد صرف سرمایه‌گذاری در پروژه مذکور می‌شود. درآمد حاصل از سود اوراق مشارکت نیز منجر به افزایش درآمد خانوار به میزان ۰/۰۱۲۶ درصد در این دوره خواهد شد؛ اما خانوار درآمد حاصله را پس‌انداز نموده تا آن را صرف سرمایه‌گذاری در امور تولیدی نماید. لذا نرخ پس‌انداز خانوار در این دوره به میزان ۰/۴۰۲ درصد افزایش یافته و مخارج مصرفی خانوار ۰/۰۱۰۸ درصد کاهش می‌یابد. در این مدل فرض شده است که کل سود حاصل از خرید اوراق مذکور در حوزه صنعت، سرمایه‌گذاری خواهد شد. اما افزایش مخارج سرمایه‌گذاری منجر به افزایش تولید کلیه فعالیت‌ها به جز بخش آب و بخش خدمات مطابق جدول ۲ خواهد شد.

در دوره بهره‌برداری نیز با افزایش آب به عنوان عامل تولید بخش معادن، تولید کلیه بخش‌ها به جز بخش ساختمان افزایش می‌یابد. بیشترین افزایش تولید در کل دوره مربوط به بخش ساختمان و صنعت است. در این سناریو تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۱۷۵ درصد و تورم به میزان ۰/۰۰۳ درصد افزایش یافته که ناشی از افزایش مخارج سرمایه‌گذاری و افزایش مخارج مصرفی دولت است.

جدول ۲: درصد تغییر در تولیدات بخش‌های مختلف اقتصادی در سناریو ساخت، تأمین مالی و بهره‌برداری از پروژه شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس توسط بخش عمومی از محل انتشار اوراق مشارکت دولتی

بخش /دوره زمانی	کشاورزی	ساختمان	صنعت	معدن	برق	خدمات	حمل‌ونقل	آب
کل دوره	۰/۰۰۸۹	۰/۰۵۴۸	۰/۰۵۳۴	۰/۰۲۱۱	۰/۰۰۳۷	-۰٫۰۰۰۴	۰/۰۰۵۹	-۰٫۰۱۸۶
دوره ساخت	۰/۰۲۶۵	۰/۱۷۲۵	۰/۱۶۷۴	۰/۰۶۴۲	۰/۰۰۹۴	-۰٫۰۰۲۹	۰/۰۱۶۵	-۰٫۰۶۲۵
دوره بهره‌برداری	۰/۰۰۰۷	-۰٫۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱۸

منبع: محاسبات محقق

سناریو دوم: ساخت، تأمین مالی و بهره‌برداری از پروژه شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس توسط بخش دولتی از محل اخذ درآمدهای مالیاتی.

در این سناریو مالیات بر محصول آب در دوره بهره‌برداری با نرخ ۰٫۰۱ درصد وضع خواهد شد. در دوره ساخت، درآمد قابل تصرف خانوارها و شرکت‌ها کاهش و پس‌انداز آن‌ها افزایش می‌یابد؛ اما در دوره بهره‌برداری جریان کاملاً برعکس بوده و درآمد قابل‌تصرف آن‌ها افزایش و

پس‌انداز آن‌ها کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر می‌توان گفت در کل دوره ۲۲ ساله، درآمد خانوار به میزان ۰/۰۰۷ درصد و درآمد شرکت‌ها به میزان ۰/۰۰۱۶ درصد کاهش، اما پس‌انداز خانوار به میزان ۰/۰۸۶ درصد و پس‌انداز شرکت‌ها به میزان ۰/۰۱۶۹ درصد افزایش می‌یابد. با کاهش درآمد قابل تصرف، مخارج خانوار نیز به میزان ۰/۰۱۲۵ درصد کاهش یافته و متعاقباً رفاه نیز به میزان ۰/۰۰۰۴ درصد کاهش خواهد یافت.

جدول ۳: درصد تغییر در تولیدات بخش‌های مختلف اقتصادی در سناریو ساخت، تأمین مالی و بهره‌برداری از پروژه شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس توسط بخش دولتی از محل اخذ درآمدهای مالیاتی

بخش /دوره زمانی	کشاورزی	ساختمان	صنعت	معدن	برق	خدمات	حمل‌ونقل	آب
کل دوره	-۰٫۰۱۲	۰/۰۴۸۹	۰/۰۲۱۹	۰/۰۲۲۲	-۰٫۰۶۲۶	-۰٫۰۰۱۹	۰/۰۲۳۲	-۰٫۹۶۶۵
دوره ساخت	-۰٫۰۲۷	۰/۱۶۳۵	۰/۰۶۵	۰/۰۴۶۹	-۰٫۰۴۴	-۰٫۰۳۸۳	۰/۰۱۶۲	-۰٫۰۴۵۲
دوره بهره‌برداری	-۰٫۰۰۵	-۰٫۰۰۴۶	۰/۰۰۱۸	۰/۰۱۰۶	-۰٫۰۷۱۲	۰/۰۱۵۲	۰/۰۲۶۵	-۱٫۳۹۶۴

منبع: محاسبات محقق

همان‌گونه که قبلاً اشاره شده است در این مقاله به دلیل قانون بستار، درآمد قابل تصرف دولت در دوره ساخت کاهش و در دوره بهره‌برداری به دلیل افزایش نرخ مالیات بر محصول آب افزایش می‌یابد. افزایش درآمد دولت در کل دوره از محل درآمدهای مالیاتی، صرف پرداخت هزینه‌های سرمایه‌گذاری می‌شود، اما باعث افزایش مخارج مصرفی دولتی به میزان ۰/۰۰۸ نیز خواهد شد. در این سناریو تولید در سایر بخش‌ها به جز بخش کشاورزی، برق، آب و خدمات مطابق جدول ۳ کاهش می‌یابد. همچنین تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۱۰۸ درصد و تورم به میزان ۰/۰۱۱ درصد افزایش می‌یابد که ناشی از افزایش مخارج سرمایه‌گذاری است.

جدول ۴: درصد تغییر در تولیدات بخش‌های مختلف اقتصادی در سناریو ساخت، تأمین مالی و بهره‌برداری از پروژه شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس از طریق قرارداد مشارکت عمومی خصوصی از محل انتشار سهام در بازار سرمایه و حذف یارانه آب

بخش /دوره زمانی		کشاورزی	ساختمان	صنعت	معدن	برق	خدمات	حمل‌ونقل	آب
حالت اول	کل دوره	۰/۰۰۷۶	۰/۰۵۳۴	۰/۰۵۵۱	۰/۰۲۴۵	-۰٫۰۱۹۷	۰/۰۰۴۸	۰/۰۱۴۴	-۰٫۴۸۳۶
	دوره ساخت	۰/۰۲۸۴	۰/۱۷۲۸	۰/۱۷۰۹	۰/۰۶۴۸	۰/۰۱۱۲	-۰٫۰۰۱۷	۰/۰۱۶۵	-۰٫۰۶۳
	دوره بهره‌برداری	-۰٫۰۰۲	-۰٫۰۰۲۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵۷	-۰٫۰۳۴۲	۰/۰۰۷۸	۰/۰۱۳۴	-۰٫۶۷۹۸
حالت دوم	کل دوره	۰/۰۴۹۶	۰/۰۴۷۵	۰/۰۶۵۳	۰/۰۸۴۵	۰/۰۳۲۹	۰/۰۴۵۳	۰/۰۶۶۸	-۰٫۴۸۳۴

	دوره ساخت	۰/۰۲۸۴	۰/۱۷۲۸	۰/۱۷۰۹	۰/۰۶۴۷	۰/۰۱۱۲	-۰/۰۰۰۱۷	۰/۰۱۶۵	-۰/۰۶۳
	دوره بهره‌برداری	۰/۰۵۹۵	-۰/۰۰۱۱	۰/۰۱۶	۰/۰۹۳۸	۰/۰۴۳	۰/۰۶۷۲	۰/۰۹۰۳	-۰/۶۷۹۵

منبع: محاسبات محقق

سناریو سوم: ساخت، تأمین مالی و بهره‌برداری از پروژه شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس از طریق قرارداد مشارکت عمومی خصوصی از محل انتشار سهام در بازار سرمایه و حذف یارانه آب. این سناریو در دو حالت تنظیم شده است. در حالت اول فرض می‌شود که میزان افزایش بهره‌وری ناشی از بهره‌برداری پروژه توسط بخش خصوصی صفر است؛ اما در حالت دوم فرض می‌شود، بهره‌وری در بخش معدن در دوره بهره‌برداری توسط بخش خصوصی به میزان ۰/۰۱ درصد افزایش می‌یابد. در هر دو حالت درآمد قابل تصرف بخش خصوصی اعم از خانوار و شرکت‌ها و بخش دولتی (عمومی) در کل دوره ساخت و بهره‌برداری افزایش می‌یابد. این افزایش درآمد در دوره ساخت ناشی از سود حاصله از انتشار سهام در بازار سرمایه است. در دوره بهره‌برداری نیز این افزایش درآمد ناشی از افزایش تولیدات در اکثر بخش‌های تولیدی مطابق جدول ۴ است. در حالت اول مانند سناریو قبل در کل دوره بیشترین افزایش تولید به ترتیب مربوط به بخش‌های صنعت و ساختمان است؛ اما در حالت دوم بیشترین تولید به ترتیب مربوط به بخش‌های معدن، حمل و نقل و صنعت است.

دلیل این امر افزایش بهره‌وری در بخش معدن بوده که ناشی از ساخت و بهره‌برداری از پروژه توسط بخش خصوصی است. در کل دوره نیز در هر دو حالت درآمد خانوار، شرکت‌ها و دولت مطابق جدول ۵ افزایش می‌یابد. در حالت اول مصرف خانوار در تمامی بخش‌ها افزایش اما در بخش آب و کشاورزی کاهش یافته است؛ بنابراین در رفاه خانوار تغییر محسوسی ایجاد نمی‌شود. این کاهش مصرف در بخش آب و کشاورزی، به دلیل افزایش نرخ مالیات بر محصول آب هست. در حالت دوم مصرف خانوار در همه بخش‌ها به جزء آب افزایش می‌یابد، لذا رفاه خانوار به میزان ۰/۰۰۱۶ درصد افزایش خواهد یافت. در اینجا در حالت اول تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۲۲ درصد و تورم به میزان ۰/۰۰۸ درصد افزایش یافته است، اما در حالت دوم تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۷۵ درصد و تورم به میزان ۰/۰۲۴ درصد افزایش می‌یابد.

در مرحله آخر لازم است تحلیل حساسیت در خصوص انتخاب بعضی از پارامترها صورت پذیرد. البته روشن است که به لحاظ محاسباتی و منطقی به دلیل تعداد سناریوها و تعداد پارامترهای زیاد این پژوهش، نمی‌توان ثبات نتایج را در مقابل همه پارامترها بررسی کرد، لذا در این پژوهش این اقدام در خصوص پارامترکشش جانشینی آب و ارزش افزوده در چهار بخش مهم کشاورزی،

برق، صنعت و معدن صورت گرفته که نتایج آن در جدول ۳ پیوست بر روی تولید ناخالص داخلی قابل مشاهده است. همان‌گونه که جدول فوق‌الذکر نشان می‌دهد با تغییر پارامتر کشش در لایه آب، در نتایج شبیه‌سازی سناریوها بر درصد تغییرات تولید ناخالص داخلی تغییر محسوسی مشاهده نمی‌شود؛ البته این حساسیت به میزان اندکی نسبت به پارامتر کشش آب در بخش کشاورزی وجود دارد.

جدول ۵: درصد تغییر در متغیرهای مختلف اقتصادی در سناریو ساخت، تأمین مالی و بهره‌برداری از پروژه شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس از طریق قرارداد مشارکت عمومی خصوصی از محل انتشار سهام در بازار سرمایه و حذف یارانه آب

متغیرهای اقتصادی	درآمد خانوار	درآمد شرکت‌ها	درآمد دولت	مخارج دولت	مخارج خانوار	پس‌انداز خانوار	پس‌انداز شرکت‌ها
حالت اول	۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۸۱	۰/۰۱۶
حالت دوم	۰/۰۹۳	۰/۰۸۱	۰/۰۴۶	۰/۰۲۴	۰/۱۰۳	-۰٫۱۷۲	-۰٫۰۳۴

منبع: محاسبات محقق

۶- نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین عوامل دستیابی به رشد بالای اقتصادی، تأمین زیرساخت‌های عمومی از جمله زیرساخت‌های حوزه آب با هدف ایجاد بستری مطمئن در جهت انجام سرمایه‌گذاری‌های مولد است. با توجه به محدودیت منابع در کشور، ضرورت دارد با مدیریت کارآمد و استفاده صحیح از توان بخش‌های مختلف عمومی و خصوصی در تأمین منابع مالی این زیرساخت‌ها گام مؤثر برداشته شود. در همین راستا در سال‌های اخیر با توجه به تجربیات جهانی، برای اجرای طرح‌های زیرساختی جدید، نیمه‌تمام و آماده بهره‌برداری، به‌کارگیری ظرفیت بخش خصوصی پیشنهاد است. در ایران برای اولین بار در بند (ب) ماده ۲۱۴ برنامه پنجم توسعه کشور، به روش مشارکت عمومی خصوصی بدون ذکر جزئیات اشاره شده است و پس از آن ضوابط تفصیلی‌تری در این باره در قوانین بودجه سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۱ مطرح شده است؛ اما در مصوبات اخیر سعی شده است به طور جدی این روش مورد توجه قرار گیرد و ظرفیت‌های لازم برای اجرای این نوع قراردادها فراهم شود. از جمله ظرفیت‌های قانونی اخیر می‌توان به دستورالعمل ماده ۲۷ قانون الحاق ۲، ضوابط تبصره ۱۹ قانون بودجه سال ۱۳۹۸، مصوبه شورای عالی هماهنگی اقتصادی سران قوا و لایحه مشارکت عمومی خصوصی اشاره کرد. لذا هدف این مقاله تجزیه و تحلیل اثر ساخت و بهره‌برداری از طرح شیرین‌سازی و انتقال آب خلیج فارس به

صنایع جنوب شرقی کشور بر متغیرهای کلان و بخشی اقتصادی کشور و مقایسه اثر سرمایه‌گذاری و اجرای این پروژه با شیوه مشارکت عمومی خصوصی با حالت سنتی با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مالی پویای برگشتی بوده است. نتایج نشان می‌دهد که ساخت و اجرای پروژه با هر شیوه‌ای منجر به افزایش تولید ناخالص داخلی شده است؛ اما تولید ناخالص داخلی در روش مشارکت عمومی خصوصی وقتی در دوره بهره‌برداری بهره‌وری افزایش یافته (حالت دوم سناریو سوم) بیشتر از سایر روش‌ها افزایش یافته است. در شیوه سنتی نیز در صورتی که پروژه از محل انتشار اوراق مشارکت دولتی تأمین گردد، افزایش تولید ناخالص داخلی بیشتر از زمانی خواهد بود که پروژه از محل افزایش درآمدهای مالیاتی تأمین گردد.

همچنین تغییر در رفاه خانوار در سناریو اول و دوم که شیوه اجرای پروژه به صورت سنتی و توسط دولت صورت گرفته است منفی می‌باشد، اما در سناریو سوم که اجرای پروژه با به‌کارگیری قرارداد مشارکت عمومی خصوصی صورت گرفته است در حالت اول که بهره‌وری صفر در نظر گرفته شده است بدون تغییر اما در حالت دوم که در دوره بهره‌برداری، بهره‌وری افزایش یافته مثبت است.

انجام این پژوهش دارای محدودیت‌های زیادی بود از جمله فقدان ماتریس حسابداری اجتماعی مالی (FSAM) جدید در ایران و عدم برآورد اقتصادی ناشی از آثار مخرب زیست‌محیطی اجرای این پروژه. همچنین چنین تحقیقی بهتر است در سطح منطقه‌ای انجام شود که با توجه به فقدان ماتریس حسابداری اجتماعی منطقه‌ای مالی در ایران این کار امکان‌پذیر نبود. لذا پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی تأثیرات زیست‌محیطی پروژه شیرین‌سازی و انتقال آب از خلیج فارس به استان‌های جنوب شرقی کشور مورد بررسی قرار گیرد و آثار مخرب اقتصادی آن برآورد گردد.

References

Adam, C. S. & Bevan, D. L. (2006). "Aid and the Supply Side: Public Investment, Export Performance, and Dutch Disease in Low-Income Countries". The World Bank Economic Review **20**(2): 261-290.

Aschauer, A. (1989). "Is Public Expenditure Productive?" . Journal of Monetary Economics **23**(2): 177-200.

Barro, R. J. (1990). "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth". Journal of Political Economy **98**(5): 103-125.

Berrittella, M. Hoekstra, A. Y. Rehdanz, K. Roson, R. & Tol, S. (2007). "The Economic Impact of Restricted Water Supply: A Computable General Equilibrium Analysis". Water Research **41**(8): 1799-1813.

Berrittella, M. Rehdanz, K. & Tol, R. S. (2006). "The Economic Impact of the South-North Water Transfer Project in China: A Computable General Equilibrium Analysis". FEEM Working Paper No. 154.06.

Chen, Z. Daito, N. & Gifford, J. L. (2017). "Socioeconomic Impacts of Transportation Public-private Partnerships: A Dynamic CGE Assessment". Transport Policy **58**: 80-87.

Diao, X. & 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.

Dissou, Y. & Didic, S. (2013). *Infrastructure and Economic Growth in Asia*, Springer, Cham.

Easterly, W. & Rebelo, S. (1993). "Fiscal Policy and Economic Growth: An Empirical Investigation". National Bureau of Economic Research Working Paper No.4499.

Estache, A. & Fay, M. (2007). *Current Debates on Infrastructure Policy*, The World Bank.

Fedderke, J. Perkins, P. & Luiz, J. (2006). "Infrastructural Investment in Long-Run Economic Growth: South Africa 1875–2001". World Dev **34**(6): 1037-1059.

Fourie, J. (2006). "Economic Infrastructure in South Africa: a Review of Definitions, Theory and Empirics". South Afr J Econ **74**(3): 530-556.

Gramlich, E. M. (1994). "Infrastructure Investment: A Review Essay". Journal of Economic Literature **32**(3): 1176-1196.

Hakfoort, J. (1996). "Public Capital, Private Sector Productivity and Economic Growth: A Macroeconomic Perspective". In Infrastructure and the Complexity of Economic Development: 61-72. Springer, Berlin, Heidelberg.

Haqiqi, I. (2013). *Designing a Financial Computable General Equilibrium for Iran*, The Monetary and Banking Research Institution.

Islamic Parliament Research Center of the Islamic Republic of IRAN (2019). *Resource Management and Improving Water Consumption Pattern in*

Iran's Mining and Mining Industries (Part I), NO 16455, https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1149034.

Islar, M. & Boda, C. (2014). "Political Ecology of Inter-basin Water Transfers in Turkish Water Governance". Ecology and Society **19**(4): 21-40.

Khan, M. & Reinhart, C. (1990). "Private Investment and Economic Growth in Developing Countries". World Development **18**: 19-27.

Kim, E. & Bae, Y. (2015). "Economic Contribution of the Private Sector on Financing and Operation of a Highway: Financial Computable General Equilibrium". Journal of Transport Economics and Policy (JTEP) **49**(3): 397-414.

Kim, E. (1998). "Economic Gain and Loss from Public Infrastructure Investment". Growth and Change **29**(4): 445-469.

Kim, E. Hewings, G. J. & Amir, H. (2017). "Economic Evaluation of Transportation Projects: An Application of Financial Computable General Equilibrium Model". Research in Transportation Economics **61**: 44-55.

Kneller, R. Bleany, M. & Gemmell, N. (1999). "Fiscal Policy and Growth: Evidence from OECD Countries". Journal of Public Economics **74**: 171-90.

Liu, X. & Chen, X. (2008). "Methods for Approximating the Shadow Price of Water in China". Economic Systems Research **20**(2): 173-185.

Lofgren, H. & Robinson, S. (2008). "Public Spending, Growth, and Poverty Alleviation in Sub-Saharan Africa: a Dynamic General-Equilibrium Analysis". In Public Expenditures, Growth, and Poverty: Lessons from Developing Countries (Vol. 51). Intl Food Policy Res Inst. Retrieved from http://www.pep-net.org.

Lofgren, H. Harris, R. L. & Robinson, S. (2002). A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS (Vol. 5). Intl Food Policy Res Inst.

Luckmann, J. Grethe, H. McDonald, S. Orlov, A. & Siddig, K. (2014). "An Integrated Economic Model of Multiple Types and Uses of Water". Water Resources Research **50**(5): 3875-3892.

Manzoor, D. Haqiqi, I. & Aghababaei, M. (2012). "Decomposing Electricity Demand Elasticity in Iran: Computable General Equilibrium Approach". The Journal of Economic Policy **4**(8): 91-112.

McKibbin, J. & Wilcoxen, J. (1998). "The Theoretical and Empirical Structure of the G-Cubed Model". Economic Modelling **16**(1): 123-48.

Nejati, M. (2017). "The Role of Foreign Direct Investment in Iran's Economy Using the Computable General Equilibrium Model". The Journal of Economic Policy **9**(18): 65-100.

Ott, I. & Turnovsky, S. (2005). "Excludable and Non-Excludable Public Inputs: Consequences for Economic Growth". CESIFO Working Paper No.1423.

Palatnik, R. R. (2019). "The Economic Value of Seawater Desalination-The Case of Israel". In Economy-Wide Modeling of Water at Regional and Global Scales. Springer, Singapore. Retrieved from https:// link.springer.com.

Perrault, J. F. Savard, L. & Estache, A. (2010). "The Impact of Infrastructure Spending in Sub-Saharan Africa: A CGE Modeling Approach". World Bank Policy Research Working Paper 5386.

Richaud, C. Sekkat, Kh. & Varoudakis, A. (1999). "Infrastructure and Growth Spillovers: A Case for a Regional Infrastructure Policy in Africa". University of Brussels, Retrieved from https://citeseerx.ist.psu.edu.

Romer, P.M. (1990). "Endogenous Technological Change". J Polit Econ **98**(5): 71-02.

Romp, W. & De Haan J (2005). "Public Capital and Economic Growth: A Critical Survey". EIB Papers **10**(1): 250-265.

Shan, F. & Zhi-gang, D. (2005). "Water Embedded CGE Model to Assess the Impacts of South to North Water Transfer to Recipient Region". IFAC Proceedings Volumes **38**(1): 54-59.

Shao, X. Wang, H. & Wang, Z. (2003). "Inter Basin Transfer Projects and Their Implications: A China Case Study". International Journal of River Basin Management **1**(1): 5-14.

Thorbecke, E. (1991). "Adjustment, Growth and Income Distribution in Indonesia". World Development **19**(11): 1595-614.

Tinbergen, J. (1962). *Shaping the World Economy*, Suggestions for an International Economic Policy, New York, the Twentieth Century Fund.

Yousefi, A. (2011). *The Impact of Water Scarcity in Iranian Economy: A Computable General Equilibrium Analysis*, Doctoral Dissertations of Agricultural Economics, Policy and Economic Development, Agricultural University, Tarbiat Modares University.

پیوست

جدول ۱: پارامترهای کشش استفاده شده در ساختار مدل

کشش‌ها	مقدار کشش	منبع انتخاب کشش
کشش آرمینگتون بین کالاهای وارداتی و کالاهای تولید داخل	۳	تارجنسن (۲۰۰۳) و مدل EMPAX منظور و همکاران (۱۳۸۹)
کشش تبدیل بین کالاهای صادراتی و کالاهای تولید داخل (CET)	۱	مدل EMPAX منظور و همکاران (۱۳۸۹)
کشش بین آب و ارزش افزوده (بخش کشاورزی)	۰,۱	شان فنگ و همکاران (۲۰۰۷)
کشش بین آب و ارزش افزوده (بخش حمل و نقل و خدمات)	۰,۷۵	شان فنگ و همکاران(۲۰۰۷)
کشش بین آب و ارزش افزوده (بخش برق)	۰,۳	شان فنگ و همکاران (۲۰۰۷)
کشش بین آب و ارزش افزوده (بخش صنعت و معدن)	۰,۵	شان فنگ و همکاران(۲۰۰۷) (میانگین صنایع با آب بری بالا با کشش ۰,۳ و صنایع با آب بری متوسط با کشش ۰,۵)
کشش بین آب و ارزش افزوده (بخش ساختمان)	۰,۵	شان فنگ و همکاران (۲۰۰۷)
کشش جانشینی بین عوامل تولید در لایه ارزش افزوده	۰,۸	مدل استاندارد لافگرن (۲۰۰۲)
کشش جانشینی بین کالاها	۶	مدل استاندارد لافگرن (۲۰۰۲)
کشش جانشینی بین دارایی‌های مالی در تابع تشکیل پرتفوی مالی	۳	دبوویکس (۲۰۱۰)

جدول ۲: نرخ استهلاک استفاده شده در ساختار مدل

بخش‌های اقتصادی	نرخ استهلاک (به درصد)
کشاورزی	۵/۹
صنعت	۴/۷
معدن	۴/۷
برق	۳/۹
آب	۳/۹
ساختمان	۷/۸
حمل و نقل	۴/۶
خدمات	۴

منبع: امینی و نشاط (۱۳۸۴)

جدول ۳: نتایج تحلیل حساسیت میانگین درصد تغییرات تولید ناخالص داخلی به پارامترهای اصلی کشش آب

سناریوها	با کشش‌های منتخب مقاله	پارامتر کشش بخش کشاورزی		پارامتر کشش بخش صنعت		پارامتر کشش بخش معدن		پارامتر کشش بخش برق	
		۰٫۲	۰٫۱	۰٫۴	۰٫۶	۰٫۴	۰٫۶	۰٫۲	۰٫۳
سناریو اول	۰٫۰۱۷۵	۰٫۰۱۷۸	۰٫۰۱۷۲	۰٫۰۱۷۵	۰٫۰۱۷۵	۰٫۰۱۷۶	۰٫۰۱۷۴	۰٫۰۱۷۵	۰٫۰۱۷۵
سناریو دوم	۰٫۰۱۰۸	۰٫۰۱۰۴	۰٫۰۱۱۲	۰٫۰۱۰۸	۰٫۰۱۰۸	۰٫۰۱۰۹	۰٫۰۱۰۷	۰٫۰۱۰۹	۰٫۰۱۰۸
سناریو سوم- حالت اول	۰٫۰۲۲۴	۰٫۰۲۲۶	۰٫۰۲۲۱	۰٫۰۲۲۳	۰٫۰۲۲۴	۰٫۰۲۲۴	۰٫۰۲۲۳	۰٫۰۲۲۴	۰٫۰۲۲۴
سناریو سوم- حالت دوم	۰٫۰۷۵۱	۰٫۰۷۶۸	۰٫۰۷۳۴	۰٫۰۷۵۰	۰٫۰۷۵۱	۰٫۰۷۵۰	۰٫۰۷۵۱	۰٫۰۷۵۰	۰٫۰۷۵۱

منبع: محاسبات محقق

Original Research Article

Economic evaluation of the Persian Gulf water desalination and the project of water transmission to the southeast mines of the country: A financial computable general equilibrium (FCGE) model

Azar Tabesh[1]
Majid Sameti[2]*
Saeed Samadi[3]
Mehrdad Farhadian[4]
Gholamhossein Kiani[5]

Received: 25-05-2020 Accepted: 19-12-2020

Introduction: Iran is located in the arid and semi-arid region of the world and is facing a severe water shortage. The share of industries and mines in the total amount of water consumption in this country is about two percent, which is very small as compared to developed countries. However, the geographical distribution and location of industries and mines are not been water-centered, and this has led to many obstacles in providing water resources for industry and mining, despite the low share of this sector compared to the global average. For example, an important part of Iran's mines such as iron and copper mines are located in low-water provinces such as Hormozgan, Kerman and Yazd. But there are two main strategies for managing water resources in industry and mining. The first option is to use saltwater instead of fresh water (desalted seawater), and the second option is to use water recycling processes. In recent years, the high share of the current budget in the country's public budget has made the government

[1]. Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran
[2]. Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran
Email: majidsameti@ase.ui.ac.ir
[3]. Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran
[4]. Faculty of Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran
[5]. Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran

unable to complete the construction and operation of infrastructures in various areas, including the water industry. Moreover, despite the sanctions on the Iranian oil industry and the limited foreign exchange earnings, the possibility of financing such projects with the revenues from oil sale has decreased, and the government must inevitably rely on the revenues from taxes, service tariffs, the issuance of government bonds, or the capacity of the private sector. Of course, various methods of financing infrastructure projects sometimes have different effects on the economy. Therefore, it is necessary to study the effect of constructing these infrastructures on the economy according to the way of financing them. This paper aims to provide a dynamic financial computable general equilibrium model that can evaluate the public-private partnership by focusing on the water sector, the effects of building, financing and operating desalination centers and transferring the Persian Gulf water to the mines sector in the southeast of the country.

Methodology: In order to investigate the trend of changes in the variables of this model, a recursive financial computable general equilibrium is used. After the model is specified, three different scenarios are simulated using the MCP technique and the GAMS software. In all these scenarios, it is assumed that the project will be built for seven years and operated for 15 years. The construction of this project has led to an increase in the supply of unconventional water to the mining sector by 650 million cubic meters. But the financing methods of the project are assumed to be different in these scenarios. In the first scenario, financing is done by the issuing of government bonds, in the second scenario, by the imposing of a tax on the water product, and, in the third scenario, by the issuing of equities and eliminating of water subsidies (in terms of the productivity index).

Results and Discussion: The results of simulations show that the project, if implemented by the private sector and financed by eliminating water subsidies and issuing equities in the capital market for the building and operation period, will have higher positive effects on the gross domestic production and social welfare than when it is implemented by the public sector and financed by issuing bonds or imposing a tax on water products. In other words, the building and operation of the project by the private sector by the elimination of water subsidies and the issuance of equities in the capital market without increasing productivity will lead to an increase of 0.0224% in the GDP, but it will not make a significant change in the household welfare. If an increase in productivity accompanies it, the GDP will increase by 0.0751 percent and social welfare by 0.0016 percent. On the other hand, if building and operating are done by the public sector and by the issuing of bonds, it will increase the GDP by 0.0175 percent and reduce the household welfare by 0.002 percent. If it is financed by

imposing a tax on water products, the GDP will increase by 0.0108 percent, and household social welfare will decrease by 0.0004 percent.
Conclusion: The results show that the building and operation of the project in any way leads to an increase in the GDP. However, the GDP in the public-private partnership method increases more than in the other methods when productivity increases during the operation period (the second case of the third scenario). In the traditional method, if the project is financed by the issuance of government bonds, the increase in the GDP will be greater than that when the project is financed by tax revenues. Also, the change in the household welfare is negative in the first and the second scenarios, where the project is traditionally implemented by the government. In the third scenario, however, where the project is implemented using a public-private partnership contract, the productivity is zero when it is unchanged, but it is positive when it increases in the period of operation.
Keywords: Financial computable general equilibrium model, Financing, Public-private partnerships, Desalination, Inter-basin water transfer.
JEL Classification: F65, C68, L92, Q25, E62.