

## Measuring the effect of economic activities of Iran on water, land and human demand in 2012: an input-output approach

K. Javadi Pashaki<sup>1\*</sup>, S.H. Sajadifar<sup>2</sup>, M. Ahmadpour Borazjani<sup>3</sup>, A. Najibi Fini<sup>4</sup>

1- PhD in Agricultural Economics and Teacher of Islamic Azad University, Iran. 2- PhD in Economic Systems, Department of economic, Shahriyar branch, Islamic Azad University, Shahriyar, Iran. 3- PhD in Agricultural Economics, Faculty Member of the Department of Agricultural Economics, Zabol University, Iran. 4- MSc. in Economics, Water and waste-water in Hormozgan Province, Iran.

\*(Corresponding Author Email: javadi\_k2006@yahoo.com)

Received: 16-7-2016

Accepted: 5-9-2016

## سنجش اثر فعالیت‌های اقتصادی ایران بر تقاضای آب، زمین و انسان در سال ۱۳۹۱، رهیافت جدول داده - ستانده

کوروش جوادی پاشاکی<sup>۱\*</sup>، سیدحسین سجادی‌فر<sup>۲</sup>، محمود احمدپور برازجانی<sup>۳</sup>، عبدالعظیم نجیبی‌فینی<sup>۴</sup>

۱- دکتری اقتصاد کشاورزی و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی. ۲- دکتری سیستم‌های اقتصادی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهریار. ۳- دکتری اقتصاد کشاورزی، عضو هیات علمی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل. ۴- کارشناسی ارشد اقتصاد، آب و فاضلاب استان هرمزگان.

\*(نویسنده مسئول، E-Mail: javadi\_k2006@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۵/Fugit pra cus soluptam, si in nus deditiosae quis cus/۷/۱۵

### Abstract

Water is a vital resource for each biological and economic phenomenon. Water is considered as a production input. Production is not possible without water in all economic sectors. Also, the environment including air, soil, fauna and plants utilize water in their bioprocess, therefore the quantity of water demand is not limited only to final and intermediate demand in economic sectors. In this paper effect of economic activities and ecological water footprint, land and human has been investigated using an input-output table with method RAS in 2012. Data of this study derived from national accounts and water statistical yearbook data. First, production multiplier coefficient of sectors links and then water, land, and human multiplier coefficient, are calculated. In fact, the calculated multiplier coefficient expresses the relationship between final demand and water, land, and human in physical quantity terms in Iran's economy. Results show that one unit of demand or investment in agricultural sector requires 65722 m<sup>3</sup> of water. Also, this quantity in industry, mining, building and service sectors are 13922, 1227, 3260 and 1005 m<sup>3</sup> respectively. Also, the results of land multiplier coefficient show that one unit demand or investment (in terms of billion Rials) in agricultural, industry, mining, building and service sectors requires 137552, 27888, 6419, 1832 m<sup>2</sup> land respectively. Also, the results of human multiplier coefficient show that for one unit demand in the agricultural sector, 4 people employed directly and indirectly. Mining sector per one unit demand or investment requires one people. The mining, building and service sectors require 3, 5 and 2 people (directly and indirectly) respectively.

**Keywords:** multiplier coefficient, water ecology, land, human, input-output table, RAS method.

### چکیده

آب منبع حیاتی برای هر پدیده زیستی و اقتصادی است. آب به عنوان یک نهاده برای تولید به شمار می‌آید. تولید برای هیچ بخشی از اقتصاد، بدون آب میسر نیست. محیط زیست شامل هوا، خاک، جانداران و گیاهان نیز از آب در فرآیندهای زیستی خود استفاده می‌کنند، بنابراین مقدار تقاضا برای آب به تقاضای نهایی و واسطه‌ای در بخش‌های اقتصادی خلاصه نمی‌شود. در این مقاله اثر فعالیت‌های اقتصادی و ردپای بوم‌شناسی آب، زمین و انسان با استفاده از رویکرد جدول داده-ستانده به روش RAS در سطح کلان کشور برای سال ۱۳۹۱ مورد سنجش قرار گرفته است. داده‌های آماری این پژوهش از حساب‌های ملی و سالنامه آماری آب می‌باشد. ابتدا ضرایب فزاینده تولید پیوند بخش‌ها محاسبه شده و سپس ضرایب فزاینده آب، زمین و انسان محاسبه گردیده است. ضرایب فزاینده محاسبه شده در واقع ارتباط بین تقاضای نهایی و مقدار فیزیکی آب، زمین و انسان در اقتصاد ایران را بیان می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری (برحسب یک میلیارد ریال) در بخش کشاورزی ۶۵۷۲۲ مترمکعب آب نیاز دارد. همچنین این میزان در بخش‌های صنعت، معدن، ساختمان و خدمات به ترتیب ۱۳۹۲۲، ۱۲۲۷، ۳۲۶۰ و ۱۰۰۵ مترمکعب می‌باشد. همچنین نتایج محاسبه ضریب فزاینده زمین نشان می‌دهد که یک واحد تقاضا (یک میلیارد ریال) و یا سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی ۱۳۷۵۵۲ مترمربع زمین و در بخش‌های صنعت ۲۷۸۸۸ مترمربع، معدن ۱۸۳۲ مترمربع، ساختمان ۶۴۱۹ متر مربع و در بخش خدمات ۱۸۳۲ مترمربع برحسب زمین زیر بنا مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین نتایج محاسبات ضریب فزاینده انسان در بخش‌های اقتصادی نشان می‌دهد برای یک واحد تقاضا (یک میلیارد ریال)، در بخش کشاورزی به طور تقریبی ۴ نفر بطور مستقیم و غیرمستقیم بکار گرفته می‌شود. بخش معدن نیز به ازای یک واحد تقاضا حدوداً به ۱ نفر نیاز دارد. بخش‌های صنعت، ساختمان و خدمات نیز به ترتیب حدوداً ۳ نفر، ۵ نفر و ۲ نفر بطور مستقیم و غیرمستقیم در فرایند تولید خود بکار می‌گیرند.

**واژه‌های کلیدی:** ضریب فزاینده، بوم‌شناسی آب، زمین، انسان، جدول داده-ستانده، روش RAS.

است در آینده نزدیک حتماً با مشکل آبی مواجه خواهیم شد و چنانچه نقش آب در جمعیت شهری کشور مدیریت نشود، قطعاً آب کفاف جمعیت را نخواهد داد. یکی از راه‌های برون رفت از مشکلات مدیریت منابع آب، مصرف بهینه آب است.

از آنجا که مدیریت عرضه و تقاضای آب از مهمترین مسائل پیشروی سیاستگذاران کشور است، سیاستگذاران بدون ترسیم دورنگام آینده بخش آب، قادر به مدیریت صحیح این بخش نخواهند بود. بنابراین لازم است که چشم اندازه‌های آتی، شرایط و پیش نیازهای بخش آب ترسیم گردد. تدوین استراتژی، فرآیند تهیه برنامه بلندمدت برای مدیریت باید کارا باشد که فرصت‌ها، موقعیت‌ها و تهدیدهای آینده را مد نظر قرار دهد.

اولین مرحله برنامه‌ریزی، بررسی وضعیت موجود بخش آب در سطح کلان کشور و در مناطقی (استان‌ها) است که رشد جمعیتی بالایی دارند. زیرا عدم توجه به آب، مشکلات معیشتی خانوارها و کشاورزان و فقر غذایی را به دنبال خواهد داشت. در این راستا دستگاه‌های که در رابطه با مدیریت منابع آب، توزیع و یا تولید کننده آب می‌باشند، اعم از جمع‌آوری، تصفیه و توزیع آب، مثل شرکت‌های آب منطقه‌ای و آب و فاضلاب شهری و روستایی، که عرضه کننده آب می‌باشند و از طرفی دیگر تقاضاکنندگان آب که عمدتاً بخش‌های اقتصاد که به‌عنوان یک کالا واسطه‌ای در فرایند تولید استفاده می‌کنند و تقاضا کنندگان نهایی که معمولاً خانوارها، دولت و صادرکنندگان می‌باشند؛ بایستی استفاده بهینه منابع در الگوی مصرف آب را رعایت کنند، تا در آینده دچار کمبود منابع آبی نشویم.

باتوجه به اینکه استفاده از آب در یک بخش، سایر بخش‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، باید بخش آب در برنامه‌های توسعه به‌عنوان یک کل در نظر گرفته شده و اثرات زیست محیطی و اقتصادی و سیاست‌های آن نیز بررسی شود. این مقاله از یافته‌های تحقیق سنجش اثر فعالیت‌های اقتصادی بر اکولوژی آب، زمین و انسان در اقتصاد ایران می‌باشد. در این مطالعه ابتدا ضرایب فرایند تولید پیوند بخش‌ها با استفاده از رویکرد جدول داده - ستانده محاسبه شده و سپس ضرایب فرایند آب، زمین و انسان محاسبه گردیده است. ضریب فرایند تولید در بخش‌های اقتصادی و ضریب فرایند آب، زمین و انسان در واقع رابطه فعالیت اقتصادی و استفاده از میزان یا مقدار فیزیکی هر یک از متغیرها را نشان می‌دهد. در واقع این ضرایب، پاسخگویی به تقاضا در بخش‌های اقتصادی ایران را نشان می‌دهد.

و ثروت شخصی و دارایی مهمی به‌شمار می‌رود. زمین در واقع کالایی است که هم از لحاظ مکانی و هم از لحاظ کیفیت، ناهمگن است (دبیری، ۱۳۹۴). از لحاظ مکانی، ناهمگنی به این صورت است، که نوع استفاده از زمین در مکان‌های مختلف، تفاوت دارد. از لحاظ مکانی، ناهمگنی به این صورت است که نوع استفاده از زمین در مکان‌های مختلف تفاوت دارد، همچنین سبب می‌شود که موقعیت

آب منبع حیاتی برای هر پدیده زیستی و انسانی است. آب به‌عنوان یک نهاده برای تولید به‌شمار می‌آید. هیچ بخشی از اقتصاد بدون آب، تولید برای آن امکان پذیر نمی‌باشد. امروزه جوامع بین‌المللی از اهمیت آب در جهت داشتن رشد اقتصادی پایدار در زمان حال و آینده آگاه گشته‌اند. پایداری آب و زمین عبارت است از اطمینان از نسل‌های آتی که امکان تولید کالا و خدمات برای تامین اهداف خود را داشته باشند. استفاده از آب وقتی پایدار خواهد بود که امکان تولید غذا برای نسل‌های فعلی و نسل‌های آتی فراهم باشد. می‌دانیم که کالاها برای فرآیند تولید خود در جریان اقتصادی به‌صورت زنجیره‌ای با یکدیگر ارتباط دارند. برای تولید کالا نیاز به مواد اولیه از کالاهای، دیگر بخش‌های اقتصادی است و محصول تولید شده‌ی هر بخش، خود نیز در سایر بخش‌های اقتصادی به‌عنوان کالای واسطه‌ای عرضه می‌شود و مابقی آن جذب تقاضای نهایی (خانوارها، دولت، سرمایه‌گذاری، صادرات) می‌شود. تقاضای آب به کاربردهای آن بستگی دارد و برحسب کاربرد و مصارف آن قابل تشخیص است. تقاضای نهایی خانوارها و یا مصرف واسطه‌ای در بخش‌های صنعتی، کشاورزی، خدمات و زیست محیطی طبقه‌بندی می‌گردد. بطور کلی تقاضای آب برحسب مصارف، شامل: تقاضای آب به‌عنوان کالای نهایی و کالاهای واسطه‌ای می‌باشد. تقاضای واسطه‌ای بدین معنا است که آب در تولید کالاها و خدمات از جمله آبیاری محصول، خنک‌سازی، عملیات تولید و به حرکت در آوردن توربین‌ها برای تولید برق، مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر تقاضای نهایی و واسطه‌ای در بخش‌های اقتصادی برای آب، محیط زیست، هوا، خاک، جانداران و گیاهان نیز از آب در فرآیند زیستی خود استفاده می‌کنند.

همانطور که ذکر شد آب از مهم‌ترین عوامل تولید در بخش اقتصادی است که تامین آن، از منابع آب سطحی و زیرزمینی صورت می‌گیرد. منابع آب سطحی به شرایط جوی و میزان بارندگی در کشور بستگی دارد. مطالعاتی که در گذشته در زمینه مسائل آب در سطح کلان کشور انجام شده است نشان می‌دهد، هزینه‌های خشکسالی به میزان ۴/۴ درصد ارزش افزوده زیربخش‌های زراعی و باغی را کاهش می‌دهد. در ایران و در بیشتر نواحی بدون توسل به آبیاری، فعالیت کشاورزی امکان‌پذیر نمی‌باشد. در بعضی از استان‌ها با مصرف آب شرب باتوجه به اینکه جمعیت شهری ایران به شدت در حال رشد

## مفهوم اکولوژیکی یا بوم‌شناسی زمین، آب و انسان

### - مفهوم بوم‌شناسی زمین

زمین یک عامل مهم تولید در بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی در بخش کشاورزی، جنگل، یا ساختمان مسکونی، تجاری و صنعتی می‌باشد. مالکیت زمین برای افراد و کشورها یک قدرت اجتماعی،

آن‌ها نسبت به بازار متفاوت باشد، زمینی که در نزدیک شهر است با زمینی که در کوهپایه و یا نقاط دور افتاده واقع شده است، ارزش متفاوتی خواهد داشت. از طرف دیگر زمین‌ها از لحاظ کیفیت نیز متفاوت هستند، یعنی نوع خاک و حاصل خیزی آن‌ها متفاوت است که موجب ناهمگنی آن‌ها می‌گردد. برای تعیین استفاده کارا از زمین، نیاز به تعریف معیاری است که براساس آن شرایط کارایی بدست می‌آید. معمولاً استفاده کارا از زمین به گونه‌ای است که بیشترین رانت را به دنبال دارد. بنابراین شرط کارایی دقیقاً معادل با حداکثر رانت می‌باشد. این معیار برای حالت‌های مختلف قابل کاربرد بوده و از انعطاف لازم برخوردار است. استفاده از زمین معمولاً با سه حالت مواجه هست. یکی حالتی که زمین‌ها همگن هستند. در این حالت نوع استفاده از زمین را تغییر می‌دهند تا بیشترین رانت بدست آید. حالت دوم مربوط به زمین‌های ناهمگن است که در اغلب موارد با این وضعیت مواجه هستند. این ناهمگنی به دلیل تفاوت در مرغوبیت و موقعیت مکانی است. حالت سوم راجع به نوع مالکیت زمین است. در این حالت نیز کارایی معیار مطلوب از زمین، حداکثر رانت تعریف می‌شود.

#### - مفهوم بوم‌شناسی تقاضای آب

ردپای بوم‌شناسی تقاضای آب به کاربردهای آن بستگی دارد و

برحسب کاربرد و مصارف آن قابل تشخیص است (Pfister و همکاران، ۲۰۱۷). تقاضای نهایی خانوارها و یا مصرف واسطه‌ای در بخش‌های صنعتی، کشاورزی، خدمات و زیست محیطی طبقه‌بندی می‌گردد. بطورکلی تقاضای آب برحسب مصارف، شامل: تقاضای آب به عنوان کالای نهایی و کالاهای واسطه‌ای می‌باشد. تقاضای واسطه‌ای بدین معنا است که آب در تولید کالاهای و خدمات از جمله آبیاری محصول، خنک‌سازی، عملیات تولید و به حرکت در آوردن توربین‌ها برای تولید برق، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### - مفهوم بوم‌شناسی انسان

بطور کلی عناصری که برای تولید می‌توان ذکر کرد، سرمایه انسانی و مادی است. از سرمایه انسانی گاه به عنوان منابع انسانی یا همان نیروی کار یاد می‌شود. از سرمایه مادی به عنوان منابع مادی شامل: ماشین‌آلات، ساختمان و مانند آن سخن به میان می‌آید. اگر دو عنصر سرمایه انسانی و مادی وجود نداشته باشد، هرگز چیزی به عنوان تولید یا فرآوری تحقق نخواهد یافت. از این رو تولید را برآیند طبیعی کار و سرمایه، یعنی سرمایه انسانی و مادی دانسته‌اند، زیرا این انسان است که با عناصری چون خلاقیت، فعل و کار، اندیشه و فکر خود، در منابع مادی تصرف و تغییرات مثبتی را ایجاد کرده و منجر به تولید کالا یا خدمات می‌شود.

#### مبانی نظری و روش تحقیق

داده‌های آماری این تحقیق براساس آمارهای ثبتی از آب منطقه‌ای، آب و فاضلاب شهری و روستایی و سازمان مدیریت منابع آب با استفاده از رویکرد جدول داده - ستانده می‌باشد. برای محاسبه ضریب فزاینده آب در بخش‌های اقتصادی از رویکرد جدول داده - ستانده استفاده شده است. در این رویکرد هدف ارتباط بین تغییرات تقاضای نهایی برای تولید و تغییرات میزان مصرف آب، زمین و بکارگیری نیروی کار (انسان) در هر یک از بخش‌های اقتصادی است. در واقع ما به دنبال پاسخ‌گویی به این سوال می‌باشیم، که با میزان مشخصی تقاضا و یا سرمایه‌گذاری در هر یک از بخش‌ها، چه میزان آب مصرف می‌شود و یا چه میزان زمین یا انسان برای تولید نیاز می‌باشد. روش مورد استفاده بر اساس الگوی جدول داده-ستانده Blair و Miller (۲۰۰۹) می‌باشد. در این الگو، رابطه هر یک از نهادها با تولید به صورت رابطه آن  $X_{ij}$  داده‌های مستقیم تولید رشته فعالیت  $i$  و  $X_j$  به کل ستانده رشته فعالیت  $j$  است، ماتریس کل نیازها عبارت خواهد بود از:

$$X_i = [I - A]^{-1} \cdot fd_i \quad (1)$$

$$PW_j = w_j / x_j \quad (2)$$

در رابطه فوق،  $(PW_j)$  مقدار مصرف آب بخش زام و یا ضریب مستقیم آب را نشان می‌دهد به این معنا که به ازای یک واحد تولید بخش زام این بخش به طور مستقیم چه مقدار آب مصرف می‌شود و

$(x_i)$  ستانده بخش را نشان می‌دهد. بدین ترتیب مقدار نیازهای آب بطور مستقیم و غیرمستقیم برای کل بخش‌های اقتصادی از رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

$$W_{ij} = [I - A]^{-1} \cdot fd_i \quad (3)$$

در گام بعدی با استفاده از روابط (۱) و (۲) ماتریس ضرایب فزاینده آب  $(PW_j)$  طبق رابطه (۴) بدست می‌آید. همچنین رابطه (۵) بیان می‌دارد که با افزایش یک واحد در تقاضای نهایی یا به طور مشخص با یک واحد سرمایه‌گذاری، چه میزان آب به طور مستقیم و غیرمستقیم توسط هر یک بخش اقتصادی مصرف می‌کنند.

$$PW_j = PW_j [I - A]^{-1} \cdot fd_i \quad (4)$$

$$\Delta PW_j = PW_j [I - A]^{-1} \cdot \Delta fd_i \quad (5)$$

این روابط برای تعیین ضریب فزاینده زمین و انسان نیز صادق است. بطوریکه در مورد زمین نیز بیان می‌کند که با یک واحد تقاضا یا به طور مشخص با یک واحد سرمایه‌گذاری، چه میزان زمین به طور مستقیم و غیرمستقیم توسط هر بخش اقتصادی بکار گرفته می‌شود. و یا در مورد انسان نیز بیان می‌کند یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری در بخش‌های اقتصادی چه میزان نیروی کار (انسان) بکار گرفته می‌شود. به عبارتی مدل ریاضی ضرایب فزاینده از روابط (۶) تا (۱۱) محاسبه می‌گردد.

$$A = z\hat{x}^{-1} \quad (6)$$

$$R = M\hat{x}^{-1} \quad (7)$$

$$Q = N\hat{x}^{-1} \quad (8)$$

$$A^* = A(I - A)^{-1} \quad (9)$$

$$R^* = r(I - A)^{-1} \quad (10)$$

$$Q^* = q(I - A)^{-1} \quad (11)$$

A: ضرایب مستقیم قطری آب، R: ضرایب مستقیم قطری زمین، Q: ضرایب مستقیم قطری انسان، Z: نهاده آب، M: نهاده زمین، N: نهاده انسان،  $[I - A]^{-1}$ : ضریب معکوس لئون تیف،  $\bar{x}^{-1}$ : ضریب نهاده‌ها در قطر اصلی ماتریس،  $A^*$ ،  $R^*$  و  $Q^*$ : به ترتیب ضریب فزاینده آب، زمین و انسان برحسب فیزیکی یا مقداری می‌باشد.

#### - معرفی الگوی جدول داده-ستانده و روش بهنگام‌سازی

معمولاً جداول داده-ستانده ملی به دو روش آماری و غیرآماری تهیه می‌شوند. در تهیه جداول آماری مجموعه‌ای از اطلاعات مورد نیاز گردآوری می‌شود که اساس آن نیز حساب‌های ملی است. از جمله حساب تولید شامل: ارزش ستانده، ارزش افزوده و هزینه‌های واسطه‌ای بخش‌ها و حساب هزینه شامل: مصرف نهایی خصوصی خانوارها، مصرف دولت و موسسات در خدمت خانوارها، تشکیل سرمایه، صادرات و واردات می‌باشد. در تهیه جدول آماری به دلیل وجود هزینه بالا و صرف وقت و زمان زیاد جهت تهیه این جدول، معمولاً پژوهشگران سعی کرده‌اند که روش‌هایی غیرآماری پایه‌ریزی نمایند تا بتوان با حداقل نیازهای آماری و هزینه‌های مالی و انسانی، یک جدول داده-ستانده بهنگام شده را محاسبه نمود. در این مورد پژوهشگران روش‌های گوناگونی را ارائه نموده‌اند. از جمله روش‌های غیرآماری می‌توان به موارد زیر اشاره کرد که به دلیل پیچیدگی این روش‌ها در این مقاله، از پرداختن به توضیح درباره آن‌ها اجتناب می‌شود:

- روش فرضیه ضرایب ثابت

- روش قدر مطلق تفاضلات
- روش قدر مطلق وزنی تفاضلات
- روش قدر مطلق تفاضلات نرمال شده
- روش مربع تفاضلات
- روش مربع تفاضلات وزنی
- روش مربع تفاضلات نرمال شده
- روش بهینه سازی لاگرانژی
- روش اعمال پارامتر ثابت تغییر همه جانبه
- روش تعدیل دو نسبتی<sup>۱</sup>

در چارچوب روش‌های تعدیل دونستبتی یکی از روش‌هایی که از استقبال عمومی بیشتری برخوردار است و برای بهنگام‌کردن جداول داده-ستانده از آن استفاده می‌شود روش RAS است. در این مطالعه برای بهنگام نمودن جدول داده-ستانده از نرم‌افزار EXRAS که در محیط MATLAB برنامه نویسی شده، استفاده گردید (کردیچه و همکاران، ۱۳۹۳).

#### - پوشش داده‌های آماری

پوشش داده‌های آماری در سطح کل کشور می‌باشد و از داده‌های آماری ثبتی حساب‌های ملی سال ۱۳۹۱ مرکز آمار ایران، تراز نامه انرژی، سالنامه آماری آب وزارت نیرو و وزارت مسکن و شهرسازی استفاده شده است.

#### - پوشش بخش‌های اقتصادی

جدول به پنج بخش اقتصادی، کشاورزی، معدن، صنعت، ساختمان و خدمات تقسیم شده است. در ناحیه دوم جدول خالص صادرات و واردات و تغییر موجودی انبار به صورت یکجا در تقاضای نهایی دیده شده است و با (ستانده) بخش‌ها به عنوان پسماند تراز شده است.

داده‌های غیرمستقیم داریم. داده‌های غیرمستقیم داده‌هایی هستند که توسط کلیه رشته فعالیت‌هایی خریداری می‌شوند که محصولات آن‌ها توسط رشته فعالیت اول خریداری می‌شود. از طریق ماتریس معکوس لئون تیف می‌توان وابستگی تکنولوژی نظام تولیدی را مشخص کرده و اثرات افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان نهائی را در شبکه تولید یک کشور مورد بررسی قرار داد. از حاصل ضرب ماتریس  $(I - A)^{-1}$  در بردار تقاضای نهائی یا C (مثلاً تقاضای مصرف نهائی یعنی بخش خصوصی)، میزان کل ستانده ناخالص مورد نیاز هر محصول برای تامین تقاضای نهائی آن محصول مشخص می‌شود.

جدول (۱) نشان می‌دهد که اگر یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی (برحسب یک میلیارد ریال) انجام گیرد، افزایش تولیدی به میزان ۱/۶۱۴ در بخش کشاورزی صورت می‌گیرد. این ضرایب در بخش معدن برحسب یک واحد تقاضا برابر است با ۱/۱۱۷ واحد، در بخش صنعت برحسب یک واحد تقاضا به میزان ۲/۰۱۷ واحد، بخش ساختمان ۱/۹۱۱ واحد و در بخش خدمات نیز ۱/۳۱۹ واحد منجر به افزایش تولید خواهد شد.

#### نتایج و یافته‌های تحقیق

اطلاعات جدول (۱) نتایج و یافته‌های تحقیق در بخش‌های اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۱ را نشان می‌دهد. براساس جدول فنی مستقیم و غیرمستقیم تولید (معکوس لئون تیف)<sup>۲</sup> این جدول پس از کسر ماتریس ضرائب فنی از ماتریس واحد و معکوس کردن آن حاصل شد. ماتریس معکوس برای تحلیل‌های داده - ستانده دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد، زیرا اثرات کامل تقاضا برای محصولات هر بخش را بر سایر بخش‌ها نشان می‌دهد. جدول ضرائب فنی (ضرائب مستقیم) صرفاً نشان می‌دهد هر بخش برای تولید ستانده خود نیازمند چه داده‌هایی است، ولی بررسی اثرات بعدی با استفاده از ارقام آن امکان پذیر نیست. درحالی‌که تاثیر تولید یک محصول فقط به داده‌هایی ختم نمی‌شود که مستقیماً برای تولید آن محصول مورد نیاز است؛ بلکه تولید هر محصول، زنجیره ممتدی از تولیدات دیگر را به دنبال دارد. زیرا هر یک از محصولات خریداری شده نیز به نوبه خود نیازمند داده‌های دیگریست. به این ترتیب دو نوع داده‌های مستقیم و

جدول ۱- ضریب فزاینده مستقیم و غیرمستقیم تولید (I - A)<sup>-1</sup> در بخش اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۱  
(منبع: داده‌های حساب‌های ملی مرکز آمار ایران و تعدیل جدول توسط محقق)

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معادن	صنعت	ساختمان	خدمات
کشاورزی، شکار و جنگلداری	۱/۲۲۲۵۷	۰/۰۰۷۹۸	۰/۲۴۰۱۶	۰/۰۵۳۰۶	۰/۰۱۵۴۲
معادن	۰/۰۴۸۰۸	۱/۰۰۹۲۰	۰/۲۳۴۷۷	۰/۱۲۲۵۴	۰/۰۱۸۴۱
صنعت	۰/۰۹۲۴۲	۰/۰۱۶۶۴	۱/۲۱۴۹۲	۰/۲۴۳۴۸	۰/۰۵۳۵۸
ساختمان	۰/۰۰۷۸۵	۰/۰۰۵۸۲	۰/۰۱۰۰۳	۱/۰۸۶۳۳	۰/۰۲۴۱۱
خدمات	۰/۲۴۳۲۹	۰/۰۷۷۳۴	۰/۳۲۶۷۱	۰/۴۰۵۷۳	۱/۲۰۷۳۲
جمع	۱/۶۱۴	۱/۱۱۷	۲/۰۱۷	۱/۹۱۱	۱/۳۱۹

### • نتایج ضریب فزاینده آب

استفاده می‌شود. در بخش معادن نیز به ازای یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری در این بخش به میزان ۱۲۲۷ مترمکعب آب مصرف خواهد شد. در بخش‌های صنعت، ساختمان و خدمات نیز به ترتیب به میزان ۱۳۹۲۲ مترمکعب، ۳۲۶۰ مترمکعب و ۱۰۰۵ مترمکعب آب بطور مستقیم و غیرمستقیم مصرف خواهد شد.

اطلاعات جدول (۲) نتایج محاسبات ضریب فزاینده آب در بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱ می‌باشد. این ضریب در بخش کشاورزی نشان می‌دهد که به ازای یک واحد تقاضا (برحسب میلیارد ریال) در این بخش، به میزان ۶۵۷۲۲ مترمکعب آب بطور مستقیم و غیرمستقیم

جدول ۲- ضریب فزاینده مستقیم و غیرمستقیم آب در بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱ (برحسب متر مکعب)  
(منبع: ترازنامه انرژی وزارت نیرو- محاسبات توسط محقق)

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معادن	صنعت	ساختمان	خدمات
کشاورزی، شکار و جنگلداری	۶۵۵۹۶	۴۲۸	۱۲۸۸۶	۲۸۴۷	۸۲۷
معادن	۳۷	۷۷۹	۱۷۳	۹۵	۱۴
صنعت	۶۳	۱۱	۸۲۸	۱۶۶	۳۷
ساختمان	۱	۱	۱	۱۱۰	۲
خدمات	۲۵	۸	۳۴	۴۲	۱۲۵
جمع	۶۵۷۲۲	۱۲۲۷	۱۳۹۲۲	۳۲۶۰	۱۰۰۵

### • نیازهای آب در اقتصاد کشور

نیاز دارد. برای تأمین تقاضای نهایی بخش اقتصادی و کل اقتصاد نیز ۷۳۷۸۳ میلیون متر مکعب آب نیاز است. جمع ستون‌های جدول (۳) نیز نشان می‌دهد که هر بخش اقتصاد چقدر آب برای هزینه واسطه‌ای تولید بخش خودش نیاز دارد. به ترتیب نیاز بخش‌ها، عبارتند از: بخش کشاورزی، ۳۲۲۸۱ میلیون متر مکعب، بخش معادن، ۶۲ میلیون متر مکعب، بخش صنعت، ۳۵۴۵۷ میلیون متر مکعب، بخش ساختمان، ۲۴۵۲ میلیون متر مکعب و بخش خدمات، ۳۵۳۱ میلیون متر مکعب آب برای تولیدات خودش نیاز دارد.

اطلاعات جدول (۳) نتایج محاسبات نیازهای مستقیم و غیرمستقیم بخش‌های اقتصادی است. جمع سطری بخش‌های اقتصادی نشان می‌دهد که بخش کشاورزی ۷۰۱۰۴ میلیون مترمکعب آب نیاز دارد تا بتواند تقاضای نهایی برای تولید محصولات همه بخش‌های اقتصادی را تأمین کند. سایر بخش‌ها نیز عبارتند از: بخش معادن، ۶۲۰ میلیون مترمکعب، بخش صنعت ۲۳۹۴ میلیون مترمکعب، بخش ساختمان ۹۶ میلیون مترمکعب و بخش خدمات ۵۷۰ میلیون متر مکعب آب

جدول ۳- نیازهای مستقیم و غیرمستقیم آب در بخش‌های اقتصادی- برحسب میلیون متر مکعب در اقتصاد ایران سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معادن	صنعت	ساختمان	خدمات	جمع
کشاورزی	۳۲۲۱۸/۸۸	۲۱/۶۳	۳۲۸۱۶/۹۴	۲۱۴۱/۶۱	۲۹۰۵/۲۱	۷۰۱۰۴/۲۹
معادن	۱۸/۲۱	۳۹/۳۱	۴۴۱/۵۲	۷۱/۱۰	۴۹/۸۵	۶۲۰/۰۰
صنعت	۳۰/۹۵	۰/۵۷	۲۱۰۹/۶۶	۱۲۴/۸۸	۱۲۸/۲۹	۲۳۹۴/۳۶
ساختمان	۰/۳۹	۰/۰۳	۲/۵۸	۸۲/۷۲	۸/۵۷	۹۴/۳۰
خدمات	۱۲/۳۸	۰/۴۰	۸۶/۲۰	۳۱/۶۲	۴۳۹/۳۰	۵۶۹/۹۱
جمع	۳۲۲۸۰/۸۲	۶۱/۹۵	۳۵۴۵۶/۹۲	۲۴۵۱/۹۳	۳۵۳۱/۲۳	۷۳۷۸۲/۸۶

### • نتایج ضریب فزاینده زمین

اطلاعات جدول (۴) نتایج محاسبات ضریب فزاینده زمین در بخش‌های اقتصادی می‌باشد. این ضریب در بخش کشاورزی نشان می‌دهد یک واحد تقاضا (برحسب میلیارد ریال) در این بخش به میزان ۱۳۷۵۵۲ مترمربع زمین بطور مستقیم و غیرمستقیم استفاده می‌شود. این رقم

نشان دهنده بازده پائین در بخش کشاورزی است. در بخش معدن نیز به ازای یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری در این بخش به میزان ۲۵۷۶ مترمربع، زمین استفاده خواهد شد. در بخش‌های صنعت، ساختمان و خدمات نیز به ترتیب به میزان ۲۷۸۸، ۶۴۱۹ و ۱۸۳۲ مترمربع زمین بطور مستقیم و غیرمستقیم استفاده خواهد شد.

جدول ۴- ضریب فزاینده زمین مستقیم و غیرمستقیم تولید برحسب متر مربع در بخش‌های اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معدن	صنعت	ساختمان	خدمات
کشاورزی، شکار و جنگلداری	۱۳۷۴۲۵	۸۹۷	۲۶۹۹۶	۵۹۶۵	۱۷۳۳
معدن	۷۹/۵	۱۶۶۸/۵	۳۷۱/۶	۲۰۲/۶	۳۰/۴
صنعت	۳۸/۶	۷	۵۰۷/۵	۱۰۱/۷	۲۲/۴
ساختمان	۱	۰/۷	۱/۲	۱۳۵/۱	۳
خدمات	۸/۷	۲/۸	۱۱/۷	۱۴/۶	۴۳/۳
جمع	۱۳۷۵۵۲	۲۵۷۶	۲۷۸۸	۶۴۱۹	۱۸۳۲

### • نتایج ضریب فزاینده انسان

اطلاعات جدول (۵) نتایج محاسبات ضریب فزاینده انسان در بخش‌های اقتصادی می‌باشد. این ضریب در بخش کشاورزی نشان می‌دهد که یک واحد تقاضا (برحسب میلیارد ریال) در این بخش به میزان ۴/۲ نفر بطور مستقیم و غیرمستقیم بکار گرفته شود. در بخش

معدن نیز به ازای یک واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری در این بخش به میزان ۰/۵ نفر بکارگرفته خواهد شد. این رقم نشان می‌دهد بخش معدن سرمایه‌بر بوده و کمتر از نیروی کار (انسان) استفاده می‌کند. در بخش‌های صنعت، ساختمان و خدمات نیز به ترتیب به میزان ۲/۵ نفر، ۴/۸ نفر و ۲/۴ نفر بطور مستقیم و غیرمستقیم بکار گرفته می‌شوند.

جدول ۵- ضریب فزاینده نیروی کار (انسان) مستقیم و غیرمستقیم تولید برحسب نفر در بخش‌های اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معدن	صنعت	ساختمان	خدمات
کشاورزی، شکار و جنگلداری	۲/۶۵	۰/۰۲	۰/۷۲	۰/۱۶	۰/۰۵
معدن	۰/۰۱	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۱
صنعت	۰/۰۸	۰/۰۱	۱/۰۶	۰/۲۱	۰/۰۵
ساختمان	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۳/۶۳	۰/۰۸
خدمات	۰/۴۵	۰/۱۴	۰/۶۱	۰/۷۵	۲/۲۴
جمع	۴/۲۲	۰/۵۱	۲/۴۸	۴/۷۹	۲/۴۲

### • نتایج پیوند پسین و پیشین مستقیم تولید در اقتصاد ایران

**پیوند پسین مستقیم:** یعنی اینکه یک بخش اقتصادی در فرآیند تولید خود چه میزان از کالاها و خدمات خود و سایر بخش‌های اقتصادی را بطور مستقیم مورد استفاده قرار می‌دهد و از منظر بخش تقاضاکننده مورد سنجش قرار می‌گیرد. جمع ستونی ماتریس ضرایب مستقیم هر بخش را پیوند پسین مستقیم آن بخش می‌نامند. **پیوند پیشین مستقیم:** پیوند پیشین مستقیم از منظر بخش عرضه‌کننده مورد سنجش قرار می‌گیرد. یعنی یک بخش به چه میزان از تولید خود را به عنوان واسطه به خود و سایر بخش‌ها عرضه می‌کند. جمع سطری ماتریس مذکور را پیوند پیشین مستقیم می‌نامند. اطلاعات جدول (۶) پیوند پسین مستقیم تولید از

منظر بخش تقاضاکننده و پیوند پیشین مستقیم تولید از منظر بخش عرضه‌کننده را نشان می‌دهد.

جدول ۶- پیوندهای پسین و پیشین مستقیم تولید در بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	پیوند پسین مستقیم	پیوند پیشین مستقیم
کشاورزی، شکار و جنگلداری	۰/۴۰	۰/۳۴
معدن	۰/۰۸	۰/۲۸
صنعت	۰/۶۸	۰/۴۳
ساختمان	۰/۵۸	۰/۱۰
خدمات	۰/۲۲	۰/۸۱

• نتایج پیوند پسون و پیشین مستقیم و غیرمستقیم<sup>۵</sup>  
اطلاعات جدول (۷) پیوند پسون و پیشین مستقیم و غیرمستقیم تولید هر بخش را از منظر بخش تقاضا محور و عرضه کننده و در چارچوب الگوی عرضه محور مورد سنجش قرار می‌گیرد. پیوند مذکور نشان می‌دهد که با افزایش یک واحد ارزش افزوده در یک بخش، به چه میزان سبب افزایش تولید آن بخش در کل اقتصاد خواهد شد. از جمع سطری ماتریس ضرایب فزاینده ستانده (تخصیص)، پیوند پیشین مستقیم و غیرمستقیم بدست می‌آید.

می‌دهد. برای رفع این نارسایی، پژوهشگران روش‌های مختلفی را پیشنهاد نموده‌اند. یکی از این روش‌ها، نرمالیزه کردن پیوندها می‌باشد. هدف، نرمالیزه کردن عملکرد متوسط هر بخش به متوسط کل اقتصاد می‌باشد. شاخص‌های بدست آمده می‌توانند بزرگتر از واحد و یا کوچکتر از واحد باشند. شاخصی که بزرگتر از یک باشد، بخش پیشرو یا کلید اقتصاد را نشان می‌دهد. یعنی اگر در این بخش سرمایه‌گذاری شود، زودتر به رشد اقتصادی منجر خواهد شد.

جدول ۷- پیوندهای پسون و پیشین مستقیم و غیرمستقیم (معکوس لئون تیف) تولید در بخش‌های اقتصادی در سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	ضریب پیوند پسون مستقیم و غیرمستقیم	ضریب پیوند پیشین مستقیم و غیرمستقیم
کشاورزی، شکار و جنگل‌داری	۱/۶۱	۱/۵۴
معادن	۱/۱۲	۱/۴۲
صنعت	۲/۰۲	۱/۶۲
ساختمان	۱/۹۱	۱/۱۳
خدمات	۱/۳۲	۲/۲۶

جدول ۸- پیوندهای پسون و پیشین مستقیم و غیرمستقیم (معکوس لئون تیف) تولید نرمالیزه در بخش‌های اقتصادی در سال ۱۳۹۱

بخش‌های اقتصادی	ضریب پیوند پسون نرمال شده	ضریب پیوند پیشین نرمال شده
کشاورزی، شکار و جنگل‌داری	۱/۰۱	۰/۹۶
معادن	۰/۷۰	۰/۸۹
صنعت	۱/۲۷	۱/۰۲
ساختمان	۱/۲۰	۰/۷۱
خدمات	۰/۸۳	۱/۴۲

• پیوندهای مستقیم و غیرمستقیم پسون و پیشین نرمال شده<sup>۶</sup>  
شاخص پیوندهای مستقیم و غیرمستقیم پسون و پیشین لئون تیف، بخش‌های کلیدی و رتبه‌بندی آن‌ها را به درستی نشان

جداول (۹) و (۱۰) آمار و اطلاعات مربوط به مقدار آب و زمین استفاده شده و نیروی کار بکار گرفته شده و ستانده هر بخش به تفکیک مصرف واسطه و ارزش افزوده‌ی بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱ را نشان می‌دهند.

جدول ۹- مقدار آب، زمین، نیروی انسانی و ستانده‌ی بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱

شرح	کشاورزی	معادن	صنعت	ساختمان	خدمات
آب (میلیون مترمکعب)	۷۰۱۰۴	۶۲۰	۲۳۹۴	۹۴	۵۶۹
زمین (کیلومتر مربع)	۱۴۶۸۷۰	۱۳۲۹	۱۴۶۷	۱۱۶	۱۹۷
اشتغال (هزار نفر)	۳۹۰۲	۲۴۷	۳۰۶۲	۳۱۱۲	۱۰۲۲۷
ستانده بخش‌ها (هزار میلیارد ریال)	۱۳۰۶	۸۰۴	۳۵۱۲	۹۳۱	۵۵۰۱

جدول ۱۰- ستانده، مصرف واسطه و ارزش افزوده بخش‌های اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۱ (بر حسب هزار میلیارد ریال) (منبع: حساب‌های ملی مرکز آمار ایران و محاسبه مصرف واسطه در بخش‌های اقتصادی توسط محقق)

بخش‌های اقتصادی	کشاورزی	معادن	صنعت	ساختمان	خدمات
کشاورزی، شکار و جنگل‌داری	۲۲۱	۳	۵۷۱	۲	۱۸
معادن	۳۲	۴	۶۲۲	۶۴	۳۱
صنعت	۷۳	۸	۵۳۹	۱۶۱	۱۸۳
ساختمان	۳	۳	۶	۶۷	۱۰۱
خدمات	۱۹۶	۴۷	۶۴۷	۲۴۲	۸۵۵
مصرف واسطه	۵۲۴	۶۶	۲۳۸۶	۵۳۷	۱۱۸۸
ارزش افزوده	۷۸۲	۷۳۸	۱۱۲۵	۳۹۴	۴۳۱۲
ستانده	۱۳۰۶	۸۰۴	۳۵۱۲	۹۳۱	۵۵۰۱

یکی از سیاست‌های مهم در بحث اقتصاد مقاومتی استفاده بهینه از منابع داخلی و توسعه پایدار است، ضرایب فزاینده آب، زمین و انسان، ابزار مناسبی برای هرگونه اعمال سیاست‌های مالی است، در واقع این شاخص‌ها تغییرات تقاضای اقتصاد بر اکولوژیک یا بوم‌شناسی آب، زمین و انسان را نشان می‌دهد. به عبارتی اگر به دنبال رشد اقتصاد ۸ درصدی در سطح ملی باشیم و یا رشد جمعیت بیش از ۱/۳ درصد به عنوان سیاست جمعیتی در دستور کار باشد، باید بدانیم این سیاست بر اکولوژیک چه میزان تاثیرگذار است و منجر به مصرف چه میزان آب، زمین و انسان در فرآیند تولید می‌شود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که برای هر واحد تقاضا یا سرمایه‌گذاری (برحسب میلیارد ریال) در بخش کشاورزی، ۶۵۷۲۲ مترمکعب آب مصرف می‌شود. همچنین در سایر بخش‌های اقتصادی که عبارتند: صنعت، معدن، ساختمان و خدمات به ترتیب ۱۳۹۲۲، ۱۲۲۷، ۳۲۶۰ و ۱۰۰۵ مترمکعب آب مصرف خواهد شد. نتایج محاسبه ضریب فزاینده زمین نشان می‌دهد که برای هر واحد تقاضا (میلیارد ریال) و یا سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی ۱۳۷۵۵۲ مترمربع زمین، بخش صنعت ۲۷۸۸ مترمربع، معدن ۲۵۷۶ مترمربع، ساختمان ۶۴۱۹ متر مربع و در بخش خدمات ۱۸۳۲ مترمربع زمین زیر بنا مورد استفاده قرار می‌گیرد. براساس نتایج مشاهده می‌شود در اقتصاد ایران، زمین به‌درستی در فرآیند تولید بکارگرفته نشده و سطح بازدهی تولید آن پائین می‌باشد.

#### پی‌نوشت

- 1- Biproportional adjustment techniques
- 2- Leontief Inverse Matrix
- 3- Direct Backward Linkage
- 4- Direct Forward linkage
- 5- Direct and Indirect Backward Linkage
- 6- Normalized Direct and Backward and Forward Linkage

#### منابع

دبیری، م. ۱۳۹۴. کتاب آلودگی محیط زیست (هوا-آب-خاک-و صوت). نشر اتحاد.  
کردچیه، م.، منصف، س. و بانوئی، ا.ع. ۱۳۹۳. بررسی روش‌های

به همین دلیل بخش کشاورزی نیز بیشترین میزان استفاده از زمین و مصرف آب به خود اختصاص داده است. زمینی که عاملی برای زیست محیط و تولید غذا برای انسان و آرامش و رفاه خانوارها و عامل تولید در بخش‌های صنعت، معدن و خدمات می‌باشد. سیاست‌گذاری در بخش آب، با توجه به نوع تکنولوژی مصرف‌کننده و زیرساخت‌های منابع آبی، بحث میزان سرمایه‌گذاری در اموری همچون زیرساخت‌های تولید، ابزار و تجهیزات آبرسانی، ماشین‌آلات، مهار آب‌های سطحی و به‌سازی کانال آبرسانی است. تغییرات ناشی از میزان سرمایه‌گذاری برای کلیه بخش‌های اقتصادی تنها در قالب جدول داده-ستانده قابل سنجش و اندازه‌گیری است. ضریب فزاینده یکی از شاخص‌های تغییرات ناشی از سرمایه‌گذاری و آثار آن بر روی بخش‌های اقتصادی و میزان مصرف منابع را نشان می‌دهد. دومین سیاست می‌تواند مدیریتی باشد. این سیاست در واقع همان سیاست مالی است، یعنی تغییرات هر یک از اجزای تقاضای نهایی (مصرف خانوار، هزینه نهایی دولت، سرمایه‌گذاری و صادرات) است. لازم است قبل از اعمال هرگونه سیاست قیمت و یا تعرفه قیمتی، اثر آن بر مقدار مصرف آب، زمین و انسان مورد توجه قرار گیرد. آثار سرمایه‌گذاری در بخش منابع انسانی نیز با تعیین ضریب فزاینده انسان قابل سنجش است که می‌تواند سطح بهره‌وری نیروی کار، ارتقاء دانش و سطح تحصیلات و میزان سرمایه‌گذاری انسانی را پیش‌بینی کرد. انسان با کسب مهارت با استفاده از تکنولوژی جدید موجب کاهش هزینه‌های تولید می‌شود.

بهنگام‌سازی RAS و RAS تعدیل شده و سنجش خطاهای آماری آن‌ها. دفتر حساب‌های اقتصادی، مرکز آمار ایران.

وزارت نیرو. ۱۳۹۱. سالنامه آماری آب در سال ۱۳۹۱.

معاونت امور انرژی وزارت نیرو. ۱۳۹۱. ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱.  
مرکز آمار ایران. ۱۳۹۱. حساب‌های ملی مرکز آمار ایران، دفتر حساب‌های اقتصادی. درگاه ملی آمار.

Miller R.E. and Blair P.D. 2009. Input-Output Analysis, Foundations and Extensions, Second Edition, GBR: Cambridge University Press.

Pfister S., Boulay A., Berger M., Hadjikakou M. and Motoshita M. 2017. Understanding the LCA and ISO water footprint: A response to Hoekstra (2016) "A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA", Ecological Indicators, 72: 352-359.