به‌کارگیری روش میدان اثرگذاری در سنجش تغییرات تکنولوژی در چارچوب جداول داده- ستانده ایران ۱۳۹۵-۱۳۶۵

محدثه سلیمانی*[۱]، علی‌اصغر بانویی[۲]، اسفندیار جهانگرد[۳]، تیمور محمدی[٤]

چکیده

در طول زمان، نوآوری و تغییرات تکنولوژی در فضاهای جغرافیایی بسیاری گسترش یافته است. یکی از انتقادات عمده به مدل‌های داده- ستانده، عدم توانایی این مدل در سنجش اثرات تغییرات تکنولوژی، ناشی از نوآوری‌های جدید بوده است. در این مقاله، نشان می‌دهیم که چگونه به‌کارگیری روش میدان اثرگذاری، می‌تواند برای اندازه‌گیری این منظور استفاده شود. در این روش، تغییرات تکنولوژی، به صورت تغییر یک یا تعداد بیشتری از درایه‌های ماتریس ضرایب مستقیم در نظر گرفته می‌شود و اثرات تغییرات تکنولوژی هر بخش، در ماتریس معکوس لئونتیف اندازه‌گیری خواهد شد. سوال اصلی این است که تغییرات تکنولوژی در یک بخش، تنها شعاع محدودی از فضای اطراف آن بخش را تحت تأثیر قرار می‌دهد و یا کل سیستم اقتصادی از این تغییر «تأثیر» می‌پذیرد؟ به عبارت دیگر، اثر تغییر تکنولوژی یک بخش در اقتصاد، بر سایر بخش‌ها چگونه خواهد بود؟ هدف این مقاله، استفاده از یک روش است که بتواند به صورت کلی میزان اثرپذیری بخش‌ها را نسبت به انواع تغییرات یعنی- یک درایه، تمام درایه‌ها، یک سطر، یک ستون- اندازه‌گیری کند و میزان اهمیت بخش‌های مختلف را بسنجد. برای این منظور، از جداول متعارف داده- ستانده ایران برای دوره زمانی ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران، استفاده شده و تأثیر تغییرات تکنولوژی برای هر بخش با استفاده از ماتریس معکوس لئونتیف و رویکرد میدان اثرگذاری ستونی (CFOI) اندازه‌گیری شده است. یافته‌های مقاله حاکی از آن است که در طول این دوره به طور عمده تغییرات تکنولوژی بخش صنعت و سپس بخش ساختمان بیشترین اثرگذاری و بخش معدن کمترین اثرگذاری را بر سایر بخش‌های اقتصاد ایران دارد.

کلمات کلیدی: جداول داده- ستانده، تغییرات تکنولوژی، روش میدان اثرگذاری

Key words: Input-Output Table, Technology changes, Fields of Influence

Jel: C67, O31, O33

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی است.

* [۱] دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیکی: soleimani1014@gmail.com

[۲] استاد گروه برنامه‌ریزی و توسعه اقتصادی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیکی: Banouei7@yahoo.com

[۳] دانشیار گروه اقتصاد نظری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیکی: ejahangard@gmail.com

[٤] استاد گروه اقتصاد نظری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیکی: atmahamadi@gmail.com

مقدمه

یکی از عوامل اصلی تغییرات ساختاری در اقتصاد، تغییرات تکنولوژی است. تغییرات تکنولوژی به معنای تغییر در عملکرد اقتصاد در یک بازه زمانی است که این بازه می‌تواند میان‌مدت یا بلندمدت باشد. در ادبیات اقتصادی، تغییرات تکنولوژی به دو شکل قابل بررسی است: اول، سهم نیروی کار و سرمایه و دوم، تغییرات تکنولوژی در قالب تغییر مقداری ضرایب فنی و تغییرات ستانده ناشی از تغییرات ماتریس معکوس لئونتیف (مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۴۰۱). در این مقاله شکل دوم تغییرات تکنولوژی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

با استفاده از تکنیک داده- ستانده، به طور کلی روش‌های متعددی برای محاسبه تغییرات تکنولوژی وجود دارد که در اینجا سه مورد از آنها که نسبت به سایر روش‌ها کاربرد بیشتری دارند به طور اجمالی، معرفی و سپس روش جدید میدان اثرگذاری ارائه می‌شود. یک- روش مستقیم سنجش تغییرات تکنولوژی. در این روش تغییر ضرایب فنی مستقیم داده- ستانده طی دو دوره، مبنای محاسبه تغییرات تکنولوژی قرار می‌گیرد. در این روش اگر جمع ستونی ماتریس ضرایب فنی در طول دو دوره کاهش پیدا کند، به این معناست که بخش مربوطه طی بازه زمانی مورد نظر از نهاده واسطه کمتر و نهاده اولیه بیشتری استفاده کرده است. دو- روش تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی. در این روش تولید سال دوم بر مبنای تکنولوژی سال‌های صفر و یک محاسبه می‌شود و تفاضل آنها مبنای سنجش تغییرات تکنولوژی طی دوره صفر تا یک قرار می‌گیرد. مقدار مثبت تغییرات تکنولوژی به این معناست که بخش‌های اقتصادی طی بازه زمانی مورد نظر بیشتر از تولیدات بخش مربوطه در فرآیند تولید خود استفاده کرده‌اند. سه- روش RAS. میلر و بلر[1] (۲۰۲۲) در کتاب تحلیل داده_ستانده خود تغییرات تکنولوژی را به معنای تغییر در ضرایب ماتریس معکوس لئونتیف عنوان می‌کنند. آنها در کتاب خود روش RAS معرفی شده در مطالعه دیازنباخر و هکسترا[2] (۲۰۰۲) را برای تجزیه تغییرات تکنولوژی معرفی کرده‌اند.

در این مطالعه با استفاده از یک روش جدید به نام «میدان اثرگذاری[3]»، چشم‌اندازی برای تأثیر تغییرات تکنولوژیکی در کل سیستم اقتصادی ایران ارائه می‌شود. در سطح دنیا مطالعات بسیاری در حوزه روش میدان اثرگذاری انجام شده است، اما مطالعات داخلی‌ای که از این روش برای محاسبات مربوط به جداول داده- ستانده استفاده کرده باشند، بسیار محدود و مطالعه چندانی در این حوزه انجام نشده است. در مطالعات داخلی تنها در یک مقاله[4] به تحلیل‌های مربوط به روش میدان اثرگذاری اشاره شده است. بنابراین، یکی از خلاءهای پژوهشی بسیار مهم در مطالعات داخلی، ضرورت

[1] Miller, R.E. & Blair, P.D.
[2] Dietzenbacher, E. & Hoekstra, R.
[3] Field of influence
[4] (جهانگرد و موسوی، ۱۳۹۲)

استفاده از مفهوم میدان اثرگذاری تغییرات تکنولوژی بخش‌های مختلف است. تعیین ضرایب مهم[1] در فضای یکپارچه‌سازی و پیشرفت اقتصادی به ما این امکان را می‌دهد که مبادلات بین بخش‌های اقتصادی که منجر به بیشترین رشد اقتصادی می‌شوند را تعیین کنیم. در حقیقت، وجه تمایز اصلی روش میدان اثرگذاری و روش‌هایی که تا کنون مورد مطالعه قرار گرفته‌اند این است که با این مدل می‌توان تعیین کرد که کدامیک از تکنولوژی‌های تولید (که توسط ستون ضرایب فنی مشخص می‌شود)، بیشترین «اثر» را روی سایر بخش‌های اقتصادی می‌گذارد.

همچنین، تفاوت اساسی بین رویکرد میدان اثرگذاری و سایر روش‌ها این است که این روش به عنوان رویکرد اصلی برای توصیف تغییرات کلی در روابط اقتصادی بین صنایع ایجاد شده که توسط ترکیبی از تغییرات در ضرایب تکنولوژی در نظر گرفته می‌شود و می‌تواند در یک چارچوب ایستای مقایسه‌ای، پویایی‌های اقتصادی را بررسی کند. این پویایی‌ها منعکس‌کننده تغییرات جدید تکنولوژیکی در سیستم داده- ستانده است (Sonis & Hewings, 2007). بنابراین، مقاله حاضر به تفصیل به بررسی روش‌شناسی این مدل و محاسبه اثرات تغییرات تکنولوژی با این روش می‌پردازد.

همانطور که مطرح شد تغییرات تکنولوژی در سه روش فوق، در یک زمان مشخص و در یک بخش مشخص قابلیت اندازه‌گیری دارند. در ادبیات اقتصاد داده- ستانده، گروهی از اقتصاددانان بر فرآیند انتشار یک نوع خاص از تکنولوژی در یک زمان مشخص تأکید دارند، اما گروهی دیگر در مورد انتشار همزمان تکنولوژی‌های مستقل اما متقابل بحث می‌کنند. در این ارتباط، کارتر[2] (۱۹۷۰)، یک رویکرد روش‌شناختی مفیدی برای مسأله تغییرات سیستمی ارائه کرده است و به اعتقاد وی، تغییرات تکنولوژیکی در «طول زمان» و در بخش‌های مختلف گسترش پیدا می‌کنند.[3] بنابراین، تغییرات تکنولوژیکی، لزوماً در همه بخش‌های اقتصادی به صورت «هم‌زمان» اتفاق نمی‌افتد. در این شرایط، سوال اینجاست که اگر یک بخش در اقتصاد تغییر کند، اثر تغییرات تکنولوژی بر سایر بخش‌ها چگونه است؟ به عبارت دیگر، آنچه که حائز اهمیت است خود تغییرات تکنولوژی نیست بلکه اثر تغییرات تکنولوژی بر سایر بخش‌ها اهمیت مضاعف دارد.[4]

در ارتباط با سوال مطرح شده، هدف مقاله حاضر این است که با استفاده از روش میدان اثرگذاری، چشم‌اندازی برای تأثیر تغییرات تکنولوژیکی در کل سیستم اقتصادی ایران در طول دوره ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ ارائه شود. به عبارت دیگر، با استفاده از مفهوم میدان اثرگذاری، اثرات تغییرات بر پیوندهای بین بخشی بررسی و بازخورد یا اثر تغییرات تکنولوژیکی در هر بخش اندازه‌گیری می‌شود (Sonis, M. Hewings, 1989). این مفهوم تا حد زیادی مستقل از نوع تغییر ضرایب

[1] Important Coefficient
[2] Carter, J.

[3] برای مطالعه بیشتر مراجعه شود به

Dietzenbacher, E., et al, 1993; Dietzenbacher, E. & van der Linden, J. A. 1997

[4] Krieger-Boden, C. 2002; Frankel, J. & Rose, A. K. 1998

است و هدف آن تهیه روشی است که به‌طور کلی بتواند تغییرات یک درایه، تمام درایه‌ها و یا تغییرات سطری و ستونی را پوشش دهد (Sonis, M. Hewings, 1992). همچنین، این روش بر خود تغییرات تمرکز نمی‌کند، بلکه «اثر» این تغییرات را در سایر بخش‌ها مورد مطالعه قرار می‌دهد. این تحلیل‌ها بر پایه ضرایب تکنولوژی هستند و برای محاسبه، از ماتریس معکوس لئونتیف استفاده می‌شود. همچنین، یک شباهت نزدیک بین این روش و روش پیوندهای پسین هیرشمن و راسموسن[1] وجود دارد.

در راستای هدف و پرسش‌های مقاله، مطالب حاضر در شش بخش سازماندهی می‌شود. در بخش بعدی ضمن تشریح مبانی نظری میدان اثرگذاری، پیشینه تحقیق نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش سوم، پایه‌های آماری و نحوه تعدیل آنها ارائه می‌شود و در بخش چهارم روش محاسبات میدان اثرگذاری مورد بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت، نتایج به دست آمده تحلیل و بررسی و خلاصه و نتیجه‌گیری ارائه خواهند شد.

۲. مبانی نظری میدان اثرگذاری تغییرات تکنولوژیکی و پیشینه تحقیق

تغییرات ساختاری و سنجش آن در بستر تغییرات تکنولوژی مرهون تلاش‌های هولیس چنری[2] و همکاران در دهه ۱۹۶۰ و بعد از آن است (Behrman, 1982). پژوهش‌های انجام‌گرفته توسط چنری و همکاران از منظر روش‌شناسی به دو گروه عمده تقسیم می‌شود: گروه اول از پژوهش‌های چنری، الگوی توسعه مبتنی‌بر آزمون فرضیه کوزنتس است. در این راستا این گروه با پیشگامی چنری و بر پایه تحلیل‌های مقطعی بین‌المللی و تحلیل رگرسیونی تلاش می‌کنند که فرضیه کوزنتس مبنی‌بر اینکه درآمدهای سرانه کشورهای مختلف با رشد اقتصادی و تغییرات ساختاری آن کشورها رابطه متقابل دارد را آزمون کنند (Chenery & Taylor, 1968). گروه دوم از پژوهش‌ها مربوط به تلاش‌های چنری و همکاران است که برای اولین بار رویکرد تعادل عمومی داده- ستانده در قالب الگوی ایستای مقایسه‌ای را مبنای سنجش تغییرات تکنولوژی (تغییرات مقداری ضرایب) قرار داده‌اند. در این راستا با استفاده از جداول داده- ستانده به قیمت ثابت و روش تحلیل تجزیه ساختاری SDA[3] که ماهیت تقاضامحور دارد، تولید بخش‌ها طی یک بازه زمانی را به پنج عامل تغییر در تقاضای داخلی، صادرات، واردات واسطه‌ای، واردات نهایی و تغییرات تکنولوژی تجزیه کرده‌اند (Chenery,. et al, 1986).

هرچند چنری و همکاران با معرفی الگوی داده- ستانده موفق شدند نارسایی‌های موجود در سنجش تغییرات تکنولوژی را برطرف کنند، ولی مفهوم و قلمرو گسترده کاربرد آن در تحلیل‌های سیاستی برای پژوهشگران لاینحل باقی ماند. چگونگی بررسی زوایای مختلف این مشکل لاینحل در مقاله ارزشمند آدام رز[4] (۱۹۸۴)، تحت عنوان تغییرات

[1] Rasmussen, P. N. 1956; Hirschman, A. O. 1958
[2] Chenery, H. B.
[3] Structural Decomposition Analysis
[4] Rose, A.

تکنولوژی و تجزیه داده- ستانده نشان داده می‌شود. آدام رز در مقاله خود ضمن ارائه مفهوم تغییرات تکنولوژی دلایل تغییرات تکنولوژی در چارچوب الگوی داده- ستانده را چنین فهرست می‌کند: نوآوری‌های جدید، تغییر در قیمت‌های نسبی، تغییر در ترجیحات، تغییر در الگوهای تجاری و بسیاری موارد دیگر. وی برای اینکه بتواند تصویر و تعریف واضح‌تری از تغییرات تکنولوژی[1] به‌دست دهد، ابتدا تمرکز خود را بر روی تغییرات ضرایب[2] منعکس می‌کند. در اصل توجه وی به CC است که به‌عنوان تغییرات تکنولوژی از آن یاد کرده است. TC یا تغییرات تکنولوژی به‌عنوان تغییر در ترکیب فیزیکی نهاده‌های تولید است.[3] CC و TC دو واژه‌ای هستند که می‌توانند به‌طور مترادف به‌کاربرده شوند.[4]

لئونتیف[5] بنیانگذار اقتصاد داده- ستانده، در راستای مطالعات چنری و تیلور[6] (۱۹۶۸) و رز (۱۹۸۴)، مفهوم تغییرات تکنولوژی را مورد توجه قرار داده است. در مقایسه با سایر پژوهش‌های انجام گرفته که الگوی ایستای مقایسه‌ای داده- ستانده را مبنای سنجش تغییرات تکنولوژی در نظر می‌گیرند، لئونتیف الگوی پویای داده- ستانده را اساس تغییرات تکنولوژی قرار می‌دهد. وجه تمایز بین الگوی ایستای مقایسه‌ای و الگوی پویای داده- ستانده این است که نقش سرمایه در الگوی ایستای مقایسه‌ای برون‌زاست و بدین ترتیب فقط تغییرات ماتریس ضرایب فنی به قیمت ثابت مبنای سنجش

---

[1] Technological Change

[2] Coefficient Change

[3] (جهانفر، صادقی، ۱۴۰۱)

[4] به‌کارگیری CC و TC و تفاوت میان آنها خالی از چالش نبوده و به دو دلیل به سردرگمی در میان تحلیلگران دامن زده است: نخستین دلیل سردرگمی که بین تحلیلگران داده- ستانده وجود دارد به‌کارگیری واژه تغییرات تکنولوژی (Technological Change) و یا واژه تغییرات ضرایب فنی (Technical Change) است. هیونگز (۱۹۸۲) مشاهده می‌کند که ضرایب تکنولوژی که با استفاده از جداول متعارف داده- ستانده به‌دست می‌آید دارای پایه نظری تابع تولید لئونتیف است و یا به‌عبارت دیگر ضریب تکنولوژی حاوی ماتریس ضرایب داخلی و ماتریس ضریب واردات به‌طور همزمان است. این در صورتی است که ضرایب فنی صرفاً براساس ماتریس ضرایب داخلی استوار است که فاقد پایه نظری مستحکم است. لذا منظور ما از تغییرات در این مقاله، تغییرات تکنولوژی است که از جدول متعارف داده- ستانده محاسبه می‌شود. دومین دلیل سردرگمی، مفهوم تغییرات مقداری مستخرج از جداول پولی به قیمت ثابت و تغییرات فیزیکی مستخرج از جداول فیزیکی است. در این میان گروهی مانند موزس (۱۹۷۴) از تغییرات فیزیکی حمایت می‌کنند و گروهی مانند کلین (۱۹۵۳) از تغییرات مقداری. میلر و بلر (۲۰۲۲) در کتاب تحلیل داده –ستانده عنوان می‌کنند که جدول داده- ستانده پولی که داده‌های آن به‌صورت پولی (همزمان مقدار - قیمت) سازماندهی می‌گردد قیمت از نوع قیمت همگن است که ریشه در نظریه قیمت-تولید اقتصاد کلاسیکی دارد. به‌طور کلی تهیه جداول فیزیکی نسبت به جداول پولی متعارف پیچیده‌تر و پرهزینه‌تر و زمان‌برتر است، اما جداول پولی و فیزیکی وجه تمایزات دیگری دارند که عبارتند از: (بانوئی و همکاران،1395) یک- جدول پولی، برابری GDP کشور به روش هزینه و درآمد را تضمین می‌کند حال آنکه محاسبه GDP و برابری آن از دو روش هزینه و درآمد در جدول فیزیکی وجود ندارد. دو- واحد اندازه‌گیری جدول پولی، واحد پولی (دلار، یورو یا ریال و ...) است، ولی در جدول فیزیکی از واحد اندازه‌گیری همگن مانند تن استفاده می‌شود که به واحد اندازه‌گیری توده‌ای نیز معروف است. سه- یکی از مشکلات جداول فیزیکی محاسبه ستانده بخش خدمات به واحدهای فیزیکی مانند تن است که چنین معضلی در جداول پولی وجود ندارد. با وجود این تفاوت‌ها سؤالی که پیش می‌آید این است که آیا جداول فیزیکی به جداول ارزشی تبدیل می‌شوند؟ پاسخ این سؤال مثبت است. در تبدیل ستانده، تقاضای واسطه و یا تقاضای نهایی از منظر عرضه‌کننده توسط شاخص قیمت گروه کالاهای همگن شده در هر بخش به‌صورت سطری تعدیل می‌شوند. علت این است که فقط سطرها میزان تولید را منعکس می‌کنند نه ستون‌ها که بیان‌کننده ساختار هزینه هر بخش هستند. همچنین در این تبدیل یک فرض اساسی وجود دارد و آن هم اینکه هر بخش یا فعالیت فقط یک نوع کالا و یا یک گروه کالای همگن تولید کرده است و به سایر بخش‌ها به‌عنوان کالا واسطه یا نهایی می‌فروشد که این فرض خالی از اشکال نیست. لذا در این مقاله تغییرات مقداری مستخرج از جداول به قیمت ثابت مبنای سنجش تغییرات تکنولوژی قرار گرفته است.

[5] Leontief,W.

[6] Chenery, H. B. & Taylor, L.

تغییرات تکنولوژی قرار می‌گیرد. ماتریس مذکور در واقع همان تابع تولید لئونتیف است که از نسبت مبادلات واسطه‌ای بین بخشی به ستانده هر بخش به دست می‌آید. حال آنکه در الگوی پویای داده- ستانده، متغیر سرمایه درون‌زا می‌شود. تحت این وضعیت، فرآیند تولید هر کالا ناشی از دو نوع تکنولوژی است. تکنولوژی جریان جاری و تکنولوژی سرمایه. بنابراین، از منظر لئونتیف تغییرات تکنولوژی برآیند دو تکنولوژی است که یکی از نوآوری‌های لئونتیف در عرصه تغییرات تکنولوژی به شمار می‌رود. در این روش، ماتریس ضرایب سرمایه بین‌بخشی مورد نیاز است که چون دستیابی به این جدول زمانبر و با هزینه بالاست، غالبا کشورها به این ماتریس دسترسی ندارند، لذا محاسبه تغییرات تکنولوژی از طریق الگوی پویای لئونتیف برای بسیاری از کشورها از جمله ایران ممکن نیست (لئونتیف، ۱۹۸۶).

کارتر (۱۹۷۶) نیز همچون چنری و رز معتقد است که می‌توان تغییرات تکنولوژی در یک کشور را با استفاده از دو جدول داده- ستانده به قیمت ثابت برای یک کشور که در دو زمان متفاوت تهیه شده‌اند، به‌دست آورد. هر ستون در جدول داده- ستانده تمامی ورودی‌ها و نهاده‌های مختلف مورد نیاز برای تولید یک صنعت در یک سال مشخص را ارائه می‌کند و تغییر در ساختار ستون در طی زمان، تغییر در الگوهای استفاده از نهاده‌ها را منعکس می‌سازد. تغییر مذکور آثار واقعی تغییر در جایگزین‌های فنی را نشان می‌دهد. یعنی تغییر در مقادیر ستون‌های جدول داده- ستانده نشان‌دهنده اثرگذاری جانشینی فنی بر اقتصاد است (مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۴۰۱).

همچنین، میلر و بلر[1] (۲۰۲۲) در کتاب تحلیل داده_ستانده خود تغییرات تکنولوژی را به معنای تغییر در ضرایب ماتریس معکوس لئونتیف عنوان می‌کنند. آنها در کتاب خود روش RAS معرفی شده در مطالعه دیازنباخر و هکسترا (۲۰۰۲) را برای تجزیه تغییرات تکنولوژی معرفی کرده‌اند. بنابراین در روش‌های سنتی، تغییر در مقادیر ستون‌های جدول داده- ستانده نشان‌دهنده اثرگذاری جانشینی فنی بر اقتصاد است. به عبارت دیگر، تغییر الگوی مبادلات واسطه‌ای می‌تواند نشان‌دهنده حذف تکنولوژی قدیمی و جایگزینی آن با تکنولوژی جدید باشد. کارتر تغییر در ضرایب «مستقیم» و «مستقیم و غیرمستقیم» و یا به عبارتی تغییر در ماتریس ضرایب فنی و ماتریس معکوس لئونتیف طی بازه زمانی مورد بررسی را، نمادی از تغییرات تکنولوژی در نظر می‌گیرد.

با توجه به مطالعات پیشین، یکی از انتقادات عمده به مدل‌های داده- ستانده، عدم توانایی این مدل‌ها در سنجش اثرات تغییرات تکنولوژی، ناشی از نوآوری‌های جدید بوده است. شرمن، موریسون و وودبری[2] (۱۹۵۰) به عنوان پیشگامان حوزه میدان اثرگذاری، مطالعاتی در این زمینه انجام دادند که به مدل SMW شناخته می‌شوند. آنها نشان دادند که چگونه تغییرات عناصر در یک ماتریس غیرمستقیم به تغییرات عناصر در معکوس آن ماتریس منتقل می‌شود. شرمن و موریسون ابتدا تغییر در تنها یک متغیر و سپس تغییر در چند متغیر و وودبری تغییر در چند سطر یا چند ستون را بررسی کردند.[3]سونی

[1] Miller, R.E. & Blair, P.D
[2] Sherman, J., et al.
[3] Miller, R.E. and Blair, P.D. 2022

و هیونگز[1] در سال‌های ۱۹۸۹ و ۱۹۹۱ در راستای انتقادات مطرح شده، رویکرد جدیدی را ارائه کرده‌اند که مبتنی بر مفهوم میدان اثرگذاری تغییرات تکنولوژی است. آنها از روش میدان اثرگذاری، برای تخمین و ارزیابی جداول داده- ستانده منطقه‌ای، بررسی اثرات تغییرات ضرایب تکنولوژی به عنوان یک فرم عمومی از تحلیل خطا و حساسیت و کمک به شناسایی ضرایب معکوس با اهمیت[2] استفاده کرده‌اند. همچنین، در مطالعاتی دیگر ثابت کرده‌اند که این رویکرد برای تحلیل ساختار جداول داده- ستانده، شناسایی بخش‌های کلیدی و چشم‌اندازهای اقتصادی نیز مفید است.[3]

هدف از مدل میدان اثرگذاری، ارائه روشی است که مستقل از نوع تغییر ضرایب، به اندازه کافی کلی باشد تا بتواند انواع تغییرات اعم از یک درایه، سطر، ستون و یا همه عناصر ماتریس را در برگیرد. این روش، بر اساس نسبت دو تابع چندجمله‌ای تغییرات که بر اساس بسط سری تیلور معکوس لئونتیف است، محاسبه می‌شود. تفاوت اساسی این روش با سایر روش‌ها این است که رویکرد FOI[4] به عنوان مدلی اصلی برای توصیف تغییرات کلی در روابط اقتصادی بین صنایع ایجاد شده توسط ترکیبی از تغییرات در ضرایب در نظر گرفته می‌شود. این رویکرد از این جهت کلی‌تر است که می‌تواند طیف کاملی از تغییرات را مدیریت کند. به‌طور خاص، توانایی بررسی تأثیر تغییرات در یک زیرمجموعه دلخواه از درایه‌های جدول، به‌عنوان یکی از ویژگی‌های اصلی این روش ارائه می‌شود. این نتایج بر اساس مطالعات پیشین سونی و هیونگز در سال‌های ۱۹۸۸، ۱۹۸۹، ۱۹۹۰، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۲ است (Sonis & Hewings, 2007).

همانطور که مطرح شد، در سطح دنیا مطالعات بسیاری در حوزه روش میدان اثرگذاری انجام شده است، اما مطالعات داخلی‌ای که از روش میدان اثرگذاری برای محاسبات مربوط به جداول داده- ستانده استفاده کرده باشند، بسیار محدود و مطالعه چندانی در این حوزه انجام نشده است. تنها جهانگرد و موسوی (۱۳۹۲)، از الگوی داده- ستانده با تحلیل حساسیت استفاده کرده‌اند تا مصرف مستقیم و غیرمستقیم برق در فعالیت‌های اقتصادی سه کشور ایران، ترکیه و آلمان را بررسی کنند. برای این منظور ابتدا فعالیت‌ها و بخش‌های صنعتی که سهم بیشتری از تقاضای برق و انتشار CO_2 دارند، تعیین شده است. علاوه‌بر این اثر افزایش قیمت برق روی هزینه‌ها و قیمت محصولات تولیدی از طریق مدل قیمتی داده- ستانده بررسی شده و در نتیجه بخش‌های تولیدی که هزینه تولید آنها به افزایش قیمت برق حساس‌تر است، معین شده است. همانطور که گفته شد، یکی از خلاء‌های پژوهشی بسیار مهم در مطالعات داخلی، ضرورت استفاده از مفهوم میدان اثرگذاری تغییرات تکنولوژی بخش‌های مختلف است. بنابراین، مقاله حاضر به تفصیل به بررسی روش‌شناسی این مدل و محاسبه اثرات تغییرات تکنولوژی با این روش می‌پردازد.

[1] Sonis, M. Hewings, G J D.
[2] Inverse-important coefficients
[3] Cuello, F. A. et al, 1992; Sonis, M. Hewings, G J D.1992; Sonis, M., et al. 1999
[4] Field of influence

برای محاسبه میدان اثرگذاری تغییرات تکنولوژی ضروری است که جداول داده- ستانده به قیمت ثابت محاسبه و همگن‌سازی جداول بر اساس فروض تکنولوژی یکسان انجام شود. اولین جدول داده- ستانده ایران برای سال ۱۳۴۴ توسط دفتر جدیدالتأسیس آمار در وزارت اقتصاد و دارایی وقت تهیه شد و پس از آن جداول متعددی با ویژگی‌ها و ابعاد مختلف توسط نهادهای آماری مانند مرکز آمار ایران، بانک مرکزی و سایر نهادهای دولتی برای اقتصاد ایران تهیه شده‌اند. با وجود این، تمامی این جداول به قیمت‌های جاری بوده و تاکنون هیچ جدول داده- ستانده‌ای به قیمت‌های ثابت ازسوی نهادهای آماری و سایر نهادهای دولتی کشور تهیه نشده و تنها برخی از پژوهشگران، متناسب با اهداف و نیازهای پژوهشی خود، جداول داده- ستانده به قیمت ثابت را محاسبه کرده‌اند[۱]. ویژگی مشترک تمام این مطالعات، محدودیت ابعاد و محدودیت شاخص‌های قیمتی استفاده شده برای تعدیل نواحی مختلف این جداول است. همچنین در تمام این مطالعات، بجز دو مطالعه[۲]، جداول داده- ستانده به قیمت ثابت نه به‌عنوان هدف اصلی مطالعه که به‌دلیل تأمین اهداف مورد نیاز مطالعه، تهیه شده‌اند (مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۶).

به‌طور کلی، برای محاسبه جداول داده- ستانده به قیمت ثابت سه روش وجود دارد که عبارتند از روش «تعدیل مضاعف[۳]»، «روش راس[۴]» و «روش محاسبه همزمان ماتریس‌های ساخت و جذب به قیمت‌های جاری و ثابت» (بانویی، گزارش طرح تحقیقاتی مجمع تشخیص مصلحت، ۱۳۹۳).

جهانگرد (۱۳۷۶)، با استفاده از روش تعدیل مضاعف جداول سال‌های ۱۳۴۸، ۱۳۵۳، ۱۳۶۳ و ۱۳۶۷ اقتصاد ایران را به قیمت ثابت سال ۱۳۵۳ محاسبه کرده و با به‌کارگیری این جداول به تبیین تغییر ساختار تکنولوژی اقتصاد ایران پرداخته است. همچنین وی در مطالعه‌ای دیگر (۱۳۷۹) تحولات ساختاری اقتصاد ایران را با استفاده از جداول مذکور بررسی کرده است.

بکایی و بانویی (۱۳۹۰)، به منظور بررسی تغییرات ساختاری اقتصاد کشور جداول داده- ستانده سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۰، ۱۳۷۵، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ را به قیمت ثابت سال ۱۳۷۵ تبدیل کرده‌اند. بزازان (۱۳۹۰) نیز به منظور رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، جداول داده- ستانده سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۰، ۱۳۷۵، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ را با ابعاد ۱۰ بخشی و با استفاده از روش راس به قیمت ثابت سال ۱۳۸۰ محاسبه کرده است. مرکز پژوهش‌های مجلس (۱۳۹۶)، در مطالعه‌ای جداول سال‌ها ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ را با استفاده از روش C-RAS به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ تبدیل کرده است.

---

[۱] به عنوان مثال: (جهانگرد،۱۳۸۴، بزازان، ۱۳۹۰و بانویی، ۱۳۹۳)

[۲] (جهانگرد، ۱۳۸۴، مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۶)

[3] Double Defelation

[4] RAS

نکته حائز اهمیت این است که به‌کارگیری فروض متفاوت تکنولوژی برای تهیه جداول متقارن باعث سردرگمی کاربران جداول در ایران شده است (استفاده از پنج فرض اقتصادی (فروض تکنولوژی) رایج شده که عبارتند از[1]: تکنولوژی بخش[2]، تکنولوژی کالا[3]، تکنولوژی مختلط[4] (فرض همزمان تکنولوژی بخش- کالا)[5]، ساختار ثابت فروش بخش[6] و ساختار ثابت فروش کالا[7])(بانویی و همکاران، ۱۳۹۱). برای رهایی از این مشکل، باید بر مبنای ماتریس‌های ساخت و جذب موجود، جداول متقارن را متناسب با اهداف مشخص تحقیق محاسبه و سپس از آن استفاده کرد. پس از همگن‌سازی جداول داده- ستانده و تبدیل آن به قیمت ثابت، می‌توان تغییرات تکنولوژی را با استفاده از روش میدان اثرگذاری محاسبه کرد. در ادامه ضمن مرور اجمالی پژوهش‌های خارجی، جایگاه مقاله از منظر روش میدان اثرگذاری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تا اویل دهه ۱۹۷۰، هیچ تلاشی برای ارزیابی رتبه‌بندی اثرگذاری ضرایب جداول از نظر میزان اهمیت آنها نشده بود. وست[8] در سال ۱۹۸۱، جهت‌گیری‌های مهمی را در این زمینه ارائه کرده است که نشان‌دهنده رابطه‌ی بین اندازه ضرایب است. تعدادی از رویکردهای وی در رابطه با تحلیل حساسیت در مطالعات بعدی اصلاح شدند. وست در سال ۱۹۸۲، در مقاله‌ای بر تأثیر خطای ضرایب در ماتریس معکوس لئونتیف تمرکز کرد و در سال ۱۹۹۵، در مطالعه‌ای دیگر یک نمای کلی از رویکرد ترکیبی داده- ستانده و اقتصاد سنجی و رویکردهای مجزای داده- ستانده و تعادل عمومی نشان می‌دهد و تفاوت‌هایی که ممکن است در نتایج ایجاد شود را مورد بررسی قرار می‌دهد. برای این منظور ضرایب ارزش‌افزوده و اشتغال را با رویکردهای مطرح‌شده محاسبه می‌کند. نتایج حاکی از آن است که تفاوت‌های اساسی بین مدل‌ها وجود دارد، اما اینکه کدام نتیجه منطقی‌تر است بستگی به نوع کاربرد آن مدل دارد. در این مطالعه که با استفاده از داده‌های جدول داده- ستانده ۱۵ بخشی کوئیزلند برای سال ۱۹۸۵-۱۹۸۶ بوده، بزرگترین ضرایب متعلق به مدل بلندمدت ترکیبی داده- ستانده و اقتصادسنجی بوده است و مدل کوتاه‌مدت ترکیبی داده- ستانده و اقتصادسنجی ضرایب کوچکتری نسبت به مدل داده- ستانده تولید می‌کند.

بولارد و سبالد[9] (۱۹۷۷و ۱۹۸۸)، نشان دادند که از لحاظ انرژی، تعداد بسیار محدودی از ضرایب جدول داده- ستانده ایالات متحده از نظر تحلیل مهم بودند. هیونگز (۱۹۸۴)، در سطح منطقه‌ای از این ضرایب به ضرایب معکوس با

---

[1] بررسی تفصیلی جنبه‌های مختلف تغییرات ساختاری با توجه به اهمیت اقتصاد جدید و مولفه‌های آن در مقایسه با اقتصاد قدیم در مطالعات دیگر آورده شده است. برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به: بانویی و همکاران (۱۳۸۸) و حسین علی‌اصغرپور موزیرجی و همکاران (۱۳۹۰).

[2] Industry Technology Assumption

[3] Commdity Technology Assumption

[4] Mixed Technology Assumption

[5] Simueltanous Industry- commodity Technology Assumption

[6] Fixed Industry Sale Structure Assumption

[7] Fixed Commodity Sale Structure Assumption

[8] West, G.

[9] Bullard, C. W. & Sebald, A. V.

اهمیت[1] یاد کرد (Sonis & Hewings, 2007). سونی و هیونگز در سال‌های ۱۹۸۹ و ۱۹۹۱ رویکرد جدیدی را ارائه کرده‌اند که مبتنی بر مفهوم میدان اثرگذاری تغییرات تکنولوژی است. آنها از روش میدان اثرگذاری، برای تخمین و ارزیابی جداول داده- ستانده منطقه‌ای، بررسی اثرات تغییرات ضرایب تکنولوژی به عنوان یک فرم عمومی از تحلیل خطا و حساسیت استفاده کرده‌اند. همچنین، در مطالعاتی دیگر ثابت کرده‌اند که این رویکرد برای تحلیل ساختار جداول داده- ستانده، شناسایی بخش‌های کلیدی و چشم‌اندازهای اقتصادی نیز مفید است.[2] رویکرد میدان اثرگذاری، امکان کشف ساختار سلسله‌مراتبی تغییر را از طریق شناسایی شدت تأثیرات، به‌عنوان یک روش جایگزین و مکمل برای روش‌های تحلیلی مسیر ساختاری که توسط دفورنی و توربک[3] در سال ۱۹۸۴ نشان داده شده است، فراهم می‌کند.

در این باره تن را و رودا کنتوچ[4] (۲۰۰۷) در کاربرد همزمان داده_ ستانده و اقتصادسنجی برای شناسایی بخش‌های کلیدی اقتصاد به منظور تخمین‌های خطی، نااریب و سازگاری از پیوندهای پسین تولید و اشتغال برای اقتصاد آندلس[5] مدلی را ارائه کردند که در آن ماتریس‌های عرضه (ساخت) و مصرف (جذب) مبنای تحلیل قرار گرفتند. همچنین رودا کنتوچ و آمورس آنتونیو[6] (۲۰۰۷) نیز با استفاده از روش اقتصادسنجی و به کمک ماتریس‌های عرضه و مصرف با تخمین‌هایی از پیوندهای پسین و پیشین تولید و اشتغال به شناسایی بخش‌های کلیدی اقتصاد ترکیه پرداختند.

۳. پایه‌های آماری

در این پژوهش برای بررسی اثر تغییرات تکنولوژی از جداول داده- ستانده سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۰، ۱۳۷۵، ۱۳۸۰، ۱۳۸۵، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران به قیمت ثابت ۱۳۹۰ استفاده شده است. اگرچه که این جداول نیز به لحاظ روش محاسبه و طبقه‌بندی، غیرهمگن هستند و برای تبدیل آنها به قیمت ثابت ابتدا باید فرآیند همگن‌سازی انجام گیرد اما، سایر جداول تهیه شده توسط مراکز دیگر از هماهنگی‌ای که این جداول دارند برخوردار نیستند.

جدول سال ۱۳۶۵، یک جدول متقارن فعالیت در فعالیت به ابعاد ۷۸ در ۷۸ با فرض تکنولوژی بخش است که بر اساس جداول عرضه و مصرف به ابعاد ۷۸ در ۷۸، محاسبه شده است. جدول سال ۱۳۷۰ یک جدول نیمه آماری متقارن فعالیت در فعالیت به ابعاد ۷۸ در ۷۸ با فرض تکنولوژی بخش است که از طریق روش RAS تعدیل و به روز شده است.

اما مرکز آمار ایران جدول متقارن سال ۱۳۷۵ را محاسبه نمی‌کند. برای محاسبه این جدول، از جداول عرضه و مصرف SAM سال ۱۳۷۵ بر پایه داده‌های مرکز آمار ایران، استفاده شده است که بر این اساس جدول متقارن فعالیت در

[1] inverse important coefficients
[2] Cuello, F. A. et al, 1992; Sonis, M. & Hewings, G. J.D 1992; Sonis, M., et al. 1999
[3] Defourny, J. & Thorbecke, E.
[4] Ten Raa, T. & Rueda Cantuch, J. M.
[5] Anlaiusia
[6] Rueda-Cantuche, J. M. & Amores, Antonio, F.

فعالیت با فرض ساختار ثابت فروش محصول به دست آمده است. جداول ۱۳۸۰، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ از مرکز پژوهش‌های مجلس که بر اساس داده‌های مرکز آمار ایران بود، مورد استفاده قرار گرفت و از آنجایی که جدول[۱] ۱۳۹۵ با فرض ساختار ثابت فروش بخش در مرکز آمار ایران وجود داشت، به دلیل مغایرت با سایر جداول، با جدول ساخت و جذب و بر اساس تکنولوژی بخش[۲] مجددا مورد محاسبه قرار گرفت.

اما جداول فوق، به قیمت جاری هستند و باید به قیمت ثابت محاسبه شوند. علت آن است که به‌کارگیری سری زمانی جداول داده- ستانده به قیمت جاری، شامل دو نوع از تغییرات است: تغییر در مقدار محصولات و تغییر در قیمت آنها. در هر تحلیل ایستای مقایسه‌ای که مبتنی بر چند جدول داده- ستانده به قیمت جاری برای سال‌های مختلف باشد، نمی‌توان تمایزی میان تغییرات مقداری و تغییرات قیمتی قائل شد. در پژوهش‌های مرتبط با بررسی تغییرات ساختار تولید، سنجش بهره‌وری و تجزیه و تحلیل رشد تولید بخش‌های اقتصادی لازم است که آثار قیمتی از جداول حذف شود. محاسبه جدول داده- ستانده به قیمت ثابت، راهکاری مناسب برای سنجش تغییرات مقداری به شمار می‌رود. در این جداول آثار قیمتی از جدول داده- ستانده حذف شده و تغییرات ضرایب فنی تنها شامل تغییرات مقداری است. بدین ترتیب در چارچوب رویکرد ایستای مقایسه‌ای ضروری است که جداول داده- ستانده بر حسب قیمت‌های ثابت محاسبه شوند. همانطور که گفته شد، برای محاسبه جداول داده- ستانده به قیمت ثابت سه روش وجود دارد که عبارتند از روش «تعدیل مضاعف»، «روش راس» و «روش محاسبه همزمان ماتریس‌های ساخت و جذب به قیمت‌های جاری و ثابت» که در این میان، روش تعدیل مضاعف به علت سهولت استفاده، بیش از سایر روش‌ها مورد استقبال نهادهای بین المللی و پژوهشگران خارجی قرار گرفته است (UN Handbook, 1999, 2017).

روش تعدیل مضاعف، در اصل برای برآورد ارزش‌افزوده به قیمت ثابت در حساب‌های ملی طراحی شده است و امروزه پژوهشگران از آن برای محاسبه جداول داده- ستانده به قیمت ثابت استفاده می‌کنند. در این روش در گام نخست ستانده ناخالص، نهاده‌های واسطه و تقاضای نهایی بخش‌ها با استفاده از شاخص قیمت متناظر هر بخش و ضرب آن در هریک از اجزای مذکور، به قیمت ثابت تعدیل می‌شوند. انجام این کار مستلزم آن است که فرض شود هر بخش یک گروه کالای همگن تولید می‌کند. در گام دوم، بردار ارزش‌افزوده با استناد به دستورالعمل سازمان ملل متحد (۱۹۷۳)، به‌صورت پسماند و از تفاضل بین ستانده ناخالص به قیمت ثابت هر بخش و مجموع هزینه واسطه و واردات آن بخش به

[۱] جدول سال ۱۳۹۵ بر اساس ویرایش چهارم بود که به دلیلی تطابق با سایر جداول ابتدا به ویرایش سوم تبدیل و سپس محاسبات لازم انجام شد.

[۲] کیفیت تحلیل‌های جداول داده- ستانده بستگی به نحوه ساخت جداول متقارن بر اساس انتخاب نوع تکنولوژی (تکنولوژی بخش و تکنولوژی محصول) دارد. در دستورالعمل سازمان ملل متحد اختیار انتخاب نوع تکنولوژی به کشورها واگذار شده است. انتخاب نوع تکنولوژی در ایران بر اساس قضاوت شخصی، نیاز نهاد آماری و اجتناب از تولید عناصر منفی صورت گرفته است. (ابونوری، فرهادی، ۱۳۹۵)

قیمت ثابت به‌دست می‌آید. محاسبه ارزش‌افزوده به‌صورت پسماند با لحاظ این نکته انجام می‌شود که در یک دوره حسابداری مجموع ستانده همواره با نهاده‌های واسطه به‌علاوه نهاده‌های اولیه برابر است (دیازنباخر، ۱۹۹۸)[1].

جدول داده- ستانده به قیمت‌های جاری در جدول ۱ مشخص شده است و جدول داده- ستانده بر حسب قیمت‌های ثابت با استفاده از روش تعدیل مضاعف در جدول ۲ نشان داده می‌شود:

جدول ۱: جدول داده- ستانده به قیمت جاری

Z	F	X
M		
V		
X´		

جدول ۲: جدول داده- ستانده به قیمت ثابت

zd=$\hat{\pi}$z	fd=$\hat{\pi}$f	Xd=$\hat{\pi}$X
M=$\hat{\rho}$M		
vd´		
Xd´=X´$\hat{\pi}$		

ماتریس Z با ابعاد n در n، بیانگر اقلام واسطه‌ای، بردار f بیانگر اجزای تقاضای نهایی (مصارف خصوصی و دولتی، سرمایه‌گذاری و صادرات) و x بردار ستانده‌های بخشی است. ماتریس M با ابعاد k در n، نشان‌دهنده واردات بخشی بوده که دارای k محصول وارداتی متمایز است. بردار v´ یک بردار سطری بوده که عناصر آن ارزش‌افزوده هر بخش را نشان می‌دهد.[2] در جدول ۲، اندیس d برای نمایش ماتریس‌ها و بردارهای مربوطه به قیمت‌های ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرض کنید pi نشان‌دهنده نسبت قیمت جاری به قیمت سال پایه برای محصول i باشد، لذا ۱۰۰pi شاخص قیمتی خواهد بود. عنصر πi در بردار π نشان‌دهنده شاخص تعدیل‌کننده بخش i است. این شاخص به‌عنوان نسبت قیمت یا همان $\pi_i = \frac{1}{p_i}$ تعریف می‌شود. به صورت مشابه شاخص تعدیل‌کننده واردات ρ_j که (j=1,…,k) به عنوان $\rho_j = \frac{1}{r_j}$ تعریف شده که در آن، r_j نشان‌دهنده نسبت قیمتی بین قیمت واردات جاری و قیمت واردات سال پایه برای کالای وارد شده j است.

در روش تعدیل مضاعف، فرض می‌شود که شاخص‌های πi و ρ_j مشخص هستند. پس از آن، بردار ارزش‌افزوده vd´ از تراز کردن معادلات به‌دست می‌آید. به بیان دیگر، برابری مجموع سطرها و ستون‌ها به طور ضمنی بیان می‌کند که:

[1] Dietzenbacher, E.

[2] علامت پریم (به طور مثال در v´) برای نمایش ترانسپوز به کار برده می‌شود. معمولا بردارها ستونی هستند. علامت هت (به طور مثال در $\hat{\pi}$) برای نمایش ماتریس قطری که در آن عناصر بردار π روی قطر اصلی و عناصر خارج از قطر اصلی صفر هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$v_d^{'} = x_d^{'} - e_{(n)}^{'} z_d - e_{(k)}^{'} M_d$$

به‌طوری که $e_{(n)}$ بردار n عنصری است و تمام ارقام آن یک است (جهانگرد، ۱۳۸۴).

اگرچه روش تعدیل مضاعف در حالت کلی مورد قبول بوده، اما این روش نیز دارای مشکلات و نارسایی‌هایی است. به‌کارگیری روش تعدیل مضاعف مبتنی‌بر این فرض است که هر بخش یک گروه کالای همگن تولید می‌کند. بنابراین، ستانده، محصولات واسطه و محصولات نهایی عرضه شده هر بخش با استفاده از شاخص قیمت همان بخش به قیمت ثابت تبدیل می‌شوند. به‌کارگیری این فرض در عمل با اشکالات زیر همراه است:

به‌کارگیری شاخص قیمت یکسان برای تعدیل کل یک سطر با خطا همراه است. علت آن است که در عمل، هر بخش کالاهای متعددی تولید می‌کند و لزوماً سبد کالایی که بخش i به دو بخش j و k عرضه می‌کند، یکسان نیست. بدین ترتیب، قیمت دو سبد مذکور به‌علت برخورداری از ترکیب متفاوت، با یکدیگرمتفاوت است و استفاده از یک شاخص قیمت برای تعدیل دو سبد کالا که قیمت‌های متفاوتی دارند، ایجاد انحراف خواهد کرد. نکته دیگر آن است که بخش j نیز ترکیبی از نهاده‌های مختلف را در فرآیند تولید محصولات خود استفاده می‌کند، به این معنا که قیمت پرداختی برای این سبدها نیز متفاوت است. بنابراین، به جای شاخص قیمت pi شاخص قیمت pij مورد نیاز خواهد بود. از این دیدگاه، لازم است از شاخص‌های قیمت متفاوت برای تعدیل درایه‌های مختلف یک سطر استفاده شود (دیازنباخر، ۱۹۹۸).

در روش تعدیل مضاعف، بردار ارزش‌افزوده با هدف تراز ستونی جدول، به‌صورت پسماند محاسبه می‌شود و کلیه خطاها در این بردار انباشته می‌شود. این خطاها درواقع معادل مجموع تمام خطاهای محاسبه ستانده و مبادلات واسطه به قیمت ثابت است که لحاظ تمام آنها در بردار ارزش‌افزوده قابل توجیه نیست (دیازنباخر، ۱۹۹۸). علاوه بر این، منظور کردن بردار ارزش‌افزوده به‌عنوان پسماند، ظهور درایه‌های صفر و یا منفی در بردار ارزش‌افزوده بخش‌ها را ممکن می‌کند (جهانگرد، ۱۳۸۴).

به‌کارگیری روش تعدیل مضاعف برای جداول داده- ستانده تجمیع شده، موجب بروز خطا در محاسبه ماتریس مبادلات واسطه به قیمت ثابت می‌شود. درواقع، تقریباً کلیه جداول داده- ستانده منتشر شده توسط نهادهای آماری، تجمیع شده هستند و دسترسی به جداول تفصیلی به سادگی مقدور نیست. بنابراین، پیش‌نیاز به‌کارگیری روش تعدیل مضاعف پاسخ به این پرسش است که ترتیب دو فرآیند تعدیل و تجمیع تا چه اندازه بر صحت نتایج به‌دست آمده مؤثر است؟ به‌عبارت دیگر، آیا تجمیع جدول و سپس تعدیل آن، با عکس این فرآیند، یعنی تعدیل جدول و سپس تجمیع آن، نتایج متفاوتی به‌دست میدهد؟ و اگر چنین است، کدامیک از این دو حالت به نتایج قابل اعتمادتری منجر میشود؟ دیازنباخرو هون[1] (۱۹۹۸)، در راستای پاسخ به این دو پرسش، با استفاده از قضایای ریاضی ثابت کرده‌اند که تعدیل جدول بعد از

[1] Dietzenbacher, E., & Hoen, A. R.

تجمیع نتیجه متفاوتی نسبت به تجمیع جدول بعد از تعدیل به‌دست می‌دهد[1]. به‌علاوه، آنها نشان داده‌اند که تجمیع بعد از تعدیل همواره به نتایج درستی منجر می‌شود، حال‌آنکه تعدیل بعد از تجمیع تنها تحت شرایط خاص نتایج درستی ارائه میکند[2]. علت آن است که تعدیل جدول بعد از تجمیع، سبب می‌شود که مشکل ذکر شده در بند «۱» تشدید شود و تناسب شاخص‌های قیمت با درایه‌های جدول کاهش یابد (مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۶).

روش تعدیل مضاعف یک روش تعدیل یک‌سویه سطری است و از نارسایی‌هایی همچون به‌کارگیری شاخص قیمت یکسان برای تعدیل سطرها و محاسبه ارزش‌افزوده به صورت پسماند برخوردار است. در روش راس که یک روش تعدیل دوسویه است و همزمان سطر و ستون را تعدیل میکند، این نارسایی برطرف شده و بردار ارزش‌افزوده به‌صورت برونزا در نظر گرفته می‌شود و نه به صورت پسماند، خطاهای آماری نیز در کل ناحیه مبادلات واسطه‌ای توزیع می‌شوند. با این حال، به‌کارگیری روش راس، به‌دلیل نیازهای آماری گسترده آن، چندان ساده نیست. درواقع مشکل اساسی آنجاست که برخلاف ادعای دیازنباخر (۱۹۹۸)، حساب‌های ملی بسیاری از کشورها (ازجمله ایران) فاقد اطلاعات مربوط به اجزای بردار تقاضای نهایی و واردات به قیمت ثابت هستند و به همین علت به‌کارگیری این روش با مشکل مواجه است.

روش جدید راس ترکیب شده (C-RAS) که توسط مرکز پژوهش‌های مجلس معرفی شده است، از چهار ویژگی عمده برخوردار است که آن را از روش «راس» و روش «تعدیل مضاعف» متمایز می‌کند. این ویژگیها عبارتند از:

یک- در روش راس که دیازنباخر و هون (۱۹۹۸) برای نخستین بار آن را برای تعدیل جداول داده- ستانده به قیمت ثابت به‌کار بردند، فرض آن است که اجزای بردار تقاضای نهایی و تقاضای واسطه به قیمت ثابت وجود دارند. در روش راس ترکیب‌شده، فرض آن است که این بردارها در دسترس نیستند. این فرض، انطباق بیشتری با امکانات آماری کشورهایی از قبیل ایران دارد.

دو- در روش راس ترکیب‌شده، حداکثر استفاده از آمارهای برونزا به‌عمل میآید. به‌طور مشخص، در این روش، برخلاف روش تعدیل مضاعف که بردار ارزش‌افزوده به‌عنوان پسماند در نظر گرفته می‌شود، از این بردار برای تراز ستونی جدول استفاده می‌شود.

[1] این مشکل درخصوص تجمیع قبل و یا بعد از محاسبه ماتریس معکوس لئونتیف نیز وجود دارد. برای اطلاع بیشتر در این مورد به کیمن،۱۹۹۰و دیازنباخر، ۱۹۹۹مراجعه شود.

[2] جمع ستونی مبادلات واسطه در روش تعدیل مضاعف بهدرستی برآورد میشود، اگر و فقط اگر تجمیع p-acceptable باشد. شرایط لازم و کافی برای آنکه تجمیع p-acceptable باشد، در مقاله دیازنباخر و هون، ۱۹۹۹ به تفصیل بررسی و اثبات شده است و بیان آن خارج از چارچوب گزارش حاضر است.

سه- برخلاف روش راس که در آن ضرایب فنی ماتریس مبادلات واسطه به قیمت جاری به‌عنوان نقطه شروع فرآیند تکرار مورد استفاده قرار می‌گیرد، در روش راس ترکیب‌شده، در گام اول ناحیه مبادلات واسطه‌ای به قیمت ثابت تبدیل و سپس ضرایب فنی حاصل از این ماتریس به‌عنوان نقطه شروع فرآیند تکرار در نظر گرفته می‌شود.

چهار- در روش راس ترکیب‌شده، همانند روش راس، نتیجه محاسبات به‌گونه‌ای است که در نهایت هر درایه با شاخص قیمت مخصوص به خود تعدیل می‌شود (مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۶).

اما استفاده از این روش نیز با چالش‌هایی همراه است از جمله اینکه تنها در شرایطی می‌توان از روش C-RAS استفاده کرد که ارقام کلان حساب‌های ملی مانند بردار مصارف واسطه به قیمت ثابت موجود باشند که به دلیل فقدان آمار و داده‌های مورد نیاز این روش نیز در حال حاضر قابل انجام نیست. در این مقاله، ابتدا تمام جداول داده- ستانده مورد بررسی، در ۱۵ بخش تجمیع (یکی از دلایل تجمیع در ۱۵ بخش مربوط به محدودیت داده‌های جدول SAM سال ۱۳۷۵ بوده که جدول متقارن بر اساس آن استخراج شده است، همچنین با توجه به اینکه برای به قیمت ثابت تبدیل کردن، شاخص قیمت‌ها محدود به یک سری گروه کالایی‌ها هستند که با ابعاد جداول داده- ستانده تطابق ندارند، تجمیع در ۱۵ بخش انجام شده است) و سپس با روش تعدیل مضاعف به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ تبدیل شدند. بدیهی است که جداول داده- ستانده سال ۱۳۹۰ به قیمت جاری و ثابت یکسان هستند. نکته حائز اهمیت دیگری که در انتخاب جداول و تبدیل آن به قیمت ثابت وجود دارد، تبیین جایگاه واردات در جدول داده- ستانده است. جدول داده- ستانده متعارف از سه ناحیه ماتریس مبادلات واسطه‌ای بین‌بخشی، تقاضای نهایی و ارزش‌افزوده تشکیل شده است. ساختار کلی این جدول[1] به‌صورت زیر است:

جدول ۳: ساختار کلی یک جدول داده- ستانده متعارف

	فعالیت‌های اقتصادی	تقاضای واسطه	مصرف خانوار	مصرف دولت	تشکیل سرمایه ثابت ناخالص	صادرات	واردات	ستانده
فعالیت‌های اقتصادی	$z_{11} \quad \dots \quad z_{1j}$ $\vdots \quad \ddots \quad \vdots$ $z_{i1} \quad \dots \quad z_{ij}$	$\sum_j z_{1j}$ $\vdots$ $\sum_j z_{ij}$	h_1 $\vdots$ h_i	g_1 $\vdots$ g_i	cf_1 $\vdots$ cf_i	e_1 $\vdots$ e_i	$-m_1$ $\vdots$ $-m_i$	x_1 $\vdots$ x_i
هزینه واسطه	$\sum_i z_{iji1} \quad \dots \quad \sum_i z_{ij}$	SUM	H	G	CF	E	M	X
جبران خدمات کارکنان	$ce_1 \quad \dots \quad ce_j$	CE						

[1] این ساختار بیشتر با ساختار جداول داده- ستانده مرکز آمار ایران تطابق دارد تا جداول داده- ستانده بانک مرکزی.

خالص مالیات بر تولید و واردات	nt_1 ... nt_j	NT
درآمد مختلط ناخالص	mix_1 ... mix_j	MIX
مازاد عملیاتی ناخالص	os_1 ... os_j	OS
ارزش افزوده	v_1 ... v_j	V
ستانده	x_1 ... x_j	X

در جداول متعارف، واردات به‌صورت یک بردار ستونی و با علامت منفی در تقاضای نهایی منظور می‌شود. در این جداول، ماتریس مبادلات واسطه بین بخشی، شامل کالاهای تولید داخل و واردات واسطه‌ای است. تقاضای نهایی نیز شامل کالاهای تولید داخل و واردات مصرفی و سرمایه‌ای است. تفکیک واردات و تشکیل جدول داخلی مستلزم آن است که فرض کنیم جایگزینی کامل بین تولید داخل و خارج وجود دارد و واردات از نوع رقابتی[1] است. جدول ۴ ساختار یک جدول داخلی را نشان می‌دهد که واردات آن تفکیک شده است:

جدول ٤: ساختار یک جدول داده- ستانده داخلی[2]

	فعالیت‌های اقتصادی	تقاضای واسطه	مصرف خانوار	مصرف دولت	تشکیل سرمایه ثابت ناخالص	صادرات	ستانده
فعالیت‌های اقتصادی	D_{11} ... D_{1j} ⋮ ⋱ ⋮ D_{i1} ... D_{ij}	$\sum_j D_{1j}$ ⋮ $\sum_j D_{ij}$	hd_1 ⋮ hd_i	gd_1 ⋮ gd_i	cfd_1 ⋮ cfd_i	e_1 ⋮ e_i	x_1 ⋮ x_i
هزینه واسطه	$\sum_i z_{iji1}$ ... $\sum_i z_{ij}$	SUM	HD	GD	CFD	E	X
جبران خدمات کارکنان	ce_1 ... ce_j	CE					
خالص مالیات بر تولید و واردات	nt_1 ... nt_j	NT					
درآمد مختلط ناخالص	mix_1 ... mix_j	MIX					
مازاد عملیاتی ناخالص	os_1 ... os_j	OS					
واردات	m_1 ... m_j	M	mh	mg	mcf	o	M
ارزش افزوده	v_1 ... v_j	V					

[1] واردات رقابتی به کالاها و خدماتی اطلاق می‌شود که مشابه آنها در داخل تولید می‌شود. در مقابل، واردات غیررقابتی به این معناست که در آینده نزدیک شانس تولید این کالاها وجود ندارد. برای اطلاع بیشتر درخصوص شقوق مختلف واردات و روش‌های تفکیک به مقاله بانویی، ۱۳۹۱و پاشا و بانویی و همکاران، ۱۳۹۲ مراجعه شود.

[2] در این جدول مقادیر mcf، mg، mh به‌ترتیب واردات مصرفی خانوارها و دولت و واردات سرمایه‌ای هستند. برای اطلاع بیشتر به بانویی، ۱۳۹۱مراجعه شود.

X	x_1 ... x_j	ستانده

بنابر توضیحات پیش‌گفته، اولین گام برای محاسبه جداول داده- ستانده به قیمت ثابت، انتخاب نوع جدول با توجه به نحوه منظور کردن واردات است. بررسی مطالعات موجود حاکی از تفاوت اساسی جداول به‌کار رفته در مطالعات داخلی و خارجی است. به‌عنوان مثال دیازنباخر و هون (۱۹۹۸) جدول داخلی را مبنای محاسبه قرار داده‌اند. همچنین، به‌نظر می‌رسد جهانگرد (۱۳۷۵) جهانگرد (۱۳۸۴) جهانگرد (۱۳۷۶) شرکاء و همکاران (۱۳۷۹) بزازان (۱۳۹۰) و بکائی و بانویی (۱۳۹۰) جدول متعارف را مبنای محاسبه جداول داده- ستانده به قیمت ثابت قرار داده‌اند. مشاهدات فوق سؤال زیر را پیشروی این مقاله قرار می‌دهد:

کدامیک از دو جدول متعارف و یا داخلی برای محاسبه جداول به قیمت ثابت مناسب‌تر است؟ برای پاسخ به این پرسش توجه به دو نکته زیر ضروری است:

یک- جداول تهیه شده در ایران از نوع متعارف هستند و محاسبه جداول داخلی به‌عهده پژوهشگران است. روش‌های مرسوم برای تفکیک واردات از این مشکل اساسی برخوردارند که تمایزی بین واردات واسطه‌ای، مصرفی و سرمایه‌ای قائل نمی‌شوند و هر سه نوع واردات، با یک نسبت از جدول متعارف تفکیک می‌شوند.

دو- تعدیل هریک از نواحی جدول به قیمت ثابت، باید با استفاده از شاخص قیمتی مختص به خود صورت گیرد. در برخی از کشورها، حساب‌های ملی اجزای دو ناحیه تقاضای نهایی و ارزش‌افزوده را به قیمت ثابت به‌دست می‌دهند و لذا فقط ناحیه مبادلات واسطه‌ای توسط پژوهشگر به قیمت ثابت تبدیل می‌شود. از آنجایی که حساب‌های ملی ایران فاقد بردار تقاضای نهایی به قیمت ثابت است، تعدیل جداول داخلی به قیمت ثابت با مشکلات قابل توجهی همراه است. علت آن است که به‌طور مشخص در شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI) اساساً تمایزی بین کالاهای تولید داخل و واردات وجود ندارد و ازاین‌رو استفاده از آن برای تعدیل بردار مصرف خانوار، با خطا همراه است. با توجه به نکات فوق، در این مقاله برای محاسبه جداول داده- ستانده به قیمت ثابت از جداول متعارف استفاده شده است.

٤. روش تحقیق

همانطور که گفته شد، برای محاسبه اثر تغییرات تکنولوژی با روش میدان اثرگذاری، ابتدا باید جداول داده- ستانده به قیمت ثابت محاسبه شوند. برای این منظور در این مقاله از روش تعدیل مضاعف استفاده شده است. همچنین، فروض تکنولوژی مورد استفاده در هر جدول باید یکسان‌سازی شود و سپس بر اساس روش میدان اثرگذاری[1]، اثر تغییرات تکنولوژی محاسبه می‌شود. روش میدان اثرگذاری، برای تخمین و ارزیابی جداول داده- ستانده، بررسی اثرات تغییرات

[1] Field of influence

ضرایب تکنولوژی به عنوان یک فرم عمومی از تحلیل خطا و حساسیت و کمک به شناسایی ضرایب معکوس با اهمیت[1] گسترش یافته است.[2] همچنین، ثابت شده است که این رویکرد برای تحلیل ساختار جداول داده- ستانده، شناسایی بخش‌های کلیدی و چشم‌اندازهای اقتصادی نیز مفید است.[3] بنابراین، لازم است که ابتدا تعریف دقیقی از مفهوم میدان اثرگذاری و نسبت آن با تغییرات تکنولوژی ارائه شود. بر اساس مطالعات سونی و هیونگ[4] (۱۹۹۲)، تحلیل‌ها بر اساس رابطه تراز تولیدی متعارف زیر انجام می‌گیرد:

$$x = Ax + f \qquad (۱)$$

در اینجا x بردار ستانده درون‌زا، A ماتریس ضرایب فنی مستقیم و f نیز بردار تقاضای نهایی برون‌زاست. فرم کاهش‌یافته این مدل به‌صورت زیر است:

$$x = Lf \qquad (۲)$$

که در اینجا L عبارت از ماتریس معکوس لئونتیف $(I-A)^{-1}$ است. ماتریس معکوس لئونتیف اثر کامل یک شوک خارجی در تقاضای نهایی را بر تمام رشته فعالیت‌ها نشان می‌دهد. با چنین ماتریسی می‌توان وابستگی متقابل تکنولوژیکی نظام تولیدی را تعیین کرده، ستانده مورد نیاز برای تامین افزایش مصرف نهایی را که بخشی از تقاضای نهایی است، مشخص کرد. به این ترتیب، تعیین سطحی از ستانده که برای تامین سطوح مختلف تقاضای نهایی درخواست شده مورد نیاز است و همچنین چگونگی تغییر سطوح ستانده برای تامین این تغییرات در تقاضای نهایی، امکان‌پذیر خواهد بود.

شرمن، موریسون و وودبری (۱۹۵۰) مطالعاتی در این حوزه انجام دادند که به مدل SMW شناخته می‌شوند. آنها مطالعه کردند که چگونه تغییرات عناصر در یک ماتریس غیرمستقیم به تغییرات عناصر در معکوس آن ماتریس منتقل می‌شود. شرمن و موریسون ابتدا تغییر در تنها یک متغیر و سپس تغییر در چند متغیر و وودبری تغییر در چند سطر یا چند ستون را بررسی کردند.[5] همانطور که گفته شد، سونی و هیونگز در سال‌های ۱۹۸۹ و ۱۹۹۱، رویکرد جدیدی را ارائه کرده‌اند که مبتنی بر مفهوم میدان اثرگذاری تغییرات تکنولوژی است. آنها از روش میدان اثرگذاری، برای تخمین و ارزیابی جداول داده- ستانده منطقه‌ای، بررسی اثرات تغییرات ضرایب تکنولوژی به عنوان یک فرم عمومی از تحلیل خطا و حساسیت و کمک به شناسایی ضرایب معکوس با اهمیت استفاده کرده‌اند. همچنین، در مطالعاتی دیگر ثابت کرده‌اند که این رویکرد برای تحلیل ساختار جداول داده- ستانده، شناسایی بخش‌های کلیدی و چشم‌اندازهای اقتصادی نیز مفید است. در ادامه هر یک به تفکیک توضیح داده می‌شوند.

[1] Inverse-important coefficients
[2] Sonis, M. Hewings, G. J. D.1989
[3] Cuello, F. A. et al, 1992; Sonis, M. & Hewings, G. J.D 1992; Sonis, M., et al. 1999
[4] Sonis, M. Hewings, G. J. D.
[5] Miller, R.E. & Blair, P.D. 2022

٤-١. رابطه شرمن و موریسون[1] و ضرایب معکوس با اهمیت[2]

ضریب معکوس با اهمیت بر پایه تغییراتی است که فقط با یک داده a_{hc} (درایه واقع شده در سطر h و ستون c در ماتریس A) مرتبط است. شناسایی چنین ضریبی می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های اقتصادی، استفاده از اطلاعات برتر یا به روز رسانی جداول مفید باشد. برای محاسبه ضرایب بااهمیت روش‌های مختلفی وجود دارد. در روش اول، ابتدا یک درایه را در ماتریس A به اندازه α درصد (به عنوان تغییرات تکنولوژی) تغییر می‌دهیم و با محاسبه ماتریس L (ماتریس معکوس لئونتیف) و L^* (ماتریس معکوس لئونتیف پس از تغییرات)، طبق رابطه زیر ماتریس P را محاسبه می‌کنیم:

$$P(ij) = \frac{l^* - l}{l} \times 100 \qquad (۳)$$

اگر β میزان تغییرات با اهمیت در ماتریس P باشد، درایه‌هایی از ماتریس P که بیش از β تغییر کرده‌اند ضرایب معکوس با اهمیت به شمار می‌روند. مشکل اینجاست که تمام این محاسبات باید برای تک تک درایه‌های ماتریس A انجام شود که روشی زمانبر است. در این ارتباط، شرمن و موریسون روش جدیدی به نام SMW را ارائه دادند که بر طبق این روش بدون محاسبه معکوس جدید می‌توان ضرایب مهم را به دست آورد. یعنی با توجه به فرمول SMW می‌توان مستقیم از ماتریس L به ماتریس P رسید.

$$P_{rs(ij)} = 100\left[\frac{l_{ri} l_{js} \Delta a_{ij}}{1 - l_{ji} \Delta a_{ij}}\right]\left[\frac{1}{l_{rs}}\right] \geq \beta \qquad (۴)$$

از آنجایی که در این روش نیز باید به تعداد درایه‌ها این عملیات انجام شود، سونی و هیونگز روش FOI را پیشنهاد دادند. مزیت این روش نسبت به سایر روش‌ها این است که بدون محاسبه ماتریس معکوس لئونتیف و تنها از طریق رابطه زیر، تأثیر یک تغییر به میزان e_{hc} در ماتریس A را در ماتریس معکوس لئونتیف محاسبه می‌کند:

$$B(E) = B + \frac{1}{1 - b_{ch} e_{hc}} F\binom{c}{h} e_{hc} \qquad (۵)$$

در اینجا $B(E)$ ماتریس معکوس لئونتیف بعد از تغییرات، e_{hc} میزان تغییر در ماتریس A و b_{ch} درایه سطر c و ستون h ماتریس معکوس لئونتیف است و F[3] نیز میدان اثرگذاری را نشان می‌دهد.

$$F\binom{c}{h} = \begin{pmatrix} b_{1h} \\ b_{2h} \\ \vdots \\ b_{nh} \end{pmatrix} (b_{c1}, b_{c2}, \dots, b_{cn}) \qquad (۶)$$

[1] Sherman, J. & Morrison, W. J.
[2] Inverse-important Coefficient
[3] Field of influence

اگر ماتریس B منعکس‌کننده چشم‌انداز اقتصادی وابستگی متقابل بین صنایع باشد، معادله (۶) می‌تواند یک چشم‌انداز قابل مقایسه، با تغییر در یک یا چند عنصر از ماتریس ضرایب مستقیم A را مورد توجه قرار دهد. از لحاظ مفهومی، میدان اثرگذاری میزان تغییرات موجود که فقط به یک بخش از اقتصاد مرتبط است یا به کل سیستم اقتصاد گسترش یافته را ارزیابی می‌کند. به طور معمول هر درایه در ماتریس $B(E)$، بر اساس رابطه (شرمن و موریسون ۱۹۵۰) که فرم دیگری از رابطه ۳ است، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$b_{ij}(E) = b_{ij} + \frac{b_{cj}b_{ih}e_{hc}}{1-b_{ch}e_{hc}} \qquad (۷)$$

حال سوال اینجاست که چگونه میزان درایه‌های ماتریس F را کاهش دهیم تا بتوانیم میزان اثرات تغییرات درایه‌های a_{ch} را محاسبه کنیم.برای این منظور سونی و هیونگ (۱۹۹۲)، سه روش پیشنهاد می‌دهند که عبارتند از:

$$\|F\| = \max|f_{ij}| \qquad (۸)$$

$$\|F\| = \sum_{ij}|f_{ij}| \qquad (۹)$$

$$\|F\| = [\sum_{ij}|f_{ij}|]^{1/2} \qquad (۱۰)$$

در اینجا با استفاده از ماتریس F ما می‌توانیم اثرات تجمعی تغییر ضریب a_{hc} را بر همه اجزای ماتریس معکوس لئونتیف ارزیابی کنیم. به عبارت دیگر، مجموعه‌ای از ضرایب محاسبه می‌شوند که با توجه به تغییر اولیه در یکی از آنها بیشترین تأثیر را روی بقیه اقتصاد خواهند گذاشت. لازم به ذکر است که مجموعه ضرایب معکوس مهم، لزوما برای معیارهای مختلف یکسان نخواهد بود. به عنوان مثال اگر بر روی بیکاری، درآمد یا تولید تمرکز شود، نتایج متفاوتی به دست خواهد آمد.[1] آنچه که در اینجا حائز اهمیت است، محاسبه اثر این تغییرات اولیه به عنوان تغییرات تکنولوژی، بر سایر بخش‌های اقتصاد است.

٤-۲. تغییر در یک سطر یا یک ستون و یا همه ضرایب

به منظور تجزیه و تحلیل حساسیت معکوس لئونتیف به تغییرات تکنولوژیکی در یک بخش، مجموعه‌های احتمالی تغییرات در یک ستون مانند c را در نظر بگیرید:

$$e^c = (e_{1c}, e_{2c}, \dots, e_{nc}) \qquad (۱۱)$$

[1] Sonis, M. Hewings, G J D. 1992

در این حالت، شکل تعمیم یافته معادله (۷) به صورت زیر است[۱]:

$$b_{ij}(E) = b_{ij} + \frac{b_{cj}\sum_h b_{ih}e_{hc}}{1-\sum_h b_{ch}e_{hc}} \qquad (۱۲)$$

می‌توان بسیاری از فرض‌های جایگزین را در مورد ساختار تغییرات معادله (۶) ایجاد کرد. یکی از واضح‌ترین تغییرات، افزایش نسبی برابر در همه ضرایب ماتریس A است. چنین تغییری، نتیجه افزایش بهره‌وری اولیه به عنوان مثال، در سرمایه یا نیروی کار است؛ تحت این فرض که داده‌های واسطه‌ای بدون تغییر باشند. این تغییر به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$e_{ic} = \alpha a_{ic} \qquad (۱۳)$$

در اینجا a_{ic} درایه سطر iام و ستون c ماتریس A است. به عبارت دیگر می‌توان میزان تغییرات اعمال شده را از رابطه (۱۰) محاسبه کرد.

۵. تحلیل نتایج

آمار و داده‌های مورد نیاز در این پژوهش، جداول داده- ستانده ایران در طول سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ بوده است. همانطور که مطرح شد، برای محاسبه اثر تغییرات تکنولوژی در طول سال‌های مورد بررسی، ابتدا لازم است که جداول داده- ستانده به قیمت ثابت محاسبه شوند. برای این منظور ضمن همگن‌سازی جداول، روش تعدیل مضاعف مبنای محاسبه جداول به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ قرار گرفته است. همچنین، در این پژوهش به منظور هماهنگ کردن و منسجم کردن جداول و ایجاد بستری مناسب برای تحلیل، جداول داده- ستانده در ۱۵ بخش تجمیع شدند. هدف از این پژوهش این است که درجه‌ی اثرگذاری تغییرات تکنولوژی هر بخش را روی سایر بخش‌ها محاسبه کنیم. این تحلیل به ما این امکان را می‌دهد که ضرایب مهم و بخش‌های اثرگذار از منظر تکنولوژی در اقتصاد را شناسایی کنیم و در پی پاسخ به این سوال هستیم که اگر یک بخش در اقتصاد تغییر کند، اثر تغییرات تکنولوژی بر سایر بخش‌ها چگونه است؟

با توجه به جداول مورد استفاده، تغییرات تکنولوژی به صورت ستونی و به اندازه درصد مشخص $\alpha = .05$ در تمامی بخش‌ها و در همه سال‌ها مورد محاسبه قرار گرفت. به عنوان مثال در سال ۱۳۶۵، تغییرات تکنولوژی ابتدا در بخش کشاورزی، شکار و جنگلداری اعمال شد و میدان اثرگذاری این تغییرات در سایر بخش‌ها اندازه گیری شد. با تغییر تکنولوژی بخش کشاورزی، سایر بخش‌ها به میزان ۳۹,۰۲ واحد تغییر می‌کنند. به همین ترتیب، با تغییر تکنولوژی بخش ماهیگیری، سایر بخش‌ها به میزان ۳۱,۹۰ واحد تغییر می‌کنند. این بدان معناست که تغییر تکنولوژی یکسان در بخش کشاورزی، شکار و جنگلداری، نسبت به همین میزان تغییر در بخش ماهیگیری، اثر بیشتری بر سایر بخش‌ها می‌گذارد. در

[۱] نگاه کنید به شرمن و موریسون، ۱۹۴۹

سال ۱۳۶۵، بخش اداره امور عمومی، دفاع و تامین اجتماعی بالاترین میدان اثرگذاری را نسبت به بخش‌های پانزده‌گانه از منظر تغییرات تکنولوژی دارد. با تغییر تکنولوژی این بخش به میزان ۰,۰۵ درصد، سایر بخش‌ها به میزان ۴۸,۰۳ واحد تغییر می‌کنند. بخش صنعت با عدد ۴۶,۰۵ واحد در رتبه دوم و بخش حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات با عدد ۴۴,۲۷ واحد در رتبه سوم اثرگذاری قرار می‌گیرد.

همچنین، تغییرات تکنولوژی در بخش معدن نه تنها در سال ۱۳۶۵، بلکه در همه‌ی سال‌های مورد بررسی کمترین میزان اثرگذاری را بر سایر بخش‌ها داشته است. نتایج این محاسبات در جدول زیر نشان داده می‌شود. این موضوع با توجه به سهم معادن زیرزمینی، به‌ویژه با داشتن ذخایر نفتی و گازی نشان می‌دهد ماندگاری تولیدات آن بسیار پایین است و بیشتر آن به صورت صادرات مواد خام از چرخه تولید خارج می‌شود و نتوانسته است باعث تحرک بخشی و تأثیرگذاری مناسب در سایر بخش‌های اقتصادی شود.

جدول ۵: اثرات تغییرات تکنولوژی ستونی در سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵

عنوان بخش	سال	۱۳۶۵	۱۳۷۰	۱۳۷۵	۱۳۸۰	۱۳۸۵	۱۳۹۰	۱۳۹۵
کشاورزی، شکار و جنگلداری	۱	۳۹,۰۲۵	۳۷,۸۸۳	۳۷,۶۰۳	۴۳,۳۳۱	۴۲,۸۳۶	۴۰,۴۷۶	۵۱,۷۰۴
ماهیگیری	۲	۳۱,۹۰۸	۳۶,۶۸۶	۴۷,۰۸۷	۴۵,۳۰۰	۴۲,۸۳۶	۴۱,۸۷۸	۷۲,۵۱۰
معدن	۳	۲۴,۱۶۷	۲۴,۴۹۴	۲۴,۳۳۷	۲۴,۶۱۵	۲۴,۵۱۵	۲۴,۹۶۴	۲۸,۹۲۱
صنعت	۴	۴۶,۰۵۵	۴۹,۷۸۴	۵۷,۹۲۶	۵۱,۹۸۱	۵۴,۱۱۱	۵۰,۹۴۳	۵۷,۲۰۰
تامین آب، برق و گاز طبیعی	۵	۲۹,۵۶۰	۳۰,۹۸۴	۳۰,۸۳۲	۴۱,۹۷۸	۳۴,۱۹۲	۲۶,۶۳۴	۴۲,۳۷۵
ساختمان	۶	۴۱,۶۱۰	۴۱,۶۳۴	۵۴,۵۶۹	۴۸,۱۱۲	۵۴,۰۹۳	۴۹,۲۴۰	۵۸,۱۵۱
عمده فروشی، خرده فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و کالاها	۷	۲۴,۹۲۰	۲۶,۸۱۲	۳۲,۸۵۵	۳۶,۵۴۱	۳۶,۰۸۲	۳۱,۸۷۰	۳۹,۶۲۱
هتل و رستوران	۸	۳۷,۹۶۰	۴۵,۶۲۶	۴۷,۸۸۸	۵۴,۲۵۶	۵۲,۶۸۷	۴۰,۹۹۱	۳۶,۰۰۲
حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات	۹	۴۴,۲۷۳	۴۷,۳۳۸	۳۸,۳۹۶	۳۵,۰۶۶	۳۳,۹۷۳	۳۷,۵۲۹	۶۰,۷۷۰
واسطه گری‌های مالی	۱۰	۳۱,۷۶۶	۴۲,۴۹۴	۳۳,۰۷۵	۳۱,۰۲۱	۳۱,۵۱۱	۳۲,۱۸۸	۳۴,۶۸۸
مستغلات، کرایه و خدمات کسب و کار	۱۱	۲۷,۳۱۸	۲۹,۴۹۷	۲۸,۱۷۳	۳۰,۲۸۶	۳۰,۸۱۴	۲۹,۱۴۱	۳۰,۵۰۶
اداره امور عمومی، دفاع و تامین اجتماعی	۱۲	۴۸,۰۳۲	۳۷,۵۰۸	۳۵,۸۹۵	۳۲,۱۰۲	۳۲,۰۰۱	۳۳,۰۸۳	۴۲,۷۰۳
آموزش	۱۳	۲۴,۰۶۱	۲۹,۷۷۶	۲۸,۳۱۱	۲۸,۲۰۶	۲۷,۵۰۰	۲۸,۶۵۲	۳۰,۳۹۶
بهداشت و مددکاری اجتماعی	۱۴	۲۶,۲۳۱	۳۱,۹۱۶	۳۱,۴۹۷	۲۹,۲۴۸	۲۸,۸۷۹	۳۰,۱۱۳	۵۳,۰۱۶
سایر خدمات عمومی، اجتماعی، شخصی و خانگی	۱۵	۳۳,۰۲۰	۴۱,۹۸۶	۲۸,۷۷۴	۳۶,۵۵۵	۳۵,۵۱۳	۳۳,۰۴۳	۲۹,۵۶۸

منبع: محاسبات پژوهش

طی سال‌های میانی دهه شصت، آثار جنگ ایران و عراق در تمام شئون کشور و در حوزه‌های مختلف بیش از پیش مشهود بود. با طولانی شدن جنگ تحمیلی و بررسی آثار آن بر شاخص‌های مهم و کلیدی کشور همچون درآمد سرانه ملی، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، بیکاری و فرسودگی تاسیسات سرمایه‌ای مانند ماشین‌آلات، پل‌ها، راه‌ها و غیره

و همچنین کاهش قیمت نفت، لزوم توجه بیش از پیش (به نسبت سال‌های ابتدای جنگ) به اداره امور عمومی، دفاع و تامین اجتماعی احساس می‌شد. این ضرورت موجب تجدید نظر در اولویت‌بندی‌ها و سیاست‌های کلی اقتصادی کشور شد. بنابراین در سال ۱۳۶۵، با توجه به شرایط اقتصادی، سیاسی و اجتماعی آن سال کاملا منطقی به نظر می‌رسد که میدان اثرگذاری این بخش نسبت به سایر بخش‌ها بیشتر باشد.

در سال ۱۳۷۰، با تغییر تکنولوژی بخش صنعت، سایر بخش‌ها به میزان ۴۹/۷۸ واحد تغییر می‌کنند و تغییرات تکنولوژی این بخش بیشترین میزان اثر را بر سایر بخش‌های اقتصادی دارد. پس از آن بخش حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات به میزان ۴۷/۳۳ واحد و سپس بخش هتل و رستوران به میزان ۴۵/۶۲ واحد از این تغییرات تأثیر می‌گیرند و همانطور که گفته شد، تغییرات تکنولوژی بخش معدن کمترین میزان اثر را بر سایر بخش‌ها داشته است. همچنین، در سال ۱۳۷۵، تغییرات تکنولوژی بخش صنعت با عدد ۵۷/۹۵ واحد بیشترین میران اثرگذاری و پس از آن بخش ساختمان با عدد ۵۴/۵۶ واحد و بخش هتل و رستوران با عدد ۴۷/۸۸ واحد رتبه دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند.

بنابراین، نتایج دهه ۷۰، تصویر متفاوتی از نتایج قبل از دهه ۷۰ به‌دست می‌دهد. علت آن است که با پایان یافتن جنگ و در ابتدای دهه هفتاد ایران از نظر توسعه صنعتی وارد مرحله‌ی جدیدی شد که از آن به‌عنوان مرحله ساختارسازی فیزیکی یاد می‌شود. بنابراین طبیعی است که طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۰ میدان اثرگذاری تغییرات تکنولوژی از بخش اداره امور عمومی، دفاع و تامین اجتماعی در سال ۱۳۶۵، به بخش صنعت در سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۷۵ انتقال یابد. با توجه به فضای متشنج بین‌المللی و غیر آماده داخلی برای توسعه صنعتی طی دوران جنگ، در دهه هفتاد بازسازی بروکراتیک در دستور کار قرار گرفت. در چنین شرایطی به منظور رفع مشکلات پدید آمده از ساختار اقتصاد ملی، تنظیم و اجرای برنامه‌های پنج ساله بعد از انقلاب به شکل برنامه‌های توسعه‌ای آغاز شد. ضمن اینکه پایان جنگ و برقراری امنیت تأثیر بسیاری در اقبال به سرمایه‌گذاری بیشتر در حوزه‌های مختلف صنعتی جهت جبران عقب‌ماندگی‌ها در دوران جنگ داشت. همچنین، در این سال‌ها بخش هتل و رستوران رتبه سوم را داشتند و از سال ۱۳۷۵ به بعد بخش ساختمان در همه‌ی سال‌ها رتبه دوم یا سوم را به خود اختصاص داده که در سال‌های سازندگی پس از جنگ کاملا منطقی است.

در سال ۱۳۸۰، میزان اثرگذاری تغییرات تکنولوژی یکسان بر بخش هتل و رستوران در سایر بخش‌ها ۵۴/۲۵ واحد، بخش صنعت، ۵۱/۹۸ واحد و بخش ساختمان ۴۸/۱۱ واحد بوده است و این سه بخش به ترتیب بخش‌های اثرگذار در نظر گرفته می‌شوند. در اوایل دهه ۸۰، سرمایه‌گذاری در توسعه و بازسازی مراکز گردشگری سرعت گرفت. در برنامه سوم توسعه (۱۳۷۹-۱۳۸۳) اهداف و سیاست‌های همه جانبه‌ای به منظور توسعه صنعت توریسم در ایران اجرا شد. به‌عنوان مثال، سازمان میراث فرهنگی و گردشگری، به منظور ایجاد هماهنگی بیشتر، توسعه وظایف فرابخشی، افزایش بهره‌وری و ایجاد بستر مناسب اقتصادی برای توسعه فعالیت‌های میراث فرهنگی و مشارکت بخش‌های خصوصی و تعاونی فعالیت‌های

بسیاری انجام داد. بنابراین، در این سال‌ها فعالیت‌ها در عرصه گردشگری (هتل، رستوران، اماکن و مراکز تفریحی و گردشگری و ...) سرعت گرفت. در سال ۱۳۸۵، تغییرات تکنولوژی در بخش‌های صنعت و ساختمان با اختلاف بسیار جزیی به ترتیب به میزان ۵۴/۱۱ و ۵۴/۰۹ واحد بوده و سومین بخش اثرگذار بخش هتل و رستوران با عدد ۵۲/۶۸ واحد بوده است.

در سال ۱۳۹۰، بیشترین میزان تأثیرگذاری تغییرات تکنولوژی مربوط به بخش صنعت با عدد ۵۰/۹۴ و پس از آن بخش ساختمان با عدد ۴۹/۲۴ واحد بوده است. سومین بخش اثرگذار بخش ماهیگیری با عدد ۴۱/۸۷ واحد اندازه‌گیری شده است. در سال‌های ابتدایی دهه ۸۰ و تا پیش از آغاز تحریم‌های همه‌جانبه، با تنظیم و اجرای سیاست‌های معطوف به نقدینگی بخش‌های تولیدی و به‌ویژه بخش خصوصی و ادامه روند جهت‌گیری سیاست‌های کلان اقتصادی با هدف رشد تولید و اشتغال، شاهد رشد اقتصادی بیشتر در بخش صنعت و ساختمان بودیم.

و در نهایت، در سال ۱۳۹۵، تغییرات تکنولوژی یکسان، در بخش ماهیگیری با عدد ۷۲/۵۱ واحد بیشترین اثر را بر سایر بخش‌ها داشته و پس از آن بخش حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات، با عدد ۶۰/۷۷ و بخش ساختمان با عدد ۵۸/۱۵ واحد رتبه دوم و سوم را در این سال به خود اختصاص داده‌اند. طی سال‌های منتهی به ۱۳۹۵، با سیاست‌هایی نظیر توسعه صید در آبهای فراسرزمینی، توسعه بنادر صیادی، سیستماتیک نمودن فعالیت‌های صدور مجوز صید، تغییر و بهینه‌سازی روش‌های صید غیرمخرب، توسعه پرورش میگو، ماهیان خاویاری و پرورش ماهی در دریا (قفس) و همچنین معرفی گونه‌های سریع‌الرشد به سیستم آبزی‌پروری کشور، در کنار رشد سرانه داخلی مصرف پروتئین دریایی و افزایش قیمت ارز و افزایش درآمدهای صادراتی این بخش، موجب رونق این صنعت و تحقق بخش قابل توجهی از اهداف برنامه‌های توسعه در حوزه ماهیگیری شد.

در هر سال، سه بخشی که بیشترین اهمیت را از منظر تغییرات تکنولوژی دارند و یک بخش که کمترین اهمیت را دارد مشخص شده‌اند. همانطور که مشاهده می‌شود، بخش صنعت در سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ بیشترین اهمیت را دارد و تغییرات تکنولوژی این بخش، به‌طور میانگین بیشترین میدان اثرگذاری را بر سایر بخش‌ها دارد. بعد از بخش صنعت، بخش ساختمان به‌طور میانگین بیشترین اهمیت را در بین سایر بخش‌ها خواهد داشت. همچنین، بخش معدن در تمامی سال‌ها کمترین میزان اهمیت را داراست و همانطور که نتایج نشان می‌دهد، تغییرات تکنولوژی در این بخش، کمترین اثر را بر سایر بخش‌ها خواهد گذاشت.

٦. جمع‌بندی و پیشنهادات

تغییرات تکنولوژی یکی از عوامل مهم شکل‌دهنده تغییرات ساختاری به‌شمار می‌رود. یکی از وجوه تغییرات تکنولوژی مرتبط با مطالعات بخشی، تنیدگی واسطه‌ای است که ریشه در مبادلات واسطه ای بین بخشی دارد و منشأ آن

تغییر در ماتریس ضرایب فنی و ماتریس معکوس لئونتیف در الگوی تقاضامحور داده- ستانده است. تجزیه و تحلیل‌های مربوط به تغییرات تکنولوژی امکان توسعه چشم‌اندازهای بلندمدت و طبقه‌بندی تغییرات بخش به بخش را فراهم می‌کند. بعلاوه، می‌توان با استفاده از رویکرد این مطالعه، توسعه‌هایی را برای تجزیه و تحلیل سیستم‌های حسابداری اجتماعی نیز ایجاد کرد. بر این اساس، مقاله حاضر در دو بخش اصلی ساماندهی می‌شود. بخش اول در ارتباط با محاسبه جداول داده- ستانده به قیمت ثابت و همگن‌سازی جداول بر اساس فروض تکنولوژی یکسان و بخش دوم محاسبه میدان اثرگذاری تغییرات تکنولوژی با استفاده از این جداول است. روشی که در اینجا نشان داده شده است، پتانسیل کاوش بسیار غنی‌تر از ساختار تغییرات تکنولوژی سنتی فراهم می‌کند. پیوند دادن مؤلفه‌های تغییر تکنولوژی با مفهوم «میدان اثرگذاری» به تحلیل‌گر این توانایی را می‌دهد که تغییرات را به شیوه‌ای نظام‌مندتر و جامع‌تر ردیابی کند.

در ارتباط با مفهوم، نظریه و سنجش تغییرات تکنولوژی با روش میدان اثرگذاری، هدف مقاله حاضر این است که چشم‌اندازی برای تأثیر تغییرات تکنولوژیکی در کل سیستم اقتصادی ایران ارائه دهد. به عبارت دیگر، با استفاده از مفهوم میدان اثرگذاری، اثرات تغییرات بر پیوندهای بین بخشی بررسی و بازخورد یا اثر تغییرات تکنولوژیکی در هر بخش اندازه‌گیری می‌شود. این مفهوم تا حد زیادی مستقل از نوع تغییر ضرایب است و هدف آن تهیه روشی است که به‌طور کلی بتواند تغییرات یک درایه، تمام درایه‌ها و یا تغییرات سطری و ستونی را پوشش دهد. همچنین، این روش بر خود تغییرات تمرکز نمی‌کند، بلکه «اثر» این تغییرات را در سایر بخش‌ها مورد مطالعه قرار می‌دهد. این تحلیل به ما این امکان را می‌دهد که ضرایب مهم و بخش‌های اثرگذار از منظر تکنولوژی در اقتصاد را شناسایی کنیم.

برای این منظور از جداول داده- ستانده سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۰، ۱۳۷۵، ۱۳۸۰، ۱۳۸۵، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران به قیمت ثابت ۱۳۹۰ استفاده شده است. این جداول ابتدا با روش تعدیل مضاعف به قیمت ثابت تبدیل و سپس در ۱۵ بخش تجمیع شدند. سایر جداول تهیه شده توسط مراکز دیگر از این هماهنگی برخوردار نیستند. اگرچه که این جداول نیز به لحاظ روش محاسبه و طبقه‌بندی، غیرهمگن بودند و برای تبدیل آنها به قیمت ثابت ابتدا فرآیند همگن‌سازی انجام گرفت.

همانطور که گفته شد، روش میدان اثرگذاری، برای تخمین و ارزیابی جداول داده- ستانده، بررسی اثرات تغییرات ضرایب تکنولوژی به عنوان یک فرم عمومی از تحلیل خطا و حساسیت و کمک به شناسایی ضرایب معکوس با اهمیت گسترش یافته است. همچنین، ثابت شده است که این رویکرد برای تحلیل ساختار جداول داده- ستانده، شناسایی بخش‌های کلیدی و چشم‌اندازهای اقتصادی نیز مفید است. به منظور تجزیه و تحلیل حساسیت معکوس لئونتیف به تغییرات تکنولوژیکی در یک بخش، مجموعه‌های احتمالی تغییرات در یک ستون جدول داده- ستانده در هر سال، به میزان آلفا درصد در نظر گرفته شد.

نتایج نشان می‌دهد که در سال ۱۳۶۵، تغییرات تکنولوژی بخش اداره امور عمومی، دفاع و تامین اجتماعی بیشترین اثر را در سایر بخش‌ها داشته است. در سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ تغییرات تکنولوژی بخش صنعت بیشترین اثر را در سایر بخش‌ها داشته است. همچنین، بیشترین اثرگذاری تغییرات تکنولوژی در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۵ به ترتیب مربوط به بخش‌های هتل و رستوران و ماهیگیری بوده است.

چارچوب ارائه شده در این مطالعه برای سیاستگذاری اقتصادی که دغدغه توسعه و ایجاد رشد بهینه در اقتصاد ایران را دارد، می‌تواند بسیار راهگشا باشد. سیاستگذار اقتصادی می‌تواند از نتایج این مطالعه برای تعیین و ارائه راهبرد مناسب سرمایه‌گذاری و توسعه بخش‌هایی که بیشترین پتانسیل رشد و بالاترین میزان میدان اثرگذاری بر سایر بخش‌های اقتصاد را دارند، استفاده کند. به عنوان مثال، نتایج مطالعه نشان می‌دهد که تغییرات تکنولوژی بخش معدن نتوانسته است اثر قابل انتظاری بر سایر بخش‌های اقتصاد بگذارد.

منابع

- ابونوری, اسمعیل و فرهادی, عزیزاله. (۱۳۹۵). آزمون فروض تکنولوژی در محاسبه جدول داده ستانده متقارن ایران: یک رهیافت اقتصاد سنجی. پژوهش های اقتصادی ایران, ۶۹(۲۱), ۱۱۷-۱۴۶.

- بانویی، علی‌اصغر، فرشاد مومنی و مجتبی محققی. (۱۳۸۸). تحلیل‌های ساختاری بخش چهارم در اقتصاد ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار), ۳۳(۹), ۸۵-۱۱۲.

- بانویی، علی‌اصغر. (۱۳۹۱). ارزیابی شقوق مختلف نحوه منظور کردن واردات و روشهای تفکیک آن با تأکید بر جداول متقارن سال ۱۳۸۰، مجله علمی پژوهشی سیاستگذاری اقتصادی، ۴(۸).

- بانویی، علی‌اصغر، موسوی نیک، سیدهادی، اسفندیاری کلوکن، مجتبی، وفایی یگانه، رضا، ذاکری، زهرا و کرمی، مهدی .(۱۳۹۱). ارزیابی روش‌های محاسبه جدول متقارن داده- ستانده: با تاکید بر برداشت‌های متفاوت از فرض تکنولوژی در ایران، فصلنامه مجلس و راهبرد، ۱۹ (۷۲).

- بانویی، علی‌اصغر. (۱۳۹۳). بهنگام‌سازی جدول داده- ستانده سالانه برای اقتصاد ایران به قیمت‌های جاری و ثابت، مجمع تشخیص مصلحت نظام.

- برادران شرکاء، حمیدرضا، علی‌اصغر بانویی و منوچهر عسگری. (۱۳۷۹). منابع چهارگانه حسابداری رشد در طرف تقاضای اقتصاد: تحلیلی براساس الگوی ایستای باز داده –ستانده، مجله پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ش ۱۶.

- بزازان، فاطمه. (۱۳۹۰). مقیاس بهره‌وری کل عوامل تولید –رویکرد داده - ستانده، مجله علمی – پژوهشی سیاستگذاری اقتصادی، ۳ (۵).

- پاشا زانوس، پگاه، علی‌اصغر بانویی و جاوید بهرامی. (۱۳۹۲). تحلیل‌های سیاستی نقش واردات در سنجش اهمیت بخش‌های اقتصاد ایران، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، ش ۶.

- جهانگرد، اسفندیار. (۱۳۷۶). تبیین تغییر ساخت تکنولوژی اقتصاد ایران (تحلیلی برمبنای تکنیک ایستای داده- ستانده به قیمت ثابت)، مجله برنامه و بودجه، ش ۱۳ و ۱۴.

- جهانگرد، اسفندیار. (۱۳۷۹). تجزیه و تحلیل ساختار اقتصاد ایران برمبنای جدول داده –ستانده به قیمت ثابت سال، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، پایاننامه کارشناسی ارشد.

- جهانگرد، اسفندیار. (۱۳۸۴). ارزیابی روش‌های تعدیل جدول داده - ستانده در ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۵ (۳).

- جهانگرد، اسفندیار، حسن طائی و فاطمه قاسمی. (۱۳۹۲). تأثیر فناوری بر اشتغال در ایران: رویکرد داده- ستانده+ اقتصادسنجی، پژوهش‌های پولی- بانکی، ۶ (۱۶)، ۵۹-۷۹.

– جهانگرد، اسفندیار، سیده طاهره موسوی. (۱۳۹۲). تحلیل تأثیر کارکرد فعالیت‌های اقتصادی بر تقاضای برق و انتشار دی اکسید کربن، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۰ (۳۷).

– جهانفر، نیلوفر، نرگس صادقی. (۱۴۰۱). تحلیل تغییرات ساختاری اقتصاد ایران، مفهوم و مبانی نظری تغییرات تکنولوژی در چارچوب الگوی داده– ستانده و کاربرد آن در ایران، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل: ۱۸۲۲۲.

– علی‌اصغرپور موزیرجی، حسین، فرشاد مومنی و علی‌اصغر بانویی. (۱۳۹۰). بررسی جایگاه بخش خدمات در مسیر توسعه‌یافتگی با تاکید بر خدمات تولیدی و توزیعی: مطالعه موردی ۴۰ کشور جهان، فصلنامه سیاستگذاری اقتصادی.

– ناظم بکایی، محسن و علی‌اصغر بانویی. (۱۳۹۰). تحلیلی بر منابع رشد و تغییرهای ساختار اقتصاد کشور با استفاده از جداول داده – ستانده ۱۳۸۵-۱۳۶۵ فصلنامه علمی-پژوهشی جستارهای اقتصادی، ۸ (۱۶)

– والی‌زاده، ابوالمحسن، نرگس صادقی، بهاره اخوان. (۱۳۹۶). جداول داده– ستانده سالهای ۱۳۸۰و ۱۳۸۵ به قیمت ثابت (پایه‌های آماری و روش محاسبه)، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل :۱۵۸۰.

- Abunouri, Ismail and Farhadi, Azizaleh. (2015). Technology assumption test in calculating Iran's symmetric output data table: an econometric approach. Economic researches of Iran, 69(21), 117-146 (in prsian)

- Ali Asgharpour Mozirji, Hossein, Farshad Momeni and Ali Asghar Banooi. (2011). Investigating the position of the service sector in the path of development with an emphasis on production and distribution services: a case study of 40 countries, Economic Policy Quarterly (in prsian)

- Banoui, Ali Asghar, Farshad Momeni and Mojtaba Mohagheghi. (2009). Structural analyzes of the fourth part in Iran's economy, Economic Research Quarterly (Sustainable Growth and Development), 33(9), 112-85 (in prsian)

- Banouyi, Ali Asghar. (2011). Evaluating the different divisions of import and its separation methods with emphasis on symmetrical tables of 2013, scientific research journal of economic policy, 4(8) (in prsian)

- Banoui, Ali Asghar, Mousavi Nik, Seyedhadi, Esfandiari Kluken, Mojtabi, Vafai Yeganeh, Reza, Zakari, Zahra and Karmi, Mahdi.(2011). Evaluation of the calculation methods of the symmetric data-output table: with an emphasis on different perceptions of the assumption of technology in Iran, Majles and Strategy Quarterly, 19 (72) (in prsian)

- Banouyi, Ali Asghar. (2013). Updating the annual data-output table for Iran's economy at current and fixed prices, Expediency Analysis Forum (in prsian)

- Baradaran Shoraka, Hamid Reza, Ali Asghar Banoui and Manouchehr Asgari. (2000). The four sources of growth accounting on the demand side of the economy: an analysis based on the data-output static model, Economic Research and Policy Journal, Vol. 16 (in prsian)

- Bazazan, Fatemeh. (2011). The productivity scale of total factors of production - data-output approach, scientific-research journal of economic policy, 3 (5) (in prsian)

- Behrman, J. R. (1982). Review article on Hollis B. Chenery,'structural change and development policy'. *Journal of Development Economics*, *10*(3), 313-323.

- Bullard, C. W., & Sebald, A. V. (1977). Effects of parametric uncertainty and technological change on input-output models. *The Review of Economics and Statistics*, 75-81.

- Bullard, C. W., & Sebald, A. V. (1988). Monte Carlo sensitivity analysis of input-output models. *The Review of Economics and Statistics*, 708-712.

- Chenery, H. B., & Taylor, L. (1968). Development patterns: among countries and over time. *The Review of Economics and Statistics*, 391-416.

- Robinson, S., Syrquin, M., & World Bank. (1986). *Industrialization and growth: a comparative study*. New York: Published for the World Bank [by] Oxford University Press.

- Cuello, F. A., Mansouri, F., & Hewings, G. J. (1992). The identification of structure at the sectoral level: A reformulation of the Hirschman–Rasmussen key sector indices. *Economic Systems Research*, *4*(4), 285-296.

- Defourny, J., & Thorbecke, E. (1984). Structural path analysis and multiplier decomposition within a social accounting matrix framework. *The Economic Journal*, *94*(373), 111-136.

- Dietzenbacher, E. (1993). THE REGIONAL EXTRACTION METHOD: APPLICATIONS TO EUROPEAN COMMUNITY.

- Dietzenbacher, E., & Van der Linden, J. A. (1997). Sectoral and spatial linkages in the EC production structure. *Journal of regional Science*, *37*(2), 235-257.

- Dietzenbacher, E., & Hoen, A. R. (1998). Deflation of input-output tables from the user's point of view: A heuristic approach. *Review of Income and Wealth*, *44*(1), 111-122.

- Dietzenbacher, E., & Hoekstra, R. (2002). The RAS structural decomposition approach. In *Trade, Networks and Hierarchies: Modeling Regional and Interregional Economies* (pp. 179-199). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Frankel, J. A., & Rose, A. K. (1998). The endogenity of the optimum currency area criteria. *The economic journal*, *108*(449), 1009-1025.

- Hirschman, A. O. (1958). The strategy of economic development. *(No Title)*.

- Jahangard, Esfandiar. (1997). Explaining the change in the technological structure of Iran's economy (an analysis based on static data-output technique at a constant price), Program and Budget Magazine, Vol. 13 and 14 (in Persian)

- Jahangard, Esfandiar. (2000). Analyzing the structure of Iran's economy based on the table of data - output at constant prices of the year, Faculty of Economics, Allameh Tabatabai University, master's thesis (in Persian)

- Jahangard, Esfandiar. (2005). Evaluation of data-output table adjustment methods in Iran, Economic Research Quarterly, 5 (3) (in Persian)

- Jahangard, Esfandiar, Hassan Tai and Fateme Ghasemi. (2012). The impact of technology on employment in Iran: a data-output approach + econometrics, Monetary and Banking Research, 6 (16), 59-79 (in Persian)

- Jahangard, Esfandiar, Seyyed Tahereh Mousavi. (2012). Analysis of the effect of economic activities on electricity demand and carbon dioxide emissions, Quarterly Journal of Energy Economics Studies, 10 (37) (in Persian)

- Jahanfar, Nilofar, Narges Sadeghi. (2022). Analyzing the structural changes of Iran's economy, the concept and theoretical foundations of technological changes in the framework of the data-output model and its application in Iran, Islamic Council Research Center, serial number: 18222 (in Persian)

- Kymn, k. O. (1990). Aggregation in Input-Output Models: A Comprehensive Review, 1946-71, Economic System Research, Vol. 2.

- Krieger-Boden, C. (2002). EMU and the industrial specialisation of European regions. In *Regional Convergence in the European Union: Facts, Prospects and Policies* (pp. 77-94). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Leontief, W. (Ed.). (1986). *Input-output economics*. Oxford University Press.

- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: foundations and extensions*. Cambridge university press.

- Nazim Bekai, Mohsen and Ali Asghar Banoui. (2011). An analysis of the sources of growth and changes in the structure of the country's economy using data tables - 1986-2006 Scientific-Research Quarterly of Economic Studies, 8 (16) (in persian)

- Pasha Zanos, Pegah, Ali Asghar Banoui and Javid Bahrami. (2012). Political analyzes of the role of imports in measuring the importance of Iran's economic sectors, Bazargani Research Quarterly, Vol. 6 (in Persian)

- Rasmussen, P. N. (1956). Studies in inter-sectoral relations. *(No Title)*.

- Rose, A. (1984). Technological change and input-output analysis: An appraisal. *Socio-Economic Planning Sciences*, *18*(5), 305-318.

- Rueda-Cantuche, J. M., & Amores, A. F. Key activities under joint Input-Output, Econometric and DEA approaches: the case of Turkey.

- Sherman, J. (1949). Adjustment of an inverse matrix corresponding to changes in the elements of a given column or a given row of the original matrix. *Annals of mathematical statistics*, *20*(4), 621.

- Sherman, J., & Morrison, W. J. (1950). Adjustment of an inverse matrix corresponding to a change in one element of a given matrix. *The Annals of Mathematical Statistics*, *21*(1), 124-127.

- Sonis, M., & Hewings, G. J. (1988). Superposition and decomposition principles in hierarchical social accounting and input-output analysis. *London Papers in Regional Science*, *19*, 46-65.

- Sonis, M., & Hewings, G. J. (1989). Error and sensitivity input-output analysis: a new approach. *Frontiers of input-output analysis*, 232-244.

- Sonis, M., & Hewings, G. J. (1990). The" Matrioshka principle'in the hierarchical decomposition of multi-regional social accounting systems. *Journal of Environmental Sciences (China) English Ed*, 101-111.

- Sonis, M., & Hewings, G. J. (1991). Fields of influence and extended input-output analysis: a theoretical account. *Regional Input-Output modeling: new developments and interpretations. Avebury*.

- Sonis, M., & Hewings, G. J. (1992). Coefficient change in input–output models: theory and applications. *Economic Systems Research*, *4*(2), 143-158.

- Sonis, M., Hewings, G. J., & Haddad, E. (2000). The region versus the rest of the economy: the extraction method. *Regional Cohesion and Competition in the Age of Globalization. Edward Elgar*.

- Sonis, M., & Hewings, G. J. (2007). Coefficient change and innovation spread in input-output models. *Juiz de Fora: FEA/UFJF*, *4*, 2007.

- Raa, T. T., & Rueda-Cantuche, J. M. (2007). Stochastic analysis of input–output multipliers on the basis of use and make tables. *Review of Income and Wealth*, *53*(2), 318-334.

- United Nations. Statistical Division. (1999). *Handbook of input-output table compilation and analysis* (No. 74). UN.

- United Nations. (2018). Handbook on supply, use and input-output tables with extensions and applications.

- Valizadeh, Abol Mohsen, Narges Sadeghi, Bahare Akhwan. (2016). Data-output tables for the years 2001 and 2006 at constant price (statistical bases and calculation method), Majlis Research Center, serial number: 1580 (in Persian)

- West, G. R. (1995). Comparison of input–output, input–output+ econometric and computable general equilibrium impact models at the regional level. *Economic Systems Research*, *7*(2), 209-227.