

اردیبهشت ۱۴۰۱
مسلسل: ۱۸۲۲۲

تحلیل تغییرات ساختاری اقتصاد ایران
۱. مفهوم و مبانی نظری تغییرات تکنولوژی در
چارچوب الگوی داده - ستانده و کاربرد آن در ایران



مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۸۲۲۲

کد موضوعی: ۲۲۰

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: تحلیل تغییرات ساختاری اقتصاد ایران ۱. مفهوم و مبانی نظری تغییرات تکنولوژی در چارچوب الگوی داده - ستانده و کاربرد آن در ایران

نام دفتر: معاونت پژوهش‌های اقتصادی، مطالعات اقتصادی (گروه اقتصاد کلان و مدلسازی)

تهیه و تدوین کنندگان: نیلوفر جهانفر، نرگس صادقی

ناظران علمی: علی اصغر بانویی، موسی شهبازی غیائی، محمدرضا عبداللهی

اظهار نظر کننده: سیدهادی موسوی نیک

اظهار نظر کنندگان خارج از مرکز: اسفندیار جهانگرد، فاطمه بزازان

واژه‌های کلیدی:

۱. داده-ستانده

۲. تغییرات ساختاری

۳. تغییرات تکنولوژی

۴. الگوی ایستای مقایسه‌ای



تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۲/۲۸

به نام خدا

فهرست مطالب

چکیده	۴
مقدمه	۵
۱. مفهوم تغییرات ساختاری از دیدگاه پژوهشگران مختلف	۶
۱-۱. کالین کلارک	۶
۱-۲. آرتور لوئیس	۷
۱-۳. سیمون کوزنتس	۸
۲. مفهوم تغییرات تکنولوژی از دیدگاه پژوهشگران مختلف و روش‌های محاسبه آن	۱۰
۲-۱. مفهوم تغییرات تکنولوژی از دیدگاه پژوهشگران مختلف	۱۰
۲-۱-۱. هولیس چنری	۱۰
۲-۱-۲. آدام رز	۱۱
۲-۱-۳. واسیلی لئونتیف	۱۵
۲-۱-۴. آن کارتر	۱۷
۲-۱-۵. دیازنباخر و هکسترا	۱۷
۲-۱-۶. میلر و بلر	۱۸
۲-۲. روش‌های محاسبه تغییرات تکنولوژی	۱۹
۲-۲-۱. روش مستقیم سنجش تغییرات تکنولوژی	۱۹
۲-۲-۲. روش تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی	۲۰
۳. نتایج حاصله از محاسبه تغییرات تکنولوژی و تحلیل‌های آن برای ایران	۲۲
۳-۱. پایه‌های آماری	۲۲
۳-۲. نتایج روش مستقیم سنجش تغییرات تکنولوژی و تحلیل‌های آن	۲۲
۳-۳. نتایج حاصله از روش تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی و تحلیل‌های آن	۲۴
۴. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری	۲۷
منابع و مأخذ	۲۹

تحلیل تغییرات ساختاری اقتصاد ایران ۱. مفهوم و مبانی نظری تغییرات تکنولوژی در چارچوب الگوی داده - ستانده و کاربرد آن در ایران

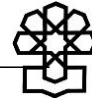
چکیده

در ادبیات اقتصادی تغییر تکنولوژی به دو مفهوم به کار می‌رود. نخست تغییر در ترکیب نهاده‌ها برای تولید یک محصول و دوم تغییر در تقاضای بخش‌های اقتصادی از تولید یک بخش دیگر. بنابراین تغییر تکنولوژی یکی از منابع مهم رشد ستانده در طرف عرضه و تقاضای اقتصاد محسوب می‌شود. در این گزارش با توجه به اهمیت تغییرات تکنولوژی از سمت تقاضا و خلأ مطالعات در این زمینه، بر مفهوم و مبانی نظری آن تمرکز شده و در انتها یک مثال کاربردی از اقتصاد ایران ارائه می‌شود.

به‌طور کلی تغییرات تکنولوژی یکی از عوامل مهم شکل‌دهنده تغییرات ساختاری به‌شمار می‌رود. یکی از وجوه تغییرات تکنولوژی مرتبط با مطالعات بخشی، تنیدگی واسطه‌ای^۱ است که ریشه در مبادلات واسطه‌ای بین بخشی دارد و منشأ آن تغییر در ماتریس ضرایب فنی و ماتریس معکوس لئونتیف در الگوی تقاضامحور داده-ستانده است. گزارش حاضر به بررسی تغییرات تکنولوژی با مفهوم مذکور می‌پردازد. همچنین برای آشنایی بیشتر با مفهوم تغییرات تکنولوژی، تنیدگی واسطه‌ای بخش‌های اقتصادی کشور طی دهه ۱۳۸۰ مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور با استفاده از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس و همچنین دو روش «مستقیم» و «تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی»، تغییرات تکنولوژی در دو بازه زمانی میان‌مدت ۸۵-۱۳۸۰ و ۹۰-۱۳۸۵ محاسبه شده است. نتایج این گزارش حاکی از آن است که تنیدگی واسطه‌ای بخش‌های اقتصادی کاهش یافته و زنجیره‌های تولید طی نیمه‌دوم این دهه تضعیف شده است.^۲

۱. تنیدگی واسطه‌ای (Interrelatedness) ریشه در مبادلات واسطه‌ای بین بخشی دارد و منشأ آن ضرایب فنی داده ستانده است (بان و همکاران، ۱۹۶۵).

۲. شایان ذکر است تحلیل ارائه شده در این گزارش، صرفاً به منظور آشنایی با مفهوم تغییرات تکنولوژی است و بررسی بیشتر آن، نیازمند مطالعه جداگانه‌ای است. همچنین نتایج به‌دست آمده اگرچه در سطح ۶ بخش ارائه شده، اما کاملاً در راستای نتایج تفصیلی است که در گزارش‌های آتی به آن پرداخته خواهد شد.



معنا و مفهوم تغییرات ساختاری به‌طور کلی تغییر از یک وضعیت به وضعیت دیگر است که خود دارای انواع گوناگون مانند تغییرات سیاسی، تغییرات اجتماعی، تغییرات نهادی، تغییرات زیست‌محیطی، تغییرات اقتصادی و غیره است. تغییر می‌تواند در سیستم‌های اقتصادی و به‌صورت گذار از یک اقتصاد مختلط به اقتصاد لیبرال و یا گذار از یک اقتصاد در حد معیشت به سمت اقتصادی مولد و تولیدکننده تعریف شود (رز، ۱۹۸۴). یکی از عوامل اصلی تغییرات ساختاری، تغییرات تکنولوژی است. کانون توجه گزارش حاضر بررسی تغییرات تکنولوژی به‌عنوان عامل اصلی تغییرات ساختاری است. تغییرات تکنولوژی به‌معنای 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، تغییر سهم نیروی کار و سرمایه در تولید و دوم، تغییرات تکنولوژی با استفاده از تکنیک داده-ستانده و در قالب تغییر مقدری ضرایب فنی و تغییرات ستانده ناشی از تغییرات ماتریس معکوس لئونتیف است که دومی کانون توجه گزارش حاضر قرار گرفته است. لذا بررسی تغییرات نیروی کار و سرمایه و همچنین شکست‌های ساختاری^۱ در اقتصاد خارج از حوصله گزارش حاضر است. با توجه به مفاهیم تغییرات ساختاری و تغییرات تکنولوژی، گزارش حاضر چهار هدف کلی را دنبال می‌کند. نخست بررسی اجمالی پایه‌های نظری تغییرات ساختاری در نظریات کالین کلارک،^۲ آرتور لویس^۳ و سیمون کوزنتس.^۴ دوم واکاوی زوایای مختلف انواع تغییرات تکنولوژی ابتدا از منظر هولیس چنری^۵ که تغییرات ساختاری را در بستر تغییرات تکنولوژی بررسی می‌کند و همچنین بررسی تغییرات تکنولوژی درون‌زا و برون‌زا در قالب الگوی داده-ستانده و سنجش آن توسط آدام رز،^۶ واسیلی لئونتیف،^۷ آن کارتر،^۸ دیازنباخر و هکسترا،^۹ میلر و بلر^{۱۰} سوم به‌کارگیری دو روش «مستقیم» و «تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی» و چهارم کاربست روش‌های مذکور با استفاده از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ ایران.

در راستای چهار هدف فوق مطالب گزارش حاضر در چهار بخش زیر سازماندهی می‌شود:

در بخش اول به بررسی مبانی نظری تغییرات ساختاری از منظر کالین کلارک، آرتور لویس و سیمون

1. Structural Break
2. Colin Clark
3. W. Arthur Lewis
4. Simon Kuznets
5. Hollis Chenery
6. Adam Rose
7. Wassily Leontief
8. Ann Carter
9. Dietzenbacher & Hoekstra
10. Miller and Blair

کوزنتس پرداخته می‌شود. در بخش دوم به بررسی روش تحقیق با تأکید بر مفهوم تغییرات تکنولوژی پرداخته می‌شود. در ادامه نیز روش محاسبه تغییرات تکنولوژی مورد استفاده در گزارش حاضر با تمرکز بر دو روش «مستقیم» و روش «تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی» بررسی شده است. در بخش سوم با استفاده از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ ایران، روش‌های مذکور مبنای محاسبه و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. بخش آخر نیز به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری اختصاص می‌یابد.

۱. مفهوم تغییرات ساختاری از دیدگاه پژوهشگران مختلف

بررسی سیر تاریخی تحولات اندیشه‌ای و ساختاری اقتصاد جهان از تمدن‌های اولیه تا سال ۱۹۳۰ میلادی نشان می‌دهد که در این دوران توجه چندانی به بخش خدمات نمی‌شد به طوری که در ابتدا تنها بخش مولد در اقتصاد، بخش کشاورزی و سپس بخش صنعت بوده و بخش خدمات جایگاهی در ساختار و تحلیل‌های اقتصادی کشورها نداشت. این نظریه تا زمان ظهور کینز ادامه یافت. کینز در نظریه خود نشان می‌دهد که مشکل اصلی اقتصاد، عدم وجود تقاضای کافی است و باید با ایجاد تقاضا، ظرفیت‌های خالی تولید را پر کرد. اما اینکه کدام یک از بخش‌های اقتصادی نقش بیشتری را در پر کردن ظرفیت‌های خالی تولید ایفا می‌کنند مورد توجه وی قرار نگرفت. وجود این خلأ توانست بستر تحلیل‌های مربوط به نقش و اهمیت بخش‌های اقتصادی را برای تحلیلگران بعدی فراهم کند (علی‌اصغر پورموزیرجی و همکاران، ۱۳۹۳) که در ادامه به تفصیل به بررسی نظریات هریک از آنها پرداخته می‌شود.

۱-۱. کالین کلارک

در دهه ۱۹۳۰ کالین کلارک برای اولین بار گذار از اقتصاد کالامحور به اقتصاد خدمات‌محور را مورد توجه قرار داده است و پیشرفت اقتصادی و تغییرات ساختاری را توسط انتقال نیروی کار میان بخش‌های سه‌گانه اقتصادی یعنی کشاورزی، صنعت و خدمات توضیح می‌دهد. وی مشاهده می‌کند که رشد و پیشرفت اقتصادی منجر به انتقال نیروی کار شاغل از بخش کشاورزی به بخش صنعت و سپس بخش خدمات خواهد شد که امروزه این فرایند تغییرات تاریخی در ادبیات توسعه اقتصادی به گذار از اقتصاد کالامحور^۱ به اقتصاد خدمات‌محور^۲ معروف است (کوآ، ۲۰۰۱). از دیدگاه کالین کلارک به تدریج و باگذشت زمان که جوامع و کشورها به پیشرفت اقتصادی دست می‌یابند، تعداد شاغلان بخش کشاورزی (کالامحور) نسبت به افراد شاغل در بخش صنعت (کالامحور) کاهش یافته و در ادامه تعداد افراد شاغل

۱. اقتصاد سنگین.

۲. اقتصاد سبک.



در بخش صنعت نیز نسبت به افراد شاغل در بخش خدمات (خدمات محور) روند رو به کاهش را تجربه خواهد کرد (کلارک، ۱۹۴۰). گذار تاریخی از اقتصاد کالامحور به اقتصاد خدمات محور، خود می تواند وجه دیگری از تغییرات ساختاری را شکل دهد. کلارک در نظریه خود اساساً طرفدار بخش خدمات است و ارزش تولید و محصولات بخش خدمات که در آن زمان توجهی به آن نمی شده است را برابر با ارزش تولید بخش های کشاورزی و صنعت می داند. وی مشاهده می کند برای کشورهای که اولین مراحل توسعه اقتصادی را تجربه کرده اند، با ارزش ترین سرمایه گذاری، سرمایه گذاری در بخش های زیربنایی مانند حمل و نقل و تأمین آب است، زیرا بدون وجود حمل و نقل، کشاورزی تنها در یک سطح محلی و مصرفی امکان پذیر خواهد بود و در اثر نبود آب، مهار بیماری های واگیردار غیرممکن خواهد بود. کلارک می گوید هرچه کشوری فقیرتر باشد به جاده های بهتری نیاز دارد زیرا که جاده خراب به از بین رفتن وسایل حمل و نقل منجر می شود. لذا در کشورهای فقیر که در اولین مراحل رشد و توسعه هستند و با کمبود منابع سرمایه گذاری مواجهند، اولین قدم استفاده مناسب از سرمایه گذاری های صورت گرفته و عدم اتلاف آنهاست. همچنین او مشاهده می کند که کاهش اشتغال در بخش کشاورزی نه تنها منجر به کاهش محصولات کشاورزی نمی شود، بلکه با صنعتی شدن کشاورزی، بهره وری در بخش کشاورزی افزایش یافته و از این طریق امکان صادرات بخش کشاورزی نیز فراهم می شود و افزایش صادرات، به افزایش درآمد ملی و قدم گذاشتن در مسیر تغییر و توسعه اقتصادی و صنعتی شدن منجر خواهد شد (کلارک، ۱۹۴۰ و مایر و سیرز، ۱۳۶۸). بنابراین از دو منظر می توان مسئله تغییرات ساختاری را در نظریه کلارک بررسی کرد. یک، انتقال نیروی کار از بخش کشاورزی به صنعت و سپس به خدمات. دو، گذار تاریخی از اقتصاد کالامحور به اقتصاد خدمات محور که خود وجه دیگری از تغییرات ساختاری است که در قرن بیست و یکم مورد توجه طیف وسیعی از پژوهشگران قرار گرفته است (کوآ، ۲۰۰۱).

۲-۱. آرتور لوئیس

آرتور لوئیس در بسط نظریه خود اقتصاد کشورهای در حال توسعه را به دو بخش کلی کشاورزی (سنتی) و صنعتی (مدرن) تقسیم می کند. وی رشد کشورهای در حال توسعه را با انتقال نیروی کار مازاد از بخش کشاورزی به بخش تولیدی و صنعتی مطرح می کند. به طور دقیق تر می توان گفت لوئیس در حمایت از صنعتی شدن و تغییر ساختار اقتصاد سه راهبرد را بیان می دارد که عبارتند از: افزایش صادرات کشاورزی، اقتصاد خودکفا و صدور کالاهای ساخته شده. وی بیان می کند که با جابه جایی نیروی کار مازاد و افزایش تولید صنعتی می توان صادرات آن را افزایش داد. همچنین با تولید بخش کشاورزی نیز می توان در راستای خودکفایی بازار داخل و صادرات مازاد تولید قدم برداشت. در این نظریه لوئیس فرض کرده است که کشورهای در حال توسعه با مازاد نیروی کار، با بهره وری پایین در بخش کشاورزی مواجهند که در قبال دریافت دستمزد بالاتر در صنایع جذب خواهند شد. همچنین در این نظریه دستمزدها در صنایع ثابت

است. لذا با توجه به دستمزد ثابت صنایع و جذب نیروی کار در صنایع، افزایش تولید و سود حتمی خواهد بود که فرض می‌شود کارآفرین و یا سرمایه‌گذار بخش صنعتی، سود به‌دست‌آمده را مجدداً سرمایه‌گذاری می‌کند. ارتباط ابتدایی بین دو بخش زمانی است که بخش صنعتی رشد پیدا کرده و بزرگ‌تر می‌شود و در نتیجه رشد بخش صنعتی باعث جذب نیروی کار از بخش سنتی خواهد شد. این انتقال باعث می‌شود تولید سرانه نیروی کاری که از بخش سنتی به بخش صنعتی منتقل می‌شود افزایش یابد. طبق فرض لوئیس مبتنی بر مازاد نیروی کار بخش سنتی، عرضه نیروی کار بدون مهارت از بخش سنتی به بخش صنعتی نامحدود است (لوئیس، ۱۹۵۴). این فرض باعث می‌شود که امکان ایجاد بخش‌های صنعتی جدید و رشد و گسترش بخش‌های موجود بدون افزایش سطح دستمزدهای واقعی میسر باشد. همچنین بخش کشاورزی، زمین‌های محدودی را جهت کشت در اختیار دارد. براساس قانون بازدهی نزولی، تولید نهایی نیروی کار اضافی صفر در نظر گرفته می‌شود در نتیجه بخش کشاورزی دارای حجم عظیمی از نیروی کار است که به‌علت بهره‌وری بسیار ناچیز، عملاً در تولید نقشی ندارند. این گروه از کارگران می‌توانند به بخش دیگر اقتصاد منتقل شوند بدون آنکه کاهشی در میزان تولید بخش کشاورزی ایجاد شود. در نهایت به‌علت تفاوت دستمزدی که در بخش سنتی و صنعتی وجود دارد کارگران تمایل دارند از بخش کشاورزی به بخش صنعتی منتقل شوند تا از اضافه دستمزد بخش صنعتی بهره‌مند شوند. از این جهت تولید کل در اقتصاد افزایش می‌یابد که آثار خود را در بهبود شرایط اقتصادی باقی خواهد گذاشت (لوئیس، ۱۹۵۴ و مایر و سیرز، ۱۳۶۸). بنابراین اساس تغییرات ساختاری در نظریه لوئیس، گذار از اقتصاد روستایی (اقتصاد معیشتی یا سنتی) به اقتصاد شهری (اقتصاد نوین) در کشورهای در حال توسعه است که به شکل انتقال از بخش کشاورزی به بخش صنعت نشان داده می‌شود.

۳-۱. سیمون کوزنتس

برخلاف دو نظریه پیشین، کوزنتس در نظریه معروف خود نه‌تنها از تغییرات ساختاری استفاده کرده است، بلکه همچنین تغییرات تکنولوژی را اساس نظریه خود قرار می‌دهد و معیار تغییرات تکنولوژی را تغییر در تولید کل و تولید سرانه در یک بازه زمانی معرفی می‌کند. بعد از جنگ جهانی دوم، کوزنتس تمرکز خود را بر استفاده از داده‌های کلان ملی در تحلیل تفاوت‌های بین‌المللی در فرایند رشد اقتصادی مدرن قرار می‌دهد. لذا اهمیت بخش‌ها و نظام حسابداری بخشی برای وی از این نظر آشکار است. او در نظریه خود بیان می‌کند اگر در اثر تغییرات تکنولوژی، تولید کل و تولید سرانه افزایش پیدا کند و یا تولید کل و تولید سرانه به‌دلیل افزایش سرمایه‌گذاری در تولید کالای سرمایه‌ای و یا افزایش بهره‌وری نیروی کار و سرمایه افزایش یابد، تأثیر این افزایش بر تمامی بخش‌ها به‌طور یکسان نخواهد بود. از ویژگی‌های دوران رشد و توسعه و تغییر در کشورهای توسعه‌یافته، افزایش سهم صنعت در تولید کل و



استفاده بیشتر از منابع است نه انتقال سهم تولید سایر بخش‌ها به صنعت. کوزنتس برای مشاهده تغییرات ساختاری، تغییرات تولید کل و سرانه سه بخش کشاورزی، صنعت و خدمات را طی یک دوره بلندمدت برای ۱۳ کشور و برحسب قیمت‌های ثابت محاسبه می‌کند. در این بررسی کوزنتس مشاهده کرد که سهم بخش کشاورزی از تولید کل در میان تمام کشورهای مورد بررسی از ۵۰ درصد به ۱۰ و ۲۰ درصد کاهش یافته است. همچنین سهم بخش صنعت از تولید کل از ۲۰ و ۳۰ درصد در میان کشورهای مورد بررسی به ۴۰ و ۵۰ درصد افزایش یافته است. هرچند که افزایش سهم بخش صنعت و کاهش سهم بخش کشاورزی در تولید ملی از ویژگی‌های روند توسعه و تغییرات در کشورهای توسعه‌یافته محسوب می‌شود، ولی تغییرات صورت گرفته در سهم بخش خدمات از تولید ملی نه تنها پایدار بوده، بلکه تغییر آن در کشورهای مذکور به‌طور یکسان نبوده است؛ یعنی سهم بخش خدمات در برخی کشورها افزایش و در برخی دیگر کاهش داشته است، ولی می‌توان نتیجه گرفت که به‌طور کلی روند نزولی سهم بخش کشاورزی از تولید کل با روند صعودی سهم بخش صنعت از تولید کل جبران شده است. همچنین کوزنتس بیان می‌کند با قدم گذاشتن در روند صنعتی شدن و تغییر ساختار اقتصاد و حرکت از اقتصاد سنتی به اقتصاد صنعتی، روند رشد شهرنشینی نیز صعودی بوده که موجب به‌وجود آمدن عرضه و تقاضاهای جدید مانند ایجاد هزینه‌های حمل‌ونقل، تقاضا برای بخش‌های صنعت و خدمات می‌شود. در این راستا برای تأمین تقاضای این دو بخش، سهم نیروی کار شاغل در بخش کشاورزی، کاهش و سهم نیروی کار شاغل در بخش‌های صنعت و خدمات، افزایش یافته است. همچنین افزایش سهم نسبی نیروی کار در بخش خدمات به‌مراتب بیشتر از افزایش رشد تولید این بخش بوده است (کوزنتس، ۱۳۷۲).

به‌طور کلی در مورد نظریه کوزنتس سه نکته کلیدی برجسته می‌شود: اولاً، تغییرات ساختاری را به‌صورت گذار از بخش کشاورزی به بخش صنعت و سپس بخش خدمات معرفی می‌کند که امروزه در ادبیات توسعه اقتصادی قرن بیست‌ویکم، این نوع تغییر به‌نام گذار از اقتصاد کالامحور به اقتصاد خدمات‌محور شناخته می‌شود. ثانیاً، معیار تغییرات تکنولوژی را تغییرات تولید کل و تولید سرانه بخش‌های سه‌گانه کشاورزی، صنعت و خدمات به قیمت ثابت یعنی تغییرات مقداری تولید بیان کرده است. ثالثاً، یکی از آثار تغییرات تکنولوژی را افزایش در اشتغال بخش‌های صنعت و برخی موارد خدمات و کاهش اشتغال در بخش کشاورزی می‌داند که در اثر افزایش تولید در بخش‌های صنعت و خدمات برای تأمین تقاضاهای به‌وجود آمده جدید اتفاق می‌افتد (کوا، ۲۰۰۱).

وجوه اشتراک، تفاوت‌ها و تناسب هریک از نظریه‌های فوق با مفهوم تغییرات ساختاری در جدول ۱

بیان شده است.

جدول ۱. مفهوم تغییرات ساختاری از دیدگاه کلارک، لوئیس و کوزنتس

محقق	معیار تغییرات ساختاری
کالین کلارک	کاهش اشتغال بخش کشاورزی و انتقال نیروی کار شاغل به بخش صنعت و سپس خدمات گذار تاریخی از اقتصاد کالامحور به اقتصاد خدمات‌محور
آرتور لوئیس	گذار از اقتصاد سنتی (کشاورزی) به اقتصاد مدرن (صنعتی)
سیمون کوزنتس	گذار از بخش کشاورزی به بخش صنعت و سپس بخش خدمات تغییر تولید کل و تولید سرانه بخش‌های سه‌گانه کشاورزی صنعت و خدمات به قیمت ثابت در اثر تغییرات تکنولوژی افزایش اشتغال بخش صنعت و برخی موارد خدمات و کاهش اشتغال بخش کشاورزی

۲. مفهوم تغییرات تکنولوژی از دیدگاه پژوهشگران مختلف و روش‌های محاسبه آن

با توجه به مبانی نظری مطرح شده در بخش پیشین، مطالب این بخش دو هدف کلی را دنبال می‌کند که عبارتند از:

۱. بررسی مفهوم و مبانی نظری تغییرات تکنولوژی در قالب نظریات هولیس چنری، آدام رز، واسیلی لئونتیف، آن کارتر و همچنین دیدگاه پژوهشگرانی همچون دیازنباخر، هکسترا و میلر و بلر در خصوص تغییرات تکنولوژی،
۲. چگونگی کاربست آنها با توجه به پایه‌های آماری موجود.

۲-۱. مفهوم تغییرات تکنولوژی از دیدگاه پژوهشگران مختلف

۲-۱-۱. هولیس چنری

تغییرات ساختاری و سنجش آن در بستر تغییرات تکنولوژی مرهون تلاش‌های هولیس چنری و همکاران در دهه ۱۹۶۰ و بعد از آن است (برمن، ۱۹۸۲). پژوهش‌های انجام‌گرفته توسط چنری و همکاران از منظر روش‌شناسی به دو گروه عمده تقسیم می‌شود: گروه اول از پژوهش‌های چنری، الگوی توسعه مبتنی بر 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 مبنی بر اینکه درآمدهای سرانه کشورهای مختلف با رشد اقتصادی و تغییرات ساختاری آن کشورها رابطه متقابل دارد را آزمون نمایند. در این پژوهش سه عامل مبنای آزمون قرار می‌گیرند (چنری و تیلر، ۱۹۶۸):

۱. تخمین ضرایب رگرسیونی که الگوی رشد بین‌المللی را برای بخش‌های اصلی و گروه کشورها توضیح می‌دهد که نهایتاً مشاهده و نتیجه رضایت‌بخشی از اثر تفاوت در سطح درآمد کشورها، ساختار و الگوهای تجاری گوناگون کشورها را به دست می‌دهد که فرضیه کوزنتس را تأیید می‌کند.
۲. مقایسه تغییرات بعد از جنگ جهانی در گروه کشورها نسبت به سطح بین‌المللی و همچنین نسبت به الگوهای تاریخی کشورهای پیشرفته.



۳. تجزیه و تحلیل دوازده بخش صنعت که برای ارائه یک تصویر جداگانه از الگوی تولید طراحی شده است. یکی از مشاهدات این است که ترکیب داده‌های سری زمانی و مقطعی مبنای مفیدی برای تعیین اهمیت تغییرات تکنولوژی و سایر دلایل تغییرات ساختار اقتصاد در طول زمان است. یافته‌های اولیه نشان می‌دهد که تغییرات تکنولوژی در تعدادی از بخش‌ها موجب تقویت الگوی اقتصادسنجی مقطعی و همچنین موجب افزایش یا کاهش بیشتری در سهم تولید این بخش‌ها خواهد شد. 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)^۱ 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 (چنری و دیگران، ۱۹۸۶).^۲ بنابراین ملاحظه می‌شود در هر دودسته از مطالعات چنری، تغییرات تکنولوژی یکی از معیارهای تغییرات ساختاری در نظر گرفته شده است.

۲-۱-۲. آدام رز

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 تحت عنوان تغییرات تکنولوژی و تجزیه داده-ستانده نشان داده می‌شود (رز، ۱۹۸۴). آدام رز (۱۹۸۴) در مقاله خود ضمن ارائه مفهوم تغییرات تکنولوژی دلایل تغییرات تکنولوژی را 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^۳ به دست دهد، ابتدا تمرکز خود را بر روی تغییرات ضرایب^۴ منعکس می‌کند. در اصل توجه وی به CC است که به عنوان تغییرات تکنولوژی از آن یاد کرده است. TC یا تغییرات تکنولوژی به عنوان تغییر در ترکیب فیزیکی نهاده‌های تولید است و CC و TC دو واژه‌ای هستند که می‌توانند به طور مترادف به کار برده شوند.^۵ ولی تغییرات تکنولوژی متمایز از سایر تغییرات احتمالی

1. Structural Decomposition Analysis

۲. امروزه روش مذکور نه فقط توسط طیف وسیعی از پژوهشگران اصلاح شده، بلکه همچنین در قلمروهای مختلف اقتصادی، انرژی، منابع آب و غیره مورد استفاده قرار گرفته است. بررسی تفصیلی این نوع روش‌ها و کاربست آن در اقتصاد ایران در گزارش جداگانه‌ای ارائه خواهد شد.

3. Technological Change (TC)

4. Coefficient Change (CC)

۵. به کارگیری 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 به کارگیری واژه تغییرات تکنولوژی (Technological Change) و با واژه تغییرات ضرایب فنی (Technical Change) است. هیوینگر (۱۹۸۲) مشاهده می‌کند که ضرایب تکنولوژی که با استفاده از جداول متعارف داده-ستانده به دست می‌آید دارای پایه نظری تابع تولید لئونتیف است و با به عبارت دیگر ضریب

در ضرایب CC است که مربوط به جریان‌های تجاری، شاخص قیمت‌ها و ترکیب تولید است. لذا تغییر در ضرایب CC به دو عامل TC و سایر عوامل طبقه‌بندی می‌شود. با توجه به جدول ۲ هر دو عامل CC دو منشأ درون‌زا و برون‌زا دارند. عوامل درون‌زا به عواملی گفته می‌شود که توسط الگوی داده-ستانده قابل محاسبه هستند و عوامل برون‌زا عوامل و محرک‌هایی هستند که خارج از جدول داده-ستانده رخ می‌دهند و با استفاده از جداول داده-ستانده قابلیت محاسبه آنها وجود ندارد. عوامل برون‌زای تغییرات تکنولوژی عبارتند از: آثار القایی سیاست‌ها و بحران‌های القایی. عوامل درون‌زای تغییرات تکنولوژی نیز عبارتند از: ستانده نسبی، قیمت‌های نسبی، نوآوری‌های نسبی^۱ و بهره‌وری (کارایی) نسبی.

با توجه به جدول ۲ سایر عوامل تأثیرگذار در CC نیز عبارتند از: انتظارات و سلايق که برون‌زا هستند و درآمد نسبی، جریان تجاری، شاخص قیمت‌ها و ترکیب تولید که درون‌زا در نظر گرفته می‌شوند. از آنجا که آدام رز در مقاله خود، CC را معادل با TC در نظر می‌گیرد، لذا در ادامه به بررسی هریک از عوامل درون‌زا و برون‌زای TC پرداخته شده است.

جدول ۲. دسته‌بندی عوامل اثرگذار بر تغییر ضرایب از منظر آدام رز

سایر		تکنولوژی	
انتظارات	عوامل برون‌زا	آثار القایی سیاست‌ها	عوامل برون‌زا
سلايق		بحران‌های القایی	
درآمد نسبی	عوامل درون‌زا	ستانده نسبی	عوامل درون‌زا
جریان تجاری		قیمت‌های نسبی	
شاخص قیمت‌ها		نوآوری‌های نسبی	
ترکیب تولید		بهره‌وری (کارایی) نسبی	

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 گزارش، 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 (۲۰۰۹) 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 زمانبرتر است، اما جداول پولی و فیزیکی وجه تمایزات دیگری دارند که عبارتند از (بانونی و همکاران، ۱۳۹۵): ۱. 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. ۲. 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. ۳. 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 کالای واسطه یا نهایی می‌فروشد که این فرض خالی از اشکال نیست. لذا در این گزارش تغییرات مقداری مستخرج از جداول به قیمت ثابت مبنای سنجش تغییرات تکنولوژی قرار گرفته است.

1. Innovation Related



الف) اثر القایی سیاست‌ها

وضع مقررات در زمینه کاهش آلاینده‌ها و ممنوعیت استفاده از سوخت‌هایی نظیر زغال‌سنگ و اجرای برخی استانداردها در فرایند تولید به‌منظور کاهش آلاینده‌ها، تغییر در ترکیب نهاده‌های تولید را به همراه دارد. هرچند این سیاست‌ها خارج از سیستم داده-ستانده و به‌وسیله دولت اتخاذ می‌شوند، اما در روند تولید و نحوه استفاده از نهاده‌های تولید اثرگذار خواهند بود. این نوع از سیاست‌ها که غالباً برای حفاظت از محیط‌زیست اتخاذ می‌شوند ممکن است در کوتاه‌مدت باعث افزایش هزینه‌های تولید شوند، ولی در بلندمدت و در روند تغییر ساختار کاهش همه‌جانبه هزینه‌های تولید کالاها را به همراه خواهند داشت. سیاست‌های پولی و مالی اتخاذ شده توسط دولت‌ها نیز تا حدی بر روی انتخاب نهاده‌های تولید بنگاه‌ها اثرگذار هستند، ولی به‌اندازه مقررات در زمینه آلاینده‌ها و ممنوعیت استفاده از سوخت‌های آلاینده در تغییر ترکیب نهاده‌های تولید نقش ندارند.

ب) بحران‌های القایی

بحران‌های القایی از عوامل برون‌زا در TC هستند و به دودسته بحران‌های طبیعی مانند زلزله، طوفان، سیل و سایر بلایای طبیعی و بحران‌های سیاسی مانند جنگ، تحریم، اعتصاب و تغییر روابط سیاسی تقسیم می‌شوند. ویژگی و مشخصه اصلی تغییرات تکنولوژی در اثر بحران‌های طبیعی القایی، از بین رفتن نهاده‌های تولید و یا تخریب دارایی‌های سرمایه‌ای (نهاد سرمایه) است. در حال حاضر، وقوع چنین بحران‌هایی رو به افزایش است. تخریب دارایی‌های سرمایه‌ای و یا کاهش ظرفیت تولید به کاهش تولید منجر شده و این کاهش تولید، به‌صورت زنجیره‌وار بر تولید سایر بخش‌ها که از بخش آسیب‌دیده تقاضای نهاده واسطه‌ای دارند و یا به آن نهاده واسطه‌ای عرضه می‌کنند، اثرگذار خواهد بود. این آثار در نهایت از کانال تغییر در ضرایب تولید و تغییر در نسبت‌های ضرایب فنی خود را نشان می‌دهند.

دسته دوم بحران‌های القایی، بحران‌های القایی سیاسی هستند و عبارتند از: جنگ، تحریم، جنگ منابع و بسیاری عوامل دیگر. نبود منابع و نهاده‌های تولید و یا کاهش نهاده‌های تولیدی در اثر تحریم‌ها و یا جنگ به‌خودی‌خود تغییری در جدول داده-ستانده را به‌همراه نخواهد داشت، ولی این وقایع و کاهش نهاده‌ها و در پی آن کاهش تولید منجر به تعدیل موجودی انبار می‌شود و از این طریق در ضرایب تولید و نسبت‌های ضرایب فنی اثرگذار خواهند بود.

ج) ستانده نسبی

یکی از فروض اصلی جدول داده-ستانده، فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس است. در حالی که صرفه‌ها و عدم صرفه‌های اقتصادی نسبت به مقیاس که در نظریه‌های عمومی اقتصادی مطرح شده‌اند نشان می‌دهند که در بلندمدت هزینه به‌صرفه اقتصادی در نقطه‌ای که هزینه‌ها حداقل باشند رخ نمی‌دهد و در سطحی از ستانده است که برابر با کمترین هزینه و بیشترین میزان تولید نیست. تضادی که نظریه‌های

عمومی با داده-ستانده دارند این است که جدول داده-ستانده در کوتاه‌مدت و برای یک سال تدوین شده است و یا تغییر اندک در یک سال را می‌تواند نشان دهد، حال آنکه صرفه و یا عدم صرفه‌های ناشی از مقیاس در بلندمدت رخ می‌دهند.

تغییر در ستانده نسبی را با استفاده از نظریه‌ها توضیح می‌دهیم. در مواردی که دو منحنی تولید یکسان در یک نقطه با هم برابر می‌شوند (از طریق مماس و یا قطع دو منحنی)، در این نقطه نرخ‌های نهایی جانشینی با یکدیگر در هر دو نمودار برابر است، ولی هر نمودار باعث ایجاد میزانی از تولید خواهد بود که با نمودار دیگر متفاوت است. لذا در همان نقطه و تنها با تغییر تکنولوژی تولید می‌توان از یک نمودار به نمودار دیگر انتقال یافت و در آن نقطه که میزان استفاده از نهاده‌ها با یکدیگر برابر است میزان تولید متفاوتی داشت لذا ستانده نسبی با تغییر تکنولوژی با استفاده از همان ترکیب نیروی کار (در نقطه مورد بررسی که نرخ‌های نهایی جانشینی فنی با هم برابر است)، می‌تواند مقدار متفاوتی داشته باشد.

د) قیمت نسبی

نظریه عمومی اقتصاد کلاسیکی بیان می‌کند که افزایش در قیمت یک کالا با فرض ثبات سایر قیمت‌ها، موجب کاهش تقاضا برای آن کالا به‌عنوان نهاده شده که به‌علت جانشینی کالای دیگر به‌جای آن کالا رخ می‌دهد. این در صورتی است که جدول داده-ستانده بر مبنای تابع تولید لئونتیف است که در آن کالاها مکمل کامل هستند و لذا جانشینی میان کالاها در این الگو تعریف نشده است. بسیاری از مشاهدات تجربی نشان می‌دهند که جانشینی بین نهاده‌ها وجود دارد و این جانشینی در راستای پاسخگویی به تغییر در قیمت نسبی نهاده‌های تولید حتی در کوتاه‌مدت نیز اتفاق می‌افتد. لذا اقتصاددانان حوزه داده-ستانده، بیان می‌کنند که می‌توان حدی از جانشینی فنی را در الگوی داده-ستانده در نظر گرفت. این بدان معناست که تابع تولید لئونتیف به همان صورت خطی باشد، ولی امکان جانشینی میان کالاها وجود داشته باشد. یعنی در حالت حدی جانشینی صفر میان نهاده‌های تولید ترسیم نشود. لذا با توجه به موارد گفته شده با اندکی تغییر در تابع تولید حدی لئونتیف، تغییر در قیمت‌های نسبی منجر به تغییر در ترکیب نهاده‌های تولید و سرانجام منجر به تغییر تکنولوژی تولید خواهد شد.

ه) نوآوری نسبی

این بخش به تولید و بازار ارائه محصولات جدید و فرایند تولید جدید مربوط می‌شود که درجه‌ای از نااطمینانی به فرایند تشخیص و تعیین TC می‌افزاید. بحث نوآوری به دوره کوتاه‌مدت و میان‌مدت مربوط است که در آن جانشینی‌ها امکانپذیر هستند. مشاهدات نشان می‌دهند که اگرچه بسیاری از صنایع با تغییرات گسترده‌ای مواجه شده‌اند، ولی نهاده واسطه‌ای مورد نیاز برای تولید هر واحد ستانده تغییر چندانی نکرده است. این درحالی است که نیاز به نیروی کار و سرمایه کاهش یافته است. این مفهوم می‌تواند بیانگر حفاظت از منابع باشد، زیرا از نهاده کمتری برای تولید هر واحد ستانده استفاده شده است. بنابراین



نوآوری‌هایی در راستای معرفی محصول جدید و یا ابداع محصولات جدید صورت گرفته است که از منابع قبلی استفاده کمتری شده است که این مورد خود باعث تغییر تکنولوژی و نحوه تولید با استفاده از ابداعات جدید می‌شود. والتر آیزارد^۱ در مورد ناتوانایی کاربست داده-ستانده و تبیین TC در بلندمدت مشاهده می‌کند که: «ممکن است که تکنیک داده-ستانده قابلیت تبیین تغییرات تکنولوژی غیرقابل پیش‌بینی و محصولات جدید را نداشته باشد، اما علم و تکنیک دیگری هم برای تخمین این امر وجود نخواهد داشت. اما زمانی که می‌خواهیم پروژه‌های را با جزئیات نظام‌مند شده و یک چارچوب جامع و سازگار با جدول داده-ستانده بسازیم، بسیار غیرمحمتمل است که احتمالات را برای تغییرات تکنولوژی در نظر نگیریم و یا نادیده بگیریم. یعنی ماهیت تقسیم‌بندی شده و بخش به بخش جدول داده-ستانده بیش از هر تکنیک دیگری می‌تواند سرعت پذیرش محصول یا فرایند جدید را در هر بخش به‌طور مجزا نشان دهد».

و) تغییرات بهره‌وری

این دسته از تغییرات از سایر دسته‌های پیشین مورد بررسی که بر روی عوامل اولیه و پیشرفت فرایند تولید بحث می‌کردند متفاوت است. فروض داده-ستانده فروض رفتار بهینه را در نظر نمی‌گیرد. پس این امکان وجود دارد که نهاده‌های تولید به شکل ناکارآمد و یا با بهره‌وری پایین به کار برده شوند و بنابراین هر حرکت به سمت حفظ منابع و مواد اولیه باعث افزایش بهره‌وری و کارایی خواهد شد. از جمله مطالعات در این ارتباط می‌توان به مقاله کارتر اشاره کرد که نشان داده سرمایه مورد نیاز بیشتر بخش‌ها برای تولید هر واحد ستانده طی سال‌های ۱۹۴۷ تا ۱۹۵۸ کاهش بیشتری نسبت به نیروی کار مورد نیاز برای تولید هر واحد ستانده داشته است. یعنی بهره‌وری سرمایه افزایش داشته که به‌نوعی تغییرات تکنولوژی محسوب می‌شود که از سرمایه کمتر و بهره‌وری بالاتر برای تولید ستانده استفاده شده است. نوع دیگری از آثار بهره‌وری مربوط به آثار خارجی و یا اثر خارجی تکنولوژی است که به معنای اثر فعالیت یک بنگاه روی تابع تولید بنگاه دیگر است. برای مثال آلودگی هوای ایجاد شده توسط پالایشگاه نفت باعث افزایش میزان بذر، کود، آب و کارگر مورد نیاز برای تولید محصولی مانند پنبه می‌شود. به عبارت دیگر افزایش آلودگی توسط یک بنگاه، بهره‌وری بنگاه دیگر را کاهش می‌دهد. در این راستا و برای محاسبه اثر آلاینده‌گی، لئونتیف (۱۹۷۰) و آیرس و نیس^۲ (۱۹۶۹) تنها آثاری که تولیدکننده A از منظر آلاینده‌گی می‌تواند داشته باشد را بررسی نموده‌اند، ولی اثری که تولیدکننده A بر تولیدکننده دیگر می‌تواند داشته باشد را بررسی نکرده‌اند (رز، ۱۹۸۴).

۳-۱-۲. واسیلی لئونتیف

لئونتیف بنیانگذار اقتصاد داده-ستانده نیز در اوایل دهه ۱۹۵۰ میلادی مفهوم تغییرات تکنولوژی را مورد توجه قرار داده است. در مقایسه با سایر پژوهش‌های انجام گرفته که الگوی ایستای مقایسه‌ای داده-

1. Walter Isard

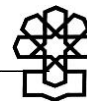
2. Ayres and Kneese

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 برون‌زا است و بدین ترتیب فقط تغییرات ماتریس ضرایب فنی به قیمت ثابت مبنای سنجش 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.^۱ تحت این وضعیت، فرایند 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 به‌شمار می‌رود. لئونتیف الگوی پویای داده-ستانده خود را به شکل زیر معرفی می‌کند:

$$X - AX - B\dot{X} =$$

به صورتی که در آن $\dot{X} = dx/dt$ بیانگر تغییرات ستانده در طول زمان و B بیانگر ماتریس ضرایب سرمایه بین بخشی است. این مدل به این علت پویاست که در آن ضریب سرمایه (ضریب سرمایه بین بخشی) تابعی از تغییرات ستانده در طول زمان است. لذا به علت وجود ماتریس ضریب سرمایه بین بخشی، این مدل پویا معرفی می‌شود. بنابراین این مدل نشان می‌دهد که تغییر نهاده سرمایه مورد نیاز در بازه زمانی دلیل تغییرات تکنولوژی می‌باشد. همچنین در این مدل نشان داده شده است که تغییر در B دلیل اصلی تغییر در A است. با منظور نمودن متغیر زمان در هر دو ماتریس A و B ، مدل به مدلی پویا تبدیل شده است. لئونتیف برای بسط بیشتر و محاسبه تغییرات تکنولوژی در مدل داده-ستانده پویا، تغییر تکنولوژی را مانند تغییر در دستور پخت توضیح می‌دهد. یعنی وجود تکنولوژی و نحوه رابطه یک صنعت یا سایر صنایع مانند دستور پخت یک غذا توضیح داده شده است که مقادیر تمام داده‌های مورد نیاز تولید مانند مواد خام و واسطه‌ای، کارگر و سایر مواد اولیه و ساختمان و ماشین‌آلات برای تولید ستانده (ستانده در مدل وی غذا یا محصول دستور پخت معرفی می‌شود) را نشان می‌دهد. مواد اولیه مذکور برای تولید یک واحد کالا مشخص می‌شوند. لذا در این رابطه اگر کالای جدید معرفی شود در دستور پخت باید تعریف شود و اینکه سایر بخش‌ها چگونه از این کالا استفاده می‌نمایند تغییر می‌کند. پس تغییر در دستور پخت به‌عنوان تغییر در تکنولوژی شناخته می‌شود ولی از آنجا که دستیابی به ماتریس ضرایب سرمایه بین بخشی زمانبر و با هزینه بالاست، غالباً کشورها به این ماتریس دسترسی ندارند لذا محاسبه تغییرات تکنولوژی از طریق الگوی پویای لئونتیف برای بسیاری کشورها اعم از ایران که به B (ماتریس ضرایب سرمایه بین بخشی) دسترسی ندارند ممکن نیست (لئونتیف، ۱۹۸۶).

۱. برای اطلاع بیشتر از زوایای مختلف الگوهای داده-ستانده و قلمرو کاربردهای آن به Banouei (1992) و Faye (1985) مراجعه نمایید.



۴-۱-۲. آن کارتر

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. مطالعه فوق هم‌راستا با توسعه تکنولوژی مانند جانشینی مواد اولیه، اتوماسیون و بسته‌بندی است. بنابراین 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. وی برای تبیین تغییرات تکنولوژی طی دوره ۱۹۶۲-۱۹۴۷، از جداول با قیمت ثابت سال‌های ۱۹۴۷ و ۱۹۵۸ آمریکا استفاده کرده است و با توجه به آنکه جدول داده-ستانده برای سال ۱۹۶۲ موجود نبوده است ستانده واقعی^۱ سال ۱۹۶۲ را تبیینی از تقاضای مستقیم و غیرمستقیم بخش‌ها برای تولید کالاها و خدمات مورد نیاز لحاظ نموده است. وی تغییرات تکنولوژی را طی دو دوره ۱۹۴۷-۱۹۵۸ و ۱۹۵۸-۱۹۶۲ محاسبه کرده است. در دوره اول ستانده مورد نیاز برای تأمین تقاضای نهایی سال ۱۹۶۲ بر مبنای تکنولوژی سال‌های ۱۹۴۷ و ۱۹۵۸ محاسبه و اختلاف این دو به‌عنوان تغییرات تکنولوژی طی دوره ۱۹۴۷-۱۹۵۸ لحاظ شده است. این مقدار در واقع تفاوت بین مقادیر کالا و خدمات مورد نیازی را نشان می‌دهد که باید برای تأمین تقاضای نهایی ثابت سال ۱۹۶۲ با استفاده از تکنولوژی سال‌های ۱۹۴۷ و ۱۹۵۸ تولید شود. در دوره دوم تفاوت ستانده واقعی سال ۱۹۶۲ و ستانده برآوردی برای این سال که بر مبنای تکنولوژی سال ۱۹۵۸ محاسبه شده، به‌عنوان تغییرات تکنولوژی طی دوره ۱۹۵۸-۱۹۶۲ در نظر گرفته شده است.

۴-۱-۵. دیازنباخر و هکسترا

دیازنباخر و هکسترا (۲۰۰۲) در مطالعه خود تغییرات تکنولوژی را ناشی از چند عامل معرفی می‌کنند:

۱. آثار جایگزینی (سطری): یعنی جایگزینی یک نهاده واسطه‌ای با نهاده واسطه‌ای دیگر در تولید

یک بخش. برای مثال جایگزینی پلاستیک به جای آهن،

۲. آثار نهاده‌ای (ستونی): با بهره‌وری ارتباط دارد. یعنی جایگزینی نهاده واسطه‌ای با نهاده اولیه.

۱. البته کارتر در این مقاله اشاره می‌کند که در آن زمان ستانده و تقاضای نهایی برای سال ۱۹۶۲ به‌صورت رسمی منتشر نشده بود و آنچه مبنای محاسبات قرار گرفته، ستانده و تقاضای نهایی برآورد شده است که به‌صورت غیررسمی در اختیار وی قرار گرفته است.

افزایش این نسبت به معنای افزایش بهره‌وری است، زیرا به‌ازای ارزش یک واحد تولید از نهاده اولیه کمتری استفاده می‌شود. به‌عبارت دیگر اگر تغییرات ستونی مثبت باشد، به این معناست که از نهاده واسطه‌ای بیشتری استفاده شده است. یعنی به‌ازای ارزش هر واحد تولید، از عوامل تولید کمتری استفاده شده و لذا بهره‌وری نسبت به نهاده اولیه افزایش یافته است. البته دیانباخر و هکسترا بیان می‌کنند اگر امکان تفکیک واردات رقابتی و غیررقابتی از یکدیگر باشد می‌توان اثر نهاده‌ای را اثر بهره‌وری نسبت به نهاده اولیه نامید.^۱

۳. اثر درایه‌ای: بینابین دو مورد فوق است. دیانباخر و هکسترا تجزیه تغییرات تکنولوژی با استفاده از روش RAS^2 برای تحلیل تجزیه ساختاری معرفی می‌کنند و آن را مبنای بررسی تغییرات تکنولوژی در هلند طی دوره ۱۹۸۵-۱۹۷۵ قرار می‌دهند.

۶-۱-۲. میلر و بلر

میلر و بلر (۲۰۰۹) نیز 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 دیانباخر و هکسترا (۲۰۰۲) را برای تجزیه تغییرات تکنولوژی معرفی کرده‌اند. میلر و بلر در کتاب تحلیل داده - ستانده ۶ عامل کلی زیر را برای تغییرات تکنولوژی فهرست می‌کنند:

۱. اولین مورد تغییرات در تکنولوژی تولید محصولات است. این مورد را می‌توان با جایگزینی یکسری از ماشین‌آلات به‌جای نیروی کار مورد نیاز توضیح داد. به‌عبارت دیگر جایگزینی سرمایه فیزیکی به‌جای سرمایه انسانی در فرایند تولید محصولات (تغییر تکنولوژی تولید)، از مواردی است که به تغییرات تکنولوژی منجر می‌شود.
۲. اگر افزایش در تقاضای نهایی برای محصولات یک بخش به‌وجود آید درنهایت به افزایش تولید و افزایش ستانده منجر خواهد شد و تولیدکننده صرفه ناشی از مقیاس تولید را تجربه خواهد کرد. به‌عبارت دیگر با افزایش تقاضای نهایی در یک بخش، تولیدکننده با استفاده از همان تجهیزات و امکانات سابق می‌تواند تولید خود را افزایش دهد و هزینه تولید محصول در اثر وجود صرفه اقتصادی ناشی از مقیاس تولید برای تولیدکننده کاهش خواهد یافت و تولید افزایش می‌یابد.
۳. ابداع محصولات جدید که باعث ایجاد سطر و ستون جدید در جدول داده-ستانده و یا تغییر ترکیب محصولات در بخش‌های موجود می‌شود. ابداع محصولات جدید می‌تواند باعث جابه‌جایی محصولات و یا نهاده‌های قبلی با محصولات تازه ابداع شده شود. برای مثال در فرایند تولید نوشیدنی‌ها، بطری پلاستیکی می‌تواند جایگزین بطری شیشه‌ای شود.

۱. آنها در این مطالعه فرض کرده‌اند که کلیه واردات از نوع غیررقابتی است به این معنا که روش تولید آنها متفاوت از کالاهای داخلی است و بخش‌های داخلی توانایی تولید محصولات مشابه در آینده نزدیک را نداشته باشند. این نوع واردات در ماتریس مبادلات واسطه‌ای منظور نمی‌شود و باید در قسمت ارزش‌افزوده و در کنار سایر عوامل تولید در جدول داده - ستانده لحاظ شود. بنابراین به‌علت محدودیت‌های آماری و عدم امکان تفکیک واردات رقابتی و غیررقابتی از این اثر به‌عنوان اثر نهاده‌ای نام برده‌اند.

۲. برای اطلاعات بیشتر در خصوص این روش به گزارش بهنگام سازی جدول داده - ستانده، ماتریس حسابداری اجتماعی و طراحی الگوی CGE و کاربردهای آنها در سیاستگذاری اقتصادی - اجتماعی ۱. پایه های آماری بهنگام سازی جدول داده - ستانده برای سال ۱۳۸۵ با شماره مسلسل ۱۲۴۵۳ مراجعه شود.



۴. تغییر در قیمت‌های نسبی که می‌تواند به جانشینی میان نهاده‌ها در فرایند تولید منجر شود. برای مثال با افزایش قیمت نسبی نفت، گاز طبیعی می‌تواند به‌عنوان سوخت و منبع انرژی مورد استفاده قرار گیرد.

۵. هر قدر جدول داده-ستانده دارای بخش‌های کمتری باشد تعداد محصولات متمایز تولید شده توسط یک بخش بیشتر می‌شود. برای مثال بخش صنایع غذایی ممکن است در یک سال تنها سوپ تولید کند، لذا این بخش تقاضا برای قوطی کنسرو جهت بسته‌بندی محصولاتش را خواهد داشت. اما اگر همین بخش در سال بعد یک شکلاتی تولید نماید دیگر نیازی به قوطی کنسرو ندارد و به کاغذ و مقوا جهت بسته‌بندی محصولات خود نیاز دارد. لذا تقاضای یک بخش از سایر بخش‌ها به سهم و تعداد نسبی محصولات بستگی دارد که در این بخش تولید می‌شوند. هر چه جدول داده-ستانده تجمیع شده‌تر باشد، تعداد محصولات تولیدی یک بخش بیشتر خواهد بود و به تبع آن تقاضای یک بخش از سایر بخش‌ها افزایش خواهد یافت.

۶. جانشینی میان محصولات و تولید داخلی یک کشور با محصولات و نهاده‌های وارداتی، می‌تواند روابط میان بخش‌های اقتصادی را در اقتصاد داخلی تغییر دهد. این مسئله به‌طور خاص در جداول داده-ستانده بین منطقه‌ای و چندمنطقه‌ای مورد توجه قرار می‌گیرد.

۲-۲. روش‌های محاسبه تغییرات تکنولوژی

با توجه به مطالب و مشاهدات بخش پیشین، در این بخش دو نوع روش محاسبه تغییرات تکنولوژی معرفی می‌شود: روش مستقیم سنجش تغییرات تکنولوژی و روش تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی که میلر و بلر (۲۰۰۹) در کتاب خود به آن پرداخته‌اند و به تفصیل در بندهای زیر بررسی خواهند شد. از آنجایی که هدف این گزارش آشنایی با مفهوم تغییرات تکنولوژی و ارائه مثالی با استفاده از جداول داده - ستانده به قیمت ثابت ۱۳۹۰ سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ است؛ لذا سایر روش‌های محاسبه تغییرات تکنولوژی بررسی نشده است.

۲-۲-۱. روش مستقیم سنجش تغییرات تکنولوژی

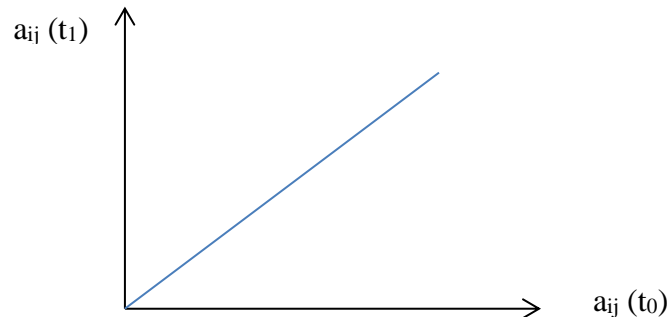
در روش مستقیم تغییر ضرایب فنی مستقیم داده-ستانده طی دو دوره مبنای محاسبه تغییرات تکنولوژی قرار می‌گیرد. در رابطه (۱)، $a_{ij}(t_0)$ و $a_{ij}(t_1)$ به ترتیب ضرایب مستقیم در سال t_0 و t_1 هستند و تفاوت بین این دو مقدار که Δa_{ij} را به دست می‌دهد، نشان‌دهنده کاهش یا افزایش تقاضای بخش i از بخش j طی بازه زمانی t_0 به t_1 است.

$$\Delta a_{ij} = a_{ij}(t_1) - a_{ij}(t_0) \quad (1)$$

اگر در بازه زمانی t_0 به t_1 ، مقدار Δa_{ij} مثبت باشد، بالای خط ۴۵ درجه و اگر منفی باشد پایین خط ۴۵ درجه قرار خواهد گرفت. همچنین اگر مقدار آن بدون تغییر باقی بماند، در راستای خط ۴۵ درجه خواهد بود. کارتر (۱۹۶۷) در مطالعه خود چنین نموداری را برای اقتصاد آمریکا مورد توجه قرار می‌دهد و مشاهده

می‌کند که صنایع به استفاده بیشتر از خدمات، انرژی الکتریکی، مواد شیمیایی و مصنوعی گرایش پیدا کرده‌اند و تقاضای آنها برای استفاده از نهاده‌های کالایی همچون فلزات، چوب و زغال سنگ کاهش یافته است.

نمودار ۱. تغییرات ضرایب نهاده در بازه زمانی t_0 به t_1



جمع ستونی ماتریس ضرایب فنی میزان وابستگی یک بخش به سایر بخش‌ها برای تولید محصولاتش را نشان می‌دهد، لذا اگر $\sum_i a_{ij}(t_0) = 0/32$ و $\sum_i a_{ij}(t_1) = 0/54$ باشد یعنی اینکه بخش t_0 به t_1 به سایر بخش‌های اقتصادی وابسته‌تر شده است و همچنین وابستگی بخش t_0 به نهاده اولیه سرمایه و نیروی کار و واردات^۱ کمتر شده است که خود این مسئله می‌تواند وجه دیگری از تغییرات تکنولوژی را بیان نماید. همان‌طور که ماتریس معکوس لئونتیف رابطه میان بخش‌های اقتصادی در یک اقتصاد را نشان می‌دهد، کاهش یا افزایش میزان وابستگی یک بخش به سایر بخش‌ها و روابط بین‌بخشی در ماتریس ضرایب فنی نیز می‌تواند نشان‌دهنده تغییرات ساختاری باشد. در این راستا اگر جمع ستونی ماتریس ضرایب فنی برای یک بخش کاهش یابد، به این معناست که بخش مربوطه طی بازه زمانی مورد نظر از نهاده واسطه‌ای کمتر و نهاده اولیه بیشتری استفاده کرده است.

۲-۲-۲. روش تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی

مراد از روش تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی آن است که تولید سال t_2 بر مبنای تکنولوژی سال‌های t_0 و t_1 محاسبه و تفاضل آنها مبنای سنجش تغییرات تکنولوژی طی دوره t_0 تا t_1 قرار می‌گیرد. مقدار مثبت تغییرات تکنولوژی به این معناست که بخش‌های اقتصادی طی بازه زمانی مورد نظر بیشتر از تولیدات بخش مربوطه در فرایند تولید خود استفاده کرده‌اند و لذا می‌توان استنباط نمود که طی دوره مورد نظر، جایگاه بخش مربوطه در زنجیره تولید تقویت شده است. عکس این حالت به معنای تضعیف زنجیره‌های تولید بخش مربوطه است.

۱. منظور واردات غیررقابتی است.



در این گزارش با استفاده از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰، تغییرات تکنولوژی طی دو دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۰ و ۱۳۹۰-۱۳۸۵ برای ایران مورد سنجش قرار گرفته است. روابط استفاده شده برای هر یک از این دو دوره به صورت زیر است:

دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۰: برای این منظور ستانده مورد نیاز برای تأمین تقاضای نهایی سال ۱۳۹۰ را با استفاده از تکنولوژی سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ برآورد می‌کنیم. تفاضل این دو، تغییرات تکنولوژی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۰ را نشان می‌دهد.

$$x(1390 / 1380) = L(1380) f(1390) \quad (۲)$$

$$x(1390 / 1385) = L(1385) f(1390) \quad (۳)$$

در روابط (۲) و (۳)، (۱۳۸۰-۱۳۹۰) و (۱۳۸۵-۱۳۹۰) به ترتیب ستانده برآوردی سال ۱۳۹۰ با استفاده از تکنولوژی (ماتریس معکوس لئونتیف) سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵، $f(1390)$ تقاضای نهایی واقعی سال ۱۳۹۰ و $L(1380)$ و $L(1385)$ به ترتیب ماتریس‌های معکوس لئونتیف جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ هستند.

TC معیار تغییرات تکنولوژی بین دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ را نشان می‌دهد و همان‌طور که اشاره شد به معنای تغییرات تکنولوژی است.

$$TC = x(1390 / 1385) - x(1390 / 1380) \quad (۴)$$

دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۰: دوره دوم ماهیت پیش‌بینی تولید در الگوی تقاضامحور لئونتیف را دارد و دارای دو مرحله است. در نخستین مرحله بر مبنای تکنولوژی سال ۱۳۸۵، تولید سال ۱۳۹۰ در جهت تأمین تقاضای نهایی و با استفاده از رابطه زیر برآورد می‌شود:^۱

$$x(1390 / 1385) = L(1385) f(1390) \quad (۵)$$

در مرحله دوم، تغییرات بین ستانده واقعی سال ۱۳۹۰ که خود مبتنی بر تکنولوژی سال ۱۳۹۰ است و ستانده برآورد شده سال ۱۳۹۰ که با استفاده از تکنولوژی سال ۱۳۸۵ به دست آمده است، معیار تغییرات تکنولوژی بین دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ در نظر گرفته می‌شود که در رابطه (۶) نشان داده می‌شود:

$$TC = x(1390 / 1390) - x(1390 / 1385) \quad (۶)$$

TC تغییرات بین ستانده واقعی و ستانده برآورد شده سال ۱۳۹۰ با استفاده از تکنولوژی سال ۱۳۸۵ و مبین تغییرات تکنولوژی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۰ است.

۱. الگوهای داده-ستانده در برنامه‌ریزی‌ها و سیاستگذاری‌های میان‌مدت در جهت پیش‌بینی تولید، اشتغال و غیره نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مورد ادبیات موجود نشان می‌دهند که پژوهشگران دو الگوی تقاضامحور لئونتیف و عرضه‌محور گش را مبنای پیش‌بینی تولید بخش‌های مختلف اقتصادی قرار داده‌اند. بررسی زوایای مختلف این مسئله خارج از حوصله گزارش است. برای اطلاع بیشتر به: (Dietzenbacher and Hoen (2006), Bon and Bing (1993), Bon (1986) مراجعه نمایید.

۳. نتایج حاصله از محاسبه تغییرات تکنولوژی و تحلیل‌های آن برای ایران

۳-۱. پایه‌های آماری

در این بخش از گزارش از دو روش معرفی شده در بخش پیشین برای سنجش تغییرات تکنولوژی استفاده شده است. بررسی سایر روش‌ها همچون روش RAS خارج از حوصله این گزارش است و نیازمند مطالعه جداگانه‌ای است. برای ارزیابی تغییرات تکنولوژی از جداول داده-ستانده متعارف ۷۱ بخشی سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس استفاده شده است (والی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به پایه‌های آماری موجود روش مستقیم برای بازه زمانی میان‌مدت ۱۳۹۰-۱۳۸۵ و روش تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی برای دو بازه زمانی میان‌مدت ۱۳۸۵-۱۳۸۰ و ۱۳۹۰-۱۳۸۵ استفاده شده‌اند. به‌منظور اجتناب از افزایش حجم گزارش، محاسبه تغییرات تکنولوژی برای دوره بلندمدت ۱۳۹۰-۱۳۸۰ در نظر گرفته نشده است. همچنین برای سهولت کار، جداول ۷۱ بخشی به ۶ بخش اصلی تجمیع شده‌اند. این بخش‌ها عبارتند از: کشاورزی، معادن^۱، صنعت، آب و برق و گاز، ساختمان و خدمات. شایان ذکر است که نتایج حاصله از این گزارش با نتایج جداول تفصیلی سازگاری دارد.^۲

۳-۲. نتایج روش مستقیم سنجش تغییرات تکنولوژی و تحلیل‌های آن

با توجه به پایه‌های آماری، به‌کارگیری روش مستقیم سنجش تغییرات تکنولوژی در سه بازه زمانی امکانپذیر است: بازه زمانی ۱۳۸۵-۱۳۸۰، بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۵ و بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۰. در این گزارش فقط بازه زمانی میان‌مدت ۱۳۹۰-۱۳۸۵ مبنای سنجش تغییرات ساختاری با استفاده از روش مستقیم قرار گرفته است. نتایج حاصله در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌طور که در بخش روش محاسبه اشاره شد، اگر مقدار Δa_{ij} مثبت باشد، به این معناست که مقدار a_{ij} در سال ۱۳۹۰ بیشتر از مقدار متناظر آن در سال ۱۳۸۵ است، یعنی طی این دوره تقاضای بخش j از بخش i افزایش یافته است. بنابراین تقاضا برای نهاده اولیه سرمایه و نیروی کار کاهش یافته است.^۳ برای مثال تقاضای بخش صنعت از بخش خدمات در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۸۵ افزایش یافته است و میزان این تغییر برابر با ۰/۰۱۸۶ واحد است. این مسئله به این معناست که طی این دوره تقاضای مستقیم بخش صنعت از بخش خدمات به میزان ۰/۰۱۸۶ واحد به‌ازای هریک واحد تولید افزایش یافته است. همچنین تقاضای مستقیم بخش کشاورزی از بخش خدمات برای تأمین تولید خود در سال ۱۳۹۰ نسبت

۱. بخش معادن در کلیه تحلیل‌های این گزارش شامل بخش‌های نفت خام و گاز طبیعی و سایر معادن است.
 ۲. تمرکز این گزارش آشنایی با مفهوم تغییرات تکنولوژی است و مثال ارائه شده نیز صرفاً با این هدف صورت گرفته است. لذا تفسیر بیشتر نتایج در گزارش دیگری با عنوان «تحلیل تغییرات ساختاری بخش‌های اقتصادی ایران از منظر تقاضای طی دهه ۱۳۸۰ با استفاده از الگوی تقاضامحور داده - ستانده» ارائه خواهد شد و نتایج حاصله در سطح ۲۷ بخش و به‌طور تفصیلی بررسی شده است.
 ۳. با توجه به محدودیت‌های آماری، در این گزارش فرض شده که کلیه واردات از نوع رقابتی است و لذا ماتریس مبادلات واسطه شامل واردات هم است. در صورتی که امکان تفکیک واردات رقابتی و غیررقابتی وجود داشته باشد، واردات رقابتی در ماتریس مبادلات واسطه و واردات غیررقابتی همچون سرمایه و نیروی کار، در سطر ارزش‌افزوده و جزء نهاده اولیه لحاظ خواهد شد.



به سال ۱۳۸۵ به میزان ۰/۰۲۵۲- واحد کاهش یافته است. علاوه بر این مشاهده می‌شود که تقاضای بخش معادن از بخش خدمات برای تأمین تولید خود ثابت باقی‌مانده و تغییری نکرده است.

جمع ستونی این جدول^۱ برای هر بخش، مقدار تغییر ضرایب آن را نشان می‌دهد. همان‌طور که اشاره شد مقدار منفی آن به این معناست که تقاضای مستقیم بخش مربوطه از نهاده واسطه‌ای کاهش یافته و لذا برای تولید خود وابستگی کمتری به سایر بخش‌ها پیدا کرده است. برای مثال ملاحظه می‌شود که طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۰ تقاضای بخش‌های کشاورزی، صنعت و برق، گاز و آب از نهاده واسطه‌ای کاهش یافته است. به عبارت دیگر بخش‌های مذکور به‌ازای یک واحد تولید خود از نهاده اولیه بیشتری استفاده کرده‌اند.

جدول ۳. تغییر درایه‌های ماتریس ضرایب فنی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۰

بخش	کشاورزی	معادن	صنعت	برق و گاز و آب	ساختمان	خدمات
کشاورزی	-۰.۰۰۹۳	۰.۰۰۰۱	-۰.۰۱۷	-۰.۰۰۰۱	-۰.۰۰۰۴	-۰.۰۰۰۱
معادن	-۰.۰۰۰۹	-۰.۰۰۰۱	-۰.۰۱۷۸	-۰.۰۰۱۶	-۰.۰۰۲۱	-۰.۰۰۰۲
صنعت	۰.۰۲۷۹	۰.۰۰۷۴	۰.۰۱۷۱	۰.۰۰۳۴	-۰.۰۰۴۱	۰.۰۲۶
برق و گاز و آب	۰.۰۰۳۲	۰.۰۰۲۷	-۰.۰۲۹۲	-۰.۰۰۸۲	۰.۰۰۱۲	۰.۰۱۲۴
ساختمان	-۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۰۶	-۰.۰۰۰۹	۰.۰۰۵۵	-۰.۰۰۱۹
خدمات	-۰.۰۲۵۲	۰	۰.۰۱۸۶	-۰.۰۱۰۷	۰.۰۱۲۲	-۰.۰۱۹۳
جمع	-۰.۰۰۴۶	۰.۰۱۰۳	-۰.۰۲۷۶	-۰.۰۱۸	۰.۰۱۲۵	۰.۰۱۵۹

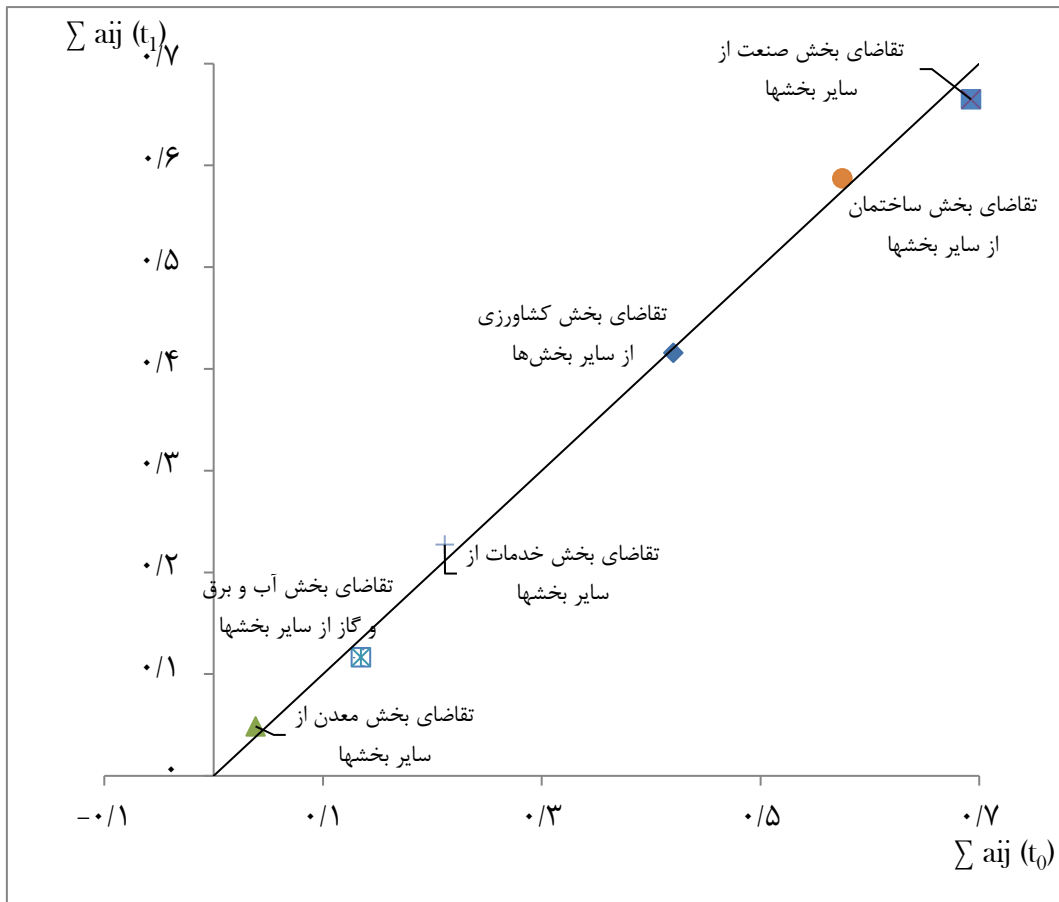
مأخذ: محاسبات با استفاده از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس.

نمودار ۲ با استفاده از نتایج جدول ۳ ترسیم شده و تصویری از تقاضای واسطه هر بخش از سایر بخش‌ها طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۰ را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار مذکور، نقاط متناظر با بخش‌هایی که در بازه زمانی ۱۳۸۵-۱۳۹۰ تقاضای آنها از سایر بخش‌ها در جهت تأمین تولیدشان کاهش یافته، زیرخط ۴۵ درجه قرار گرفته‌اند و نقاط متناظر با بخش‌هایی که تقاضایشان از سایر بخش‌ها افزایش یافته، بالای خط ۴۵ درجه قرار می‌گیرند.

بر این اساس نقاط مرتبط با سه بخش کشاورزی، صنعت و آب و برق و گاز زیرخط ۴۵ درجه واقع شده‌اند که به این معناست که طی این دوره تقاضای مستقیم هر یک از این سه بخش از سایر بخش‌ها کاهش یافته است. از سوی دیگر مشاهده می‌شود که در سه بخش معادن، ساختمان و خدمات مقدار تغییرات مثبت است. همان‌طور که اشاره شد هرچه میزان وابستگی یک بخش به سایر بخش‌های اقتصادی برای تولید محصول افزایش یابد، میزان ارزش‌افزوده ایجاد شده توسط آن بخش کاهش خواهد یافت و بالعکس. بنابراین از آنجایی که وابستگی یا میزان تقاضای کل مستقیم بخش‌های معادن، ساختمان و خدمات به سایر بخش‌ها برای تأمین تولیدشان افزایش یافته، تقاضا برای عوامل تولید توسط این بخش‌ها طی بازه زمانی مورد بررسی کاهش یافته است.

۱. توجه شود که این جدول فقط به صورت ستونی قابل تحلیل است.

نمودار ۲. تغییرات سرجمع ستونی ماتریس ضرایب فنی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۰



مأخذ: همان.

توضیح: نقاط متناظر با بخش‌هایی که طی بازه زمانی ۱۳۸۵-۱۳۹۰ تقاضای آنها از سایر بخش‌ها در جهت تأمین تولید بخش کاهش یافته است زیر خط ۴۵ درجه قرار می‌گیرند و نقاط متناظر با بخش‌هایی که تقاضایشان از سایر بخش‌ها برای تأمین تولید بخش افزایش یافته است بالای خط ۴۵ درجه قرار می‌گیرند.

۳-۳. نتایج حاصله از روش تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی و تحلیل‌های آن

نتایج حاصل از محاسبه تغییرات تکنولوژی با روش تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی طی دو دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۰ و ۱۳۸۵-۱۳۹۰ بررسی شده است و به ترتیب در جداول ۵ و ۶ ارائه شده‌اند. همان‌طور که در بخش دوم گزارش اشاره شد مراد از تغییرات تکنولوژی، تغییر در ضرایب ماتریس معکوس لئونتیف است. ارقام مثبت برای هر بخش در جدول ۴ به این مفهوم است که استفاده از محصولات بخش مذکور در فرایند تولید سایر بخش‌ها افزایش یافته است. اعداد منفی نیز کاهش استفاده از محصولات بخش مورد نظر در تولید سایر بخش‌ها را نشان می‌دهد. بنابراین اعداد مثبت حاکی از تقویت تعاملات بخش مربوطه با سایر بخش‌ها و اعداد منفی به معنای تضعیف تعاملات بخش مربوطه با سایر بخش‌هاست.



دوره اول (۱۳۸۵-۱۳۸۰):

نتایج جدول ۴ در دو ستون ارائه شده است. ستون (۱) در این جدول نشان‌دهنده تفاوت میان ستانده‌های برآوردی سال ۱۳۹۰ با استفاده از تکنولوژی سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ و ستون (۲) منعکس‌کننده درصد تغییرات مذکور است. با بررسی دقیق‌تر جدول ۴ مشاهده می‌کنیم که:

۱. تغییرات تولید ناشی از تغییرات تکنولوژی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۰ در کل اقتصاد مثبت بوده است و به این معناست که می‌توان با استفاده از تکنولوژی سال ۱۳۸۵، تقاضای نهایی سال ۱۳۹۰ را تأمین کرد.

۲. بجز دو بخش کشاورزی و معادن، تغییرات تولید در سایر بخش‌ها مثبت است. از آنجا که تغییرات تکنولوژی به معنای تغییر در ترکیب نهاده‌های به‌کار رفته در تولید است، لذا زمانی که تغییرات ستانده طی دوره زمانی مورد نظر مثبت باشد به این معناست که طی دوره مذکور از تولید بخش مورد نظر در فرایند تولید بیشتر استفاده شده است و اگر تغییرات ستانده منفی باشد، از تولید بخش مورد نظر به میزان کمتری در فرایند تولید استفاده شده است. با توجه به اینکه بجز دو بخش کشاورزی و معادن، تغییرات تولید در سایر بخش‌ها مثبت است، لذا می‌توان گفت که در مجموع طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۰، تنیدگی واسطه‌ای میان بخش‌های اقتصادی افزایش یافته است.

۳. با توجه به نتایج جدول ۴ مشاهده می‌کنیم که تغییرات تولید ناشی از تغییرات تکنولوژی در بازه زمانی ۱۳۸۵-۱۳۸۰ در راستای تأمین تقاضایی نهایی بخش‌های ساختمان، صنعت، برق و گاز و آب و خدمات در سال ۱۳۹۰ مثبت بوده است و یا به عبارتی با تکنولوژی سال ۱۳۸۵ می‌توان تقاضای نهایی بخش‌های مذکور را در سال ۱۳۹۰ تأمین نمود.

۴. درصد تغییرات ستانده برای دو بخش کشاورزی و معادن منفی و برای سایر بخش‌ها مثبت است. بیشترین درصد تغییرات مثبت ستانده‌های برآوردی متعلق به بخش خدمات با ۷/۹ درصد است. یعنی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۰ بخش خدمات با بیشترین افزایش تقاضا از سوی سایر بخش‌ها مواجه شده است. همچنین بیشترین درصد تغییرات منفی ستانده‌های برآوردی متعلق به بخش کشاورزی با ۶/۴- درصد تغییرات بوده است که به این معناست که طی این دوره از اهمیت بخش کشاورزی در ایجاد ستانده کاسته شده و استفاده از محصولات این بخش در فرایند تولید سایر بخش‌ها کاهش یافته است.

جدول ۴. تغییر تولید ناشی از تغییرات تکنولوژی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۰

بخش	(۱) تفاضل ستانده برآوردی سال ۱۳۹۰ بر مبنای تکنولوژی سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ (میلیون ریال)	(۲) درصد تغییر ستانده برآوردی سال ۱۳۹۰ با تکنولوژی سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ (%)
کشاورزی	-۶۱۸۴۳۶۸۸	-۴.۶
معادن	-۴۸۶۳۱۱۹۹	-۱.۴
صنعت	۱۰۸۰۴۵۷۳۱	۴.۴
برق و گاز و آب	۳۳۸۶۸۶۲۲	۰.۷
ساختمان	۳۱۰۸۹۱۷	۴.۰
خدمات	۲۸۹۴۳۴۳۱۱	۹.۷
کل	۳۲۳۹۸۲۶۹۴	۴.۳

مأخذ: همان.

دوره دوم: (۱۳۸۵-۱۳۹۰)

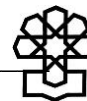
جدول ۵ براساس دوره دوم به‌دست آمده است. ستون (۱) تفاوت میان ستانده واقعی سال ۱۳۹۰ و ستانده برآوردی در این سال را نشان می‌دهد و ستون (۲) نشان‌دهنده درصد تغییرات ستانده‌های مذکور می‌باشد. واضح است که ستانده واقعی سال ۱۳۹۰ بر مبنای تکنولوژی سال ۱۳۹۰ موجود است و لذا کافی است ستانده برآوردی سال ۱۳۹۰ بر مبنای تکنولوژی سال ۱۳۸۵ محاسبه شود. برای این منظور با استفاده از رابطه (۵)، ستانده برآوردی سال ۱۳۹۰ بر مبنای تکنولوژی ۱۳۸۵ برای تأمین تقاضای نهایی سال ۱۳۹۰ محاسبه شده است. با توجه به نتایج جدول ۵ مشاهده می‌کنیم که:

۱. طی این دوره تغییرات تکنولوژی بجز بخش معادن، در سایر بخش‌ها منفی بوده و البته برای بخش معادن نیز درصد تغییرات مثبت بسیار ناچیز (۱/۶ درصد) است.
۲. به‌طور کلی نتایج این جدول گویای این واقعیت است که تغییرات تکنولوژی طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۵ منفی بوده و تعاملات بین بخشی کاهش یافته است.

جدول ۵. تغییر تولید ناشی از تغییر تکنولوژی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۰

بخش	(۱) تفاضل ستانده واقعی سال ۱۳۹۰ و ستانده برآوردی آن بر مبنای تکنولوژی سال ۱۳۸۵ (میلیون ریال)	(۲) درصد تغییر ستانده واقعی سال ۱۳۹۰ و ستانده برآوردی آن بر مبنای تکنولوژی سال ۱۳۸۵ (%)
کشاورزی	-۱۷۲۸۶۵۸۰۵	-۱۹/۱
معادن	۱۸۱۲۸۹۶۶	۱/۶
صنعت	-۵۱۶۹۵۲۳۱۸	-۲۰/۰
برق، گاز و آب	-۱۴۴۴۴۶۶۳۲	-۲۷/۸
ساختمان	-۲۰۷۲۷۵۸۸۶	-۲۵/۲
خدمات	-۷۱۵۲۳۶۵۳۸	-۱۸/۰
جمع	-۱۷۳۸۷۴۸۲۱۶	-۱۷/۵

مأخذ: همان.



جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

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 واسطه‌ای بین بخشی دارد و منشأ آن تغییر در ماتریس ضرایب فنی و ماتریس معکوس لئونتیف در الگوی تقاضامحور داده-ستانده است. بر این اساس، در گزارش حاضر به بررسی تغییرات تکنولوژی با مفهوم مذکور پرداخته شده است.

در ارتباط با مفهوم، نظریه و سنجش تغییرات تکنولوژی، چهار هدف مورد توجه قرار گرفته است که عبارتند از:

۱. بررسی اجمالی پایه‌های نظری تغییرات ساختاری و به‌تبع آن تغییرات تکنولوژی در الگوی تقاضامحور داده-ستانده،
۲. واکاوی انواع مختلف تغییرات تکنولوژی به شکل درون‌زا و برون‌زا با تأکید بر الگوی ایستای مقایسه‌ای داده-ستانده،
۳. بررسی دو روش محاسبه تغییرات تکنولوژی در الگوی تقاضامحور داده-ستانده یعنی روش مستقیم و روش تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی،
۴. به‌کارگیری دو روش مذکور با استفاده از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ ایران. مهم‌ترین مشاهدات و نتایج حاصله در راستای هر یک از چهار هدف فوق به‌طور خلاصه به‌شرح زیر است:

در بخش اول جمع‌بندی مبانی نظری تغییرات ساختاری در نظریه‌های کالین کلارک، آرتور لویس و سیمون کوزنتس نشان داد:

یک) در مقایسه با نظریه آرتور لویس که تغییرات ساختاری را گذار از اقتصاد سنتی به اقتصاد نوین مورد توجه قرار می‌دهد، در سایر نظریه‌ها (کالین کلارک و سیمون کوزنتس) تغییرات ساختاری دارای دو مؤلفه است:

۱. گذار تاریخی از بخش کشاورزی به صنعت و خدمات و گذار از اقتصاد کالامحور به اقتصاد خدمات‌محور.

۲. از میان نظریات تغییرات ساختاری، تغییرات تکنولوژی فقط در نظریه سیمون کوزنتس مورد توجه قرار می‌گیرد. معیار تغییرات تکنولوژی در این نظریه تغییرات مقدار تولید است.

دو) مفهوم تغییرات تکنولوژی و روش‌های مختلف سنجش آن بررسی شد. مشاهدات این بخش نشان می‌دهد که:

۱. به‌لحاظ مفهومی نه فقط انواع مختلف تغییرات تکنولوژی وجود دارد، بلکه همچنین روش‌های

گوناگونی برای سنجش تغییرات تکنولوژی توسط پژوهشگران مانند رز، لئونتیف، کارتر، چنری، دیازنباخر و هکسترا و میلر و بلر معرفی شده‌اند.

۲. بجز لئونتیف که تغییرات تکنولوژی را برآیند دو تکنولوژی جریان جاری و تکنولوژی سرمایه در نظر می‌گیرد و الگوی پویای داده-ستانده را اساس تغییرات تکنولوژی قرار می‌دهد، سایر پژوهشگران همچون چنری، آدام رز، آن کارتر، دیازنباخر، هکسترا و میلر و بلر، تغییر در ماتریس ضرایب فنی و یا ماتریس معکوس لئونتیف را به‌عنوان تغییرات تکنولوژی لحاظ می‌کنند.

در بخش سوم از میان روش‌های معرفی شده، دو روش محاسبه تغییرات تکنولوژی یعنی روش مستقیم و روش تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی بررسی شدند و نتایج حاصله ارائه شد. نتایج این بخش به شرح زیر است:

۱. نتایج مستخرج از روش مستقیم در بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۵ نشان می‌دهند که تقاضای مستقیم بخش‌های کشاورزی، صنعت و آب و برق و گاز از سایر بخش‌ها برای تأمین تولیدشان کاهش و تقاضای مستقیم بخش‌های معادن، ساختمان و خدمات از سایر بخش‌ها برای تأمین تولیدشان افزایش یافته است.

۲. نتایج مستخرج از تقاضای نهایی به تولید با شقوق مختلف تکنولوژی طی دو دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۰ و ۱۳۸۵-۹۰ به صورت زیر است:

یافته‌ها طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۰ نشان می‌دهند که بجز دو بخش کشاورزی و معادن، تغییرات تولید در سایر بخش‌ها مثبت بوده است به این معنا که در سال ۱۳۸۵ نسبت به سال ۱۳۸۰ از تولید این بخش‌ها به میزان بیشتری در فرایند تولید سایر بخش‌ها استفاده شده است. لذا طی این دوره تنیدگی واسطه‌ای در اقتصاد افزایش یافته است.

یافته‌ها طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۵ نشان می‌دهند که بجز بخش معادن، ستانده برآوردی برای سایر بخش‌ها یعنی کشاورزی، صنعت، آب و برق و گاز، ساختمان و خدمات با استفاده از تکنولوژی سال ۱۳۸۵، بیشتر از میزان ستانده واقعی آنها در سال ۱۳۹۰ بوده است. این موضوع به معنای تضعیف زنجیره‌های تولید و کاهش تنیدگی واسطه‌ای در اقتصاد ایران طی این دوره است. با توجه به آنکه تمرکز اصلی این گزارش آشنایی با مفهوم تغییرات تکنولوژی بوده لذا بررسی بیشتر این موضوع در گزارش‌های آتی مرکز مورد توجه قرار گرفته است.^۱

۱. برای مطالعه بیشتر به گزارش «تحلیل تغییرات ساختاری بخش‌های اقتصادی ایران از منظر تقاضا طی دهه ۱۳۸۰ با استفاده از الگوی تقاضامحور داده - ستانده» مراجعه نمایید.



۱. بانوئی، علی اصغر. بررسی ماهیت و کارکرد قیمت‌ها در چرخه‌های مرئی و غیر مرئی تولید محصولات در جداول پولی و فیزیکی: تجربه آلمان، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ش ۶۸، ۱۳۹۵.
۲. علی اصغریور، موزیرجی، حسین و فرشاد، مؤمنی و علی اصغر، بانوئی. تحول بخش خدمات در مسیر توسعه‌یافتگی: مقایسه خدمات توزیعی و خدمات تولیدی، مجله علمی پژوهشی سیاست‌گذاری اقتصادی، ش ۱۱، ۱۳۹۳.
۳. کوزنتس، سیمون. رشد نوین اقتصادی، ترجمه مرتضی قره باغیان، تهران، نشر نی، ۱۳۷۲.
۴. مایر، جرالد ام و سیرز، دادلی. پیشگامان توسعه، ترجمه علی اصغر هدایتی و علی یاسری، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، ۱۳۶۸.
۵. والی‌زاده، ابوالمحسن و نرگس، صادقی و بهاره، اخوان. جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ به قیمت ثابت (پایه‌های آماری و روش محاسبه)، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل ۱۵۸۰۴، ۱۳۹۶.
1. Ayres, R. U. and Kneese, A. V. (1969), Production, Consumption and Externalities. *American Economic Review*, No. 59.
2. Banouei, A.A. (1992), Application of a Dynamic System for Planning in Iran, *Economic Systems Research*, Vol. 4, No. 1.
3. Behrman, J.R.(1982), Review Article on Hollis B. Chenery, Structural Change and Development Policy, *Journal of Development Economics*, No. 10.
4. Bon, R. and Bing, X.(1993), Comparative Stability Analysis of Demand-Side and Supply-Side Input-Output Models in the UK, *Applied Economics*, Vol. 25.
5. Bon, R.(1986), Comparative Stability Analysis of Demand –Side and Supply-Side Input-Output Models, *International Journal of Forecasting*, No. 2.
6. Carter, A.p.(1967), Changes in the Structure of American Economy, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 49, No. 2.
7. Chenery, H. and Syrquin, M. (1975), Pattern of Development 1950-1970, World Bank Report, Working Paper, No. 11913, Washington D.C.
8. Chenery, H. B. and Taylor, L. (1968), Development Patterns: Among Countries and Over the Time, *the Review of Economics and Statistics*, Vol. 50, No. 4.
9. Chenery, H., Robinson, Sh. And Syrquin, M. (1986), *Industrialization and Growth: A Comparative Study*, Washington D.c: The Worldbank.
10. Clark, C.(1940), *The Condition of Economic progress*, London, Macmillan.
11. Dietzenbacher, E.(2006), Coefficient Stability and Predictability in Input-Output Models: A Comparative Analysis for the Netherlands, *Construction Management and Economics*, Vol. 24, No. 7.
12. Dietzenbacher, E., & Hoekstra, R. (2002). The RAS structural decomposition approach. In *Trade, Networks and Hierarchies*. Springer, Berlin, Heidelberg.
13. Faye, D.(1985), A Dynamic Input-Output Model with Assured Positive Output, *Metroeconomica*, Vol. 37, No. 3.
14. Hewings, G.(1982), The Empirical Identification of Key Sectors in an Economy: A Regional Perspective, *The Development Economics*, Vol. 20, No. 2.
15. Klein, L. R.(1953), *A Textbook for Econometrics*, Evanston, IL: Row, Peterson.
16. Kronenberg, T.(2012), Regional Input-Output Models and the Treatment of Imports in the European Systems of Accounts(ESA), *Review of Regional Studies*, Vol. 32, No. 2.
17. Leontief, W.(1970), Environmental Repercussions and the Economic System, *Review of Economics and Statistics*, No. 52.
18. Leontief, W.(1986), *Input-Output Economics*, Oxford University Press.
19. Lewis, W.A.(1954), *Economic Development with Unlimited Supplies of Labour*, The Manchester School, No. 22.

20. Miller, R.E. and Blair, P.D. (2009), Input-Output Analysis, Cambridge University Press.
21. Moses, L. N.(1974), Outputs and Prices in Interindustry Models, Papers of the Regional Science Association, Vol. 32, No. 1.
22. Quah, D.(2001), The Weightness Economy in Economic Development in Pohjola, M. (ed.) Information Technology, Productivity and Economic Growth, Oxford University Press.
23. Rose, A.(1984), Technological Change and Input-Output Analysis: An Appraisal, Socio-Economic Planning Science, Vol. 18, No. 5.
24. Syrquin, M. and Chenery, H. (1989), Patterns of Development, 1950 to 1983, Washington D.c The World bank.
25. Yan, C. S., & Ames, E. (1965). Economic interrelatedness. The Review of Economic Studies, 32(4).