

## آزمون فرض تکنولوژی در محاسبه جدول داده ستانده متقارن ایران: یک رهیافت اقتصادسنجی

دکتر اسمعیل ابونوری<sup>۱</sup>

عزیزاله فرهادی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲

تاریخ ارسال: ۱۳۹۴/۱۰/۰۹

### چکیده

تحلیل جدول داده ستانده به‌ویژه در تجارت، محیط زیست، بهره‌وری برای برنامه ریزی و سیاست‌گذاری مورد توجه هستند. کیفیت این تحلیل‌ها بستگی به نحوه ساخت جدول متقارن بر اساس انتخاب نوع تکنولوژی (تکنولوژی محصول در مقابل تکنولوژی فعالیت) دارد. در دستورالعمل سازمان ملل متحد اختیار انتخاب نوع تکنولوژی به کشورها واگذار شده است. انتخاب نوع تکنولوژی در ایران بر اساس قضاوت شخصی و نیاز نهاد آماری و همچنین اجتناب از تولید عناصر منفی صورت گرفته است. پرسش اساسی در این مقاله آن است که آیا می‌توان با یک روش عینی پیش از تدوین جدول داده ستانده متقارن، نوع تکنولوژی مناسب را مشخص نمود؟ هدف اساسی در این مقاله پیشنهاد روشی در اقتصادسنجی است تا بر اساس آزمون فرضیه درباره انتخاب نوع تکنولوژی تصمیم‌گیری گردد. برای این منظور آزمون  $F$  پیشنهاد شده است که در آن فرض تکنولوژی محصول یا فرض تکنولوژی فعالیت انتخاب می‌گردد. اگر فرض تکنولوژی غالب در بخش مورد نظر فرض تکنولوژی محصول باشد، در انتقال محصولات فرعی از این فرض پیروی می‌گردد. در غیر این صورت، می‌توان از تکنولوژی فعالیت استفاده نمود. نتایج اجرای آزمون‌ها برای جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۰ نشان داده است که در بعضی از بخش‌های اقتصادی تکنولوژی غالب، تکنولوژی محصول و در سایر بخش‌ها تکنولوژی غالب، تکنولوژی فعالیت بوده است.

واژگان کلیدی: جدول متقارن داده-ستانده، فرض تکنولوژی فعالیت، فرض تکنولوژی محصول.

طبقه‌بندی JEL: C67, C13, C12.

۱ - استاد اقتصادسنجی و آمار اجتماعی، بخش اقتصاد دانشگاه سمنان (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی:

esmaiel.abounoori@semnan.ac.ir

۲ - دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، بخش اقتصاد دانشگاه سمنان رئیس گروه حساب‌های منطقه‌ای مرکز آمار ایران

پست الکترونیکی: farhadmj1974@gmail.com

## ۱- مقدمه

از زمانی که جداول عرضه و مصرف توسط سازمان ملل در سال ۱۹۶۸ مطرح شد، بحث های مختلف در محافل علمی برای تبدیل جداول عرضه و مصرف به جدول داده ستانده متقارن صورت گرفت. در این راستا، دو فرض تکنولوژی محصول و تکنولوژی فعالیت جهت انتقال محصولات فرعی به رشته فعالیت مربوط به خود مطرح شدند<sup>۱</sup>. این مباحث بیشتر در زمینه ظهور عناصر منفی در جداول داده ستانده متقارن متمرکز بوده اند. در این خصوص برخی از پژوهشگران بر این باورند که ظهور عناصر منفی به دلیل پایین بودن کیفیت طرح های آماری، عدم دقت در ثبت، گردآوری، طبقه بندی و محاسبات می باشد. در نظام حساب های ملی نیز باور بر این است که مشکلات فرض تکنولوژی محصول به دلیل عدم طبقه بندی درست، عدم تشخیص صحیح تفاوت بین محصول اصلی و محصول ثانویه است و خطاهای آماری را نیز باید در ایجاد عناصر منفی دخیل دانست. با این حال، نظام حساب های ملی از فرض تکنولوژی محصول حمایت می کند.

برخی دیگر مانند دی مسنارد (۲۰۰۲)<sup>۲</sup> این ادعا که فقط کیفیت و محاسبات می تواند در تولید عناصر منفی دخالت داشته باشد را رد کرده و معتقد هستند که چون فرض تکنولوژی محصول اتصال داخلی جریان محصول را قطع می کند، تولید عناصر منفی منطقی به نظر می رسد<sup>۳</sup>.

برخی محققان اثرات ابعاد جداول را در ظهور عناصر منفی مورد بررسی قرار داده اند. در این رابطه تحقیقات نشان داده است که هیچ شواهدی دال بر اینکه تعداد عناصر منفی با اندازه

۱- بانوئی، علی اصغر و فرشاد مؤمنی (۱۳۸۸).

2- Mesnard(2002)

۳- در خلال این مباحث فرض جدیدی تحت عنوان تکنولوژی فعالیت (Activity technology) توسط استینج و کونین (A.E. Steenge and P.J.A. Konijn, 1995) مطرح گردید. در این فرض به جای استفاده از فرض تکنولوژی محصول، مفهوم جدید تکنولوژی فعالیت استفاده شده است. در این الگو هیچ گونه عناصر منفی مشاهده نمی شود و ادعا بر این است که از کارایی بالاتر نیز برخوردار است. با این حال، یک نقطه ضعف در آن وجود دارد و آن این است که در این مدل یک بردار تقاضای نهایی به دست می آید.

جدول داده ستانده متقارن مرتبط باشد، وجود ندارد<sup>۱</sup>. در جدول ۱ تعداد عناصر منفی بر حسب فعالیت و محصول مربوط به جدول داده ستانده سال ۲۰۰۷ آمریکا دیده می شود. نکته حائز اهمیت آن است که با مقایسه نتایج این جدول با جداول داده-ستانده سال ۲۰۰۵ استرالیا، شباهت زیادی ملاحظه می شود. اگر عناصر قطری (۴۹ مورد) را حذف کنیم (معمولاً عناصر قطری منفی نیستند)، ۴۳/۵۴ درصد از عناصر غیر قطری منفی هستند.

جدول ۱- مقایسه عناصر منفی در جداول داده ستانده فعالیت در فعالیت و محصول در محصول

| بر حسب محصول |                  | بر حسب فعالیت |                  |   |
|--------------|------------------|---------------|------------------|---|
| درصد         | تعداد علامت منفی | درصد          | تعداد علامت منفی |   |
| ۶۴/۲۹        | ۹                | ۸/۳۳          | ۱                | کشاورزی، جنگلداری، ماهیگیری، شیلات و شکار                 |
| ۵۰           | ۷                | ۴۱/۶۷         | ۵                | معادن   |
| ۲۱/۴۳        | ۳                | ۸/۳۳          | ۱                | آب، برق، گاز  |
| ۰            | ۰                | ۰             | ۰                | ساختمان   |
| ۲۱/۴۳        | ۳                | ۶۶/۶۷         | ۸                | صنعت  |
| ۰            | ۰                | ۴۱/۶۷         | ۵                | عمده فروشی  |
| ۰            | ۰                | ۴۱/۶۷         | ۵                | خرده فروشی  |
| ۲۸/۵۷        | ۴                | ۵۰            | ۶                | حمل و نقل و انبارداری                                     |
| ۴۲/۸۶        | ۶                | ۵۸/۳۳         | ۵                | اطلاعات   |
| ۲۸/۵۷        | ۴                | ۵۰            | ۶                | مالی، بیمه، مستغلات، اجاره داری املاک (منقول و غیر منقول) |
| ۵۰           | ۷                | ۵۸/۳۳         | ۷                | خدمات کسب و کار   |
| ۴۲/۸۶        | ۶                | ۵۰            | ۶                | خدمات آموزشی، بهداشتی و تأمین اجتماعی                     |
| ۲۱/۴۳        | ۳                | ۵۰            | ۶                | هنر، سرگرمی، تفریح، اقامتگاه و خدمات رستوران              |
| ۲۸/۵۷        | ۴                | ۵۰            | ۶                | سایر خدمات به جز دولت                                     |
| ۸۵/۷۱        | ۱۲               | ۸/۳۳          | ۱                | خدمات دولتی   |
| ۴۳/۵۹        | ۶۸               | ۴۳/۵۹         | ۶۸               | کل  |

مأخذ: دی مسنارد<sup>۲</sup>

1- Eurostat 2008, pp. 325-326

2 - Mesnard(2011)

بخشی از مطالعات به روش های حذف عناصر منفی معطوف شده است. در این رابطه روشهای مختلفی ابداع شده است که مهمترین آنها روش آلمون، روش آرمسترانگ و روش استینج می باشد<sup>۱</sup>.

فارغ از اینکه چه روش هایی برای حذف عناصر منفی وجود دارد، باید به این نکته توجه داشت که بیشتر روش های فوق ما را از الگوی داده ستانده دور می کند. هوکسترا<sup>۲</sup> اشاره می کند که عناصر منفی را می توان با دستکاری داده هایی که خطای اندازه گیری، ناهمگنی و غیره دارند حذف نمود. راهنمای اتحادیه اروپا نیز از این فرایند برای حذف عناصر منفی استفاده کرده است که از آن به نوفه سفید<sup>۳</sup> یاد شده است. اما این روش فقط برای عناصر منفی کوچک کاربرد دارد. با این حال هنوز نظام حسابهای ملی، راهنمای اتحادیه اروپا و بسیاری از تحلیلگران به دلایل ایجاد عناصر منفی در جداول داده ستانده متقارن پی نبرده اند.

برخی از اقتصاد دانان بر این باور هستند که نباید جدول عرضه و مصرف را تغییر داد. دی مسنارد(۲۰۰۲)<sup>۴</sup> تلاش کرد این موضوع که چه عاملی باعث ایجاد عناصر منفی در جداول داده ستانده می شود را مورد آزمایش قرار دهد اما به نتیجه ای نرسید. با این وجود اکثر کشورها پایبند به نظریه تحریم شده کوپ یانسن و تن را<sup>۵</sup> هستند و جداول داده ستانده خود را بر اساس جداول داده ستانده متقارن محصول در محصول با تکنولوژی محصول بنا نهاده اند. به طور کلی الگوهای داده ستانده متقارن را با توجه به فرض تکنولوژی می توان در چهار گروه تقسیم بندی نمود که در جدول ۲ ارائه شده است.

۱- مهاجری، پریسا، بانوئی، علی اصغر، جلودار ممقانی، محمد، عباس شاکری و منوچهر عسگری، ۱۳۹۱.

2- Hoekstra( 2005)

3- White noise

4- Mesnard(2002)

5- Kop Jansen and ten Raa(1990)

در الگوهای  $A$  و  $C$  عناصر منفی ظاهر می‌شود. برای مدل  $A$ ، طبق میلر و بلیر (۲۰۰۹)<sup>۱</sup>، "ستانده هر فعالیت ناشی از محصول‌هایی به نسبت ثابت است" و ساختار نهاده هر محصول مستقل از فعالیتی است که آن را تولید کرده است. این فرض برای محصولات ثانویه کاربرد فراوان دارد اما برای برخی محصولات از جمله فعالیت نفت و گاز قابل استفاده نیست. این فرض نه تنها عناصر منفی را تولید می‌کند، بلکه جداول عرضه و مصرف آن نیز باید به شکل مربع باشد که این هم از دیگر محدودیت‌های ناشی از استفاده آن می‌باشد.<sup>۲</sup>

جدول ۲- الگوهای داده ستانده متقارن

| ساختار ثابت فروش  |   | تکنولوژی   |   | نوع فرض               |
|---|---|--|---|-----------------------|
| فعالیت در فعالیت  |   | محصول در محصول   |   | نوع جدول داده- ستانده |
| $D$   | $C$   | $B$  | $A$   | مدل                   |
| ساختار ثابت فروش محصول  | ساختار ثابت فروش فعالیت   | تکنولوژی فعالیت  | تکنولوژی محصول  | فرض                   |
| هر محصولی ساختار فروش مخصوص خود را دارد بدون توجه به اینکه این محصول توسط چه فعالیتی تولید شده است. | هر فعالیتی ساختار فروش مخصوص خود را دارد بدون توجه به ترکیب محصولات فروش رفته | هر صنعتی روش بخصوصی برای تولید دارد بدون توجه به ترکیب محصولات خود | هر محصول با روش مخصوص به خود تولید می‌شود بدون در نظر گرفتن اینکه این محصول توسط چه فعالیتی تولید شده است | توضیح                 |
| بدون عناصر منفی   | با عناصر منفی   | بدون عناصر منفی  | با عناصر منفی   | عناصر منفی            |

مأخذ: مسنارد (۲۰۱۱)<sup>۳</sup>

- 1- Miller, R. E. and Blair, P. D.(2009)
- 2- Eurostat (2008)
- 3- Mesnard(2011)

برای مدل  $B$  همانطوری که میلر و بلیر باور دارند "فرض بر این است که کل ستانده محصول  $[j]$  توسط فعالیت  $[i]$  با نسبت ثابتی تولید می شود." ساختار نهاده هر فعالیت مستقل از محصولی است که تولید شده است. این موضوع را متی و تن را (۱۹۹۷)<sup>۱</sup> نیز مورد توجه قرار داده اند به طوری که بیان می کنند: "مواد مورد نیاز هیچ ارتباطی به محصول اولیه و ثانویه ندارد" این فرض واقع بینانه برای صنعت و برای کوتاه مدت است. علاوه بر این در این فرض، سه اصل از چهار اصول باید برقرار باشند. تراز مالی، تغییر ناپذیری قیمت و مقیاس تولید. در مدل  $C$  ممکن است که عناصر منفی در جدول داده ستانده متقارن ظاهر شود اما در مدل  $D$  عناصر منفی ظاهر نمی شود.

مبحث جدیدی که اخیراً به آن توجه شده است بحث انتخاب فروض تکنولوژی مطابق رهیافت اقتصاد سنجی می باشد که مقاله حاضر نیز بر آن تمرکز دارد. به عبارت دیگر به جای آنکه بر عواقب انتخاب فروض تکنولوژی و بررسی دلایل ایجاد عناصر منفی تمرکز کنیم این سوال را پاسخ می دهیم که در چه شرایطی از فروض تکنولوژی باید استفاده کنیم. ادبیات این رهیافت با مقاله ای از کانتوچه و تن را (۲۰۱۳) شروع شده و به نظر می رسد این موضوع تحول اساسی برای تهیه جداول داده ستانده ایجاد نماید.

تجربه چندین ساله مرکز آمار ایران نشان می دهد که استفاده از فرض تکنولوژی در ایران نیز به سمت و سوی فروض تکنولوژی مختلط رفته است که بر اساس تشابه ترکیب نهاده ای کالای موجود در هر درایه به ترکیب نهاده ای گروه کالایی که آن را در بر می گیرد و یا به ترکیب نهاده ای بخشی که کالا در آن تولید می شود به دو ماتریس مختلف تخصیص داده می شود (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۶). این روش که برای جداول داده ستانده ۱۳۸۰ پیاده سازی شده است گرچه از طریقی غیر از رهیافت اقتصاد سنجی انجام شده است اما فرآیند آن در هاله ای از ابهام است. با این حال به نظر می رسد که رهیافت اقتصاد سنجی علاوه بر اینکه مقبولیت عمومی دارد از فرآیند مشخص علمی شناخته شده ای بهره می گیرد.

1- Matthey, J.P. and T. ten Raa (1997)

از طرف دیگر در مقدمه کتاب جدول داد ستانده ۱۳۸۰ آمده است<sup>۱</sup>: "تدوین جدول داده ستانده سال ۱۳۸۰ مرکز آمار عمدتاً از فرض تکنولوژی کالا با انجام تعدیلاتی براساس فرض تکنولوژی مختلط استفاده شده است". همانطوری که ملاحظه می‌شود گرچه بیش از ۵۰ درصد جدول داده ستانده از فرض تکنولوژی محصول تبعیت می‌کند اما درصد معین فرض تکنولوژی محصول و فعالیت آن مشخص نیست. این در حالی است که در رهیافت اقتصاد سنجی دقیقاً مشخص می‌شود که چند درصد جدول داده ستانده از فرض تکنولوژی محصول و چند درصد از فرض تکنولوژی فعالیت استفاده شده است (البته با این شرط که فقط در تهیه جداول داده ستانده از دو فرض تکنولوژی فعالیت و تکنولوژی محصول استفاده کنیم).

هدف از این مقاله ارائه راهکار برای گزینش فروض مناسب با بخش‌های مختلف اقتصادی به منظور حصول اطمینان از اینکه جداول نهایی عاری از خطای به‌کارگیری فروض نادرست است که می‌تواند تبعات منفی در کیفیت نتایج داشته باشد. این مقاله در نظر دارد به این سوال پاسخ دهد که برای انتقال محصولات فرعی، مناسب‌ترین فروض براساس معیار اقتصاد سنجی چیست؟ اهمیت این مقاله در آن است که نهادهای آماری می‌توانند از روش شناسی این مقاله برای تهیه جداول داده ستانده که برای اولین بار در ایران معرفی شده است استفاده نمایند.

## ۲- مرور ادبیات موضوع تحقیق

تنها مطالعه در خصوص آزمون فروض تکنولوژی توسط کانتوچه و تن‌را (۲۰۱۳) صورت گرفته است. این آزمون برای کشور اسپانیا (آندلوس) و در سطح ۴۳ محصول و ۴۷ رشته فعالیت انجام شد که سال مرجع آن ۱۹۹۵ است. در آن تحقیق ۲۷۹۳ معادله رگرسیون به‌منظور بررسی فرض تکنولوژی محصول و ۲۳۰۴ معادله رگرسیون برای بررسی فرض

تکنولوژی فعالیت برآورد شد. نتایج حاصل جالب توجه می‌باشد. به‌عنوان مثال ۸۲ درصد از نهاده‌های مورد نیاز شیلات و فعالیت‌های مرتبط با شیلات (به‌عنوان فعالیت اصلی) در مقایسه با سایر فعالیت‌هایی که شیلات و محصولات شیلاتی تولید می‌کنند (به‌عنوان فعالیت فرعی) از نسبت مشابهی برخوردار است. به‌همین دلیل ادعا شده است که در فعالیت شیلات فرض تکنولوژی محصول از اعتبار بالایی برخوردار است. البته این موضوع به داده‌های خرد هر کشور بستگی دارد و نمی‌توان آن را به سایر کشورها تعمیم داد.

جدول ۳- پارامترهای تخمینی آزمون فرض تکنولوژی محصول

| تعداد کارگاه | تعداد رشته فعالیتها | تعداد نهاده غیرصفر | محصولات                    |
|--------------|---------------------|--------------------|----------------------------|
| (r)          | (n)                 | (p)                |                            |
| ۱۶۸          | ۲                   | ۵۸                 | محصولات شیلات              |
| ۶۴           | ۳                   | ۵۶                 | محصولات پالایشگاهی         |
| ۱۴۷۰         | ۴                   | ۵۸                 | محصولات فولادی             |
| ۸۱۷          | ۵                   | ۵۷                 | کاغذ و خمیر کاغذ           |
| ۳۹۶          | ۴                   | ۶۵                 | کنسرو و حفظ ماهی و سبزیجات |

مأخذ: کانتوچه و تنرا (۲۰۱۳)

جدول ۴- پارامترهای تخمینی آزمون فرض تکنولوژی فعالیت

| تعداد انواع مختلف ستانده مشتمل بر ستانده ثانویه | تعداد کارگاهها    | تعداد نهاده‌های غیرصفر | محصولات                    |
|---|-------------------|------------------------|----------------------------|
| (m <sub>p</sub> )                               | (m <sub>j</sub> ) | (m <sub>i</sub> )      |                            |
| ۳   | ۱۷۳               | ۵۷                     | شیلات                      |
| ۴   | ۹                 | ۴۳                     | محصولات پالایشگاهی         |
| ۱۴  | ۱۰۸۷              | ۵۱                     | محصولات فولادی             |
| ۷   | ۵۱                | ۴۵                     | کاغذ و خمیر کاغذ           |
| ۱۲  | ۱۴۸               | ۵۷                     | کنسرو و حفظ ماهی و سبزیجات |

مأخذ: کانتوچه و تنرا (۲۰۱۳)

پارامترهای فروض تکنولوژی محصول  $(r, n, p)$  و پارامترهای فروض تکنولوژی فعالیت  $(m_i, m_j, m_p)$  در جدول ۳ و جدول ۴ آمده است. خلاصه نتایج فروض تکنولوژی محصول و فعالیت در جدول ۵ دیده می‌شود. همانگونه که مشاهده می‌شود، به استثنای کنسرو و نگهداری ماهی و سبزیجات بقیه رشته فعالیت‌ها از فرض تکنولوژی محصول تبعیت می‌کنند.

جدول ۵- مقایسه آزمون فرض تکنولوژی محصول و فعالیت

| فرض تکنولوژی<br>محصول (درصد) | فرض تکنولوژی<br>فعالیت (درصد) | محصولات                    |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| ۸۱/۰۳                        | ۴۲/۱۱                         | شیلات                      |
| ۷۳/۲۱                        | ۲۰/۹۳                         | محصولات پالایشگاهی         |
| ۳۱/۰۳                        | ۲۱/۵۷                         | محصولات فولادی             |
| ۴۹/۱۲                        | ۴۸/۸۹                         | کاغذ و خمیر کاغذ           |
| ۳۲/۳۱                        | ۶۸/۴۲                         | کنسرو و حفظ ماهی و سبزیجات |

مأخذ: کانتوچه و تن‌را (۲۰۱۳)

## ۲- گزینش فروض جداول داده ستانده

انتخاب نوع جدول داده ستانده یکی از مهم‌ترین موضوعات مورد توجه در نهادهای آماری می‌باشد. هرچند نظام حسابهای ملی ( $SNA_{93}$ ) از یک طرف به مزیت جدول داده ستانده محصول در محصول توجه داشته است، ولی از طرف دیگر به سادگی از کنار جدول داده ستانده فعالیت در فعالیت گذشته است تا اینکه در سال ۱۹۹۹ دستورالعمل تهیه جدول داده ستانده توسط سازمان ملل ارائه شد که در آن، درباره جدول داده ستانده فعالیت در فعالیت با جزئیات بیشتر بحث و بررسی شده است.<sup>۱</sup>

1- Rueda-Cantuche, J.M. and T. ten Raa, (2009)

دستورالعمل اتحادیه اروپا (۲۰۰۸)<sup>۱</sup> مدعی شد که جدول فعالیت در فعالیت مزیت کمتری نسبت به داده ستانده متقارن محصول در محصول دارد. در آن استدلال شده است که چون یک صنعت مجموعه‌ای از کارگاه‌ها است، تصویر واقع بینانه‌ای را از اقتصاد نشان نمی‌دهد. این دستورالعمل با در نظر گرفتن الگوهای داده ستانده، در پاراگراف ۴/۶۰ ادعا دارد که تحلیلگران علاقه‌ای به جدول داده ستانده متقارن فعالیت در فعالیت از خود نشان نمی‌دهند، زیرا تقاضای نهایی به‌ندرت برحسب ستانده فعالیت تحلیل می‌شود.<sup>۲</sup>

شاید یکی از دلایل اینکه هنوز برخی کشورها به سراغ تکنولوژی مختلط می‌روند سردرگمی در انتخاب نوع فرض باشد. طبق دی مسنارد (۲۰۱۱)<sup>۳</sup>، برای مثال، در آمریکا در سال‌های ۱۹۷۷، ۱۹۷۲، ۱۹۸۲، ۱۹۸۷ و ۱۹۹۲ از تکنولوژی مختلط (ترکیبی) استفاده شده است. طبق جیمین جو و دیگران (۲۰۰۲)<sup>۴</sup>، علت استفاده از روش جایگزین در این کشور، اجتناب از عناصر منفی بوده است.

با افزایش اقبال عمومی به جدول داده ستانده متقارن فعالیت در فعالیت، نظام حسابهای ملی ۲۰۰۸، دو فصل جداگانه‌ای را به این بحث اختصاص داده است. با این وجود، نه نظام حساب‌های ملی و نه دستورالعمل داده ستانده اتحادیه اروپا به چگونگی انتخاب الگوی داده-ستانده نپرداخته است. دستورالعمل اتحادیه اروپا انتخاب نوع الگوی داده-ستانده را در اختیار هر کشور با توجه به هدف و تحلیل آن قرار داده است. این دستورالعمل نیز همانند نظام حسابهای ملی SNA<sub>93</sub> برای محصولات همگن الگوی داده ستانده فعالیت در فعالیت را پذیرفته است (پاراگراف ۳۱). در بخشی از این دستورالعمل آمده است که جدول محصول در محصول برای تحلیل بهره‌وری و تکنولوژی‌های جدید، مقایسه ساختار هزینه‌ها، سیاست انرژی و سیاست محیط زیست مفید است، در حالی که جدول فعالیت در فعالیت برای تحلیل مسائلی مانند اصلاحات مالیاتی و سیاست‌های پولی و

1- Eurostat(2008)

2- <http://www.idescat.cat/sort/sort35,1,2/351.cantuche.pdf>

3- Mesnard(2011)

4- Jiemin Guo and *et.al.*(2002)

مالی کاربرد دارد. برخلاف دستورالعمل اتحادیه اروپا، نظام حسابهای ملی تنها به برخی نکات کلی بسنده کرده و اینکه چه نوع الگویی برای چه نوع تحلیلی باید مورد محاسبه قرار گیرد اشاره‌ای نداشته است. طبق اتحادیه اروپا (۲۰۰۸)<sup>۱</sup>، در صفحه ۳۰۹ این دستورالعمل آمده است "نوع جداولی که معیارهای کیفیت مورد نیاز نهادهای آماری را دارا باشند، جدول فعالیت در فعالیت بر پایه فرض ساختار ثابت فروش محصول است و جدول مقارن محصول در محصول بر پایه فرض تکنولوژی محصول است. این نتیجه‌گیری در اثر تجاری که حاصل شده است، این کشورها به دست آورده اند."

به‌طور کلی می‌توان گفت که انتخاب نوع جدول داده ستانده موضوع اصلی دستورالعمل اتحادیه اروپا (نسخه ۱۹۹۵ و ۲۰۰۸) نبوده است گرچه در نسخه ۲۰۰۸ اتحادیه اروپا چشم انداز مشخص‌تری نسبت به نظام حسابهای ملی ارائه داده است. به‌هر حال چنان به نظر می‌رسد که یک استاندارد قوی برای ارتباط بین جداول عرضه و مصرف و جداول مقارن مورد نیاز باشد.

### ۳- پایه‌های نظری و کاربرد تجربی آزمون فروض تکنولوژی

به‌طور معمول در هر فعالیت اقتصادی بیش از یک محصول تولید می‌شود؛ محصول اصلی، و محصولات فرعی. این محصول(های) فرعی ممکن است محصول اصلی در فعالیت دیگری از اقتصاد باشد. فروض تکنولوژی (محصول و فعالیت) راه‌کاری برای انتقال محصولات فرعی تولید شده از هر فعالیت به فعالیت دیگری است که در آن به‌عنوان محصول اصلی تولید می‌گردد. برای محاسبه جداول داده ستانده مقارن فعالیت در فعالیت، لازم است که هر فعالیت متناسب به یک محصول یا گروه محصول (اصلی) باشد و محصول(های) فرعی از آن فعالیت به فعالیت اصلی خودش منتقل شود.

### ۳-۱- پایه های نظری

فرض کنید در یک فعالیت، طبق جدول (۶) دو گروه محصول متفاوت (کشاورزی و صنعتی) تولید گردد. طبق این جدول، ۱۳۰ واحد محصول کشاورزی و ۲۰ واحد محصولات صنعتی تولید شده است. به عبارت دیگر، در فعالیت کشاورزی علاوه بر محصول اصلی<sup>۱</sup> (محصولات کشاورزی)، محصول فرعی<sup>۲</sup> (محصولات صنعتی) هم تولید شده است.

جدول ۶- عرضه (ستانده)

| عرضه (ستانده کل) |              |                | فعالیت<br>محصول      |
|------------------|--------------|----------------|----------------------|
| کل ستانده        | فعالیت صنعتی | فعالیت کشاورزی |                      |
| ۱۳۰              | ۰            | ۱۳۰            | ارزش محصولات کشاورزی |
| ۲۲۰              | ۲۰۰          | ۲۰             | ارزش محصولاتی صنعتی  |
| ۰                | ۰            | ۰              | ارزش برق             |
| ۰                | ۰            | ۰              | ارزش آب              |
| ۳۵۰              | ۲۰۰          | ۱۵۰            | جمع ارزش ستانده      |

مأخذ: اتحادیه اروپا (۲۰۰۸)<sup>۳</sup>

از طرف دیگر فرض بر این است که در این دو فعالیت اقتصادی، علاوه بر محصولات کشاورزی و صنعتی، برق و آب هم مصرف می شود. همانگونه که در جدول (۷) مشاهده می شود، در فعالیت کشاورزی برای تولید ۱۵۰ واحد محصول (۲۰ واحد محصول صنعتی و ۱۳۰ واحد محصول کشاورزی)، صفر واحد محصولات کشاورزی، ۶۰ واحد محصولات صنعتی، ۶۰ واحد برق و ۳۰ واحد آب مورد نیاز است.

- 1- Primary Production
- 2- Secondary production
- 3- Eurostat(2008)

جدول ۷- مصرف واسطه

| مصرف واسطه (ساختار هزینه) |             |                | فعالیت<br>محصول |
|---------------------------|-------------|----------------|-----------------|
| کل نهاد                   | فعالیت صنعت | فعالیت کشاورزی |                 |
| ۸۰                        | ۸۰          | ۰              | محصولات کشاورزی |
| ۹۰                        | ۳۰          | ۶۰             | محصولاتی صنعتی  |
| ۸۰                        | ۲۰          | ۶۰             | برق             |
| ۱۰۰                       | ۷۰          | ۳۰             | آب              |
| ۳۵۰                       | ۲۰۰         | ۱۵۰            | جمع ارزش نهاد   |

مأخذ: اتحادیه اروپا (۲۰۰۸)

جدول ۸- مصرف واسطه (سهم نهادها)

| مصرف واسطه (سهم نهادها) |             |                | فعالیت<br>محصول     |
|-------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| کل نهاد                 | فعالیت صنعت | فعالیت کشاورزی |                     |
| ۰/۴                     | ۰/۴         | ۰              | محصولات کشاورزی     |
| ۰/۵۵                    | ۰/۱۵        | ۰/۴            | محصولاتی صنعتی      |
| ۰/۵                     | ۰/۱         | ۰/۴            | برق                 |
| ۰/۵۵                    | ۰/۳۵        | ۰/۲            | آب                  |
|                         | ۱           | ۱              | جمع سهم ارزش نهادها |

مأخذ: اداره آمار اتحادیه اروپا (۲۰۰۸)

با کمی تفکر می‌توان دریافت که برای تولید ۲۰۰ واحد محصول صنعتی در فعالیت صنعتی، ۸۰ واحد محصولات کشاورزی، ۳۰ واحد محصولات صنعتی، ۲۰ واحد برق و ۷۰ واحد آب (جمعاً ۲۰۰ واحد نهاد) مورد نیاز است. اگر فرض تکنولوژی محصول برقرار باشد به این معنی خواهد بود که به همان نسبتی که برای تولید محصول صنعتی در فعالیت صنعتی استفاده شده است، می‌بایست طبق جدول (۸) به همان نسبت برای تولید محصول صنعتی در فعالیت کشاورزی از نهادها استفاده شود (یعنی برای تولید هر واحد محصول صنعتی ۰/۴ واحد محصول کشاورزی، ۰/۱۵ واحد محصولات صنعتی، ۰/۱ واحد برق و

۰/۳۵ واحد آب مورد نیاز است). به عبارت دیگر برای تولید ۲۰ واحد محصول صنعتی در فعالیت کشاورزی به ۸ واحد محصول کشاورزی، ۳ واحد محصول صنعتی، ۲ واحد برق و ۷ واحد آب مورد نیاز است. بنابراین به منظور جابجایی محصول صنعتی از فعالیت کشاورزی به فعالیت صنعتی (فعالیت اصلی خودش) لازم است نهادها های مرتبط نیز از فعالیت کشاورزی طبق جدول (۹) به سمت فعالیت صنعتی منتقل گردد.

جدول ۹- نقل و انتقال مطابق فرض تکنولوژی محصول

| جدول عرضه             |                |                   | فعالیت<br>محصول    | جدول مصرف واسطه   |                   |     | فعالیت<br>محصول    |
|-----------------------|----------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----|--------------------|
| (انتقال ستانده صنعتی) |                |                   |                    | (انتقال نهاده‌ها) |                   |     |                    |
| کل<br>ستانده          | فعالیت<br>صنعت | فعالیت<br>کشاورزی | کل<br>نهاده        | فعالیت<br>صنعت    | فعالیت<br>کشاورزی |     |                    |
| ۰                     | ۰              | ۰                 | محصولات<br>کشاورزی | ۰                 | ۸                 | -۸  | محصولات<br>کشاورزی |
| ۰                     | ۲۰             | -۲۰               | محصولات<br>صنعتی   | ۰                 | ۳                 | -۳  | محصولات<br>صنعتی   |
| ۰                     | ۰              | ۰                 | برق                | ۰                 | ۲                 | -۲  | برق                |
| ۰                     | ۰              | ۰                 | آب                 | ۰                 | ۷                 | -۷  | آب                 |
| ۰                     | ۲۰             | -۲۰               | جمع ارزش<br>ستانده |                   | ۲۰                | -۲۰ | جمع ارزش<br>نهاده  |

مأخذ: اداره آمار اتحادیه اروپا (۲۰۰۸)

مطابق فرض تکنولوژی محصول جداول عرضه و مصرف مطابق جدول (۱۰) محاسبه می شوند. نکته قابل توجه در این نقل و انتقالات آن است که عناصر منفی (منفی ۸ واحد) در مصرف نهاده محصولات کشاورزی در فعالیت کشاورزی دیده می شود که به لحاظ اقتصادی توجیه ندارد.

جدول ۱۰- ماتریس نهایی عرضه و مصرف مطابق فرض تکنولوژی محصول

| جدول عرضه (ستانده کل) |                |                   | فعالیت<br>محصول    | جدول مصرف واسطه |                |                   | فعالیت<br>محصول    |
|-----------------------|----------------|-------------------|--------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------|
| کل<br>ستانده          | فعالیت<br>صنعت | فعالیت<br>کشاورزی |                    | کل<br>نهاده     | فعالیت<br>صنعت | فعالیت<br>کشاورزی |                    |
| ۱۳۰                   | ۰              | ۱۳۰               | محصولات<br>کشاورزی | ۸۰              | ۸۸             | -۸                | محصولات<br>کشاورزی |
| ۲۲۰                   | ۲۲۰            | ۰                 | محصولاتی<br>صنعتی  | ۹۰              | ۳۳             | ۵۷                | محصولاتی<br>صنعتی  |
| ۰                     | ۰              | ۰                 | برق                | ۸۰              | ۲۲             | ۵۸                | برق                |
| ۰                     | ۰              | ۰                 | آب                 | ۱۰۰             | ۷۷             | ۲۳                | آب                 |
| ۳۵۰                   | ۲۲۰            | ۱۳۰               | جمع ارزش<br>ستانده |                 | ۲۲۰            | ۱۳۰               | جمع ارزش<br>نهاده  |

مأخذ: اداره آمار اتحادیه اروپا (۲۰۰۸)

اگر فرض تکنولوژی فعالیت برقرار باشد، به این معنی خواهد بود که مانند جدول (۱۱) به نسبت تولید محصول صنعتی و کشاورزی در فعالیت کشاورزی (۸۷٪ محصولات کشاورزی و ۱۳٪ محصولات صنعتی)، به همان نسبت نهاده مصرف می‌شود (یعنی ۱۳ درصد از نهاده‌ها در فعالیت کشاورزی برای تولید صنعتی است). به عبارت دیگر برای تولید ۲۰ واحد محصول صنعتی در فعالیت کشاورزی به ۰ واحد محصول کشاورزی، ۸ واحد محصول صنعتی، ۸ واحد برق و ۴ واحد آب نیاز است. بنابراین برای جابجایی محصول صنعتی از فعالیت کشاورزی به فعالیت صنعتی (فعالیت اصلی خودش) لازم است نهاده‌های مرتبط نیز از فعالیت کشاورزی به سمت فعالیت صنعتی منتقل شود.

جدول (۱۲) نقل و انتقالات در جداول و عرضه و مصرف را مطابق فرض تکنولوژی فعالیت نشان می‌دهد.

جداول نهایی عرضه و مصرف مطابق فرض تکنولوژی فعالیت به صورت جدول (۱۳) در می آید. نکته قابل توجه در این نقل و انتقال آن است که عناصر منفی در مصرف نهاده محصولات کشاورزی در فعالیت کشاورزی دیده نمی شود.

جدول ۱۱- عرضه سهم ستانده ها

| عرضه (ستانده کل) |          |             | فعالیت<br>محصول |
|------------------|----------|-------------|-----------------|
| کل ستانده        | بخش صنعت | بخش کشاورزی |                 |
| ۰/۸۷             | ۰/۰۰     | ۰/۸۷        | محصولات کشاورزی |
| ۱/۱۳             | ۱/۰۰     | ۰/۱۳        | محصولاتی صنعتی  |
| ۰/۰۰             | ۰/۰۰     | ۰/۰۰        | برق             |
| ۰/۰۰             | ۰/۰۰     | ۰/۰۰        | آب              |
| ۲/۰۰             | ۱/۰۰     | ۱/۰۰        | جمع ارزش ستانده |

مأخذ: اداره آمار اتحادیه اروپا (۲۰۰۸)

جدول ۱۲- نقل و انتقالات مطابق فرض تکنولوژی فعالیت

| جدول عرضه (ستانده کل) |             |                | فعالیت<br>محصول | جدول مصرف واسطه |             |                | فعالیت<br>محصول |
|-----------------------|-------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------|----------------|-----------------|
| کل ستانده             | فعالیت صنعت | فعالیت کشاورزی |                 | کل نهاده        | فعالیت صنعت | فعالیت کشاورزی |                 |
| ۰                     | ۰           | ۰              | محصولات کشاورزی | ۰               | ۰           | ۰              | محصولات کشاورزی |
| ۰                     | ۲۰          | -۲۰            | محصولات صنعتی   | ۰               | ۸           | -۸             | محصولات صنعتی   |
| ۰                     | ۰           | ۰              | برق             | ۰               | ۸           | -۸             | برق             |
| ۰                     | ۰           | ۰              | آب              | ۰               | ۴           | -۴             | آب              |
| ۰                     | ۲۰          | -۲۰            | جمع ارزش ستانده |                 | ۲۰          | -۲۰            | جمع ارزش نهاده  |

مأخذ: اداره آمار اتحادیه اروپا (۲۰۰۸)

جدول ۱۳- ماتریس نهایی عرضه و مصرف مطابق فرض تکنولوژی فعالیت

| جدول عرضه (ستانده کل) |             |                | فعالیت / محصول  | جدول مصرف واسطه |             |                | فعالیت / محصول  |
|-----------------------|-------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------|----------------|-----------------|
| کل ستانده             | فعالیت صنعت | فعالیت کشاورزی |                 | کل نهاده        | فعالیت صنعت | فعالیت کشاورزی |                 |
| ۱۳۰                   | ۰           | ۱۳۰            | محصولات کشاورزی | ۸۰              | ۸۰          | ۰              | محصولات کشاورزی |
| ۲۲۰                   | ۲۲۰         | ۰              | محصولاتی صنعتی  | ۹۰              | ۳۸          | ۵۲             | محصولاتی صنعتی  |
| ۰                     | ۰           | ۰              | برق             | ۸۰              | ۲۸          | ۵۲             | برق             |
| ۰                     | ۰           | ۰              | آب              | ۱۰۰             | ۷۴          | ۲۶             | آب              |
| ۳۵۰                   | ۲۲۰         | ۱۳۰            | جمع ارزش ستانده |                 | ۲۲۰         | ۱۳۰            | جمع ارزش نهاده  |

مأخذ: اداره آمار اتحادیه اروپا (۲۰۰۸)

فرض کنید ماتریس مصرف  $U = (u_{ij})$  شامل محصولات  $i = (1, 2, 3, \dots, n)$  باشد که در رشته فعالیت  $j$  مصرف شده است. همچنین ماتریس عرضه  $V = (v_{ji})$  را تعریف می‌کنیم که محصولات  $i$  در رشته فعالیت‌های  $j$  تولید شده است. براساس تعریف اتحادیه اروپا ضرایب داده ستانده محصول در محصول به صورت زیر قابل تعریف است.

$$a_{ij} = \frac{u_{ij} - \sum_{k \neq j} a_{ijk} v_{jk} + \sum_{k \neq j} a_{ikj} v_{kj}}{\sum_k v_{kj}} \quad (1)$$

که در آن  $a_{ij}$  مقدار تولید  $i$  است که در فعالیت  $j$  مصرف شده تا یک واحد از محصول  $k$  به دست آید.

## ۳-۱-۱- فرض تکنولوژی محصول

در فرض تکنولوژی محصول ادعا بر این است که هر محصول با تکنولوژی مخصوص به خود محصول تولید می شود بدون در نظر گرفتن اینکه این محصول در چه فعالیتی تولید شده باشد:

$$a_{ijk} = a_{ik}^{PT} \quad \text{برای همه } j \quad (2)$$

با جایگزینی معادله ۲ در معادله ۱، معادله مشهور تکنولوژی محصول حاصل می گردد؛

$$u_{ij} = \sum_k a_{ik}^{PT} v_{jk} \quad (3)$$

## ۳-۱-۲- فرض تکنولوژی فعالیت

در فرض تکنولوژی فعالیت ادعا می شود که هر فعالیتی ساختار نهاده خاص خود را دارد. برای هر فعالیت می توان ستون ضرایب نهاده منظور کرد که مخصوص آن صنعت می باشد. حتی اگر ترتیب ستانده صنعت تغییر یابد، نسبت نهاده ای که مورد استفاده قرار می گیرد تغییر پیدا نمی کند و این نکته بسیار مهم است. فرض تکنولوژی فعالیت بهترین کاربرد برای مواردی است که در آن محصولات جانبی و فرعی تولید می شود. چون در این موارد محصولات مختلف با یک فرآیند تولید می شوند. ماتریس انتقال برای فرض تکنولوژی فعالیت به صورت زیر است؛

$$a_{ij} = a_{ij}^{IT} \quad \text{برای همه } k \quad (4)$$

با جایگذاری معادله ۱ در معادله ۴ خواهیم داشت:

$$u_{ij} = \alpha_{ij}^{IT} \sum_k v_{jk} \quad (5)$$

ایده ای که در این مقاله عنوان می شود آن است که یک جمله خطا (*Error term*) به آخر معادله ۳ و ۵ اضافه می کند و بدین صورت آنرا به صورت یک ضریب رگرسیون معرفی می کند. در این رگرسیون نهاده را بر ستانده در سطح کارگاه رگرس می کند. اگر

در بین کارگاه‌هایی که در یک فعالیت تقسیم بندی می‌شوند، ضرایب نهاده‌ها یکسان بود در این صورت فرض تکنولوژی محصول تأیید می‌شود. تحمیل این تساوی مجموع مربعات پسماند را افزایش خواهد داد و این افزایش توسط تابع توزیع  $F$  اندازه‌گیری می‌شود. این روش و فرآیند برای تکنولوژی فعالیت هم قابل استفاده است.

به عنوان مثال فرض کنید که ۱۰۰ کارگاه انتخاب شوند که ۲۵ تای آن در زمینه کشاورزی، ۱۵ تای آن در تولید گوشت و ۶۰ تا در تولید پنیر فعالیت دارند. بنابراین اگر فرض تکنولوژی محصول را در نظر بگیریم به این معنی خواهد بود که مثلاً سهم نهاده شیر در ۱۰۰ کارگاه<sup>۱</sup> تولیدی یکسان است. اگر ما قبول کنیم که برای تولید پنیر، تکنولوژی‌های مختلف وجود دارد در این صورت سهم نهاده شیر در رشته فعالیت‌های مختلف متفاوت خواهد بود.

به منظور آزمون فرض تکنولوژی فعالیت، فرض کنید که ۱۰۰ کارگاه تولید انتخاب شده‌اند که فعالیت اصلی آنها تولید گوشت و فرآورده‌های گوشتی می‌باشند. برخی کارگاه‌ها در فعالیت دامداری و تولید روغن حیوانی اشتغال دارند. همه کارگاه‌ها از محصولات پلاستیکی استفاده می‌کنند. اگر فرض تکنولوژی فعالیت برای دامداری و روغن حیوانی در نظر بگیریم نسبت نهاده پلاستیک به کل ستانده فعالیت گوشت (مشمول بر فعالیت اصلی و ثانویه) می‌بایست برای همه فعالیت‌های مشابه نسبت نهاده به ستانده اصلی باشد در غیر این صورت فرض تکنولوژی فعالیت رد می‌شود.

فرض کنید که  $m(>c)$ <sup>۲</sup> تعداد کل کارگاه،  $m_1$  تعداد کارگاه که در فعالیت ۱ مشغول به فعالیت هستند و  $m_2$  تعداد کارگاه‌های که در فعالیت ۲ مشغول هستند

$$\text{به طوری که: } m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n$$

در این صورت فرضیه  $H_0$  را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$H_0 : a_{ik}^{PT}(j) = a_{ik}^{PT} \quad \text{برای همه } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

که در آن  $a_{ik}^{PT}(j)$  ضریب فنی  $a_{ik}^{PT}$  زامین جمله معادله ۳ می باشد که تحت آن فرض تکنولوژی محصول برآورد می شود. با اجرای رگرسیون های مرتبط با فرض تکنولوژی محصول و تکنولوژی فعالیت، برآورد نهاده مربوطه حاصل می شود (سمت چپ معادله) که تفاوت بین مقدار واقعی با مقدار برآورد شده که به آن جمله اخلال می گویند. با محاسبه مجموع مربعات پسماند  $RSS$  از دو رگرسیون مختلف و قرار دادن آن در تابع توزیع  $F$  می توان  $H_0$  را آزمون کرد. با فرض اینکه برای همه رشته فعالیت ها ساختار نهاد مشابه هم هستند و در نتیجه می توان یک رگرسیون مقید را برای همه کارگاه ها ( $r$  تا کارگاه) در نظر گرفت که به آن مدل مقید می نامند. رگرسیون مقید هم شامل رگرسیون هایی هستند که با  $n$  قید یا معادله که همه آنها باید به صورت مستقل برآورد شود.

$$u_{ij} = \sum_k a_{ik} v_{jk}$$

$$H_0 : a_{ijk} = a_{ik} \rightarrow H_0 : a_{ik}(j) = a_{ik}$$

وقتی  $i = 1$  باشد در این صورت داریم:

$$u_{11} = a_{11}v_{11} + a_{12}v_{12} + a_{13}v_{13} + \dots + a_{1k}v_{1k} + \epsilon_{11} \quad (1) \quad j = 1$$

$$u_{12} = a_{11}v_{21} + a_{12}v_{22} + a_{13}v_{23} + \dots + a_{1k}v_{2k} + \epsilon_{12} \quad (2) \quad j = 2$$

$$u_{13} = a_{11}v_{31} + a_{12}v_{32} + a_{13}v_{33} + \dots + a_{1k}v_{3k} + \epsilon_{13} \quad (3) \quad j = 3$$

$$\dots \quad \dots + \dots + \dots + \dots + \dots$$

$$u_{1j} = a_{11}v_{j1} + a_{12}v_{j2} + a_{13}v_{j3} + \dots + a_{1k}v_{jk} + \epsilon_{1j} \quad (J) \quad j = j$$

برای  $i = 2$  نیز داریم

$$u_{21} = a_{21}v_{11} + a_{22}v_{12} + a_{23}v_{13} + \dots + a_{2k}v_{1k} + \epsilon_{21} \quad j = 1$$

$$u_{22} = a_{21}v_{21} + a_{22}v_{22} + a_{23}v_{23} + \dots + a_{2k}v_{2k} + \epsilon_{22} \quad j = 2$$

$$u_{23} = a_{21}v_{31} + a_{22}v_{32} + a_{23}v_{33} + \dots + a_{2k}v_{3k} + \epsilon_{23} \quad j = 3$$

$$\dots \quad \dots + \dots + \dots + \dots + \dots$$

$$u_{2j} = a_{21}v_{j1} + a_{22}v_{j2} + a_{23}v_{j3} + \dots + a_{2k}v_{jk} + \epsilon_{2j} \quad j = j$$

فرض تکنولوژی محصول به این مفهوم است که مثلاً وقتی  $i = 1$  می باشد در این صورت ضرایب معادلات ۱م تا معادلات  $j$ ام (معادلات نامقید) با ضرایب معادلات تجمیع شده (معادله مقید) تفاوت معناداری ندارند. برای  $i = 2, 3, 4 \dots i$  نیز همین ادعا باید ثابت شود. برای آزمون این فرض، متغیر وابسته (نهاده  $i$ ام) را بر متغیرهای توضیحی (ستانده‌ها به تفکیک محصول) به تفکیک هر گروه فعالیت (رشته فعالیت) رگرس می کنیم که به آن رگرسیون نامقید گفته می شود. انتظار می رود به تعداد رشته فعالیت ( $J$ )، معادله رگرسیونی و به همان تعداد  $RSS$  داشته باشیم. شکل کلی رگرسیون نامقید درحالی که  $i = 1$  باشد به صورت زیر است که در آن  $k$  ستانده می باشد بدون توجه به اینکه در کدام رشته فعالیت تولید شده است.

$$u_{11} = a_{11}v_{11} + a_{12}v_{12} + \dots + a_{1k}v_{1k} + \varepsilon_{11} \rightarrow RSS_{11}$$

$$u_{12} = a_{11}v_{j1} + a_{12}v_{j2} + \dots + a_{1k}v_{jk} + \varepsilon_{12} \rightarrow RSS_{12}$$

$$u_{13} = a_{11}v_{31} + a_{12}v_{32} + \dots + a_{1k}v_{3k} + \varepsilon_{13} \rightarrow RSS_{13}$$

.....

$$u_{1j} = a_{11}v_{j1} + a_{12}v_{j2} + \dots + a_{1k}v_{jk} + \varepsilon_{1j} \rightarrow RSS_{1j}$$

برای نهاده‌های دیگر نیز به همین ترتیب باید معادله رگرسیونی پیاده‌سازی شود.

شکل رگرسیون مقید در حالی که  $i = 1$  باشد به صورت زیر نوشته می شود که فقط یک معادله رگرسیونی می باشد.

$$\sum_j u_{1j} = a_{11} \sum_j v_{j1} + a_{12} \sum_j v_{j2} + a_{13} \sum_j v_{j3} + \dots + a_{1k} \sum_j v_{jk} + \left[ \sum_j \varepsilon_{1j} = \psi_1 \right]$$

می توان معادله فوق را برای نهاده اول به صورت زیر نوشت. پس انتظار می رود که به تعداد نهاده‌ها معادله رگرسیونی داشته باشیم.

$$U_1 = a_{11}V_1 + a_{12}V_2 + \dots + a_{1k}V_k + \psi_1 \rightarrow RSS_{C1}$$

با در نظر گرفتن مجموع مربعات پسماند رگرسیون مقید  $RSS_C$  و رگرسیون غیر

مقید  $RSS$  می توان تابع توزیع  $F$  را به صورت زیر محاسبه نمود.

$$F_{(n-1),m-n} = \frac{(RSS_C - (RSS_1 + RSS_2 + \dots + RSS_n)) / (n-1)}{(RSS_1 + RSS_2 + \dots + RSS_n) / (r-n)}$$

در صورتی که مقدار آماره  $F$  در ناحیه بحرانی قرار گیرد فرض تکنولوژی محصول رد می شود.

در فرض تکنولوژی فعالیت فرض  $H_0$  زیر را به این صورت می توان نگاشت که در آن  $a_{ij}^{IT}(k)$  ضریب فنی  $k$  امین جمله معادله ۵ می باشد.

(۶)

$$H_0 : a_{ij}^{IT}(k) = a_{ij}^{IT} \quad k = 1, 2, \dots, ms$$

شکل کلی معادله رگرسیون به صورت زیر است.

$$u_{ijl} = a_{ij} v_{j1l} + \dots + a_{ij} v_{jpl} + \varepsilon_{ij}$$

که در آن مقدار محصول  $(k)$  تولید شده (اصلی و ثانویه) توسط فعالیت  $j$  و  $u$  مصرف نهاده  $i$  توسط فعالیت  $j$  برای کل تولید خود است. هنگامی فرض تکنولوژی فعالیت برقرار است که همه ضرایب رگرسیون بالا با هم برابر باشند. به همین منظور مصرف نهاده  $i$  توسط فعالیت  $j$  روی ستانده اصلی و ثانویه آن رگرس می کنیم.

در صورتی که فرض تکنولوژی فعالیت برقرار باشد شکل کلی معادله رگرسیون به صورت زیر خواهد بود.

$$u_{ij} = a_{ij} (v_{j1} + v_{j2} + v_{j3} + \dots + v_{jk}) + \varepsilon_{ij}$$

به عنوان مثال برای  $i=1$  داریم:

$$u_{11} = a_{11} (v_{11} + v_{12} + v_{13} + \dots + v_{1k}) + \varepsilon_{11}$$

$$u_{12} = a_{12} (v_{21} + v_{22} + v_{23} + \dots + v_{2k}) + \varepsilon_{12}$$

$$u_{13} = a_{13} (v_{31} + v_{32} + v_{33} + \dots + v_{3k}) + \varepsilon_{13}$$

.....

$$u_{1j} = a_{1j} (v_{j1} + v_{j2} + v_{j3} + \dots + v_{jk}) + \varepsilon_{1j}$$

در اقتصاد سنجی کلاسیک معمولاً از آزمون  $F$  برای آزمون برابری ضرایب رگرسیون با رفتار منعطف استفاده می‌شود. با  $q$  معادله مستقل در رابطه ۶،  $m_j$  مشاهدات (تعداد کارگاه‌هایی که در فعالیت  $j$  حضور دارند) و  $m_s$  تعداد متغیرهای توضیحی (تعداد ستانده ثانویه) می‌توان آماره  $F$  را به صورت زیر تعریف کرد.

$$q = (m_s - 1)$$

$$F_{(m_s-1), m_j - m_s} = \frac{(\mathbb{R}\hat{\beta} - r) [\mathbb{R}(X'X)^{-1}\mathbb{R}']^{-1} (\mathbb{R}\hat{\beta} - 1) / (m_s - 1)}{(RSS) / (m_j - m_s)}$$

که در آن  $X$  ماتریس متغیرهای توضیح دهنده،  $RSS$  مجموع مربعات پسماند و  $r$ ،  $R$  و  $\beta$  به صورت زیر است.

$$\mathbb{R} = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & -1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & -1 \end{vmatrix}_{(m_s-1) \times m_s}$$

$$r = \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} a_{ij}^{IT}(1) \\ \vdots \\ a_{ij}^{IT}(m_s) \end{pmatrix}$$

در صورتی که آماره مورد نظر در ناحیه بحرانی قرار گیرد یعنی فرض تکنولوژی فعالیت رد می‌شود و این بدان معنی است که در رشته فعالیت مورد نظر برای انتقال محصولات ثانویه نباید از فرض تکنولوژی فعالیت استفاده شود.

## ۳-۲- کاربرد تجربی آزمون فرضیه تکنولوژی

در این مقاله از داده های خرد کارگاهی طرح آماری داده - ستانده سال ۱۳۹۰ شامل تعداد ۶۸۶۱ کارگاه صنعتی ۱۰ نفر به بالا استفاده شده است<sup>۱</sup>. این کارگاه ها طبق جدول ۱۴ در ۱۱ بخش جدا گانه تقسیم بندی شده اند<sup>۲</sup>.

جدول ۱۴- توزیع بخش ها به تفکیک فعالیت

| کد بخش | نام بخش  |
|--------|--|
| بخش ۱۳ | ساخت محصولات غذایی   |
| بخش ۱۷ | ساخت منسوجات   |
| بخش ۱۸ | ساخت قالی و قالیچه   |
| بخش ۲۲ | ساخت کاغذ و محصولات کاغذی  |
| بخش ۲۵ | ساخت مواد شیمیایی و فرآورده های شیمیایی                              |
| بخش ۲۷ | ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک                                     |
| بخش ۲۹ | ساخت محصولات کانی غیرفلزی طبقه بندی نشده در جای دیگر                 |
| بخش ۳۴ | ساخت، تعمیر و نصب محصولات فلزی ساخته شده، به جز ماشین آلات و تجهیزات |
| بخش ۳۶ | ساخت، تعمیر و نصب تجهیزات برقی                                       |
| بخش ۳۷ | ساخت، تعمیر و نصب ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر    |
| بخش ۳۸ | ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلو نیم تریلر                             |

مأخذ: دستورالعمل سازمان ملل در خصوص طبقه بندی ISIC<sub>4</sub>

کارگاه های مورد مطالعه به طور مشترک از ۵۴ نوع اقلام مصرفی واسطه ای استفاده و ۱۱ نوع گروه محصول را تولید نموده اند. همانطوری که اشاره شد در فرض تکنولوژی محصول این ادعا وجود دارد که ساختار هزینه تولید هر محصول در بخش های مختلف یکسان است و هیچ تفاوتی بین آنها وجود ندارد. برای آزمون این ادعا هر یک از نهاده ها

۱- مرکز آمار ایران (۱۳۹۲)

۲- این طبقه بندی بر اساس دستورالعمل ISIC<sub>4</sub> که توسط سازمان ملل منتشر شده است صورت گرفته است.

بر حسب ستانده‌های هر بخش برآورد و مجموع مربعات پسماند آن ( $RSS^1$ ) به دست آمد. بنابراین، به تعداد نهاده (۵۲ نهاده) ضرب در تعداد بخش (۱۱ بخش) یعنی ۵۷۲ رگرسیون تشکیل و برآورد شده تا  $RSS$  متناظر با هر یک به دست آید. برای اجرای آزمون از آماره  $F$  بر اساس  $RSS$  هر نهاده در بخش‌های مختلف و  $RSS$  کل صنعت استفاده شده است. اگر مقدره آماره  $F$  در مقایسه با نقطه بحرانی متناظر با سطح معناداری مورد نظر آزمون (۵٪) کمتر بوده باشد فرضیه  $H_0$  مبنی بر اینکه تکنولوژی محصول برقرار است، پذیرش شده است. در این راستا، نتایج آزمون‌ها در جدول (۱۵) منعکس شده است.

جدول ۱۵- توزیع کارگاه‌ها به تفکیک فعالیت

| بخش (فعالیت)   | تعداد کارگاه | تعداد نهاده | تعداد ستانده | مجموع مربعات پسماند |
|--|--------------|-------------|--------------|---------------------|
| ۱ ساخت محصولات غذایی   | ۴۶۹          | ۱۱۰         | ۱۰           | ۱۰۹۵۷۴۱/۵           |
| ۲ ساخت منسوجات   | ۵۶۷          | ۸۹          | ۴            | ۳۸۸۶۲۵/۴۵           |
| ۳ ساخت قالی و قالیچه   | ۳۹۲          | ۸۲          | ۳            | ۲۷۴۰۰/۵۰۳           |
| ۴ ساخت کاغذ و محصولات کاغذی  | ۷۳۰          | ۸۶          | ۳            | ۱۵۶۵۸۴/۵۴           |
| ۵ ساخت مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی                              | ۱۴۵۳         | ۱۰۸         | ۸            | ۲۰۹۱۸۶۵۷۶           |
| ۶ ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک                                     | ۶۸۴          | ۱۰۰         | ۷            | ۱۲۵۲۱۸۲             |
| ۷ ساخت محصولات کانی غیرفلزی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر                 | ۵۳۰          | ۱۳۰         | ۷            | ۷۱۳۷۲۰/۹۲           |
| ۸ ساخت، تعمیر و نصب محصولات فلزی ساخته شده، به جز ماشین‌آلات و تجهیزات | ۲۳۴          | ۹۸          | ۸            | ۱۵۱۳۵۰/۱            |
| ۹ ساخت، تعمیر و نصب تجهیزات برقی                                       | ۲۶۷          | ۱۰۲         | ۷            | ۱۹۸۱۱۲۷/۱           |
| ۱۰ ساخت، تعمیر و نصب ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر   | ۳۵۹          | ۱۱۶         | ۹            | ۱۲۷۴۶۶۰/۳           |
| ۱۱ ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلو نیم تریلو                            | ۱۱۷۶         | ۱۲۸         | ۱۱           | ۳۲۶۱۶۷۳             |
| کل بخش   | ۶۸۶۱         | ۵۴          | ۳۶           | ۲۳۷۸۸۶۴۵۶           |

مأخذ: محاسبات محقق

1- Residual sum of squares

مقدار آماره  $F$  به صورت

$$F_{(n-1), r-n} = \frac{(RSS_C - (RSS_1 + RSS_2 + \dots + RSS_n)) / (n-1)}{(RSS_1 + RSS_2 + \dots + RSS_n) / (r-n)}$$

با جایگذاری مقادیرها برای این مثال خاص خواهیم داشت:

$$\frac{(237886456.1 - 220851792.79032) / (11-1)}{(220851792.79032) / (6861-11)} = 53$$

با مقایسه مقدار آماره با مقدار متناظر در جدول فیشر می توان مشاهده نمود که فرض  $H_0$  (یعنی برقراری تکنولوژی محصول) در سطح معنای بالای ۹۹ درصد رد می شود. به عبارت دیگر، می توان نتیجه گرفت که برای بخش های منتخب صنعت نباید از فرض تکنولوژی محصول استفاده کرد.

با اجرای آزمون پیشنهادی برای هر بخش به صورت جداگانه می توان تصمیم گرفت که از قضاوت های شخصی اجتناب می گردد. بر همین اساس، نتایج حاصل از آزمون ها نشان می دهد که جداول داده ستانده سال ۱۳۹۰ می بایست به صورت تکنولوژی مختلط<sup>۱</sup> محاسبه شود. به عبارت دیگر، برای برخی از رشته فعالیت ها می بایست از فرض تکنولوژی فعالیت و برای سایر رشته فعالیت ها می بایست از فرض تکنولوژی محصول و یا سایر فرض تکنولوژی جایگزین نظیر فرض ساختار ثابت فروش محصول و ساختار ثابت فروش فعالیت استفاده شود.

#### ۴- نتیجه گیری و پیشنهادها

برای انتخاب نوع جدول داده ستانده؛ تکنولوژی محصول یا تکنولوژی فعالیت می توان از قضاوت های شخصی پرهیز نمود. برای این منظور یک آزمون تشخیص براساس آماره  $F$  پیشنهاد شده است که در آن فرض  $H_0$  عبارتند از «در بخش مورد مطالعه تکنولوژی

محصول غالب است». با اجرای این آزمون اگر فرضیه  $H_0$  پذیرفته شود، تکنولوژی غالب در آن بخش از اقتصاد، تکنولوژی محصول می‌باشد. در غیر این صورت، می‌توان از فرض تکنولوژی فعالیت و یا سایر فروض استفاده نمود. نتایج اجرای آزمون‌ها برای ۱۱ بخش منتخب در جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۰ نشان داده است که تکنولوژی غالب در بخش‌های مذکور تکنولوژی محصول نبوده است.

## منابع

- بانویی، علی اصغر، و فرشاد مؤمنی (۱۳۸۸)، تجربه نیم قرن تهیه جدول داده-ستانده در ایران با تأکید بر نهادینه شدن، نهاد آمار مشخص و دو وظیفه اصلی آن. سومین کنفرانس ملی داده-ستانده و کاربردهای آن (۱۲ اسفند ماه ۱۳۸۸). تهران: دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۲)، طرح آمارگیری از فعالیت‌های صنعتی ویژه جداول داده ستانده، مرکز آمار ایران، تهران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۸۶)، جدول‌های داده ستانده ایران-۱۳۸۰، تهران، تهران، ایران: دفتر اطلاع رسانی و پایگاه اطلاعات آماری. doi:330/955
- مهاجری، پریسا، بانویی، علی اصغر، جلودار ممقانی، محمد، عباس شاکری و منوچهر عسگری (۱۳۹۱)، «ارزیابی ظهور عناصر منفی در جدول داده-ستانده کالا در کالا و روشهای حذف آن با تأکید بر الگوریتم ریاضی المن»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال اول، شماره ۲، صص ۶۱-۸۴.
- Cantuche, J. M., & ten Raa, T. (2013), "Testing the Assumptions Made in the Construction of Input-Output Tables". *Economic Systems Research*, Vol. 25, No. 2, pp. 170-189.
- De Mesnard, L. (2002), "On The Consistency of Commodity-Based Technology Model: An Economic Circuit Approach.", *paper presented at the 14<sup>th</sup> International Conference on Input-Output Techniques*(Montreal).
- De Mesnard, L. (2011), "Negatives in Symmetric Input-Output Tables: The Impossible Quest for the Holy Grail." *Annual of Regional Science* ,Vol. 46, No. 2, pp. 427-454.
- Eurostat. (2008), "*Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables*." Edited by Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg: Methodologies and Working Papers.
- Hoekstra, R. (2005). "*Economic Growth, Material Flows and the Environment: New Applications of Structural Decomposition*

- Analysis and Physical Input-Output Tables.*” Glos, UK: Edward Edgar publishing.
- Guo, J., Ann M. Lawson, and M. A. Planting. (2002). From Make-Use to Symmetric I-O Tables: An Assessment of Alternative Technology Assumptions, *The 14th International Conference on Input-Output Techniques*. Montreal,
- Johnston, J. and J. Di Nardo. (1997), *Econometric Methods*. New York: Mc Graw-Hill.
- Kop Jansen, P.S.M. and T., ten Raa, (1990),”The Choice of Model in the Construction of Input–Output Coefficients Matrices.” *International Economic Review*, Vol. 31, No. 1, pp. 213–227.
- Mattey, J.P. and T., ten Raa, (1997),”Primary Versus Secondary Production Techniques in US Manufacturing.” *The Review of Income and Wealth*, Vol. 43, No. 4, pp. 449–464.
- Miller, R. E. and Blair, P. D. (2009), *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions* (second ed.). Cambridge University Press.
- Rueda-Cantuche J.M. & T., ten Raa, (2013),”Testing Assumptions Made in the Construction Of Input–Output Tables.” *Economic Systems Research*, Vol. 25, No. 2, pp. 170-189.
- Rueda-Cantuche, J.M. and T. ten Raa (2007). Symmetric Input-Output Tables: Products or Industries? *16<sup>th</sup> International Input-Output Conference of the International Input –Output Association (IIOA)*. Istanbul.
- Rueda-Cantuche, J.M. and T. ten Raa. (2009),”The Choice of Model in the Construction of Industry Coefficients Matrices.” *Economic Systems Research*, Vol. 21, No. 4, pp. 363–376.
- Steenge A.E. and P.J.A. Konijn. (1995), “Compilation of Input-Output Data from the National Accounts.” *Economic Systems Research*, Vol. 7, No. 1, pp. 31-45.
- United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organization for Economic Co-operation and Development and World Bank. (1993). *System of National Accounts*. New York, United Nations.
- (2009). *System of National Accounts*. New York, United Nation.