

## بررسی انواع روش‌های بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف و کاربردهای آنها در ایران

اشکان مختاری اصل شو طی<sup>۱</sup>

افسانه شرکت<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲

تاریخ ارسال: ۱۳۹۴/۱۰/۰۹

### چکیده

عمده‌ترین کاربرد شناخته شده جداول عرضه و مصرف، استفاده از آنها برای محاسبه انواع جداول متقارن با فروض مختلف تکنولوژی است. از دهه ۱۹۶۰ تا اواخر دهه ۲۰۰۰ میلادی تنها جداول متقارن فعالیت در فعالیت با فرض ساختار ثابت فروش محصول می‌توانست مبنای بهنگام سازی قرار گیرد، این در حالی است جداول متقارن نمی‌توانند تحلیل همزمان محصول و فعالیت را برای پژوهشگران فراهم کند و بنابراین نمی‌توان آن‌ها را در هر حوزه اقتصادی مورد استفاده قرار داد. از اواخر دهه ۲۰۰۰ میلادی، تحلیل‌گران حوزه داده-ستانده روش‌هایی را طراحی نمودند که از طریق آن‌ها به جای بهنگام سازی جداول متقارن بتوان مستقیماً جداول عرضه و مصرف را مبنای بهنگام سازی قرار دهند. علی‌رغم بیش از سه دهه تجربه تهیه جداول عرضه و مصرف در ایران، هنوز نهادهای آماری جداول متقارن را مبنای بهنگام سازی قرار می‌دهند. در این مقاله برای اولین بار در ایران به بررسی و مقایسه اجمالی روش‌های متعارف بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف پرداخته و در قالب یک مثال عملی به این سؤال که کدام یک از روش‌های بررسی شده با توجه به فضای آماری موجود در کشور می‌توانند در بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف مورد استفاده قرار گیرد، پاسخ داده می‌شود. نتایج نشان می‌دهند که از میان روش‌های معرفی شده، روش راس عرضه و مصرف نسبت به سایر روش‌های دیگر بیشتر با ماهیت آمار و اطلاعات ایران هم‌خوانی دارد.

**واژگان کلیدی:** جدول عرضه، جدول مصرف، روش‌های بهنگام سازی.

**طبقه‌بندی JEL:** C61, C80, D5.

۱- کارشناس ارشد اقتصاد توسعه و برنامه‌ریزی، دانشگاه علامه طباطبائی - نویسنده مسئول، پست الکترونیکی:

Ashkan.mokhtari@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیکی: Afi.sherkat@yahoo.com

\* مقاله حاضر بر مبنای دو گزارش چاپ شده توسط نویسندگان در مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی تنظیم شده است. نویسندگان مقاله از نقطه نظرات و راهنمایی‌های ارزنده آقایان دکتر علی اصغر بانویی و دکتر محمد جلوداری ممقانی و دکتر هادی موسوی نیک و سایر کارشناسان دفتر مطالعات اقتصادی آن مرکز کمال تشکر را دارند.

## ۱- مقدمه

جدول داده- ستانده از منظر نظام حسابداری بخشی از دهه ۱۹۳۶ تاکنون دو دوره را تجربه نموده است، دوره اول جداول داده- ستانده سنتی است. تدوین این جداول مبتنی بر فرض اساسی یک فعالیت- یک محصول است یعنی هر یک از فعالیت‌های اقتصادی فقط یک گروه محصول همگن را به عنوان محصول اصلی تولید می‌کنند و هر یک از گروه‌های محصولی صرفاً توسط یک فعالیت اقتصادی تولید می‌شود. دوره دوم از اوایل دهه ۱۹۶۰ تاکنون است. در این دوره با شروع رشد تولیدات صنعتی و تنوع محصولات تولید شده توسط هر یک از فعالیت‌های اقتصادی فرض یک فعالیت یک محصول با تردیدهای جدی مواجه می‌شود.

برای برطرف کردن چالش فوق چارچوب جدیدی از سوی سیستم حساب‌های ملی سازمان ملل متحد در سال ۱۹۶۸ پیشنهاد گردید که براساس آن فرض می‌شود هر یک از فعالیت‌های اقتصادی بیش از یک گروه محصول همگن تولید می‌کنند و هر یک از گروه‌های محصولی توسط بیش از یک فعالیت اقتصادی تولید می‌شود (مهاجری، ۱۳۹۲). محصولات<sup>۱</sup> در جداول نوین با توجه به ماهیت تکنولوژی تولید (ساختار هزینه تولید) و متناسب با آمارهای موجود با واحدهای آماری مشخص به دو گروه محصولات اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند.

تیین ساختار تولید و چگونگی مصرف واسطه‌ای و نهایی این نوع محصولات نیاز به دو جدول مستقل دارد که عبارتند از جدول عرضه و جدول مصرف. جدول عرضه به شکل فعالیت در محصول می‌باشد. این جدول نشان می‌دهد که هر فعالیت اقتصادی چند نوع محصول مستقل از ماهیت محصولات اصلی و یا فرعی تولید می‌کند. جدول مصرف

۱- امروزه پژوهشگران و نهادهای بین‌المللی به دلایل مختلف پایه‌های نظری و ماهیت آمار و اطلاعات به جای بخش از واژه فعالیت و به جای کالا، محصول را استفاده می‌کنند. گزارش حاضر نیز واژه‌های فعالیت و محصول را مورد استفاده قرار می‌دهد. به عنوان نمونه (Eurostat(2008), UN(2008) و UNECA(2012).

به شکل محصول در فعالیت است و نشان می‌دهد که تولیدات فعالیت‌های مختلف اقتصادی چگونه مصرف شده‌اند (بانوئی و همکاران، ۱۳۹۴).

شاید عمده‌ترین کاربرد شناخته شده جداول عرضه و مصرف این است که جداول مذکور مبنای محاسبه انواع جداول متقارن با فروض مختلف تکنولوژی قرار می‌گیرند؛ اما جداول عرضه و مصرف در جمع‌آوری حساب‌های ملی دارای کاربردهای متنوع دیگری علاوه بر محاسبه جدول متقارن داده-ستانده هستند. تدوین جداول عرضه و مصرف، سازگاری و ثبات عرضه و تقاضا در سیستم به قیمت‌های جاری و ثابت را فراهم می‌کند و این موضوع به خوبی در کتاب راهنمای سازمان آمار اروپا<sup>۱</sup> توضیح داده شده است.

این کتاب به ۹ مزیت کاربردی این جداول اشاره می‌کند که در اینجا به طور خلاصه به چهار مورد اصلی آن‌ها اشاره می‌کنیم:

یک- جداول عرضه و مصرف کاراترین روش برای ترکیب داده‌های پایه به صورت تفصیلی و جزئی در چارچوب حساب‌های ملی می‌باشند.

دو- جداول عرضه و مصرف به صورت کارا، سازگاری نتایج را چه در سطح جزئی و چه در سطح تفصیلی تضمین کرده بنابراین کیفیت کلی حساب‌های ملی را بهبود می‌بخشند.

سه- جداول عرضه و مصرف چارچوبی آماری شامل اجزاء تولید، درآمد و مخارج را در رویکردهای محاسبه تولید ناخالص ملی ایجاد می‌کنند بنابراین این جداول تخمینی منسجم و متعادل از تولید ناخالص ملی به قیمت جاری و ثابت را به دست می‌دهند.

چهار- جداول عرضه و مصرف تراز شده سازگاری و انسجام میان سه حساب اولیه حساب‌های ملی شامل حساب کالاها و خدمات، حساب تولیدات برحسب فعالیت و بخش و حساب تولید درآمد برحسب فعالیت و بخش را تأمین می‌کند.

همچنین در این کتاب به کشورهای عضو این اتحادیه پیشنهاد می‌شود که جداول عرضه و مصرف خود را به صورت سالانه و به قیمت‌های جاری و ثابت همراه با جدول

واردات به صورت جداگانه بهنگام کرده و جداول مذکور هر پنج سال یک‌بار به صورت آماری تهیه گردند. شاید یکی از اصلی‌ترین دلایل برای پیشنهاد مذکور آن باشد که جداول متقارن تهیه شده با فروض مختلف تکنولوژی دارای کارکردهای تحلیلی متفاوت هستند یعنی اینکه هر جدول متقارن (مستقل از فرض تکنولوژی) را نمی‌توان در هر حوزه اقتصادی مورد استفاده قرار داد و هر تحلیل‌گر اقتصادی متناسب با اهداف خود بایستی جدول متقارن را مورد استفاده قرار دهد. به‌عنوان مثال در تحلیل شاخص‌های قیمت به کارگیری یک جدول متقارن محصول در محصول نسبت به یک جدول متقارن فعالیت در فعالیت ارجحیت دارد اما در تحلیل بازار کار و سؤالات مربوط به آن نیاز است که از یک جدول متقارن فعالیت در فعالیت استفاده گردد. در این صورت جدول متقارن نمی‌تواند تحلیل همزمان محصول و فعالیت را برای پژوهشگر فراهم کند. این در حالی است که جداول عرضه و مصرف می‌توانند داده‌هایی با جزئیات بیشتر برای تمیز دادن محصولات و فعالیت‌ها ارائه دهند.

لذا به تدوین کنندگان و یا مراکز آماری پیشنهاد می‌گردد فقط جداول عرضه و مصرف را تهیه کنند و محاسبه جداول متقارن متناسب با کارکرد تحلیلی، برعهده کاربران جدول گذاشته شود؛ اما تجربه تهیه جداول آماری در کشورهای مختلف جهان نشان می‌دهد که تهیه این جداول به صورت سالانه به دلیل هزینه‌بر بودن گردآوری داده‌ها مقرون به صرفه نبوده و از این رو جدول آماری در جهان هر چند سال یک‌بار و با وقفه زمانی طولانی منتشر می‌گردد؛ اما وجود وقفه زمانی انتشار جدول آماری، تحلیل‌ها و برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و اجتماعی را با مشکل مواجه می‌سازد. برای برون‌رفت از این نارسایی‌ها، محققین اقتصاد داده-ستانده و نهادهای بین‌المللی مانند سازمان آماری اتحادیه اروپا، روی تکنیک‌های غیر آماری یا نیمه آماری برای به‌روزرسانی جداول مذکور متمرکز شده‌اند (مشفق و همکاران، ۱۳۹۳).

روش‌های غیر آماری مختلفی برای بهنگام‌سازی این جداول وجود دارند به‌طور کلی می‌توان گفت اکثر روش‌های بهنگام‌سازی جداول متقارن اعم از روش‌های تعدیل دو نسبتی و یا بهینه‌سازی برای بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف نیز کاربرد دارند. در مقایسه با تجربه روش‌های بهنگام‌سازی در جهان ارزیابی فضای پژوهشی روش‌های بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف در ایران ما را به دو مشاهده کلی زیر خواهد رساند:

یک- تدوین جداول عرضه و مصرف و به تبع آن محاسبه جدول داده-ستانده، به‌صورت آماری در ایران توسط نهادهای رسمی، اگرچه کمابیش از لحاظ نحوه تدوین با تحولات بین‌المللی در این زمینه همگام بوده است ولی از نظر برنامه زمان‌بندی تهیه، تدوین و انتشار با استانداردهای بین‌المللی و توصیه نظام حساب‌های ملی فاصله بسیاری دارد و نهادینه نشده است. لذا می‌توان ادعا کرد که تهیه این جداول در ایران بیشتر سلیقه‌ای و یا برحسب نیاز موقت است.

دو- امروزه نهادهای بین‌المللی مانند سازمان آماری اتحادیه اروپا، کتاب راهنمای تهیه و تدوین جداول عرضه و مصرف برای کشورهای آفریقایی سازمان ملل<sup>۱</sup>، کتاب راهنمای تهیه و تدوین جدول داده-ستانده سازمان ملل متحد<sup>۲</sup> و همچنین پژوهشگران اقتصاد داده-ستانده به دلایل ذکر شده بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف را به‌جای جداول متقارن پیشنهاد می‌کنند. حال آنکه علی‌رغم حدود سه دهه تجربه تهیه جداول عرضه و مصرف در ایران، نهادها و پژوهشگران جداول متقارن را مبنای بهنگام‌سازی قرار می‌دهند.

در این مقاله برای اولین بار در ایران تلاش می‌گردد تا به معرفی و بررسی روش‌های متداول بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف پرداخته شود. در همین راستا هفت روش با توجه به نیازهای آماری آنها انتخاب شده‌اند. در نهایت در قالب یک مثال عملی به این سؤال که

---

1- UNECA (2012)

2- UN (2008)

کدام یک از روش‌های بررسی شده با توجه به فضای آماری موجود در کشور می‌توانند در بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف مورد استفاده قرار گیرد، پاسخ داده می‌شود. مطالب مقاله حاضر در شش بخش سازماندهی شده است. در بخش دوم به مرور ادبیات موجود و پژوهش‌های انجام گرفته پرداخته می‌شود. در بخش سوم به روش‌شناسی هفت روش اصلی و متعارف‌تر بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف شامل روش‌های اتحادیه اروپا<sup>۱</sup>، راس تعمیم یافته و راس عرضه و مصرف<sup>۲</sup>، تفاضل مربعی اصلاح شده نرمال شده<sup>۳</sup>، تفاضل مربعی بهبود یافته<sup>۴</sup>، هارتهورن و ون دالن<sup>۵</sup>، کورودا<sup>۶</sup> پرداخته می‌شود. در بخش چهارم پایه‌های آماری مورد استفاده در تجزیه و تحلیل معرفی می‌شود، مطالب بخش پنجم به تحلیل نتایج اختصاص دارد و در بخش نهایی خلاصه و نتیجه‌گیری تحقیق ارائه خواهد شد.

## ۲- پیشینه تحقیق

به‌طور کلی روش‌های غیر آماری بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف را می‌توان در دو گروه اصلی جای داد، گروه اول روش‌های بهینه‌سازی است. در این روش‌ها، مسئله بهنگام سازی، حداقل سازی توابعی است که اختلاف میان عناصر ماتریس سال پایه و ماتریس بهنگام شده را با توجه به قیدهای مشخص اندازه‌گیری می‌کنند، بنابراین در این روش‌ها هدف یافتن جوابی از این مسئله است که ماتریس برآورد شده را به ماتریس مقصد به قدر دلخواه نزدیک کند (لهر و دی- مسنارد<sup>۷</sup>، ۲۰۰۴).

- 
- 1- Euro Method
  - 2- (G)RAS and SUT-RAS
  - 3- Improved Normal Squared Differences (INSD)
  - 4- Improved Squared Differences (ISD)
  - 5- Harthoorn and van Dalen's method (HVD)
  - 6- Kuroda's method
  - 7- Lahr & de-Mesnard

روش‌هایی مانند تفاضل مربعی اصلاح شده نرمال شده و تفاضل مربعی بهبود یافته در این گروه جای می‌گیرند. گروه دوم روش‌های تعدیل دونسبتی است. تکنیک تعدیل دونسبتی و یا روال تکراری برآزش از دهه ۱۹۳۰ میلادی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. این روش‌ها بر روش معروف الگوریتم تکرار استوارند و از این‌رو نیازمند برآورد اولیه از ماتریس سال مقصد هستند. این برآورد را معمولاً همان ماتریس سال پایه در نظر می‌گیرند. روش‌های خانواده راس مانند راس تعمیم یافته و راس عرضه و مصرف در این گروه جای می‌گیرند.

ارزیابی فضای پژوهشی بهنگام‌سازی ماتریس‌های عرضه و مصرف در جهان نشان می‌دهد که بهنگام‌سازی این جداول به روش راس تعدیل شده و راس تعمیم یافته به دلیل سادگی محاسبه و نیاز به کمترین آمار و اطلاعات از مقبولیت بیشتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار است. در فصل ۱۰ کتاب راهنمای جداول عرضه و مصرف آفریقا (۲۰۱۲) به معرفی و توضیح بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف به روش راس تعدیل شده می‌پردازد. در این کتاب تأکید می‌شود که روش‌های دیگری نیز برای بهنگام‌سازی جداول فوق وجود دارند اما هیچ‌یک از این روش‌ها برتر و ممتازتر از روش راس نیستند.<sup>۱</sup> تیمورشوو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۱)، به معرفی و مقایسه هشت روش بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف با استفاده از داده‌های کشور هلند و اسپانیا برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ می‌پردازند. این روش‌ها عبارت‌اند از: کورودا، هارتهورن و ون دالن، تفاضل مربعی وزنی اصلاح شده<sup>۳</sup>، تفاضل مربعی بهبود یافته، تفاضل مربعی اصلاح شده نرمال شده، راس تعمیم یافته، اتحادیه اروپا و یوکلیمز.<sup>۴</sup>

آن‌ها معیار خود را از انتخاب این روش‌ها نیازمندی آن‌ها به داده‌های کمتر برای بهنگام‌سازی بیان می‌کنند و در نهایت نتیجه می‌گیرند که روش معروف راس تعمیم یافته و

1- UNECA 2012

2- Temurshoev *et.al* (2011)

3- IWSO

4- EUKLEMS

پس از آن به ترتیب روش‌های هارتهورن و ون دالن و کورودا بهترین نتایج را به دست می‌دهند (تیمورشوو، ۲۰۱۱)؛ اما این روش‌ها (به جز روش کورودا و اتحادیه اروپا) دارای یک نقص مشترک و اساسی می‌باشند و آن نیازمندی روش‌های مذکور به آمار و اطلاعات ستانده محصولی در مراحل تعدیل و بهنگام‌سازی ماتریس سال مقصد است. اگرچه امکان به دست آوردن ستانده فعلیتی از داده‌های حساب‌های ملی وجود دارد، داده‌های ستانده محصولی را نمی‌توان برای سال مقصد به دست آورد، لذا به کارگیری روش‌های بهنگام‌سازی جداول متقارن برای جداول عرضه و مصرف می‌تواند مشکل‌زا باشد.

تیمورشوو و تیمر<sup>۱</sup> (۲۰۱۱) روش راس عرضه و مصرف را برای حل مشکل مذکور معرفی می‌کنند. این روش بسیار به روش راس تعمیم‌یافته که توسط جونیوس و استرهاوون<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) معرفی شد شباهت دارد و در گروه روش‌های تعدیل دو نسبتی قرار می‌گیرد در این روش ستانده محصولی به صورت درون‌زا توسط سه تعدیل‌کننده به دست می‌آید علاوه بر ویژگی فوق روش راس عرضه و مصرف می‌تواند جداول عرضه و مصرف را به طور یکپارچه و همزمان بهنگام نماید. آن‌ها نتایج به دست آمده از روش خود را با نتایج به دست آمده از روش‌های اتحادیه اروپا و یوکلیمز (که به ستانده محصولی نیازی ندارند) مقایسه کرده و نشان می‌دهند که روش مذکور نتایج قابل قبول‌تری را به دست می‌دهد (تیمورشوو و تیمر، ۲۰۱۱).

ایران نیم‌قرن تجربه تدوین جدول داده - ستانده را در گنجینه خود دارد. بررسی‌های موجود نشان می‌دهند که اساساً جداول متقارن فعالیت در فعالیت با فرض تکنولوژی فعالیت مبنای بهنگام‌سازی جدول داده - ستانده در ایران قرار گرفته‌اند، این در حالی است که همان‌گونه که در بخش قبل توضیح داده شد بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف به دلایل مختلف از جمله امکان استفاده و تحلیل همزمان فعلیتی و محصولی برای پژوهشگران از اهمیت بالاتری برخوردار بوده و کاربردهای شناخته شده

1- Temurshoev and Timmer

2- Junius and Oosterhaven



بیشتری در حوزه اقتصاد داده-ستانده دارند. از سال ۱۳۴۱ تاکنون ۱۷ جدول آماری و غیر آماری توسط ۴ نهاد وزارت اقتصاد وقت، وزارت برنامه و بودجه وقت، بانک مرکزی ایران و مرکز آمار ایران تدوین شده است. هفت جدول تدوین شده در دوره ۱۳۴۱ تا ۱۳۶۴ در چارچوب جداول سنتی با فرض یک فعالیت- یک محصول تدوین شده‌اند حال آنکه ده جدول بعدی در دوره ۱۳۶۵ تاکنون در چارچوب جداول نوین هستند که بر مبنای جداول عرضه و مصرف و با فروض مختلف تکنولوژی محاسبه یا بهنگام شده‌اند. در این میان جداول سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۲، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ جداول متقارن بهنگام شده هستند بنابراین فاقد جداول عرضه و مصرف می‌باشند.

آخرین جدول داده-ستانده موجود جدول بهنگام شده سال ۱۳۹۰ بر مبنای جدول متقارن آماری سال ۱۳۸۰ مرکز آمار ایران است. این جدول توسط دو نهاد مختلف بهنگام شده است: دفتر مطالعات اقتصادی مرکز پژوهش‌های مجلس و دفتر حساب‌های اقتصادی مرکز آمار ایران. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران نیز جدول سال ۱۳۸۹ را براساس جدول آماری سال ۱۳۸۳ به قیمت‌های پایه، با ابعاد ۵۲ سطر و ستون و با فرض تکنولوژی فعالیت بهنگام نموده است.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران نیز جدول سال ۱۳۸۹ را براساس جدول آماری سال ۱۳۸۳ به قیمت‌های پایه، با ابعاد ۵۲ سطر و ستون و با فرض تکنولوژی فعالیت بهنگام نموده است.

### ۳- روش‌های بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف

#### ۳-۱- روش اتحادیه اروپا<sup>۱</sup>

روش اتحادیه اروپا یک روش بر پایه تکرار است که نخستین بار توسط جورج بوتیل<sup>۱</sup> در سال ۲۰۰۲ برای استفاده در اتحادیه اروپا طراحی شد. این روش جدید بهنگام‌سازی نیازمند

۱- برای اطلاع بیشتر از روش مذکور به مختاری اصل شوطی و شرکت (۱۳۹۴) مراجعه شود.

حداقل آمار بوده و به دلیل آنکه از نرخ‌های رشد آمارهای رسمی اقتصاد کلان استفاده می‌کند از تغییرات اتفاقی در ضرایب نهاده‌ها که بعضاً هنگام استفاده از روش راس متعارف اتفاق می‌افتد جلوگیری می‌کند. مشخصه اصلی این روش آن است که جداول عرضه و مصرف بر آوردی بر اساس پیش‌بینی نرخ‌های رشد؛ "ارزش افزوده فعالیت‌ها"، "تقاضای نهایی کل" و واردات کل، به عنوان داده‌های برونزای اولیه، می‌باشد. جداول نهایی مشتق شده از این نرخ‌های رشد بر پایه دو فرض اساسی زیرینا می‌شود:

- سهم فعالیت‌ها در تولید محصولات طی زمان ثابت می‌ماند.
- ضرایب ثابت نهاده‌ها ارتباط میان تمامی محصولات (کالاها) در تولیدات بخش‌ها (فعالیت‌ها) را تعیین می‌کند.

قبل از شروع مراحل تکرار لازم است ماتریس ستانده محصولی و ماتریس سهم بازار سال مبدأ محاسبه گردند. ماتریس ستانده محصولی ( $q_0$ ) برابر مجموع سطری ماتریس مصرف به علاوه‌ی مجموع سطری تقاضای نهایی به عبارت دیگر:

$$q = U \cdot i + Y_0 \cdot i = V \cdot i \quad (1)$$

که در آن  $q_0$  ماتریس ستانده محصولی،  $U_0$  ماتریس مصرف،  $Y_0$  بردار تقاضای نهایی و  $i$  نیز ماتریس واحد می‌باشد.

ماتریس سهم بازار سال مبدأ ( $D_0$ ) از نسبت ماتریس عرضه به ستانده محصولی، به دست می‌آید یا به عبارتی دیگر خواهیم داشت:

$$D_0 = V_0 (\hat{q}_0)^{-1} \quad (1)$$

عناصر ماتریس  $D_0$  ( $d_{ij}$ ) نشان‌دهنده کسری از ستانده محصول  $j$  است که توسط فعالیت  $i$  تولید می‌شود. فرض می‌شود که سهم بازار ثابت است بنابراین برای تمامی فعالیت‌ها و محصولات در سال مقصد، سهم فعالیت  $i$  در تولید محصول  $j$  ثابت باقی می‌ماند.

هر مرحله تکرار در روش اتحادیه اروپا شامل دو گام است. در گام اول ماتریس مبادلات واسطه‌ای و بردارهای تقاضای نهایی و ارزش افزوده در جداول مصرف و عرضه به شکل ناسازگار<sup>۱</sup> به دست می‌آیند:

$$\begin{aligned} u_{t(1)} &= 0.5(\hat{g}_t^v * u_0 + u_0 * \hat{g}_t^v) \\ y_{t(1)} &= 0.5(\hat{g}_t^v * y_0 + y_0 * \hat{g}_t^v) \\ v_{t(1)} &= \hat{g}_t^v * v_0 \\ V_{t(1)} &= D_0 * \hat{q}_{t(1)} \end{aligned} \quad (2)$$

دو معادله اول نیازمند آن است که تعداد فعالیت‌ها و تعداد محصولات باهم برابر باشند در غیر این صورت مثلاً در معادله اول ماتریس  $(\hat{g}_t^v * u_0)$  تعریف نشده خواهد بود. لذا در روش اتحادیه اروپا ماتریس‌های عرضه و مصرف باید مربعی باشند و روش مذکور قادر به حل ماتریس‌های مستطیلی نمی‌باشد.

$$\hat{X}_{out,t(1)} \neq \hat{X}_{inp,t(1)} \quad (3)$$

برای سازگار کردن ماتریس‌های عرضه و مصرف<sup>۲</sup> به دست آمده در این گام، فرض می‌شود که ساختار نهاده‌ی فعالیت‌ها و ساختار تقاضای نهایی کل محصولات بدون تغییر باقی می‌ماند این بدان معناست که روش بهنگام‌سازی اتحادیه اروپا از فرض ساختار ثابت فروش محصول که تضمین‌کننده سازگاری سطح نهاده و ستانده فعالیت‌هاست استفاده می‌کند. لذا در گام دوم برای سازگار کردن ستانده فعالیت‌ها از معادلات زیر استفاده خواهیم کرد:

$$\begin{aligned} x_{t(2)} &= (I - D_0 * B_{t(1)})^{-1} D_0 * f_{t(1)} \\ B_t &= u_{t(1)} (\hat{X}_{inp,t(1)})^{-1} \\ f_{t(1)} &= y_{t(1)} * i \end{aligned} \quad (4)$$

#### 1- Inconsistent SUT

مراد از جداول عرضه و مصرف ناسازگار آن است که ارزش ستانده فعالیت در جدول عرضه با ارزش ستانده متناظر آن در جدول مصرف در تراز نمی‌باشند و عکس آن نیز برای جداول سازگار برقرار است.

#### 2- Consistent SUT

که در آن  $B_t$  ساختار نهاده‌ای فعالیت‌ها و  $f_{t(1)}$  بردار تقاضای نهایی محصولات می‌باشد. در این صورت به راحتی می‌توان اجزای ماتریس‌های عرضه و مصرف سازگار را به روش زیر به دست آورد:

$$\begin{aligned} u_{t(2)} &= B_{t(1)} * \hat{x}_{t(2)} \\ y_{t(2)} &= y_{t(1)} \\ \hat{v}_{t(2)} &= \hat{x}_{t(2)} - \hat{i} * u_{t(2)} \\ V_{t(2)} &= D_0 * \hat{q}_{t(2)} \\ \hat{q}_{t(2)} &= u_{t(2)} * \hat{i} + y_{t(2)} * \hat{i} \end{aligned} \quad (5)$$

در آخرین گام از مرحله اول، نرخ‌های رشد به دست آمده از گام دوم با مقادیر پیش‌بینی شده سال مقصد مقایسه می‌گردند.

(۶) نرخ‌های رشد به دست آمده از گام دوم / نرخ‌های رشد پیش‌بینی شده برای سال مقصد = Dev  
چنانچه نسبت به دست آمده از معادله (۷) از یک درصد کمتر باشد مراحل تکرار پایان می‌یابد در غیر این صورت نرخ‌های رشد ارزش افزوده فعالیت‌ها و تقاضای نهایی با استفاده از معادلات شماره (۸) و (۹) تعدیل می‌شوند و نرخ‌های تعدیل شده دوباره در فرایند تکرار قرار می‌گیرند؛ بنابراین اگر نرخ‌های رشد به دست آمده بیش برآورد شده باشند با استفاده از فرایند تعدیل مذکور کاهش می‌یابند و برعکس.

$$C_k = \begin{cases} 1 + (\Delta k * 100)^\varepsilon / 100 & \text{if } \Delta k > 0 \\ 1 - (-\Delta k * 100)^\varepsilon / 100 & \text{if } \Delta k < 0 \end{cases} \quad (7)$$

$\Delta k = dev - 1$  و  $\varepsilon$  کشش تعدیل است که معمولاً عددی حدود ۰,۹ در نظر گرفته می‌شود.

$$\begin{aligned} \hat{g}_{t(2)}^v &= \hat{C}^v * \hat{g}_{t(1)}^v \\ \hat{g}_{t(2)}^y &= \hat{C}^y * \hat{g}_{t(1)}^y \end{aligned} \quad (8)$$

پس از تعدیل نرخ‌های رشد ارزش افزوده و تقاضای نهایی دوباره مراحل تکرار از ابتدا شروع می‌شود با این تفاوت که در هر مرحله از روال تکراری از نرخ‌های تعدیل شده در مرحله قبل استفاده خواهیم کرد. فرآیند تعدیل تا جایی ادامه خواهد یافت که نسبت نرخ‌های رشد سال مقصد و نرخ‌های رشد به دست آمده در مرحله  $\hat{i}$  ام به عددی کمتر یا مساوی یک درصد برسد.

در نهایت باید خاطر نشان کرد که روش بهنگام‌سازی اتحادیه اروپا دارای دو نارسایی اساسی است: یک- توانایی بهنگام‌سازی ماتریس‌های ساخت و جذب مستطیلی را ندارد. دو- همگرایی در روش تکراری اتحادیه اروپا همواره قابل تضمین نیست چراکه هیچ دلیل نظری برای همگرایی ماتریس‌های به‌دست آمده از مراحل تعدیل با مقادیر پیش‌بینی شده سال مقصد وجود ندارد. همچنین روش اتحادیه اروپا نسبت به ۷ روش دیگر نتایج قابل قبولی را ارائه نمی‌دهد (تیمورشوو و همکاران، ۲۰۱۱)؛ اما از مزیت‌های اصلی این روش می‌توان به نیازمندی آن به داده‌های کمتر نسبت به سایر روش‌ها و عدم نیاز آن به بردار ستانده محصولی اشاره کرد چراکه در این روش ستانده محصولی به‌صورت درون‌زا به دست خواهد آمد.

### ۳-۲- روش‌های راس تعمیم‌یافته و راس عرضه و مصرف<sup>۱</sup>

روش راس قابلیت بهنگام‌سازی درایه‌های منفی موجود در جدول داده - ستانده و یا جدول مصرف را ندارند. برای برون‌رفت از این کاستی جونیوس و استرهاون<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) با تعمیم روش راس و با استفاده از یک تابع هدف محدب، مجموعه‌ای از محدودیت‌های خطی و مجزا کردن عناصر مثبت و منفی در ماتریس اولیه، روش راس تعمیم‌یافته را برای بهنگام‌سازی جدول داده - ستانده با درایه‌های مثبت و منفی معرفی کرد.

مسئله بهینه‌یابی در روش راس تعمیم‌یافته به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\min_{Z_{ij}} f(Z) = \sum_i \sum_j |a_{ij}| (Z_{ij} \ln(Z_{ij}/e) + 1) \quad (9)$$

به‌طوری‌که  $\sum_j a_{ij} Z_{ij} = u_i$  و  $\sum_i a_{ij} Z_{ij} = v_j$  محدودیت‌های آن هستند.

<sup>۱</sup>- برای اطلاعات بیشتر در خصوص روش‌های راس تعمیم‌یافته و راس عرضه و مصرف می‌توانید به شرکت و همکاران (۱۳۹۴)، مختاری اصل شوطی و شرکت (۱۳۹۴) و مقالات زیر مراجعه نمایید:

Temurshoev et.al (2013, 2011), Junius and Oosterhaven (2003), Lenzen et.al (2007)  
2- Junius and Oosterhaven (2003)



عرضه و مصرف، سه بردار تعدیل‌کننده به‌طور وابسته امکان بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف یکپارچه را فراهم می‌کنند.

حال آنکه در روش راس تعمیم‌یافته چهار بردار تعدیل‌کننده وجود دارد که دوه‌دو و مستقل از یکدیگر در بهنگام‌سازی استفاده می‌شوند، همچنین برخلاف روش راس تعمیم‌یافته، روش راس عرضه و مصرف نیازمند بردار ستانده محصولی نمی‌باشد و بردار مذکور در فرآیند تعدیل و بهنگام‌سازی به‌صورت درون‌زا به‌دست می‌آید. داده‌هایی که از سال مقصد در دسترس هستند عبارتند از: بردار ستانده فعالیتی (X)، بردار ارزش افزوده کل فعالیتی (V)، تقاضای نهایی کل (Y)، جمع واردات محصولی (M). هدف پاسخ به این سؤال است که چگونه می‌توان با کمک داده‌های مذکور از سال مقصد و جدول عرضه و مصرف سال پایه، برآورد سازگار و مناسبی از جدول سال هدف داشت،

$$\min: \sum_i \sum_j |a_{ij}| \left( z_{ij} \ln \left( \frac{z_{ij}}{e} \right) + 1 \right), \quad (14)$$

$$St: \sum_j a_{pj} z_{pj} - \sum_k a_{kp} z_{kp} = 0, \quad (15)$$

$$\sum_j a_{pj} z_{pj} - \sum_k a_{kp} z_{kp} = 0, \quad (16)$$

$$\sum_p a_{ip} z_{ip} = \bar{x}_i \quad (17)$$

حل مسئله بهنگام‌سازی به روش راس عرضه و مصرف را می‌توان به روش مینیمم‌سازی تبدیل کرد، در این صورت در گذر از سال مبدأ به ماتریس بهنگام‌شده، اطلاعات تلف<sup>۱</sup> شده به حداقل ممکن می‌رسد.

قید اول، یعنی معادله (۱۶) برابری جمع عرضه و مصرف محصولی را تضمین می‌کند. در نتیجه بردار ستانده محصولی به‌صورت درون‌زا تعیین می‌شود.

$$(U_i + Y_i = V_i + M)$$

قید دوم یعنی معادله (۱۷) تضمین کننده برابری مجموع ستونی ماتریس مصرف و تقاضای نهایی تخمین زده شده با مقدار متناظر آن‌ها در سال مقصد است؛ و قید آخر تضمین کننده برابری مجموع سطری ماتریس عرضه و واردات محصولی برآورد شده با مقدار متناظر آن در سال مقصد است. با حل معادله بهینه‌سازی به وسیله روش لاگرانژ، سه تعدیل کننده برای بهنگام سازی ماتریس یکپارچه عرضه و مصرف به دست خواهد آمد<sup>۱</sup>:

$$r_u = \sqrt{P_0 \hat{S}_u^{-1} (N_0 \hat{S}_u^{-1} i + \bar{V}_0' r_v)} \quad (18)$$

$$s_u = 0.5 \times P_0' \hat{r}_u^{-1} (\bar{u} + \sqrt{\bar{u} \circ \bar{u} + 4(P_0' r_u) \circ (N_0' \hat{r}_u^{-1} i)}) \quad (19)$$

$$r_v = i \otimes (\hat{x}^{-1} \bar{V}_0 \hat{r}_u^{-1} i) \quad (20)$$

با استفاده از معادلات (۱۹)، (۲۰) و (۲۱) جداول عرضه و مصرف یکپارچه به صورت زیر به دست خواهد آمد:

$$\bar{U} = \hat{r}_u(k) P_0 \hat{S}_u(k) - \hat{r}_u^{-1}(k) N_0 \hat{S}_u^{-1}(k) \quad (21)$$

$$\bar{V} = \hat{r}_v(k) \bar{V}_0 \hat{r}_u(k) \quad (22)$$

### ۳-۳- روش تفاضل مربعی اصلاح شده و نرمال شده

روش تفاضل مربعی اصلاح شده نرمال شده اولین بار در سال ۱۹۶۲ توسط فردلندری<sup>۲</sup> برای تخمین یک ماتریس با مجموع سطری و ستونی مشخص معرفی می‌شود و پس از وی، لی کومبر<sup>۳</sup> در سال ۱۹۷۵ تکنیک مذکور را برای بهنگام سازی جدول داده - ستانده به کار می‌برد (هانگ و همکاران، ۲۰۰۸). فرم تابع هدف استفاده شده توسط وی به شکل زیر می‌باشد:

۱- در معادلات (۲۰) و (۲۱) نمادهای  $\otimes$  و  $\circ$  به ترتیب بیانگر ضرب و تقسیم درایه به درایه‌ها هدامرد (Hadamard) هستند.

2- Fredlanderi

3- Lecomber



$$f = \sum \sum \frac{(x_{ij} - a_{ij})^2}{a_{ij}} \quad (23)$$

که در این تابع  $a_{ij}$  درایه‌های ماتریس اولیه هستند و همیشه مقدار مثبتی دارند ( $a_{ij} > 0$ ) و  $x_{ij}$  درایه‌های ماتریس بهنگام شده می‌باشند.

توجه داشته باشید که  $a_{ij}$  های کوچک‌تر، سهم بزرگ‌تری در تابع هدف بالا دارند و باعث می‌شوند که تفاضلات با ضرایب سال پایه کوچک‌تر متورم شوند. این بدان معنا است که بروزرسانی ماتریس سال مبدأ با تابع هدف بالا، ماتریسی را نتیجه خواهد داد که تغییرات در درایه‌های بزرگ‌تر آن متمرکز شده است. هانگ (۲۰۰۸) تابع هدف لی کومبر را با توجه به تساوی  $Z_{ij} = \frac{x_{ij}}{a_{ij}}$  بازنویسی کرد تا تابع هدف مذکور بتواند عناصر منفی ماتریس  $A$  (ماتریس سال مبدأ) را هم پوشش دهد (هانگ و همکاران، ۲۰۰۸).

$$f = \sum \sum |a_{ij}| (z_{ij} - 1)^2 \quad (24)$$

تابع هدف این روش، همراه با یک تابع جریمه به فرم زیر، استفاده می‌شود:

$$\frac{M}{2} \sum_i \sum_j |a_{ij}| (\min(0, z_{ij}))^2 \quad (25)$$

در این تابع،  $M$  عددی مثبت و بسیار بزرگ است که مانع منفی شدن درایه‌های تابع هدف می‌شود. حد تابع زمانی که  $M$  به سمت بی‌نهایت میل می‌کند صفر شده و لذا همواره خواهیم داشت  $z_{ij} \geq 0$  که این نامساوی حفظ علامت هر یک از عناصر  $A$  و  $X$  را تضمین می‌کند.

با توجه به محدودیت‌های  $\sum_i a_{ij} z_{ij} = v_j$  و  $\sum_j a_{ij} z_{ij} = u_i$  و حل تابع لاگرانژ خواهیم داشت:

$$Z_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اگر } a_{ij} = 0 \\ 1 + \frac{a_{ij}}{|a_{ij}|} (\lambda_i + \tau_j) & \text{اگر } 1 + \frac{a_{ij}}{|a_{ij}|} (\lambda_i + \tau_j) \geq 0 \\ \frac{1}{1+M} \left[ 1 + \frac{a_{ij}}{|a_{ij}|} (\lambda_i + \tau_j) \right] & \text{در نقاط دیگر} \end{cases} \quad (26)$$

که در آن ضرایب لاگرانژ برابر هستند با:

$$\lambda_i = \frac{1}{\sum_j |a_{ij}|} \left[ u_i - \sum_j a_{ij} \right] \quad (27)$$

$$+ \sum_j \left\{ M a_{ij} \min(0, z_{ij}) - \tau_j |a_{ij}| \right\} \quad (28)$$

$$\tau_j = \frac{1}{\sum_i |a_{ij}|} \left[ v_j - \sum_i a_{ij} + \sum_i \left\{ M a_{ij} \min(0, z_{ij}) - \lambda_i |a_{ij}| \right\} \right]$$

با استفاده از معادلات (۲۷)، (۲۸) و (۲۹) در یک روند تکراری می‌توان  $Z$  نهایی و در نتیجه  $X$  را با استفاده از رابطه  $X_{ij} = Z_{ij} a_{ij}$  محاسبه نمود. روش تفاضل مربعی اصلاح شده نرمال شده نیز همانند روش قبلی به دلیل نیازمندی به مجموع سطری و ستونی ماتریس‌های عرضه و مصرف سال مقصد به داده‌های ستانده محصولی نیاز دارد؛ اما همان‌طور که اشاره شد در آمارهای حساب‌های ملی این داده‌ها محاسبه نمی‌شوند. از

طرف دیگر همگرا شدن تابع هدف همراه با تابع جریمه می‌تواند مشکل باشد (هانگ و همکاران، ۲۰۰۸).

### ۳-۴- روش تفاضل مربعی بهبودیافته

روش تفاضل مربعی بهبودیافته نیز در گروه روش‌های بهینه‌سازی یا روش‌های غیر از گروه تعدیل دو نسبتی قرار می‌گیرد. روش مربع تفاضلات (SD<sup>۱</sup>) توسط آلمن<sup>۲</sup> (۱۹۶۸) با استفاده از تابع هدف زیر معرفی شد.

$$f = \sum_i \sum_j (x_{ij} - a_{ij})^2 \quad (29)$$

تابع هدف بالا را می‌توان با در نظر گرفتن رابطه  $Z_{ij} = \frac{x_{ij}}{a_{ij}}$  بازنویسی کرد

$$f(z) = \sum_i \sum_j a_{ij}^2 (z_{ij} - 1)^2 \quad (30)$$

این تابع هدف به مربع تفاضلات بهبودیافته معروف است. همانند روش تفاضل مربعی اصلاح شده نرمال شده، می‌توان تابع لاگرانژ را با در نظر گرفتن تابع جریمه (خطا) و محدودیت‌های سطری و ستونی تشکیل داد، ضرایب لاگرانژ به صورت زیر حاصل می‌شوند،

$$\lambda_i = \frac{1}{\sum_j \delta(a_{ij})} \left[ u_i - \sum_j a_{ij} + \sum_j \{ M a_{ij} \min(\cdot, z_{ij}) - \tau_j \delta(a_{ij}) \} \right] \quad (31)$$

$$\tau_j = \frac{1}{\sum_i \delta(a_{ij})} \left[ v_j - \sum_i a_{ij} + \sum_i \{ M a_{ij} \min(\cdot, z_{ij}) - \lambda_i \delta(a_{ij}) \} \right] \quad (32)$$

در دو معادله اخیر هرگاه درایه‌های ماتریس اولیه غیر صفر باشند مقدار عبارت  $\delta(a_{ij})$  برابر یک و در غیر این صورت برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. روند تکراری

1- Squared Differences

2- Almon

به دست آوردن ضرایب ماتریس بهنگام شده و محدودیت‌های این روش دقیقاً همانند روش تفاضل مربعی اصلاح شده نرمال شده است یعنی اگر بردار ستانده محصولی در سال مقصد موجود نباشد نمی‌توان روش مذکور را مبنای بهنگام سازی قرار داد.

### ۳-۵- روش هارتهورن و وان‌دالن

در سال ۱۹۸۷ هارتهورن و وان‌دالن، روش خود را که حالت کلی از روش حداقل مربعات می‌باشد، معرفی کرده‌اند. آن‌ها عامل  $f_{ij}$  را برای هر درایه ماتریس سال پایه  $A$ ، معرفی می‌کنند، این عامل تعیین کننده ماتریس بهنگام شده  $X$  به صورت زیر است.

$$\min_{f_{ij}} f(F) = \sum_i \sum_j (f_{ij} a_{ij} - a_{ij})^2 / g_{ij} \quad (33)$$

به طوری که:

$$\begin{aligned} \sum_j f_{ij} a_{ij} &= u_i \quad \text{for all } i = 1, \dots, m \\ \sum_i f_{ij} a_{ij} &= v_j \quad \text{for all } j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (34)$$

در این تابع عناصر جدول پایه و  $g_{ij}$  ضریب اطمینان نسبی از عناصر  $a_{ij}$  است. این تابع هدف نیز مانند روش‌های پیشین، حفظ علامت عناصر سال پایه را تضمین نمی‌کند چراکه احتمال منفی شدن بعضی از  $f_{ij}$ ها وجود دارد. از این رو این تابع هدف را همراه با تابع جریمه به فرم  $\frac{M}{2} \sum_i \sum_j \frac{a_{ij}^2}{g_{ij}} [\min(0, f_{ij})]^2$  در نظر می‌گیریم.

تابع لاگرانژ را با توجه به محدودیت‌های سطری و ستونی بالا تشکیل می‌دهیم:

$$\begin{aligned} L(f, \lambda, \tau) &= \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \frac{a_{ij}^2}{g_{ij}} \left( (f_{ij} - 1)^2 + M [\min(0, f_{ij})]^2 \right) \\ &+ \sum_i \lambda_i (u_i - \sum_j f_{ij} a_{ij}) + \sum_j \tau_j (v_j - \sum_i f_{ij} a_{ij}) \end{aligned} \quad (35)$$

با استفاده از شرایط بهینه  $\frac{\partial L}{\partial f_{ij}} = 0$  داریم:

$$f_{ij} + M \min(0, f_{ij}) = 1 + \frac{g_{ij}(\lambda_i + \tau_j)}{a_{ij}}$$

بنابراین

$$f_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اگر } a_{ij} = 0 \\ 1 + \frac{g_{ij}(\lambda_i + \tau_j)}{a_{ij}} & \text{اگر } 1 + \frac{g_{ij}(\lambda_i + \tau_j)}{a_{ij}} \geq 0 \\ \frac{1}{1+M} \left[ 1 + \frac{g_{ij}(\lambda_i + \tau_j)}{a_{ij}} \right] & \text{در نقاط دیگر} \end{cases} \quad (36)$$

با استفاده از محدودیت‌ها  $\sum_j f_{ij} a_{ij} = u_i$  و  $\sum_i f_{ij} a_{ij} = v_j$  و شرایط بهینه‌ی

بالا ضرایب لاگرانژ به صورت زیر به دست می‌آیند:

$$\lambda_i = \frac{1}{\sum_j g_{ij}} \left[ u_i - \sum_j a_{ij} + \sum_j \{ M a_{ij} \min(0, z_{ij}) - g_{ij} \tau_j \} \right] \quad (37)$$

$$\tau_j = \frac{1}{\sum_i g_{ij}} \left[ v_j - \sum_i a_{ij} + \sum_i \{ M a_{ij} \min(0, z_{ij}) - g_{ij} \lambda_i \} \right] \quad (38)$$

در نهایت در یک روند تکراری،  $f$  و در نتیجه جدول بهنگام شده  $X$  استخراج

می‌شود.

باید اشاره نمود که وزن  $(g_{ij})$  موجود در این روش می‌تواند مقادیر مختلفی اختیار کند، به طوری که در صورت در نظر گرفتن وزن‌های مناسب روش تفاضل مربعی بهبود یافته و روش تفاضل مربعی اصلاح شده نرمال شده، حالت خاصی از روش هارتهورن و ون دالن می‌شوند.

### ۳-۶- روش کورودا

در سال ۱۹۸۸ کورودا تابع هدفی به فرم زیر را برای بهنگام نمودن جداول داده - ستانده ارائه نمود ( کورودا، ۱۹۸۸):

$$f = \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \left[ \left( \frac{x_{ij}}{u_i} - r_{ij} \right)^2 w_{ij} + \left( \frac{x_{ij}}{v_j} - c_{ij} \right)^2 v_{ij} \right] \quad (39)$$

در این تابع  $w_{ij}$  و  $v_{ij}$  وزن‌هایی مثبت و اختیاری هستند. ضرایب  $r_{ij}$  و  $c_{ij}$  سهم هر عنصر جدول سال پایه از مجموع سطری و ستونی آن جدول است؛ به عبارت دیگر داریم:  $r_{ij} = \frac{a_{ij}}{u_i^0}$  و  $c_{ij} = \frac{a_{ij}}{v_j^0}$ ، تابع هدف فوق تنها در صورتی که جمع سطری و ستونی جداول اولیه و نهایی مخالف صفر باشند، تعریف شده خواهد بود.

با فرض  $z_{ij} = \frac{x_{ij}}{a_{ij}}$  تابع هدف فوق را می‌توان به صورت زیر بازنویسی نمود:

$$f(Z) = \frac{1}{2} \sum_i \sum_j a_{ij}^2 \left[ \left( \frac{z_{ij}}{u_i} - \frac{1}{u_i^0} \right)^2 w_{ij} + \left( \frac{z_{ij}}{v_j} - \frac{1}{v_j^0} \right)^2 v_{ij} \right] \quad (40)$$

توجه به این نکته ضروری است در صورتی که  $w_{ij} = v_{ij} = u_i = u_i^0 = v_j = v_j^0 = 1$  باشد تابع هدف معرفی شده برای روش تفاضل مربعی بهبود یافته حالت خاصی از تابع هدف روش کورودا است. (تیمورشوو و همکاران، ۲۰۱۱)

به منظور جلوگیری از منفی شدن  $z_{ij}$  و حفظ علامت عناصر جدول سال پایه همانند روش‌های قبلی تابع هدف این روش را نیز همراه با تابع جریمه‌ای به فرم

$$s_{ij} \equiv \frac{w_{ij}}{u_i^2} + \frac{v_{ij}}{v_j^2} > 0 \text{ در آن نظر می‌گیریم که در } \frac{M}{2} \sum_i \sum_j a_{ij}^2 s_{ij} [\min(0, z_{ij})]^2$$

با توجه به محدودیت‌های سطری و ستونی و تابع لاگرانژ، از شرایط بهینه‌یابی  $\frac{\partial L}{\partial z_{ij}} = 0$

داریم:

$$z_{ij} + M \min(0, z_{ij}) = \frac{1}{s_{ij}} \left( s_{ij}^0 + \frac{(\lambda_i + \tau_j)}{a_{ij}} \right) \quad (41)$$

که در آن  $s_{ij}^0 \equiv \frac{w_{ij}}{u_i^0 u_i} + \frac{v_{ij}}{v_j^0 v_j}$  بنابراین:

$$Z_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اگر } a_{ij} = 0 \\ \frac{1}{s_{ij}} \left( s_{ij}^0 + \frac{(\lambda_i + \tau_j)}{a_{ij}} \right) & \text{اگر } \frac{1}{s_{ij}} \left( s_{ij}^0 + \frac{(\lambda_i + \tau_j)}{a_{ij}} \right) \geq 0 \\ \frac{1}{(1+M)s_{ij}} \left[ s_{ij}^0 + \frac{(\lambda_i + \tau_j)}{a_{ij}} \right] & \text{در نقاط دیگر} \end{cases} \quad (42)$$

و در نهایت ضرایب لاگرانژ به صورت زیر حاصل می‌شوند:

$$\lambda_i = \frac{1}{\sum_j s_{ij}^{-1}} \left[ u_i - \sum_j a_{ij} \frac{s_{ij}^0}{s_{ij}} + \sum_j \left\{ M a_{ij} \min(0, z_{ij}) - \frac{\tau_j}{s_{ij}} \right\} \right] \quad (43)$$

$$\tau_j = \frac{1}{\sum_i s_{ij}^{-1}} \left[ v_j - \sum_i a_{ij} \frac{s_{ij}^0}{s_{ij}} + \sum_i \left\{ M a_{ij} \min(0, z_{ij}) - \frac{\lambda_i}{s_{ij}} \right\} \right] \quad (44)$$

در یک روند تکراری همانند روش‌های پیشین جواب نهایی برای  $Z$  و در نتیجه جدول بهنگام شده به دست می‌آید. نکته‌ای که باید به آن توجه داشت این است که برای انجام محاسبات، به انتخاب وزن‌های  $W_{ij}$  و  $V_{ij}$  نیاز داریم که این وزن‌ها نیز در محاسبه  $S_{ij}^0$  و استفاده می‌شوند.

روش کورادا نیز به دلیل نیازمندی به مجموع سطری و ستونی ماتریس‌های عرضه و مصرف سال پایه، به داده‌های ستانده محصولی سال مقصد نیاز دارد که از محدودیت‌های این روش است.

#### ۴- پایه‌های آماری

جهت ارزیابی روش‌های بهنگام‌سازی از جداول عرضه و مصرف سال‌های ۱۳۷۵ به عنوان سال پایه و ۱۳۸۰ به عنوان سال مقصد استفاده شده است. جدول عرضه و مصرف سال

۱۳۷۵ بر مبنای ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۷۵ محاسبه شده است<sup>۱</sup> (طرح تحقیقات ملی، ۱۳۸۱). جدول عرضه و مصرف سال ۷۵ در نهایت به صورت ۲۲ محصول در ۲۱ رشته فعالیت تنظیم شده است. جدول عرضه و مصرف آماری سال ۱۳۸۰ نیز به صورت ۱۴۷ محصول در ۹۹ رشته فعالیت از ماتریس‌های عرضه و مصرف مرکز آمار ایران استفاده شده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۶). به منظور همگن سازی و همچنین اجتناب از فرایند پیچیده محاسبه هر دو جدول شامل ۷ محصول و فعالیت به صورت یکپارچه<sup>۲</sup> به ترتیب شامل بخش‌های زیر است: "کشاورزی"، "نفت خام و گاز طبیعی"، "معدن"، "صنعت"، "آب برق و گاز"، "ساختمان" و "خدمات".

با استفاده از نرم‌افزار متلب<sup>۳</sup> جدول یکپارچه عرضه و مصرف متعارف<sup>۴</sup> سال ۱۳۷۵ مبنای محاسبه بهنگام سازی جدول یکپارچه عرضه و مصرف سال ۱۳۸۰ قرار گرفته است. متناسب با اهداف و سؤال تحقیق از روش تفاضل مطلق وزنی شده استاندارد<sup>۵</sup> (SWAD) در سنجش خطاهای آماری جدول ۱۳۸۰ با جدول یکپارچه متناظر واقعی سال ۱۳۸۰ استفاده شده است.<sup>۶</sup>

- ۱- ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۷۵ ایران در قالب یک طرح ملی توسط دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی و با همکاری مشترک بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و مرکز آمار ایران تدوین شده است.
- ۲- مراد از یکپارچه سازی جداول عرضه و مصرف در نظر گرفتن این جداول در یک جدول واحد است به طوری که بین اقلام کلان و بخشی این جدول واحد سازگاری و هماهنگی وجود داشته است.

### 3- MATLAB

- ۴- جداول عرضه و مصرف سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ به صورت متعارف بوده و واردات در آن‌ها تفکیک نشده است. در مقاله حاضر نیز برای جلوگیری از پیچیدگی محاسبات از جداول متعارف استفاده شده است.

### 5- Standardized weighted absolute difference

- ۶- لهر در سال ۱۹۹۲ چهارده روش مختلف سنجش خطاهای آماری معرفی می‌کند که تنها شش روش از روش‌های فوق در فضای داده-ستانده استفاده می‌شوند. در مقاله حاضر به لحاظ ساختار جداول عرضه و مصرف و داده‌های مورد نیاز برای سنجش خطاهای آماری تنها یک روش از شش روش مورد استفاده قرار گرفته است. ارزیابی دقیق‌تر این موضوع تلاش جداگانه ای را می‌طلبد.



## ۵- تحلیل نتایج

در قرن بیست و یکم توجه تحلیل‌گران اقتصاد داده-ستانده و نهادهای بین‌المللی به روش‌های بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف معطوف شده است که در مقایسه با روش‌های بهنگام‌سازی قرن بیستم (روش‌های بهنگام‌سازی جداول متقارن داده-ستانده) می‌تواند یک نقطه عطف به‌شمار رود.

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت که اکثر روش‌های بهنگام‌سازی جداول داده-ستانده را می‌توان برای بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف نیز استفاده کرد، اما این نقص نیز وجود دارد که اکثر این روش‌ها به ستانده محصولی سال مقصد در فرایند بهنگام‌سازی به‌عنوان داده برون‌زا نیاز دارند؛ بنابراین در میان روش‌های معرفی شده در مقاله فوق دو روش اتحادیه اروپا و راس عرضه و مصرف به‌دلیل عدم نیازمندی آن‌ها به ستانده محصولی می‌توانند در بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف کاربرد داشته باشند. ویژگی‌های دو روش مذکور به‌طور خلاصه در جدول (۱) ارایه شده است.

جدول ۱- مقایسه دو روش بهنگام‌سازی راس عرضه و مصرف و روش اتحادیه اروپا

روش اتحادیه اروپا	روش راس عرضه - مصرف	ویژگی
√	√	عدم نیازمندی به ستانده محصولی سال مقصد
×	√	امکان استفاده از ستانده فعالیتی سال مقصد
√ (دو مرحله)	√ (یک مرحله)	امکان بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف به‌صورت سازگار
×	√	دارای پایه‌های نظری و تفسیر اقتصادی
√	√	امکان بهنگام‌سازی جدول عرضه‌ای که واردات آن تفکیک‌شده است
×	√	امکان تعمیم روش به‌صورت تعدیل شده با در نظر گرفتن داده‌های برون‌زا
×	√	امکان بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف مستطیلی

مأخذ: برگرفته از تیمورشوو و همکاران (۲۰۱۱) و UNECA(2012)

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، روش راس عرضه و مصرف در مقایسه با روش اتحادیه اروپا دارای چهار مزیت اصلی زیر می‌باشد:

یک) استفاده از ستانده فعلیتی سال مقصد در فرایند بهنگام سازی به صورت برونزا (دو) امکان تعمیم روش فوق به شکل تعدیل شده و استفاده از داده‌های برونزا در فرایند بهنگام سازی

سه) داشتن پایه‌های نظری و تفسیر اقتصادی

چهار) امکان بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف به شکل مستطیلی.

نتایج بهنگام سازی جدول عرضه و مصرف سال ۱۳۸۰ در قالب دو روش اتحادیه اروپا و راس عرضه- مصرف به ترتیب در جداول ۲ و ۳ آمده است. همان‌گونه که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، مقادیر بردار ستانده فعلیتی دقیقاً با مقادیر حقیقی ارائه شده در سال مقصد برابر هستند اما مقادیر بردار ستانده محصولی و ستانده فعلیتی در روش اتحادیه اروپا به صورت درونزا و در فرایند بهنگام سازی تخمین زده می‌شوند درحالی که در روش راس عرضه و مصرف از داده‌های ستانده فعلیتی به صورت برونزا استفاده می‌شود. این مزیت می‌تواند موجب دقت بیشتر روش راس عرضه- مصرف در مقایسه با روش اتحادیه اروپا گردد.

جدول (۵) خطاهای آماری جداول بهنگام شده از روش‌های اتحادیه اروپا و راس عرضه- مصرف را نشان می‌دهد، به منظور محاسبه خطای روش بهنگام سازی به صورت تفکیک شده علاوه بر خطای جدول یکپارچه عرضه- مصرف، خطاهای ستانده محصولی، فعلیتی، جدول عرضه و جدول مصرف نیز ارائه شده است، اعداد ارائه شده در این جدول نشان‌دهنده تفاضل مطلق هر عنصر از مقدار واقعی آن است که وزن آن نسبت اندازه واقعی هر عنصر به مجموع عناصر واقعی می‌باشد. به عنوان نمونه اعداد ستون اول نشان می‌دهد که تخمین ستانده محصولی در روش اتحادیه اروپا به طور متوسط ۲۲ درصد و در روش راس عرضه-مصرف به طور متوسط ۲۴ درصد بزرگ‌تر و یا کوچک‌تر از میزان آماری آن در سال مقصد می‌باشد و یا خطای ستانده فعلیتی در روش راس عرضه- مصرف به دلیل استفاده از ستانده سال مقصد در روند بهنگام سازی صفر است درحالی که در روش اتحادیه

اروپا ستانده فعالیت به‌طور متوسط ۲/۶ درصد بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از میزان ستانده فعلیتی سال مقصد است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بیشترین میزان خطا براساس معیار در نظر گرفته شده در مقاله (SWAD) مربوط به جدول عرضه (۳۳) درصد در روش اتحادیه اروپا و ۲۹ درصد در روش راس عرضه-مصرف می‌باشد.

جدول ۲- خطاهای آماری جدول بهنگام شده سال ۱۳۸۰ به روش SWAD

روش	ستانده محصولی	ستانده فعالیت	جدول مصرف	جدول عرضه	جدول یکپارچه
اتحادیه اروپا	۰/۲۲۴۰۵	۰/۰۲۶۵۸	۰/۲۴۱۴	۰/۳۳۹۰	۰/۱۴۷۵
راس عرضه-مصرف	۰/۲۴۳۲۱	۰	۰/۲۴۶۰	۰/۲۹۴۹	۰/۱۴۹۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

خطاهای آماری بیانگر میزان دقت روش‌های به کار گرفته شده می‌باشند همان‌گونه که از جدول (۵) پیداست تنها با اکتفا به میزان خطاهای آماری دو روش بهنگام‌سازی اتحادیه اروپا و راس عرضه-مصرف نمی‌توان بر برتر بودن یکی از دو روش فوق‌بر دیگری صحنه گذاشت.

آنچه در این میان می‌تواند تعیین‌کننده باشد سادگی فرایند محاسبه، تطابق آمار و اطلاعات موردنیاز هر روش با فضای آماری کشور موردنظر و حداکثر استفاده روش فوق از آمارهای واقعی موجود است. همان‌گونه که در بخش‌های قبلی توضیح داده شد روش راس عرضه-مصرف حداقل به ۴ دلیل نسبت به روش اتحادیه اروپا در بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف برتری دارد؛ بنابراین با در نظر گرفتن موارد فوق و نیز فضای آماری موجود در ایران، توصیه نویسندگان مقاله حاضر به پژوهشگران حوزه داده-ستانده و نیز نهادهای آماری کشور آن است که یک روش راس عرضه-مصرف را مبنای بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف قرار دهند و دو) با توجه به کارکردهای تحلیلی جداول عرضه و مصرف پیشنهاد می‌گردد که فقط این جداول تهیه و بهنگام‌سازی و محاسبه جداول متقارن متناسب با کارکرد تحلیلی، بر عهده کاربران جدول گذاشته شود.







## ۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در دهه ۶۰ میلادی با کنار گذاشتن فرض یک فعالیت - یک محصول جداول عرضه و مصرف برای تبیین ساختار تولید و چگونگی مصرف واسطه‌ای و نهایی کالاها معرفی گردیدند. پس از آن جداول فوق به صورت عمده در تهیه جداول متقارن با فروض مختلف تکنولوژی، ماتریس حسابداری اجتماعی و مدل‌های تعادل عمومی مورد استفاده قرار گرفتند. به دلیل اهمیت فراوان این نوع جداول در تحلیل‌های اقتصاد داده - ستانده نهادهای بین‌المللی جهان پیشنهاد می‌کنند این جداول سالانه بهنگام شوند.

در مقاله حاضر تلاش شده است که برای اولین بار در ایران علاوه بر معرفی روش‌های بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف کاربرد دو روش اتحادیه اروپا و راس عرضه - مصرف در بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف بررسی شود. روش‌های اتحادیه اروپا و راس عرضه - مصرف به دلیل عدم نیازمندی آن‌ها به ستانده محصولی سال مقصد نسبت به سایر روش‌ها برای بهنگام سازی مناسب‌تر هستند. در این میان روش راس عرضه و مصرف در مقایسه با روش اتحادیه اروپا دارای چهار مزیت اصلی زیر نیز می‌باشد:

یک) استفاده از ستانده فعالیت سال مقصد در فرایند بهنگام سازی به صورت برون‌زا. (دو) امکان تعمیم روش فوق به شکل تعدیل شده و استفاده از داده‌های برون‌زا در فرایند بهنگام سازی. سه) داشتن پایه‌های نظری و تفسیر اقتصادی. چهار) امکان بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف به شکل مستطیلی. علاوه بر این مزیت‌ها این روش از ستانده فعلیتی به عنوان داده برون‌زا به منظور بهنگام سازی جداول عرضه و مصرف نیز استفاده می‌کند. این مزیت می‌تواند موجب دقت بیشتر روش راس عرضه - مصرف در مقایسه با روش اتحادیه اروپا گردد.

در راستای این یافته‌ها توصیه می‌شود که تدوین کنندگان جدول و نهادهای آماری در ایران روش راس عرضه و مصرف را مبنای بهنگام سازی جدول عرضه و مصرف قرار دهند.

## منابع

- بانوئی، علی اصغر، موسوی نیک، سید هادی، وفایی یگانه، رضا؛ مجتبی اسفندیاری کلوکن و زهرا ذاکری (۱۳۹۴)، «تعاریف و مفاهیم پایه‌ای، پایه‌های نظری و روش‌های محاسبه جداول متقارن داده - ستانده: تجربه ایران و جهان» دفتر مطالعات اقتصادی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
- مختاری اصل شوطی، اشکان و افسانه شرکت، «معرفی روش بهنگام‌سازی راس عرضه و مصرف و به‌کارگیری آن در بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف در ایران»، مرکز پژوهش‌های مجلس، دفتر مطالعات اقتصادی (گروه اقتصاد کلان و مدل‌سازی)، شماره مسلسل ۱۴۹۰۱، ۱۳۹۵.
- مختاری اصل شوطی، اشکان و افسانه شرکت، «مقدمه‌ای بر روش‌های بهنگام‌سازی جداول عرضه و مصرف»، مرکز پژوهش‌های مجلس، دفتر مطالعات اقتصادی (گروه اقتصاد کلان و مدل‌سازی)، شماره مسلسل ۱۴۳۵۵، ۱۳۹۴.
- مشفق، زهرا، رمضان زاده ولیس، گلروز، شرکت، افسانه، محدثه سلیمانی و علی اصغر بانوئی (۱۳۹۳)، «ارزیابی روش‌های راس متعارف و راس تعدیل شده در بهنگام‌سازی ضرایب داده - ستانده اقتصاد ایران با تأکید بر شقوق مختلف آمارهای برونزا» فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال نوزدهم، شماره ۵۸، صص ۱۱۷-۱۵۲.
- مهاجری، پریسا (۱۳۹۲)، «ارزیابی برداشت‌های متفاوت فرض تکنولوژی در محاسبه جداول متقارن داده - ستانده ایران (با تأکید بر ساختار بخش نفت خام و گاز طبیعی)»، رساله دکتری اقتصاد نفت و گاز، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.
- میرشجاعیان حسینی، حسین و فرهاد رهبر (۱۳۹۱)، «ارزیابی عملکرد نسبی روش‌های غیر پیمایشی به‌روزرسانی جدول داده - ستانده در فضای اقتصادی ایران»، مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، سال اول، شماره ۲، صص ۸۴-۶۱.



- Almon, C.( 1968) “Recent Methodological Advances in Input-Output in the United States and Canada”,*Paper Presented at the Fourth International Conference on Input-Output Techniques in Geneva.*
- Beutel, J. (2002),“The Economic Impact of Objective 1 Interventions for the Period 2000-2006” ,*Report to the Directorate-General for Regional Policies, Konstanz.*
- Eurostat (2008), *European Manual of Supply, Use and Input-Output Tables, Methodology and Working Papers*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Harthoorn, R. and Van Dalen.J (1987), “On the Adjustment of Tables with Lagrange Multipliers”, *Central Bureau of Statistics, The Netherlands*, National Accounts Research Division.
- Huang, W. Kobayashi, S. and Tanji, H. (2008) “Updating an Input-Output Matrix with Sign-Preservation: Some Improved Objective Functions and their Solutions”. *Economic Systems Research*, Vol.20, No.1, pp.111-123.
- Junius,T. and Oosterhaven,T.(2003), “The Solution of Updating or Regionalizing a Matrix with both positive and Negative Entries”, *Economic Systems Research*, Vol.15, No.3, pp.87-96.
- Kuroda, M. (1988), “A Method of Estimation for the Updating Transaction Matrix in the input-output relationships”, Keio Economic Observatory, Keio University, Japan, No.3, pp.1-36.
- Lahr, M. and de-Mesnard, L. (2004), “Biproportional Techniques in Input –output Analysis: Table Updating and Structural Analysis”, *Economic Systems Research*, Vol.16, No.2, pp. 115-134.
- Temurshoev,U, Timmer,M, (2011), “Joint Estimation of Supply and Use Tables”, *Regional Science*, Vol.90, No.4, pp:863-882.
- Temurshoev. U, Yamano.N, and Webb. C, (2011), “Projection of Supply and Use tables: Methods and Their Empirical Assessment”, *Economic System Research*, Vol.23, No.1, pp.91-123.
- Temurshorv.U, Miller. R. E and Bouwmeester M. C. (2013) “A Note on the GRAS Method”, *Economic Systems Research*, Vol.25, No.3, pp: 361-367.
- United Nations (2009), “A System of National Accounts 2008”, *NewYork.*
- United Nations Economic Commission for Africa, (UNECA). (2012), *Handbook of Supply and Use Tables: Compilation, Application, and Practices Relevant to Africa*, The African Center for Statistics.