

فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی

سال پانزدهم، شماره ۵۶، بهار ۱۳۹۴، صفحات ۱۵۸-۱۳۳

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم یافته در

بهنگام‌سازی درایه‌های منفی و مثبت جدول داده-ستانده^۱

افسانه شرکت*، محمد جلوداری ممقانی**، علی اصغر بانویی***، اشکان مختاری

اصل شوطی****، سونیا سبزی‌علی‌زاد هنرور*****

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۴

چکیده

در این مقاله چهار روش RAS متعارف، RAS تعدیل شده، RAS تعمیم یافته و RAS تعمیم یافته تعدیل شده مبنای بهنگام‌سازی ضرایب داده-ستانده قرار می‌گیرند. روش‌های RAS متعارف و RAS تعدیل شده فقط قابلیت بهنگام‌سازی درایه‌های مثبت و صفر را دارند و حساسیتی به درایه‌های منفی موجود در جدول داده-ستانده مانند خالص صادرات و یا خالص مالیات ندارند. درایه‌های مثبت به صورت مثبت بهنگام شده و درایه‌های صفر و منفی در سال مبدأ به همان صورت بدون هیچ تغییری در علامت و مقدار درایه‌ها به سال مقصد انتقال می‌یابند. برای برون‌رفت از این نارسایی پژوهشگران روش RAS تعمیم یافته را پیشنهاد کردند. این روش، نه تنها قادر به بهنگام‌سازی درایه‌های مثبت و صفر است، بلکه بهنگام‌سازی درایه‌های منفی را نیز امکان‌پذیر می‌کند. به لحاظ کاربردی روش نامبرده حداقل دارای دو نارسایی است؛ اول: بیشتر معطوف به مثال‌های عددی است تا جدول واقعی و دوم: بسط آن به روش RAS تعمیم یافته تعدیل شده که در این مقاله معرفی می‌شود

۱- مقاله حاضر بر مبنای دو کارگاه آموزشی که به ترتیب در خرداد ماه و مرداد ماه سال ۱۳۹۳ در مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی و پژوهشکده آمار برگزار شد، تنظیم شده است. نویسندگان مقاله از نقطه نظرات ارزنده کارشناسان مرکز پژوهش‌های مجلس، بانک مرکزی و مرکز آمار ایران تشکر می‌کنند. همچنین از راهنمایی‌های ارزشمند دکتر تیمورشوف در بسط روش RAS تعمیم یافته به روش RAS تعمیم یافته تعدیل شده تشکر و قدردانی می‌شود.

*کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی - نویسنده مسئول Email: afi.sherkat@yahoo.com

**استاد دانشکده علوم ریاضی و رایانه، دانشگاه علامه طباطبایی Email: j_mamaghani@atu.ac.ir

***استاد دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی Email: banouei@atu.ac.ir

****کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی Email: ashkan.mokhtari@yahoo.com

*****دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه الزهرا Email: honarvar.so@gamil.com

تاکنون مورد توجه قرار نگرفته است. در این مقاله تلاش می‌شود دینارسانی فوق را با دو سؤال محوری زیر مورد بررسی قرار دهیم. سؤال اول: آیا به لحاظ روش شناسی و کاربردی امکان بسط روش RAS تعمیم یافته به RAS تعمیم یافته تعدیل شده وجود دارد؟ سؤال دوم: خطای آماری کدام روش کمتر است؟

جداول مقارن آماری بخش در بخش با فرض تکنولوژی بخش سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰، مبنای ارزیابی سؤال‌های فوق قرار می‌گیرند. یافته‌های مقاله نشان می‌دهند امکان بسط روش RAS تعمیم یافته به روش RAS تعمیم یافته تعدیل شده وجود دارد. همچنین خطای آماری روش RAS تعمیم یافته کمتر از روش‌های RAS متعارف و RAS تعدیل شده است و خطای آماری در روش RAS تعمیم یافته تعدیل شده به مراتب کمتر از روش‌های RAS متعارف، RAS تعدیل شده و RAS تعمیم یافته است.

طبقه‌بندی JEL: C67, D57, C80.

کلیدواژه‌ها: جدول داده-ستانده، بهنگام‌سازی، روش RAS متعارف، روش RAS تعمیم یافته، روش RAS تعمیم یافته تعدیل شده، درایه مثبت و منفی.

۱- مقدمه

در شش دهه گذشته پژوهشگران اقتصاد داده-ستانده روش‌های مختلف غیر آماری و یا نیمه آماری متعددی را برای بهنگام‌سازی ضرایب داده-ستانده ملی و منطقه‌ای معرفی کرده‌اند. از این میان روش RAS، در اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی توسط ریچارد استون و همکارانش برای بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده معرفی شد. این روش به دلیل سادگی محاسبه، نیاز به حداقل آمار و اطلاعات بیشتر از سایر روش‌های بهنگام‌سازی مورد توجه و مقبولیت پژوهشگران حوزه اقتصاد داده-ستانده و نهادهای بین‌المللی قرار گرفته است (مشفق و همکاران، ۱۳۹۳).

با وجود مقبولیت روش بهنگام‌سازی RAS متعارف و RAS تعدیل شده در میان پژوهشگران و نهادهای بین‌المللی، هنوز نارسایی‌هایی در این روش‌ها وجود دارد که می‌تواند اعتبار جداول بهنگام شده از این روش‌ها را مورد تردید قرار دهد.^۱ یکی از این

۱- از جمله چالش‌های موجود در روش RAS می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته در ... ۱۳۵

نارسایی‌ها عدم حساسیت روش‌های اشاره شده به درایه‌های منفی موجود مانند بردار خالص صادرات و یا بردار خالص مالیات در جدول داده-ستانده است.

به نظر نویسندگان مقاله دو دلیل اصلی بر عدم حساسیت روش‌های RAS متعارف و RAS تعدیل‌شده نسبت به درایه‌های منفی وجود دارد؛ نخست آنکه مراد از بهنگام‌سازی در روش‌های RAS متعارف و RAS تعدیل‌شده در واقع بهنگام‌سازی ماتریس ضرایب مستقیم و یا ماتریس مبادلات واسطه‌ای بین بخشی (ناحیه اول جدول) است که درایه‌های موجود در آن صفر و یا مثبت است و درایه‌های منفی به صورت بردارهای خالص صادرات، تغییر در موجودی انبار و یا خالص مالیات در نواحی دوم و سوم جدول به صورت برونزا خارج از فرآیند بهنگام‌سازی قرار می‌گیرند. دوم، قاعده کلی در بکارگیری روش‌های RAS متعارف و RAS تعدیل‌شده در بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده این است که آمارهای نواحی تقاضای نهایی و ارزش افزوده در سال مقصد یا وجود دارند و یا باید جمع‌آوری و محاسبه شوند.

برای برون‌رفت از این کاستی ابتدا شنسن و بیتس^۱ (۱۹۹۸) و پس از آنها یونس و استرهاون^۲ (۲۰۰۳) با معرفی روش RAS تعمیم‌یافته در قالب یک مثال عددی موفق شدند این نارسایی را با در نظر گرفتن درایه‌های منفی در کنار درایه‌های مثبت و صفر ماتریس مبادلات واسطه‌ای بین بخشی برطرف کنند. بنابراین در روش RAS تعمیم‌یافته، نه تنها درایه‌های منفی ماتریس سال مبدأ نادیده گرفته نمی‌شوند، بلکه نقش بالقوه این درایه‌ها در

الف) عدم تغییر ضرایب در این روش بر اثر جهش‌های تکنولوژی، تغییرات نسبی قیمت در بخش‌ها و ضعف داده‌های مربوطه.

ب) مبنا قرار دادن ماتریس مبادلات واسطه‌ای بین بخشی و یا ماتریس ضرایب فنی در بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده.

ج) عدم امکان لحاظ تغییرات منفی به مثبت میان درایه‌های سال مبدأ و سال مقصد، مانند تغییر در موجودی انبار. برای بررسی جنبه‌های نظری و عملی این چالش‌ها می‌توانید به منابع زیر رجوع کنید:

Dietzenbacher and Miller (2009), Okuyama et.al (2002), Jackson and Murry (2004), Miller and Blair (2009), Sabzali Zad Honarvar et.al (1393), Lenzen et.al (2014)

1- Sensen and Bates

2- Junius and Oosterhaven

بهنگام‌سازی و منطقه‌ای کردن ماتریس‌های داده-ستانده مورد توجه قرار می‌گیرد (یونس و استرهاون، ۲۰۰۳).

منظور کردن بردارهای خالص صادرات و یا خالص مالیات در کنار ماتریس مبادلات واسطه‌ای بین بخشی (با درایه‌های مثبت و صفر) بستگی به نوع انتخاب الگوریتم در تابع هدف نیز دارد. به عنوان نمونه، یونس و استرهاون در الگوریتم تابع هدف خود فرض می‌کنند که باید حداقل یکی از درایه‌ها در بردار خالص صادرات و یا بردار خالص مالیات مثبت باشند. بکارگیری این فرض ممکن است در عمل با واقعیت‌های موجود در جدول داده-ستانده منطبق نباشد، زیرا ممکن است تمام درایه‌های بردارهای نامبرده صفر، مثبت، منفی و یا حتی ترکیبی از سه حالت فوق باشند. تحت این وضعیت تابع هدف یونس و استرهاون را نمی‌توان در بهنگام‌سازی حالتی که بردارهای یادشده تنها دارای درایه‌های منفی هستند، مورد استفاده قرار داد. این مسأله مورد توجه پژوهشگران بعدی قرار گرفته است. آن‌ها با اصلاح تابع هدف یونس و استرهاون تلاش کردند این نقیصه را برطرف کنند.

آخرین تابع هدف اصلاح شده توسط تیمورشوف و همکاران^۱ در سال ۲۰۱۳ معرفی شده است. در این مقاله به دلایلی که در ادامه خواهد آمد نه فقط تابع اشاره شده مبنای بهنگام‌سازی جدول به روش RAS تعمیم‌یافته قرار خواهد گرفت، بلکه همچنین تلاش می‌شود روش یادشده به روش RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده نیز بسط داده شود.

چنانچه مشاهدات فوق را مبنای ارزیابی فضای پژوهشی روش‌های بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده در ایران قرار دهیم، به سه مشاهده کلی زیر خواهیم رسید:

یک: ایران بیش از نیم قرن تجربه تهیه جدول داده-ستانده و حدود چهار دهه تجربه بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده را دارد. با وجود این تجربه طولانی و در مقایسه با سایر کشورهای جهان پژوهش‌های انجام گرفته در خصوص جنبه‌های مختلف مبانی نظری روش‌های بهنگام‌سازی و ارزیابی آنها بسیار اندک است.^۲

1- Temurshoev et al

۲- بررسی‌های نگارندگان مقاله نشان می‌دهد که فقط سه مقاله در این زمینه در ایران نوشته شده است. مقاله میرشجاعیان و رهبر (۱۳۹۱)، مقاله سبزی‌زاد هنرور و همکاران (۱۳۹۳) و مقاله مشفق و همکاران (۱۳۹۳).

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته در ... ۱۳۷

دو: سال ۱۳۹۰ را می‌توان سال تدوین و بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده در ایران معرفی کرد؛ از یک طرف مرکز آمار ایران در کنار تدوین جداول آماری عرضه، مصرف و محاسبه دو نوع جدول متقارن، بهنگام‌سازی جدول سال ۱۳۹۰ را در دستور کار خود قرار داده است. از طرفی شواهد و قراین نشان می‌دهند که بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران نیز در صدد بهنگام‌سازی جدول سال ۱۳۸۹ و یا ۱۳۹۰ بر مبنای جدول آماری سال ۱۳۸۳ است. مرکز پژوهش‌های مجلس نیز در قالب طراحی ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰، جدول داده-ستانده سال یادشده را بر مبنای جدول متقارن آماری سال ۱۳۸۰ تهیه کرده است.

سه: همواره روش RAS و در مواردی RAS تعدیل شده مبنای بهنگام‌سازی قرار گرفته است. هر چند بکارگیری روش‌های مورد اشاره در بهنگام‌سازی ماتریس ضرایب مستقیم و یا ماتریس مبادلات واسطه‌ای بین بخشی دارای محاسنی است، محدودیت‌هایی نیز دارد. یکی از این محدودیت‌ها نادیده گرفتن درایه‌های منفی به صورت خالص صادرات و یا خالص مالیات در جدول داده-ستانده است. معرفی روش RAS تعمیم‌یافته به خوبی می‌تواند این نقیصه را برطرف کند.

با در نظر گرفتن فضای پژوهشی و مطالب گفته شده، این مقاله حداقل دارای سه نوآوری در ادبیات داده-ستانده ایران است؛ یک: معرفی روش RAS تعمیم‌یافته و کاربست مناسب‌ترین الگوریتم آن. دو: بسط روش RAS تعمیم‌یافته به RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده و سه: سنجش خطاهای آماری ماتریس‌های بهنگام شده از چهار روش یادشده.

بررسی این ابعاد در چارچوب دو سؤال مطرح شده در چکیده، ارکان اصلی مقاله‌ی حاضر را تشکیل می‌دهند. برای این منظور مطالب مقاله در پنج بخش سازماندهی می‌شوند. در بخش اول به مرور ادبیات موجود و پژوهش‌های انجام گرفته پرداخته می‌شود. مطالب بخش دوم به روش‌شناسی و سنجش خطاهای آماری هر دو روش اختصاص می‌یابد. بخش سوم و چهارم به ترتیب پایه‌های آماری و تحلیل نتایج حاصل از چهار روش آورده می‌شود و بخش نهایی را به خلاصه و نتیجه‌گیری اختصاص می‌یابد.

۲- پیشینه تحقیق

طی شش دهه گذشته روش‌های غیرآماری متعددی برای بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده در سطح ملی و منطقه‌ای توسط پژوهشگران اقتصاد داده-ستانده پیشنهاد شده است. این روش‌ها و به ویژه روش تعدیل دونسبتی در دهه ۱۹۳۰ توسط کورتوف^۱ برای برآورد ترافیک ارتباطات تلفن و بریگمن^۲ (۱۹۶۷) در تخمین ترافیک جریان حمل و نقل مورد استفاده قرار گرفت.

لئونتیف بنیانگذار جدول داده-ستانده در سال ۱۹۴۱ برای اولین بار از تکنیک‌های دو نسبتی برای شناسایی منابع تغییر در درایه‌های جدول داده-ستانده ملی استفاده کرد (لهر و دی مسنارد^۳، ۲۰۰۴). با این وجود در اوایل دهه ۱۹۶۰ ریچارد استون و همکارانش روش RAS را که از تکنیک‌های تعدیل دونسبتی است برای بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده پیشنهاد کردند و برای اولین بار در بهنگام‌سازی ضرایب داده-ستانده کشور انگلستان مورد استفاده قرار دادند (استون^۴، ۱۹۶۱؛ استون و براون^۵، ۱۹۶۲). این روش به دلیل نیاز به حداقل اطلاعات آماری و سادگی محاسبه آن نسبت به سایر روش‌های بهنگام‌سازی، مانند روش‌های برنامه‌ریزی خطی و یا استفاده از معادلات درجه دوم، بسیار مورد توجه پژوهشگران حوزه اقتصاد داده-ستانده قرار گرفته و به صورت گسترده‌ای در بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده توسط نهادهای بین‌المللی و پژوهشگران اقتصاد داده-ستانده مورد استفاده قرار گرفته است (مشفق و همکاران، ۱۳۹۳).

بررسی اجمالی ادبیات موجود در جهان در ارتباط با این روش و حتی شکل تعدیل یافته آن حاکی از وجود معایبی هم از منظر جنبه‌های نظری و هم از منظر ارزیابی عملکرد است. از آن جمله، این روش‌ها تنها قابلیت بهنگام‌سازی درایه‌های صفر و مثبت را دارند و حساسیتی به درایه‌های منفی موجود در بردار خالص صادرات و یا بردار خالص مالیات در

1- Kruithof

2- Bregman

3- Lahr and de-Mesnard

4- Stone

5- Stone and Brown

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته در ... ۱۳۹

جدول داده-ستانده ندارند. به عبارت دیگر، درایه‌های مثبت به صورت مثبت بهنگام شده و درایه‌های صفر و منفی در سال مبدأ به همان صورت بدون هیچ تغییری در علامت و مقدار درایه‌ها به سال مقصد انتقال می‌یابند.

برای برون رفت از این کاستی، یعنی وجود درایه‌های منفی در جدول از روش‌های نامتعارف مانند کاربرد روش RAS بدون توجه به درایه‌های منفی و یا برونزا فرض کردن درایه‌های منفی در سال مبدأ پیشنهاد شده است.^۱ روش‌های نامبرده، هم به لحاظ نظری و هم به لحاظ تجربی نتایج قابل قبولی را ارائه نمی‌کنند. در این میان شنسن و بیتس^۲ در سال ۱۹۸۸ اولین بار با در نظر گرفتن یک تابع هدف لگاریتمی و استفاده از روش بهینه‌یابی، روش RAS تعمیم‌یافته را برای حل مشکل درایه‌های منفی معرفی کردند و آن را برای بهنگام‌سازی جدول سال ۱۹۷۳ کشور ترکیه مورد استفاده قرار دادند (شنسن و بیتس، ۱۹۸۸). اما بکارگیری روش RAS تعمیم‌یافته بستگی زیادی به نوع تابع هدف دارد.

بررسی ادبیات نشان می‌دهد که پژوهشگران بعد از شنسن و بیتس تاکنون چهار نوع الگوریتم برای تابع هدف روش RAS تعمیم‌یافته معرفی کرده‌اند که هر یک از آنها به نوعی اصلاح‌کننده توابع هدف قبلی می‌باشد.

یونس و استرهاون (۲۰۰۳) با تعمیم روش RAS و با استفاده از یک تابع هدف محذب، مجموعه‌ای از محدودیت‌های خطی و مجزا کردن عناصر مثبت و منفی در ماتریس اولیه، روش RAS تعمیم‌یافته را برای بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده با درایه‌های مثبت و منفی معرفی کردند. آنها با ارائه مثالی عددی موفق شدند قابلیت روش یادشده را از منظر خطاهای آماری نسبت به روش RAS متعارف و RAS تعدیل شده ارزیابی کنند (یونس و استرهاون، ۲۰۰۳). پس از آنها لنزن^۳ (۲۰۰۷) و هانگ^۴ (۲۰۰۸) با تعدیل تابع هدف یونس و استرهاون دو ایراد اساسی وارده بر تابع اشاره شده را برطرف

۱- برای کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه به مقالات زیر رجوع کنید:

Junius and Oosterhaven, Temorshove et.al

2- Günlük- Sensen and Bates

3- Lenzen et.al

4- Haung et.al

کردند. مثلاً اگر در ماتریس مبادلات واسطه‌ای درایه صفر وجود داشته باشد تابع هدف یونس و استرهاون تعریف نمی‌شود (لزن و همکاران، ۲۰۰۷) و یا اگر عناصر بهنگام شده با عناصر سال پایه هم علامت نباشند در این صورت تابع هدف یا شده منفی شده و از این رو استفاده از روش بهینه‌یابی امکان‌پذیر نیست (هانگ، ۲۰۰۸).

علاوه بر موارد فوق، اخیراً تیمورشوف و همکاران (۲۰۱۳) تلاش کردند با اصلاح تابع هدف معرفی شده توسط یونس و استرهاون آن را به واقعیت نزدیک‌تر کنند، چراکه در الگوریتم تابع هدف یادشده، فرض می‌شود که حداقل باید یک درایه مثبت در سطر و ستون‌هایی که دارای عناصر منفی هستند، وجود داشته باشد. حال آنکه احتمال زیادی وجود دارد که تمام درایه‌های بردار خالص صادرات، بردار خالص مالیات و یا حتی بردار تغییر در موجودی انبار در یک جدول داده-ستانده منفی باشند. تحت این وضعیت الگوریتم معرفی شده در تابع هدف یونس و استرهاون دیگر کاربرد نخواهد داشت. برای حل این مسأله تیمورشوف و همکاران ضمن معرفی یک تابع هدف دو ضابطه‌ای برای تعدیل‌کننده‌های R و S در روش RAS تعمیم‌یافته موفق شدند مثال عددی دیگری را حل کنند. این روش در مقایسه با تابع هدف یونس و استرهاون قابلیت بهنگام‌سازی ماتریس حسابداری اجتماعی، جداول ساخت و جذب و ماتریس‌های داده-ستانده با ابعاد سطرها و ستون‌های بیشتر را دارد.^۱

ارزیابی فضای پژوهشی بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده در ایران نشان می‌دهد که بهنگام‌سازی این جدول در ایران به روش RAS متعارف و RAS تعدیل شده سابقه‌ای طولانی دارد. طی بیش از ۵۰ سال که از عمر بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده می‌گذرد، نهادهای مختلف مانند وزارت اقتصاد، سازمان برنامه و بودجه، وزارت نیرو، بانک مرکزی ایران، مرکز آمار ایران و مرکز پژوهش‌های مجلس از روش‌های RAS و یا RAS تعدیل شده در بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده استفاده کرده‌اند (مشفق و همکاران، ۱۳۹۳). با

۱- برای کسب اطلاعات بیشتر در ارتباط با نارسایی‌های تابع معرفی شده توسط یونس و استرهاون رجوع کنید به:

Haung et.al (2008) و Lenzen et.al (2007), Temorshove (2013)

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته در ... ۱۴۱

این حال، به دلایل نامعلومی جنبه‌های نظری، مزیت‌ها و کاستی‌های این روش‌ها مورد توجه پژوهشگران کشور قرار نگرفته است. اخیراً بعضی از پژوهشگران تلاش کردند، محور توجهات خود را به بررسی این موضوعات معطوف کنند.

پژوهش‌های انجام شده در زمینه بهنگام‌سازی در ایران بسیار ناچیز است و مقاله علمی پژوهشی تحت عنوان «ارزیابی عملکرد نسبی روش‌های غیرپیمایشی بروزرسانی جدول داده-ستانده در فضای اقتصادی ایران» توسط میرشجاعیان حسینی و رهبر در سال ۱۳۹۱ اولین مقاله‌ای است که در این ارتباط چاپ شده است (میرشجاعیان حسینی و رهبر، ۱۳۹۱). در این مقاله با استفاده از جداول آماری بخش در بخش با فرض تکنولوژی بخش سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۷۸ بانک مرکزی ایران، از ۹ روش بهنگام‌سازی استفاده می‌شود. این روش‌ها عبارتند از: روش خام و ساده، روش قدرمطلق تفاضلات، روش قدرمطلق وزنی تفاضلات، روش قدرمطلق تفاضلات نرمال شده، روش مربع تفاضلات، روش مربع تفاضلات وزنی، بهینه‌سازی لاگرانژی، اعمال پارامتر ثابت تغییر همه‌جانبه و روش RAS متعارف. یافته‌های کلی آنها نشان می‌دهد که با وجود نتایج مطالعات در دیگر کشورها مبنی بر کارکرد معتبر روش RAS متعارف، این روش در نظام اقتصادی و آماری کشورمان از کارکرد متوسطی برخوردار است.

به نظر نویسندگان مقاله، مقاله اشاره شده چه به لحاظ نظری و چه به لحاظ کاربردی حداقل در سه زمینه دارای نارسایی است؛ یک: فقط ماتریس ضرایب مستقیم داده-ستانده با درایه‌های مثبت و صفر مبنای محاسبه ۹ روش قرار گرفته است. دو: هیچ اشاره‌ای به روش RAS تعدیل شده نشده است و سه: مبنا قرار دادن ماتریس مبادلات واسطه‌ای بین بخشی و یا ماتریس ضرایب مستقیم داده-ستانده در بهنگام‌سازی ممکن است جواب یکسان و یا متفاوتی به دست دهند نیز مورد توجه قرار نگرفته است.

مشفق و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله خود تحت عنوان «ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعدیل شده در بهنگام‌سازی ضرایب داده‌ستانده با تأکید بر شقوق مختلف آمارهای برونزا» تلاش کردند مسأله دوم را با استفاده از جدول آماری بخش در

بخش با فرض تکنولوژی بخش سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ مورد واکاوی قرار دهند. آنها با استفاده از سناریوهای مختلف آمارهای برونزا (برتر یا اضافی) در روش RAS تعدیل شده درصدد پاسخ به این سؤال بودند که آیا بکارگیری آمارهای برونزا در روش RAS تعدیل شده منجر به کاهش خطاهای آماری نسبت به RAS متعارف خواهد شد. یافته‌های کلی آنها نشان می‌دهند که بکارگیری آمارهای برونزا در روش RAS تعدیل شده لزوماً منجر به کاهش خطاهای آماری نمی‌شود.

هنرور و همکاران (۲۰۱۴) مسأله سوم را در قالب یک سؤال مشخص «آیا بکارگیری ماتریس مبادلات واسطه‌ای بین بخشی و یا ماتریس ضرایب مستقیم داده-ستانده در بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده جواب یکسانی به دست می‌دهد؟» مورد واکاوی قرار دادند. یافته‌های کلی این مقاله نشان می‌دهند که نخست تفاوت وجود دارد، اما ناچیز است و دوم تعداد روال تکراری همگرایی ماتریس ضرایب مستقیم کمتر از تعداد روال تکراری در بکارگیری ماتریس مبادلات واسطه‌ای بین بخشی است.

بررسی فضای پژوهشی فوق ما را به یک مشاهده اساسی سوق می‌دهد و آن این است که کانون توجه این پژوهش‌ها بر ماتریس مبادلات واسطه‌ای و یا ماتریس ضرایب مستقیم با درایه-های مثبت و صفر بوده است و توجهی به درایه‌های منفی در بهنگام‌سازی نشده است. مقاله حاضر برای اولین بار در ایران علاوه بر استفاده از روش RAS تعمیم‌یافته در بهنگام‌سازی درایه‌های منفی موجود در جدول داده-ستانده، تلاش می‌کند روش RAS تعمیم‌یافته را به روش RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده نیز بسط دهد.

۳- روش‌شناسی

در این بخش انواع روش‌های بهنگام‌سازی مطرح شده در چکیده را به اختصار معرفی می‌کنیم. بیان این نکته حائز اهمیت است که در هر یک از این روش‌ها با سه ماتریس هم‌اندازه، مثلاً $m \times n$ سروکار داریم.

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته در ... ۱۴۳

ماتریس اول ماتریس سال مبدأ است، این ماتریس را با A نشان می‌دهیم. داریم:

$$A = (a_{ij}), \quad i=1, \dots, m \quad j=1, \dots, n$$

تمام درایه‌های A ، a_{ij} ها معلوم‌اند.

ماتریس دوم ماتریس سال مقصد است و از بهنگام‌سازی A به دست می‌آید. این

ماتریس را با X نشان می‌دهیم:

$$X = (x_{ij}), \quad i=1, \dots, m \quad j=1, \dots, n$$

درایه‌های X مجهول‌اند، اما مجموع سطری و ستونی آن معلوم است، مثلاً:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = U_i, \quad i=1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = V_i, \quad i=1, \dots, n$$

با استفاده از این داده‌ها و اطلاعات مربوط به A ، ماتریس X را با بکار بستن روش‌های

ریاضی طوری به دست می‌آوریم که اطلاعات مربوط به A را در خود داشته باشد

این کار را بهنگام‌سازی ماتریس A می‌نامیم. بنابراین X بهنگام‌شده A است و x_{ij} و a_{ij} هم

علامت هستند.

ماتریس سوم ماتریس واقعی سال مقصد است و با \tilde{A} نشان داده می‌شود، از این رو

مجموع‌های سطری و ستونی \tilde{A} و X نظیر به نظیر با هم برابرند. تحقق‌های عینی ماتریس \tilde{A} ،

جدول‌های داده - ستانده هستند که هر ۱۰ سال یکبار در کشور ما از طریق آمارگیری تهیه

می‌شوند. بنابراین تدوین \tilde{A} برای یک سال خاص نیازمند برنامه‌ای دقیق و هزینه‌ای سنگین

است که باید توسط نیروی انسانی کارآمد و بسیار گسترده صرف و اجرا شود. همچنین در

سال‌های بین سال مبدأ و سال مقصد سیاستگذاران اقتصادی برای تدوین برنامه‌های

اقتصادی منطقه‌ای و ملی نیازمند جدول‌های یادشده هستند.

استفاده از روش‌های کم هزینه، سریع و دقیق برای پیدا کردن برآوردی از \tilde{A} که بتواند

مقاصد موردنظر استفاده‌کنندگان را برآورد کند در اولویت آنان قرار می‌گیرد. این برآورد باید

با استفاده از اطلاعات موجود صورت پذیرد و ماتریس برآورد شده به \tilde{A} به قدر کافی نزدیک

باشد. در واقع در اقتصاد داده- ستانده X که از طریق بهنگام‌سازی A با استفاده از داده های مربوط به \tilde{A} (مجموع های سطری و ستونی) به دست می‌آید، برآورد مورد نظر است. روش های بهنگام‌سازی گوناگونی وجود دارد که در زمینه اقتصاد داده- ستانده از نوع جدول سال مبدأ و اطلاعات موجود ناشی می‌شوند:

الف) اگر درایه‌های A منفی نباشند، یعنی به ازای هر i و j داشته باشیم:

$$a_{ij} \geq 0$$

آنگاه با استفاده از روش دونسبتی RAS منسوب به ریچارد استون و همکاران می‌توان A را بهنگام کرد و به X رسید. برای مشاهده جزئیات این روش نگاه کنید به (باکاراک، ۱۹۷۰) یا (لهر و دی مسنارد، ۲۰۰۴). هر چند از عمر این روش بیش از ۵۰ سال می‌گذرد، اما به دلیل سادگی و کارآمد بودنش هنوز طرفداران بسیاری دارد.^۳

ب) روش RAS را مستقیماً نمی‌توان در مورد ماتریس‌هایی که حاوی درایه‌های منفی هستند بکار برد، اما در گذشته معمول بوده است که در ماتریس A بجای درایه‌های منفی صفر قرار می‌دادند و ماتریس حاصل را با روش RAS بهنگام می‌کردند. سپس در ماتریس بهنگام شده بجای درایه‌های صفر متناظر با درایه‌های منفی، درایه منفی سال مبدأ را وارد می‌کردند. این روش به روش RAS تعدیل شده موسوم است. حداقل کاستی این روش بی‌تأثیر بودن درایه‌های منفی در فرآیند بهنگام‌سازی است. بنابراین باید به روش‌های دیگر بهنگام‌سازی نیز اندیشید.

پ) اگر برخی از درایه‌های A منفی باشند برای بهنگام‌سازی از روش‌های گوناگون می‌توان استفاده کرد. روش RAS تعمیم‌یافته یا به اختصار GRAS یکی از این روش‌ها است.

1- M. Bacharach

2- M.,L., Lahr and L. De mesnard

۳- هدف مقاله حاضر بررسی روش‌شناسی، روش RAS یا RAS تعدیل شده نیست برای اطلاع بیشتر از جنبه‌های نظری این روش‌ها می‌توانید رجوع کنید به:

Stone and Brown (1962), Bacharach (1970), Polenske (1997), Miller and Blair (2009), (۱۳۹۱) فیاضی و (۱۳۹۳) مشقق و همکاران

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم یافته در ... ۱۴۵

این روش در دهه ۱۹۸۰ توسط شنسن و بیتس ابداع شد و در سال ۲۰۰۳ توسط یونس و اوسترهاون مجدد کشف شد. امید تیمور شوف و همکاران در سال ۲۰۱۳ این روش را تکمیل کردند. امروزه روش RAS تعمیم یافته از اهمیت ویژه‌ای در میان پژوهشگران اقتصاد داده-ستانده برخوردار است از این رو خلاصه‌ای از این روش ارائه می‌شود.

هدف پیدا کردن ماتریس X با شرایط فوق است به طوری که ضمن حفظ علامت کمترین انحراف را از ماتریس \tilde{A} داشته باشد.

یکی از صورت‌بندی‌های ریاضی این مسأله با استفاده از مفهوم اطلاعات گم شده^۱ از نظریه اطلاع به دست می‌آید^۲. فرض کنید a_{ij} درایه‌های ماتریس سال مبدا و x_{ij} درایه‌های ماتریس بهنگام شده باشند. تعریف می‌کنیم:

$$Z_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{a_{ij}} & a_{ij} \neq 0 \\ 1 & a_{ij} = 0 \end{cases}$$

با توجه به $x_{ij} = Z_{ij} a_{ij}$ به ازای هر i و j ملاحظه می‌کنیم که x_{ij} و a_{ij} هم علامت هستند، بنابراین در همین آغاز یکی از شرط‌های بهنگام‌سازی برآورد شده است. حال مسأله بهنگام‌سازی از طریق تعمیم روش RAS را می‌توان به مسأله مینیمم‌سازی تبدیل کرد (رابطه (۱))، زیرا در این صورت در گذر از A به X اطلاعات تلف شده به حداقل ممکن می‌رسد.

$$\min \sum_{i,j} |a_{ij}| Z_{ij} \ln \left(\frac{Z_{ij}}{e} \right)$$

$$st. \begin{cases} \sum_j a_{ij} z_{ij} = u_i & \text{for all } i=1, \dots, m \\ \sum_i a_{ij} z_{ij} = v_j & \text{for all } j=1, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

1- Information Loss

۲- در این مقاله از الگوریتم مقاله تیمور شوف و همکاران (Temurshoev et.al. (2013) به علت مطابقت آن با آخرین تغییرات موجود در الگوریتم RAS تعمیم یافته استفاده کرده‌ایم.

برای حل این مسأله مینیمم سازی تابع لاگرانژ آن را تعریف کرده و نقطه‌ی مینیمم آن را پیدا می‌کنیم:

$$L(z, \lambda, \tau) = \sum_i \sum_j |a_{ij}| z_{ij} \ln(z_{ij} / e) + \sum_i \lambda_i \left(u_i - \sum_j a_{ij} z_{ij} \right) + \sum_j \tau_j \left(v_j - \sum_i a_{ij} z_{ij} \right)$$

که در آن λ و τ ضرایب لاگرانژ هستند. ماتریس A را بصورت تفاضل $A=P-N$ می‌نویسیم که در آن P و N هر دو ماتریس‌های نامنفی‌اند:

$$P = P_{ij} = \begin{cases} a_{ij} & a_{ij} > 0 \\ 0 & a_{ij} = 0 \end{cases}$$

$$N = n_{ij} = \begin{cases} -a_{ij} & a_{ij} < 0 \\ 0 & a_{ij} = 0 \end{cases}$$

تابع لاگرانژ را به منظور حذف قدر مطلق به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم:

$$L(z, \lambda, \tau) = \sum_{a_{ij} \in P} a_{ij} \left(z_{ij} \ln(z_{ij} / e) \right) - \sum_{a_{ij} \in N} a_{ij} \left(z_{ij} \ln(z_{ij} / e) \right) + \sum_i \lambda_i \left(u_i - \sum_j a_{ij} z_{ij} \right) + \sum_j \tau_j \left(v_j - \sum_i a_{ij} z_{ij} \right)$$

اکنون با استفاده از آزمون‌های مشتق اول و مشتق دوم نقاط مینیمم تابع $L(z, \lambda, \tau)$ را پیدا می‌کنیم:

$$\ln Z_{ij} = \lambda_i + \tau_j \hat{U} Z_{ij} = e^{\lambda_i} e^{\tau_j} \quad \text{For } a_{ij} \geq 0$$

$$\ln Z_{ij} = -\lambda_i - \tau_j \hat{U} Z_{ij} = e^{-\lambda_i} e^{-\tau_j} \quad \text{For } a_{ij} < 0$$

با در نظر گرفتن $r_i = e^{\lambda_i}$ و $s_j = e^{\tau_j}$ و قرار دادن $x_{ij} = z_{ij} a_{ij}$ ملاحظه می‌کنیم که:

$$x_{ij} = r_i a_{ij} s_j \quad \text{For } a_{ij} \geq 0 \tag{۲}$$

$$x_{ij} = r_i^{-1} a_{ij} s_j^{-1} \quad \text{For } a_{ij} < 0 \tag{۳}$$

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته در ... ۱۴۷

این مقادیر را در ماتریس X قرار می‌دهیم و با استفاده از تجزیه $A = P - N$ به دست می‌آوریم:

$$Xi = (rPs - r^{-1} Ns^{-1})i = U_i \quad (۴)$$

$$iX = i(rPs - r^{-1} Ns^{-1}) = V_i \quad (۵)$$

که در آن $r = \text{Diag}(r_1, \dots, r_m)$ و $s = \text{Diag}(s_1, \dots, s_m)$ ماتریس‌های قطری هستند. حال اگر بتوانیم درایه‌های ماتریس‌های Γ و S را برآورد کنیم آنگاه برآوردی از ماتریس X حاصل می‌شود. برای این منظور با استفاده از معادله‌های (۴) و (۵) الگوریتم زیر را اجرا می‌کنیم:

الف) ماتریس آغازی $r^{(0)} = 1$ را در معادله (۴) قرار می‌دهیم.

ب) معادله حاصل را نسبت به S حل می‌کنیم و ماتریس حاصل را $s^{(1)}$ می‌نامیم.

پ) این ماتریس را در معادله‌ی (۵) قرار می‌دهیم و معادله‌ی حاصل را نسبت به Γ حل می‌کنیم. ماتریس حاصل را $r^{(1)}$ می‌نامیم.

ملاحظه می‌کنیم که در این مرحله با استفاده از روابط (۲) و (۳) ماتریسی چون $X^{(1)}$ حاصل می‌شود که تقریبی از X است اگر $X^{(1)}$ در شرایط مورد نظر ما صدق کند، جواب مطلوب است و گرنه فرآیند را ادامه می‌دهیم تا جایی که به جواب مطلوب، مثلاً $x = x(h)$ برسیم. سپس با استفاده از معادلات ۴ و ۵ و جواب اولیه $r^{(0)} = 1$ ، تعدیل‌کننده‌های سطری $(r_i > 0)$ و ستونی $(s_j > 0)$ به صورت روابط (۶) و (۷) به دست می‌آیند.

$$r_i = \begin{cases} \frac{u_i + \sqrt{u_i^2 + 4 p_i(s) n_i(s)}}{2 p_i(s)} & \text{For } p_i(s) > 0 \\ \frac{-n_i(s)}{u_i} & \text{For } p_i(s) = 0 \end{cases} \quad (۶)$$

$$s_j = \begin{cases} \frac{v_j + \sqrt{v_j^2 + 4 p_j(r) n_j(r)}}{2 p_j(r)} & \text{For } p_j(r) > 0 \\ \frac{-n_j(r)}{v_j} & \text{For } p_j(r) = 0 \end{cases} \quad (۷)$$

که در آن :

$$P_i(s) = \sum_j P_{ij} S_j \quad n_i(s) = \sum_j n_{ij} / s_j$$

$$P_j(r) = \sum_i r_i P_{ij} \quad n_j(r) = \sum_i n_{ij} / r_i$$

ت) اگر برخی از درایه‌های جدول سال مقصد به صورت برونزا معلوم شده باشند در این صورت دیگر نیازی نیست که آنها را از طریق بهنگام‌سازی به دست آوریم بنابراین به نحوی باید آنها را از فرآیند بهنگام‌سازی دور کنیم. برای این منظور ابتدا این درایه‌ها را از مجموع‌های سطری و ستونی مربوط کم می‌کنیم و در جدول سال مبدأ به جای درایه‌های متناظر با آنها صفر قرار می‌دهیم. پس از این تعدیل‌ها روش RAS تعمیم‌یافته را در مورد جدول جدید سال مبدأ اجرا می‌کنیم، سپس در جدول حاصل بجای صفرهای اشاره شده درایه‌های حذف شده را قرار می‌دهیم. در صورت نیاز این مراحل را تکرار می‌کنیم. این روش را که ترکیبی از روش RAS تعدیل شده و روش RAS تعمیم‌یافته است، روش RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده می‌نامیم.

ملاحظه می‌کنیم که نتیجه نهایی این روش به دو ماتریس K و R بستگی دارد. ماتریس $A = (k_{ij})$ اطلاعات برونزای معلوم در سال مقصد است. این ماتریس را از ماتریس A کم می‌کنیم و ماتریس $R = A - K = (a_{ij} - k_{ij})$ را به دست می‌آوریم. مجموع‌های سطری و ستونی K را از مجموع‌های سطری و ستونی X کم می‌کنیم تا مجموع‌های سطری و ستونی R به دست آیند.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} - \sum_{j=1}^n k_{ij} = U_i \quad , i=1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} - \sum_{i=1}^m k_{ij} = V_j \quad , j=1, \dots, n$$

حال با روش راس تعمیم‌یافته ماتریس R را با داده‌های فوق بهنگام می‌کنیم و ماتریسی

چون X ، به دست می‌آوریم. ماتریس مورد نظر نهایی عبارت است از:

$$X = X_1 + K$$

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته در ... ۱۴۹

۳-۱- سنجش خطاهای آماری

به طور کلی معیارهای سنجش خطاهای آماری جداول بهنگام شده یک هدف اساسی را دنبال می‌کنند و آن اندازه‌گیری قابلیت روش‌های مختلف بهنگام‌سازی در تولید نتایج صحیح است. بنابراین هر چه جدول بهنگام شده به وسیله یک روش خاص به جدول آماری سال مقصد نزدیک‌تر باشد، انتظار می‌رود که آن روش قابلیت بیشتری در بهنگام‌سازی داشته باشد.

در این مقاله منظور از خطاهای آماری جداول بهنگام شده، متوسط خطاهای آماری جداول یادشده یا همان دقت عملکرد کلی روش در بهنگام‌سازی جدول است و نه دقت درایه به درایه عناصر جدول داده-ستانده.

در پاسخ به سؤال دوم مقاله، سه روش سنجش خطای آماری متعارف مانند قدر مطلق انحرافات (MAD)، ریشه میانگین خطای مربعات (RMSE) و درصد خطای کل استاندارد (STPE) جهت ارزیابی چهار روش بهنگام‌سازی استفاده شده است.^۱

$$MAD = \left(\frac{1}{m \times n} \right) \sum_i \sum_j |l_{ij}(t) - l_{ij}|$$

$$RMSE = \left[\sum_i \sum_j \frac{(l_{ij}(t) - l_{ij})^2}{m \times n} \right]^{0.5}$$

$$STPE = \frac{\sum_i \sum_j (|l_{ij}(t) - l_{ij}|)}{\sum_i \sum_j l_{ij}(t)} * 100$$

۱- لهر در سال ۱۹۹۲، ۱۴ روش مختلف برای سنجش خطاهای آماری جدول داده-ستانده معرفی می‌کند، اما در ادبیات داده-ستانده تنها شش روش از ۱۴ روش معرفی شده توسط لهر با توجه به اعتبار روش‌ها و داده‌های مورد نیاز در این روش‌ها بکار گرفته شده‌اند. در مقاله حاضر برای جلوگیری از افزایش حجم مقاله تنها از سه روش متعارف‌تر از این شش روش استفاده شده است (لهر، ۱۹۹۲).

۱۵۰ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

در روابط فوق، ماتریس $(1) l_{ij}$ ماتریس ضرایب مستقیم داده-ستانده سال مقصد، l_{ij} ماتریس ضرایب بهنگام شده، m تعداد سطرها و n تعداد ستون‌های ماتریس مبادلات واسطه‌ای است.

۴- پایه‌های آماری

جهت ارزیابی و مقایسه عملکرد چهار روش بهنگام‌سازی RAS متعارف، RAS تعدیل شده، RAS تعمیم‌یافته و RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده از جدول مقارن آماری داده-ستانده سال ۱۳۷۵ بعنوان سال پایه و جدول مقارن آماری داده-ستانده اصلاح شده سال ۱۳۸۰ بعنوان سال مقصد مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

جدول آماری سال ۱۳۷۵ بر مبنای ماتریس‌های ساخت و جذب، از ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM) سال ۱۳۷۵ استخراج و بصورت یک جدول مقارن بخش در بخش با فرض تکنولوژی بخش برای سال مبدأ محاسبه شد (طرح تحقیقات ملی، ۱۳۸۱).^۱ جدول مقارن آماری کالا در کالا با فرض بیشتر تکنولوژی کالا سال ۱۳۸۰ مرکز آمار ایران به دو دلیل اصلی زیر مبنای محاسبه قرار نگرفته است؛ یک: جدول یادشده به صورت کالا در کالا است، حال آنکه جدول سال ۱۳۷۵ به صورت بخش در بخش با فرض تکنولوژی بخش است. بنابراین جهت همگن‌سازی جدول سال مبدأ و سال مقصد، لازم است جدول سال ۱۳۸۰ به صورت بخش در بخش با فرض تکنولوژی بخش محاسبه شود. جداول آماری ساخت و جذب سال ۱۳۸۰ مرکز آمار ایران مبنای محاسبه جدول بخش در بخش قرار گرفت. دو: جدول کالا در کالای سال ۱۳۸۰ مرکز آمار ایران به علت نامشخص بودن واردات، تراز نیست. در نهایت برای اجتناب از افزایش حجم مقاله و همچنین فرآیند پیچیده محاسبه، هر دو جدول به هفت بخش اقتصادی تجمیع شده به طوری که خالص صادرات به عنوان یک بردار ستونی مستقل در هر دو جدول منظور شده است.

۱- ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۷۵ ایران در قالب یک طرح ملی توسط دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی و با همکاری مشترک بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و مرکز آمار ایران تدوین شده است.

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته در ... ۱۵۱

جهت عملیاتی کردن چهار روش بهنگام‌سازی برنامه‌ای منسجم که دربرگیرنده هر چهار روش فوق است در نرم‌افزار Matlab طراحی شده است.^۱ سپس با استفاده از سه روش سنجش خطاهای آماری، قدرمطلق انحرافات^۲ و ریشه میانگین خطای مربعات^۳ و درصد خطای کل استاندارد^۴، دقت آماری ماتریس‌های بهنگام‌سازی سال ۱۳۸۰ به چهار روش ذکر شده محاسبه شد.

۵- نتایج حاصله و تحلیل آنها

سوال اول مقاله در بخش روش‌شناسی مورد توجه قرار گرفت در این بخش تلاش می‌شود به سوال دوم مقاله، یعنی خطاهای آماری کدام‌یک از چهار روش بیشتر است؟ پاسخ داده شود. نتایج خطاهای آماری بین ماتریس‌های بهنگام‌سازی شده از روش RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته با جدول مقارن آماری متناظر سال ۱۳۸۰ در جدول شماره ۱ سازماندهی شده‌اند.^۵

جدول شماره ۱ حاوی دو ستون است. نتایج ستون اول خطاهای آماری مستخرج از روش RAS تعمیم‌یافته با درایه‌های مثبت، صفر و منفی را نشان می‌دهد حال آنکه نتایج ستون دوم، خطاهای آماری حاصله از روش RAS متعارف با درایه‌های مثبت و صفر را آشکار می‌کند. نتایج حاصله نشان می‌دهند که خطاهای آماری مستخرج از سه روش RMSE, STPE و MAD در روش بهنگام‌سازی RAS تعمیم‌یافته با درایه‌های مثبت، صفر و منفی به مراتب کمتر از خطاهای آماری در روش RAS متعارف با درایه‌های مثبت

۱- این برنامه در نرم‌افزار نامبرده در قالب دو کارگاه آموزشی در مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی و پژوهشکده آمار ارائه شده است. برنامه مذکور نزد نویسندگان مقاله است و در صورت درخواست ارسال می‌شود.

2- Mean Absolute Deviation

3- Root Mean Square Error

4- Standard Total Percentage Error

۵- جداول مقارن آماری هفت بخشی سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ و همچنین جداول بهنگام‌سازی شده از چهار روش RAS متعارف، RAS تعدیل شده، RAS تعمیم‌یافته و RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده نزد نویسندگان مقاله است و در صورت درخواست ارسال می‌شود.

۱۵۲ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

و صفر است. ارقام حاصله در روش RMSE، ۲/۱ برابر کمتر و در روش های MAD و STPE، ۱/۸ برابر کمتر از ارقام متناظر خطاهای آماری در روش RAS متعارف است.

جدول ۱- خطاهای آماری حاصل از دو روش بهنگام سازی RAS متعارف و RAS تعمیم یافته

	خطاهای آماری در روش RAS متعارف با درايه‌های مثبت، صفر و منفی (۱)	خطاهای آماری در روش RAS متعارف با درايه‌های مثبت و صفر (۲)
RMSE	۰/۰۲۶۵۳	۰/۰۵۵۳۳
STPE	۸۶/۱۳۸۸۳	۱۵۷/۶۰۹۷۴
MAD	۰/۰۵۵۱۹	۰/۱۰۰۹۹

منبع: بر مبنای جدول مقارن بهنگام شده سال ۱۳۸۰ و جدول مقارن آماری همان سال و با استفاده از سه روش سنجش خطاهای آماری محاسبه شده اند.

رعایت عواملی همچون ماهیت و معیارهای آمارهای برونزا (برتر یا اضافی)، در سال مقصد می تواند نقش اساسی را در میزان اعتبار جداول بهنگام شده در روش های RAS تعدیل شده ایفا کند. برای سنجش خطاهای آماری در روش های RAS تعدیل شده و RAS تعمیم یافته تعدیل شده از سه سناریوی آمارهای برونزا شامل بخش کلیدی، بخش غیر کلیدی و درایه های قطر اصلی استفاده شده است.^۱

سه روش خطاهای آماری مبنای محاسبه سه سناریوی اشاره شده در روش های RAS تعدیل شده و RAS تعمیم یافته تعدیل شده قرار گرفته اند. نتایج حاصله در جدول شماره ۲ آورده شده اند. جدول یاد شده از دو ستون تشکیل شده است. یافته های این جدول نشان می دهند که خطاهای آماری در روش RAS تعمیم یافته تعدیل شده با درایه های مثبت، صفر و منفی در تمام سناریوها کمتر از ارقام متناظر خطاهای آماری در روش RAS تعدیل شده است.

۱- برای اطلاعات بیشتر از ماهیت و معیارهای آمارهای برونزا (برتر یا اضافی) سال مقصد در روش RAS تعدیل شده رجوع کنید به: مشفق و همکاران، (۱۳۹۳)

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته در ... ۱۵۳

دامنه خطاهای آماری در سناریوی اول برای بخش‌های کشاورزی و صنعت به ترتیب بین ۲/۲ برابر تا ۲/۴ برابر و ۱/۱ برابر تا ۱/۳ برابر در روش RAS تعدیل شده بیشتر از روش RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده است.

دامنه خطاهای آماری در سناریوی دوم و سوم نشان می‌دهند که خطاهای آماری در روش RAS تعدیل شده بین ۳/۴ برابر تا ۴/۱ برابر و بین ۲/۵ برابر تا ۳ برابر بیشتر از ارقام متناظر حاصله در روش RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده است.

جدول ۲- نتایج خطاهای آماری در روش‌های RAS تعدیل شده و RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده در قالب سه سناریو

سناریو ها	روش‌های سنجش خطاهای آماري	خطاهای آماری در روش RAS		
		تعمیم‌یافته تعدیل شده با درایه‌های مثبت، صفر و منفی (۱)	تعدیل شده با درایه‌های مثبت و صفر (۲)	
سناریو بخش‌های کلیدی	۱	RMSE	۰/۰۲۶۷۰۶	۰/۰۶۲۹۸۵
		STPE	۷۸/۹۵۳۶۵۷	۱۷۳/۵۰۹۵۷۹
		MAD	۰/۰۵۰۵۸۹	۰/۱۱۱۱۷۵
سناریو بخش کلیدی	۲	RMSE	۰/۰۰۶۹۱۶	۰/۰۰۸۸۵۲
		STPE	۲۸/۲۶۳۴۳۲	۲۹/۸۲۷۰۹۸
		MAD	۰/۰۱۸۱۱	۰/۰۱۹۱۱۲
سناریو بخش غیر سناریو درایه‌های قطری	۳	RMSE	۰/۰۱۶۷	۰/۰۶۷۹۱۶
		STPE	۵۱/۴۱۰۰۴۹	۱۷۷/۸۴۱۸۶۳
		MAD	۰/۰۳۲۹۴۱	۰/۱۱۳۹۵۱
سناریو بخش غیر سناریو درایه‌های قطری	۴	RMSE	۰/۰۱۸۹۷	۰/۰۵۶۰۷۴
		STPE	۸۰/۳۶۹۳۶۴	۱۹۸/۳۴۶۷۷۳
		MAD	۰/۰۵۱۴۹۶	۰/۱۲۷۰۹

۱- با اضافه سطر و ستون کامل بخش کشاورزی در سال مقصد

۲- با اضافه سطر و ستون کامل بخش صنعت در سال مقصد

۳- با اضافه سطر و ستون کامل بخش خدمات در سال مقصد

۴- با اضافه فقط درایه‌های قطری اصلی

یافته‌ها حداقل سه واقعیت را برای تدوین کنندگان و کاربران جدول آشکار می‌کنند: نخست آنکه بکارگیری روش بهنگام‌سازی RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده با درایه‌های مثبت، صفر و منفی خطاهای آماری کمتری نسبت به سایر روش‌های بهنگام‌سازی به دست می‌دهد و توصیه می‌شود که روش یادشده مبنای بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده قرار گیرد.

دوم آنکه مقایسه افزایش و یا کاهش خطاهای آماری بین روش RAS متعارف با روش RAS تعدیل شده و روش RAS تعمیم‌یافته با روش RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده در جدول شماره ۳ نشان می‌دهند که بکارگیری روش RAS تعدیل شده و یا حتی روش RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده لزوماً منجر به کاهش خطاهای آماری نسبت به روش RAS متعارف و روش RAS تعمیم‌یافته نمی‌شود.

یافته‌های اشاره شده با یکی از یافته‌های اساسی مقاله مشفق و همکاران که فقط روش‌های RAS متعارف و RAS تعدیل شده را مبنای سنجش خطاهای آماری جداول بهنگام شده قرار داده‌اند، همسو هستند.

سوم آنکه خطاهای آماری در روش RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده، بجز در یک مورد، در سایر موارد همواره کمتر از خطاهای آماری در روش RAS تعمیم‌یافته است (جدول شماره ۲ و ۳) حال آنکه تقریباً عکس این روند در خصوص خطاهای آماری بین روش RAS متعارف و روش RAS تعدیل شده مشاهده می‌شود، این یافته تأیید دیگری بر یافته‌های مقاله مشفق و همکاران است.

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته در ... ۱۵۵

جدول ۳- مقایسه افزایش و یا کاهش خطاهای آماری بین روشهای RAS متعارف و RAS تعدیل شده و روشهای RAS تعمیم‌یافته و RAS تعمیم‌یافته تعدیل شده

سناریوها	روش خطاهای آماری	خطاهای آماری بیشتر و یا کمتر در روش RAS تعمیم تعدیل شده نسبت به روش RAS تعمیم‌یافته (۱)	خطاهای آماری بیشتر و یا کمتر در روش RAS تعدیل شده نسبت به روش RAS متعارف (۲)
سناریوی اول	۱	RMSE	بیشتر
		STPE	کمتر
		MAD	کمتر
	۲	RMSE	کمتر
		STPE	کمتر
		MAD	بیشتر
سناریوی دوم	۳	RMSE	بیشتر
		STPE	بیشتر
		MAD	بیشتر
سناریوی سوم	۴	RMSE	بیشتر
		STPE	بیشتر
		MAD	بیشتر

منبع: بر مبنای نتایج جداول ۱ و ۲ تنظیم شده است.

۶- خلاصه و نتیجه‌گیری

با وجود حدود چهار دهه تجربه بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده در کشورمان هنوز نارسایی‌هایی در این روش وجود دارد که مورد توجه پژوهشگران کشورمان قرار نگرفته است و می‌توانند اعتبار جداول بهنگام شده را مورد تردید قرار دهند.

یکی از نارسایی‌های روش یادشده عدم حساسیت آن به درایه‌های منفی موجود در جدول داده-ستانده مانند بردارهای خالص صادرات و خالص مالیات است. برای برون‌رفت از این نقیصه پژوهشگران اقتصاد داده-ستانده روش RAS تعمیم‌یافته را معرفی کرده‌اند.

۱۵۶ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

روش یادشده با در نظر گرفتن درایه‌های منفی در کنار درایه‌های مثبت و صفر ماتریس مبادلات واسطه‌ای بین بخشی توانست این نقیصه را برطرف کند.

در مقاله حاضر تلاش شد برای اولین بار در ایران علاوه بر معرفی و استفاده از روش RAS تعمیم یافته در بهنگام‌سازی درایه‌های منفی موجود در جدول داده-ستانده، امکان بسط روش RAS تعمیم یافته به روش RAS تعمیم یافته تعدیل شده را فراهم کنیم.

یافته‌های مقاله نشان می‌دهند که خطاهای آماری در روش بهنگام‌سازی RAS تعمیم یافته تعدیل شده به مراتب کمتر از خطاهای آماری در سه روش دیگر است. در راستای این یافته‌ها توصیه می‌شود که کاربران و تدوین کنندگان جدول در ایران روش RAS تعمیم یافته تعدیل شده را مبنای بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده قرار دهند.

منابع

الف - فارسی

دانشگاه علامه طباطبائی (۱۳۸۱)، طرح تحقیقات ملی محاسبه ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۷۵، گزارش چهارم، مرکز تحقیقات اقتصاد ایران، دانشکده اقتصاد.

فیاضی، محمدتقی (مترجم) (۱۳۹۱)، راهنمای حسابداری ملی، راهنمای جدول داده-ستانده (تهیه و تحلیل)، مرکز پژوهش‌های مجلس، تهران، ایران.

مرکز آمار ایران (۱۳۸۶)، جدول داده-ستانده سال ۱۳۸۰.

مشفق، زهرا، گلروز رمضان‌زاده ولیس، افسانه شرکت، محدثه سلیمانی و علی اصغر بانویی، (۱۳۹۳)، «ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعدیل شده در بهنگام‌سازی ضرایب داده-ستانده اقتصاد ایران با تأکید بر شقوق مختلف آمارهای برونزا»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۵۸، زمستان ۱۳۹۲.

ارزیابی روش‌های RAS متعارف و RAS تعمیم‌یافته در ... ۱۵۷

میرشجاعیان حسینی، حسین و فرهاد رهبر (۱۳۹۱)، «ارزیابی عملکرد نسبی روش‌های غیر پیمایشی بروزرسانی جدول داده-ستانده در فضای اقتصادی ایران»، *مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، سال اول، شماره ۲، صص ۶۱-۸۴

ب- انگلیسی

- Bacharach, M.(1970) *Biproportional Matrices and Input-Output Change*, Combridge, Cambridge University Press, U.K.
- Bregman, L. M. (1967). "Proof of the Convergence of Sheleikhovskii's Method for a Problem with Transportation Constraints", *USSR Computational Mathematics and Mathematical Physics*, Vol. 7, No.1, PP 191-204.
- Dietzenbacher, E. and R. E. Miller (2009) "RAS-ing the Transactions or the Coefficients: It Makes no Difference", *Journal of Regional Science*, Vol. 49, No.3, PP: 555-566.
- Huang, W., S. Kobayashi and H. Tanji (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.
- Günlük-Şenesen, G. and J. M. Bates (1988), "Some Experiment with Methods of Adjusting Unbalanced Data Matrices", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (Statistics in Society)*, Vol. 151, No. 3 .PP 473-490.
- Jackson, R.W.and A.T. Murray (2004), "Alternative Input-Output Updating Formulations", *Economic Systems Research*, Vol. 16, NO. 2, PP 135-156.
- Junius,T. and T.Oosterhaven (2003), "The Solution of Updating or Regionalizing a Matrix with both positive and Negative Entries", *Economic Systems Research*, Vol. 15, PP 87-96.
- Lahr, M. and L. de-Mesnard (2004), "Biproportional Techniques in Input-Output Analysis: Table Updating and Structural Analysis", *Economic Systems Research*, Vol. 16, No. 2, PP 115-134.

- Lenzen, M., R. Wood and B. Gallego (2007) "Some Comments on the GRAS Method", *Economic Systems Research*, Vol. 19, PP 461–465.
- Lenzen, M., D.D. Moran, A. Geschke and K. Kanemoto (2014), "A Non-Sign Preserving RAS Variient", *Economic Systems Research*, Vol. 26, NO. 2, PP 197-208.
- Lahr, M.L. (1992) "An Investigation into Methods for Producing Hybrid Regional Input-Output Tables". Unpublished Ph.D. dissertation, Regional Science Department, University of Pennsylvania.
- Miller, R.E. and P.D. Blair (2009) *Input-Output Analysis: Foundations and Extnesions*, Cambridge University Press, U.K.
- Okuyama, Y., Geoffrey J.D. Hewings, Michael Sonis and Philip R. Israilevich (2002), "An Economic Analysis of Biproportional Properties in an Input-Output System", *Journal of Regional Science*, Vol. 10, No. 42, PP 361–387.
- Polenske, K.R., W.H. Crown and M.A. Mohr (1986), "A Critical Review of the RAS Literature", Report 36, Presented at the Strategic Regional Policy, warsaw, Poland, Dec 12, 1984 and the 2nd Soviet American Seminar on Regional Planning, Tillin, USSR, Jan.7.
- Sabzalizad Honarvar, S., M. Jelodari Mamaghani, A.A. Banouei, A. Sherkat, and A. Mokhtari Asl Shouti (2014), "Measurment of Statistical Errors Iteration Algorithms and Convergence Speed in Updating Coefficients and Transaction Matrices", *Journal of Quarterly Iranian Economic Research*, NO.57, Special Issue in English (forthcoming)
- Stone, R. (1961) *Input-Output and National Accounts*, Paris, Organization for Economic Cooperation.
- Stone, R. and A. Brown (1962) *A Computable Model of Ecnomic Growth: A Programme for Growth*, Vol. I, London, Chapman and Hall.
- Temurshorv, U., R. E. Miller and M. C. Bouwmeester (2013) "A Note on the GRAS Method", *Economic Systems Research*, Vol. 25, NO. 3, PP 361-367.