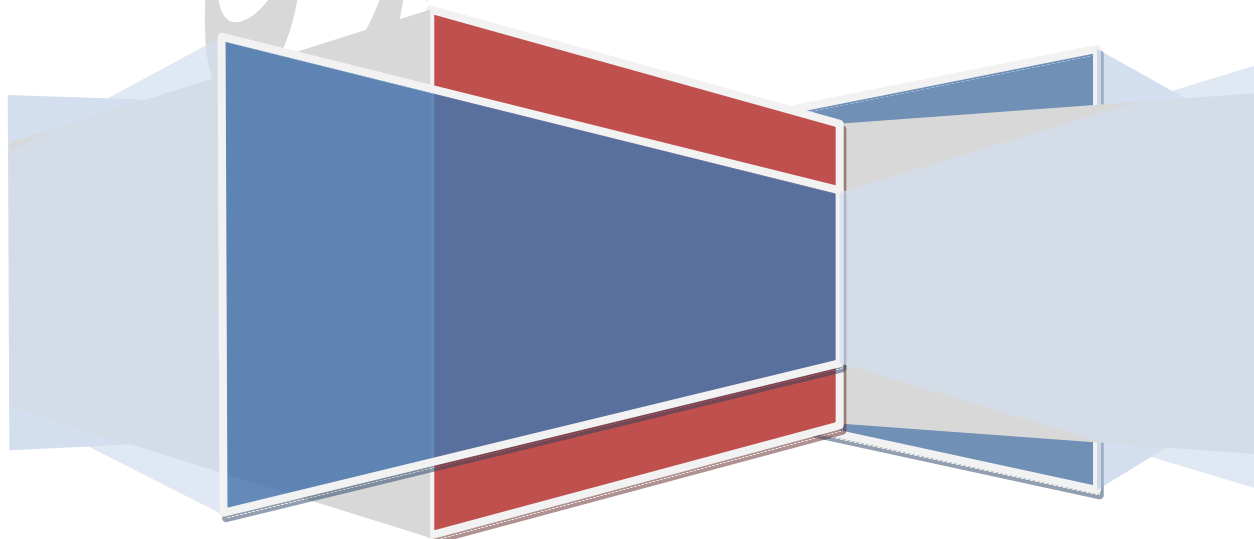




ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

مرکز آمار ایران

چارچوب ساده جدول داده-ستانده



مرداد ماه ۱۳۹۱

ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی
مرکز آمار ایران



چارچوب ساده جدول داده - ستانده

مرکز آمار ایران

گزارش اول

پیشگفتار

پیشینه جدول داده- ستانده در ایران به سال ۱۳۴۴ برمی‌گردد که با ابعاد ۳۲ در ۳۲ توسط وزارت اقتصاد تهیه شده است. پس از آن جدول داده- ستانده سال ۱۳۵۲ با ابعاد ۵۹ در ۵۹ اولین جدول داده- ستانده‌ای است که توسط مرکز آمار ایران با مشارکت بخش خصوصی تهیه شده است. اولین جدول داده- ستانده آماری که توسط مرکز آمار ایران تهیه شد، جدول سال ۱۳۶۵ با ابعاد تفصیلی ۱۷۲ در ۱۷۲ است. جدول داده- ستانده سال ۱۳۷۰ با استفاده از اطلاعات به‌نگام شده ۳۹ بخش جدول داده- ستانده سال ۱۳۶۵ و به روش RAS تعدیل شده تهیه شد. جداول داده- ستانده سال ۱۳۸۰ آخرین داده- ستانده‌ای است که توسط مرکز آمار ایران تهیه شده است و دارای ۱۴۷ سطر (محصولات) و ۹۹ ستون (رشته فعالیت‌ها) بوده و از پنج جدول اصلی، چهار جدول پشتیبانی و چهار جدول تحلیلی تشکیل شده است.

مرکز آمار ایران در راستای وظایف قانونی خود و به عنوان متولی رسمی آمار حساب‌های ملی کشور، تهیه جداول داده- ستانده سال ۱۳۹۰ را در دستور کار خود قرار داده است. گزارش حاضر یکی از مجموعه گزارش-هائی است که برای ترویج دانش جداول داده- ستانده و حساب‌های ملی بویژه برای کارشناسان جدید مرکز آمار ایران تهیه و منتشر خواهد شد. این گزارش برداشتی آزاد از کتاب Handbook of Input- Output Table Compilation and Analysis, UN, 1999 است که توسط خانم فریده دیبائی مشاور رئیس مرکز آمار ایران تهیه شده است. امید است محققین، صاحب‌نظران، کاربران و متخصصین حساب‌های ملی و جداول داده- ستانده با راهنمایی‌های خود بر غنای این سلسله گزارش‌ها بیافزایند.

فهرست مندرجات

- ۱ مقدمه
- ۲ فرض‌های جدول داده- ستانده
- ۲ جداول داده- ستانده پولی یا فیزیکی
- ۳ جداول داده- ستانده و حساب‌های ملی
- ۳ چارچوب ساده جدول داده- ستانده
- ۸ ماتریس معکوس
- ۸ تفسیر اقتصادی ماتریس معکوس
- ۹ اثرات مستقیم
- ۱۲ واحد اندازه‌گیری
- ۱۳ قیمت‌ها و هزینه‌ها

مرکز آمار ایران

بسمه تعالی

مقدمه

جداول داده- ستانده^۱ هم به عنوان یک چارچوب نظری و هم به عنوان ابزار کاربردی اقتصادی از زمانی گسترش یافت که برای اولین بار توسط واسیلی لئونتیف^۲ اقتصاد دان روسی الاصل برای اقتصاد ایالات متحده آمریکا برای سالهای ۱۹۱۹ و ۱۹۲۹ تهیه شد. جداول داده- ستانده در واقع تغییر شکل یافته تابلوی اقتصادی فرانسوا کنه^۳ اقتصاددان فرانسوی به یک چارچوب تحلیلی است که موجب می شود تحلیل ها و پیش بینی های اقتصادی آسان تر انجام شود. تابلوی اقتصادی کنه فقط یک وسیله توصیفی برای نشان دادن روابط بین خریده ها و فروش های بین تولیدکنندگان و مصرف کنندگان مختلف در اقتصاد بود.

واسیلی لئونتیف به دلیل گسترش متدولوژی داده - ستانده و کاربردهای آن برنده جایزه نوبل سال ۱۹۷۳ در علم اقتصاد شد. جایزه نوبل در علم اقتصاد یک بار دیگر نیز در سال ۱۹۸۴ به ریچارد استون اقتصاددان^۴ انگلیسی به دلیل مشارکت عمده ای که در گسترش سیستم حساب های ملی و وارد کردن چارچوب جداول داده - ستانده در این سیستم داشت، به وی تعلق گرفت.

جداول داده- ستانده علاوه بر بعد تحلیلی و کاربردی آن، یک چارچوب آماری قوی و منسجم هم از نظر هماهنگی آماری و هم از جهت هماهنگ سازی تعاریف و مفاهیم به شمار می رود. از نظر آماری چارچوبی را فراهم می کند تا از طریق آن هماهنگی بین آمارهای مربوط به جریان کالاها و خدمات که از منابع مختلف نظیر آمارگیری های نمونه ای رشته فعالیت ها، آمارگیری های هزینه و درآمد خانوار، آمارهای بازرگانی خارجی، آمارهای بودجه دولت و ... بدست می آید، کنترل شود. از نظر مفهومی نیز برای اطمینان از هماهنگی تعاریف و مفاهیم و طبقه بندی های مورد استفاده دارای اهمیت فراوان است .

^۱ Input-Output (IO) tables

^۲ Wassily leontief

^۳ فرانسوا کنه (Francois Quesnay) به عنوان ابداع کننده نخستین مدل اقتصادی (جدول اقتصادی) در سال ۱۷۵۸ و رهبر نخستین مکتب فکری در اقتصاد (مکتب طبیعیون) شناخته شده است

^۴ ریچارد استون (Richard Stone) به دلیل شرایط جنگ جهانی دوم که نیاز کشورها به محاسبه درآمد ملی افزایش یافته بود گزارشی درباره چگونگی محاسبه درآمد ملی و محصول ناخالص داخلی و حساب های مربوط به آن و وابستگی متقابل مبادلات اصلی سیستم اقتصادی به کمیته آمارهای درآمد ملی مجمع ملل پیشنهاد داد که این گزارش در سال ۱۹۴۷ مورد تصویب کمیته مزبور قرار گرفت. این گزارش منشاء اصلی پیدایش سیستم حساب های ملی (SNA) شد.

فرض‌های جدول داده - ستانده

قبل از هرگونه توضیح در باره چارچوب جدول داده - ستانده، لازم به توضیح است که در جدول داده - ستانده فرض می‌شود داده‌هایی^۱ (کالاها، خدمات، نیروی کار و سرمایه) که برای تولید یک محصول^۲ بکار می‌رود طبق یک تابع تولید خطی با ستانده آن رشته فعالیت رابطه مستقیم دارد و این تابع تولید، حداقل در دوره زمانی کوتاه، دارای ضرائب ثابتی است. بنابراین خطی بودن تابع تولید و ثابت بودن ضرائب آن فرض اساسی است که در تحلیل‌های داده - ستانده‌ای باید مورد توجه قرار گیرد. طبق این فرض، روابط بین داده و ستانده یک محصول (یا یک رشته فعالیت) به روابط فنی^۳ تبدیل می‌شود. به طوری که هر ستون جدول ضرائب^۴ داده - ستانده که توسط پرفسور لئونتیف طراحی شد، تکنیک تولید محصول نام برده شده در آن ستون را نشان می‌دهد.

به دلیل فرض‌های ساده‌ای مانند خطی بودن تابع تولید و ثابت بودن ضرائب آن که برای جدول داده - ستانده در نظر گرفته می‌شود، عده‌ای استفاده از این جدول را مورد انتقاد قرار می‌دهند. لیکن در پاسخ به این‌گونه انتقادات باید متذکر شد که تکنیک تولید یک رشته فعالیت در دوره زمانی کوتاه مدت تغییر زیادی نمی‌کند و حتی اگر هم تغییر کند می‌توان از طریق داده‌های مهندسی یا با استفاده از داده‌های آماری جدیدی که برای کالاها و خدمات مصرف شده در فرآیند تولید رشته فعالیت مورد نظر جمع‌آوری شده و نشان دهنده تکنولوژی جدید تولید در یک ستون جدول داده - ستانده است، جایگزین ستون قبلی کرد.

جداول داده - ستانده پولی یا فیزیکی

از نظر تئوری، جداول داده - ستانده را می‌توان هم براساس واحد پولی، هم براساس واحد فیزیکی و هم به هر دو صورت تهیه کرد. بسیاری از اقتصاددانان سعی کرده‌اند بویژه در زمینه محصولات انرژی و معدنی، واحد پولی و واحد فیزیکی را در یک جدول داده - ستانده با هم ترکیب کنند. و به این ترتیب به داده‌های فنی بسیار مفیدی دست یابند.

¹ Inputs

² Product

³ Technical relations

⁴ Technical coefficients table

جداول داده - ستانده و حساب‌های ملی

تهیه جداول داده - ستانده ممکن است مستقل از حساب‌های ملی صورت گیرد. ولی از آنجا که در اقتصاد یک کشور یا یک جامعه معین لازم است عرضه و تقاضای هریک از محصولات^۱ که با قیمت‌های متفاوتی در بازار به مصرف کنندگان مختلف عرضه می‌شوند تراز شود، جداول داده - ستانده از دقت بالایی برخوردار است. بنابراین جداول پولی عرضه^۱ و مصرف^۲ در جداول داده - ستانده برای تدوین حساب تولید سیستم حساب‌های ملی بسیار مفید تشخیص داده شد و از سال ۱۹۶۸ این جداول در سیستم حساب‌های ملی^۳ ادغام شد.

چارچوب ساده جدول داده - ستانده

در این بخش چارچوب مدل اقتصادی داده - ستانده بصورت بسیار ساده مورد بحث قرار خواهد گرفت. لازم به ذکر است که در عمل جداول اصلی داده - ستانده از جدول عرضه^۴ (ساخت) و جدول مصرف^۵ (جذب) تشکیل شده است که از ترکیب این دو جدول به روش‌های آماری یا ریاضی، جدول جریان^۶ (خالص یا متقارن) داده - ستانده حاصل می‌شود. در اینجا برای سادگی درک مطلب، یک جدول خلاصه شده جریان در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر، فرض شده است که تولیدکنندگان دارای هیچ گونه تولید ثانوی نمی‌باشند و فقط محصولات مشخصه خود را تولید می‌کنند به عبارت دیگر، هر تولیدکننده فقط یک نوع محصول تولید می‌کند. در این جدول عناصر مختلف تقاضای نهائی خالص که شامل هزینه‌های مصرف نهائی خانوار، مصرف نهائی دولت، مصرف نهائی موسسات غیرانتفاعی در خدمت خانوارها، تشکیل سرمایه ناخالص و صادرات منهای واردات است، بجای این که در بردارهای متعددی نشان داده شود، به طور جمعی در یک بردار ستونی نشان داده شده است. همچنین همه رشته فعالیت‌های مصرف کننده در یک ستون و همه رشته فعالیت‌های تولید کننده نیز در یک سطر نشان داده شده است. عناصر ارزش افزوده این جدول که در ادبیات اقتصادی بعنوان داده های اولیه^۷ شناخته شده است، بصورت یک بردار سطری نشان داده شده است. جدول داده - ستانده روابط متقابل بین رشته فعالیت‌های اقتصادی یک جامعه را در رابطه با تولید و مصرف

¹ Supply

² Use

³ System of National Accounts (SNA)

⁴ Supply

⁵ Use

⁶ Flow

⁷ Primary inputs

محصولات آن ها و محصولات وارد شده از خارج نشان می‌دهد. در جدول شماره ۱، رشته‌های فعالیتی که در قسمت بالای جدول درج شده است بعنوان بخش مصرف کننده و رشته‌های فعالیتی که در سمت چپ جدول درج شده است بعنوان بخش عرضه کننده نشان داده می‌شود.

جدول شماره ۱- جدول خلاصه شده داده ستانده

	رشته فعالیت	تقاضای نهائی خالص	ستانده کل
رشته فعالیت	F	Y	X
ارزش افزوده (داده های اولیه)	V		
کل داده	X		

در جدول شماره ۲، مثال ساده‌ای از مجموعه اطلاعات خلاصه شده یک جدول داده - ستانده که در آن تولیدکنندگان در سه رشته فعالیت طبقه‌بندی شده‌اند، نشان داده شده است. این جدول نیز ماتریس جریان داده - ستانده و مبادلات آن را نشان می‌دهد. ارقام قسمت مربع جدول، مصارف واسطه یعنی مصارف محصولاتی را که بعنوان داده در فرآیند تولید مصرف می‌شوند، نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲- حساب‌ها و جدول جریان داده- ستانده

	رشته فعالیت A	رشته فعالیت B	رشته فعالیت C	تقاضای نهائی	ستانده کل
رشته فعالیت A	۰	۲۰	۴۵	۳۵	۱۰۰
رشته فعالیت B	۳۰	۰	۳۰	۱۴۰	۲۰۰
رشته فعالیت C	۰	۸۰	۰	۷۰	۱۵۰
ارزش افزوده	۷۰	۱۰۰	۷۵		
داده کل	۱۰۰	۲۰۰	۱۵۰		

از زمانی که لئوتیف فرض خطی بودن تابع تولید با ضرائب ثابت را در رابطه با داده‌های استفاده شده توسط یک رشته فعالیت برای تولید ستانده آن رشته فعالیت براساس ترکیب هر ستون جدول معرفی کرد، داده - ستانده بصورت یک وسیله تحلیلی قوی اقتصادی درآمد. فرض لئوتیف این موضوع را نشان می دهد که برای تولید هر واحد ستانده در هریک از رشته فعالیت ها، میزان ثابتی از هریک از داده ها مورد نیاز است. این رابطه ثابت در جدول شماره ۳ نشان داده شده است . هریک از ارقام جدول شماره ۳ از تقسیم ارقام ستون مورد نظر به کل داده های رشته فعالیت مصرف کننده بدست می آید.

جدول شماره ۳- جدول ضرائب داده - ستانده (داده ها به ازای هر واحد ستانده)

	رشته فعالیت A	رشته فعالیت B	رشته فعالیت C
رشته فعالیت A	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۳۰
رشته فعالیت B	۰/۳۰	۰/۰۰	۰/۲۰
رشته فعالیت C	۰/۰۰	۰/۴۰	۰/۰۰
ارزش افزوده	۰/۷۰	۰/۵۰	۰/۵۰

جدول فوق نشان می دهد که بعنوان مثال، رشته فعالیت B برای تولید یک واحد ستانده خود ۰/۱۰ واحد از ستانده رشته فعالیت A و ۰/۴۰ واحد از ستانده رشته فعالیت C را مصرف می کند و ۰/۵۰ واحد ارزش افزوده ایجاد می کند. بطور مشابه، رشته فعالیت C برای تولید یک واحد ستانده خود به ۰/۳۰ واحد از ستانده رشته فعالیت A و ۰/۲۰ واحد از ستانده رشته فعالیت B نیاز دارد و ۰/۵۰ واحد ارزش افزوده ایجاد می کند. از اینرو، میزان محصول A (ستانده رشته فعالیت A) که برای تولید ستانده‌های رشته فعالیت‌های A، B و C (X_C, X_B, X_A) به صورت داده‌های واسطه مورد نیاز است برابر خواهد بود با :

$$(1) \quad 0/00X_A + 0/10X_B + 0/30X_C$$

رابطه (۱) کل میزان محصول A را که بعنوان داده واسطه در فرآیند تولید کل اقتصاد جامعه بکار می‌رود، محاسبه می‌کند. اگر میزان باقی مانده از همان محصول که برای تقاضای نهائی مصرف شده است

(رقم ۳۵ در جدول ۲) را به مصارف واسطه اضافه کنیم، ستانده کل رشته فعالیت A از رابطه ۲ بدست خواهد آمد.

$$(2) \quad 0/00X_A + 0/10X_B + 0/30X_C + 35 = 100$$

می توان با جایگزین کردن ارزش واقعی X_A ، X_B و X_C از جدول ۲ در رابطه ۲ بصورت زیر، برابری رابطه ۲ را مشاهده نمود.

$$(3) \quad 0/00 \times (100) + 0/10 \times (200) + 0/30 \times (150) + 35 = 100$$

مصرف محصولات B و C نیز بعنوان داده‌های واسطه مشابه محصول A قابل محاسبه است. بطور کلی برای فرموله کردن مدل داده - ستانده می توان نسبت‌های درج شده در جدول ۳ را بصورت جدول ۴ نشان داد.

جدول شماره ۴ - جدول ضرائب

	رشته فعالیت 1	رشته فعالیت 2	رشته فعالیت 3	تقاضای نهائی خالص
رشته فعالیت ۱	a_{11}	a_{12}	a_{13}	y_1
رشته فعالیت ۲	a_{21}	a_{22}	a_{23}	y_2
رشته فعالیت ۳	a_{31}	a_{32}	a_{33}	y_3
ارزش افزوده	V_1	V_2	V_3	

تساوی‌های ۱، ۲ و ۳ با استفاده از علائم جدول ۴ بصورت زیر نشان داده می شود:

$$(4) \quad a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + y_1 = x_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + y_2 = x_2$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + y_3 = x_3$$

رابطه ۴ را می توان به شکل ماتریسی زیر نوشت :

$$(5) \quad \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

در حالت کلی، اگر بجای ۳ رشته فعالیت N رشته فعالیت و n محصول را در نظر بگیریم که در آن a_{ij} داده i (محصول رشته فعالیت i) بکار رفته در تولید یک واحد ستانده رشته فعالیت j باشد، سیستم رابطه های ۴ و ۵ را میتوان بصورت زیر نوشت:

$$\begin{aligned}
 (6) \quad & a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + y_1 = x_1 \\
 & a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + y_2 = x_2 \\
 & 0 + 0 + \dots + 0 + 0 = 0 \\
 & a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + y_n = x_n
 \end{aligned}$$

که در شکل ماتریسی بصورت زیر خواهد بود:

$$(7) \quad \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix}$$

محاسبه ماتریس ضرائب را می توان بصورت ریاضی زیر بیان کرد :

$$a_{ij} = \frac{F_{ij}}{X_j}$$

که در آن F_{ij} یک عنصر از جدول جریان است که در قسمت مربع جدول ۱ توضیح داده شد. رابطه ۷ معمولاً بصورت ماتریس زیر نوشته می شود :

$$(8) \quad AX + Y = X$$

رابطه ۸ رابطه اصلی مجموعه روابط داده - ستانده است. ماتریس A، ماتریس ضرائب داده - ستانده نامیده می شود، بردار X بردار ستانده و بردار Y بردار خالص تقاضای نهائی است. ابعاد (اندازه) ماتریس A تحت تأثیر اطلاعات آماری موجود در زمینه داده ها و ستانده ها می باشد بطوری که بعضی از کشورها جداول داده - ستانده با حدود ۵۰۰ رشته فعالیت نیز تهیه می کنند.

ماتریس معکوس

رابطه‌ای مثل رابطه ۸ مناسب‌ترین رابطه برای مدل سازی یا تحلیل است. اگر ارزش ضرائب و ارزش تقاضای نهائی خالص معلوم باشد، حل این رابطه‌های هم زمانی برای بدست آوردن سطح ستانده رشته فعالیت‌های مختلف برای ارضای سطح معینی از تقاضای نهائی خالص امکان پذیر خواهد بود. از نظر ریاضی، بردار ستانده X در سیستم رابطه ۸ را می‌توان بصورت زیر حل نمود:

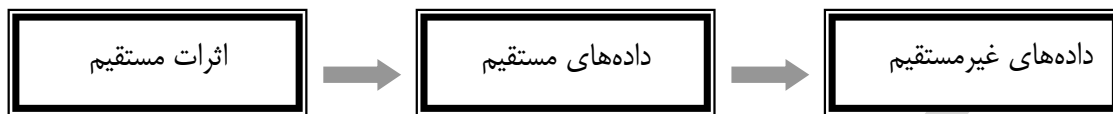
$$(9) \quad X - AX = Y$$
$$(I - A) X = Y$$
$$X = (I - A)^{-1} Y$$

که در آن I ماتریس واحد یعنی ماتریسی است که مربع بوده و کلیه عناصر قطری آن برابر ۱ و سایر عناصر آن برابر صفر است. $(I - A)^{-1}$ ماتریس معکوس لئونتیف است که محاسبه آن بدون استفاده از امکانات کامپیوتری مشکل است. در حال حاضر، میکرو کامپیوترها امکان معکوس کردن ماتریس با اندازه‌های بزرگتر از ۲۰۰ را نیز فراهم کرده‌اند. امکانات میکرو کامپیوترها، کاربرد تحلیل‌های داده - ستانده را در کشورهای در حال توسعه آسان کرده است.

تفسیر اقتصادی ماتریس معکوس

ساختار داده‌ها (میزان کالاها و خدمات مصرف شده برای تولید یک واحد محصول) که در ماتریس A (ماتریس ضرائب فنی) نشان داده می‌شود، فقط نوع و میزان داده‌ها (نهاده) هائی را نشان می‌دهد که هر رشته فعالیت برای تولید یک واحد از ستانده خود لازم دارد. ولی اثرات تولید یک واحد محصول با داده‌ها یا کالاها و خدماتی که در مرحله اول مصرف می‌شود، به پایان نمی‌رسد. بعنوان مثال، اثرات تولید یک وسیله نقلیه موتوری فقط بر تولید فولاد، لاستیک و سایر کالاها و خدمات مصرف شده، ظاهر نمی‌شود بلکه تولید آن زنجیره‌ای طولانی از فعل و انفعالات را در فرآیند تولید ایجاد می‌کند زیرا تولید هر یک از محصولات که بعنوان داده مصرف می‌شود به نوبه خود به داده‌های (کالاها و خدمات) متعددی نیاز دارد. بعنوان مثال برای

تولید لاستیک که در فرآیند تولید وسیله نقلیه موتوری مصرف می‌شود، فولاد، لاستیک، پارچه و غیره لازم است و تولید هریک از این‌ها نیز به نوبه خود نیازمند محصولات متعدد دیگری از جمله خدمات حمل و نقل است که آن نیز به وسیله نقلیه موتوری نیاز دارد. به این ترتیب داده‌های (نهاده‌های) مورد نیاز برای یک دور تولید نیازمند دور دیگر از داده‌هاست که این نیز به نوبه خود نیازمند داده‌های دیگری است. این زنجیره فعل و انفعالات تا بینهایت ادامه پیدا می‌کند. زنجیره عملیات را بصورت ساده در شکل زیر می‌توان مشاهده کرد:



اثرات مستقیم

اثرات مستقیم ابتدا در نیاز برای داده‌های مستقیم ظاهر می‌شود و سپس به زنجیره‌ای از داده‌های غیرمستقیم منتج می‌گردد. حاصل جمع داده‌های مستقیم و غیرمستقیم بطور معمول اثرات غیرمستقیم نامیده می‌شود. در واکنش‌های زنجیره‌ای در تحلیل‌های داده - ستانده، فرض براین است که شوک خارجی اولیه بصورت افزایش تقاضای نهائی خالص نظیر افزایش تقاضای صادرات، یا افزایش تشکیل سرمایه ثابت ایجاد می‌شود. این فرض عمدتاً بمنظور سادگی توصیف آن اتخاذ می‌شود ولی در واقع شوک اولیه می‌تواند در هر جای دیگری ایجاد شود. این شوک می‌تواند بصورت افزایش تولید داخلی مصارف واسطه برای جایگزین کردن واردات، افزایش در مالیات‌های غیرمستقیم، تغییری در تکنولوژی تولید که منجر به تغییر ساختار داده‌ها (هزینه‌ها) شود و یا تغییرات دیگری از این قبیل باشد.

در جدول شماره ۵، فرض شده است که افزایش اولیه ای برابر ۱۰۰۰ واحد در تقاضای نهائی خالص محصول B بوجود آمده است.

جدول شماره ۵ - داده‌های مستقیم و غیرمستقیم

	افزایش اولیه در تقاضای نهائی خالص	داده‌های مستقیم	داده‌های غیرمستقیم					ستانده کل
			دور ۱	دور ۲	دور ۳	دور ۴	...	
شرح	F	AF	A ² F	A ³ F	A ⁴ F	...	A ⁿ F	
A	.	۱۰۰	۱۲۰	۱۱	۱۶/۸	۲۵۷
B	۱۰۰۰	.	۱۱۰	۳۶	۱۲/۱	۱۱۷۱
C	.	۴۰۰	.	۴۴	۱۴/۴	۴۶۸

واکنش‌های زنجیره‌ای که با افزایشی در تقاضای نهائی خالص ایجاد می‌شود شامل رشته‌هایی از ستانده‌هاست. ۱۰۰۰ واحد افزایش ستانده محصول B، طبق جدول شماره ۳ به ۱۰۰ واحد (۰/۱۰×۱۰۰۰) از محصول A و ۴۰۰ واحد (۰/۴۰×۱۰۰۰) از محصول C نیاز دارد. این‌ها داده‌های مستقیم هستند و به این ترتیب در دور اول، ستانده افزایش یافته برای ارضای تقاضای نهائی خالص، مشخص شده است. ولی تولید ۱۰۰ واحد محصول A، مطابق جدول ۳ به ۳۰ (۰/۳۰×۱۰۰۰) واحد محصول B نیاز دارد و ۴۰۰ واحد محصول C نیز به ۱۲۰ واحد (۰/۳۰×۴۰۰) محصول A و ۸۰ واحد (۰/۲۰×۴۰۰) محصول B نیاز دارد. بنابراین جمعاً در دور دوم، ۱۲۰ واحد محصول A و ۱۱۰ واحد (۸۰ + ۳۰) محصول B مورد نیاز است.

در دور دوم، افزایش ستانده برای ارضای نیازهای مربوط به داده‌های لازم برای تولید محصولاتی که تقاضای نهائی برای آن‌ها افزایش یافته است، ایجاد می‌شود. در دور سوم، افزایش ستانده برای پاسخگوئی به نیازهای داده‌های ستانده افزایش یافته در دور دوم ایجاد می‌شود و در دور چهارم ... به این ترتیب تعداد دورها تا بینهایت ادامه پیدا می‌کند. از آنجا که ماتریس ضرائب فنی A داده‌ها (نهادها) را برای هر نوع افزایش ستانده بیان می‌کند، زنجیره واکنش‌ها را می‌توان بصورت زیر نوشت :

شوگ خارجی		\Rightarrow	F	=	F
دور اول	F	\Rightarrow	A × F	=	AF
دور دوم	AF	\Rightarrow	A × AF	=	A ² F
دور سوم	A ² F	\Rightarrow	A × A ² F	=	A ³ F
...
دور n ام	A ⁿ⁻¹ F	\Rightarrow	A × A ⁿ⁻¹ F	=	A ⁿ F
اثرات کل					(I + A + ... + A ⁿ) F

ستانده ناخالص ایجاد شده = اثرات کل

$$= F + AF + A^2F + A^3F + \dots + A^nF$$

$$= (I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^n) F$$

جدول شماره ۵ ارزش ستانده محصول مورد نیاز در هر دور را در زنجیره واکنشها نسبت به یک شوگ خارجی بر روی تقاضای نهائی خالص نشان می دهد. ارزش این دورها را بصورت زیر می توان محاسبه کرد:

$$F = \begin{bmatrix} 0 \\ 1000 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$AF = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot/10 & \cdot/30 \\ \cdot/30 & \cdot & \cdot/20 \\ \cdot & \cdot/40 & \cdot \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cdot \\ 1000 \\ \cdot \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 \\ \cdot \\ 400 \end{bmatrix}$$

$$A^2F = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot/10 & \cdot/30 \\ \cdot/30 & \cdot & \cdot/20 \\ \cdot & \cdot/40 & \cdot \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 100 \\ \cdot \\ 400 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 120 \\ 110 \\ \cdot \end{bmatrix}$$

محاسبات فوق را از نظر ریاضی می توان بصورت زیر نوشت:

$$(10) \quad I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^n = (I - A)^{-1}$$

از آنجا که n به سمت بینهایت میل کند یا ($n \rightarrow \infty$)، لازم نیست روش متوالی بکار گرفته شده در رابطه ۱۰ را برای محاسبه معکوس لئونتیف بکار برد زیرا روش‌های دیگری وجود دارد که می‌توان مستقیماً آن را محاسبه کرد. معکوس لئونتیف ضرائب I/O مندرج در مثال جدول شماره ۳، در جدول شماره ۶ نشان داده شده است.

جدول شماره ۶ - ماتریس معکوس $(I - A)^{-1}$

	رشته فعالیت A	رشته فعالیت B	رشته فعالیت C
رشته فعالیت A	۱/۰۷۷	۰/۲۵۷	۰/۳۷۵
رشته فعالیت B	۰/۳۵۱	۱/۱۷۱	۰/۳۴۰
رشته فعالیت C	۰/۱۴۱	۰/۴۶۸	۱/۱۳۶

ماتریس $(I - A)^{-1}$ رکن اصلی تحلیل‌های داده - ستانده را تشکیل می‌دهد. زیرا این ماتریس اثر کامل یک شوک (افزایش) خارجی در تقاضای نهائی خالص را بر تمام رشته فعالیت‌ها نشان می‌دهد. با چنین ماتریسی می‌توان وابستگی متقابل تکنولوژیکی نظام تولیدی را تعیین کرده ستانده مورد نیاز برای ارضای افزایش مصرف نهائی را که بخشی از تقاضای نهائی خالص است، مشخص کرد. به این ترتیب، تعیین سطحی از ستانده که برای ارضای سطوح مختلف تقاضای نهائی درخواست شده مورد نیاز است و همچنین چگونگی تغییر سطوح ستانده برای ارضای این تغییرات در تقاضای نهائی، امکان پذیر خواهد بود.

واحد اندازه‌گیری

در مثال‌هایی که تا کنون ارائه شد، در باره واحد اندازه‌گیری داده‌ها و ستانده‌ها سخنی به میان نیامده است. به آسانی می‌توان مشخص کرد که ماتریس جریان (خالص یا متقارن) در جدول شماره ۲ و ضرائب I/O محاسبه شده از آن در جدول شماره ۳ همه براساس ارزش پولی می‌باشند. از این رو در جدول داده - ستانده شرایط زیر حاکم است:

الف - در هر واحد تولیدکننده، کل داده‌ها برابر با کل ستانده‌هاست

ب - هریک از ضرائب I/O کوچکتر از ۱ می باشد .

ج - با توجه به شرط (الف)، در هرستون جدول ضرائب I/O حاصل جمع ضرائب I/O باضافه ضرائب ارزش افزوده برابر با ۱ است .

درماتریس معکوس که کل اثرات مستقیم و غیرمستقیم را نشان می‌دهد، عناصر قطری ماتریس معکوس لئونتیف که در جدول شماره ۶ نشان داده شده است حداقل برابر ۱ است. این بدین معنی است که برای تولید یک واحد اضافی برای ارضای تقاضای نهائی خالص، لازم است ستانده حداقل ۱ واحد افزایش یابد.

ممکن است این بحث مطرح شود که لزومی ندارد مدل داده - ستانده حتماً براساس ارزش‌های پولی اندازه‌گیری شود. در حقیقت هر داده و هرستانده‌ای را می‌توان براساس واحدهای فیزیکی متفاوتی اندازه‌گیری کرد. مثلاً ممکن است فولاد را به تن، نفت خام را به لیتر یا گالن، خدمات را به پول و غیره سنجید. ولی در این صورت، هریک از ضرائب I/O دیگر کمتر از ۱ نخواهد بود و حاصل جمع ضرائب در هرستون معنی دار نخواهد بود. زیرا جمع کردن سیب‌ها و پرتقال‌ها امکان پذیر نیست .

همانطور که در بیشتر کشورهای جهان متداول است، جداول داده - ستانده براساس ارزش‌های پولی تهیه می‌شود و بندرت گاهی اوقات همراه آن جداول اضافی تکمیلی براساس واحدهای فیزیکی تنظیم می‌گردد . مزیت اصلی جدول ارزشی این است که اشتباهات را می‌توان با استفاده از این اصل که حاصل جمع سطر و حاصل جمع ستون هر تولیدکننده در جدول جریان (خالص) باید برابر باشد، مشخص کرد. البته این اصل فقط در صورتی برقرار است که هر تولیدکننده فقط یک محصول تولید کند.

قیمت‌ها و هزینه‌ها

همانطور که قبلاً نیز گفته شد، هر ستون از ماتریس داده - ستانده همراه با ارزش افزوده آن، هزینه‌های یک تولیدکننده را نشان می‌دهد. این اصل از آنجا ناشی می‌شود که قیمت هر محصول را می‌توان از طریق قیمت داده‌های (داده‌های واسطه و داده‌های اولیه) بکار رفته در تولید آن محصول بدست آورد.

همانطور که در ماتریس A در رابطه ۷ میتوان مشاهده کرد، برای تولید یک واحد محصول شماره ۱، لازم است مجموعه داده‌های $(a_{11} \ a_{21} \ a_{31} \ \dots \ a_{n1})$ بکار گرفته شود. در این صورت اگر P_i قیمت یک واحد محصول i باشد، هزینه های داده های واسطه برای تولید یک واحد محصول شماره ۱ را می توان بصورت زیر نوشت :

$$(11) \quad P_1 a_{11} + P_2 a_{21} + \dots + P_i a_{i1} + \dots + P_n a_{n1}$$

اختلاف بین قیمت واحد محصول شماره ۱ و هزینه داده‌های واسطه‌ای بکار رفته برای تولید یک واحد محصول شماره ۱ برابر است با ارزش افزوده یک واحد محصول شماره ۱.

$$(12) \quad P_1 - (p_1 a_{11} + p_2 a_{21} + \dots + P_i a_{i1} + \dots + P_n a_{n1}) = v_1$$

اگر رابطه ۱۲ را برای کلیه محصولات بصورت زیر بنویسیم ، سیستم رابطه‌های قیمت بصورت زیر بدست می آید :

$$(13) \quad \begin{array}{l} P_1 = p_1 a_{11} + p_2 a_{21} + \dots + P_i a_{i1} + \dots + p_n a_{n1} + v_1 \\ p_2 = p_2 a_{12} + p_2 a_{22} + \dots + P_i a_{i2} + \dots + p_n a_{n2} + v_2 \\ \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ P_n = p_1 a_{1n} + p_2 a_{2n} + \dots + P_i a_{in} + \dots + p_n a_{nn} + v_n \end{array}$$

حل روابط فوق با استفاده از روابط ماتریسی راحت تر انجام می‌شود. روابط فوق را در شکل ماتریسی آن‌ها می توان بصورت زیر نوشت :

$$(14) \quad \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \cdot \\ P_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & \cdot & a_{n1} \\ a_{12} & a_{22} & \cdot & a_{n2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{1n} & a_{2n} & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \cdot \\ P_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \cdot \\ v_n \end{bmatrix}$$

در رابطه فوق، ماتریسی که عناصر آن از ضرایب “ a ” تشکیل شده است ماتریس ضرائب فنی یا “ A ” است که ردیف ها و ستون‌های آن جابجا شده است یعنی ماتریس A که ترانسپوز شده است و می-

توان آن را بصورت $A'P$ نوشت. اگر P بردار قیمت و V بردار ارزش افزوده باشد، رابطه فوق را می توان بصورت زیر نوشت:

$$(15) \quad P = A'P + v$$

که اگر بر حسب P حل شود رابطه زیر بدست می آید:

$$(16) \quad P = (I - A')^{-1} v$$

باید متذکر شد که ماتریس معکوس در رابطه (۱۶) مشابه معکوس لئونتیف است که قبلاً مورد بحث قرار گرفت. درحقیقت می توان ثابت کرد که ماتریس معکوس رابطه (۱۶) ترانسپوز معکوس لئونتیف است. (اثبات این مسأله را می توان در کتابهای درسی جبر خطی پیدا کرد).

$$(I - A')^{-1} = ([I - A]^{-1})'$$

در نتیجه می توان نوشت:

$$(I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1/077 & 0/257 & 0/375 \\ 0/351 & 1/171 & 0/340 \\ 0/141 & 0/468 & 1/136 \end{bmatrix}$$

سپس داریم:

$$((I - A)^{-1})' = \begin{bmatrix} 1/077 & 0/351 & 0/141 \\ 0/257 & 1/171 & 0/468 \\ 0/375 & 0/340 & 1/136 \end{bmatrix}$$

رابطه (۱۶) نشان می دهد که v بردار ارزش افزوده بر مبنای پولی به ازای یک واحد ستانده فیزیکی است در صورتی که A ماتریس ضرائب داده - ستانده بر مبنای ستانده فیزیکی ساخته شده باشد.