

انرژی به مثابه‌ی جانشینی برای نهاده‌های تولید: شواهدی از کارخانجات ایران در دوران قبل و بعد از اصلاح قیمت انرژی

مجری طرح: کوثر یوسفی*

دستیار پژوهشی: سلمان فرج‌نیا**

تابستان ۱۳۹۸

* استادیار اقتصاد، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی. k.yousefi@imps.ac.ir

** دانشجوی دکترای اقتصاد، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی. s.farajnia@imps.ac.ir

فهرست

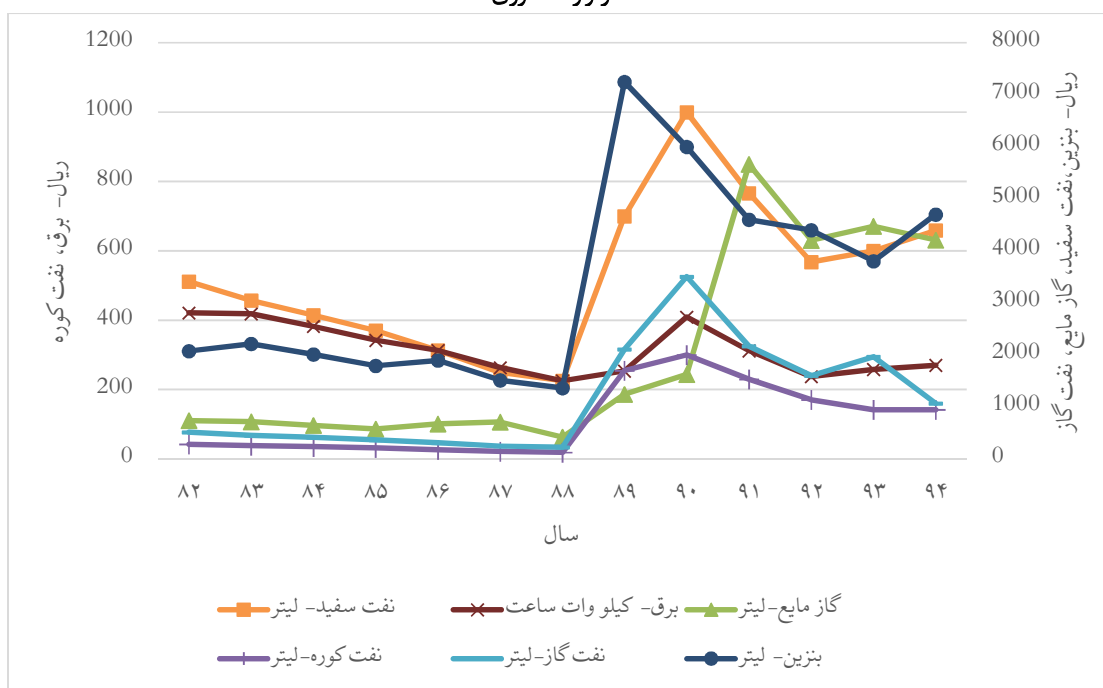
۴.....	مقدمه	۱
۹.....	مرور ادبیات	۲
۱۱.....	معرفی داده	۳
۱۱.....	کلیت و ساختار داده‌ها	۳.۱
۱۲.....	منابع داده‌ای و متغیرهای مورد استفاده	۳.۲
۱۸.....	مدل	۴
۱۸.....	مبانی نظری و تجربی	۴.۱
۲۲.....	نتایج	۵
۲۲.....	جداول کشش‌های قیمتی	۵.۱
۲۹.....	توزیع کشش‌های قیمتی و بررسی استحکام نتایج	۵.۲
۳۳.....	استحکام نتایج پایه با تغییر بازه زمانی تخمین؛ مقایسه با مطالعه‌ی نیلی و همکاران (۱۳۸۹)	۵.۳
۳۶.....	نتایج مدل اصلی برای صنایع منتخب با شدت مصرف انرژی بالا	۶
۴۰.....	جمع‌بندی	۷
۴۲.....	منابع	۸
۴۴.....	پیوست	۹
۴۴.....	تخمین مدل بوسیله برآوردگر GMM	۹.۱
۵۰.....	تخمین مدل در سطح صنعت	۹.۲
۵۶.....	تخمین مدل	۹.۳

چکیده

در ادبیات، از نیروی کار و سرمایه فیزیکی به عنوان نهاده‌های تولید و از انرژی به عنوان نهاده‌ی واسطه ذکر می‌گردد. لیکن شهود اقتصادی در ایران حاکی از آن است که نقش انرژی به نهاده‌ای فراتر از مکمل تبدیل شده‌است که احتمالاً ناشی از قیمت‌های یارانه‌ای انرژی است. در مطالعه‌ی حاضر، روابط جانشینی و یا مکمل بودن حامل‌های انرژی نسبت به نیروی کار و سرمایه‌ی فیزیکی آزمون می‌گردد. همچنین، تقاضای انرژی صنعت در دو دوره‌ی قبل و بعد از اصلاحات قیمت حامل‌های انرژی بررسی می‌شود تا به این پرسش پاسخ داده شود که آیا پس از هدفمندسازی یارانه‌ها (۱۳۸۹)، ساختار تولید به سمت تکنولوژی‌های با شدت انرژی کمتر سوق یافته‌است و یا خیر. داده‌های مورد استفاده در سطح کارگاه‌های صنعتی بوده و از بالاترین دقت ممکن برخوردار است. نتایج نشان می‌دهد که در هر دو دوره‌ی قبل و بعد از هدفمندسازی، سوخت‌های فسیلی به عنوان جانشینی برای نیروی کار به کار گرفته شده‌اند و رابطه‌ی مکملی نداشته‌اند. این ساختار تولید در سال‌های پس از اصلاح قیمتی تغییر نکرده‌است؛ هر چند که در سال‌های پس از هدفمندی، از شدت این جانشینی کاسته می‌گردد. نتایج مشابهی به لحاظ کیفی در خصوص انرژی الکتریکی وجود دارد. رابطه بین سوخت‌های فسیلی و سرمایه فیزیکی در سال‌های ابتدایی داده (قبل از ۱۳۸۹) به صورت مکمل بوده ولی با گذشت زمان و در سال‌های انتهایی داده (بعد از ۱۳۸۹) به رابطه‌ی جانشینی تبدیل می‌شود. نتایج برای کشش انرژی الکتریکی نسبت به قیمت سرمایه فیزیکی نیز مشابه است. ممکن است تغییرات در این رابطه، از مکمل بودن به جانشین بودن، به دلیل تنگنای مالی صنایع در سال‌های اخیر باشد که لازم است در مطالعات آتی بررسی شود. لیکن آنچه مسلم است، شواهدی نسبت به تغییر ساختاری در فرآیند تولید صنعتی در سال‌های پس از اصلاحات قیمت انرژی (۱۳۸۹) یافت نمی‌شود؛ لازم است مطالعات آتی با تدقیق در هزینه-فایده‌ی هدفمندسازی، آثار آن را بر رفاه کل کشور برآورد نمایند.

یکی از اصلاحات ساختاری قابل ملاحظه طی دهه اخیر «اصلاح قیمت حاملهای انرژی» بوده است که شامل افزایش قیمت انواع حاملها اعم از انرژی الکتریکی، نفت سفید، نفت کوره، بنزین، گاز مایع و نفت گاز است. افزایش قیمت در برخی از حاملهای انرژی در سال اجرای برنامه تا حدود ۶ برابر هم می‌رسید. (نمودار ۱) با گذشت زمان و تورم قیمت‌ها در ایران، به دلیل ثابت ماندن قیمت حاملها در سطح اسمی سال ۱۳۸۹، قیمت حقیقی آنها در حال کاهش است. در صورتی که سیاستگذار علاقمند باشد این سیاست را دنبال نماید لازم است حداقل به اندازه تورم سالیانه آن را تنظیم نماید. در مطالعه‌ی حاضر اولاً به بررسی آثار اصلاح قیمت حاملها بر ساختار صنعت کشور پرداخته می‌شود؛ ثانیاً اطلاعات مفیدی برای پیش‌بینی آثار اصلاح مجدد قیمت‌ها در اختیار سیاستگذاران محترم قرار می‌گیرد.

نمودار ۱ سری زمانی قیمت حامل‌های انرژی حقیقی شده با شاخص قیمت مصرف‌کننده، برگرفته از ترازنامه انرژی



منبع: ترازنامه انرژی توضیح: برای حامل‌هایی که بنا چند قیمت (مثلاً مانند قیمت برای صنعت و مصرف خانگی) وجود داشته است، میانگین قیمت استفاده شده است.

برای این منظور به‌طور خاص به این سوال پاسخ داده می‌شود که آیا پس از اصلاح قیمت حاملها، ساختار تولید در صنعت ایران تغییر کرده است یا خیر. ساختار تولید بیانگر آن است که صنایع چه استفاده‌ای از انرژی دارند. آیا از آن به‌عنوان یک واسطه استفاده می‌نمایند و یا یک نهاده‌ی تولید. در صورتیکه کشش مصرف انرژی نسبت به قیمت سایر نهاده‌ها مثبت باشد، به معنای آن است که به محض گران شدن سایر نهاده‌ها، صنایع از انرژی به‌عنوان «جانشین» آن استفاده می‌نمایند. در صورتیکه این کشش منفی باشد، به معنای مکمل بودن انرژی است.

نهاده‌هایی که در یک تکنولوژی تولید تحت تابع کاب داگلاس به کار می‌روند جانشین یکدیگرند. در مقابل، کالاهای «واسطه‌ای» مکمل نهاده‌های تولید هستند. بنابراین اگر نتایج تجربی مطالعه‌ی حاضر نشان دهد که یکی از حامل‌های انرژی می‌تواند جانشین یکی از نهاده‌های تولید مانند سرمایه و کار شود، آنگاه مانند آن است که آن حامل انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های اولیه‌ی تولید استفاده شده و نه به عنوان یک مکمل در فرآیند تولید. چنین گزاره‌ای با شهود ما از صنایع نظیر فولاد که تکنولوژی قدیمی داشته و انرژی یک نهاده تولید برای آنها به‌شمار می‌رود سازگار است. لیکن نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد چنین واقعیتی برای تمام بخش‌ها برقرار است و فقط منحصر به صنایعی نظیر فولاد نیست.

از منظر روش‌شناسی تحقیق، پس از آنکه ساختار تولید در دوره‌ی قبل و بعد از اصلاحات به‌دست آمد، با مقایسه تغییرات جانشینی و مکملی می‌توان گفت که آیا اصلاح قیمت انرژی توانسته‌است ساختار تولید را تغییر دهد یا خیر. این مقایسه‌ها در سطح صنایع مختلف نیز انجام خواهد شد.

داده‌های مورد استفاده برگرفته از طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور است که به‌صورت سالیانه از صنایع کارخانه‌ای جمع‌آوری می‌شود. ویژگی بارز این پایگاه داده‌ای در تابلویی بودن آن است بدین معنا که امکان بررسی یک کارگاه در طول سال‌های مختلف وجود دارد. همچنین، تعدد و تنوع در متغیرهای گزارش شده برای هر کارگاه این امکان را فراهم می‌سازد که ویژگی‌های کارگاه در سطح دقیقی کنترل شوند. متغیرهای انرژی گزارش شده شامل بنزین، نفت سفید، نفت گاز، گاز مایع، چوب، زغال سنگ و انرژی الکتریکی هستند. برای هر یک از این متغیرها، ارزش ریالی و وزنی موجود است. لیکن به دلیل محدود بودن کارگاه‌هایی که از حامل‌هایی نظیر زغال سنگ و نفت سفید استفاده می‌کنند از گروه‌بندی سوخت‌های فسیلی در مقابل انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.

هنگامی که داده‌ها در سطح کارگاه در دسترس هستند، روش‌های متفاوتی برای تخمین تابع تقاضا وجود دارد. از آنجمله می‌توان به روش نیمه‌پارامتریک (اولی و پیکس، ۱۹۹۵) و برآورد تابع هزینه ترنسلوگ اشاره کرد (آرنبرگ ۲۰۰۷). در روش نیمه‌پارامتریک فرض ضمنی از اینکه نهاده‌های تولید چه هستند اعمال می‌شود و ساختار تولید تقریباً از پیش فرض شده است و صرفاً سهم هر فاکتور در تولید تخمین زده می‌شود. لیکن در اینجا یکی از اهداف ضمنی تحقیق آن است که مکمل بودن و یا جانشین بودن حامل‌های انرژی نسبت به سایر فاکتورهای تولید (نیروی کار و سرمایه) برآورد شود. به عبارتی اساساً نمی‌دانیم آیا انرژی در ساختار تولید صنایع ایران به عنوان یک نهاده استفاده شده و یا به عنوان یک کالای واسطه‌ای. بنابراین لازم است از مدل ترنسلوگ که انعطاف بیشتری در فروض اولیه دارد استفاده شود.

ساده‌ترین مدل‌های رایج ترنسلوگ در ادبیات با استفاده از سیستم معادلات همزمان که مقید به قیود ترنسلوگ هستند برآورد می‌شوند. در سیستم همزمان، تعدادی معادله به صورت همزمان و با فرض همبستگی بین جملات خطا تخمین زده می‌شوند. از آنجا که تابع هزینه مدلسازی می‌شود، هزینه باید مشروط به تولید مشخصی باشد و لذا مقدار تولید در سمت راست رگرسیون‌ها قرار می‌گیرد. واضح است که مقدار تولید با جمله‌ی خطا در هر

رگرسیون همبستگی دارد و معادلات را دچار درونزایی می‌نماید. باید گفت این سادگی و انعطافی که مدل ترنس‌لوگ با سیستم‌های همزمان بدست می‌دهد در مقابل هزینه‌ی درونزایی مقدار تولید (y) است که در سمت راست معادلات باید کنترل شود^۱. البته، برای سنجش استحکام نتایج نسبت به رفع مشکل درونزایی، علاوه بر استفاده از تخمین‌گر سیستم‌های همزمان، از تخمین‌گر GMM نیز استفاده نموده‌ایم. البته از آنجا که به دلیل محدودیت‌های محاسباتی نمی‌توان ویژگی‌های ثابت در زمان صنایع مختلف را در GMM کنترل نمود، ناگزیر از تفاضل درجه اول برای خارج نمودن این ساختارهای ثابت استفاده شده که منجر به کاهش تعداد مشاهدات نهایی می‌شود؛ چرا که کارگاه‌های زیر ۵۰ نفر به صورت نمونه‌گیری گزارش شده‌اند و سرشماری صرفاً مربوط به کارگاه‌های بالای ۵۰ نفر است.

یک فرضیه‌ی دیگر نیز در خصوص درونزایی در سیستم معادلات همزمان وجود دارد مربوط به علیت معکوس از انتخاب بنگاه به قیمت‌هاست. در سیستم معادلات همزمان، قیمت هر نهاد در سمت راست رگرسیون قرار می‌گیرد و فرض می‌شود که نسبت به انتخاب بنگاه، برنوا است. لیکن اگر کارگاه به اندازه کافی بزرگ باشد، ورود وی به یک بازار نهاد موجب افزایش تقاضا برای آن نهاد می‌شود. بنابراین رابطه علی از سوی انتخاب کارگاه برای ورود به یک بازار به قیمت در آن بازار وجود دارد. برخی محققین برای کنترل این درونزایی از اثرات ثابت استفاده می‌نمایند. (آرنبرگ، ۲۰۰۷؛ چو، ۲۰۰۴) از آنجا که انتخاب تکنولوژی هر کارگاه در کوتاه‌مدت و حتی میان‌مدت ثابت است، میتوان پذیرفت که وجود اثرات ثابت چنین درونزایی را کنترل می‌نماید.

از آنجا که قیمت پرداختی برای انرژی و سایر نهاده‌ها در داده‌های کارگاه‌های صنعتی ثبت شده‌اند، دو منبع داده‌ای برای قیمت‌های انرژی در دست است. یک، ترازنامه انرژی، و دوم، قیمت گزارش شده‌ی کارگاه‌ها. از آنجا که قیمت‌های گزارش شده ممکن است دچار تورش‌های اندازه‌گیری و یا استفاده از معافیت‌های گوناگون باشند، نتایج اصلی پژوهش بر اساس قیمت‌های ثبت شده در ترازنامه انرژی بدست آمده و منبع دوم برای آزمون حساسیت استفاده شده‌است. همچنین، در نتایج اصلی از رگرسیون‌های بخش به بخش برای محاسبه‌ی کشش‌های قیمتی استفاده کرده‌ایم. راه جایگزین دیگر، استفاده از تمام مشاهدات به‌طور یکجا و محاسبه‌ی ضرایب متوسط در سطح صنعت است که در آزمون حساسیت استفاده شده‌است. این نتایج نشان می‌دهد که، اولاً، سوخت‌های فسیلی نسبت به نیروی کار جانشین هستند. پس از اصلاحات قیمتی، از شدت این جانشینی کاسته می‌شود. دوم، سوخت‌های فسیلی در سالهای قبل از اصلاح یارانه‌های انرژی نسبت به سرمایه فیزیکی مکمل است و در سالهای پس از اصلاحات به جانشین سرمایه تبدیل می‌شود. یک توضیح احتمالی آن است که به دلیل تنگناهای مالی سال ۹۰ و پس از آن بنگاه‌ها به سمت جانشین کردن سرمایه روی آورده‌اند که البته لازم است در مطالعات آتی تدقیق شود. سوم، انرژی الکتریکی در تمامی دوران‌ها نسبت به نیروی کار جانشین است. یادآور می‌شود که سوخت‌های فسیلی نیز رابطه جانشینی مستحکمی نسبت به نیروی کار دارند. این امر گویای آن است که هم انرژی الکتریکی و هم سوخت‌های فسیلی در پی افزایش دستمزدها به عنوان جانشین

^۱ اشکال درونزایی در روش ترنس‌لوگ در ادبیات مربوطه نیز اشاره شده‌است. (آرنبرگ ۲۰۰۷)

اشتغال به کار گرفته شده‌اند. همچون سوخت‌های فسیلی، در سال‌های پس از اصلاحات از شدت جاننشینی کاسته می‌شود. رابطه‌ی انرژی الکتریکی نسبت به سرمایه فیزیکی نیز همانند سوخت‌های فسیلی به صورت مکمل (با کشتش نزدیک به صفر) در سال‌های قبل از اصلاحات و جانشین در سال‌های پس از اصلاحات بدست می‌آید.

تمامی نتایج فوق نسبت به استفاده از تخمین گر GMM مستحکم است. هنگامی که از این تخمینگر استفاده می‌نماییم، قادر خواهیم بود تا درونزایی «تولید» را بوسیله‌ی مقایره‌ی وقفه‌ی آن کنترل نماییم. لیکن، این امر به قیمت از دست رفتن تعدادی از مشاهدات و عدم امکان کنترل متغیرهای مجازی صنعت در سطح ۴ رقمی isic بدست می‌آید. از این روست که تخمین گر معادلات همزمان را به عنوان پایه در نظر گرفته‌ایم.

برای آنکه درک بهتری نسبت به مصرف انرژی در صنایع با شدت مصرف انرژی بالا داشته باشیم، نتایج مدل پایه را برای این صنایع باز تولید نموده‌ایم که به لحاظ کیفی، به نتایج اصلی شباهت دارد. این صنایع شامل پالایشگاهی، فلزات، کانی‌های غیرفلزی، لاستیک و پلاستیک، منسوجات، چوب و کاغذ می‌شوند.

علاوه بر مطالعه‌ی حاضر، تحقیقات زیادی در زمینه‌ی تخمین تقاضای انرژی صنایع انجام شده‌است که در بخش «مرور ادبیات» طبقه‌بندی می‌شوند. شبیه‌ترین مطالعه، گزارشی است که توسط نیلی و همکاران (۱۳۸۹) تهیه گردید و در آن، همانند مطالعه‌ی حاضر، از داده‌های سطح کارگاه‌ها استفاده شده‌است. نتایج ایشان نشان‌دهنده‌ی رابطه جاننشینی انرژی با سرمایه فیزیکی و رابطه مکمل بودن با نیروی کار است که با نتایج حاضر متفاوت است. عمده‌ترین تفاوت در استفاده از داده‌های سال‌های ۱۳۷۶ الی ۱۳۸۴ توسط نیلی و همکاران (۱۳۸۹) و داده‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ در مطالعه‌ی حاضر است که دو دوره‌ی کاملاً متفاوت را در صنعت ایران به لحاظ وجود بیماری هلندی و پدیده‌ی صنعتی‌زدایی در سطح کلان، شکل‌گیری کارگاه‌های پتروشیمی و خصوصی سازی در سطح صنایع شامل می‌شوند. در خصوص روش تحقیق نیز لازم است اشاره شود که مطالعه‌ی حاضر بهبودهای ذیل را نسبت ادبیات موجود اعمال نموده: به جای استفاده از داده‌های تجمیع شده در سطح صنعت، از سطح کارگاهی برای تخمین استفاده شده؛ حامل‌های انرژی به دو بخش سوخت‌های فسیلی و الکتریکی تفکیک شده؛ روند زمانی در کلیه معادلات کنترل گردیده؛ سرمایه فیزیکی کارگاه به دلیل اطمینان‌ناپذیر بودن سرمایه گزارش شده (که عمدتاً دفتری است) به روش سرمایه‌گذاری متناوب محاسبه شده؛ و ضرایب معادلات همزمان در سطح صنعت به صنعت (و نه بطور کلی برای همه صنایع) تخمین زده شده‌اند. در نهایت، استحکام نتایج بوسیله تخمین گر GMM سنجیده شده‌است.

در نهایت، نتایج نشان می‌دهند که در اثر اصلاح قیمتی یارانه‌ها تغییر ساختاری در کارگاه‌های صنعتی اتفاق نیافتاده است. به عبارت دیگر، اصلاحات قیمتی نتوانسته است تکنولوژی تولید را به نحوی تغییر دهد که انرژی به مثابه‌ی یک نهاده‌ی واسطه‌ای استفاده شود و نه ماده اولیه. این امر خلاف انتظاری است که از اصلاحات قیمتی انرژی وجود داشته‌است. در توضیح عدم اثربخشی این سیاست باید گفت که اولاً میزان اصلاح قیمت حقیقی چندان قابل ملاحظه نبوده؛ ثانیاً به دلیل ثابت ماندن قیمت‌های اسمی حامل‌های انرژی و وجود تورم دو رقمی در

کشور، قیمت‌های حقیقی در فاصله‌ی کمی به مقادیر پیشین خود بازگشته‌اند. لذا می‌توان گفت که این اصلاحات موقتی و گذرا بوده و اثری پایدار و ساختاری نداشته است.

۲ مرور ادبیات

تخمین تقاضای انرژی صنعت بر اساس روش‌های مختلفی انجام می‌پذیرد (آگنولوچی و همکاران^۲(۲۰۱۷)):

(۱) تحلیل سری زمانی و بررسی همبستگی متغیرها^۳ و در مواردی با روش‌های پارامترهای متغیر^۴. پولمیس (۲۰۰۷)^۵، چنگ و همکاران (۲۰۱۴)^۶

(۲) تحلیل داده‌های پنل و بررسی همبستگی متغیرها در ساختار پنل^۷. الشازلی (۲۰۱۳)^۸، بورنر و جنسن (۲۰۰۲)^۹

(۳) مدل کردن عوامل تولید (ورودی بنگاه) و جایگزینی سوخت‌های مختلف با استفاده از روش ترنس‌لوگ^{۱۰} و لاجیت خطی^{۱۱}. داده‌های مورد استفاده در این روش‌ها هم در سطح تجمیع شده و هم در سطح رشته فعالیت‌های مختلف به کار رفته است. کیم هیو (۲۰۱۳)^{۱۲}، ولش و اوچسن (۲۰۰۵)^{۱۳}، فروندل و اشمیت (۲۰۰۲)^{۱۴}، رحیمی و همکاران (۱۳۹۳)، شهیکی تاش و نوروزی (۱۳۹۳)، صدرزاده مقدم و همکاران (۱۳۹۲)

(۴) روشهای تخمین اثر عوامل مختلف، و مهمتر از همه قیمت انرژی، بر تقاضا با استفاده از روش‌های تجزیه^{۱۵} داده‌ها. دارگی و گیتلی (۱۹۹۵)^{۱۶}، آدیمی و هانت (۲۰۰۷، ۲۰۱۴)^{۱۷}

^۲ Agnolucci, P., De Lipsis, V., & Arvanitopoulos, T. (2017)

^۳ cointegration

^۴ Time-varying parameters

^۵ Polemis (2007)

^۶ Chang et al. (2014)

^۷ Panel cointegration

^۸ ElShazly (2013)

^۹ Bjørner and Jensen (2002)

^{۱۰} translog

^{۱۱} Linear logit

^{۱۲} Kim and Heo (2013)

^{۱۳} Welsch and Ochsén (2005)

^{۱۴} Frondel and Schmidt (2002)

^{۱۵} decomposition

^{۱۶} Dargay and Gatly (1995)

^{۱۷} Adeyemi and Hunt (2007, 2014)

۵) استفاده از روش‌های سری زمانی ساختاری بر اساس مدل پایه‌ای تقاضای انرژی^{۱۸}. هاروی (۱۹۸۹)^{۱۹}، هانت و همکاران^{۲۰}: دیلاور و هانت (۲۰۱۱)^{۲۱}

در این پژوهش با استفاده از روش ترنس‌لوگ تابع تقاضای انرژی در صنعت ایران را برآورد خواهد شد. این روش نسبت به کارهای قبلی انجام شده موارد زیر را اضافه خواهد کرد: ۱) استفاده از داده پنل در سطح کارگاه. پژوهش‌های قبلی یا از داده‌های سری زمانی استفاده کرده‌اند و یا داده‌های پنل در سطح رشته‌فعالیت‌ها (isic چهاررقمی) است. ۲) استفاده از داده‌های بعد از سال ۸۹ (سال هدفمند کردن یارانه‌ها). با توجه به اینکه در سال ۸۹ یک جهش در قیمت انرژی بوجود آمده است، استفاده از داده‌های این سال و سال‌های بعد از آن بر دقت تخمین کشش‌های قیمتی می‌افزاید. پژوهش‌های قبلی داده‌های سال‌های قبل از هدفمندی یارانه‌ها را به کار برده‌اند. (۱- صدرزاده مقدم و همکاران (۱۳۹۲)، سری زمانی سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۳۸۹، ۲- شهیکی تاش و نوروژی (۱۳۹۳)، داده‌های پنل سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹)

^{۱۸} Underlying Energy Demand Model (UEDM)

^{۱۹} Harvey (1989)

^{۲۰} Hunt et al. (2003)

^{۲۱} Adeyemi and Hunt (2014)

۳.۱ کلیت و ساختار داده‌ها^{۲۲}

صالحی و یوسفی (۲۰۱۸) داده‌های کارگاه‌های صنعتی را مورد مطالعه قرار داده است که توضیحات آنها در ادامه آورده شده است. داده‌های استفاده شده در این تحقیق توسط مرکز آمار و از طریق پرسشنامه و با تواتر سالانه تهیه شده است. از سال ۸۴، مرکز آمار ذیل «طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور» به صورت سالانه از کارگاه‌هایی که ۱۰ نفر یا بیشتر کارکن داشته‌اند اطلاعات مورد نظر را جمع‌آوری کرده است. ابتدا قرار بوده است که این طرح کاملاً به صورت سرشماری باشد، اما به دلیل عدم دسترسی و شناسایی تمامی کارگاهها، این امر ممکن نشود. برای مثال در سال ۱۳۹۱ حدود ۳۰۰۰ کارگاه جدید شناسایی شده‌اند و مرکز آمار توانسته است با همکاری کارگاه‌های مذکور، اطلاعات کارگاه‌های جدید را تا سال ۱۳۸۹ تکمیل کند.

مورد دیگری که در داده‌های باید در نظر گرفت این است که بعد از سال ۱۳۸۶، مرکز آمار برای کارگاه‌هایی با ۱۰ تا ۴۹ نفر کارکن در ۱۷ استان پرجمعیت از نمونه‌گیری استفاده می‌کند و برای ۱۳ استان دیگر و همچنین برای تمامی کارگاه‌هایی با بیش از ۴۹ نفر کارکن، همان روش سرشماری را ادامه می‌دهد. علاوه بر آن مرکز آمار از کارگاه‌هایی که به علت کاهش نیروی کار، تعداد کارکنان آنها به زیر ۱۰ نفر رسیده است را تا چند سال در آمارگیری لحاظ می‌کند. این کار به این دلیل است که احتمال دارد تعداد کارکنان آن کارگاهها دوباره به بالای ۱۰ نفر افزایش یابد.

در مواردی که مرکز آمار نتوانسته است داده‌های مربوط به یک کارگاه را بدست آورد، وزن کارگاه‌های مشابه در نمونه را تغییر داده است تا عدم وجود اطلاعات یک کارگاه خدشه‌ای به نمونه وارد نکند و کماکان حضور تمامی کارگاهها در نمونه تضمین شود. در این حالت وزن‌های تعدیل شده استفاده می‌شوند. این کار (حذف یک کارگاه و تعدیل وزن‌ها) باعث می‌شود که محقق متوجه نشود که آیا کارگاه تعطیل شده است و یا اینکه به خاطر نبودن داده از نمونه حذف شده است. البته خوشبختانه مرکز آمار وضعیت خروج (تعطیلی) تمامی کارگاهها را مستقل از اینکه در نمونه‌گیری شرکت داده شده‌اند یا نه، جمع‌آوری کرده است.

داده‌های خام برای بازه سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ شامل ۱۶۷۴۰۱ مشاهده سالانه از ۳۴۶۳۶ کارگاه می‌باشد. با حذف مشاهداتی که در آنها تعداد کارکن، سرمایه فیزیکی و یا ارزش افزوده صفر است و یا موجود نیست، نهایتاً ۲۶۰۰۹ کارگاه در دسترس خواهند بود که در مجموع ۱۴۸۹۷۴ مشاهده را شامل می‌شوند. داده‌ها به صورت تابلویی است اما با مواردی که بالاتر ذکر شد، تابلوی داده‌ها متعادل نمی‌باشد^{۲۳}.

^{۲۲} این بخش با ارجاع مستقیم به مقاله‌ی صالحی و یوسفی (۲۰۱۸) آماده شده‌است.

^{۲۳} balanced panel data

داده‌ها شامل مقادیر اسمی تولید (ارزش اسمی تولید و فروش)، ارزش افزوده، سطح سرمایه و سرمایه‌گذاری بر حسب نوع (شامل ماشین‌آلات تولید، ساختمان، زمین، ماشین‌آلات حمل و نقل)، نهاده‌های واسطه‌ای تولید، دستمزدها، هزینه‌های استهلاک و دیگر هزینه‌های تولید است. همچنین تعداد کارکنان، نوع آنها (دفتری و تولیدی)، سطح سواد و سطح مهارت نیز آورده شده است. علاوه بر موارد بالا، اطلاعات دیگری شامل سال آغاز به کار کارگاه، نوع مدیریت (عمومی-دولتی یا خصوصی) و غیره نیز برای هر کارگاه جمع‌آوری شده است.

داده‌های مربوط به سطح سرمایه فقط برای بازه‌ی سالهای ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲ در دسترس است و برای سالهای ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲ موجود نیست. همچنین داده‌های ثبت شده ارزش دفتری سطح سرمایه است. استفاده از ارزش دفتری که با استفاده از شاخص‌های قیمتی حقیقی شده‌اند باعث می‌شود که برآزش ارزش افزوده نسبت به سطح سرمایه بسیار کم و در موارد زیادی از لحاظ آماری معنادار نباشد. این مشکل توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است.^{۲۴} برای حل این مشکل از روش ثبت دایم موجودی^{۲۵} استفاده شده است. بدین صورت که سرمایه‌گذاری هر سال شامل ماشین‌آلات و زمین و غیره با استفاده از شاخص قیمت متناسب^{۲۶} حقیقی شده‌اند. سپس ارزش دفتری حقیقی یک سال به عنوان سال پایه انتخاب شده است و سری زمانی سطح سرمایه با اضافه کردن سرمایه‌گذاری هر سال به سطح سرمایه همان سال برای تخمین سطح سرمایه سال بعد به دست آمده است. برای سالهای عقب‌تر، سرمایه‌گذاری حقیقی از سطح سرمایه دفتری حقیقی کسر شده است. برای سرمایه‌های مختلف از نرخ استهلاک متناسب استفاده شده است. برای ماشین‌آلات نرخ ۱۰ درصد، برای ساختمان نرخ ۵ درصد و برای زمین نرخ صفر درصد برای استهلاک به کار رفته است. این روش به خاطر کم بودن ارزش دفتری گزارش شده، در سالهای اولیه دچار تورش به سمت پایین خواهد شد. اما با جلو رفتن زمان و اعمال اثر نرخ‌های استهلاک، تورش اولیه از بین رفته و مقادیر بدست‌آمده دارای تورش بسیار کمتری بوده و به مقادیر واقعی نزدیک‌تر خواهند شد. به همین دلیل لازم است که در استفاده از داده‌های سطح سرمایه در سال‌های نزدیک به سال پایه، این مورد را در نظر داشت.

۳,۲ منابع داده‌ای و متغیرهای مورد استفاده

داده‌های کارگاهی مورد استفاده از «طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور» استخراج شده‌اند. داده‌های مربوط به شاخص‌های قیمت و یا نرخ سود (که برای محاسبه‌ی قیمت سرمایه استفاده می‌شود) از سایت بانک مرکزی گرفته شده است. همچنین، قیمت حامل‌های انرژی از ترازنامه‌ی انرژی به دست آمده‌اند. جهت بررسی

^{۲۴} برای مثال مراجعه شود به رحمتی و پیلهوری (۲۰۱۵ و ۲۰۱۷)

^{۲۵} روش تعیین مانده دفتری، روش ثبت دایم موجودی، perpetual inventory method

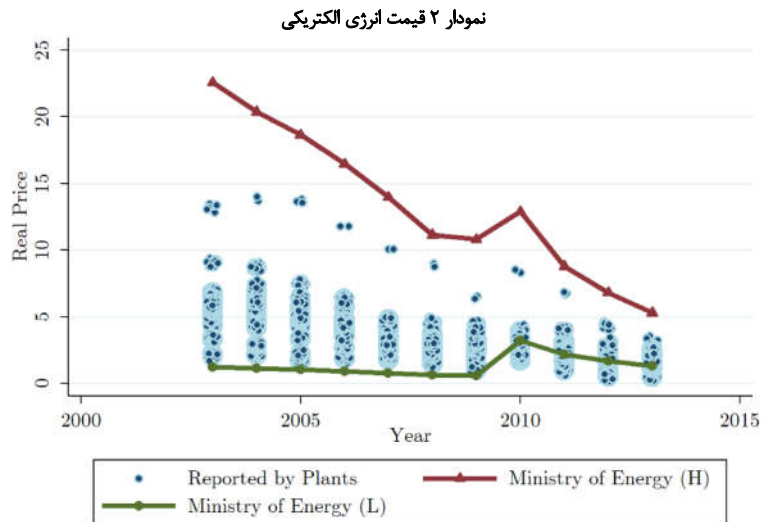
^{۲۶} مثلاً برای ماشین‌آلات از شاخص قیمت تولیدکننده در بخش ماشین‌آلات و برای زمین شاخص قیمت زمین و برای ساختمان شاخص قیمت اجاره استفاده شده است.

استحکام نتایج از قیمت‌هایی که خود کارگاه‌ها نیز گزارش می‌کنند نیز استفاده شده‌است. در ادامه توضیح داده می‌شود که چگونه متغیرهای لازم برای مدل آماده شده‌اند.

هزینه و دستمزد نیروی کار: هزینه نیروی کار برابر است با مجموع تمامی پرداخت‌ها که به عنوان دستمزد به کارکنان انجام گرفته به علاوه تمامی هزینه‌های غیردستمزدی مانند عیدی، پاداش‌های موردی و غیره. «دستمزد» نیز از تقسیم هزینه نیروی کار بر تعداد تمامی کارکنان بدست آمده است. گرچه دستمزد «پرداختی» به تفکیک کارگاه موجود است، لیکن در اینجا کسش نسبت به «هزینه فرصت» نیروی کار مورد نظر است که برابر با متوسط دستمزد مورد انتظار یک کارکن در هر صنعت است. افزون بر این نکته، به دلیل احتمال خطا در ثبت متغیرها و یا گزارش نادرست که در سطح بنگاه بیشتر است، استفاده از «متوسط» صنعت مانع از بروز تورش در مدل‌ها می‌شود. در اینجا برای هر صنعت (کد ۴ رقمی ISIC)، میان‌ه‌ی دستمزدهای کارگاه‌ها در هر سال به عنوان دستمزد نیروی کار در آن صنعت استفاده شده است. دستمزد کارگرها با شاخص قیمت مصرف کننده حقیقی شده است.

هزینه و قیمت انرژی الکتریکی: برای بدست آوردن هزینه انرژی الکتریکی، ارزش انرژی الکتریکی خریداری شده با ارزش انرژی الکتریکی تولید شده در داخل کارگاه جمع شده و در نهایت ارزش انرژی الکتریکی فروخته شده از آن کسر گردیده‌است. قیمت برق مصرفی برابر است با هزینه برق مصرفی تقسیم بر مقدار برق مصرفی (کیلووات ساعت). قیمت‌های برق با استفاده از شاخص قیمت تولیدکننده حقیقی شده است. همچنین برای از بین بردن اثرات قیمت‌های حدی، در هر کد ISIC ۴ رقمی، قیمت‌های برق دهک اول و آخر توزیع قیمت‌ها، به ترتیب با بیشترین و کمترین قیمت در آن دهکها جایگزین شده است.^{۲۷} برای بررسی استحکام نتایج، علاوه بر قیمت‌های مشاهده شده توسط هر کارگاه که از داده‌های کارگاه‌های صنعتی استفاده شده است و از روش بالا محاسبه شده است، قیمت‌های برقی که در ترازنامه انرژی آمده نیز به کار رفته است. یکبار تخمین‌ها با استفاه از قیمت‌های مشاهده شده توسط کارگاه‌ها و یک بار تخمین‌ها با استفاده از قیمت‌های ارائه شده توسط ترازنامه انرژی انجام شده است. ترازنامه انرژی که سالانه توسط وزارت نیرو منتشر می‌شود، قیمت‌های تعیین شده برای تمامی حامل‌های انرژی را برای مصرف‌کنندگان مختلف (صنعتی، خانگی و کشاورزی) اعلام می‌کند. در اینجا از قیمت برق صنعتی استفاده شده‌است.

^{۲۷} اصطلاحاً توزیع قیمت‌ها winsorized شده است.

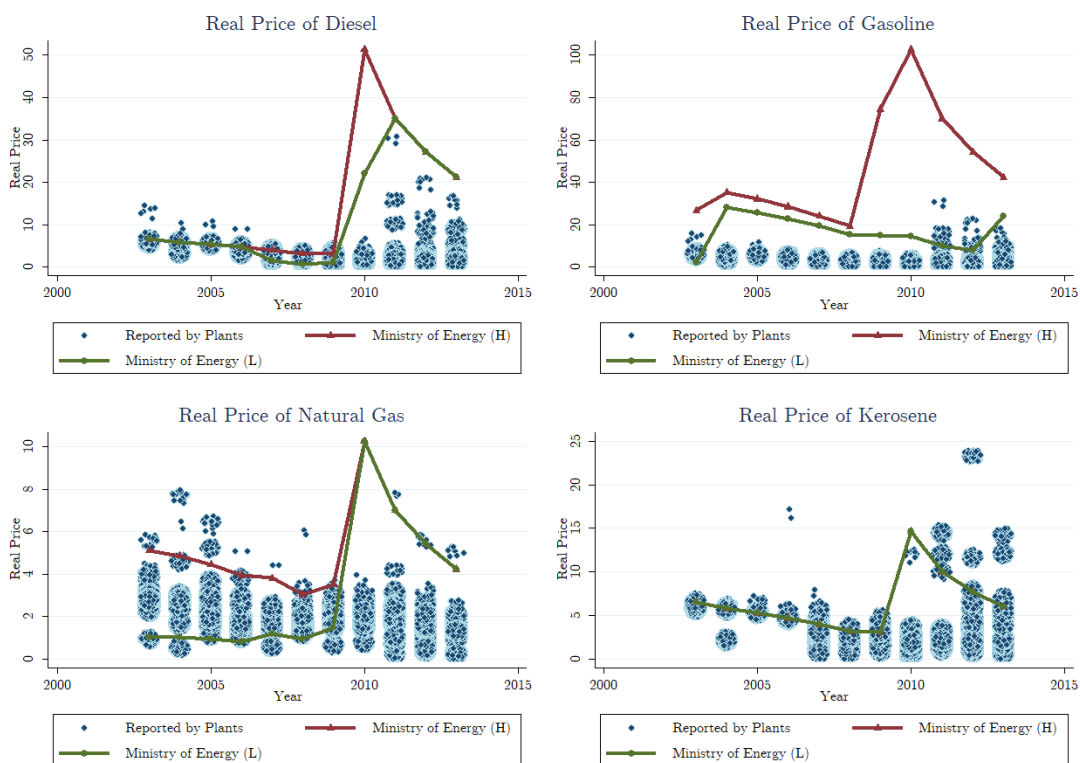


توضیح: شکل بیانگر قیمت انرژی الکتریکی در دینای حاضر است. قیمت برگرفته از ترازنامه انرژی در منحنی‌ها و قیمت‌های مشاهده شده برای هر کارگاه بوسیله نقاط نمایش داده شده‌اند. در ترازنامه انرژی دو قیمت بالا و پایین برای قیمت عنوان شده که در اینجا توسط دو منحنی نمایش داده شده‌اند.

هزینه و قیمت سوخت‌های فسیلی: هزینه سوخت‌های فسیلی برابر است با مجموع هزینه خرید سوخت‌های فسیلی شامل بنزین، گازوییل، نفت سفید، گاز طبیعی، گاز مایع، نفت کوره، کک و چوب. برای بدست آوردن قیمت سوخت‌های فسیلی لازم است که یک میانگین وزنی از قیمت‌های سوخت‌های فسیلی محاسبه شود. برای این کار ابتدا ارزش پرداختی برای هر سوخت به ازای واحد انرژی^{۲۸} محاسبه می‌شود. سپس در هر کد ISIC ۴ رقمی، میانگین وزنی ارزش پرداختی برای مجموع سوخت‌های فسیلی محاسبه می‌شود. وزن‌ها با توجه به سهم در کل ارزش پرداختی محاسبه شده‌است. لازم است توجه شود قیمت نهایی بدست آمده، به ازای واحد انرژی گرمایی تعریف شده‌است. در این قسمت نیز اولاً قیمت‌ها با استفاده از شاخص قیمت تولیدکننده در بخش صنعت حقیقی شده‌اند. ثانیاً قیمت‌های حدی با قیمت دهک اول و دهم جایگزین شده‌اند. برای بررسی استحکام نتایج، علاوه بر قیمت‌های مشاهده شده توسط هر کارگاه، از قیمت‌های اعلام شده برای سوخت‌های فسیلی که در ترازنامه انرژی آمده نیز استفاده شده‌است. در استفاده از قیمت‌های ترازنامه انرژی نیز یک قیمت موزون سوخت فسیلی برای هر زیربخش صنعتی بدست آمده‌است. در این میانگین‌گیری، همانند قبل، وزن هر کدام از سوخت‌های فسیلی از تقسیم «ارزش ریالی هر حامل مصرف شده در آن زیر بخش» بر «مجموع ارزش ریالی کل سوخت‌های فسیلی مصرف شده در آن زیر بخش صنعتی» بدست آمده‌است.

^{۲۸} British Thermal Unit

نمودار ۳ قیمت ۴ سوخت فسیلی منتخب



توضیح: شکل بیانگر قیمت انرژی الکتریکی در دیتای حاضر است. قیمت برگرفته از ترازنامه‌ی انرژی در منحنی‌ها و قیمت‌های مشاهده شده برای هر کارگاه بوسیله‌ی نقاط نمایش داده شده‌اند. در ترازنامه انرژی دو قیمت بالا و پایین برای قیمت عنوان شده که در اینجا توسط دو منحنی نمایش داده شده‌اند.

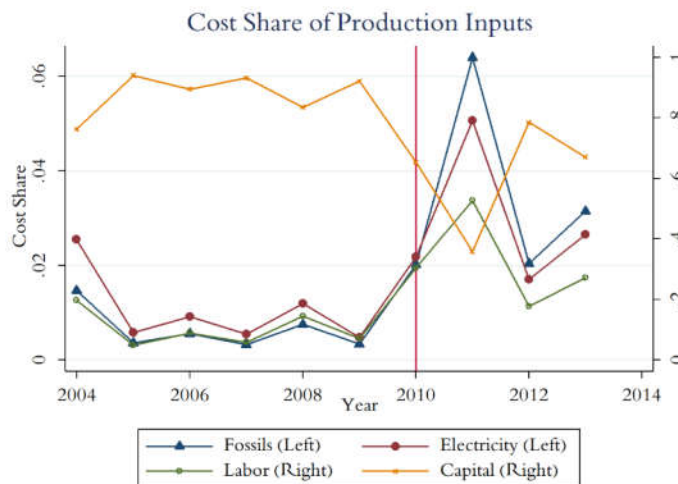
هزینه سرمایه: برای محاسبه هزینه سرمایه هم لازم است سطح سرمایه یک کارگاه در دسترس باشد و هم قیمت سرمایه (نرخ سود) در اقتصاد. بالاتر توضیح داده شده که چگونه سطح سرمایه یک کارگاه با استفاده از روش موجودی انبار بدست می‌آید. اما برای بدست آوردن قیمت سرمایه یا همان نرخ اجاره سرمایه لازم است محاسبات بیشتری انجام شود که در ادامه می‌آید. یکی از راه‌های مرسوم در ادبیات، استفاده از نرخ سود یک ساله اوراق دولتی یا نرخ سود بدون ریسک است. اما چون در ایران اوراق خزانه به تازگی افزایش یافته‌اند و هنوز بازار آن عمق کافی ندارد و در بازار ثانویه قابل معامله نیست، از طرفی اضافه برداشت بانک‌ها با نرخ دستوری انجام می‌شود، نرخ سود بدون ریسک نمی‌تواند معیار مناسبی برای هزینه فرصت سرمایه باشد. هدف کشف هزینه فرصتی است که بنگاه با آن مواجه است.

در اینجا، سود انتظاری بانک‌ها در بخش صنعت به عنوان هزینه فرصت انباشت ماشین‌آلات هر کارگاه و سود انتظاری بانک‌ها منهای نرخ تورم زمین به عنوان هزینه فرصت زمین و ساختمان استفاده می‌شوند.^{۲۹} در سال‌هایی که هزینه فرصت سرمایه منفی است (مانند ۱۳۸۸) آن را با مقداری نزدیک به صفر جایگزین نموده‌ایم. استدلال

^{۲۹} منبع: اقتصاد کلان پیشرفته رومر، نسخه سال ۲۰۱۰، فصل سرمایه‌گذاری

آن است که اگر تورم منفی اعمال گردد، متناظر با آن است که آحاد اقتصادی در یک بازار کامل مالی قادرند به محض منفی شدن بازده دارایی، آن را با دارایی دیگری نظیر ریال جایگزین نمایند. به دلیل هزینه مبادله بالا و نیز انتظار برای مثبت شدن بازده در سال‌های آتی، انتظار می‌رود که کارگاه‌ها در سال‌های با تورم منفی هیچ واکنشی نشان ندهند. بدین ترتیب هزینه‌کرد سرمایه به تفکیک هر کارگاه به دست می‌آید. برای یافتن قیمت سرمایه در سطح صنعت، از مقدار ارزش سرمایه، ماشین‌آلات و زمین در کل صنعت ضربدر نرخ بازده هر یک از این اقسام استفاده می‌نماییم تا در نهایت یک مقدار یکتا برای قیمت سرمایه در هر صنعت-سال به دست آید.

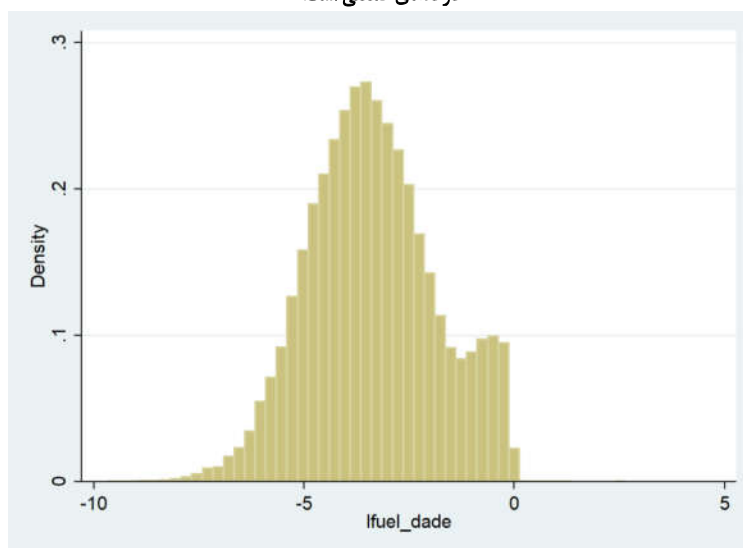
نمودار ۴ سهم هزینه‌ی نهاده‌های تولید از کل هزینه‌های تولید



در نمودار ۴ سهم هزینه‌ی نهاده‌های تولید از کل هزینه تولید آورده شده است. سهم هزینه‌های مربوط به سوخت‌های فسیلی، انرژی الکتریکی و نیروی کار نزولی بوده است. در مقابل سهم هزینه سرمایه روند افزایشی داشته است. بعد از سال ۱۳۸۹ که سال هدفمندسازی پارانه بوده و قیمت‌های حامل‌های انرژی یک جهش بزرگ داشته است، ابتدا یک جهش در هزینه‌های انرژی و نیروی کار دیده می‌شود اما دوباره سهم آنها کاهش می‌یابد.

در انتها، برای آنکه چشم‌اندازی نسبت به سهم انرژی‌های مصرفی در دست باشد، انرژی مصرفی هر کارگاه شامل بنزین، نفت سفید، نفت گاز، گاز مایع، چوب، زغال سنگ و انرژی الکتریکی است. در داده‌های دسترس، متوسط سهم ارزش انرژی مصرفی به ورودی حدود ۹٪ و واریانس آن ۱۷٫۸ است. این سهم برای حدود ۱۰٪ از داده صفر گزارش شده است. هیستوگرام این سهم (لگاریتم ارزش انرژی مصرفی به کل ورودی کارگاه) مانند شکل زیر است. بدیهی است به دلیل غیرواقعی بودن قیمت‌های انرژی در ایران، این سهم ممکن است به سمت راست تورش مثبت داشته باشد که به معنای شدت انرژی بالا (در قیاس با صنایع جهانی) است.

نمودار ۵ هیستوگرام نسبت ارزش انرژی مصرفی به ارزش ورودی هر کارگاه. منظور از ارزش، مقدار ریالی آن است که به دلیل اختلال در قیمت‌های نسبی دچار تورش به پایین است. منبع، پایگاه داده‌های کارگاه‌های صنعتی است.



در صورتی که بخواهیم صنایع را بر حسب شدت انرژی طبقه‌بندی نماییم، مطابق جدول ۱، صنایع فلزات، پالایشگاهی، و کانی‌های غیر فلزی در بالاترین سطح قرار می‌گیرند. نتایج اصلی برای متوسط صنعت، به تفکیک زیر بخش‌ها و به تفکیک ۷ صنعت انرژی بر (فلزات، سایر کانی‌های فلزی، پالایشگاهی، لاستیک و پلاستیک، چوب، کاغذ و منسوجات) گزارش شده‌اند. در اینجا منظور از شدت انرژی نسبت هزینه انرژی به کل هزینه‌های کارگاه می‌باشد.

جدول ۱ بخش‌های صنعتی با بالاترین شدت مصرف انرژی

سال	رتبه شدت مصرف انرژی				
	۱	۲	۳	۴	۵
۱۳۸۳	فلزات	سایر کانی غیر فلزی	کاغذ	شیمیایی	لاستیک و پلاستیک
۱۳۸۴	فلزات	سایر کانی غیر فلزی	شیمیایی	کاغذ	لاستیک و پلاستیک
۱۳۸۵	فلزات	سایر کانی غیر فلزی	کاغذ	چوب	لاستیک و پلاستیک
۱۳۸۶	فلزات	سایر کانی غیر فلزی	کاغذ	چوب	لاستیک و پلاستیک
۱۳۸۷	فلزات	سایر کانی غیر فلزی	پالایشگاهی	کاغذ	لاستیک و پلاستیک
۱۳۸۸	پالایشگاهی	سایر کانی غیر فلزی	فلزات	کاغذ	چوب
۱۳۸۹	پالایشگاهی	فلزات	سایر کانی غیر فلزی	کاغذ	چوب
۱۳۹۰	فلزات	سایر کانی غیر فلزی	کاغذ	چوب	پالایشگاهی
۱۳۹۱	سایر کانی غیر فلزی	فلزات	کاغذ	چوب	لاستیک و پلاستیک
۱۳۹۲	فلزات	سایر کانی غیر فلزی	پالایشگاهی	کاغذ	لاستیک و پلاستیک

توضیح: ۷ صنعت فلزات، سایر کانی‌های فلزی، پالایشگاهی، لاستیک و پلاستیک، چوب، کاغذ و منسوجات بیشترین شدت مصرف انرژی را داشته‌اند.

۴,۱ مبانی نظری و تجربی

تابع تقاضای انرژی با استفاده از تابع تقاضای ترنسلوگ و مشابه مطالعه‌ی کریستینسن و همکاران (۱۹۷۳)^{۳۰}، مدل شده است. در این مدل تابع هزینه بنگاه تصریح می‌شود و با استفاده از کمینه کردن هزینه بنگاه، تقاضای بنگاه از هر نهاده‌ی تولید به دست می‌آید. تابع ترنسلوگ یک تقریب درجه ۲ از یک تابع کلی هزینه می‌باشد. برای بدست آوردن تقریب و تصریح مشتق‌های مرتبه اول و دوم، دو فرض در نظر گرفته می‌شود. نخست، تابع هزینه بنگاه جداپذیر ضعیف^{۳۱} فرض شده است. این فرض کمک می‌کند که بتوان اثرات مقادیر نهاده‌ها را از هم جدا کرد^{۳۲}. دوم، فرض می‌شود که تابع هزینه هوموتتیک^{۳۳} است. نتیجه این فرض این است که تابع هزینه ترنسلوگ همگن از درجه یک باشد.

$$C = C(P_l, P_k, P_e, P_f, Y) \quad (۱)$$

در معادله شماره ۱، فرض می‌کنیم که هزینه یک بنگاه تابعی از قیمت نهاده‌های تولید و همچنین سطح تولید است. در این رابطه P_f میانگین موزون از قیمت‌های حامل‌های انرژی فسیلی شامل بنزین، گازوییل (نفت گاز)، نفت سفید، گاز طبیعی، گاز مایع (ال.پی.جی)، نفت کوره، زغال سنگ و چوب می‌باشد. P_l, P_k, P_e نیز به ترتیب قیمت انرژی الکتریکی، قیمت (نرخ اجاره) سرمایه و قیمت (دستمزد) نیروی کار هستند.

تقریب تابع هزینه با استفاده از تبدیل ترنسلوگ در معادله ۲ آمده است:

$$\ln(C) = \alpha_0 + \alpha_Y \ln(Y) + \sum_{i=1}^4 \beta_i \ln(P_i) + \frac{1}{2} \alpha_{YY} \ln(Y)^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 \beta_{ij} \ln(P_i) \ln(P_j) + \sum_{i=1}^4 \beta_{iY} \ln(P_i) \ln(Y) \quad (۲)$$

فرض هوموتتیسیتی نتیجه می‌دهد که:

$$\alpha_{YY} = 0 \text{ \& } \beta_{iY} = 0 \text{ for } i = 1, 2, 3, 4.$$

Christensen et al. (1973)^{۳۰}

weakly separable^{۳۱}

^{۳۲} فرض جدایی‌پذیری ضعیف یعنی اینکه مقدار یک نهاده بر تقاضای نهایی نهاده‌ی دیگر اثر نمی‌گذارد. نتیجه این فرض این است که می‌توان تابع هزینه را به صورت مجموع توابعی از هزینه تک‌تک نهاده‌ها نوشت.

homothetic^{۳۳}

با استفاده از لم شفارد^{۳۴}، برای یک بنگاهی که هزینه خود را کمینه می‌کند، مشتق جزئی تابع هزینه نسبت به قیمت هر نهاد در نقطه بهینه تابع هزینه برابر است با تقاضای آن نهاد: $\frac{\partial C}{\partial P_i} = X_i$. بنابراین اگر از تابع هزینه در معادله ۲ نسبت به لگاریتم قیمت نهاد مشتق گرفته شود، معادله زیر حاصل می‌شود:

$$\frac{\partial \ln(C)}{\partial \ln(P_i)} = \frac{\partial C}{\partial P_i} \frac{P_i}{C} = \frac{X_i P_i}{C} = S_i$$

که در آن X_i تقاضای (مشروط) نهاد i و S_i سهم هزینه آن نهاد از کل هزینه بنگاه است.

$$S_f = \beta_f + \beta_{ff} \ln(P_f) + \beta_{fe} \ln(P_e) + \beta_{fl} \ln(P_l) + \beta_{fk} \ln(P_k) + \beta_{fY} \ln(Y) \quad (۳)$$

$$S_e = \beta_e + \beta_{ef} \ln(P_f) + \beta_{ee} \ln(P_e) + \beta_{el} \ln(P_l) + \beta_{ek} \ln(P_k) + \beta_{eY} \ln(Y) \quad (۴)$$

$$S_l = \beta_l + \beta_{lf} \ln(P_f) + \beta_{le} \ln(P_e) + \beta_{ll} \ln(P_l) + \beta_{lk} \ln(P_k) + \beta_{lY} \ln(Y) \quad (۵)$$

$$S_k = \beta_k + \beta_{kf} \ln(P_f) + \beta_{ke} \ln(P_e) + \beta_{kl} \ln(P_l) + \beta_{kk} \ln(P_k) + \beta_{kY} \ln(Y) \quad (۶)$$

فرض قرینه بودن ماتریس اسلاتسکی و همگن بودن تابع تقاضا به ترتیب نتیجه می‌دهد که $\beta_{ij} = \beta_{ji}$ و همچنین چون جمع سهم هزینه‌های نهادها برابر یک خواهد بود در نتیجه $\sum_{i=1}^4 \beta_i = 0$. برقرار است. با استفاده از بتاهای بدست آمده کشش‌های جانشینی جزئی نهادها (کشش جانشینی جزئی هیکس-آلن^{۳۵}) به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\sigma_{ij} = \frac{\beta_{ij} + S_i S_j}{S_i S_j} \quad (i \neq j) \text{ and } \sigma_{ii} = \frac{\beta_{ii} + S_i(1 - S_i)}{S_i^2} \quad (۷)$$

کشش قیمتی نهادها نیز به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\eta_{ij} = \sigma_{ij} S_j \quad (i \neq j) \text{ and } \eta_{ii} = \sigma_{ii} S_i \quad (۸)$$

سیستم معادلات بدست آمده با استفاده از روش SUR^{۳۶}، که توسط زلنر (۱۹۶۲)^{۳۷} ارائه شده، تخمین زده می‌شود. روش تخمین زلنر اینگونه است که با فرض همبسته بودن پسماندهای هر معادله با پسماندهای معادله‌های دیگر، روش تخمین FGLS را به کار می‌برد تا ضرایب تخمین زده شده بدون تورش باشند. ما فعلا فرض می‌کنیم که تمامی متغیرهای مستقل برونزا هستند. در بخش «بررسی استحکام نتایج» در مورد درونزایی متغیرها بحث خواهیم کرد. محدودیت‌هایی که به معادلات شماره (۳) تا (۶) اعمال خواهیم کرد عبارتند از:

$$\beta_{ij} = \beta_{ji} \quad i, j = f, e, l, k \quad (۹)$$

$$\beta_f + \beta_e + \beta_l + \beta_k = 1 \quad (۱۰)$$

^{۳۴} Shepard's lemma

^{۳۵} Hicks-Allen partial elasticity of substitution of inputs

^{۳۶} Seemingly Unrelated Regressions

^{۳۷} Zellner (1962)

$$\beta_{ff} + \beta_{fe} + \beta_{fl} + \beta_{fk} = 0 \quad (11)$$

$$\beta_{ef} + \beta_{ee} + \beta_{el} + \beta_{ek} = 0 \quad (12)$$

$$\beta_{lf} + \beta_{le} + \beta_{ll} + \beta_{lk} = 0 \quad (13)$$

$$\beta_{kf} + \beta_{ke} + \beta_{kl} + \beta_{kk} = 0 \quad (14)$$

معادله (۹) قرینه بودن ماتریس اسلاتسکی را تضمین می‌کند. معادله (۱۰) خاصیت جمع‌پذیری را اعمال میکند و معادلات (۱۱) تا (۱۴) همگن بودن تابع تقاضا را نشان می‌دهد.

در ادامه مدل اقتصادسنجی ارائه می‌شود. در تمامی مدل‌ها، روند زمانی و همچنین اثرات ثابت در سطح ISIC چهار رقمی کنترل شده است.

$$S_{fit} = \beta_f + \beta_{ff} \ln(P_{fit}) + \beta_{fe} \ln(P_{eit}) + \beta_{fl} \ln(P_{lit}) + \beta_{fk} \ln(P_{kit}) + \beta_{fy} \ln(Y_{it}) + \gamma_{ind} + T + private + \epsilon_{fit} \quad (15)$$

$$S_{eit} = \beta_e + \beta_{ef} \ln(P_{fit}) + \beta_{ee} \ln(P_{eit}) + \beta_{el} \ln(P_{lit}) + \beta_{ek} \ln(P_{kit}) + \beta_{ey} \ln(Y_{it}) + \gamma_{ind} + T + private + \epsilon_{eit} \quad (16)$$

$$S_{lit} = \beta_l + \beta_{lf} \ln(P_{fit}) + \beta_{le} \ln(P_{eit}) + \beta_{ll} \ln(P_{lit}) + \beta_{lk} \ln(P_{kit}) + \beta_{ly} \ln(Y_{it}) + \gamma_{ind} + T + private + \epsilon_{lit} \quad (17)$$

$$S_{kit} = \beta_k + \beta_{kf} \ln(P_{fit}) + \beta_{ke} \ln(P_{eit}) + \beta_{kl} \ln(P_{lit}) + \beta_{kk} \ln(P_{kit}) + \beta_{ky} \ln(Y_{it}) + \gamma_{ind} + T + private + \epsilon_{kit} \quad (18)$$

از آنجایی که جمع سهم هزینه‌ها برابر ۱ می‌شود و این باعث می‌گردد دترمینان ماتریس وارینانس-کوارینانس خطاهای معادلات صفر گردد، برای تخمین معادلات کافی است ۳ معادله اول با اعمال محدودیت‌های (۹) تا (۱۴) تخمین زده شود و ضرایب معادله چهارم با استفاده از محدودیت‌ها محاسبه گردد.

روش رایج در ادبیات برای برآورد مدل‌های (۱۵) تا (۱۸) تحت محدودیت‌های (۹) تا (۱۴)، استفاده از تخمین‌گر معادلات همزمان^{۳۸} است. در اینجا متغیرهای توضیحی که علاوه بر قیمت‌ها در سمت راست کنترل می‌شوند شامل متغیر مجازی سال، متغیر مجازی برای هر صنعت^{۳۹} و متغیر مجازی خصوصی-دولتی هستند.

همانطور که در مقدمه نیز اشاره شد، به دلیل درونزا بودن Y_{it} در معادلات (۱۵) تا (۱۸)، لازم است نتایج پس از کنترل درونزایی مجدداً بررسی شوند. علاوه بر درونزایی مقدار تولید، انتخاب درونزای تکنولوژی کارگاه‌ها نیز مشکل دیگری است که در سیستم معادلات همزمان وجود دارد و به دلیل محدودیت‌های محاسباتی امکان قرار دادن متغیر مجازی برای هر کارگاه نیز وجود ندارد. در پاسخ به این دو مساله، تفاضل درجه اول متغیرها به جای

^{۳۸} در استتا، دستور مربوط به این برآوردگر sureg است.

^{۳۹} در صورتی که محدودیت در حافظه سخت‌افزار و محاسبات وجود نداشته باشد، ترجیح آن است که به ازای هر کارگاه یک متغیر مجازی اضافه شود که اثرات ثابت آن کارگاه را کنترل نماید. در مدل بعدی که با GMM برآورد شده، برای همین منظور از تفاضل درجه اول متغیرها استفاده شده است تا این اثر ثابت را از مدل خارج نماییم.

سطح در مدل قرار می‌گیرند. سپس، برای متغیر $\Delta \ln(Y_{it})$ از ابزار $\Delta \ln(Y_{it-1})$ استفاده می‌گردد و از برآوردگر GMM برای تخمین ضرایب استفاده می‌شود.

۵ نتایج

برای محاسبه‌ی ضرایب β می‌توان از داده‌های کل صنعت به‌صورت یکجا استفاده نمود (البته با کنترل متغیر مجازی برای هر صنعت) و یا ضریب β را برای هر صنعت جداگانه استفاده نمود. در اینجا، ضرایب جداگانه به عنوان مدل اصلی استفاده می‌شود و ضرایب یکسان به عنوان استحکام نتایج بررسی می‌شود.

همچنین، برای مقدار قیمت‌ها می‌توان از دو منبع ترازنامه انرژی و یا قیمت‌های گزارش شده توسط کارگاه‌ها استفاده نمود. یادآور می‌شود لازم است قیمت‌های گزارش شده توسط کارگاه در سطح صنعت تجمیع شود. لیکن هنگامی که از آنها برای تخمین کشش هر نهاد نسبت به خودش استفاده می‌شود، کشش مثبت به‌دست می‌آید که کاملاً برخلاف اصل هزینه-فایده است. در مقابل، قیمت‌های که در ترازنامه انرژی گزارش شده‌اند کشش هر نهاد نسبت به خودش را منفی بدست می‌دهند که مطابق انتظار است.

این اشکال ممکن است به دو دلیل اتفاق افتاده باشد. نخست آنکه کارگاه‌ها در گزارش کردن قیمت به اندازه‌ی وزارت نیرو دقت نکرده باشند (که بسیار محتمل است). و دیگر آنکه، در استفاده از انرژی از انواع معافیت‌های قیمتی استفاده کرده‌باشند. در اینصورت لازم است «هزینه فرصت» هر نهاد لحاظ شود که برابر با قیمت‌ها در ترازنامه انرژی است.

در نهایت، برای برآورد مدل از دو روش معادلات همزمان و یا GMM می‌توان استفاده نمود.

نتایج اصلی در این مطالعه از روش معادلات همزمان بدست آمده‌است. همچنین، از قیمت‌های ترازنامه انرژی و ضرایب جداگانه برای هر بخش استفاده شده‌است.

نتایج مربوط به ضرایب یکسان برای همه بخش‌ها و معادلات همزمان به لحاظ کیفی (و نه اندازه قدر مطلق) با نتایج اصلی یکسان است. لذا آن‌ها را در ضمیمه آورده‌ایم.

از آنجایی که نتایج تخمین مدل به خودی خود قابل تحلیل نیستند و اعداد بدست آمده معنی اقتصادی ندارند، جدول تخمین ضرایب در ضمیمه گنجانده شده است. در این بخش کشش‌های قیمتی چهار نهاد تولید نسبت به تغییرات قیمتی هر کدام مورد بررسی قرار می‌گیرد. این کشش‌ها از فرمول‌های (۷) و (۸) بدست آمده‌اند.

۵,۱ جداول کشش‌های قیمتی

از لحاظ زمانی مهم است که بررسی گردد کشش قیمتی قبل و بعد از هدفمندسازی یارانه‌ها چه تغییری کرده است. از لحاظ بخش‌های مختلف صنعت هم لازم است که بررسی گردد وضعیت هر زیربخش قبل و بعد از این رویداد چگونه بوده است.

جدول ۲ کشف قیمتی نهاده‌های تولید نسبت به تغییر قیمت آنها قبل و بعد از هدفمندسازی یارانه‌ها و در کل دوره. توضیح: مدل برای هر زیربخش صنعتی جداگانه تخمین زده شده است (بتاهای متفاوت) و از قیمت‌های ترازنامه انرژی استفاده شده است.

۱۳۸۳ الی ۱۳۹۲				۱۳۸۹ الی ۱۳۹۲				۱۳۸۳ الی ۱۳۸۸					
قیمت				قیمت				قیمت					
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.109	0.767	0.010	-0.886	0.320	0.577	0.028	-0.925	-0.828	1.578	-0.007	-0.743	سوخت‌های فسیلی	15
0.174	0.902	-1.084	0.008	0.300	0.693	-1.021	0.028	-0.226	1.400	-1.170	-0.004	برق	
0.270	-0.414	0.083	0.001	0.335	-0.459	0.067	0.003	-0.088	-0.139	0.134	0.000	کارگر	
-0.063	0.058	0.003	0.002	-0.201	0.170	0.015	0.016	0.016	-0.009	-0.002	-0.005	سرمایه	
0.264	0.642	0.061	-0.967	0.362	0.550	0.059	-0.970	-0.238	1.081	0.099	-0.942	سوخت‌های فسیلی	17
0.242	0.825	-1.089	0.022	0.303	0.686	-1.015	0.026	0.044	1.085	-1.155	0.026	برق	
0.284	-0.400	0.090	0.002	0.309	-0.418	0.080	0.003	0.101	-0.253	0.120	0.003	کارگر	
-0.083	0.074	0.007	0.003	-0.228	0.194	0.022	0.012	-0.015	0.015	0.001	-0.001	سرمایه	
0.206	0.729	-0.370	-0.565	0.357	0.597	-0.130	-0.824	-0.671	1.522	-1.002	0.151	سوخت‌های فسیلی	18
0.235	1.047	-1.105	-0.177	0.319	0.796	-1.038	-0.077	-0.098	1.611	-1.195	-0.318	برق	
0.317	-0.369	0.040	-0.007	0.342	-0.389	0.032	-0.003	0.042	-0.122	0.061	-0.012	کارگر	
-0.083	0.080	0.002	0.001	-0.245	0.230	0.009	0.006	-0.004	0.005	0.000	-0.001	سرمایه	
0.051	0.825	-0.065	-0.811	0.353	0.568	0.000	-0.921	-0.814	1.570	-0.160	-0.596	سوخت‌های فسیلی	19
0.149	0.958	-1.078	-0.029	0.336	0.675	-1.011	0.000	-0.244	1.441	-1.142	-0.055	برق	
0.219	-0.323	0.075	-0.002	0.358	-0.437	0.055	0.000	-0.136	-0.020	0.114	-0.004	کارگر	
-0.040	0.038	0.002	0.000	-0.210	0.187	0.014	0.008	0.017	-0.013	-0.002	-0.002	سرمایه	
0.281	0.825	-0.226	-0.880	0.402	0.612	-0.085	-0.930	-0.258	1.528	-0.518	-0.752	سوخت‌های فسیلی	20
0.394	0.016	-0.236	-0.174	0.419	0.233	-0.575	-0.078	0.269	-0.145	0.150	-0.274	برق	
0.299	-0.342	0.001	-0.012	0.355	-0.410	0.016	-0.005	0.031	-0.080	-0.011	-0.020	کارگر	
-0.077	0.068	0.006	0.003	-0.207	0.180	0.015	0.013	-0.005	0.004	0.002	-0.001	سرمایه	
0.082	0.898	-0.046	-0.934	0.302	0.635	0.007	-0.944	-1.248	2.272	-0.184	-0.840	سوخت‌های فسیلی	21
0.229	0.508	-0.700	-0.037	0.307	0.503	-0.817	0.007	-0.154	0.710	-0.465	-0.092	برق	
0.264	-0.392	0.053	-0.004	0.325	-0.443	0.052	0.001	-0.158	-0.047	0.079	-0.010	کارگر	
-0.064	0.058	0.005	0.002	-0.209	0.175	0.017	0.017	0.024	-0.015	-0.002	-0.007	سرمایه	
-0.055	1.280	-0.354	-0.871	0.340	0.716	-0.107	-0.949	-1.589	3.234	-0.997	-0.648	سوخت‌های فسیلی	22

-0.008	1.478	-1.335	-0.136	0.325	0.833	-1.113	-0.046	-0.764	2.701	-1.666	-0.271	برق	
0.240	-0.332	0.069	-0.006	0.386	-0.446	0.044	-0.002	-0.207	0.050	0.118	-0.012	کارگر	
-0.040	0.040	0.000	0.000	-0.203	0.191	0.009	0.004	0.022	-0.017	-0.003	-0.002	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.115	0.653	0.101	-0.869	0.275	0.545	0.071	-0.891	-0.516	1.104	0.187	-0.774	سوخت‌های فسیلی	23
0.148	1.169	-1.494	0.178	0.243	0.881	-1.267	0.144	-0.100	1.630	-1.771	0.241	برق	
0.290	-0.508	0.110	0.017	0.328	-0.513	0.082	0.013	0.080	-0.381	0.161	0.024	کارگر	
-0.072	0.065	0.003	0.004	-0.202	0.165	0.011	0.026	0.000	0.010	-0.001	-0.008	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.116	0.924	0.153	-1.193	0.281	0.680	0.097	-1.058	-0.779	1.956	0.350	-1.527	سوخت‌های فسیلی	24
0.242	0.852	-1.213	0.119	0.287	0.711	-1.090	0.092	-0.021	1.227	-1.389	0.183	برق	
0.293	-0.451	0.086	0.012	0.302	-0.446	0.075	0.010	0.045	-0.278	0.127	0.019	کارگر	
-0.088	0.079	0.007	0.002	-0.227	0.190	0.019	0.018	0.000	0.006	0.000	-0.006	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.095	0.816	-0.034	-0.877	0.297	0.616	0.024	-0.937	-0.878	1.713	-0.132	-0.703	سوخت‌های فسیلی	25
0.111	1.045	-1.148	-0.008	0.251	0.779	-1.038	0.007	-0.321	1.635	-1.291	-0.023	برق	
0.272	-0.443	0.144	-0.001	0.329	-0.462	0.108	0.001	-0.108	-0.178	0.242	-0.003	کارگر	
-0.063	0.059	0.003	0.001	-0.219	0.192	0.020	0.007	0.018	-0.011	-0.005	-0.002	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.180	0.554	0.036	-0.770	0.335	0.439	0.045	-0.818	-0.689	1.137	0.049	-0.497	سوخت‌های فسیلی	26
0.198	0.601	-0.867	0.067	0.238	0.537	-0.897	0.122	0.009	0.758	-0.820	0.053	برق	
0.275	-0.523	0.091	0.010	0.299	-0.545	0.076	0.017	-0.012	-0.341	0.135	0.009	کارگر	
-0.068	0.053	0.006	0.010	-0.225	0.146	0.017	0.063	0.014	-0.001	0.000	-0.013	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.142	0.801	0.044	-0.986	0.303	0.596	0.067	-0.966	-0.807	1.759	0.046	-0.998	سوخت‌های فسیلی	27
0.313	0.329	-0.662	0.020	0.332	0.402	-0.771	0.037	0.106	0.353	-0.472	0.013	برق	
0.278	-0.413	0.065	0.004	0.312	-0.456	0.080	0.007	-0.051	-0.136	0.078	0.003	کارگر	
-0.079	0.062	0.014	0.003	-0.222	0.169	0.036	0.018	0.008	-0.005	0.002	-0.005	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.125	0.801	-0.041	-0.885	0.301	0.639	-0.003	-0.937	-0.713	1.566	-0.117	-0.736	سوخت‌های فسیلی	28
0.200	0.865	-1.039	-0.027	0.260	0.750	-1.008	-0.002	-0.024	1.143	-1.069	-0.050	برق	
0.266	-0.342	0.047	-0.001	0.317	-0.383	0.038	0.000	-0.079	-0.038	0.074	-0.003	کارگر	
-0.069	0.066	0.003	0.001	-0.224	0.207	0.009	0.008	0.012	-0.009	0.000	-0.002	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.131	0.772	-0.003	-0.901	0.301	0.632	0.011	-0.944	-0.677	1.471	-0.022	-0.772	سوخت‌های فسیلی	29
0.227	0.557	-0.782	-0.002	0.284	0.573	-0.866	0.009	-0.014	0.679	-0.655	-0.010	برق	
0.266	-0.311	0.023	0.000	0.308	-0.354	0.024	0.000	-0.025	-0.037	0.031	0.000	کارگر	

-0.077	0.073	0.003	0.001	-0.211	0.196	0.008	0.007	0.006	-0.003	0.000	-0.002	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.083	0.819	0.033	-0.935	0.244	0.686	0.030	-0.960	-0.608	1.422	0.052	-0.867	سوخت‌های فسیلی	31
0.283	0.225	-0.521	0.013	0.274	0.392	-0.682	0.016	0.189	0.126	-0.328	0.013	برق	
0.253	-0.283	0.012	0.001	0.277	-0.316	0.020	0.001	0.029	-0.061	0.008	0.001	کارگر	
-0.086	0.080	0.005	0.001	-0.209	0.195	0.010	0.005	-0.005	0.005	0.002	-0.002	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.122	0.906	-0.261	-0.767	0.293	0.704	-0.113	-0.884	-0.626	1.714	-0.623	-0.465	سوخت‌های فسیلی	32
0.308	0.649	-0.829	-0.128	0.336	0.624	-0.893	-0.067	0.167	0.779	-0.746	-0.200	برق	
0.245	-0.284	0.023	-0.005	0.287	-0.326	0.024	-0.003	-0.009	-0.044	0.031	-0.008	کارگر	
-0.078	0.074	0.003	0.001	-0.198	0.186	0.008	0.004	0.002	-0.001	0.001	-0.001	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.165	0.359	0.155	-0.679	0.259	0.478	0.091	-0.828	-0.329	0.388	0.300	-0.358	سوخت‌های فسیلی	33
0.193	0.874	-1.139	0.072	0.234	0.789	-1.071	0.048	0.008	1.106	-1.220	0.105	برق	
0.257	-0.299	0.035	0.003	0.286	-0.326	0.030	0.002	-0.045	-0.015	0.053	0.005	کارگر	
-0.081	0.078	0.002	0.001	-0.219	0.208	0.007	0.004	0.007	-0.006	0.000	-0.001	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.093	0.896	-0.069	-0.920	0.269	0.700	-0.017	-0.953	-0.674	1.678	-0.178	-0.826	سوخت‌های فسیلی	34
0.159	0.925	-1.046	-0.039	0.234	0.791	-1.013	-0.012	-0.101	1.256	-1.085	-0.070	برق	
0.258	-0.327	0.044	-0.002	0.284	-0.347	0.039	-0.001	0.018	-0.115	0.063	-0.004	کارگر	
-0.082	0.078	0.002	0.001	-0.211	0.197	0.008	0.006	0.000	0.003	-0.001	-0.002	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.127	0.861	-0.017	-0.971	0.336	0.627	0.008	-0.971	-0.867	1.874	-0.067	-0.940	سوخت‌های فسیلی	35
0.301	-0.175	-0.112	-0.013	0.318	0.169	-0.496	0.010	0.088	-0.529	0.474	-0.033	برق	
0.273	-0.295	-0.008	-0.001	0.289	-0.331	0.008	0.000	0.091	-0.107	-0.022	-0.001	کارگر	
-0.088	0.082	0.004	0.001	-0.222	0.199	0.010	0.013	-0.013	0.016	0.001	-0.003	سرمایه	
سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل	سرمایه	کارگر	برق	فسیل		
0.049	0.892	0.017	-0.958	0.316	0.630	0.021	-0.968	-1.549	2.405	0.032	-0.888	سوخت‌های فسیلی	36
0.164	0.710	-0.889	0.015	0.303	0.606	-0.931	0.022	-0.400	1.172	-0.789	0.017	برق	
0.238	-0.315	0.037	0.001	0.338	-0.404	0.032	0.001	-0.334	0.196	0.066	0.001	کارگر	
-0.052	0.050	0.002	0.000	-0.194	0.176	0.008	0.009	0.035	-0.029	-0.002	-0.004	سرمایه	

در جدول ۱ تمامی کشش‌ها با جزییات آمده است. برای اینکه بتوان در بخش انرژی تمرکز کرد و همچنین بتوان هر صنعت و حامل انرژی را جداگانه بررسی نمود، در جداول ۲ و ۳ به ترتیب کشش قیمتی سوخت‌های فسیلی و کشش قیمتی انرژی الکتریکی به صورت کیفی آورده شده است. این دو جدول زیربخش‌های جدول ۱ هستند. خواننده برای بررسی دقیق‌تر و مواردی که مورد سوال است می‌تواند از جدول ۱ استفاده کند.

مشاهده می‌شود که در صنایع، کشش قیمتی سوخت‌های فسیلی نسبت به قیمت سوخت فسیلی همگی (به غیر از کد ۱۸) منفی شده‌اند. این نشان‌دهنده‌ی این است که بعد از هدفمندسازی یارانه‌ها این صنایع نسبت به قیمت نهاده اصلی خود حساسیت دارند و با افزایش قیمت آن، سهم مصرفی خود از آن نهاده را کاهش داده‌اند. این در حالی است که قبل از هدفمندسازی یارانه‌ها با وجود منفی بودن، مقدار عددی آن نزدیک به صفر می‌باشد. بنابراین هدفمندسازی یارانه‌ها بر بهینه مصرف کردن انرژی تأثیر مثبت داشته است. اما این اثر مثبت در همه صنایع دیده نمی‌شود. دو دلیل بر این عدم حساسیت کارگاهها بر افزایش قیمت حامل‌های انرژی می‌توان بیان نمود: اول اینکه چون این افزایش دائمی نبوده و بعد از یک جهش، مجدداً قیمت‌های حقیقی کاهش پیدا کرده است، کارگاهها به دنبال اصلاح ساختار انرژی خود که نیازمند صرف هزینه است نرفته‌اند. دیگر آنکه ممکن است ادعا شود به دلیل در دسترس بودن تنها دو سال از داده‌های پس از هدفمندسازی، کارگاهها فرصت کافی برای اصلاح تکنولوژی تولید نداشته‌اند. البته صحت چنین ادعایی توسط داده‌های موجود قابل تایید یا رد نیست و برای آزمون لازم است داده‌هایی با اطلاعات متفاوت در اختیار داشته باشیم. به هرصورت، از منظر روش‌شناسی علمی باید گفت که این مطالعه قادر به تایید یا رد این مدعا نیست.

جدول ۳ کشش قیمتی سوخت‌های فسیلی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید.

کد ISIC	نام صنعت	قبل از هدفمندی				بعد از هدفمندی			
		فسیل	برق	نیروی کار	سرمایه	فسیل	برق	نیروی کار	سرمایه
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۱۷	تولید منسوجات	منفی	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۱۸	تولید پوشاک عمل آوردن و رنگ کردن پوست خردار	مثبت	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۲۳	صنایع تولید زغال سنگ- پالایشگاههای نفت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۲۴	صنایع محصولات شیمیایی	منفی	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	منفی	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۲۷	تولید فلزات اساسی	منفی	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۲۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت

۳۱	ماشین آلات و دستگاههای مولد و انتقال برق	منفی	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۳۳	تولید ابزار پزشکی ، اپتیکی ، ابزار دقیق و انواع ساعت	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۳۵	تولید سایر وسایل حمل و نقل	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت

توضیح: مثبت بودن را به عنوان جانشینی و منفی بودن را به عنوان مکمل نیز می توان تفسیر نمود. مدل برای هر زیربخش صنعتی جداگانه تخمین زده شده است (بتاهای متفاوت) و از قیمت های ترازنامه انرژی استفاده شده است.

جدول ۴ کشش قیمتی سهم انرژی الکتریکی نسبت به قیمت نهاده های تولید

کد ISIC	نام صنعت	کشش قیمتی قبل از هدفمندی				کشش قیمتی بعد از هدفمندی			
		فسیل	برق	کارگر	سرمایه	فسیل	برق	کارگر	سرمایه
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۱۷	تولید منسوجات	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	
۱۸	تولید پوشاک عمل آوردن و رنگ کردن پوست خردار	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه های ضبط شده	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۳	صنایع تولید زغال سنگ- پالایشگاههای نفت	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۴	صنایع محصولات شیمیایی	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۷	تولید فلزات اساسی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۳۱	ماشین آلات و دستگاههای مولد و انتقال برق	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	

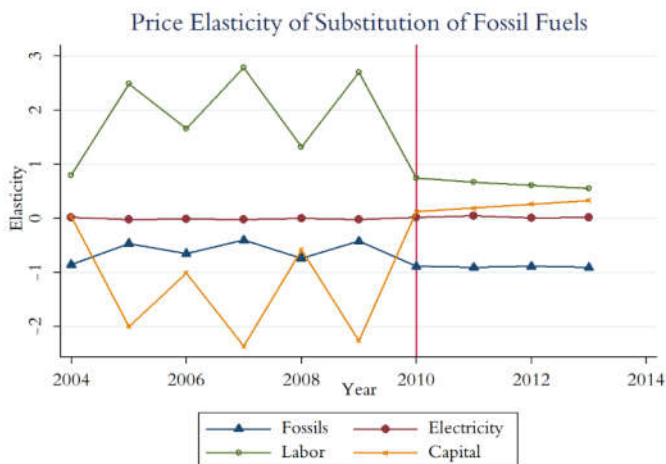
۳۳	تولید ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	منفی	منفی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی
۳۵	تولید سایر وسایل حمل و نقل	منفی	منفی	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت

توضیح: مثبت بودن را به عنوان جانشینی و منفی بودن را به عنوان مکمل نیز می‌توان تفسیر نمود. مدل برای هر زیربخش صنعتی جداگانه تخمین زده شده است (بتاهای متفاوت) و از قیمت‌های ترازنامه انرژی استفاده شده است.

در نمودار ۶ و ۷ کشش قیمتی سالانه حامل‌های انرژی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید رسم شده است. برای هر سال ابتدا میانگین سهم هزینه هر نهاده برای تمامی کارگاهها محاسبه می‌شود. سپس با استفاده از معادله‌های ۷ و ۸، و وارد کردن مقادیر میانگین، کششهای قیمتی بدست می‌آیند. در هر دو نمودار مشاهده می‌کنیم که حامل‌های انرژی و نیروی کار نسبت به هم جانشین (کشش قیمتی مثبت) هستند. این جانشینی در سال‌های پس از هدفمندسازی کاهش می‌یابد.

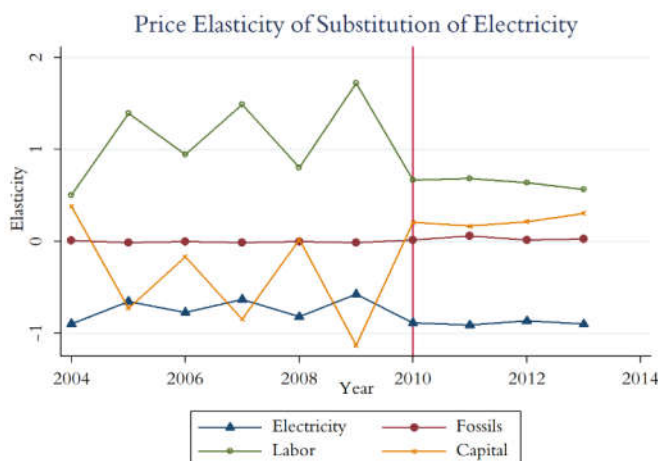
کشش سهم سوخت‌های فسیلی نسبت به قیمت سرمایه فیزیکی در سال‌های ابتدایی داده نزدیک به صفر و یا منفی است؛ که به معنای مکمل بودن این دو است. لیکن در سال‌های پس از هدفمندسازی این رابطه مثبت است که گویای تغییر وضعیت به جانشینی است. مشابه همین نتیجه برای انرژی الکتریکی و سرمایه فیزیکی برقرار است.

نمودار ۶ کشش سهم سوخت‌های فسیلی نسبت به قیمت نهاده‌ها



توضیح: در هر سال، برای هر نهاده میانگین سهم هزینه آن نهاده برای تمامی بنگاهها محاسبه شده است. سپس کشش قیمتی برای سهم هزینه میانگین بدست آمده است.

نمودار ۷ کشش سهم انرژی الکتریکی نسبت به قیمت نهاده‌ها



توضیح: در هر سال، برای هر نهاده میانگین سهم هزینه آن نهاده برای تمامی بنگاهها محاسبه شده است. سپس کشش قیمتی برای سهم هزینه میانگین بدست آمده است.

۵.۲ توزیع کشش‌های قیمتی و بررسی استحکام نتایج

برای بررسی دقیق‌تر جداول بدست آمده و همچنین مهمتر از آن برای بررسی استحکام نتایج بدست آمده، توزیع کشش‌های قیمتی حامل‌های انرژی نسبت به قیمت خودشان و قیمت دیگر نهاده‌های تولید برای قبل و بعد از هدمندسازی یارانه‌ها رسم شده است. برای بررسی استحکام نتایج دو تغییر زیر در تخمین‌ها انجام شده است:

(۱) در مدل پایه برای هر زیربخش صنعتی یک بردار ضرایب جداگانه تخمین‌زده شده است. به عبارت دیگر، ضرایب β به صورت صنعت به صنعت (دو رقمی) تخمین زده شده‌اند. اما برای سنجش استحکام نتایج، در ضمیمه، نتایج برای تمامی کارگاهها به صورت یک بردار گزارش شده‌است. به عبارتی، در مدل دوم و فرمول (۷) و (۸) ضرایب بتای استفاده شده برای تمامی صنایع یکسان است و تفاوت فقط در سهم هزینه هر بنگاه است. یادآور می‌شود که در مدل پایه نه تنها سهم هزینه‌های بنگاهها با یکدیگر متفاوت است، ضرایب بتا نیز برای هر زیربخش صنعتی متفاوت از دیگر صنایع است.

(۲) مدل پایه به صورت معادلات همزمان تخمین زده شده است. برای بررسی استحکام نتایج می‌توان مدل را با استفاده از روش GMM و استفاده از متغیر ابزاری برای کنترل درونزایی (مقدار تولید کارگاه درونزا می‌باشد) انجام داد. نتایج تخمین‌گر GMM در ضمیمه آمده‌است.

با در نظر داشتن دو تغییر بالا و ترکیب آنها با یکدیگر چهارمدل مختلف وجود خواهد داشت.

(۱) یک بردار ضرایب (بتا) که در سطح کل صنعت برآورد شده‌است، و برآوردگر معادلات همزمان

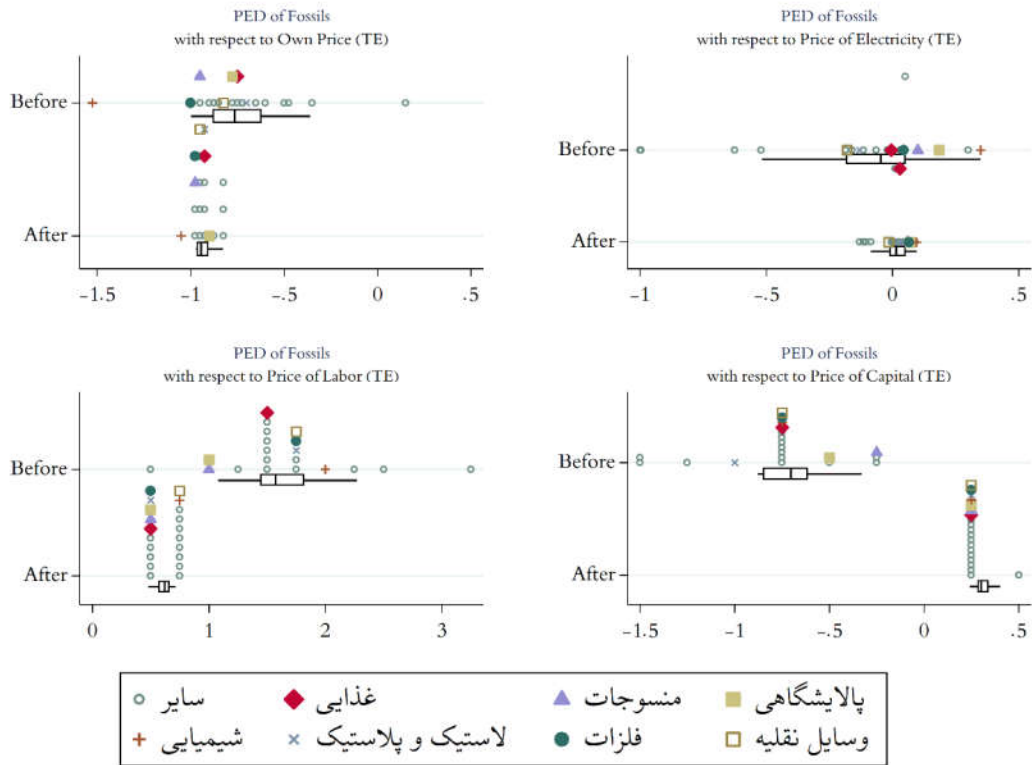
(۲) بردار ضرایب (بتا) متفاوت در سطح هر بخش، و برآوردگر معادلات همزمان

(۳) یک بردار ضرایب (بتا) در سطح کل صنعت، و برآوردگر GMM

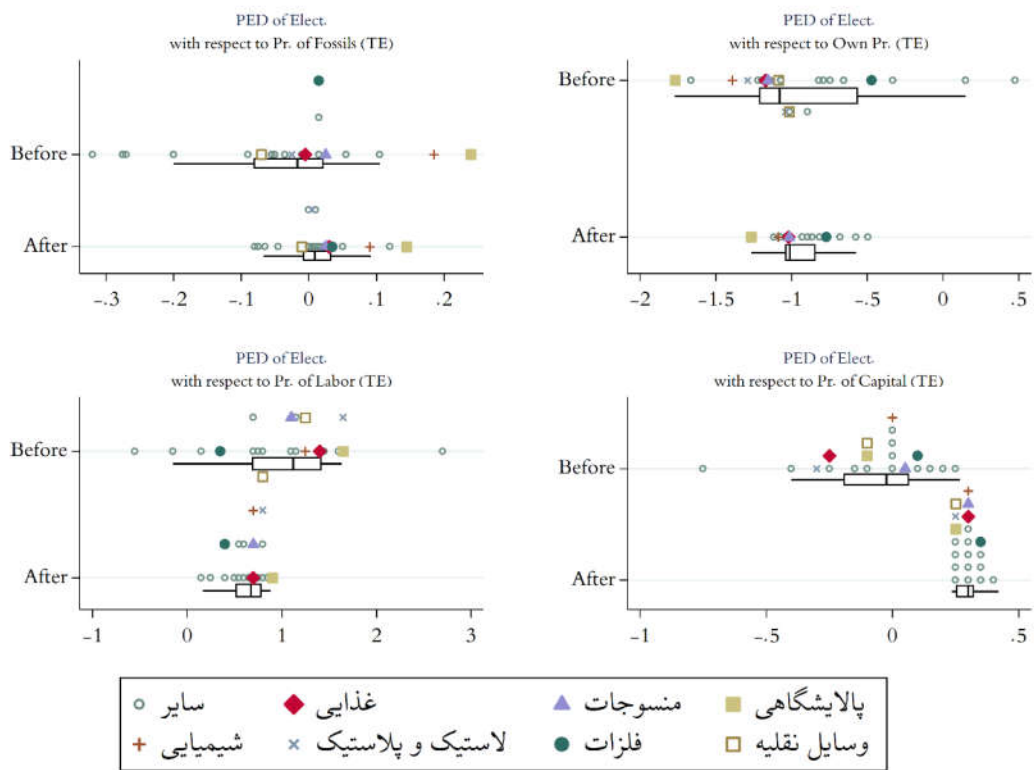
۴) بردار ضرایب (بتا) متفاوت در سطح هر بخش، و برآوردگر GMM

در این بخش نتایج مدل پایه (مدل شماره ۲) آرایه می‌شود. نتایج مربوط به سه مدل دیگر در ضمیمه ارائه شده است.

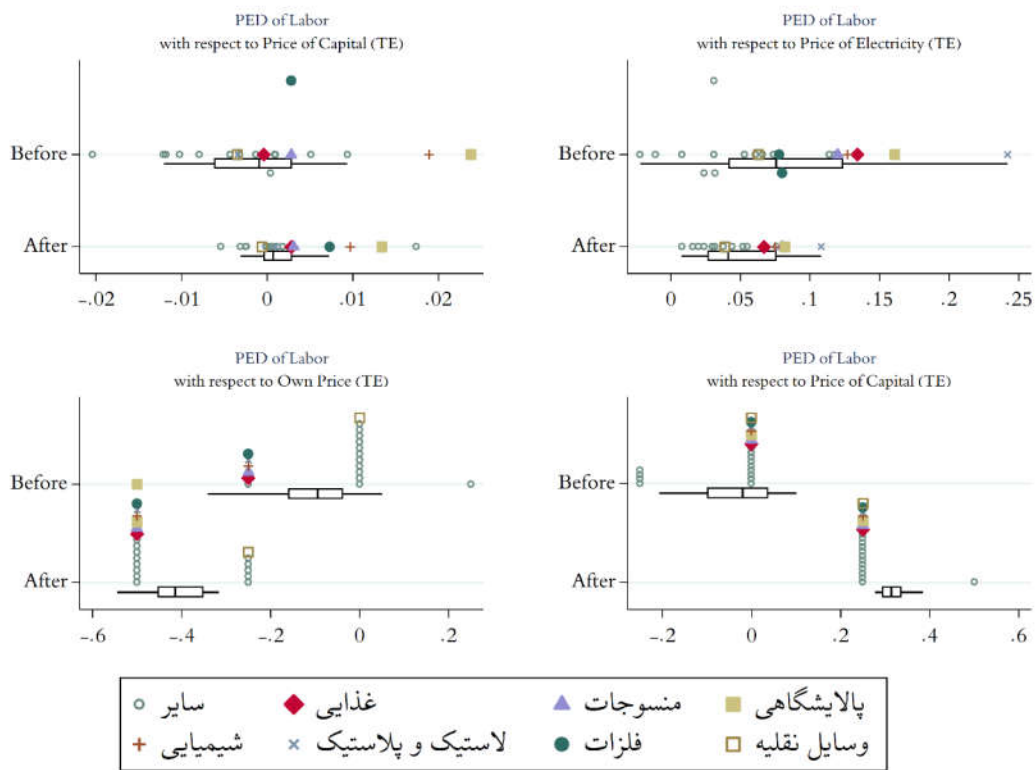
شکل ۱ توزیع کشش‌های قیمتی سوخت‌های فسیلی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید
توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است. از بتاهای متفاوت برای هر بخش و تخمین‌گر معادلات همزمان استفاده شده‌است.



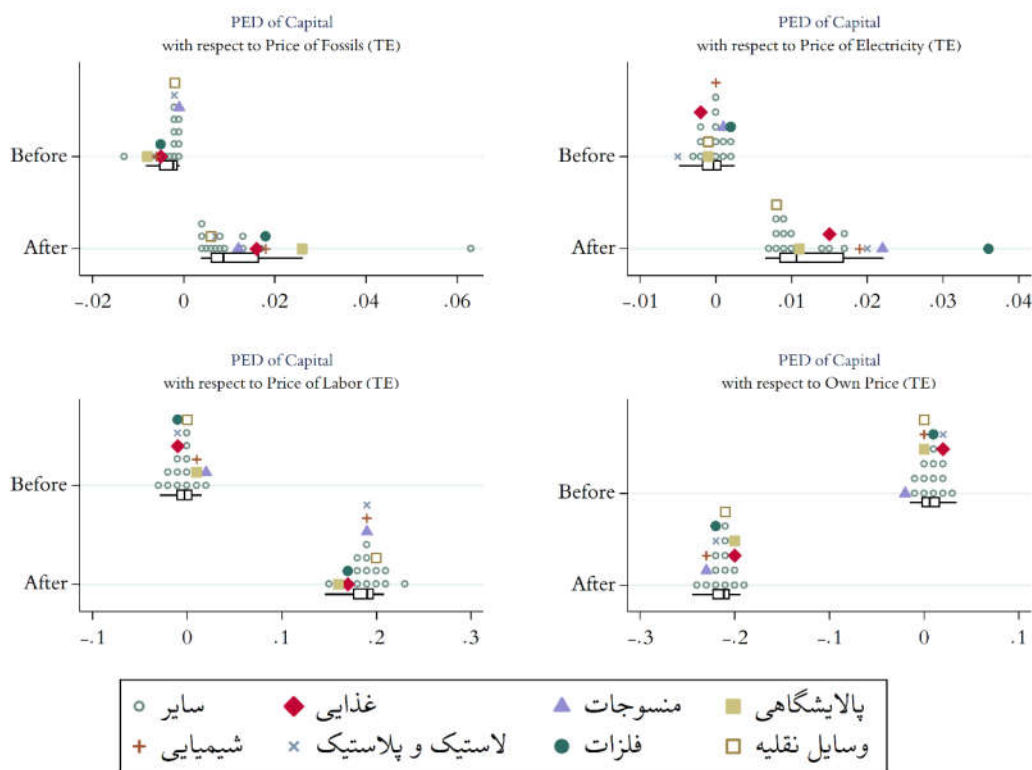
شکل ۲ توزیع کشش‌های قیمتی انرژی الکتریکی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید
 توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است. از بتاهای متفاوت برای هر بخش و تخمین‌گر
 معادلات همزمان استفاده شده‌است



شکل ۳ توزیع کشش‌های قیمتی نیروی کار نسبت به قیمت نهاده‌های تولید
 توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است. از بتاهای متفاوت برای هر بخش و تخمین‌گر معادلات همزمان استفاده شده‌است.

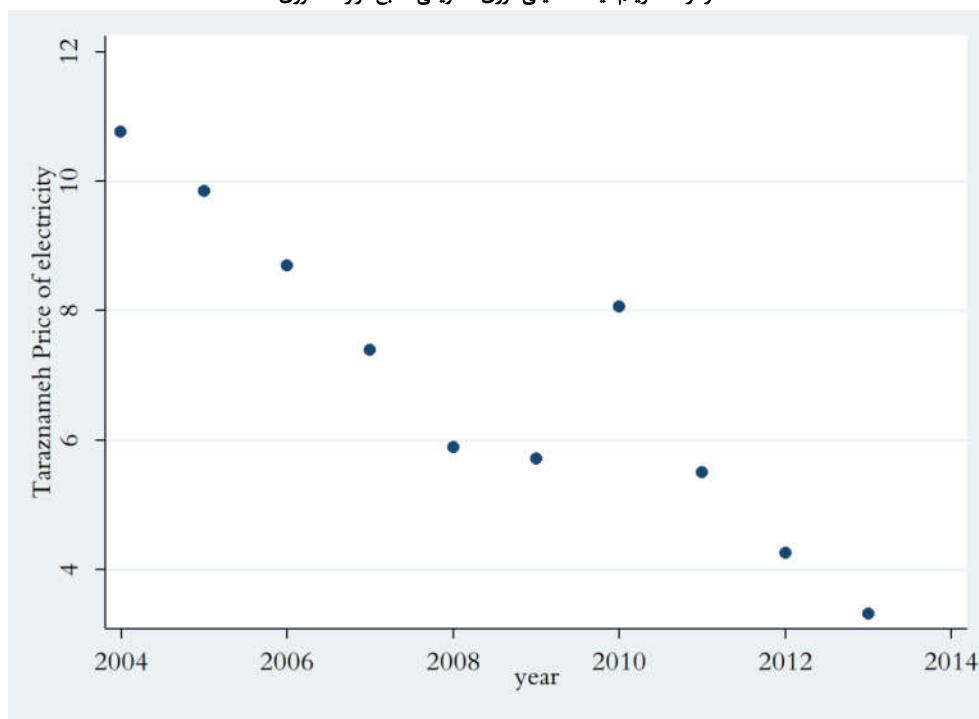


شکل ۴ توزیع کشش‌های قیمتی سرمایه فیزیکی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید
 توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است. از بتاهای متفاوت برای هر بخش و تخمین‌گر
 معادلات همزمان استفاده شده‌است.



۵,۳ استحکام نتایج پایه با تغییر بازه زمانی تخمین؛ مقایسه با مطالعه‌ی نیلی و همکاران (۱۳۸۹)

نیلی و همکاران (۱۳۸۹) کشش‌های نهاده‌های تولید در سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵ را مورد بررسی قرار داده و همانند تحقیق حاضر، از داده‌های سطح صنعت استفاده نموده‌اند. البته، ایشان داده را در ۲۷ صنعت تجمیع نموده در سطح کارگاهها استفاده نموده‌اند. همچنین، انرژی الکتریکی، گاز طبیعی و نفت کوره را به عنوان حامل انرژی تجمیع نموده‌اند. یادآور می‌شود که تغییر قیمت انرژی در سال‌های یاد شده (۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵) بسیار اندک بوده است. برای نمونه، قیمت اسمی انرژی الکتریکی در بازه‌ی ۱۰ ساله ۳ برابر شده است و قیمت گاز طبیعی نسبت به سال شروع حدود ۶ برابر شده است. این در حالیست که در سال ۱۳۸۹ و به دنبال اصلاح قیمت انرژی، تنها در یک سال قیمت انرژی الکتریکی و گاز طبیعی افزایش چندبرابری داشته است که موجب تدقیق در نتایج می‌شود؛ چرا که هرچه متغیرهای قیمتی نوسان بیشتری داشته باشند، ضرایب بدست آمده در سطح معناداری بالاتری قابل بررسی هستند.



نتایج نیلی و همکاران (۱۳۸۹) نشان می‌دهد حامل‌های انرژی و نیروی کار در سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۴ مکمل همدیگر بوده ولی با سرمایه فیزیکی جانشین هستند. در حالیکه در مطالعه‌ی حاضر رابطه جانشینی با نیروی کار و رابطه مکمل بودن (درسال‌های ابتدایی داده) و جانشین بودن (در سال‌های انتهایی) با سرمایه فیزیکی بدست آمده است. عمده‌ترین تفاوت بین این دو مطالعه، در استفاده از داده‌های سال‌های ۱۳۷۴ الی ۱۳۸۴ توسط نیلی و همکاران (۱۳۸۹) و داده‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ در مطالعه‌ی حاضر است که دو دوره‌ی کاملاً متفاوت را در صنعت ایران به لحاظ وجود بیماری هلندی و پدیده‌ی صنعتی‌زدایی در سطح کلان، شکل‌گیری کارگاه‌های پتروشیمی و خصوصی سازی در سطح صنایع شامل می‌شوند. در خصوص روش تحقیق نیز لازم است اشاره شود که مطالعه‌ی حاضر بهبودهای ذیل را نسبت به ادبیات قبلی اعمال نموده: به جای استفاده از داده‌های تجمیع شده در سطح صنعت، از سطح کارگاهی برای تخمین استفاده شده؛ حامل‌های انرژی به دو بخش سوخت‌های فسیلی و الکتریکی تفکیک شده؛ روند زمانی در کلیه معادلات کنترل گردیده؛ سرمایه فیزیکی کارگاه به دلیل اطمینان‌ناپذیر بودن سرمایه گزارش شده (که عمدتاً دفتری است) به روش سرمایه‌گذاری متناوب محاسبه شده؛ و ضرایب معادلات همزمان در سطح صنعت به صنعت (و نه بطور کلی برای همه صنایع) تخمین زده شده‌اند. در نهایت، استحکام نتایج بوسیله تخمین گر GMM سنجیده شده است.

اینک می‌خواهیم صرفاً برای آزمون صحت، دقیقاً همان متدولوژی نیلی و همکاران (۱۳۸۹) را به کار بسته و داده را نیز محدود به سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۴ نماییم تا بیشترین شباهت را داشته باشیم. نتایج این تخمین نشان می‌دهد در آن بازه انرژی الکتریکی و نیروی کار «مکمل» یکدیگرند که با نتایج نیلی و همکاران سازگار است. (جدول ۵، بازه‌ی زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۴) اما با افزایش طول بازه و با در نظر داشتن سال ۱۳۸۹ که سال اصلاح

پارانه‌های انرژی است، انرژی الکتریکی و نیروی کار جانشین یکدیگر می‌شوند. (جدول ۵، بازه ۱۳۸۳ تا ۸۸ و یا ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۲)

در مطالعه حاضر با تغییر بازه زمانی تغییری در علامت کشش بین فسیل و نیروی کار به وجود نمی‌آید و در هر حالتی، سوخت‌های فسیل یو نیروی کار جانشین هم هستند. نیلی و همکاران (۱۳۸۹) به صورت جداگانه این دو نوع انرژی را بررسی نکرده‌اند. احتمالاً، از آنجاکه در اغلب صنایع، سهم انرژی الکتریکی بیشتر از سوخت‌های فسیلی است، در مطالعه‌ی نیلی و همکاران (۱۳۸۹) این اثر به صورت مکمل بدست آمده است.

ارتباط بین حامل‌های انرژی و سرمایه فیزیکی در هر دو مطالعات بصورت جانشین بدست آمده‌است. یادآور می‌شود نتایج اصلی مطالعه‌ی حاضر این رابطه را در سال‌های ابتدایی به صورت مکمل و در سال‌های پس از هدفمندسازی به صورت جانشین گزارش نموده‌است. این تفاوت به دلیل ارتقای روش سنجی به کار گرفته شده در مدل پایه‌ی مطالعه‌ی حاضر نسبت به روش به کار گرفته شده در جدول ۵ است.

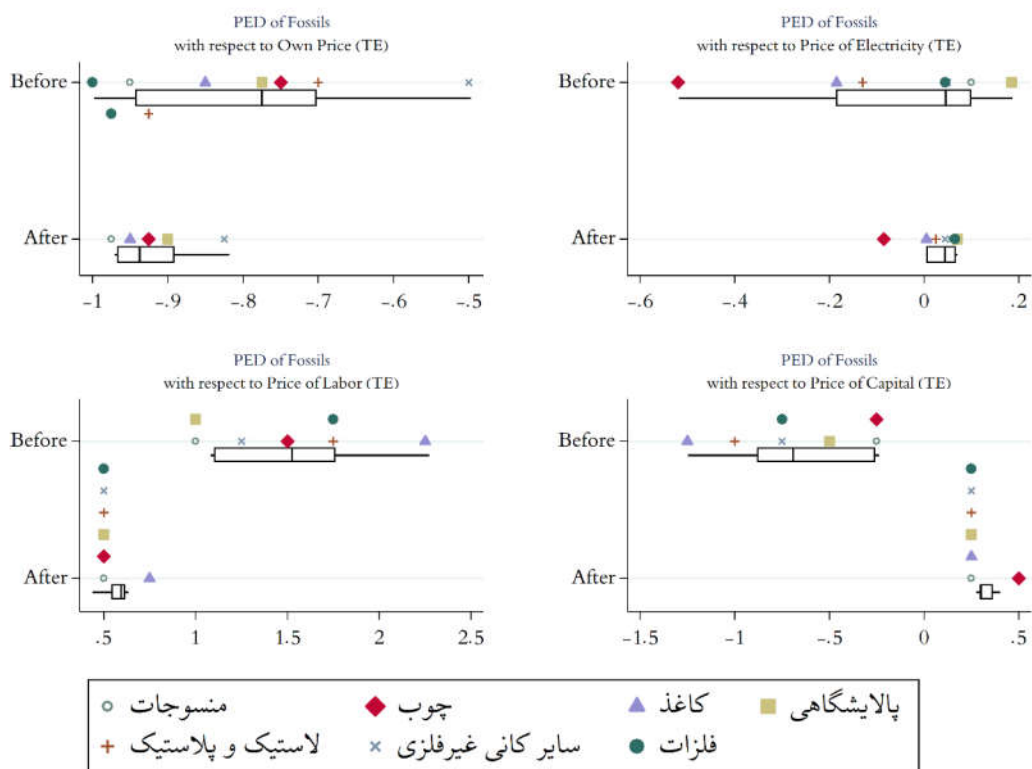
جدول ۵ کشش قیمتی نهاده‌های تولید برای سال‌های مختلف، بتاهای یکسان در سطح صنعت استفاده شده است

	قیمت سوخت‌های فسیلی	قیمت انرژی الکتریکی	دستمزد نیروی کار	قیمت سرمایه	
کشش سوخت‌های فسیلی نسبت به ...	-1.048	0.159	0.760 (جانشین)	0.129 (جانشین)	۱۳۸۴ تا ۱۳۸۳
برق	0.092	1.344	-1.760 (مکمل)	0.324	
نیروی کار	0.012	-0.224	0.158	0.009	
سرمایه	0.001	0.006	0.001	-0.009	
سوخت‌های فسیلی	سوخت‌های فسیلی	برق	نیروی کار	سرمایه	
سوخت‌های فسیلی	-1.037	0.147	0.641 (جانشین)	0.250	۱۳۸۸ تا ۱۳۸۳
برق	0.089	-0.401	0.005 (جانشین)	0.307	
نیروی کار	0.009	0.000	-0.387	0.346	
سرمایه	0.002	0.004	0.041	-0.046	
سوخت‌های فسیلی	سوخت‌های فسیلی	برق	نیروی کار	سرمایه	
سوخت‌های فسیلی	-0.954	0.011	0.904 (جانشین)	0.039	۱۳۹۲ تا ۱۳۸۳
برق	0.010	-0.630	0.387 (جانشین)	0.233	
نیروی کار	0.001	0.037	-0.380	0.262	
سرمایه	0.001	0.005	0.061	-0.067	

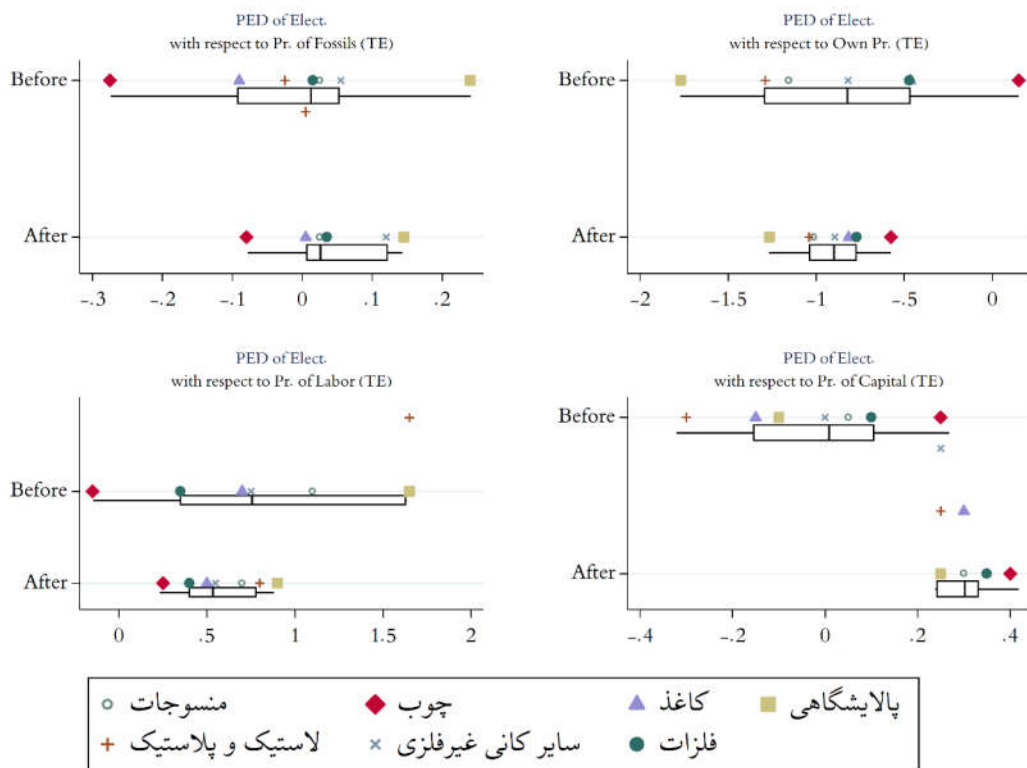
۶ نتایج مدل اصلی برای صنایع منتخب با شدت مصرف انرژی بالا

در این بخش مدل پایه برای ۷ صنعت که شدت مصرف انرژی آنها بالاست آورده شده است. این صنایع عبارتند از: فلزات، سایر کانی‌های فلزی، پالایشگاهی، لاستیک و پلاستیک، چوب، کاغذ و منسوجات که مطابق جدول ۱ شدت انرژی بالاتری دارند.

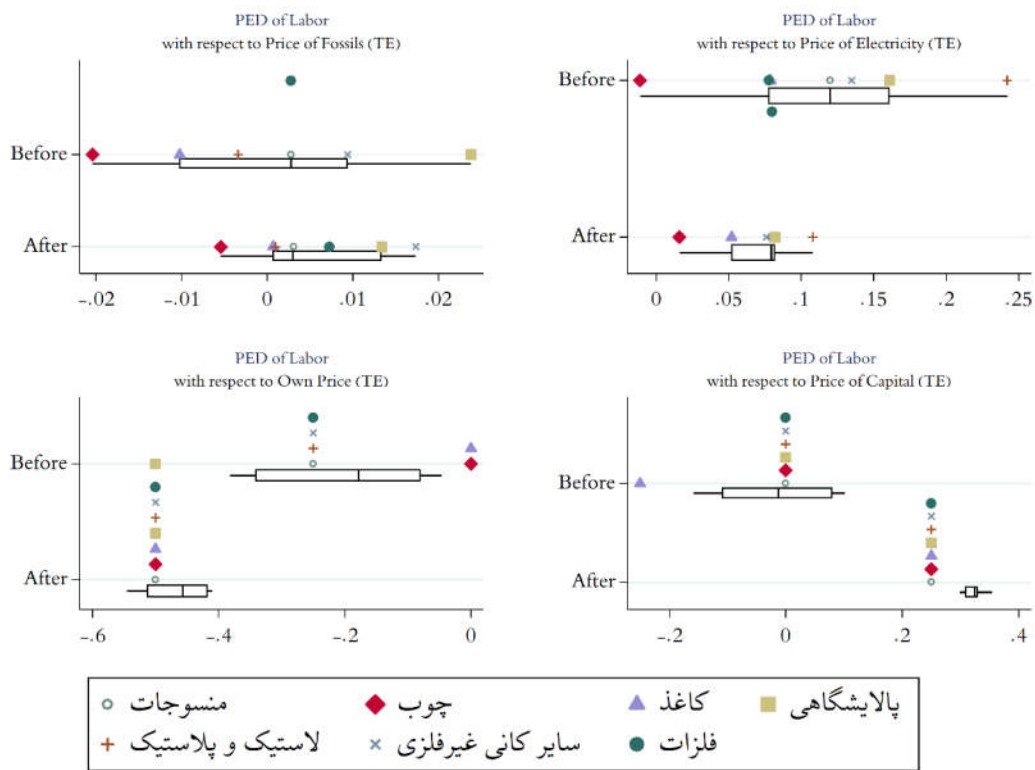
شکل ۵ توزیع کشش‌های قیمتی سوخت‌های فسیلی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید (بتاهای متفاوت و تخمین به صورت معادلات همزمان) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



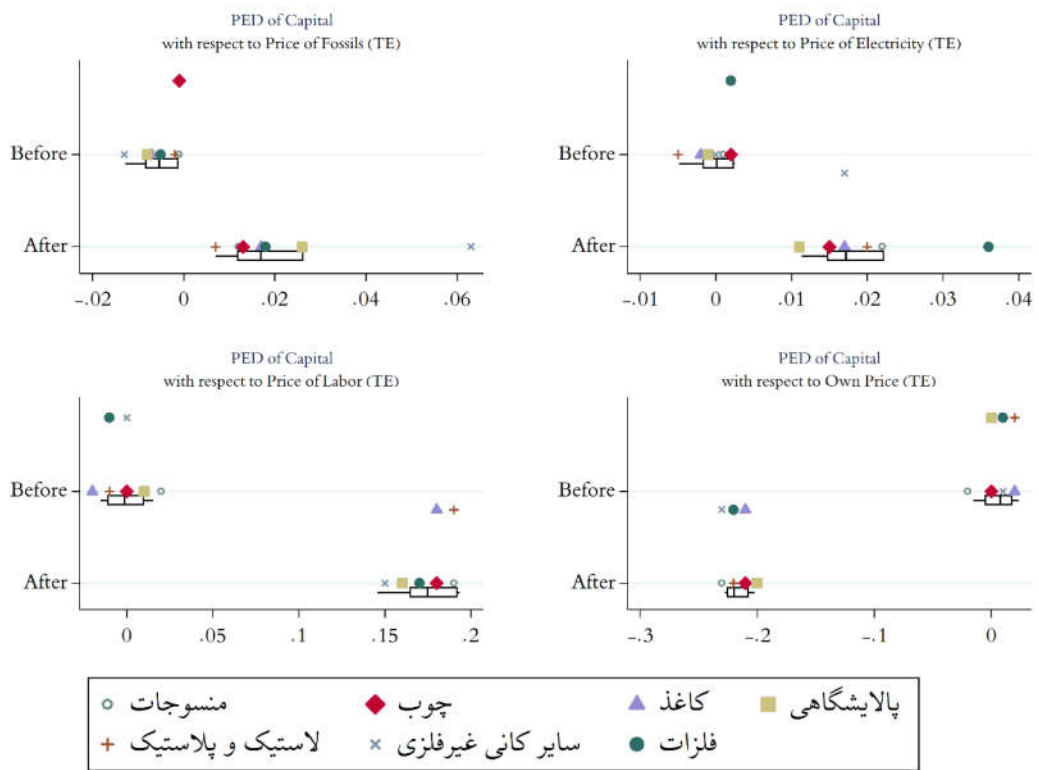
شکل ۶ توزیع کشش‌های قیمتی انرژی الکتریکی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید (بتاهای متفاوت و تخمین به صورت معادلات همزمان) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



شکل ۷ توزیع کشش‌های قیمتی نیروی کار نسبت به قیمت نهاده‌های تولید (بتاهای متفاوت و تخمین به صورت معادلات همزمان) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



شکل ۸ توزیع کشش‌های قیمتی سرمایه فیزیکی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید (بتاهای متفاوت و تخمین به صورت معادلات همزمان) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



۷ جمع‌بندی

نتایج اصلی پژوهش بر اساس قیمت‌های ثبت شده در ترازنامه انرژی و به‌طور متوسط برای تمامی صنایع به دست آمده‌اند. این نتایج بیانگر موارد زیر است:

نخست، سوخت‌های فسیلی نسبت به نیروی کار جانشین هستند. پس از اصلاحات قیمتی، از شدت این جانشینی کاسته می‌شود. این نتیجه نسبت به استفاده از GMM سازگار است. این نتیجه هم برای بناهای متفاوت (صنعت به صنعت) و هم برای بتای یکسان برای کل صنعت برقرار است. نتیجه مشابهی برای انرژی الکتریکی وجود دارد.

مطابق نتایج تحقیق حاضر، ارتباط بین سوخت‌های فسیلی با سرمایه فیزیکی در طول سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۲ تغییر یافته‌است. بطوریکه در سال‌های قبل از هدفمندسازی، ارتباط به‌صورت مکمل وجود داشته در حالیکه در سال‌های انتهایی داده (۱۳۸۹-۱۳۹۲) به رابطه جانشینی تغییر یافته‌است. ممکن است تنگنای مالی و افزایش سود تسهیلات بانکی در دهه‌ی اخیر موجب شده تا صنایع، سرمایه فیزیکی را با انرژی جانشین نمایند. لیکن برای تایید این مساله لازم است مطالعات جداگانه‌ای انجام شود.

کلیه نتایج فوق نسبت به مدل GMM مستحکم است.

همچنین، برای صنایع با شدت مصرف انرژی بالا نیز تمامی نتایج فوق به لحاظ کیفی برقرار هستند.

هنگامی که نتایج برای دو بازه‌ی قبل و بعد از اصلاح قیمت انرژی مقایسه می‌شوند، دریافت می‌شود که پس از اصلاحات قیمتی، تغییر تکنولوژی متناسب با اهداف سیاست مذکور اتفاق نیفتاده‌است که موارد زیر را می‌توان در توجیه آن یاد کرد؛ این لیست می‌تواند توسط مطالعات آتی بسط داده شود:

- سیاست اصلاح یارانه به صورت یک سیاست گذرا و تنها پرش قیمتی در یک سال انجام شد و پس از آن قیمت انرژی ثابت ماند. در واقع، به دلیل تورم، قیمت حقیقی آن دوباره شروع به کاهش کرد. اگر سیاست به صورت پایدار استمرار می‌یافت، انتظار می‌رفت که کارگاهها نیز تغییر تکنولوژی بدهند؛ لیکن، به دلیل عدم انتظار افزایش پایدار قیمت‌ها، انگیزه‌ای برای تغییر تکنولوژی وجود نداشته‌است.
- قیمت حقیقی انرژی الکتریکی (بجز یک سال) همواره روندی کاهشی داشته، علیرغم آنکه قیمت اسمی آن با افزایش مواجه بوده‌است.

همچنین، ممکن است ادعا شود به دلیل در دسترس بودن تنها دو سال از داده‌های پس از هدفمندسازی، کارگاه‌ها فرصت کافی برای اصلاح تکنولوژی تولید نداشته‌اند و یا این تغییرات با وقفه انجام شده‌است. شهود اقتصادی و داده‌ایی که حاکی از رکود صنعت در سال ۱۳۹۴ است سازگار با چنین مدعایی نیست. همچنین، به دلیل کاهش قیمت‌های حقیقی که انگیزه تغییر تکنولوژی را سلب می‌نماید، می‌توان این مدعا را به لحاظ شهود اقتصادی رد نمود. لیکن به لحاظ تجربی، صحت چنین ادعایی توسط داده‌های موجود قابل تایید یا رد نیست و برای آزمون آن لازم است داده‌هایی با اطلاعات متفاوت در اختیار باشد. به عبارت دیگر، از منظر

روش‌شناسی اقتصادسنجی باید گفت که این مطالعه قادر به تایید یا رد این مدعا نیست و البته این امر، دقت نتایج حاضر را زیر سوال نمی‌برد.

مواردی که می‌توان در پژوهش‌های آتی آنها را بیشتر مورد بررسی قرار داد:

(۱) در این پژوهش از مدل ترنس‌لوگ استفاده شده است که اگر با برآوردگر معادلات همزمان تخمین زده شود دچار مشکل درون‌زایی است. همچنین این مدل تصمیم‌گسسته بنگاه برای استفاده یا عدم استفاده از یک نهاد را در نظر نمی‌گیرد. برای رفع این مشکلات می‌توان از مدل‌های تصمیم‌گیری گسسته مانند لاجیت استفاده کرد.

(۲) در این پژوهش، با توجه به تابلویی بودن داده‌ها، از دو روش (۱) تخمین با اثرات ثابت و (۲) تخمین با متغیرهای تفاضل شده و استفاده از GMM، برای رفع درون‌زایی متغیرها استفاده شده است. می‌توان از متغیرهای ابزاری برای رفع درون‌زایی مدل‌ها بهره برد. اولی و پیکس^{۴۰} (۱۹۹۶)، لوینسون و پترین^{۴۱} (۲۰۰۳)، وولدریج^{۴۲} (۲۰۰۹)، آکربرگ و همکاران (۲۰۱۵)^{۴۳} در مورد از بین بردن درون‌زایی با استفاده از متغیرهای ابزاری بحث نموده‌اند که می‌توانند مبنای مطالعات آتی قرار گیرند.

^{۴۰} Olley and Pakes (1996)

^{۴۱} Levinsohn and Petrin (2003)

^{۴۲} Wooldridge, J. M. (2009)

^{۴۳} Akerberg, D. A., Caves, K., & Frazer, G. (2015)

- [۱] رحیمی غلامعلی، خادم فاضله، شهپیکي تاش محمد نبی (۱۳۹۳). برآورد تابع تقاضای حاملهای انرژی در صنایع انرژی بر ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. ۱۰ (۴۰): ۱۴۹-۱۷۲
- [۲] شهپیکي تاش محمدنبی، نوروزی علی (۱۳۹۳). تخمین تابع تقاضای صنعتی گاز طبیعی و سنجش شدت مصرف گاز طبیعی در صنایع انرژی بر ایران. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۳(۱۰)، ۹۳-۱۳۰.
- [۳] سعید صدرزاده مقدم، زین‌العابدین صادقی و احمد قدس الهی (۱۳۹۲). تخمین تابع تقاضای انرژی و کشش قیمتی و جانشینی نهاده‌ها در بخش صنعت: رگرسیون معادلات به ظاهر نامرتب. SUR. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۲(۶)، 107-127.
- [۴] نیلی، مسعود و همکاران (۱۳۸۹). ارزیابی پیامدهای اصلاح نظام یارانه انرژی

- [1] Akerberg, D. A., Caves, K., & Frazer, G. (2015). Identification properties of recent production function estimators. *Econometrica*, 83(6), 2411-2451.
- [2] Adeyemi, O. I., & Hunt, L. C. (2007). Modelling OECD industrial energy demand: Asymmetric price responses and energy-saving technical change. *Energy Economics*, 29(4), 693-709.
- [3] Adeyemi, O. I., & Hunt, L. C. (2014). Accounting for asymmetric price responses and underlying energy demand trends in OECD industrial energy demand. *Energy Economics*, 45, 435-444.
- [4] Agnolucci, P., De Lipsis, V., & Arvanitopoulos, T. (2017). Modelling UK sub-sector industrial energy demand. *Energy Economics*, 67, 366-374.
- [5] Amberg, S., & Bjørner, T. B. (2007). Substitution between energy, capital and labour within industrial companies: A micro panel data analysis. *Resource and Energy Economics*, 29(2), 122-136.
- [6] Bjørner, T. B., & Jensen, H. H. (2002). Energy taxes, voluntary agreements and investment subsidies—a micro-panel analysis of the effect on Danish industrial companies' energy demand. *Resource and energy economics*, 24(3), 229-249.
- [7] Chang, Y., Kim, C. S., Miller, J. I., Park, J. Y., & Park, S. (2014). Time-varying long-run income and output elasticities of electricity demand with an application to Korea. *Energy Economics*, 46, 334-347.
- [8] Cho, W. G., Nam, K., & Pagan, J. A. (2004). Economic growth and interfactor/interfuel substitution in Korea. *Energy Economics*, 26(1), 31-50.

- [9] Christensen, L. R., Jorgenson, D. W., & Lau, L. J. (1973). Transcendental logarithmic production frontiers. *The review of economics and statistics*, 28-45.
- [10] Dargay, J., & Gately, D. (1995). The imperfect price reversibility of non-transport oil demand in the OECD. *Energy Economics*, 17(1), 59-71.
- [11] Dilaver, Z., & Hunt, L. C. (2011). Modelling and forecasting Turkish residential electricity demand. *Energy Policy*, 39(6), 3117-3127.
- [12] El-Shazly, A. (2013). Electricity demand analysis and forecasting: A panel cointegration approach. *Energy Economics*, 40, 251-258.
- [13] Frondel, M., & Schmidt, C. M. (2002). The capital-energy controversy: an artifact of cost shares?. *The Energy Journal*, 53-79.
- [14] Kim, J., & Heo, E. (2013). Asymmetric substitutability between energy and capital: Evidence from the manufacturing sectors in 10 OECD countries. *Energy Economics*, 40, 81-89.
- [15] Levinsohn, J., & Petrin, A. (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *The Review of Economic Studies*, 70(2), 317-341.
- [16] Olley, G. S., & Pakes, A. (1996). THE DYNAMICS OF PRODUCTIVITY IN THE TELECOMMUNICATIONS EQUIPMENT INDUSTRY. *Econometrica*, 64(6), 1263-1297.
- [17] Polemis, M. L. (2007). Modeling industrial energy demand in Greece using cointegration techniques. *Energy Policy*, 35(8), 4039-4050.
- [18] Salehi Esfahani, H. & Yousefi, K. (2018). TFP and Manufacturing Growth, Evidence From Iran 2003-2013. Working Paper
- [19] Syverson, C. (2004). Market structure and productivity: A concrete example. *Journal of Political Economy*, 112(6), 1181-1222.
- [20] Syverson, C. (2011). What determines productivity?. *Journal of Economic literature*, 49(2), 326-65.
- [21] Wooldridge, J. M. (2009). On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. *Economics Letters*, 104(3), 112-114.
- [22] Zellner, A. (1962). An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. *Journal of the American statistical Association*, 57(298), 348-368.

۹.۱ تخمین مدل بوسیله برآوردگر GMM

در این بخش، همانند مدل پایه، از رگرسیون‌های بخش به بخش برای برآورد بتاهای بخشی استفاده شده است. لیکن برای لحاظ مشکل درونزایی در متغیر مقدار تولید (Y)، از برآوردگر GMM استفاده شده است. بدین ترتیب که اولاً از تمامی متغیرها تفاضل درجه اول گرفته شده، سپس برای متغیر $\Delta \ln(Y_{it})$ از ابزار $\Delta \ln(Y_{it-1})$ استفاده شده است. جدول ۶ کشش قیمتی سوخت‌های فسیلی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید.

کد ISIC	نام صنعت	قبل از هدفمندی				بعد از هدفمندی			
		فسیل	برق	نیروی کار	سرمایه	فسیل	برق	نیروی کار	سرمایه
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۱۷	تولید منسوجات	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت
۱۸	تولید پوشاک عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه های ضبط شده	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۳	صنایع تولید زغال سنگ- پالایشگاههای نفت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۴	صنایع محصولات شیمیایی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۷	تولید فلزات اساسی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۳۱	ماشین آلات و دستگاههای مولد و انتقال برق	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۳۳	تولید ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۳۵	تولید سایر وسایل حمل و نقل	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت

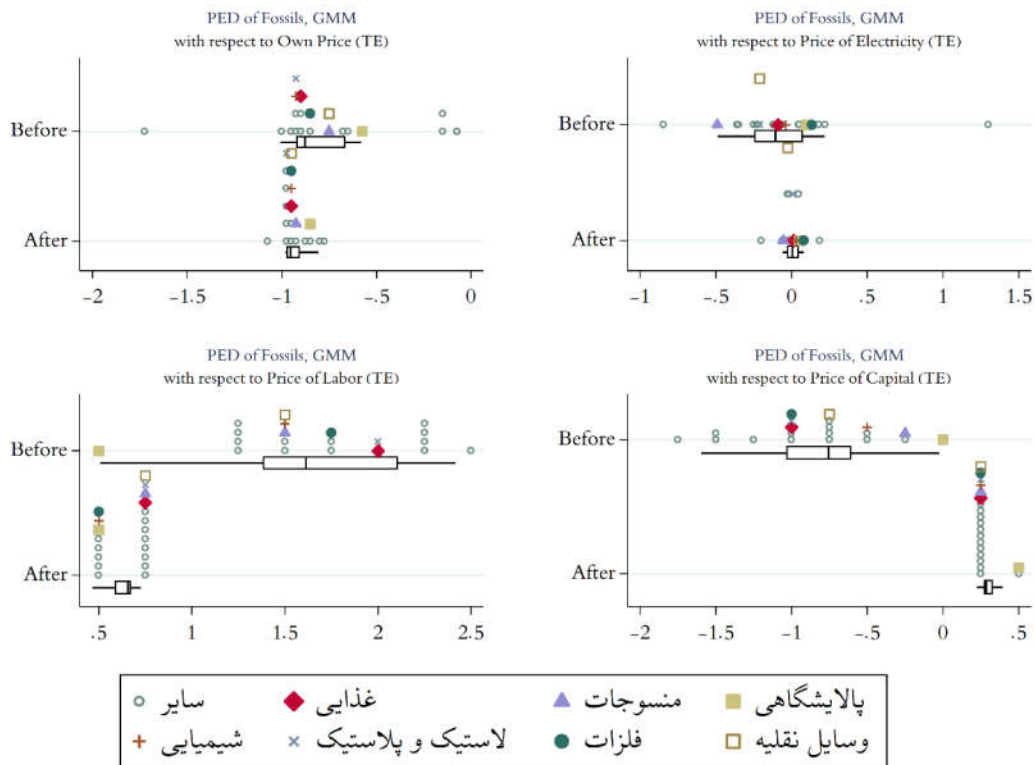
توضیح: مثبت بودن را به عنوان جانشینی و منفی بودن را به عنوان مکمل نیز می‌توان تفسیر نمود. مدل برای هر زیربخش صنعتی جداگانه تخمین زده شده است (بتاهای متفاوت) و از قیمت‌های ترازنامه انرژی استفاده شده است. تخمین به روش GMM انجام شده است.

جدول ۷ کشش قیمتی سهم انرژی الکتریکی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید

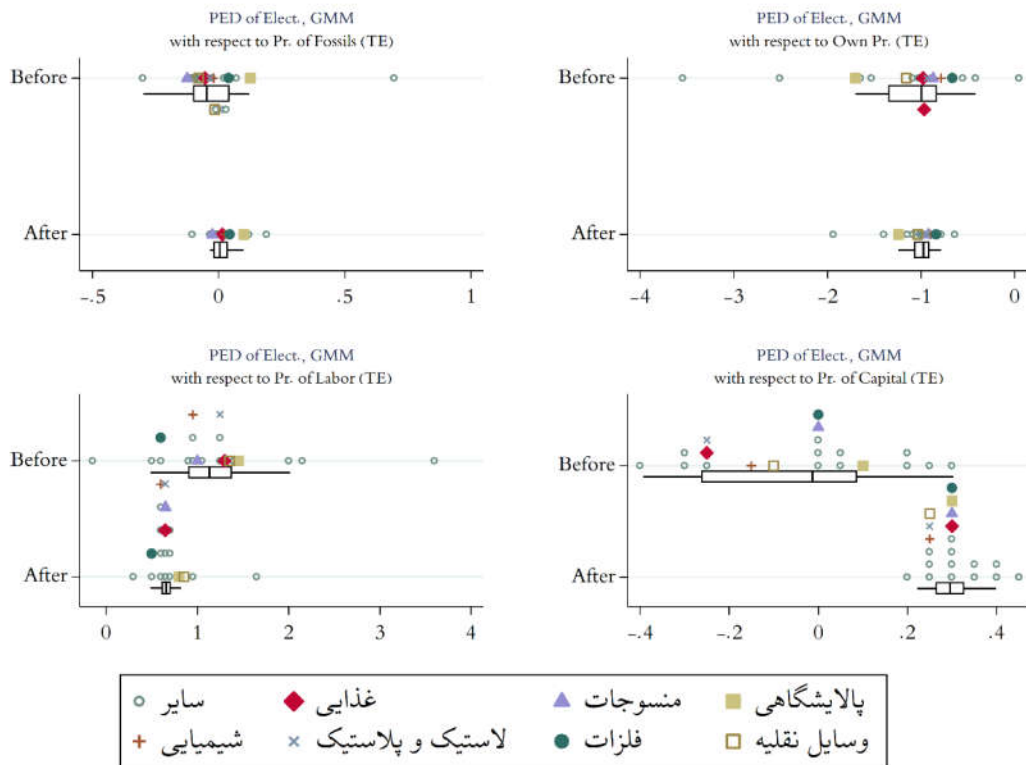
کد ISIC	نام صنعت	کشش قیمتی قبل از هدفمندی				کشش قیمتی بعد از هدفمندی			
		فسیل	برق	نیروی کار	سرمایه	فسیل	برق	نیروی کار	سرمایه
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	
۱۷	تولید منسوجات	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	
۱۸	تولید پوشاک عمل آوردن و رنگ کردن پوست خردار	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوبه پنبه	منفی	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه های ضبط شده	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	
۲۳	صنایع تولید زغال سنگ- پالایشگاههای نفت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	
۲۴	صنایع محصولات شیمیایی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	مثبت	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	
۲۷	تولید فلزات اساسی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین الات	منفی	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	
۲۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر	منفی	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	
۳۱	ماشین آلات و دستگاههای مولد و انتقال برق	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی	منفی	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	
۳۳	تولید ابزار پزشکی ، اپتیکی ، ابزار دقیق و انواع ساعت	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	
۳۵	تولید سایر وسایل حمل و نقل	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات	مثبت	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	

توضیح: مثبت بودن را به عنوان جانشینی و منفی بودن را به عنوان مکمل نیز می‌توان تفسیر نمود. مدل برای هر زیربخش صنعتی جداگانه تخمین زده شده است (بتاهای متفاوت) و از قیمت‌های ترازنامه انرژی استفاده شده است. تخمین به روش GMM انجام شده است.

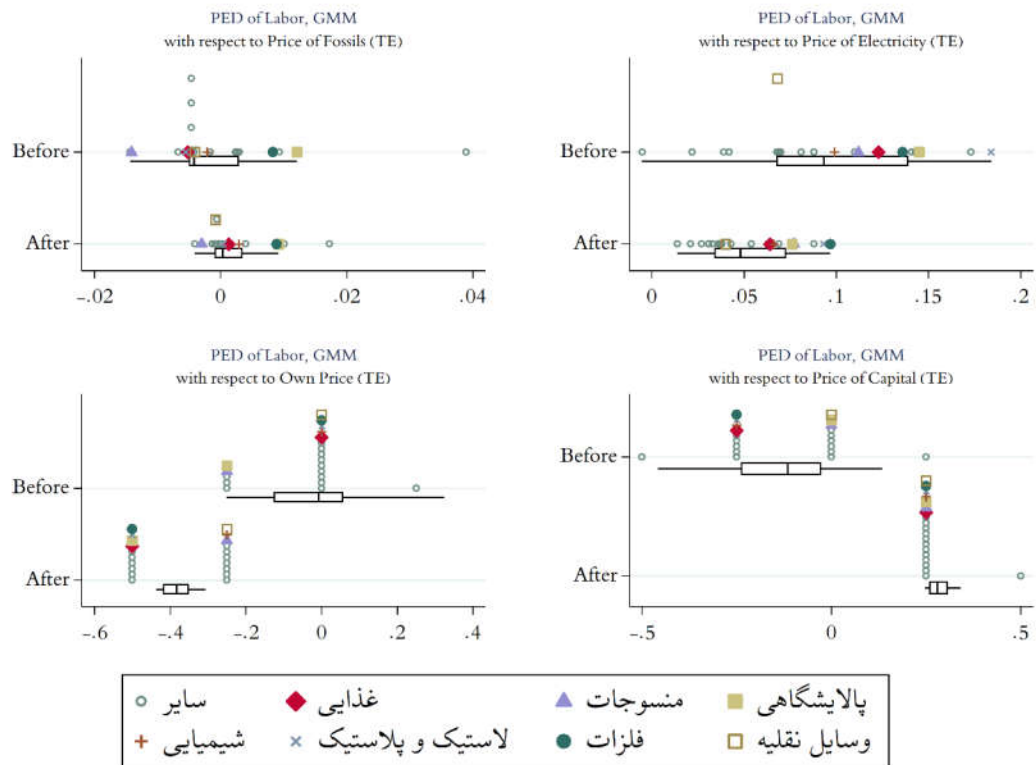
شکل ۹ توزیع کشش‌های قیمتی سوخت‌های فسیلی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید (نتایج متفاوت و تخمین GMM) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



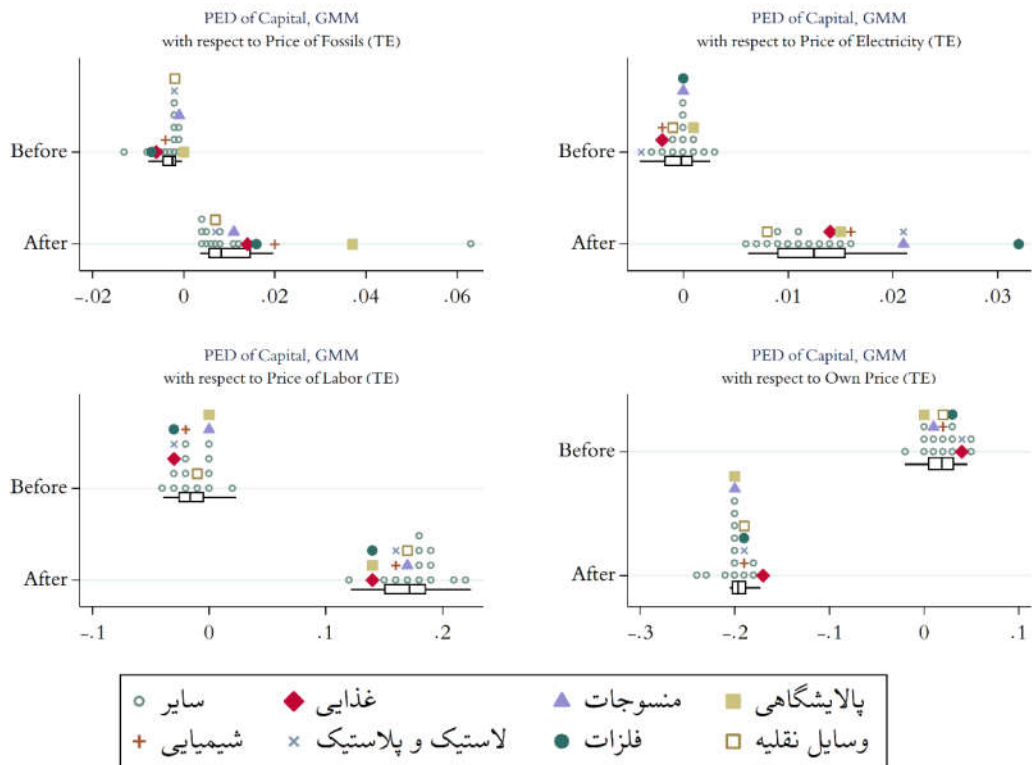
شکل ۱۰ توزیع کشش‌های قیمتی انرژی الکتریکی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید (بناهای متفاوت و تخمین GMM) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



شکل ۱۱ توزیع کشش‌های قیمتی نیروی کار نسبت به قیمت نهاده‌های تولید
(بناهای متفاوت و تخمین GMM) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



شکل ۱۲ توزیع کشش‌های قیمتی سرمایه فیزیکی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید
(نتاهای متفاوت و تخمین GMM) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



۹,۲ تخمین مدل در سطح صنعت

در این بخش، مدل مانند مدل پایه به صورت معادلات همزمان تخمین زده شده است، با این تفاوت که در رگرسیون‌های ۳-۶، از تمامی مشاهدات استفاده شده است. بنابراین، ضرایب بتا در سطح متوسط صنعت تخمین زده شده‌اند. سپس، از بتاهای یکسان برای محاسبه کشش‌های قیمتی در هر بخش (فرمول ۸) استفاده شده است. در نتیجه، تفاوت‌هایی که در سطح بخش مشاهده می‌شود ناشی از تفاوت در سهم نهاده‌ها است در حالیکه ضرایب بتا برای تمامی بخش‌ها یکسان در نظر گرفته شده است.

جدول ۸ کشش قیمتی سوخت‌های فسیلی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید.

کد ISIC	نام صنعت	قبل از هدفمندی			بعد از هدفمندی		
		فسیل	برق	نیروی کار	سرمایه	فسیل	برق
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت
۱۷	تولید منسوجات	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	مثبت
۱۸	تولید پوشاک عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۲۳	صنایع تولید زغال سنگ- پالایشگاه‌های نفت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۴	صنایع محصولات شیمیایی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
۲۷	تولید فلزات اساسی	منفی	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۲۹	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۳۱	ماشین‌آلات و دستگاه‌های مولد و انتقال برق	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۳۳	تولید ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی

منفی	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۳۴
مثبت	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	تولید سایر وسایل حمل و نقل	۳۵
مثبت	مثبت	مثبت	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی	تولید مبلمان و مصنوعات	۳۶

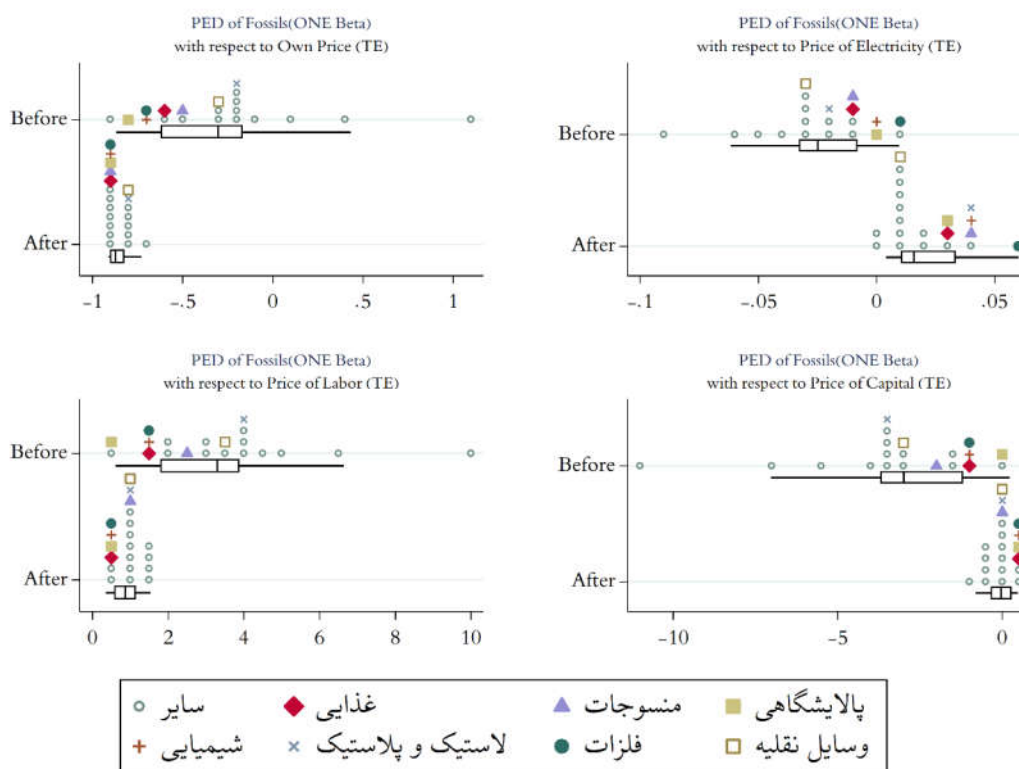
توضیح: مثبت بودن را به عنوان جانشینی و منفی بودن را به عنوان مکمل نیز می‌توان تفسیر نمود. برای تمامی زیربخش‌های صنعتی یک بتای یکسان تخمین زده شده است و از قیمت‌های ترانزنامه انرژی استفاده شده است. تخمین به روش معادلات همزمان انجام شده است.

جدول ۹ کشش قیمتی سهم انرژی الکتریکی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید

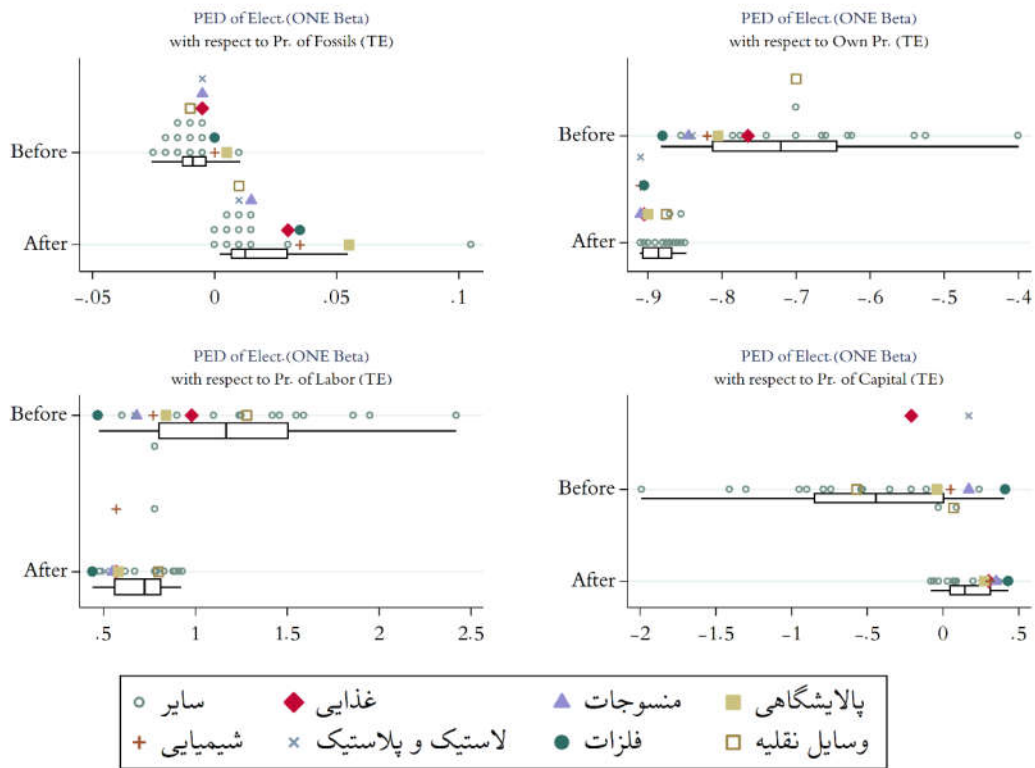
کد ISIC	نام صنعت	کشش قیمتی قبل از هدفمندی				کشش قیمتی بعد از هدفمندی			
		فسیل	برق	کارگر	سرمایه	فسیل	برق	کارگر	سرمایه
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۱۷	تولید منسوجات	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	
۱۸	تولید پوشاک عمل آوردن و رنگ کردن پوست خردار	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه های ضبط شده	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۳	صنایع تولید زغال سنگ- پالایشگاههای نفت	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۴	صنایع محصولات شیمیایی	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۷	تولید فلزات اساسی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۲۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	
۳۱	ماشین آلات و دستگاههای مولد و انتقال برق	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	
۳۳	تولید ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۳۵	تولید سایر وسایل حمل و نقل	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات	منفی	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	

توضیح: مثبت بودن را به عنوان جانشینی و منفی بودن را به عنوان مکمل نیز می‌توان تفسیر نمود. برای تمامی زیربخش‌های صنعتی یک بتای یکسان تخمین زده شده است و از قیمت‌های ترازنامه انرژی استفاده شده است. تخمین به روش معادلات همزمان انجام شده است.

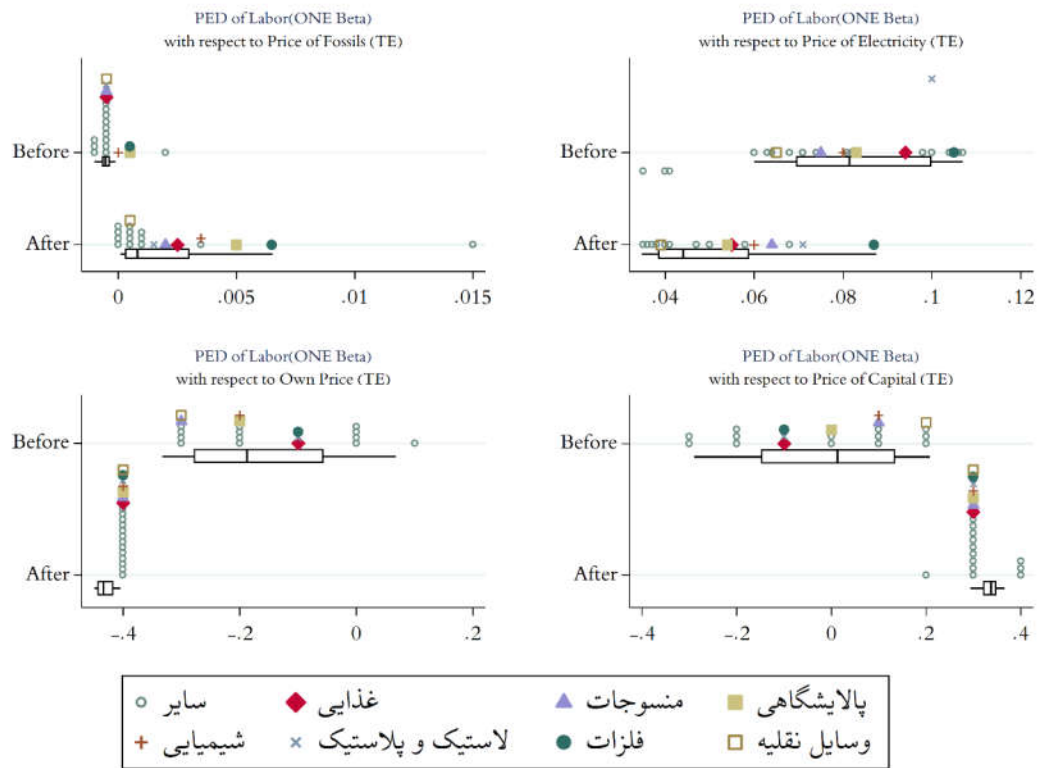
شکل ۱۳ توزیع کشش‌های قیمتی سوخت‌های فسیلی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید (بتای یکسان و تخمین به صورت معادلات همزمان) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



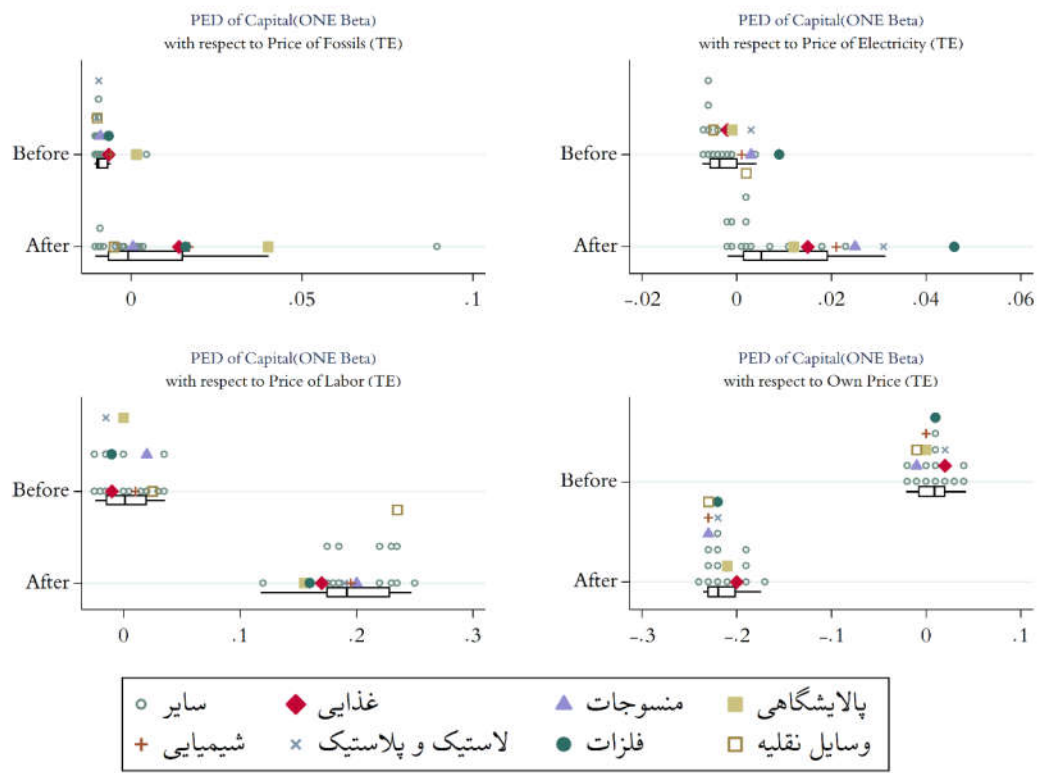
شکل ۱۴ توزیع کشش‌های قیمتی انرژی الکتریکی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید (بنای یکسان و تخمین به صورت معادلات همزمان) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



شکل ۱۵ توزیع کشش‌های قیمتی نیروی کار نسبت به قیمت نهاده‌های تولید (بتای یکسان و تخمین به صورت معادلات همزمان) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



شکل ۱۶ توزیع کشش‌های قیمتی سرمایه فیزیکی نسبت به قیمت نهاده‌های تولید (بنای یکسان و تخمین به صورت معادلات همزمان) توضیح: در محاسبه کشش‌ها سال ۱۳۸۹ (سال اصلاحات قیمتی) حذف شده است.



VARIABLES	(1) s_fossil	(2) s_elect	(3) s_labor
lnrp_fossil	0.00202*** (0.00027)	0.00077*** (0.00028)	-0.0043*** (0.00030)
lnrp_elect	0.00077*** (0.00028)	0.00126** (0.00059)	-0.0041*** (0.00042)
lnrwage	-0.0043*** (0.00030)	-0.0041*** (0.00042)	-0.008*** (0.00101)
lnrp_capital	0.00153*** (0.00022)	0.00203*** (0.00020)	0.01642*** (0.00109)
lnrtotal_prod	0.00006 (0.00004)	0.00040*** (0.00004)	0.00275*** (0.00021)
ownership_private	-0.00029 (0.00024)	-0.00057** (0.00022)	-0.00242* (0.00132)
Constant	0.05846*** (0.00401)	0.04828*** (0.00434)	0.09090*** (0.01516)
Observations	121,553	121,553	121,553
Adjusted R-squared	0.04667	0.01912	0.01135

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1