تاریخ دریافت: ۱۹ تیر ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: ۳ آبان ۱۴۰۱ صفحات ۱۱۹ الی ۱۴۳

# بررسی اثر تغییر قیمت انرژی در ایران و اصلاح فناوری مصرف سوخت

**علی حجتی نجف‌آبادی***
دانشجوی دکتری اقتصاد ، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف ، تهران، ایران،
hojatina@gmail.com

**محمد حسین رحمتی**
دانشیار گروه اقتصاد ، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف ، تهران، ایران،
rahmati@sharif.edu

**سید علی مدنی زاده**
دانشیار گروه اقتصاد ، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف ، تهران، ایران،
madanizadeh@sharif.edu

**چکیده:** آیا ارتباط معناداری بین تغییر قیمت انرژی و اصلاح درکارایی مصرف سوخت با تمرکز بر بنگاه‌های تازه وارد وجود دارد؟ این مقاله با استفاده از ریز داده کارگاه‌های صنعتی در بازه ۱۳۹۱-۱۳۹۶ و شناسایی بنگاه‌های جدیدالورود، در قالب الگوی اقتصادسنجی تابلویی، عکس‌العمل تغییرات بهره‌وری انرژی به قیمت سوخت را بررسی می‌کند. سازگار با مبانی نظری، افزایش قیمت انرژی از طریق ارتقای فناوری بلندمدت بنگاه موجب بهبود کارایی می‌شود. یافته مهم این تحقیق تاثیر معنادار و شدیدتر قیمت انرژی بر روی انتخاب فناوری در بنگاه‌های جدیدالورود نسبت به سایر بنگاه‌ها است. همچنین، با افزایش سن بنگاه تمایل به تغییرات ساختاری در صنعت تضعیف می‌شود. در نهایت نشان داده می‌شود، ضریب تفاوت در واکنش شدت انرژی در بنگاه‌های تازه وارد و جوانتر به تغییرات قیمت سوخت به صورت معناداری بیش از واکنش بنگاه‌های با سن بالاتر است. نتایج این تحقیق نسبت به سایر عوامل نظیر نوع سوخت، مناطق جغرافیایی و در صنایع منتخب نیز پایدار است. یافته‌های این تحقیق، ضرورت اصلاح نرخ انرژی در جهت بهبود فناوری و کاهش شدت انرژی در ایران را برجسته می‌کند.

**واژگان کلیدی**: اقتصاد انرژی، اصلاح مصرف انرژی، تغییر فناوری بنگاه‌ها، بهینه سازی کارگاه‌های صنعتی

* نویسنده مسئول

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

**۱- مقدمه**

این مقاله با بررسی اثر افزایش قیمت بر تغییر فناوری استفاده از سوخت در بنگاه‌ها را با بررسی حساسیت بنگاههای جدیدالورود به تغییرات قیمت سوخت در زمان ورود به صنعت برآورد می‌کند. اثرگذاری قیمت سوخت بر بهبود استفاده از انرژی در فرآیند بنگاه‌ها از دو جهت حائز اهمیت است: از یک سو ابزاری برای بهبود کارایی مصرف سوخت در فرآیند تولید در اختیار سیاست‌گذار قرار داده و دولت ها با تعیین نقطه بهینه قیمت سوخت می‌توانند کارایی در صنعت را بالا ببرند. اهمیت دیگر موضوع اثر قیمت سوخت بر بهبود کارایی از جنبه شیوه حمایت از تولید است: در صورت اثبات حساسیت بیشتر تصمیمات بنگاه‌های تازه‌وارد به شوک‌های قیمتی، حمایت متفاوت بر اساس اندازه بنگاه‌ها در قالب برنامه‌های توسعه صنعتی و در راستای سیاست‌های اصلاحی قیمتی انرژی قابل برنامه‌ریزی است.

بهبود فناوری سوخت از منظر آثار بلندمدت سیاست گذاری حوزه انرژی نیز دارای اهمیت است. چرا که اگرچه افزایش قیمت نهاده‌های تولید در کوتاه‌مدت می‌تواند شوک منفی عرضه و عامل کاهش تولید به حساب آید، اما در بلندمدت اگر بر اثر گران شدن انرژی، تکنولوژی تولید افزایش پیدا کند از اثر منفی شوک در بلندمدت کاسته خواهد شد. این موضوع همچنین از منظر کیفیت سوخت نیز ادبیات تغییر تکنولوژی صرف نظر از بهره‌وری، با توجه به حساسیت روزافزون سیاستگذاران به موضوع اثر مصرف انرژی بر محیط زیست، در کشورهای صنعتی اهمیت مجددی یافته است.

شیوه شناسایی تغییرات بلندمدت در تولید از جایگزینی نهاده‌های تولید در این پژوهش، رفتار متفاوت بنگاه‌ها بر اساس سن آنهاست: با توجه به پرهزینه بودن شیوه تولید و نیاز به تغییر در سرمایه تولیدی، انتظار می‌رود بنگاه‌های تازه‌ورود که هنوز تجهیزات و ماشین‌آلات تولید را تهیه نکرده‌اند، راحت‌تر بتوانند فناوری استفاده از سوخت خود را در مقایسه با بنگاه‌های قدیمی‌تر تغییر دهند. تحلیل داده‌های بنگاه نیز موید رفتار متفاوت بنگاه‌های جدیدالورود است. این پژوهش با محور قراردادن این فرضیه و نتایج مشاهدات مشابه در ادبیات موضوع از سن بنگاه به عنوان مولفه موثر بر تغییر فناوری سوخت استفاده کرده است. این مقاله در شناسایی این اثر بلندمدت و فراتر از ادبیات موجود، تغییرات در سن بنگاه و همچنین تغییرات میان مدت(در این جا ۵ ساله) را نیز مورد آزمون قرار می‌دهد.

ابتدا با بررسی ادبیات موضوع و یافتن فرضیه پژوهش بر اساس مشاهدات داده کارگاه‌های صنعتی در ایران شواهدی از انتخاب فناوری سوخت در تابع تولید بنگاه‌ها ارائه می‌شود. پیشبرد این پژوهش علاوه

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

بر فراهم آوردن شواهد آماری فوق، شیوه تصریح متفاوت و مقایسه تطبیقی شیوه جدید با نتایج موجود در ادبیات انتخاب فناوری استفاده از سوخت است. در ادامه مقاله و در بخش پایداری نتایج با مطالعه و تکرار ادبیات عوامل موثر بر انتخاب تکنولوژی نشان داده می‌شود که اثر قیمت بر تغییر تکنولوژی همانند مطالعات مشابه در سایر کشورها معنادار است. در عین حال، احتمالا بدلیل قیمت نسبی پایین‌تر سوخت در ایران اثر مذکور کمتر بدست آمده است که نشان از کشش پایین اثر قیمت بر فناوری در قیمت‌های پایین انرژی دارد.

در ادامه این مقاله بخش ابتدا به مرور ادبیات اثر قیمت انرژی بر فناوری در مطالعات مرتبط با ایران و سایر کشورها می‌پردازد. در بخش دوم روش تحقیق و مرور اجمالی داده، شواهد آماری موجود دال بر فرضیه پژوهش مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در بخش بعد از آن نیز نتایج مدل و پایداری نتایج مورد بحث خواهد بود و در نهایت مقاله با نتیجه‌گیری به پایان می‌رسد.

## ۲- مبانی نظری و مرور ادبیات

موضوع کاهش شدت انرژی و افزایش بهره وری نسبی انرژی در فرآیند تولید دارای پیشینه نظری است و انتظار می‌رود با افزایش قیمت نهاده سوخت، در تصمیم‌گیری بنگاه‌ها، مصرف از نهاده انرژی کاهش و استفاده از نهاده‌های جایگزین افزایش یابد. فرضیه این پژوهش بر این مبنا بنا شده که علاوه بر جایگزینی و کاهش آنی استفاده از نهاده انرژی در تولید، افزایش قیمت سوخت بنگاه را به سمت تغییر در شیوه تولید سوق دهد. هدف این مقاله شناسایی و اندازه‌گیری عوامل موثر بر این چنین تغییری است. مطالعات تجربی پیشین در خصوص اثر قیمت سوخت بر انتخاب فناوری استفاده از انرژی را می‌توان در دوشاخه تقسیم کرد. شاخه اول به مطالعه و مقایسه سهم عوامل مختلف بر تصمیمات بلندمدت بنگاه در بهبود کارایی استفاده از انرژی پرداخته است و شاخه دوم آثار سیاست‌گذاری در حوزه قیمت سوخت بر عملکرد کارگاه‌های صنعتی را مطالعه می‌کند.

عمده مطالعات در خصوص شناخت عوامل موثر بر شیوه تابع تولید بنگاه‌ها از دهه ۹۰ میلادی و مطالعه سیر توسعه صنعتی کارگاه‌های صنعتی صورت پذیرفته است. گوسن و اپسچور[1](۱۹۹۴) با مطالعه بر روی ۳۰۰ بنگاه آلمان مشاهده کردند که تصمیم به سرمایه‌گذاری بیش از هر عامل دیگری به تحولات

[1] Guussen& Opschoor

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

اقتصادی بنگاه از منظر محدودیت‌های مالی و فیزیکی بستگی دارد.(از جمله این محدودیت‌ها اندازه بازگشت سرمایه‌گذاری محدودیت سرمایه و نرخ استهلاک است) عاصم اوغلو[۱] و دیگران (۲۰۰۶) در یک پژوهش نظری نشان داده‌اند که انتخاب فناوری تولید، معلول شیوه سرمایه‌گذاری بنگاه است. هرچه سرمایه‌گذاری در بخشهایی خارج از قرارداد صورت بگیرد بنگاه به سمت تکنولوژی‌های پایین‌تر سوق داده خواهد شد. در پژوهش آروانتیس و لی[۲](۲۰۱۲) بر روی داده‌های خرد بنگاه‌ها در سال ۲۰۰۸ در کشور سوییس، عوامل موثر بر انتخاب تکنولوژی در دو سطح درون‌بنگاهی( تصمیم بنگاه‌ها برای تغییر در فناوری تولید) و فرابنگاهی( تمرکز صنعت بر روی توسعه فناوری خاص) بررسی شده است. بر پایه پژوهش آروانتیس و لی(۲۰۱۲) در صنایعی که قابلیت تطبیق با تکنولوژی بهتر(در این مقاله سازگار با محیط زیست) را دارند اثر بیرون بنگاهی بیشتر است. ولثوجسن[۳] (۱۹۹۳) با مطالعه ۱۱۰ بنگاه در آلمان عوامل موثر در بالا نرفتن بهره‌وری انرژی را محدودیت‌های وام‌گیری، برآورد کرده است. در مقاله ای با رویکرد مشابه، رکساسر و لاشل[۴] (۲۰۱۵) در یک مدل پنل در کشور آلمان، اثر هزینه تحقیق و توسعه در بخش انرژی بر انتخاب تکنولوژی سوخت بنگاهها معنادار نشان داده شده است. در مقایسه با ادبیات موجود، با وجود این که تمرکز این مقاله بر اثر قیمت بر فناوری است، در بخش پایداری نتایج اثر متغیرهایی نظیر نحوه استفاده از سوخت‌های مختلف و همچنین کوچک و بزرگی بنگاه‌ها بر انتخاب فناوری استفاده از سوخت در ایران برآورد شده است.

در دهه ۲۰۱۰ چگونگی حمایت از صنعت برای بهبود تکنولوژی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. لی و دیگران[۵](۲۰۲۱) اثر یارانه بر نوآوری توسط دولت چین بر انتخاب تکنولوژی انرژی توسط بنگاه‌های ورودی را برآورد کرده و نشان داده‌اند که بر خلاف یارانه بر نوآوری سایر یارانه‌ها لزوماً به تغییر رفتار بنگاه‌ها منجر نخواهد شد. در مطالعه‌ای مشابه سانگ[۶] (۲۰۱۹) نیز در کره این اثر نامتقارن یارانه‌های نوآوری و سایر یارانه‌ها را بدست آورده است. یافته مقاله حاضر نیز در اقتصاد ایران با سهم اندک هزینه انرژی از سبد هزینه بنگاه، اثر قیمت را در بهبود فناوری را معنادار برآورد کرده است.

---

۱ Acemoghlu
۲ Arvanitis& Ley
۳ Velthuijsen
۴ Rexhäuser & Löschel
۵ Li&Wang & Xiangli
۶ Sung

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

مطالعات تجربی سهم قیمت گذاری سوخت بر انتخاب فناوری در صنعت در کشورهای توسعه یافته عموما اثر افزایش قیمت بر انتخاب فناوری را معنادار برآورد کرده‌اند. پایزر و دیگران[1](۲۰۰۲) عوامل انتخاب فناوری سوخت را بر اقتصاد آمریکا در بازه ۱۹۹۱-۱۹۹۴ را آزمون کرده است. بر مبنای این مقاله، مهمترین عوامل موثر بر انتخاب فناوری سوخت عبارت از اندازه بنگاه،سود سالانه و در مقیاس کوچکتر قیمت سوخت است. همچنین افزایش اثر ناهمگنی بین صنعت‌ها برانتخاب فناوری سوخت مثبت ارزیابی شده است.

در مقایسه و در پژوهش حاضر اثر قیمت سوخت بر انتخاب فناوری سوخت معنادار بوده و با بالارفتن سن و اندازه بنگاه از معناداری کاسته می‌شود. همچنین در این مقاله با مقایسه معناداری تصریح یکسان در دوره‌های ۶ ساله قبل و بعد از سال ۱۳۹۱ که تقریبا همزمان با اصلاح یارانه‌ها موسوم به هدفمندی یارانه‌ها در ایران است(۱۳۸۹-۱۳۹۰) برای اولین بار اثر اصلاحات شیوه قیمت‌گذاری در حساسیت انتخاب فناوری بنگاه‌ها به قیمت سوخت مورد آزمون قرار گرفته است.

در خصوص ادبیات موجود کارایی مصرف سوخت در تولید در ایران نیز باید بیان کرد که اگر چه موضوع صرفه‌جویی و بهینه سازی مصرف سوخت با توجه به شدت انرژی بالای ایران جزو اولویت‌های پژوهشی است، مطالعات محدودی در این حوزه صورت گرفته که شاید یکی از دلایل آن عدم دسترسی عمومی به داده‌های عملکرد بنگاه‌های صنعتی باشد. امیرمعینی (۱۳۹۵) با رویکرد شاخص دیویزیا نشان داد که اتفاقا صنعت پتانسیل بهبود کارایی و کاهش شدت انرژی بر اثر سیاست‌گذاری بهینه را دارد. عاشوری و دیگران(۱۳۹۸) با رویکرد میانگین بیزی عوامل موثر برکاهش شدت انرژی را شناسایی کردند که در این ارزیابی طی سالهای ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۵ اتفاقا قیمت انرژی جزو عوامل موثر شناسایی شده است. در پژوهش یاوری و بیابانی(۱۳۹۸) اثر افزایش نرخ ارز در بازه ۱۳۵۳-۱۳۹۵ بر شدت انرژی معنادار برآورد شده است که با توجه به تاثیر پذیری قیمت سوخت از نرخ ارز هم جهت با ارزیابی این مقاله است. نزدیک‌ترین پژوهش تجربی در ایران در خصوص عوامل موثر بر بهبود تکنولوژی مصرف، مقاله حیدری و صادقی(۱۳۸۳) بر روی عوامل موثر بر صرفه جویی انرژی در صنایع بزرگ ایران است. بر مبنای این پژوهش، به جز تغییرات ساختاری بزرگ که به صورت جزیی منجر به بهبود مصرف شده، سایر عوامل، اثر معناداری بر صرفه‌جویی انرژی ندارند. با این‌حال محدودیت

[1] Pizer, Harrington, Kopp, Morgenstern & Shih

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

پژوهش حیدری و صادقی(۱۳۸۳) پرداخت بخشی به صنعت و هم چنین شیوه تجمیع داده‌ها و عدم برآورد در سطح داده خرد است. عرب و قادری فرد(۱۴۰۱) با مطالعه داده های تراز انرژی کشور از سال ۱۳۷۴-۱۳۹۷ اثر تکانه‌های قیمت انرژی بر شدت انرژی را بررسی کرده و نتیجه گرفته که اثر شوک قیمتی سریع ولی گذرا است. در مقایسه با ادبیات بررسی اثر قیمت بر فناوری سوخت مشاهدات مقاله حاضر اثر بلندمدت شوک قیمت سوخت را با توجه به تغییرات ساختاری در نهاد تولید بنگاه معنادار برآورد کرده است.

شیوه تصریح و روش سنجی مقاله حاضر برای مقایسه نتایج با آمریکا در بخش تحلیل حساسیت با توجه به شباهت و هدفگذاری مقاله برپایه مدل مقاله لین[۱](۲۰۰۸) بنا شده است. مدل لین (۲۰۰۸) برای پاسخ به سوال اهمیت قیمت بر تغییرات تکنولوژی بر سه فرض استوار است: اول این که بهره‌وری کل عوامل(TFP) با قیمت انرژی ناهمبسته است و این عدم همبستگی ویژگی ذاتی بنگاه است. دوم این که کشش جانشینی ثابت و برای بنگاه ورودی و قدیمی یکسان است. سومین فرض این مدل نیز که در ادامه بیشتر در مورد این فرض صحبت خواهد شد، عدم توان بنگاه‌های ورودی برای انتخاب تکنولوژی جدید است. لین (۲۰۰۶) با این سه فرض این مدل و به کمک متغیر باینری بنگاه ورودی و خروجی فرق واکنش این دو دسته بنگاه به تغییرات قیمت را به عنوان موکلی(پروکسی) بر وجود اثر قیمت بر تکنولوژی استفاده می‌کند. نتایج لین (۲۰۰۶) نشان می‌دهد که نتایج حساس به دو فروض اول و دوم نیست و فرض سوم نیز صرفا یک اریب به پایین در نتایج ایجاد خواهد کرد. با این حال مشاهدات تغییرات بلندمدت در بنگاه‌های غیر تازه‌وارد نشان می‌دهد که فرض سوم چندان قابل قبول نخواهد بود. در مقاله حاضر نشان داده می‌شود که حتی با فرض پیوسته فرض کردن کاهش توان بنگاه‌ها برای ایجاد تغییر در شیوه استفاده از انرژی نیز نتایج همچنان پایدار خواهد بود. همچنین در بخش مدلسازی بیان می‌شود که مدل این مقاله چگونه برخی از نقدها بر درونزایی مدلهای مشابه را پاسخ داده است.

## ۳- روش تحقیق و داده‌های آماری

داده مورد استفاده در این پژوهش داده‌های خرد پرسش از کارگاه‌های صنعتی بالای ۱۰ نفر در ایران در سالهای ۱۳۹۱-۱۳۹۶ است. پیش از سال ۱۳۸۹ و اصلاح قیمتهای سوخت نظام قیمت گذاری در

[۱] Linn

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

ایران به صورت صلاحدیدی و سالانه تنظیم می‌شد.[۱] با وجود انتقادات و تلاش برای افزایش قیمت‌ها به سطوح رقابتی، پس از اصلاحات قیمتی سال ۱۸۹ مجددا قیمت‌گذاری به صورت صلاحدیدی ولی با قیمتهای بالاتر صورت پذیرفته است دلیل افزایش تعرفه بعد از سال ۱۳۸۹ بر اساس منطق قیمت‌گذاری از قیمت‌های منطقه‌ای (در مورد برخی حامل‌ها نظیر بنزین و گاز) و یا هزینه تمام شده متوسط (نظیر برق) استوار شد. با وجود این، همچنان به صورت صلاحدیدی این قیمت توسط سیاست‌گذاران تنظیم می‌شود. علاوه بر قیمت میانگین هر حامل سوخت، برخی یارانه‌های منحصر به مناطق، فصول و یا صنایع خاص در قیمت‌گذاری انرژی وجود دارد که موجب تغییرات در قیمت پرداختی بنگاه‌های مختلف شده است.[۲]

مشابه نظام قیمت‌گذاری گاز در مورد تعرفه‌گذاری برق نیز وجود دارد. با این‌حال، علاوه بر قیمت‌گذاری بر روی مناطق مختلف، تعرفه‌ها بسته به نوع مصرف از برق نیز متفاوت است که در جدول(۳) پیوست ۱ برخی از مقتضیات این قیمت‌گذاری در سال ۱۳۸۹ اشاره شده است. بر اساس منطق قیمت‌گذاری سالانه برق، بهای برق صنعتی وابسته به فصل، ولتاژ مصرفی، روز تعطیل، جریمه عدم رعایت آیین نامه و نوع مصرف در تعرفه‌های مختلفی بر مشترکین که در این جا کارگاه‌های صنعتی هستند اعمال می‌شود.

قیمت‌گذاری نامتقارن سوخت در دوحامل اصلی برق و گاز باعث شده تا قیمت واحد انرژی برای بنگاه‌های مختلف دارای انحراف معیار بزرگی باشد. مهم‌تر این که قیمت‌گذاری متفاوت باعث شده تا قیمت حتی برای یک حامل سوخت یکسان نیز به طور واحد تعیین نشود. مسلما اثر این شیوه قیمت‌گذاری می‌تواند تصمیمات بنگاه‌های مختلف صنعت ایران در حوزه انرژی را دچار ناهمگنی کند که دلیل رویکرد این پژوهش بر مطالعه داده‌های خرد بنگاه‌ها در نظر گرفتن این تفاوت رفتاری است. برای تعیین قیمت سوخت مختص هر کارگاه تولیدی در این پژوهش برای شاخص قیمت انرژی مطابق ادبیات از معادل دمایی سوخت این انرژی‌ها استفاده شده است. همچنین میزان مصرف هر سوخت تبدیل به معادل گرمایی شده و قیمت میانگین سوخت هر بنگاه بدست آمده است.

---

[۱] جدول ۱ پیوست قیمت تعیین شده برای گازطبیعی در صنایع مختلف در بازه زمانی ۸۷ و۸۸ در صنایع مختلف را نشان می‌دهد.

[۲] جدول ۲ پیوست به این مورد پرداخته است.

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

با توجه به تغییرات سوخت وهمچنین تغییر در استاندارد ارائه داده مرکز آمار در این پژوهش از داده‌های کارگاه‌های صنعتی در بازه زمانی ۱۳۹۱-۱۳۹۶ برای بررسی اثر قیمت‌گذاری انرژی بر انتخاب تکنولوژی استفاده شده است. با این وجود نتایج در بخش تحلیل پایداری با نتایج داده‌های ماقبل ۱۳۹۱ نیز مقایسه شده است. این داده به صورت پرسش‌نامه و سرشماری در صنایع با کد آیسیک چهار ۱۵-۳۷ تعریف شده و داده‌های انتخاب نهاده‌ها، ستانده و همچنین میزان مصرف و هزینه پرداختی هر حامل انرژی به صورت خوداظهاری به تفکیک هر بنگاه وارد شده است. جدول یک خلاصه آماری از داده-های مورد استفاده در این پژوهش ارائه می‌دهد.

با توجه به تمرکز این مقاله بر تغییرات در تکنولوژی لازم است تا توزیع شدت انرژی در سالهای مختلف نشان داده شود.در نمودار (۱) نمودار بنگاه‌ها بر اساس سال ورود به صنعت و در مواجهه با شوک‌های قیمتی در سال ۱۳۹۶ نشان می‌دهد. اعداد محور افقی سال ورود به صنعت (دوعدد اول آغاز بازه و دو عدد دوم پایان بازه) و محور عمودی نمودار جعبه ای توزیع بنگاه‌ها بر اساس لگاریتم شدت انرژی را نشان می‌دهد. (لازم به ذکر است که نمودار جعبه ای چهارک دوم و سوم را پوشش داده و خطوط بازه ۹۵ درصد را نمایندگی می‌کنند) همچنین برای کنترل بر روی قیمت، شدت انرژی بر اساس این که قیمت انرژی بنگاه بیش از میانگین قیمت بوده یا نه جداگانه محاسبه شده است. نمودار ۱ نشان می‌دهد که بنگاه‌ها در مواجهه با شوک قیمتی یکسان واکنش متفاوتی بر اساس سن بنگاه نشان می‌دهند و به نظر می‌رسد برخی از ویژگی‌ها در بنگاه‌ها باعث می‌شود تا شوک یکسان قیمت منجر به شدت انرژی

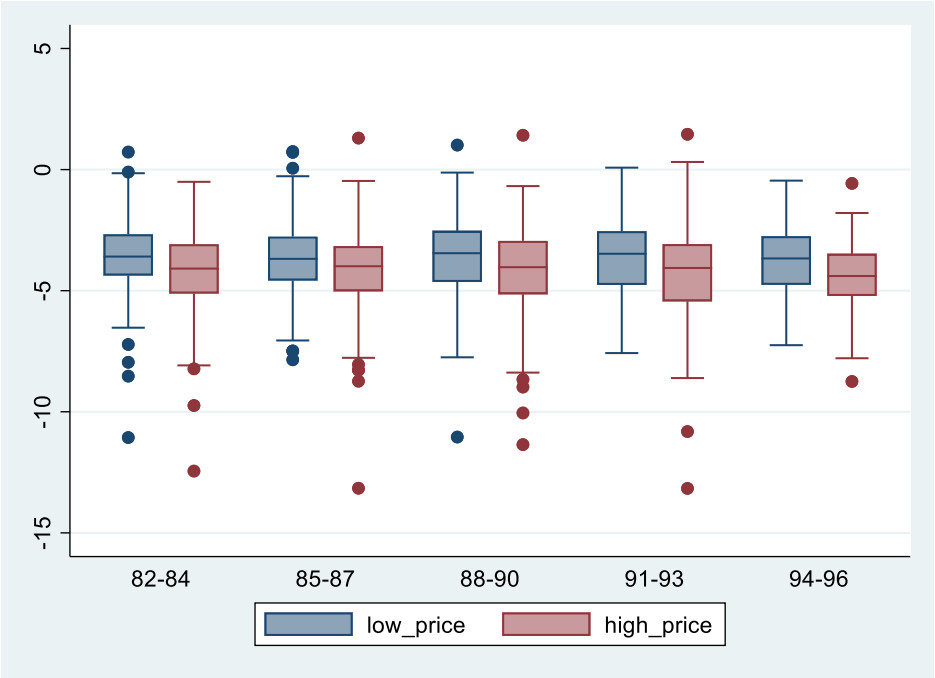
**جدول ۱ خلاصه آماری داده‌های مورد استفاده در این پژوهش**

| توضیح متغیر | مشاهدات | میانگین | انحراف | کمینه | بیشینه |
|---|---|---|---|---|---|
| **سن از بهره‌برداری** | ۱۱۴,۹۵۹ | ۱۶.۲ | ۱۲ | ۰ | ۱۱۲ |
| **تازه‌وارد** | ۱۱۴,۹۵۹ | ٪۶ | ۰.۲۴ | ۰ | ٪۱۰۰ |
| **شدت انرژی *** | ۱۱۴,۹۵۹ | ۰.۰۸ | ۰.۱۲ | ۰ | ۱.۹۷ |
| **قیمت واحد انرژی(kBtu/۱)** | ۱۱۴,۹۵۹ | ۱.۳ | ۲.۵ | ۰.۰۱ | ۹۶.۹ |
| **سرمایه گذاری*** | ۱۱۴,۹۵۹ | ۱۶۷.۹۸ | ۳۵۵۸ | ۰ | ۰.۵۲ |
| **اندازه (نفر)** | ۱۱۴,۹۵۹ | ۹۲.۱۵ | ۳۵۷ | ۱ | ۲۴۵۴۵ |

* بر اساس داده‌های کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۶. شدت انرژی بر اساس هزینه سوخت از ارزش افزوده و فاقد واحد است. سرمایه گذاری نیز به صورت لگاریتم نسبت هزینه ریالی به میانگین دستمزد سالانه بنگاه‌ها است.

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

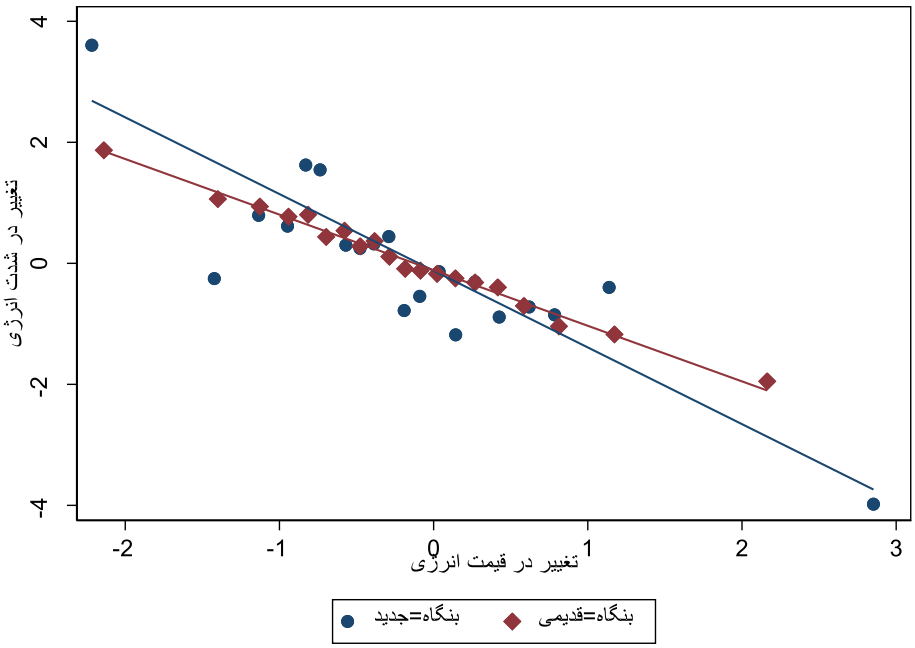
**نمودار ۱ : شدت انرژی سال ۱۳۹۶ بر حسب سال رود بنگاه به تفکیک گروه قیمت در سال ورود**




* محور عمودی شدت انرژی (لگاریتم نسبت ارزش افزوده به انرژی) و محور افقی سال ورود بنگاه به صنعت را در سال ۱۳۹۶ نشان میدهد. بر مبنای این مشاهده بنگاه‌ها در مواجهه با قیمت یکسان سوخت تصمیمات متفاوتی را بسته به سال ورود به صنعت میگیرند.منبع استخراج از پرسشنامه کارگاه‌های صنعتی سال ۱۳۹۶

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

**نمودار ۲ تغییرات در شدت انرژی در واکنش به شوک قیمت در بنگاه‌های جدید و قدیمی در بازه ۱۳۹۱-۹۶**




* تغییر در شدت انرژی بیانگر تفاضل لگاریتم نسبت انرژی به ارزش افزوده در سال ۱۳۹۶ به سال ۱۳۹۱ و تغییر در قیمت انرژی بیانگر تفاضل قیمت سوخت در همین بازه زمانی است. نقاط دایره رنگ بیان‌گر میانگین موزون بنگاه‌ها در ای بازه برای بنگاه‌های با سن یک یا دو سال در سال ۱۳۹۱ و نقاط سرخ رنگ برای بنگاه‌های با سن بیشتر است. منبع نتایج پرسش از کارگاه‌های صنعتی در بازه ۱۳۹۱-۹۶

متفاوتی شود. برای تحلیل پایداری نتایج و در نمودار ۱ پیوست، شدت انرژی بر اساس سن بنگاه‌ها بر اساس بنگاه‌های زیر ۵۰ نفر و کل بنگاه‌ها آورده شده است و در آنجا نیز می‌توان این تنوع شدت انرژی

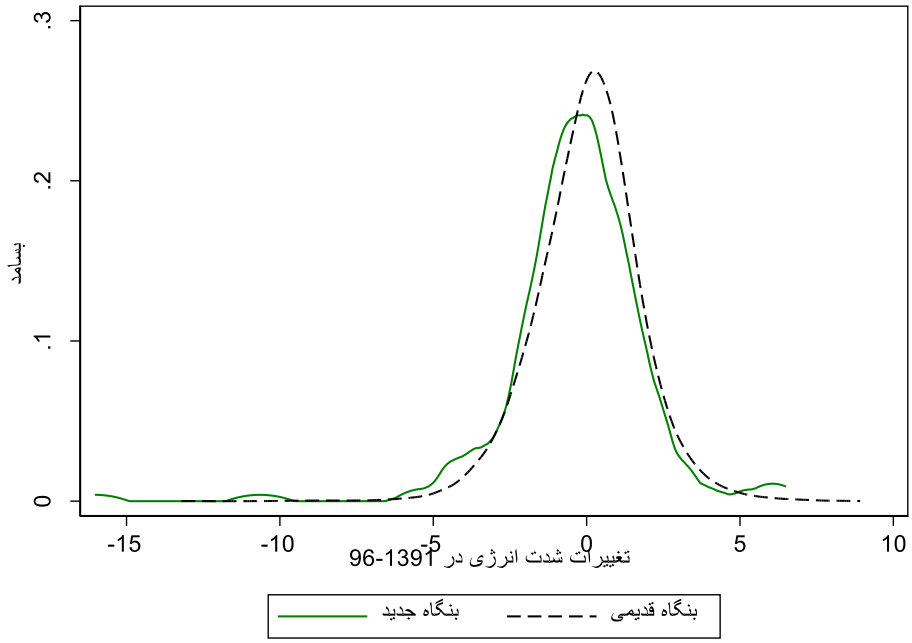
[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

را مشاهده کرد.[۱] ناهمگنی در شدت انرژی محدود به سال ورود نبوده و با توجه به شیوه تعرفه گذاری انرژی بر اساس صنعت، استان و سهم سوخت از سبد انرژی، بنگاه‌ها قیمت انرژی ناهمگن داشته که می‌تواند بر شدت انرژی آنها تاثیرگذار باشد و در هر تصریح لازم است این موارد کنترل شود.بر مبنای فرضیه این پژوهش، بنگاه‌های جدیدالورود در مقایسه با بنگاه‌های قدیمی تر نسبت به شوکهای قیمت واکنش بیشتری نشان دهند. چرا که بنگاه‌های جدیدالورود امکان بالاتری برای تغییر و بکارگیری فناوری دارند. نمودار ۲ تغییرات در شدت انرژی در واکنش به شوک قیمت سوخت در بازه ۱۳۹۱-۹۶ را نشان می‌دهد. برپایه فرضیه این پژوهش، انتظار می‌رود شیب تغییرات شدت انرژی به شوک قیمتی در بنگاه‌های جدید (خط آبی رنگ-نقاط دایره) بیشتر شیب متناظر در بنگاه‌های قدیمی(خط قرمز رنگ-لوزی) باشد. مشاهده رفتار بنگاه‌ها در این شکل به ویژه در زمان رخداد شوک قیمتی بزرگ موید فرضیه پژوهش است. توزیع تغییرات شدت انرژی نیز می‌تواند تفاوت در رفتار بنگاه‌های جدیدالورود در مقایسه با بنگاه‌های قدیمی‌تر را نشان می‌دهد. نمودار (۳) توزیع تغییرات شدت انرژی را بر حسب نوع بنگاه نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار توزیع تغییرات شدت انرژی در بنگاه‌های جدیدالورود پراکندگی بیشتر و بسامد بیشتر در نقاط دور از صفر دارد. این مشاهده این فرضیه را مطرح می‌کند که بنگاه‌های جدیدتر در پاسخ به شوک‌های قیمتی در مقایسه با بنگاه‌های قدیمی با احتمال بیشتر عکس‌العمل شدیدتر دارند. تحلیل همزمان دو نمودار ۱ و ۳ فرضیه رفتار متفاوت بنگاه‌ها بر اساس سن در بازه ۱۳۹۱-۹۶ در مواجهه با شوک قیمت یکسان را محتمل نشان می‌دهد که در بخش تصریح مدل و نتایج این فرضیه را آزمون خواهد شد.

[۱] نمودار ۱ پیوست تغییرات در شدت انرژی بر اساس سن بنگاه را در طول زمان نشان میدهد. مشاهده میشود که بنگاه‌های جوانتر شدت انرژی کمتری در مقایسه با سایر بنگاه‌ها دارند.

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

**نمودار ۳ توزیع تغییرات در شدت انرژی بر حسب زمان ورود بنگاه در بازه ۱۳۹۱-۹۶**




* تغییرات شدت انرژی در نمودار بالا اختلاف لگاریتم نسبت هزینه انرژی به ارزش افزوده است.

منبع داده‌های کارگاه صنعتی ایران ۱۳۹۱-۹۶

بنابراین، بر پایه ادبیات و مشاهدات ارائه شده، فرضیه این پژوهش، آزمون رفتار متفاوت بنگاه‌های قدیمی در مقایسه با بنگاه‌های جدیدالورود در مواجهه با شوک قیمتی است. به این منظور کل دوره ۶ ساله برای مطالعه رفتار بنگاه‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است و درصد تغییرات در شدت انرژی در واکنش به درصد تغییرات قیمتی آزمون می‌شود.

برای آزمون فرضیه پژوهش، این مقاله رویکرد بررسی تجربی آماری و پایداری نتایج را در پیش گرفته است. بنا بر فرضیه پژوهش که تغییر فناوری در بنگاه‌های جدیدالورود شدیدتر است لذا مقایسه سال ابتدایی و انتهایی پژوهش انجام شده است.

$$\Delta ln\left(\frac{E_i}{Y_i}\right) = \delta_1 N_i \, \Delta ln \, p_i^E + \delta_2 \Delta ln \, p_i^E + \delta_3 N_i + X_i \eta + \varepsilon_i \quad (۱)$$

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

در رابطه (۱) پارامترهای $\boldsymbol{\delta_1, \delta_2, \delta_3, \eta}$ ضرایبی است که باید از تصریح برآورد شود و $\boldsymbol{N_{it}}$ که متغیر مجازی جدید بودن بنگاه است و **A** سن بنگاه را مشخص میکند، $\boldsymbol{\delta_1}$ ضریبی است که برای مشخص کردن اثر تغییر فناوری به کار رفته است، آثار متفاوت برآورد- که در مدلسازی با $\boldsymbol{\beta_i}$ مشخص شده- عواملی مانند هزینه سرمایه‌گذاری و بهره‌وری است که برای گروهی می‌توانند ثابت باشند. معناداری ضریب $\boldsymbol{\delta_1}$ مشخص کننده وجود اثر افزایش قیمت بر بهبود تکنولوژی خواهد بود.

پیشنهاد فوق مشابه تصریح لین (۲۰۰۶) و قابل مشابه برای اثر فناوری تولید مشابه است. در عین حال، مدل پیشنهادی داده تابلویی ابتدا و انتهای دوره را شامل شده و به صورت بررسی تابلویی سالانه نبوده تا اثرات در خلال تصریح سالانه تضعیف نشوند. بنابراین، می‌توان اثر تغییرات تدریجی در نتیجه تغییر سیاست را شناسایی کرد. برای اطمینان از آثار علی، در ادامه نتایج تصریح فوق بر پایه مدل لین (۲۰۰۶) نیز مقایسه می‌شود. یک نگرانی از شیوه تصریح فوق، امکان تشدید خطای اندازه‌گیری در زمان ورود بنگاه است. بدین منظور، در این گزارش همچنین برای نشان دادن پایداری نتایج اثر سن نیز در کنار بنگاه تازه وارد بررسی شده است.

چند مخاطره برای شناسایی درون‌زایی تغییر در شدت انرژی بر اساس واکنش متفاوت به شوک قیمتی وجود دارد: اول این که تغییرات شدت انرژی از محدودیت‌هایی نشات گرفته باشد که در طول بازه مورد بررسی بر صنایع خاصی وارد شده یا انرژی در مناطق خاص دچار مشکل تامین شده باشد. در پاسخ به این ایراد تلاش شده تا با کنترل بر روی عواملی چون نوع صنعت، منطقه جغرافیایی و نوع حامل معناداری واکنش متفاوت بنگاه‌ها به شوک قیمتی سوخت برآورد شود. دومین انتقاد وارده مطابق بررسی ادبیات، شیوه ساخت مولفه قیمت انرژی است و با توجه به این که قیمت انرژی به صورت هزینه در سبد انرژی تقسیم بر معادل گرمایی تولید شده محاسبه شده است، ممکن است شوک قیمتی انرژی شناسایی شده تنها تغییر در سبد مصرف انرژی باشد و قیمت واحدهای سوخت‌های مختلف تغییر چندانی نکرده باشد. استفاده از متغیرهای کنترلی و همچنین تحلیلهای پایداری نتایج شیوه پاسخ این پژوهش به این ایراد است. انتقاد سوم زمان‌بندی و زمان اطلاع بنگاه از شوک قیمت قیمت نیز می‌تواند نتایج را عوض کند. این نقد به ویژه به تصریح لین(۲۰۰۶) و در کشورهایی نظیر ایران با تغییرات قیمت سوخت کم وارد است. پاسخ این مقاله به این انتقاد، شیوه تصریح این مقاله است. در تصریح (۱) با

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

توجه به مقایسه تغییرات چند ساله بر خلاف تصریح تابلویی باعث شده تا حساسیت به زمان اطلاع از شوک به حداقل برسد و این ایراد وارد نباشد.

## ٤- نتایج

در این بخش، نتایج برآورد تصریح (۱) و فرضیه پژوهش ارائه شده است. همچنین و در پاسخ به نقدهای مطرح شده در بخش قبلی پایداری نتایج به فروض مطرح شده مورد آزمون قرار گرفته است و با مقالات مشابه نتایج مورد مقایسه قرار گرفته است. جدول ۲ نتایج برآورد رگرسیون مقطعی تصریح ۱ را نشان داده است.

این جدول از دو بخش تشکیل شده است. در سه ستون سمت راست جدول ۲ اثر مثبت تفاوت واکنش بنگاههای جدیدالورود بر اثر شوک قیمتی نشان می‌دهد که این بنگاه‌ها بیشتر از بنگاه‌های قدیمی به تغییر بر اثر قیمت واکنش نشان داده‌اند. ضرایب بدست آمده برای تصریح‌های مختلف پایدار هستند. بر اساس این نتایج یک درصد افزایش قیمت انرژی موجب می‌شود ۰.۹ درصد بنگاه‌های قدیمی شدت انرژی را کاهش دهند و بنگاه‌های جدیدالورود در مقایسه با بنگاه قدیمی ۰.۳ درصد بیشتر شدت انرژی را کاهش دهند. بزرگی ضریب، نشاندهنده کشش بزرگتر از ۱ تغییر شدت انرژی به قیمت انرژی برای بنگاه‌های جدیدالورود است. برای آزمون اثر ناهمگنی تولید و وجود حاملهای مختلف در تولید بنگاه‌های صنعتی ستون (۳) که در آناثر تعرفه گذاری ناهمگن از شدت انرژی خارج شده است، تفاوت بر رفتار بهینه‌سازی مصرف سوخت در بنگاه‌های تازه وارد(سن کمتر) را در مواجهه با شوک قیمتی نشان می‌دهد.

به صورت متقارن و در سه ستون سمت چپ اثر قرینه(با علامت منفی) بر اثر سن نیز وجود دارد. معناداری ضریب اول در تصریح یک تا سه نشان می‌دهد بالارفتن سن به طور خطی و حتی پس از کنترل بر روی عوامل موثر بر شوک قیمت، موجب افزایش شدت انرژی در مواجهه با شوک قیمت می‌شود چرا که توان بنگاه‌های با سن بالاتر برای تغییر و همسان سازی تجهیزات با فناوری بهینه‌تر کمتر از بنگاه‌های جوان است. گستراندن نتایج از بنگاه‌های تازه وارد به اثر سن - که بخشی از پیشبرد این پژوهش در ادبیات است- نشان می‌دهد حتی در صورت پیوستگی در ورود و خروج بنگاه‌ها، تغییرات

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

بلندمدت و کوتاه‌مدت شدت انرژی به شوک قیمت همچنان در کارگاههای صنعتی ایران معنادار خواهد بود.

نتایج بر اساس نوع صنعت (کد دو رقمی)، نوع مصرف سوخت (این که آیا صنعت به صورت غالب از برق، گاز استفاده می‌کند یا خیر) و استان کنترل شده است. اهمیت کنترل بر عوامل فوق به منظور بررسی اهمیت عوامل محیطی و جغرافیایی بر واکنش شدت انرژی به قیمت صورت گرفته است. نتایج ستونهای ۵و۶ نشاندهنده پایداری نتایج پس از کنترل است.

برای تحلیل حساسیت و پایداری نتایج و این نتایج تحت فروض و شرایط خاصی برقرار نیست، فروض مدلسازی و اهمیت هرکدام در معناداری واکنش متفاوت به قیمت سوخت مورد آزمون قرار گرفته است. لازم به ذکر است که دو عامل اساسی برای نوسانات قیمت انرژی در کشورهای صنعتی نظیر آمریکا وجود دارد: اول، شوک افزایش قیمت جهانی نفت و همچنین محدودیت‌های عرضه گاز

**جدول ۲ نتایج تصریح مدل و عوامل موثر بر شدت انرژی بر اساس کنترل بر روی مولفه‌های مختلف**

| ضریب | (۱) | (۲) سن | (۳) | (٤) | (٥) بنگاه جدید | (٦) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\delta_1$ | ۰.۰۰۳۶۴*** | ۰.۰۰۳۶۰*** | ۰.۰۰۳۲۷*** | -۰.۳۴۰*** | -۰.۳۴۴*** | -۰.۳۲۹*** |
| | (۰,۰۰۱۲٦) | (۰,۰۰۱۲٦) | (۰,۰۰۱۲۷) | (۰,۰۹٦۸) | (۰,۰۹٦۷) | (۰,۰۹٦۸) |
| $\delta_2$ | -۱.۰۱۷*** | -۱.۰۱۷*** | -۱.۰۰٦*** | -۰.۹۲۷*** | -۰.۹۲۷*** | -۰.۹۲۵*** |
| | (۰,۰۳۳۷) | (۰,۰۳۳۸) | (۰,۰۳٤۱) | (۰,۰۱۷۸) | (۰,۰۱۷۹) | (۰,۰۱۸۱) |
| $\delta_3$ | ۰.۰۰۴۹۸*** | ۰.۰۰۵۰۱*** | ۰.۰۰۵۳٦*** | -۰.۰۵۰٦ | -۰.۰۵۵۳ | -۰.۰۵۱۴ |
| | (۰,۰۰۱۳۰) | (۰,۰۰۱۳۰) | (۰,۰۰۱۳٤) | (۰,۱۱۱) | (۰,۱۱۱) | (۰,۱۱۱) |
| کنترل | I | I,II | I,II,III | I | I,II | I,II,III |
| تعداد مشاهده | ۷,۰٦۱ | ۷,۰٦۱ | ۷,۰٦۱ | ۷,۰٦۱ | ۷,۰٦۱ | ۷,۰٦۱ |
| R-squered | ۰.۲۹۷ | ۰.۲۹۷ | ۰.۳۰۵ | ۰.۲۹۷ | ۰.۳۰۴ | ۰.۲۹۷ |

* بر اساس داده‌های کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۶ – ستاره بیانگر سطح احتمال رخ داد(p-value) است. $p<۰,۱$ * $p<۰,۰۵$ ** $p<۰,۰۱$ *** هم چنین در پرانتز انحراف معیار گزارش شده است. کنترل‌ها به ترتیب صنعت(۱) انرژی مورد استفاده(۲) و استان(۳) است.

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

طبیعی. حال آن‌که در ایران برخلاف این دسته از کشورها قیمت انرژی چندان تابع قیمت جهانی نفت نیست، با این وجود از آنجا که در سالهای مورد مطالعه قیمت انرژی بعد از هدف‌مندی منطق دیگری در مقایسه با سالهای قبل از آن داشته است، بایستی پایداری نتایج در خصوص قیمت بررسی شود.

چند فرضیه در معناداری ضرایب جدول (۲) وجود دارد، اول این که آیا معناداری حاصل از داده‌های دور (پرت) است یا در شوک‌های کوچکتر نیز چنین نتایجی قابل حصول است؟ آیا شدت انرژی بنگاه‌های تازه‌وارد (کم سن و سال) واکنش بیشتری به شوک قیمت نشان می‌دهد؟ آیا تغییر فناوری منحصر به سوخت خاصی بوده یا تمامی مصارف سوخت را می‌توان از طریق قیمت کارا کرد؟ آیا فناوری بهینه نیاز به خرید تجهیزات خاصی داشته و در سطوح پایین دارای عدم صرفه است و بنگاه‌های کوچک کمتر به شدت انرژی واکنش نشان می‌دهند؟ در پاسخ به این سوالات، جدول (۳) حساسیت نتایج (در تصریح بنگاه‌های تازه‌وارد) به فروض مطرح شده را آزمون می‌کند. به منظور مقایسه ستون‌های (۱) و (۴) جدول دو به عنوان مدل پایه انتخاب و نتایج نسبت به آنها مقایسه شده است.

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که اولا نتایج در تصریح بر اساس سن پایداری بیشتری داشته که به نوعی موید صحت فرضیه این پژوهش است. در بخش اول جدول (۳) که به مقایسه نتایج در تصریح بر اساس سن اشاره شده است، تنها تصریح بر اساس بنگاه‌های با مصرف برق فاقد معناداری در سنین بالا و پایین است و بنگاه‌های کم‌سن نیز معناداری در سطوح کمتری رخ داده است. در مقایسه، تصریح بر اساس بنگاه‌های تازه وارد در بنگاه‌های کم جمعیت (کمتر از ۵۰ نفر) و در صورت خوشه‌بندی خطای بنگاه نیز فاقد معنابوده و به فروض مدل این تصریح حساسیت بیشتری دارد.

رویکرد تغییرات مقطعی و ۵ ساله شدت انرژی از نظر علمی قابل دفاع است. اول، پژوهش‌هایی که تغییرات را در سالهای متوالی رصد می‌کنند عملا اثر چسبندگی درون سالی را هم در ضریب برآوردی لحاظ می‌کنند. به عبارت دیگر اثرات سالانه در چند سال مستهلک می‌شود و لذا ضرایب سالانه قابل اتکا نیستند. به عبارت دیگر، چسبندگی قیمتی/تعرفه‌ای موجب اریب نتایج شده و که این ایراد در مقطع ۵ ساله مرتفع می‌شود. همچنین امکان مقایسه چند روش برای تعریف بنگاه جدیدالورود و مقایسه معناداری حالات مختلف نظیر افزایش سن به جای بنگاه تازه وارد جزو ابتکارات این پژوهش است.

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

## جدول ۳ حساسیت مدل به سایر فروض مدل

| ضریب | مدل پایه | پایداری خطای بنگاه | بنگاه‌های کم جمعیت | بنگاه‌های برق محور | بنگاه‌های گاز محور | حذف نمونه‌های حدی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | پایداری نتایج برای اثر سن بنگاه | | | |
| $\delta_1$ | ۰.۰۰۳۶۴*** | ۰.۰۰۳۶۴** | ۰.۰۰۳۳۲* | -۰.۰۰۰۲۴۳ | ۰.۰۰۶۸۰*** | ۰.۰۰۳۶۴** |
| | (۰,۰۰۱۲۶) | (۰,۰۰۱۷۰) | (۰,۰۰۲۰۰) | (۰,۰۰۱۸۱) | (۰,۰۰۲۰۰) | (۰,۰۰۱۲۶) |
| $\delta_2$ | -۱.۰۱۷*** | -۱.۰۱۷*** | -۰.۹۷۷*** | -۰.۹۲۳*** | -۱.۱۰۴*** | -۱.۰۱۷*** |
| | (۰,۰۳۳۷) | (۰,۰۵۰۲) | (۰,۰۴۸۴) | (۰,۰۴۹۵) | (۰,۰۵۲۸) | (۰,۰۳۳۷) |
| $\delta_3$ | ۰.۰۰۴۹۸*** | ۰.۰۰۴۹۸*** | ۰.۰۰۷۲۴*** | ۰.۰۰۳۹۱** | ۰.۰۰۵۹۹** | ۰.۰۰۴۹۸** |
| | (۰,۰۰۱۳۰) | (۰,۰۰۱۳۵) | (۰,۰۰۲۰۴) | (۰,۰۰۱۷۳) | (۰,۰۰۲۳۶) | (۰,۰۰۱۳۰) |
| | | | پایداری نتایج برای اثر بنگاه‌های تازه وارد | | | |
| $\delta_1$ | -۰.۳۴۰*** | -۰.۳۴۰ | -۰.۰۹۳۱ | ۰.۱۴۴ | -۰.۶۰۵*** | -۰.۳۴۰*** |
| | (۰,۰۹۶۸) | (۰,۲۶۷) | (۰,۱۲۶) | (۰,۱۶۸) | (۰,۱۳۳) | (۰,۰۹۶۸) |
| $\delta_2$ | -۰.۹۲۷*** | -۰.۹۲۷*** | -۰.۹۰۷*** | -۰.۹۳۷*** | -۰.۹۲۶*** | -۰.۹۲۷*** |
| | (۰,۰۱۷۸) | (۰,۰۲۲۰) | (۰,۰۲۴۹) | (۰,۰۲۶۶) | (۰,۰۲۷۷) | (۰,۰۱۷۸) |
| $\delta_3$ | -۰.۰۵۰۶ | -۰.۰۵۰۶ | -۰.۰۴۶۴ | -۰.۱۶۹ | ۰.۰۸۹۸ | -۰.۰۵۰۶ |
| | (۰,۱۱۱) | (۰,۱۳۰) | (۰,۱۳۵) | (۰,۱۴۰) | (۰,۲۱۳) | (۰,۱۱۱) |

* بر اساس داده‌های کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۶ – ستاره بیانگر سطح احتمال رخداد (p-value) است. $p<0,1$ * $p<0,05$ ** $p<0,01$ *** هم چنین در پرانتز انحراف معیار گزارش شده است. کنترل‌ها به ترتیب صنعت(۱) انرژی مورد استفاده(۲) و استان(۳) است. داده سن به صورت منفی گزارش شده است تا قابل مقایسه با داده بنگاه جدیدالورود باشد. بنگاه‌های کم جمعیت به بنگاه دارای تعداد کارکن کمتر از ۵۰ نفر اطلاق شده است. برای حذف داده‌های حدی شوک‌های قیمتی دهک اول و دهم حذف و رگرسیون مجددا اجرا شده است. پایدار سازی خطای بنگاه به معنای استفاده از براوردگر ساندویچ خطا به منظور حذف وابستگی ترم خطا استفاده شده است.

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

در عین حال، به منظور مقایسه تصریح پیشنهادی با مقالات پیشین در بازه مورد نظر داده تابلویی نیز محاسبه شده است. شیوه تصریح لین(۲۰۰۸) برای تغییر تکنولوژی با توجه به جداسازی دو تکانه فوق به شرح زیر است:

$$ln\left(\frac{E_{it}}{Y_{it}}\right) = \delta_1 N_{it}\, ln\, p_{it}^{E} + \delta_2 ln\, p_i^{E} + \delta_3 N_{it} + X_{it}\eta + \varepsilon_{it} \qquad (۲)$$

در جدول (۴) خروجی این تصریح را در دو حالت مدل پایه (مشابه مقاله لین ۲۰۰۶) و همچنین پایداری آن بر اساس ثبات معیار سن و بنگاه جدید نسبت به سال اول بررسی شده است. همچنین معناداری کلیه ستون‌ها نشان می‌دهد که نتایج به شیوه تعیین بنگاه جدیدالورود و سال ورود بنگاه‌ها چندان حساس نیست.

**جدول ٤ تصریح مدل به صورت داده تابلویی**

| ضریب تصریح | جدید در ۹۱ | جدید در هر سال | |
|---|---|---|---|
| $\delta_1$ | -۰.۰۹۶۴*** | -۰.۰۴۹۰*** | -۰.۰۴۹۵*** |
| | (-۰.۰۲۵۲) | (-۰.۰۰۹۹۳) | (-۰.۰۰۹۹۲) |
| $\delta_2$ | -۰.۸۹۷*** | -۰.۸۹۱*** | -۰.۹۱۸*** |
| | -۰.۰۰۴۰۷ | (-۰.۰۰۴۳۳) | (-۰.۰۰۴۶) |
| $\delta_3$ | -۰.۶۹۲ | -۱.۵۱۱*** | -۱.۵۱۲*** |
| | ۰.۰۴۷ | ۰.۰۴۶ | ۰.۰۴۶ |
| **کنترل** | I | I | I,II |
| **تعداد مشاهده** | ۱۱۵,۲۴۷ | ۱۱۵,۲۴۷ | ۱۱۵,۲۴۷ |

* بر اساس بر اساس داده‌های کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۶ – ستاره بیانگر سطح احتمال رخ داد(p-value) است. $p<۰,۱$ * $p<۰,۰۵$ ** $p<۰,۰۱$ *** هم چنین در پرانتز انحراف معیار گزارش شده است. کنترل بر اساس سال صورت پذیرفته است.

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

نتایج جدول ۴ همچنین با توجه به معناداری تغییرات فناوری در مدل یکسان و مشابه با لین(۲۰۰۶) نشان می‌دهد که علی‌رغم سهم کمتر هزینه انرژی از سبد بنگاه ایرانی در مقایسه با آمریکایی همچنان بنگاه‌های جدیدالورود حساسیت بیشتری به شوک قیمتی دارند. بر پایه این مشاهده سیاست‌گذار میتواند از ابزار قیمت انرژی برای بهبود کارایی تولید و با محوریت قرار دادن بنگاه‌های جدیدالورود استفاده کند. انتظار می‌رود با بالا رفتن تعرفه سوخت و بالا رفتن سهم هزینه انرژی در سبد هزینه، حساسیت بنگاه‌ها به قیمت‌های سوخت افزایش یابد.

در پیوست همچنین و به منظور مقایسه رخداد تغییر فناوری مصرف سوخت در دوره قبل از هدفمندی و پایداری نتایج، تصریح مشابه با داده ۵ ساله قبل از آن انجام شده است که معناداری نتایج به شدت کاهش یافته است. هرچند این نتایج در تصریح بر پایه بنگاه‌های جدید و بدون کنترل استان در سطح ۱۰ درصد معنادار است. در مقایسه با نتایج جدول ۴ که معناداری اثر تغییر فناوری به شیوه تصریح لین(۲۰۰۶) در سال‌های پیش از اصلاح قیمت‌ها مشاهده نمی‌شود. جدول پیوست نشان می‌دهد که شیوه تصریح ابتکاری این مقاله بهتر از تصریح موجود در ادبیات میتواند در این دوره تغییرات معنادار بهبود فناوری استفاده از سوخت را برآورد سازد.

با توجه به محدودیت داده، امکان تحلیل تقلیل نتایج به یک صنعت خاص برای تمامی صنایع مقدور نبود و در جدول ۶ پایداری نتایج در ۴ صنعت با بیشترین مشاهده مورد ارزیابی قرار گرفته است که در دو صنعت منسوجات و فرآورده‌های معدنی غیر فلزی که تنوع در انتخاب شیوه‌های فناورانه بهینه سازی مصرف سوخت وجود دارد، نتایج همچنان معنادار است. حال آنکه در دو صنعت فرآورده‌های پلاستیکی و فرآورده‌های غذایی معناداری مشاهده نمیشود.

**جدول ۵- بررسی انتخاب تکنولوژی در صنایع منتخب**

| | |
|---|---|
| ۱۰ | **تولید فراورده‌های غذایی** |
| ۱۳ | **تولید منسوجات** |
| ۲۲ | **تولیدفراورده‌های لاستیکی وپلاستیکی** |
| ۲۳ | **تولیدسایر فراورده‌های معدنی غیرفلزی** |

*بر پایه کد آیسیک ۴

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

**جدول ٦- پایداری نتایج نسبت به زیر صنعت**

| ضریب | (۱۰) | (۱۳) جدیدالورود | (۲۲) | (۲۳) |
|---|---|---|---|---|
| $\delta_1$ | ۰.۲۷۷ | −۱.۷۹۲** | −۰.۶۵۱ | −۰.۵۰۰*** |
| | (۰,۷٤۹) | (۰,۷۲۱) | (۰,۵۹۵) | (۰,۱۷۵) |
| $\delta_2$ | −۰.۹۷۸*** | −۱.۲۲۲*** | −۰.۹۰۸*** | −۰.۷۲۶*** |
| | (۰,۰٤٤۲) | (۰,۰٦۸٤) | (۰,۰۷۳۷) | (۰,۰۳٤٦) |
| $\delta_3$ | ۰.۰۷۱۸ | −۰.۵۱۳ | ۰.۴۲۱ | ۰.۵۰۴** |
| | (۰,٦۷۳) | (۰,٤۱۵) | (۰,۵٤٤) | (۰,۲۱۵) |
| **تعداد مشاهده** | ۱,۰۷۹ | ۴۵۳ | ۴۹۳ | ۱,۱۶۷ |
| **R-squered** | ۰.۳۱۴ | ۰.۴۳۰ | ۰.۲۴۸ | ۰.۲۹۷ |

* بر اساس داده‌های کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۶ – ستاره بیانگر سطح احتمال رخ داد(p-value ) است .p<۰,۱ * ,p<۰,۰۵ ** p<۰,۰۱ *** هم چنین در پرانتز انحراف معیار گزارش شده است. کنترل‌ها به ترتیب صنعت(۱) انرژی مورد استفاده(۲) و استان(۳) است. هر ستون بر اساس کد آیسیک ۴ صنایع تعریف شده است.

می‌توان نتیجه گرفت که اثر قیمت بر بهبود فناوری استفاده از سوخت در برخی از صنایع به صورت معنادار وجود ندارد. اما در کل صنعت و در اکثر صنایع اثر قیمت بر بهبود فناوری معنادار است.

## ۵- بحث و نتیجه گیری

هدف این مقاله اثبات شواهدی بر وجود تغییر در فناوری بنگاه در واکنش به شوک قیمتی در بازه ۹۶-۱۳۹۱ است. برای مشاهده واکنش متفاوت بنگاه‌های جدیدالورود و قدیمی به تغییرات قیمتی، این مقاله واکنش این بنگاه‌ها به تغییرات قیمت در بازه زمانی ۱۳۹۱-۱۳۹۶ را به صورت نگاه مقطعی و تغییرات بلندمدت اندازه گرفته و معناداری آن را آزمون کرده است. عامل ایجاد تفاوت در این بررسی علاوه بر بنگاه‌های جدید الورود که در ادبیات به آن اشاره شده بود، بنگاه‌های جوان‌تر و واکنش متفاوت آنها به تغییرات قیمت در مقایسه با بنگاه‌های قدیمی‌تر است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد بنگاه‌های جدیدالورود در حدود یک سوم تغییرات قیمت شدت انرژی خود را بیشتر از بنگاه‌های حاضر

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

در صنعت تغییر می‌دهند که می‌توان این مشاهده را به عنوان شاهدی بر نقش انتخاب فناوری توسط بنگاه‌ها در صنعت تلقی کرد. علاوه براین مشاهدات نشان می‌دهد چه تغییرات در فناوری استفاده از تکنولوژی را منحصر به بنگاه‌های جدیدالورود کنیم و چه آن را در طول زمان کاهنده در نظر بگیریم معناداری تفاوت در واکنش بنگاه‌ها در سطح ۹۵ درصد اثبات می‌شود. در بخش پایانی نیز حساسیت نتایج بر فروض و همچنین وجود دلالت تغییر فناوری بر اساس مدلهای مقالات پیشین مورد ارزیابی قرار گرفت و به جز مدل پنل پویا که محدودیت داده از معناداری کاسته بود، در سایر تصریح‌ها مشابه ادبیات در بازه ۱۳۹۱-۹۶ در ایران وجود تغییر در فناوری تولید بر اثر شوک قیمتی تایید شد.همچنین نشان داده شد که اگرچه در دوران قبل از ۱۳۹۱ نتایج به علت کوچک بودن قیمت نسبی سوخت کمتر است، با این وجود تصریح ابتکاری این مقاله احتمال معناداری در این دوران را بالا برده است.

این مقاله چند دلالت بر بحث‌ها و ادبیات موجود پیرامون شدت انرژی در صنعت دارد. اول این که قیمت انرژی پایین در ایران این فرضیه را مطرح میکند که بنگاه‌ها کمتر به سمت تغییر فناوری کشیده شده و بهبود فناوری بر اثر شوک قیمتی در ایران بی‌معناست، حال آنکه نتایج این پژوهش واکنش-پذیری بنگاه‌ها به شوک قیمتی را نشان می‌دهد. مسلما انتظار می‌رود با بالا رفتن تعرفه سوخت و بالا رفتن سهم هزینه‌کرد انرژی در سبد هزینه بنگاه‌ها به تدریج در واکنش به قیمت‌های سوخت بنگاه‌ها بیشتر به سمت تغییر تکنولوژی مصرف حرکت کنند.

از سوی دیگر رفتار متفاوت بنگاه‌های جدیدالورود در مقایسه با سایر بنگاه‌ها در واکنش به شوک یکسان قیمت، لزوم چتر حمایتی متفاوت دولت از این بنگاه‌ها در سیاست‌های اصلاحی قیمت را نشان می‌دهد و لازم است در برنامه‌های اصلاح قیمت انرژی نظیر هدفمندی یارانه‌ها، این بنگاه‌ها از حمایت یارانه‌ای بیشتری برخوردار شوند.

## منابع:

امیرمعینی مهران(۱۳۹۵) تجزیه شاخص شدت انرژی در بخش صنعت: رویکرد شاخص دیویزیا. فصلنامه پژوهش های سیاست گذاری وبرنامه ریزی انرژی. ۲ (۴) :۲۶-۷

حیدری ابراهیم ,صادقی حسین (۱۳۸۳) "شناخت و بررسی رفتار صرفه جویی انرژی در صنایع بزرگ ایران." ۹۶-۷۱.

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

عاشوری مریم، پارسا حجت، حیدری ابراهیم(۱۳۹۸) عوامل موثر بر شدت انرژی در استان‌های ایران: رویکرد میانگین گیری بیزی. فصلنامه پژوهش های سیاست گذاری وبرنامه ریزی انرژی. ۵ (۱) :۶۳-۲۹

عرب قاسم، قادری‌فر اسماعیل(۱۴۰۱) مطالعات راهبردی بهینه‌سازی انرژی در ایران با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی و تجزیهٔ داده‌های انرژی. مطالعات راهبردی در صنعت نفت و انرژی. ۱۳ (۵۲) :۲۲-۱

یاوری کاظم، بیابانی خامنه کاظم(۱۳۹۸) اثرات تکانه های نرخ ارز حقیقی بر شدت انرژی: مورد ایران. فصلنامه پژوهش های سیاست گذاری وبرنامه ریزی انرژی. ۵ (۴) :۳۲-۷

Acemoglu, D., Antràs, P., & Helpman, E. (۲۰۰۷). Contracts and technology adoption. *American Economic Review*, *97*(۳), ۹۱٦-۹٤۳.

Arvanitis, S., & Ley, M. (۲۰۱۳). Factors determining the adoption of energy-saving technologies in Swiss firms: an analysis based on micro data. *Environmental and Resource Economics*, *54*(۳), ۳۸۹-٤۱۷.

Guussen, M., & Opschoor, H. (۱۹۹٥). Energy conservation and investment behaviour of firms. In *Studies in environmental science* (Vol. ٦٥, pp. ۱۰۷٥-۱۰۸۰). Elsevier.

Li, Q., Wang, M., & Xiangli, L. (۲۰۲۱). Do government subsidies promote new-energy firms' innovation? Evidence from dynamic and threshold models. *Journal of Cleaner Production*, *286*, ۱۲٤۹۹۲.

Linn, J. (۲۰۰۸). Energy prices and the adoption of energy-saving technology. *The Economic Journal*, *118*(٥۳۳), ۱۹۸٦-۲۰۱۲.

Pizer, W. A., Harrington, W., Kopp, R. J., Morgenstern, R. D., & Shih, J. S. (۲۰۰۲). *Technology adoption and aggregate energy efficiency* (No. ۱۳۱۸-۲۰۱٦-۱۰۳۳۷۳).

Rexhäuser, S., & Löschel, A. (۲۰۱٥). Invention in energy technologies: Comparing energy efficiency and renewable energy inventions at the firm level. *Energy Policy*, *83*, ۲۰٦-۲۱۷.

Sung, B. (۲۰۱۹). Do government subsidies promote firm-level innovation? Evidence from the Korean renewable energy technology industry. *Energy Policy*, *132*, ۱۳۳۳-۱۳٤٤.

Velthuijsen, J. W. (۱۹۹۳). Incentives for investment in energy efficiency: an econometric evaluation and policy implications. *Environmental and resource economics*, *3*(۲), ۱٥۳-۱٦۹.

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

# پیوست ۱: جداول و نمودارهای کمکی

## جدول ۱- نظام قیمت گذاری گاز طبیعی در سالهای ۸۷-۸۸

| | |
|---|---|
| گروه ۱ واحدهای صنعتی، هتل ها، مسافرخانه ها ، سایر نانوائی ها ۵.۱۵۸ | ۱۵۸.۵ |
| پالایشگاه و تلمبه خانه ها ( در مالکیت وزارت نفت ) ۵.۱۵۸ | ۱۵۸.۵ |
| پتروشیمی کود اوره ۵.۱۵۸ | ۱۵۸.۵ |
| سایر پتروشیمی های دولتی ۵.۱۵۸ | ۱۵۸.۵ |
| گروه ۳ نیروگاهها (در مالکیت وزارت نیرو) ۳.٤۹ | ۴۹.۳ |
| گروه ٤ حمل و نقل ( برای ایستگاههای CNG ( 80 | ۸۰ |

## جدول ۲ – نظام قیمت گذاری گاز طبیعی در صنایع مختلف در بازه زمانی ۸۹-۹٤

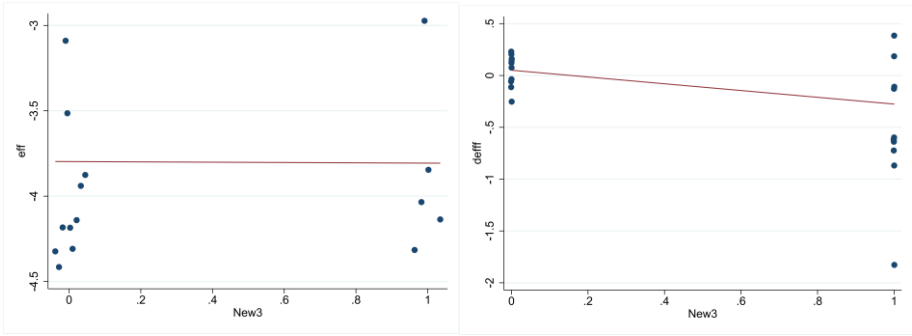
| نوع مصرف | ۸۹ | ۹۰ | ۹۱ | ۹۲ | ۹۳ | ۹۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پالایشگاه | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ |
| سوخت | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۱,۳۲۰ | ۱,۳۲۰ |
| خوراک | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۳,۴۴۵ | ۳,۴۴۵ |
| صنایع عمده | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ |
| صنایع کوچک | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ |
| فولاد | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۱,۳۲۰ | ۱,۳۲۰ |
| کشاورزی | ۶۰۰ | ۶۰۰ | ۶۰۰ | ۶۰۰ | ۶۹۰ | ۶۹۰ |
| کسب و خدمات | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۳۰۰ | ۱,۴۹۵ |
| تاسیسات دولتی | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۳۰۰ | ۱,۴۹۵ |
| نانوایی | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۹۱۰ | ۹۱۰ |
| گرمابه سنتی | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۹۱۰ | ۱,۰۴۶ |
| آموزشی | ۶۰۰ | ۶۰۰ | ۶۰۰ | ۷۰۰ | ۸۰۵ | ۹۲۶ |
| ورزشی | ۶۰۰ | ۶۰۰ | ۶۰۰ | ۷۰۰ | ۸۰۵ | ۹۲۶ |
| خیریه | ۶۰۰ | ۶۰۰ | ۶۰۰ | ۷۰۰ | ۸۰۵ | ۹۲۶ |

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

**جدول ۳ - برخی از سازوکارهای قیمت گذاری برق در سال ۱۳۸۹**

| |
|---|
| **٤-١- بهای برق مصرفی مشترکین در ماههای تیر، مرداد و شهریور ۲۰ درصد افزوده می شود.** |
| **٤-٢ - بهای برق مشترکینی که روی ولتاژ٤٠٠ و ۲۳۰ کیلوولت هستند با ۱۰ درصد تخفیف و روی ولتاژ ۱۳۲ ، ٦٦ و ٦٣ با ٦ در صد تخفیف محاسبه و دریافت می گردد.** |
| **٤-٣ - درروزهای جمعه بهای انرژی ساعات اوج بار در مورد اشتراکهای دارای وسیله اندازه گیری چند زمانه معادل بهای انرژی ساعات میان باری می باشد.** |
| **٤-٤ - بهای برق مصرفی آن دسته از مشترکین تولید(صنعت و معدن)که ضوابط مندرج در بند ۳-٣٦-٤ آئین نامه تکمیلی تعرفه های برق را رعایت نمی نمایند، با ضریب ۱.۲ محاسبه و دریافت می گردد. در صورتی که میزان استفاده غیر تولید(صنعت و معدن) این دسته از مشترکین به بیش از ۲۰ درصد برسد، مطابق با بند ٤٥-٤ آئین نامه تکمیلی تعرفه های برق با ایشان رفتار خواهد شد.** |
| **٤-٥ - بهای برق مصرفی کلیه تأسیسات ایرانگردی و جهانگردی، دفاتر خدمات مسافری وسایر تأسیسات مشابه در صورت ارائه مجوزهای لازم، با توجه به قدرت انشعاب و ولتاژ تحویلی مشمول تعرفه ٤-الف می گردند.** |
| **٤-٦ - بهای برق مصارف عادی در مناطق ویژه اقتصادی، که بیش از ۹۵ درصد مصرف آنها صنعتی است، با رعایت بند ۲-٣٦-٤ آیین نامه تکمیلی تعرفه های برق با تعرفه تولید(صنعت و معدن)محاسبه خواهد شد.** |

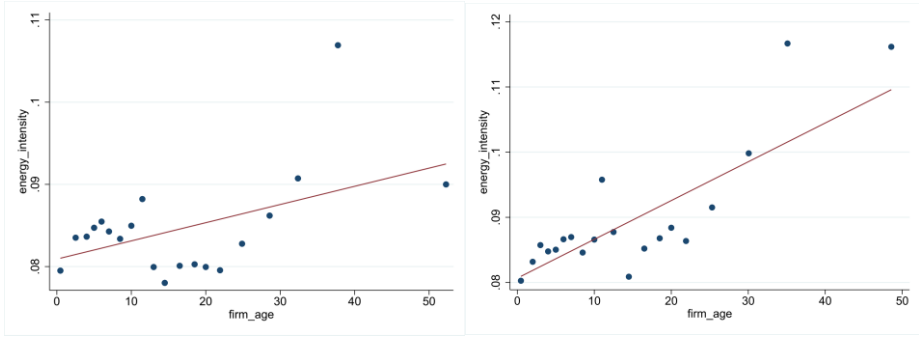
**نمودار ۱ نشان می‌دهد که دامنه تغییرات شدت انرژی در مدت زمان ۱۳۹۱-۱۳۹٦ در میان بنگاه‌های جدیدالورود در مقایسه با بنگاه‌های قدیمی تر**




* در نمودار سمت راست تغییرات در لگاریتم شدت انرژی در بازه ۱۳۹۱-۱۳۹۶ رسم شده است و نمودار سمت چپ خود لگاریتم شدت انرژی در این بازه ترسیم شده است. میتوان دید که در بنگاه‌های جدید الورود در نمودار سمت چپ تغییرات در بازه بزرگتری در مقایسه با بنگاه‌های قدیمی تر رخ داده است. اما خود بزرگی شدت انرژی در بین دو گروه با یکدیگر فرق چندانی ندارد.

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]

**نمودار ۲- در نمودار سمت راست تغییرات شدت انرژی براساس سن بنگاه در کلیه بنگاه‌ها(شکل چپ) و بنگاه‌های کوچک (شکل راست) در بازه مطالعه ۱۳۹۶**




* بر اساس داده‌های کارگاه‌های صنعتی در سال-۱۳۹۶ متغیر افقی سن بنگاه و متغیر عمودی بیان گر شدت انرژی و سهم هزینه انرژی از ارزش افزوده است. در نمودار سمت چپ برای کلیه بنگاه‌ها و در نمودار سمت راست تنها بنگاه‌های کوچک(زیر ۵۰ نفر ترسیم شده اند) داده‌ها در گروه ها خوشه بندی شده اند و هر نقطه نمایانگر مجموعه ای از بنگاه‌هاست.

**جدول ٤ - نتایج در بازه ۱۳۸٦-۹۱**

| ضریب | (۱) | (۲) | (۳) | (٤) | (٥) | (٦) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | سن | | | بنگاه جدید | |
| $\delta_1$ | -۰.۰۷۹۸ | -۰.۰۸۶۵ | -۰.۰۵۷۴ | -۰.۱۵۶* | -۰.۱۵۵* | -۰.۱۳۹ |
| | (۰,۱۹٦) | (۰,۱۹٦) | (۰,۱۹٥) | (۰,۰۹۲۰) | (۰,۰۹۲۰) | (۰,۰۹۱٥) |
| $\delta_2$ | -۰.۷۱۲*** | -۰.۷۱۰*** | -۰.۶۷۳*** | -۰.۷۱۲*** | -۰.۷۱۱*** | -۰.۶۷۴*** |
| | (۰,۰۱۸٦) | (۰,۰۱۸۹) | (۰,۰۲۰۱) | (۰,۰۱۸٦) | (۰,۰۱۸۹) | (۰,۰۲۰۰) |
| $\delta_3$ | ۰.۰۰۱۵۹ | ۰.۰۰۱۶۴ | ۰.۰۰۲۶۹ | -۰.۱۹۸** | -۰.۲۰۲** | -۰.۲۲۳** |
| | (۰,۰۰۱٦۲) | (۰,۰۰۱٦۲) | (۰,۰۰۱٦۸) | (۰,۰۹٦٤) | (۰,۰۹٦٥) | (۰,۰۹٦۳) |
| کنترل | I | I,II | I,II,III | I | I,II | I,II,III |
| تعداد مشاهده | ۶,۲۶۸ | ۶,۲۶۸ | ۶,۲۶۸ | ۶,۵۲۵ | ۶,۵۲۵ | ۶,۵۲۵ |
| R-squered | ۰.۲۰۰ | ۰.۲۰۱ | ۰.۲۲۲ | ۰.۲۰۲ | ۰.۲۰۲ | ۰.۲۲۲ |

* بر اساس داده‌های کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۶ – ستاره بیانگر سطح احتمال رخ داد(p-value ) است . p<۰,۱ * ,p<۰,۰۵ ** p<۰,۰۱ *** هم چنین در پرانتز انحراف معیار گزارش شده است. کنترل‌ها به ترتیب صنعت(۱) انرژی مورد استفاده(۲) و استان(۳) است.

[ Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28 ]