فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هفدهم / شماره ۶۹/ تابستان ۱۴۰۰/ صفحات ۲۲۹-۱۹۷

شدت انرژی، ساختار مالکیت و تمرکز صنعتی در صنایع کارخانه‌ای ایران

مهدی فدائی

استادیار گروه اقتصاد مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، m.fadaee@imps.ac.ir

شهلا ویسی

کارشناس‌ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، shahla_veisi1993@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۹

چکیده

در سال‌های اخیر توجه به اهمیت مصرف بهینه انرژی افزایش چشم‌گیری داشته است. در این بیان، بخش صنعت یکی از بخش‌های پرمصرف انرژی بوده که شاخص شدت انرژی مصرفی آن همواره بالا می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از برآوردگر رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر در ایران پرداخته شده است و دو گروه صنایع انرژی‌بر و صنایع غیرانرژی‌بر با هم مقایسه شده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد، درحالی‌که قیمت انرژی اثر معکوس بر شدت انرژی در هر دو گروه صنایع دارد، اثرگذاری افزایش قیمت انرژی بر کاهش شدت انرژی در صنایع انرژی‌بر به‌مراتب بیشتر است. ساختار مالکیت و تمرکز صنعتی نیز رابطه معکوسی با شدت انرژی صنعت دارند و خصوصی‌تر شدن و افزایش تمرکز صنعت موجب کاهش شدت انرژی، به‌ویژه در صنایع انرژی‌بر خواهد شد. اثرگذاری هزینه تحقیق و توسعه بر شدت انرژی اما یا معنادار نبوده و یا برخلاف انتظار، رابطه مستقیمی با شدت انرژی داشته است.

طبقه‌بندی JEL: C33 ،Q47 ،O13

کلید واژه‌ها: شدت انرژی، کارگاه‌های صنعتی، رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط، تابع هزینه کاب-داگلاس، صنایع انرژی‌بر

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

۱- مقدمه

امروزه در بخش‌های گوناگون هر کشور، موضوع‌های مرتبط با انرژی و میزان مصرف آن، به یکی از مباحث مهم سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کشورها تبدیل شده است. به‌دلیل عوامل مختلفی همانند پایان‌پذیر بودن (تجدیدناپذیر) انرژی‌های فسیلی، سیر صعودی مصرف انرژی، گرم شدن کره زمین و افزایش گازهای گلخانه‌ای، نگرانی‌های زیست‌محیطی و دیگر عوامل، مسئله مصرف بهینه انرژی و کاهش مصرف در بخش‌های مختلف جامعه به یکی از دغدغه‌ها و اولویت‌های حائز اهمیت در سرتاسر دنیا تبدیل شده است.

در اغلب مواقع میزان مصرف انرژی به تنهایی شاخص مناسبی برای سنجش کارایی و بهره‌وری انرژی نیست، زیرا هر واحد انرژی ممکن است عملکرد متفاوتی در تولید و یا خلق مطلوبیت داشته باشد. به‌همین علت نیاز به شاخصی داریم که مصرف انرژی را بر حسب تولید خلق شده نشان دهد که چنین شاخصی را شاخص شدت انرژی می‌نامیم. به‌عبارت دیگر، شدت انرژی[1] شاخصی برای تعیین بهره‌وری انرژی یک کشور است و برای هر واحد مصرف شده انرژی با استفاده از یک شاخص فعالیت پولی یا فیزیکی، محاسبه می‌شود (انگ و گو[2]، ۲۰۱۸) که از تقسیم مصرف نهایی انرژی (و یا عرضه انرژی اولیه بر حسب میلیون بشکه نفت خام) بر تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت محاسبه می‌گردد و حاکی از این است که برای تولید مقدار معینی از کالاها و خدمات (برحسب واحد پول) چه مقدار انرژی به‌کار رفته است (ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۴).

ایران از جمله کشورهایی است که ضمن برخورداری از منابع فراوان انرژی، شدت مصرف انرژی نیز در آن بالاست. بر اساس آمار و ارقام شدت مصرف انرژی در ایران حتی در مقایسه با سایر کشورهای نفت‌خیز نیز بسیار بیشتر است. مطابق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی[3]، در حالی‌که شدت انرژی به‌طور متوسط در دنیا طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷، از ۱۵۸ میلیون بشکه معادل نفت خام به ازای هر میلیون دلار[4] به ۱۱۹ کاهش یافته، طی همین مدت این شاخص در ایران از ۱۴۵ به ۱۷۳ واحد افزایش یافته

1. Energy intensity
2. Ang & Goh
3. International Energy Agency (IEA)
4. toe/USD million (2010 PPP)

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

است. در ایران بیشترین میزان افزایش مصرف انرژی در میان بخش‌های مختلف طی سال‌های اخیر متعلق به بخش صنعت بوده است. به‌طوری‌که بر اساس اطلاعات ترازنامه انرژی کشور، طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۶ مصرف نهایی این بخش بیش از ۸۷ درصد رشد داشته و از ۱۸۱,۳ میلیون بشکه معادل نفت خام به ۳۳۹ میلیون بشکه افزایش یافته است.

کاهش شدت انرژی در بخش صنعت و زیر بخش‌های مرتبط با آن می‌تواند مزیت‌های فراوانی از جمله پیشرفت اقتصادی، رسیدن به سطح استاندارد جهانی، کاهش هزینه محصولات تولیدشده، صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی و حفاظت از آن برای آیندگان و به‌تبع کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی را به همراه داشته باشد. از این‌رو، هدف این تحقیق شناسایی و ارزیابی عوامل مؤثر بر کاهش شدت انرژی کارگاه‌های صنعتی در ایران است.

مطابق نظر ما و همکاران (۲۰۰۸)[1] از میان عوامل تأثیرگذار بر شدت انرژی، تکنولوژی تولید مهم‌ترین تأثیر را بر شدت انرژی دارد. از طرفی، تکنولوژی تولید خود متأثر از برخی عوامل درون بنگاهی و نیز عوامل درون صنعتی است. هزینه‌های تحقیق و توسعه و ساختار مالکیت هر بنگاه از مهم‌ترین عوامل درونی است که به‌صورت مستقیم میزان و تغییرات تکنولوژی هر بنگاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تحقیق و توسعه در بنگاه‌های صنعتی به‌طور معمول یا به‌منظور نوآوری در تولید محصولی جدید انجام خواهد شد و یا با هدف بهبود فرآیند تولید فعلی. در هر دو صورت این فعالیت می‌تواند منجر به ارتقاء تکنولوژی و یا افزایش سودآوری تولید شود. از این‌رو، تحقیق و توسعه می‌تواند بر شدت انرژی کارگاه‌های صنعتی مؤثر باشد. شن و همکاران (۲۰۱۹)[2] معتقدند که تحقیق و توسعه به‌طور مستقیم دارای تأثیرات نوآورانه بر ضریب بهره‌وری کل (TFP[3]) نمی‌باشد؛ اما می‌تواند به‌وسیله جذب فناوری‌های جدید منجر به ارتقای TFP شود و TFP نیز نقش مهمی در کاهش شدت انرژی ایفا می‌کند و از این طریق می‌توان شدت انرژی را کاهش داد. ساختار مالکیت و مدیریت بنگاه نیز می‌تواند بر انتخاب تکنولوژی و در نتیجه شدت انرژی بنگاه مؤثر باشد، چرا که براساس تئوری‌های

1. Ma et al.
2. Shen et al.
3. Total Factor Productivity

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

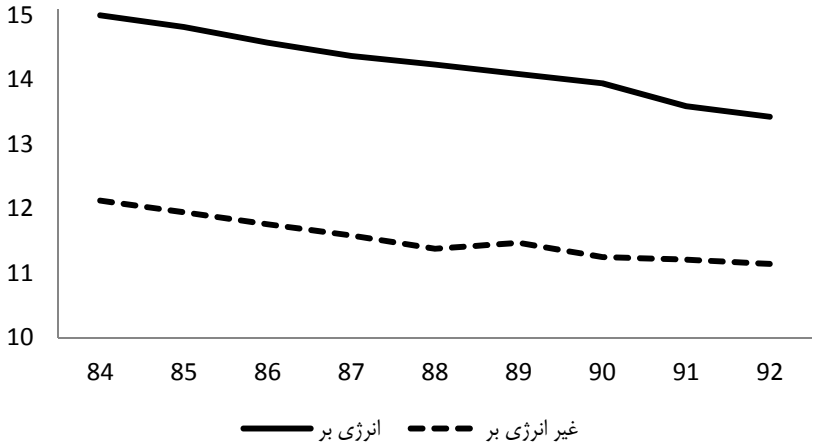
اقتصادی کلاسیک، بخش خصوصی نسبت به بخش دولتی کارایی بیشتری دارد. همچنین، شاخص تمرکز هر صنعت به‌عنوان معیاری درون صنعتی برای سنجش درجه رقابت در آن صنعت، به نحوی می‌تواند نشان‌دهنده قدرت بازار بنگاه‌های آن صنعت و در نتیجه سطح سودآوری آنها باشد. در نتیجه، این عامل نیز بر تصمیمات تغییر و ارتقاء تکنولوژی تولید می‌تواند مؤثر باشد.

با توجه به موارد ذکر شده، هدف این مطالعه بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی کارگاه‌های صنعتی کشور، به‌ویژه تمرکز بر اثر ساختار مالکیت و درجه رقابت در هر صنعت بر شدت انرژی آن صنعت است. بدین منظور، جهت دریافتی بهتر از نتایج مطالعه، برخی از صنایع کارخانه‌ای کشور به تفکیک کدهای ISIC دو رقمی که دارای بیشترین و کمترین شدت انرژی در میان صنایع بوده‌اند به ترتیب در دو گروه صنایع انرژی‌بر و صنایع غیر انرژی‌بر تقسیم شده و با استفاده از روش رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط و داده‌های کارگاه‌های صنعتی ایران که توسط مرکز آمار طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۴[1] گردآوری شده است، میزان اثر عوامل ذکر شده فوق و نیز قیمت‌های انرژی و سایر عوامل را بر شدت انرژی این دو گروه صنایع بررسی می‌نماییم.

تفکیک صنایع به دو گروه انرژی‌بر و غیر انرژی‌بر نیز از این جهت با اهمیت است که انرژی و پرتفوی مصرفی انرژی در صنایع انرژی‌بر اهمیتی کلیدی در فرآیند تولیدی این صنایع محسوب شده و بخش قابل ملاحظه‌ای از هزینه‌های تولیدی را می‌تواند شامل شود. شکل زیر تفاوت شدت انرژی را در گروه صنایع مورد مطالعه در این پژوهش را نشان می‌دهد. گروه صنایع انرژی‌بر، شامل صنایع غذایی و آشامیدنی، پالایشگاه‌ها و فرآورده‌های نفتی، مواد و محصولات شیمیایی، سایر محصولات کانی غیرفلزی و فلزات اساسی است. گروه صنایع غیر انرژی‌بر نیز شامل صنایع ماشین‌آلات اداری و محاسباتی، رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی، تولید ابزار پزشکی و دقیق، وسایل نقلیه موتوری و تولید سایر وسایل حمل و نقل می‌باشد.

۱. متاسفانه آمار و اطلاعات به‌روزتری در دسترس نیست.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]



شکل ۱. لگاریتم شدت انرژی صنایع انرژی‌بر و غیر انرژی‌بر

در ادامه این مقاله و در بخش دوم مبانی پیشینه پژوهش بیان می‌شود. بخش سوم به استخراج مدل و بخش بعدی به تجزیه و تحلیل نتایج اختصاص یافته است. در انتها در بخش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادها بیان شده است.

۲- پیشینه پژوهشی

۲-۱- مطالعات خارجی

ایروان و همکاران[1] (۲۰۱۰)، با استفاده از داده‌های تابلویی، طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ به "تجزیه و تحلیل شدت انرژی در کارخانه‌های تولیدی اندونزی"پرداخته و نشان دادند که عمر بنگاه، دستمزد، شدت سرمایه فیزیکی و مالکیت بخش خصوصی، تأثیر مثبت بر شدت انرژی دارند در حالی‌که اندازه بنگاه، بهره‌وری نیروی کار و شدت تکنولوژی اثر منفی بر شدت انرژی بنگاه داشته است.

لین و همکاران[2] (۲۰۱۱) به تخمین پتانسیل صرفه‌جویی انرژی در صنعت فولاد چین پرداخته‌اند. آن‌ها یک مدل رگرسیون چندمتغیره همراه با آنالیز ریسک را برای تخمین شدت انرژی آینده صنعت فولاد چین تدوین دیده‌اند. مشاهده شده که شدت

1. Irawan et al
2. Lin et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری در صرفه‌جویی انرژی، بهره‌وری نیروی کار و تمرکز صنعتی همگی عوامل مهمی هستند که بر شدت انرژی تأثیرگذارند.

فیلیپوویچ و همکاران[1] (۲۰۱۵) در پژوهش "تعیین‌کننده‌های شدت انرژی در اتحادیه اروپا: تجزیه‌وتحلیل داده‌های پانل"به بررسی شدت انرژی در ۲۸ کشور عضو اتحادیه اروپا در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۲ را بررسی و عوامل مؤثر بر آن با رویکرد داده‌های پانل را تعیین نمودند. مدل نشان می‌دهد که قیمت انرژی، مالیات انرژی و تولید ناخالص داخلی تأثیری منفی بر شدت انرژی دارند، درحالی‌که رشد مصرف ناخالص داخلی[2] و مصرف نهایی انرژی سرانه تأثیر مثبتی بر شدت انرژی می‌گذارند. تخمین زده شده که قیمت برق بیشترین تأثیر را بر شدت انرژی دارد که می‌توان از آن به‌عنوان یک ابزار سیاست‌گذاری استفاده کرد.

فیشر-وندن و همکاران[3] (۲۰۱۶)، در پژوهش "عوامل مؤثر بر شدت انرژی در چهار صنعت چین " در یک دوره شش ساله (۱۹۹۹ تا ۲۰۰۴) به بررسی عوامل مؤثر بر شدت مصرف انرژی در چهار صنعت خمیرکاغذ و کاغذ، سیمان، آهن و فولاد و آلومینیوم در کشور چین پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که افزایش هزینه‌های انرژی نقش مهمی در کاهش شدت انرژی داشته است. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که باز بودن تجارت و پیشرفت تکنولوژی تنها در یک یا دو صنعت منجر به کاهش شدت مصرف انرژی شده است. همچنین شدت انرژی میان بنگاه‌هایی با مالکیت متفاوت و مناطق مختلف، متفاوت است.

لین و دو[4] (۲۰۱۷) به بررسی پتانسیل حفاظت انرژی در صنعت متالوژی چین پرداخته‌اند. آن‌ها از روش رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط برای بررسی رابطه بین قیمت نسبی انرژی، نهاده تحقیق و توسعه، ساختار مالکیت بنگاه، مقیاس بنگاه و شدت انرژی صنعت متالوژی بهره برده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که افزایش قیمت می‌تواند سبب کاهش شدت انرژی گردد. برای شدت انرژی انواع خاص انرژی، افزایش قیمت نسبی برق سبب کاهش چشمگیر شدت انرژی برق خواهد شد، اما تأثیر تغییر قیمت

1. Filipovic' et al
2. growth of gross inland consumption
3. Fisher-Vanden et al
4. Lin & Du

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

زغال‌سنگ بر روی شدت انرژی آن منفی بوده و ضریب آن نیز قابل توجه نیست. به‌دلیل پایین بودن سهم سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه در صنعت متالوژی تأثیر قابل توجهی ندارد. با کاهش سهم بنگاه‌های دولتی، شدت انرژی نیز کاهش چشمگیری می‌یابد. آن‌ها با توجه به این‌که اثر تحقیق و توسعه روی شدت انرژی ناچیز است، پیشنهاد دادند که با اتکا به پیشرفت تکنولوژی، کارایی انرژی را بهبود بخشند و یکی از راه‌های پیشرفت تکنولوژی افزایش سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیق و توسعه است.

لیو و همکاران[1] (۲۰۱۸)، در تحقیقی به چگونگی کاهش شدت انرژی در صنایع سنگین چین طی دوره ۲۰۱۵-۱۹۹۴ پرداختند. آن‌ها با ایجاد مدل نظری رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط و تابع هزینه کاب داگلاس، اثر قیمت انرژی، ساختار مالکیت، تمرکز صنعت و مخارج تحقیق و توسعه را بر شدت انرژی بررسی نمودند. نتایج تحقیق نشان داد که افزایش قیمت انرژی، کاهش مالکیت دولتی و افزایش تمرکز صنعتی موجب کاهش شدت انرژی می‌گردد. هم‌چنین افزایش مخارج تحقیق و توسعه باعث کاهش شدت انرژی نفت در صنایع سنگین چین می‌شود. تن و لین[2] (۲۰۱۸) نیز طی مطالعه‌ای به بررسی عوامل مؤثر بر کاهش شدت انرژی در چین پرداختند. همچنین، وارلود و نوایلی (۲۰۱۸) نیز به بررسی اثر نوآوری در سوخت‌های پاک بر کاهش شدت انرژی در ۱۴ صنعت کشورهای OECD پرداختند.

هانگ و همکاران[3] (۲۰۱۹)، به تجزیه و تحلیل همگرایی شدت انرژی در سطح بخش صنعتی چین پرداختند. داده‌های مورداستفاده شامل ۳۴ بخش صنعتی چین طی دوره ۲۰۱۰-۲۰۰۰ بوده است. به‌طورکلی برای بخش‌های صنعتی و نیز بخش‌های سبک، نتایج تجربی نشان داده که تحقیق و توسعه بومی و فناوری خارجی توسط سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و نیز واردات در مهار شدت انرژی مؤثر است. بااین‌حال، فناوری خارجی ازطریق صادرات، کاهش شدت انرژی را دشوارتر می‌کند.

1. Liu et al
2. Tan, Lin
3. Huang et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

مطالعات داخلی

بهبودی و همکاران (۱۳۸۹) با تجزیه شدت انرژی به بررسی اثر تغییر بهره‌وری و تغییر فعالیت‌های اقتصادی بر شدت انرژی صنایع کشور پرداخته و نشان دادند که افزایش شدت انرژی کشور به‌دلیل تغییر ساختار فعالیت‌های اقتصادی و نیز کاهش بهره‌وری انـرژی بـوده اسـت.

صادقی و سجودی (۱۳۹۰) به مطالعه رابطه شدت انرژی و برخی ویژگی‌های منتخب صنایع کارخانه‌ای ایران در چارچوب یک مدل مقطعی پرداختند و نتیجه گرفتند بین هر یک از ویژگی‌های اندازه بنگاه، مالکیت دولتی، شدت سرمایه فیزیکی و نرخ دستمزد با شدت انرژی رابطه مستقیم وجود دارد. در مقابل شدت انرژی با افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه کاهش خواهد یافت.

صدرزاده‌مقدم و همکاران (۱۳۹۲) تابع تقاضای انرژی بخـش صـنعت را تخمـین و کشش قیمتی و جانشینی نهاده‌ها را محاسـبه کـرده‌انـد. آن‌هـا از تـابع لاجیـت و روش رگرسیون معادلات به‌ظاهر نامرتبط در شناسایی اجزای تقاضـای انـرژی بهـره بـرده‌انـد. طبق نتایج تقاضای انرژی کم کشش است و افزایش قیمت تـأثیر چنـدانی روی کـاهش تقاضا ندارد. هم‌چنین افزایش مصرف در دوره قبل موجـب افـزایش مصـرف دوره حـال می‌شود. تغییر در قیمت فرآورده‌های نفتی در افزایش مصرف برق تـأثیر زیـادی نـدارد، درحالی‌که با افزایش قیمت زغال‌سنگ، مقدار مصرف فـرآورده‌هـای نفتـی نیـز افـزایش می‌یابد. همچنین به‌دلیل یارانه‌های انرژی، تغییر قیمت حامل‌ها تأثیری بر مصرف انرژی بخش صنعت ندارد. از جمله نتایج دیگر آن است که نهاده‌های فرآورده‌های نفتی و برق، برق و زغال‌سنگ و نیز زغال‌سنگ و گاز طبیعی مانند نهاده‌های مکمل رفتار مـی‌کننـد، اما نهاده‌های فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی جانشین هستند.

رحیمی و همکاران (۱۳۹۲) نیز تابع تقاضای حامل‌های انرژی ده شاخه صنعتی انرژی بر (طبق کدهای ISIC چهار رقمی زیر شاخه دو کد ۲۶ و ۲۷) را برآورد نموده و کشش‌های جانشینی و متقاطع را استخراج نمودند. نتایج نشان داده که برق خریداری شده بنگاه‌ها ضمن داشتن بیشترین سهم هزینه‌ای انرژی، طبق انتظار دارای رابطه قوی

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

جانشینی با برق تولید شده می‌باشد. همچنین گاز طبیعی و برق تولید شده نیز دارای رابطه مکملی هستند.

مکیان و همکاران (۱۳۹۴) شدت انرژی و اثر فناوری تولید بر کارایی تقاضای صنعتی انرژی براساس تابع هزینه ترانسلوگ طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۷۸ را برای ۲۳ صنعت با برآوردگر معادلات رگرسیونی به‌ظاهر نامرتبط ارزیابی نمودند. با تجزیه شدت انرژی مشاهده شد که اثر تکنولوژی کمترین تأثیر را بر شدت انرژی داشته و تغییر قیمت نهاده‌ها یعنی اثر جانشینی و بودجه‌ای مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شدت انرژی می‌باشند. به‌دلیل قیمت پایین حامل‌های انرژی و نیز فراوانی انرژی در ایران، ساختار و تجهیزات مورد استفاده در صنعت ماهیت انرژی‌بر دارند.

محمودپور و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر هدفمندی یارانه‌ها را بر شدت انرژی صنعت بررسی کرده‌اند. آن‌ها از رویکرد داده‌های سری زمانی-فصلی طی دوره ۱۳۹۲-۱۳۸۵ با استفاده از تابع هزینه کاب-داگلاس و روش رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط استفاده نمودند. نتایج حاکی از وجود رابطه منفی و معنادار میان قیمت انرژی و شدت انرژی می‌باشد و هم‌چنین پیشرفت فناوری سبب کاهش شدت انرژی می‌شود. افزایش قیمت سایر نهاده‌ها باعث جانشینی انرژی به‌جای آن‌ها می‌گردد. آن‌ها هم‌چنین با بررسی سیاست آزادسازی قیمت انرژی مشاهده کردند که پس از آزادسازی، شدت انرژی کاهش یافته و مقدار این کاهش در سال اول اجرا بیشترین میزان و در سال‌های بعدی از میزان کاهش کاسته شده است.

موسویان و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی اثر مخارج دولت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را بر شدت انرژی صنایع کارخانه‌ای بررسی نمودند. آن‌ها با استفاده از داده‌های تابلویی، شدت انرژی صنایع به تفکیک ۲۸ استان کشور طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۷۹ را مورد بررسی قرار دادند. برای بررسی شدت انرژی، مدل دوربین فضایی (SDM) مورد استفاده قرار گرفت. آن‌ها پس از اجرای مدل دریافتند که قیمت انرژی، مخارج عمرانی دولت و سهم مالکیت خصوصی، تأثیر منفی بر شدت انرژی داشته‌اند. این در حالی است که نسبت صادرات به ارزش‌افزوده و نسبت سرمایه به نیروی کار تأثیر مثبتی بر شدت انرژی داشته است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۸) نیز عوامل مؤثر بر شدت انرژی را از روش حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده[1] طی دوره ۱۳۹۲-۱۳۴۹ بررسی کردند. نتایج حاکی از آن است که قیمت انرژی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیری منفی و ارزش‌افزوده صنعت تأثیری مثبت بر شدت انرژی دارد.

۳- استخراج مدل

در این پژوهش از روش تجزیه و تحلیل مبتنی بر داده‌های تلفیقی و برآوردگر رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط استفاده شده است. داده‌های تلفیقی ترکیبی از داده‌های مقطعی و سری زمانی می‌باشد، به این صورت که این داده‌ها شامل دو بعد هستند که یک بعد آن مربوط به واحدهای مختلف (مقاطع) و بعد دیگر مربوط به زمان است.

مدل مورد استفاده مطابق با پژوهش فیشر- وندن و همکاران[2] (۲۰۰۴) و هم‌چنین لئو و همکاران (۲۰۱۸) و با استفاده از روش حداقل‌سازی تابع هزینه کل با فرم کاب- داگلاس[3] استخراج شده است:

$$C\left(P_K, P_L, P_E, P_M, Q\right) = A^{-1} P_K^{\alpha K} P_L^{\alpha L} P_E^{\alpha E} P_M^{\alpha M} Q \qquad (۱)$$

طبق لم شفارد[4]، تقاضای یک نهاده از مشتق‌گیری از تابع مخارج (هزینه) نسبت به قیمت نهاده به‌دست می‌آید؛ لذا تقاضای انرژی با مشتق گرفتن از تابع هزینه کاب- داگلاس نسبت به قیمت انرژی به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$E = \frac{\alpha_E A^{-1} P_K^{\alpha K} P_L^{\alpha L} P_E^{\alpha E} P_M^{\alpha M} Q}{P_E} \qquad (۲)$$

فرض می‌کنیم قیمت ستانده توسط قیمت نهاده‌ها و سهم هر نهاده تعیین می‌شود:

$$P_Q = P_K^{\alpha_K} P_L^{\alpha_L} P_E^{\alpha_E} P_M^{\alpha_M}, \sum \alpha_i = 1 \qquad (۳)$$

لذا خواهیم داشت:

$$\frac{E}{Q} = \frac{\alpha_E A^{-1} P_Q}{P_E} \qquad (۴)$$

با گرفتن لگاریتم از طرفین معادله (۴):

$$\ln\left(\frac{E}{Q}\right) = \alpha + \beta \ln(A) + \gamma \ln\left(\frac{P_E}{P_Q}\right) + \varepsilon \qquad (۵)$$

1. Fully Modified Ordinary Least Square (FMOLS)
2. Fisher-vanden et al
3. Cobb- Douglas
4. Shephard's lemma

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

این رگرسیون نشان‌دهنده این است که کل تغییرات شدت انرژی توسط بهره‌وری و تغییر در قیمت نسبی انرژی یعنی $\frac{P_E}{P_Q}$ قابل توضیح است.

اگر P_{ng}، P_{el} و Po قیمت گاز طبیعی، برق و سایر سوخت‌ها و E_{ng}، E_{el} و E_o به ترتیب تقاضای گاز طبیعی، برق و سایر سوخت‌ها باشد؛ آنگاه قیمت انرژی را می‌توان به صورت زیر تجزیه کرد:

$$P^E = P_{ng}^{\alpha_{ng}} P_{el}^{\alpha_{el}} P_o^{\alpha_o} \quad (۶)$$

با اعمال لم شفارد برای مصرف گاز طبیعی:

$$\frac{E_{ng}}{Q} = \frac{\alpha_{ng} A^{-1} P_Q}{P_{ng}} \quad (۷)$$

طبق پژوهش فیشر- وندن و همکاران (۲۰۰۴) قیمت محصولات بدون هزینه انرژی به شکل زیر قابل تعریف است:

$$\ln(\widehat{P_Q}) = \frac{\ln(P_Q) - \alpha_{ng}\ln(P_{ng}) - \alpha_{el}\ln(P_{el}) - \alpha_o \ln(P_o)}{1 - \alpha_{ng} - \alpha_{el} - \alpha_o} \quad (۸)$$

که $\widehat{P_Q}$ قیمت ستانده بدون درنظرگرفتن هزینه انرژی است. با قرار دادن $\widehat{P_Q}$ معادله‌ی (۸) به‌جای P_Q در معادله (۷) و گرفتن لگاریتم از طرفین معادله (۷) داریم:

$$\ln\left(\frac{E_{ng}}{Q}\right) = \alpha_{ng} + \beta_{ng}\ln(A) + \left(\alpha_{ng,ng} - 1\right)\ln\left(\frac{P_{ng}}{\widehat{P_Q}}\right) \quad (۹)$$
$$+\alpha_{el,ng}\ln\left(\frac{P_{el}}{\widehat{P_Q}}\right) + \alpha_{o,ng}\ln\left(\frac{P_o}{\widehat{P_Q}}\right) + \varepsilon_{ng}$$

با روشی مشابه می‌توان مدل مصرف برق و سایر سوخت‌ها را نیز به‌دست آورد:

$$\ln\left(\frac{E_{el}}{Q}\right) = \alpha_{el} + \beta_{el}\ln(A) + \left(\alpha_{el,el} - 1\right)\ln\left(\frac{P_{el}}{\widehat{P_Q}}\right) \quad (۱۰)$$
$$+\alpha_{ng,el}\ln\left(\frac{P_{ng}}{\widehat{P_Q}}\right) + \alpha_{o,el}\ln\left(\frac{P_o}{\widehat{P_Q}}\right) + \varepsilon_{el}$$
$$\ln\left(\frac{E_o}{Q}\right) = \alpha_o + \beta_o\ln(A) + \left(\alpha_{o,o} - 1\right)\ln\left(\frac{P_o}{\widehat{P_Q}}\right) \quad (۱۱)$$
$$+\alpha_{ng,o}\ln\left(\frac{P_{ng}}{\widehat{P_Q}}\right) + \alpha_{el,o}\ln\left(\frac{P_{el}}{\widehat{P_Q}}\right) + \varepsilon_o$$

A نشان‌دهنده عوامل بهره‌وری مؤثر بر شدت انرژی است. در این پژوهش متغیرهای هزینه تحقیق و توسعه، ساختار مالکیت و تمرکز صنعت را برای بررسی تأثیر عوامل

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

بهره‌وری بر شدت انرژی انتخاب می‌کنیم. با جاگذاری عوامل فوق به‌جای A در رگرسیون:

$$\ln\left(\frac{E}{Q}\right) = \alpha_E + \alpha_{E,E}\ln\left(\frac{P_E}{P_Q}\right) + \beta_{1,E}\ln(RD) + \beta_{2,E}\ln(OWN) \quad (۱۲)$$
$$+\beta_{3,E}\ln(HHI) + (\varepsilon_E)$$

$$\ln\left(\frac{E_{ng}}{Q}\right) = \alpha_{ng} + \left(\alpha_{ng,ng} - 1\right)\ln\left(\frac{P_{ng}}{\widehat{P_Q}}\right) + \alpha_{el,ng}\ln\left(\frac{P_{el}}{\widehat{P_Q}}\right) \quad (۱۳)$$
$$+\alpha_{o,ng}\ln\left(\frac{P_o}{\widehat{P_Q}}\right) + \beta_{1,ng}\ln(RD) + \beta_{2,ng}\ln(OWN) + \beta_{3,ng}\ln(HHI) + \varepsilon_{ng}$$

$$\ln\left(\frac{E_{el}}{Q}\right) = \alpha_{el} + \left(\alpha_{el,el} - 1\right)\ln\left(\frac{P_{el}}{\widehat{P_Q}}\right) + \alpha_{ng,el}\ln\left(\frac{P_{ng}}{\widehat{P_Q}}\right) \quad (۱۴)$$
$$+\alpha_{o,el}\ln\left(\frac{P_o}{\widehat{P_Q}}\right) + \beta_{1,el}\ln(RD) + \beta_{2,el}\ln(OWN) + \beta_{3,el}\ln(HHI) + \varepsilon_{el}$$

$$\ln\left(\frac{E_o}{Q}\right) = \alpha_o + \left(\alpha_{o,o} - 1\right)\ln\left(\frac{P_o}{\widehat{P_Q}}\right) + \alpha_{ng,o}\ln\left(\frac{P_{ng}}{\widehat{P_Q}}\right) \quad (۱۵)$$
$$+\alpha_{el,o}\ln\left(\frac{P_{el}}{\widehat{P_Q}}\right) + \beta_{1,o}\ln(RD) + \beta_{2,o}\ln(OWN) + \beta_{3,o}\ln(HHI) + \varepsilon_o$$

معادلات (۱۲) تا (۱۵) به‌ترتیب مدل‌های تئوری عوامل مؤثر بر شدت انرژی کل، شدت انرژی گاز طبیعی، شدت انرژی برق و شدت انرژی سایر سوخت‌ها می‌باشد.

$\text{Ln}(\frac{E}{Q})$: لگاریتم شدت انرژی کل که از نسبت مقدار انرژی مصرفی کارگاه‌ها برحسب Btu به ارزش ستانده کارگاه برحسب میلیون ریال به‌دست آمده است.

$\text{Ln}(\frac{E_{ng}}{Q})$: لگاریتم شدت انرژی گاز طبیعی که واحد آن Btu به میلیون ریال می‌باشد.

$\text{Ln}(\frac{E_{el}}{Q})$: لگاریتم شدت انرژی برق که واحد آن Btu به میلیون ریال می‌باشد.

$\text{Ln}(\frac{E_o}{Q})$: لگاریتم شدت انرژی سایر حامل‌های انرژی که واحد آن Btu به میلیون ریال می‌باشد. مجموع همه‌ی سوخت‌های مصرفی کارگاه به‌جز حامل گاز طبیعی و برق، مصرف سایر حامل‌های انرژی را مشخص می‌کند.

$\text{Ln}(\frac{P_e}{P_Q})$: لگاریتم قیمت نسبی انرژی می‌باشد که از نسبت قیمت واحد انرژی به شاخص بهای تولیدکننده به‌دست آمده است. قیمت واحد انرژی از تقسیم کل هزینه پرداختی کارگاه بابت انرژی به مقدار انرژی مصرفی کارگاه حاصل شده است. هم‌چنین

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

شاخص بهای تولیدکننده محصولات صنعتی تفکیک کدهای ISIC دو رقمی و برمبنای سال پایه ۱۳۹۰ استفاده شده است.

$Ln(\frac{P_{ng}}{\widehat{P_Q}})$: لگاریتم قیمت نسبی انرژی گاز طبیعی که از نسبت قیمت واحد انرژی گاز طبیعی برحسب میلیون ریال به کل هزینه‌های پرداختی کارگاه بابت تولید محصول بدون درنظر گرفتن سهم انرژی از هزینه‌ها به‌دست آمده است. هزینه‌های پرداختی کارگاه بابت تولید محصول شامل هزینه پرداختی به نیروی کار، هزینه پرداختی بابت موادخام مصرفی، هزینه تشکیل سرمایه و نیز هزینه پرداختی بابت انرژی مصرفی می‌باشد که $\widehat{P_Q}$ از کسر سهم هزینه انرژی از مجموع هزینه‌های گفته‌شده به‌دست می‌آید.

$Ln(\frac{P_{el}}{\widehat{P_Q}})$: لگاریتم قیمت نسبی انرژی برق که از نسبت قیمت واحد انرژی برق برحسب میلیون ریال به کل هزینه‌های پرداختی کارگاه بابت تولید محصول بدون درنظر گرفتن سهم انرژی از هزینه‌ها به‌دست آمده است.

$Ln(\frac{P_o}{\widehat{P_Q}})$: لگاریتم قیمت نسبی سایر حامل‌های انرژی که از نسبت قیمت واحد سایر حامل‌های انرژی برحسب میلیون ریال به کل هزینه‌های پرداختی کارگاه بابت تولید محصول بدون درنظر گرفتن سهم انرژی از هزینه‌ها به‌دست آمده است.

Ln(RD): لگاریتم هزینه تحقیق و توسعه می‌باشد. به‌منظور نشان دادن نقش تحقیق و توسعه، از هزینه تحقیقات و آزمایشگاه که جزء پرداختی‌های کارگاه بابت خدمات غیرصنعتی می‌باشد، استفاده شده است.

Ln(OWN): لگاریتم ساختار مالکیت می‌باشد که از تقسیم ارزش‌افزوده کارگاه‌های دارای مدیریت خصوصی بر مقدار کل ارزش‌افزوده‌ی آن صنعت به‌دست می‌آید.

Ln(HHI): لگاریتم تمرکز صنعتی می‌باشد. برای محاسبه تمرکز صنعتی از شاخص هیرشمن-هرفیندال استفاده شده است که مطابق رابطه زیر نشان‌دهنده مجموع توان دوم سهم بازار تمامی بنگاه‌های حاضر در صنعت است.

$$HHI = \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{X_i}{X}\right)^2 = \sum_{i=1}^{N} {S_i}^2 \qquad (۱۶)$$

در رابطه فوق S_i سهم بازار بنگاه i ام (که از تقسیم تولید بنگاه i به کل تولید صنعت حاصل می‌شود) و N تعداد بنگاه‌های صنعت است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

در این پژوهش صنایع به دو دسته صنایع انرژی‌بر و صنایع غیرانرژی‌بر تقسیم شده‌اند. صنایع انرژی‌بر در این مدل شامل هفت صنعت تولید منسوجات، صنایع تولید چوب و محصولات چوبی، صنایع تولید کاغذ و محصولات کاغذی، صنایع تولید زغال کک - پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای، صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی، صنایع تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی و صنایع تولید فلزات اساسی می‌باشند. هم‌چنین ۶ صنعت شامل صنایع تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی، صنایع تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق، صنایع تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی، صنایع تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی، صنایع تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم‌تریلر و صنایع تولید سایر وسایل حمل‌ونقل در زمره صنایع غیرانرژی‌بر قرار گرفته‌اند.

۴- تجزیه و تحلیل نتایج

آزمون بروش-پاگان

قبل از تخمین معادلات به روش رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط، باید ابتدا آزمون LM بروش پاگان انجام شود تا از وجود ارتباط میان جملات خطا اطمینان حاصل شود. اگر همبستگی همزمان بین جملات خطا وجود نداشته باشد، نیازی به استفاده از رگرسیون SUR نیست و می‌توان از روش OLS برای تخمین معادلات استفاده کرد.

جدول ۱. نتایج آزمون خودهمبستگی بروش-پاگان

	آماره کای-دو	احتمال
صنایع انرژی‌بر	$\chi^2(6)=105.795$	0.0000
صنایع غیرانرژی‌بر	$\chi^2(6)=161.706$	0.0000

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که از جدول (۱) مشاهده می‌شود، چون مقدار آماره کای-دو بزرگ‌تر از ارزش بحرانی جدول و نیز مقدار احتمال کمتر از یک درصد است، لذا فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود همبستگی (استقلال جملات پسماند) رد می‌شود و وجود همبستگی میان جملات خطا پذیرفته می‌شود بنابر این رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط کارایی بیشتری نسبت به OLS خواهد داشت.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

شدت انرژی در صنایع انرژی‌بر

باتوجه به معادلات (۱۲) الی (۱۵) نتایج برآورد شدت انرژی طی دوره ۱۳۹۲-۱۳۸۴ به تفکیک صنایع انرژی‌بر در جداول ۲ تا ۶ آمده است.

جدول ۲. نتایج برآورد معادلات به‌ظاهر نامرتبط صنایع انرژی‌بر

معادله رگرسیونی	تعداد مشاهدات	تعداد پارامترهای مستقل	آماره R^2	احتمال
Ln_EI_total	۶۳	۴	۰,۶۵۲۶	۰,۰۰۰۰
Ln_EI_ng	۶۳	۶	۰,۶۸۲۸	۰,۰۰۰۰
Ln_EI_elec	۶۳	۶	۰,۶۰۸۳	۰,۰۰۰۰
Ln_EI_other	۶۳	۶	۰,۷۶۷۲	۰,۰۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

در جدول (۲) اطلاعاتی کلی در مورد برآورد چهار معادله رگرسیونی به‌ظاهر نامرتبط نشان داده‌شده است. آماره R2 از قدرت توضیح‌دهندگی نسبتاً خوبی برخوردار است. هم‌چنین طبق مقدار (p-value)، فرضیه صفر مبنی بر معنادار نبودن رگرسیون پیشنهادی، رد می‌گردد و هر چهار معادله رگرسیونی پیشنهادی معنادار هستند.

جدول ۳. نتایج برآورد رگرسیون معادله (۱۲) صنایع انرژی‌بر

	متغیر توضیحی	ضرایب آزمون	آماره t	احتمال (p-value)
رگرسیون اول Ln_EI_total	Cons	-۰,۷۵۸۷۴۹	-۰,۳۰	۰,۷۶۷
	Ln_Pr_e	-۰,۶۰۸۰۳۸۴	-۴,۹۰	۰,۰۰۰
	Ln_R_D	۰,۰۷۸۳۰۱۶	۲,۲۱	۰,۰۲۷
	Ln_OWN	-۰,۷۶۷۵	-۹,۳۴	۰,۰۰۰
	Ln_HHI	-۰,۳۳۳	-۵,۷۹	۰,۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۳) بیانگر میزان اثرگذاری عوامل بر شدت انرژی کل است. مطابق نتایج جدول فوق، مقادیر مربوط به ضریب ثابت معادله معنادار نیست و معادله اول بدون عرض از مبدأ برآورد می‌شود. وجود علامت منفی در مقابل قیمت نسبی انرژی، نشان‌دهنده این است که با افزایش قیمت انرژی، کارگاه‌های صنعتی انرژی‌بر اقدام به

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

افزایش بهره‌وری می‌کنند و سعی دارند که هر واحد ستانده را با مصرف انرژی کمتری تولید کنند که باعث کاهش شدت انرژی می‌شود.

ضریب هزینه تحقیق و توسعه رابطه مثبتی با شدت انرژی دارد و نشان‌دهنده این است که افزایش هزینه تحقیق و توسعه، سبب افزایش شدت انرژی می‌شود که این موضوع با تئوری‌های نظری تناقض دارد. چراکه انتظار می‌رود با افزایش تحقیق و توسعه، شدت انرژی کاهش یابد. این امر می‌تواند به این دلیل باشد که هزینه‌های تحقیق و توسعه بنگاه، به‌دلیل پایین بودن قیمت انرژی، لزوماً صرف بهبود فرآیند تولید و بهره‌وری انرژی نشده، بلکه ممکن است صرف تولید محصولات جدید و متمایز و یا افزایش بهره‌وری سایر عوامل تولید شده باشد. هم‌چنین نسبت متوسط هزینه تحقیق و توسعه به ارزش‌افزوده طی سال‌های مورد بررسی، بسیار پایین است که خود می‌تواند دلیلی بر عدم تأثیر بر شدت انرژی صنایع باشد.

ضریب منفی ساختار مالکیت نشان می‌دهد هرچه تعداد بنگاه‌هایی که با مالکیت خصوصی اداره می‌شوند در یک صنعت بیشتر شود، از شدت انرژی آن صنعت کاسته می‌شود که این قضیه با انتظار ما مطابقت دارد.

وجود علامت منفی ضریب متغیر تمرکز صنعتی نشان از این دارد که این شاخص رابطه‌ای معکوس با شدت انرژی دارد و افزایشی یک درصدی در تمرکز صنعتی سبب کاهش ۰,۳۳ درصدی شدت انرژی کل می‌گردد. در حقیقت، این بدان معنی است که شدت انرژی با افزایش مقیاس کاهش خواهد یافت.

جدول ۴. نتایج برآورد رگرسیون معادله (۱۳) صنایع انرژی‌بر

	متغیر توضیحی	ضرایب آزمون	آماره t	احتمال (p-value)
رگرسیون دوم Ln_EI_ng	cons	۲۳,۸۵۱۴۴	۱۰,۶۶	۰,۰۰۰
	Ln_Pr_ng	۰,۳۹۹۴۲۵۹	۲,۴۳	۰,۰۱۵
	Ln_Pr_el	۰,۱۴۲۲۴۷۸	۰,۹۲	۰,۳۵۶
	Ln_Pr_o	-۰,۱۰۵۴۷۱۳	-۱,۸۱	۰,۰۷
	Ln_R_D	۰,۵۰۳۸۸۴۳	۷,۹۹	۰,۰۰۰
	Ln_OWN	-۰,۷۳۷۴۹۷۳	-۷,۷۱	۰,۰۰۰
	Ln_HHI	-۰,۱۴۱۱۳۲۹	-۲,۵۲	۰,۰۱۲

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

میزان توضیح‌دهندگی عوامل مؤثر بر شدن انرژی گاز طبیعی در جدول (۴) مشخص شده است. طبق این تخمین، ضریب متغیر قیمت نسبی گاز طبیعی معنادار و مثبت است. در این‌جا برخلاف انتظار ما، افزایش قیمت گاز طبیعی نتوانسته منجر به کاهش شدت انرژی گاز طبیعی شود و شدت انرژی گاز طبیعی حتی با افزایش قیمت آن روندی صعودی دارد که می‌تواند ناشی از این باشد که طبق داده‌های موجود در صنایع انرژی‌بر، میانگین مصرف گاز طبیعی بیشترین سهم را در میان سایر حامل‌های انرژی دارد و طی دوره موردبررسی میانگین مصرف آن با شیب تندی همواره درحال افزایش بوده و هم‌چنین قیمت هر واحد گاز طبیعی در مقایسه با سایر حامل‌های انرژی بسیار کمتر و روند افزایش قیمت گاز طبیعی در مقایسه با روند افزایش سایر حامل‌ها طی دوره موردبررسی بسیار کم است و می‌توان گفت که تقریباً قیمت گاز طبیعی افزایش چشم‌گیری نداشته است، درنتیجه افزایش قیمت گاز طبیعی نمی‌تواند باعث کاهش شدت انرژی آن شود و گاز طبیعی حاملی بسیار ارزان برای صنایع محسوب می‌شود. این امر موجب می‌شود که حتی با افزایش قیمت گاز طبیعی هم‌چنان مصرف آن به‌صرفه‌تر از سایر حامل‌های انرژی باشد. همان‌طور که مکیان و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود به این نتیجه رسیده‌اند که در بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۸ دلیل افزایش شدت انرژی ناشی از افزایش قیمت انرژی مصرفی صنایع، قیمت بسیار پایین انواع حامل‌های انرژی و یارانه انرژی و نیز فراوانی نهاده انرژی بوده است که سبب شده سهم هزینه انرژی از کل هزینه تولید ناچیز باشد.

محمودپور و همکاران (۱۳۹۵) نیز طی تحقیقی دریافتند که پرداخت یارانه گاز به صنایع سبب کاهش غیرواقعی قیمت گاز شده و در نتیجه صنایع خصوصاً صنایع انرژی‌بر انگیزه‌ای برای استفاده از فناوری‌های بهتر برای کاهش شدت انرژی ندارند. صدرزاده مقدم و همکاران (۱۳۹۲) معتقدند که به‌سبب وجود یارانه‌های انرژی و سوبسیدهای موجود، انرژی با قیمت نسبتاً پایینی در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌گیرد و درنتیجه تغییر در قیمت حامل‌های انرژی نمی‌تواند تأثیر چشم‌گیری روی مصرف انرژی در بخش صنعت داشته باشد. آن‌ها هم‌چنین کشش قیمتی نهاده گاز طبیعی را مثبت ارزیابی کرده‌اند که علت آن اجرای دیرهنگام قیمت‌گذاری گاز طبیعی نسبت به سایر نهاده‌ها می‌باشد. دلیل دیگر وجود کشش قیمتی مثبت استفاده بیشتر از گاز طبیعی توسط

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

دولت در بخش صنعت عنوان شده است. ابراهیمی سالاری و قطب الدینیان (۲۰۱۴) نیز با بررسی روند شدت انرژی کشورهای عمده صادرکننده نفت خام، دلیل وجود ارتباط مثبت میان قیمت انرژی با شدت انرژی را این‌گونه تفسیر کرده‌اند که با افزایش قیمت انرژی‌هایی چون نفت خام و گاز طبیعی، درآمد این کشورها بالاتر رفته و در نتیجه مصرف نیز افزایش می‌یابد و هم‌چنین با افزایش قیمت، این کشورها دیگر درصدد بهبود سطح کارایی و بهره‌وری تولید و تجهیزات در جهت کاهش مصرف انرژی نیستند.

ضرایب مربوط به متغیر قیمت برق از لحاظ آماری بی‌معنی می‌باشند که نشان‌دهنده عدم‌تأثیرگذاری قیمت برق بر شدت انرژی گاز طبیعی می‌باشد. ضریب قیمت سایر حامل‌های انرژی از لحاظ آماری در سطح ۱۰ درصد معنادار است و به‌دلیل علامت منفی ضریب رابطه‌ای معکوس میان آن با شدت انرژی گاز طبیعی وجود دارد و با افزایش قیمت سایر حامل‌های انرژی، شدت انرژی گاز طبیعی نیز کاهش می‌یابد، البته این کاهش بسیار ناچیز است و می‌توان آن را درنظر نگرفت.

هزینه تحقیق و توسعه در تمام سطوح از لحاظ آماری معنادار هست، اما مشابه معادله شدت انرژی کل، علامت مثبت ضریب این متغیر، این نتیجه را به‌دنبال دارد که افزایش هزینه تحقیق و توسعه، افزایش شدت انرژی گاز طبیعی را به‌دنبال خواهد داشت. ساختار مالکیت نیز در تمام سطوح معنادار بوده و هرچه مالکیت به سمت خصوصی‌تر پیش رود از شدت انرژی کاسته می‌شود که این قضیه با انتظار ما مطابقت دارد. متغیر تمرکز صنعتی هم همانند ساختار مالکیت، با شدت انرژی رابطه معکوس و هم‌راستا با انتظارات تئوری دارد.

جدول ۵. نتایج برآورد رگرسیون معادله (۱۴) صنایع انرژی‌بر

	متغیر توضیحی	ضرایب آزمون	آماره t	احتمال (p-value)
رگرسیون سوم Ln_EI_el	cons	۲۵,۶۱۱۲	۶,۶۸	۰,۰۰۰
	Ln_Pr_el	-۰,۷۸۰۰۰۶۳	-۲,۹۱	۰,۰۰۴
	Ln_Pr_ng	۱,۰۶۴۱۹۱	۳,۷۷	۰,۰۰۰
	Ln_Pr_o	۰,۱۶۸۵۸۴۲	۱,۷۰	۰,۰۸۸
	Ln_R_D	۰,۲۲۷۹۸۷۸	۲,۱۷	۰,۰۳۰
	Ln_OWN	-۰,۷۵۶۹۴۹	-۴,۹۲	۰,۰۰۰
	Ln_HHI	-۰,۴۹۴۲۶۹۷	-۵,۷۶	۰,۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

ضرایب متغیرهای توضیح‌دهنده معادله شدت انرژی برق در جدول (۵) نشان داده شده است. متغیر توضیحی قیمت نسبی انرژی برق از لحاظ آماری در تمام سطوح معنادار و رابطه‌ای معکوس با شدت انرژی برق دارد که مطابق با انتظارات ما و تئوری‌های نظری است. معناداری و علامت مثبت متغیر قیمت گاز طبیعی، بیانگر وجود رابطه‌ی مستقیم میان قیمت گاز طبیعی و شدت انرژی برق می‌باشد؛ یعنی با افزایش قیمت گاز طبیعی، شدت انرژی برق افزایش و با کاهش آن، شدت انرژی برق نیز کاهش پیدا می‌کند. ضریب متغیر قیمت سایر حامل‌های انرژی نیز معنادار و علامت آن همانند قیمت گاز طبیعی مثبت است که رابطه‌ای مستقیم را میان قیمت سایر حامل‌ها با شدت انرژی برق نشان می‌دهد. گرچه شدت انرژی برق بیشتر تحت تأثیر قیمت گاز طبیعی قرار دارد.

علامت ضریب متغیر هزینه تحقیق و توسعه همانند روابط قبلی مثبت است که خلاف انتظار ما می‌باشد. متغیر ساختار مالکیت رابطه‌ای معکوس با شدت انرژی برق دارد که نشانی بر تأیید انتظارات ما می‌باشد. ضریب تمرکز صنعتی نیز نشان می‌دهد که با افزایش تمرکز صنعتی، شدت انرژی برق کاهش می‌یابد که با انتظارات ما از مدل هم‌خوانی دارد.

جدول ۶. نتایج برآورد رگرسیون معادله (۱۵) صنایع انرژی‌بر

	متغیر توضیحی	ضرایب آزمون	آماره t	احتمال (p-value)
رگرسیون چهارم other Ln_EI_	cons	۱۲,۲۳۰۶۶	۴,۰۷	۰,۰۰۰
	Ln_Pr_o	-۰,۴۶۴۲۴۸۴	-۵,۹۵	۰,۰۰۰
	Ln_Pr_ng	۰,۱۲۵۱۳۶۲	۰,۵۷	۰,۵۶۸
	Ln_Pr_el	۰,۳۸۰۸۴۹۱	۱,۸۸	۰,۰۶۱
	Ln_R_D	-۰,۰۴۴۱۳۱۶	-۰,۵۱	۰,۶۰۹
	Ln_OWN	-۱,۱۰۸۶۴۴	-۸,۲۷	۰,۰۰۰
	Ln_HHI	۰,۶۳۴۹۱۴۳	-۷,۴۲	۰,۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول فوق نیز میزان اثرگذاری عوامل بر شدت انرژی سایر حامل‌های انرژی را مشخص نموده است. قیمت سایر حامل‌های انرژی از لحاظ آماری معنادار و رابطه معکوس با شدت انرژی دارد که منطبق با انتظارات نظری از مدل می‌باشد. قیمت گاز

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

طبیعی از لحاظ آماری معنادار و قابل قبول نیست و نشان‌دهنده این است که قیمت گاز طبیعی تأثیری بر شدت انرژی سایر حامل‌ها ندارد. قیمت برق در سطح ۱۰ درصد معنادار است و نشان‌دهنده وجود یک رابطه مستقیم میان آن با شدت انرژی سایر حامل‌ها می‌باشد به‌گونه‌ای که با افزایش (کاهش) قیمت برق شدت انرژی سایر حامل‌ها نیز افزایش (کاهش) می‌یابد. ضریب متغیر هزینه تحقیق و توسعه از لحاظ آماری معنادار و قابل قبول نیست و درنتیجه بر روی شدت انرژی سایر حامل‌ها تأثیرگذار نمی‌باشد. متغیرهای توضیحی ساختار مالکیت و تمرکز صنعتی نیز از لحاظ آماری معنادار و علامت منفی دارند. هردوی این متغیرها رابطه معکوس با شدت انرژی سایر حامل‌ها دارند و مورد تأیید واقع هستند.

شدت انرژی در صنایع غیرانرژی‌بر

باتوجه به معادلات ۱۲ تا ۱۵ نتایج برآورد شدت انرژی طی دوره ۱۳۹۲-۱۳۸۴ به تفکیک صنایع غیرانرژی‌بر در جداول ۷ تا ۱۱ آمده است.

جدول ۷. نتایج برآورد معادلات به‌ظاهر نامرتبط صنایع غیرانرژی‌بر

معادله رگرسیونی	تعداد مشاهدات	تعداد پارامترهای مستقل	آماره R^2	احتمال
Ln_EI_total	۵۴	۴	۰,۵۹۱۷	۰,۰۰۰۰
Ln_EI_ng	۵۴	۶	۰,۴۷۱۵	۰,۰۰۰۰
Ln_EI_elec	۵۴	۶	۰,۵۸۶۱	۰,۰۰۰۰
Ln_EI_other	۵۴	۶	۰,۶۷۴۱	۰,۰۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

در جدول (۷) آماره R^2 برای هر چهار معادله رگرسیونی از قدرت توضیح‌دهندگی نسبتاً خوبی برخوردار است. هم‌چنین مقدار (p-value) هر چهار معادله صفر است که فرضیه‌ی صفر رد می‌گردد و درنتیجه هر چهار معادله رگرسیونی پیشنهادی معنادار می‌باشند.

در ادامه و طی جداول ۸ تا ۱۱، به ترتیب نتایج تخمین معادلات شدت انرژی کل، شدت انرژی گاز طبیعی، شدت انرژی برق و شدت انرژی سایر حامل‌های انرژی آورده شده است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

جدول ۸. نتایج برآورد رگرسیون معادله (۱۲) صنایع غیرانرژی‌بر

	متغیر توضیحی	ضرایب آزمون	آماره t	احتمال (p-value)
رگرسیون اول Ln_EI_total	cons	۱۰,۲۰۳۶۷	۹,۵۷	۰,۰۰۰
	Ln_Pr_e	-۰,۰۴۳۸۲۵۹	-۰,۸۷	۰,۳۸۳
	Ln_R_D	-۰,۰۱۷۰۷۴۱	-۰,۶۱	۰,۵۴۵
	Ln_OWN	-۰,۴۴۹۸۳۴	-۶,۶۲	۰,۰۰۰
	Ln_HHI	-۰,۲۶۷۹۸۷۳	-۴,۵۹	۰,۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۹. نتایج برآورد رگرسیون معادله (۱۳) صنایع غیرانرژی‌بر

	متغیر توضیحی	ضرایب آزمون	آماره t	احتمال (p-value)
رگرسیون دوم Ln_EI_ng	cons	۸,۷۷۲۱۹۲	۷,۹۲	۰,۰۰۰
	Ln_Pr_ng	-۰,۰۷۵۹۴۹۷	-۰,۹۵	۰,۳۴۲
	Ln_Pr_el	-۰,۱۲۲۶۹۱۱	-۱,۲۴	۰,۲۱۳
	Ln_Pr_o	۰,۱۵۱۱۰۷۸	۲,۱۷	۰,۰۳۰
	Ln_R_D	-۰,۰۱۶۶۱۴	-۰,۳۶	۰,۷۲
	Ln_OWN	-۰,۴۱۳۲۸۰۷	-۵,۳۲	۰,۰۰۰
	Ln_HHI	-۰,۲۲۲۵۲۵۹	-۳,۳۵	۰,۰۰۱

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۰. نتایج برآورد رگرسیون معادله (۱۴) صنایع غیرانرژی‌بر

	متغیر توضیحی	ضرایب آزمون	آماره t	احتمال (p-value)
رگرسیون سوم Ln_EI_el	cons	۱۱,۲۰۷۹۱	۱۲,۴۶	۰,۰۰۰
	Ln_Pr_el	-۰,۱۶۳۶۷۰۸	-۲,۰۴	۰,۰۴۱
	Ln_Pr_ng	۰,۲۵۹۱۴۵۵	۳,۹۸	۰,۰۰۰
	Ln_Pr_o	-۰,۰۶۶۴۵۴۲	-۱,۱۸	۰,۲۳۹
	Ln_R_D	-۰,۰۲۶۷۷۴۹	-۰,۷۲	۰,۴۷۳
	Ln_OWN	-۰,۳۴۴۲۵۷۳	-۵,۵۵	۰,۰۰۰
	Ln_HHI	-۰,۳۱۴۶۸۹۷	-۵,۹۵	۰,۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

جدول ۱۱. نتایج برآورد رگرسیون معادله (۱۵) صنایع غیرانرژی‌بر

	متغیر توضیحی	ضرایب آزمون	آماره t	احتمال (p-value)
رگرسیون چهارم Ln_EI_other	cons	۱۱,۱۸۸۲۷	۷,۹۴	۰,۰۰۰
	Ln_Pr_o	-۰,۱۴۲۰۶۴۸	-۱,۶۱	۰,۱۰۷
	Ln_Pr_ng	-۰,۲۰۷۹۸۷۵	-۲,۰۳	۰,۰۴۲
	Ln_Pr_el	۰,۴۲۲۸۱۹۷	۳,۳۵	۰,۰۰۱
	Ln_R_D	۰,۰۰۱۱۹۳	۰,۰۲	۰,۹۸۳
	Ln_OWN	-۰,۷۷۷۳۸۶۳	-۸,۳۴	۰,۰۰۰
	Ln_HHI	-۰,۳۴۰۸۱۹۱	-۴,۲۹	۰,۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

باتوجه به نتایج برآورد مجموعه معادلات رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط برای صنایع غیرانرژی‌بر، مقادیر مربوط به ضرایب ثابت معادلات، همگی از لحاظ آماری معنادار و درنتیجه تمام معادلات با عرض‌ازمبدا برآورد می‌شوند.

در تمامی معادلات به‌جز معادله شدت انرژی برق، ضرایب مربوط به قیمت نسبی حامل انرژی در معادله مربوط به‌شدت انرژی همان حامل از لحاظ آماری معنادار گزارش نشده که بدین معنی است که شدت انرژی حاملی معین از قیمت نسبی همان حامل تأثیرپذیر نیست و تنها حامل برق است که قیمت آن بر شدت انرژی آن تأثیر می‌گذارد و رابطه‌ای معکوس، در جهت انتظارات ما، با یکدیگر دارند. قیمت نسبی حامل برق در معادله شدت انرژی گاز طبیعی از لحاظ آماری معنادار نشده و نشان از عدم‌تأثیرگذاری قیمت برق بر روی شدت انرژی گاز طبیعی دارد؛ اما قیمت نسبی برق در معادله شدت انرژی سایر حامل‌های انرژی از لحاظ آماری در تمام سطوح معنادار است و رابطه‌ای مستقیم با شدت انرژی سایر حامل‌ها دارد.

در معادلات شدت انرژی برق و سایر حامل‌ها، ضریب قیمت نسبی گاز طبیعی از لحاظ آماری معنادار است. قیمت نسبی گاز طبیعی با شدت انرژی برق رابطه مستقیم دارد، اما رابطه قیمت نسبی گاز طبیعی با شدت انرژی سایر حامل‌ها معکوس و خلاف انتظار می‌باشد. ضریب قیمت نسبی سایر حامل‌ها در معادله شدت انرژی برق معنادار نیست اما ضریب آن در معادله شدت انرژی گاز طبیعی در سطح ۵ درصد معنادار است

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

و قیمت نسبی سایر حامل‌ها با شدت انرژی گاز طبیعی رابطه‌ای مستقیم و در جهت انتظار را نشان می‌دهد.

ضریب هزینه تحقیق و توسعه در هیچ‌کدام از معادلات چهارگانه از لحاظ آماری معنادار مشاهده نشده است و نشان از تأثیرگذار نبودن هزینه تحقیق و توسعه بر شدت انرژی می‌باشد. البته این نتیجه، به‌دلیل سهم بسیار ناچیز این متغیر در صنایع غیرانرژی‌بر و لحاظ نکردن متغیرهای تأثیرگذار دیگر دور از انتظار نیست. متغیر ساختار مالکیت در تمام معادلات از لحاظ آماری معنادار و رابطه‌ای معکوس با شدت انرژی دارد. به این معنا که با افزایش مالکیت خصوصی شدت انرژی صنایع غیرانرژی‌بر با کاهش مواجه می‌شود که مطابق با تئوری‌های نظری است. تمرکز صنعتی در همه معادلات از لحاظ آماری معنادار مشاهده شده و با افزایش تمرکز صنعتی، یعنی حرکت به‌سوی انحصار، شدت انرژی کاهش پیدا می‌کند که هم‌جهت با نظریه افزایش کارایی مقیاس است.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

شناسایی عوامل مؤثر بر کاهش شدت انرژی در صنعت ایران باهدف صرفه‌جویی در مصرف انرژی و رسیدن به سطح استانداردهای جهانی از اهمیت و ضرورت بسیار زیادی در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌های کشور برخوردار است. در این پژوهش تأثیر عواملی چون ساختار مالکیت، تمرکز صنعتی، هزینه تحقیق و توسعه و قیمت حامل‌های انرژی بر کاهش شدت انرژی کارگاه‌های صنعتی ایران مورد تحقیق و بررسی قرارگرفت. بر اساس نتایج کسب‌شده از این پژوهش و از مقایسه دو گروه صنایع انرژی‌بر و غیر انرژی‌بر، به خوبی اثرگذاری اهمیت قیمت انرژی بر شدت انرژی در صنایع انرژی‌بر نمایان شده است. هزینه‌های تحقیق و توسعه، اما اثر قابل توجهی بر کاهش شدت انرژی در هر دو گروه صنایع انرژی‌بر و غیرانرژی‌بر نداشته است.

اما نتیجه مهم استخراج شده از این مطالعه آن است که ضرایب متغیرهای ساختار مالکیت و تمرکز صنعتی در هر دو گروه صنایع، اثری منفی بر شدت انرژی دارند؛ بدین معنی که با افزایش مالکیت خصوصی و نیز افزایش تمرکز صنعت، شدت انرژی کاهش خواهد یافت. البته مقدار این کاهش در صنایع انرژی‌بر بیشتر می‌باشد. در واقع نتایج

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

استخراج شده نشان می‌دهد در حالی‌که مالکیت خصوصی می‌تواند منجر به کاهش شدت انرژی و در نتیجه بهره‌وری بیشتر انرژی شود، افزایش رقابت می‌تواند اثری عکس بر شدت انرژی داشته باشد. هر چند این مطالعه به هیچ وجه توصیه نمی‌نماید که به‌منظور کاهش شدت انرژی، شرایط رقابتی را در صنایع کاهش کاهش یابد، چرا که عوامل و متغیرهای اقتصادی متعدد دیگری بر/ از این سیاست مؤثر و متأثر خواهد بود.

منابع

ابراهیمی سالاری، تقی و قطب‌الدینیان یزد، یاسمین (۲۰۱۴). تحلیلی از روند شدت مصرف انرژی در کشورهای عمده صادرکننده نفت خام (طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰)، *سومین کنفرانس بین‌المللی ایتک/ رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی.*

ابراهیمی، محسن، ممی‌پور، سیاب و بنی مشهدی علی، میلاد (۱۳۹۸). بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی با تأکید بر اثر شکست ساختاری در ایران، *فصل‌نامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، ۱۹*(۲)، ۱۰۷-۸۷.

آرمن، سیدعزیز و تقی‌زاده، سمیرا (۱۳۹۲). بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران، *فصل‌نامه اقتصاد انرژی ایران*، ۲(۸)، ۲۰-۱.

بهبودی، داود، اصلانی نیا، نسیم میهن و سجودی، سکینه (۱۳۸۹). تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی, ۷(۲۶), ۱۳۰-۱۰۵.

رحیمی غلامعلی، خادم فاضله و شهیکی تاش محمد نبی (۱۳۹۳). برآورد تابع تقاضای حامل‌های انرژی در صنایع انرژی‌بر ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۰ (۴۰): ۱۷۲-۱۴۹.

صادقی، سید کمال و سجودی، سکینه (۱۳۹۰). مطالعه عوامل مؤثر بر شدت انرژی در بنگاه‌های صنعتی ایران، *فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۸*(۲۹)، ۱۸۰-۱۶۳.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

صدرزاده مقدم، سعید، صادقی، زین‌العابدین و قدس‌الهی، احمد (۱۳۹۲). تخمین تابع تقاضای انرژی و کشش قیمتی و جانشینی نهاده‌ها در بخش صنعت: رگرسیون معادلات به‌ظاهر نامرتبط SUR، *فصل‌نامه اقتصاد محیط‌زیست و انرژی*، ۲ (۶)، ۱۲۷-۱۰۷.

محمودپور، کامران، سلیمانی، میلاد و سیستانی بدوئی، یاسر (۱۳۹۵). تأثیر هدفمندی یارانه‌ها بر شدت انرژی در صنعت ایران، *فصل‌نامه سیاست‌های راهبردی و کلان*، ۴ (۱۴)، ۹۱-۱۲۴.

مکیان، سید نظام‌الدین، نوروزی، علی، کاظمی، ابوطالب، شهیکی تاش، محمدنبی و زنگی آبادی، پروانه (۱۳۹۴). ارزیابی شدت انرژی و اثر تکنولوژی تولید بر کارایی تقاضای صنعتی انرژی (مورد ایران)، *پژوهش‌نامه اقتصاد انرژی ایران*، ۴ (۱۶)، ۲۴۲-۲۰۹.

موسویان، سید مهدی، تکانلو کریمی، زهرا، صادقی، سید کمال و پور عبادالهان کویچ، محسن (۱۳۹۷). بررسی اثر مخارج دولت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران: رویکرد اقتصادسنجی فضایی، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۷ (۲۸)، ۱۸۴-۱۵۷.

Ang, B. W. , & Goh, T. (2018). Bridging the gap between energy-to-GDP ratio and composite energy intensity index. *Energy policy*, *119*, 105-112.

Filipović, S., Verbič, M., & Radovanović, M. (2015). Determinants of energy intensity in the European Union: A panel data analysis. *Energy*, *92*, 547-555.

Fisher-Vanden, K., Hu, Y., Jefferson, G., Rock, M., & Toman, M. (2016). Factors influencing energy intensity in four Chinese industries. *The Energy Journal*, *37*(China Special Issue).

Fisher-Vanden, K., Jefferson, G. H., Liu, H., & Tao, Q. (2004). What is driving China's decline in energy intensity? *Resource and Energy economics*, *26*(1), 77-97.

Huang, J., Zheng, X., Wang, A., & Cai, X. (2019). Convergence analysis of China's energy intensity at the industrial sector level. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(8), 7730-7742.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

Irawan, T., Hartono, D., & Achsani, N. A. (2010). An analysis of energy intensity in Indonesian manufacturing. *Working Paper in Economics and Development Studies, No. 201007*.

Lin, B., & Du, Z. (2017). Promoting energy conservation in China's metallurgy industry. *Energy Policy*, *104*, 285-294.

Lin, B., Wu, Y., & Zhang, L. (2011). Estimates of the potential for energy conservation in the Chinese steel industry. *Energy Policy*, *39*(6), 3680-3689.

Liu, K., Bai, H., Wang, J., & Lin, B. (2018). How to reduce energy intensity in China's heavy industry-Evidence from a seemingly uncorrelated regression. *Journal of cleaner production*, *180,708-715*

Ma, H., Oxley, L., Gibson, J., & Kim, B. (2008). China's energy economy: Technical change, factor demand and interfactor/interfuel substitution. *Energy Economics*, *30*(5), 2167-2183.

Shen, X., Lin, B., & Wu, W. (2019). R&D Efforts, Total Factor Productivity, and the Energy Intensity in China. *Emerging Markets Finance and Trade*, *55*(11), 2566-2588.

Tan, R., & Lin, B. (2018). What factors lead to the decline of energy intensity in China's energy intensive industries? Energy Economics, 71, 213-221.

Wurlod, J. D., & Noailly, J. (2018). The impact of green innovation on energy intensity: An empirical analysis for 14 industrial sectors in OECD countries. *Energy Economics*, *71*, 47-61.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]

Energy Intensity, Ownership Structure and Industrial Concentration in Iran's Manufacturing Industries

Mehdi Fadaee*
Institute for Management and Planning Studies, Tehran, Iran
m.fadaee@imps.ac.ir

Shahla Veisi
Institute for Management and Planning Studies, Tehran, Iran,
shahla_veisi1993@yahoo.com
Received: 2021/01/21 Accepted: 2021/05/09

Abstract

In recent years, attention to the importance of optimal energy consumption has significantly increased. Meanwhile, the manufacturing sector is one of the most energy consuming sectors and its energy intensity index has always been high. In this study, we use a seemingly unrelated regression estimator to estimate factors that affect energy intensity in manufacturing industries with ten or more employees in Iran. We compare energy-based industries and non-energy-based industries. The results of this study show that while energy prices are inversely related to energy intensity in both groups of industries, the effect of rising energy prices on reducing energy intensity in energy-intensive industries is much greater. The ownership structure and industrial concentration are also inversely related to the energy intensity of industry. More privatization and increased industrial concentration will reduce energy intensity, especially in the energy-based industries. The effect of research and development costs on energy intensity was either not significant or, contrary to expectations, was directly related to energy intensity.

JEL Classification: O13, Q47, C33

Keywords: Energy intensity, Manufacturing industries, Seemingly unrelated regression, Cobb-Douglas cost function, Energy-intensive industries

*. Corresponding Author

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-09-09]