فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی

سال دوم/ شماره ۳/ تابستان ۱۳۹۵/ صفحات ۱۶۸-۱۳۳

تأثیر ساختار صنعتی بر شدت مصرف انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران

سهراب دل‌انگیزان

استادیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی

sohrabdelangizan@gmail.com

الهام رضائی

دانشجوی دکتری علوم اقتصادی دانشگاه رازی

Elhamrezaei130@gmail.com

سحر بهاری‌پور

کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه رازی

Sbaharipour88@gmail.com

ارتقاء رشد و بهره‌وری، شدت مصرف انرژی را کاهش خواهد داد. در ادبیات توسعه صنعتی، تغییرات ساختاری با انتقال عوامل از بخش‌های با بهره‌وری پایین به سمت بخش‌های با بهره‌وری بالا، می‌تواند برسرعت رشد بیافزاید. یکی از عوامل اصلی تغییر ساختاری، ساختار صنعتی است. از این رو در این تحقیق سعی شده است عوامل مؤثر بر ساختار صنعتی (عوامل مؤثر بر ساختار تقاضا، عوامل مؤثر بر ساختار عرضه و عوامل مؤثر بر سازمان) شناسایی شود و تأثیر هر یک از این عوامل بر میزان شدت مصرف انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. نتایج حاکی از اثر مثبت هزینه تحقیق و توسعه داخلی، قیمت نهاده نیروی کار و قیمت نهاده انرژی و اثر منفی سرمایه انسانی، تعداد نیروی کار، انباشت سرمایه فیزیکی و سهم مالکیت خصوصی بر شدت مصرف انرژی است. همچنین در این تحقیق ضریب تأثیر متغیر درجه باز بودن تجاری بی‌معنی شده است.

واژه‌های کلیدی: ساختار صنعتی، عوامل مؤثر بر ساختار صنعتی، شدت انرژی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۳

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

۱. مقدمه

انرژی در دنیای امروزی، دارای جایگاه و اهمیت ویژه‌ای برای همه‌ی کشورهای جهان می‌باشد. به تبع آن نیز یافتن روند مصرف انرژی در کشورهای مختلف برای بسیاری از برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و سیاسی دارای اهمیت می‌باشد. از سویی دیگر تغییرات قیمت انرژی در طی سال‌های اخیر تأثیر به‌سزایی بر میزان مصرف انرژی در کشورهای مختلف داشته است. کشورها امروزه به دنبال یافتن راهی در جهت کاهش مصرف انرژی و یا به عبارت بهتر کاهش شدت مصرف انرژی در کشورهایشان هستند. برای تحقق این هدف نیز باید کارایی کالاهای انرژی بر را در کشورهایشان افزایش دهند.

با توجه به حساسیت‌های اجتماعی و اقتصادی در مورد استفاده بی‌رویه از انرژی در سال‌های اخیر به دلیل آلودگی، افزایش دمای کره زمین، وابستگی کشورهای واردکننده نفت به کشورهای صادرکننده انرژی و محدود بودن منابع تجدید ناپذیر، کشورها به دنبال راهکارهایی جهت بهینه‌سازی در تولید و مصرف انرژی بوده و ترجیح می‌دهند جهت کسب تولید ناخالص داخلی مشخص، انرژی کمتری مصرف نمایند و به عبارتی شدت انرژی خود را کاهش دهند.

تقلیل شدت مصرف انرژی از آمال و اهداف توسعه‌ای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی هر کشوری تلقی می‌شود و نیل به این اهداف جز با شناخت عوامل تعیین‌کننده آن و ارائه راهکارهای مدبرانه میسر نمی‌گردد (کلولند[1] ۸۹۲: ۱۹۸۴).

ایران یکی از مهمترین بازیگران انرژی دنیاست. اما آمار و ارقام نشان از عدم استفاده کارا از منابع انرژی و استفاده بیش از حد از این منابع خدادادی دارد. براساس بررسی سازمان بهره‌وری انرژی ایران، شاخص شدت مصرف انرژی ایران از بسیاری از کشورهای جهان از جمله ژاپن،

1. Cleveland

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

کشورهای اروپایی، آمریکا و حتی برخی از کشورهای جهان سوم نیز بیشتر است (سازمان بهره‌وری انرژی ایران ۱۳۸۸).

عوامل اصلی اثرگذار بر روی شاخص شدت انرژی را می‌توان در دو گروه جای داد. نخست سطح توسعه انسانی و یا سبک زندگی که در صورت پایین بودن این شاخص‌ها، منجر به افزایش شدت انرژی خواهد گردید و دوم پیشرفت تکنولوژی‌های افزایش دهنده‌ی کارایی انرژی که منجر به کاهش شاخص شدت انرژی خواهد گردید.

همچنین صنعتی شدن موتور توسعه اقتصادی و مهم‌ترین نیروی محرک تغییرات فنی است. در فرآیند رشد و توسعه اقتصادی، ساختار تولید نیز تغییر می‌نماید. بخش صنعت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصاد، به شدت وابسته به انرژی می‌باشد، عامل انرژی از مهم‌ترین عوامل تولید و نیرو محرکه اصلی در تولیدات صنایع مختلف می‌باشد و به همین دلیل این بخش سهم بالایی در میزان شدت مصرف انرژی دارد. با این‌که افزایش تولیدات صنایع یکی از مهم‌ترین علل افزایش مصرف انرژی و به دنبال آن افزایش شدت مصرف انرژی می‌باشد، اما از این مسئله نمی‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که به منظور کنترل شدت مصرف انرژی باید تولیدات صنایع کاهش یابد، چرا که این کار منافی هدف رشد اقتصادی است که بوسیله افزایش تولیدات صورت می‌گیرد. از این‌رو، به منظور یافتن راهکار مناسب می‌بایست بر تغییرات ساختاری در زیربخش‌های صنعتی تمرکز نمود، بدین معنی که تغییر در سهم تولیدات بخش‌های مختلف صنعتی که می‌تواند نقش به‌سزایی در تغییرات شدت مصرف انرژی داشته باشد، مورد توجه قرار گیرد. دلیل این مسئله در آن است که سهم انرژی برای هر واحد تولید در بخش‌های مختلف صنایع متفاوت از یکدیگر می‌باشد.

از طرف دیگر قیمت پایین انرژی و استفاده ناصحیح از آن باعث شده است تا شدت مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران از جمله صنعت همواره بالاتر از میانگین جهانی باشد. بالا بودن شدت مصرف انرژی در تولید محصولات صنعتی پدیده‌ای است که کشورهای در حال توسعه از جمله ایران با آن روبرو هستند. محققان برای این‌که درک بهتری از رفتار صرفه‌جویی انرژی داشته‌باشند به بررسی عوامل مؤثر بر میزان شدت انرژی به خصوص در بخش‌های پرتقاضا و با

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

پتانسیل‌های لازم برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، پرداخته‌اند تا با اعمال سیاست‌های مناسب، میزان آن را کنترل کنند.

با توجه به مبانی بیان شده در خصوص ارتباط ساختار صنعتی و میزان شدت مصرف انرژی و اهمیت نقش بخش صنعت در توسعه اقتصادی کشورهای در حال توسعه، هدف این تحقیق شناسایی ارتباطات ساختار صنعتی و میزان شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران است. بنابراین سؤال این تحقیق این است که در ایران ارتباطات بین بین تأثیرگذاری ساختار صنعتی و شدت مصرف انرژی در صنایع کارخانه‌ای به چه صورت می‌باشد جهت یافتن پاسخ این سؤال در این تحقیق از داده‌های سطح صنایع کارخانه‌ای ایران همچون تعداد نیروی کار، انباشت سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی، هزینه‌های تحقیق و توسعه، درجه باز بودن تجاری و سهم مالکیت به عنوان عوامل مؤثر بر ساختار صنعتی (متغیرهای توضیحی) و میزان شدت مصرف انرژی به عنوان متغیر وابسته استفاده شده است و به طوری که این داده‌ها از طریق آمار منتشر شده توسط مرکز آمار ایران، طی سال‌های (۱۳۹۰-۱۳۷۵) تهیه شده است.

مقاله حاضر به صورت زیر تدوین شده است: ابتدا پژوهش‌های تجربی پیشین به صورت اجمالی بیان می‌شود. سپس مبانی نظری و ادبیات موضوع مرور می‌گردد. در ادامه شدت مصرف انرژی در بخش صنعت، با استفاده از شواهد آماری بررسی می‌شود. در پایان مدل ترسیم و نتایج تجربی بیان می‌گردد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

۲. پیشینه و ادبیات نظری تحقیق

۲-۱. پیشینه

از میان مطالعات تجربی که به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی پرداخته‌اند، می‌توان به مطالعات زیر اشاره نمود.

گارباکیو و همکاران[1] (۱۹۹۹)، در مقاله خود با عنوان «چرا نسبت انرژی خروجی در چین کاهش یافته است؟» با استفاده از جدول داده- ستانده به تجزیه کاهش مصرف انرژی به تغییرات فنی و انواع مختلف تغییرات ساختاری، از جمله تغییر در مقدار و نوع صادرات و واردات پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که تغییرات تکنولوژیکی و تغییر ساختار تقاضای نهایی عوامل اصلی تأثیرگذار بر شدت انرژی چین هستند. و همچنین تغییرات ساختاری مصرف انرژی را افزایش می‌دهند.

ژانگ[2] (۲۰۰۳)، دلیل کاهش شدت انرژی در صنایع چین در دهه ۱۹۹۰ را با استفاده از روش مجزاسازی بررسی کرده است. نتایج مجزاسازی برای صنایع چین نشانگر این است که عامل اصلی در کاهش مصرف انرژی صنعتی در دهه ۱۹۹۰ کاهش در شدت انرژی واقعی بود و این نشان می‌دهد که روند کاهشی شدت انرژی واقعی در دهه ۱۹۸۰، در دهه ۱۹۹۰ نیز ادامه داشته است.

شی و پولنسک[3] (۲۰۰۵)، با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری، آثار قیمت حامل‌های انرژی را بر شدت انرژی در چین، در دوره زمانی (۲۰۰۲-۱۹۸۰) مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که قیمت انرژی، بر شدت انرژی تأثیر منفی دارد، در حالی که قیمت سایر نهاده‌ها وGDP، تأثیر مثبت بر شدت انرژی دارد.

1. Richard F. Garbaccio et all
2. Zhong
3. Shi & Polenske

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

وینگ[1] (۲۰۰۸)، در بررسی رفتار شدت انرژی در ایالات متحده آمریکا نشان داد که افزایش قیمت انرژی، عامل مهمی در کاهش شدت انرژی این کشور بوده، در حالی که فناوری تأثیر مهمی در کاهش شدت انرژی نداشته است.

لیو و هان[2] (۲۰۰۸)، در مقاله خود عوامل تعیین‌کننده شدت تراکم انرژی توجه به تجارت درون صنعت، الکترونیک صنعتی و برنامه‌های کاربردی ۲۰۰۸، که نشان‌دهنده‌ی اثر منفی نسبت موجودی سرمایه به نیروی کار و نسبت تجارت خارجی به GDP به عنوان شاخص تکنولوژی بر شدت انرژی در کشور چین می‌باشد. همچنین نتایج این مطالعه نشان‌دهنده‌ی اثر مثبت شاخص قیمت تولیدکننده (عنوان معیاری برای قیمت سایر نهاده‌های تولید) بر شدت انرژی در این کشور می‌باشد.

جیان و همکاران[3] (۲۰۰۹)، در مقاله‌ای تحت عنوان «چرا شدت انرژی چین در نوسان است؟» به بررسی انحرافات قیمتی انرژی‌های مختلف، تغییر ساختار انرژی، ساختار تقاضای نهایی و فنی و تأثیر آن بر شدت انرژی در چین، براساس روش تجزیه و تحلیل داده- ستانده پرداخته‌اند. این مقاله سه نتیجه را دربرداشته: نخست این‌که بهینه‌سازی قیمت‌های نسبی انواع مختلف انرژی از مهم‌ترین مکانیزم‌های قیمت‌گذاری است، زمانیکه شدت مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. دوم، نسبت سهم مصرف نفت عاملی محدودکننده است که به تغییر شدت مصرف انرژی منجر می‌شود. سوم نوسانات شدت انرژی عمدتاً به دلیل پیشرفت‌های تکنولوژیکی و تغییر در ساختار صنعتی است.

لین و همکاران[4] (۲۰۰۹) به تحلیل اثر جمعیت، سطح شهرنشینی، GDP سرانه، سطح صنعتی شدن (سهم ارزش افزوده بخش صنعت از GDP) و شدت انرژی بر اثرات زیست‌محیطی کشور چین بین سال‌های (۲۰۰۶-۱۹۷۸) پرداختند. تحلیل‌ها نشان می‌دهد درآمد سرانه و جمعیت بالاترین تأثیر را بر محیط زیست دارد و اثرات سطح شهرنشینی، سطح صنعتی شدن و شهرنشینی بر محیط زیست

1. Wing
2 . Liu and Han
3. Jian Chai et ell
4. Lin et all

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

معنی‌دار می‌باشد. در این مقاله نتیجه‌گیری شده است که محدودسازی رشد جمعیت مؤثرترین روش برای کاهش اثرات تخریب محیط زیست در چین می‌باشد.

ساهو و همکاران[1] (۲۰۱۰)، به تجزیه‌ی مصرف انرژی فعالیت‌های تولیدی- صنعتی هند، با رویکرد شدت انرژی طی دوره (۲۰۰۷-۱۹۹۱) پرداخته‌اند. در این بررسی توجه بیشتر به روش پارامتریک عمومی دویژیا[2] بوده و نتایج حاکی از آن است که تغییرات شدت انرژی بخشی نقش مهمی را در نوسانات شدت انرژی کل در صنایع تولیدی هند نسبت به تغییرات ساختار تولیدی فعالیت‌ها بازی می‌کند.

هامیت‌هاگار[3] (۲۰۱۱)، به بررسی رابطه بلندمدت و همچنین رابطه علی میان انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی و رشد اقتصادی برای بخش صنعت کانادا، در دوره (۲۰۰۷-۱۹۹۰) پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مصرف انرژی اثر مثبت و معنی‌داری روی انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد، همچنین وی فرضیه منحنی کوزنتس را برای بخش صنعت کانادا، مورد تأیید قرار می‌دهد. نتایج آزمون علیت حاکی از رابطه علی یک‌طرفه از مصرف انرژی به انتشار گازهای گلخانه‌ای و نیز از رشد اقتصادی به مصرف انرژی است.

زیرمای[4] (۲۰۱۱)، به بررسی صنعتی شدن به عنوان موتور رشد در کشورهای در حال توسعه در دوره زمانی(۲۰۰۵-۱۹۵۰) پرداخته است و داده‌های جدید تغییرات ساختاری در یک نمونه از ۶۷ کشور در حال توسعه و ۲۱ کشور پیشرفته را نشان می‌دهد. با این که شواهد نظری، صنعتی شدن را در

1. Sahu et al

۲. اقتصاددانان برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید دو رویکرد عمده پیشنهاد کرده‌اند که شامل رویکرد پارامتریک و رویکرد ناپارامتریک است. در رویکرد پارامتریک یا اقتصادسنجی از طریق تخمین تابع تولید هزینه، درآمد یا بهره‌وری محاسبه می‌شود. در رویکرد ناپارامتریک، روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری بهره‌وری وجود دارد که معروفترین آن‌ها روش عدد شاخص، روش حسابداری رشد و روش تابع فاصله است.

3. Hamit-Haggar

4. Zirmiy

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

کشورهای در حال توسعه برای رشد مهم می‌دانند اما شواهد آماری به طور کامل در این راستا نیستند به خصوص زمانی که عواملی از قبیل شدت سرمایه و بهره‌وری نیروی کار را در نظر نگرفته‌اند.

سادروسکای[1] (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر شهرنشینی و صنعتی شدن بر شدت انرژی در ۷۶ کشور در حال توسعه برای سال‌های (۲۰۱۰-۱۹۸۰) با استفاده از روش پانل پویا پرداخته است. نتایج مطالعه نشان داد در بلندمدت، ۱٪ افزایش در درآمد، شدت انرژی را از ۴۵٪ به ۳۵٪ کاهش می‌دهد. کشش‌های بلندمدت صنعتی شدن بین ۷٪ تا ۱۲٪ بوده و تأثیر شهرنشینی روی شدت انرژی مشخص نیست. در حالتی که ضرایب برآورد شده شهرنشینی از نظر آماری معنادار هستند، ضرایب بزرگ‌تر از یک است.

ژو و همکاران[2] (۲۰۱۳)، با استفاده از داده‌های پانل استانی در دوره (۲۰۰۹-۱۹۹۵) به تجزیه و تحلیل رابطه بین تحولات ساختار صنعتی و انتشار دی‌اکسیدکربن در چین پرداختند، نتایج نشان داد که وقفه مرتبه اول از تعدیل ساختار صنعتی به طور مؤثری تولید گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد، و پیشرفت فنی به تنهایی تأثیری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ندارد. اما به طور غیرمستقیم انتشار آلاینده‌ها را از طریق ارتقاء و بهینه‌سازی صنعتی کاهش می‌دهد. همچنین سطح شهرنشینی به طور قابل توجهی انتشار گازهای گلخانه‌ای را افزایش داده است.

عمادزاده و همکاران (۱۳۸۲)، رابطه تقارن و عدم تقارن شدت انرژی را با قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی در کشورهای عضو OECD در دوره زمانی (۱۹۹۶-۱۹۶۵) مورد تحلیل قرار داده‌اند. نتایج پژوهش مذکور نشان داد که نه تنها پس از افزایش قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی، بلکه حتی زمانی که متغیرهای مزبور کاهش یافته‌اند، شدت انرژی نیز کاهش یافته است و این بدان معنی است که بحران‌های انرژی دهه هفتاد، بستر انقلاب صنعتی نوینی را فراهم کرده که افزایش بهره‌وری و بهینه‌سازی مصرف را پدید آورده است.

1. Sadorsky
2. Zhou et all

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

امینی و یزدی پور (۱۳۸۷)، مهم‌ترین عوامل کمی مؤثر بر بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران طی دوره (۱۳۸۱-۱۳۷۳) را بررسی کرده‌اند. نتایج حاصل از برآورد مدل‌ها، به روش ادغام داده های مقطعی و سری زمانی در سطح کد دو رقمی ISIC، حاکی از آن است که در بین عوامل مورد بررسی، متوسط سرمایه به ازای هر واحد انرژی مصرفی و هزینه واقعی استفاده از سرمایه، بیشترین تأثیر را بر بهره‌وری انرژی داشته‌اند. بعد از آن متوسط نیروی کار به ازای هر واحد انرژی مصرفی، هزینه‌های واقعی استفاده از نیروی‌کار و سهم برق از انرژی مصرفی به عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بهره‌وری انرژی شناخته شده‌اند. نسبت شاغلین با مدرک تحصیلی مهندسی به کل شاغلان تولیدی به عنوان متغیر جانشین فناوری، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر بهره‌وری انرژی داشته است. در این مطالعه، قیمت‌های نسبی حامل‌های انرژی تأثیر معنی‌داری بر بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی نداشته است.

بهبودی و همکاران (۱۳۸۹)، با استفاده از روش‌های تجزیه و ARDL به بررسی شناسایی عوامل مهم مؤثر بر تغییرات شدت انرژی در ایران در دوره زمانی (۱۳۸۵-۱۳۴۵) پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که افزایش شدت انرژی در کشور، در اثر تغییر ساختار فعالیت‌های اقتصادی و نیز کاهش بهره‌وری در بهره‌گیری از انرژی بوده است. همچنین براساس نتایج به دست آمده، یکی از عوامل بسیار تأثیرگذار بر شدت انرژی، قیمت آن است. به طوری که حساسیت شدت انرژی نسبت به قیمت انرژی، بسیار زیاد است.

جهانگرد و تجلی (۱۳۹۰)، با استفاده از روش تجزیه، شدت انرژی‌بری در صنایع کارخانه‌ای ایران را در دوره زمانی (۱۳۸۶-۱۳۷۴) مطالعه نموده‌اند. تجزیه شدت انرژی‌بری به دو اثر ساختاری و اثر شدت بخشی در کل صنعت و صنایع ۹ گانه ایران با استفاده از شاخص لاسپیرز و شاخص میانگین حسابی دیویژیا انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد در کل صنعت، اثر شدت‌بخشی نسبت به اثر ساختاری سهم بیشتری در تغییرات اثر کل دارد. در بیشتر صنایع نیز اثر شدت از اثر ساختار تأثیرگذارتر بوده و در برخی موارد نیز هر دو اثر، مؤثر بوده‌اند. در بیشتر موارد اثر شدت در جهت کاهش شدت انرژی‌بری حرکت نموده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

ناجی میدانی و همکاران (۱۳۹۴)، در مطالعه‌ای، رابطه بین صنعتی شدن و کارایی انـرژی‌بخـش صنعت در ایران، براساس داده‌های سالانه در دوره زمانی (۱۳۸۷-۱۳۶۰) مورد بررسی قرار داده‌اند. و بدین منظور از الگوی خو بازگشت با وقفه‌های تـوزیعی (ARDL) و الگـوی تصـحیح خطـا (ECM) استفاده شده است. نتایج برآورد الگوی پویای بلندمدت، وجـود یـک رابطـه تعـادلی بلندمـدت بـین متغیرهای مدل را نشان می‌دهد. براساس این الگو، صنعتی شدن در ایران، تأثیر منفی و معنی‌داری بـر کارایی انرژی دارد. همچنین تأثیر نسبت موجودی سرمایه و نیز نیروی کار به ازای هر واحد انرژی بر کارایی انرژی مثبت و معنی‌دار است. اما قیمت نسبی انرژی نتوانسته تأثیر معنی‌داری بر کارایی انرژی بگذارد. نتایج آزمون علیت به روش هشیائو نشان‌دهنده این است که یک رابطـه علّـی یـک‌سـویه از سمت صنعتی شدن به کارایی انرژی وجود دارد.

مطالعات دیگر تأثیر صنعتی شدن بر رشد، مصرف انرژی و کارایی انرژی را مـورد مطالعـه قـرار داده‌اند و بیشتر در زمره مطالعات انجام شده در خارج از کشور قرار دارند. نتایج آن‌ها حاکی اسـت صنعت و توسعه صنعتی عامل اصلی رشد اقتصادی و نیز رشد سایر بخش‌هـا اسـت. اگرچـه ممکـن است صنعتی شدن، مصرف بیشتر انرژی را به دنبال داشته باشد، اما توسـعه تکنولـوژی‌هـای پیشـرفته ناشی از آن منجر به بهبود کارایی انرژی خواهد شد.

مطالعه حاضر از نظر نمونه‌ی مورد بررسی و روش‌شناسـی تحقیـق بـا مطالعـات داخلـی تفـاوت عمده داشته و همچنین در این مطالعه علاوه بر تجزیه‌ی شدت انرژی به بررسی عوامل مؤثر برهریک از اجزای تجزیه شده نیز پرداخته می‌شود. همچنین این مطالعه تلاش دارد با معرفی روش‌های نـوین، راه را برای مطالعات تجربی آتی در این حوزه بگشاید. در جدول ۸ (پیوست) خلاصه‌ای از مطالعـات انجام شده ارائه شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

۲-۲. ادبیات و مبانی نظری

اهمیت شدت مصرف انرژی

متغیر بسیار مهم در بین شاخص‌های انرژی، شاخص شدت انرژی است. از آنجایی که قدر مطلق میزان مصرف انرژی در بررسی‌ها نمی‌تواند به خودی خود ملاک درستی برای محاسبه بهره‌وری و آگاهی از الگوهای فرهنگی و مصرفی باشد، شاخصی به نام شدت مصرف انرژی تعریف شده است. شاخص شدت انرژی به مفهوم میزان مصرف انرژی برای مقدار معین تولید کالا یا خدمت است.این شاخص تحت تأثیر عواملی هم چون شرایط آب و هوایی، جغرافیایی و ساختار اقتصادی، ساختار صنعتی هر کشور قرار دارد. در اقتصاد ایران از سال ۱۳۵۰ تا کنون شدت انرژی روند افزایشی داشته و در برخی دوران‌ها فقط از آهنگ رشد آن کاسته شده است که نشان می‌دهد در اقتصاد ایران برای تولید مقدار معینی کالا و خدمت، میزان انرژی به کار گرفته شده افزایش داشته است. همچنین شدت انرژی منعکس‌کننده بهره‌وری استفاده از انرژی در یک اقتصاد، در روند تولید و مصرف تولیدات اقتصادی است. سطح غالب بهره‌وری مصرف انرژی و شدت انرژی نقش مهمی در تعیین سیاست‌ها و استراتژی‌های مربوط به انرژی دارد (Jian et al. , 2009).

علاوه بر این شدت انرژی، معیاری برای اندازه‌گیری و ارزیابی کارایی انرژی در اقتصاد است که نسبت واحدهای انرژی مصرف شده (میلیون بشکه نفت خام) را به ارزش یک واحد تولید (برحسب میلیارد دلار) نشان می‌دهد. شدت انرژی بیشتر، به معنای هزینه یا قیمت بیشتر تبدیل انرژی به تولید ملی است. در مقابل، شدت انرژی کمتر، هزینه یا قیمت کمتر را برای تبدیل انرژی به تولید در اقتصاد نشان می‌دهد. میزان تغییر شدت انرژی، با توجه به ساختار اقتصادی هر کشور (توسعه یافته و در حال توسعه) متفاوت است. در کشورهای توسعه یافته، کاهش شدت انرژی، حاصل سیاست‌های مدیریت صحیح و صرفه‌جویی در مصرف ذخایر منابع انرژی و نیز بهبود نظامهای فنی است. در مقابل، دلیل زیاد بودن شدت انرژی در کشورهای در حال توسعه را می‌توان در مصرف زیاد انرژی در بخش غیرمولد و نیز استفاده از تجهیزات و فناوری‌های غیربهینه در بخش‌های مولد دانست (Bergland & Soderhom, 2006).

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

عوامل بسیاری در تعیین شدت انرژی یک کشور مؤثر می‌باشد. شدت انرژی می‌تواند متأثر از سطح استانداردهای زندگی، عوامل آب و هوایی یا ساختار اقتصادی و صنعتی یک کشور باشد. کشورهایی که دارای سطح بالاتری از استاندارد زندگی هستند مصرف بیشتری داشته و در نتیجهٔ این‌امر بر شدت انرژی آن‌ها تأثیر می‌گذارد. بهینه‌سازی ساختمان‌ها و تجهیزات، ترکیب سوخت‌های مورد استفاده در بخش حمل و نقل و حتی مسافت بین مکان‌های جغرافیایی، شیوه‌های حمل و نقل و تکنولوژی بکار رفته در خودروها و وسایل نقلیه، ظرفیت حمل و نقل عمومی، اقدامات صورت گرفته در امر بهینه‌سازی مصرف انرژی، حوادث طبیعی و قیمت‌ها یا یارانه‌های انرژی برخی دیگر از عوامل تأثیرگذار در شدت انرژی می‌باشند.

ایران از لحاظ مصرف انرژی به منظور تولید کالاها و خدمات وضعیت مطلوبی نداشته و جزء کشورهای با شدت انرژی بسیار بالا محسوب می‌شود. بر این اساس شدت مصرف نهایی انرژی در کشور نه تنها در مقایسه با کشورهای نفت خیز بسیار بالاتر می‌باشد، بلکه از برخی مناطق نظیر آفریقا و خاورمیانه نیز بیشتر است. در سال ۲۰۱۰، در سطح جهان به طور متوسط برای تولید یک میلیون دلار ارزش افزوده حدود ۱۱۵/۱۴ تن معادل نفت خام انرژی مصرف شده است، درحالی‌که این رقم در ایران بیش از۱/۶ برابر مقدار متوسط جهانی بوده و از تمامی کشورهای و مناطق مختلف شدت انرژی بالاتری دارد.

همچنین بحران انرژی، ناشی از شوک قیمت انرژی‌هایی مانند نفت و گاز است که به صورت افزایش در قیمت انرژی تجلی می‌کند. قیمت انرژی از یک سو مصرف و تقاضای انرژی، و از سوی دیگر تولید ناخالص داخلی را تحت تأثیر قرار داده و از این رهگذر سبب تحولات شدت انرژی می‌گردد. به عقیده بسیاری از اقتصاددانان شوک‌های ناشی از قیمت حامل‌های انرژی، اثرات کلان اقتصادی شدیدی برای کشورهای صنعتی به همراه داشته است. اما در مورد این نتیجه‌گیری، در ادبیات اقتصادی اتفاق نظر وجود ندارد.

در پژوهش‌های تجربی، متغیرهای مهمی در تابع شدت انرژی مورد توجه قرار گرفته است. در این میان، می‌توان متغیرGDP و شاخص توسعه انسانی را به عنوان معیارهای سبک زندگی در نظر

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

گرفت، به طوری که کشورهایی که از استاندارد زندگی بهتری برخوردارند، کالاها و وسایل انرژی بیشتری را استفاده می‌کنند و در نتیجه، شدت انرژی بیشتری دارند (Suehiro, 2007). یافته‌های برخی پژوهش‌ها، بیانگر وجود رابطه مستقیم بین متغیر نسبت سرمایه به کار (به عنوان معیاری برای فناوری) و شدت انرژی است (Liu and Han, 2008)، باز بودن تجارت خارجی نیز متغیر دیگری است که بر شدت انرژی تأثیر می‌گذارد، به طوری که با افزایش تجارت خارجی، شدت انرژی نیز افزایش می‌یابد (Cole, 2006).

دو عامل بسیار مهم در رقم شدت انرژی به طور مستقیم تأثیرگذار هستند: مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی. عوامل دیگری نیز هستند که به صورت غیرمستقیم می‌توانند باعث کاهش و یا افزایش شدت انرژی شوند. با مطالعه و روندیابی این تغییرات در کشورها می‌توان به نتایج با اهمیتی دست یافت که به شناسایی هرچه بیشتر نقاط قوت و ضعف در این مقوله‌ی با اهمیت گردد.

با نگاهی به آمار و داده‌های کشورهای توسعه یافته در زمینه شدت مصرف انرژی، مصرف ناکارای انرژی در کشور ما بیشتر به چشم می‌آید که از مهم‌ترین دلایل آن بازده پایین فناوری‌های تبدیل انرژی و فرهنگ غیرصحیح مصرف انرژی می‌باشد. به علاوه فرسودگی تجهیزات، قدیمی بودن فرآیندهای تولید، عدم توجه به فعالیت‌های تحقیقاتی و پژوهشی در واحدهای صنعتی، استفاده از تجهیزات و لوازم خانگی با کارایی کم و فرهنگ ناصحیح استفاده از انرژی در بخش ساختمان و تکنولوژی‌های پایین خودروهای تولیدی در کشور از عوامل مهم مصرف غیرمنطقی انرژی در بخش‌های مختلف کشور می‌باشد.

اصلاح الگوی مصرف منجر به کاهش و مدیریت مصرف انرژی می‌شود. این راهکاری است که متأسفانه به دلیل دسترسی به انرژی ارزان در میان صنایع، توجه چندانی به آن نشده است. از جمله اقداماتی که به صورت محدود انجام شده است، می‌توان به اجرای طرح‌های صرفه‌جویی و انجام ممیزی انرژی و تدوین استانداردها و معیارهای مصرف انرژی برای فرایندهای صنعتی انرژی‌بر اشاره کرد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

اهمیت صنعتی شدن

یکی از کانال‌های عمده تسریع رشد اقتصادی کشورها، رشد بخش صنعت آنهاست. اهمیت صنعت به عنوان محمل تحولات تکنولوژیک، از طریق ایجاد روش‌ها و اختراع ابزارهای نوین تولید، بهره‌وری را در بخش‌های دیگر اقتصاد نیز افزایش می‌دهد.

صنعتی شدن و توسعه صنعتی از شروط لازم برای پیشرفت اقتصادی و زمینه‌ساز تحولات ساختاری گسترده در حوزه‌های اقتصادی و فن‌آوری است. بخش صنعت در مقایسه با فعالیت‌های سنتی، امکانات وسیع‌تر و سریع‌تری را برای پیشرفت تکنولوژیکی در فرآیندهای تولید فراهم می‌کند و کشورهایی که از بخش‌های صنعتی خود غفلت کنند ناگزیر در معرض خطر عقب ماندگی و عقب‌افتادگی فنی قرار می‌گیرند. با شکل‌گیری صنعت، عرصه‌های اشتغال و درآمد از محیط کشاورزی که حاصل تماس مستقیم انسان با طبیعت است و در قالب روابطی ساده تنظیم می‌شود، به محیطی متفاوت که به طور اجتناب‌ناپذیری به تنظیم روابط پیچیده‌تر بین انسانها نیاز دارد، منتقل می‌گردد.

تنظیم افقی روابط حرفه‌ای به شکل تقسیم کار و تخصصی شدن فعالیت‌ها و تنظیم عمودی روابط به صورت شکل‌گیری مدیریت در مقیاس‌های نسبتاً بزرگ بر مجموعه‌های انسانی به عنوان پدیده‌ای جدید بروز کرده و تحت این شرایط است که روابط اجتماعی مدرن در فرآیند صنعتی شدن شکل می‌گیرد. با رشد صنعت طیف بسیار وسیعی از حرفه‌ها و مشاغل ایجاد می‌شود که ارتباط تنگاتنگی با هم دارند و به‌طور چند به یکدیگر محصولات و خدمات ارائه می‌کنند. این امر منجر به توسعه جوامع و شکل‌گیری نوعی بلوغ فرهنگی می‌گردد که در آن انباشت سرمایه، توسعه روابط با جهان، تسامح در روابط اجتماعی، و پایبندی به قوانین و مقررات اجتماعی محترم شمرده می‌شود.

به طور کلی، صنعتی شدن از سه جهت قابل اهمیت است؛ نخست این که صنعت به عنوان یک زیر مجموعه از اقتصاد، با رشد و شکوفایی خود، درآمد آحاد جامعه را افزایش می‌دهد. دوم، صنعت به عنوان محمل تحولات تکنولوژیک، از طریق ایجاد روش‌ها و اختراع ابزارهای نوین تولید، بهره‌وری را در بخش‌های دیگر اقتصاد نیز افزایش می‌دهد، به طوری که به کارگیری ابزارهای جدید تولید در بخش‌های کشاورزی، خدمات و ساختمان، درآمدزایی این بخش‌ها را نیز

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

افزایش می‌دهد. سوم، توسعه صنعت، ناگزیر در گرو رشد مهارت‌ها و توانمندی های علمی و فنی نیروی انسانی است که ارتقاء سطح دانش، خود موجب افزایش درآمد می‌شود. با رشد درآمد، تقاضا برای محصولات مختلف صنعتی و خدماتی افزایش پیدا می کند و در چنین محیط اقتصادی مشاغل مختلفی ایجاد می‌شوند که ارتباط تنگاتنگی با هم داشته و به طور چند جانبه‌ای به یکدیگر خدمات ارائه می کنند. بدین ترتیب، توسعه صنعتی منجر به توسعه‌یافتگی جوامع می‌شود.

بنابراین اهمیت توسعه صنعتی، تنها رشد و توسعه بخش صنعت با ایجاد مجموعه‌ای از کارخانجات و ماشین‌آلات صنعتی نیست، بلکه اهمیت آن به خاطر این است که رشد و توسعه بخش صنعت، دیگر فعالیت‌های اقتصادی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

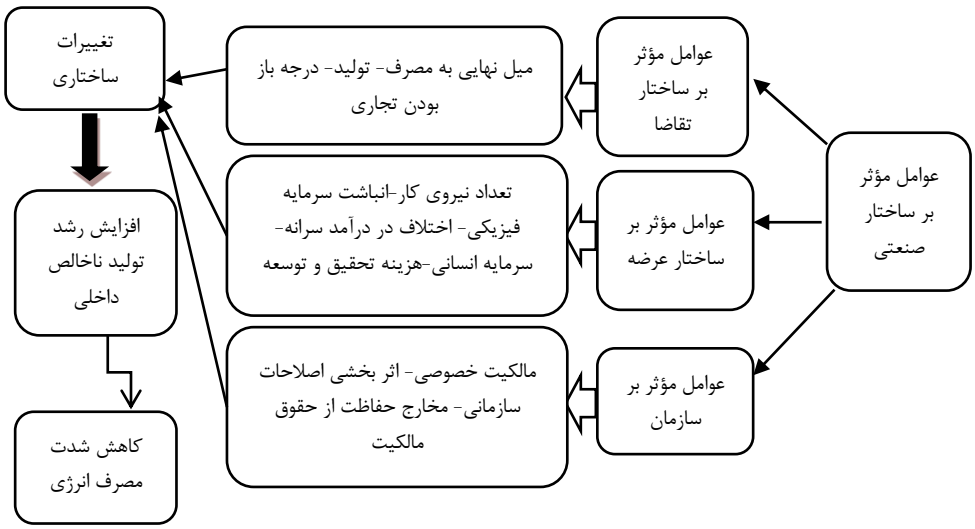
البته باید یادآوری کرد که مطالعات مختلف شاخص‌های متفاوتی را به عنوان معیارهای وسعت صنعتی شدن مورد استفاده قرار داده‌اند. به عنوان مثال، گراور (۱۹۳۳) اشتغال در صنعت کارخانه‌ای، استرانگ (۱۹۳۷) میزان مصرف برق مصرفی و رایت (۱۹۳۸) ارزش افزوده را معیار صنعتی شدن معرفی می کنند. و کانت (۱۹۶۸) یک شاخص ترکیبی مشتمل بر سه شاخص: دستمزد نیروی کار، اشتغال و ارزش افزوده صنعتی را برای اندازه‌گیری توسعه صنعتی استفاده کرده‌اند. در مطالعه‌ای که اخیراً (۲۰۱۱)، توسط دانگا، سونگ و زو انجام شده است عوامل تأثیرگذار بر ساختار صنعتی به نحو متفاوتی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به این گونه که عوامل مؤثر بر ساختار صنعتی به سه دسته تقسیم شده، و شامل عوامل مؤثر بر ساختار تقاضا، عوامل مؤثر بر ساختار عرضه و عوامل مؤثر بر سازمان می‌باشند. که هر کدام از این موارد شامل شاخص‌هایی می‌باشند که در ادامه مورد بررسی قرار می گیرند.

بررسی شاخص‌های مهم صنعتی نشان می‌دهد که در بخش صنعت مصرف انرژی روند افزایشی داشته و تغییرات فناوری نیز در جهت افزایش مصرف فرآورده‌های نفتی بوده است. از سوی دیگر سهم ارزش افزوده در بخش صنعت افزایش یافته است. در بخش‌های صنعتی همچون صنایع محصولات کانی غیرفلزی با بهبود در شدت انرژی مواجه هستیم، لذا هم اثر شدت و هم اثر ساختار (با توجه به تغییرات چشمگیر ارزش افزوده) در بخش صنعت مؤثر بوده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

شکل (۱) چگونگی تأثیر عوامل مؤثر بر ساختار صنعتی را بر شدت مصرف انرژی نشان می‌دهد. با توجه به این شکل تغییرات ساختاری که همان انتقال منابع و عوامل از بخش‌های با بازدهی پایین به بخش‌های با بازدهی بالا است منجر به افزایش رشد تولید ناخالص داخلی و کاهش شدت مصرف انرژی (نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی) می‌گردد. همانطور که در شکل مشخص است یکی از عوامل مؤثر برای ایجاد پدیده ساختار صنعتی، تغییرات در ساختار صنعتی می‌باشد. در این شکل به صورت مفهومی عوامل مؤثر بر ساختار صنعتی به سه دسته (عوامل مؤثر بر ساختار تقاضا، عوامل مؤثر بر ساختار عرضه عوامل مؤثر بر سازمان) تقسیم شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]



شکل ۱. شکل مفهومی چگونگی تأثیر عوامل موثر بر ساختار صنعتی بر شدت مصرف انرژی

برای تشخیص عوامل مؤثر بر شدت انرژی می‌توان هدف کلی اقتصاد را حداقل‌سازی تابع هزینه کل با فرم کاب-داگلاس به صورت رابطه زیر در نظر گرفت (فیشر -وندن و همکاران، ۲۰۰۴:۸۷).

$$c(P_K, P_L, P_M\ P_E, Q) = A^{-1} P_K^{aK} p_L^{aL} p_M^{aM} p_E^{aE} Q \qquad (۱)$$

که در آن Q سطح محصول کل،PL قیمت نهاده نیروی کار، PK قیمت نهاده سرمایه،PE قیمت نهاده انرژی،PM قیمت نهاده مواد اولیه و αX کشش نهاده X (X = K, L, E,M) را نشان می‌دهد. همچنین A بیانگر متغیر کنترل و نشان‌دهنده سطح تکنولوژی است.

براساس لم شفارد، در تابع بهینه شده هزینه، مقدار تقاضا برای هر نهاده برابر مشتق تابع هزینه نسبت به قیمت آن نهاده است، بنابراین مقدار تقاضا برای انرژی (E) برابر خواهد بود با:

$$E = \frac{a_E A^{-1} P_K^{aK} p_L^{aL} p_M^{aM} p_E^{aE} Q}{P_E} \qquad (۲)$$

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

با تقسیم طرفین بر Q می‌توان شدت انرژی تعادلی را به دست آورد:

$$\frac{E}{Q} = \frac{a_E A^{-1} p_K^{aK} p_L^{aL} p_M^{aM} p_E^{aE}}{P_E} \quad (۳)$$

چنانچه از معادله (۳) مشخص است، دو دسته عوامل قیمت نسبی نهاده‌ها و ضریب تکنولوژی برشدت مصرف انرژی تأثیرگذار است.

۳. مواد و روش‌ها

تصریح مدل

با توجه به موضوع مقاله و مبانی و ادبیات نظری می‌توان بیان کرد که شدت انرژی می‌تواند تحت تأثیر دو عامل مهم عوامل ساختاری- سازمانی به عنوان متغیرهای کنترل و قیمت نهاده‌های تولید (نیروی کار، سرمایه و مواد اولیه) قرار گیرد. از این رو داریم:

$$E/_{Q_t} = f(A, PL_t, PE_t) \quad (۴)$$

در این مقاله با توجه به موضوع و اهمیت بررسی تأثیر ساختار صنعتی بر شدت مصرف انرژی لازم است متغیرهای تأثیرگذار بر ساختار صنعتی شناسایی شوند و به عنوان متغیر کنترل (A)، در رابطه (۵) جایگزین گردند.

دانگا و همکاران (۲۰۱۱، ص:۴۷۳)[1] در مقاله خود متغیرهای تأثیرگذار بر ساختار صنعتی را به سه گروه عوامل مؤثر بر ساختار تقاضا، عوامل مؤثر بر ساختار عرضه و عوامل مؤثر بر سازمان[2] طبقه‌بندی نمودند. به طوری که جدول (۱) بیانگر متغیرها و عوامل تأثیرگذار بر هر یک از گروه ساختاری مذکور و نوع تأثیر تئوریکی هر عامل بر ساختار صنعتی می‌باشد.

1. Xuebing Donga, Shunfeng Songb, Hui Zhu
2. Institution

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

جدول ۱. عوامل تأثیرگذار بر ساختار صنعتی

ردیف	عوامل تأثیرگذار بر ساختار صنعتی	متغیرها	معرفی متغیرها	تأثیر تئوریکی عوامل بر ساختار صنعتی
۱	عوامل مؤثر بر ساختار تقاضا Demand	Pcgdp	تولید خالص سرانه	+
		Cp	میل نهایی به مصرف	+
		M	نرخ وابستگی تجارت خارجی	+
۲	عوامل مؤثر بر ساختار عرضه Supply	tL	تعداد نیروی کار	+
		tk	میزان سرمایه تکنولوژیکی	+
		K	انباشت سرمایه فیزیکی	+
		Hk	سرمایه انسانی	+
۳	عوامل مؤثر بر سازمان Institution	Own	مالکیت خصوصی	+
		Law	مخارج حفاظت از حقوق مالکیت	+
		adm	اثر بخشی اصلاحات سازمانی	+

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به مطالب مذکور و اطلاعات جدول بالا متغیر A به صورت زیر بازنویسی می‌گردد:

$$A = \beta_1 \pi_{\text{Demand}} + \beta_2 \pi_{\text{Supply}} + \beta_3 \pi_{\text{Institution}} \quad (۵)$$

به طوری که π_{Demand} و π_{Supply} و $\pi_{\text{Institution}}$ و β_i، به ترتیب بیانگر عوامل مؤثر بر ساختار تقاضا (تولید ملی، میل نهایی به مصرف، درجه بازبودن تجاری و اختلاف درآمد ساکنان)، عوامل مؤثر بر ساختار عرضه (تعداد نیروی کار، میزان سرمایه تکنولوژیکی، انباشت سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی)، عوامل مؤثر بر سازمان (مالکیت، مخارج حفاظت از حقوق مالکیت و اثربخشی اصلاحات سازمانی) و پارامترهای تحقیق می‌باشد.

$$E/_{Q_t} = f(tL_t, tk_t, RD_t, H_t, own_t, M_t, PL_t, PE_t) \quad (۶)$$

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

از آنجا که حوزه مورد مطالعه در این تحقیق مربوط به صنایع کارخانه‌ای(کدهای ایسیک چهار رقمی) است، به دلیل محدودیت آماری برخی از متغیرها، مدل نهایی به صورت معادله زیر تصریح می‌گردد:

$$E/Q_t = f(tL_t, tk_t, RD_t, H_t, own_t, M_t, PL_t, PE_t)$$

$$\ln(E/Q)_{it} = \theta_0 + \theta_1 \ln(tL)_{it} + \theta_2 \ln(tk)_{it} + \theta_3 \ln(RD)_{it} + \theta_4 \ln(H)_{it} + \theta_5 \ln(own)_{it} + \theta_6 \ln(M)_{it} + \theta_7 \ln(PL)_{it} + \theta_8 \ln(PE)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۵)$$

مواردی که در مطالعه حاضر متغیرهایی که شدت مصرف انرژی صنایع کارخانه‌ای را تحت تاثیر قرار می‌دهند به ترتیب عبارت‌اند از: تعداد نیروی کار، انباشت سرمایه فیزیکی، هزینه‌های تحقیق و توسعه و سرمایه انسانی به عنوان عوامل تاثیرگذار بر ساختارعرضه و متغیر مالکیت به عنوان عامل تاثیرگذار بر سازمان و متغیر درجه باز بودن تجاری به عنوان عامل موثر بر ساختار تقاضا و قیمت انرژی و قیمت نیروی کار .

معرفی و شاخص‌سازی متغیرها

در مقاله حاضر از اطلاعات آماری مربوط به سطح صنایع کارخانه‌ای ایران از اطلاعات آماری مربوط به کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر به بالا استفاده شده است، همچنین داده‌های مربوط به واردات و صادرات شرکای تجاری ایران[۱] از اداره گمرگ جمهوری اسلامی ایران تهیه شده است.[۲] در ادامه به

۱ . اتریش، اسپانیا، استرالیا، آلمان، ایتالیا، بلژیک، کانادا، تایوان، ترکیه، فرانسه، کره، لهستان، هلند، روسیه و نروژ.

۲. داده‌های واردات براساس کد HS منتشر شده اند از این رو در این مقاله بر حسب موضوع لازم است داده‌های HS به ISIC چهار رقمی تبدیل گردد این تبدیلات توسط مؤسسه پژوهشی و مطالعات بازرگانی ایران انجام شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

معرفی و نحوه شاخص‌سازی برخی از داده‌ها پرداخته شده است و تأثیر تئوریکی هر یک از متغیرهای توضیحی بر شدت مصرف انرژی در جدول (۱) ارائه شده است.

انباشت سرمایه فیزیکی: بدلیل عدم وجود آمار مربوط به موجودی سرمایه صنایع کارخانه‌ای با استفاده از اطلاعات مربوط به تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به برآورد میزان موجودی سرمایه پرداخته شده است[۱]:

$$K_{st} = I_t + (1-\delta)K_{st-1} \qquad (۶)$$

که در آن، K_t انباشت سرمایه فیزیکی در دوره t ، I_t تشکیل سرمایه‌ی ثابت ناخالص در دوره t ، K_{st-1} انباشت سرمایه فیزیکی در دوره t-1 و δ نرخ استهلاک سرمایه‌های ثابت است.[۲] موجودی سرمایه در ابتدای دوره برابر با $K_0 = I_0 / (g + \delta)$ است. در این معادله، K_0 انباشت سرمایه فیزیکی اولیه در ابتدای دوره، I_0 تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در ابتدای دوره g متوسط نرخ رشد سرمایه‌گذاری در طی دوره مورد مطالعه است. g از طریق رابطه $g = \log(I_n / I_0)/T$ محاسبه می‌گردد، به طوری که I_n بیانگر تشکیل سرمایه ثابت در پایان دوره، I_O تشکیل سرمایه ثابت در ابتدای هر دوره و T کل دوره مورد مطالعه است. با افزایش انباشت سرمایه فیزیکی و به دنبال آن ارتقاء ساختار صنعتی، شدت مصرف انرژی کاهش می‌یابد.

درجه باز بودن تجاری: کشورهای بازتر در تجارت به صورت غیرمستقیم از هزینه‌های تحقیق و توسعه‌ای تعبیه شده در کالاهای خارجی از رشد بهره‌وری بالاتر و ساختار صنعتی بهتر بهره‌مند خواهند شد و در نتیجه شدت مصرف انرژی در صنعت کاهش خواهد یافت. در این مطالعه سهم واردات از ارزش افزوده صنایع داخلی به عنوان متغیر درجه باز بودن تجاری معرفی شده است. نماد آن M_{it} است.

۱. در مطالعات تجربی از این شاخص برای محاسبه موجودی سرمایه استفاده شده است.

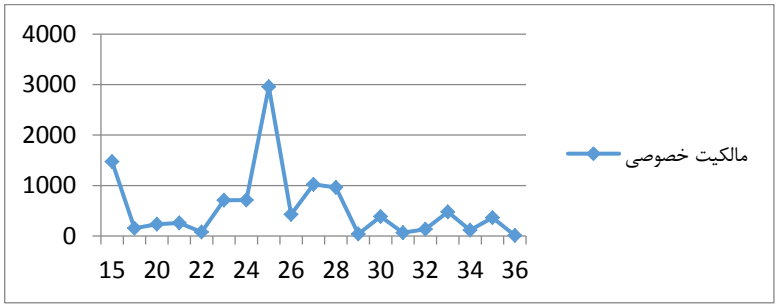
۲. در این مطالعه براساس مطالعات کو و همکاران (۲۰۰۹)، تکسیرا و فورنتو (۲۰۱۰) از نرخ استهلاک ۰/۰۵ شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

شاخص سرمایه انسانی: با توجه به فرض این که نیروی کار تحصیل کرده در تولید، اجرا و پذیرفتن تکنولوژی‌های جدید بهتر عمل می‌کند، سرمایه انسانی را موتور رشد صنعتی معرفی نمود. در پژوهش حاضر، شاخص سرمایه انسانی برابر با تعداد شاغلین تولیدی با مدرک تحصیلی لیسانس به بالاتر نسبت به کل شاغلین تولیدی است، افزایش این متغیر شدت مصرف انرژی را کاهش خواهد داد. نماد این شاخص H_{it} است.

مالکیت خصوصی: در صنایع کارخانه‌ای ایران آمار مربوط به مالکیت و وضعیت حقوقی به شرکت دولتی، شرکت تعاونی، شرکت فردی و غیررسمی و شرکت رسمی غیر از تعاونی و دولتی طبقه‌بندی شده‌اند. در این تحقیق از مجموع آماری مربوط به تمامی مالکیت‌ها به جز شرکت دولتی به عنوان وضعیت حقوقی خصوصی استفاده شده، داده‌های مربوطه طی سال‌های مورد مطالعه ارائه شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]



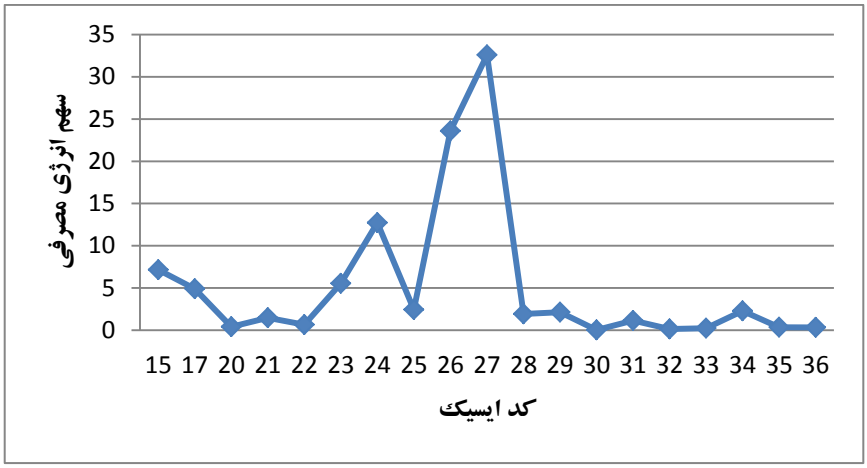
شکل ۱. متوسط میزان وضعیت حقوقی خصوصی در کدهای ایسیک دو رقمی(۱۳۷۵-۱۳۹۰)

شکل بالا بیانگر متوسط میزان مالکیت خصوصی صنایع کارخانه ایران طی سال‌های (۱۳۹۰-۱۳۷۵) است. براساس این شکل بیشترین میزان مالکیت خصوصی به ترتیب مربوط به کدهای ۲۵، ۲۷ و ۲۸ می‌باشد (تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی، تولید فلزات اساسی و تولید محصولات فلزی فابریکی به جز ماشین‌آلات و تجهیزات) است و صنایع مربوط به تولید منسوجات، تولید چوب و محصولات چوبی، تولید کاغذ و محصولات کاغذی، انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های چاپ شده، تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر، تولید ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده جای دیگر، تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی، تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نی متریلر و تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر دارای کمترین میزان وضعیت حقوقی خصوصی هستند.

قیمت نهاده انرژی: برای محاسبه این متغیر از نسبت ارزش کل مصرف انرژی به مقدار مصرف انرژی صنایع کارخانه‌ای استفاده می‌شود. این متغیر تاثیر مثبت بر شدت مصرف انرژی دارد.

مصرف انرژی: در این مقاله میزان مصرف نفت سفید، گازوئیل، گاز طبیعی، گاز مایع و بنزین به عنوان متغیر مصرف انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران استفاده شده‌اند و از شدت مصرف انرژی (نسبت میزان مصرف انرژی به ارزش افزوده) به عنوان متغیر وابسته استفاده شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]



شکل ۲. سهم مصرف انرژی صنایع کارخانه‌ای ایران کدهای دو رقمی ایسیک(۱۳۷۵-۱۳۹۰)

شکل (۲) متوسط میزان مصرف انرژی کدهای دو رقمی ایسیک را طی سال‌های (۱۳۹۰-۱۳۷۵) نشان داده است. طبق این شکل به طور متوسط صنایع تولید فلزات اساسی، تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی و صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی دارای بیشترین میزان مصرف انرژی طی سال‌های مورد مطالعه بوده‌اند.

در جدول (۲) تمامی متغیرهای توضیحی استفاده شده در مدل نهایی و چگونگی تأثیرگذاری هریک از آن‌ها بر شدت مصرف انرژی (فرضیه‌های تحقیق) ارائه شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

جدول۲. معرفی متغیرهای توضیحی و چگونگی تأثیرگذاری آن‌ها بر شدت مصرف انرژی

ردیف	عوامل تأثیرگذار بر ساختار صنعتی	متغیرها	معرفی متغیرها	تأثیر تئوریکی عوامل بر شدت مصرف انرژی
۱	عوامل مؤثر بر ساختار تقاضا	M	نرخ وابستگی تجارت خارجی	-*
۲	عوامل مؤثر بر ساختار عرضه	tL	تعداد نیروی کار	-
		RD	هزینه تحقیق و توسعه	-
		K	انباشت سرمایه فیزیکی	-
		Hk	سرمایه انسانی	-
۳	عوامل مؤثر بر سازمان	Own	مالکیت خصوصی	-
۴	قیمت نهاده	PL	قیمت نهاده نیروی کار	+**
		PE	قیمت نهاده انرژی	-

*علامت منفی (مثبت) بیانگر تأثیر معکوس (مستقیم) متغیر توضیحی بر متغیر وابسته (شدت مصرف انرژی) است.

مأخذ:یافته‌های تحقیق

٤. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل نتایج

٤-١. آزمون قابلیت تخمین، آزمون اثرات ثابت یا تصادفی

در این مطالعه از داده‌های سطح صنایع کارخانه‌ای ایران (کد چهار ایسیک) طی سال‌های (۱۳۹۰-۱۳۷۵) استفاده می‌شود. روش اقتصادسنجی مورد استفاده روش داده‌های تابلویی است، از این رو قبل از برآورد لازم است برای قابلیت تخمین مدل و وجود اثرات ثابت و تصادفی آزمون‌های لیمر و هاسمن مورد بررسی قرار گیرند؛ به‌طوری‌که این مراحل با توضیح مختصری در ذیل ارائه شده است. جدول(۳) نتایج اثرات ثابت تصادفی را ارائه می‌کند، نتایج نشان می‌دهد که فرضیه H_0 رد می‌شود و فرضیه مقابل H_1 که بیانگر روش تخمین از طریق داده‌های تابلویی است پذیرفته می‌شود.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

جدول ۳. نتایج آزمون اثرات ثابت فردی

فرضیه H_0: pooled بودن مدل	احتمال	آماره	درجه آزادی	نتیجه
فرضیه H_1 : panel بودن مدل	۰/۰۰۰	۴۳/۴۶۲	۱۸/۱۲۷	رد فرضیه H_0

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

مدل تخمینی در این مطالعه داده‌های تابلویی است. بنابراین برای تخمین، دو نوع مدل اثرات تصادفی۱ و اثرات ثابت۲ وجود دارد که لازم است از بین این دو مدل، بهترین مدل انتخاب شود. لذا انجام این گزینش، با بکارگیری آزمون‌هاسمن۳ امکان‌پذیر است. جدول (۴) بیانگر نتایج حاصل از آزمون هاسمن است، که با توجه به این نتایج فرض صفر مبتنی بر وجود اثرات ثابت قابل قبول است.

جدول ۴. نتایج آزمون تشخیص اثرات ثابت در مقابل اثرات تصادفی(آزمون تشخیص هاسمن)

فرضیه H_0 : REM	احتمال	آماره چی دو	درجه آزادی	نتیجه
فرضیه H_1: FEM	۰/۰۴۴	۹/۱۷۵	۶	قبول فرضیه H_0

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول(۵) نتایج حاصل از آزمون ناهمسانی واریانس (LR)[۴] را نشان می‌دهد، نتایج بیانگر رد فرضیه صفر مبتنی بر ناهمسانی واریانس در مدل است. همچنین لازم است فرضیه وجود یا عدم وجود خودهمبستگی برای هر دو مدل مورد آزمون قرار گیرد. در این آزمون فرضیه صفر بیانگر عدم وجود خودهمبستگی است. چنانچه که جدول(۶) بیانگر وجود خودهمبستگی در مدل است.

1. Random Effect Model
2. Fix Effect Model
3. Hausman

۴. فرضیه صفر این آزمون بیانگر وجود همسانی واریانس است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

جدول ۵. آزمون واریانس ناهمسانی(LR)

فرضیه H_0: همسانی واریانس	احتمال	آماره چی دو	نتیجه
فرضیه H_1 : ناهمسانی واریانس	۰/۰۰۰	۳۷۲/۰۴	رد فرضیه H_0

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۶. آزمون ولدریج[1]

فرضیه H_0: عدم خودهمبستگی	احتمال	آماره چی دو	نتیجه
فرضیه H_1 : خودهمبستگی	۰/۰۰۵	۲۱/۰۳	رد فرضیه H_0

مأخذ: یافته‌های تحقیق

٤-۲. برآورد مدل و تحلیل نتایج

با توجه به نتایج حاصل از آزمون‌های روش داده‌های تابلویی، مدل تصریح شده نهایی با رفع خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس با استفاده از روش GLS مورد تخمین قرار می‌گیرد.

جدول (۷)، نتایج حاصل از برآورد را با استفاده از نرم‌افزار stata نشان می‌دهد.

1 . Wooldridge

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

جدول ۷. نتایج برآورد الگوی عوامل تأثیرگذار بر شدت مصرف انرژی[۱]

ردیف	عوامل تأثیرگذار بر ساختار صنعتی	متغیرها	ضرائب	احتمال
۱	عوامل مؤثر بر ساختار تقاضا	lnM	+۰/۰۲۰۱	۰/۰۸۱۱
۲	عوامل مؤثر بر ساختار عرضه	$\ln(tl)$	−۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۰
		$\ln(RD)$	+۰/۰۴۱۱	۰/۰۰۰۳
		$\ln(K)$	−۰/۰۱۷۰	۰/۰۱۳۶
		$\ln(HK)$	−۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰
۳	عوامل مؤثر بر سازمان	$\ln(own)$	−۰/۱۰۳۴	۰/۰۰۰۰
۴	قیمت نهاده	$\ln(PL)$	+۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۰۹
		$\ln(PE)$	+۰/۰۵۳۱۰	۰/۰۰۱۲
$R^2 = ۰/۹۲$ $\bar{R}^2 = ۹۶/۰۶$ $DW = ۲/۰۳۱$ $Prob\ F = ۰.۰۰۰$				

مأخذ:یافته‌های تحقیق

بر اساس جدول بالا، متغیرهای نیروی کار و انباشت سرمایه فیزیکی به ترتیب دارای ضرایب منفی و معنادار (۰/۰۴۱۱-) و (۰/۰۱۷۰-) هستند به‌طوری که می‌توان گفت فرضیه مبتنی بر تأثیرمعکوس نیروی کار و انباشت سرمایه فیزیکی بر شدت مصرف انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران پذیرفته شده است.

هر چه قیمت سایر نهاده‌ها نسبت به نهاده انرژی بالاتر باشد و به عبارت دیگر انرژی به طور نسبی نهاده ارزان‌تری باشد، تمایل به جایگزینی نهاده انرژی بیشتر خواهد بود. برای مثال تولیدکنندگان، افزایش مصرف انرژی را به خرید تجهیزات جدید و کم‌مصرف ترجیح خواهند داد. همچنین چنانچه شاخص کل قیمت انرژی افزایش یابد (با فرض ثابت بودن قیمت سایر عوامل تولید) مصرف آن کاهش می‌یابد و در نتیجه بر شدت انرژی اثر می‌گذارد به طوری که نتایج تحقیق بیانگر

۱. فروض تحقیق در جدول(۳) ارائه شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

تأثیر مثبت و معنادار قیمت نهاده نیروی کار بر شدت مصرف انرژی است. از سوی دیگر چنانچه شاخص کل قیمت انرژی افزایش یابد (با فرض ثابت بودن قیمت سایر عوامل تولید) مصرف آن کاهش می‌یابد و در نتیجه بر شدت انرژی اثر می‌گذارد، نتایج حاصل از تحقیق بیانگر تأثیر مثبت و معنادار قیمت نهاده انرژی بر شدت مصرف انرژی است.

با توجه به مبانی نظری موجود، هر چه سطح تکنولوژی و سرمایه انسانی مناسب بالا باشد، برای تولید مقدار معین تولید (مثلاً یک واحد) به نهاده‌های تولیدی (از جمله نهاده انرژی) کمتری نیاز است، بنابراین شدت انرژی پایین‌تر خواهد بود. لذا با پیشرفت تکنولوژی، کارایی انرژی در وسایل انرژی‌بر افزایش خواهد یافت، چنانچه که آن همراه با بکارگیری روش‌ها و الگوهای حمل و نقل مناسب و تسهیل در استفاده از ظرفیت‌های ترانزیت انبوه، شدت انرژی کل کشور کاهش خواهدیافت. اما طبق نتایج تخمین جدول بالا، بین هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی و شدت مصرف انرژی رابطه مثبتی وجود دارد. یعنی در طی سال‌های اخیر با افزایش هزینه‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای مصرف انرژی افزایش یافته است.

از علل این امر می‌توان به نبود زیرساخت‌ها و نیروی انسانی خبره، ضعف مدیریتی در بنگاه‌ها، ضعف مالی، عدم وجود فرهنگ تحقیق به عنوان یک نوع سرمایه‌گذاری و نه هزینه، همچنین تمایل اندک بنگاه‌ها به تلاش‌های نوآورانه و ایجاد ظرفیت انتقال فناوری جدید اشاره نمود.

ضریب منفی و اندک سرمایه انسانی در جدول(۷) بیانگر قبول فرضیه تحقیق مبتنی بر تأثیر منفی سرمایه انسانی بر شدت مصرف انرژی است. اثر معکوس سرمایه انسانی بر شدت مصرف انرژی صنایع کارخانه‌ای ایران ضرورت سرمایه‌گذاری‌های بیشتر را در زمینه افزایش سرمایه انسانی و نیروی انسانی آموزش دیده مرتبط با مشاغل و تکنولوژی ایجاب می‌کند، اما ضریب اندک این متغیر نشان‌دهنده کمبود مهارت و تخصص نیروی کار در صنایع کارخانه‌ای ایران است.

متغیر درجه باز بودن تجاری یعنی سهم کل واردات از ارزش افزوده صنایع کارخانه‌ای طی دوره مورد مطالعه دارای ضریب منفی و بی معنی است. دلیل آن این ضریب منفی را می‌توان به وابستگی و تحت نفوذ بودن تولید داخلی به واردات بی‌رویه مرتبط ساخت، چرا که صنایع با وارد کردن اجزای

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

اصلی تولید یک کالا، به جای خلق ایده‌ها و تکنولوژی‌های نو تبدیل به یک مونتاژکننده شده‌اند و در عمل تأثیر چندانی در تولید کالا با تکنولوژی‌های جدید و کاهش‌دهنده شدت مصرف انرژی نداشته‌اند.

مالکیت خصوصی از مالکیت عمومی و اشتراکی- که به منابع در تملک حکومت، جامعه یا دولت اشاره دارد و نه افراد حقیقی و یا بنگاه اقتصادی - قابل تمایز است. ایجاد حقوق مالکیت در مورد منابع به منظور بهره‌برداری عقلایی و کارآمد از آن‌ها ضروری است.

آرتوریانگ (۱۸۰۴) اظهار داشت که نیروی مالکیت خصوصی می‌تواند شن را به طلا تبدیل کند. بدون وجود مالکیت خصوصی، تجمع سرمایه و پذیرش مخاطره کاهش می‌یابد و در نتیجه جامعه ممکن است با دارایی و سرمایه کمتر به بن‌بست برسد. بنگاه‌های دولتی و خصوصی از لحاظ کیفیت سود به طور نسبی با یکدیگر اختلاف معناداری دارند، اما به طور قطع می‌توان گفت که بنگاه‌های خصوصی در مقایسه با بنگاه‌های دولتی کیفیت سود و عملکرد بالاتری را گزارش می‌نمایند. سود و عملکرد بهتر صنایع منجر به بهبود ساختار صنعتی خواهد شد، از این رو با افزایش مالکیت خصوصی، ساختار صنعتی ارتقاء می‌یابد و به تبع آن شدت مصرف انرژی کاهش می‌یابد. در این مقاله متغیر سهم مالکیت خصوصی دارای ضریب معنادار (۰/۱۰۳۴-) می‌باشد. این بدین‌معناست که در صنایع کارخانه‌ای ایران طی سال‌های مورد مطالعه، سهم مالکیت خصوصی به عنوان یک عامل سازمانی مؤثر بر ساختار صنعتی قادر بوده است به ازاء یک درصد افزایش، شدت مصرف انرژی را به میزان ۰/۱۰۳۴ درصد کاهش دهد.

۵. نتیجه‌گیری

بخش صنعت به‌عنوان موتور رشد و توسعه اقتصادی، به شدت وابسته به انرژی می‌باشد، عامل انرژی از مهم‌ترین عوامل تولید و نیرو محرکه اصلی در تولیدات صنایع مختلف می‌باشد و به همین دلیل این بخش سهم بالایی در میزان شدت مصرف انرژی دارد. هدف این مطالعه تجزیه و تحلیل عوامل تأثیرگذار ساختار صنعتی بر شدت مصرف انرژی در زیر بخش‌های صنایع کارخانه‌ای ایران با

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

استفاده از روش اقتصادسنجی داده‌های تابلویی است. نتایج حاکی از اثر مثبت هزینه تحقیق و توسعه داخلی، قیمت نهاده نیروی کار و قیمت نهاده انرژی و اثر منفی سرمایه انسانی، تعداد نیروی کار، انباشت سرمایه فیزیکی و سهم مالکیت خصوصی است. همچنین در این تحقیق ضریب تأثیر متغیر درجه باز بودن تجاری منفی و بی‌معنی شده است.

تأثیر مثبت میزان هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی و تأثیر منفی و اما اندک سرمایه انسانی در صنایع داخلی به وضوح بیان می‌کند که توجه بیشتری به مراکز تحقیقاتی و آموزش نیروی کار در زیر بخش‌های صنایع ایران شود به طوری که سرمایه انسانی مناسب در این مراکز می‌تواند با یادگیری و جذب روش‌های فنی و کالاهای با تکنولوژی بالا و استفاده بهینه از منابع موجود از شدت مصرف انرژی بکاهد.

نتایج حاصل از تحقیق گویای اثر بی‌معنی درجه باز بودن تجاری بر شدت مصرف انرژی طی سال‌های مورد مطالعه بوده است. از دلایل اصلی این امر را می‌توان به وابستگی صنایع به واردات و تحت نفوذ بودن تولید داخلی به واسطه واردات بی‌رویه کالاهای با تکنولوژی پایین و کمبود صادرات کالاها با تکنولوژی بالا دانست. واردات کالاهای با تکنولوژی برتر همراه با سرمایه انسانی مناسب قادر خواهد بود با بهبود ساختار صنعتی، میزان شدت مصرف انرژی در صنایع کارخانه‌ای را کاهش دهد.

از این رو برای استفاده از آثار مثبت این متغیر ضروری است کشور درحال توسعه‌ای همچون ایران به طور مستمر و پایدار در بازارهای با تکنولوژی بالا حضور یابد، تحریم‌ها به طور کامل رفع گردد و تعامل با اقتصاد جهانی صورت گیرد. همچنین ضریب منفی مالکیت خصوص بیانگر اجرا شدن درست این قانون در زیر بخش‌های صنایع کارخانه‌ای بوده است، چنانچه که با اجرای هر چه بیشتر قوانین مربوط به مالکیت خصوصی می‌توان نتایج مطلوبی را در راستای کاهش شدت مصرف انرژی بدست آورد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

منابع

امینی، علیرضا ؛ فرزانه یزدی پور (۱۳۸۷)، "تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران"، *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، شماره۳، صص ۷۱-۱۰۴.

بهبودی، داود؛ فلاحی فیروز و اسماعیل برقی گلعذابی (۱۳۸۹)، "عوامل اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن در ایران"، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۲، صص ۱۷-۱.

جهانگرد، اسفندیار؛ هدیه تجلی (۱۳۹۰)؛ "تجزیه‌ی شدت انرژی بری در صنایع کارخانه‌ای ایران"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هشتم، صص ۵۸-۲۵.

سازمان بهره وری انرژی (۱۳۸۸)، بررسی شاخص شدت و بهره وری انرژی در ایران و جهان.

عمادزاده، مصطفی؛ شریفی، صفدر دلالی اصفهانی (۱۳۸۲)، "تحلیلی از روند شدت انرژی در کشورهای OECD"، *فصلنامه‌ی پژوهشنامه‌ی بازرگانی*، شماره‌ی ۲۸، صص ۱۱۸-۹۵.

فراهانی فرد، سعید؛ حسین صادقی (۱۳۸۵)، "ساختار مالکیت و تأثیر آن بر بهره‌برداری از منابع طبیعی (بررسی تطبیقی)"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، سال ششم شماره چهارم.

محمودزاده، محمود؛ صادقی سمیه، صادقی ثریا و فاطمه حمیدی افرا (۱۳۹۰)، "اثر حذف یارانه انرژی برق بر شدت انرژی آن در صنایع تولیدی ایران"، *فصلنامه برنامه و بودجه*. شماره‌ی ۴، صص ۱۲۷-۱۱۳.

ناجی میدانی، علی اکبر؛ مهدوی عادلی محمدحسین و مهدیه عربشاهی دلویی (۱۳۹۴)، "بررسی رابطه بین صنعتی شدن و کارایی انرژی بخش صنعت در ایران"، *فصلنامه سیاست گذاری اقتصادی*، سال هفتم، شماره ۴، صص۵۶-۲۷.

Bergland, C. and P. Soderhom (2006), " Modeling Technical Change in Energy System Analysis: Analysing the Introduction of Learning-by-Doing in Bottom-up Energy Models", *Energy Policy*, No. 34, PP. 1344 -1356.

Clevent, CJ. (1984), " Energy and the US Economy: a Biophysical Perspective" *Science*, 225 (4665), PP. 890-897.

Coe, D. T., Helpman, E. and A. W., Hoffmaister (2009), "International R&D spillovers and institutions", *European Economic Review*, No. 53, PP. 723-741.

Cole, M. A. (2006), "Does Trade Liberalization Increase National Energy Use?" *Economics Letters*, No. 92, PP. 108 -112.

Fisher-Vanden, K., Jefferson, G.H., Liu, H. and Q. Tao (2004), "What Is Driving China's Decline In Energy Intensity?", *Resource and Energy Economics*, No. 26, PP77-97.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

Garbaccio, R.F., Ho, M.S. and D.W. Jorgenson (1999), "Why Has the Energy-Output Ratio Fallen in China? ", *Energy Journal*, 20 (3), PP 63–91.

Hamit-Haggar, M. (2011), "Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: A Panel, Cointegration Analysis from Canadian Industrial Sector Perspective", *Energy Economics*, Vol. 33, pp. 342-361.

Jian, CH. Ju-E G.; Shou-Yang W. and K. Kin (2009), "Why Does Energy Intensity Fluctuate In China?", *Energy Policy*, No. 37, PP. 5717–5731.

Lin,S., Zhao,D. and D. Marinova (2009), "Analysis of the Environmental Impact of China on STIRPAT Model", Vol. 29 , Issue 6.

Liu , C. P. and G. Y. Han (2008), "Determinants of Aggregate Energy Intensity with Consideration of Intra-industry Trade" *Industrial Electronics and Applications*.

Lucas, R.E. (1988). On the mechanics of economic development, *Journal of Monetary Economic*, No. 22, PP. 3-42.

Sadorsky, P. (2013), "Do Urbanization and Industrialization Affect Energy Intensity in Developing Countries?", *Energy Economics*, Vol. 37 PP 52–59.

Sahu, Santosh and K. Narayanan (2010), "Decomposition of Industrial Energy Intensity Approach", Paper Presented at the Conference on "Frontier Issues in Technology, Development and Environment" in The Annual Conference of IASSI, *Organized by The Madras School of Economics and the Forum for Global Knowledge Sharing at the Madras School of Economics*, India, PP. 19 -21.

Shi , X. and K. Polenske (2005) "Energy Prices and Energy Intensity in China: a Structural Decomposition Analysis and Econometrics Study", *Center for Energy and Environmental Policy Research. Massachusetts Institute of Technology* (MIT), Working Paper.

Suehiro, S. (2007), "Energy Intensity of GDP as an Index of Energy Conservation", *The Institute of Energy Economics*, Japan Publish.

Szirmai, A. (2011), "Industrialization as an Engine of Growth in Developing Countries 1950–2005", *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(4), PP.406-420.

Teixeira, A. C. and N. Fortuna (2010), " Human Capital, R&D, Trade and Long-run Productivity Testing the Technological Absorption Hypothesis for the Portuges Economy", *Research Policy*, 39(3), PP. 335-350.

Win g, S. I. (2008), "Explaining the Declining Energy Intensity of the U.S. Economy", *Resource and Energy Economics*, No. 30, PP. 21–49.

Xuebing, Donga; Shunfeng Songb and Zhu Hui (2011), *Industrial Structure And Economic Fluctuation Evidence From China*, PP. 473.

Zhang, Z. X. (2003), "Why Did the Energy Intensity Fall in China's Industry Sector in the 1990s? The Relative Importance of Structural Change and Intensity Change", *Energy Economics*, Vol.25, PP. 625–638.

Zhou, X.; Zhang, J. and L. Junpeng (2013), " Industrial structural transformation and carbon dioxide emissions in China", *Energy Policy*, No. 57, PP. 43 51.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

پیوست

مطالعات انجام شده قبلی مرتبط با ارتباطات شدت انرژی و ساختار صنعتی

نویسندگان	موضوع تحقیق	نتیجه تحقیق
گارباکیو و همکاران (۱۹۹۹)	چرا نسبت انرژی خروجی در چین کاهش یافته است؟	نتایج حاکی از آن است که تغییرات تکنولوژیکی و تغییر ساختار تقاضای نهایی عوامل اصلی تأثیرگذار بر شدت انرژی چین هستند. و همچنین تغییرات ساختاری مصرف انرژی را افزایش می‌دهند.
شی و پولنسک (۲۰۰۵)	آثار قیمت حامل‌های انرژی را بر شدت انرژی در چین	نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که قیمت انرژی، بر شدت انرژی تأثیر منفی دارد، در حالی که قیمت سایر نهاده‌ها وGDP، تأثیر مثبت بر شدت انرژی دارد.
وینگ (۲۰۰۸)	در بررسی رفتار شدت انرژی در ایالات متحده آمریکا	افزایش قیمت انرژی، عامل مهمی در کاهش شدت انرژی این کشور بوده، در حالی که فناوری تأثیر مهمی در کاهش شدت انرژی نداشته است.
لیو و هان (۲۰۰۸)	عوامل تعیین‌کننده شدت تراکم انرژی	نتایج این مطالعه نشان‌دهنده‌ی اثر مثبت شاخص قیمت تولیدکننده (عنوان معیاری برای قیمت سایر نهاده‌های تولید) بر شدت انرژی در این کشور می‌باشد.
جیان و همکاران (۲۰۰۹)	چرا شدت انرژی چین در نوسان است؟	این مقاله سه نتیجه را دربرداشته: نخست این‌که بهینه‌سازی قیمت‌های نسبی انواع مختلف انرژی از مهم‌ترین مکانیزم‌های قیمت‌گذاری است، زمانیکه شدت مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. دوم، نسبت سهم مصرف نفت عاملی محدودکننده است که به تغییر شدت مصرف انرژی منجر می‌شود. سوم نوسانات شدت انرژی عمدتاً به دلیل پیشرفت‌های تکنولوژیکی و تغییر در ساختار صنعتی است.
لین و همکاران (۲۰۰۹)	تحلیل اثر جمعیت، سطح شهرنشینی، GDP سرانه، سطح صنعتی شدن (سهم ارزش افزوده بخش صنعت از GDP) و شدت انرژی بر اثرات زیست‌محیطی کشور چین	تحلیل‌ها نشان می‌دهد درآمد سرانه و جمعیت بالاترین تأثیر را بر محیط زیست دارد و اثرات سطح شهرنشینی، سطح صنعتی شدن و شهرنشینی بر محیط زیست معنی‌دار می‌باشد. در این مقاله نتیجه‌گیری شده است که محدودسازی رشد جمعیت مؤثرترین روش برای کاهش اثرات تخریب محیط زیست در چین می‌باشد

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

نویسندگان	موضوع تحقیق	نتیجه تحقیق
ساهو و همکاران (۲۰۱۰)	تجزیه ی مصرف انرژی فعالیت‌های تولیدی -صنعتی هند، با رویکرد شدت انرژی	نتایج حاکی از آن است که تغییرات شدت انرژی‌بخشی نقش مهمی را در نوسانات شدت انرژی کل در صنایع تولیدی هند نسبت به تغییرات ساختار تولیدی فعالیت ها بازی می کند.
هامیت هاگار (۲۰۱۱)	بررسی رابطه بلندمدت و همچنین رابطه علی میان انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی و رشد اقتصادی برای بخش صنعت کانادا	نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مصرف انرژی اثر مثبت و معنی‌داری روی انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد، همچنین وی فرضیه منحنی کوزنتس را برای بخش صنعت کانادا، مورد تأیید قرار می‌دهد
زیرمای (۲۰۱۱)	صنعتی شدن به عنوان موتور رشد در کشورهای در حال توسعه	اما شواهد آماری به طور کامل در این راستا نیستند به خصوص زمانی که عواملی از قبیل شدت سرمایه و بهره وری نیروی کار را در نظر نگرفته اند.
سادروسکای (۲۰۱۳)	تأثیر شهرنشینی و صنعتی شدن بر شدت انرژی در ۷۶ کشور در حال توسعه برای سالهای ۲۰۱۰-۱۹۸۰	در بلندمدت،۱٪ افزایش در درآمد، شدت انرژی را از ۴۵٪ به ۳۵٪ کاهش می‌دهد. کشش‌های بلندمدت صنعتی شدن بین ۷٪ تا ۱۲٪ بوده و تأثیر شهرنشینی روی شدت انرژی مشخص نیست.
ژو و همکاران (۲۰۱۳)	تجزیه و تحلیل رابطه بین تحولات ساختار صنعتی و انتشار دی‌اکسیدکربن در چین	نتایج نشان داد که وقفه مرتبه اول از تعدیل ساختار صنعتی به طور مؤثری تولید گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد، و پیشرفت فنی به تنهایی تأثیری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ندارد. اما به طور غیرمستقیم انتشار آلاینده‌ها را از طریق ارتقاء و بهینه‌سازی صنعتی کاهش می‌دهد. همچنین سطح شهرنشینی به طور قابل توجهی انتشار گازهای گلخانه‌ای را افزایش داده است.
عمادزاده و همکاران (۱۳۸۲)	رابطه تقارن و عدم تقارن شدت انرژی را با قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی در کشورهای عضو OECD	نتایج پژوهش مذکور نشان داد که نه تنها پس از افزایش قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی، بلکه حتی زمانی که متغیرهای مزبور کاهش یافته اند، شدت انرژی نیز کاهش یافته است

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

نویسندگان	موضوع تحقیق	نتیجه تحقیق
امینی و یزدی پور (۱۳۸۷)	مهم‌ترین عوامل کمی مؤثر بر بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران طی دوره ۱۳۷۳-۱۳۸۱	متوسط سرمایه به ازای هر واحد انرژی مصرفی و هزینه واقعی استفاده از سرمایه، بیشترین تأثیر را بر بهره‌وری انرژی داشته‌اند. بعد از آن متوسط نیروی کار به ازای هر واحد انرژی مصرفی، هزینه های واقعی استفاده از نیروی‌کار و سهم برق از انرژی مصرفی به عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بهره‌وری انرژی شناخته شده‌اند. نسبت شاغلین با مدرک تحصیلی مهندسی به کل شاغلان تولیدی به عنوان متغیر جانشین فناوری، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر بهره‌وری انرژی داشته است. در این مطالعه، قیمت‌های نسبی حامل‌های انرژی تأثیر معنی‌داری بر بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی نداشته است.
بهبودی و همکاران (۱۳۸۹)	بررسی شناسایی عوامل مهم مؤثر بر تغییرات شدت انرژی در ایران	نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که افزایش شدت انرژی در کشور، در اثر تغییر ساختار فعالیت‌های اقتصادی و نیز کاهش بهره‌وری در بهره‌گیری از انرژی بوده است.
ناجی میدانی و همکاران (۱۳۹۴)	رابطه بین صنعتی شدن و کارایی انرژی بخش صنعت در ایران	نتایج برآورد الگوی پویای بلندمدت، وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای مدل را نشان می‌دهد. براساس این الگو، صنعتی شدن در ایران، تأثیر منفی و معنی‌داری بر کارایی انرژی دارد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]