سنجش محتوای انرژی‌های فسیلی در بخش‌های اقتصادی استان کردستان با رویکرد داده ـ ستانده

زهرا ذبیحی
دانشجوی دکتری اقتصاد سنجی، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی
z_zabihi9094@yahoo.com
جمال کاکایی
دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی (نویسنده مسئول)
jamal.kakaie@gmail.com
علی‌اصغر بانویی
استاد گروه اقتصاد توسعه و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی
banouei @atu.ac.ir

چکیده

روند رو به رشد مصرف انرژی منجر به بروز نگرانی‌هایی در خصوص دستیابی ایران به توسعه پایدار شده است. از همین‌رو انجام مطالعات در زمینه انرژی‌بری بخش‌ها به ویژه در سطح استان‌ها می‌تواند کمک شایانی در جهت برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری برای اصلاح روند کنونی داشته باشد. براین‌اساس در مقاله‌ی حاضر به منظور سنجش وضعیت مصرف انرژی‌های فسیلی در سطح بخش‌های اقتصادی استان کردستان، شاخص ردپای بوم‌شناختی منابع طبیعی به طور اجمالی معرفی می‌شود و با توجه به چارچوب نظری این شاخص، محتوای انرژی‌های فسیلی در سال ۱۳۹۰ برای بخش‌های این استان محاسبه می‌گردد. ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰ و از جدول داده ـ ستانده سال ۱۳۹۰ محاسبه شده استان کردستان به روش CHARM و با بکارگیری جدول داده ـ ستانده بهنگام شده سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران و حساب‌های منطقه‌ای همان سال، مبنای سنجش انرژی‌های فسیلی بخش‌های مختلف استان قرار گرفته است. یافته‌های مقاله نشان می‌دهد که در سطح کلان کردستان وارد کننده خالص انرژی‌های فسیلی در سال ۱۳۹۰ است و همچنین سه بخش "برق"، "حمل و نقل" و "ساخت محصولات کانی غیر فلزی" سهم بیش از ۶۰ درصد محتوای انرژی‌های فسیلی تقاضای نهایی استان را به خود اختصاص داده‌اند. بررسی انرژی‌بری مستقیم در سطح بخش های اقتصادی نشان می‌دهد که بخش‌های "برق"، "محصولات کانی غیر فلزی"، "حمل و نقل و مواد و محصولات شیمیایی" به ترتیب بالاترین میزان انرژی‌های فسیلی را به صورت مستقیم و غیرمستقیم به ازای هر واحد تولید (میلیون ریال) مصرف کرده‌اند. از این‌رو، بازآرایی ساختار تولیدی بخش‌های اقتصادی استان و زیر ساخت‌های آن به ویژه بخش‌های یاد شده از مهم‌ترین اولویت‌ها در راستای کاهش آلاینده‌های زیست محیطی و توسعه پایدار استان و نیز کشور است. همچنین، اطلاعات مربوط به تراز تجاری محتوای انرژی‌های فسیلی نشان می‌دهد که تمام بخش‌های اقتصادی که فعالیت‌های صنعتی را شامل می‌شود با کسری تجاری مواجه هستند که ضعف در ساختار تولید اقتصاد استان را نمایان می‌سازد.

واژگان کلیدی؛ محتوای انرژی، ردپای بوم‌شناختی، داده ـ ستانده
طبقه‌بندی JEL: Q48 ، Q42،P48 ، P28، O13، F۱۸

Measurement of fossil energy content in economic sectors of Kordestan province with input-output approach

Z . Zabihi
Ph.d .Student Econometrics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University. (z_zabihi9094@yahoo.com)
J.Kakaie
M. A. of Energy Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University .(jamal.kakaie@gmail.com)
A. Banouei
Professor of Development Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University (banouei7@yahoo.com)

Abstract:

Increasing trend of energy consumption have caused concerns about achieving sustainable development in Iran. So studies about the energy intensity of sectors especially in provinces can help a lot about planning and policy making in order to change current trend. So in this paper for measuring fossil energy consumption situation in level of Kordestan province, ecological footstep of natural resources as a criteria have been introduced briefly and due to the theoretical framework of this criteria the energy intensity of fossil fuel for sectors of this province is measured for 1390. Hydrocarbon balance sheet of 1390 and input-output table which is measured for Kordestan province in 1390 by CHARM method and by usage synchronized input-output table of 1390 of Iranian statistics center and regional accounts of the same year are the basis of measurement of fossil fuel energies of different sectors in 1390. Results show that in macro level Kordestan is a net importer of fossil energies in 1390. Also in 3 different parts of "electricity", "transport" and "Manufacturing of non-metallic mineral products" have more than 60 percent of fossil energy content in marginal demand of the province. Analysis energy intensity in economic sector levels show that "electricity", "Manufacturing of non-metallic mineral products" and "chemical material transport" respectively have consumed the most amount of fossil energy in direct and indirect form per production unit (Million Rials). Therefore, rearrangement of production structure of economic sectors of the province and their infrastructure especially in mentioned sectors are the most important priorities in order to decrease environmental pollution and achieve sustainable development for the province and the country. Also, data in trade balance of fossil energies content show that all economic sectors that include industrial activities, face trade deficit which shows weakness in the province production structure.

Keywords: energy intensity, ecological footstep, input-output

مقدمه

اهمیت انرژی‌های فسیلی در دهه‌های اخیر به‌عنوان یکی از منابع طبیعی به ویژه پس از شوک‌های نفتی در دهه ۱۹۷۰ میلادی، سبب شده است که این منبع، به‌عنوان یکی از عوامل تولید در کنار نیروی کار و سرمایه مورد مطالعه قرار گیرد. بنابراین انرژی‌های فسیلی به‌عنوان یکی از ارکان مهم رشد و توسعه محسوب می‌شود و از سوی دیگر، استفاده‌ی نامناسب و غیر کارا از آن منجر به پیامدهای نامطلوب زیست محیطی و حتی غیر اقتصادی می‌شود. با عنایت به اینکه ایران یکی از مصادیق الگوی رشد با فشار بر منابع طبیعی محسوب شده و انتظار می‌رود در مسیر رشد خود با افزایش روز افزون مصرف انرژی جهت افزایش تولید خود مواجه باشد، لذا توجه به بهبود کارایی انرژی‌های فسیلی و به تبع آن کاهش اثرات زیست محیطی آن از اهمیت بسزایی برخوردار است. بنابراین، بررسی انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم، محتوای انرژی‌های فسیلی کالاها و خدمات تقاضای نهایی، صادراتی و وارداتی و تراز تجاری محتوای انرژی‌های فسیلی در سطح بخش‌های اقتصادی در درک شدت انرژی‌های فسیلی و کارکرد بخش‌های اقتصادی مؤثر است.

امروزه روند رو به رشد مصرف انرژی‌های فسیلی علاوه بر مسئله پایان‌پذیر بودن آن، به مراتب نگرانی گسترده‌تری که ناشی از انتشار آلاینده‌های گازی است ایجاد کرده است، چراکه بالاترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، مربوط به انرژی‌های فسیلی بوده است. گزارش آژانس بین‌المللی انرژی (۲۰۱۳) حاکی از آن است که علی‌رغم اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها که هدف اصلی آن اصلاح ساختار مصرف انرژی در کشور بوده، ایران همچنان از منظر مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها در وضعیت نامناسبی قرار داشته و در بین ۱۴۳ کشور رتبه نهم انتشار دی‌اکسید کربن را به خود اختصاص داده است. بنابراین، اگرچه رسیدن به نرخ‌های رشد بالا برای خروج از رکود امری ضروری است اما هر نوع برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در راستای دستیابی به چنین هدفی، باید با لحاظ مسائل زیست‌محیطی و کاهش مصرف انرژی باشد.

یکی از خلاءهای اساسی در حوزه‌ی انرژی، عدم برخورداری از تحلیل‌های مبتنی بر زنجیره‌ی تولید و غفلت از بررسی محتوای انرژی در نهاده‌های واسطه‌ای در سطح ملی و منطقه‌ای است. حال آنکه عدم توجه سیاستگذاران و برنامه‌ریزان به ابعاد فضایی و منطقه‌ای می‌تواند سبب بروز ناکارآمدی اقتصادی و عدم تعادل‌های منطقه‌ای گردد. بررسی میزان مصرف انرژی و آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی در سطح مناطق و استان‌های کشور جهت دستیابی به برنامه‌ای جامع برای دستیابی به توسعه پایدار از اهمیت بالایی برخوردار بوده و می‌تواند تصویر روشن‌تری از وضع موجود ارائه نماید تا سیاست‌ها و راهبردهای متناسب‌تری در آینده اتخاذ شود. استان کردستان با ۲۸۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت (معادل ۷/۱ درصد مساحت کل کشور) در غرب ایران و در مجاورت خاک عراق واقع شده است. این استان براساس حساب‌های منطقه‌ای سال ۱۳۹۲ حدود ۱/۰۴ درصد تولید ناخالص داخلی کشور و حدود ۱/۴۶ درصد از مصرف انرژی[1] کل کشور در این سال را به خود اختصاص داده است. ساختار طبیعی، آب و هوا و شرایط مناسب اقلیمی این استان را به یکی از حاصلخیزترین استان‌های تبدیل کرده و زمینه‌های رشد و توسعه کشاورزی و صنایع وابسته به کشاورزی را در این منطقه فراهم نموده است. بر این اساس ساختار اقتصادی استان کردستان تا حدودی از ساختار اقتصادی کشور متفاوت بوده برای مثال، سهم بیش از دو برابری بخش کشاورزی و پایین بودن سهم بخش صنعت از تولید ناخالص داخلی استان در مقایسه با سهم بخش‌های یاد شده در سطح کشوری است.[2] بر این اساس انتظار می‌رود که با توجه به موقعیت جغرافیایی استان و بافت کشاورزی و صنایع وابسته به کشاورزی در این استان، مصرف انرژی‌های فسیلی آن نسبت به سایر استان‌های کشور بیشتر باشد. از این رو، به مطالعه موردی استان کردستان جهت بررسی دقیق‌تر انرژی‌بری بخش‌های مختلف اقتصادی پرداخته شده است. با توجه به روابط متقابل میان فعالیت‌های اقتصادی و مصرف انرژی، هدف این مقاله بررسی آثار افزایش تولید بر مصرف انرژی و محتوای انرژی کالاها و خدمات بخش‌های مختلف اقتصادی در سطح استان کردستان با استفاده از الگوی داده ـ ستانده منطقه‌ای است. برای این منظور از جدول

---

[1]. مراد از مصرف انرژ ی در این قسمت شامل مصرف چهار فرآورده اصلی نفتی (بنزین، نفت گاز، نفت کوره و نفت سفید) و نیز مصرف گاز طبیعی می‌باشد (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۲).

۲. در بخش صنعت استان نیز، سهم بخش ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها بیش از ۵۰ درصد بخش صنعت را به خود اختصاص داده است.

داده ـ ستانده منطقه‌ای سال ۱۳۹۰ استان کردستان که با به‌کارگیری جدول داده ـ ستانده سال ۱۳۹۰ مرکز آمار و حساب‌های منطقه‌ای سال ۱۳۹۰ به روش CHARM بدست آمده و نیز آمار انرژی همان سال استفاده شده است. مقاله‌ی حاضر در پی پاسخ به این دو سوال است؛ نخست، در سال ۱۳۹۰ کدام بخش‌های اقتصادی استان دارای مازاد تراز تجاری محتوای انرژی‌های فسیلی و دوم، وضعیت بخش‌های مختلف به لحاظ شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم به چه صورت است؟

در اواخر دهه ۱۹۶۰ نظریه‌پردازان زیست محیطی در واکنش به مسابقه جنون آمیز رشد پس از جنگ جهانی دوم با بهره‌برداری افراطی از منابع کره‌زمین و اتلاف منابع که ابعاد بی‌سابقه‌ای پیدا کرده بود و مسئله باران‌های اسیدی، مرگ دسته جمعی آبزیان در دریاها و از همه مهم‌تر، خطر از بین رفتن حیات که در سطح کره زمین مطرح شد به منصه ظهور رسیدند. هم‌چنین، در دهه ۱۹۷۰ میلادی مسئله آستانه تحمل و ظرفیت طبیعت (زیستی) ناشی از رشد اقتصادی کانون توجه پژوهشگران قرار گرفت و برای اولین بار ۲۲ آوریل سال ۱۹۷۰ میلادی در ایالات متحده آمریکا به‌عنوان روز زمین نام‌گذاری شد و سال ۱۹۷۲ در استکهلم، کنفرانس سازمان ملل درباره محیط زیست و انسان برگزار شد که نتیجه آن ایجاد نهاد (برنامه محیط زیست ملل متحد)UNEP[3] بود. استمرار این توجهات منجر به ارائه تعریف جدیدی از توسعه با عنوان «توسعه پایدار» در سال ۱۹۸۷ شد. توسعه پایدار در مقام تعریف، به مسئله تأمین نیازهای نسل کنونی، بدونِ به مخاطره انداختن ظرفیت نسل‌های آتی در برآورد نیازهایشان می‌پردازد (برانت‌لند، ۱۹۸۷).[4]

امروزه مدیریت منابع انرژی‌های فسیلی در طراحی سیاست‌های انرژی، به‌عنوان یک محدودیت بسیار مهم در رسیدن به توسعه پایدار مطرح است زیرا لازمه قابل اعتماد بودن شاخص‌های توسعه پایدار، وجود اطلاعات مناسب و جامع در خصوص مصرف منابع انرژی‌های فسیلی و اثرات زیست محیطی آن است. در دهه‌های اخیر بسیاری از صاحب‌نظران در عرصه اقتصادی و محیط زیستی بر آن شدند تا با یکپارچه کردن نظرات مختلف در خصوص اتخاذ یک رویکرد بیوفیزیکی به بررسی اصل پایداری و تطبیق نیازهای درونی اقتصاد به مسئله آستانه تحمل کره زمین بپردازند. از این‌رو، بسیاری از تحلیلگران اقتصاد محیط زیست، شاخص بیوفیزیکی ردپای بوم‌شناختی منابع طبیعی را معرفی کردند (کمال،۱۳۹۳). شاخص ردپای بوم‌شناختی منابع طبیعی (اثرات زیست محیطی) یک چارچوب قابل اعتنا را جهت تجزیه و تحلیل اثرات تقاضای جامعه انسانی فراهم می‌کند (کاکائی، ۱۳۹۵). در ادبیات موجود ردپای انرژی، آب، کربن و زمین مهم‌ترین شاخص‌های ردپا شناخته می‌شوند، زیرا شاخص‌های مذکور ارتباط نزدیکی با نگرانی‌های اصلی که جامعه جهانی مانند امنیت انرژی، امنیت آب‌وهوایی، امنیت آب و مانند آن را تهدید می‌کنند، دارند (کای فنگ و همکاران،۲۰۱۴). ازاین‌رو، از ردپای بوم‌شناختی انرژی به‌عنوان شاخصی که محتوای انرژی به‌کار رفته در کالا و خدمات را به دست می‌دهد، به‌عنوان یک شاخص قابل‌اعتنا در سنجش پایداری - یاد می‌شود. ردپای بوم-شناختی،[5]یک معیار پایداری است که مشخص می‌کند برای تأمین نیازهای داخلی جامعه چه میزان (واحد فیزیکی) از سرمایه طبیعی در مقیاس جهانی کاسته می‌شود. کاهش در سرمایه طبیعی می‌تواند به‌صورت محاسبه منابع (زمین و آب) و یا مصرف حامل‌های انرژی باشد (ریس،۲۰۱۲).[6]

شاخص ردپای بوم‌شناختی علاوه بر نمایش نتیجه و آثار فعالیت‌های انسان بر محیط زیست، نشان می‌دهد که اقتصاد یک جامعه نمی‌تواند بی‌پروا رشد کنند. تعریف فوق از سه منظر قابل تأمل است: نخست، آنکه در بین مناطق مختلف در قالب شاخص‌های کلان و بخشی قابل مقایسه است. دوم، چگونگی تعامل انسان با سرمایه‌های طبیعی را نمایان می‌سازد و سوم، از جنبه‌ی بومی و غیربومی نیز قابل بررسی است. جنبه‌ی بومی، محتوای منابع طبیعی در جهت تأمین مصرف داخلی و خارجی (صادراتی) را در بر می‌گیرد و جنبه‌ی غیربومی شامل، محتوای منابع طبیعی مصرف شده در واردات محصولاتی است که در خارج تولید شده و در کشور مورد نظر مصرف شده است. چنانچه فرض شود واردات صورت گرفته در داخل کشور ، رقابتی هستند، می‌توان تراز تجاری خالص محتوای منابع طبیعی را به دست آورد (کاکائی، ۱۳۹۵).

---

3. United Nations Environment Program

4 . Brundtland Report(1987)

۵. مفهوم ردپای بوم شناختی و سنجش آن در سطوح کلان اقتصادی، نخستین بار توسط واکرناگل و ریس در دهه ۱۹۹۰ میلادی در دانشکده جامعه و برنامه ریزی منطقه‌ای دانشگاه بریتیش کلمبیا معرفی گردید و پس از آن در جهان بسط یافت.

6 . Rees, 2013

ادبیات نظری و مطالعات تجربی موجود نشان می‌دهد که پژوهشگران با دو رویکرد ردپای بوم‌شناختی را مورد سنجش قرار می‌دهند. رویکرد اول، ماهیت کلان[۷]دارد و در سطح بخشی پاسخگو نیست. برای پاسخگویی به این مسئله، طیف وسیعی از پژوهشگران اقتصاد محیط زیست، رویکرد دوم را معرفی می‌کنند که، براساس آن نظام حسابداری بخشی به شکل جدول داده‌ـ ستانده مبنای محاسبه این شاخص قرارگرفته است (بانویی و همکاران،۱۳۹۲).[۸]

این مقاله درصدد است با استفاده از رویکرد داده ـ ستانده و براساس چارچوب نظری ردپای بوم‌شناختی، محتوای انرژی‌های فسیلی را در سطح کلان و بخش‌های اقتصادی استان کردستان در سال ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار دهد. بررسی این ابعاد مبتنی بر این فرضیه است که در سال ۱۳۹۰ تراز تجاری محتوای انرژی‌های فسیلی استان با کسری مواجه است. از این‌رو، مقاله حاضر براساس چارچوب نظری شاخص ردپای بوم‌شناختی، با فرض یکسان بودن تکنولوژی تولید میان استان کردستان و سایر شرکای تجاری آن (سایر استان‌های دیگر ایران و شرکای خارجی) که اقتباس شده از نظریه تجارت بین‌الملل هکشر ـ اوهلین است به سنجش محتوای انرژی‌های فسیلی در سطح کلان و بخش‌های اقتصادی استان کردستان در سال ۱۳۹۰می‌پردازد.

مرور مطالعات (بین المللی و داخلی) حاکی از آن است که رویکرد داده ـ ستانده نقش پررنگ‌تری را در مطالعات انرژی و آثار زیست‌محیطی آن ایفا کرده است. یکی از مهم‌ترین کاربردهای رویکرد داده ـ ستانده در مطالعات انرژی، تجزیه‌وتحلیل جامع انرژی در سطح بخشی است. به‌عبارت دیگر تجزیه‌وتحلیل محتوای انرژی در سراسر زنجیره عرضه است. بررسی سیر مطالعات بین المللی نشان می‌دهد که انرژی‌های فسیلی به‌عنوان یک نهاده تولید و به‌ویژه بعد از بحران‌های نفتی دهه ۱۹۷۰ به‌طور گسترده مورد مطالعه و الگوهای مصرف آن مورد نقد و بررسی قرار گرفت. از مهم‌ترین مطالعات این حوزه می‌توان به مانفرد لنزن[۹] اشاره نمود که در سال ۱۹۹۸ بر اساس رویکرد داده ـ ستانده، رابطه مصرف نهایی انرژی‌های اولیه و گازهای گلخانه‌ای برای کشور استرالیا را مورد بررسی قرار داده، استنتاج این مطالعه نشان می‌دهد که بخش‌هایی که بالاترین شدت انرژی را دارا می‌باشند عبارتند از؛ تولید برق حرارتی، محصولات سفالی، فلزات اساسی غیر آهنی (بیشتر مربوط به‌شدت انرژی آلومینیوم است) و آهن و فولاد هستند. در پژوهش دیگری که توسط لوئیس کروز (۲۰۰۲)[۱۰] برای کشور پرتغال انجام‌گرفته است، شدت مصرف سه سوخت فسیلی عمده شامل ذغال سنگ، نفت خام و گاز طبیعی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که شدت زغال‌سنگ به ترتیب در صنایع استخراج محصولات زغالی، تولید برق از سوخت‌های فسیلی و توزیع برق، بالاتر از سایر بخش‌هاست. شدت نفت نیز در بخش‌های استخراج نفت خام، صنعت پالایش و بازیافت محصولات نفتی، تولید برق از سوخت‌های فسیلی و توزیع برق از سایر بخش‌ها، بالاتر بوده است.

از دیگر مطالعات مهم این حوزه پژوهش تانگ و همکاران (۲۰۱۲)[۱۱] است محتوای نفت به‌کار رفته در کالاهای ساخته شده چین را با تکنیک داده ـ ستانده محاسبه کردند. محتوای نفت وارداتی، کالاهای صادراتی، و همچنین، محتوای نفت صادراتی کالاها و خدمات که به مدهای مختلف حمل‌ونقلی صورت می‌گیرد را برآورد کردند و نشان دادند که در سال ۲۰۰۷ میزان وابستگی چین به نفت خارجی ۲۴,۹ درصد و در سال ۲۰۱۱ به ۳۸,۴ درصد افزایش پید اکرده است.

مرور مطالعات داخلی نیز نشان می‌دهد که در دو دهه گذشته مسائل و چالش‌های پیش روی انرژی و اثرات زیست محیطی آن همواره نظر طیف وسیعی از پژوهشگران را به خود جلب کرده است. به عنوان نمونه، از مطالعات مهم این حوزه، می‌توان به وصفی اسفستانی (۱۳۸۵) اشاره نمود که با استفاده از الگوی داده ـ ستانده تعمیم یافته میزان مصرف انرژی و انتشار آلایندگی CO_2 را در بخش‌های اقتصادی ایران مورد سنجش قرار داد و نشان داد که حمل و نقل جاده‌ای بالاترین ضریب انتشار

---

[۷]. برای اطلاعات بیشتر درباره جنبه‌های مختلف سنجش ردپای بوم‌شناختی در سطح کلان به پژوهش‌های Wackernagel, 1994؛ Wackernagel & Rees, 1996 مراجعه کنید.

[۸]. برای اطلاعات بیشتر درباره سنجش ردپای بوم‌شناختی با استفاده از جدول داده ـ ستانده به(Bicknell, et. al, 1998؛ Freng, 2001؛ Lenzen & Murray, 2001 & 2002؛ Hubacek & Giljum, 2003؛ Hubacek, & Sun, 2001؛ Patterson & McDonald, 2004؛ Wiedman, *et. al, 2006* و بانوئی و همکاران۱۳۹۲، ۱۳۹۳، کاکائی ۱۳۹۵) مراجعه کنید.

[9]. Manfred Lenzen

[10]. Cruz, Luis(2002)

[11]. Xu Tang. et. al

آلایندگی CO_2 را در اختیار دارد. همچنین، زنگویی نژاد و وصفی (۱۳۸۸) در پژوهشی با استفاده از جدول داده ـ ستانده سال ۱۳۸۰ نشان دادند که به ازای هر واحد رشد اقتصادی، بیشترین میزان مصرف گاز طبیعی، بنزین، نفت سفید، گازوئیل، نفت کوره و گاز مایع، به ترتیب در بخش‌های آب، برق و گاز، حمل‌ونقل هوائی، ساخت فرآورده‌های نفتی و محصولات پتروشیمی، حمل‌ونقل و جاده‌ای، حمل‌ونقل آبی، ساخت فرآورده‌های نفتی و محصولات پتروشیمی رخ می‌دهد.

از مهم‌ترین مطالعات ردپای بوم‌شناختی انرژی (در سطح کلان) می‌توان به مطالعه تیموری و همکاران (۱۳۹۲) که به بررسی ردپای اکولوژیک گاز دی‌اکسید کربن سوخت‌های فسیلی شیراز پرداخته‌اند اشاره کرد که نشان دادند میزان انتشار دی‌اکسید کربن بنزین و گازوئیل به تنهایی ۳/۹ برابر ظرفیت زیستی شهر شیراز است. تیموری و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه دیگری (بررسی روند تغییرات ردپای اکولوژیک سوخت‌های فسیلی استان‌های کشور طی دوره ۱۳۸۸-۱۳۷۸) نشان دادند که ردپای بوم‌شناختی سوخت‌های فسیلی کشور ۸/۲ برابر بیشتر از ظرفیت زیستی کشور است. از دیگر مطالعات ردپای بوم شناختی انرژی می توان به کاکائی (۱۳۹۵) اشاره نمود که با استفاده از رویکرد داده ـ ستانده به سنجش محتوای انرژی‌های فسیلی و برآورد ردپای بوم‌شناختی آن در سطح بخش‌های اقتصادی پرداخت اشاره نمود که برای اولین بار تفاوت تکنولوژی تولید میان ایران و شرکای تجاری آن را در سطح بخش های اقتصادی لحاظ نمود.

در زمینه مطالعات خارجی و داخلی انجام گرفته در این حوزه در سطح منطقه‌ای تنها می‌توان به مطالعه جانسن و بنت (۱۹۸۱)[12] در سطح مطالعات خارجی و نصرالهی و همکاران (۱۳۹۳) در سطح مطالعات داخلی اشاره نمود. جانسن و بنت در مقاله خود براساس یک مدل داده-ستانده به بررسی بخش محیط زیست در اقتصاد پرداخته‌اند. آنها بیان می‌کنند که برآورد بازخورد زیست‌محیطی غیر خطی این امکان را فراهم می‌آورد تا بتوان با دقت بیشتری به ارزیابی حساسیت ساختار زیست‌محیطی اقتصاد منطقه‌ای به ازای تغییر در تقاضای نهایی در طول زمان پرداخت. نصرالهی و همکاران (۱۳۹۳)، در مطالعه خود با استفاده از روش‌های سهم مکانی الگوی اصلاح شده شبه لگاریتمی بخش تخصصی، جدول داده ـ ستانده استان یزد را برای سال ۱۳۸۵ استخراج کرده و با استفاده از میزان مصرف انرژی و ضرایب انتشار، میزان انتشار آلاینده‌های محیط‌زیستی توسط هر بخش اقتصادی برآورد نموده‌اند. نتایج آنها نشان می‌دهد که بخش ساخت فلزات اساسی، ساخت محصولات فلزی فابریکی به جز ماشین‌آلات و تجهیزات، بیشترین سهم از میزان انتشار آلایندگی استان را داشته‌اند. در این مقاله به این نکته مهم و اساسی توجه نشده است که در روش‌های سهم مکانی جدول داده ـ ستانده داخلی ملی مبنای محاسبه ضرایب داده ـ ستانده منطقه‌ای قرار می‌گیرد. حال آنکه در روش‌های تراز کالایی (روش‌های CB و CHARM) از جدول داده ـ ستانده متعارف در محاسبه جدول داده ـ ستانده منطقه‌ای استفاده می‌شود (کرونبرگ، ۲۰۱۲ و فلگ و همکاران، ۲۰۱۶).[13] در نتیجه ضرایب داده ـ ستانده منطقه‌ای مستخرج از انواع روش‌های سهم مکانی در تحلیل‌های مسائل محیط زیستی نامناسب است، حال آنکه جداول داده ـ ستانده مستخرج از انواع روش‌های تراز کالایی به خوبی قابلیت سنجش مسائل زیست محیطی در سطح منطقه را دارند. در این مقاله برای نخستین بار اهمیت انتخاب نوع روش برای تهیه جدول داده ـ ستانده منطقه‌ای در تجزیه و تحلیل‌های مسائل زیست‌محیطی مطرح شده است.

در راستای مطالب فوق مطالب این مقاله به صورت زیر سازماندهی می‌شود: در بخش نخست پایه های آماری مورد بررسی قرار می‌گیرد و در بخش دوم چارچوب نظری سنجش محتوای انرژی‌های فسیلی در سطح بخش‌های اقتصادی براساس رهیافت داده ـ ستانده ارائه می‌شود. در بخش‌های سوم و چهارم نیز به تجزیه و تحلیل نتایج و بحث و نتیجه‌گیری اختصاص دارد.

پایه های آماری و بررسی وضعیت مصرف انرژی های فسیلی در استان کردستان

همانطور که در بخش‌های پیشین اشاره شد در این مقاله از چارچوب الگوی داده ـ ستانده به منظور تجزیه و تحلیل استفاده شده است. بر این اساس جدول داده ـ ستانده مورد استفاده جدول ارزشی است و میزان مصرف انرژی بخش‌های مختلف

[12]. Johnsen & Bennett, 1981
[13]. Kronenberg, 2012 & Flegg, et.al, 2016

به صورت برداری برونزاست که مقادیر آن برای هر بخش برحسب بشکه معادل نفت خام بیان شده است. بنابراین پایه‌های آماری مورد استفاده در مقاله حاضر عبارتند از:

- ✓ در ابتدا جدول ارزشی داده ـ ستانده منطقه‌ای سال ۱۳۹۰ استان کردستان با بکارگیری روش CHARM[۱۴] از جدول داده ـ ستانده بهنگام شده سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران و حساب‌های منطقه‌ای همان سال استخراج و به دلیل فقدان اطلاعات مرتبط با مصرف انرژی بخش‌ها به۲۷ بخش تجمیع شده است. آمارهای مربوط به مصرف انرژی‌های فسیلی که به‌صورت مقداری از ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰ استخراج شده است.
- ✓ نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران ۱۳۹۰ ـ ۱۳۸۳.
- ✓ نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی مرکز آمار ایران سال ۱۳۸۱.
- ✓ نتایج طرح آمارگیری از معادن درحال بهره‌برداری کشور در سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران.

مصارف انرژی‌های فسیلی بر اساس سرفصل‌های ترازنامه هیدروکربوری در ۸ سرفصل آورده شده است که شامل: تجاری، خدماتی و عمومی، صنعت، حمل‌ونقل، کشاورزی، نیروگاه، پتروشیمی، پالایشگاه و سایر معادن می‌باشند، با توجه به‌کلی بودن سرفصل‌های یاد شده و لزوم بررسی محتوای مصرف انرژی‌های فسیلی در بخش‌های اقتصادی تعدیلاتی در جهت همگن‌سازی با جدول داده ـ ستانده سال ۱۳۹۰ اعمال شده است.[۱۵]

- تجاری، خدماتی و عمومی

آمارهای این بخش بر اساس این فرض که عمده مصرف سوخت‌های فسیلی در این فعالیت‌ها مربوط به گاز طبیعی است به سایر خدمات (خدمات به‌جز حمل‌ونقل)، ساختمان و تولید و توزیع آب اختصاص داده شده است. در نتیجه میزان مصرف انرژی‌های فسیلی توسط این فعالیت‌ها به نسبت تقاضا از گاز طبیعی در نظر گرفته شده است.

- حمل‌ونقل

میزان مصرف انرژی‌های فسیلی در فعالیت‌های حمل‌ونقل در ترازنامه هیدروکربوری آورده شده است همچنین میزان مصرف انرژی‌های فسیلی که به‌عنوان سوخت توربین‌ها و دیزل ژنراتورهای تلمبه‌های نفت خام و فرآورده‌ها مصرف می‌شود تحت زیر بخش حمل‌ونقل لوله‌ای به‌حساب می‌آید. بنابراین، تنها لازم است زیر بخش‌های خدمات حمل‌ونقل ریلی، جاده‌ای، هوایی و خطوط لوله در فعالیت حمل‌ونقل تجمیع شوند.

- کشاورزی

میزان مصرف انرژی‌های فسیلی در فعالیت‌های کشاورزی در ترازنامه هیدروکربوری آورده شده است بنابراین زیر فعالیت‌های (زراعت و باغداری، دامداری، مرغداری، پرورش کرم ابریشم، جنگلداری و ماهیگیری) در فعالیت کشاورزی تجمیع می‌شوند.

- بخش نیروگاه

بر اساس نظام طبقه‌بندی فعالیت‌ها (3.1ISIC, rev) عنوان نیروگاه به بخش برق مرتبط است، بنابراین عدد مربوط به نیروگاه در بخش مذکور آورده شده است و در سطح استان نیز سهم مصرف انرژی‌های فسیلی بخش برق براساس سهم ستانده آن از کل کشور در نظر گرفته شده است. ذکر این نکته ضروری است که بهره‌وری انرژی بخش برق استان با متوسط کشور یکسان در نظر گرفته شده است.

---

[۱۴]. در اوایل قرن بیست و یکم، کروننبرگ و همکاران (۲۰۰۹، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۵) تلاش نمودند یکی از نارسایی‌های اساسی را با معرفی مبادلات همزمان تجاری دوطرفه (Cross-Hauling) در قالب روش CHARM برطرف نمایند. در بکارگیری روش‌های تراز کالایی و CHAR,M فرض شود که متوسط تکنولوژی تولید در سطح ملی با تکنولوژی تولید در سطح منطقه یکسان است. و نیز سهم مبادلات همزمان تجارت دوطرفه یک کالا در سطح ملی (یعنی مبادلات همزمان تجارت دو طرفه یک کالا در سطح ملی با سایر کشورها) با سهم متناظر آن در سطح منطقه برابر است. علت اصلی بکارگیری فروض مذکور فقدان آمار و اطلاعات لازم در سطح منطقه است.

[۱۵]. در تدوین روش کار در این قسمت، از مطالعات ذاکری (۱۳۹۳) و ذبیحی و همکاران (۱۳۹۵) مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی و کاکائی (۱۳۹۵) استفاده شده است.

- پتروشیمی

بر اساس طبقه‌بندی فعالیت‌ها آمارهای مربوط به مصرف انرژی‌های فسیلی در پتروشیمی‌ها، در بخش مواد و محصولات شیمیایی آورده شده است. سهم مصرف انرژی‌های فسیلی بخش یاد شده براساس سهم ستانده استان از کشور، برآورد شده‌اند و بهره‌وری انرژی استان با متوسط کشور یکسان در نظر گرفته شده است.

- پالایشگاه

بر اساس طبقه‌بندی فعالیت‌ها آمارهای مربوط به مصرف انرژی‌های فسیلی در پالایشگاه‌های نفتی، در بخش کک، فرآورده‌های نفتی، سوخت هسته‌ای آورده شده است. سهم مصرف انرژی‌های فسیلی بخش یاد شده براساس سهم ستانده استان از کشور، برآورد شده‌اند و بهره‌وری انرژی استان با متوسط کشور یکسان در نظر گرفته شده است.

- توزیع گاز طبیعی

سوخت مصرفی در پالایشگاه‌های گازی و ایستگاه‌های تقویت فشار را در بخش توزیع گاز طبیعی کل کشور احتساب شده است و براساس سهم مساحت استان از کل کشور، مقدار مصرف انرژی برای بخش مذکور در نظر گرفته شده است.

- صنعت

آمارهای مصرف کارگاه‌های صنعتی به‌صورت کارگاه‌های صنعتی بالای ۱۰ نفر و زیر ۱۰ نفر کارکن حاوی مصرف انرژی در سال ۱۳۹۰ است. اما با توجه به آنکه در سال ۱۳۹۰ آمار مربوط به کارگاه‌های زیر ۱۰ نفر کارکن موجود نیست و آخرین سرشماری متعلق به کارگاه‌های صنعتی زیر ۱۰ نفر کارکن مربوط به سال ۱۳۸۱ مرکز آمار است. به همین دلیل فرض شده است نسبت بین کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و زیر ۱۰ نفر کارکن ثابت باقی‌مانده باشد می‌توان از رابطه زیر جهت تخمین آمار کارگاه‌های زیر ۱۰ نفر کارکن استفاده نمود.

$$\frac{IND_{1390}^{10+}}{IDN_{1390}^{10-}} = \frac{DN_{1381}^{10+}}{IDN_{1381}^{10-}} \Rightarrow \frac{IND_{1390}^{10+}}{DN_{1381}^{10+}} * DN_{1381}^{10-} = IDN_{1390}^{10-}$$

با انجام محاسبات فوق می‌توان مصرف انرژی در کارگاه‌های صنعتی زیر ۱۰ نفر کارکن زیر فعالیت‌های مربوط به سال ۱۳۹۰ را بدست آورد. با ضرب میزان انرژی مصرفی مربوط به سرفصل صنعت در ترازنامه هیدروکربوری در نسبت مصرف هر یک از زیر فعالیت‌های صنعت به‌کل انرژی مصرفی صنعت، میزان مصرف انرژی توسط هر یک از زیر فعالیت‌ها را بدست آورد. برای بدست آوردن سهم مصرف انرژی بخش‌های صنعتی استان تلاش شده است براساس سهم ستانده آن‌ها از بخش صنعت مربوطه در سطح ملی برآورد شوند.

- سایر معادن

برای محاسبه میزان مصرف انرژی‌های فسیلی مربوط به سایر معادن از آمارهای مربوط به طرح آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور که توسط مرکز آمار تهیه می‌شود استفاده شده است.

مصرف انرژی‌های فسیلی در بخش‌های اقتصادی استان کردستان براساس پایه‌های آماری و تعدیلاتی که پیش‌تر بدانها اشاره شد در جدول زیر آمده است. نتایج اطلاعات حاکی از آن است که بیش از ۷۰ درصد انرژی‌های فسیلی مصرف شده به‌صورت مطلق در استان کردستان به سه بخش برق، حمل‌و نقل و ساخت محصولات کانی غیر فلزی اختصاص دارد. همچنین شایان ذکر است که بخش کشاورزی و صنایع وابسته به آن قریب به ۱۱ درصد مصرف انرژی استان را به خود اختصاص داده اند.

جدول ۱- مصرف انرژی‌های فسیلی در سطح بخش‌های اقتصادی ـ بشکه معادل نفت خام

بخش‌های اقتصادی	مصرف انرژی
کشاورزی	۹۹۴۶۷۷
سایر معادن و نفت خام و گاز طبیعی	۸۳۳۹۴
ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	۴۴۲۳۵۵
ساخت منسوجات و توتوون و تنباکو	۱۸۱۲۵
ساخت پوشاک، عمل آوری و رنگ کردن خز	۶۹۲۵

دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی	۴۱۵
ساخت چوب و محصولات چوبی	۶۴۲۲
ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۳۴۱۶
انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۸۳۵
ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۱۶۸۱
ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۳۴۰۳۵
ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	۲۲۹۸۹
ساخت سایر محصولات کانی غیر فلزی	۲۰۹۲۸۴۶
ساخت فلزات اساسی	۷۷۷۳۳
ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	۱۹۴۶۰
ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۴۹۹۳
ساخت ماشین آلات و دستگاه‌های برقی و محاسباتی	۳۱۳۱
ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۶۲
ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت	۳۱۲۵
ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	۶۶۶
ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل	۱۸۱
ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۱۸۱۹۵
برق	۴۲۲۰۸۷۱
توزیع گاز طبیعی	۶۲۷۷۶۵
آب	۱۰۴۴۶
ساختمان	۵۲۶۱
حمل و نقل	۳۳۸۶۴۱۹
سایر خدمات	۱۳۹۷۹۵۰
جمع	**۱۳۵۰۴۳۷۳**

مأخذ: ترازنامه هیدروکربوری ۱۳۹۰، مرکز آمار ۱۳۹۰و محاسبات پژوهش

چارچوب نظری سنجش محتوای انرژی‌های فسیلی در سطح بخش‌های اقتصادی: رهیافت داده ـ ستانده

الگوی داده ـ ستانده مانند سایر الگوهای اقتصادی فروض متعددی دارد. مهم‌تر از همه، کاربرد این الگو در تحلیل محتوای تجارت بین‌الملل و نیز سنجش ردپای بوم‌شناختی منابع طبیعی است که برای به‌کارگیری آن مستلزم دو فرض اساسی دیگر نیز می‌باشد که عبارتند از: نخست، تمامی نهاده‌های واسطه‌ای (تولید داخلی و واردات) بر مبنای فرض رقابتی بودن واردات[۱۶] توسط بخش‌های داخلی (بومی) تولید می‌شود. تحت این وضعیت امکان تفکیک سهم ارزش افزوده و اشتغال بین تولید داخلی و واردات واسطه‌ای وجود ندارد دوم فرض می‌شود، کل واردات یک متغیر برون‌زاست و هیچ نقشی در ارزش افزوده و اشتغال ایفا نمی‌کند (پی و همکاران،۲۰۱۲)[۱۷]. ذکر این نکته ضروری است که سنجش محتوای انرژی‌های فسیلی و در واقع بررسی مسائل زیست‌محیطی مستلزم استفاده از جدول داده ـ ستانده منطقه‌ای متعارفی است که با به‌کارگیری روش CHARM برآورد می‌شود، که براساس داده‌های موجود در زمینه مصرف انرژی به ۲۷ بخش اقتصادی تجمیع شده است. در ادامه فرایند محاسبه محتوای انرژی‌های فسیلی در قالب یک اقتصاد فرضی سه بخشی تشریح خواهد شد.

رابطه (۱) ماتریس ضرایب فنی (مستقیم) تولید را نشان می‌دهد که در واقع، نسبت به‌کارگیری نهاده‌های واسطه‌ای در تولید هر بخش (به‌جز عوامل) اولیه را نشان می‌دهد[۱۸]؛

---

[۱۶]. واردات رقابتی(Competitive Imports)، کالاهایی هستند که گرچه وارد یک کشور می‌شوند اما همچنین به میزان زیادی در آن کشور تولید می‌شود؛ هرچند امکان دارد که کاملاً هزینه تولید آن‌ها در داخل بیش از هزینه تمام شده ورود آن‌ها به داخل کشور باشد.(شاکری و امیدوار ،۱۳۸۷)

[17]. Pei, et. Al, 2013

[18]. Miller, R. E. & Blair, P. D. (2009).

$$[d_{ij}] = D = \begin{bmatrix} \frac{D_{11}}{X_1} & \cdots & \frac{D_{1S}}{X_S} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{D_{S1}}{X_1} & \cdots & \frac{D_{SS}}{X_S} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_{11} & \cdots & d_{1S} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{S1} & \cdots & d_{SS} \end{bmatrix} \qquad (۱)$$

ماتریس فوق مبنای محاسبه ماتریس ضریب فزاینده تولید و یا ماتریس معکوس لئونتیف $(I-D)^{-1}$ قرار می‌گیرد. ماتریس معکوس لئونتیف براساس فرض ثابت بودن ضرایب فنی، ثابت است و تغییرات در تقاضای نهایی که منجر به تغییر تولید می‌شود را نشان می‌دهد.

$$(I-D)^{-1} = [a_{ij}] = \left\{ \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} d_{11} & \cdots & d_{1S} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{S1} & \cdots & d_{SS} \end{bmatrix} \right\}^{-1} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{31} & \cdots & a_{33} \end{bmatrix} \qquad (۲)$$

رابطه (۲) ضرایب فزاینده تولید را نشان می‌دهد. جمع ستونی ماتریس مذکور بیان می‌کند که برای تأمین افزایش یک واحد تقاضای نهایی هر بخش، به‌طور مستقیم و غیر مستقیم، در کل اقتصاد، چه مقدار تولید افزایش می‌یابد.

$$[\Phi_j] = [E_1 \quad \cdots \quad E_3] \begin{bmatrix} \frac{1}{X_1} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \frac{1}{X_S} \end{bmatrix} = [\Phi_1 \quad \cdots \quad \Phi_3] \qquad (۳)$$

عناصر Φ_j نشان می‌دهد، به ازای هر واحد تولید (میلیون ریال) دریک بخش به‌طور مستقیم به چه میزان انرژی‌های فسیلی نیاز است. سپس با ضرب ماتریس قطری ضرایب مستقیم انرژی‌های فسیلی در ماتریس ضرایب فزاینده تولید، ماتریس ضرایب فزاینده انرژی‌های فسیلی به‌دست می‌آید:

$$[\beta_{ij}] = \begin{bmatrix} \Phi_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \Phi_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{31} & \cdots & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \cdots & \beta_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{31} & \cdots & \beta_{33} \end{bmatrix} \qquad (۴)$$

β_{ij} در رابطه (۴)، ماتریس ضریب فزاینده انرژی‌های فسیلی هر بخش را نشان می‌دهد، یعنی هر بخش به ازای ارزش یک واحد تقاضای نهایی بخش iام، چه میزان انرژی‌های فسیلی به‌طور مستقیم و غیر مستقیم مورد نیاز است.

با پیش‌ضرب ماتریس ضرایب فزاینده انرژی در رابطه (۴) در ماتریس قطری تقاضای نهایی، ماتریس η_{ij} بدست می‌آید. جمع سطری عناصر آن، مقدار انرژی موردنیاز مستقیم و غیرمستقیم هر بخش را برای تأمین تقاضای نهایی داخلی جمعیت نشان می‌دهد؛ همچنین جمع ستونی ماتریس مذکور نشان می‌دهد اگر تقاضای نهایی یک بخش یک واحد (میلیارد ریال) افزایش یابد به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در کل اقتصاد چقدر انرژی مصرف می‌شود.[۱۹]

$$[\eta_{ij}] = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \cdots & \beta_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{31} & \cdots & \beta_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DF_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & DF_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \eta_{11} & \cdots & \eta_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \eta_{31} & \cdots & \eta_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vartheta 1 \\ \vdots \\ \vartheta 3 \end{bmatrix} \qquad (۵)$$

رابطه (۶)، بیان می‌کند که با پیش‌ضرب ماتریس ضرایب فزاینده انرژی‌های فسیلی در بردار صادرات، محتوای انرژی‌های فسیلی در کالا و خدمات صادراتی در بخش‌های مختلف اقتصاد به‌دست می‌آید.

$$[x_i] = \left\{ \begin{bmatrix} \beta_{11} & \cdots & \beta_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{31} & \cdots & \beta_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & X_3 \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_3 \end{bmatrix} \qquad (۶)$$

x_i در رابطه (۶) مشخص می‌کند که بخش iام در جهت تأمین تقاضای نهایی خارجی (خارج از استان) چه مقدار انرژی‌های فسیلی را به صورت مستقیم و غیر مستقیم مصرف می کند.

برای سنجش محتوای انرژی های فسیلی کالاها و خدمات وارداتی (کالاها و خدماتی که در خود استان تولید نشده‌اند) نیازمند این فرض است که واردات رقابتی هستند.

[۱۹]. برای محاسبه محتوای انرژی در کالا و خدمات از روش فرنگ (۲۰۱۱) استفاده‌شده است. که مطالعه بیکنل و همکارانش (۱۹۹۹) را اصلاح نمود.

با پیش‌ضرب ماتریس ضرایب فزاینده انرژی‌های فسیلی در ماتریس قطری واردات، محتوای انرژی‌های فسیلی در کالاها و خدمات وارداتی به‌دست می‌آید. جمع سطری رابطه (۷) نشان می‌دهد که در یک بخش چه میزان انرژی‌های فسیلی در قالب واردات به استان وارد شده است. به بیان دیگر، اگر کالاها و خدمات مذکور وارد نمی‌شد در اثر تولید آن‌ها در استان چه میزان انرژی‌های فسیلی مصرف می‌شد.

$$[M_i] = \left\{ \begin{bmatrix} \beta_{11} & \cdots & \beta_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{31} & \cdots & \beta_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1^* & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & m_3^* \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_1 \\ \vdots \\ m_3 \end{bmatrix} \qquad (۷)$$

در این رابطه (۷) همانند نظریه تجارت بین الملل هکشر ـ اوهلین، فرض بر این است که تکنولوژی تولید میان استان کردستان و سایر شرکای تجاری آن (سایر استان‌های ایران و کشورهای خارج از ایران) یکسان است ازاین‌رو، با بهره بردن از فرض واردات رقابتی، محتوای انرژی‌های فسیلی واردات با تکنولوژی داخلی محاسبه می‌شود و در پایان تراز تجاری محتوای انرژی‌های فسیلی مبادلات تجاری برآورد می‌شود.

$$[XF_i] = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_3 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} m_1 \\ \vdots \\ m_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} XF_1 \\ \vdots \\ XF_3 \end{bmatrix} \qquad (۸)$$

XF_i در رابطه (۸) مازاد وضعیت (مازاد یا کسری) تراز تجاری محتوای انرژی‌های فسیلی بخش iام را نشان می‌دهد.

تجزیه و تحلیل نتایج

اطلاعات مربوط به محتوای تقاضای نهایی در سطح بخش‌های اقتصادی استان کردستان (بر اساس رابطه(۵)) نشان می‌دهد که بخش‌های "برق"، "حمل و نقل"، "ساخت سایر محصولات کانی غیر فلزی"، "مواد و محصولات شیمیایی"، "فلزات اساسی"، "سایر خدمات" و "کشاورزی" قریب به ۹۰ درصد محتوای انرژی‌های فسیلی تقاضای نهایی را در سطح استان کردستان به خود اختصاص داده‌اند. به بیان دیگر، بخش برق برای تأمین تقاضای نهایی خود، انرژی فسیلی معادل ۵۳۹۱۴۷۶ بشکه معادل نفت خام به صورت مستقیم و غیرمستقیم مصرف می‌کنند. همچنین، بخش‌های "دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی"، "ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی"، "ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل" و "ساختمان" به ترتیب پایین‌ترین میزان انرژی فسیلی را در راستای تأمین تقاضای نهایی خود مصرف کرده‌اند. نتایج مربوط به محتوای انرژی‌های فسیلی واردات در سطح بخش‌های اقتصادی (بر اساس رابطه(۷)) حاکی از آن است بخش‌های "ساخت مواد و محصولات شیمیایی"، "برق"، "حمل و نقل" و "فلزات اساسی" به ترتیب بالاترین محتوای انرژی‌های فسیلی را به خود اختصاص داده‌اند، به عبارت دیگر، بیش از ۷۰ درصد از محتوای انرژی‌های فسیلی کالاها و خدمات وارداتی از سایر استان‌های ایران و یا کشورهای خارجی به بخش‌های مذکور اختصاص دارد.

بررسی محتوای انرژی‌های فسیلی کالاها و خدمات صادراتی (بر اساس رابطه(۶)) حاکی از آن است که در سال ۱۳۹۰ در استان کردستان، مقدار انرژی‌های فسیلی که از طریق کالاها و خدمات به خارج از استان صادر می‌شود معادل ۳۳۱۳۷۱۵ بشکه معادل نفت خام است که ۷۰ درصد از این مقدار، مربوط به بخش‌های "برق"، "حمل و نقل"، "ساخت مواد و محصولات شیمیایی" و "توزیع گازطبیعی" است و بخش‌های همچون "ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل"، "ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌های ارتباطی" و "ساختمان" پایین‌ترین مقدار انرژی‌های فسیلی را به خارج از استان صادر کرده‌اند.

بررسی تراز تجاری محتوای انرژی‌های فسیلی بخش‌های اقتصادی (بر اساس رابطه(۸)) حاکی از آن است که استان کردستان در سطح کلان وارد کننده خالص انرژی‌های فسیلی است. به بیان دیگر، فقط سه بخش "کشاورزی"، "آب" و "ساختمان" از مازاد تراز تجاری محتوای انرژی‌های فسیلی برخوردار هستند.کسری تراز تجاری محتوای انرژی‌های فسیلی در سطح بخش‌های صنعتی استان حاکی از آن است که فعالیت‌های صنعتی و تولیدی در استان در سطح نازلی قرار دارد. به بیان دیگر، سهم کمتر از (۰/۴) صنعت استان از کل ستانده بخش صنعت کشور، مؤید این نکته است که ساختار اقتصاد استان وابسته

به دنیای خارج از خود است.همچنین، ذکر این نکته ضروری است که بخش صنایع وابسته به محصولات کشاورزی نیز با وجود سهم بالای بخش کشاورزی در تولید ناخالص داخلی با کسری تراز تجاری مواجه است.

جدول ۲: محتوای انرژی های فسیلی واردات، صادرات، تقاضای نهایی و تراز تجاری ـ بشکه معادل نفت خام

بخش‌های اقتصادی	واردات	صادرات	تقاضای نهایی	تراز تجاری
کشاورزی	۹۶۵۶۴	۱۵۸۹۰۳	۹۳۲۳۳۸	۶۲۳۳۹
سایر معادن و نفت خام و گاز طبیعی	۱۳۸۷۶۰	۸۶۱۷۴	۱۳۵۹۷۹	-۵۲۵۸۵
ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	۱۳۶۰۰۴	۵۱۸۳۷	۵۲۶۵۲۲	-۸۴۱۶۷
ساخت منسوجات و توتوون و تنباکو	۲۲۰۸۵	۸۰۶۹	۳۲۱۴۰	-۱۴۰۱۶
ساخت پوشاک، عمل آوری و رنگ کردن خز	۱۲۷۵	۱۲۳۴	۶۹۶۶	-۴۱
دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی	۹۲۹	۲۵۹	۱۰۸۴	-۶۷۰
ساخت چوب و محصولات چوبی	۵۸۱۵۴	۷۰۸۵	۵۷۴۹۲	-۵۱۰۶۹
ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۲۳۸۵۰۶	۲۴۸۶۴	۲۱۷۰۵۸	-۲۱۳۶۴۲
انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۶۴۹۷	۶۴۲	۶۶۹۱	-۵۸۵۶
ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۵۴۹۴۵۵	۸۹۸۴۸	۴۶۱۲۸۸	-۴۵۹۶۰۷
ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۲۴۳۶۲۹۱	۸۶۹۶۰۳	۲۰۰۰۷۲۴	-۱۹۶۶۶۸۸
ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	۴۵۴۷۶	۱۲۳۰۳	۵۶۱۶۳	-۳۳۱۷۴
ساخت سایر محصولات کانی غیر فلزی	۷۳۰۰۵۴	۲۹۳۵۲۸	۲۵۲۹۳۷۱	-۴۳۶۵۲۶
ساخت فلزات اساسی	۱۵۲۱۶۶۹	۱۶۱۳۸۶	۱۴۳۸۰۱۶	-۱۳۶۰۲۸۳
ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	۳۱۰۰۸	۴۸۰۴	۴۵۶۶۳	-۲۶۲۰۴
ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۵۸۲۰۰	۷۹۵۵	۷۵۲۳۸	-۵۰۲۴۵
ساخت ماشین آلات و دستگاه‌های برقی و محاسباتی	۲۰۹۷۱	۲۷۵۳	۲۱۳۴۹	-۱۸۲۱۸
ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۲۰۲۲	۱۸۹	۱۸۹۴	-۱۸۳۳
ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت	۸۲۳۹	۴۲۹	۱۰۹۳۸	-۷۸۱۴
ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	۷۸۳۱	۱۲۰۳	۷۲۹۴	-۶۶۲۷
ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل	۱۹۳۸	۱۶۴	۱۹۵۵	-۱۷۷۴
ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۵۸۸۷	۲۲۵۵	۲۱۸۲۷	-۳۶۳۲
برق	۱۹۲۸۱۱۵	۷۵۷۵۱۰	۵۳۹۱۴۷۶	۱۱۷۰۶۰۶
توزیع گاز طبیعی	۶۲۶۸۳۷	۴۰۴۶۰۳	۸۴۹۹۹۹	-۲۲۲۲۳۴
آب	۳۸۲	۵۶۶۹	۵۱۵۹	۵۲۸۷
ساختمان	۵۷	۲۲۵	۵۰۹۳	۱۶۸
حمل و نقل	۱۹۱۵۲۳۳	۶۸۸۷۸۵	۴۶۱۲۸۶۷	-۱۲۲۶۴۴۸
سایر خدمات	۷۷۸۵۰	۷۱۴۴۰	۱۴۰۴۳۶۰	-۶۴۱۰
جمع	۱۰۶۶۶۲۸۹	۳۳۱۳۷۱۵	۲۰۸۵۶۹۴۴	-۷۳۵۲۵۷۴

مأخذ: محاسبات پژوهش و روابط((۵)، (۶)، (۷) و (۸))

بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله تلاش شد تا با مرور اجمالی بر مبانی نظری شاخص بیوفیزیکی ردپای بوم‌شناختی منابع طبیعی،محتوای انرژی‌های فسیلی کالاها و خدمات تقاضای نهایی، صادراتی و وارداتی با بهره‌گیری از رویکرد داده ـ ستانده در سطح بخش‌های اقتصادی استان کردستان در سال ۱۳۹۰ مورد سنجش قرار گرفت گیرد. بررسی اطلاعات مربوط به محتوای انرژی‌های فسیلی کالاها و خدمات وارداتی، صادراتی و تقاضای نهایی در سطح بخش های اقتصادی این استان نشان می‌دهد که بخش‌های "برق" و "حمل و نقل" بالاترین مقدار انرژی را بطور مستقیم و غیرمستقیم در راستای تأمین تقاضای نهایی داخلی و خارجی مصرف

می‌کنند و به وضوح ناکارآمدی و بهره‌وری پایین انرژی در این بخش‌های استان را نشان می‌دهد. از سوی دیگر، وجود کسری تراز تجاری محتوای انرژی‌های فسیلی در تمام فعالیت‌های صنعتی، ضعف کارکردی و نهادی اقتصاد استان را نمایان می‌سازد. در متون توسعه، همواره از توسعه صنعتی و صادرات آن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین راهبردهای توسعه یاد می‌شود، حال آنکه که تمامی بخش‌های صنعتی استان کردستان در سال ۱۳۹۰ با کسری تراز تجاری محتوای انرژی های فسیلی مواجه هستند.

نظر به اینکه همواره تمرکز زدایی و توسعه متوازن از سیاست‌های کلان توسعه کشور است، بنابراین، در برنامه‌ریزی و سیاستگذاری‌های کلان می‌بایست توسعه و رشد اقتصادی استان‌های کشور (نمونه موردی کردستان) نیز هم‌راستا با سیاست‌های یاد شده مورد توجه تصمیم‌گیران کلان اقتصاد قرار گیرد. از سوی دیگر، در سطح استان انتظار می‌رود که بازآرایی ساختار نهادی تولید و تکنولوژی بخش‌های اقتصادی در اولویت سیاست‌گذاری قرار گیرد و با استفاده از فضای ایجاد شده، برداشته شدن تحریم‌های بین‌المللی برای به‌روز نمودن تکنولوژی و فناوری‌های تولید اقدام نمایند. هم‌چنین، توجه به مسائل زیست محیطی در اولویت سیاست‌گذاری‌ها و برنامه ریزی‌ها قرار بگیرد و با شناسایی بخش‌های کلیدی و پیوندهای پیشین و پسین در اقتصاد، و سایر شاخص‌های زیست محیطی، اقتصادی و ... در راستای تقویت بنیه‌های تولیدی استان، متوازن با توسعه پایدار، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری شود.

منابع

- بانویی، علی‌اصغر؛ مؤمنی، فرشاد و عزیزمحمدی، سیمین (۱۳۹۲). سنجش ردپای بوم‌شناختی زمین در بخش‌های مختلف اقتصادی، با استفاده از رویکرد جدول داده ـ ستانده. *فصلنامه سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی*، دانشگاه الزهرا، شماره ۱، صص ۶۶ ـ ۳۵
- بانوئی، علی اصغر؛ ذاکری، زهرا؛ مومنی، مرضیه و اسفندیاری کلوکن، مجتبی (۱۳۹۳). سنجش وضعیت صادرات و واردات آب مجازی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران. همایش مدیریت یکپارچه منابع و مصارف آب با تکیه بر توسعه پایدار منطقه البرز مرکزی- دانشگاه تهران- مؤسسه آب.
- بانوئی، علی اصغر و کمال، الهام (۱۳۹۳). سنجش محتوای مستقیم و غیر مستقیم دی‌اکسیدکربن در صادرات و واردات ایران با استفاده از رویکرد داده ـ ستاند. *فصلنامه سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی*، دانشگاه الزهرا، شماره ۳، صص ۷۰ ـ ۴۰.
- ترازنامه هیدروکربوری کشور(۱۳۹۰)، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.
- تیموری، ایرج؛ سالاروندیان، فاطمه و زیاری، کرمت اله (۱۳۹۳). ردپای اکولوژیک گازدی اکسیدکربن سوخت‌های فسیلی شهر شیراز، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره۱، صص۲۰۴-۱۹۳.
- تیموری، ایرج و محمدی‌فر امیر (۱۳۹۴). بررسی روند تغییرات ردپای اکولوژیکی سوخت‌های فسیلی استان‌های کشور۱۳۸۸-۱۳۷۸، دوماهنامه مرکز آمار، شماره۱۴.
- جهانگرد، اسفندیار و تجلی، هدیه (۱۳۹۰). تجزیه شدت انرژی‌بری در صنایع کارخانه‌ای ایران، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۳۱، صص۵۸-۲۵.
- شاکری، عباس و امیدوار، سیروس (۱۳۸۷). آزمون نظریه هکشر- اوهلین در مورد صادرات و واردات چین. *پژوهشنامه اقتصادی*، شماره ۴،سال ۱۳۸۷، صص ۱۰۳-۸۳.
- طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر، مرکز آمار ایران(۱۳۸۱ و ۱۳۹۰).
- طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱ تا ۹ نفر کارکن، مرکز آمار ایران(۱۳۸۱).
- نتایج طرح آمارگیری از معادن درحال بهره‌برداری کشور، مرکز آمار ایران ۱۳۹۰.
- نصرالهی، زهرا؛ وصفی اسفستانی، شهرام و نوری‌زاده، سمیه (۱۳۹۳). ارزیابی زیست محیطی فعالیت‌های اقتصادی با استفاده از جدول داده- ستاده (یزد)، فصلنامه مدلسازی اقتصادی، سال هشتم، شماره ۲، صص ۸۹-۷۵.
- ترازنامه انرژی (۱۳۹۲). وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی.
- کاکائی، جمال (۱۳۹۵). سنجش ردپای بوم‌شناختی انرژی در بخش‌های اقتصادی ایران با رویکرد داده ـ ستانده. پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.

– مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۳). ضرورت توجه به محیط‌زیست در قانون هدفمندی یارانه‌ها: بررسی میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلایندگی CO2. ذاکری، زهرا و ابوالحسن والی زاده، شماره مسلسل ۱۳۶۶۳.
– مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۵). سنجش مصرف انرژی و انتشار CO2 در بخش‌های اقتصادی»، صادقی، نرگس، ذبیحی، زهرا و مستعلی پارسا مریم، شماره مسلسل ۱۵۲۴۴.
– وصفی اسفستانی، شهرام (۱۳۸۵). بررسی کمی پیوند بین فعالیت‌های اقتصادی محیط زیست و انرژی در قالب الگوی داده - ستانده بسط یافته با تأکید بر انتشار دی اکسید کربن در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.
– نظام طبقه‌بندی ISIC، rev 3.1.
– An Input-Output Approach, Regional Science and Urban Economics, Vol.11, PP: 215-230.
– Brundtland Report (1987),''Report on the World Commission on Environment and Development. United Nations General Assembly Resolution 42-187.Daily, G. & Ehrlich, P. (1992), ''Population, Sustainability and the Earth's Carrying Capacity'', *Journal of Bioscience*. Vol. 42 No. 10: 761-771.
– Ferng, J-J. (2002), ''Analaysis Toward a scenario analysis framework for energy footprints'', *Journal of Ecological Economics*, Vol 40; 53–69.
– Ferng, J-J.(2001),''Methods Using Composition of Land Multiplier to Estimate Ecological Footprints Associated with Production Activity''. *Journal of Ecological Economics*, Vol 37: 159–172.
– Flegg, A.T, Mastronardi, L.J. and Romero, C.A. (2016) Evaluating the FLQ and AFLQ formulae for Estimating Regional Input Coefficients: Empirical Evidence for the Province of Cordoba, Argentina, Economic Systems Research, Vol.28, no.1, PP: 21-37.
– Hubacek, K. & Giljum, S. (2003),''Applying Physical Input-Output Analysis to Estimate Land Appropriation (Ecological Footprint) of International Trade Activities''. *Journal of Ecological Economics*, Vol. 44: 137–151.
– IEA. (2013). *CO2 Emissions from Fuel Combustion Highlights* International Energy Agency.
– Johnson, Manuel H. and Bennett, James T., (1981), Regional Environmental and Economic Impact Evaluation:
– Kai F, Reinout H, Geert D, (2014), ''Theoretical exploration for thecombination of the ecological, energy, carbon, and water footprints: Overview of a footprint family'', *Journal of Ecological Indicators* , Vol 36, 508– 518.
– Kronenberg, G.T. (2009) Construction of Regional Input-Output Table Using Non_Survey Methods: The Role of Cross-Hauling, International Regional Science Review, Vol.32, No.1, PP: 175-191.
– Kronenberg, G.T. (2012) Regional Input-Output Models and the Treatment of Imports in the European Systems of Accounts, Review of Regional Studies, Vol.32, PP: 175-191.Kai F, Reinout H, Geert D(2013), ''The footprint family: comparison and interaction of the ecological, energy, carbon and water footprints'', *Journal of Revue de Métallurgie* 110, 79–88.
– Manferd Lenzen(1998), ''Primary energy and greenhouse gases embodied in Australian final consumption: an input – output analysis'', *Journal of Energy Policy*, Vol. 26, No. 6;495- 506.
– McDonald,G .W& Patterson G.(2004),''EcologicalFootprintsand Interdependencies of New Zealand Regions'' *Journal of Ecological Economics* . Vol 50 :49– 67.
– Miller, R. E. & Blair, P. D. (2009). ''Input-Output Analysis: Foundations and Extensions'', Second Edition, Cambridge University Press.
– Monfreda, C, Wackernagel, M.& Deumling, D.(2004), ''Establishing National Natural Capital Accounts Based on Detailed Ecological Footprint and Biological Capacity Assessments'', Journal of Land Use Policy , Vol 21,No 3: 231–246.
– Pei, J. Oosterhaven, J. & Dietzenbacher, E. (2012), ''How Much Do Exports Contribute to China's Income Growth''. *Journal of Economic Systems research* Vol. 24. No3: 275-284 .
– Rees, W. E (1996) ,''Revisiting Carrying Capacity: Area-based Indicators of Sustainability'', *Journal of Population & Environment* .Vol. 17: 195-215.
– Rees, WE.(1992), ''Ecological Footprints & Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves out'' *Journal of,Environment & Urbanization*. Vol. 4, No. 2,: 120-130.
– ReesW.E,(2012), ''Ecological Footprint, Concept of Chapter in Encyclopedia of Biodiversity' (2nd Ed). Published by Academic Press, San Diego.

- Wackernagel, M, Onisto, L., Bello, P., Linares, A. C., Falfan, I. L., Garcıa, J. M, Guerrero, A. S. & Guerrero, G. S.(1999), '' National Natural Capital Accounting with the Ecological Footprint Concept, *Journal of Ecological Economics*, Vol. 29,: 375-390.
- WB (2015), World Development Indicators, World Bank.
- Wiedmann, T., Minx, J., Barrett J. & Wackernagel, M. (2006),''Allocating Ecological Footprints to Final Consumption Categories with Input–Output Analysis'', *Journal of Ecological Economics*, Vol 56: 28– 48.
- Xu T, Baosheng Z, Lianyong F, Simon S, Mikael H(2012), ''Net oil exports embodied in China's international trade: An inputeoutput analysis'', *Journal of Energy*, Vol 48;464-471.