اقتصادکشاورزی و توسعه، سال پانزدهم، شماره ۶۰، زمستان۱۳۸۶

تأثیر بهبود فناوری تولید در بخش کشاورزی بر تقاضای بلندمدت انرژی در این بخش با بهره‌گیری از مدل فنی اقتصادیMEDEE-S

دکتر کیومرث سهیلی*

تاریخ دریافت: ۸۵/۸/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۶/۸/۱۹

چکیده

تأمین مطمئن و بموقع انرژی مصرفی بخش کشاورزی اهمیت فراوانی دارد و نیازمند پیش‌بینی دقیق مصرف بلندمدت انواع حاملهای انرژی است. پیش‌بینی مصرف بلندمدت انرژی در بخش کشاورزی، علاوه بر عوامل اقتصادی تعیین‌کننده آن، نیازمند در نظر گرفتن تأثیر بهبود فناوری تولید در مصرف انرژی این بخش است.

در این تحقیق جهت تعیین تأثیر تحولات تکنولوژیکی بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی و براورد مصرف بلندمدت انرژی در این بخش از مدل ارزیابی تقاضای انرژی و نرم‌افزار MEDEE-S استفاده شده است. تشریح کلی روش‌شناسی و فرایند شبیه‌سازی تقاضای انرژی در مدل MEDEE-S، تبیین ساختار مصرف انرژی در بخش کشاورزی، شبیه‌سازی تقاضای بلندمدت انرژی در بخش کشاورزی به تفکیک حامل و نوع مصرف و آثار بهبود فناوری بر مصرف انرژی بخش کشاورزی عناوین مورد بررسی در این مقاله‌اند.

* استادیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی کرمانشاه e-mail: qsoheily@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج این مطالعه نشان داد که تأثیر عامل فنی پیشرفت فناوری در تقاضای بلندمدت انرژی در بخش کشاورزی از تأثیر عوامل اقتصادی قیمت و رشد ارزش‌افزوده واقعی بخش کشاورزی کمتر نیست.

کلید واژه‌ها:
تقاضای انرژی، بهبود فناوری، مدل فنی- اقتصادی، انرژی مفید، مصارف ویژه، مصارف گرمایی

مقدمه

در سالهای اخیر حدود ۵ درصد از انرژی نهایی مصرفی کشور در بخش کشاورزی به مصرف رسیده است. بخش عمده‌ای از فراورده‌های نفتی مصرفی بخش کشاورزی به عنوان سوخت موتور مورد استفاده قرار گرفته است. قسمت اعظم برق مصرفی در این بخش نیز در الکتروپمپ‌های مورد استفاده جهت پمپاژ آب در چاه‌های آب تحت عنوان مصارف خاص به مصرف رسیده است. درصد کمتری از انرژی مصرفی این بخش نیز به مصارف گرمایی اختصاص یافته و جهت گرم کردن فضای گلخانه‌ها، دامداریها و مرغداریها، مصرف شده است. ملاحظه می‌شود که در بخش کشاورزی انرژی به عنوان یک نهادهٔ تولیدی به مصرف می‌رسد؛ بنابراین، تأمین به‌موقع، مطمئن و ارزان انرژی مورد نیاز این بخش اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولیدات این بخش و افزایش صادرات غیرنفتی کشور دارد. تأمین انرژی نیز خود مستلزم پیش‌بینی دقیق مصرف انرژی در این بخش است.

پیش‌بینی دقیق مصرف حاملهای انرژی در بخش کشاورزی در گرو در نظر گرفتن تحولات ساختاری مصرف حامل در این بخش است. مدل ارزیابی تقاضای انرژی از این قابلیت برخوردار است که تأثیر تحولات ساختاری در این بخش را در پیش‌بینی مصرف انرژی آن لحاظ کند. در این تحقیق سعی می‌شود جهت انعکاس آثار این تحول در ساختار مصرف انرژی بخش کشاورزی، این مدل اجرا شود. علاوه بر آن، در این تحقیق تلاش می‌گردد که با

Archive of SID

www.SID.ir

تفکیک انرژی مصرفی در بخش کشاورزی به انرژی گرمایی و مصارف ویژه، جایگزینی در مصرف حاملهای انرژی دقیقاً بررسی شود. بنابراین در این نوشتار به سؤالات زیر پاسخ داده می‌شود:

مقدار مصرف انرژی در بخش کشاورزی چقدر است؟

تحولات ساختاری چه تأثیری در مصرف انرژی این بخش دارند؟

امکان جایگزینی بین سوختهای مصرفی این بخش چقدر است؟

دوره پیش‌بینی در این نوشتار ۲۰ ساله است و در آن مصارف انرژی در برشهای زمانی ۱۳۸۴، ۱۳۹۴ و ۱۴۰۴ پیش‌بینی خواهد شد.

پیشینه تحقیق

مدل ارزیابی تقاضای انرژی توسط طراحان آن در دانشگاه گرنوبل فرانسه برای تعدادی از کشورهای در حال توسعه از جمله چین، هند، اندونزی، مالزی، تایلند و نپال اجرا شده است (United Nation, 1995). در ایران نیز مطالعات وسیعی بر روی تقاضای انرژی در بخش کشاورزی صورت گرفته است که اغلب آنها با بهره گیری از مدلهای اقتصادسنجی انجام شده است. تحقیقات محدودی نیز با استفاده از مدلهای فنی - اقتصادی روی تقاضای انرژی در ایران انجام گرفته است که در زیر به بعضی از آنها اشاره می‌شود.

سهیلی(۱۳۸۱) در مطالعه‌ای از مدل فنی اقتصادی ارزیابی تقاضای انرژی برای تحلیل آثار سیاستگذاریهای فنی و اقتصادی دولت بر ساختار بلندمدت تقاضای انرژی در بخش کشاورزی استفاده کرده است. نتایج این مطالعه در قالب سناریوهای مختلف نشان داد که عوامل فنی نیز همانند عوامل اقتصادی می‌توانند در تقاضای انرژی در بخش کشاورزی تأثیر بگذارند.

سهیلی(۱۳۸۲) با مقایسه قابلیتهای مدلهای اقصادسنجی و فنی - اقتصادی مورد استفاده دربراوردتقاضای‌انرژی نتیجه می‌گیردکه مدلهای فنی - اقتصادی از این حیث که امکان بررسی آثار تحولات تکنولوژیکی و تحولات ساختاری در مصرف انرژی را بر روی مصرف حاملهای

Archive of SID

www.SID.ir

انرژی فراهم می‌آورند، از مدلهای اقتصادسنجی اعم از ساختاری و غیر ساختاری کاراترند.

سهیلی (۱۳۸۴) در مقاله‌ای با استفاده از مدلهای مصرف نهایی، فرایندهای مختلف تولید آهن و فولاد را از حیث کارایی در مصرف انرژی با یکدیگر مقایسه می‌کند و نتیجه می‌گیرد که فرایند مناسب جهت توسعه ظرفیت تولید آهن و فولاد از نظر مصرف انرژی، فرایند احیای مستقیم است.

فاکهی خراسانی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای تقاضای انرژی مفید در بخشهای مختلف اقتصاد ایران را با بهره‌گیری از مدل $MAED-II$ - که جزو مدلهای فنی- اقتصادی به شمار می‌رود - بررسی کردند و در آن به پیش‌بینی تأثیر توزیع درآمد خانوار در میزان تقاضای انرژی مفید پرداختند.

روش تحقیق

در این مقاله جهت براورد تقاضای بلندمدت انرژی در بخش کشاورزی و بررسی تأثیر پیشرفت فناوری تولید در این بخش بر مصرف انرژی در آن از یک مدل مصرف نهایی[1] یا مدل فنی ـ اقتصادی[2] تحت عنوان مدل ارزیابی تقاضای انرژی - که جزو مدلهای استقرایی[3] است - استفاده شده است. به منظور اجرای نرم افزار MEDEE-S[4] لازم است که یک سال به عنوان سال پایه و چند سال نیز به عنوان سالهای پیش‌بینی برای مدل تعریف شوند. سالی باید به عنوان سال پایه انتخاب شود که تمامی‌اطلاعات مورد نیاز مدل در آن سال در دسترس باشد. اولین سال پیش‌بینی معمولاً سالی‌انتخاب‌می‌شودکه‌آمارو ارقام مربوط به مصرف انرژی در آن سال به طور واقعی وجود داشته باشد تا با مقایسه نتایج حاصل از پیش‌بینی مدل برای آن سال و تطابق آن با مقادیر تحقق‌یافته‌بتوان‌ازصحت نتایج‌مدل‌برای‌سالهای‌دیگر پیش‌بینی در آینده دور اطمینان حاصل کرد. به همین دلیل در این تحقیق سال۱۳۷۹ به عنوان سال پایه و سال ۱۳۸۴ به عنوان

1. end-use
2. techno-economic
3. bottom-up
4. model for energy demand evaluation

Archive of SID

www.SID.ir

اولین سال پیش‌بینی و سالهای ۱۳۹۴و ۱۴۰۴ نیز به عنوان سایر سالهای پیش‌بینی انتخاب شدند. باید گفت که در محاسبه مقادیر کمی متغیرهای ورودی در سالهای پیش‌بینی، از داده‌های واقعی دوره ۱۳۶۹-۱۳۸۵ استفاده شده است. قلمرو مکانی این تحقیق نیز محدوده جغرافیایی کشور ایران می‌باشد.

گفتنی است که مدلهای مصرف نهایی مختص تجزیه و تحلیل تقاضای انرژی می‌باشند که اخیراً در تعدادی از کشورهای جهان مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در ایران روش‌های فنی ـ اقتصادی به‌رغم داشتن مزیتهایی در شبیه‌سازی و پیش‌بینی تقاضای انرژی، تاکنون چندان مورد استفاده قرار نگرفته‌اند، لذا در این قسمت مقاله تلاش می‌شود ابتدا و به طور بسیار مختصر روش‌شناسی یکی از این مدلها تحت عنوان«مدل ارزیابی تقاضای انرژی» معرفی گردد و پس از آن انواع متغیرهای مورد استفاده برای اجرای مدل مشخص و نحوه جمع‌آوری و پردازش آمار و ارقام مربوط به آنها تبیین گردد.

فرایند کلی شبیه‌سازی تقاضای انرژی در مدل فنی - اقتصادی MEDEE-S

در مدل فنی- اقتصادی MEDEE-S برای براورد تقاضای انرژی در بخش کشاورزی، بین متغیرتقاضای انرژی این بخش با تعدادی از شاخصهای اقتصادی، اجتماعی، جمعیتی و فنی ارتباط ریاضی برقرار می‌شود. به همین دلیل، طراحی و بهره‌گیری از این روش در شبیه‌سازی تقاضای انرژی مستلزم آگاهی و اشراف بر علوم اقتصادی، فنی و مهندسی و انرژی می‌باشد و لذا فرا رشته‌ای بودن از ویژگیهای این مدل است. در این روش ابتدا عوامل فنی و اقتصادی تعیین‌کننده تقاضای انرژی در بخش کشاورزی مشخص می‌شوند. سپس براساس روابطی که بین متغیر تقاضای انرژی در بخش کشاورزی و شاخصهای فنی اقتصادی تعریف می‌شود، تقاضای انرژی در این بخش محاسبه می‌گردد (سهیلی، ۱۳۸۲، ۱۸۰).

مدل فنی ـ اقتصادی MEDEE-S مبتنی بر رهیافت مهندسی است. امکان در نظر گرفتن تأثیر تحولات تکنولوژیکی و تحولات ساختاری در مصرف انرژی از امتیازهای مدل MEDEE-S است. همچنین با بهره‌گیری از مدل مذکور می‌توان پتانسیلهای صرفه‌جویی

Archive of SID

www.SID.ir

انرژی در بخش کشاورزی را آسانتر اندازه‌گیری کرد. در این مدل تعداد متغیرهایی که باید اطلاعات مربوط به آنها به عنوان داده وارد مدل گردد، بسیار زیاد است. به همین دلیل اجرای این مدل نیازمند داده‌های بسیار زیاد و تفصیلی است.

در مدل ارزیابی تقاضای انرژی، تقاضای نهایی انرژی در بخش کشاورزی به دو جزء شامل: تقاضای انرژی نهایی برای مصارف ویژه و تقاضای نهایی انرژی برای مصارف گرمایی تفکیک می‌شود. تقاضای انرژی نهایی برای مصارف ویژه شامل تقاضای سوخت موتور و تقاضای ویژه الکتریسیته است. تقاضای نهایی انرژی الکتریکی، سوختهای سنتی و سوختهای متداول در بخش کشاورزی – که صرف گرم کردن فضای گلخانه‌ها، دامداریها و مرغداریها می‌شود – مصارف گرمایی انرژی در این بخش را تشکیل می‌دهد. گفتنی است که با تغییر فناوری تولید در بخش کشاورزی مصارف گرمایی انرژی در این بخش نیز تغییر می‌کند. هر اندازه تکنیک تولید پیشرفته‌تر شود و فناوری مدرنتری به‌کار گرفته شود و سهم تولیدات گلخانه‌ای و دامداریهای صنعتی و مرغداریهای صنعتی از کل تولیدات این محصولات بیشتر شود، مصارف گرمایی انرژی در بخش کشاورزی بیشتر خواهد شد.

در محاسبه تقاضای نهایی انرژی برای مصارف گرمایی، ابتدا با بهره‌گیری از متغیر کارایی مصرف حاملها در تجهیزات مصرف‌کننده انرژی در بخش کشاورزی، انرژی مفید مورد نیاز برای مصارف گرمایی محاسبه می‌شود. منظور از کارایی همان بازده دستگاههای مصرف‌کننده انرژی در بخش کشاورزی یا نسبت خروجی این تجهیزات و ماشین‌آلات به ورودی آنهاست. تبدیل انرژی نهایی به انرژی مفید مورد نیاز، امکان جایگزینی بین مصرف سوختها را در مصارف گرمایی مهیا می‌سازد (United Nation, 1995).

شایان ذکر است که حاملهای انرژی هم به عنوان کالای نهایی، مورد تقاضای مصرف‌کنندگان و هم به عنوان نهاده‌های تولیدی، مورد تقاضای بنگاه‌های اقتصادی قرار می‌گیرند. نظریه‌های مربوط به تقاضای این حاملها نیز به طور خاص تحت عنوان نظریه تقاضای انرژی و به طور عام تحت عنوان نظریه تقاضای مصرف‌کننده یا نظریه تقاضای نهاده‌های

Archive of SID

www.SID.ir

تولیدی در منابع متعددی مطرح شده است.[1]

تعیین مقدار تقاضا برای آن بخشی از حاملهای انرژی که به عنوان کالای نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، براساس نظریه رفتار مصرف‌کننده و از طریق ماکزیمم‌سازی مطلوبیت بر پایه قید بودجه مصرف‌کننده انجام می‌پذیرد. با تشکیل شرایط مرتبه اول و دوم و با فرض اینکه تابع مطلوبیت مصرف‌کننده اکیداً شبه مقعر است، مقدار تقاضا برای حاملهای انرژی همانند تقاضا برای سایر کالاهای مصرفی، تابعی از بردار nبُعدی قیمتها و درآمد خواهد بود. در اکثر توابع تقاضای مبتنی بر نظریه رفتار مصرف‌کننده از قبیل: هزینه‌های خطی استون، ترانسلوگ، روتردام، تقریباً ایده‌آل، مخارج خطی پاول و مدلهای تقاضای با کشش ثابت (که در تجزیه و تحلیل تقاضای انرژی مورد استفاده قرار گرفته‌اند)، تقاضای حاملهای انرژی به درآمد مصرف‌کنندگان، قیمت حامل و قیمت کالاهای جانشین و مکمل آن ارتباط داده شده است (هندرسن و کوانت، ۱۳۸۲).

تعیین مقدار تقاضا برای آن بخشی از حاملهای انرژی که به عنوان نهاده تولیدی در بنگاه‌های اقتصادی فعال در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، براساس نظریه بنگاه‌ها قابل بررسی و تجزیه و تحلیل است. بنگاه‌های تولیدی ممکن است به دنبال حداکثرسازی تولید بر پایه مقدار مشخصی هزینه، یا به دنبال حداقل کردن هزینه‌ها براساس مقدار مشخصی تولید و یا به دنبال حداکثرسازی سود باشند. نتایج حاصل از تشکیل شرایط مرتبه اول و دوم مبین آن است که در هر یک از سه حالت مذکور مقدار تقاضای بنگاه‌ها برای نهاده انرژی بستگی به قیمت حامل مورد نظر و قیمت سایر نهاده‌ها، قیمت محصول تولیدی و یا مقدار تولید محصول دارد(Layard & Walters, 1995).

از آنجا که در بخش کشاورزی انرژی غالباً به عنوان نهاده تولید مصرف می‌شود، بنابراین می‌توان متغیرهای قیمت حاملهای انرژی و ارزش‌افزوده بخش کشاورزی را به عنوان

۱. در این زمینه به منابع ۱، ۲، ۳، ۵ و ۱۷ رجوع کنید.

Archive of SID

www.SID.ir

عمده ترین عوامل اقتصادی مؤثر بر تقاضای انرژی در این بخش قلمداد کرد. در این مقاله علاوه بر عوامل اقتصادی مذکور، عوامل فنی مؤثر بر تقاضای انرژی نیز مد نظر قرار گرفته‌اند.

تبیین الگو، جمع‌آوری داده‌ها و پردازش آنها جهت محاسبه متغیرهای ورودی مدل MEDEE-S

در مدل ارزیابی تقاضای انرژی تقاضای بلندمدت انرژی در بخش کشاورزی براساس فرمولهای زیر شبیه‌سازی می‌شود. در این مدل ابتدا مصارف ویژه انرژی نهایی در بخش کشاورزی (شامل سوخت موتور و برق) با ضرب کردن ارزش‌افزوده بخش در شدت انرژی نهایی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$MFAGRI = \frac{MFAGBY \times MFAGCY \times YAGRI}{U}$$

$$YAGRI = Y \times PYAGRI$$

$$ELSAGR = ELAGBY \times ELAGCY \times YAGRI$$

در این مدل جهت محاسبه تقاضای نهایی انرژی برای مصارف گرمایی در ابتدا تقاضای مفید مورد نیاز برای مصارف گرمایی طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$THAG = \frac{FFAGBY \times FFAGCY \times YAGRI}{U}$$

سپس میزان مصرف مورد نیاز هر یک از انواع حاملها شامل انرژی خورشیدی، الکتریسیته، سوختهای سنتی و سوختهای متداول از کل انرژی مفید به وسیله روابط زیر تعیین می‌گردد:

$$THSOL = THAG \times PAGSOL \times FAGRSS$$

$$THEL = THAG \times (PAGEL + PAGSOL \times (1 - FAGRSS))$$

$$THET = THAG \times PAGET$$

سهم سوختهای متداول از انرژی مورد نیاز جهت مصارف گرمایی در واقع درصدی از انرژی مورد نیاز است که توسط سایر انواع حاملهای فوق تأمین نشده است.

Archive of SID

www.SID.ir

از تقسیم انرژی مفید بر کارایی نسبی، تقاضای انرژی نهایی برای مصارف گرمایی به دست می‌آید. تقاضای نهایی انرژی خورشیدی برای مصارف گرمایی به طور مستقیم از مقدار انرژی خورشیدی مورد نیاز به دست می‌آید. تقاضای سوختهای متداول بر حسب نوع سوخت نیز با توجه به نرخ نفوذ سوختهای فسیلی راهبردی و سهم نسبی سایر سوختهای فسیلی برای سال پایه، بر اساس فرمولهای زیر محاسبه می‌گردد.

$$SOAGRI = THSOL$$

$$ELHAGR = \frac{THEL}{EFAGEL}$$

$$ETAGRI = \frac{THET}{RAETBY \times RAETCY}$$

$$AGCOMB = \frac{THCV \times PARTCB_{(icb)}}{RACVBY_{(icb)} \times RACVCY}$$

$$CVAGRI = \sum_{icb=1}^{ncbagr} AGCOMB_{(icb)}$$

تعریف متغیرهای فوق عبارتند از:

MFAGRI: تقاضای سوخت موتور در بخش کشاورزی

MFAGBY: شدت سوخت موتور نسبت به ارزش‌افزوده بخش کشاورزی (هزار کیلوکالری بر ریال)

MFAGCY: شاخص تحولات شدت سوخت موتور در بخش کشاورزی که برای سال پایه برابر یک است

YAGRI: ارزش‌افزوده بخش کشاورزی برحسب میلیارد ریال به قیمتهای ثابت

U: فاکتور تبدیل واحد پتا کالری به واحد انتخاب شده توسط محقق برای بیان مقدار تقاضای بلندمدت حاملها

Y: تولید ناخالص داخلی واقعی (میلیارد ریال)

PYAGRI: سهم ارزش‌افزوده بخش کشاورزی از RGDP

ELSAGR: تقاضای ویژه برق در بخش کشاورزی برحسب تراواتساعت

ELAGCY: شاخص تحولات شدت انرژی برق در بخش کشاورزی که برای سال پایه برابر

Archive of SID

www.SID.ir

یک است

THAG: کل انرژی مورد نیاز جهت مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

FFAGBY: شدت انرژی سوختهای فسیلی مورد استفاده جهت مصارف گرمایی نسبت به ارزش‌افزوده بخش کشاورزی (هزار کیلوکالری بر ریال). یادآوری می شود که سوختهای فسیلی شامل سوخت موتور نیست.

THSOL: انرژی خورشیدی مورد نیاز جهت مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

PAGSOL: سهم انرژی خورشیدی در مصارف گرمایی بخش کشاورزی

FAGRSS: سهم انرژی تولید شده از انرژی خورشیدی تولید شده توسط سلولهای خورشیدی برای مصارف گرمایی

THEL: انرژی الکتریکی مورد نیاز جهت مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

PAGEL: سهم الکتریسیته از مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

THET: سوختهای سنتی مورد نیاز جهت مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

PAGET: سهم سوختهای فسیلی از مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

SOAGRI: تقاضای نهایی انرژی خورشیدی در بخش کشاورزی برای مصارف گرمایی

ELHAGR: تقاضای نهایی انرژی الکتریسیته در بخش کشاورزی برای مصارف گرمایی

EFAGEL: کارایی نسبی الکتریسیته برای مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

ETAGRI: تقاضای نهایی سوختهای سنتی در بخش کشاورزی برای مصارف گرمایی

RAETBY: کارایی نسبی سوختهای سنتی جهت مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

RAETCY: شاخص تحولات کارایی نسبی سوختهای سنتی جهت مصارف گرمایی در بخش کشاورزی که برای سال پایه برابر یک است

AGCOMB: تقاضای سوختهای فسیلی متداول جهت مصارف گرمایی در بخش کشاورزی به تفکیک سوختها

THCV: سوختهای متداول مورد نیاز جهت مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

PARTCB (icb): سهم هریک از سوختهای فسیلی از انرژی مورد نیاز برای مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

Archive of SID

www.SID.ir

RACVBY: کارایی نسبی سوختهای متداول برای مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

RACVCY: شاخص تحولات کارایی نسبی سوختهای متداول برای مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

CVAGRI: کل تقاضای نهایی برای سوختهای متداول جهت مصارف گرمایی در بخش کشاورزی

در این مقاله پیش‌بینی تقاضای انرژی در بخش کشاورزی براساس مقادیر متغیرهای دستوری، ثابت، برونزا و سناریو تعیین می‌شود. متغیرهای دستوری برای تعریف ساختار مدل از سوی کاربر به کار می‌رود. متغیرهای ثابت، مقدار متغیرها را برای سال پایه تعریف می‌کنند و افزون بر این، پارامترهای ثابت را نیز شامل می‌شوند. متغیرهای برونزا متغیرهایی هستند که دامنه تغییرات آنها محدودتر از متغیرهای سناریو می‌باشد و با توجه به روند جاری پیش‌بینی می‌شوند. متغیرهای سناریو به متغیرهایی اطلاق می‌شود که دامنهٔ تغییراتشان در طول دورهٔ شبیه‌سازی زیاد است؛ زیرا این متغیرها یا به راهبرد تصمیم‌سازان اقتصادی یا تغییرات در شرایط بین‌المللی مرتبط هستند. مقادیر متغیرهای ثابت به همراه مقادیر متغیرهای برونزا و سناریو در سال پایه، مقدار انرژی مصرفی در بخش کشاورزی را در سال پایه مشخص می‌نمایند. مقادیر متغیرهای برونزا و سناریو در سالهای پیش‌بینی نیز به همراه مقادیر متغیرهای ثابت در سال پایه، مقدار تقاضای انرژی و ترکیب آن را در سالهای پیش‌بینی مشخص می‌سازند. البته قبل از تعیین مقادیر متغیرهای مذکور، پیکربندی مدل از نظر سوختهای مورد استفاده در بخش کشاورزی، دوره مطالعه، واحد مورد استفاده جهت گزارش میزان تقاضا و روش مورد بهره‌برداری در شبیه‌سازی، به وسیله متغیرهای دستوری تعیین می‌شود (United Nation,1995).

مقادیر مربوط به متغیرهای ثابت، برونزا، سناریو و دستوری مدل MEDEE-S در بخش کشاورزی که در واقع نشاندهنده ساختار موجود مصرف انرژی در این بخش و روند آن در آینده می‌باشند، در جدولهای زیر منعکس شده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. متغیرهای دستوری در بخش کشاورزی

متغیر	شرح	مقدار
NCBAGR	تعداد سوختهای متداول مورد استفاده در بخش کشاورزی	۲
NCBSAG	تعداد سوختهای راهبردی از میان سوختهای متداول	۱
OPAGRI	انتخاب گزینه مورد استفاده در محاسبه تقاضای انرژی در بخش کشاورزی	۱

مأخذ: منابع شماره ۶ و ۲۸

با دقت در مطالب مندرج در ترازنامه انرژی مشخص می‌شود که نفت‌سفید و نفت‌گاز عمده‌ترین سوختهای متداول مورد استفاده در بخش کشاورزی جهت سوخت موتور و مصارف گرمایی می‌باشند. بنابراین در جدول ۱ تعداد سوختهای متداول در این بخش دو لحاظ شده است. با توجه به نقش بیشتر نفت‌گاز در تأمین انرژی این بخش، این سوخت به عنوان سوخت راهبردی تعیین شده است و تعداد سوختهای راهبردی این بخش یک تعریف شده است. در این تحقیق جهت پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش کشاورزی، از روش خلاصه شده به جای روش تفصیلی بهره گرفته می‌شود. این روش با منابع آماری ایران سازگارتر از روش تفصیلی است. از آنجا که عدد یک مربوط به گزینه روش خلاصه شده و عدد دو مربوط به گزینه روش تفصیلی است، لذا برای گزینه مربوط به روش مورد استفاده جهت پیش‌بینی، عدد یک انتخاب شده است. یادآوری می‌شود که در بخش کشاورزی مدل MEDEE-S، زغال چوب جزو سوختهای فسیلی متداول[1] است. این در حالی است که هیزم و زغال چوب، جزء سوختهای سنتی[2] محسوب می‌شوند. این تفکیک از آنجا ناشی می‌شود که زغال چوب قابل تجارت است.

1. convention fuels
2. traditional fuels

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. مقادیر متغیرهای ثابت در بخش کشاورزی در سال پایه

متغیر	شرح	مقدار
RACVBY1	کارایی نسبی گازوئیل برای مصارف گرمایی	۱
RACVBY2	کارایی نسبی نفت سفید برای مصارف گرمایی	۱
PCBABY	سهم نفت سفید از کل تقاضای نهایی سوختهای متداول جهت مصارف گرمایی	۰/۷۸۲
ELAGBY	شدت مصرف الکتریسیته نسبت به ارزش‌افزوده بخش (kwh/R)	۰/۰۰۱
FFAGBY	شدت‌مصرف‌سوختهای‌فسیلی‌جهت‌مصارف‌گرمایی‌نسبت‌به‌ارزش‌افزوده‌بخش(mc/R)	۰/۰۰۱
MFAGBY	شدت مصرف سوخت موتور نسبت به ارزش‌افزوده بخش (mc/R)	۰/۰۱۰
EFAGEL	کارایی نسبی برق برای مصارف گرمایی	۱/۲
RAETBY	کارایی نسبی سوختهای سنتی جهت مصارف گرمایی	۱
PRAGR1	قیمت نفت گاز در بخش کشاورزی (گیگاکالری/ هزار ریال)	۳/۳۰۲
PRAGR2	قیمت نفت سفید در بخش کشاورزی (گیگاکالری/ هزار ریال)	۳/۴۶۷
MFPRAGR	قیمت سوخت موتور در بخش کشاورزی (گیگاکالری/ هزار ریال)	۳/۳۰۲
PRELAG	قیمت برق در بخش کشاورزی (کیلووات ساعت/ هزار ریال)	۰/۰۰۴

مأخذ: منابع ۴، ۶، ۱۸ و ۱۹

کارایی انرژی مفهومی فنی است که در زمینه دستگاه‌های مصرف‌کننده انرژی مطرح می‌شود. کارایی انرژی مبین نسبت تبدیل نهاده انرژی در وسایل مصرف‌کننده نهایی انرژی است. کارایی نسبی حاملهای انرژی نیز نشاندهنده نسبت تبدیل هر یک از حاملها در وسایل مصرف‌کننده نهایی انرژی در مقایسه با یکدیگر است. در این مقاله کارایی حاملها به صورت شاخص بیان می‌گردد. به این منظور یکی از سوختها به عنوان سوخت مرجع معرفی و شاخص کارایی آن معادل یک لحاظ می‌شود. شاخص کارایی دیگر سوختها نیز در مقایسه با شاخص کارایی سوخت مرجع تعیین می‌شود. در این مقاله در محاسبه کارایی نسبی، نفت گاز به عنوان سوخت مرجع انتخاب شده است.

یکی از متغیرهایی که در جدول ۲ محاسبه شده است، شدت مصرف حاملهاست. شدت انرژی شاخصی است که معمولاً در سطح کلان مورد استفاده قرار می‌گیرد و درجه بهینگی استفاده از انرژی را در یک کشور نشان می‌دهد. شدت انرژی نشاندهنده انرژی مورد نیاز برای تولید مقدار معینی از کالاها و خدمات است. شاخص شدت انرژی بر حسب عرضه

Archive of SID

www.SID.ir

انرژی اولیه و یا مصرف نهایی انرژی محاسبه می‌شود که در این مقاله بر حسب مصرف نهایی انرژی بیان شده است. در جدول فوق برای محاسبه شدت مصرف هر یک از حاملها از جمله الکتریسیته، سوخت موتور و سوختهای فسیلی میزان مصرف آنها بر ارزش‌افزوده بخش کشاورزی تقسیم شده است.

متغیرهای سناریوی مؤثر در تعیین تقاضای انرژی به دو دسته تقسیم می‌شوند؛ گروه اول متغیرهای سناریوی بخش کلان مدل و گروه دوم متغیرهای سناریوی بخش کشاورزی می‌باشند. مقادیر متغیرهای گروه اول به شرح جدول ۳ است.

جدول ۳. متغیرهای سناریوی اقتصادی ـ اجتماعی بخش کلان

متغیر	شرح	سال		
		۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤
PO	جمعیت کل کشور (میلیون نفر)	۶۹/۲۵۲	۸۱/۰۰۵	۹۴/۷۵۴
TURBA	درصد شهرنشینی	۰/۶۶۷	۰/۷۲۱	۰/۷۷۹
CAPHU	بعد خانوار شهری (نفر/خانوار)	۴/۵۳۶	۴/۴۳۸	۴/۳۲۲
CAPHR	بعد خانوار روستایی (نفر / خانوار)	۵/۲۹۹	۵/۳۷۹	۵/۴۶۰
Y	تولید ناخالص داخلی واقعی (میلیارد ریال ـ سال پایه ۱۳۶۱)	۲۴۲۸۹/۰۰۴	۳۵۹۵۳/۶۶۰	۵۳۲۲۰/۱۹۹
PYAGRI	سهم ارزش‌افزوده بخش کشاورزی از RGDP	۰/۲۳۵	۰/۲۱۵	۰/۲۰۱
PYBUIL	سهم ارزش‌افزوده زیربخش ساختمان ازRGDP	۰/۰۴۷	۰/۰۵۹	۰/۰۷۰
PYSER	سهم ارزش‌افزوده بخش خدمات ازRGDP	۰/۴۱۳	۰/۴۳۶	۰/۴۵۵
PYIND	سهم ارزش‌افزوده صنایع و معادن غیر انرژی بر از RGDP	۰/۱۱۴	۰/۱۴۲	۰/۱۷۷
PYSUBS1	سهم صنعت غیرانرژی بر از صنایع و معادن غیرانرژی بر	۰/۸۹۶	۰/۸۹۵	۰/۸۹۴
PYSUBS2	سهم معدن از صنایع و معادن غیر انرژی‌بر	۰/۰۴۷	۰/۰۴۱	۰/۰۳۶
PYSUBS3	سهم آب از صنایع و معادن غیرانرژی‌بر	۰/۰۶۱	۰/۰۷۷	۰/۰۹۸
PRODGAS	تولید گازطبیعی (MBOE)	۶۶۷/۹۹۶	۱۷۶۴/۳۷۰	۴۶۶۰/۲۱۳
PRODCOL	تولید زغالسنگ (MBOE)	۲۲/۲	۴۱/۶	۷۹/۹
CAPELEC	ظرفیت تولید اسمی برق (MBOE)	۹۳/۹۲۱	۱۶۵/۰۵۱	۲۹۰/۰۵۱
PATIOEL	نسبت ظرفیت عملی به اسمی	۰/۹۲۹	۰/۹۳۹	۰/۹۴۹

مأخذ: منابع ۴، ۶، ۱۰، ۱۲، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲

Archive of SID

www.SID.ir

شایان ذکر است که مقادیر مربوط به بعضی از متغیرهای مندرج در جدول ۳ به طور مستقیم از منابع قید شده در ذیل جدول اخذ شده‌اند و بعضی دیگر با بهره‌گیری از همان منابع محاسبه شده‌اند و برخی نیز از طریق اهداف و راهبردهای تعیین شده در برنامه‌های پنجساله توسعه و بر پایه نظرات کارشناسان و صاحبنظران بخشهای اقتصادی، کشاورزی و انرژی براورد گردیده‌اند.

گروه دوم از متغیرهای سناریوی مؤثر در تقاضای انرژی بخش کشاورزی در جدول ۴ درج شده‌اند.

جدول ٤. مقادیر متغیرهای سناریو در بخش کشاورزی

متغیر	شرح	سال		
		۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤
ELAGCY	شاخص تحولات شدت برق در بخش کشاورزی	۲/۲۱۲	۳/۸۴۲	۵/۵۱۵
FFAGCY	شاخص تحولات شدت سوختهای فسیلی (گازوئیل) در بخش کشاورزی	۰/۷۶۳	۰/۷۵۵	۰/۷۴۹
MFAGCY	شاخص تحولات شدت سوخت موتور در بخش کشاورزی	۰/۷۶۳	۰/۷۵۵	۰/۷۴۹
PAGEL	سهم برق از مصارف گرمایی بخش کشاورزی	۰/۰۲۷	۰/۰۲۷	۰/۰۲۷
RAETCY	شاخص تحولات کارایی نسبی سوختهای سنتی جهت مصارف گرمایی	۱	۱	۱
PCBACY (Diesel)	سهم سوختهای فسیلی راهبردی (گازوئیل) در مصارف گرمایی	۰/۲۱۸	۰/۲۱۸	۰/۲۱۸
PRAGCY (Diesel)	تحول در شاخص قیمت گازوئیل در بخش کشاورزی	۶/۳۸۹	۳۹/۵۵۸	۲۴۴/۹۳۱
PRAGCY (kerosene)	تحول در شاخص قیمت نفت سفید در بخش کشاورزی	۶/۳۸۹	۳۹/۵۵۸	۲۴۴/۹۳۱
PELACY	تحول در شاخص قیمت برق در بخش کشاورزی	۶/۴۳۰	۳۹/۸۱۵	۲۴۶/۵۲۳

مأخذ: منابع شماره ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲

در محاسبه مقادیر مربوط به متغیرهای سناریوی بخش کشاورزی (جدول۴)، موارد زیر لحاظ شده است.

- ملاحظه می‌شود که شاخص کارایی نسبی سوختهای سنتی در سال پایه و سالهای پیش‌بینی برابر یک است. از آنجا که مصرف سوختهای سنتی در بخش کشاورزی در دوره

Archive of SID

www.SID.ir

مطالعه معادل صفر است، بنابراین، کارایی آن در طول دوره ثابت و برابر شاخص کارایی نسبی در سال پایه (یک) در نظر گرفته می‌شود.

– ارقام مربوط به تحول در شاخصهای شدت حاملهای مختلف در انواع گوناگون مصارف و همین طور ارقام تغییرات در کارایی سوختها، با توجه به سیاستهای حاکم بر بخش انرژی در جایگزینی برق به جای نفت‌گاز و بنزین و برقدار کردن چاه‌های آبی، نرخ رشد ارزش‌افزوده بخش کشاورزی و مذاکرات انجام شده با کارشناسان ذیربط تعیین شده است.

– ارقام مربوط به قیمت نفت سفید، نفت‌گاز، نفت کوره و گاز مایع تا سال ۱۳۸۵، قیمتهای تحقق‌یافته می‌باشند. فرض شده است قیمت این سه حامل انرژی در طول دوره مطالعه با نرخ بیست درصد افزایش یابد.

– ارقام نشاندهنده قیمت برق نیز تا پایان سال ۱۳۸۵، اعداد تحقق یافته هستند و فرض شده است که قیمت این حامل انرژی نیز در دوره مورد بررسی از نرخ رشد ۲۰ درصدی برخوردار است.

نتایج و بحث

در این قسمت ضمن ارائه خلاصه‌ای از نتایج به دست آمده درخصوص براورد تقاضای بلندمدت انرژی در بخش کشاورزی اقتصاد ایران به تفکیک حاملها و نوع مصرف و براورد شاخص شدت انرژی در بخش کشاورزی، آثار بهبود فناوری تولید در بخش کشاورزی بر متغیرهای مصرف انرژی و شاخص شدت انرژی بخش کشاورزی بررسی می‌شود.

تقاضای بلندمدت انرژی به تفکیک حاملها و نوع مصرف در بخش کشاورزی

در بخش کشاورزی سوختهای فسیلی اعم از مدرن و سنتی،یا جهت مصارف گرمایی و یا به منظور سوخت موتور مورد استفاده قرار می‌گیرد. قسمت اعظم سوختهای فسیلی در بخش کشاورزی در موتورپمپ‌ها، تراکتورها، تیلرها، شناورهای ماهیگیری، کمباینها، دروگرها و سایر وسایل مورد استفاده جهت کاشت، داشت و برداشت به مصرف می‌رسد. سهم سوختهای فسیلی مورد استفاده جهت مصارف گرمایی در این بخش چندان زیاد نیست. در جدول ۵ مقادیر مربوط به مصرف انواع سوختهای فسیلی جهت مصارف گرمایی منعکس شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. مصرف سوختهای فسیلی جهت مصارف گرمایی به تفکیک نوع سوخت
(میلیون بشکه نفت خام معادل)

شرح	سال		
	۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤
نفت گاز	۰/۶۵	۰/۸۴	۱/۱۱
نفت سفید	۲/۳۳	۳	۳/۹۷
سوختهای فسیلی	۲/۹۷	۳/۸۴	۵/۰۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در این جدول ارقام مصرف نفت سفید از ارقام مصرف نفت گاز در بخش کشاورزی بزرگتر است. این مسئله بدین علت است که مصرف نفت سفید جهت مصارف گرمایی تقریباً کل مصرف این فراورده را در بخش کشاورزی تشکیل می‌دهد، ولی مصرف گرمایی نفت گاز صرفاً بخش اندکی از مصرف این سوخت را در بخش کشاورزی تشکیل می‌دهد. مصرف نفت گاز در این بخش اغلب به صورت سوخت موتور است.

در بخش کشاورزی، در کنار انرژی مصرف شده جهت مصارف گرمایی اعم از سوختهای فسیلی، برق و یا سایر منابع نوین و پیشرفتهٔ تأمین انرژی گرمایی، جهت مصارف ویژه نیز از انرژی بهره‌گرفته می‌شود. مصرف انرژی به تفکیک نوع مصرف در جدول ۶ منعکس شده است.

جدول ٦. کل مصرف نهایی انرژی به تفکیک نوع حامل و نوع مصرف
(میلیون بشکه نفت خام معادل)

شرح	سال		
	۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤
سوختهای موتور	۳۱/۷۹	۴۲/۶۰	۵۸/۴۸
برق	۰/۰۷	۰/۱	۰/۱۳
سوختهای فسیلی	۲/۹۷	۳/۸۴	۵/۰۸
مصارف گرمایی	۳/۰۵	۳/۹۳	۵/۲۱
مصارف ویژه برق (تراواتساعت)	۱۲/۶۳	۲۹/۷۰	۵۸/۹۹
جمع	۴۲/۷۶	۶۵/۱۸	۱۰۰/۷۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

ملاحظه می‌شود که مصرف نهایی انرژی، از جمع مصرف سوختهای موتور (مصارف ویژه سوختهای فسیلی) با مصارف گرمایی (مصارف گرمایی سوختهای فسیلی و مصارف گرمایی برق) و مصارف ویژه برق به دست می‌آید. به طور کلی در بخش کشاورزی مدل MEDEE-S، سوختها به دو دستهٔ سوختهای فسیلی و برق تفکیک می‌شوند. بنابراین کل مصرف هر بخش از جمع مصرف سوختهای فسیلی (زغال سنگ، زغال چوب، نفت گاز، نفت کوره، نفت سفید، گاز مایع و گازطبیعی) و مصرف برق به دست می‌آید. بخشی از سوختهای فسیلی برای مصارف گرمایی تحت عنوان سوختهای فسیلی و بخشی نیز برای مصارف خاص تحت عنوان سوخت موتور، مصرف می‌شود؛ بنابراین منظور از مصرف سوختهای فسیلی در بخش کشاورزی مدل، مصرف این سوختها جهت مصارف گرمایی است. مصرف برق نیز از دو بخش تشکیل می‌شود: بخش اول مصارف ویژه و بخش دوم مصارف گرمایی است؛ پس مصارف گرمایی هم شامل مصرف برق و هم شامل مصرف سوختهای فسیلی است. مصرف ویژه سوختهای فسیلی تحت عنوان سوخت موتور و مصرف غیرگرمایی برق نیز تحت عنوان مصارف خاص یا مصارف ویژه برق مطرح می‌باشد.

مصرف نهایی حاملهای انرژی در بخش کشاورزی به تفکیک نوع حامل در جدول ۷ ثبت شده است.

جدول ۷. ترازنامه انواع حاملهای انرژی (میلیون بشکه نفت خام معادل)

شرح	سال		
	۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤
گازوئیل	۳۲/۴۴	۴۳/۴۴	۵۹/۵۹
نفت سفید	۲/۳۳	۳	۳/۹۷
الکتریسیته	۸	۱۸/۷۴	۳۷/۱۷
جمع	۴۲/۷۶	۶۵/۱۸	۱۰۰/۷۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مقدار مصرف برق در ازای هر واحد ارزش‌افزوده بخش کشاورزی در دوره مورد بررسی افزایش قابل ملاحظه‌ای دارد (جدول ۸). این افزایش سریع ناشی از سیاست دولت در برقی

Archive of SID

www.SID.ir

نمودن چاههای آب است.

شدت مصرف سوختهای مدرن در طی دوره مطالعه کاهش یافته است. کاهش شدت مصرف سوختهای مدرن نتیجهٔ جایگزین شدن برق به جای سوختهای فسیلی است. در این دوره، شاخص شدت برق افزایش یافته است. این افزایش نیز ناشی از تغییرات ساختار مصرف انرژی و جایگزینی برق به جای فراورده‌های نفتی در چاه‌های آب می‌باشد.

میزان تنزل در شاخص شدت مصرف انرژیهای مدرن کمتر از شاخص شدت سوختهای مدرن است. این مسئله از آنجا نشأت می‌گیرد که مصرف انرژیهای مدرن شامل الکتریسیته نیز می‌باشد که شاخص شدت آن یک روند فزاینده را طی کرده است. باید گفت که واژهٔ سوختهای مدرن شامل کل مصرف نهایی انرژی پس از کسر مصرف برق می‌باشد. منظور از انرژیهای مدرن نیز کل انرژی نهایی مصرفی است.

جدول ۸. شاخص شدت انرژی در بخش کشاورزی

شاخص	سال		
	۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤
شدت برق	۲۱۷/۵۱	۳۷۶/۳۳	۵۳۹/۳۵
سوختهای مدرن	۷۶/۰۴	۷۵	۷۴/۱۹
انرژیهای مدرن	۸۶/۵۷	۹۷/۴۳	۱۰۸/۸۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

آثار بهبود فناوری تولید در بخش کشاورزی بر مصرف انرژی این بخش

پیشرفت در فناوری تولید بخش کشاورزی بر مصرف انرژی مؤثر است. توجه به طول عمر مفید تجهیزات و ماشین‌آلات مصرف‌کننده انرژی در بخش کشاورزی و نرخ استهلاک آنها و همچنین جمعبندی نظرات تعدادی از کارشناسان و صاحبنظران بخش کشاورزی نشان می‌دهد که از سال ۱۳۷۹ به بعد پیشرفت فناوری تولید در بخش کشاورزی می‌تواند شاخص شدت مصرف برق، سوختهای فسیلی و سوختهای موتور را در این بخش در هر ده سال ۵٪ کاهش دهد. کاهش در شاخص شدت انرژی در بخش کشاورزی متغیرهای سناریوی مرتبط با تحولات تکنیکی را به شرح جدول ۹ تغییر می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۹. تأثیر بهبود فناوری در شاخصهای تحولات تکنیکی

متغیر	نوع متغیر	مقدار در سناریوی پایه			مقدار در سناریوی جدید		
		۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤	۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤
ELAGCY	سناریو	۲/۲۱۲	۳/۸۴۲	۵/۵۱۵	۲/۱۵۷	۳/۵۵۴	۴/۸۲۶
FFAGCY	سناریو	۰/۷۶۳	۰/۷۵۵	۰/۷۴۹	۰/۷۴۴	۰/۶۹۸	۰/۶۵۵
MFAGCY	سناریو	۰/۷۶۳	۰/۷۵۵	۰/۷۴۹	۰/۷۴۴	۰/۶۹۸	۰/۶۵۵

مأخذ: محاسبات تحقیق

پیشرفت در فناوری تولید و استفاده از تجهیزات پیشرفته‌تر با بازده بالاتر مصرف انرژی باعث می‌گردد که میزان مصرف انرژی در بخش کشاورزی برای مصارف گرمایی، سوخت موتور و مصرف ویژه برق کاهش یابد. در جدول ۱۰ آثار بهبود فناوری تولید بخش کشاورزی بر میزان مصرف انرژی آن به تفکیک نوع مصرف منعکس شده است.

جدول ۱۰. تأثیر بهبود فناوری در مصرف انرژی بخش کشاورزی به تفکیک نوع مصرف (واحد MBOE)

شرح	مقدار در سناریوی پایه			مقدار در سناریوی جدید		
	۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤	۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤
نفت گاز	۰/۶۵	۰/۸۴	۱/۱۱	۰/۶۳	۰/۷۷	۰/۹۷
نفت سفید	۲/۳۳	۳	۳/۹۷	۲/۲۷	۲/۷۸	۳/۴۷
سوختهای فسیلی	۲/۹۷	۳/۸۴	۵/۰۸	۲/۹۰	۳/۵۵	۴/۴۴
برق برای مصارف گرمایی	۰/۰۷	۰/۱	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۲
مصارف گرمایی انرژی	۳/۰۵	۳/۹۳	۵/۲۱	۲/۹۷	۳/۶۴	۴/۵۶
سوختهای موتور	۳۱/۷۹	۴۲/۶۰	۵۸/۴۸	۳۱	۳۹/۳۸	۵۱/۱۴
مصارف ویژه برق (TWH)	۱۲/۶۳	۲۹/۷۰	۵۸/۹۹	۱۲/۳۱	۲۷/۴۷	۵۱/۶۳
کل مصرف نهایی انرژی	۴۲/۷۶	۶۵/۱۸	۱۰۰/۷۳	۴۱/۷۰	۶۰/۲۷	۸۸/۱۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ملاحظه می‌شود بهبود در شاخص شدت انرژی در نتیجهٔ پیشرفت فناوری تولید محصولات در بخش کشاورزی به میزان پنج درصد در هر ده سال، باعث می‌شود که کل مصرف نهایی انرژی این بخش در سالهای ۱۳۸۴، ۱۳۹۴ و ۱۴۰۴ به ترتیب به میزان ۲/۵، ۷/۵ و ۱۲/۵ درصد کاهش یابد. این بهبود در فناوری تولید باعث می‌گردد که نرخ متوسط سالانه

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش در مصرف نهایی انرژی این بخش در دوره ۱۳۷۹ تا ۱۴۰۴ از ۴/۷ درصد به ۴/۲ درصد کاهش یابد.

تأثیر بهبود فناوری تولید در مصرف انرژی به تفکیک حاملها در بخش کشاورزی به شرح جدول ۱۱ است.

جدول ۱۱. تأثیر بهبود فناوری در مصرف انرژی بخش کشاورزی به تفکیک حاملها (واحد MBOE)

شرح	مقدار در سناریوی پایه			مقدار در سناریوی جدید		
	۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤	۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤
نفت گاز	۳۲/۴۴	۴۳/۴۴	۵۹/۵۹	۳۱/۶۳	۴۰/۱۶	۵۲/۱۱
نفت سفید	۲/۳۳	۳	۳/۹۷	۲/۲۷	۲/۷۸	۳/۴۷
برق	۸	۱۸/۷۴	۳۷/۱۷	۷/۸	۱۷/۳۳	۳۲/۵۲
کل مصرف نهایی انرژی	۴۲/۷۶	۶۵/۱۸	۱۰۰/۷۳	۴۱/۷۰	۶۰/۲۷	۸۸/۱۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

کاهش در مصرف انرژی بر اثر بهبود فناوری تولید در کنار عدم تغییر در ارزش‌افزوده بخش کشاورزی باعث می‌گردد که شاخص شدت برق، شاخص شدت سوختهای مدرن و شاخص شدت انرژی در بخش کشاورزی نسبت به سناریوی پایه کاهش یابد. میزان کاهش در این شاخصها در جدول ۱۲ منعکس شده است.

جدول ۱۲. تأثیر بهبود فناوری تولید در بخش کشاورزی بر سایر پارامترهای عمده

شرح	مقدار در سناریوی پایه			مقدار در سناریوی جدید		
	۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤	۱۳۸٤	۱۳۹٤	۱٤۰٤
شاخص شدت برق	۲۱۷/۵۱	۳۷۶/۳۳	۵۳۹/۳۵	۲۱۲/۱۰	۳۴۸/۱۲	۴۷۱/۹۷
شاخص شدت سوختهای مدرن	۷۶/۰۴	۷۵	۷۴/۱۹	۷۴/۱۵	۶۹/۳۴	۶۴/۸۸
شاخص شدت انرژیهای مدرن	۸۶/۵۷	۹۷/۴۳	۱۰۸/۸۱	۸۴/۴۲	۹۰/۰۹	۹۵/۱۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

بهبود در شاخص شدت انرژی در نتیجهٔ پیشرفت فناوری تولید باعث می‌شود که کل مصرف نهایی انرژی این بخش در سالهای ۱۳۸۴، ۱۳۹۴ و ۱۴۰۴ به ترتیب به میزان ۲/۵، ۷/۵ و ۱۲/۵ درصد کاهش یابد. این بهبود در فناوری تولید باعث می‌گردد که نرخ متوسط سالانه

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش در مصرف نهایی انرژی این بخش در دوره ۱۳۷۹ تا ۱۴۰۴ از ۴/۷ درصد به ۴/۲ درصد کاهش یابد. بهبود در فناوری تولید، مصرف انرژی به تفکیک حاملها را نیز در بخش کشاورزی کاهش می‌دهد.

طی سالهای مورد مطالعه در نتیجهٔ تغییرات در ساختار مصرف انرژی و جایگزینی برق به جای فراورده‌های نفتی در چاه‌های آب، شاخص شدت برق افزایش ولی شاخص شدت سوختهای مدرن و شاخص شدت انرژیهای مدرن کاهش پیدا کرده است. میزان تنزل در شاخص شدت انرژیهای مدرن کمتر از شاخص شدت سوختهای مدرن بوده است. علت کاهش در شاخص شدت انرژی بخش کشاورزی، ظاهراً به تغییر در ساختار مصرف سوخت در این بخش برمی‌گردد. در ساختار جدید، تلفات ناشی از انتقال سوختهای فسیلی وجود ندارد و جایگزینی الکتروموتورهای نو و مدرن به جای موتورپمپ‌های فرسوده و مستهلک باعث افزایش بازده انرژی و کاهش شاخص شدت انرژی شده است.

کاهش در مصرف انرژی ناشی از بهبود فناوری تولید باعث می‌گردد که شاخص شدت برق، شاخص شدت سوختهای مدرن وشاخص شدت انرژی در بخش کشاورزی نسبت به سناریوی پایه کاهش یابد.

با عنایت به نتایج تحقیق در خصوص تأثیر قابل ملاحظه پیشرفت فناوری تولید در بخش کشاورزی بر تقاضای بلندمدت انرژی و شاخص شدت انرژی در این بخش، پیشنهاد می‌شود که جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی این بخش و کنترل روند روبه رشد آن، علاوه بر بهره‌گیری از عامل اقتصادی افزایش قیمت، عامل فنی بهبود فناوری تولید نیز در سیاستگذاریهای کلان مورد توجه خاص قرار گیرد. یکی از راهکارهای مناسب جهت فراهم آوردن بستر مناسب برای بهبود فناوری تولید در بخش کشاورزی و افزایش بازده مصرف انرژی در این بخش، اعطای تسهیلات ارزان قیمت توسط نظام بانکی به کشاورزان جهت نوسازی تجهیزات و ماشین‌آلات مصرف‌کننده انرژی در این بخش است. علاوه برآن پیشنهاد می‌شود طرحی مشابه با طرح تعویض خودروهای فرسوده برای تعویض ماشین‌آلات فرسوده بخش کشاورزی با ماشین‌آلات مدرنتر برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در این بخش اجرا گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. احمدیان، مجید (۱۳۷۸)، اقتصاد نظری و کاربردی نفت، پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس، چاپ اول، تهران.

۲. احمدیان، مجید (۱۳۷۳)، نظریه بازار و کاربرد آن برای منابع انرژی پایان‌پذیر، مؤسسه مطالعات بین المللی انرژی.

۳. احمدیان، مجید (۱۳۷۸)، نظریه قیمت در اقتصاد منابع انرژی و مواد، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، تهران.

۴. اداره حسابهای اقتصادی، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، حسابهای ملی ایران، سالهای مختلف، تهران.

۵. بخشوده، محمد و احمد اکبری (۱۳۷۱)، اقتصاد کشاورزی، انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ اول، تهران.

۶. دفتر برنامه‌ریزی انرژی، معاونت امور انرژی، وزارت نیرو، ترازنامه انرژی، سالهای مختلف.

۷. سازمان برنامه و بودجه (۱۳۷۸)، سند برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۳-۱۳۷۹): پیوست شماره ۲ لایحه برنامه (جلد اول و دوم)، انتشارات سازمان برنامه و بودجه، چاپ اول، تهران.

۸. سازمان مدیریت تولید و انتقال برق ایران (توانیر)، وزارت نیرو(۱۳۸۰)، تأمین برق چاههای کشاورزی کشور (طرح فروش ۲۰ ساعت در شبانه‌روز)، تهران.

۹. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (۱۳۷۹)، راهکارهای اجرایی برنامه سوم توسعه، تهران.

۱۰. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (۱۳۸۳)، قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۸-۱۳۸۴)، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تهران.

۱۱. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (۱۳۷۹)، قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۳-۱۳۷۹)، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، چاپ دوم، تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۲. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (۱۳۸۳)، مبانی نظری و مستندات برنامه چهارم توسعه، جلد اول، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تهران.

۱۳. سهیلی، کیومرث (۱۳۸۱)، ارزیابی آثار سیاستگذاریهای فنی اقتصادی بر ساختار بلندمدت تقاضای انرژی بخش کشاورزی، گروه تقاضای انرژی، دفتر برنامه‌ریزی انرژی، معاونت امور انرژی، وزارت نیرو.

۱۴. سهیلی، کیومرث (۱۳۸۲)، بررسی تطبیقی مدلهای تقاضای انرژی، *فصلنامهٔ پژوهشی دانشگاه امام صادق (ع)*، شماره ۱۷، سال پنجم.

۱۵. سهیلی، کیومرث (۱۳۸۴)، فرایند بهینه توسعه ظرفیت تولید آهن و فولاد در ایران از نقطه نظر مصرف انرژی، مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد، صفحه ۹۵۷-۹۴۴.

۱۶. فاکهی خراسانی، امیرحسین و همکاران (۱۳۸۶)، مدلسازی تقاضای انرژی مفید در بخشهای مختلف اقتصاد، مجموعه مقالات ششمین همایش ملی انرژی، کمیته ملی انرژی، وزارت نیرو، تهران.

۱۷. کوپاهی، مجید (۱۳۶۷)، اصول اقتصاد کشاورزی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، تهران.

۱۸. گروه تحلیل و انتشار آمار، مرکز اطلاع‌رسانی، معاونت برنامه‌ریزی، سازمان مدیریت توانیر، معاونت امور برق، وزارت نیرو، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، سالهای مختلف، تهران.

۱۹. گروه تحلیل و انتشار آمار، مرکز اطلاع‌رسانی، معاونت برنامه‌ریزی، سازمان مدیریت توانیر، معاونت امور برق، وزارت نیرو، صنعت برق ایران،سالهای مختلف، تهران.

۲۰. مدیریت تأمین و توزیع شرکت ملی پالایش و پخش فراورده‌های نفتی ایران(۱۳۷۸)، وضعیت تأمین و مصرف فراورده‌های نفتی ماههای مختلف ۱۳۷۷، تهران.

۲۱. مرکز آمار ایران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نتایج آمارگیری جاری جمعیت، سالهای مختلف، تهران.

۲۲. مرکز آمار ایران، سازمان برنامه و بودجه، نتایج کلی سرشماری عمومی

Archive of SID

www.SID.ir

نفوس و مسکن، سالهای مختلف، تهران.

۲۳. هندرسن، جیمز میچل و ریچارد ا. کوانت (۱۳۸۲)، تئوری اقتصاد خرد (تقرب ریاضی)، ترجمه مرتضی قره‌باغیان و جمشید پژویان، خدمات فرهنگی رسا، تهران.

24. Layard, P. R. G. and A. A. Walters (1995), Microeconomic theory, McGraw-Hill، New York.

25. United Nation (1995), Sectoral energy demand analysis and long-term forecast, Programme for Asian Cooperation on Energy and Environment (PACE-E), New York.

26. United Nation (1995), Training material on energy – environment studies in Asia, Programme for Asian Cooperation on Energy and Environment (PACE – E), New York.

27. United Nation (1996), Methodological manual DBA – VOID, Programme for Asian Cooperation on Energy and Environment (PACE-E), New York.

28. United Nation (1996), Economic sustainability and environmental betterment through energy saving and fuel switching in developing countries, Programme for Asian Cooperation on Energy and Environment (PACE-E), New York.

Archive of SID

www.SID.ir