تحلیل و مدل سازی ساختار تقاضای انرژی در بخش کشاورزی ایران

محمدعلی مرادی [۱]، مجید عمیدپور [۲]، حامد حوری جعفری [۳]، ایرج مهرآزما [۴]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۸/۲۱
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱/۳۱

چکیده:

در این مقاله با استفاده از یک چارچوب تحلیلی فراگیر، ساختار مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران تحلیل و مدل سازی شده است. بخش کشاورزی بر اساس طبقه بندی آیسیک (ISIC) به ۱۰ زیربخش اصلی شامل زراعت و باغداری، پمپاژ آب، پرورش ماکیان، پرورش دام، گل، گیاه و محصولات گلخانه ای، پرورش قارچ، شیلات و آبزیان، جنگلداری و مراتع و سایر تقسیم بندی شده است. به دلیل ناهمسان بودن زیربخش ها و تفاوت در فرمولاسیون و تحلیل ساختار مصارف انرژی، مدل سازگاری طراحی و در چارچوب نرم افزار لیپ (LEAP) ساخته شد. تحلیل نتایج نشان می دهد که میزان کل تقاضای انرژی در بخش کشاورزی ایران از ۴۵ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۹ افزایش یافته و در افق ۱۴۲۰ تحت سناریوهای مختلف در محدوده ۴۴ تا ۶۱ میلیون بشکه معادل نفت خام قرار خواهد گرفت. متوسط رشد تقاضای انرژی در بخش کشاورزی تحت هر کدام از سناریوهای مرجع، رشد اقتصادی بالا، رشد اقتصادی پایین، سیاست‌گذاری انرژی با رشد اقتصادی مرجع، سیاست‌گذاری انرژی با رشد اقتصادی پایین و سیاست‌گذاری انرژی با رشد اقتصادی بالا به ترتیب به ۰٫۶۵، ۰٫۵۶، ۰٫۸۳، ۰٫۱۹- ، ۰٫۲۲- و ۰٫۰۹- درصد در سال خواهد رسید.

کلمات کلیدی:

بخش کشاورزی، مصرف انرژی، تقاضا، مدل سازی، لیپ، نفت گاز و برق

۱) کارشناس ارشد انرژی، مرکز انتگراسیون انرژی (نویسنده مسئول) muhammad.morady@gmail.com
۲) دکترای انرژی، دانشیار دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی Amidpour@gmail.com
۳) دکترای تبدیل انرژی، مؤسسه مطالعات بین المللی انرژی hhjafari@gmail.com
۴) کارشناس ارشد و متخصص انرژی، مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی Mehrazma@gmail.com

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

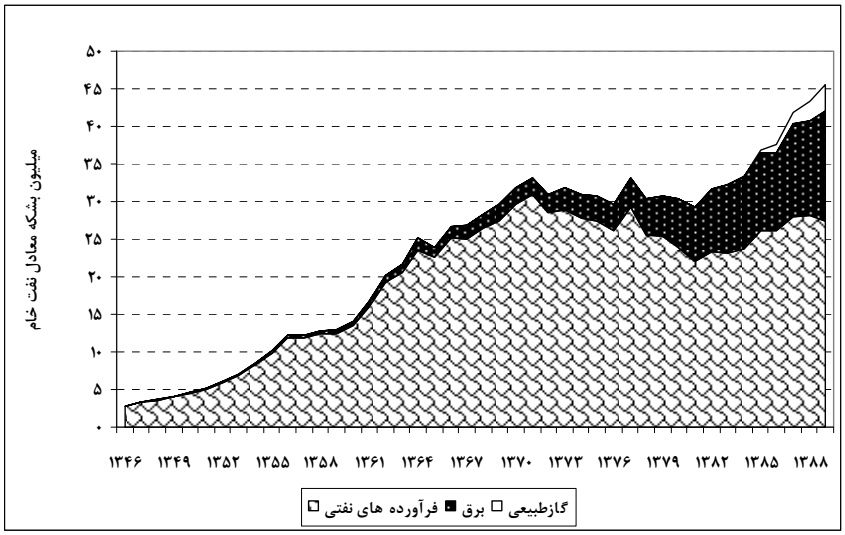
مقدمه

کل مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران در سال ۱۳۸۹ بالغ بر ۴۵ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است که نسبت به سال قبل رشد ۴ درصدی را نشان می دهد [۶ و ۷] . منشأ مصرف انرژی در بخش کشاورزی، رشد و توسعه ضریب و درجه مکانیزاسیون در زیربخش ها می باشد. دو عامل افزایش ضریب مکانیزاسیون و بهره وری انرژی می تواند رشد مصرف انرژی در بخش کشاورزی را بیان نماید. شکل (۱) روند مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران از سال ۱۳۴۶ تا سال ۱۳۸۹ را بر حسب حامل های عمده انرژی نشان می دهد. همان طور که از شکل پیداست، روند مصرف انرژی با نوسانات و شیب های مختلف همراه بوده است که می توان آن را به سه دوره اصلی تقسیم بندی نمود: از سال ۱۳۴۶ تا سال ۱۳۷۱ که دوره رشد سریع مصرف انرژی را تشیکل می‌دهد، کل مصرف انرژی در هر سال به میزان ۱۰,۱ درصد رشد نموده که رقم بسیار قابل توجهی است. همچنین در مدت مذکور رشد مصرف فرآورده های نفتی (عمدتا نفت گاز) حدود ۹,۹ درصد و رشد مصرف برق نیز ۱۴,۵ درصد بوده است. در دوره دوم که دوران تثبیت مصرف انرژی در بخش کشاورزی با اجرای سیاست هایی نظیر افزایش سهم برق در چاه های کشاورزی، توسعه تراکتورهای کم مصرف نظیر مسی فرگوسن و جاندیر می باشد، میزان مصرف انرژی با اندکی روند کاهشی رو به تثبیت بوده و میزان کل مصرف حامل های انرژی در این بخش تا سال ۱۳۸۴ در همان رقم سال ۱۳۷۱ یعنی ۳۳ میلیون بشکه معادل نفت خام باقی مانده است، لیکن اتفاقی که افتاده این است که سهم فرآورده های نفتی در کل تقاضای انرژی بخش کشاورزی از ۹۴ درصد به ۷۲ درصد کاهش پیدا نموده که در نتیجه، اجرای سیاست هایی نظیر جایگزینی فرآورده های نفتی با برق و سایر حامل های انرژی در بخش کشاورزی و همچنین توصیه های مبنی بر مصرف بهینه در این بخش بوده است. در دوره سوم که از سال ۱۳۸۴ تا به امروز را در بر می‌گیرد، مصرف انرژی در بخش کشاورزی رو به افزایش بوده و برای اولین با در سال ۱۳۸۵ گاز طبیعی به عنوان یک حامل جدید در سبد مصرفی انرژی بخش کشاورزی ظاهر شده است. در این دوره نیز کل مصرف انرژی سالانه ۵,۱ درصد افزایش پیدا کرده که در این میزان، متوسط رشد سالانه فرآورده های نفتی ۴,۴ درصد، رشد مصرف برق ۶,۸ درصد و رشد مصرف گاز طبیعی نیز ۱۰۲,۷ درصد بوده است. سهم مصرف انرژی بخش کشاورزی ایران از کل مصرف انرژی نهایی در سال ۱۳۸۹ بالغ بر ۳,۷ درصد بوده که البته این مقدار در سال های مختلف دارای نوساناتی بوده است.

حداکثر سهم بخش کشاورزی از مصرف نهایی انرژی کشور در سال ۱۳۶۶ بالغ بر ۸,۲ درصد بوده است که بعد از آن سال دائما کاهش یافته است. به دلیل اهمیت بخش کشاورزی در اقتصاد ایران و امنیت غذایی، در طول برنامه ها و دوره‌های مختلف همواره مورد پشتیبانی دولت‌ها بوده است. بررسی داده های تاریخی نشان می دهد که ارزش افزوده بخش کشاورزی ایران با قیمت ثابت، از ۸۲۹۲ میلیارد ریال در سال ۱۳۳۷ به میزان ۶۵۰۶۲ میلیارد ریال در سال ۱۳۸۶ رسیده است که نشان از رشد سالانه حدودا ۴,۴ درصدی در این مدت بوده است[۸]. در صورتی که رشد کل تولید ناخالص داخلی کشور در این مدت ۵,۲ درصد در سال بوده است. به نظر می رسد که این بخش همچنان رشد خود را با افزایش

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

میزان بهره‌وری در برداشت محصولات باغی و زراعی، توسعه پرورش ماکیان و دامپروری حفظ خواهد کرد. سهم بخش کشاورزی در اقتصاد ملی از میزان ۱۹ درصد در سال ۱۳۳۸ به واسطه افزایش قیمت نفت خام، رشد بالای سایر بخش ها و همچنین عدم توجه کافی در رژیم گذشته به پتانسیل این بخش، بتدریج رو به کاهش بوده و به ۷,۳ درصد در سال ۱۳۵۴ رسید و بعد از آن سال بتدریج افزایش یافت و تا اینکه حداکثر سهم آن در اقتصاد ملی به ۱۵,۹ درصد در سال ۱۳۶۷ بالغ شد.

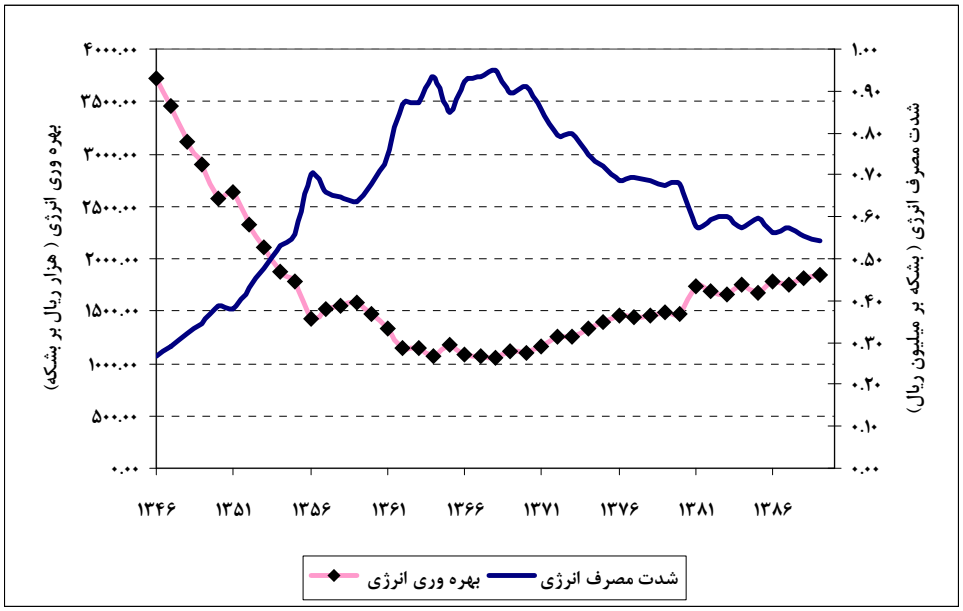


شکل۱) روند مصرف انرژی بخش کشاورزی ایران[٦ و ۷]

در سال های بعد به دلیل رشد بالای سایر بخش های اقتصاد کشور، سهم این بخش رو به نزول بوده و به ۱۳ درصد در سال های اخیر رسیده است. شدت مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران عبارت است از میزان کل مصرف انرژی تقسیم بر ارزش افزوده بخش کشاورزی. طبیعی است که این رقم دو مفهوم را در متن خود مستتر نموده است. نخست، درجه مکانیزاسیون بخش کشاورزی و بهره گیری از ماشین و دوم، میزان بهره گیری کارآمد از انرژی. بنابراین، همانند بخش های دیگر (صنعت ، حمل و نقل و حتی خانگی) نمی توان در مورد این شاخص قضاوت نمود، بلکه برای قضاوت نیاز به میزان مصرف ویژه انرژی و شدت انرژی در سطوح خرد و زیربخش ها خواهد بود. محاسبات نشان می دهد که شدت مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران هم اکنون حدود ۰,۵۵ بشکه بر میلیون ریال ارزش افزوده می باشد. شکل(۲) روند تغییرات شدت مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران را بر واحد بشکه بر میلیون ریال قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ نشان می دهد. حداکثر رقم شدت مصرف انرژی به میزان ۰,۹۵ بشکه بر میلیون ریال در سال ۱۳۶۸ و حداقل مقدار آن نیز به میزان ۰,۲۷ بشکه بر میلیون ریال در سال ۱۳۳۸ بوده است. دلیل بالا بودن شدت مصرف انرژی در سال ۱۳۶۸، یارانه بسیار زیاد در اقتصاد کشور و همچنین مصرف ناکارآمد و غیربهینه انرژی در این سال بوده است. از طرف دیگر، اندک

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

بودن شدت مصرف انرژی در سال ۱۳۳۸ به دلیل پایین بودن درجه و ضریب مکانیزاسیون و تکیه بر انرژی انسان و دام در این بخش بوده است. مکانیزاسیون عبارت است از کاربرد ماشین در چرخه تولید محصولات کشاورزی به منظور افزایش سرعت کار، کاهش هزینه‌های کارگری، تقلیل سختی کار، اقتصادی نمودن تولید و افزایش بهره‌وری. دستاوردهای ناچیز و عقب‌ماندگی های قابل توجه در حوزه مکانیزاسیون کشاورزی نسبت به اهداف پیش‌بینی شده ناشی از عوامل متعدد با تأثیرات متفاوت می باشد. افزایش سطح زیر کشت و عدم تحقق برنامه های تأمین ماشین آلات، خرده پا بودن کشاورزی و مقیاس پایین بهره برداران می تواند بخشی از این عوامل باشد. متوسط ضریب مکانیزاسیون کل کشور در سال ۱۳۸۸ بالغ بر ۱,۰۵ اسب بخار بر هکتار بوده است در صورتی که هدفگذاری برنامه چهارم توسعه عدد ۱,۱۸ اسب بخار بر هکتار بود که نشان از انحراف ۱۱ درصدی نسبت به برنامه می باشد. هدف در برنامه پنجم توسعه، افزایش سطح مکانیزاسیون به عدد ۱,۵ در پایان برنامه می باشد[۲۸].



شکل۲) روند تغییرات شدت مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران در سه دهه اخیر[۷ ، ۸]

مروری بر کارهای انجام گرفته

کارهای انجام گرفته در حوزه بررسی ساختار مصرف انرژی در بخش کشاورزی، نسبت به سایر بخش ها(خانگی، تجاری، صنعت و حمل و نقل) از تنوع و عمق کمتری برخوردار می باشند، با وجود این، برخی کارهای جدی انجام گرفته در ادامه ارایه شده اند. طرح "ممیزی انرژی و استقرار واحد مدیریت انرژی در بخش زراعت و باغداری" در سال ۱۳۸۵

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

توسط شرکت بهینه سازی مصرف سوخت کشور انجام گرفته است [۱۴]. این پژوهش در زمان خود جزء بهترین گزارشهایی است که در ارتباط با ساختار مصارف انرژی در بخش کشاورزی ایران ارایه شده است. اگرچه انتقادات بسیار جدی نیز به ساختار و داده‌های گزارش‌های این طرح وارد است، لیکن به نظر می رسد حداقل در چارچوب روش شناسی و تحلیل از دیدگاه جامعی استفاده شده است. البته بیشتر تحلیل ها از دیدگاه یک مهندس کشاورزی بیان گردیده که با نگرش و نگاه مهندسی انرژی به بخش کشاورزی متفاوت است. دخالت کردن شاخص های مکانیزاسیون در برآورد شدت مصرف انرژی در تولید محصولات کشاورزی و مبنا قرار دادن سطح زیر کشت به جای تناژ تولیدی نیز یکی از دلایل مفید بودن این گزارش تلقی می شود. اگرچه نتایج در یک چارچوب نسبتا مناسبی تحلیل شده‌اند، لیکن با واقعیت ها سازگار نمی باشد. به نظر می‌رسد که این بزرگ بینی پارامترها و برآورد بالا در نتیجه عدم نگاه تحلیلی به تقاضای انرژی بخش کشاورزی با دیدگاه تحلیل سیستم بوده است و عموما از دیدگاه مهندس ماشین آلات کشاورزی تحلیل ها بررسی گردیده اند. طرح مطالعاتی بررسی وضعیت انرژی در بخش کشاورزی ایران نیز در سال ۱۳۸۴ با حمایت شرکت بهینه سازی مصرف سوخت صورت گرفته است[۱۵]. هدف اصلی بررسی وضعیت مصرف انرژی در بخش کشاورزی می باشد. بررسی دقیق این طرح مطالعاتی نشان می دهد که به دلیل اینکه نخستین کار رسمی در ارتباط با تجزیه و تحلیل مصرف انرژی در بخش کشاورزی بوده است، مبتنی بر فرضیات غیر واقعی و نتایج غیر قابل اتکا می باشد. از طرف دیگر بعضا اطلاعات با ارزشی را نیز تولید نموده است که می تواند در بعضی تحلیل ها مفید باشد. فقدان یک چارچوب روش شناسی، عمده ترین ضعف این طرح مطالعاتی بوده و به نظر می رسد نقاط قوت گزارش نیز اندک می باشد. همچنین نبود ارجاعات، مراجع و مستندات معتبر بر فرضیات و محاسبات نیز از نقاط ضعف اساسی این کار بوده است. طرح پژوهشی ممیزی انرژی و استقرار واحد مدیریت انرژی در بخش کشت و صنعت نیز توسط شرکت بهینه سازی مصرف سوخت در سال ۱۳۸۶ پشتیبانی و اجرا گردیده است که به تجزیه و تحلیل مصارف انرژی در تمامی کشت و صنعت های کشور پرداخته است[۱۴]. شناخت کلی از کشت و صنعت ها و اطلاعات لازم از نحوه استفاده از سوخت های فسیلی در کنار تجزیه و تحلیل اطلاعات و جمع بندی آنها از اهم کارهای انجام گرفته در این پژوهش می باشد. در این رابطه، شاخص مصرف انرژی به ازای محصول نهایی و مقدار انرژی مصرفی به ازای ارزش افزوده و محصولات تولیدی بر اساس نوع ماشین آلات و نوع محصول و شرایط منطقه بررسی شده است. پتانسیل صرفه جویی در واحدهای کشت و صنعت برآورد شده و راهکارهای بهینه سازی انرژی در آنها در ارتباط با امکان سنجی استفاده از فناوری‌های نوین ارایه شده است. سهم انرژی مصرفی در عملیات مختلف با توجه به فرایند تولید و شرایط آب و هوایی منطقه، در محصولات زراعی و باغی مورد مقایسه قرار گرفته و همچنین امکان استفاده از سایر انرژی ها از جمله زیست توده و انرژی خورشیدی ارزیابی شده است. در ادامه، تحلیل هزینه و فایده انواع روش های صرفه جویی و بهینه سازی انرژی در واحدهای کشت و صنعت مورد محاسبه قرار گرفته است.

"طرح ضربتی مدیریت انرژی در مرغداری های کشور"، برنامه شرکت بهینه سازی مصرف سوخت برای سر و سامان

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

دادن به مصارف انرژی در مرغداری های کشور محسوب می شد [۱۳]. این طرح در سال ۱۳۸۵ تهیه گردیده است اگرچه به دلیل بار مالی بسیار بالای آن هرگز به طور کامل اجرا نگردید. نتایج طرح نشان می دهد که اکثر وسایل گرمایشی مرغداری‌ها در کشور بسیار ابتدایی بوده و با بازده بسیار پایینی دارند. همچنین یکی دیگر از عمده‌ترین دلایل تلفات حرارتی در مرغداری‌های کشور تهویه نادرست و بیش از حد مورد نیاز در آنها می‌باشد. باقرزاده و امیرتیموری[۳] تأثیر متغیر قیمت حامل های انرژی و درآمد در کوتاه مدت و بلند مدت، بر روی تقاضای هر یک از حامل های انرژی با بهره گیری از الگوی خود توضیح با وقفه های گسترده بررسی نموده اند. طبق یافته های پژوهش درآمد، قیمت خود حامل و قیمت متقاطع نقش تعیین کننده ای درتقاضای برق و نفت گاز در بخش کشاورزی دارند. از طرفی دیگر، کشش‌های قیمتی محاسبه شده در بلند مدت و کوتاه مدت حاکی از آن می باشد که برق و نفت گاز در بخش کشاورزی نهاده ای بی کشش هستند. نمازی و بهشتی پور [۲۹] اطلاعات با ارزش از بررسی راهکارهای کم هزینه بهبود انرژی همانند تنظیم دیماند قراردادی با دیماند مصرفی، جابجائی بار، پیک سائی، تنظیم ضریب بار سالانه رعایت معیار و استانداردهای پرورش طیور، مدت زمان و برنامه روشنایی ارایه نموده اند. به هر حال، این مقاله توسط کارشناسان سازمان بهره وری انرژی ایران تنظیم شده است و اطلاعات مفیدی را در مورد ساختار مصارف انرژی بویژه برق در مرغداری ها ارایه می نماید. از جمله سایر کارهای انجام گرفته در این حوزه می توان به پژوهش های وافی[۳۰]، سهیلی[۱۱]، میرزاده[۲۷]، شهباز طبری[۱۷]، عبدل زاده[۲۰]، قبادیان و کریمی[۲۱]، دودابی نژاد[۱۰]، پاشایی[۵] ، اسعدی[۲] و خالدی [۹] اشاره نمود. تنوع کارهای انجام گرفته در سطح دنیا بسیار بالا بوده که بررسی ها نشان می‌دهد مقالات و گزارش‌های ذیل اطلاعات با ارزشی از چگونگی تحلیل انرژی این بخش ارایه داده و به غنای روش شناسی کمک کرده و همچنین داده های مفیدی به دست می‌دهند. از جمله می توان به انتشارات انجمن مهندسی کشاورزی و بیولوژی ایالات متحده (ASABE) [۱] در ارتباط با استاندارد مصرف انرژی در زراعت و باغداری اشاره نمود که به عنوان یک معیار مطرح شده است [۳۱]. کارهای انجام گرفته توسط یانگ و چن [۳۷] در ارتباط با راهبردهای توسعه ماشین های کشاورزی در زمینه بهبود زراعت و باغداری و ابعاد مصارف انرژی ماشین آلات افق جدیدی را در این حوزه گشوده است. کارلسون و کانیاما [۳۳] در گزارش مفصلی به بررسی تحلیلی مصرف انرژی در بخش غذا پرداخته اند که محصولات کشاورزی را نیز پوشش داده است. این گزارش به صورت جمع آوری مطالب انجام گرفته در سطح جهانی در یک دهه اخیر بوده است. جاماسب و کوهلر [۳۴] در نوشتار معتبری به بررسی روند تکامل و فراگیری فناوری های انرژی های تجدیدپذیر پرداخته‌اند و منحنی های یادگیری و همچنین نرخ یادگیری را برای این گونه فناوری ها ارایه نموده‌اند. خسرو زمان و دیگران [۳۵] در مقاله ای به بررسی شدت مصرف انرژی و بهره وری انرژی در بخش کشاورزی کشور بنگلادش پرداخته‌اند که البته هم انرژی مستقیم (انرژی تجاری) و هم انرژی غیرمستقیم (توان انسان، حیوان و کودها) را مورد تحلیل قرار داده اند. براون و الیوت [۳۲] در کار بسیار مفیدی پتانسیل

1) American Society of Agriculture and Biology Engineering

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

صرفه جویی و افزایش کارایی انرژی در بخش کشاورزی ایالات متحده آمریکا را مورد ارزیابی قرار داده اند. در ادامه مقاله، روش شناسی تحلیل و مدل سازی انرژی بخش کشاورزی مرور خواهد شد.

چارچوب روش شناسی

مصارف بخش کشاورزی شامل مصرف فرآورده های نفتی از جمله نفت گاز، گازطبیعی، نفت سفید، برق و سایر حامل‌هاست که در فعالیت های مربوط به ماشین آلات کشاورزی، فرایندها، پرورش ماکیان و سایر موارد مصرف می شوند. معیارهایی نظیر رعایت لحاظ فعالیت های همسان در هر رسته، تولید محصولات همسان، دسترسی به اطلاعات و هماهنگی با مراجع آماری در طبقه بندی زیربخش های مصرف کننده انرژی مبنا قرار گرفت. جدول (۱) زیربخش های کشاورزی ایران را به همراه عمده حامل های انرژی مصرفی نشان می دهد. در مدل سازی تقاضای انرژی بخش کشاورزی ایران موارد زیر مد نظر قرار گرفت:

- میزان مطالعات انجام گرفته در ساختار انرژی بخش کشاورزی ایران بسیار اندک است. بنابراین، مدل سازی و پردازش داده ها با دقت و احتیاط انجام خواهد شد.
- سهم عمده تقاضای انرژی بخش کشاورزی مربوط به زراعت/باغداری، پمپاژ آب و پرورش ماکیان می باشد.
- زیر بخش های مختلف بخش کشاورزی روش های مدل سازی متفاوتی دارد.
- شدت مصرف انرژی در اغلب بخش ها از طریق تحلیل آماری و یا محاسبات فنی مهندسی برآورد خواهد شد.
- روش اصلی محاسبات با بهره گیری از اطلاعات پراکنده، مدل سازی های رگرسیونی و معادلات ریاضی بعضا پیچیده خواهد بود.
- برای انتشار آلاینده ها به صورت آلایندگی جوی، از ضرایب انتشارات کشورهای همسان و یا از دستورالعمل های IPCC[1] بهره گرفته خواهد شد که دلیل آن فقدان ضرایب انتشار اندازه گیری شده معتبر در بخش ها غیر از حمل و نقل کشور می باشد.
- سوخت های اصلی مصرفی بخش کشاورزی شامل نفت گاز، برق، گاز طبیعی، نفت سفید، گاز مایع، بنزین و در آینده سوخت های جایگزین نظیر خورشید، زیست توده، باد و برق آبی است.

مسئله دیگری که در هنگام مدل سازی مد نظر خواهد بود، این است که حتی در داخل زیربخش ها، فعالیت هایی وجود دارد که نمی توان آن فعالیت ها را همسان دانست. بنابراین، تا آنجا که اطلاعات امکان می دهد، سعی خواهد شد

1) Intergovernmental Panel for Climate Change

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

زیربخش‌ها به بخش های همسان تقسیم بندی شوند. به طور کلی، عوامل اصلی موثر بر تقاضای انرژی شامل حجم فعالیت (سطح زیرکشت، میزان آب استحصالی از چاه ها، ظرفیت مرغداری و ...)، وضعیت بهره برداری (همانند ساعات بهره برداری از ماشین، ظرفیت عملی مرغداری، گاوداری و ...)، قیمت حامل های انرژی، شدت مصرف انرژی در هر فعالیت، بازدهی فناوری و چشم انداز تغییرات آن، درجه مکانیزاسیون و بهره گیری از ماشین، استانداردها، مقررات و قوانین مدیریت مصرف انرژی است.

جدول۱) طبقه بندی زیربخش های اصلی بخش کشاورزی از دیدگاه کدبندی آیسیک[۲]

ردیف	زیربخش های مختلف	حامل انرژی عمده مصرفی	ملاحظات
۱	زراعت	نفت گاز و بنزین	تمامی فعالیت ها غیر از آبیاری
۲	باغداری	نفت گاز و بنزین	تمامی فعالیت ها غیر از آبیاری
۳	پمپاژ آب	نفت گاز و برق	آبیاری و استحصال آب از چاه ها و انتقال آب
۴	پرورش ماکیان	برق، گاز طبیعی و نفت گاز	مرغ گوشتی، مرغ تخمگذار، مرغ مادر و سایر
۵	پرورش دام	برق، گاز طبیعی و نفت گاز	گاو گوشتی، شیرده و سایر
۶	تولید گل و گیاه و محصولات گلخانه ای	برق، گاز طبیعی و نفت گاز	گل و گیاهان زینتی، صیفی و سبزیجات
۷	پرورش قارچ	برق و گاز طبیعی و نفت گاز	دگمه ای و صدفی
۸	شیلات و آبزیان	برق و نفت گاز	صیادی و استخر پرورش ماهی
۹	جنگلداری و مراتع	نفت گاز	
۱۰	سایر	نفت گاز و گاز طبیعی	شالیکوبی، چای خشک کنی و سایر

مراحل انجام مدل سازی ساختار انرژی در این بخش به صورت زیر خواهد بود:

مرحله اول، گردآوری اطلاعات حجم فعالیت بخش کشاورزی در کل کشور که به مصرف انرژی مرتبط هستند. مبنای گردآوری اطلاعات و پردازش داده ها بر اساس شکل(۳) می باشد. اطلاعات مربوط به هر دسته از فعالیت ها از مراجع رسمی موجود در کشور استخراج شد که از جمله می توان به این موارد اشاره نمود: اطلاعات ماشین های کشاورزی، تعداد پمپ های الکتریکی و دیزلی و تولید محصولات گلخانه ای از اطلاعات آمارنامه سالانه کشاورزی گرداوری شد[۲۷]. اطلاعات مرغداری ها، از سرشماری انجام گرفته صنعت مرغداری توسط مرکز آمار ایران و اطلاعات تفصیلی این صنعت

1) Internation Standard for Industry Classification

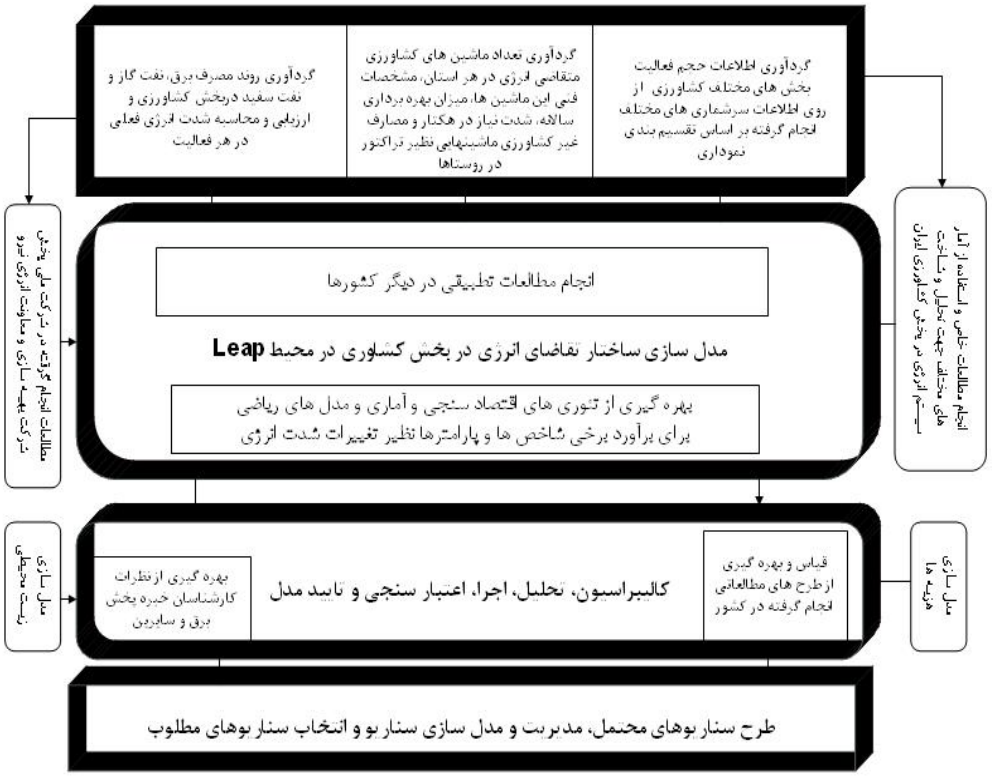
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

شناسایی شد[۲۴ و ۲۵]. در مورد گاوداری ها نیز سرشماری استان به استان انجام گرفته در سال های مختلف مبنای مطالعات قرار گرفت[۲۶]. البته ناگفته نماند که با مراجعه به وزارت جهاد کشاورزی سایر اطلاعات مورد نیاز نیز تهیه شد که در فرایند گردآوری اطلاعات، کسب داده ها از شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی [۱۲] ، وزارت نیرو (برق رسانی به چاه های کشاورزی) [۳۲] ، و وزارت جهاد کشاورزی در ارتباط با تعداد ماشین های کشاورزی موجود و همچنین رجوع به وزارت صنایع برای کسب اطلاعات از میزان تولید تراکتورها، کمباین و غیره انجام گرفت. همچنین اطلاعات میزان آب استحصال شده، زمین زیر کشت آبی و دیمی برای انواع محصولات زراعی و باغی نیز از طریق آمارنامه کشاورزی[۱] قابل دسترس است.

در مرحله دوم، تحلیل هایی جهت استخراج رقم های مربوط به شاخص های انرژی در هر دسته و یا مثلا مشخصات کارخانه ای برخی از ماشین آلات انجام گرفت. مبنای انتخاب داده ها بررسی میزان اعتبار و درستی آنها از طریق کسب اطلاع از افراد خبره و با تجربه ، بررسی علمی و نداشتن تناقض ذاتی هم در نتایج و هم در فرضیات و نهایتا از طریق سعی و خطا و یا برخی مطالعات دیگر بوده است. برای نمونه در این قسمت به یک مورد از روش محاسبه غیر مستقیم اشاره شده است. آمار مصارف حامل های انرژی در ایران به صورت همفزون در هر سال منتشر می شود [۶ و ۷] ، در صورتی که در کشورهای توسعه یافته سازمان های متولی آمار انرژی مصارف حامل های انرژی را بر حسب زیربخش های مصرف کننده و بر اساس طبقه بندی آیسیک و یا سایر استانداردهای ملی منتشر می نمایند. به هر حال، این امکان در ایران فراهم نشده است. برای انجام تحلیل های عمیق و کشف میزان شدت انرژی و ترکیب سوخت در زیربخش های کشاورزی باید به صورت دقیق و یا برآوردی به این اطلاعات دسترسی پیدا کرد. بررسی اطلاعات انرژی موجود در کشور در کنار سایر مراجع اطلاعاتی، روزنه ای را ایجاد می نماید که این روزنه می تواند در تحلیل های مصارف انرژی در زیربخش ها مفید باشد. یکی از این مراجع اطلاعاتی که در کشور وجود دارد و می تواند ساختار کلی اقتصاد و داد و ستد بین بخش های مختلف و محصولات را نشان دهد، جداول داده و ستانده می باشد. طی سال های اخیر در ایران سه جدول داده – ستانده تهیه و منتشر گردیده است که عبارتند از:

- جدول داده – ستانده ۱۳۷۸ تهیه شده توسط بانک مرکزی ایران[۴]
- جدول داده – ستانده ۱۳۸۰ تهیه شده توسط مرکز آمار ایران [۲۳]
- جدول داده – ستانده ۱۳۸۵ با محوریت انرژی و تهیه شده توسط معاونت برق و انرژی وزارت نیرو

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]



شکل۳) چارچوب روش شناسی انجام پژوهش

این مراجع کمک بزرگی در برآورد مصارف حامل های انرژی می کنند. بررسی این جداول بیانگر آن است که جدول داده و ستانده تهیه شده توسط مرکز آمار ایران [۴] از سایر جداول دقیق تر بوده و به صورت تخصصی تر آماده شده است. اگرچه ممکن است استدلاتی نظیر دقیق نبودن این جداول و یا تغییر ساختار اقتصادی ایران در دهه اخیر بتواند به عنوان نقاط ضعف این گونه برآورد ها تلقی گردد، لیکن در صورت فقدان اطلاعات مستقیم و آمار گیری شده همانند مصارف حامل های انرژی در زیربخش جنگلداری و مراتع، به ناچار از این داده ها استفاده شد. بهره گیری از روش شناسی زیر می تواند در انجام برآورد ها راهگشا باشد. برای برآورد میزان مصرف حامل های انرژی و شدت مصرف آن از طریق جداول داده ـ ستانده به صورت زیر اقدام شده است:

الف- اطلاعات ارزش افزوده به تفکیک زیر بخش های کشاورزی (البته در۴ زیربخش اصلی) توسط مرکز آمار ایران گردآوری شده و این اطلاعات به صورت مستند وجود دارد [۸].

ب- بررسی های نتایج برآورد سوخت نشان می دهد که از میان سه جدول داده – ستانده اشاره شده در فوق، جدول تهیه

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

شده توسط مرکز آمار ایران در سال ۱۳۸۵ که مربوط به داده های سال ۱۳۸۰ است از دقت و تفصیل بیشتری برخوردار است. بنابراین، برای برآورد سوخت بیشتر به این جدول تکیه شده است اگرچه از جداول دیگر نیز برای ارزیابی اعتبار نتایج برآورد سوخت بهره گرفته شده است. بررسی ها نشان می دهد که در جداول داده – ستانده، هزینه مصرف نهاده ها از جمله حامل های انرژی به تفکیک (برق، گاز طبیعی، بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره، گاز مایع) به قیمت خریدار درج شده است که مستقیما از آمار گیری و بررسی میدانی حاصل شده است. به دلیل همسان بودن قیمت انرژی در طول سال(۱۳۸۰) در تمامی زیربخش های کشاورزی می توان برآوردها را با دقت مناسبی انجام داد. بنابراین، به این صورت عمل شد. ابتدا وزن هر زیر بخش از کل بخش کشاورزی (هزینه مصرف هر سوخت) محاسبه شد و سپس مجموعه ای از محاسبات زیر برای تقریب شدت مصرف هر کدام از سوخت ها انجام گرفت.

$$\alpha_j = \frac{a_{ij}}{Ai} \quad (۱)$$

$$A_i = \sum_{j=1}^{10} a_{ij} \quad (۲)$$

$$E_{ij} = \alpha_j \times E_i \quad (۳)$$

$$EI_{ij} = \frac{E_{ij}}{v_j} \quad (۴)$$

که در روابط بالا

α_j بیانگر سهم زیر بخش j از کل هزینه حامل انرژی i در بخش کشاورزی ایران است.

a_{ij} مقدار هزینه مصرف حامل i در زیربخش j و A_i کل هزینه مصرف حامل i در بخش کشاورزی ایران است.

E_i و E_{ij} بترتیب کل مصرف حامل انرژی i در بخش کشاورزی (از طریق ترازنامه انرژی و یا سایر مراجع سالانه منتشر می شود) و سهم زیربخش کشاورزی j از مصرف حامل انرژی i است.

EI_j شدت مصرف انرژی در زیربخش j

در مرحله سوم، ساختار بانک اطلاعات و درختی مدل ساخته شده و زیر بخش های مرتبط نیز در قسمت های مختلف ایجاد شدند. شایان ذکر است که ساختار بانک اطلاعات با ساختار مدل تقاضای انرژی این بخش دارای هماهنگی و توازن است.

در مرحله چهارم ، مدل سازی فناوری های مصرف سوخت و انتشارات زیست محیطی با استفاده از مدل ساز لیپ[1] انجام

1) Long Range Energy Alternative Planning System (LEAP)

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

گرفت.

در مرحله پنجم، داده های تاریخی، سال پایه و اطلاعات سناریو مرجع از منابع مختلف گردآوری، پردازش و در نهایت، پس از اعتبارسنجی و تأیید در داخل بانک داده ها قرار داده شدند.

در مرحله ششم، اطلاعات کشورهای مد نظر گردآوری شده و شاخص های گفته شده در مورد کشورها محاسبه شده و با استفاده از روش محک زنی فضای مطلوب ترسیم شد.

در مرحله هفتم، سناریوهای محتمل شامل سیاست های بهینه سازی مصرف انرژی، افزایش قیمت فرآورده ها و برق، برنامه های جایگزینی ماشین آلات، توسعه مکانیزاسیون با هدف رسیدن به شاخص های توسعه و غیره طرح، تحلیل و مدل سازی شدند.

نگاهی به مدل ساز لیپ

مدل سازی تقاضای انرژی در بخش کشاورزی، با استفاده از سیستم برنامه‌ریزی گزینه های انرژی در بلند مدت (لیپ) انجام گرفته است. لیپ ابزار مدل‌سازی جامع انرژی- اقتصاد- محیط زیست بر اساس سناریوهاست. سناریوها بر اساس چگونگی ساختار مصرف، تبدیل و تولید انرژی در منطقه یا اقتصاد خاصی تحت دامنه گسترده‌ای از گزینه‌های جمعیتی، توسعه اقتصادی، فناوری، قیمت و امثال آن طراحی می شوند. به دلیل ساختار داده های انعطاف‌پذیر، لیپ امکان تجزیه و تحلیل قدرتمند مشخصه‌های فناوری و جزییات مصارف نهایی را بر اساس انتخاب کاربران فراهم می کند. منطق فرمولاسیون مدل ساز لیپ بسیار ساده و مبتنی بر محاسبات سلسله مراتبی و نظام‌مند است. در تحلیل انرژی نهایی، تقاضای انرژی به صورت ضرب سطح فعالیت در شدت انرژی در هر فناوری مشخص حاصل می گردد [۳۶]. تقاضای انرژی برای سال های پایه و یا آتی در هر سناریو محاسبه می شود که در واقع از رابطه زیر بهره گرفته می شود.

$$D_{b,s,t} = TA_{b,s,t} \times EI_{b,s,t} \quad (۵)$$

که در رابطه فوق،D تقاضای انرژی نهایی، TA کل فعالیت، EI شدت انرژی، b شاخه فناوری منفردی که با یک سوخت مشخص شده است، s سناریو و t هم نمایانگر زمان (سال) می باشد.

سطح فعالیت کل برای یک شاخه فناوری از حاصلضرب سطوح فعالیت در تمامی شاخه های پشت سر هم به دست می آید و با رابطه زیر قابل بیان خواهد بود:

$$TA_{b,s,t} = A_{b1,s,t} \times A_{b2,s,t} \times A_{b3,s,t} \times \ldots \quad (۶)$$

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

که در رابطه بالا، A_b سطح فعالیت در شاخه b_1، b_2 سرشاخه b_1 و b_3 پدر بزرگ شاخه b_1 خواهد بود.

در تجزیه و تحلیل تقاضای انرژی مفید، شدت انرژی نه برای فناوری ، بلکه برای یک نیاز اصلی انرژی تعریف می شود. در این روش تنها یک شدت مصرف تعریف و در کنار بازدهی تبدیل و سهم انواع سوخت ها مشخص می شود. فرمولاسیون برای هر شاخه فناوری در سال پایه به صورت زیر خواهد بود:

$$UE_{b,0} = EI_{AG,0} \times FS_{b,0} \times EFF_{b,0} \quad (۷)$$

$$UE_{AG,0} = \sum_{b=1}^{B} UE_{b,0} \quad (۸)$$

که b=1…B

در رابطه بالا،$UE_{b,0}$ نمایانگر انرژی مفید فناوری b در سال پایه، $FS_{b,0}$ سهم انواع سوخت ها در سال پایه، $EI_{AG,0}$ شدت مصرف نهایی همفزون[1] در سال پایه، و $EFF_{b,0}$ بازدهی و b نیز یکی از شاخه های فناوری B می باشد.

همان طوری که در رابطه (۹) مشاهده شد، شدت انرژی مفید انباشتی از جمع شدت انرژی مفید شاخه های فناوری b حاصل می شود.

در حالت سناریو، شدت مصارف نهایی انرژی برای هر فناوری از رابطه زیر به دست می آید:

$$EI_{b,s,t} = UI_{AG,s,t} \times AS_{b,s,t} / EFF_{b,s,t} \quad (۹)$$

که در رابطه بالا، $UI_{AG,s,t}$ انرژی مفید همفزون تحت سناریوی s در زمان t و $AS_{b,s,t}$ سهم از فعالیت فناوری b تحت سناریوی s در زمان t می باشد. کل تقاضای انرژی برای هر فناوری به صورت زیر به دست می آید که در واقع همانند محاسبات مربوط به انرژی نهایی در قسمت های قبلی می باشد.

$$D_{b,s,t} = TA_{b,s,t} \times EI_{b,s,t} \quad (۱۰)$$

شایان ذکر است که این روش عمومی بوده و در تمامی بخش های تقاضای انرژی کاربرد دارد و نیاز به داده های کمتری دارد.

1) Aggregate

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

تحلیل و ارایه نتایج

برای ارایه نتایج از راهکار سناریو بهره گرفته شده است که سه سناریو مربوط به رشد اقتصادی کشور و دو سناریو نیز مربوط به تداوم وضعیت موجود سیستم انرژی و یا اجرای راهکارها و برنامه های سیاستگذاری انرژی در بخش کشاورزی ایران است. همان طور که در شکل پیداست، تعداد کل سناریوها ۶ مورد بوده که تقریبا تمام حالات محتمل روند کلی فضای اقتصادی کشور را توصیف می نمایند. برای تخمین رشد اقتصادی کشور از سه سناریو استفاده شده است. سناریوی اول، متوسط رشد تاریخی کشور (جدول۲)، سناریوی دوم، رشد برآوردی بانک جهانی و سناریوی سوم، هدف‌گذاری کشور بر اساس اعلام معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری خواهد بود.

جدول۲) چشم انداز رشد اقتصادی کشور تحت سناریوهای مختلف [۱۸، ۱۹]

سناریوها	چشم انداز رشد اقتصادی کشور (درصد)	روش یا سازمان برآورد کننده	ملاحظات
میانی	۵,۵۱	متوسط رشد ۱۳۷۶-۱۳۸۶[۱]	اطلاعات تاریخی (بانک مرکزی)
پایین	Growth(٪۴,۸۸, ۲۰۱۰, ٪۴,۰۵, ۲۰۱۵, ٪۳,۶۳, ۲۰۲۰, ٪۳,۴۹)	برآورد بانک جهانی[۲]	بانک جهانی
بالا	Growth(۲۰۱۱,۵,۲, ۲۰۱۲,۷,۲۰۱۳,۷,۹,۲۰۱۴,۹,۱,۲۰۱۵,۱۰,۵,۲۰۱۶,۸)	هدف‌گذاری کشور[۳]	ذیل سند چشم انداز

(۱) این مقدار از طریق محاسبه متوسط رشد اقتصادی تحقق یافته کشور بین سال های ۱۳۷۶-۱۳۸۶ بدست آمده است.

(۲) این مقدار، پیش بینی بانک جهانی از چشم انداز رشد اقتصادی ایران است.

(۳) هدف‌گذاری کشور برای رسیدن به اهداف سند چشم انداز که از طرف معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری اعلام شده است.

همان طور که در جدول (۲) مشاهده می شود، با توجه به اینکه در دوران تثبیت اقتصادی کشور در ده سال اخیر متوسط رشد اقتصادی ۵,۵ درصد بوده، این روند به عنوان روند خط مبنای رشد اقتصادی کشور در مدل قرار داده شده است (سناریوی مرجع). همچنین به نظر می رسد رقم برآورد شده توسط بانک جهانی پایین بوده و پتانسیل اقتصاد ایران در صورت لغو تحریم های اقتصادی حتی بسیار بالاتر نیز خواهد رفت. از طرف دیگر، در هدف‌گذاری رشد اقتصادی کشور مقادیر ردیف ۳ بیانگر رشد مورد نیاز اقتصادی کشور در نیل به اهدف سند چشم انداز است که به هر حال می تواند به عنوان گزینه بسیار خوشبینانه برای رشد اقتصادی کشور قرار گیرد. به طور کلی، رقم اعلام شده توسط بانک جهانی به عنوان سناریوی بدبینانه (رشد پایین مطابق جدول ۲)، سناریوی رشد ۵,۵ درصد سالانه به عنوان یک سناریوی میانی (رشد مرجع) و هدف‌گذاری رشد اقتصادی کشور برای نیل به اهداف سند چشم انداز نیز به عنوان یک روند خوشبینانه (رشد بالا) در مدل قرار داده شده است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

ایجاد سناریوی مرجع و سیاست‌گذاری انرژی

فروض اصلی سناریوی مرجع تقاضای انرژی در بخش کشاورزی ایران به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

- سهم بخش کشاورزی در ارزش افزوده کل اقتصاد از ۱۰ درصد در سال ۱۳۸۹ به حدود ۶ درصد در سال ۱۴۲۰ خواهد رسید[۸]. چشم انداز سهم بخش کشاوزی از رگرسیون اطلاعات تاریخی و محک زنی با سایر کشورهای همسان به دست آمده است.
- رشد اقتصاد کشور بر اساس متوسط رشد تاریخی کشور(۵,۵ درصد) در دوران پس از جنگ در نظر گرفته شده است.
- سهم پرورش ماکیان و دام در ارزش افزوده بخش کشاورزی ایران حدود ۲۵ درصد است[۸].
- سهم زراعت و باغداری در ارزش افزوده بخش کشاورزی حدود ۷۰ است[۸].
- متوسط رشد سالانه زمین زیر کشت زراعت حدود ۰,۵ درصد در نظر گرفته شده است که بر مبنای محدودیت آب و همچنین رشد تاریخی محاسبه شده است[۱].
- متوسط رشد تولید فیزیکی زراعت و باغداری حدود ۵,۳ درصد در سال در نظر گرفته شده است که متناسب با رشد تاریخی و در نظر گرفتن محدودیت زمین زیر کشت و افزایش بازدهی تولید بوده است[۱].
- متوسط رشد سالانه زمین زیر کشت باغداری نیز ۱,۵ درصد محاسبه شده است[۱].
- متوسط توسعه زمین های آبیاری تحت فشار نیز بر اساس رشد تاریخی و هدف‌گذاری وزارت جهاد کشاورزی حدود ۳ درصد فرض شده است.
- فرض شده است نسبت چاه های کشاورزی دیزل پمپ به الکتروپمپ بر اساس وضعیت سال ۱۳۸۹ تقریبا ثابت بماند.
- اجرای قانون هدفمندی یارانه های انرژی در بخش کشاورزی دیده شده است.

به طور کلی، راهکارها و برنامه های صرفه جویی انرژی در زیربخش های کشاورزی بطن سناریوی سیاست‌گذاری انرژی را تشکیل می دهند که در قالب جدول (۳) جمع بندی شده اند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

جدول۳) راهکارهای بهبود کارایی انرژی در بخش کشاورزی(سیاست‌گذاری انرژی) [۱۸ ، ۱۹]

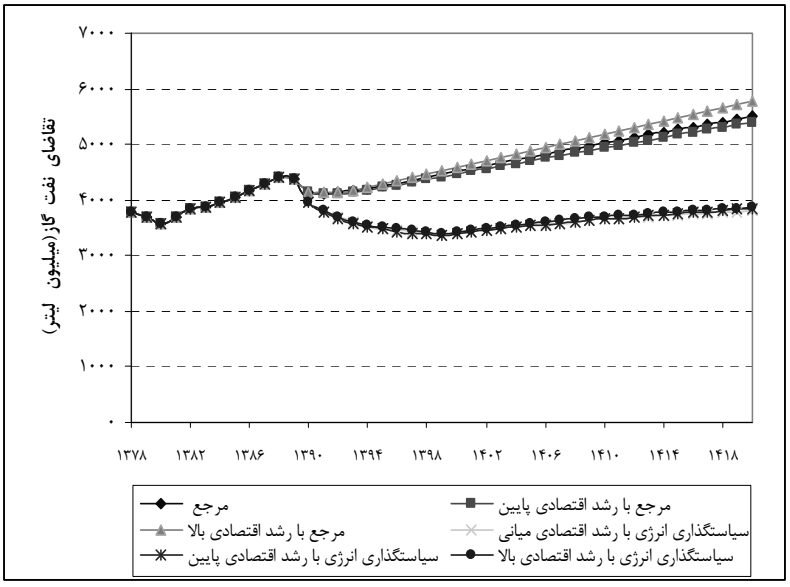
ردیف	نام سناریو	ملاحضات
پرورش ماکیان و دام		
۱	کاهش مصرف گرمایشی (سوخت فسیلی) به اندازه معیار جهانی تا سال ۱۳۹۹ (انتهای برنامه ششم توسعه)	سال اثر بخشی ۱۳۹۱
۲	جایگزینی لامپ های رشته ای با لامپ های کم مصرف	سال اثر بخشی ۱۳۹۱
۳	افزایش راندمان سیستم های تهویه مطبوع (به اندازه ۵۰ درصد)	سال اثر بخشی ۱۳۹۱
۴	بهره گیری از پمپ حرارتی برای گرمایش فضا	سال اثر بخشی ۱۳۹۳
۵	استفاده از سیستم گرمایش خورشیدی برای گرمایش فضا و آبگرم مصرفی	سال اثر بخشی ۱۳۹۳
گل و گیاه و محصولات گلخانه ای		
۶	کاهش ۵۰ درصدی شدت مصرف انرژی تا سال ۱۳۹۹	
۷	افزایش سهم انرژی خورشیدی در تامین انرژی تا سقف ۳۰ درصد در چشم انداز	از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۲۰
۸	افزایش سهم گاز طبیعی به حداقل ۳۰ درصد	تا سال ۱۳۹۳
۹	افزایش سهم پمپ حرارتی در تامین گرمایش فضا تا سطح ۵ درصد	از سال ۱۳۹۳ تا ۱۴۲۰
سایر زیربخش ها		
۱۰	کاهش ۴۰ درصدی شدت مصرف نفت گاز	شیلات، آبزیان
۱۱	کاهش ۴۰ درصدی شدت مصرف انرژی	پرورش قارچ
۱۲	حداقل سهم گاز طبیعی حدود ۳۰ درصد	
۱۳	▪ کاهش شدت مصرف از طریق افزایش قدرت تراکتور و عرض کار ▪ جایگزینی ماشین آلات فرسوده ▪ استفاده از تراکتورهای گلدانی در باغداری ▪ افزایش درجه مکانیزاسیون زراعت و باغداری	ماشین آلات کشاورزی
۱۴	▪ تبدیل سوخت از نفت گاز به برق به نسبت ۳۵ به ۶۵ ▪ افزایش راندمان کلی موتور پمپ های برقی ▪ مدیریت استحصال آب	چاه های کشاورزی

تحلیل نتایج اجرای مدل در بخش کشاورزی

حامل های اصلی انرژی مورد استفاده در بخش کشاورزی شامل نفت گاز، گاز طبیعی و برق می باشند که انتظار می رود تحت سناریوهای مختلف، تقاضای آنها دچار تغییر و تحولاتی گردند که در ادامه، تقاضای حامل های انرژی در این بخش تحلیل و بررسی خواهد گردید. در ابتدا، تقاضای نفت گاز، گاز طبیعی و برق تحلیل خواهد شد و سپس شاخص های کارایی انرژی در این بخش مرور خواهد شد و در ادامه نیز به جمع بندی مصرف کلی انرژی در این بخش تحت سناریوهای مختلف پرداخته خواهد شد. میزان مصرف نفت گاز در بخش کشاورزی ایران در سال ۱۳۸۸ بالغ بر ۴۴۹۱ میلیون لیتر بوده است که انتظار می رود این میزان در سال های آتی و تحت سناریوهای مختلف مسیرهای متفاوتی را همانند شکل (۴) طی نماید. بررسی نتایج مدل نشان می دهد که میزان تقاضای نفت گاز در بخش کشاورزی ایران در افق زمانی ۱۴۲۰ بین

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

۳۸۱۸ تا ۵۷۸۵ میلیون لیتر قرار گیرد. متوسط رشد تقاضای نفت گاز در بخش کشاورزی تحت هر کدام از سناریوهای مرجع، رشد اقتصادی بالا، رشد اقتصادی پایین، سیاست‌گذاری انرژی با رشد اقتصادی مرجع، سیاست‌گذاری انرژی با رشد اقتصادی پایین و سیاست‌گذاری انرژی با رشد اقتصادی بالا به ترتیب به ۰/۷، ۰/۶۴، ۰/۸۶، ۰/۴۴-، ۰/۴۱-، ۰/۲۹- درصد در سال خواهد رسید. اکنون گازطبیعی جایگاه خود را به عنوان یک سوخت اصلی در بخش کشاورزی باز نکرده است که دلیل عمده آن خارج از محدوده شبکه بودن بنگاه های کشاورزی می باشد. به هرحال، در سال های اخیر به واسطه گازرسانی به برخی از واحدهای تولیدی مرغداری، مصرف گاز طبیعی در بخش کشاورزی رو به افزایش بوده است. میزان مصرف گازطبیعی در بخش کشاورزی ایران در سال ۱۳۸۹ بالغ بر ۴۰۰ میلیون مترمکعب بوده است که در آینده نیز میزان مصرف در محدوده ۳۶۰ تا ۴۵۶ میلیون مترمکعب قرار خواهد گرفت که انتظار می رود رشد تقاضای گازطبیعی در این بخش بین ۰/۲۹- تا ۰/۴۵ درصد در سال باشد. هم اکنون نزدیک به ۱۳درصد برق مصرفی کشور در بخش کشاورزی مصرف می شود [۶]. مقاصد اصلی جریان برق در بخش کشاورزی الکتروپمپ های پمپاژ آب و مرغداری ها می باشند. میزان مصرف در سال ۱۳۸۸ بالغ بر ۲۱۴۱۱ گیگاوات ساعت بوده است[۶].



نمودار حاصل خروجی مدل است.

شکل٤) چشم انداز تقاضای نفت‌گاز در بخش کشاورزی در سناریوهای مختلف

انتظار می رود مصرف برق در بخش کشاورزی ایران در افق زمانی ۱۴۲۰ تحت سناریوهای مختلف تقاضا، در محدوده ۱۹۱۱۳ تا ۲۵۹۱۳ گیگاوات ساعت قرار بگیرد. روند تقاضای برق در بخش کشاورزی ایران در شکل (۵) و جدول (۴) نشان

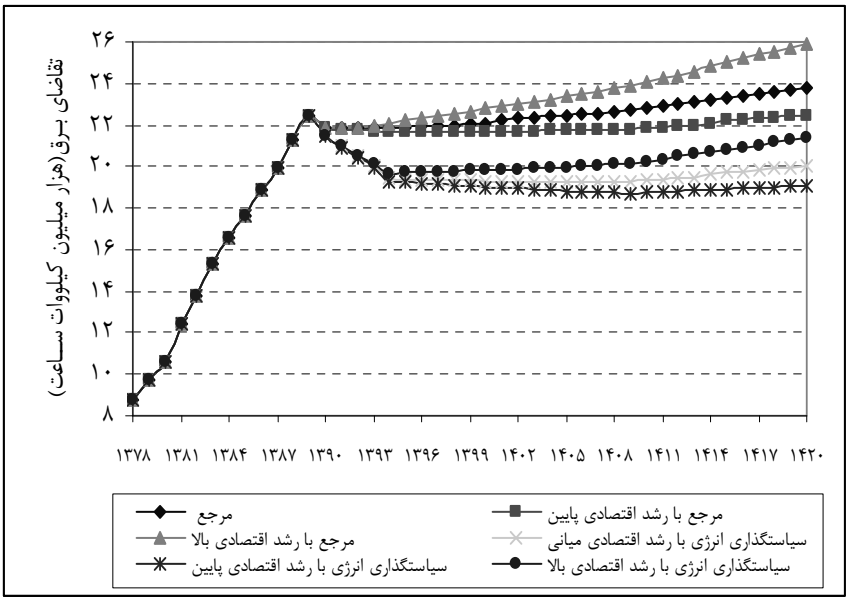
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

داده شده‌اند. همان طورکه جدول (۴) نشان می‌دهد، متوسط رشد تقاضای برق در بخش کشاورزی تحت هر کدام از سناریوهای مرجع، رشد اقتصادی بالا، رشد اقتصادی پایین، سیاستگذاری انرژی با رشد اقتصادی مرجع، سیاست‌گذاری انرژی با رشد اقتصادی پایین و سیاست‌گذاری انرژی با رشد اقتصادی بالا به ترتیب به ۰/۳۵، ۰/۱۶، ۰/۶۲، ۰/۲۰-، ۰/۳۳- ، و ۰/۰۲ درصد در سال خواهد بود. دلیل منفی بودن رشد در سناریوهای سیاست‌گذاری، پتانسیل بالای صرفه جویی برق در دو زیربخش الکتروپمپ های کشاورزی و واحدهای تولیدی مرغداری می باشد.

جدول٤) چشم انداز تقاضای برق بخش کشاورزی در سناریوهای مختلف* (گیگاوات ساعت در سال)

سناریوها		۱۳۹۱	۱۳۹۵	۱۴۰۰	۱۴۰۵	۱۴۱۰	۱۴۱۵	۱۴۲۰	متوسط رشد
رشد اقتصادی مرجع	بدون سیاست‌گذاری انرژی	۲۱,۸۸۶	۲۱,۹۱۸	۲۲,۱۴۵	۲۲,۴۲۱	۲۲,۷۶۵	۲۳,۲۷۳	۲۳,۷۵۷	۰,۳۵
رشد اقتصادی پایین		۲۱,۸۲۳	۲۱,۷۰۴	۲۱,۷۱۵	۲۱,۷۶۴	۲۱,۸۷۷	۲۲,۱۵۱	۲۲,۴۰۰	۰,۱۶
رشد اقتصادی بالا		۲۱,۹۰۷	۲۲,۲۲۸	۲۲,۷۵۳	۲۳,۳۵۹	۲۴,۰۷۱	۲۴,۹۸۴	۲۵,۹۱۳	۰,۶۲
رشد اقتصادی مرجع	با سیاست‌گذاری انرژی	۲۱,۰۰۱	۱۹,۴۳۴	۱۹,۳۴۵	۱۹,۲۹۲	۱۹,۳۶۲	۱۹,۶۵۷	۱۹,۹۸۳	-۰,۲۰
رشد اقتصادی پایین		۲۰,۹۴۵	۱۹,۲۷۹	۱۹,۰۴۲	۱۸۸۴۶	۱۸,۷۷۵	۱۸,۹۲۹	۱۹,۱۱۳	-۰,۳۳
رشد اقتصادی بالا		۲۱,۰۲۰	۱۹,۶۵۹	۱۹,۷۷۴	۱۹,۹۳۵	۲۰,۲۳۸	۲۰,۷۹۳	۲۱,۴۱۳	۰,۰۲

*جدول حاصل خروجی مدل است.

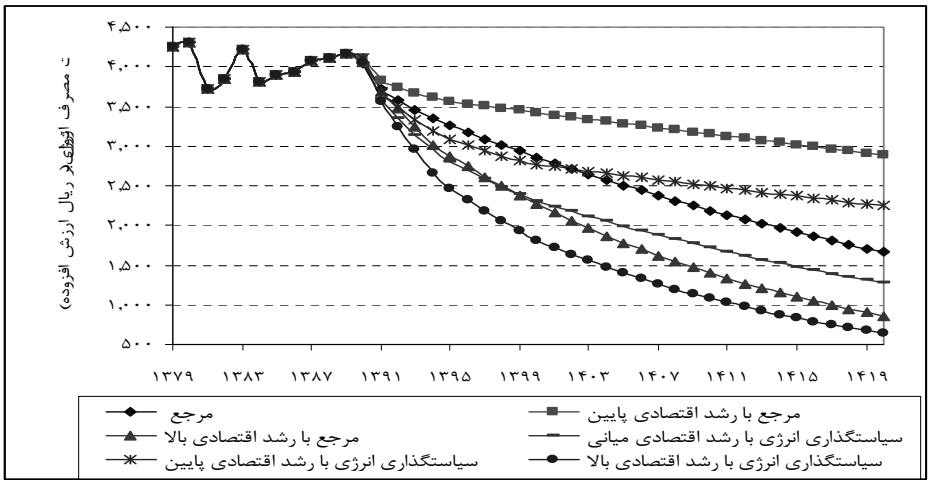


نمودار حاصل خروجی مدل است.

شکل۵) چشم انداز تقاضای برق بخش کشاورزی در سناریوهای مختلف

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

شاخص های کارایی انرژی مدنظر برای تحلیل بازدهی انرژی در بخش کشاورزی ایران شامل شاخص مصرف انرژی بر ارزش افزوده، مصرف برق بر ارزش افزوده، روند شدت مصرف انرژی در زیربخش های پرورش ماکیان، زراعت، باغداری، تولید محصولات گلخانه ای و در نهایت، شیلات و آبزیان است که در ادامه، تک تک این شاخص هایی کارایی انرژی مورد بررسی و تحلیل قرار خواهد گرفت. بررسی نتایج مدل نشان می دهد که میزان شاخص شدت کل انرژی در بخش کشاورزی ایران در سال ۱۳۸۸ بالغ بر۴۱۱۳ ژول بر ریال بوده است که انتظار می رود این میزان در آینده با کاهش قابل ملاحظه‌ای همراه باشد (شکل ۶) و در افق زمانی ۱۴۲۰ در محدوده ۶۴۰ تا ۲۸۸۷ ژول بر ریال ارزش افزوده واقع گردد. این اتفاق ناشی از اجرای قانون هدفمند کردن یارانه های انرژی و اجرای برنامه های کارایی انرژی در این بخش می باشد. با توجه به پتانسیل بالای صرفه جویی انرژی در زیر بخش پرورش ماکیان، انتظار می رود در آینده با اجرای راهکارهای صرفه جویی انرژی و افزایش قیمت سوخت، شدت مصرف انرژی در این بخش شدیدا کاهش یابد. متوسط کل شدت مصرف انرژی در واحدهای پرورش مرغ کشور در سال ۱۳۸۸ بالغ بر ۱,۶۴ لیتر معادل نفت گاز بر قطعه مرغ بوده است که انتظار می رود در آینده این شاخص روند کاهشی را طی نموده و مقدار آن در چشم انداز ۱۴۲۰ در محدوده ۰,۶۲ تا ۱,۱۰ لیتر معادل دیزل بر قطعه مرغ قرار بگیرد. با توجه به اینکه مرغداری های کشور نزدیک به ۴۰ درصد نفت گاز مصرفی بخش کشاورزی را به خود اختصاص داده اند، بهبود شاخص انرژی در این زیربخش صرفه جویی قابل توجهی ایجاد خواهد کرد که از این صرفه جویی برای توسعه واحدهای جدید می توان استفاده کرد. روند شاخص شدت مصرف انرژی در زیربخش پرورش ماکیان در شکل (۷) ارایه شده است. همچنین متوسط مصرف نفت گاز در هر هکتار از زمین های زیر کشت زراعت در ایران (بدون احتساب مصرف پمپاژ آب) در سال ۱۳۸۸ بالغ بر ۹۲,۶ لیتر دیزل بر هکتار بوده است.

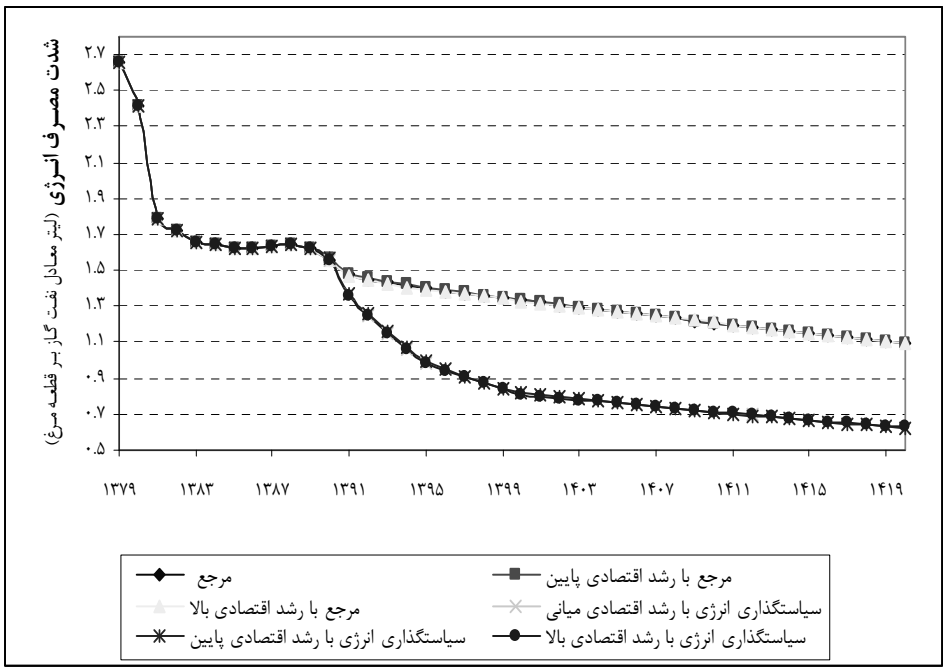


نمودار حاصل خروجی مدل است. ارزش افزوده به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ می باشد.

شکل٦) چشم انداز شاخص شدت مصرف کل انرژی بخش کشاورزی در سناریوهای مختلف

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

بررسی نتایج مدل نشان می دهد که این شاخص متأثر از سه عامل افزایش درجه مکانیزاسیون، افزایش عرض کار و توان ماشین و در نهایت، افزایش قیمت حامل های انرژی (بویژه نفت گاز) خواهد بود و مقادیر آن در چشم انداز ۱۴۲۰ در محدوده عدد ۸۹ لیتر بر هکتار واقع خواهد شد. چهارمین شاخص سنجش کارایی انرژی در زیربخش های کشاورزی ایران مربوط به شاخص مصرف فرآورده های نفتی در زیربخش باغداری می باشد. بررسی ها نشان می دهد که این شاخص نیز همانند شاخص شدت مصرف انرژی زراعت از مقدار ۵۱ لیتر معادل دیزل بر هکتار شروع شده و در چشم انداز ۱۴۲۰در محدوده عدد ۷۶ لیتر معادل دیزل بر هکتار قرار خواهد گرفت. دلیل افزایش قابل توجه این شاخص در سال های آتی، پتانسیل بالای مکانیزاسیون در این زیربخش بوده است که در ۳۰ سال آینده محقق خواهد شد. شاخص پنجم کارایی انرژی در زیربخش های کشاورزی مربوط به شدت مصرف انرژی در زیربخش کشت گلخانه ای است. بررسی نتایج مدل نشان می دهد که شدت مصرف انرژی گلخانه ها از ۹,۸ لیتر معادل نفت گاز بر مترمربع سطح گلخانه در سال ۱۳۸۹ با کاهش قابل ملاحظه ای همراه بوده و تحت سناریوهای مختلف صرفه جویی انرژی در محدوده ۴,۰ تا ۶,۳ لیتر بر متر مربع در افق زمانی ۱۴۲۰ واقع خواهد شد.



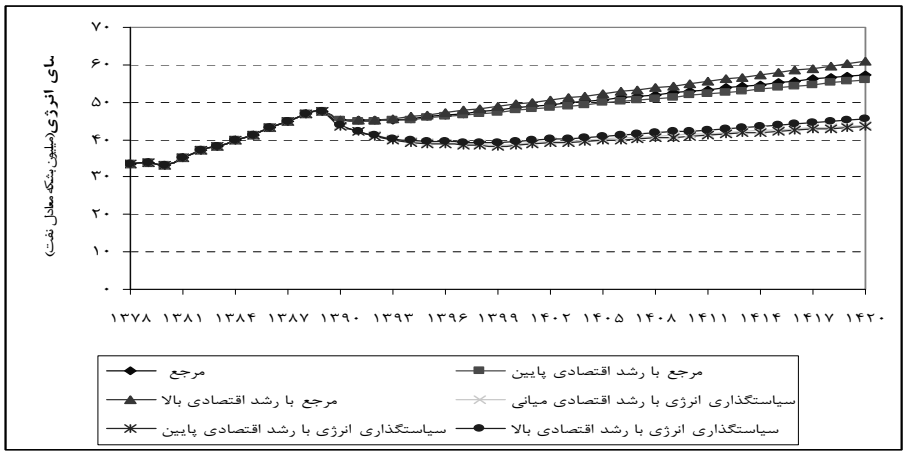
شکل۷) چشم انداز شاخص شدت مصرف کل انرژی در زیر بخش پرورش ماکیان با سناریوهای مختلف

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

آخرین شاخص سنجش کارایی انرژی مربوط به شاخص کل شدت مصرف انرژی در زیربخش شیلات و آبزیان می باشد که بخش عمده انرژی مصرفی آن نفت گاز و برق می باشد. میزان این شاخص در سال ۱۳۸۸ بالغ بر ۴۱۶ لیتر معادل دیزل بر تن آبزی بوده است که انتظار می رود در آینده مقدار آن بهبود یابد. در سال ۱۴۲۰ احتمالا مقدار این شاخص با تحقق شرایط پیاده سازی شده در مدل، در محدوده ۲۰۰ تا۲۷۰ لیتر معادل نفت گاز بر تن آبزی قرار خواهد گرفت.

جمع‌بندی

در این مقاله، چشم انداز تقاضای حامل های انرژی در بخش کشاورزی ایران مرور و بررسی شد. بررسی نتایج مدل نشان می دهد که کل تقاضای حامل های انرژی در بخش کشاورزی ایران در سال ۱۳۸۹، حدود ۴۵ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است که این مقدار در افق زمانی ۱۴۲۰ همانند شکل (۸) دچار تغییراتی شده و در سناریوهای مختلف در محدوده ۴۳ تا ۶۱ میلیون بشکه معادل نفت خام قرار خواهد گرفت. همان طور که جدول (۵) نشان می‌دهد، متوسط رشد تقاضای انرژی در بخش کشاورزی تحت هر کدام از سناریوهای مرجع، رشد اقتصادی بالا، رشد اقتصادی پایین، سیاست‌گذاری انرژی با رشد اقتصادی مرجع، سیاست‌گذاری انرژی با رشد اقتصادی پایین و سیاست‌گذاری انرژی با رشد اقتصادی بالا به ترتیب به ۰٫۶۵، ۰٫۵۶، ۰٫۸۳، ۰٫۲-، ۰٫۲۲- ، و ۰.۰۹- درصد در سال خواهد رسید. از طرف دیگر، کماکان زیربخش های زراعت/باغداری و پرورش ماکیان مقصد اصلی جریان حامل های انرژی در بخش کشاوری خواهد بود و بیش از ۸۰ درصد مصرف انرژی در این دو زیربخش محقق خواهد شد، اما در مورد سهم زیربخش های مختلف در تقاضای انرژی بخش کشاورزی شایان ذکر است که در سال ۱۳۸۹ زیربخش پرورش ماکیان با سهم ۳۵ درصدی در رده نخست بوده است.



شکل۸) چشم انداز تقاضای کل انرژی بخش کشاورزی در سناریوهای مختلف

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

جدول۵) چشم انداز کل تقاضای انرژی در بخش کشاورزی در سناریوهای مختلف (میلیون بشکه معادل نفت خام)

سناریوها		۱۳۹۱	۱۳۹۵	۱۴۰۰	۱۴۰۵	۱۴۱۰	۱۴۱۵	۱۴۲۰	متوسط رشد
رشد اقتصادی مرجع	بدون سیاست‌گذاری انرژی	۴۵,۱۳	۴۶,۱۲	۴۸,۴۲	۵۰,۶۸	۵۲,۹۳	۵۵,۲۱	۵۷,۴۴	۰,۶۵
رشد اقتصادی پایین		۴۵,۰۱	۴۵,۷۵	۴۷,۷۵	۴۹,۷۵	۵۱,۷۸	۵۳,۸۷	۵۵,۹۲	۰,۵۶
رشد اقتصادی بالا		۴۵,۱۷	۴۶,۶۸	۴۹,۴۴	۵۲,۲۰	۵۵,۰۰	۵۷,۹۱	۶۰,۸۶	۰,۸۳
رشد اقتصادی مرجع	با سیاست‌گذاری انرژی	۴۲,۲۱	۳۹,۱۶	۳۸,۹۱	۴۰,۱۴	۴۱,۳۷	۴۲,۶۲	۴۳,۹۰	-۰,۲۰
رشد اقتصادی پایین		۴۲,۱۱	۳۸,۹۳	۳۸,۵۷	۳۹,۷۴	۴۰,۹۴	۴۲,۲۲	۴۳,۵۴	-۰,۲۲
رشد اقتصادی بالا		۴۲,۲۴	۳۹,۵۳	۳۹,۴۶	۴۰,۹۰	۴۲,۳۶	۴۳,۸۶	۴۵,۴۴	-۰,۰۹

دلیل منفی بودن رشد در سناریوهای سیاست‌گذاری، پتانسیل بالای صرفه جویی انرژی در دو زیربخش الکترو/ موتور پمپ های کشاورزی و واحدهای تولیدی مرغداری ها می باشد. در رده های بعدی زیربخش پمپاژ آب با ۲۴ درصد، زیربخش ماشین های کشاورزی با ۲۱درصد، زیر بخش تولید محصولات گلخانه ای ۹ درصد، شیلات و آبزیان ۴ درصد و پرورش دام نیز سهم ۳ درصدی در مصرف انرژی بخش کشاورزی داشته اند. انتظار می رود در آینده سهم پرورش ماکیان و پمپاژ آب در تقاضای انرژی کاهش یافته و در عوض سهم پرورش دام، شیلات و آبزیان و زراعت و باغداری افزایش یابد. پتانسیل بالای صرفه جویی انرژی و رشد نسبتا بالای مکانیزاسیون کشاورزی و توسعه شیلات و آبزیان و دامداری عاملی اصلی این جابجایی سهم زیربخش ها در مصرف انرژی می باشد. همچنین سهم دو زیربخش جنگل ها و مراتع و پرورش قارچ در رقم زیر ۲ درصد باقی خواهد ماند.

سپاسگزاری

تهیه این مقاله و پیاده سازی آن بدون کمک بی شائبه "مؤسسه مطالعات بین المللی انرژی" و همکاران آن مؤسسه ممکن نبوده، بدینوسیله از یاری و همکاری آن مؤسسه و بخصوص مدیرعامل، مدیریت پژوهش، مدیریت پروژه و ناظرین کمال سپاسگزاری را دارد.

منابع

[۱] آمار نامه کشاورزی، جلد ۱ و ۲. (۱۳۸۵-۱۳۸۸)، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، معاونت امور برنامه ریزی، اقتصادی و بین المللی، وزارت جهاد کشاورزی.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

[۲] اسعدی، ف. (۱۳۸۶)، انرژی مصرف شده در بخش کشاورزی و یارانه حامل های انرژی در این بخش، دفتر مطالعات زیربنایی، صص۷-۱۰.

[۳] باقرزاده، آرزو. امیر تیموری، سمیه. (۱۳۸۸)، برآورد تابع تقاضای انرژی در بخش کشاورزی ایران، هفتمین همایش ملی انرژی، تهران.

[۴] بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (۱۳۸۳)، جدول داده - ستانده ۱۳۷۸، اداره حساب های ملی، معاونت اقتصادی، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، تهران.

[۵] پاشایی، فرزام. رحمتی، محمد هاشم.، پاشایی، پیام. (۱۳۸۷)، بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه فرنگی گلخانه ای در گلخانه های استان کرمانشاه، مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه فردوسی مشهد.

[۶] ترازنامه هیدروکربوری. (۱۳۸۴-۱۳۸۸)، موسسه مطالعات بین المللی انرژی و معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، وزارت نفت، تهران.

[۷] ترازنامه انرژی. (۱۳۷۰-۱۳۸۸)، معاونت برق و انرژی ، وزارت نیرو، تهران.

[۸] حساب های ملی ایران. (۱۳۴۸-۸۶)، مرکز آمار ایران، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، تهران.

[۹] خالدی، کوهسار. (۱۳۸۶)، تحلیل نتایج اجرای همزمان سیاست های آزاد سازی قیمت کالاهای کشاورزی و هدفمند کردن یارانه ها، گروه بازاریابی و تجارت خارجی، موسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، صص۵-۱۳.

[۱۰] دودابی نژاد، امیر. اکبری سیار، محمد. بهرامی، حسین. (۱۳۸۸)، تعیین الگوی مصرف و پتانسیل صرفه جویی انرژی در صنعت آرد ، هفتمین همایش ملی انرژی، تهران.

[۱۱] سهیلی، کیومرث. (۱۳۸۲)، آثار پیشرفت تکنولوژی بر تقاضای بلند مدت انرژی در بخش کشاورزی به تفکیک حامل و نوع مصرف، گروه تقاضای انرژی معاونت امور انرژی وزارت نیرو.

[۱۲] شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی. (۱۳۸۵)، تعیین سهمیه بندی نفت گاز در واحدهای گلخانه ای کشور، شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی.

[۱۳] شرکت بهینه سازی مصرف سوخت. (۱۳۸۵)، طرح ضربتی مدیریت انرژی در مرغداری های کشور، مدیریت بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت، شرکت بهینه سازی مصرف سوخت، طرح پژوهشی.

[۱۴] شرکت بهینه سازی مصرف سوخت. (۱۳۸۶)، ممیزی انرژی واستقرار واحد مدیریت انرژی دربخش کشت و صنعت، مدیریت بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت، شرکت بهینه سازی مصرف سوخت، طرح پژوهشی.

[۱۵] شرکت بهینه سازی مصرف سوخت. (۱۳۸۳)، بررسی وضعیت انرژی در بخش کشاورزی، مدیریت بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت. شرکت بهینه سازی مصرف سوخت، طرح پژوهشی.

[۱۶] شرکت بهینه سازی مصرف سوخت. (۱۳۸۵)، ممیزی انرژی واستقرار واحد مدیریت انرژی دربخش زراعت وباغداری، مدیریت بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت، شرکت بهینه سازی مصرف سوخت، طرح پژوهشی.

[۱۷] شهباز طبری، زهرا. (۱۳۸۲)، برقی کردن چاه های کشاورزی در ارزیابی توسعه پایدار، چهارمین همایش ملی انرژی، تهران.

[۱۸] طرح جامع انرژی کشور. (۱۳۹۱)، تجزیه و تحلیل وضعیت موجود و مطلوب تقاضای انرژی در بخش کشاورزی، شرکت ملی نفت ایران، مؤسسه مطالعات بین المللی انرژی، جلد اول، نوبت اول، تهران.

[۱۹] طرح جامع انرژی کشور. (۱۳۹۱)، تجزیه و تحلیل وضعیت موجود و مطلوب تقاضای انرژی در بخش کشاورزی، شرکت ملی نفت ایران، مؤسسه مطالعات بین المللی انرژی، جلد دوم، نوبت اول، تهران.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]

[۲۰] عبدل زاده، مرتضی و همکاران. (۱۳۸۶)، اثر پاشش آب بر روی پانلهای فتوولتاییک بر عملکرد سیستم پمپ آب فتوولتاییک، ششمین همایش ملی انرژی، تهران.

[۲۱] کریمی، سمیرا. قبادیان، برات. (۱۳۸۷)، تحلیل مصرف سوخت یک نمونه موتور دیزل پمپاژ آب کشاورزی ، مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه فردوسی مشهد.

[۲۲] گزارش تفصیلی برق روستایی. (۱۳۸۴–۱۳۸۹)، شرکت توانیر، وزارت نیرو، تهران.

[۲۳] مرکز آمار ایران. (۱۳۸۵)، جدول داده – ستانده ۱۳۸۰، مرکز آمار ایران، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری.

[۲۴] مرکز آمار ایران. (۱۳۸۹)، نتایج آمارگیری از مرغداری های صنعتی کشور ۱۳۸۸ (مرغداری های پرورش مرغ گوشتی)، مرکز آمار ایران، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری.

[۲۵] مرکز آمار ایران. (۱۳۸۹)، نتایج آمارگیری از مرغداری های صنعتی کشور ۱۳۸۸ (مرغداری های پرورش مرغ تخمگذار)، مرکز آمار ایران، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری.

[۲۶] مرکز آمار ایران. (۱۳۸۹)، چکیده نتایج آمارگیری از گاوداری های صنعتی کشور۱۳۶۹، ۱۳۷۲، ۱۳۷۵، ۱۳۸۰، ۱۳۸۴، ۱۳۸۶ ۱۳۸۹، مرکز آمار ایران، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری.

[۲۷] میرزاده، یلدا. حسن زاده قورت تپه، عبداله. (۱۳۸۶)، بررسی مصرف نهاده ها و تولید نخود دیم در سیستم های کشت مکانیزه و سنتی در ارمیه و تاثیر آن بر محیط زیست، مجموعه مقالات ششمین همایش ملی انرژی، تهران.

[۲۸] موذن، سید امیرعباس و همکاران. (۱۳۸۷)، طرح (سند) ملی توسعه مکانیزاسیون کشاورزی، مرکز ملی مکانیزاسیون کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.

[۲۹] نمازی صالح، ابراهیم. بهشتی پور، عباس. (۱۳۸۶)، تأثیر بهینه سازی مصرف انرژی در صنایع مرغداری، ششمین همایش ملی انرژی، تهران.

[۳۰] وافی، داریوش. (۱۳۸۴)، تحلیل روند بهره وری انرژی در بخش های مختلف اقتصادی طی سه دهه گذشته و محاسبه کشش نهاده ای و قیمتی انرژی در بخش صنعت، پنجمین همایش ملی انرژی، تهران.

[31] ASABE., Estimating Farm Fuel Requirement, American Society of Agriculture and Biology Engineering . www.asabe.org /standards.aspx.

[32] Brown, E., Neal E., (2006) Potential Energy Efficiency Saving in Agriculture Sector, American Council for Energy Efficient Economy.

[33] Carlsson-Kanyama, A., (2010), Energy Use in The Food Sector; A Data Survey, Environmental Strategies Research Group. Department of Systems Ecology, Stockholm University, Stockholm, Sweden.

[34] Jamasb,T.,Kohler,J. , (2007) Learning Curves for Energy Technology; a Critical Assessment ,University of Cambridge.

[35] Khosruzzaman S., Asgar M.A., Karim N. and Akbar S., (2010) Energy intensity and productivity in relation to agriculture– Bangladesh perspective, Journal of Agricultural Technology, Vol. 6(4): 615-630.

[36] Heaps C.G. 2012. Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) system. [Software version 2012.0016] Stockholm Environment Institute. Somerville, MA, USA. www.energycommunity.org.

[37] Yang, Z., Chen, G., Duan, J., Peng , J., Wang, J.,(2009) Development strategy of agricultural machinery based on energy –saving in china, September .

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-10]