

مروری بر روند تحولات شاخص‌های اقتصاد انرژی در بخش کشاورزی

دفتر تحقیقات و سیاست‌های بخش‌های تولیدی

آسیه قاسمی^۱

طی چهار برنامه توسعه پس از انقلاب اسلامی علاوه بر افزایش مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی از ۳۱/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام به ۳۸/۷ بشکه معادل نفت خام، ترکیب انرژی مصرفی نیز در این بخش طی این برنامه‌ها تغییر قابل توجهی داشته است. به گونه‌ای که سهم فرآورده‌های نفتی در کل مصرف انرژی بخش از ۹۳ درصد در برنامه اول توسعه به ۶۸ درصد در برنامه چهارم و سهم برق از ۶/۹ درصد به ۲۹/۴ درصد افزایش یافت. علیرغم این تحولات، سهم این بخش در مصرف نهایی انرژی کل کشور روند نزولی داشته و از ۹/۲ درصد در سال‌های برنامه اول به ۶/۶ درصد در برنامه چهارم توسعه کاهش یافت.

شاخص شدت مصرف انرژی طی برنامه‌های اول تا چهارم توسعه در بخش کشاورزی از ۰/۹ بشکه معادل نفت خام به ۰/۵۵ بشکه معادل نفت خام رسیده است. به عبارت دیگر طی دوره مورد مطالعه میزان مصرف انرژی برای تولید هر یک‌هزار ریال ارزش افزوده در بخش کشاورزی حدود ۰/۳۵ بشکه معادل نفت خام کاهش یافته است. شاخص بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی طی این دوره روند صعودی داشته و متوسط آن طی برنامه اول از ۱۱۱۵/۷ هزار ریال به ازاء هر بشکه معادل نفت خام به ۱۸۲۸ هزار ریال به ازاء هر بشکه معادل نفت خام در برنامه چهارم افزایش یافت. با توجه به روند کاهشی شاخص شدت انرژی و روند افزایشی بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی طی سال‌های برنامه اول تا چهارم توسعه، در مجموع شاخص کارایی انرژی در این بخش بهبود یافته است. شاخص ضریب انرژی در بخش کشاورزی طی برنامه‌های اول و دوم توسعه بزرگتر از

یک بوده و این بدان معناست که رشد مصرف انرژی در بخش کشاورزی طی این دوره بیشتر از رشد ارزش افزوده آن بوده و به ازاء ایجاد یک درصد ارزش افزوده، بیشتر از یک درصد انرژی مصرف شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از محاسبه و بررسی شاخص‌های اقتصاد انرژی در بخش کشاورزی طی برنامه‌های توسعه پس از انقلاب اسلامی و روند به مراتب مطلوبتر این شاخص‌ها در این بخش در مقایسه با کل اقتصاد، می‌توان با جهت‌دهی سیاستهای حمایتی در حوزه انرژی به کارایی بیشتر انرژی در این بخش دست یافت.

مقدمه

طی سال‌های اخیر همراه با افزایش تولید در بخش کشاورزی علاوه بر افزایش مصرف انرژی ترکیب انواع انرژی مصرفی بخش نیز دستخوش تحول شده است. وقوع این تحولات از یک سو و لزوم افزایش بهره‌وری انرژی از سوی دیگر مدیریت مصرف انرژی و بهبود وضعیت شاخص‌های آن را ضروری می‌نماید. مدیریت مصرف بهینه انرژی مستلزم شناخت و آگاهی از ساختار درونی و الگوی مصرف انرژی در هر بخش می‌باشد. شاخص‌های اقتصادی انرژی از ابزارهای مهم شناخت و ارزیابی عملکرد مصرف انرژی بوده و استفاده از نتایج حاصل از محاسبه و بررسی روند این شاخص‌ها ضمن ارائه تصویری از وضعیت عملکرد بخش‌ها در حوزه انرژی می‌تواند ابزاری برای شناسایی و جهت‌دهی الگوی مصرف این نهاد در هر یک از بخش‌های اقتصادی در راستای اهداف و سیاست‌های بلندمدت اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشور به‌ویژه پس از اجرای قانون هدفمند کردن یارانه‌ها و بهبود کارایی آن باشد. از این رو، در این گزارش به منظور آگاهی از ساختار مصرف انرژی در بخش کشاورزی و عملکرد آن در این حوزه تلاش شده است روند تحولات مهم‌ترین شاخص‌های اقتصادی انرژی در این بخش بررسی و تجزیه و تحلیل گردد. بدین منظور ابتدا متغیرها و شاخص‌هایی مانند مصرف نهایی انرژی، کارایی انرژی، شدت انرژی، ضریب انرژی (کشش نقطه‌ای انرژی) و بهره‌وری انرژی معرفی و پس از آن به نقش و اهمیت هر یک از این شاخص‌ها در ارزیابی ساختار مصرف انرژی در بخش کشاورزی پرداخته می‌شود. در ادامه، براساس آمار و اطلاعات موجود، هر یک از این شاخص‌ها به تفکیک چهار برنامه توسعه پس از انقلاب اسلامی محاسبه و نتایج بدست آمده تجزیه و تحلیل می‌شوند. جا دارد یادآوری می‌گردد که به دلیل سهم ۹۸ درصدی دو حامل فرآورده‌های نفتی و برق در کل انرژی مصرفی بخش کشاورزی تنها این دو حامل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

اهمیت و نقش حامل‌های انرژی در بخش کشاورزی

با توجه به ماهیت فعالیت‌های مختلف و نوع مصرف انواع حامل‌های انرژی در بخش کشاورزی، سوخت موتور ماشین‌آلات کشاورزی و نیرو محرکه الکتروپمپ‌ها جهت پمپاژ آب از چاه‌های برقی از مهم‌ترین مصارف انرژی در بخش کشاورزی محسوب می‌شوند. علاوه بر این، بخشی از انرژی مصرفی به منظور گرم کردن فضای گلخانه‌ها، دامداری‌ها و مرغداری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بین انواع حامل‌های انرژی دو حامل فرآورده‌های نفتی (نفت گاز و برق) مهم‌ترین منابع انرژی مورد استفاده در بخش بوده و سهم این دو حامل از کل انرژی مصرف بخش حدود ۹۸ درصد است. فرآورده‌های نفتی (نفت گاز) با سهمی حدود ۶۹ درصد از کل انرژی مصرفی مهم‌ترین و پس از آن برق با سهمی حدود ۲۹ درصد دومین منبع انرژی بخش کشاورزی می‌باشند. اصولاً بخش کشاورزی در مقایسه با سایر بخش‌ها نیاز کمتری به انرژی داشته و سهم مصرف نهایی انرژی در این بخش طی برنامه‌های توسعه پس از انقلاب از مصرف نهایی انرژی در کل کشور همواره کمتر از ۱۰ درصد بوده و متوسط این سهم طی سال‌های برنامه چهارم توسعه ۶/۶ درصد بوده است.

شاخص‌های اقتصادی انرژی و اهمیت آنها در ارزیابی الگوی مصرف انرژی

شاخص‌های اقتصادی انرژی یکی از مهم‌ترین ابزارهای ارزیابی وضعیت مصرف انرژی است و تعیین این شاخص‌ها در هر یک از بخش‌های اقتصادی ضمن فراهم کردن امکان مقایسه آنها می‌تواند شناختی از روند گذشته و وضعیت موجود مصرف انرژی و تصویری از عملکرد آتی بخش‌ها در حوزه انرژی ارائه نماید. با تحلیل نتایج به دست آمده از محاسبه این شاخص‌ها می‌توان عملکرد هر یک از بخش‌ها را در حوزه انرژی ارزیابی کرد و از این طریق به تدوین استراتژی‌ها و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت الگوی بهینه مصرف انرژی در کشور دست یافت. اصولاً مهم‌ترین شاخص‌های اقتصادی انرژی که به منظور ارزیابی مصرف انرژی و وضعیت انرژی‌بری فعالیت‌های اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرند، مصرف نهایی انرژی، کارایی انرژی، شدت انرژی، بهره‌وری انرژی و ضریب انرژی (کشش نقطه‌ای انرژی) می‌باشند. در ادامه پس از ارائه تعریفی از هر یک از شاخص‌ها نتایج محاسبه آنها در بخش کشاورزی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

وضعیت شاخص‌های مورد بررسی در بخش کشاورزی روند مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی^۱

به منظور محاسبه شاخص‌های مورد نظر ابتدا لازم است مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار گیرد. همانگونه که ذکر شد با توجه به سهم حدود ۹۸ درصدی فرآورده‌های نفتی و برق در بخش کشاورزی تنها این دو حامل بررسی و از بررسی سایر حامل‌ها (نفت سفید، گاز طبیعی و غیره) صرف نظر شده است. جدول (۱) روند مصرف نهایی بخش کشاورزی را به تفکیک دو حامل فرآورده‌های نفتی و برق طی برنامه‌های اول تا چهارم توسعه نشان می‌دهد. همان گونه که ملاحظه می‌شود مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی طی سال‌های مورد بررسی با روند افزایشی نسبتاً ملایمی همراه بوده و متوسط آن از ۳۱/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام طی برنامه اول به ۳۸/۷ میلیون بشکه معادل نفت خام در برنامه چهارم رسید. متوسط نرخ رشد مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی در سال‌های برنامه چهارم در مقایسه با برنامه اول حدود ۲۲ درصد بوده است. روند افزایشی مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی عمدتاً از دو سال پایانی برنامه سوم توسعه (سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳) آغاز شد و در سال‌های برنامه چهارم با شتاب بیشتری تداوم یافت به گونه‌ای که متوسط نرخ رشد مصرف نهایی انرژی در این بخش طی برنامه چهارم (۵/۶ درصد) به مراتب بیش از سه برنامه قبل بوده است.

همان گونه که آمار و اطلاعات جداول (۱) و (۲) نشان می‌دهند مهم‌ترین تحول در روند مصرف انرژی در بخش کشاورزی طی سال‌های مورد بررسی اولاً تغییر در ترکیب مصرف انواع حامل‌های انرژی در این بخش و ثانیاً کاهش سهم بخش کشاورزی در مصرف نهایی انرژی در کشور است. در برنامه اول توسعه به طور متوسط حدود ۹۳ درصد انرژی مصرفی در بخش کشاورزی مربوط به فرآورده‌های نفتی بوده که طی سه برنامه پس از آن با روندی نزولی به ۶۸/۲ درصد در برنامه چهارم (۱۳۸۴-۱۳۸۹) رسید. در مقابل متوسط سهم برق در مصرف نهایی انرژی بخش از ۶/۹ درصد طی برنامه اول با روندی رو به رشد به ۲۹/۴ درصد در برنامه چهارم افزایش یافت. به عبارت دیگر، متوسط سهم فرآورده‌های نفتی از مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی در برنامه چهارم توسعه در مقایسه با برنامه اول حدود ۲۶/۸ درصد کاهش یافته در حالی که نرخ رشد متوسط سهم برق در مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی طی همین دوره بیش از ۳ برابر

۱. کل مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی متشکل از سه حامل فرآورده‌های نفتی (نفت گاز، برق و گاز طبیعی) است که به دلیل سهم اندک گاز طبیعی از بررسی آن صرف نظر شده است.

افزایش یافته است. با این وجود، علیرغم کاهش سهم فرآورده‌های نفتی از مصرف نهایی انرژی این فرآورده‌ها همچنان مهم‌ترین حامل انرژی در بخش کشاورزی محسوب می‌شوند.

در جدول (۲) روند مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی و سهم آن در مصرف نهایی فرآورده‌های نفتی و برق در کل کشور^۱ مورد مقایسه قرار گرفته است. چنانکه ملاحظه می‌شود متوسط مصرف نهایی انرژی در کشور از ۳۰۸/۲ میلیون بشکه معادل نفت خام در برنامه اول توسعه با حدود ۷۰ درصد رشد به ۵۸۴/۱ میلیون بشکه معادل نفت خام در برنامه چهارم رسید. این در حالی است که متوسط نرخ رشد مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی طی این دوره حدود ۲۲/۵ درصد بوده است. به عبارت دیگر، رشد مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی در مقایسه با کل کشور با شتاب به مراتب کمتری همراه بوده است. از سوی دیگر، سهم بخش کشاورزی از کل مصرف نهایی انرژی در کشور طی برنامه‌های پس از انقلاب با روند کاهشی مواجه بوده به طوری که در برنامه اول توسعه بطور متوسط ۹/۲ درصد کل مصرف نهایی انرژی در کشور به بخش کشاورزی اختصاص داشته است که این رقم در برنامه چهارم به ۶/۶ درصد رسید که حاکی از کاهش حدود ۲۸ درصدی در سهم بخش کشاورزی در مصرف نهایی انرژی کل کشور است.

۱. به منظور مقایسه مصرف انرژی در کل کشور و بخش کشاورزی، مصرف نهایی کل کشور شامل دو حامل فرآورده‌های نفتی و برق می‌باشد.

جدول ۱. مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی به تفکیک فرآورده‌های نفتی و برق طی سال‌های (۱۳۸۹-۱۳۶۸)
(میلیون بشکه معادل نفت خام / درصد)

عنوان	فرآورده های نفتی (نفت گاز)		برق		مصرف نهایی بخش (۱+۲)	نرخ رشد	عنوان
	میزان مصرف (۱)	نرخ رشد	میزان مصرف (۲)	نرخ رشد			
۱۳۶۸	۲۶/۳	۶/۹	۲	۱۷/۶	۷	۲۸/۳	۷/۱
۱۳۶۹	۲۷/۶	۴/۹	۲/۲	۱۰	۷/۴	۲۹/۷	۵/۳
۱۳۷۰	۲۹/۶	۷/۲	۲/۲	۰	۶/۹	۳۱/۸	۶/۹
۱۳۷۱	۳۴/۹	۱۷/۹	۲/۱	-۴/۵	۵/۷	۳۷	۱۶/۵
۱۳۷۲	۲۸/۶	-۱۸/۱	۲/۴	۱۴/۳	۷/۸	۳۰/۹	-۱۶/۵
متوسط برنامه اول	۲۹/۴	۳/۸	۲/۱۸	۷/۵	۶/۹	۳۱/۶	۳/۹
۱۳۷۴	۲۷/۷	-۳/۸	۸۹/۸	۳/۲	۱۰/۴	۳۰/۹	-۰/۲
۱۳۷۵	۲۷/۴	-۱/۱	۸۹	۳/۴	۱۱	۳۰/۸	-۰/۲
۱۳۷۶	۲۶/۱	-۴/۷	۸۸	۳/۵	۱۱/۸	۲۹/۷	-۳/۶
۱۳۷۷	۲۹/۲	۱۱/۹	۸۸/۱	۴	۱۲/۱	۳۳/۱	۱۱/۷
۱۳۷۸	۲۵/۶	-۱۲/۳	۸۴/۶	۴/۷	۱۵/۵	۳۰/۳	-۸/۷
متوسط برنامه دوم	۲۷/۲	-۲	۸۷/۹	۳/۸	۱۲/۲	۳۰/۹	-۰/۲
۱۳۷۹	۲۵/۴	-۰/۸	۸۲/۵	۵/۴	۱۷/۵	۳۰/۸	۱/۷
۱۳۸۰	۲۳/۹	-۵/۹	۷۸/۶	۶/۵	۲۱/۴	۳۰/۴	-۱/۲
۱۳۸۱	۲۲	-۷/۹	۷۵	۷/۳	۲۴/۹	۲۹/۳	-۳/۶
۱۳۸۲	۲۳/۴	۶/۴	۷۴/۱	۸/۲	۲۶	۳۱/۶	۷/۷
۱۳۸۳	۲۳/۱	-۱/۳	۷۱/۸	۹/۱	۲۸/۳	۳۲/۲	۱/۸
متوسط برنامه سوم	۲۳/۵۶	-۱/۹	۷۶/۴	۷/۳	۲۳/۷	۳۰/۹	۱/۳
۱۳۸۴	۲۳/۷	۲/۶	۷۱	۹/۷	۲۹/۱	۳۳/۴	۳/۸
۱۳۸۵	۲۶/۱	۱۰/۱	۷۰/۹	۱۰/۴	۲۸/۲	۳۶/۵	۱۰/۳
۱۳۸۶	۲۶/۱	۰	۶۹/۴	۱۰/۴	۲۷/۶	۳۷/۵	۲/۱
۱۳۸۷	۲۷/۹	۶/۹	۶۶/۶	۱۲/۵	۲۹/۹	۴۰/۴	۱۱/۴
۱۳۸۸	۲۸/۲	۱/۱	۶۴/۵	۱۲/۶	۲۸/۸	۴۰/۸	۳/۵
۱۳۸۹	۲۸/۳	-۰/۳	۶۶/۵	۱۴/۲	۳۲/۸	۴۲/۵	۴/۲
متوسط برنامه چهارم (۱۳۸۴-۱۳۸۹)	۲۶/۷	۳/۵	۶۸/۲	۱۱/۶	۲۹/۴	۳۸/۷	۷/۵
نرخ رشد متوسط برنامه چهارم نسبت به برنامه اول	-۹/۲	-	-۲۶/۸	۴۳/۱	۳۲۶/۱	۲۲/۳	-

مأخذ: وزارت نیرو، دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی، ترازنامه انرژی.

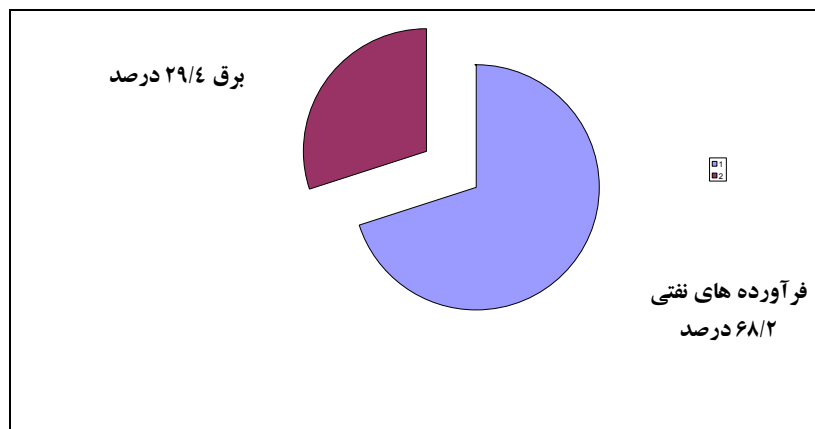
جدول ۲. مقایسه مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی و کل کشور طی سال‌های (۱۳۶۸-۱۳۸۹)

(میلیون بشکه معادل نفت خام - درصد)

بخش کشاورزی		کل کشور ^۱			عنوان
سهم از مصرف نهایی کل کشور	نرخ رشد	مصرف نهایی	نرخ رشد	مصرف نهایی	
۹/۲	۷/۱	۲۸/۳	۸/۱	۳۰۸/۲	۱۳۶۸
۹/۴	۵/۳	۲۹/۷	۲/۸	۳۱۶/۸	۱۳۶۹
۹/۴	۶/۹	۳۱/۸	۶/۹	۳۳۸/۷	۱۳۷۰
۹/۹	۱۶/۵	۳۷/۰	۹/۹	۳۷۲/۱	۱۳۷۱
۸/۲	-۱۶/۵	۳۰/۹	۱/۷	۳۷۸/۳	۱۳۷۲
۹/۲	۳/۹	۳۱/۶	۵/۹	۳۴۲/۸	متوسط برنامه اول
۸/۰	-۰/۲	۳۰/۹	۷/۱	۴۰۵/۲	۱۳۷۴
۷/۴	-۰/۲	۳۰/۸	-۴/۹	۳۸۵/۴	۱۳۷۵
۶/۹	-۳/۶	۲۹/۷	۷/۷	۴۱۵/۲	۱۳۷۶
۷/۳	۱۱/۷	۳۲/۱	۳/۷	۴۳۰/۴	۱۳۷۷
۷/۰	-۸/۷	۳۰/۳	۵/۰	۴۵۱/۸	۱۳۷۸
۷/۳	-۰/۲	۳۰/۹	-۴/۲	۴۲۳	متوسط برنامه دوم
۶/۷	۱/۷	۳۰/۸	۱/۵	۴۲۳/۲	۱۳۷۹
۶/۷	-۱/۲	۳۰/۴	۶/۴	۴۶۰/۷	۱۳۸۰
۶/۲	-۳/۶	۲۹/۳	-۱/۶	۴۵۳/۳	۱۳۸۱
۶/۵	۷/۷	۳۱/۶	۴/۳	۴۷۲/۷	۱۳۸۲
۶/۴	۱/۸	۳۲/۲	۲/۸	۴۸۶/۱	۱۳۸۳
۶/۵	۱/۳	۳۰/۹	۳/۸	۵۰۴/۷	متوسط برنامه سوم
۶/۲	۳/۸	۳۲/۴	۳/۱	۴۷۵/۵	۱۳۸۴
۶/۳	۱۰/۳	۳۶/۵	۷/۳	۵۴۱/۴	۱۳۸۵
۶/۲	۲/۱	۳۷/۵	۷/۶	۵۸۲/۵	۱۳۸۶
۶/۶	۱۱/۴	۴۱/۹	۴/۳	۶۰۷/۳	۱۳۸۷
۶/۴	-۲/۵	۴۰/۸	۳/۸	۶۳۰/۱	۱۳۸۸
۷/۳	۴/۲	۴۲/۵	۱/۵	۶۳۹/۸	۱۳۸۹
۶/۶	۵/۶	۳۸/۷	-۸/۷	۵۸۴/۱	متوسط برنامه چهارم (۱۳۸۴-۸۹)
					نرخ رشد متوسط برنامه
-۲۸/۳	-	۲۲/۵	-	۷۰/۴	چهارم
					نسبت به برنامه اول

مأخذ: وزارت نیرو، دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی، ترازنامه انرژی.

۱. به دلیل اینکه در بخش کشاورزی تنها دو حامل فرآورده‌های نفتی و برق مورد بررسی قرار گرفته است. مصرف نهایی انرژی در کل کشور را نیز شامل این دو حامل می‌باشد.



مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۱. سهم فرآورده های نفتی و برق در تأمین انرژی بخش کشاورزی

شاخص شدت مصرف انرژی

شدت مصرف انرژی (به اختصار شدت انرژی) میزان مصرف انرژی به ازاء هر واحد تولید کالا و خدمات را نشان می‌دهد. این شاخص در سطح کلان از نسبت میزان مصرف انرژی کل اقتصاد به تولید ناخالص داخلی (GDP) و در سطح بخش‌های اقتصادی از نسبت میزان مصرف انرژی بخش به ارزش افزوده آن بدست می‌آید. اهمیت این شاخص از آن جهت است که بیان‌کننده میزان کارایی انرژی بوده و نشان می‌دهد چه میزان انرژی برای تولید هر واحد کالا و خدمات مصرف می‌شود. از آنجا که شاخص شدت انرژی معکوس شاخص کارایی انرژی است، لذا هرچه قدر میزان این شاخص بزرگتر باشد به معنای کارایی کمتر انرژی و نشان‌دهنده آن است که برای تولید یک واحد کالا و خدمات انرژی بیشتری مصرف می‌شود و برعکس.

براساس آمار و اطلاعات جدول (۳) که روند تحولات شاخص‌های مورد بررسی را در بخش کشاورزی نشان می‌دهد، شاخص شدت انرژی (انرژی بری) طی دوره مورد بررسی با روندی نوسانی از ۰/۹ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال به ۰/۵۵ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال در برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۹-۱۳۸۴) کاهش یافته است. به عبارت دیگر، طی این سال‌ها میزان انرژی مصرفی برای تولید هزار ریال ارزش افزوده در بخش کشاورزی حدود ۰/۳۵ بشکه معادل نفت خام کاهش یافته است.

شاخص بهره‌وری انرژی

میزان تولید کالا و خدمات به ازاء مصرف هر واحد انرژی، بهره‌وری انرژی نامیده می‌شود. این شاخص در سطح کل اقتصاد از نسبت تولید ناخالص داخلی (GDP) به میزان مصرف انرژی و در سطح بخش‌های اقتصادی از نسبت ارزش افزوده به میزان مصرف انرژی به دست می‌آید. به عبارت دیگر، این شاخص نشان می‌دهد که به ازاء مصرف مشخص انرژی چه میزان ارزش افزوده تولید می‌شود و هر قدر میزان این شاخص بزرگتر باشد نشان‌دهنده انرژی‌بری کمتر و کارایی بیشتر انرژی می‌باشد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود دو شاخص شدت انرژی و بهره‌وری انرژی معکوس یکدیگرند و با محاسبه هریک از آنها می‌توان وضعیت کارایی مصرف انرژی را ارزیابی نمود.

بر اساس نتایج بدست آمده از محاسبه شاخص بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی طی سال‌های برنامه اول تا چهارم توسعه (جدول ۳) این شاخص با روندی هر چند نوسانی افزایش یافته و به طور متوسط از ۱۱۱۵/۷ هزار ریال به ازاء هر بشکه معادل نفت خام در سال‌های برنامه اول توسعه به ۱۸۲۸ هزار ریال به ازاء یک بشکه در سال‌های برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۹-۱۳۸۴) رسید. به عبارت دیگر، به طور متوسط میزان مصرف هر بشکه معادل نفت خام در بخش کشاورزی طی برنامه چهارم توسعه به ایجاد ۷۱۲/۳ هزار ریال ارزش افزوده بیشتر در مقایسه با برنامه اول منجر گردید.

شاخص کارایی انرژی

در ادبیات مهندسی مکانیک و مهندسی برق تعریفی جامع و علمی از کارایی انرژی وجود دارد که بر اساس آن کارایی انرژی عبارتست از نسبت انرژی ورودی به سیستم به انرژی خروجی از سیستم^۱. در تعاریف اقتصادی کارایی انرژی به میزان محصول (ستاده) حاصله به ازاء هر واحد انرژی مصرفی توسط بخش‌های مصرف‌کننده انرژی گفته می‌شود. کارایی انرژی در حقیقت در برگیرنده فرایندهایی است که منجر به کاهش مقدار مصرف انرژی در تولید کالا و خدمات در یک واحد اقتصادی می‌شود و از مصرف غیرضروری آن جلوگیری به عمل آورد. برای ارزیابی و سنجش کارایی انرژی از شاخص‌های متعددی استفاده می‌شود که با توجه به تعاریف ارائه شده از این شاخص‌ها معتبرترین شاخص‌های سنجش کارایی انرژی دو شاخص شدت انرژی و بهره‌وری انرژی است. با استفاده از این دو شاخص می‌توان به میزان کارایی انرژی چه در سطح کلان و چه در سطح بخش‌های اقتصادی دست یافت.

۱. آرش اسلامی، کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه تهران - خبرنگار اقتصاد انرژی سرویس مسائل راهبردی ایسنا.

با توجه به نتایج به دست آمده از محاسبه شاخص‌های شدت انرژی و بهره‌وری انرژی، از آنجا که شاخص شدت انرژی (معکوس کارایی انرژی) طی سال‌های مورد بررسی در بخش کشاورزی کاهش و از سوی دیگر، شاخص بهره‌وری انرژی در این بخش افزایش یافته است، از این رو می‌توان گفت که کارایی انرژی در بخش کشاورزی طی سال‌های مورد بررسی افزایش یافته و از میزان انرژی‌بری فعالیت‌های این بخش کاسته شده است.

شاخص ضریب انرژی (کشش نقطه‌ای انرژی)

یکی دیگر از شاخص‌هایی که به منظور ارزیابی وضعیت درونی اقتصاد و بخش‌های اقتصادی از نظر مصرف انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد شاخص ضریب انرژی است. این شاخص در سطح کلان از نسبت نرخ رشد انرژی مصرفی کل اقتصاد به نرخ رشد تولید ناخالص داخلی و در سطح بخش‌ها از نسبت نرخ رشد انرژی مصرفی بخش به نرخ رشد ارزش افزوده آن به دست می‌آید. شاخص کشش نقطه‌ای بزرگتر از یک حاکی از آن است که رشد مصرف انرژی در آن بخش بیشتر از رشد ارزش افزوده آن بوده و به ازاء تولید یک درصد ارزش افزوده بیشتر از یک درصد انرژی مصرف شده است. این تحلیل درخصوص شاخص کشش نقطه‌ای کوچکتر از یک نیز صادق است. از نظر ملاحظات اقتصادی وضعیت مطلوب این شاخص زمانی است که مقدار آن کوچکتر از یک یا حداکثر مساوی یک باشد.

همان‌گونه که جدول (۳) نشان می‌دهد طی دوره‌های مورد بررسی در دو برنامه اول و دوم توسعه متوسط شاخص ضریب انرژی در بخش کشاورزی (بدون در نظر گرفتن اعداد منفی) بزرگتر از یک بوده است، در حالی که طی برنامه‌های سوم و چهارم متوسط این شاخص به کمتر از یک (به ترتیب ۲۱/۰ و ۴۵/۰) کاهش یافت. این روند بدان معنا است که طی دو برنامه اول و دوم توسعه رشد مصرف انرژی در بخش کشاورزی بیش از رشد ارزش افزوده تولید شده در آن بوده در حالی که در برنامه‌های سوم و چهارم رشد مصرف انرژی کمتر از رشد ارزش افزوده بخش بوده است.

جدول ۳. شاخص‌های انرژی در بخش کشاورزی طی سال‌های (۱۳۸۹-۱۳۶۸)

عنوان	مصرف‌های انرژی (میلیون بشکه معادل نفت خام) (۱)	نرخ رشد (۲)	ارزش افزوده (میلیارد ریال) (۳)	نرخ رشد (۴)	ضریب انرژی (کشش نقطه‌ای انرژی) (۲:۴)	شدت انرژی (بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال) (۱:۳)	بهره‌وری انرژی (هزار ریال به ازاء یک بشکه) (۳:۱)
۱۳۶۸	۲۸۳	۷/۱	۲۹۹۲۶	۴/۳	۱/۶۴۳	۰/۹۴	۱۰۵۹
۱۳۶۹	۲۹۷	۵/۳	۳۳۲۲۷	۱۱	۰/۴۷۷	۰/۹۰	۱۱۱۷
۱۳۷۰	۳۱۸	۶/۹	۳۵۰۹۴	۵/۶	۱/۲۲۴	۰/۹۱	۱۱۰۳/۸
۱۳۷۱	۳۷	۱۶/۵	۳۸۷۰۴	۱۰/۳	۱/۶۰۶	۰/۹۶	۱۰۴۴/۷
۱۳۷۲	۳۰/۹	-۱۶/۵	۳۹۰۷۷	۱	-۱۷/۱۴۲	۰/۷۹	۱۲۶۳/۶
متوسط برنامه اول	۳۱/۶	۳/۹	۳۵۲۰۶	۶/۴	۱/۲۴	۰/۹۰	۱۱۱۵/۷
۱۳۷۴	۳۰/۹	-۰/۲	۴۱۳۸۱	۳/۷	۰/۶۰۲	۰/۷۵	۱۳۴۱/۴
۱۳۷۵	۳۰/۸	-۰/۲	۴۲۷۴۲	۳/۳	۰/۰۶۴	۰/۷۲	۱۳۸۸/۴
۱۳۷۶	۲۹/۷	-۳/۶	۴۳۱۶۲	۱	۳/۶۷۵	۰/۶۹	۱۴۵۴/۶
۱۳۷۷	۳۳/۱	۱۱/۷	۴۷۷۲۲	۱۰/۶	-۱/۱۰۷	۰/۶۹	۱۴۳۹/۹
۱۳۷۸	۳۰/۳	-۸/۷	۴۴۲۳۸	-۷/۳	-۱/۱۸۶	۰/۶۸	۱۴۶۱/۴
متوسط برنامه دوم	۳۰/۹	-۰/۲	۴۳۸۴۹	۲/۲	۱/۲	۰/۷۱	۱۴۱۷/۰
۱۳۷۹	۳۰/۸	۱/۷	۴۵۷۷۴	۳/۵	۰/۱۵۹	۰/۶۷	۱۴۸۷/۵
۱۳۸۰	۳۰/۴	-۱/۲	۴۴۷۳۸	-۲/۳	-۰/۵۳۷	۰/۶۸	۱۴۷۱/۷
۱۳۸۱	۲۹/۳	-۳/۶	۵۰۸۰۵	۱۳/۶	۰/۲۶۲	۰/۵۸	۱۷۳۲/۸
۱۳۸۲	۳۱/۶	۷/۷	۵۳۳۲۰	۵	-۱/۵۶۵	۰/۵۹	۱۶۸۷/۸
۱۳۸۳	۳۲/۲	۱/۸	۵۳۴۸۸	۰/۳	-۵/۸۱۴	۰/۶۰	۱۶۶۲/۷
متوسط برنامه سوم	۳۰/۹	۱/۳	۳۵۲۰۶	۶/۴	۰/۲۱	۰/۸۸	۱۱۴۱/۲
۱۳۸۴	۳۲/۴	۳/۸	۵۸۳۸۹	۹/۲	۰/۸۹۶	۰/۵۷	۱۷۴۹/۴
۱۳۸۵	۳۶/۵	۱۰/۳	۶۱۱۳۴	۴/۷	۲/۱۹۶	۰/۶۰	۱۶۶۰/۳
۱۳۸۶	۳۷/۵	۲/۱	۶۵۰۶۲	۶/۴	۰/۳۳۱	۰/۵۸	۱۷۳۰/۲
۱۳۸۷	۴۱/۹	۱۱/۴	۵۷۳۸۵	-۱۱/۸	-۰/۹۶۲	۰/۷۳	۱۳۷۰/۴
۱۳۸۸	۴۰/۸	-۲/۵	۶۵۱۳۲	۱۳/۵	-۰/۱۸۷	۰/۶۳	۱۵۹۵/۶
۱۳۸۹	۴۲/۵	۴/۲	۷۰۸۶۳	۸/۸	۰/۴۷۷	۰/۶	۱۶۶۷/۴
متوسط برنامه چهارم (۱۳۸۴-۱۳۸۹)	۳۸/۷	۵/۶	۶۱۴۲۰	۴/۴	۰/۴۵۸	۰/۵۵	۱۸۲۸

مأخذ: نتایج تحقیق.

مقایسه شاخص‌های انرژی در بخش کشاورزی با روند این شاخص‌ها در کل کشور

جدول (۴) شاخص‌های انرژی مورد بررسی در بخش کشاورزی را با وضعیت این شاخص‌ها در کل کشور مقایسه می‌کند. چنانکه ملاحظه می‌شود شدت انرژی در کل کشور طی چهار برنامه مورد بررسی، مانند بخش کشاورزی، روندی نزولی داشته و به طور متوسط از ۱/۴۷ بشکه معادل نفت خام در برنامه اول به ۱/۲۲ بشکه معادل نفت خام در برنامه چهارم توسعه کاهش یافت. به عبارت دیگر، میزان انرژی مصرفی برای ایجاد هزار ریال تولید ناخالص داخلی طی برنامه‌های توسعه به میزان ۰/۲۵ بشکه کاهش یافته است. از سوی دیگر، شاخص بهره‌وری انرژی که حاکی از میزان ایجاد ارزش افزوده به ازاء انرژی مصرفی است از ۶۸۰/۶ هزار ریال به ازاء یک بشکه معادل نفت خام به ۸۲۱/۵ هزار ریال رسیده است. به عبارت دیگر، میزان تولید ناخالص داخلی طی چهار برنامه توسعه به ازاء مصرف هریک بشکه معادل نفت خام، حدود ۱۴۰/۹ هزار ریال افزایش یافته است. همچنین متوسط ضریب انرژی در کل اقتصاد در برنامه‌های دوم و سوم توسعه کوچکتر از یک و طی دو برنامه اول و چهارم‌ها بزرگتر از یک بوده است. به عبارت دیگر، نرخ رشد مصرف انرژی در کل اقتصاد در برنامه‌های اول و چهارم به مراتب بیش از نرخ رشد تولید ارزش افزوده بوده در حالی که در برنامه‌های دوم و سوم نرخ رشد تولید ناخالص داخلی بیش از نرخ رشد مصرف انرژی بوده است.

با توجه به نتایج محاسبه شاخص‌ها و مقایسه آنها در سطح اقتصاد کلان و بخش کشاورزی، می‌توان گفت در حالی که از کارایی انرژی در کل اقتصاد طی برنامه‌های توسعه پس از انقلاب کاسته شده و انرژی‌بری فعالیت‌های اقتصادی در کل کشور افزایش یافته نتایج در بخش کشاورزی حاکی از بهبود کارایی انرژی و کاهش انرژی‌بری فعالیت‌های آن بوده است.

جدول ۴. مقایسه شاخص‌های انرژی در بخش کشاورزی با کل کشور طی سال‌های (۱۳۸۹-۱۳۶۸)

بخش کشاورزی		کل کشور				عنوان
بهره‌وری انرژی (هزار ریال به ازاء یک بشکه)	شدت انرژی (بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال)	ضریب انرژی	بهره‌وری انرژی (هزار ریال به ازاء یک بشکه)	شدت انرژی (بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال)	ضریب انرژی	
۱۰۵۹	۰/۹۴	۱/۶۴۳	۶۲۱/۳۶	۱/۶۱	۱/۳۸	۱۳۶۸
۱۱۱۷	۰/۹۰	۰/۴۷۷	۶۸۹/۸۳	۱/۴۵	-۰/۲۰	۱۳۶۹
۱۱۰۳/۸	۰/۹۱	۱/۲۲۴	۷۲۳/۴۶	۱/۳۸	۰/۵۷	۱۳۷۰
۱۰۴۴/۷	۰/۹۶	۱/۶۰۶	۶۸۴/۸۲	۱/۴۶	۲/۴۷	۱۳۷۱
۱۲۶۳/۶	۰/۷۹	-۱۷/۱۴۲	۶۸۳/۵۹	۱/۴۶	۱/۱۲	۱۳۷۲
۱۱۱۵/۷	۰/۹۰	۱/۲۳۸	۶۸۰/۶۱	۱/۴۷	۱/۱۵	متوسط برنامه اول
۱۳۴۱/۴	۰/۷۵	۰/۶۰۲	۶۹۴/۱۷	۱/۴۴	-۱/۶۶	۱۳۷۴
۱۳۸۸/۴	۰/۷۲	۰/۰۶۴	۶۸۳/۵۴	۱/۴۶	۱/۲۷	۱۳۷۵
۱۴۵۴/۶	۰/۶۹	۳/۶۷۵	۶۷۷/۹۰	۱/۴۸	۱/۳۰	۱۳۷۶
۱۴۳۹/۹	۰/۶۹	-۱/۱۰۷	۶۶۴/۳۲	۱/۵۱	۱/۷۳	۱۳۷۷
۱۴۶۱/۴	۰/۶۸	-۱/۱۸۶	۷۰۴/۲۵	۱/۴۲	-۲/۶۰	۱۳۷۸
۱۴۱۷	۰/۷۱	۱/۲	۶۸۴/۸۴	۱/۴۶	۰/۰۱	متوسط برنامه دوم
۱۴۸۷/۵	۰/۶۷	۰/۱۵۹	۶۹۴/۷۹	۱/۴۴	۱/۲۹	۱۳۷۹
۱۴۷۱/۷	۰/۶۸	-۱/۵۳۷	۷۲۹/۱۸	۱/۳۷	-۰/۴۹	۱۳۸۰
۱۷۳۲/۸	۰/۵۸	۰/۲۶۲	۷۵۶/۶۶	۱/۳۲	۰/۵۲	۱۳۸۱
۱۶۸۷/۸	۰/۵۹	-۱/۵۶۵	۷۹۳/۳۹	۱/۲۶	۰/۳۶	۱۳۸۲
۱۶۶۲/۷	۰/۶۰	-۵/۸۱۴	۸۱۳/۲۵	۱/۲۳	۰/۶۰	۱۳۸۳
۱۱۴۱/۲	۰/۸۸	۰/۲۱	۷۵۷/۴۵	۱/۳۲	۰/۴۶	متوسط برنامه سوم
۱۷۴۹/۴	۰/۵۷	-۰/۸۹۴	۸۱۰/۷۳	۱/۲۳	۱/۰۵	۱۳۸۴
۱۶۶۰/۳	۰/۶۰	-۲/۱۹۶	۸۰۳/۳۸	۱/۲۴	۱/۱۵	۱۳۸۵
۱۷۳۰/۲	۰/۵۸	۰/۳۳۱	۸۰۸/۶۳	۱/۲۴	۰/۸۶	۱۳۸۶
۱۳۷۰/۴	۰/۷۳	-۰/۹۶۲	۷۸۶/۰۱	۱/۲۷	۴/۴۲	۱۳۸۷
۱۵۹۵/۶	۰/۶۳	-۰/۱۸۷	۷۹۶/۹۶	۱/۲۵	۰/۵۲	۱۳۸۸
۱۶۶۷/۴	۰/۶	۰/۴۷۷	۹۲۳/۱۶	۱/۰۸	-۱/۵۱	۱۳۸۹
۱۸۲۸	۰/۵۵	۰/۴۵۸	۸۲۱/۴۸	۱/۲۲	۱/۰۸	متوسط برنامه چهارم (۱۳۸۴-۱۳۸۹)

مأخذ: نتایج تحقیق.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

— با توجه به ماهیت فعالیت‌های مختلف در بخش کشاورزی مهم‌ترین حامل‌های انرژی مصرفی در این بخش فرآورده‌های نفتی و برق می‌باشند، به طوری که سهم آنها از کل مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی حدود ۹۸ درصد است.

– مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی طی چهار برنامه توسعه پس از انقلاب اسلامی روندی افزایشی داشته و به طور متوسط از ۳۱/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام در برنامه اول توسعه به ۳۸/۷ میلیون بشکه معادل نفت خام در برنامه چهارم توسعه (با بیش از ۲۲ درصد رشد) رسیده است. با وجود افزایش میزان مصرف انرژی در بخش کشاورزی، سهم این بخش در مصرف نهایی انرژی کل کشور روند نزولی داشته و از ۹/۲ درصد در سال‌های برنامه اول توسعه به ۶/۶ درصد در برنامه چهارم کاهش یافت.

– علاوه بر رشد مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی به همراه کاهش سهم آن از کل مصرف نهایی انرژی کشور، ترکیب انرژی مصرفی نیز در این بخش طی دوره‌های مورد بررسی تغییر قابل توجهی داشته است. بدین معنا که حدود ۹۳ درصد انرژی بخش کشاورزی در برنامه اول توسعه از طریق فرآورده‌های نفتی تامین می‌شد این سهم به حدود ۶۸ درصد در برنامه چهارم کاهش یافت و در عوض سهم برق از حدود ۶/۹ درصد در برنامه اول به ۲۹/۴ درصد در برنامه چهارم بالغ شده است، اما علیرغم کاهش سهم فرآورده‌های نفتی در تأمین انرژی بخش، این فرآورده‌ها همچنان مهم‌ترین حامل انرژی مصرفی در بخش کشاورزی محسوب می‌شوند.

– شاخص شدت مصرف انرژی که نشان‌دهنده میزان مصرف انرژی برای تولید هر واحد کالا و خدمات و میزان انرژی‌بری فعالیت‌ها می‌باشد، طی برنامه‌های اول تا چهارم توسعه در بخش کشاورزی از ۰/۹ بشکه معادل نفت خام به ۰/۵۵ بشکه معادل نفت خام رسیده است. به عبارت دیگر، طی دوره مورد مطالعه میزان مصرف انرژی برای تولید هر یک هزار ریال ارزش‌افزوده در بخش کشاورزی حدود ۰/۳۵ بشکه معادل نفت خام کاهش یافته است. طی همین دوره شدت مصرف انرژی در کل اقتصاد از ۱/۴۷ بشکه معادل نفت خام در برنامه اول به ۱/۲۲ بشکه معادل نفت خام در برنامه چهارم توسعه کاهش یافته است. بدین ترتیب میزان انرژی‌بری در کل اقتصاد اگرچه مانند بخش کشاورزی روند کاهشی داشته اما میزان انرژی‌بری بخش کشاورزی در مقایسه با کل اقتصاد به مراتب کمتر بوده است.

– شاخص بهره‌وری انرژی که نشان‌دهنده میزان ارزش‌افزوده ایجاد شده به ازاء مصرف یک واحد انرژی است در بخش کشاورزی طی دوره‌های مورد بررسی روند صعودی داشت و متوسط آن طی برنامه اول از ۱۱۱۵/۷ هزار ریال به ازاء هر بشکه معادل نفت خام به ۱۸۲۸ هزار ریال به ازاء هر بشکه معادل نفت خام افزایش یافت. لازم به ذکر است که در همین دوره شاخص بهره‌وری انرژی در کل کشور از ۶۲۱/۴ هزار ریال به ۸۲۱/۵ هزار ریال افزایش یافته است که نشان‌دهنده افزایش در میزان ارزش‌افزوده حاصل از مصرف یک واحد انرژی در کل اقتصاد می‌باشد.

– با توجه به روند کاهشی شاخص شدت انرژی و روند افزایشی بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی طی سال‌های برنامه اول تا چهارم توسعه در مجموع شاخص کارایی انرژی در این بخش بهبود یافته است.

– شاخص ضریب انرژی در بخش کشاورزی طی برنامه‌های اول و دوم توسعه بزرگتر از یک بوده و این بدان معناست که رشد مصرف انرژی در بخش کشاورزی طی این دوره بیشتر از رشد ارزش افزوده آن بوده و به ازاء ایجاد یک درصد ارزش افزوده بیشتر از یک درصد انرژی مصرف شده که از این جهت همسو با کل اقتصاد بوده است.

– با توجه به نتایج به دست آمده از محاسبه و بررسی شاخص‌های اقتصاد انرژی در بخش کشاورزی طی برنامه‌های توسعه پس از انقلاب و روند به مراتب مطلوب‌تر این شاخص‌ها در این بخش در مقایسه با کل اقتصاد می‌توان با جهت‌دهی سیاست‌های حمایتی در حوزه انرژی به کارایی بیشتر انرژی در این بخش دست یافت.

منابع

- ترازنامه انرژی، وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی.
- اسلامی، آرش، کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه تهران - خبرنگار اقتصاد انرژی سرویس مسائل راهبردی ایسنا. عباسی نژاد، حسین و داریوش وافی نجار (۱۳۸۳)، "بررسی کارایی و بهره‌وری انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و تخمین کشش نهاده‌ای و قیمتی انرژی در بخش صنعت و حمل و نقل با روش TSLS، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۶.
- محمدباقری، اعظم و حامد حوری جعفری (۱۳۸۹)، "ضرورت تدوین شاخص‌های مختلف ارزیابی بخش انرژی"، کنفرانس بهینه‌سازی مصرف انرژی.

