اقتصادکشاورزی و توسعه، سال نوزدهم، شماره ۷٤، تابستان ۱۳۹۰

تجزیه و تحلیل ورودی– خروجی انرژی در بخش کشاورزی ایران

دکتر حسین مهرابی بشرآبادی*، عادله اسمعیلی**

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۲۴

چکیده

با توجه به نقش و اهمیت مصرف انرژی در فرایند رشد و توسعه اقتصادی در جوامع مختلف، مقاله حاضر به بررسی وضعیت مصرف انرژی در بخش کشاورزی در کشور ایران پرداخته است. به این منظور کارایی و بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی با توجه به محتوای انرژی کل محصولات تولید شده و نهاده‌های مهم تولیدی برای دوره زمانی ۱۳۵۰-۱۳۸۶ محاسبه شده است. برای محاسبه کارایی از نسبت خروجی به ورودی انرژی و برای محاسبه بهره‌وری از شاخص کندریک استفاده شده است.

نتایج به‌دست آمده نشان داد نسبت خروجی به ورودی انرژی که معرف کارایی مصرف انرژی است، از ۲/۵۲ در سال ۱۳۵۰ به ۱/۳۲ در سال ۱۳۸۶ کاهش یافته است. در این بین نسبت فوق تا سال ۱۳۶۲ دارای روندی نزولی بوده و مقدار آن برای بقیه سالها تقریباً ثابت

* دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان (نویسنده مسئول)

e-mail: hmehrabi2000@gmail.com

** دانشجوی کارشناسی ارشد بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

e-mail: adeleh_1363usa@yahoo.com

و متوسط کارایی انرژی نیز در بخش کشاورزی در دوره مورد بررسی ۱/۴۲ بوده است. بهره‌وری کل انرژی ورودی نیز برای بخش کشاورزی از سال ۱۳۵۰ تا ۱۳۶۳ روندی نزولی داشته و از سال ۱۳۶۳ به بعد تقریباً یکنواخت بوده است. در ادامه، ارتباط بین صورتهای مختلف انرژی ورودی شامل انرژی مستقیم و غیرمستقیم، انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با انرژی خروجی بررسی شد و نتایج نشان داد انرژیهای ورودی به شکل تجدیدپذیر، مستقیم و غیرمستقیم تأثیری مثبت و معنی‌دار در انرژی خروجی دارند، اما انرژی ورودی به شکل تجدیدناپذیر بر انرژی خروجی در بخش کشاورزی تأثیر معنی‌داری ندارد.

طبقه بندی JEl: C_{67}, O_{13}, Q_1

کلیدواژه‌ها:

بخش کشاورزی، بهره‌وری انرژی، شاخص کندریک، ورودی- خروجی انرژی، ایران

مقدمه

در گذشته‌ای نه چندان دور دانشمندان و محققان اعتقاد چندانی به نقش انرژی در توسعه و پیشرفت فراگیر و همه جانبه اقتصادی نداشتند، اما با گذشت زمان انرژی نه فقط به عنوان جزئی مهم در توسعه جوامع بلکه به عنوان یک رکن اساسی برای دستیابی به توسعه و شکوفایی یک کشور مطرح شد به‌طوری‌که امروزه انرژی یکی از داده‌های مهم و حیاتی در زندگی افراد و تقریباً در تمامی فعالیتهای تولیدی و مصرفی در بخشهای مختلف اقتصادی می‌باشد. بخش کشاورزی نیز همانند سایر بخشهای اقتصادی، برای رشد و توسعه به اشکال مستقیم و غیرمستقیم انرژی نیاز دارد. طی دهه‌های گذشته به دلیل رشد روزافزون جمعیت، افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی، ایجاد اشکال نوین انرژی در بخش کشاورزی و کاربرد نامناسب آنها به دلیل عدم مدیریت صحیح این بخش اقتصادی به یک بخش انرژی محور تبدیل شده و الگوی مصرف انرژی در این بخش اعم از منابع زنده و غیرزنده به شدت

افزایش یافته است. کمیابی منابع انرژی از یک‌سو و افزایش قیمت جهانی انرژی و حاملهای آن و هشدارهای جهانی و توسعه پایدار از سوی دیگر سیاستگذاران را برآن داشته است تا استراتژی‌هایی را در خصوص مصرف بهینه انرژی در بخش کشاورزی اتخاذ نمایند. برای این منظور لازم است الگوی مصرف انرژی در این بخش اقتصادی مورد بررسی قرار گیرد تا بهینگی مصرف آن تعیین گردد. از جمله معیارهایی که می‌توان براساس آن وضعیت مصرف یک نهاده را مورد بررسی قرار داد، معیارهای کارایی و بهره‌وری هستند. اصطلاحات فوق در پی تکامل دانش در حوزه مسائل اقتصادی از نظر شکل و محتوا تکامل و توسعه یافته و پیوسته تعاریف جدیدتر و کاملتری برای آنها ارائه شده است. در سال ۱۹۵۰ سازمان همکاریهای اقتصادی اروپا تعریف کاملتری از بهره‌وری به صورت خارج قسمت محصول به یکی از عوامل تولید ارائه کرد. به این ترتیب می‌توان از بهره‌وری سرمایه، بهره‌وری انرژی و بهره‌وری نیروی کار بسته به اینکه محصول در ارتباط با سرمایه، انرژی و یا نیروی کار مورد بررسی قرار می‌گیرد، نام برد. براساس تعاریف ذکر شده کارایی عبارت است از استفاده از امکانات موجود برای رسیدن به بهترین نتیجه (امامی میبدی، ۱۳۸۴). علاوه بر نسبت فوق مفهومی تحت عنوان انرژی خالص نیز برای ارزیابی وضعیت مصرف انرژی در یک بخش تولیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. انرژی خالص به صورت تفاضل بین انرژی خروجی و انرژی ورودی محاسبه می‌شود (محمدی، ۲۰۰۸).

محققان شاخصها و روشهای مختلفی را برای محاسبه کارایی انرژی در یک بخش اقتصادی و مقایسه آن بین مناطق و کشورهای مختلف ارائه کرده‌اند که یکی از آنها بررسی نسبت محصول خروجی‌به نهاده‌های‌ورودی از نظرمحتوای انرژی مربوط‌به محصول و نهاده‌های به کار رفته در تولید آن می‌باشد. تجزیه و تحلیل فوق را اصطلاحاً تجزیه و تحلیل ورودی-خروجی انرژی می‌نامند (Hatirli and etal., 2006). روش فوق توسط محققان در کشورهای مختلف برای بررسی وضعیت مصرف انرژی در محصولات کشاورزی مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. در کشور چین یانگ مینگ و همکارانش (Yongming and etal., 2006) به منظور بررسی پتانسیل بخش کشاورزی چین برای دستیابی به توسعه بیشتر، یک روستا واقع در

نزدیکی بایجینگ را مورد بررسی قرار دادند. این روستا با ۱۹۰۰ نفر جمعیت، دارای ۲۴۰ هکتار زمین بوده که از این میزان ۱۴۰ هکتار آن برای فعالیتهای کشاورزی مورد استفاده قرار گرفت. در این مطالعه ورودی و خروجی انرژی در این روستا برای مزارع پرورش خوک و لبنیات-سازی ارزیابی شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد خالص انرژی تولیدی به واسطه این محصولات حدود ۱۹/۱۰۳ گیگاژول/هکتار بوده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که محصولات کشاورزی تولید شده پاسخگوی تقاضای تغذیه‌ای دامها در این منطقه نبوده است و لذا حدود ۶۰ درصد از ذرت مصرفی برای تغذیه دامها از بازار خریداری شده است.

آکبولتا و همکارانش (Akbolta and etal., 2006) تولیدکنندگان گل رز را در استان اسپارتا در کشور ترکیه از بعد مصرف انرژی مورد تجزیه و تحلیل اقتصادی قرار دادند. اطلاعات مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل‌های فوق از طریق پرکردن پرسشنامه توسط ۱۰۹ پرورش دهنده در ۱۱ دهکده که به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند جمع‌آوری شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که کل انرژی مصرفی در هر هکتار برای تولیدکنندگان ۲۹۳۱۳/۱۲ مگاژول/هکتار بوده است. بیشترین انرژی تقاضا شدهٔ ورودی مربوط به نهاده کود شیمیایی (۴۶/۶۷ درصد) و کل بیوانرژی خروجی محاسباتی برابر با ۲۱۱۵۰/۶۹ مگاژول بر هکتار بوده است. با توجه به عملکرد منطقه (۵۰۴۱/۸۸ کیلوگرم/هکتار)، محتوای کل بیوانرژی خروجی برای هر کیلوگرم معادل ۴/۲۰ مگاژول گزارش شده است. کارایی و بهره‌وری مصرف انرژی برای تولیدکنندگان رز در ترکیه به ترتیب برابر با ۰/۷۲ مگاژول/هکتار و۰/۱۷ مگاژول/کیلوگرم بوده است. همچنین محاسبات نشان می‌دهد که انرژی مستقیم و غیرمستقیم ورودی‌به‌ترتیب۳۶/۰۸ و ۵۸/۹ درصدکل‌انرژی ورودی می‌باشد. منابع انرژی تجدیدپذیر۱۶/۴۳ درصدکل‌انرژی‌است، در حالی‌که‌منابع‌انرژی‌تجدیدناپذیر(کودشیمیایی‌وسوخت فسیلی)۷۸/۵۵ درصد کل انرژی می‌باشد. از سوی دیگر هاتیرلی و همکارانش (Hatirli and etal., 2006) الگوی مصرف انرژی و نیز ارتباط بین انرژی ورودی و عملکرد را برای گل رز در استان آنتالیا در کشور ترکیه آزمون کردند. به این منظور داده‌های مقطعی از طریق پرکردن

پرسشنامه توسط تولیدکنندگانی که به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که دیزل ۳۴/۳۵ درصد، ماشین‌آلات ۲۷/۵۹ درصد، انرژی شیمیایی ۱۶/۰۱ درصد و نیروی انسانی ۸/۶۴ درصد کل انرژی مصرفی را تشکیل می‌دهند. در مزارع مورد بررسی متوسط عملکرد و مصرف انرژی به ترتیب حدود ۱۶۰۰۰۰کیلوگرم/هکتار و ۱۰۶۷۱۶/۲ مگاژول/هکتار بوده است. همچنین نتایج نشان داد که ورودی- خروجی انرژی و بهره‌وری انرژی به ترتیب ۱/۲، ۱۲۳۸۰/۳ مگاژول/تن و ۰/۰۹ مگاژول/کیلوگرم بوده است.

کوئسترز و لامل (Kuesters and lammel, 1999) بهره‌وری انرژی را برای محصول گندم زمستانه و چغندرقند در اروپا مورد بررسی قرار دادند. داده های مورد نیاز برای این منظور از ۷۶ گندمکار زمستانه و ۲۱ مزرعه کاشت چغندرقند بین سالهای ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۷ استخراج شده است. کل انرژی مصرفی محاسبه شده برای سیستمهای تولیدی گندم زمستانه و چغندرقند شامل کود شیمیایی، بذر، ماشین‌آلات و حمل ونقل از کارخانه به درون مزرعه می‌باشد. انرژی خروجی کل در قالب کل میزان برداشت با استفاده از ارزش سوخت فیزیکی ترکیب متابولیسم‌های مختلف غلات و چغندر محاسبه شده است. نسبت خروجی به ورودی انرژی برای گندم زمستانه بین ۶ تا ۱۳ و برای چغندرقند بین ۱۱ تا ۲۹ متغیر بوده است. این واریانس به شدت تولید و شرایط رشد محصولات بستگی دارد.

موهانسینگ (Mohansing, 2002) الگوی مصرف انرژی را برای یک نمونه متشکل از ۹۰ کشاورز از ۹ دهکده واقع در سه منطقه از هاریانا در کشور هند مورد بررسی قرار داد. بررسیهای انجام گرفته مربوط به محصولات خردل، گندم و چاودار و برنج آسیاب نکرده بوده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد محصولات گندم و برنج در مقایسه با سایر محصولات در نظرگرفته شده انرژی محورتر هستند. انرژی مصرف شده برای تولید برنج با شلتوک برابر با ۳۴۶۸ مگاژول/هکتار و برای گندم برابر با ۳۱۰۱۶ مگاژول/هکتار بوده است. انرژی مصرفی برای خردل و سورگوم به ترتیب برابر با ۱۷۲۱۵ مگاژول/هکتار و۱۲۶۹۱ مگاژول/هکتار بوده است.

سینگ و همکارانش (Singh and etal., 2007) الگوی مصرف انرژی را برای تولید گندم در سه منطقه غرب پاجستان، پنجاب و آتاپرادش در کشور هند مورد بررسی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده نسبت خروجی به ورودی انرژی را در مناطق پنجاب و آتارپرادش به ترتیب ۵/۲ و ۴/۲ گزارش کرد که حداکثر مقادیر را در بین این مناطق دارا بودند. مصرف انرژی در این مناطق حداقل بوده و مقدار آن به ترتیب ۴/۶ مگاژول/کیلوگرم برای پنجاب و ۶ مگاژول/کیلوگرم برای آتارپرادش گزارش شده است. همچنین نتایج به‌دست آمده نشان داد متوسط بهره‌وری محصول گندم در منطقه پنجاب به‌طور متوسط ۳۱ درصد از متوسط بهره‌وری منطقه بالاتر است.

اسنگان و همکارانش (Esengun and etal., 2007) مقدار ورودی- خروجی انرژی را برای محصول زردآلوی خشک شده برای منطقه مالاتیا واقع در کشور ترکیه مورد بررسی قرار دادند. داده‌های مورد نیاز برای این منظور از طریق پرکردن پرسشنامه توسط نمونه‌ای متشکل از ۹۷ کشاورز که به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند جمع‌آوری شده است. به منظور تجزیه و تحلیل‌های مورد نظر، نمونه مورد بررسی در دو گروه براساس اندازه مزرعه طبقه‌بندی شده‌اند؛ گروه اول کشاورزان با اندازه مزرعه ۰/۱ تا ۳ هکتار که شامل ۶۶ کشاورز بودند و گروه دوم کشاورزان با اندازه مزرعه بیش از۳/۱ هکتار که شامل ۳۱ کشاورز بودند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که میزان ۲۸۶۴۷/۰۳ مگاژول/هکتار انرژی توسط گروه اول و ۱۷۸۸۴/۷۲ مگاژول/هکتار انرژی توسط گروه دوم مصرف شده است. نسبت ورودی به خروجی انرژی و بهره‌وری‌به‌ترتیب‌برابر با ۱/۲۴ و ۰/۲۴ برای گروه‌اول و ۱/۳۱ و ۰/۲۵ برای‌گروه دوم بوده است. همچنین نتایج نشان داد که برای هر دو گروه کشاورزان سه چهارم کل انرژی مصرفی مربوط به منابع انرژی تجدیدناپذیر و یک چهارم باقی‌مانده مربوط به منابع انرژی تجدیدپذیر می‌باشند.

کیزیلاسلان (Kizilaslan, 2008) نسبت ورودی به خروجی انرژی را برای محصول گیلاس در منطقه توکات واقع در کشور ترکیه مورد ارزیابی قرار داد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد نسبت ورودی به خروجی برای محصول گیلاس در منطقه مذکور برابر با ۰/۹۶ بوده است.

همچنین در بین انرژیهای ورودی بالاترین مقدار مربوط به نهاده کود شیمیایی می‌باشد(۴۲ درصد). بعد از آن الکتریسیته و سوختهای فسیلی با ۲۲ و ۲۱ درصد در مراتب بعدی قرار دارند. نسبت ورودی به خروجی انرژی برای محصول گیلاس نشان داد که نهاده‌های مصرفی در تولید این محصول در منطقه فوق به‌طور کارا مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

در داخل کشور نیز محمدی و همکارانش (۲۰۰۸) انرژی ورودی- خروجی را برای محصول سیب‌زمینی در استان اردبیل مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. داده‌های مورد نیاز برای این منظور از طریق پرکردن پرسشنامه برای سال زراعی ۱۳۸۵ و توسط کشاورزانی که به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند، جمع‌آوری شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که کل انرژی ورودی برای محصول فوق برابر با ۸۱۶۲۴/۹۶ مگاژول/هکتار بوده که حدود ۴۰ درصد این انرژی مربوط به کودهای شیمیایی و ۲۰ درصد مربوط به سوخت دیزلی و ماشین‌آلات می‌باشد. حدود ۸۲ درصد از کل انرژی ورودی مصرفی برای محصول سیب‌زمینی مربوط به انرژی غیرمستقیم (شامل بذر، کود شیمیایی و حیوانی، سموم و ماشین‌آلات) و حدود ۱۸ درصد آن مربوط به انرژی مستقیم (شامل نیروی انسانی و دیزل) بوده است. با توجه به متوسط عملکرد سیب‌زمینی در منطقه که حدود ۲۸۴۳/۶۱ کیلوگرم/هکتار تحت شرایط نرمال می‌باشد و با درنظرگرفتن انرژی مربوط به بذر، خالص انرژی مصرفی و بهره‌وری انرژی به ترتیب ۲۰۸۰۸/۰۳ و ۰/۳۵ مگاژول/هکتار محاسبه شده است. مرور مطالعات انجام شده در زمینه مصرف انرژی در بخش کشاورزی برای محصولات مختلف نشان می‌دهد که مصرف انرژی در این بخش اقتصادی در کشورهای مختلف دارای روندی افزایشی بوده است. با این حال این نهاده تولیدی به‌طور بهینه مورد استفاده قرار نمی‌گیرید.

بررسیهای انجام شده در کشور ایران نیز نشان می‌دهد مصرف انرژی در بخش کشاورزی در این کشور دارای روندی صعودی بوده است. در سال ۱۳۶۴ کل انرژی مصرفی در بخش کشاورزی معادل ۲/۸ میلیون بشکه نفت خام بوده است. این رقم در سال ۱۳۷۱ به

۳۳/۱ میلیون بشکه افزایش یافت. پس از آن مصرف انرژی در بخش کشاورزی بین ۲۹ تا ۳۳ ملیون بشکه نفت خام در نوسان بوده است(ترازنامه انرژی،۱۳۸۴). با اجرای طرح برقی نمودن چاه‌های کشاورزی نسبت مصرف سوختهای فسیلی به کل انرژی مصرفی از ۱۰۰ درصد در سال ۱۳۴۶ به ۷۱/۷ درصد در سال ۱۳۸۳ کاهش یافته و سهم مصرف انرژی الکتریکی در این مدت از صفر به ۲۸/۳ درصد افزایش یافته است. بخش کشاورزی پس از حمل ونقل بزرگترین مصرف‌کننده گازوئیل در کشور می‌باشد(وزارت نیرو،۱۳۸۵). مقدار مصرف انرژی بخش کشاورزی در سال۱۳۸۱ معادل ۲۹/۲۲ میلیون بشکه(۳/۷ درصد کل مصرف انرژی) و به ارزش ۱۱۸۵/۴۵ میلیون دلار(۶/۴ کل ارزش مصرف انرژی) بوده است. این مقدار در سال ۱۳۸۳ معادل ۳۲/۲ میلیون بشکه نفت خام بوده که با توجه به افزایش شدید قیمت نفت خام در سالهای اخیر و متوسط مصرف سالانه انرژی در این بخش، اگر قیمت جهانی هر بشکه نفت را به‌طور متوسط ۸۰ دلار فرض کنیم، ارزش انرژی مصرفی این بخش حدود ۲/۵۸ میلیارد دلار می باشد. با توجه به روند فزاینده مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران، لازم است وضعیت فعلی مصرف انرژی در این بخش مورد بررسی قرار گیرد.

روش‌شناسی تحقیق

در سالهای اخیر سیستم تولید محصولات کشاورزی به دلیل کاربرد مکانیزاسیون، کودهای شیمیایی، بذور پربازده و حشره‌کش‌ها دستخوش تغییر و تحولات عمده‌ای شده است. وقوع این تحولات سبب تغییر جریان انرژی در بخش کشاورزی و وابستگی بیشتر این بخش به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به سوختهای فسیلی و سایر شکلهای انرژی شده است. از این رو لازم است وضعیت مصرف انرژی برای این سیستم جایگزین تولید مورد بررسی قرار گیرد تا آشکار شود آیا کاربرد انرژی در بخش کشاورزی در کشور ایران بهینه بوده است یا خیر؟ به این منظور کارایی، بهره‌وری و خالص انرژی در بخش کشاورزی در دوره زمانی ۱۳۵۰-۸۶

محاسبه شده است. در ادامه، پس از تعیین فرم تبعی مناسب، ارتباط بین انرژی خروجی با منابع مختلف انرژی ورودی مورد بررسی قرار گرفته تا مؤثرترین فرم انرژی در تولید محصولات کشاورزی تعیین گردد.

۱. محاسبه کارایی انرژی

برای محاسبه کارایی انرژی مصرفی از معیار نسبت خروجی به ورودی انرژی و برای محاسبه بهره‌وری از شاخص کندریک استفاده شده است. برای محاسبه شاخصهای فوق لازم است محتوای انرژی مربوط به محصولات نهایی تولید شده به عنوان انرژی خروجی و محتوای انرژی موجود در نهاده‌های تولیدی به عنوان انرژی ورودی محاسبه گردد. برای تعیین انرژی خروجی، کل محصولات کشاورزی به شش گروه اصلی شامل غلات، حبوبات، گیاهان صنعتی، دانه‌های روغنی، سبزیجات و میوه‌ها تقسیم شده و سپس محتوای انرژی هر گروه به تفکیک محصولات قرار گرفته در آن محاسبه شده است. جمع مقادیر به‌دست آمده در هر سال به عنوان کل انرژی خروجی در نظر گرفته شده است. شش گروه محصول فوق در مجموع شامل ۷۶ محصول می‌باشد که به تفصیل در جدول ۱ آورده شده‌اند. برای محاسبه محتوای انرژی مربوط به هر یک از محصولات از ضرایب تبدیل به کار رفته در مطالعه هاتیرلی و همکارانش (۲۰۰۵) استفاده شده است. این ضرایب به تفکیک گروه محصولات در جدول ۲ گزارش شده است.

پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱. گروه محصولات کشاورزی

گروه	گروه محصولات		محصولات قرار گرفته در هر گروه
۱	غلات		گندم، ذرت،برنج، جو
۲	حبوبات		باقلا، لوبیا،نخود، عدس
۳	گیاهان صنعتی		بادیان، کتان،کنف، چغندرقند، نیشکر، توتون، تنباکو، چای، پنبه، گلرنگ، آفتابگردان، سویا، کنجد، کرچک، بادام زمینی، پنبه دانه، برزک
۴	گیاهان غده ای		سیر، پیاز، سیب زمینی، چغندر
۵	سبزیجات	سبزیجات میوه نما	کدو تنبل، کدو مسما، گوجه فرنگی، فلفل سبز، خیار، بادمجان، خربزه، هندوانه
		سبزیجات ریشه‌ای و غده‌ای	هویج، ترب، تربچه
		سبزیجات برگی و خوراکی	کرفس، اسفناج، تره فرنگی، کلم برگ، کاهو
		سایر	مارچوبه، کلم گل
۶	میوه‌ها	خشکبار	پسته، بادام، گردو، فندق
		میوه های هسته دار	آلبالو، گیلاس، زردآلو، زیتون، هلو، آلو، عناب، توت
		انگور و غیره	توت، انجیر، توت فرنگی، موز، انار، خرمالو، انگور
		میوه های دانه دار	گلابی، به، سیب
		مرکبات	لیمو، پرتقال، نارنگی، لیمو ترش، گریپ فروت

مأخذ: هاتیرلی و همکاران، ۲۰۰۶

جدول ۲. معادل انرژی محصولات تولیدی(مگاژول/کیلوگرم)

محصولات تولیدی		معادل انرژی (MJ/KG)	محصولات تولیدی		معادل انرژی (MJ/KG)
غلات		۱۴/۷	حبوبات		۱۴/۷
سبزیجات	سبزیجات میوه‌ای	۰/۸	میوه‌ها	خشکبار	۱۱/۸
	خربزه و هندوانه	۱/۹		میوه های هسته دار	۱/۹
	سبزیجات ریشه‌ای و غده‌ای	۱/۶		انگور و غیره	۱۱/۸
	سبزیجات برگی و خوراکی	۱/۲		میوه های دانه دار	۱/۹
	سایر	۱/۶		مرکبات	۱/۹
گیاهان صنعتی	چغندرقند و نیشکر	۵/۰۴		سیب زمینی	۳/۶
	چای	۰/۸	گیاهان ریشه‌ای	سایر	۱/۶
	توتون وتنباکو	۰/۸			
	سایر	۱۱/۸			
	دانه های روغنی	۲۵			

مأخذ: هاتیرلی و همکاران، ۲۰۰۵

مجموع محتوای انرژی مربوط به نهاده‌های تولیدی به عنوان کل انرژی ورودی در بخش کشاورزی در نظر گرفته شده است. نهاده‌های در نظر گرفته شده در تحقیق حاضر شامل نیروی انسانی، ماشین‌آلات، کود، بذر، برق و فراورده‌های نفتی می‌باشد. برای محاسبه کل انرژی ورودی لازم است محتوای انرژی مربوط به هر یک از نهاده‌ها به‌طور جداگانه محاسبه شود. انرژی مربوط به نیروی انسانی در بخش کشاورزی با این فرض که هر کارگر بخش کشاورزی‌در هر سال ۲۱۰ روز و در هر روزبه‌طور متوسط ۸ ساعت‌کار می‌کندومحتوای انرژی هر ساعت‌کار ۱/۹۶ مگاژول‌می‌باشد، محاسبه‌می‌گردد (Mohammadi, and etal., 2008). برای محاسبه انرژی مربوط به ماشین‌آلات، کل تراکتورهای مورد استفاده در بخش کشاورزی

در هر سال در نظر گرفته شده است، با فرض اینکه متوسط ساعات کار تراکتورها در هر سال ۷۲۰ ساعت می‌باشد و محتوای انرژی هر ساعت کار تراکتور معادل ۶۲/۷ مگاژول است (همان منبع). کودهای شیمیایی یکی از مؤثرترین نهاده‌های تولیدی در راستای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشند. کودهای شیمیایی در ایران بیشتر از نوع نیتراته، فسفاته و پتاسه است. ازاین رو در این تحقیق به منظور محاسبه کل انرژی مربوط به کودهای شیمیایی تنها همین اشکال مرسومتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. برای محاسبه محتوای انرژی مربوط به هر یک از اقلام مختلف کودهای شیمیایی، مقدار مصرفی هر کود در هر سال در ضرایب به کار رفته در مطالعه هاتیرلی و همکارانش(۲۰۰۵) ضرب شده است. یکی دیگر از نهاده‌های مهم تولیدی در بخش کشاورزی بذر است. این نهاده تنها برای تعدادی از محصولات به‌طور سالانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای محاسبه محتوای انرژی موجود در بذور از ضرایب به کار رفته در مطالعه هاتیرلی و همکارانش(۲۰۰۵) استفاده شده است. ضرایب مربوط به محتوای انرژی نهاده‌های تولیدی در بخش کشاورزی در جدول ۳ گزارش شده است.

جدول ۳. معادل انرژی نهاده‌های تولیدی

نهاده های مهم تولیدی در بخش کشاورزی		معادل انرژی (MJ)	نهاده های مهم تولیدی در بخش کشاورزی		معادل انرژی (MJ)
نیروی انسانی(ساعت)		[۵]۱/۹۶	ماشین آلات(ساعت)		[۵]۶۲/۷
بشکه نفت خام (عدد)		$۱۶۳/۴\times۱۰^{-۶}\div۱$[۴]			
کود شیمیایی	نیتروژن(کیلوگرم)	[۸]۶۴/۴	غلات(کیلوگرم)	بذر	[۸]۲۵
	فسفات آمونیوم(کیلوگرم)	[۸]۱۱/۹۶	حبوبات(کیلوگرم)		[۸]۲۵
	K2O	[۸]۶/۷	دانه های روغنی(کیلوگرم)		[۸]۳/۶
			بذور مربوط به گیاهان ریشه ای(کیلوگرم)		[۸]۱۴/۷

مأخذ: هاتیرلی و همکاران (۲۰۰۵)، محمدی و همکاران (۲۰۰۸)

انرژی الکتریسیته و فراورده‌های نفتی یکی دیگر از نهاده‌های مهم تولیدی در بخش کشاورزی می‌باشند که مصرف آنها دارای روندی فزاینده بوده است. آمار منتشر شده در خصوص میزان مصرف الکتریسیته و فراورده‌های نفتی در ایران بر حسب واحد بشکه نفت خام گزارش شده است، اما برای وارد کردن مقادیر فوق در تجزیه و تحلیل‌های مورد نظر، مقادیر باید بر حسب واحد ژول باشد. از این‌رو مقادیر مربوط به مصرف برای تبدیل به واحد ژول باید در ضریب تبدیل مربوطه ضرب شوند. ضریب $۱\div۱۶۳/۴\times۱۰^{-۶}$ دو شکل انرژی فوق را به واحد مگا ژول تبدیل می‌کند(ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴). بعد از محاسبه میزان انرژی ورودی و خروجی برای محصولات کشاورزی با استفاده از رابطه ۱ می‌توان کارایی انرژی مصرفی را با رویکرد ورودی- خروجی انرژی محاسبه نمود (Mohammadi, and etal., 2008).

$$E_e = \frac{O_e}{I_e} \qquad (۱)$$

در رابطه بالا E_e بیانگر کارایی مصرف انرژی و در واقع مبین میزان انرژی خروجی به ازای یک مگاژول انرژی ورودی می‌باشد. مقدار عددی بالاتر برای نسبت فوق نشاندهنده بالاتر بودن کارایی مصرف انرژی است. O_e کل انرژی خروجی (مگاژول/هکتار) و I_e کل انرژی ورودی (مگاژول/هکتار) می‌باشد. همچنین میزان انرژی خالص که تفاضل انرژی خروجی و ورودی است، با استفاده از رابطه ۲ قابل محاسبه می‌باشد(همان منبع).

$$NE = O_e - I_e \qquad (۲)$$

در رابطه بالا NE بیانگر انرژی خالص می‌باشد. متغیرهای O_e و I_e قبلاً در رابطه ۱ تعریف شده‌اند. این شاخص مبین خالص انرژی خروجی از مزرعه می‌باشد. منفی بودن آن نشان می‌دهد انرژی خروجی از مزرعه به اندازه انرژی وارد شده به آن نبوده است، در نتیجه ناکارایی انرژی وجود دارد.

۲. محاسبه بهره‌وری انرژی با استفاده از روش کندریک

در متون اقتصادی عموماً براساس سه نوع داده‌های سری زمانی، داده‌های مقطعی و داده‌های تابلویی، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید محاسبه می‌گردد. با توجه به اینکه داده‌های به کار رفته در تحقیق حاضر از نوع داده‌های سری زمانی است باید با استفاده از روش مربوط به این داده‌ها بهره‌وری کل عوامل تولید محاسبه شود. محاسبه رشد بهره‌وری براساس داده‌های سری زمانی به دو شیوه مطلق و نسبی صورت می‌گیرد. در شیوه مطلق داده‌های سری زمانی برای هر بخش، کشور و... بدون وابستگی به داده‌ها و اطلاعات سری زمانی سایر بخشها، کشورها و... مورد استفاده و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در تمام بخشها محاسبه و سپس برای بخشهای فوق با یکدیگر مقایسه و تحلیل می‌شود، اما در شیوه مطلق امکان محاسبه مقادیر مختلف سطوح بهره‌وری وجود ندارد. ازآنجاکه هدف تحقیق حاضر محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید برای بخش کشاورزی می‌باشد، از شیوه مطلق استفاده شده است. در این روش که اولین بار توسط تین‌برگن در سالهای ۱۹۴۲ و ۱۹۵۹ ارائه گردید، از فرم‌تعمیم‌یافته تابع تولید کاب- داگلاس استفاده شده است(اکبری و رنجکش، ۱۳۸۲). در ابتدا سهم نهاده‌های به کار رفته در تولید محاسبه می‌گردد تا آشکار شود چه میزان از رشد محصول‌به واسطه رشد نهاده‌های ورودی و چه میزان به واسطه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بوده است. به این منظور لازم است کششهای نهاده‌ای هر یک از عوامل تولید به کار رفته در تولید محصول محاسبه گردد. از آنجاکه براورد کششها براساس تابع تولید انجام می‌گیرد، مناسبتر این است که از تابع تولیدی استفاده شود که بتواند کششهای نهاده‌ای مربوط به هر یک از عوامل تولید را به تفکیک و به صورت مستقیم ارائه کند. از این‌رو مناسبترین فرم تابع تولید، تابع کاب- داگلاس می‌باشد که شکل لگاریتمی آن به صورت رابطه ۳ است(اکبری و رنجکش،۱۳۸۲).

$$\ln Q_t = a_t + \alpha \ln L_t + \beta \ln K_t \qquad (۳)$$

در رابطه فوق a_t عرض از مبدأ، $\ln Q_t$ لگاریتم طبیعی میزان تولید، $\ln K_t$ و$\ln L_t$ به ترتیب لگاریتم طبیعی موجودی سرمایه ونیروی کار می‌باشد. کششهای نهاده‌ای مربوط به

عوامل تولید هستند که مستقیماً از تخمین این رابطه به‌دست می‌آیند. مقادیر حاصل با توجه به رابطه ۴، برای محاسبه رشد مطلق بهره‌وری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

$$\varpi_t = \frac{\partial TFP_t}{\partial t} = q_t - \frac{\partial Q_t}{\partial L_t}.\frac{L_t}{Q_t}.l_t - \frac{\partial Q_t}{\partial K_t}.\frac{K_t}{Q_t}.k_t \Rightarrow \varpi_t = q_t - \alpha.l_t - \beta.k_t \quad (۴)$$

در رابطه بالا q_t، l_t و k_t به ترتیب نرخ رشد ستانده، نیروی کار و سرمایه و ω_t نیز نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید است. برای دستیابی به سطوح مختلف بهره‌وری کل عوامل از رابطه ۵ استفاده می‌شود.

$$TFP_t = \frac{Q_t}{\alpha.L_t + \beta.K_t} \quad (۵)$$

با استفاده از رابطه ۵ می‌توان سطوح بهره‌وری کل عوامل تولید برای بخش کشاورزی را برای سالهای مختلف محاسبه نمود. در تحقیق حاضر برای تعیین وضعیت بهره‌وری مصرف انرژی، تابع تولید براساس معادل انرژی موجود در نهاده‌های مصرفی و محصول تولیدی براورد شده است. تابع تولید با فرم کاب–داگلاس برای شش نهادهٔ اصلی در نظر گرفته شده و محصول به صورت رابطه ۶ است:

$$Q = A.X_1^{\alpha_1}.X_2^{\alpha_2}.X_3^{\alpha_3}.X_4^{\alpha_4}.X_5^{\alpha_5}.X_6^{\alpha_6} \quad (۶)$$

در رابطه بالا Q معادل انرژی محصول تولیدی، X_1 معادل انرژی نیروی انسانی، X_2 معادل انرژی مربوط به دیزل، X_3 معادل انرژی مربوط به الکتریسیته، X_4 معادل انرژی مربوط به تراکتور، X_5 معادل انرژی مربوط به بذر و X_6 معادل انرژی مربوط به کودهای شیمیایی می‌باشند. به دلیل وجود مشکل خودهمبستگی و کمبود سری زمانی داده‌ها امکان براورد تابع تولید براساس سطح متغیرهای فوق وجود ندارد. برای رفع این مشکل به جای کاربرد متغیرها در سطح، از یک شاخص ترکیبی با عنوان کل انرژی فیزیکی استفاده شده است. شاخص مذکور مجموع انرژی مربوط به نیروی انسانی، انرژی الکتریسیته، فراورده‌های نفتی و تراکتور می‌باشد. این شاخص در کنار انرژی مربوط به کودهای شیمیایی و انرژی بذر، تابع تولید براوردی به فرم رابطه ۷ را تشکیل می‌دهد (Hatirli and etal., 2006).

$$Q = B.P^{b_1}.X_5{}^{b_2}.X_6{}^{b_3} \quad (۷)$$

در رابطه بالا P کل انرژی فیزیکی است. فرم لگاریتمی رابطه بالا به صورت زیر است:

$$LNQ = b + b_1 \ln P + b_2 \ln X_5 + b_3 \ln X_6 \quad (۸)$$

هدف دیگر مقاله حاضر بررسی ارتباط بین خروجی انرژی و شکلهای مختلف انرژی ورودی می‌باشد. شکلهای در نظر گرفته شده برای بررسی عبارتند از: انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و انرژی مستقیم و غیرمستقیم. انرژی تجدیدپذیر شامل انرژی موجود در نیروی انسانی و بذور می‌باشد. انرژی تجدیدناپذیر شامل فراورده‌های نفتی، انرژی موجود در کود شیمیایی و ماشین‌آلات است. انرژی غیرمستقیم شامل انرژی موجود در بذور، کودهای شیمیایی و ماشین‌آلات می‌باشد. انرژی مستقیم شامل انرژی موجود در نیروی انسانی و انرژی فراورده‌های نفتی و الکتریسیته است. برای ایجاد ارتباط بین صورتهای انرژی فوق با انرژی خروجی، قبل از هرچیز لازم است مناسبترین فرم تبعی با توجه به داده‌های موجود تعیین گردد. از آنجا که سه فرم کاب-داگلاس، ترانسندنتال و چندجمله‌ای نسبت به سایرین مرسومتر هستند، فرمهای تبعی فوق با توجه به داده‌های موجود با استفاده از نرم‌افزار eviews براورد و سپس با استفاده از آزمون F (حداقل مربعات مقید) با هم مقایسه شده‌اند تا بهترین فرم تبعی که با مبانی تئوریک نیز سازگاری دارد انتخاب شود. در ابتدا مدل کاب- داگلاس و چند جمله‌ای با هم مقایسه شده‌اند. در این حالت مدل کاب-داگلاس به عنوان مدل مقید و چند جمله‌ای به عنوان مدل غیرمقید در نظر گرفته شده است. برای استفاده از آزمون F، در ابتدا باید رابطه ۹ محاسبه شود:

$$F = \frac{(R^2{}_{ur} - R^2{}_r)/M}{(1-R^2{}_{ur})/(N-K)} \quad (۹)$$

در رابطه بالا $R^2{}_{ur}$ و $R^2{}_r$ به ترتیب ضریب همبستگی رگرسیونهای غیرمقید و مقید، N تعداد مشاهدات، K تعداد پارامترها در رگرسیون غیرمقید و M تعداد متغیرهای اضافه شده در مدل غیرمقید می‌باشد. آماره محاسباتی فوق با مقادیر بحرانی در جداول مربوطه مقایسه می‌گردد. در صورت معنی‌دار بودن این آماره، مدل غیرمقید پذیرفته می‌شود و در غیر این صورت مدل مقید مناسبتر است. سپس مدل انتخاب شده در مرحله قبل با فرم تبعی ترانسندنتال

مقایسه می‌گردد و باتوجه به نتایج به دست آمده از آزمونF، شکل تبعی‌مناسب‌تعیین می‌گردد. داده‌های مورد نیاز برای بررسیهای مورد نظر مربوط به دوره زمانی ۱۳۸۶-۳۵۰ می‌باشد که از منابع مختلفی همچون پایگاه اطلاعاتی فائو، سالنامه‌های آماری سالهای مختلف و ترازنامه مصرف انرژی جمع‌آوری شده است.

نتایج و بحث

محتوای انرژی مربوط به نهاده‌ها و محصولات تولیدی در بخش کشاورزی و کل انرژی خروجی و ورودی برای این بخش در دوره مورد بررسی با توجه به توضیحات ذکر شده محاسبه گردید. سپس کارایی و خالص انرژی به ترتیب با توجه به روابط ۱ و ۲ محاسبه شد. نتایج به‌دست آمده در جدول ۴ گزارش شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، میزان انرژی ورودی طی دوره مورد بررسی روند صعودی داشته است به‌طوری که مقدار آن از ۸/۳۶ (گیگاژول/هکتار) درسال ۱۳۵۰ به‌مقدار ۲۹/۷۶ (گیگاژول/هکتار) در سال ۱۳۸۶ رسیده است. میزان انرژی خروجی نیز روندی صعودی با شیبی کندتر، نسبت به انرژی ورودی داشته است به‌طوری که مقدارآن از ۲۱/۰۶ (گیگاژول/هکتار) در سال ۱۳۵۰ به ۳۹/۱۷ (گیگاژول/هکتار) در سال ۱۳۸۶ رسیده است.

جدول ٤. محاسبه انرژی ورودی، خروجی، کارایی انرژی و انرژی خالص

سال	کل انرژی ورودی	کل انرژی خروجی	نسبت خروجی به ورودی انرژی (کارایی)	انرژی خالص
۱۳۵۰	۸/۳۶	۲۱/۰۶	۲/۵۲	۱۲/۷
۱۳۵۱	۹/۳۲	۲۱/۵	۲/۳۱	۱۲/۲
۱۳۵۲	۱۱/۱	۲۲/۲	۲/۰۱	۱۱/۲
۱۳۵۳	۱۱/۴	۲۲/۷	۱/۹۹	۱۱/۳
۱۳۵۴	۱۱/۹	۲۴/۵	۲/۰۶	۱۲/۶
۱۳۵۵	۱۳/۳	۲۴	۱/۸	۱۰/۶
۱۳۵۶	۱۶	۲۴/۹	۱/۵۶	۸/۸۹
۱۳۵۷	۱۵/۲	۲۵/۲	۱/۶۵	۹/۹۵
۱۳۵۸	۱۷/۹	۲۵/۹	۱/۴۵	۸/۰۳

ادامه جدول ٤

۱۳۵۹	۱۶/۹	۲۶/۱	۱/۵۵	۹/۲
۱۳۶۰	۱۶/۶	۲۶/۹	۱/۶۲	۱۰/۳
۱۳۶۱	۲۰/۲	۲۷/۲	۱/۳۵	۷
۱۳۶۲	۲۳/۲	۲۸/۱	۱/۲۱	۴/۸۲
۱۳۶۳	۲۳/۲	۲۶/۸	۱/۱۵	۳/۵۵
۱۳۶۴	۲۳/۸	۲۹/۳	۱/۲۳	۵/۴۲
۱۳۶۵	۲۳/۵	۲۹/۶	۱/۲۶	۶/۰۶
۱۳۶۶	۲۴/۱	۲۹/۷	۱/۲۳	۵/۵۷
۱۳۶۷	۲۴/۵	۳۰/۶	۱/۲۵	۶/۰۹
۱۳۶۸	۲۷/۱	۳۱/۳	۱/۱۵	۴/۱۶
۱۳۶۹	۲۵/۹	۳۱/۸	۱/۲۲	۵/۸۲
۱۳۷۰	۲۶/۸	۳۱	۱/۱۶	۴/۱۹
۱۳۷۱	۲۸/۲	۳۱/۴	۱/۱۱	۳/۱۶
۱۳۷۲	۲۴	۳۱/۴	۱/۳۱	۷/۴۵
۱۳۷۳	۲۶/۴	۳۲/۲	۱/۲۲	۵/۸۴
۱۳۷۴	۲۶	۳۲/۶	۱/۲۵	۶/۶۱
۱۳۷۵	۲۶/۴	۳۱	۱/۱۸	۴/۶۲
۱۳۷۶	۲۸/۴	۳۳/۷	۱/۱۸	۵/۲۶
۱۳۷۷	۲۹/۲	۳۴/۲	۱/۱۷	۴/۹۵
۱۳۷۸	۳۳	۳۵/۲	۱/۰۷	۲/۲۷
۱۳۷۹	۳۳/۱	۳۵/۸	۱/۰۸	۲/۷
۱۳۸۰	۳۰/۶	۳۶	۱/۱۸	۵/۴۲
۱۳۸۱	۲۷/۹	۳۶/۱	۱/۲۹	۸/۱۶
۱۳۸۲	۲۹/۲	۳۶/۸	۱/۲۶	۷/۶۹
۱۳۸۳	۲۸/۷	۳۷/۳	۱/۳	۸/۶
۱۳۸۴	۲۸/۱	۳۷/۸	۱/۳۴	۹/۶۲
۱۳۸۵	۲۸/۱	۳۸/۳	۱/۳۶	۱۰/۲
۱۳۸۶	۲۹/۷۶	۳۹/۱۷	۱/۳۲	۹/۴۲
متوسط	۲۲/۹	۳۰/۲	۱/۴۲	۷/۳۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نسبت خروجی به ورودی انرژی یا همان کارایی مصرف انرژی در بخش کشاورزی، تا سال ۱۳۶۲ دارای روندی نزولی و مقدار آن برای بقیه سالها تقریباً ثابت بوده است. با توجه به محاسبات، متوسط کارایی انرژی در بخش کشاورزی در دوره مورد بررسی ۱/۴۲ به‌دست آمده است. کاهش تقریبی که در روند نسبت خروجی به ورودی انرژی مشاهده شده است نشان می‌دهد بخش کشاورزی در کشور ایران یک بخش نهاده‌بر است و در مصرف نهاده‌ها چندان کارا عمل نمی‌کند و متناسب با انرژی وارد شده به مزرعه قادر به برداشت انرژی نبوده است. خالص انرژی مصرفی نیز در بخش کشاورزی در دوره مورد بررسی روندی نوسانی داشته است.

در ادامه، بهره‌وری انرژی مصرفی در دوره مورد بررسی با استفاده از شاخص کندریک محاسبه شده است. به این منظور در ابتدا با استفاده از رابطه ۸ تابع تولید بخش کشاورزی با رویکرد انرژی ورودی و خروجی براورد شده و سپس با استفاده از روابط ۴ و ۵، به ترتیب رشد بهره‌وری کل انرژی و سطوح بهره‌وری کل انرژی ورودی در بخش کشاورزی محاسبه گردیده است. از آنجاکه داده‌های به کار رفته در تحقیق حاضر از نوع داده‌های سری زمانی است، باید قبل از براورد رابطه ۸، پایایی متغیرهای موجود در مدل بررسی شود. به این منظور از آزمون دیکی- فولر استفاده شده است. آماره محاسباتی مربوط به متغیرهای مدل با حضور عرض از مبدأ و روند زمانی در جدول ۵ گزارش شده است.

جدول ۵. بررسی ایستایی متغیرها

متغیر	آماره ADF در سطح (با عرض از مبدأ و روند)	سطح معنی‌داری
LN(Q)	-۳/۶۳	۰/۰۰۹
LN(p)	-۳/۱۲	۰/۰۰۱۶
$LN(X_5)$	-۲/۸۵	۰/۰۲۶
$LN(X_6)$	-۴/۸	۰/۰۰۲۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به مقادیر عددی آماره محاسباتی، فرض صفر مبنی بر وجود ریشه واحد رد می‌گردد. از این‌رو براورد رابطه ۸ با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی بلامانع است. رابطه براوردی به صورت معادله ۱۰ می‌باشد:

$$LN(Q)=۲/۹۲+۰/۰۶۶LN(P)+۰/۰۱۵LN(X_۵)+۰/۰۳۴\ LN(X_۶)+۰/۰۱۲\ T \qquad (۱۰)$$

(۴۲/۹۷) (۲/۵۳) (۰/۲۵) (۱/۸۲) (۱۵/۹۲)

R^2=۰/۹۸۶ D-W=۱/۸۳ F=۵۶۷/۳۸

در رابطه بالا T مبین روند زمان است. مقادیر گزارش شده داخل پرانتزها نیز نشاندهنده آماره t می‌باشد. با توجه به مقادیر فوق، تمام متغیرهای وارد شده در مدل به جز انرژی مربوط به بذور، تأثیری مثبت و معنی‌دار بر انرژی خروجی در بخش کشاورزی دارند. با توجه به ضرایب براوردی کششهای نهاده‌ای برای کل انرژی فیزیکی، انرژی بذور و انرژی مربوط به کودهای شیمیایی به ترتیب برابر با ۰/۶۶، ۰/۰۱۵ و ۰/۰۳۴ می‌باشد. با توجه به کششهای براوردی و روابط ۴ و ۵، به ترتیب رشد بهره‌وری کل انرژی ورودی و سطوح بهره‌وری انرژی ورودی محاسبه شده است. نتایج به‌دست آمده در جدول ۶ گزارش شده است.

جدول ٦. بهره‌وری، رشد بهره‌وری کل انرژی ورودی و سهم انرژیهای مختلف در کل انرژی ورودی

سال	رشدبهره‌وری کل انرژی ورودی	بهره وری کل انرژی ورودی	سهم انرژی بذور	سهم انرژی ماشین آلات	سهم انرژی شیمیایی	سهم انرژی نیروی کار	سهم انرژی الکتریسیته	سهم انرژی فراورده‌های نفتی	سهم انرژی فیزیکی در کل انرژی ورودی
۱۳۵۰	۱۷/۹۱	۶/۴	۰/۳۱	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۳۹	۰/۵۸
۱۳۵۱	۱۸/۴۱	۶/۴۵	۰/۲۶	۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۵۳
۱۳۵۲	۱۸/۷۲	۵/۸۷	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۲۸	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۵
۱۳۵۳	۱۸/۹	۵/۵۸	۰/۲۲	۰/۰۲	۰/۲۶	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۳۹	۰/۵۲
۱۳۵۴	۲۰/۱۴	۵/۳۴	۰/۱۹	۰/۰۲	۰/۲۴	۰/۱	۰/۰۱	۰/۴۴	۰/۵۷
۱۳۵۵	۱۸/۸	۴/۴۱	۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۴۸	۰/۶
۱۳۵۶	۱۸/۵۶	۳/۷۵	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۲۴	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۵	۰/۶۱
۱۳۵۷	۱۸/۷۴	۳/۷۵	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۱۹	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۵۳	۰/۶۵

ادامه جدول٦

۱۳۵۸	۱۹/۲۲	۳/۶۵	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۲۶	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۴۸	۰/۵۹
۱۳۵۹	۱۹/۹۸	۴/۰۲	۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۴۶	۰/۵۶
۱۳۶۰	۲۱/۱۶	۴/۳۴	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۳۲	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۴۵	۰/۵۵
۱۳۶۱	۲۰/۲۵	۳/۶۲	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۳۴	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۴۵	۰/۵۴
۱۳۶۲	۱۹/۸۷	۳/۱۸	۰/۱	۰/۰۲	۰/۳۵	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۴۷	۰/۵۵
۱۳۶۳	۱۷/۸۶	۲/۸۳	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۲۹	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۵۱	۰/۶
۱۳۶۴	۱۹/۴۸	۲/۸۵	۰/۱	۰/۰۳	۰/۲۶	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۵۴	۰/۶۴
۱۳۶۵	۲۰/۳۸	۳/۰۴	۰/۱	۰/۰۳	۰/۲۹	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۵۱	۰/۶۱
۱۳۶۶	۱۹/۸۹	۲/۸۸	۰/۱	۰/۰۳	۰/۲۷	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۵۳	۰/۶۳
۱۳۶۷	۲۰/۶۹	۲/۹۲	۰/۱	۰/۰۳	۰/۲۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۵۳	۰/۶۳
۱۳۶۸	۲۱/۰۴	۲/۸۷	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۳۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۴۹	۰/۵۹
۱۳۶۹	۲۱/۱۶	۲/۸۵	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۵۳	۰/۶۴
۱۳۷۰	۲۰/۱۳	۲/۷۱	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۲۸	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۵۳	۰/۶۳
۱۳۷۱	۲۰/۶۱	۲/۷۴	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۳۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۵۱	۰/۶
۱۳۷۲	۲۱/۲۲	۲/۹۴	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۲۵	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۵۵	۰/۶۶
۱۳۷۳	۲۱/۱۹	۲/۷۸	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۲۶	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۵۳	۰/۶۵
۱۳۷۴	۲۱/۹۳	۲/۹	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۲۸	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۵۱	۰/۶۴
۱۳۷۵	۲۰/۳۸	۲/۷۷	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۲۹	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۵	۰/۶۳
۱۳۷۶	۲۳	۲/۹۵	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۳۳	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۴۶	۰/۵۹
۱۳۷۷	۲۲/۷۷	۲/۸۲	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۳۳	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۴۸	۰/۶۱
۱۳۷۸	۲۲/۷۹	۲/۶۵	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۴۵	۰/۵۹
۱۳۷۹	۲۳/۴۲	۲/۷۱	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۴۳	۰/۵۹
۱۳۸۰	۲۴/۶۵	۲/۹۶	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۴۱	۰/۵۸
۱۳۸۱	۲۵/۸۹	۳/۳۱	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۳۵	۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۳۸	۰/۵۷
۱۳۸۲	۲۵/۹۵	۳/۱۷	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۳۹	۰/۵۹
۱۳۸۳	۲۶/۷۱	۳/۳	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۳۷	۰/۵۸
۱۳۸۴	۲۷/۱۴	۳/۳۴	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۳۳	۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۳۷	۰/۵۹
۱۳۸۵	۲۷/۶۴	۳/۳۸	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۳۳	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۳۸	۰/۵۹
۱۳۸۶	۲۷/۵۳	۳/۱۷	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۳۲	۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۴	۰/۶۱
متوسط	۲۱/۴۶	۳/۵۵	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۹	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۴	۰/۵۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج به‌دست آمده، رشد بهره‌وری کل انرژی ورودی دارای روند صعودی بوده به‌طوری که مقدار آن از ۱۷/۹ در سال ۱۳۵۰، به ۲۷/۵۳ در سال ۱۳۸۶ رسیده است. متوسط رشد بهره‌وری انرژی در دوره مورد بررسی برابر با ۲۱/۴۶ بوده که نشاندهنده رشد مناسب بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی در این دوره بوده است. در مقابل، سطح بهره‌وری کل انرژی ورودی در این دوره روندی نزولی داشته به‌طوری‌که مقدار آن از ۶/۴ در سال ۱۳۵۰ به ۲/۸۳ در سال ۱۳۶۳ رسیده است. از سال ۱۳۶۳ به بعد میزان بهره‌وری انرژی دارای روندی تقریباً یکنواخت با واریانس کم بوده و متوسط میزان بهره‌وری کل انرژی ورودی در دوره مورد بررسی برابر با ۳/۵۵ بوده‌است. بررسیهای انجام شده در خصوص سهم هر یک از انرژیهای فوق در کل انرژی ورودی نشان می‌دهد بالاترین سهم انرژی ورودی مربوط به انرژی فیزیکی می‌باشد. متوسط سهم انرژی فیزیکی ۰/۶ بوده است. سهم انرژی مربوط به کودهای شیمیایی و بذور در رتبه‌های بعدی قرار دارند. متوسط سهم مربوط به آنها به ترتیب ۰/۳ و ۰/۱۲ می‌باشد.

در ادامه، ارتباط بین انرژی خروجی و صورتهای مختلف انرژی ورودی مورد بررسی قرار گرفته است. به این منظور در ابتدا مناسبترین فرم تبعی برای داده‌ها با استفاده از آزمون F تعیین شده است. قدرمطلق آماره F محاسباتی برای صورت انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر برابر با ۰/۱۷ محاسبه شده است. با توجه به معنی‌دار نبودن آماره فوق، مدل غیرمقید یعنی کاب-داگلاس پذیرفته می‌شود، لذا مدل کاب-داگلاس با ترانسندنتال مقایسه می‌گردد. مقدار عددی آماره محاسباتی در این حالت برابر با ۱/۳۴ می‌باشد. به دلیل معنی‌دار نبودن آماره فوق، مدل کاب-داگلاس به عنوان مدل مناسب برای بررسی ارتباط بین انرژی خروجی و انرژی ورودی به فرم مستقیم و غیرمستقیم انتخاب شده است. برای براورد مدل انتخابی با توجه به ماهیت داده‌ها، لازم است پایایی متغیرهای موجود در مدل بررسی شود. به این منظور از آزمون دیکی- فولر استفاده شده است. نتایج آزمون فوق در جدول ۷ گزارش شده است.

جدول ۷. بررسی ایستایی متغیرها

متغیر	آماره ADF (با عرض از مبدأ و روند)	سطح معنی‌داری
LN(Q)	-۳/۶۳	۰/۰۰۹
LN(RE)	-۴/۶	۰/۰۰۶
LN(NRE)	-۴/۳	۰/۰۰۸
LN(DE)	-۳/۲۲	۰/۰۹۶
LN(IDE)	-۳/۰۳	۰/۰۴۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به آماره‌های محاسباتی، فرض وجود ریشه واحد در سطح معنی‌داری ۰/۰۵درصد رد می‌شود. از این رو امکان براورد معادله با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی وجود دارد. معادله براوردی به صورت رابطه ۱۱ می‌باشد:

$$LN(Q)=۲/۹+۰/۰۸۹(RE)+۰/۰۰۳LN(NRE)+۰/۰۳۴\ LN(X_۶)+۰/۰۱۲\ T \qquad (۱۱)$$

(۶/۸۹) (۵/۳) (۰/۰۴۸) (۴/۶۹)

R^2=۰/۹۸ D-W=۱/۹۹ F=۵۹۰/۳

در رابطه بالا LN(RE) بیانگر لگاریتم طبیعی انرژی تجدیدپذیر، LN(NRE) مبین لگاریتم طبیعی انرژی تجدیدناپذیر و مقادیر داخل پرانتز آماره t، مربوط به متغیرهای وارد شده در مدل می‌باشند. با توجه به مقادیر مربوط به آماره t تمام متغیرهای وارد شده در مدل به جز انرژی تجدیدناپذیر، تأثیری مثبت و معنی‌دار بر انرژی خروجی در بخش کشاورزی دارند. با توجه به تعریف کشش و روشهای متداول آن و نیز فرم تبعی در نظر گرفته شده، ضرایب براوردی برای متغیرهای توضیحی در حقیقت بیانگر کشش متغیرها بوده و میزان تغییر در انرژی خروجی به ازای تغییر در هر یک از صورتهای مختلف انرژی را نشان می‌دهند. با توجه به مدل براوردی، بیشترین ضریب و به تبع آن بزرگترین مقدار کشش مربوط به انرژی تجدیدپذیر است. با توجه به اینکه انرژی تجدیدپذیر شامل محتوای انرژی مربوط به نیروی

انسانی و بذر می‌باشد می‌توان دریافت که کاربرد نیروی انسانی و بذرِ بیشتر، تأثیر مؤثرتری بر میزان ستانده و درنتیجه انرژی‌خروجی‌درمقایسه با فراورده‌های نفتی، کودشیمیایی‌وماشین‌آلات در بخش کشاورزی در کشور ایران خواهند داشت که این امر ناشی از سیر تحولی کند در فناوری تولید در بخش کشاورزی است. روند فوق برای بررسی ارتباط بین انرژی خروجی و انرژی ورودی به صورت انرژی مستقیم و غیرمستقیم تکرار شده است. نتایج محاسبه آماره F در این مورد نیز مناسبترین فرم تابع را فرم کاب-داگلاس تشخیص داده است. مقدار عددی آماره F برای مقایسه فرم کاب-داگلاس و چندجمله‌ای برابر با ۱/۱۲ و در قیاس با ترانسندنتال برابر با ۰/۶ می‌باشد. به منظور براورد معادلهٔ مورد نظر باید در ابتدا پایایی متغیرهای وارد شده در مدل مورد بررسی قرار گیرد. نتایج به‌دست آمده از آزمون دیکی- فولر برای متغیرهای IDE,DE,Q با حضور عرض از مبدأ و روند زمان در جدول ۷ گزارش شده است. نتایج به‌دست آمده مبین پایایی متغیرها در سطح و نبود ریشه واحد می‌باشد. نتایج براورد مدل با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی به صورت رابطه ۱۲ می‌باشد:

$$LN(Q)=۲/۹+۰/۰۵۳LN(DE)+۰/۰۷LN(IDE)+۰/۰۱۲\ T \qquad (۱۲)$$

(۷۲/۲) (۱/۶) (۲/۶۷) (۱۶/۱)

R^2=۰/۹۸ D-W=۱/۷۶ F=۷۵۶/۵

در رابطه بالا LN(DE) نشاندهنده لگاریتم طبیعی انرژی مستقیم، LN(IDE) بیانگر لگاریتم طبیعی انرژی غیرمستقیم و مقادیر گزارش شده در داخل پرانتز مقادیرآمارهٔ t مربوط به متغیرهای وارد شده در مدل می‌باشند. با توجه به مقادیر آماره فوق، تقریباً تمام متغیرهای وارد شده در مدل تأثیری مثبت و معنی‌دار بر انرژی خروجی در بخش کشاورزی دارند. با توجه به فرم براوردی تابع و اینکه ضرایب براوردی در حقیقت کشش متغیرها هستند می‌توان دریافت که بزرگترین ضریب براوردی و در نتیجه بالاترین کشش مربوط به صورت انرژی غیرمستقیم که شامل محتوای انرژی بذر، کود شیمیایی و ماشین‌آلات می‌باشد، بوده است. بنابراین مجموع انرژیهای مربوط به بذور، کود شیمیایی و ماشین‌آلات تأثیر مؤثرتری در محصول تولیدی و

انرژی خروجی در بخش کشاورزی داشته‌اند. بنابراین گسترش فناوری تولیدی در بخش کشاورزی، که سبب گسترش کاربرد ماشین‌آلات کودهای شیمیایی مناسب می‌گردد، سبب افزایش بیشتر محصولات تولیدی در بخش کشاورزی ایران خواهد شد.

جمعبندی و پیشنهاد

با توجه به نقش و اهمیت انرژی در فرایند رشد و توسعه در جوامع و بخشهای مختلف اقتصادی، در تحقیق حاضر وضعیت مصرف انرژی در بخش کشاورزی در دوره زمانی ۱۳۵۰-۱۳۸۶ مورد بررسی قرار گرفته است. به این منظور کارایی و بهره‌وری انرژی مصرفی در این بخش اقتصادی با توجه به محتوای انرژی کل محصولات کشاورزی، به عنوان انرژی خروجی و محتوای انرژی نهاده‌های مهم تولیدی، به عنوان انرژی ورودی برای دوره مورد بررسی محاسبه شده‌اند. کارایی انرژی با استفاده از نسبت خروجی به ورودی انرژی و بهره‌وری انرژی با استفاده از شاخص کندریک محاسبه شده است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد کارایی انرژی از ۲/۵۲ در سال ۱۳۵۰ به ۱/۳۲ در سال ۱۳۸۶ کاهش یافته است. در این بین نسبت خروجی به ورودی انرژی تا سال ۱۳۶۲ دارای روندی نزولی و مقدار آن برای بقیه سالها تقریباً ثابت بوده است. متوسط کارایی انرژی در بخش کشاورزی در دوره مورد بررسی ۱/۴۲ بوده است. نتایج حاصل از محاسبه بهره‌وری نشان داد که بهره‌وری انرژی تا سال ۱۳۶۳ روندی نزولی داشته و پس از آن یکنواخت بوده است.

بررسی ارتباط بین انرژی خروجی با شکلهای مختلف انرژیهای ورودی، شامل انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، و انرژی مستقیم و غیرمستقیم نشان داد به جز انرژی به فرم تجدیدناپذیر، سایر شکلهای انرژی ورودی تأثیری مثبت و معنی‌دار بر انرژی خروجی در بخش کشاورزی دارند. کشش پذیرترین شکل انرژی ورودی، انرژی تجدیدپذیر می‌باشد که نشاندهنده وابستگی شدید کشاورزی ایران به منابع انرژی تجدیدپذیر یعنی انرژی مربوط به نیروی انسانی و بذور است. بررسی روند مربوط به انرژی ورودی در بخش کشاورزی نشان

می‌دهد به‌طور متوسط مصرف انرژی در بخش کشاورزی طی ۳۵ سال گذشته افزایش یافته است. این افزایش از یک طرف هزینه تولید محصولات کشاورزی را وابسته به قیمت حاملهای انرژی می‌نماید و از سوی دیگر نگرانیهای جهانی در مورد طبیعت و محیط زیست را به واسطه انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش می‌دهد. بررسی روند شاخصهای کارایی و بهره‌وری انرژی نشان‌می‌دهد که تولیدکنندگان بخش‌کشاورزی در فرایند تولید محصولاتو مصرف نهاده‌های تولیدی کارایی لازم را ندارند و لذا پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزی‌های مدونی در خصوص بهبود عوامل مدیریتی، کاربرد بهینه نهاده‌ها و افزایش عملکرد در واحد سطح صورت گیرد تا نسبت خروجی به ورودی و در نتیجه کارایی مصرف انرژی بهبود یابد. با توجه به گسترش کاربرد سوختهای فسیلی در بخش کشاورزی از یک سو و از سوی دیگر، افزایش قیمت آنها به دلیل کمیاب شدن این منابع و اتخاذ سیاستهایی نظیر حذف یارانه‌های انرژی در داخل، لازم است تولیدات بخش کشاورزی به سمت استفاده از انرژیهای تجدیدشونده سوق داده شود و در کنار آن جایگزینهای مناسبی برای انرژیهای تجدیدناپذیر منظور گردد. نتایج به‌دست آمده نیز بیانگر تأثیرپذیری بالاتر انرژی خروجی از انرژی ورودی به شکل تجدیدپذیر در مقایسه با سایر صورتهای انرژی می‌باشد. به این ترتیب کاربرد انرژی ورودی به صورت تجدیدپذیر علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف انرژیهای فسیلی در داخل سبب تعدیل مشکل بیکاری از طریق افزایش شمار فعالان بخش کشاورزی خواهد شد.

نتایج همچنین نشان داد که سهم انرژی شیمیایی از کل انرژی ورودی در بخش کشاورزی ایران پس از فراورده‌های نفتی در رتبه دوم قرار دارد. فرایند تولیدی این مواد در سطح جهانی در گروه فرایندهای عمده مصرف‌کننده سوختهای فسیلی هستند و لذا کاربرد بی‌رویه این مواد شیمیایی علاوه بر مصرف بیش از حد منابع تجدیدناپذیر، آثار جانبی مخربی در سیستمهای رایج کشاورزی بر جای می‌گذارد که نتیجه آن ناپایداری این سیستمها خواهد بود. بنابراین لازم است سیاستهایی در راستای کاربرد بهینه و مناسب کودهای شیمیایی اتخاذ شود و فناوریهایی طراحی گردد و توسعه یابد که منجر به تولید کاراتر و سازگارتر با محیط

زیست می‌شود. از جمله سیاستهایی که در سالهای اخیر مطرح شده و مدعی کمک به مصرف کمتر و بهینه‌تر سوختهای فسیلی در بخشهای مختلف اقتصادی از جمله بخش کشاورزی است، سیاست هدفمندسازی یارانه‌های انرژی می‌باشد. در خصوص کاربرد این سیاست باید توجه داشت که حذف یارانه‌ها در بخش کشاورزی سبب افزایش قابل توجه هزینه‌های تولید و به مخاطره افتادن امنیت غذایی خواهد شد و لذا ضروری است که سیاست فوق در بخش کشاورزی با احتیاط بیشتر و برنامه‌ریزی‌های دقیق صورت گیرد.

منابع

۱. اکبری، ن.، م. رنجکش (۱۳۸۲)، بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل تولد در بخش کشاورزی ایران طی دوره ۷۵-۱۳۴۵، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (۱۱)، ۴۳ و ۴۴.

۲. فائو (۲۰۰۷)، پایگاه اطلاعاتی فائو سالهای ۸۶-۱۳۵۰: www.faostat.org.

۳. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۷)، سالنامه‌های آماری سالهای۸۵-۱۳۵۰، انتشارات بانک مرکزی جمهوری اسلامی، ایران، تهران.

۴. وزارت نیروی جمهوری اسلامی ایران(۱۳۸۶)، ترازنامه انرژی سال‌های ۸۶-۱۳۵۰، انتشارات وزارت نیرو، ایران، تهران.

5. Akbolta, D., K. Ekinci (2006), Energy input-output economic analysis of rose production in Turkey, *Journal of Agronomy*, 5(4):570-576.

6. Hatirli, S., B. Ozkan, C. Fert (2006), Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production, *Renewable Energy*, 31:427-438.

7. Kuesters, J, J. Lammel (1999), Investigations of the energy efficiency of the production of winter wheat and sugar beet in Europe, *European Journal of Agronomy*, 11:35-43.

8. Kizilaslan, H. (2008), Input-output analysis of cherries production in Tokat province of Turkey, *Applied Energy* (54).

9. Mohammadi, A., A. Tabatabaeefar, SH. Shahin, SH. Rafiee, A. Keynami, (2008), Energy use and economical analysis of potato production in Iran, a case study: Ardabil province, *Energy Conxersion and Management* (35).

10. Mohansing, J. (2002), On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India,Sustainable Energy systems and management.

11. Singh, H., A.K. Singh, L. Kushwaha (2007), Energy consumption pattern of wheat production in India, Energy, 32: 1848-1854.

12. Sun, Y., X. Wei & Z. Sun (2006), Energy input and output of rural village in China- the case of the "Beijing Man village"/District of Beijing, *Landbauforschung Volkenrode*, 56: 73-83.