# بررسی رابطه بین تکنولوژی کشاورزی و تقاضای انرژی در ایران

حامد دهقانپور*[۱]، عبدالکریم اسماعیلی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۱۹

**چکیده**

هدف از این مطالعه بررسی رابطه علی بین عوامل تکنولوژی کشاورزی و تقاضای انرژی در ایران در طی یک دوره ۳۱ ساله(۱۳۹۰-۱۳۵۹) است. برای این منظور رابطه بین تکنولوژی کشاورزی به‌عنوان تابعی از مصرف انرژی از یک طرف و از طرف دیگر تکنولوژی کشاورزی به‌عنوان تابعی از مصرف برق سرانه بررسی شد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که بین تقاضای انرژی و تکنولوژی‌های کشاورزی یک رابطه بسیار قوی وجود دارد. نتایج حاکی از آن است که بین مصرف انرژی و تولید غلات، سطح زیر کشت آبی و ارزش افزوده بخش کشاورزی رابطه مثبت وجود دارد. با این حال، این رابطه کشش‌پذیر نیست. از سوی دیگر بین مصرف انرژی و تعداد ماشین‌آلات کشاورزی مصرفی رابطه مثبت و کشش‌پذیری است. بین مصرف برق سرانه و تعداد ماشین‌آلات کشاورزی، تولید غلات، مقدار دام تولیدی و ارزش افزوده بخش کشاورزی رابطه مثبت و بسیار کشش‌پذیری وجود دارد. به‌علاوه بین مصرف برق سرانه و ارزش افزوده بخش صنعت رابطه مثبت و کشش‌ناپذیری است. همچنین نتایج رابطه علیت دو طرفه بین عامل تکنولوژی کشاورزی کود شیمیایی و مصرف انرژی را تایید می‌کند.

**طبقه‌بندی *JEL*:** *N70,O13,P28,P48*

**واژه‌های کلیدی:** تقاضای انرژی، تکنولوژی کشاورزی، هم انباشتگی، آزمون علیت گرنجری.

Archive of SID

۱- دانشجوی دکتری اقتصادکشاورزی دانشگاه شیراز.

۲- استاد اقتصادکشاورزی دانشگاه شیراز.

* نویسنده‌ی مسئول مقاله، dehghanpur@gmail.com

www.SID.ir

## پیشگفتار

انرژی در زنجیره تولید مواد غذایی از ویژگی‌های اساسی توسعه کشاورزی و عامل اصلی در کمک به دستیابی به امنیت غذایی است. کشورهای در حال توسعه با وقفه پشت سر کشورهای صنعتی در حال نوسازی نهاده‌های انرژی خود به کشاورزی هستند(FAO، ۲۰۰۰). مصرف انرژی در بخش کشاورزی بستگی به اندازه جمعیت شاغل در بخش کشاورزی، مقدار زمین های زراعی و سطح مکانیزاسیون دارد(چانگ و همکاران، ۲۰۰۳). سند چشم‌انداز به‌کارگیری تکنولوژی پیشرفته در سیاست فنآوری‌های عمومی نقش مهمی داشته و اغلب از طریق تکنولوژی‌های جدید ترویج می‌شوند(یورگنسن و یورگنسن، ۲۰۰۹). تغییرات سریع فنآوری که منجر به افزایش بهره‌وری بازار می‌شود، مشخص شده است که به وضوح در بخش‌هایی از کشورهای در حال توسعه در نیم قرن گذشته رخ داده و در طول دوران انقلاب سبز با افزایش کارایی کود و واریته‌های جدید گندم و برنج در آسیا آشکار شد(DFID، ۲۰۰۴). در سراسر کشورهای در حال توسعه، عملکرد غلات بین سالهای ۱۹۶۶ تا ۱۹۸۲به طور متوسط ۲/۷ درصد در سال افزایش داشته است(IFAD، ۲۰۰۱) و به‌ویژه عملکرد در جنوب آسیا قابل توجه بوده است. بین اواسط دهه ۱۹۶۰ و در اواسط دهه۱۹۸۰، عملکرد گندم۲۴۰٪ و عملکرد برنج ۱۶۰٪ افزایش یافته است(کر و کلاوالی، ۱۹۹۹). با توجه به گزارش IFAD (۲۰۰۱)، تولید غلات در کشورهای در حال توسعه به طور متوسط ۱.۷٪ از اواسط دهه ۱۹۸۰ کاهش یافته است. برخی از تحلیلگران(اندرسن و همکاران، ۱۹۹۷) کاهش در کمک‌های خارجی برای توسعه کشاورزی کشورهای در حال توسعه را به‌عنوان یک علت ریشه‌ای افت بهره‌وری در مراحل اولیه انقلاب سبز می‌دانند. گسترش تکنولوژی‌های جدید به‌ویژه بهبود بذر' گونه‌های جدید(MVS) قابل توجه بوده است. در سال ۱۹۹۰، ۷۴٪ از تولید برنج، ۷۰٪ از گندم و ۵۷٪ از ذرت تولیدی در کشورهای در حال توسعه از واریته‌های جدید برآورد شده است(بیرلی، ۱۹۹۴). اگرچه این آمار منعکس شده در بسته‌ای از انقلاب سبز شامل بذر، کود و روش آبیاری، افزایش یافته است(بیرلی و همکاران، ۱۹۹۴). حمایت از توسعه و اشاعه نوآوری‌های پایدار به موضوعی غالب در دستور کار سیاسی بسیاری از کشورها تبدیل شده است(هیلمن و همکاران، ۲۰۰۸). استراتژی همکاری به‌عنوان یک ابزار قوی در سیاست فناوری برای پیشرفت در توسعه و تحقیقات(R & D) در کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته شده است (لین، ۲۰۰۹).

در این مقاله ارتباط بین تکنولوژی کشاورزی و تقاضای انرژی در ایران با استفاده از داده‌های ۱۳۵۹-۱۳۹۰ تجزیه و تحلیل شده است. مطالعه حاضر با استفاده از متغیرهای مختلف تکنولوژی کشاورزی شامل ماشین‌آلات کشاورزی(تراکتور)، مصرف کود، تولید غلات، سطح زیرکشت آبی،

Archive of SID

www.SID.ir

تولید دام، ارزش افزوده بخش کشاورزی، ارزش افزوده بخش صنعت و دو عامل از تقاضای انرژی، مصرف انرژی(ENCPC) و مصرف برق سرانه(ELCPC) در ایران استفاده شده است.

## پیشینه تحقیق

پیوند بین تکنولوژی کشاورزی و تقاضای انرژی به یک مساله عمده در مطالعات اخیر در مورد توسعه پایدار، تبدیل شده است. تعداد زیادی از مطالعات نشان می‌دهند که چگونه تکنولوژی، تقاضای انرژی و تقاضای انرژی، تکنولوژی کشاورزی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با این حال، بررسی جهت علیت در این رابطه بحث انگیز هنوز باقی مانده است(عقیل، ۲۰۰۱).

براون(۱۹۸۸) اثرات تغییرات تکنولوژیک در تولید و درآمد بخش کشاورزی و اثرات مصرفی و تغذیه‌ای آن در غرب آفریقا(گامبیا) را بررسی کرد. نتایج نشان داد که اثرات تغییرات تکنولوژیکی از طریق درآمد و با واسطه منجر به افزایش مصرف مواد غذایی(کالری) در سطح خانوار می‌شود.

قوی و زیبا(۱۹۹۳) روند شدت مصرف انرژی در بخش کشاورزی فرانسه بین سال‌های ۱۹۵۹ تا ۱۹۸۹را برای محصول گندم، تجزیه و تحلیل کردند. نتایج نشان داد که بخش کشاورزی در استفاده از انرژی در تولید گندم کارآمدتر شده است.

بررسی جریان انرژی برای کل تولیدات کشاورزی دانمارک از سال ۱۹۳۶ تا ۱۹۹۰ نشان می‌دهد که نسبت خروجی انرژی به ورودی انرژی محاسبه شده در طول دوره، عمدتا به دلیل افزایش زیاد در استفاده از کود، سوخت و برق، کاهش داشته است(اسکرال،۱۹۹۴).

اوزکان و همکاران(۲۰۰۴) استفاده از انرژی در بخش کشاورزی ترکیه برای دوره ۱۹۷۵-۲۰۰۰ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که نسبت خروجی به ورودی به ۲/۲۳ در سال ۱۹۷۵ و ۱/۱۸ در سال ۲۰۰۰ رسیده است. این نتیجه نشان می‌دهد که کاهش در نسبت انرژی خروجی ورودی وجود دارد.

بررسی تغییر محاسبه در بهره‌وری کشاورزی در ۱۰ کشور در جنوب صحرای آفریقا بین سال‌های ۱۹۷۲ و ۱۹۹۹ نشان می‌دهد که به‌طور متوسط بهره‌وری کل عوامل در آن دوره ۰/۲٪ در سال کاهش داشته است. در حالی که بازده ثابت بوده است و حاکی از این است که تغییرات تکنولوژیک عامل اصلی شکست افزایش بهره وری کل عوامل بوده است(کاملو و همکاران، ۲۰۰۳).

آلتر و سید(۲۰۱۱) به بررسی پویایی بلندمدت و کوتاه‌مدت بین تقاضای برق و عوامل موثر بر آن در پاکستان در طی دوره ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۰ پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که برق به‌عنوان یک کالای ضرورت در کوتاه مدت وکالایی لوکس در دراز مدت عمل می‌کند.

Archive of SID

www.SID.ir

خان و احمد(۲۰۱۱) تقاضا برای انرژی برق و زغال سنگ برای پاکستان در طول دوره ۱۹۷۲-۲۰۰۷ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مصرف برق و زغال سنگ پاسخ مثبت به تغییر در درآمد واقعی سرانه و پاسخ منفی به تغییرات در سطح قیمت‌های داخلی نشان می‌دهند.

مشتاق و عباس(۲۰۰۸) به بررسی رابطه بین تقاضای انرژی و رشد اقتصادی در بخش کشاورزی پاکستان پرداختند. نتیجه نشان می‌دهد که گاز مصرف شده علیت دو طرفه با رشد کشاورزی دارد. با این حال، هیچ رابطه علت و معلولی برای نفت و برق با رشد کشاورزی یافت نشده است.

بهمنی و همکاران(۱۳۹۳) با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات به شبیه‌سازی تابع تقاضای برق در بخش کشاورزی برای دوره‌ی ۱۳۸۵-۱۳۵۷ در قالب معادلات خطی و نمایی پرداختند. تابع تقاضای برق در بخش کشاورزی تابعی از قیمت واقعی برق در بخش، ارزش افزوده‌ی بخش، تعداد مشترکین برق در بخش و مصرف دوره‌ی قبل می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تقاضای برق در بخش کشاورزی با قیمت واقعی برق، رابطه‌ی غیر مستقیم و با ارزش افزوده بخش، تعداد مشترکین و مصرف دوره‌ی قبل رابطه‌ی مستقیم دارد.

از این رو نیاز مبرم به ارزیابی و تجزیه و تحلیل رابطه بین تکنولوژی کشاورزی و مصرف انرژی و پیدا کردن ارتباط بین آنها وجود دارد. در ادامه تلاش شده است تا روابط علی بین تکنولوژی کشاورزی و تقاضای انرژی در ایران مشخص گردد.

### سوال‌های تحقیق

- آیا ارتباط آماری بین عوامل تکنولوژی و تقاضای انرژی(کل مصرف انرژی اولیه و برق مصرف سرانه) در ایران وجود دارد؟
- آیا تقاضای انرژی، عوامل تکنولوژی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و علت تغییر آن است؟
- آیا عوامل تکنولوژی، تقاضای انرژی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و علت تغییر آن است؟

## مبانی نظری و روش تحقیق

داده‌های این مطالعه از شاخص‌های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی(۲۰۱۳) برای دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۱ (۱۳۵۹-۱۳۹۰) به‌دست آمده است. جهت بررسی تاثیر عوامل تکنولوژی بر تقاضای انرژی، از یک مدل غیر خطی ساده استفاده شده است که به شرح زیر می‌باشد:

Archive of SID

www.SID.ir

**مدل ۱: مجموع مصرف اولیه انرژی (ENCPC) و عوامل تکنولوژی کشاورزی**

$$\log(TRACTORS) = \alpha_1 + \alpha_2 \log(ENCPC) + \mu$$
$$\log(FERTILIZER) = \beta_1 + \beta_2 \log(ENCPC) + \mu$$
$$\log(CERALS) = \gamma_1 + \gamma_2 \log(ENCPC) + \mu$$
$$\log(ALAND) = \chi_1 + \chi_2 \log(ENCPC) + \mu$$
$$\log(LSTOCK) = \kappa_1 + \kappa_2 \log(ENCPC) + \mu$$
$$\log(AVADDED) = \lambda_1 + \lambda_2 \log(ENCPC) + \mu$$
$$\log(IVADDED) = \nu_1 + \nu_2 \log(ENCPC) + \mu$$

**مدل ۲: سرانه مصرف برق (ELCPC) و عوامل تکنولوژی کشاورزی**

$$\log(TRACTORS) = \alpha_1 + \alpha_2 \log(ELCPC) + \mu$$
$$\log(FERTILIZER) = \beta_1 + \beta_2 \log(ELCPC) + \mu$$
$$\log(CERALS) = \gamma_1 + \gamma_2 \log(ELCPC) + \mu$$
$$\log(ALAND) = \chi_1 + \chi_2 \log(ELCPC) + \mu$$
$$\log(LSTOCK) = \kappa_1 + \kappa_2 \log(ELCPC) + \mu$$
$$\log(AVADDED) = \lambda_1 + \lambda_2 \log(ELCPC) + \mu$$
$$\log(IVADDED) = \nu_1 + \nu_2 \log(ELCPC) + \mu$$

که در آن:

ENCPC: نشان‌دهنده مصرف انرژی اولیه کل(میلیونBTUبه ازای فرد).

ELCPC: نشان‌دهنده مصرف برق سرانه(کیلووات ساعت به ازای هر فرد).

TRACTORS: نشان‌دهنده ماشین‌آلات کشاورزی، تراکتور در هر ۱۰۰ کیلومتر مربع از زمین‌های زراعی.

FERTILIZER: نشان‌دهنده مصرف کود(درصد از تولید کود).

CEREALS: نشان‌دهنده زمین‌های زیر تولید غلات(هکتار).

ALAND: نشان‌دهنده زمین‌های آبیاری کشاورزی(درصد مجموع زمین های کشاورزی).

LSTOCK: نشان‌دهنده تولید دام.

AVADDED: نشان‌دهنده ارزش افزوده بخش کشاورزی(درصد از GDP).

IVADDED: نشان‌دهنده ارزش افزوده بخش صنعت(٪ از GDP).

Archive of SID

www.SID.ir

تاثیر مصرف انرژی اولیه(ENCPC) از عوامل تکنولوژی کشاورزی و مصرف برق سرانه (ELCPC) به عوامل تکنولوژی کشاورزی به‌طور جداگانه به صورت زیر مورد بررسی قرار گرفت.

- ابتدا جهت بررسی ایستایی سری زمانی، آزمون ریشه واحد تعمیم‌یافته دیکی- فولر (ADF) استفاده شده است.
- سپس برای پیدا کردن رابطه بلندمدت میان متغیرها، از آزمون انگل و گرنجر هم‌انباشتگی استفاده شده است.
- هنگامی که همبستگی بین متغیرها یافته شد، به منظور بررسی پویایی کوتاه‌مدت از مدل تصحیح خطا (ECM) استفاده شد.

مفهوم هم انباشتگی برای اولین بار توسط گرنجر(۱۹۸۱) معرفی شد و سپس توسط انگل و گرنجر (۱۹۸۷)، فیلیپس و اولیرز(۱۹۹۰) و جوهانسن(۱۹۹۱) به تفصیل شرح داده شده است. آزمون هم‌انباشتگی انگل و گرنجر مستلزم آن است که سری های زمانی، مثل $Y_T$ و $X_T$ در اولین تفاضل ایستا باشند؛ یعنی $I(1)$ "$Y_T$" و$I(1)$ "$X_T$". اولین قدم برای آزمون هم انباشتگی این است که آیا هر یک از متغیرها ایستا هستند یا نه؟

اگر هر دو سری ایستا از مرتبه یک باشند، آنگاه برای بررسی رابطه بلندمدت به مرحله بعد می‌رویم. در مرحله بعد بررسی می‌کنیم که آیا یک ترکیب خطی بین این دو سری وجود دارد که در سطح ایستا است. به‌عنوان مثال $v_{it}(= Y_t - \hat{\alpha} - \hat{\beta}X_t) \sim I(0)$ برای بررسی رابطه بلندمدت (سری‌های $I(1)$ ، $Y_T$ و $X_T$) اگر سری جملات پسماند، ایستا در سطح، $I(۰)$ باشند، هم انباشته گفته می‌شوند.

## نتایج و بحث

در ابتدا با استفاده از انجام آزمون ایستایی مرتبه ایستایی متغیرها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته نشان می‌دهد که تمام متغیرهای مورد بررسی در سطح ایستا نیستند. ولی تفاضل مرتبه اول آنها ایستا است(جدول ۱).

بنابراین امکان وجود رابطه هم‌جمعی از مرتبه یک بین متغیرها وجود دارد. برای یافتن رابطه هم‌انباشتگی بین عوامل تقاضای انرژی و عوامل تکنولوژی تخمین متغیرها را به طور جداگانه انجام شده است(جدول ۲). نتایج حاصل از مدل (۱) که ارتباط بین عوامل تکنولوژی کشاورزی و مصرف انرژی است، نشان می‌دهد با ۱٪ افزایش در مصرف انرژی اولیه(ENCPC)، مصرف ماشین آلات کشاورزی(تراکتور)، ۱/۱۷۰٪ در هر ۱۰۰ کیلومتر مربع از زمین‌های زراعی افزایش می‌یابد، همچنین موجب افزایش سطح زیر کشت غلات به میزان ۰/۱۰۶٪ در هکتار و افزایش زمین

Archive of SID

www.SID.ir

زیرکشت آبی ۰/۱۱۲٪ از مجموع کل زمین های زیرکشت شده است، همچنین موجب کاهش تولید دام به میزان۱/۰۴۹٪ شده است که ناشی از عدم استفاده مناسب از انرژی در این بخش از تولیدات کشاورزی است. از سوی دیگر یک رابطه مثبت بین کل مصرف اولیه انرژی(ENCPC) و ارزش افزوده بخش کشاورزی وجود دارد که می‌تواند حاکی از توسعه تکنولوژی در بخش کشاورزی ایران باشد.

نتایج حاصل از مدل (۲) ارتباط بین عوامل تکنولوژی کشاورزی و مصرف برق سرانه گزارش می‌دهد، نتایج نشان می‌دهد که با ۱٪ افزایش در مصرف برق سرانه (ElCPC)، مصرف ماشین‌آلات کشاورزی، (تراکتور) ۰/۲۲۲٪ در هر ۱۰۰ کیلومتر مربع از زمین‌های زراعی افزایش می‌یابد و موجب افزایش سطح زیر کشت غلات به میزان ۱/۳۱۸٪ در هکتار و افزایش زمین زیرکشت آبی ۰/۷۲۲٪ از مجموع کل زمین‌های زیرکشت شده است. همچنین موجب کاهش تولید دام به میزان ۱/۱۳۲٪ شده است که ناشی از عدم استفاده مناسب از انرژی در این بخش از تولیدات کشاورزی است. از سوی دیگر یک رابطه منفی بین کل مصرف برق سرانه (ElCPC) و ارزش افزوده بخش کشاورزی وجود دارد که می‌تواند حاکی از عدم توسعه تکنولوژی با مصرف برق در بخش کشاورزی ایران باشد.

جهت بررسی رابطه کوتاه‌مدت زمانی که دو متغیر هم‌جمع از درجه یک وجود داشت، بایستی از روش انگل-گرانجر استفاده می‌گردید. در این شرایط اگر این دو متغیر بر روی هم با استفاده از روش OLS برآورد شده و جمله پسماند آن معادله محاسبه می‌گردید، با انجام آزمون ایستایی برای جمله پسماند اگر جمله پسماند ایستا باشد، این نتیجه حاصل می‌شد که ترکیب خطی بین دو متغیر ایستا هستند. بنابراین آزمون ایستایی برای جمله پسماند معادلات مدل (۱) و (۲) را انجام داده، نتایج حاصل از انجام این آزمون در جدول (۳) گزارش شده است.

با توجه به نتایج جدول (۳) چون جملات پسماند ایستا هستند، بنابراین دو سری زمانی هم‌جمع هستند. از این رو در ادامه مدل تصحیح خطا برآورد گردید(جدول(۴)).

نتایج حاصل از برآورد مدل کوتاه مدت نشان‌دهنده تاثیر منفی و معنی‌دار عوامل تکنولوژی و مصرف انرژی و مصرف برق سرانه در ایران است. ضریب ECM منفی و معنی‌دار است و این مساله بیانگر پویایی مدل از کوتاه مدت به بلندمدت می‌باشد.

نتایج نشان می‌دهد که تغییرات کوتاه‌مدت در مصرف انرژی تاثیر مثبت بر عوامل تکنولوژی ماشین‌آلات، تولید غلات، دام و اثرات منفی بر ارزش افزوده بخش کشاورزی و صنعت دارد. علاوه بر این برای مدل(۱) ضرایب تعدیل کوتاه‌مدت معنی‌دار شده که نشان می‌دهند هرسال ۰/۴۰۰ انحراف از مصرف ماشین‌آلات کشاورزی(تراکتور)، ۰/۱۸۲مصرف کود، ۰/۳۹۴تولید غلات، ۰/۸۹۲سطح

Archive of SID

www.SID.ir

زیرکشت آبی، ۰/۰۰۷تولید دام، ۰/۲۲۵ارزش افزوده بخش کشاورزی، ۰/۰۸۵ارزش افزوده بخش صنعت از سطح تعادل بلند مدت تعدیل می‌شوند.

همچنین برای مدل (۲) ضرایب تعدیل کوتاه‌مدت معنی‌دار شده‌اند و نشان می‌دهند که روند تصحیح خطا از کوتاه‌مدت به بلندمدت با سرعتی معادل۰/۰۳۰ برای ماشین‌آلات کشاورزی (تراکتور)، ۰/۰۰۷ مصرف کود، ۱/۲۸۸ تولید غلات، ۰/۸۶۶سطح زیرکشت آبی، ۰/۰۰۳ تولید دام، ۰/۰۱۴ارزش افزوده بخش کشاورزی، ۰/۱۹۱ارزش افزوده بخش صنعت است.

جهت اطمینان از وجود رابطه بین متغیرهای موجود در مدل معرفی شده و بررسی درستی یا نادرستی فرضیه‌های تحقیق، از آزمون علیت گرنجر استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون در جدول(۵) گزارش شده است.

نتایج بررسی رابطه علیت بین عوامل تکنولوژی در بخش کشاورزی و مصرف انرژی سوخت نشان می‌دهد که یک رابطه علی یک سویه از سوی مصرف ماشین‌آلات کشاورزی و تولید دام به سمت مصرف انرژی سوخت وجود دارد. همچنین یک رابطه علی یک سویه از سوی مصرف انرژی سوخت به سمت تولید غلات، ارزش افزوده بخش کشاورزی وجود دارد. نتایج یک رابطه علی دو سویه بین مصرف انرژی سوخت و تولید کود را نشان می‌دهد. از سوی دیگر آزمون علیت گرنجر برای مصرف سرانه برق نشان می‌دهد که یک رابطه علی یک سویه از سوی مصرف ماشین آلات کشاورزی، تولید غلات و تولید دام به سمت مصرف سرانه برق وجود دارد. همچنین یک رابطه علی یک سویه از سوی مصرف سرانه برق به سمت مصرف کود و ارزش افزوده بخش صنعت وجوددارد.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف از این مطالعه یافتن رابطه علی بین عوامل تکنولوژی کشاورزی و تقاضای انرژی در ایران در طی یک دوره ۳۱ ساله (۱۳۹۰-۱۳۵۹) بود. بدین منظور تکنولوژی کشاورزی به‌عنوان تابعی از مصرف انرژی از یک طرف و از طرف دیگر تکنولوژی کشاورزی به‌عنوان تابعی از مصرف سرانه برق بررسی شده است. نتایج حاصل از بررسی نشان می‌دهد که بین تقاضای انرژی و تکنولوژی‌های کشاورزی یک رابطه بسیار قوی وجود دارد. نتیجه مدل اول نشان می‌دهد که بین مصرف انرژی و عوامل تکنولوژی کشاورزی، مانند تولید غلات، سطح زیر کشت آبی و ارزش افزوده بخش کشاورزی رابطه مثبت وجود دارد. با این حال، این رابطه کشش‌پذیر نیست. از سوی دیگر بین مصرف انرژی و عامل تکنولوژیکی تعداد ماشین‌آلات کشاورزی رابطه مثبت و کشش‌پذیری است. در مقابل یک رابطه منفی بین کل مصرف اولیه انرژی و مقدار دام تولیدی وجود دارد. نتایج مدل دوم نیز نشان می‌دهد که بین مصرف سرانه برق و عوامل تکنولوژی کشاورزی، مانند تعداد ماشین‌آلات کشاورزی،

Archive of SID

www.SID.ir

تولید غلات، مقدار دام تولیدی و ارزش افزوده بخش کشاورزی رابطه مثبت و بسیار کشش‌پذیری وجود دارد. از سوی دیگر بین مصرف سرانه برق و ارزش افزوده بخش صنعت رابطه مثبت و کشش‌ناپذیری است. همچنین نتایج رابطه علیت دو طرفه بین عامل تکنولوژی کشاورزی کود شیمیایی و مصرف انرژی را تایید می‌کند. بنابراین سیاست‌های حمایتی مانند پرداخت یارانه به مقدار سوخت مصرفی در هکتار، ممکن است سیاست خوبی برای افزایش استفاده از انرژی در بخش کشاورزی باشد. همچنین ترکیبی از استفاده از تکنولوژی‌های با کارایی انرژی بالا و منابع انرژی متنوع جهت بهبود توسعه اقتصادی توصیه می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

## فهرست منابع:


۱. بهمنی، م.، امین قاسمی‌نژاد، علی‌اکبر کریمیان و حکیمه آرامش، شبیه‌سازی تابع تقاضای برق بخش کشاورزی با استفاده از الگوریتم انبوه ذرات (pso)، تحقیقات اقتصاد کشاورزی، دوره ۶، شماره ۲۲، تابستان ۱۳۹۳، صفحه ۱-۱۱.

2. Aqeel, A., 2001. The relationship between energy consumption and economicgrowth in Pakistan. Asia-Pacific Development Journal 8 (2), 101–110.
3. Alter, N., Syed, S.H., 2011. An empirical analysis of electricity demand in Pakistan.International Journal of Energy Economics and Policy 1 (4), 116–139.
4. Bonny, S., 1993. Is agriculture using more and more energy? A French case study.Agricultural Systems 43 (1), 51–66.
5. Braun, J.V., 1988. Effects of technological change in agriculture on food consump- tion and nutrition: rice in a West African setting. World Development 16 (9), 1083–1098.
6. Byerlee, D., Lopez-Pereira, M., 1994. Technical change in maize production: a global perspective. CIMMYT Economics Working Paper 94-02. Mexico DF, Mexico: Centro International de Mejoramiento de Mai¨z y Trigo (CIMMYT).
7. Chang, J., Leung, D.Y.C., Wu, C.A., Yuan, Z.H., 2003. A review on the energy production, consumption, and prospect of renewable energy in China. Renew- able and Sustainable Energy Reviews 7 (2003), 453–468. Doi: 10.1016/S1364-0321(03)00065-0.
8. DFID, 2004. Department for International Development, Technology and Its Contribution to Pro-Poor Agricultural Development, retrieved at 12 July, 2011 from
9. /http://dfid-agriculture-consultation.nri.org/summaries/dfidwp4. pdfS.
10. Engle, R.F., Granger, C.W.J., 1987. Cointegration and error correction representation, estimation and testing. Econometrica 55, 251–276.
11. FAO, 2000. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Natural Resource and Environment Department, Environment and Natural Resources Working Papers. Retrieved online at 10 July, 2011 from /http://www.fao.org/ docrep/003/X8054E/x8054e05.htmS.


Archive of SID

www.SID.ir

12. Granger, C.W.J., 1981. Some properties of time series data and their use in econometric model specification. Journal of Econometrica 16, 121–130.
13. Hillman, K.M., Suurs, R.A.A., Hekkert, M.P., Sanden, B.J., 2008. Cumulative causation in biofuels development: a critical comparison of the Netherlands and Sweden. Technology Analysis & Strategic Management 20 (5), 593–612.
14. IFAD, 2001. Rural Poverty Report, 2001. Oxford University Press, Oxford, UK. Ilyas, S.Z., 2006. Biogas support program is a reason for its success in Pakistan.AmericanEurasian Journal of Scientific Research1818-67851 (1), 42–45.
15. Johansen, S., 1991. Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors inGaussian vector autoregressive models. Econometrics 59, 1551–1580.
16. Jorgensen, M.S., Jorgensen, U., 2009. Green technology foresight of high technology: a social shaping of technology approach to the analysis of hopes andhypes. Technology Analysis & Strategic Management 21 (3), 363–379.
17. Karkacier, O., Goktolga, Z.G., Cicek, A., 2006. A regression analysis of the effect ofenergy use in agriculture. Energy Policy 34 (2006), 3796–3800.
18. Khan, M.A., Ahmed, U., 2011S. Energy demand in Pakistan: a disaggregate analysis. PSDE Conference, Pakistan Institute of Development Economics. Online available at: /http://www.pide.org.pk/psde24/pdf/02.pdfS (Accessed on 11 January,2012).
19. Lin, H., 2009. How technology policy facilitates technology diffusion and improves firm capability: a dynamic survey from a network perspective. TechnologyAnalysis & Strategic Management 21 (7), 899–914.
20. Mushtaq, K., Abbas, F., 2008. Energy use for economic growth: cointegration and causality analysis from the agricultural sector of Pakistan. The 23rd Annual General Meeting and Conference, Pakistan InstituteofDevelopmentEconomics, Islamabad,Pakistan.Onlineavailableat:http://www.pide.org.pk/psde23/pdf/Khalid%20Mushtaq.pdf(Accessed on 11 January, 2012).
21. Nkamleu, G., Gokowski, J., Kazianger, H., 2003. Explaining the failure of agricultural production in sub-Saharan Africa. Paper

Archive of SID

www.SID.ir

Presented at the 25th International Conference of Agricultural Economists, August 16–22, 2003, Durban,South Africa.
22. Ozkan, B., Akcaoz, H., Fert,C., 2004. Energy input–output analysis in Turkish agriculture.RenewableEnergy29(2004), 39–51.Doi: 10.1016/S09601481(03)00135-6.
23. Philips, P.C.B., Ouliaris, S., 1990. Asymptotic properties of residual based tests forcointegration. Econometrica 58, 165–193.
24. Pinstrup-Andersen, P., Pandya-Lorch, R., Rosengrant, M., 1997. The World FoodSituation: Recent Developments, Emerging Issues, and Long-Term Prospects.International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington DC, USA.
25. Schroll, H., 1994. Energy-flow and ecological sustainability in Danish agriculture.Agriculture Ecosystems & Environment 51 (3), 301–310.

Archive of SID

www.SID.ir

## پیوست‌ها

**جدول ۱- آزمون ایستایی با استفاده از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته**

| متغیر | سطح ایستایی | Form | ADF | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Intercept | Intercept and trend |
| ماشین‌آلات کشاورزی | I(1)*** | First difference | -1.386844 | -6.840088*** |
| مصرف کود | I(1)*** | First difference | -5.221751*** | -5.221392*** |
| تولید غلات | I(1)** | First difference | -3.533223*** | -3.509141** |
| سطح زیرکشت آبی | I(1)*** | First difference | -1.872614 | -5.459740*** |
| تولید دام | I(1)*** | First difference | -6.298217*** | -7.230444*** |
| ارزش افزوده بخش کشاورزی | I(1)*** | First difference | -58.78788*** | -38.82424 |
| ارزش افزوده بخش صنعت | I(1)*** | First difference | -5.958643*** | -5.898803*** |
| مصرف انرژی | I(1)*** | First difference | -7.141355*** | -7.251533*** |
| مصرف برق سرانه | I(1)*** | First difference | -6.965431*** | -6.948051*** |

**جدول ۲- نتایج تخمین مدل(۱)مصرف انرژی سوختو مدل(۲) مصرف برق سرانه**

| | متغیر | Log (Tractors) | Log (Fertilizer) | Log (Cereal) | Log (Aland) | Log (lstock) | Log (Avadded) | Log (Ivadded) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مدل ۱- مصرف انرژی سوخت | constant | ۲/۱۰۷*** | ۲/۲۲۹*** | ۶/۹۲۵*** | ۱/۱۶۵*** | ۲/۰۶۸*** | ۱/۱۶۲*** | ۱/۳۸۷* |
| | Log(ENCPC) | ۱/۱۷۰** | -۰/۳۶۵ | ۰/۱۰۶* | ۰/۱۱۲* | -۱/۰۴۹*** | ۰/۰۲۳* | -۰/۰۶۹ |
| | AR(1) | ۰/۶۸۵*** | ۰/۷۱۳*** | ۰/۴۰۰** | ۰/۶۱۵*** | -۰/۳۵۷* | ۰/۸۸۱*** | ۰/۹۹۹*** |
| | متغیر | Log (Tractors) | Log (Fertilizer) | Log (Cereal) | Log (Aland) | Log (lstock) | Log (Avadded) | Log (Ivadded) |
| مدل ۲- مصرف برق سرانه | constant | ۲/۸۹۶*** | -۱/۷۱۳ | ۷/۱۹۳*** | -۰/۵۸۲ | ۲/۷۷۱*** | ۱/۹۱۶*** | ۰/۹۳۸*** |
| | Log(ElCPC) | -۰/۲۲۲** | ۱/۳۱۸** | -۰/۱۰۳* | ۰/۷۲۲* | -۰/۱۳۲** | -۰/۲۶۳*** | ۰/۱۸۱*** |
| | AR(1) | ۰/۹۱۱*** | ۰/۸۹۴*** | ۰/۵۰۴** | ۰/۸۹۷*** | ۰/۹۶۷*** | ۰/۸۷۰*** | ۰/۴۷۶*** |

Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۳- نتایج آزمون ایستایی برای جملات پسماند مدل(۱)مصرف انرژیسوختو مدل(۲) مصرف برق سرانه**

| مدل ۱- مصرف انرژی سوخت | | مدل ۲- مصرف برق سرانه | |
|---|---|---|---|
| سطح ایستایی | جمله پسماند متغیر | سطح ایستایی | جمله پسماند متغیر |
| I(۰)*** | ماشین‌آلات کشاورزی | I(۰)*** | ماشین‌آلات کشاورزی |
| I(۰)*** | مصرف کود | I(۰)*** | مصرف کود |
| I(۰)*** | تولید غلات | I(۰)*** | تولید غلات |
| I(۰)*** | سطح زیرکشت آبی | I(۰)*** | سطح زیرکشت آبی |
| I(۰)*** | تولید دام | I(۰)*** | تولید دام |
| I(۰)*** | ارزش افزوده بخش کشاورزی | I(۰)*** | ارزش افزوده بخش کشاورزی |
| I(۰)*** | ارزش افزوده بخش صنعت | I(۰)*** | ارزش افزوده بخش صنعت |

**جدول ۴- نتایج مدل تصحیح خطا برای مدل(۱)مصرف انرژی سوخت و مدل(۲) مصرف برق سرانه**

| مدل | متغیر | Log (Tractors) | Log (Fertilizer) | Log (Cereal) | Log (Aland) | Log (lstock) | Log (Avadded) | Log (Ivadded) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مدل ۱- مصرف انرژی سوخت | constant | -۱/۸۶۰** | -۰/۷۰۲*** | -۱/۱۶۰* | -۲/۲۸۷*** | ۰/۰۰۴* | -۱/۹۴۲** | ۰/۹۳۵* |
| | Log(ENCPC) | ۰/۵۵۹* | ۰/۵۹۱ | ۰/۰۲۲* | -۰/۰۶ | ۱/۰*** | -۰/۱۷۳* | -۰/۲۳۲** |
| | (residual(-1)) | -۰/۴۰۰** | -۰/۱۸۲*** | -۰/۳۹۴* | -۰/۸۹۲*** | -۰/۰۰۷* | -۰/۲۲۵** | ۰/۰۸۵* |
| | AR(1) | -۰/۳۴۰ | -۰/۰۴۶* | -۰/۲۵۷* | ۰/۶** | ۰/۰۰۲ | -۰/۰۵۱ | -۰/۴۵۳** |
| مدل ۲- مصرف برق سرانه | متغیر | Log (Tractors) | Log (Fertilizer) | Log (Cereal) | Log (Aland) | Log (lstock) | Log (Avadded) | Log (Ivadded) |
| | constant | -۰/۷۵۳*** | -۰/۲۰۷*** | -۱۸/۳۱۸*** | -۴/۵۰۳*** | -۰/۲۵۵*** | -۰/۱۱۹** | -۰/۲۱۷* |
| | Log(ElCPC) | -۰/۱۸۳** | ۱/۵۳۳*** | -۰/۹۸۶*** | -۰/۲۴۳** | -۰/۱۳۳** | -۰/۲۶۸** | -۰/۱۷۰* |
| | (residual(-1)) | -۰/۰۳۰*** | -۰/۰۰۷* | -۱/۲۸۸*** | -۰/۸۶۶*** | -۰/۰۰۳*** | -۰/۰۱۴*** | -۰/۱۹۱* |
| | AR(1) | -۰/۳۰۰ | ۰/۱۰۶ | ۰/۴۹۱*** | -۰/۷۱۰ | -۰/۲۶۹ | -۰/۰۸۹ | -۰/۰۹۷ |

Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۵- نتایج آزمو نعلیت گرنجرمدل(۱)مصرف انرژی سوخت و مدل(۲) مصرف برق سرانه**

| مدل۱- مصرف انرژی سوخت | فرض صفر | مدل ۲- مصرف برق سرانه | فرض صفر |
|---|---|---|---|
| رد می‌شود | مصرف ماشین آلات کشاورزی علت مصرف انرژی سوخت نیست | رد می‌شود | مصرف ماشین‌آلات کشاورزی علت مصرف برق سرانه نیست |
| رد نمی‌شود | مصرف انرژی سوخت علت مصرف ماشین‌آلات کشاورزی نیست | رد نمی‌شود | مصرف برق سرانه علت مصرف ماشین‌آلات کشاورزی نیست |
| رد می‌شود | مصرف کود علت مصرف انرژی سوخت نیست | رد نمی‌شود | مصرف کود علت مصرف برق سرانه نیست |
| رد می‌شود | مصرفانرژی سوخت علت مصرف کود نیست | رد می‌شود | مصرف برق سرانه علت مصرف کود نیست |
| رد نمی‌شود | تولید غلات علت مصرف انرژی سوخت نیست | رد می‌شود | تولید غلات علت مصرف برق سرانه نیست |
| رد می‌شود | مصرف انرژی سوخت علت تولید غلات نیست | رد نمی‌شود | مصرف برق سرانه علت تولید غلات نیست |
| رد نمی‌شود | سطح زیرکشت آبی علت مصرف انرژی سوخت نیست | رد نمی‌شود | سطح زیرکشت آبی علت مصرف برق سرانه نیست |
| رد نمی‌شود | مصرف انرژی سوخت علت سطح زیرکشت آبی نیست | رد نمی‌شود | مصرف برق سرانه علت سطح زیرکشت آبی نیست |
| رد می‌شود | تولید دام علت مصرف انرژی سوخت نیست | رد می‌شود | تولید دام علت مصرف برق سرانه نیست |
| رد نمی‌شود | مصرف انرژی سوخت علت تولید دام نیست | رد نمی‌شود | مصرف برق سرانه علت تولید دام نیست |
| رد نمی‌شود | ارزش افزوده بخشکشاورزی علت مصرفانرژی سوخت نیست | رد می‌شود | ارزش افزوده بخش کشاورزی علت مصرف برق سرانه نیست |
| رد می‌شود | مصرف انرژی سوخت علت ارزش افزوده بخش کشاورزی نیست | رد نمی‌شود | مصرف برق سرانه علت ارزش افزوده بخش کشاورزی نیست |
| رد نمی‌شود | ارزش افزوده بخش صنعت علت مصرف انرژی سوخت نیست | رد نمی‌شود | ارزش افزوده بخش صنعت علت مصرف برق سرانه نیست |
| رد نمی‌شود | مصرف انرژی سوخت علت مصرف ارزش افزوده بخش صنعت نیست | رد می‌شود | مصرف برق سرانه علت مصرف ارزش افزوده بخش صنعت نیست |

Archive of SID

www.SID.ir