



## تجزیه و تحلیل اقتصادی مصرف انرژی در مزارع تولید چای شهرستان لاهیجان


کارشناس اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان،  
گیلان، ایران

مهرشاد شریفی 

استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان،  
گیلان، ایران

رضا اسفنجاری کناری \*

کارشناس اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان،  
گیلان، ایران

فاطمه پدیدار خنچاه 

### چکیده

کشاورزی مدرن امروزی بیش از گذشته به انرژی و به خصوص سوخت‌های فسیلی وابسته است. با توجه به اهمیت تولیدات کشاورزی در ایران، هدف از مطالعه حاضر بررسی میزان مصرف انرژی و شاخص‌های انرژی در تولید محصول چای در شهرستان لاهیجان می‌باشد. پژوهش به صورت میدانی بوده و برای جمع‌آوری اطلاعات از پرسشنامه استفاده شده است. نتایج نشان داده میانگین انرژی‌های ورودی برای محصول چای در منطقه مورد مطالعه ۱۱۷۵۵/۸ مگاژول بر هکتار و میانگین انرژی خروجی ۶۰۶۴/۸۷ مگاژول بر هکتار بوده است. میانگین کارایی انرژی تولید چای ۰/۸۶ محاسبه شده و میانگین بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و همچنین میانگین افزوده انرژی در این بررسی به ترتیب ۱/۰۷۹، ۱/۸۱ و ۵۷۱۱- محاسبه شده است. مقایسه اثر انرژی نهاده‌های مستقیم و غیرمستقیم نشان داده که اثر انرژی نهاده‌های مستقیم بر عملکرد محصول چای بیشتر از اثر انرژی نهاده‌های غیرمستقیم است و همچنین مقایسه اثر نهاده انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر نیز نشان داده که اثر انرژی نهاده‌های تجدیدناپذیر بر عملکرد بیشتر از اثر انرژی نهاده‌های تجدیدپذیر است. نتایج مطالعه حاکی از آن است که مزارع چای مورد بررسی از کارایی انرژی لازم برخوردار نبوده، به طوری که در این واحدها افزایش در مصرف نهاده‌ها از افزایش در تولید پیشی گرفته است. لذا این امر در نهایت سبب کاهش کارایی مصرف انرژی در واحدهای مذکور شده است.

واژگان کلیدی: انرژی تجدیدشونده، بهره‌وری انرژی، کارایی انرژی، چای، لاهیجان.

طبقه‌بندی JEL: C۶۱ O۱۳.

## ۱. مقدمه

انسان طی قرن‌ها از منابع متعدد انرژی استفاده نموده است، پس از چندی با کشف سوخت‌هایی مانند نفت و اختراع موتور، پیشرفت و استفاده از منابع انرژی افزایش یافته و به مثابه آن رفاه و سطح زندگی بشر نیز بهبود یافت. بشر علم و تکنولوژی را به همراه انرژی و سایر منابع محیطی جهت پیشرفت خود به کار گرفت. با پیشرفت و ساخت تجهیزات کشاورزی استفاده از انرژی در این بخش نیز روز به روز افزایش یافت. کشاورزی امروزه شدیداً به انرژی، به ویژه سوخت‌های فسیلی وابسته است. برای تولید ماشین‌ها و ادوات کشاورزی، بذر، کود، تأمین آب، فرآیند تهیه غذا و انتقال آن به بازار، انرژی مورد نیاز است. تحقیقات زیادی در زمینه انرژی مصرفی در تولید محصولات کشاورزی برای محصولات مختلف و در شرایط مختلف در سراسر دنیا انجام شده و همه بیانگر اهمیت انرژی و چگونگی مصرف آن می‌باشد. برای درک چگونگی مصرف انرژی در کشاورزی و در نتیجه برنامه‌ریزی برای توسعه‌ای پایدار، آگاهی کامل از روند مصرف و بهره‌وری انرژی ضروری است.<sup>۱</sup>

ایران سیزدهمین کشور پرمصرف انرژی در جهان شناخته شده است. مصرف انرژی در کشور پنج برابر متوسط جهانی است و وضعیت مصرف انرژی با اصول مربوط به ارتقای بهره‌وری و بازدهی انرژی در جهان، مغایرت دارد. قیمت پایین حامل‌های انرژی و در دسترس بودن انواع منابع انرژی سبب شده تا جامعه ما با تأخیر قابل توجهی به ضرورت بهینه‌سازی الگوی مصرف انرژی بیاورد.<sup>۲</sup> مطالعه جریان انرژی می‌تواند ابعاد ناشناخته‌ای از روند تولید محصول که در سایر روش‌های مدیریتی اعم از روش‌های رایج مطالعه مکانیزاسیون و یا روش‌های اقتصادی مورد توجه قرار نمی‌گیرند را روشن سازد.<sup>۳</sup>

بررسی و مقایسه آمار موجود در رابطه با مصرف انرژی و تحلیل مصارف انرژی در بخش‌های مختلف کشاورزی کشور نشان‌دهنده عدم توازن بین عملکرد بخش‌های مختلف از نظر دستیابی به توسعه پایدار در حوزه انرژی است. از سوی دیگر، مقایسه تحلیلی این آمار با آمار مشابه کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته و متوسط جهانی، نیز نشان

۱. حیدر قلی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۳)

۲. رمضانی و همکاران (۱۳۹۳)

۳. مهدوی و همکاران (۱۳۸۹)

می‌دهد که الگوی مصرف انرژی در کشور چندان منطبق با مسیر پایدار نیست. با توجه به مسائل و مشکلات موجود در بخش انرژی، تنها راه حل اصولی، ارتقای بهره‌وری در زمینه انرژی می‌باشد.<sup>۱</sup>

انرژی را می‌توان به دو بخش انرژی‌های ورودی و انرژی‌های خروجی تقسیم‌بندی نمود که در اکثر مطالعات حاضر انرژی‌های ورودی (مصرفی) به دو بخش انرژی مستقیم و انرژی غیرمستقیم طبقه‌بندی شده و به دو شکل انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تعریف می‌شود.<sup>۲</sup> در سال‌های اخیر، با توجه به نقش و اهمیت انرژی در توسعه و کارایی کشاورزی مصرف انرژی به ویژه سوخت‌های فسیلی، کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و ماشین‌آلات افزایش چشمگیری داشته است.<sup>۳</sup> بخش کشاورزی به عنوان مهم‌ترین بخش تولیدکننده مواد غذایی کشور نه تنها مصرف‌کننده انرژی است بلکه مهم‌ترین عرضه‌کننده انرژی نیز محسوب می‌شود. مقدار انرژی که در سیستم‌های مختلف تولیدی زراعی مصرف می‌شود، نه فقط به نوع آن محصول بلکه به نوع مواد به کار گرفته شده در تولید آن محصول نیز بستگی دارد. به گونه‌ای که نحوه رفتار سیستم‌های مختلف زراعی در به کارگیری نهاده‌ها و منابع انرژی متفاوت بوده و در هر سیستم تولیدی کارایی انرژی حاصله متفاوت است به نحوی که می‌تواند منجر به ناپایداری کشاورزی گردد. اگر افزایش مصرف انرژی در بخش کشاورزی ادامه پیدا کند، تنها شانس تولیدکنندگان برای افزایش محصول کل، استفاده از نهاده بیشتر به جای گسترش زمین‌های قابل کشت خواهد بود. مصرف انرژی در کشاورزی به صورت یک مسئله درآمده است. یکی از روش‌های بسیار مفید در تحلیل و ارزیابی پایداری کشاورزی، استفاده از انرژی به عنوان ابزار محاسبه می‌باشد. تحت این شرایط تجزیه و تحلیل داده - ستاده از نقطه نظر انرژی برای سیاستگذاران و طراحان فرصتی را فراهم می‌کند تا فعل و انفعالات مصرف انرژی را به طور اقتصادی ارزیابی کنند.<sup>۴</sup>

اهداف تحلیل انرژی، کاهش مصرف نهاده‌های انرژی و جایگزینی منابع تجدیدپذیر در فرایند کشاورزی و حتی‌المقدور کاهش هزینه‌های تولید و روش‌های تولید دوستدار

۱. امامی (۱۳۷۹)

2. Kaltas, et al (2007)

۳. رجیبی و همکاران (۱۳۹۱)

۴. آتشی (۱۳۸۸)

طبیعت به عنوان قسمتی از یک سامانه مدیریت بهینه الزامی می‌باشد. استفاده بهینه از منابع طبیعی و نیروی انسانی در واقع هنری است که نسبت به قوانین و معادلات به اثبات رسیده اقتصادی، برتری دارد. تا آنجا که خود به عنوان معادله‌ای مبسوط تلقی می‌شود.<sup>۱</sup>

آنالیز جریان انرژی که با ثبت انرژی‌های ورودی و خروجی، در سیستم تولید به انجام می‌رسد سبب مدیریت صحیح منابع کمیاب به منظور بهبود تولید کشاورزی، فراهم آوردن مبنا و اساسی جهت محافظت از منابع و تحقق مدیریت پایدار، شناسایی فعالیت‌های پرمصرف و کم مصرف انرژی و امکان ارزیابی اقتصادی در مصرف انرژی خواهد شد.<sup>۲</sup>

از شاخص‌های مهم جریان انرژی که در بوم نظام‌های زراعی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد عبارتند از کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه، انرژی خالص، شدت انرژی و کل انرژی خروجی و کل انرژی ورودی، که در این میان کارایی انرژی مهم‌ترین شاخص جریان انرژی می‌باشد.

بی‌تردید استفاده کارآ از منابع، یکی از اهداف عمده کشاورزی پایدار است. در تمامی بوم نظام‌های زراعی اکولوژیک کاهش وابستگی سیستم به نهاده‌ها و مصرف انرژی و افزایش کارایی انرژی از اهداف اساسی به شمار می‌آید. بر همین اساس استفاده کارآ از انرژی در کشاورزی یکی از اصول مورد نیاز کشاورزی پایدار محسوب می‌شود.<sup>۳</sup>

کارایی انرژی یک نظام تولید کشاورزی را می‌توان از طریق هم ارزی انرژی عملکرد تولید شده و هم ارزی انرژی تمامی نهاده‌ها و عملیات زراعی مورد استفاده تعیین کرد.<sup>۴</sup>

با توجه به محدودیت و کمبود در زمینه منابع و عوامل تولید در بخش کشاورزی، استفاده کارآتر و بهتر از عوامل تولید مانند آب، خاک، نیروی انسانی و غیره ضروری است. بنابراین لازم است که به بررسی و تجزیه و تحلیل الگوی مصرف انرژی و کارایی آن در سیستم کشاورزی پرداخته شود.<sup>۵</sup>

از مهم‌ترین نوع مصرف انرژی در کشاورزی می‌توان به کودهای شیمیایی و به کارگیری ماشین‌های کشاورزی از لحاظ انرژی مصرف شده برای ساخت و از لحاظ

۱. اورعی و پیماندار (۱۳۸۲)

۲. عجب‌شیرچی اسکویی و همکاران (۱۳۹۰)

3. Di Joung (2004)

۴. کاظمی (۱۳۹۳)

۵. مطیعی لنگرودی (۱۳۸۱)

سوخت مصرفی اشاره کرد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که با رشد مکانیزاسیون و استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی، کارایی انرژی مصرفی در سیستم‌های کشاورزی کاهش یافته است و کشاورزی اولیه ضمن داشتن پایداری بیشتر نسبت به کشاورزی فشرده و مدرن امروزی، کارایی به مراتب بهتری داشته است.<sup>۱</sup>

به منظور دستیابی به هدف اصلی این تحقیق، در بخش دوم و سوم مبانی نظری و پیشینه تحقیق ارائه شده و در ادامه روش شناسی در بخش چهارم، برآورد مدل و نتایج آن در بخش پنجم و در نهایت در بخش ششم نتیجه گیری ارائه شده است.

## ۲. مبانی نظری

استفاده از منابع محدود و غیر قابل تجدید اگر چه برای بشر مزایای فراوانی داشته اما نگرانی‌هایی نیز در مورد مشکلات زیست محیطی ناشی از عملیات کشاورزی، همچون آلودگی، جنگل‌زدایی، افت حاصلخیزی خاک به دلیل فرسایش و بهره‌برداری بی‌رویه از خاک و همچنین نگرانی‌هایی در مورد کشاورزی فشرده به وجود آورده است. یکی از راهکارهای تحقق توسعه پایدار در کشاورزی بررسی جریان انرژی ورودی‌ها و خروجی‌ها در تولید محصول می‌باشد. مطالعه جریان انرژی می‌تواند ابعاد ناشناخته‌ای از روند تولید محصول را که در سایر روش‌های مدیریتی اعم از روش‌های رایج مطالعه مکانیزاسیون و یا روش‌های اقتصادی مورد توجه قرار نمی‌گیرند را روشن سازد.<sup>۲</sup> بررسی نسبت انرژی خروجی و ورودی در اکوسیستم‌های مختلف کشاورزی که البته به نوع محصول و نوع مواد به کار گرفته شده در تولید محصول بستگی دارد، می‌تواند با مشخص ساختن نواقص موجود نقش اساسی را در پایداری تولید، بهینه‌سازی اقتصادی، حفظ ذخایر سوخت‌های فسیلی و کاهش آلودگی هوا ایفا نماید.<sup>۳</sup> نظر به اینکه بخش کشاورزی با محدودیت منابع تولید روبرو بوده، باید تعادلی میان جریان تولید و برداشت وجود داشته باشد. یکی از روش‌های ایجاد این تعادل ارزیابی جریان انرژی در تولید محصولات می‌باشد. شاخص‌های انرژی شامل چهار شاخص عمده کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص می‌باشند. شاخص کارایی مصرف

1. Pimentel (1996)

۲. شعبان‌زاده و همکاران (۱۳۹۵)

3. Ozkan, *et al* (2004)

انرژی نشان‌دهنده آن است که به ازای هر مگاژول برهکتار ( $MJha^{-1}$ ) انرژی مصرفی به منظور تولید، چه میزان انرژی برداشت شده است. هرچه این نسبت بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده آن است که کارایی انرژی بالاتر است. شاخص بهره‌وری انرژی نیز بیان‌گر آن است که به ازای هر مگاژول برهکتار انرژی مصرفی نهاده، چند کیلوگرم ستاده حاصل می‌شود. همچنین شاخص انرژی ویژه به صورت نسبت مجموع انرژی‌های ورودی به عملکرد محصول تعریف می‌گردد. لذا هر چه مقدار این شاخص بزرگ‌تر باشد بیانگر هدر رفت بیشتر انرژی است. و در نهایت شاخص انرژی خالص بیان‌گر خالص انرژی خروجی می‌باشد.<sup>۱</sup>

با توجه به اینکه هدف از انجام این پژوهش بررسی عملکرد چای و انرژی این محصول است، انتخاب شهرستان لاهیجان به عنوان منطقه مورد بررسی از آن جهت با اهمیت است که یکی از بزرگترین تولیدکنندگان محصول چای در ایران می‌باشد و نیز به شهر چای معروف است. از دیگر اهداف این مطالعه بررسی انرژی‌های ورودی و خروجی تولید چای و تخمین رابطه بین انرژی‌های ورودی و عملکرد محصول می‌باشد.

### ۳. پیشینه تحقیق

مطالعات زیادی در زمینه کارایی مصرف انرژی در داخل و خارج انجام شده است که حاکی از اهمیت کارایی انرژی و بهره‌وری در تولید محصولات بوده است و بدین منظور چند نمونه از این مطالعات را در زیر آورده ایم که عبارتند از:

در مطالعه‌ای توسط قهدریجانی و همکاران (۱۳۸۸) میزان مصرف انرژی برای کشت سیب زمینی در منطقه غرب استان اصفهان بررسی شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بیشترین سهم مصرف انرژی محصول سیب زمینی مربوط به انرژی کودهای شیمیایی با متوسط ۵۱ درصد بوده و کمترین میزان سهم مصرف انرژی مربوط به انرژی نیروی کار با متوسط ۲ درصد است.

موسوی اول و همکاران (۲۰۱۱) به منظور بررسی کارایی اقتصادی و تکنیکی مصرف انرژی در تولید محصول کلزا استان گلستان از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. کارایی انرژی در این مطالعه به صورت نسبت انرژی خروجی به ورودی محاسبه

---

۱. شعبانزاده و همکاران (۱۳۹۵)

شده است. نتایج نشان داد، میانگین کارآیی در مزارع کلزا منطقه مورد مطالعه در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۰/۷۴ و ۰/۸۸ است. در برخی مطالعات نیز به انرژی مصرف آب پرداخته شده است که چند مورد را بررسی می‌کنیم:

یوسفی و مهدوی دامغانی (۱۳۹۰) بهره‌وری مصرف آب و انرژی در بوم نظام‌های فاریاب استان کرمانشاه را بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که بهره‌وری مصرف آب در بوم نظام‌های تولید یونجه، ذرت و گندم در این استان به ترتیب ۲/۰۶ و ۱/۰۵ و ۰/۹ کیلوگرم بر مترمکعب بود. همچنین کارایی مصرف انرژی برای این بوم نظام‌ها به ترتیب ۴/۲۹ و ۲/۰۸ و ۳/۷۸ بود. بر این اساس شاخص بهره‌وری آب - انرژی در بوم نظام‌های گندم، ذرت و یونجه به ترتیب ۰/۰۸، ۰/۰۶، ۰/۱۳ گرم بر مترمکعب بر کیلووات ساعت بود.

محضرنیا (۱۳۹۰) مصرف انرژی در سیستم‌های مختلف تولید برنج در استان گلستان را مورد بررسی قرار داد. شاخص انرژی ویژه برای تولید برنج تقریباً ۱۲/۵ مگاژول بر کیلوگرم بود، البته این شاخص در شهرستان گنبد کاووس با مقدار ۱۳/۱۵ مگاژول بر کیلوگرم بیشتر از سایر شهرستان‌ها بوده است.

نیکخواه و همکاران (۱۳۹۲) ارزیابی حساسیت انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید چای در استان گیلان را مورد مطالعه قرار دادند. مجموع انرژی‌های ورودی در جریان تولید چای ۳۹۰۶۰/۶۰ مگاژول بر هکتار و میزان کارایی انرژی ۰/۲۲ محاسبه شد. کودهای شیمیایی بیشترین سهم را در انرژی‌های مصرفی و انتشار گازهای گلخانه‌ای به ترتیب با ۵۸/۵۵ و ۷۸/۲۲ درصد در تولید چای به خود اختصاص دادند. مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید چای در منطقه ۱۲۸۱/۸۲ کیلوگرم معادل دی اکسید کربن در هکتار بود.

کازمی و زارع (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای دیگر جریان انرژی در مزارع گندم شهرستان‌های گرگان و مرو دشت مورد ارزیابی و مقایسه قرار دادند. کارایی مصرف انرژی برای مزارع گرگان ۲/۹۱ و در مزارع مرو دشت ۲/۵۶ محاسبه شد. انرژی ورودی و انرژی خروجی در مزارع مرو دشت بالاتر از گرگان به دست آمد و متوسط بهره‌وری انرژی به ترتیب ۰/۱۲۵ و ۰/۱۲۳ کیلوگرم در مگاژول برای مزارع این دو منطقه محاسبه شد.



اسفنججاری و همکاران (۱۳۹۳) کارایی مصرف انرژی در گلخانه‌های تولید خیار استان تهران را بررسی کردند. نتایج مطالعه نشان داد که کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی خالص، و انرژی ویژه در واحدهای تحت بررسی به ترتیب برابر با ۰/۵۲، ۰/۶۵ کیلوگرم بر مگاژول، ۷۳۱۰۸۰ مگاژول در هکتار و ۱/۵۲ مگاژول بر کیلوگرم است. سهم انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر، و تجدیدناپذیر از کل انرژی مصرفی نیز به ترتیب برابر ۱۴/۸۶، ۴، و ۹۶ درصد محاسبه شد.

چمسینگ و همکاران (۲۰۰۶)<sup>۱</sup> در بررسی تجزیه مصرف انرژی چند محصول در کشور تایلند، گزارش کردند که محصول سویا چه در فصل خشک و چه در فصل مرطوب دارای نسبت انرژی پایینی نسبت به سایر گیاهان است، بالاترین میزان نسبت انرژی به گیاه نیشکر اختصاص یافت.

بررسی مطالعات فوق بیان‌گر آن است که الگوی مصرف انرژی و کارایی فنی واحدها در برخی از مطالعات مناسب و در برخی دیگر از موارد نامناسب بوده است. لذا مقایسه الگوی مصرف انرژی و کارایی فنی واحدها در واحدهای با الگوی مصرف انرژی و کارایی فنی مطلوب با واحدهای با الگوی مصرف انرژی و کارایی فنی نامناسب، بیان‌گر این موضوع است که علت اصلی تفاوت در دو گروه نحوه استفاده از نهاده‌هاست. به طوری که در برخی موارد کمیابی و عدم دسترسی به منابع کافی و گاهی اوقات نیز عدم دانش کافی جهت استفاده و ترکیب مناسب نهاده‌ها، به الگوی مصرف انرژی نامناسب و کارایی فنی پائین واحدها منجر شده است.

#### ۴. روش‌شناسی

##### ۴-۱. منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌گیری

منطقه مورد بررسی شهرستان لاهیجان در استان گیلان بود. تعداد افراد نمونه با استفاده از فرمول کوکران تخمین زده شد<sup>۲</sup> و به این ترتیب حجم نمونه ۱۳۴ نفر تعیین شد. اطلاعات مورد نیاز توسط پرسشنامه و مصاحبه حضوری جمع‌آوری شد اطلاعات با دفترچه چای کشاورز مربوطه تطبیق داده شد.

1. Chamsing, *et al* (2006)  
2. Snedecor and Cochran (1980)



$$n = \frac{Ns \times t^2}{N - 1d^2 + s \times t^2} \quad (1)$$

$$d = \frac{t \times s}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

در این رابطه  $t$  برابر است با ۱/۹۶ (در سطح اطمینان ۰.۹۵٪)،  $s$  پیش برآورد انحراف معیار جامعه،  $d$  دقت احتمالی مطلوب،  $N$  حجم جامعه (۲۰۶ چایکار که اطلاعات آنها در جهاد کشاورزی شهرستان لاهیجان ثبت شده بود) و  $n$  حجم نمونه است. اطلاعات از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری به دست آمد.

#### ۲-۴. روش تحلیل انرژی مصرفی

معادله‌های انرژی نهاده‌های ورودی و خروجی مورد استفاده در تولید چای در استان گیلان در جدول ۱ ارائه شده است. پس از تعیین انرژیهای ورودی و خروجی تولید چای در استان گیلان، شاخص‌های انرژی از طریق فرمولهای ۳ تا ۶ محاسبه شد. سپس سهم شکل‌های مستقیم (نیروی انسانی و سوخت)، غیرمستقیم (کودهای شیمیایی، کود حیوانی، مواد شیمیایی و ماشین‌ها)، تجدیدپذیر (نیروی انسانی و کود حیوانی) و تجدیدناپذیر (سوخت بنزین، کودهای شیمیایی، مواد شیمیایی و ماشین‌آلات) انرژی در تولید چای در شهرستان لاهیجان مورد بررسی قرار گرفت. جهت محاسبه کارایی انرژی از فرمول (۳) استفاده شده است.

$$\text{کارایی انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}} \quad (3)$$

جهت محاسبه بهره‌وری انرژی از فرمول (۴) استفاده شده است.

$$\text{بهره‌وری} = \frac{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}} \quad (4)$$

جهت محاسبه انرژی ویژه از فرمول (۵) استفاده شده است.

$$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}}{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)}} \quad (5)$$

جهت محاسبه افزوده انرژی از فرمول (۶) استفاده شده است.

(۶) انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار) - انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار) = افزوده انرژی  
 انرژی معادل نهاده‌ها و ستاده در این مطالعه از منابع متعدد جمع آوری شده و در جدول (۱) گزارش شده است. به منظور محاسبه انرژی معادل این نهاده‌ها، مقدار نهاده محاسبه شده در هر هکتار در ضرایب انرژی معادل آن ضرب می‌گردد.

جدول ۱. معادل‌های انرژی ورودی و خروجی

منبع	معادل انرژی (مگاژول بر هکتار)	ورودی‌ها و خروجی‌ها
		ورودی‌ها
(Singh et al., 1994)	۱/۹۶	نیروی انسانی
		کودهای شیمیایی
(Ozkan et al., 2011)	۶۶/۱۴	نیتروژن (کیلوگرم)
(Ozkan et al., 2011)	۱۲/۴۴	فسفر (کیلوگرم)
(Khoshnevisan et al., 2013)	۰/۳	علف‌کش (کیلوگرم)
(Khoshnevisan et al., 2013)	۱۲۰	کود حیوانی (کیلوگرم)
(Pishgar-Komleh et al., 2011a)	۴۶/۳	سوخت بنزین (لیتر)
(Singh and Mittal., 1992)	۶۲/۷	ماشین‌آلات (ساعت)
		خروجی‌ها
(Ozkan et al., 2004)	۰/۸	چای (کیلوگرم)

در این مطالعه برای تخمین رابطه بین انرژی‌های ورودی نیروی انسانی ( $X_1$ )، کودهای شیمیایی ( $X_2$ )، سموم شیمیایی ( $X_3$ )، سوخت بنزین ( $X_4$ )، کود حیوانی ( $X_5$ ) و ماشین‌آلات ( $X_6$ ) با عملکرد چای از تابع کاب داگلاس استفاده شد که یک مدل پذیرفته شده توسط بسیاری از محققان در بررسی انرژی مصرفی تولید محصولات کشاورزی است.

شکل کلی این تابع در فرمول ۷ ارائه شده است. با لگاریتم‌گیری از دو طرف معادله، به صورت فرمول ۸ در می‌آید. با جایگذاری شش نهاده انرژی ورودی برای تولید چای در استان گیلان، فرمول موردنظر به صورت فرمول ۹ در می‌آید. که در این فرمول  $e_i$  به ترتیب ضریب ثابت و ضریب خطا هستند و  $e_1, e_2, e_3, \dots, e_6$  به ترتیب ضرایب

رگرسیون نهاده‌های انرژی ورودی هستند. در این مطالعه نرخ بازگشت به مقیاس نیز مورد بررسی قرار گرفت. به این معنا که با تغییر مقدار انرژی تمام نهاده‌های ورودی، مقدار عملکرد به چه اندازه تغییر می‌یابد اگر این عدد بزرگتر از یک محاسبه شود، نرخ بازگشت به مقیاس افزایشی خواهد بود و با افزایش یک درصد در انرژی تمام نهاده‌های ورودی عملکرد به میزان بیش از یک درصد افزایش می‌یابد. نرخ بازگشت به مقیاس مساوی یک و کمتر از یک به ترتیب بیانگر نرخ بازگشت به مقیاس ثابت و کاهشی هستند.

$$y = f(x) \exp(u) \quad (7)$$

$$\ln y_i = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \ln(x_i) + e_i \quad (8)$$

$$\ln y_i = a_0 + a_1 \ln x_1 + a_2 \ln x_2 + a_3 \ln x_3 + a_4 \ln x_4 + a_5 \ln x_5 + a_6 \ln x_6 + e_i \quad (9)$$

اثر انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر را بر روی عملکرد محصول چای را می‌توان به ترتیب با روابط (۱۰) و (۱۱) بررسی نمود.

$$\ln Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln DE + \alpha_2 \ln IDE + e_i \quad (10)$$

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln RE + \beta_2 \ln NRE + e_i \quad (11)$$

در دو الگوی فوق و ضرائب مربوط به نهاده‌ها هستند که توسط مدل برآورد می‌شوند. اطلاعات اولیه به محیط نرم افزار Excel 2007 انتقال یافت. سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از طریق نرم افزار Eviews انجام شد.

## ۵. انجام محاسبات و برآورد مدل

سطح زیر کشت باغات چای ایران در حدود ۳۲۰۰۰ هکتار است که استان گیلان با سطح زیر کشت ۲۴۰۰۰ هکتار، بزرگ‌ترین تولیدکننده این محصول در سطح کشور می‌باشد.<sup>۱</sup> میانگین سطح زیر کشت باغات چای در شهرستان لاهیجان ۰/۵۱ هکتار محاسبه شده است. در حالیکه میانگین سطح زیر کشت باغات چای در استان گیلان ۰/۲ هکتار می‌باشد.<sup>۲</sup> شهرستان لاهیجان سهم بزرگی را در تولید چای استان گیلان دارا است. اما باغات چای این منطقه به دلیل تقسیمات ارثی و تکه تکه شدن باغات، کمبود نیروی کار و مهاجرت

روستاییان به شهر، تبدیل زمین های کشاورزی به مسکونی، کاهش ریزش های جوی در سالیان اخیر و بایر شدن بخش هایی از باغ با کاهش بازدهی همراه بوده است و هر چه قدر زمان میگذرد مساحت زیر کشت باغات چای در این منطقه کاهش می یابد و به مرور زمان این مساحت کمتر هم خواهد شد و به دنبال آن بازدهی و کارایی کاهش می یابد. موضوع میانگین مساحتی پایین باغات، کشاورزان را دچار مشکل نموده است که از جمله این مشکلات، استفاده کم از ماشین آلات کشاورزی می باشد به طوری که استفاده از ماشین کشاورزی برای برداشت چای در این منطقه رایج نیست و عملیات کشاورزی به صورت دستی انجام می گیرد.

جدول ۲. میانگین برداشت و عملکرد کل در هر هکتار

برداشت	میانگین برداشت (کیلوگرم بر هکتار)	درصد
اول	۳۰۵۳/۵۶	۴۰/۲۸
دوم	۲۲۰۲/۱۴	۲۹/۰۴
سوم	۱۷۴۵/۲۲	۲۳/۰۳
چهارم	۵۸۰/۱۵	۷/۶۵
عملکرد کل	۷۵۸۱/۰۸۸	

منبع: یافته های تحقیق

میانگین میزان برداشت چای در این منطقه در طول سال کاهش می یابد بدین صورت که در برداشت اول ۴۰ درصد مقدار کل برداشت و در برداشت چهارم ۷/۶ درصد مقدار کل برداشت صورت می گیرد و حتی در برخی موارد برداشت چهارم اصلاً صورت نمی گیرد. میانگین عملکرد محصول چای در این منطقه ۷۵۸۱/۰۸۸ کیلوگرم بر هکتار می باشد. میزان انرژی ورودی و خروجی تولید چای در جدول ارائه شده است. نهاده انرژی کودهای شیمیایی بیشترین مقدار از انرژی ورودی را با ۴۲/۹ درصد دارا می باشند که در آن سهم کود ازت ۴۲/۶ درصد و کود فسفر ۰/۳۳ درصد می باشد. نهاده بعدی نیروی کار می باشد که ۳۵ درصد از انرژی ورودی را دارا می باشد. میانگین مقدار انرژی این نهاده در تولید چای معادل ۳۳۱۵/۸۷ مگاژول بر هکتار محاسبه شده است. دلیل بالا بودن سهم انرژی نیروی کار، مکانیزه نبودن عملیات کشاورزی در باغات چای این منطقه می باشد چرا

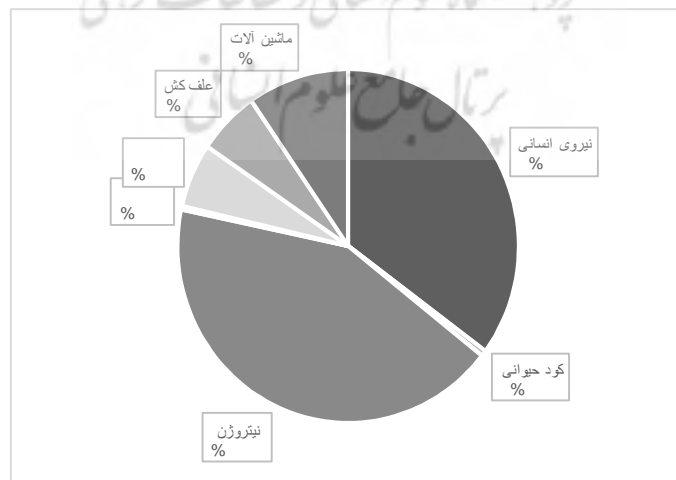
که اکثر عملیات کشاورزی به صورت دستی انجام می‌گیرد.

جدول ۳. انرژی‌های ورودی و خروجی چای در شهرستان لاهیجان

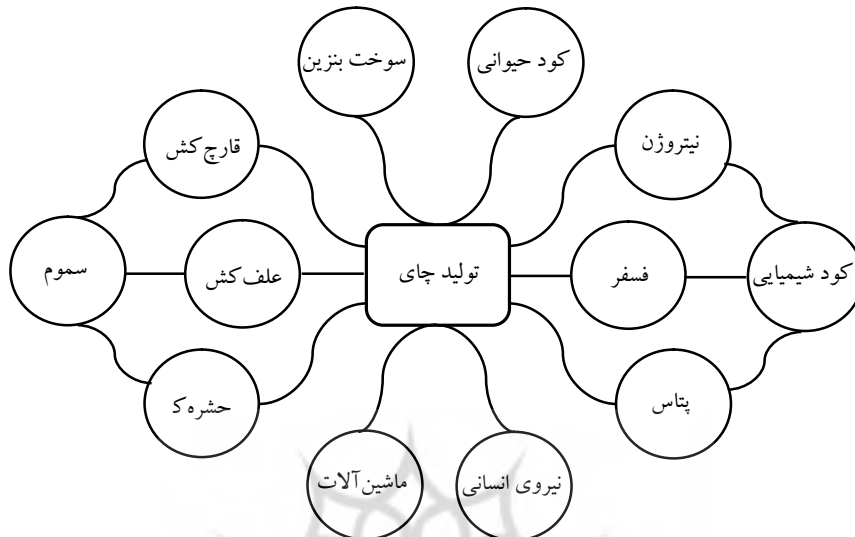
درصد	میانگین انرژی (مگاژول بر هکتار)	ورودی‌ها و خروجی‌ها
		ورودی‌های مستقیم
۳۵/۱۱	۳۳۱۵/۸۷	نیروی انسانی
۵/۸۹	۸۲۵/۰۱۵	سوخت
		غیر مستقیم
۰/۵۲	۴۵/۹۲۵	کود حیوانی
		کودهای شیمیایی
۴۲/۶۴	۳۵۵۲/۷۳	نیتروژن
۰/۳۳	۱۸/۷۹	فسفر
		سموم شیمیایی
۵/۸۵	۲۵۷۶/۴۷	علف‌کش
۰	۰	قارچ‌کش
۰	۰	حشره‌کش
۹/۶۲	۱۴۴۱/۰۲	ماشین‌آلات
		خروجی
	۶۰۶۴/۸۷	عملکرد چای

منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۱. سهم انرژی‌های ورودی در تولید چای شهرستان لاهیجان



شکل ۲. فرایند تولید چای در شهرستان لاهیجان



با توجه به جدول میانگین انرژی ورودی در این منطقه مورد مطالعه ۱۱۷۵۵/۸ مگاژول بر هکتار محاسبه شده است و میانگین انرژی خروجی (محصول) ۶۰۶۴/۸۷ مگاژول بر هکتار به دست آمده است. میانگین کارایی انرژی تولید چای در شهرستان لاهیجان ۰/۸۶ محاسبه شد. این در حالی است که مطالعات گذشته میانگین کارایی انرژی تولید محصولات برنج در استان گیلان (۱/۵۳)، تولید کلزا در استان گلستان (۳/۰۲)، تولید سویا در کردکوی گلستان (۴/۶۲) گزارش کردند.<sup>۱</sup>

دلیل پایین بودن کارایی انرژی محصول چای، می تواند کوچک بودن زمین ها یا اصطلاحاً خرده مالکی بودن و همچنین استفاده زیاد از مقادیر انرژی ورودی مخصوصاً نهاد کود شیمیایی است.

بهره وری انرژی تولید چای در شهرستان لاهیجان ۱/۰۷ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد. مقدار بهره وری با افزایش عملکرد محصول افزایش می یابد ولی با توجه به کاهش سالیانه عملکرد محصول چای در شهرستان لاهیجان پیش بینی می شود مقدار بهره وری نیز کاهش پیدا کند.

1. Mousavi-Avval, *et al* (2011b), Pishgar-Komleh, *et al* (2011a), Taheri-Garavand, *et al* (2010)

مقدار انرژی ویژه ۱/۸۱ محاسبه شد و افزوده انرژی که با کاهش همراه بوده است و مقدار آن ۵۷۱۰/۹۶- مگاژول بر هکتار است. در بیشتر مطالعات انجام گرفته بر روی محصولات این مقدار منفی می باشد و آن به خاطر کمتر بودن مقدار انرژی خروجی نسبت به انرژی ورودی است. به این معنا می باشد که در طول فرایند تولید چای بخشی از انرژی ورودی به انرژی خروجی تبدیل نمی شود و آزاد می شود که آن می تواند به دلیل استفاده ناکارا از انرژی در تولید چای می باشد.

جدول ۴. شاخص های انرژی تولید چای در شهرستان لاهیجان

میانگین	واحد	شاخص ها
۱۱۷۷۵/۸	مگاژول بر هکتار	کل انرژی ورودی
۶۰۶۴/۸۷	مگاژول بر هکتار	کل انرژی خروجی
۰/۸۶۳۶	-	کارایی انرژی
۱/۰۷۹۵۳	کیلوگرم بر مگاژول	بهره وری انرژی
۱/۰۷۹۵۳	مگاژول بر کیلوگرم	انرژی ویژه
-۵۷۱۱	مگاژول بر هکتار	افزوده انرژی

منبع: یافته های تحقیق

در ادامه با تفکیک نهاده های انرژی به نهاده هایی که انرژی مستقیم و نهاده هایی که انرژی غیر مستقیم ایجاد می کنند. و همچنین نهاده هایی که انرژی تجدیدپذیر و نهاده هایی که انرژی تجدیدناپذیر دارند، اثر هر یک از دو گروه از نهاده های فوق بر عملکرد محصول در قالب دو رابطه (۱۰) و (۱۱) مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۴. نتایج حاصل از برآورد اثر انرژی نهاده های مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد محصول چای.

متغیرها	ضرائب	آماره $f$
جزء ثابت	۰/۳۸***	۶/۰۲
انرژی مستقیم	۰/۶۴**	۲/۱۹
انرژی غیر مستقیم	۰/۳۱**	۲/۳۱
	$R^2=0/68$	$F$ آماره = ۴۱ / ۴۴
	۹۸ آماره $f$ وایت	

منبع: یافته های تحقیق \*\*، \*\*\* به ترتیب معنی داری در سطح ۱ درصد و ۵ درصد را نشان می دهند.



جدول ۵. نتایج حاصل از برآورد اثر انرژی نهاده‌های تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر بر عملکرد محصول چای.

متغیرها	ضرائب	آماره $f$
جزء ثابت	۰/۶۱	۰/۴۱
انرژی تجدیدپذیر	۰/۲۹***	۷/۹۹
انرژی تجدید ناپذیر	۰/۶۵**	۲/۴۳
	$R^2 = ۰/۷۰$	$F$ آماره = ۲۲/۳۱

۱۰۲ = آماره  $f$  وایت

منبع: یافته‌های تحقیق \*\*، \*\*\* به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد و ۵ درصد را نشان می‌دهند.

نتایج حاصل از بررسی فوق به ترتیب در جدول (۴) و (۵) گزارش شده است. به منظور بررسی وجود همخطی بین متغیرهای توضیحی رگرسیون از آزمون سهم‌های واریانس استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که سهم‌های واریانس به ازای هر ریشه مشخصه هیچ زوج مرتبی بالاتر از ۰/۵ نمی‌باشد. که این نتیجه حاکی از عدم وجود رابطه همخطی شدید است. همچنین جهت آزمون ناهمسانی واریانس در این تحقیق از آزمون وایت استفاده شده است. نتایج این آزمون نشان داد که احتمال آماره  $f$  آزمون وایت بیشتر از ۰/۰۵ است که این نتیجه حاکی از عدم وجود ناهمسانی واریانس بین جملات خطا می‌باشد.

بررسی نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که اثر انرژی نهاده‌های مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد محصول چای مثبت و به ترتیب برابر با ۰/۶۴ و ۰/۳۱ می‌باشد که هر دو ضریب فوق در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری معنی‌دار می‌باشند. مقایسه اثر انرژی نهاده‌های مستقیم و غیر مستقیم نشان می‌دهد که اثر انرژی نهاده‌های مستقیم بر عملکرد محصول چای بیشتر از اثر انرژی نهاده‌های غیر مستقیم است. همچنین بررسی نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که اثر انرژی نهاده‌های تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر بر عملکرد محصول چای مثبت و به ترتیب برابر با ۰/۲۹ و ۰/۶۵ است که البته اثر انرژی نهاده‌های تجدیدنپذیر در سطح ۱ درصد و اثر انرژی نهاده‌های تجدید ناپذیر در سطح پنج درصد از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد.

مقایسه اثر انرژی نهاده‌های تجدیدنپذیر و تجدیدنپذیر نیز نشان می‌دهد که اثر انرژی

نهاده‌های تجدیدنپذیر بر عملکرد محصول چای بیشتر از اثر انرژی نهاده‌های تجدیدپذیر است.

## ۶. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج حاکی از آن است که درصد بالایی از باغات چای تحت بررسی از کارایی انرژی لازم برخوردار نبوده و افزایش در مصرف نهاده‌ها در واحدهای فوق‌بر افزایش در تولید این واحدها پیشی گرفته و در نهایت سبب کاهش کارایی انرژی شده است که این امر خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به دلیل استفاده نامناسب از منابع به محیط زیست وارد می‌کند. بنابراین پیشنهاد می‌شود با بهبود عملیات مدیریتی در استفاده بهینه از نهاده‌هایی مانند کودهای شیمیایی می‌باشد همچنین با ارتقاء آگاهی‌های عمومی مصرف‌کنندگان در مورد اهمیت انرژی‌های مصرفی و هدایت واحدهای تولیدی در جهت مصرف منطقی و به موقع انرژی و روش‌های صرفه‌جویی انرژی می‌توان در جهت کاهش تلفات انرژی و افزایش عملکرد در واحد سطح گامی برداشت که البته این نتایج، یافته‌های قبلی مبنی بر نیاز به آموزش و ترویج در این صنعت را تأیید می‌کند.

## منابع

- آتشی، سیده سوفیا کریمیان، علی اکبر. و فتاحی، احمد. (۱۳۸۹). «ارزیابی پیامدهای اجتماعی ناشی از خشک سالی بر کشاورزی»، دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گردوغبار، دانشگاه یزد.
- اسفنجاری کناری، رضا. شعبان‌زاده، مهدی. جانسوز، پریناز. و امیدی، احمد. (۱۳۹۴). «بررسی الگوی مصرف انرژی در گلخانه‌های تولید خیار استان تهران»، *مجله مهندسی بیوسستم ایران*، شماره (۲) ۴۶، صفحات ۱۳۴-۱۲۵.
- امامی میدی، علی. (۱۳۷۹). «اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری انرژی». انتشارات موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، چاپ (۲)، صفحات ۱۵۱-۱۲۵.
- اورعی، سید کاظم. و پیماندار، محمد صادق. (۱۳۸۲). «تحلیل محاسبه بهره‌وری انرژی». مرکز انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

- حیدر قلی نژاد، معصومه و حسن زاده، عبدالله. (۱۳۸۲). «ارزیابی بیلان انرژی زراعت گندم دیم در استان مازندران». *مجله پژوهش و سازندگی*، شماره ۵۸، صفحات ۶۵-۶۳.
- رجبی، محمد حسین. سلطانی، افشین. زینلی، ابراهیم. و سلطانی، الیاس. (۱۳۹۱). «ارزیابی مصرف انرژی در تولید گندم در گرگان». *مجله پژوهش های تولید گیاهی*، شماره ۱۹ دوره ۳.
- رمضانی امیری، هاجر. و زیبایی، منصور. (۱۳۹۰). «بررسی ارتباط میان انرژی نهاده های مصرفی و عملکرد محصولات گوجه، خیار و خربزه تحت شرایط کشت زیر پلاستیک در شهرستان فیروزآباد فارس»، *اقتصاد و توسعه کشاورزی*، دوره ۲۵ شماره ۱، صفحات ۶۵-۵۸.
- زمانی، امید. قادرزاده، حامد. و مرتضوی، سید ابوالقاسم، (۱۳۹۳). «تعیین الگوی کشت با تأکید بر مصرف بهینه انرژی و کشاورزی پایدار در شهرستان سقز استان کرمانشاه»، *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*، دوره دوم شماره ۳۱، صفحات ۲۹-۱۵.
- شعبان زاده، مهدی. اسفنجاری کناری، رضا. و رضائی، اعظم. (۱۳۹۵). «بررسی الگوی مصرف انرژی محصول گوجه فرنگی در استان خراسان رضوی»، *ماشین های کشاورزی*، شماره (۱۶)، صفحات ۲۴-۱۱.
- عجب شیرچی اسکوئی، یحیی. تاکی، مرتضی. عبدی، رضا. قبادی فر، احمد. (۱۳۹۰). «بررسی کارایی انرژی مصرفی در کشت گندم دیم توسط تکنیک تحلیل پوششی داده ها (مطالعه موردی: دشت سیلاخور)»، *ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون*، ۲۴ و ۲۵ شهریور، کرج، ایران.
- قهدریجانی، محمد. کیهانی، علیرضا. طباطبایی فر، سید احمد و امید، محمود. (۱۳۸۷). «بررسی تأثیر عوامل مختلف زراعی و ساختاری بر میزان کارایی انرژی برای کشت سیب زمینی در غرب اصفهان»، *پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون*، ۱۵۶.
- کاظمی، حسین. و زارع، سمیرا. (۱۳۹۳). «ارزیابی و مقایسه جریان انرژی در مزارع گندم شهرستان های گرگان و مرودشت»، *تحقیقات غلات دانشگاه گیلان*، شماره ۴ (۳)، صفحات ۲۲۷-۲۲۱.
- محضرنیا فومشی، کاظم. (۱۳۹۰). «بررسی مصرف انرژی در سیستم های مختلف تولید برنج در استان گلستان»، *اولین همایش ملی کشاورزی دانشگاه آزاد واحد ساوه*.
- مطیعی لنگرودی، سید حسن. (۱۳۸۷). «*جغرافیای اقتصادی ایران (کشاورزی)*»، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- مهدوی، سید مهدی. محمدی مقرب، محسن. جعفریان، مصطفی و صدرنیا، حسن. (۱۳۸۹). «آنالیز انرژی مصرفی در تولید محصولات عمده زراعی شرکت سهامی زراعی خضری»، *اولین همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری های نوین در کشاورزی*.

نیکخواه، امین. عمادی، باقر. شعبانیان، فرشاد. و حمزه کلکناری، هانی. (۱۳۹۳)، «ارزیابی حساسیت انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید چای در استان گیلان»، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، شماره ۶(۳)، صفحات ۶۳۳-۶۲۲.

یوسفی، محمد. و مهدوی دامغانی، عبدالمجید. (۱۳۹۰). «بررسی بهره‌وری مصرف آب و انرژی در بوم‌نظام‌های فاریاب استان کرمانشاه»، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، شماره ۲(۵)، صفحات ۱۱۳-۱۲۱.

## References

- Chamsing, A., Salokhe, V. M. and Singh, G., (2006), "Energy consumption analysis for selected crops in different of Thailand", CIGR Electronic Journal, no. 1 (3), pp. 1-18.
- De Jonge AM., (2004), "Eco-efficiency improvement of a crop protection product". the perspective of the crop protection industry, Crop Protection no. 23(12), pp. 1177-86.
- Kaltsas, A. M. and Mamolos, A. P. and Tsatsarelis, C. A. Nanos, G. D. and Kalburtji, K. L., (2007), "Energy budget in organic and conventional olive groves", Agriculture Ecosystem and Environment, no. 122, pp. 243-25
- Khoshnevisan, B. S. and Rafiee, M. and Omid, M. and Yousefi and M. Movahedi, (2013), "Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Esfahan province of Iran using artificial neural networks", Energy, no. 52, pp. 333-338.
- MAJ., (2011), "Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran", Annual agricultural statistics.
- MousaviAvval, S. H. and Rafiee, S. and Jafari, A. and Mohammadi, A., (2011a), "Improving energy productivity of sunflower production using data envelopment analysis (DEA) approach", Journal of the Science of Food and Agriculture, no. 91, pp. 1885-1892.
- Ozkan, B. and H. Akcaoz and C. Fert, (2004), "Energy input-output analysis in Turkish agriculture", Renewable Energy, no. 29, pp. 39-51.
- Pimentel, D. and Pimentel, M., (1996), "Food, Energy and Society", Colorado Press, Niwet.
- Pishgar-Komleh, S. H. and P. Sefeedpari and S. Rafiee, (2011a), "Energy and economic analysis of rice production under different farm levels in Guilan province of Iran". Energy, no. 36, pp. 5824-5831.
- Singh, S. and J. P. Mittal, (1992), "Energy in Production Agriculture", Mittal Publications.
- Singh, S. and S. Singh, and J. P. Mittal and C. J. S. Pannu and B. S. Bhangoo, (1994), "Energy inputs and crop yield relationships for rice in

Punjab", Energy, no. 19, pp. 1061-1065.

Snedecor, G. W. and W. G. Cochran, (1980), "Statistical methods" Iowa State University Press.

Taheri-Garavand, A. and A. Asakereh and K. Haghani, (2010), "Energy elevation and economic analysis of canola production in Iran a case study: Mazandaran province", International Journal of Environmental Sciences 1, pp. 236-242.



## Economic Analysis of Energy Consumption in Lahijan City Tea Production Farms

**Mehrshad Sharifi**

B. Sc. of Agricultural Economics, Faculty of  
Agricultural Sciences, University of Guilan,  
Guilan, Iran

**Reza Esfanjari Kenari**

Assistant Professor of Agricultural Economics,  
Faculty of Agricultural Sciences, University of  
Guilan, Guilan, Iran

**Fatemeh Padidar  
Khanachah**

B. Sc. of Agricultural Economics, Faculty of  
Agricultural Sciences, University of Guilan,  
Guilan, Iran

### Abstract

Modern agriculture more than ever is dependent on energy, especially fossil fuels. Considering the importance of agricultural products in Iran, the present study aims to investigate the energy consumption and energy indices during the tea production in Lahijan County. Required data were collected through questionnaire. Results show that the average input energy and output energy is 11755. 8 Mj. ha<sup>-1</sup> and 6064. 87 Mj. ha<sup>-1</sup> for the tea product in the said region, respectively. The average energy efficiency, energy productivity, specific energy and added energy related to tea production were calculated as 0. 86, 1. 079, 1. 81 and 5711, respectively. In addition, the comparison of the effect of renewable and non-renewable energy sources show that the energy effect of non-renewable energies on yield is more than the energy effect of renewable inputs. We have also demonstrated that the energy efficiency in the tea farms under the study is low, implying that for these farms the increase in inputs has exceeded the yield increase. Therefore, it causes a reduction in energy consumption efficiency in intended farms.

**Keywords:** Renewable Energy, Energy Productivity, Energy Efficiency, Tea, Lahijan.

**JEL Classification:** C61, O13.

---

\* Corresponding Author: rezasfk@gmail.com