

ارزیابی و مقایسه کارایی انرژی در باغ‌های مکانیزه چای (مطالعه موردی منطقه غرب استان گیلان)

سید بابک صلواتیان و کوروش مجدسلیمی

پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

*salvatian@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش روند ورود و خروج انرژی در باغ‌های مکانیزه برای تولید برگ سبز چای در منطقه چای‌کاری غرب استان گیلان بررسی شد. در این پژوهش، ۹ باغ منتخب شامل ۵ باغ با سیستم آبیاری بارانی و ۴ باغ دیم (بدون آبیاری) در دوره‌ی رشد گیاه چای، در سال ۱۳۹۲ مورد مطالعه قرار گرفتند. انرژی‌های ورودی برای تولید برگ سبز چای در باغ‌های آبی و دیم به ترتیب برابر ۴۴۲۵ و ۱۸۰۷۰ مگاژول در هکتار و انرژی خروجی ۱۱۳۶۰ و ۶۱۰۰ مگاژول در هکتار تعیین شدند. کودهای شیمیایی با حدود ۵۰ و ۷۵ درصد بیشترین سهم از انرژی ورودی را به ترتیب در باغ‌های آبی و دیم بر عهده داشتند. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر از کل انرژی ورودی در باغ‌های آبی ۳/۹۲ و ۹۶/۰۸ درصد و در باغ‌های دیم ۴/۹ و ۹۵/۱ درصد بود. کارایی مصرف انرژی در باغ‌های آبی و دیم به ترتیب برابر ۰/۲۶۸ و ۰/۳۳۵ به دست آمد. مقدار بهره‌وری انرژی کمتر از یک و همچنین منفی بودن انرژی خالص در تمام باغ‌های آبی و دیم نشان می‌دهد که انرژی مصرفی در تولید برگ سبز چای کارایی مناسبی ندارد. به‌طور کلی باغ‌های دیم از نظر تمام شاخص‌های انرژی وضعیت بهتری نسبت به باغ‌های آبی داشتند.

کلمات کلیدی: انرژی تجدیدپذیر، تولید چای، شاخص‌های انرژی، منابع انرژی

مقدمه

مباحث مهم بوم نظام‌های کشاورزی می‌باشد و در نقاط مختلف جهان انرژی‌های خروجی و ورودی در بوم نظام‌های مختلف کشاورزی محاسبه شده است. در مطالعه‌ای برای بررسی کارایی انرژی مقدار این شاخص در ۷۵ کشور جهان بین ۱ تا ۲۰ و برای ایران ۱/۷۹ گزارش شد (۴).

در پژوهشی برای تولید آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در استان گلستان کارایی انرژی ۴/۷۲، بهره‌وری انرژی ۰/۱۷ کیلوگرم در مگاژول، انرژی ویژه ۵/۲۸ مگاژول در کیلوگرم و انرژی خالص ۳۳۳۰۹ مگاژول در هکتار اعلام شد (۱۸). کارایی انرژی برای محصولات آبی مانند گندم ۱/۳۲، جو ۱/۲۲، ذرت ۱/۸۱، سیب‌زمینی ۰/۸۵، پیاز ۰/۸۶، چغندر قند ۱/۷۷، عدس ۰/۷۰، نخود ۰/۷۳، هندوانه ۰/۹۳، سویا ۱/۷۸، خیار ۰/۳۸، گوجه‌فرنگی ۰/۴۷، پنبه ۰/۴۹ و در محصولات دیم مانند گندم ۱/۲۰، جو ۱/۳۳، عدس ۱/۳۰، نخود ۱/۰۸ و سویا ۴/۴۶ گزارش شد (۲).

در مطالعه انجام شده برای تعیین انرژی مصرفی در مزارع برنج (*Oryza sativa* L.) شمال ایران، مجموع انرژی ورودی ۳۹۳۳۳ مگاژول بر هکتار و کارایی انرژی ۱/۵۳ گزارش شد. سوخت و کودهای شیمیایی به ترتیب با ۴۶ و ۳۶ درصد بیش‌ترین منابع مصرف‌کننده انرژی را در تولید برنج داشتند (۲۴). در پژوهشی برای تعیین انرژی مصرفی

با توجه به محدودیت منابع انرژی (بحران انرژی) و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی تمام تلاش‌ها بر آن است که مصرف انرژی تا حد امکان کاهش یابد. بخش کشاورزی نیز از این موضوع مستثنی نیست. در اکثر کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، انرژی ورودی در واحد سطح برای تولید محصولات مختلف کشاورزی را بررسی و با محاسبه شاخص کارایی انرژی سعی کرده‌اند سیستم کشاورزی خود را از نظر مصرف انرژی بهینه کنند (۲۱). تجزیه و تحلیل انرژی به منظور مدیریت صحیح منابع کمیاب برای بهبود تولیدات کشاورزی ضروری بوده و از این طریق فعالیت‌های تولیدی کارآمد و اقتصادی، مشخص می‌شوند. همچنین تعیین انرژی مصرفی در هر مرحله از فرآیند تولید و در واقع تعیین مراحل که کمترین مصرف انرژی نهاده را نیاز دارند، فراهم آوردن مبنا و اصولی به منظور حفاظت از منابع و مساعدت در زمینه مدیریت پایدار و سیاست‌گذاری‌های مربوطه می‌باشد (۳).

بدون تردید، دسترسی به نهاده‌های کشاورزی، محدود بوده و ادامه تأمین آن‌ها در سطح فعلی نیز میسر نیست و از طرفی به علت آلودگی‌های محیط‌زیست و افزایش قیمت این نهاده‌ها در آینده، مصرف آن‌ها از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود. گردش انرژی یکی از

در مناطق چای‌کاری ایران تاکنون پژوهشی برای تعیین دقیق انرژی و بررسی شاخص‌های انرژی در تولید برگ سبز چای انجام نشده است. هدف از این پژوهش، ارزیابی و مقایسه مقادیر انرژی مصرفی و شاخص‌های انرژی (کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی خالص و انرژی ویژه) در باغ‌های چای دیم و تحت آبیاری در مناطق چای‌کاری غرب استان گیلان، تحلیل عوامل مدیریتی داشت و برداشت در شرایط مدیریت باغدار بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در منطقه چای‌کاری غرب استان گیلان در سال زراعی ۱۳۹۲ انجام شد. در این مطالعه، ۹ باغ منتخب شامل ۵ باغ با سیستم آبیاری بارانی (IF1، IF2، IF3، IF4 و IF5) و ۴ باغ دیم یا بدون آبیاری (DF1، DF2، DF3 و DF4) در سال ۱۳۹۲ مورد مطالعه قرار گرفتند. عملیات داشت و برداشت محصول در کلیه باغ‌های منتخب به شکل مکانیزه بوده و دوره رشد گیاه چای (فروردین تا آبان) بود. باغ‌های چای مورد نظر در قالب یکی از دو گروه باغ‌های چای‌کاری دیم و آبی تقسیم‌بندی شدند. با توجه به مشکلات فنی و اجرایی موجود (عدم استفاده از ماشین‌های داشت و برداشت و سامانه‌های آبیاری بارانی و مساحت بسیار کم باغ‌های چای)، انتخاب باغ‌های چای مورد نظر به صورت تصادفی خوشه‌ای فقط در مناطق چای‌کاری غرب استان گیلان (بر اساس تفکیک کل اراضی چای‌کاری به سه منطقه چای‌کاری شرق، مرکز و غرب) انجام شد. برای پیدا کردن حجم نمونه از رابطه کوکران (۱۴) استفاده شد:

$$n = \frac{N t^2 s^2}{W t^2 + t^2 s^2} \quad (1)$$

N: اندازه جامعه آماری یا تعداد چای‌کاران، t: ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول t استیودنت به دست آمد، S2: برآورد واریانس صفت مورد مطالعه (کارایی انرژی) در جامعه، d: دقت احتمالی مطلوب و n: حجم نمونه است.

عملیات داشت در باغ‌های چای شامل انواع هرس (به خصوص هرس سطحی سالیانه)، مبارزه با علف‌های هرز از طریق وجین یا سم‌پاشی، عملیات خاک‌ورزی سطحی با

در مزارع بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) در استان گیلان، میزان انرژی ورودی و کارایی انرژی برای تولید بادام‌زمینی ۱۹۴۰۷/۳۶ مگاژول بر هکتار و ۳/۹۲ به دست آمد. دو نهاد سوخت دیزل و کودهای شیمیایی به ترتیب با ۵۰/۰۵ و ۱۹/۱۴ درصد پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید بادام‌زمینی گزارش شدند (۷).

کشت گیاه چای در سطحی معادل با ۳۲ هزار هکتار از اراضی استان گیلان و قسمتی از مازندران انجام می‌شود و بیش از ۶۰۰۰۰ خانوار کشاورز در امر تولید برگ سبز و حدود ۱۲۰ کارخانه نیز در تولید چای خشک و فرآوری آن فعالیت دارند (۱۳). گیاه چای *Camellia sinensis* (L) O. Kuntze بوته یا درختچه‌ای چندساله، خزان ناپذیر و همیشه‌سبز است که نهال آن برای یک‌مرتبه در زمین اصلی کشت‌شده و با انجام هرس‌های متوالی مختلف می‌توان به مدت ۵۰ سال از آن بهره‌برداری اقتصادی نمود (۱۲) اما قدمت بهره‌برداری از بوته‌های چای در ایران بین ۴۰ تا ۱۰۰ سال گزارش شده است. با توجه به تنوع و حجم عملیات داشت و برداشت در باغ‌های چای، بهینه‌سازی مصرف انرژی علاوه بر صرفه‌جویی در منابع ملی، سهم بزرگی در افزایش سودآوری کشاورزان فعال در این بخش دارد. سودمندی در کشاورزی اتفاق نمی‌افتد مگر با مقدار مناسبی از توان مکانیکی، ماده‌ی گیاهی اصلاح‌شده و نهاده‌های مصرفی (به خصوص کود و آب آبیاری) که در زمان مناسب و با روش علمی و هوشمندانه به کار گرفته شود. اندازه‌گیری و برآورد انرژی ورودی به زمین و انرژی حاصل از محصول و بررسی شاخص‌های انرژی می‌تواند در بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های کشاورزی مؤثر باشد.

محاسبه مقدار انرژی لازم برای ۲۵ باغ چای در منطقه آسام در شمال شرقی هندوستان نشان داد که برگ‌چینی چای با ۶۲/۶ تا ۶۳/۷ درصد و آبیاری با ۲۴/۶ تا ۲۵/۵ درصد بیشترین مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌اند. نیروی انسانی مورد نیاز در واحد سطح با ۴۱/۰۵ تا ۴۲/۴۴ درصد و انرژی کود مصرفی با ۳۴/۷۳ تا ۳۸/۸۰ درصد دو منبع مهم انرژی مصرفی برای عملیات داشت باغ‌های چای بودند (۲۷).

چای با انجام هرس های متوالی بین ۰/۶ تا ۱/۲ متر بالاتر از سطح زمین نگهداری می شود (۱۲). تمامی اطلاعات مربوط به عملیات داشت و برداشت برگ سبز چای ثبت شدند. به منظور محاسبه انرژی کل نهاده های ورودی (سوخت، الکتریسیته، نیروی انسانی، کود، آبیاری، علف کش و غیره)، از حاصل ضرب میزان مصرف هر نهاده در هکتار در انرژی معادل مربوطه (جدول ۱) استفاده شد. همچنین، انرژی معادل کل محصول برداشت شده (برگ سبز چای) در هکتار با همین روش تعیین شد.

فوکا، باز کردن بین ردیف های بوته های چای با ماشین ردیف بازکن یک نفره، کوددهی (به ویژه کود اوره و سولفات پتاسیم و ریزمغذی هایی نظیر سولفات منیزیم و روی) به روش های مختلف جامدپاشی، محلول پاشی یا ترکیبی بوده و تأمین آب مورد نیاز بوته های چای در باغ های چای کاری آبی در فصل تابستان (به خصوص در ماه های تیر و مرداد) از طریق سامانه آبیاری بارانی انجام می شد. محصول یا عملکرد چای، شاخساره های لطیف شامل ۲ یا ۳ برگ و یک جوانه انتهایی تولید شده در بالای سطح تاج گیاه است که به طور متوالی در فواصل زمانی مختلف با دست یا ماشین برگ چین، برداشت (برگ چینی) می شوند ارتفاع سطح تاج

جدول ۱. معادل نهاده ها و ستانده های انرژی در تولیدات کشاورزی

مرجع	واحد	انرژی معادل (MJ unit-1)	نهاده یا ستانده
نهاده های انرژی			
(کیتانی، ۱۹۹۹)	MJ/lit	۴۶/۳	سوخت (بنزین)
(کیتانی، ۱۹۹۹)	MJ/kwh	۱۲	الکتریسیته
(کیتانی، ۱۹۹۹)	MJ/kg	۸۷/۱	کود نیتروژنی
(کیتانی، ۱۹۹۹)	MJ/kg	۱۷/۴	سوپر فسفات تریپل
(کیتانی، ۱۹۹۹)	MJ/kg	۱۳/۷	سولفات پتاسیم
(ازکان و همکاران، ۲۰۰۴)	MJ/kg	۸۰	سولفات منیزیم
(ازکان و همکاران، ۲۰۰۴)	MJ/kg	۵۹/۸	سولفات روی
(نگی، ۱۹۹۹)	MJ/lit	۴۳/۸	روان کننده (روغن یا گریس)
(کیتانی، ۱۹۹۹)	MJ/kg	۴۵۴	علف کش
(نبوی پیله سرایی، ۲۰۱۳)	MJ/hr	۱/۹۶	نیروی انسانی
ستانده های انرژی			
(هاترلی و همکاران، ۲۰۰۵)	MJ/kg	۰/۸	عملکرد برگ سبز

انرژی لازم برای آبیاری به طور غیرمستقیم و با استفاده از اندازه گیری انرژی الکتریکی محاسبه شد. در این روش مدت زمان کارکرد الکتروپمپ ها برای بالا آوردن و تحت فشار قرار دادن آب مورد نیاز برای آبیاری اندازه گیری و با احتساب انرژی لازم برای پمپاژ یک ساعت آب (کیلووات بر هکتار) و انرژی الکتریکی (مگاژول بر کیلووات ساعت) معادل با آن (جدول ۱)، کل انرژی الکتریکی (مگا ژول در هکتار) مورد نیاز طی دوره رشد به دست آمد (۱۱).

معادله (۲) روش محاسبه مقدار انرژی نیروی انسانی (کارگری) در فرآیند تولید برگ سبز چای را نشان می دهد (۱۶).

$$LABEN = \frac{LABOUR \times TIME \times LABENF}{AREA} \quad (2)$$

انرژی در کشاورزی می تواند به انرژی مستقیم و غیرمستقیم و انرژی های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تقسیم بندی شود. منابع انرژی مستقیم شامل نیروی انسانی، سوخت، الکتریسیته و منابع انرژی غیرمستقیم شامل کودها، سموم و ماشین ها می باشد. همچنین می توان نیروی انسانی، بذر و کود دامی را در دسته انرژی های تجدیدپذیر و الکتریسیته، سوخت، سموم، کودهای شیمیایی و ماشین ها را در گروه انرژی های تجدیدناپذیر قرارداد (۱). برای محاسبه مقدار انرژی مصرفی در انجام عملیات مختلف یا محتوای انرژی موجود در نهاده ها، از هم ارزها و فرمول های استخراج شده از مراجع مختلفی به شرح ذیل استفاده شد:

EO: شدت یا میزان انرژی خروجی (مگاژول در هکتار)، Bs: ضریب انرژی محصول (مگاژول بر کیلوگرم) و S: میزان محصول تولیدشده (کیلوگرم در هکتار).

RATE بر اساس انرژی‌های ورودی و خروجی (مگاژول در هکتار) و عملکرد برگ سبز چای (کیلوگرم در هکتار) مقادیر کارآیی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی (کیلوگرم بر مگاژول)، انرژی ویژه (مگاژول بر کیلوگرم) و انرژی خالص (مگاژول بر هکتار) طبق معادلات (۷) تا (۱۰) محاسبه شد (۶ و ۸):

- (۷) انرژی ورودی / انرژی خروجی = کارآیی مصرف انرژی
 (۸) انرژی ورودی / عملکرد برگ سبز = بهره‌وری انرژی
 (۹) عملکرد برگ سبز / انرژی ورودی = انرژی ویژه
 (۱۰) انرژی ورودی - انرژی خروجی = بهره خالص انرژی

(عملکرد) و حمل‌ونقل برگ‌ها به محل جمع‌آوری محصول و کل انرژی معادل در هر یک از باغ‌های دیم و آبیاری شده چای در جدول ۲ ارائه شده است.

LABEN: انرژی کارگری (مگاژول در هکتار)، LABOUR : تعداد کارگر، TIME: زمان انجام عملیات (ساعت)، AREA: سطح مورد عمل (هکتار) و LABENF: فاکتور انرژی کارگری یا انرژی انسانی (مگاژول در هکتار) است. برای محاسبه انرژی مصرف‌شده برای ساخت و نگهداری ماشین‌های کشاورزی از معادله (۳) استفاده شد (۲۳).

$$ME = \frac{G-E}{T-Ca} \quad (3)$$

ME: انرژی ماشین (مگاژول بر کیلوگرم)، G: وزن ماشین (کیلوگرم)، E: عدد ثابت (۱۵۸/۳)، T: عمر اقتصادی ماشین (ساعت) و Ca: ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای (هکتار در ساعت). انرژی خروجی از حاصل ضرب عملکرد محصول در واحد سطح در ضریب انرژی محصول و بر اساس معادله (۴) محاسبه شد (۱۶).

$$E_0 = E_s \times Se \quad (4)$$

نتایج

میزان سوخت مصرفی در ماشین‌های داشت (شامل هرس سطحی، باز کردن بین ردیف، مبارزه با علف‌های هرز از طریق علف‌کش) و ماشین‌های برداشت برگ سبز چای

جدول ۲. میزان سوخت مصرفی (لیتر در هکتار) در عملیات داشت و برداشت و کل انرژی معادل در باغ‌های چای آزمایشی

نام باغ	هرس سطحی	باز کردن بین ردیف	علف‌کش	برگ‌چینی	حمل‌ونقل	کل سوخت	انرژی معادل (Mj ha-1)
IF1	۱۴	۱۷	۵	۹۶	۵۰	۱۸۲	۸۴۲۶/۶
IF2	۸/۵	۷/۳	۵	۵۰	.	۷۰/۸	۳۲۷۸
IF3	۴/۴	۱/۷	.	۳۶	.	۴۲/۱	۱۹۴۹/۳۳
IF4	۸	۷/۷	۴/۸	۷۹	.	۹۹/۵	۴۶۰۶/۸۵
IF5	۸/۵	۵/۲	۲/۵	۵۷	.	۷۳/۲	۳۳۸۹/۱۶
میانگین	۸/۶۸	۷/۷۸	۳/۴۶	۶۳/۶	۱۰	۹۳/۵۲	۴۳۳۰
DF1	.	۲/۵	۲/۵	۴۴	.	۴۹	۲۱۲۹/۸
DF2	۱۲/۸	۵/۶	.	۴۶	.	۶۴/۴	۲۹۸۱/۷۲
DF3	۱۴	۵/۶	.	۴۸	.	۶۷/۶	۲۱۲۹/۸۸
DF4	۹	۵/۲	.	۴۳	.	۵۷/۲	۲۶۴۸/۳۶
میانگین	۸/۹۵	۴/۷۲	۰/۶۲	۴۵/۲۵	۰	۵۹/۴۵	۲۴۷۲/۴

برگ توسط کارگر، صفر لیتر در هکتار برای باغ‌های دیم را به خود اختصاص دادند قابل‌ذکر است که حمل‌ونقل برگ سبز از محل برگ‌چینی در باغ تا حاشیه باغ در نظر گرفته شده است (جدول ۲). اختلاف بین مقادیر سوخت مصرفی در هر یک از عملیات داشت و برداشت برگ سبز

میانگین سوخت مصرفی در عملیات داشت در باغ‌های تحت آبیاری و دیم به ترتیب برابر ۶/۶۴ و ۴/۶۴ لیتر در هکتار به‌دست آمد. برگ‌چینی و حمل‌ونقل محصول برداشت‌شده به ترتیب مقادیر ۶۳/۵ و ۱۰ لیتر در هکتار برای باغ‌های تحت آبیاری و مقادیر ۴۵/۲۵ و به دلیل حمل

انسانی در عملیات داشت باغ‌های آبی بود. استفاده از سامانه آبیاری بارانی تکمیلی در ماه‌های خشک (تیر و مرداد) طی دوره بهره‌برداری از بوته‌های چای علاوه بر افزایش محصول باعث رشد بیشتر علف‌های هرز و در نتیجه افزایش نیروی انسانی به کار گرفته‌شده برای وجین آن‌ها شد.

میزان الکتریسیته مصرفی برای عملیات آبیاری باغ‌های دارای سیستم آبیاری IF1، IF2، IF3، IF4 و IF5 به ترتیب ۱۸۹۰، ۱۱۵۲، ۸۵۰، ۱۱۰۰ و ۹۴۰ کیلووات بر هکتار اندازه‌گیری و مقدار انرژی الکتریسیته معادل با احتساب انرژی معادل ۱۲ مگاژول بر کیلووات ساعت (۱۰) به ترتیب برابر ۲۲۶۸۰، ۱۳۸۲۴، ۱۰۲۰۰، ۱۳۲۰۰ و ۱۱۲۸۰ مگا ژول بر هکتار محاسبه شد. تفاوت بین میزان الکتریسیته مصرفی و در نتیجه میزان انرژی الکتریکی معادل در هر یک از باغ‌های تحت آبیاری را می‌توان ناشی از نوع سامانه آبیاری (کلاسیک نیمه متحرک یا ثابت-آبش متحرک)، برنامه‌ریزی آبیاری (زمان و دور آبیاری)، محدودیت منابع آبی مطمئن و کافی (منبع تأمین آب در تمام باغ‌های آزمایشی، چاه سطحی یا دهانه‌گشاد بود) و مدیریت نگهداری و بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری دانست. با توجه به مشاهدات و بررسی منابع (۱۲ و ۱۳) در تمام باغ‌های آبی مقدار آبیاری کمتر از نیاز آبیاری واقعی گیاه چای بود بنابراین، به نظر می‌رسد سهم انرژی الکتریکی مصرفی از کل انرژی ورودی در باغ‌های آبیاری شده باید بیشتر از مقادیر به دست آمد در این پژوهش باشد.

در پژوهشی در منطقه آسام هند، بیشترین مصرف انرژی مربوط به عملیات برگ‌چینی چای با ۶۲/۶ تا ۶۳/۷ درصد و آبیاری با ۲۴/۶ تا ۲۵/۵ درصد بود. هم‌چنین نیروی انسانی موردنیاز در واحد سطح با ۴۱/۰۵ تا ۴۲/۴۴ درصد و انرژی کود مصرفی با ۳۴/۷۳ تا ۳۸/۸۰ درصد دو منبع مهم انرژی مصرفی برای عملیات داشت باغ‌های چای بودند (۲۷). مصرف کودهای شیمیایی به‌خصوص کود اوره و سولفات پتاسیم و انرژی معادل با آن‌ها در باغ‌های آبیاری شده بسیار زیاده‌تر از باغ‌های دیم بود (جدول ۴). معمولاً در باغ‌های دیم برای افزایش مقاومت بوته‌های چای به خشک‌سالی توصیه می‌شود تا از کود سولفات پتاسیم استفاده شود اما همان‌طوری که در جدول ۴ مشاهده می‌شود این کود فقط در باغ دیم DF4 مورد استفاده قرار گرفت. رشد رویشی بیشتر یا به عبارتی تولید شاخساره‌های بیشتر در باغ‌های

چای، کل سوخت مصرفی (به ترتیب با میانگین ۹۳/۵۲ و ۵۹/۴۵ لیتر در هکتار برای باغ‌های تحت آبیاری و دیم) و کل انرژی معادل (به ترتیب با میانگین ۴۳۳۰ و ۲۴۷۲/۴ مگا ژول در هکتار برای باغ‌های تحت آبیاری و دیم) را می‌توان به علت مدیریت داشت و برداشت مناسب‌تر کشاورز در باغ‌های دارای سامانه آبیاری و در نتیجه افزایش محصول قابل‌برداشت و انرژی معادل در این نوع از باغ‌های چای دانست. هم‌چنین مدل، حجم موتور و عمر ماشین‌های مورد استفاده در عملیات داشت و برداشت را می‌توان از عوامل مهم تأثیرگذار بر اختلاف سوخت مصرفی و انرژی حاصل در هر یک از باغ‌های مورد آزمایش در نظر گرفت.

به‌طور کلی، ۷۸ درصد سوخت مصرفی در باغ‌های چای آزمایشی مربوط به عملیات برداشت برگ سبز و حمل‌ونقل آن بود. عملیات هرس بعد از برداشت، بیشترین میزان مصرف سوخت (۱۱ درصد) را به خود اختصاص داد. عملیات باز کردن بین ردیف‌های بوته‌های چای و سم‌پاشی برای از بین بردن علف‌های هرز به ترتیب ۸ و ۳ درصد از کل سوخت مصرفی را به خود اختصاص دادند.

از نظر میزان نیروی انسانی به کار گرفته‌شده در عملیات داشت و برداشت و بر اساس اندازه‌گیری‌ها و محاسبات انجام‌شده در باغ‌های تحت آبیاری و دیم چای به ترتیب مقادیر ۸۱۳/۴ و ۵۰۹/۲ نفر ساعت در هکتار برای کل انرژی مصرفی و مقادیر ۱۵۹۴/۲۷ و ۱۰۰۰/۴۴ مگا ژول در هکتار برای انرژی معادل با آن به دست آمد (جدول ۳). این مقادیر بسیار کمتر از انرژی معادل نیروی کارگری ۶۶۷۲ مگاژول در هکتار گزارش‌شده در پژوهشی در استان گیلان می‌باشد (۲۲). مقدار انرژی کمتر در این پژوهش را می‌توان انجام عملیات داشت و برداشت ماشینی و مساحت بزرگ‌تر باغ‌های چای در مقایسه با خرده مالکی (مساحت بسیار کمتر) و عدم استفاده از ماشین‌های داشت و برداشت در تحقیق مذکور دانست.

در مجموع انرژی نیروی انسانی برای عملیات برداشت و حمل‌ونقل برگ سبز چای در باغ‌های آبیاری و دیم به ترتیب برابر ۴۹۹ و ۳۳۹ نفر ساعت در هکتار (معادل ۱۹/۳ و ۱۳/۱ درصد کل انرژی نیروی انسانی ورودی) بود. میانگین نیروی انسانی به کار گرفته‌شده در باغ‌های تحت آبیاری در تمام موارد بیشتر از باغ‌های دیم بود. نیروی انسانی به کار گرفته‌شده برای آبیاری مهم‌ترین عامل افزایش نیروی

در هکتار در باغ های تحت آبیاری و ۲۱۹ مگا ژول در هکتار در باغ های دیم به دست آمد. بیشترین مقدار روغن مصرفی در عملیات داشت باغ های چای، استفاده از آن برای اختلاط با سوخت ماشین های برداشت و هرس است (با توجه به ساختار دو زمانه موتورهای استفاده شده در این ماشین ها). بنابراین عواملی که موجب افزایش مصرف سوخت می گردد (قدمت دستگاه برداشت، حجم موتور، شکل و ساختار بوته ها و تعداد نوبت برداشت) موجب افزایش مصرف روغن نیز خواهد شد. کل انرژی استهلاک ماشین های داشت و برداشت در باغ های چای آزمایشی برابر ۰/۱۱ مگا ژول محاسبه شد.

آبیاری شده سبب افزایش مصرف کودها به خصوص کود اوره توسط باغداران و انرژی ورودی معادل با آن شد. با توجه به شرایط آب و هوایی موجود در باغ های چای شمال کشور، هیچ گونه آفات و بیماری های مربوط به اندام های هوایی (به خصوص شاخساره های چای) بوته های چای وجود ندارد و استفاده از سموم شیمیایی در باغ های چای فقط برای کنترل علف های هرز می باشد. به این دلیل میزان انرژی معادل حاصل از کاربرد سم گلای فوزیت در باغ های چای (برابر ۷۲۵ و ۹۰ مگاژول در هکتار به ترتیب برای باغ های آبیاری شده و دیم) نسبت به سایر نهاده ها بسیار ناچیز است (جدول ۴).

مقدار انرژی معادل ورودی برای روغن مصرفی در ادوات و ماشین های مختلف داشت و برداشت برابر ۴۶۸/۷ مگا ژول

جدول ۳. میزان نیروی انسانی (نفر ساعت در هکتار) در عملیات داشت و برداشت و کل انرژی معادل در باغ های چای آزمایشی

نام باغ	هرس سطحی	شخم	بازکردن ردیف	وجین	کودپاشی	علف کش	آبیاری	برگ چینی	حمل و نقل	کل انرژی	انرژی معادل (Mj ha ⁻¹)
IF1	۶۳	۳۵	۴۲	۱۱۲	۲۸	۲۸	۷۰	۵۴۰	۱۸۸	۱۱۰۶	۲۱۶۷/۸
IF2	۴۲	۰	۴۲	۱۱۲	۲۸	۶۳	۶۳	۴۴۱	۹۸	۸۸۹	۱۷۴۲/۴۵
IF3	۲۱	۰	۲۸	۵۶	۲۸	۰	۴۲	۲۱۰	۷۰	۴۵۵	۸۹۱/۸
IF4	۴۲	۲۸	۴۲	۱۱۲	۲۸	۲۸	۶۳	۳۷۸	۱۲۶	۸۴۷	۱۶۶۰/۱۲
IF5	۴۲	۲۸	۲۱	۱۱۲	۲۸	۲۸	۶۳	۳۳۶	۱۱۲	۷۷۰	۱۵۰۹/۲
میانگین	۴۲	۱۸/۲	۳۵	۱۰۰/۸	۲۸	۲۹/۴	۶۰/۲	۳۸۱	۱۱۸/۸	۸۱۳/۴	۱۵۹۴/۲۷
DF1	۰	۰	۴۲	۸۴	۱۴	۱۴	۰	۲۱۰	۷۰	۴۲۰	۸۳۲/۲
DF2	۶۳	۰	۴۲	۵۶	۱۴	۰	۰	۲۱۰	۷۰	۴۵۵	۸۹۲
DF3	۴۲	۰	۴۲	۸۴	۲۸	۰	۰	۲۵۲	۸۴	۵۳۲	۱۰۴۲/۷۴
DF4	۴۲	۲۸	۲۸	۵۶	۱۴	۰	۰	۳۷۸	۸۴	۶۳۰	۱۲۳۴/۸۴
میانگین	۳۶/۷۵	۷	۳۸/۵	۷۰	۱۷/۵	۳/۵	۰	۲۶۲/۵	۷۷	۵۰۹/۲	۱۰۰۰/۴۴

جدول ۴. نوع، مقدار و انرژی معادل کود و علف کش مصرفی در باغ های چای آزمایشی

نام باغ	کود شیمیایی			سم شیمیایی	
	اوره	سولفات روی	سولفات منیزیم	سولفات پتاسیم	انرژی معادل (Mj ha ⁻¹)
IF1	۶۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۶۷۸۲
IF2	۴۰۰	۱۰۰	۰	۱۵۰	۱۶۸۷۶
IF3	۱۰۰۰	۰	۰	۰	۳۵۹۲۶
IF4	۵۰۰	۰	۰	۱۵۰	۱۸۴۳۶
IF5	۵۰۰	۰	۰	۱۵۰	۱۸۴۳۶
میانگین	۶۰۰	۴۰	۲۰	۱۲۰	۲۳۲۹۱/۲
DF1	۳۵۰	۰	۰	۰	۱۲۵۷۴
DF2	۲۵۰	۰	۰	۰	۸۹۸۲
DF3	۴۵۰	۰	۰	۰	۱۶۱۶۷
DF4	۵۰۰	۰	۰	۱۰۰	۱۸۲۷۸
میانگین	۳۸۷/۵	۰	۰	۲۵	۱۴۰۰۰/۲

جدول ۵. مجموع انرژی ورودی در باغ‌های چای آزمایشی تحت آبیاری

IF5		IF4		IF3		IF2		IF1		نهادها
کل انرژی (%)	کل انرژی (Mj ha ⁻¹)	کل انرژی (%)	کل انرژی (Mj ha ⁻¹)	کل انرژی (%)	کل انرژی (Mj ha ⁻¹)	کل انرژی (%)	کل انرژی (Mj ha ⁻¹)	کل انرژی (%)	کل انرژی (Mj ha ⁻¹)	
۹/۴۶	۳۳۸۹	۱۱/۷۷	۴۶۰۶/۸	۴	۱۹۴۹/۵	۹/۱	۳۲۷۸	۱۳/۵۸	۸۴۲۶/۶	سوخت
۳۱/۵	۱۱۲۸۰	۳۳/۷۲	۱۳۲۰۰	۲۰/۷۵	۱۰۲۰۰	۳۸/۴	۱۳۸۲۴	۳۶/۵۵	۲۲۶۸۰	آبیاری
۵۱/۵	۱۸۴۳۶	۴۷/۱	۱۸۴۳۶	۷۳/۱	۳۵۹۲۶	۴۶/۸۹	۱۶۸۷۶	۴۳/۱۴	۲۶۷۸۲	کود
۲/۳۳	۸۳۷/۶	۲/۱۴	۸۳۷/۶	۰	۰	۰	۰	۱/۳۵	۸۳۷/۶	علف‌کش
۴/۲۱	۱۵۰۹/۲	۴/۲۴	۱۶۶۰/۱	۱/۸	۸۹۱/۸	۴/۵	۱۶۱۸/۹	۳/۵	۲۱۶۷/۸	نیروی انسانی
۰/۹۷	۳۵۰/۴	۱	۳۹۴/۲	۰/۳۵	۱۷۵/۲	۱/۱	۳۹۴/۲	۱/۸۸	۱۱۶۰/۷	روغن
۰/۰۰۰۱	۰/۰۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۱۱	ساخت و نگهداری
۱۰۰	۳۵۸۰۲	۱۰۰	۳۹۱۳۵	۱۰۰	۴۹۱۴۳	۱۰۰	۳۵۹۹۱	۱۰۰	۶۲۰۵۵	ماشین
										مجموع

به‌دست آمد. نهاده‌های کود، سوخت، نیروی انسانی، روغن و استهلاک بیشترین سهم انرژی ورودی در باغ‌های دیم چای را داشتند. در باغ‌های دیم، ۷۵ درصد انرژی ورودی مربوط به کاربرد کود بود (در مقایسه با سهم ۵۰ درصدی انرژی کود در باغ‌های آبیاری). در مطالعه مشابهی بر روی تولید برنج در استان گیلان، کودهای شیمیایی و سوخت به‌عنوان پرمصرف‌ترین منابع انرژی در تولید گزارش شدند (۲۴). در پژوهش دیگری در همدان دو نهاده الکتریسیته و کودهای شیمیایی به‌عنوان اصلی‌ترین منابع انرژی مصرفی در تولید یونجه معرفی شدند (۱۵).

بیشترین و کمترین انرژی ورودی در باغ‌های دیم DF4 و DF2 به‌ترتیب برابر ۲۲۳۳۷ و ۱۳۰۵۳ مگاژول در هکتار به دست آمد (جدول ۶). در این دو باغ، نهاده‌های کود با ۸۱/۸ و ۶۸/۸ درصد و سوخت با ۱۱/۸ و ۲۲ درصد بیشترین سهم را در بین انرژی نهاده‌های ورودی داشتند. آرایش بوته‌ها (ارتفاع، حجم و سطح گسترش و هم‌پوشانی بوته‌ها)، توپوگرافی زمین به‌خصوص شیب زمین، تعداد برداشت، عمر و حجم موتور (عرض تیغه) ماشین‌های مورد استفاده در عملیات داشت و برداشت از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تغییرات سوخت مصرفی در باغ‌های دیم بود.

انرژی خروجی در باغ‌های آبیاری شده و دیم به‌ترتیب برابر ۵۶۸۰۰ و ۲۴۴۰۰ مگا ژول در هکتار محاسبه شد (جدول ۷). باغ‌های دیم به دلیل محصول قابل‌برداشت کمتر، انرژی خروجی کمتری نسبت به باغ‌های تحت آبیاری داشتند. از مهم‌ترین دلایل پایین بودن میزان عملکرد تولید (برگ سبز

بیشترین انرژی ورودی در باغ‌های آبیاری شده IF1 و IF3 با مقادیر ۶۲۰۵۵ و ۴۹۱۴۳ مگاژول در هکتار به دست آمد (جدول ۵). در این دو باغ و سایر باغ‌های تحت آبیاری بیشترین میزان انرژی ورودی به‌ترتیب از نهاده‌های کود، آبیاری، سوخت، نیروی انسانی، علف‌کش، روغن و استهلاک ماشین‌ها مشاهده شد. از عوامل مهم تأثیرگذار بر افزایش مصرف انرژی ورودی در باغ IF4 را می‌توان بالا بودن سوخت مصرفی در این باغ به دلیل سطح گسترش کامل تاج بوته‌ها و هم‌پوشانی مناسب ردیف‌های چای‌کاری دانست که باعث شد تا تعداد رفت‌وبرگشت ماشین‌های ردیف بازکن بین بوته‌ها و ماشین‌های برداشت برگ سبز چای، افزایش یابد و در نتیجه میزان مصرف سوخت نیز بیشتر شود. هم‌چنین به نظر می‌رسد مدیریت نامناسب داشت (به‌خصوص آبیاری کمتر از نیاز آبی بوته‌های چای) سبب شد تا میزان محصول (برگ سبز) در این باغ کاهش پیدا کند و کشاورز برای جبران آن به‌اشتباه بیش‌ازحد مورد نیاز یعنی ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار (۱۲) از کود اوره استفاده نماید (۱۰۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار).

تفاوت در عملیات داشت و برداشت (کاهش مقدار برگ سبز و تعداد دفعات برگ‌چینی) در باغ‌های دیم نسبت به باغ‌های تحت آبیاری باعث شد تا کاهش چشم‌گیری در انرژی ورودی به باغ‌های دیم مشاهده شود. برای مقایسه، بیشترین انرژی ورودی در باغ‌های دیم برابر ۲۲۳۳۷ مگاژول در هکتار (جدول ۶) و کمترین مقدار انرژی ورودی در باغ‌های تحت آبیاری برابر ۳۵۸۰۲ مگا ژول در هکتار (جدول ۵)

کاهش می‌یابد (۵). بنابراین علت کاهش کارایی انرژی در باغ‌های آبی را می‌توان کاربرد بیشتر ماشین‌های داشت و برداشت و مصرف بیشتر کودهای شیمیایی دانست. در مطالعاتی میانگین کارایی انرژی تولید محصولات برنج در گیلان (۱/۵۳)، بادام‌زمینی در گیلان (۳/۹۲)، کلزا در گلستان (۳/۰۲)، کلزا در مازندران (۱/۴۴) و تولید سویا در گلستان (۴/۶۲) گزارش شد (۷، ۱۸، ۲۴).

چای) در باغ‌های دیم می‌توان به مساحت کمتر باغ‌های دیم، خشک‌سالی و عدم تمایل کشاورزان برای اجرای اصول صحیح و به‌موقع عملیات داشت و برداشت با توجه به قیمت پایین برگ سبز چای را نام برد.

کارایی انرژی تولید برگ سبز چای در باغ‌های دیم و آبی به‌ترتیب ۰/۳۶۴ و ۰/۲۶۸ به دست آمد (جدول ۷). پژوهش‌ها نشان داد که با رشد مکانیزاسیون و استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی، کارایی (نسبت) انرژی به‌تدریج

جدول ۶. کل انرژی ورودی در باغ‌های چای آزمایشی دیم

DF4		DF3		DF2		DF1		نهادها
کل انرژی (%)	کل انرژی (Mj ha ⁻¹)	کل انرژی (%)	کل انرژی (Mj ha ⁻¹)	کل انرژی (%)	کل انرژی (Mj ha ⁻¹)	کل انرژی (%)	کل انرژی (Mj ha ⁻¹)	
۱۱/۸۶	۲۶۴۸/۵	۱۵/۲۴	۳۱۲۹/۹	۲۲/۸۴	۲۹۸۱/۷	۱۳/۸۵	۲۲۶۸/۶	سوخت
.	.	.	.	.	.	.	.	آبیاری
۸۱/۸۲	۱۸۲۷۸	۷۸/۷۲	۱۶۱۶۷	۶۸/۸۱	۸۹۸۲	۷۶/۸	۱۲۵۷۴	کود
.	.	.	.	.	.	۲/۳۷	۳۷۲/۲	علف‌کش
۵/۵۲	۱۲۳۴/۸۴	۵/۰۷	۱۰۴۲/۷۴	۶/۸۳	۸۹۲	۵/۱۹	۸۵۰/۶۴	نیروی انسانی
۰/۷۸	۱۷۵/۲	۰/۹۶	۱۹۷/۱	۰/۷۴	۱۹۷/۱	۱/۸۷	۳۰۶/۶	روغن
۰/۰۰۰۲	۰/۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۵۵	۰/۰۰۰۳	۰/۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۴	استهلاک
۱۰۰	۲۲۳۳۷	۱۰۰	۲۰۵۳۷	۱۰۰	۱۳۰۵۳	۱۰۰	۱۶۳۷۲	مجموع

جدول ۷. روابط بین انرژی‌های ورودی و خروجی در تولید برگ سبز در باغ‌های چای آزمایشی

نام باغ	عملکرد برگ سبز (kg ha ⁻¹)	انرژی معادل خروجی (Mj ha ⁻¹)	انرژی معادل ورودی (Mj ha ⁻¹)	نسبت انرژی	بهره‌ی خالص انرژی (Mj ha ⁻¹)	انرژی ویژه (Mj kg ⁻¹)	بهره‌وری انرژی (kg MJ ⁻¹)
IF1	۱۲۰۰۰	۹۶۰۰	۶۲۰۵۵	۰/۱۵۴	-۵۲۴۵۵	۵/۱۷	۰/۱۹۳
IF2	۱۴۰۰۰	۱۱۲۰۰	۳۵۹۹۱	۰/۳۱۱	-۲۴۷۹۱	۲/۵۷	۰/۳۸۸
IF3	۱۷۰۰۰	۱۳۶۰۰	۴۹۱۴۳	۰/۲۷۶	-۳۵۵۴۳	۲/۸۹	۰/۳۴۵
IF4	۱۳۰۰۰	۱۰۴۰۰	۳۹۱۳۵	۰/۲۶۵	-۲۸۷۳۵	۳/۰۱	۰/۳۳۲
IF5	۱۵۰۰۰	۱۲۰۰۰	۳۵۸۰۲	۰/۳۳۵	-۲۳۸۰۲	۲/۳۸	۰/۴۱۸
میانگین	۱۴۲۰۰	۱۱۳۶۰	۴۴۴۲۵/۲	۰/۲۶۸	-۳۳۰۶۵/۲	۳/۲۰	۰/۳۳۵
DF1	۷۰۰۰	۵۶۰۰	۱۶۳۷۲	۰/۳۴۲	-۱۰۷۷۲	۲/۳۳	۰/۴۲۷
DF2	۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۱۳۰۳۵	۰/۶۱۲	-۵۰۵۳	۱/۳	۰/۷۶۶
DF3	۷۰۰۰	۵۶۰۰	۲۰۵۳۷	۰/۲۷۲	-۱۴۹۳۷	۲/۹	۰/۳۴۰
DF4	۶۵۰۰	۵۲۰۰	۲۲۳۳۷	۰/۲۳۲	-۱۷۱۳۷	۳/۴۳	۰/۲۹۰
میانگین	۷۶۲۵	۶۱۰۰	۱۸۰۷۰/۳	۰/۳۶۴	-۱۱۹۷۴/۷	۲/۴۹	۰/۴۵۵

ستانده (برگ سبز چای) تولید شده است. بهره‌وری انرژی کمتر از یک نشان‌دهنده عدم کارایی انرژی در تولید برگ سبز چای است. در پژوهشی بهره‌وری انرژی تولید برنج در استان گیلان ۰/۰۹ گزارش شد. این موضوع با توجه به

در این تحقیق، مقدار بهره‌وری انرژی در باغ‌های دیم و آبی به‌ترتیب ۰/۴۵۵ و ۰/۳۳۵ کیلوگرم در مگاژول به دست آمد (جدول ۷). یعنی به ازای هر مگاژول انرژی نهاده مصرفی در باغ‌های دیم و آبی به‌ترتیب ۰/۴۵۵ و ۰/۳۳۵ کیلوگرم

مقدار مصرف انرژی مستقیم (سوخت، نیروی انسانی و الکتریسیته) برای تولید برگ سبز چای در باغ های آبی و دیم به ترتیب ۱۸۵۶۶/۷۸ و ۲۲۰۵/۷۴ مگاژول در هکتار معادل ۴۶/۳۸ و ۱۳/۲۳ درصد از کل انرژی ورودی محاسبه شد (جدول ۸). سهم انرژی غیرمستقیم (کودها، سموم، استهلاک و روغن مصرفی در ماشین ها) در باغ های آبی و دیم به ترتیب ۵۳/۶۲ و ۸۶/۷۷ درصد به دست آمد. مصرف انرژی غیرمستقیم در باغ های آبی ۳۳/۱۵ درصد کمتر از باغ های دیم است که نشان می دهد در باغ های آبی از نهاده هایی مانند کود، سموم و غیره کمتر استفاده می شود. این موضوع علاوه بر کاهش کارایی انرژی مصرفی باعث آلودگی زیست محیطی نیز می شود. مصرف بهینه کود با انجام آزمون شیمیایی خاک و توصیه کارشناسان علاوه بر حفظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کاهش آلاینده های می تواند کارایی انرژی را در شرایط موجود افزایش دهد. در بهره برداری از باغ های چای به صورت آبی و دیم سهم انرژی تجدیدناپذیر ۸۹/۱۶ و ۹۰/۲ درصد بیشتر از انرژی تجدیدپذیر است (جدول ۸). این موضوع بیانگر وابستگی بهره برداری باغ های آبی و دیم چای به منابع تجدیدناپذیر انرژی است.

عملکرد بیشتر چای نسبت به برنج، قابل انتظار است اما به دلیل محتوی انرژی بیشتر برنج (۱۷ مگاژول بر کیلوگرم) نسبت به چای (۰/۸ مگاژول بر کیلوگرم) کارایی انرژی تولید چای در منطقه کمتر از این شاخص در تولید برنج بود (۲۴).

شاخص انرژی خالص برای باغ های دیم و آبی به ترتیب برابر ۱۱۹۷۵- و ۳۳۰۶۵- مگاژول در هکتار به دست آمد. افزوده انرژی محاسبه شده در این مطالعه در مقایسه با بسیاری از مطالعات مشابه روی محصولات کشاورزی، کوچکتر است (۱۵، ۱۷ و ۲۵). این نتایج و منفی بودن انرژی خالص در هر دو نوع باغ نشان می دهد که تولید محصول یا برگ سبز چای در منطقه دارای کارایی مصرف انرژی نیست. انرژی ویژه برای باغ های دیم و آبی به ترتیب برابر ۲/۴۹ و ۳/۲ مگاژول در کیلوگرم محاسبه شد. یعنی به ازای تولید هر کیلوگرم برگ سبز چای در باغ های دیم و آبی به ترتیب ۲/۴۹ و ۳/۲ مگاژول انرژی صرف شده است. به طور کلی باغ های دیم از نظر تمام شاخص های انرژی وضعیت بهتری نسبت به باغ های آبی داشتند. مهم ترین دلیل آن مصرف نهاده ها و انرژی ورودی کمتر با توجه به میزان محصول کمتر نسبت به باغ های آبی می باشد.

جدول ۸. مقادیر انرژی مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر (مگاژول در هکتار) در باغ های آزمایشی آبیاری شده و دیم

شکل انرژی	باغ های چای آبیاری شده		باغ های چای دیم	
	(Mj ha-1) کل انرژی	درصد از کل انرژی	(Mj ha-1) کل انرژی	درصد از کل انرژی
انرژی مستقیم	۱۸۵۶۶/۷۸	۴۶/۳۸	۲۲۰۵/۷۴	۱۳/۲۳
انرژی غیرمستقیم	۲۱۴۶۴/۲	۵۳/۶۲	۱۴۴۵۷/۵۴	۸۶/۷۷
انرژی تجدیدپذیر	۱۵۷۰	۳/۹۲	۸۰۴	۴/۹
انرژی تجدیدناپذیر	۳۸۴۶۱	۹۶/۰۸	۱۵۸۵۹/۲۸	۹۵/۱

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تولید برگ سبز چای در باغ های آبی و دیم به ترتیب ۴۴۴۲۵ و ۱۸۰۷۰ مگاژول انرژی ورودی و ۱۱۳۶۰ و ۶۱۰۰ مگاژول در هکتار انرژی خروجی نیاز دارد که از این میزان، کود شیمیایی با میانگین سهم ۵۰ و ۷۵ درصد بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است سپس نهاده های آبیاری، سوخت، نیروی انسانی بیشترین سهم انرژی ورودی در باغ های آبی و دیم را داشتند. مقدار بهره روری انرژی در باغ های دیم و آبی به ترتیب ۰/۴۵۵ و ۰/۳۳۵ کیلوگرم در مگاژول، شاخص

انرژی خالص به ترتیب برابر ۱۱۹۷۵- و ۳۳۰۶۵- مگاژول در هکتار و کارایی انرژی تولید برگ سبز چای به ترتیب ۰/۳۶۴ و ۰/۲۶۸ به دست آمد. مقادیر این شاخص ها نشان دهنده این است که تولید برگ سبز چای در باغ های آبی و دیم چای دارای کارایی انرژی پایینی می باشد. در بهره برداری از باغ های چای به صورت آبی و دیم سهم انرژی تجدیدناپذیر ۸۹/۱۶ و ۹۰/۲ درصد بیشتر از انرژی تجدیدپذیر شد. این موضوع بیانگر وابستگی بهره برداری باغ های چای به منابع تجدیدناپذیر انرژی است. برای بهبود شاخص های انرژی در باغ های چای اقداماتی مانند استفاده

آرایش مناسب بوته‌های چای برای عملیات اصولی داشت و برداشت ماشینی، پیشنهاد می‌شود.

مناسب از کودهای شیمیایی، به‌کارگیری کودهای دامی به‌جای کودهای شیمیایی، برنامه‌ریزی صحیح آبیاری و

ترویج کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی است که با امکانات پژوهشکده چای در منطقه غرب چای‌کاری استان گیلان اجرا گردید. بدین‌وسیله از تمامی دوستان همکار در اجرای پروژه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

سپاس‌گزاری
این مقاله بخشی از نتایج پروژه تحقیقاتی مصوب " برآورد میزان انرژی مصرفی برای تولید برگ سبز چای " به شماره ثبت ۸۸۰۱۰-۲۱-۲۱-۲ در سازمان تحقیقات، آموزش و

فهرست منابع

1. Alam. M. S., M. R. Alam and K. K. Islam. 2005. Energy flow in agriculture: Bangladesh American Journal of Environmental Science 1(3): 213-220.
2. Beheshti Tabar, I., A. R. Keyhani and S. Rafiee. 2010. Energy balance in Irans agronomy. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14: 849-855. (In Farsi)
3. Chaudhary, V. P., B. Gangwar and D. K. Pandey. 2006. Auditing of energy use and output of different cropping systems in India. Agricultural Engineering International, the CIGR journal EE 05001, Vol 8.
4. Comforti, P., and M. Giampietro. 1996. Fossil energy use in agriculture: an international comparison. Agric Ecosystem and Environ 65: 231-24.
5. Darlington, D. 1997. What is efficient agriculture? Available at Web site <http://www.veganorganic.net/agri.htm>
6. Demircan, V., K. Ekinici, H. M. Keener, D. Akbolat and C. Ekinici. 2006. Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: a case study from Isparta province. Energy Conversion and Management 47: 1761-1769.
7. Emadi, B., A. Nikkhah, M. Khojastehpour and S. H. Payman. 2015. Effect of farm size on energy consumption and input costs of peanut production in Guilan province. Journal of Agricultural Machinery Engineering 5(1). (In Farsi)
8. Ghorbani, R., F. Mondani, S. H. Amirmoradi, H. Feizi, S. Khorramdel, M. Teimouri, S. Sanjani, S. Anvarkhah and H. Aghel. 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dry-land wheat production systems. Applied Energy 88: 283-288. (In Farsi)
9. Hatirli, S. A., B. Ozkan and K. Fert. 2005. An econometric analysis of energy input/output in Turkish agriculture, Renewable and Sustainable. Energy Reviews 9: 608-623.
10. Kitani, O. 1999. Energy and biomass engineering. In: CIGR handbook of agricultural engineering. St. Joseph, MI: ASAE.
11. Koocheki, A., and M. Hosseini. 1994. Energy Efficiency in Agricultural Ecosystems. Ferdowsi University Publication, Mashhad, Iran. (In Farsi)
12. Majd Salimi, K., E. Amiri and S. B. Salvatian. 2014. Yield assessment and water use efficiency in economic tea production affected by nitrogen fertilizer and supplemental irrigation treatments. Journal of water research in agriculture 28 (3): 571-583. (In Farsi)
13. Majd Salimi K., S. B. Salvatian and M. Rezaei. 2011. Effects of sprinkler irrigation intervals on yield and water use efficiency of tea fields in Guilan Province, Iran, Journal of Water and Soil 24(6): 1129-1141. (In Farsi)
14. Mansourfar, K. 1997. Statistical Methods. Tehran University Publication, Tehran, Iran. (In Farsi)
15. Mobtaker, H.G., A. Akram and A. Keyhani. 2012. Energy use and sensitivity analysis of energy inputs for alfalfa production in Iran. Energy for Sustainable Development 16: 84-89. (In Farsi)
16. Moerschner, J., and B. Gerowitt. 2000. Direct and indirect energy use in arable farming- An example on winter wheat in Northern Germany. In: Weidema, B.P. and M.J.G Meeusen (Eds.), Agricultural Data for Life Cycle Assessments. The Hague, Agricultural Economics Research Institute (LEI). Report 2.00.01, Volume 1, 195.
17. Mohammadi, A., S. Rafiee., S. S. Mohtasebi and H. Rafiee. 2010. Energy inputs- yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. Renewable Energy 35: 1071-1075. (In Farsi)

18. Mousavi Avval, S. H., S. Rafiee., A. Jafari and A. Mohammadi. 2011. Improving energy productivity of sunflower production using data envelopment analysis (DEA) approach. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91: 1885-1892. (In Farsi)
19. Nabavi-Pelesaraei, A., R. Abdi and S. Rafiee. 2013b. Energy use pattern and sensitivity analysis of energy inputs and economical models for peanut production in Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 5(19): 2193-2202.
20. Nagy, N. C. 1999. Coefficient of energy for Agriculture Inputs in Western Canada, Research Associate, Canadian Agricultural Energy End-Use Data Analysis Centre (CAEEDAC), pp 42.
21. Nasirian, N., M. Almasi., S. Minaee and H. Bakhoda. 2006. Study of energy flow in sugarcane production in an Agro-industry unit in South of Ahwaz. In *Proceedings of 4th National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization*, 28-29 Aug. Tabriz University, Tabriz, Iran. (In Farsi)
22. Nikkhah, A., B. Emadi., F. Shabanian and H. Hamzeh kalkanari. 2014. Energy Sensitivity analysis and greenhouse gas emissions for tea production in Guilan Province. *Journal of Agroecology* 6(3): 622-633. (In Farsi)
23. Ozkan, B., H. Akcaoz and C. Fert. 2004. Energy input–output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy* 29: 39–51.
24. Pishgar-Komleh. SH., P. Sefeedpari and S. Rafiee. 2011. Energy and economic analysis of rice production under different farm levels in Guilan province of Iran. *Energy* 36: 5824-5831. (In Farsi)
25. Samavatean, N., S. Rafiee., H. Mobli and A. Mohammadi. 2011. An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield, costs and income of garlic production in Iran. *Renewable Energy* 36: 1808-1813.
26. Willson, K. C., and M. N. Clifford. 1990. Tea cultivation to consumption. Chapter 17, Choman & Hall, U.K.
27. Yadav, L. S. 2001. Critical Operations and Energy Input of Tea Gardens in North East India. *Agric. Sci. Digest* 21 (4): 244-246.