نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج

تجزیه‌وتحلیل کارایی مصرف انرژی در فرایند اسانس گیری گیاه مورد : مطالعه موردی کشت‌وصنعت گلکاران

بهمن حیدری[۱]، علی جعفری[۲]*، شاهین رفیعی[۲]، علی حاجی احمد[۳]، محمد شریفی[۳]، علیرضا مظاهری[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران
۲- استاد دانشکده مهندسی و فناوری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳- استادیار دانشکده مهندسی و فناوری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۴- مدیرعامل کشت و صنعت گلکاران کاشان

*** نویسنده مسئول: علی جعفری**

پست الکترونیک:
jafarya@ut.ac.ir

چکیده

در سال‌های اخیر مردم ایران توجه خاصی به استفاده از گیاهان دارویی جهت خوددرمانی نموده‌اند. اسانس گیاه مورد در درمان ناراحتی‌های مجاری ادراری و بیماری‌های دهان مؤثر است. با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و به دنبال آن نیاز به صنایع داروسازی و کشاورزی انسان در آینده مجبور به استفاده از گیاهان دارویی می‌باشد. در تحقیق حاضر فرایند تولید اسانس گیاه مورد ازنظر مصرف انرژی مورد بررسی قرار گرفت. این فرایند شامل ۲ مرحله کاشت تا برداشت گیاه مورد و اسانس گیری بود. میزان مصرف انرژی نهاده و ستانده به ترتیب ۴۷۸۹۴/۲۹ و ۵۷۶۰ مگاژول در هکتار برآورد شد. نتایج نشان داد که بیشترین مصرف انرژی مربوط به کود شیمیایی با ۳۰/۴۷ درصد و گاز شهری با ۲۵/۸۴ درصد بوده است. شاخص های انرژی محاسبه شدند و نتایج نشان داد که کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص به ترتیب برابر با ۰/۱۲، ۰/۰۰۰۶ کیلوگرم بر مگاژول، ۱۶۶۲/۹۹۶ مگاژول در کیلوگرم و ۴۲۱۳۴/۲۹- مگاژول در هکتار بودند. شاخص‌های مذکور نشان می دهند که فرایند تولید اسانس گیاه مورد دارای مصرف انرژی بالایی بوده که به‌روز شدن و بهینه شدن دستگاه‌ها و تجهیزات کارخانه را ملزوم می‌دارد.

واژه‌های کلیدی: اسانس گیاه مورد ، تحلیل انرژی، شاخص‌های انرژی.

۱- مقدمه

در طی بیست سال گذشته علاقه‌مندی زیادی در خصوص استفاده از مواد طبیعی به‌عنوان منابع عوامل ضد باکتریایی جدید به وجودآمده است. هرچند که استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها درمان عفونت‌های باکتری‌های مختلف را امکان‌پذیر ساخته است. اما استفاده بی‌رویه و مفرط از آن منجر به افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در میان میکروارگانیسم‌ها شده است. لذا به‌منظور نیاز به توسعه درمان‌های ضدمیکروبی جدید در سالیان اخیر توجه زیادی به استفاده از منابع طبیعی معطوف شده است. پیشرفته علم از یک‌سو و مسائل اقتصادی از سوی دیگر باعث کاهش مصرف گیاهان دارویی شده است و داروهای صناعی در بسیاری از موارد جایگزین داروهای گیاهی شده‌اند (Ciani *et al*., 2000). مصرف روزافزون داروهای شیمیایی روزبه‌روز مشکلات حادتری از قبیل پدیده خود ایمنی براثر مصرف مداوم و بی‌رویه دارو و عوارض جانبی که برخی از خود بیماری خطرناک‌تر هستند را به وجود می‌آورند. به دلیل مشکل مقاومت میکروارگانیسم‌ها به داروهای شیمیایی و عوارض جانبی و ناخواسته آن‌ها استفاده از عصاره گیاهی و گیاهانی که فعالیت ضد میکروبی از خود نشان می‌دهند در سال‌های اخیر موردتوجه قرارگرفته است (Bum *et al*., 2001).

در طبقه‌بندی علمی، گیاه مورد در خانواده *Myrtaceae* یا *Myrtle* قرار دارد (شکل ۱). این خانواده شامل حدود ۱۳۰ جنس و ۳ هزار گونه می‌باشد. مورد درختچه‌ای پایا و همیشه‌سبز و معطر است که ساقه‌های آن بسیار متعدد، منشعب و شاخه‌ها دارای برگ‌های نزدیک به هم و متراکم با پوشش خاکستری رنگ دارد و دارای گل‌های سفیدرنگ است (Amin, 1991). محل رویش آن در دامنه رشته‌کوه‌های زاگرس در نواحی مرطوب و نیمه مرطوب دیده می‌شود. برگ‌های خشکیده این گیاه حداقل دارای ۱/۵ درصد حجمی اسانس زرد کم‌رنگ می‌باشد. در برگ‌های این گیاه علاوه بر اسانس تانن، فلاونوئید و ویتامین ث نیز وجود دارد و فاقد آلکالوئیدها، گلیکوزیدهای قلبی می‌باشد (Naseian, 1997). این گیاه در طب سنتی و داروسازی به‌عنوان آنتی باکتریال، آنتی‌سپتیک، تونیک و در درمان ناراحتی‌های مجاری ادراری کاربرد دارد، همچنین قابض، بندآورنده خون، ضد سود بیمارهای جلدی و بیماری‌های دهان تأثیر دارد (Samsam-Shariat, 2007). با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و به دنبال آن نیاز به صنایع داروسازی و کشاورزی انسان در آینده مجبور به تهیه و استفاده از گیاهان دارویی می‌باشد. در سال‌های گذشته اکثر زمین‌های زراعی (حتی نامرغوب) هم تحت کاشت قرارگرفته‌اند. بنابراین فقط استفاده بهینه از زمین‌های زراعی موجود و بهینه‌سازی مصرف انرژی در کارخانه‌ها به‌عنوان یکی از چندراه رفع نیاز بشر در آینده باقی می‌ماند. در غیر این صورت بشر در آینده امکان زیست مسالمت‌آمیز را از دست خواهد داد. بنابراین در آینده تولیدی پایدار و موفق خواهد بود که بتواند در عین تولید زیادتر انرژی کمتری نیز مصرف کند.

شکل ۱. گیاه مورد

ایران سیزدهمین کشور پرمصرف انرژی در جهان شناخته‌شده 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 بیندیشد (Ramezani Amiri & Zibaie, 2011). آنالیز جریان انرژی که با ثبت انرژی‌های ورودی و خروجی، در سامانه تولید به انجام می‌رسد، سبب مدیریت صحیح منابع کمیاب به‌منظور بهبود تولید کشاورزی و صنعتی، فراهم آوردن مبنا و اساسی جهت محافظت از منابع، تحقق مدیریت پایدار، شناسایی فعالیت‌های پرمصرف و کم‌مصرف انرژی و امکان ارزیابی اقتصادی در مصرف انرژی خواهد شد (Ajabshirchy Oskoui *et al*., 1985). مطالعات زیادی در رابطه با تحلیل مصرف انرژی از قبیل فرایند استحصال روغن گل آفتابگردان (Farsaie & Singh, 2011)، ماءالشعیر (Akinbami *et al*., 2001) و روغن هسته خرما (Jekayinfa & Bamgboye, 2007) انجام‌شده است و نتایج آن‌ها گزارش‌شده است. تاکنون بیشترین مطالعات مصرف انرژی به بخش کشاورزی معطوف بوده است و هیچ‌گونه مطالعه‌ای در رابطه با تحلیل انرژی از مرحله کاشت گیاه تا مرحله فراوری در کارخانه انجام‌نشده است. هم‌چنین تابه‌حال هیچ مقاله در رابطه با تحلیل مصرف انرژی کارخانه‌های اسانس‌گیری گزارش نشده است.

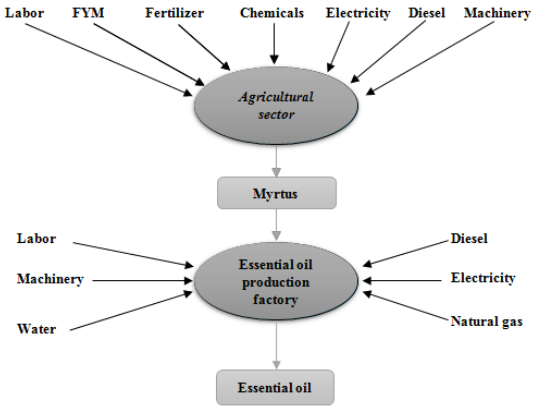
با توجه به مطالب ذکرشده هدف اصلی این مقاله بررسی و تحلیل انرژی ورودی (مصرفی) و خروجی گیاه مورد، از مرحله کاشت تا مرحله اسانس گیری در واحد کشت و صنعت گلکاران است. هم‌چنین محاسبه تعیین میزان مصرف انرژی با استفاده از شاخص‌های انرژی (بهره‌دهی انرژی، نسبت انرژی و افزوده خالص انرژی) از دیگر اهداف این مقاله است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- توصیف سامانه

این مطالعه به‌صورت موردی در کشت و صنعت گلکاران واقع در ۵ کیلومتری مشهد اردهال (کاشان) انجام شد. کاشان دارای مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی می‌باشد. تمامی داده‌های مربوط به نهاده‌ها و ستانده‌ها در آذرماه سال ۱۳۹۳ جمع‌آوری شد. این کشت و صنعت به‌منظور تأمین نیاز دارویی و غذایی کشور، مبادرت به کاشت و برداشت گیاهان دارویی، اسانس گیری و تولید دارو از اسانس‌های موجود

نموده است. اسانس گیری گیاه مورد در این کشت و صنعت در ۲ مرحله انجام می‌شود که عبارت‌اند از: الف) کاشت تا برداشت گیاه مورد ب) اسانس گیری در کارخانه (طرح‌واره آن در شکل ۲ نمایش داده‌شده است).



شکل ۲- مراحل تولید اسانس گیاه مورد در کشت و صنعت گلکاران

۲-۲- کاشت و برداشت گیاه مورد

مورد یک گیاه ۱۲ الی ۱۵ ساله است که در این کشت و صنعت به‌صورت دستی توسط کارگران زن و مرد کشت می‌شود. تعداد نهال لازم برای کشت گیاه مورد، ۱۳۰۰۰ نهال در هکتار می‌باشد که با توجه به مصرف انرژی خیلی پایین برای تولید آن و هم‌چنین به دلیل متفاوت بودن روش های تولید نهال، در محاسبات مصرف انرژی در نظر گرفته نشد. عملیات موردنیاز برای کاشت، داشت و برداشت این گیاه به ترتیب عبارت‌اند از: خاک‌ورزی اولیه با گاوآهن برگردان دار، خاک ورزی ثانویه با دیسک، تسطیح کردن زمین، کودپاشی دامی بعد از کشت، بذرکاری، آبیاری و سم‌پاشی و غیره. برداشت این گیاه به ازای هر هکتار ۲۵ تن می‌باشد. انرژی‌های ورودی در تولید گیاه مورد شامل انرژی مصرفی در عملیات و انرژی مصرف‌شده در تولید ماشین‌های کشاورزی و کود، سم، بذر، نیروی انسانی، و غیره بودند. سهم هریک از نهاده‌های ورودی و ستانده‌ها در میزان مصرف انرژی برای کشت یک هکتار گیاه مورد در جدول شماره ۱ نشان داده‌شده است.

۲-۳- کارخانه اسانس گیری

در کارخانه اسانس گیری ۴ دستگاه اسانس گیری وجود دارد که حجم هرکدام ۲۰۰۰ لیتر می‌باشد. هر دستگاه شامل دیگ، مبدل حرارتی، پارچ (واحد جداکننده اسانس) و پمپ انتقال پساب مایع به مخازن می‌باشد. به‌منظور اسانس گیری مقدار ۵۰۰ کیلوگرم گیاه مورد و ۱۵۰۰ کیلوگرم آب در هرکدام از دستگاه‌ها ریخته می‌شود. بویلرها در قسمت تأسیسات بخار فوق گرم را برای جوش آوردن آب و گیاه به دستگاه اسانس گیری منتقل می‌کنند. گیاه تازه به همراه آب در داخل دستگاه اسانس گیر به جوش آمده و در حین آن در مبدل‌های حرارتی تقطیر می‌شوند. عملیات تقطیر به مدت ۳ ساعت به طول می‌انجامد و پس‌ازآن اسانس گیاه مورد در قسمت پارچ جدا می‌گردد.

۲-۴- تحلیل و ارزیابی

به‌منظور تحلیل انرژی ورودی و خروجی کل سامانه از معادل‌های انرژی برای نهاده‌ها و ستانده‌ها (جدول ۱) استفاده شد. مصرف هر نهاده و ستانده در هر مرحله از فرآیند در شکل ۲ نمایش داده شد و مقدار آن‌ها در جدول ۱ آورده شد. تمام محاسبات برحسب هکتار انجام شد. با واردکردن اطلاعات موجود در نرم‌افزار Excel و استفاده از روابط (۱) تا (۴)، شاخص‌های انرژی محاسبه شد.

جدول ۱- میزان نهاده‌ها و ستانده‌ها در فرایند تولید اسانس گیاه مورد

ورودی و خروجی	واحد	معادل انرژی	میزان انرژی استفاده شده	کل انرژی	منبع
ورودی					
نیروی کارگری - مرد	h	۱,۹۶	۲۷۷	۵۴۲,۹۲	Tuti *et al.*, 2012
نیروی کارگری - زن	h	۱,۵۷	۱۴۶	۲۲۹,۲۲	Tuti *et al.*, 2012
ماشین آلات	h	۶۲,۷	۴۱,۵	۲۶۰۲,۰۵	Tuti *et al.*, 2012
سوخت (دیزل)	L	۵۶,۳۱	۶۰	۳۳۷۸,۶	Tuti *et al.*, 2012
الکتریسیته	kwh	۱۱,۹۱	۸۳۰	۹۸۸۵,۳	Tuti *et al.*, 2012
گاز شهری	m^3	۴۹,۵	۲۵۰	۱۲۳۷۵	Kitani, 1999
کودهای شیمیایی	kg				
علف کش		۲۳۸	۷,۵	۱۷۸۵	Zangeneh *et al.*, 2010
قارچ کش		۲۱۶	۳	۶۴۸	Zangeneh *et al.*, 2010
سموم شیمیایی	kg				
نیتروژن		۶۶,۱۴	۱۶۰	۱۰۵۸۲,۴	Houshyar *et al.*, 2012
فسفات		۱۲,۴۴	۱۷۰	۲۱۱۴,۸	Houshyar *et al.*, 2012
پتاسیم		۱۱,۱۵	۱۷۰	۱۸۹۵,۵	Zangeneh *et al.*, 2010
کود دامی	kg	۰,۳	۶۱۰۰	۱۸۳۰	Zangeneh *et al.*, 2010
آب	m^3	۱,۰۲	۲۵	۲۵,۵	Zangeneh *et al.*, 2010
خروجی					
اسانس (شبیه به روغن کلزا)	kg	۲۰۰	۲۸,۸	۵۷۶۰	Kitani, 1999

محاسبه انرژی مصرفی با استفاده از معادلِ انرژیِ مربوط به هر واحد از نهاده یا ستانده و ضرب آن در مقدار نهاده مصرف‌شده یا ستانده تولیدشده، انجام گرفت. البته در مطالعات، با توجه به شرایط حاکم، از ضرایب متفاوتی استفاده‌شده که در جدول۱ به برخی از آن‌ها اشاره‌شده است. سپس بر اساس انرژی‌های ورودی و خروجی مقادیر کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص: (طبق معادلات (۱) تا (۴) محاسبه شد (Erdal *et al*., 2007).

(۱) انرژی خروجی (مگاژول در هکتار) / انرژی ورودی (مگاژول در هکتار) = کارایی مصرف انرژی

(۲) عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار) / انرژی ورودی (مگاژول در هکتار) = بهره‌وری انرژی

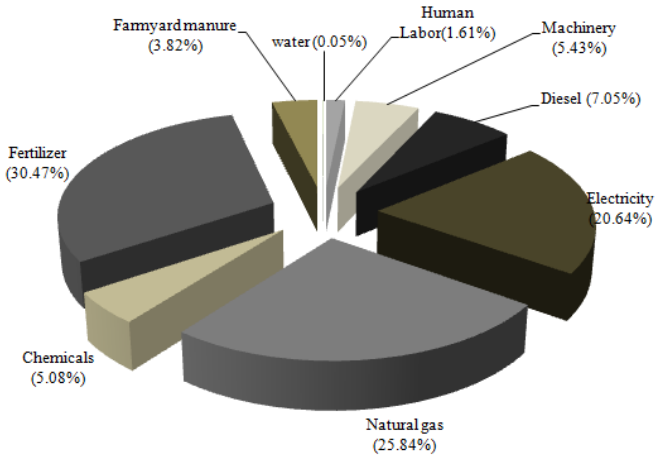
(۳) انرژی ورودی (مگاژول در هکتار) / عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار) = انرژی ویژه

(۴) انرژی خروجی (مگاژول در هکتار) – انرژی ورودی (مگاژول در هکتار) = انرژی خالص

همچنین سهم انرژی‌های مستقیم (نیروی انسانی، سوخت‌های فسیلی و آب آبیاری)، غیرمستقیم (بذر، مواد شیمیایی مصرفی و ماشین‌آلات)، انرژی‌های تجدیدپذیر (نیروی انسانی و بذر) و غیرقابل‌تجدید (سوخت‌های فسیلی، کودها و مواد شیمیایی، آب و ماشین‌آلات) محاسبه گردید (Beheshti Tabar *et al*.,2010). اسانس گیاه مورد روغن قرار گیاه مورد است لذا مصرف انرژی آن با فرض شباهت به روغن کلزا ۲۰۰ مگاژول بر کیلوگرم در نظر گرفته شد (Kitani, 1999).

۳- نتایج و بحث

خلاصه محاسبات مربوط به مقادیر هر یک از نهاده‌های مصرفی در واحد سطح (هکتار) و میزان انرژی (مگاژول در هکتار) معادل آن‌ها که در فرایند تولید اسانس گیاه مورد در کشت و صنعت گلکاران بکار می‌رود، در جدول ۱ نشان داده‌شده است. بر این اساس نهاده‌ها شامل نیروی انسانی، ماشین‌آلات، سوخت ماشین‌آلات، سوخت موتورپمپ آبیاری، کودها، سموم شیمیایی می‌باشد. کل میزان انرژی مصرفی از طریق به‌کارگیری نهاده‌های مختلف برابر ۴۷۸۹۴/۲۹ مگاژول در هکتار بود. با توجه به عملکرد محصولات خروجی از این فرایند (میزان ۲۸/۸ کیلوگرم اسانس در یک هکتار)، کل انرژی تولیدی حاصل از عملکرد (ستانده) معادل ۵۷۶۰ مگاژول در هکتار برآورد شد.



شکل ۳-میزان مصرف انرژی هر نهاده به تفکیک در فرایند تولید اسانس گیاه مورد

سهم هرکدام از نهاده‌ها از کل انرژی مصرفی در فرایند تولید اسانس گیاه مورد متفاوت بود. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده‌شده، کود شیمیایی و گاز شهری به ترتیب سهمی برابر با ۳۰/۴۷ درصد و ۲۵/۸۴ درصد از مصرف انرژی برای تولید اسانس گیاه مورد را به خود اختصاص دادند. الکتریسیته با ۲۰/۶۴ درصد، سوخت (دیزل) با ۷/۰۵ درصد و ماشین‌آلات با ۵/۴۳ درصد نیز به ترتیب رتبه سوم، چهارم و پنجم را در مصرف انرژی داشتند. با توجه به مصرف انرژی بالای سوخت‌ها و الکتریسیته می‌توان به این نکته اشاره نمود که کارخانه برای تولید اسانس گیاه مورد از دستگاه‌های مختلفی استفاده می‌کند که به الکتریسیته و سوخت فسیلی نیازمندند. هم‌چنین برای دفع حشرات و آفات در تولید گیاه مورد به مقدار زیادی کود شیمیایی نیاز است. لذا مصرف انرژی بالای این نهاده‌ها توجیه‌پذیر است.

جدول ۲- انرژی ورودی- خروجی در تولید اسانس گیاه مورد

موارد	واحد	مقدار
کل انرژی ورودی	MJ ha^{-1}	۴۷۸۹۴,۲۹
کل انرژی خروجی	MJ ha^{-1}	۵۷۶۰
کارایی مصرف انرژی	-	۰,۱۲
بهره‌وری انرژی	Kg MJ^{-1}	۰,۰۰۰۳
انرژی ویژه	MJ kg^{-1}	۱۶۶۲,۹۹۶
انرژی خالص	MJ ha^{-1}	-۴۲۱۳۴,۲۹
انرژی مستقیم	MJ ha^{-1}	۲۶۴۳۷,۶۵
انرژی غیرمستقیم	MJ ha^{-1}	۲۱۴۵۶,۶۴
انرژی تجدیدپذیر	MJ ha^{-1}	۲۶۲۴,۶۱
انرژی تجدیدناپذیز	MJ ha^{-1}	۴۵۲۶۹,۶۸

ازآنجاکه سایر نهاده ها شامل نیروی انسانی، بذر، کود دامی، سموم شیمیایی و آب درمجموع ده درصد از مصرف انرژی برای تولید اسانس گیاه مورد را شامل شدند، می‌توان اذعان داشت که این پنج عامل نسبت به چهار نهاده کود شیمیایی، گاز شهری، الکتریسیته و سوخت، سهم کوچک‌تری در انرژی مصرفی برای تولید اسانس گیاه مورد داشتند. جدول ۲ نشان می‌دهد که از کل انرژی که برای تولید اسانس گیاه مورد مصرف‌شده است، ۵۵/۲۰ درصد آن (۲۶۴۳۷/۶۵ مگاژول در هکتار) به‌طور مستقیم برای نیروی انسانی، سوخت (دیزل)، الکتریسیته، گاز شهری و آب مصرف‌شده است، درحالی‌که ۴۴/۸۰ درصد دیگر آن‌هم به‌طور غیرمستقیم و از طریق به‌کارگیری کودهای شیمیایی، مواد شیمیایی و بذر گیاه مورد

مصرف گردیده است. به‌عبارت‌دیگر، ۲۱۴۵۶/۶۴ مگاژول در هکتار از انرژی مصرفی مربوط به کاربرد کودها، سموم شیمیایی و بذر گیاه مورد بوده است. همچنین این جدول بیانگر آن است که ۹۴/۵۲ درصد از انرژی مصرفی در تولید اسانس گیاه مورد از منابع غیرقابل‌تجدید تأمین می‌گردد. درواقع انرژی که به‌صورت سوخت موتورپمپ، سوخت ماشین‌آلات، الکتریسیته موردنیاز پمپ ، سوخت بویلر، کودها و مواد شیمیایی مصرف می‌شود، همگی از منابع غیرقابل‌تجدید تأمین می‌شوند. این نتایج نشان می‌دهد که سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید اسانس گیاه مورد بسیار پایین می‌باشد. این مسئله از دیدگاه اکولوژیک اهمیت قابل‌توجهی دارد زیرا منبع انرژی‌های غیرقابل‌تجدید که عمدتاً سوخت‌های فسیلی می‌باشند که در آینده نزدیک رو به اتمام است و تکیه‌بر این منابع همراه با مخاطرات زیادی در آینده است. البته این مشکل فقط اختصاص به تولید گیاه مورد و اسانس آن نداشته و نتایج مطالعات بلندمدت در ایران نیز نشان می‌دهد که کشاورزی در ایران به میزان بسیار زیادی (حدود ۸۷ درصد) وابسته به انرژی‌های غیرقابل‌تجدید است (Beheshti Tabar *et al*.,2010).

بر اساس نتایج برخی مطالعات دیگر در ایران سهم انرژی‌های غیرقابل‌تجدید در تولید نیشکر ۹۰/۰۸ درصد (Karimi et al., 2008)، نخود ۸۶/۷ درصد (Salami & Ahmadi, 2010) و خیار گلخانه‌ای ۸۹/۰۷ درصد (Mohammadi & Omid, 2010) گزارش‌شده است که مقادیر بسیار بالایی می‌باشد. مصرف بالای انرژی‌های غیرقابل‌تجدید سبب کاهش کارایی مصرف انرژی نظام‌های تولید خواهدشد زیرا تولید مواد شیمیایی و استفاده از ماشین‌آلات به‌عنوان شاخص اصلی نظام‌های رایج، نیازمند مصرف مقادیر زیادی انرژی است (Pimentel *et al*., 1983). جهت حصول یک نظام پایدار تولید غذا باید میزان کارایی انرژی و سهم انرژی‌های تجدید پذیر را در بوم نظام کشاورزی افزایش داد (Moore, 2010). البته در زمان حاضر تأمین غذای جمعیت رو به رشد دنیا بدون استفاده از انرژی‌های غیرقابل‌تجدید تقریباً کاری دشوار و شاید غیرممکن باشد. لیکن با در نظر گرفتن پیامدهای زیست‌محیطی استفاده از مواد شیمیایی و سوخت‌های فسیلی، متخصصین کشاورزی چاره‌ای جز اندیشیدن به افزایش پایداری در کشاورزی و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در نظام تولید نخواهند داشت. رو آوردن به استفاده از تجهیزات به‌روز در کشاورزی و کارخانه‌های فراوری در راستای افزایش پایداری می‌تواند موردتوجه مسئولین امر قرار بگیرد.

انرژی نهاده، انرژی ستانده، کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص با استفاده از روابط (۱) تا (۴) در جدول ۲ محاسبه شد. با تقسیم کل انرژی حاصل از عملکرد (۵۷۶۰ مگاژول در هکتار) بر کل انرژی مصرف‌شده در به‌کارگیری نهاده‌ها (۴۷۸۹۴/۲۹ مگاژول در هکتار) میزان کارایی مصرف انرژی ۰/۱۲ به دست آمد. این عدد بیانگر آن است که در کشت و صنعت گلکاران برای حصول عملکرد انرژی که در قالب محصول از کارخانه ستانده می‌شود، ، باید بیشتر از آن انرژی هزینه شود. بهره‌وری انرژی ۰/۰۰۰۶ کیلوگرم در مگاژول برآورد شد که این نشان می‌دهد محصولات خروجی از کارخانه به میزان خیلی کم ولی با صرف انرژی بالا می‌باشند. انرژی ویژه و انرژی خالص نیز به ترتیب ۱۶۶۲/۹۹۶ مگاژول بر کیلوگرم و ۴۲۱۳۴/۲۹- مگاژول در هکتار محاسبه شدند. بنابراین با توجه به این نتایج ازنظر علمی می‌توان گفت که این کشت و صنعت برای تولید اسانس گیاه مورد ازنظر میزان مصرف راندمان و کارایی انرژی توجیه‌پذیر

و به‌صرفه نیست. از دلایل اصلی ایجاد چنین شرایطی می‌توان به ارزان بودن قیمت نهاده‌های انرژی در ایران، مصرف بی‌رویه و ارج از اصول کودهای شیمیایی و سوء مدیریت در مصرف نهاده‌های انرژی اشاره کرد که با مدیریت صحیح، دستیابی به راه‌حل جامع قابل حصول است.

۴- نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق در کشت و صنت گلکاران نشان داد که انرژی مصرفی در تولید اسانس گیاه مورد ۴۷۸۹۴/۲۹ مگاژول در هکتار می‌باشد که بیشترین انرژی مصرفی مربوط به کود شیمیایی با ۳۰/۴۷ درصد و بعد از آن گاز شهری با ۲۵/۸۴ درصد قرار دارد. الکتریسیته با ۲۰/۶۴ درصد، سوخت (دیزل) با ۷/۰۵ درصد و ماشین‌آلات با ۵/۴۳ درصد نیز به ترتیب رتبه سوم، چهارم و پنجم را در مصرف انرژی داشتند. برای دفع حشرات و آفات در تولید گیاه مورد به مقدار زیادی کود شیمیایی نیاز است. لذا مصرف انرژی بالای این نهاده را می توان با مدیریت صحیح در عملیلت داشت تسهیل نمود. هم‌چنین با توجه به مصرف بالای نهاده ها در تولید اسانس گیاه مورد، لزوم استفاده از تجهیزات با بازدهی بالا و مصرف انرژی کمینه در کارخانه اسانس‌گیری محسوس می‌شود. ۹۴/۵۲ درصد از انرژی مصرفی در تولید اسانس گیاه مورد از منابع غیرقابل‌تجدید تأمین می‌گردد. این نتیجه نشان می‌دهد که سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید اسانس گیاه مورد بسیار پایین می باشد. این مسئله از دیدگاه اکولوژیک اهمیت قابل‌توجهی دارد زیرا منبع انرژی‌های غیرقابل‌تجدید که عمدتاً سوخت های فسیلی می‌باشند، در آینده نزدیک رو به اتمام است و تکیه‌بر این منابع همراه با مخاطرات زیادی در آینده است. بنابراین با توجه به این نتایج ازنظر علمی می‌توان گفت که این کشت و صنعت برای تولید اسانس گیاه مورد ازنظر میزان مصرف راندمان و کارایی انرژی توجیه‌پذیر و به‌صرفه نیست. از دلایل اصلی ایجاد چنین شرایطی می‌توان به ارزان بودن قیمت نهاده‌های انرژی در ایران، مصرف بی‌رویه و ارج از اصول کودهای شیمیایی و سوء مدیریت در مصرف نهاده‌های انرژی اشاره کرد که با مدیریت صحیح، دستیابی به راه‌حل جامع قابل حصول است.

تشکر و قدردانی

این پژوهش به سفارش شرکت مهرگان ماشین ایرانیان و حمایت معاونت علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد که بدین وسیله از همکاری ایشان تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. Ajabshirchy Oskoui, Y., M. Taki, R. Abdi, A. Ghobadifar & I. Ranjbar. 2011. Evaluation of Energy Efficiency The cultivation of wheat by data envelopment analysis. Journal of Agricultural Machinery Engineering. 1: 122-132. (In Farsi).
2. Akinbami, J., M. Ilori, A. Adeniyi & S. Sanni. 2001. Improving efficiency of energy use in Nigeria's industrial sector: a case study of a beverage plant. Nigerian Journal of Engineering Management, 2: 1-8.

3. Amin, G. R. 1991. Popular medicinal plants of Iran. Iranian Research Institute of Medicinal Plants Tehran.

4. Beheshti Tabar, I., A. Keyhani & S. Rafiee. 2010. Energy balance in Iran's agronomy (1990–2006). Renewable & Sustainable Energy Reviews, 14: 849-855.

5. Bum, E. N., M. Schmutz, C. Meyer, A. Rakotonirina, M. Bopelet, C. Portet ,A. Jeker, S. Rakotonirina, H. Olpe & P. Herrling. 2001. Anticonvulsant properties of the methanolic extract of Cyperus articulatus (Cyperaceae). Journal of ethnopharmacology, 76: 145-150.

6. Ciani, M., L. Menghini, F. Mariani, R. Pagiotti, A. Menghini & F. Fatichenti. 2000. Antimicrobial properties of essential oil of Satureja montana L. on pathogenic & spoilage yeasts. Biotechnology Letters, 22: 1007-1010.

7. Erdal, G., K. Esengün, H. Erdal & O. Gündüz. 2007. Energy use & economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy, 32: 35-41.

8. Farsaie, A. & M. Singh. 1985. Energy models for sunflower oil expression. Transactions of the ASAE-American Society of Agricultural Engineers (USA), 275-285.

9. Houshyar, E., H. Azadi, M. Almassi, M. J. Sheikh Davoodi & F. Witlox. 2012. Sustainable & efficient energy consumption of corn production in Southwest Iran: combination of multi-fuzzy & DEA modeling. Energy, 44: 672-681.

10. Jekayinfa, S. & A. Bamgboye. 2007. Development of equations for estimating energy requirements in palm-kernel oil processing operations. Journal of food engineering, 79: 322-329.

11. Karimi, M., A. RajabiPour, A. Tabatabaeefar & A. Borghei. 2008. Energy analysis of sugarcane production in plant farms a case study in Debel Khazai Agro-industry in Iran. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science, 4: 165-171.

12. Kitani, O. 1999. CIGR h&book of agricultural engineering. ASAE.

13. Mohammadi, A. & M. Omid. 2010. Economical analysis & relation between energy inputs & yield of greenhouse cucumber production in Iran. Applied Energy, 87: 191-196.

14. Moore, S. R. 2010. Energy efficiency in small-scale biointensive organic onion production in Pennsylvania, USA. Renewable Agriculture & Food Systems, 25: 181-188.

15. Naseian, R. 1997. Phytochemical & Antimicrobial studies on myrtus communis extract, doctor of pharmacy thesis. Shiraz University of Medical Sciences.

16. Pimentel, D., G. Berardi & S. Fast. 1983. Energy efficiency of farming systems: organic & conventional agriculture. Agriculture, Ecosystems & Environment, 9: 359-372.

17. Ramezani Amiri, H. & M. Zibaie. 2011. Evaluation relationship between energy inputs & yield of tomato, cucumber & melon cultivation under plastic in the city of Firuzabad. Journal of Agricultural Economics & Development, 58-65. (In Farsi).

18. Salami, P. & H. Ahmadi. 2010. Energy inputs & outputs in a chickpea production system in Kurdistan, Iran. African Crop Science Journal, Vol. 18.

19. Samsam-Shariat, H. 2007. A Collection of Medicinal Plants. Emami Publications. Tehran.

20. Tuti, M., V. Prakash ,B. P&ey, R. Bhattacharyya, D. Mahanta, J. Bisht, M. Kumar, B. Mina, N. Kumar & J. Bhatt. 2012. Energy budgeting of colocasia-based cropping systems in the Indian sub-Himalayas. Energy. 45: 986-993.

21. Zangeneh, M., M. Omid & A. Akram. 2010. A comparative study on energy use & cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. Energy, 35: 2927-2933.

An analysis of energy use efficiency of myrtle (Myrtus communis L.) essential oil production in Iran: A case study in Golkaran agro-industrial Co.

Abstract

Myrtus communis Linn. or common Myrtle (Family Myrtaceae) is one of the important drugs being used in medicine since. Myrtle essential oil is frequently used as a antyseptyka & antibacterial. The objective of this study is to investigate the energy input & output per hectare for the production of myrtleessential oil in Golkaran agro-industrial Co., Iran. In addition to this, it was also an aim to calculate output-input ratio, energy productivity, & specific energy used in myrtle essential oil. The aim of this study is to perform an energy input-output analysis of myrtle essential oil production in Golkaran agro-industrial Co. in Iran. The results revealed that fertilizer (30.47%), natural gas (25.84%), electricity (20.64%), diesel (7.05%) & machinery (5.43%), the major contributors of total energy use in myrtle essential oil production. The output in factory was myrtle essential oil (28.8 kg ha-1). The values of energy consumed myrtle essential oil was 5760 (MJ ha-1). In addition to these, the energy use efficiency was 0.12 & specific energy & energy productivity were 1662.996(MJ kg-1), 0.0006(kg MJ-1). Also, the difference between the input & output energy (net energy) averages was -42134.29 (MJ ha-1). In this study, the proportion of non-renewable energy sources is 94.52%.

Key Words: Myrtle essential oil, analysis of energy use efficienc.