مجله ترویجی سبزیجات گلخانه‌ای، جلد دوم، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۸، صفحات: ۳۳-۲۷

بررسی شاخص‌های مصرف انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای جنوب کرمان

داود مؤمنی

عضو هیأت علمی بخش تحقیقات مهندسی گلخانه، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

* رایانامه نویسنده‌ی مسئول:D.momeni@aeri.ir

تاریخ دریافت: ۹۸/۴/۱۰ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۶/۳۰**

چکیده

تحلیل‌های انرژی علاوه بر تحلیل‌های فنی، از ضرورت‌های مهم در بررسی پروژه‌های کشاورزی هستند. تولید محصولات گلخانه‌ای به دلیل ماهیت تولید در خارج از فصل، دارای مصرف انرژی بالاتری نسبت به کشت‌های زراعی می‌باشند لذا افزایش در کارآیی مصرف انرژی در کشت‌های گلخانه‌ای یکی از مهمترین و ضروری‌ترین موارد نیاز به مطالعات انرژی در کشاورزی بوده و هرگونه موفقیتی در زمینه افزایش کارآیی مصرف انرژی در کشت‌های گلخانه‌ای، می‌تواند باعث استفاده بهینه‌تر از منابع شود. این پروژه به منظور ارزیابی شاخص‌های مصرف انرژی در مراحل تولید خیار گلخانه‌ای در شش شهرستان جنوبی استان کرمان انجام شد. برای این کار با مراجعه حضوری به ۳۰ گلخانه در شش شهرستان جنوبی استان کرمان پرسش‌نامه‌هایی تکمیل گردیدند. به منظور تعیین میزان مصرف انرژی هر یک از نهاده‌ها با در نظر گرفتن شدت انرژی برای هر نهاده میزان انرژی مصرفی کل در گلخانه بدست آمد. نتایج پروژه نشان داد که کل انرژی مصرفی برای تولید خیار گلخانه‌ای در جنوب استان کرمان معادل ۲۰۵۷۹۷۳ مگاژول بر هکتار می‌باشد که از این مقدار ۱۷۵۱۸۲۹ مگاژول بر هکتار یعنی ۸۵/۱ ٪ صرف گرمایش گلخانه شده است. نسبت انرژی ۰/۰۹، بازده خالص انرژی ۱۸۷۸۲۷۶- مگاژول بر هکتار و بهره‌وری انرژی ۰/۱۳ کیلوگرم بر مگاژول تعیین شد. عملکرد متوسط در گلخانه‌های مورد مطالعه ۲۳۹/۴ تن در هکتار و انرژی تولیدی معادل ۱۷۹۶۹۷ مگاژول بر هکتار بدست آمد. در نهایت پیشنهاداتی جهت کاهش مصرف انرژی به ویژه در مراحلی که کارآیی مصرف انرژی پایین است ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: انرژی، جنوب کرمان، خیارگلخانه‌ای، شاخص‌های مصرف انرژی.

مقدمه

تحلیل‌های انرژی علاوه بر تحلیل‌های فنی از ضرورت‌های مهم در بررسی پروژه‌های کشاورزی هستند. اهداف تحلیل‌های انرژی، مصرف بهینه نهاده-های انرژی و جایگزینی منابع انرژی در فرآیند کشاورزی و کاهش هزینه‌های تولید می‌باشد. کشت گلخانه‌ای، به دلیل ماهیت تولید در خارج فصل، دارای مصرف بالای انرژی می‌باشد؛ چرا که برای تأمین شرایط محیطی مناسب داخل گلخانه و تولید در خارج از فصل نیاز به صرف انرژی زیاد می‌باشد. افزایش در کارایی مصرف انرژی در کشت‌های گلخانه‌ای یکی از مهمترین بخش‌های مطالعات انرژی در کشاورزی بوده و هرگونه موفقیتی در زمینه افزایش کارآیی مصرف انرژی در کشت‌های گلخانه‌ای می‌تواند باعث استفاده بهینه از منابع انرژی گردد.

متن مقاله

تحلیل انرژی برای اولین بار در کشاورزی به صورت جدی از دهه ۱۹۷۰ و به دلیل افزایش شدید قیمت مشتقات نفتی آغاز گردید و بر روی مسائل تعیین میزان مصرف انرژی، انرژی‌های جایگزین و روش‌های کارآتر تولید تحقیق گردید(کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳). بررسی روند مصرف انرژی نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر مصرف انرژی به ویژه سوخت‌های فسیلی و کودهای شیمیایی، که از انرژی فسیلی برای تامین انرژی مورد نیاز در تولید آنها استفاده می‌گردد، در کشاورزی افزایش چشمگیری داشته است و انرژی ورودی در واحد سطح برای تولید محصول با اختلاف زیادی بیش از گذشته شده است. از طرفی با توجه به بحران انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، که خطرهای زیادی برای محیط‌زیست و انسان دارد، تمام تلاش‌ها بر آن است که مصرف انرژی به ویژه سوخت‌های فسیلی تا حدامکان کاهش یابد و مصرف سوخت‌های فسیلی با حداکثر کارآیی ممکن صورت گیرد(مؤمنی و گرامی، ۱۳۹۳).

از نظر تاریخی گلخانه‌ها برای تولید محصولات پرمصرف خارج از فصل در مناطقی گسترش پیدا کردند که به دلیل دوری از بازارهای مصرف، امکان تبادل محصولات کشاورزی وجود نداشت، ولی با توجه به مزایای آن، در همه مناطق توسعه یافت. محصولات عمده تولیدی کشور در گلخانه‌ها، خیار و گوجه‌فرنگی بوده ولی در سال‌های اخیر با توجه به تقاضای بازار، محصولات جدیدی مثل فلفل، خربزه، طالبی، لوبیا سبز، سبزیجات برگی، توت فرنگی و ... نیز تولید می‌شوند. بررسی آمار سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای در کشور (جدول۱)، نشان می‌دهد، از مجموع ۱۱۹۴۱ هکتار گلخانه در پایان سال۱۳۹۶، حدود ۸۴۸۹ هکتار به محصولات سبزی و صیفی، ۳۴۵۲ هکتار به گل و گیاهان زینتی، توت‌فرنگی و سایر محصولات گلخانه‌ای اختصاص یافته است (بی‌نام، ۱۳۹۶). تغییرات رشد محصولات گلخانه‌ای نیز در جدول۲، بیان شده است. در ایران به طور متوسط از هر هکتار گلخانه خیار بین ۱۲۰ تا ۲۹۰، گوجه‌فرنگی ۳۰۰ تا ۴۰۰، فلفل ۲۳۰ تا ۳۰۰ تن در هکتار برداشت می‌شود (بی‌نام، ۱۳۹۶).

محصول	سطح (هکتار)	درصد
خیار	۶۵۳۴	۵۴/۷
فرنگی گوجه	۷۸۰	۶/۵
انواع فلفل	۵۰۸	۴/۳
بادمجان	۲۳۵	۲
سایر سبزیجات	۴۳۲	۳/۶
گل و گیاهان زینتی	۲۴۶۹	۲۰/۷
فرنگی توت	۴۸۸	۴/۱
گیاهان دارویی	۱۳۲	۱/۱
سایر محصولات	۳۶۳	۳
کل	**۱۱۹۴۱**	**۱۰۰**

جدول۱- سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای کشور

کشت گلخانه‌ای، به دلیل ماهیت تولید در خارج فصل، دارای مصرف بالای انرژی می‌باشد؛ چرا که برای تأمین شرایط محیطی مناسب داخل گلخانه و تولید در خارج از فصل نیاز به صرف انرژی زیاد می‌باشد. افزایش در کارایی مصرف انرژی در کشت‌های گلخانه‌ای یکی از مهمترین بخش‌های مطالعات انرژی در کشاورزی بوده و هرگونه موفقیتی در زمینه افزایش کارآیی مصرف انرژی در کشت‌های گلخانه‌ای می‌تواند باعث استفاده بهینه از منابع انرژی گردد(۹).

بررسی سطح گلخانه‌های احداث شده در کشور در کنار پراکنش جمعیت ایران (جدول۳) نیز نشان می‌دهد، توسعه گلخانه‌ها در ایران طی سال‌های گذشته براساس اقلیم و پارامترهای مرتبط با آن نبوده و تنها بر اساس نزدیکی به بازار مصرف صورت گرفته است و توسعه کشت‌های گلخانه‌ای به همین رویه در سال‌های آتی، روند رو به رشد مصرف انرژی‌های فسیلی و آلاینده‌های محیط‌زیستی را به دنبال خواهد داشت.

علاوه بر مصرف بالای انرژی در گلخانه‌های ایران، مواردی مانند کمبود دانش فنی بهره‌برداران، توسعه گلخانه‌ها در اقلیم‌های نامناسب و عدم استفاده از سازه و تجهیزات گلخانه‌ای مناسب و به روز، باعث شده است تا عملکرد تولید محصول در این گلخانه‌ها در قیاس با میانگین جهانی پائین‌تر باشد. این نکته نیز به اقتصادی نبودن و غیرقابل رقابتی بودن تولیدات گلخانه‌ای می‌افزاید و شاید یکی از دلایل خارج شدن از چرخه تولید برخی از گلخانه‌ها در کشور و نیز کندشدن روند توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در سال‌های اخیر، این موضوع باشد (مومنی و گرامی، ۱۳۹۳). لذا در این تحقیق، شاخص‌های مصرف انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای در منطقه جیرفت و کهنوج تعیین گردید. برای این کار از روش پرسش‌نامه‌ای استفاده شد و با توجه به تعداد بهره برداران گلخانه‌ای به تفکیک هر شش شهرستان جنوبی استان کرمان شامل شهرستان‌های جیرفت، عنبرآباد، کهنوج، منوجان، رودبارجنوب و قلعه گنج تقسیم و با مراجعه حضوری، پرسش‌نامه‌ها تکمیل و داده برداری‌های میدانی نیز انجام گردید. این داده برداری های میدانی شامل اندازه‌گیری فاصله گلخانه تا مراکز تولید نهاده‌ها و اندازه‌گیری پارامترهای ساختمانی گلخانه شامل نوع ساختمان، ارتفاع زیر ستون، ارتفاع سقف، عرض دهانه، طول گلخانه، نوع و موقعیت تهویه، تعداد و مساحت تهویه‌ها بودند. بدین منظور، تمامی نهاده‌های دخیل در تولید تعیین شدند؛ سپس با ضرب کردن مقادیر هر نهاده در انرژی واحد تولید آن و جمع کردن تمامی این اقلام مصرف انرژی و شاخص‌های آن محاسبه شدند. در این تحقیق انرژی نهاده‌ها شامل

انرژی نیروی انسانی، عملیات ماشینی، سوخت، کود، آبیاری، الکتریسیته و سموم بود.

جدول۲- مقایسه سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای کشور در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۰

شرح	۱۳۹۰		۱۳۹۶		درصد رشد
	سطح	درصد	سطح	درصد	
خیار	۴۹۰۷	۶۰/۷	۶۵۳۴	۵۴/۷	۳۳/۲
گوجه‌فرنگی	۳۸۶	۴/۸	۷۸۰	۶/۵	۱۰۲/۱
انواع فلفل	۱۵۰	۱/۹	۵۰۸	۴/۳	۲۳۸/۷
سایر سبزی‌ها	۲۴۷	۳/۱	۴۳۲	۳/۶	۷۴/۹
گل و گیاهان زینتی	۲۱۳۷	۲۶/۴	۲۴۶۹	۲۰/۷	۱۵/۵
توت‌فرنگی	۱۹۴	۲/۴	۴۸۸	۴/۱	۱۵۱/۵
گیاهان دارویی	۵۵	۰/۷	۱۳۲	۱/۱	۱۴۰
سایر	۷	۰/۱	۴۶۳	۵	۸۴۴۲/۹
جمع	**۸۰۸۳**	**۱۰۰**	**۱۱۹۴۱**	**۱۰۰**	**۴۷/۷**

جدول۳- مقایسه توسعه گلخانه‌ها در استان‌های پرجمعیت کشور در سال ۱۳۹۴

استان	جمعیت	درصد جمعیت	سطح گلخانه	درصد گلخانه
اصفهان	۴۸۷۹۳۱۲	۶/۵	۱۴۰۹/۵	۱۴
البرز	۲۴۱۲۵۱۳	۳/۲	۲۱۳/۱	۲/۱
تهران	۱۲۱۸۳۳۹۱	۱۶/۲	۲۷۶۵/۹	۲۷/۵
خراسان رضوی	۵۹۹۴۴۰۲	۸	۲۱۴	۲/۱
خوزستان	۴۵۳۱۷۲۰	۶	۴۰۷/۸	۴
سیستان و بلوچستان	۲۵۳۴۳۲۷	۳/۴	۲۴۹/۸	۲/۵
گیلان	۲۴۸۰۸۷۴	۳/۳	۴۴/۶	۰/۴
مازندران	۳۰۷۳۹۴۳	۴/۱	۲۹۷/۷	۳
مرکزی	۱۴۱۳۹۵۹	۱/۹	۵۳۹/۷	۵/۴
هرمزگان	۱۵۷۸۱۸۳	۲/۱	۱۲۷/۳	۱/۳
یزد	۱۰۷۴۴۲۸	۱/۴	۱۳۳۱/۲	۱۳/۲
جنوب کرمان	۷۲۹۹۸۳	۱	۱۴۸۵	۱۴/۷
سایر استان‌ها	۳۲۲۶۲۶۳۴	۴۲/۹	۱۳۷۰/۵	۱۳/۶
کل	**۷۵۱۴۹۶۶۹**	**۱۰۰**	**۱۰۰۷۰/۲**	**۱۰۰**

نتایج کاربردی

نتایج این بررسی نشان داد که مقدار مصرف انرژی در گلخانه‌های منطقه در قیاس با گلخانه‌های سایر استان‌ها، بسیار کمتر است ولی سهم سیستم گرمایشی در گلخانه‌های منطقه جیرفت حدود ۸۵٪ از کل انرژی مصرفی است که لزوم توجه به بازده و کارایی سیستم گرمایشی جهت بهبود کارایی مصرف انرژی در گلخانه‌های منطقه را می‌رساند. پس از سیستم گرمایشی بیشترین مصرف مربوط به کودها، الکتریسیته، آبیاری، حمل و نقل و نیروی کارگری می‌باشد. داده‌های این تحقیق نشان داد در هر هکتار حدود ۲۰۵۷۹۷۳ مگاژول انرژی مصرف می‌شود. محاسبات نشان داد که شاخص نسبت انرژی، بازده خالص انرژی و بهره‌وری انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای در جنوب کرمان به ترتیب حدود ۰/۰۹، ۱۸۷۸۲۷۶- و ۰/۱۳ است که تا رسیدن به وضعیت مطلوب، بسیار فاصله است و ضروری است که مدیریت گلخانه با رفع نقایص موجود، در بهتر کردن این شاخص‌ها بکوشد.

توصیه‌های ترویجی

- **کاهش تلفات انرژی با:**

الف) کنترل بسته شدن تمام درب‌ها و دریچه‌های گلخانه در ماه‌های سرد.

ب) درزبندی قاب‌ها و دریچه‌ها در گلخانه.

ج) استفاده از فنرهای (جک‌های) پشت درب برای بسته شدن آن‌ها.

د) استفاده از درب‌های تو در تو.

ه) تعمیر و تنظیم تهویه‌ها برای کاهش درزها در سطوح اتصال.

و) استفاده از سیستم‌های چرخش هوا در داخل گلخانه در زمستان.

- **رعایت موارد زیر در پوشش‌های پلاستیکی:**

الف) تعویض پوشش‌های پلاستیکی کدر یا کثیف.

ب) تعمیر شکاف و پاره‌شدگی‌ها در پوشش گلخانه.

ج) آب‌بندی اتصالات برای جلوگیری از خروج هوای گرم.

د) تمیز کردن پوشش از جلبک‌ها و سایر کثیفی‌ها.

- **رعایت موارد زیر در مورد ترموستات:**

الف) بازبینی دوره‌ای ترموستات.

ب) استفاده از ترموستات با دقت مناسب.

ج) نصب ترموستات‌ها در نزدیکی‌های مرکز گلخانه و هم ارتفاع با کانوپی گیاه.

د) نصب ترموستات دور از تأثیر مستقیم گرمایش، سرمایش یا تهویه.

ه) نصب ترموستات به صورت پشت به آفتاب درون یک جعبه مقوایی یا چوبی.

- **رعایت موارد زیر در مورد کوره‌های هوای گرم:**

الف) بازرسی و رفع عیب کوره‌ها.

ب) بازبینی خطوط تأمین گاز و کنترل نشتی اتصالات.

ج) استفاده از نازل استاندارد.

د) تعویض به موقع فیلترها و کنترل فشار خروجی پمپ.

ه) کنترل پرتاب جرقه بین اتصال‌های (الکترودهای) جرقه‌زن، تمیز کردن اتصالات و حسگرهای احتراق.

و) نصب مخزن ذخیره گازوئیل در داخل گلخانه، اضافه کردن مکمل سوخت و بالا بردن فشار پمپ.

ز) استفاده از سیستم‌های احتراقی که هوای مورد نیاز خود را از بیرون گلخانه تأمین می‌کنند.

ح) استفاده از سیستم‌های گرمایشی با راندمان بالاتر.

سپاسگزاری

از همکاران گرانقدر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان و موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و سایر دوستانی که در انجام این پروژه در شهرستان‌های جیرفت، کهنوج، قلعه‌گنج، منوجان و رودبار همکاری کردند کمال تشکر را دارم.

منابع

الماسی، م. و ش. کیایی، ن. لویمی. ۱۳۷۸. مبانی مکانیزاسیون. انتشارات حضرت معصومه.

بی‌نام. ۱۳۹۱. استاندارد معیار مصرف انرژی در فرایندهای تولید گلخانه‌های تجاری ایران. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

بی‌نام. ۱۳۹۴. ترازنامه انرژی جمهوری اسلامی ایران. معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو.

بی‌نام. ۱۳۹۶. آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی ایران.

حسندخت، م. ۱۳۸۴. مدیریت گلخانه، تکنولوژی تولید محصولات گلخانه‌ای. انتشارات مرز دانش.۱۳۸۴ص.

شرافتی، ک. ۱۳۸۷. بررسی شاخص های کارآیی مصرف انرژی تولید خیار در گلخانه های غالب استان تهران. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

کوچکی، ع. و م. حسینی. ۱۳۷۳. کارآیی انرژی در اکوسیستمهای کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

کوچکی، ع. ۱۳۶۸. غذا و انرژی در جامعه (نگرشی اکولوژیک بر نقش انرژی در تولید غذا). انتشارات جاوید.

مؤمنی، د. و گرامی، ک. ۱۳۹۳. روش‌های کاهش مصرف انرژی در گلخانه های تجاری. سومین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای. کرج، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی ۱۸ تا ۲۰ شهریور ۱۳۹۳.

Aaslyng, J. M., N. Ehler, P. Karlsen, E. Rosenqvist, B. Bar Yosef and (ed.) I. Seginer. 1999. Intelligrow: a component-based climate control system for decreasing greenhouse energy consumption. Proceedings of the Third International Workshop on Models for Plant Growth and Control of the Shoot and Root Environments in Greenhouses, Bet Dagan, Israel, 21-25 February, 1999. Acta Horticulturae, No. 507: 35-41.

Anonymous. 2007. International Training workshop on protected Agriculture.15 Nov28 2007 .Department of International cooperation. Ministry of science and technology. China.

Bakker, R. 1999. Effect of greenhouse construction on future energy consumption in greenhouses. Rapport Landbouw Economisch Instituut LEI, No. 1.99.06, 58 pp.

Briddges, T. C., and E. M. Smith. 1979. A method for determining the total energy input for agricultural practices. Transaction of the ASAE. 781- 784.

Elbatawi, I. E. A., K. Mohri, K. Namba and D. Filipovic. 1998. Utilization of solar energy for heating a greenhouse at nighttime. Actual tasks on agricultural engineering, Proceedings 26th International Symposium on Agricultural Engineering, Opatija, Croatia, 3-6 February 1998, 117-124.

Galvani, E. and J. F. Escobedo. 2001. Energy balance in cucumber crop in greenhouse and field conditions. Bragantia, 60(2): 127-137.

Kitani, F. 1999. Energy and biomass engineering. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Vol. (V). ASAE.

Lierde, D. van, L. de Cock, D. van Lierde and L. de Cock. 1999. Energy consumption in Belgian glasshouse horticulture. Studie Centrum voor Landbouweconomie Brussels, No. A83, 70 pp.

Loewer. 1977. Beef production of beef with minimum grain and fossil energy inputs. Vol.: (I, II and III) report to N.S.F.

Nieuwkoop, P. van, N. van der Velden, A. P. Verhaegh and P. van Nieuwkoop. 1998. Energy consumption in greenhouses. Mededeling Landbouw Economisch Institute, No. 624, 41 pp.

Ozkan, B., A. Kurklu and H. Akcaoz. 2004. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. Biomass and Bioenergy, 26(1): 89-95.

Pan, Q., Z. D. Huang, C. W. Ma and Y. C. Li. 1999. Study on the energy conservation of Huabei-type multispan plastic greenhouse and its operation. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 15(2): 155-159.

Pervanchon, F., C. Bockstaller, P. Girardin. 2002. Assessment of energy use in arable farming systems by means of an agro- ecological indicator. The energy indicator, agricultural system, 72: 149- 172.

Pita, G. P. A., M. Pontes, A. Vargues and L. F. M. Marcelis. 1998. Mediterranean greenhouse energy balance. Second international symposium on models for plant growth, environmental control and farm management in protected cultivation, Wageningen, Netherlands, 25-28 August 1997, Acta Horticulturae, No. 456, 375-382.