

بررسی میزان مصرف انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای (مطالعه موردی - شهرستان مشهد)

- محمد حسین سعیدی ارد^{۱*}، داود مومنی^۲، سعید ظریف نشاط^۱، حنیف رضا معتمد الشریعتی^۳ و مجتبی ناصری^۴
- ۱-دانشیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
- ۲-دانشیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.
- ۳-دانش آموخته دکتری مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تهران.
- ۴-مربی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
- *پست الکترونیکی نویسنده مسئول: saedirad@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۹

چکیده

بخش عمده هزینه‌های تولید در گلخانه‌ها، به انرژی و سوخت مرتبط است. هدفمند شدن یارانه‌ها، هزینه تولید در گلخانه را نیز افزایش داده و بهینه‌سازی وضعیت سازه‌ها و تأسیسات جانبی گلخانه‌ها از مواردی است که می‌تواند افزایش کمی و کیفی محصول و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید را به دنبال داشته باشد. این تحقیق با هدف تعیین کل انرژی مورد نیاز در مراحل مختلف تولید محصول خیار گلخانه‌ای و تعیین شاخص‌های انرژی در گلخانه‌های استان خراسان رضوی (شهرستان مشهد) انجام گردید. نتایج نشان داد که بخش اعظم مصرف انرژی (۹۵/۷۷ درصد) در تولید خیار گلخانه‌ای در شهرستان مشهد، مربوط به سوخت مورد نیاز برای گرمایش گلخانه می‌باشد. همچنین شاخص‌های نسبت انرژی، بازده خالص انرژی و بهره‌وری انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای شهرستان مشهد به ترتیب برابر ۰/۰۱۴، ۶۳۴۶۴۷۰- و ۰/۰۲۵ به دست آمد. مصرف انرژی در گلخانه‌های منطقه مورد مطالعه، بسیار بالا است که با توجه به بررسی منابع انجام شده این موضوع در بیشتر گلخانه‌های کشور حاکم می‌باشد. ویژگی‌های آب و هوایی منطقه مشهد (سرد و خشک) کنترل دمایی گلخانه در فصل سرد سال را با مشکل مواجه ساخته و باعث شده تا عملکرد در واحد سطح محصول در فصل سرد سال کاهش یابد که موجب کاهش چشمگیر بهره‌وری انرژی می‌گردد. لذا رعایت اصول کاربردی کاهش اتلاف انرژی در گلخانه‌ها و استفاده از سیستم‌های گرمایشی با راندمان بالا توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: بهره‌وری انرژی، خیار، گلخانه

متن مقاله

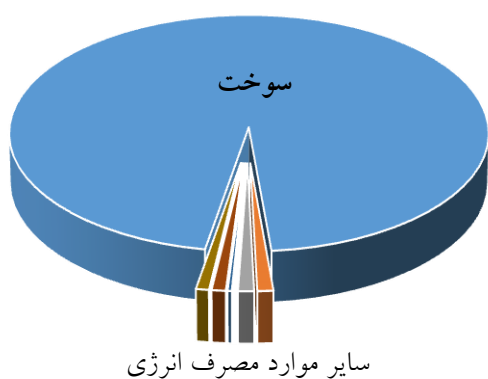
بیان مساله

طی سال‌های اخیر احداث واحدهای گلخانه‌ای در کشور رشد روز افزونی داشته است. در واقع گلخانه به مانند یک فناوری جدید مورد پذیرش کشاورزان قرار گرفته است. تولید خارج از فصل، امکان کنترل عوامل محیطی، امکان کشت هر محصول در هر منطقه آب و هوایی، کنترل آفات و بیماری‌ها، مصرف کمتر آب، راندمان بالای تولید، دوام محصول پس از برداشت، قیمت بالاتر محصول برای فروش در خارج از فصل کشت در محیط آزاد و مواردی از این دست، مزایای این روش کشت هستند (سعیدی راد، ۱۳۹۸). بررسی آمار سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای در کشور، نشان می‌دهد از مجموع ۱۱۹۴۱ هکتار گلخانه در پایان سال ۱۴۰۰، حدود ۸۴۸۹ هکتار به محصولات سبزی و صیفی و ۳۴۵۲ هکتار به گل و گیاهان زینتی، توت‌فرنگی و سایر محصولات گلخانه‌ای اختصاص یافته است. سهم استان خراسان رضوی از این مقدار، در حدود ۱۷۸ هکتار گلخانه با ۴۶۵ بهره‌بردار است. خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای هر کدام با سطح زیر کشت ۱۴۳/۶۸ و ۱۵/۴ هکتار به ترتیب مقام‌های اول و دوم را در استان دارند. همچنین در شهرستان مشهد سطح زیر کشت خیار و گوجه گلخانه‌ای به ترتیب برابر با ۹/۶۸ و ۲۵/۷۳ هکتار می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۷). ارزیابی جریان‌های مختلف انرژی دخیل در تولید محصولات کشاورزی، اساس یک تحلیل انرژی را تشکیل می‌دهد. اهداف تحلیل‌های انرژی، مصرف بهینه نهاده‌های انرژی و جایگزینی منابع انرژی تجدیدپذیر در فرآیند تولید محصولات کشاورزی و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید می‌باشد. مدیریت نوین از طریق کشاورزی دقیق، صرفه-

جویی در انرژی را با کاربرد مقادیر صحیح بذر، کود و آفت‌کش‌ها مطابق با شرایط محل، به حداقل رساندن نیاز به تردد ماشین و استفاده از ماشین‌های با اندازه مناسب و مصرف سوخت قابل قبول، انجام عملیات در زمان بهینه، استفاده از فناوری با نیاز کم انرژی مانند بذور پر بازده و اصولاً هر روشی که بر تولید بیافزاید یا مصرف انرژی را کاهش دهد، امکان پذیر می‌سازد (الماسی و همکاران، ۱۳۷۸). بخش عمده هزینه‌های تولید در گلخانه‌ها، به انرژی و سوخت مرتبط است (شرافتی، ۱۳۸۷؛ مومنی و همکاران، ۱۳۹۰). هدفمند شدن یارانه‌ها، هزینه تولید در گلخانه را نیز افزایش داده و بهینه‌سازی وضعیت سازه‌ها و تاسیسات جانبی گلخانه‌ها از مواردی است که می‌تواند افزایش کمی و کیفی محصول و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید را به دنبال داشته باشد. به همین دلیل مطالعه چالش‌ها و ارائه راهکارهای فنی مناسب احداث گلخانه و تولیدات گلخانه‌ای ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق با تعیین کل انرژی مورد نیاز در مراحل مختلف تولید محصول خیار گلخانه‌ای و تعیین شاخص‌های انرژی، مقایسه‌ای بین وضعیت مصرف انرژی در گلخانه‌های شهرستان مشهد با سایر مناطق انجام گردید. تعداد ۳۰ گلخانه به صورت تصادفی و به عنوان نمونه آماری انتخاب شد و پرسش‌نامه‌های تهیه شده برای این پروژه، در طول یک دوره رشد زمستانه در این گلخانه‌ها تکمیل شد. برای تکمیل داده‌های پرسشنامه‌ها، دوره رشد زمستانه در نظر گرفته شده که بخش اعظمی از تولید محصول خارج فصل در زمستان انجام گرفته و مصرف انرژی در این فصل نیز بالا می‌باشد. گردآوری اطلاعات به صورت حضوری و از طریق تکمیل پرسشنامه و انجام مصاحبه صورت گرفت (سعیدی راد و همکاران، ۱۳۹۹).



اندازه‌گیری و برآورد میزان مصرف انرژی تولید خیار گلخانه‌ای در شهرستان مشهد و در دوره دوم تولید (فصل سرد) انجام شد و نتایج حاصل از میانگین مقادیر انرژی ۳۰ گلخانه مورد مطالعه (۲۴ گلخانه تک دهانه، ۲ گلخانه چهار دهانه و ۴ گلخانه دو دهانه‌ای) نشان داد که بخش اعظم انرژی مصرفی در تولید خیار گلخانه‌ای مربوط به تامین سوخت مورد نیاز برای گرمایش گلخانه می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه درصد انرژی مصرفی سوخت با سایر موارد مصرف انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای

برای تأمین نهاده‌های مورد نیاز قبل و در حین دوره کشت از مهم‌ترین عوامل مصرف انرژی در حوزه حمل و نقل می‌باشد. تأمین آب مورد نیاز برای آبیاری از چاه‌های عمیق با عمق بالای ۱۲۰ متر، و ذخیره آن در استخر و نیاز به پمپاژ مجدد به گلخانه، موجب شده است تا انرژی تأمین آب نیز پس از حمل و نقل از موارد پر مصرف انرژی در تولید محصولات گلخانه‌ای باشد. از دیگر موارد مصرف انرژی مربوط به الکتریسیته می‌باشد. بخش اعظم انرژی الکتریسیته در گلخانه، جهت راه اندازی فن‌های تهویه استفاده می‌شود. بر خلاف تصور، درصد انرژی مصرفی کارگر چندان بالا نیست (۰/۲۶)، که این به تفاوت زیاد در

این پرسشنامه شامل سوالاتی در خصوص مشخصات سازه‌های گلخانه‌ای (مصالح، پوشش، ابعاد و جهت احداث، وضعیت سیستم‌های گرمایشی، سرمایه‌ش و تهویه‌ای به کار رفته، نوع و میزان مصرف سوخت و برق، سیستم کشت، میزان عملکرد محصول) و اطلاعات مربوط به انرژی نهاده‌ها (انرژی نیروی انسانی، ماشین‌ها و ادوات، آبیاری، الکتریسیته، سوخت، حمل و نقل، کود و سموم)، طول دوره کشت، طول دوره برداشت، مساحت انجام عملیات و زمان انجام عملیات بود.

معرفی دستاورد

گلخانه‌های تولید خیار استان خراسان رضوی (شهرستان مشهد) در دو دوره در سال اقدام به تولید می‌کنند. دوره اول اسفند ماه گلخانه نشاء شده و در بهار و تابستان برداشت محصول انجام می‌شود. دوره دوم که به دوره سرد سال منتهی می‌گردد، در اوایل شهریورماه، گلخانه نشاء شده و محصول در پاییز و زمستان برداشت می‌شود. این پژوهش به منظور نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که برای گرمایش گلخانه در دوره شش ماهه تولید، به‌طور میانگین ۶۱۶۴۷۹۷ مگاژول انرژی به ازای یک هکتار گلخانه، مصرف شده که ۹۵/۷۷ درصد کل انرژی مصرفی برای تولید محصول را شامل می‌شود. (۶۱۶۴۷۹۷ مگاژول انرژی به ازای یک هکتار گلخانه، معادل ۱۵/۹ لیتر گازوئیل یا ۱۷/۱۲ مترمکعب گاز طبیعی به ازای یک مترمربع می‌باشد). پس از سوخت سیستم گرمایشی، حمل و نقل، آبیاری، الکتریسیته، کود مصرفی و نیروی کارگری به ترتیب با درصدهای ۱/۰۱، ۱/۰۱، ۰/۸۹، ۰/۸۲ و ۰/۲۶ قرار داشتند. بالا بودن بعد مسافت گلخانه از مراکز فروش محصول، تردهای زیاد

مقادیر عددی انرژی سایر نهاده‌ها بوده که نسبت انرژی کارگری را ناچیز نشان می‌دهد. نتایج حاصل از محاسبات شاخص‌های انرژی در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲- مقادیر شاخص‌ها انرژی در گلخانه‌های تولید خیار استان خراسان رضوی

عنوان شاخص انرژی	میانگین
کل انرژی مصرفی (مگا ژول بر هکتار)	۶۴۳۶۷۲۰
کل انرژی تولیدی (مگا ژول بر هکتار)	۹۰۲۴۹/۶
نسبت انرژی	۰/۰۱۴
بازده خالص انرژی (مگا ژول بر هکتار)	-۶۳۴۶۴۷۰
بهره‌وری انرژی (کیلوگرم بر مگا ژول)	۰/۰۲۵
عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)	۱۶۵۹۲۷/۵

نتایج حاصل از محاسبات شاخص‌های انرژی در جدول (۲) آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که شاخص نسبت انرژی، بازده خالص انرژی و بهره‌وری انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای شهرستان مشهد به ترتیب برابر ۰/۰۱۴، ۰/۰۲۵ و ۰/۰۲۵ است. شاخص نسبت انرژی نشان می‌دهد که به ازای هر یک واحد انرژی مصرف شده برای تولید خیار گلخانه‌ای، تنها ۰/۰۱۴ واحد انرژی خروجی در محصول وجود دارد. در نتیجه بازده خالص انرژی، عدد بسیار بزرگ و منفی (۰/۰۱۴ - ۶۳۴۶۴۷۰) مگاژول بر هکتار) است. همانگونه که در جدول (۲) مشاهده می‌گردد، متوسط کل انرژی مصرفی در گلخانه‌های تولید خیار شهرستان مشهد ۶۴۳۶۷۲۰ مگاژول بر هکتار می‌باشد. در مقایسه با این مقدار بالای مصرف انرژی، کل انرژی تولید محصول خیار، ۹۰۲۴۹ مگاژول برآورد شده

است که این مقدار صرفاً انرژی نهفته در خیار سبز تولید شده می‌باشد. مقایسه این دو عدد نشان می‌دهد که هیچگونه تناسبی بین انرژی‌های مصرفی و تولیدی وجود نداشته و باعث شده تا نسبت انرژی که در حالت ایده‌آل برابر با ۱ می‌باشد به عدد (۰/۰۱۴) تنزل پیدا کند.

اگرچه در تولیدات گلخانه‌ای، به دلیل خارج از فصل بودن تولید، برای تأمین شرایط محیطی مناسب رشد محصول، انرژی مصرفی بالاست ولی مهمترین دلیل این اختلاف در انرژی مصرفی و تولیدی، محاسبه نسبت انرژی در یک دوره تولید (فصل سرد سال) بوده که موجب پایین آمدن راندمان مصرف انرژی در گلخانه‌های شهرستان مشهد شده است. شهرستان مشهد دارای آب و هوای سرد و خشک و تابستان‌های گرم و زمستان‌های نسبتاً سرد و متغیر می‌باشد. این ویژگی‌های آب و هوایی، موجب می‌شود تا کنترل دمایی گلخانه در فصل سرد سال برای بهره‌برداری مشکل بوده و باعث کاهش عملکرد تولید خیار گلخانه‌ای در فصل سرد سال در شهرستان مشهد گردد.

مقایسه نتایج حاصله با دو تحقیق مشابه که در دو منطقه گرمسیر (جیرفت و کهنوج) (مومنی و همکاران، ۱۳۹۰) و معتدل (استان تهران) (شرافتی و همکاران، ۱۳۸۷) انجام شده نشان می‌دهد که انرژی تولیدی در واحد سطح خیار گلخانه‌ای در شهرستان مشهد از دو منطقه دیگر پایین‌تر می‌باشد که این نشان دهنده عملکرد پایین این محصول در شهرستان مشهد است.

نوسانات دمایی در فصل سرد سال که ویژه منطقه شمال شرق کشور می‌باشد و همچنین عدم توانایی گلخانه‌داران در تأمین هزینه‌های سوخت، علت



اصلی کاهش عملکرد در شهرستان مشهد است. خیارگلخانه‌ای برای رشد و عملکرد بهینه نیازمند دامنه دمایی ۲۴-۲۵ و ۱۹-۲۰ درجه سلسیوس، به ترتیب برای برای روز و شب می‌باشد. حداقل دمای شهرستان مشهد در فصل زمستان گاهی از اوقات به ۲۳- درجه سلسیوس نیز می‌رسد. عدم وجود سامانه گردش هوا در اکثر گلخانه‌ها امکان کنترل و تأمین گرمایش یکنواخت و مداوم محیط گلخانه را کاهش داده و باعث ایجاد تنش به محصول شده و در نتیجه عملکرد را کاهش می‌دهد. از عوامل دیگر ایجاد این تنش، می‌توان به کوچک بودن سطح (۱۵۰۰ مترمربع) و تک دهانه‌ای بودن گلخانه‌ها، پایین بودن ارتفاع سازه (۳/۵-۴ متر) و عدم کارائی مناسب سیستم‌های سرمایشی در مواقع بحرانی اشاره نمود.

توصیه ترویجی

توصیه می‌شود گلخانه‌داران به منظور افزایش بهره‌وری انرژی و کاهش اتلاف انرژی موارد ذیل را مد نظر قرار دهند.

- اصلاح و تعمیر سیستم‌های گرمایشی در جهت افزایش راندمان گرمایی.
- استفاده و کاربرد روش‌های کاهش اتلاف انرژی در گلخانه‌ها شامل استفاده از پوشش‌های دولایه و یا سازه با پوشش پلی‌کربنات.
- نصب مناسب پوشش‌های گلخانه و درزبندی مناسب برای جلوگیری از اتلاف گرما.
- طراحی ورودی گلخانه بصورت کریدوری و استفاده از جت هوا در ورودی گلخانه.

جدول ۱ - مقادیر مصرف انرژی در گلخانه‌های تولید خیار استان خراسان رضوی

نسبت از کل (درصد)	میانگین انرژی مصرفی (مگا ژول بر هکتار)	مواد انرژی مصرفی
۹۵/۷۷	۶۱۶۴۷۹۷	سوخت
۱/۰۱	۶۵۳۶۲	حمل و نقل
۱/۰۱	۶۴۸۹۲	آبیاری
۰/۰۵	۳۳۷۸	عملیات سمپاشی
۰/۰۷	۴۶۸۱	سم مصرفی
۰/۱	۶۴۲۰	عملیات ماشینی
۰/۲۶	۱۶۸۹۴	نیروی کارگری
۰/۸۹	۵۷۶۲۳	الکتریسیته
۰/۰۰۰۰۳	۲	بذر مصرفی
۰/۸۲	۵۲۶۷۱	کود مصرفی
۱۰۰	۶۴۳۶۷۲۰	کل انرژی مصرفی

منابع

- الماسی، م.، ش. کیانی و ن. لویمی. ۱۳۷۸. مبانی مکانیزاسیون. انتشارات حضرت معصومه.
- بی‌نام. ۱۳۹۷. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۶ (جلد دوم). ۱۳۹۷. وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- سعیدی راد، م.ح. ۱۳۹۸. اصول مهندسی سازه‌ها و تاسیسات گلخانه‌ای. انتشارات تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۱۷۲ صفحه.
- سعیدی راد، م.ح.، ظریف نشاط، س.، روحانی، ع.، معتمد الشریعتی، س.، امامی، م.، ناصری، م. و داود مومنی. ۱۳۹۹. تعیین انرژی مصرفی تولید خیار گلخانه ای در استان خراسان رضوی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- شرافتی، ک.، ح. گازر، ب. پاد و ح. سراج. ۱۳۸۷. بررسی شاخص‌های کارایی مصرف انرژی خیار در گلخانه‌های غالب استان تهران. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- مومنی، د.، ک. شرافتی و ج. قنبر پور. ۱۳۹۰. بررسی شاخص‌های مصرف انرژی تولید خیار در گلخانه‌های منطقه جیرفت و کهنوج. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.