بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه فرنگی گلخانه ای در گلخانه های استان کرمانشاه (۹۸)

فرزام پاشایی[۱] ، محمد هاشم رحمتی[۲] ، پیام پاشایی[۳]

چکیده

با افزایش روز افزون جمعیّت در دنیا و محدودیّت در اراضی قابل کشت، افزایش عملکرد در واحد سطح به عنوان یکی از چند راه محدود باقیمانده برای تامین مواد غذایی انسان است با احداث گلخانه، که یکی از راههای افزایش عملکرد است می‌توان در جهت بهبود این امر اقدام نمود. اما محدودیّت انرژی نیز یکی دیگر از چالش‌های فرا روی بشر است به طوریکه افزایش عملکرد بدون در نظر گرفتن انرژی مصرفی تقریباً بی معنی به نظر می‌رسد. بنابراین با توجه به مصرف زیاد انرژی در تولیدات گلخانه ای، مطالعه در این زمینه ضروری است. بنابراین به منظور تعیین میزان انرژی مصرفی و شاخص های انرژی در کشت گوجه فرنگی گلخانه ای در استان کرمانشاه در سال ۱۳۸۵ ، سی واحد گلخانه‌ای در دو شهرک گلخانه‌ای در این استان مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفتند این گلخانه ها از نظر سازه و کلیه سیستم های بکار برده شده کاملاً مشابه بودند و فقط در سیستم های مدیریتی کشت دارای تفاوت هایی بودند. جهت انجام این تحقیق ابتدا پرسش نامه ای تهیه گردید. سپس با انجام مصاحبه با گلخانه داران تکمیل نمودن این پرسش نامه ها برای همگی گلخانه های مورد مطالعه اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه انرژی نهاده های مصرفی و تعیین شاخص های انرژی بدست آمد. در تحقیق بمنظور ترسیم نمودارها و گرافهای و آنالیز آماری مقادیر فاکتورهای مختلف انرژی مربوطه از نرم افزار آماری Excel استفاده شد. پس از انجام محاسبات مربوطه، نتایج بدست آمده نشان داد که در گلخانه های مورد مطالعه متوسط انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم گوجه فرنگی گلخانه ای ۰/۸۰۸۱ مگاژول بوده است. مقادیر متوسط بهره دهی انرژی، متوسط افزوده خالص انرژی و نسبت انرژی نیز به ترتیب برابر بودند با ۱/۳۲۷کیلوگرم بر مگاژول، ۱۲۲۵/۴۲۶- مگاژول بر هکتار و ۰/۹۸۹۹ (بدون بعد). بدین ترتیب معلوم شد که در گلخانه های مورد مطالعه در استان کرمانشاه راندمان و کارایی انرژی پایین ده و به صرفه نمی باشد اما به دلیل اینکه قیمت نهاده های مصرفی انرژی در کشور پایین، و قیمت محصول گوجه فرنگی گلخانه ای بالا است بنابراین کشت گوجه فرنگی گلخانه ای در استان کرمانشاه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که می توان با تغییر مدیریت در کشت گلخانه‌ای و اصلاح روش های کشت و تغییر در رقم بذر گوجه فرنگی، مصرف انرژی در گلخانه های گوجه فرنگی استان کرمانشاه را بهینه نمود و با ارتقاء دادن مقادیر شاخص های انرژی راندمان و کارایی مصرف انرژی را در این گلخانه افزایش داد.

۱- کارشناس ارشد مکانیزاسیون جهاد کشاورزی، استان کرمانشاه، پست الکترونیک: farzam.pashai@gmail.com
۲- استادیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- کارشناس ارشد مکانیزاسیون، استان کرمانشاه

مقدمه

پیش بینی می شود که جمعیت جهان تا سال ۲۰۴۰ حداقل به ۱۰ میلیارد نفر برسد از طرفی طبق آخرین آمار ذخایر فت جهان تا ۴۰ سال آینده به اتمام خواهد رسید. بنابراین انسان در آینده مجبور به تولید غذای بیشتر با انرژی کمتری خواهد بود.

با توجه به موارد ذکر شده انسان در آینده مجبور به تهیه مواد غذایی برای ده میلیارد نفر از زمین می باشد و چون در سالهای گذشته اکثر زمینهای زراعی (حتی نا مرغوب)هم تحت کاشت قرار گرفته اند. بنابراین فقط استفاده از روشهای نوین و استفاده بهینه از زمینهای زراعی موجود به عنوان یکی از چند راه تهیه غذای بشر آینده باقی می ماند و همواره باید تولید مواد غذایی با افزایش جمعیت تناسب داشته باشد. در غیر این صورت بشر آینده امکان زیست مسالمت آمیز را از دست خواهد اد. بنابراین در آینده تولیدی پایدار و موفق خواهد بود که بتواند در عین تولید زیادتر انرژی کمتری نیز مصرف کند.

یکی از روشهای نوین کشاورزی متراکم (Intensive)، کشت گلخانه‌ای است[5]. در این روش با مساعد نمودن محیط کشت و صرف انرژی بیشتر از سطح کمتر، تولید بیشتری را بدست می آوریم. این روش دارای محاسن و معایبی است از محاسن این روش تولید بیشتر در واحد سطح است بطوریکه در یک سطح مشابه تا ده برابر می‌توان محصول بیشتر به دست آورد[7]. از محاسن دیگر این روش تولید غیر فصل محصول است. که این مزیت باعث شده تا کشاورز با صرف منابع زیاد (پول و انرژی) به این کار اقدام کند اما احداث گلخانه دارای معایبی نیز هست. ضعف عمده این روش، مصرف بی‌رویه انرژی توسط تولید کنندگان است. بطوریکه تولید کننده با صرف انرژی زیاد اقدام به کشت محصول نموده که در کشور ما به دلیل استفاده کشاورزان از انرژی یارانه‌ای مصرف انرژی از دیگر نقاط جهان بیشتر است و به دلیل قیمت پایین انرژی کشاورز هیچگونه اقدامی در جهت کاهش مصرف انرژی نمی کند. اما در نهایت قسمت عمده ای از در آمد کشاورز صرف تهیه انرژی (برای گرم و سرد کردن گلخانه) خواهد شد. لذا، با بررسی نحوه کشت، مشخص نمودن مراحل انرژی‌بر می‌توان با ارایه راهکارهایی در جهت کاهش مصرف انرژی، تولید زیاد با مصرف انرژی کمتری را امکان پذیر نمود[12].

در این مقاله سعی می‌شود با بررسی گلخانه‌های مختلف از نظر انرژی مصرفی به تفکیک هر مرحله کشت گیاه، گلخانه‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم و در نهایت نسبت به شناسایی گا گاه‌های پر مصرف انرژی اقدام نموده و راهکارهایی در جهت کاهش مصرف انرژی ارائه نماییم.

در استان کرمانشاه با احداث چند شهرک متمرکز گلخانه‌ای و دو شهرک در حال احداث و چند تقاضای احداث دیگر، بررسی بر روی گلخانه های احداثی از لحاظ مقادیر انرژی مصرفی به تفکیک مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت بسیار ض وری است و می‌تواند از درجه اهمیت بالایی برخوردار باشد. طی دو سال گذشته احداث گلخانه‌ها در استان با رشد بسیار سریع از سطح ۲ هک ار گلخانه به ۴۷ هکتار رسیده است و کشت گوجه‌فرنگی از لحاظ سطح در مرتبه دوم قرار دارد(جهاد کشاورزی کرمانشاه). بنابراین پیشنهاد هر روشی که بتواند در کاهش مصرف انرژی نقش مثبتی داشته باشد، می‌تواند منجر به کاهش قیمت نهایی محصول و افزایش درآمد تولیدکننده گردد. بنابراین با در نظر گرفتن سطح زیر کشت گلخانه‌ای در کل کشور و روند رو به رشد آن می‌توان مقدار قابل توجّهی از میزان استفادهٔ منابع انرژی را کاهش داد و آن را برای نسلهای آینده حفظ نمود.

با توجه به مطالب ذکر شده هدف اصلی این مقاله بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی با استفاده از شاخص های انرژی (بهره دهی انرژی، نسبت انرژی و افزوده خالص انرژی) در گلخانه های استان کرمانشاه است و بدین ترتیب می‌توان راه‌کارهایی به منظور بهینه سازی مصرف انرژی در گلخانه ها ارائه نمود.

م اد و روشها

در استان کرمانشاه تعداد گلخانه هایی که به تولید گوجه فرنگی اشتغال دارند در حدود ۱۱۳ عدد هستند (در حال حاظر ۸۰ گلخانه فعال می باشد) که بیشتر این گلخانه ها در شهرستان قصرشیرین واقع شده ند[1]. بنابراین برای انتخاب اندازه جامعه آزمایشی در سطح اعتماد مهندسی (۹۵ درصد) نیاز به انتخاب جامعه آزمایشی کوچکی است[9][6][8] اما برای بالا بردن دقت در این مقاله ۳۰ عدد گلخانه از میان آنها به تصادف انتخاب شده است. لازم به ذکر است که گلخانه‌های مورد مطالعه همگی دارای

[1] : بر طبق آمار سازمان جهاد کشاورزی

مشخصات فنی واحد و رقم کشت یکسانی هستند (cherry) و تنها تفاوت آنها در نحوه اعمال مدیریت گلخانه است. بنابراین تنها به بررسی عوامل تاثیر گذار (نهاده های انرژی ورودی) پرداخته خواهد شد.

برای جمع آوری اطلاعات و اطمینان از دقیق بودن اطلاعات دریافتی ابتدا برای هر واحد گلخانه‌ای یک فرم جمع آوری اطلاعات تهیه و تنظیم شد[14][13][12][11][9] و به صورت مصاحبه مستقیم با تولیدکنندگان گوجه فرنگی گلخانه‌ای فرم های مذکور تکمیل گردید. از هر گلخانه در مرحله آماده سازی زمین تا اتمام برداشت به صورت هفته ای بازدید هایی انجام شد و اطلاعات اخذ شده در فرم های مخصوص هر گلخانه ثبت گردید. جهت افزایش دقت در اندازه گیری میزان سوخت مصرفی، از تمامی مخازن سوخت بازدید شد و اندازه سطح سوخت مصرفی آنها محاسبه گردید. در مورد میزان انرژی الکتریکی مصرفی، تغییرات شاخص کنتور از ابتدا تا انتهای دوره کشت ثبت د و با هماهنگی به عمل آمده با تولیدکننده از مصرف غیر ضروری انرژی الکتریکی جلوگیری به عمل آمد. میزان کود حیوانی مصرفی بر اساس ندازه‌گیری توسط باسکول محاسبه شد و میزان کودهای شیمیایی و آفت کش ها نیز با اندازه گیری تعداد دوره ها و میزان استفاده در هر دوره محاسبه گردید. میزان انرژی مصرفی ماشین آلات با اندازه گیری ساعات کر و مقدار مصرف ویژه سوخت آنها محاسبه گردید. ضمناً برای تعیین مقدار آب مصرفی در طول دوره کشت، تغییرات شاخص کنتور آب هر گلخانه ثبت گردید[23][14].

سنجش میزان انرژی نیاز به شاخص‌هایی دارد که در این مقاله بکارگرفته شده‌اند که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود.

شاخص های انرژی

شاخص ها به عنوان ابزاری هستند که امکان مقایسه سیستم ها با یکدیگر و مطالعه جزء به جزء آنها را با یکدیگر برای ما فراهم می‌کنند. در مکانیزاسیون کشاورزی ۳ شاخص مهم انرژی وجود دارد، که امکان شناخت جامع از وضعیت انرژی در کشاورزی را برای ما مهیا می‌سازد. با مطالعه شاخص‌های انرژی می‌توان مراحل مختلف تولید محصول، مقایسه بازدهی انرژی در تولید محصولات مختلف را با روش‌های متفاوت در مناطق مختلف بررسی کرد[10].

نسبت انرژی (ER[1]): نسبت بین کالری گرمایی محصولات خروجی (E_{OU}) و کل انرژی صرف شده در عوامل تولید (E_{IN}) بوده، فاقد واحد می‌باشد و تاثیر واحد انرژی نهاده در دستیابی به اهداف مصرف کننده را نشان می‌دهد. اهداف مصرف کننده می تواند غذا، بیوماس یا بیوسوخت و محصول باشد. این شاخص با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده در این مقاله محاسبه خواهد شد.[۴][۳][۲][۱]

بازده خالص انرژی (NEG[2]) : بازده خالص انرژی یا انرژی خالص تولیدی تفاضل بین انرژی ناخالص تولید شده و کل انرژی مورد نیاز برای تولید است. در فرآیند کشاورزی واحد NEG وابسته به واحد تولید است. این شاخص با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده در این مقاله محاسبه خواهد شد. این شاخص بر حسب مگاژول بر هکتار اندازه گیری می شود[22][19][15].

بهره‌وری انرژی (EP[3]): شاخصی از مقدار محصول تولید شده در واحد انرژی ورودی است. نسبت ER به EP در واقع همان ارزش گرمایی محصول است. EP بسته به نوع محصول، موقعیت و زمان متفاوت است و می‌تواند به عنوان یک شاخص برای ارزیابی انرژی در سیستم تولید با یک محصول خاص بکار رود. برای بهبود EP در یک پروسه هم می‌توان انرژی مصرفی در تولید نهاده را کاهش داد و هم عملکرد محصول را بهبود بخشید و یا از ضایعات کاست. این شاخص با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده در این مقاله محاسبه خواهد شد.[۲][۱]

پس از محاسبه شاخص ها با تحلیل مصرف انرژی موارد زیر مشخص می شود:

- ✓ محاسبه کل انرژی مصرفی در سیستم
- ✓ محاسبه انرژی هریک از نهاده های مصرفی در سیستم
- ✓ محاسبه کل مقادیر انرژی نهفته در خروجی سیستم
- ✓ محاسبه شاخصهای مربوطه و تحلیل کارایی انرژی در سیستم
- ✓ تعیین گلوگاه های هدر رفت انرژی

---

[1] : Energy Ratio
[2] : Net Energy Gain
[3] :Energy Productivity

جمع‌آوری اطلاعات

برای بدست آوردن اطلاعات مورد نیاز، پرسشنامه‌هایی تهیه شده و برای تکمیل آنها از ۳۰ گلخانه (که به صورت کاملاً تصادفی از بین همه گلخانه‌های استان انتخاب شده‌اند) اطلاعات مورد نیاز بدست آمد. پرسشنامه‌ها شامل موارد : انواع کود، انواع سموم، ماشین آلات، کرگر، آب، مصرف سوخت یا الکتریسیته موتور پمپ، عملیات زراعی، اندازه‌گیری سطح زیر کشت گلخانه ها، پارامترهای ساختمانی گلخانه و ندازه‌گیری سوخت مصرفی است[14]. برای اندازه گیری میزان سوخت مصرفی، بخاری یا مشعل به یک مخزن با حجم معین متصل می شود و مخزن را وزن می‌شود، پس از مدت زمان مشخص وزن مخزن مجدداً یادداشت می گردد تا دبی سوخت مصرفی محاسبه شود.

محاسبات شاخص های انرژی

پس از جمع‌آوری اطلاعات توسط پرسشنامه ها، با استفاده از سطح انرژی ویژه هرکدام از نهاده ها [14] ، پرامتر انرژی‌های موتوری، کارگری، مکانیکی، کود، آفت کشها، بذر، آبیاری، انرژی ورودی، انرژی خروجی، عملکرد، نسبت انرژی موتوری به مکانیکی، نسبت انرژی موتوری به کل انرژی ورودی، ظرفیت واقعی، ظرفیت تئوریک، راندمان مزرعه‌ای، شاخص‌های نسبت انرژی، بازده خالص انرژی و بهره‌وری انرژی(مطابق با فرمولهای ارائه شده) محاسبه می‌شود و میانگین آماری پرامترها و شاخص-های انرژی استان کرمانشاه در مراحل گوناگون اجرای عملیات تعیین شده و نمودارها و گرافهای مربوطه توسط نرم‌افزار Excel ترسیم گردیده. در پایان با ارائه الگوها و راهکارهایی سعی در کاهش مصرف انرژی در مراحلی که انرژی بر هستند گردید.

تحلیل نتایج و بحث

پس از تکمیل پرسش نامه ها، با استفاده از اطلاعات به دست آمده که در مواد و روش ها بیان گردید مقادیر انرژی نهاده های مصرفی در گلخانه های مورد مطالعه تعیین گردید. به دلیل حجم زیاد اعداد و ارقام تنها گلخانه های دارای مقادیر ماکزیمم و مینیمم انرژی تولیدی در این قسمت آورده می شود. که این مقادیر مربوط به گلخانه های شماره ۱۵ (بیشترین انرژی تولیدی) و ۲۳ (کمترین انرژی تولیدی) است.

جدول ۱: میزان انرژی های ورودی به تفکیک نهاده در گلخانه شماره ۱۵[16][17]

انرژی ورودی	واحد	محتوی انرژی MJ/unit	مقدار مورد استفاده واحد نهاده به واحد سطح unit/ha	مقدار انرژی در واحد هکتار Mj/ha
نیروی کارگری	h	2/3	4584	10543/2
سوخت (دیزل)	m^3	56/31	293	16498/83
کود دامی	tons	303/1	60	18186
نیتروژن	kg	66/4	680	45152
فسفر	kg	12/44	160	1990/4
پتاسیم	kg	11/15	345	3846/75
الکتریسیته	kwh	3/6	4012/3	14444/28
مواد شیمیایی	kg	101/2	155	15686
ماشین آلات	h	64/8	21	1360/8
آب	m^3	0/63	1782	1122/66
بذر	kg	1	0/1	0/1
مجموع		622/93	12092/4	128831/02

جدول ۲: میزان انرژی های رودی به تفکیک نهاده در گلخانه شماره ۲۳

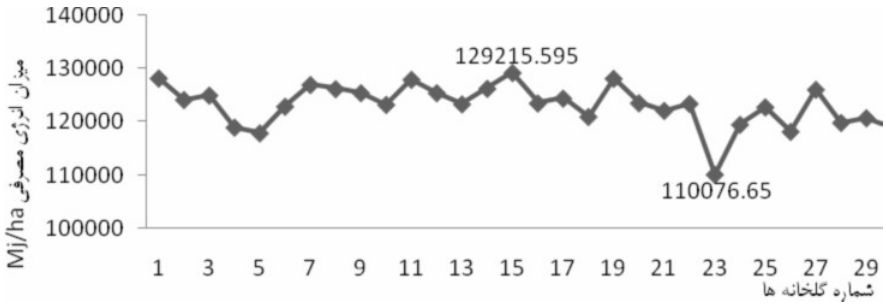
انرژی ورودی	واحد	محتوی انرژی MJ/unit	مقدار مورد استفاده واحد نهاده به واحد سطح unit/ha	مقدار انرژی در واحد هکتار Mj/ha
نیروی کارگری	h	2/3	5208	11978/4
سوخت (دیزل)	m^3	56/31	200	11262
کود دامی	tons	303/1	37	11214/7
نیتروژن	kg	66/4	610	40504
فسفر	kg	12/44	145	1803/8
پتاسیم	kg	11/15	250	2787/5
الکتریسیته	kwh	3/6	4001	14403/6
مواد شیمیایی	kg	101/2	129	13054/8
ماشین آلات	h	64/8	27	1749/6
آب	m^3	0/63	1650	1039/5
بذر	kg	1	0/1	0/1
مجموع		622/93	12257/1	109798

جدول ۳: انرژی ورودی گلخانه ها

شماره گلخانه	مقدار انرژی در واحد هکتار Mj/ha
1	128193/5
2	124148/94
3	124971/685
4	118956/544
5	117868/78
6	122879/77
7	126965/58
8	126184/52
9	125438/38
10	123227/07
11	127937/13
12	125426/705
13	123321/075
14	126251/22
15	129215/595
16	123488/14
17	124408/73
18	120962/74
19	128129/67
20	123535/79
21	122090/8
22	123398/23
23	110076/65
24	119476/705
25	122757/94
26	118148/275
27	126057/93
28	119835/5
29	120706/63
30	118897/76
میانگین	123098/5995

مقادیر مجموع انرژی مصرفی هر کدام از گلخانه ها به ترتیب از کمترین مقدار تا بیشترین مقدار انرژی مصرفی را می توان در جدول شماره ۳ مشاهده نمود. این مقادیر از گلخانه شماره ۲۳ برابر ۱۱۰۰۷۶/۶۵ مگاژول بر هکتار که کمترین مقدار انرژی مصرفی برای تولید محصول می باشد تا مقدار ۱۲۹۲۱۵/۵۹۵ مگاژول بر هکتار مصرف انرژی در گلخانه شماره ۱۵ که بیشترین مقدار مصرف انرژی در گلخانه های مورد مطالعه را دارا می باشد متغیر است.

در نمودار شماره ۱ می‌توان تغییرات مصرف انرژی برای هر کدام از گلخانه ها به ترتیب نام گلخانه مشاهده نمود که روند تقریباً هم گرایی ا می‌توان در آن به وضوح مشاهده کرد (عددی که مقادیر به سمت آن همگرا هستند را می‌توان همان مقدار متوسط مصرف انرژی در واحد سطح برای گلخانه های استان کرمانشاه به شمار آورد یعنی ۱۲۳۱۳۴/۷۱۸۲مگاژول بر هکتار).



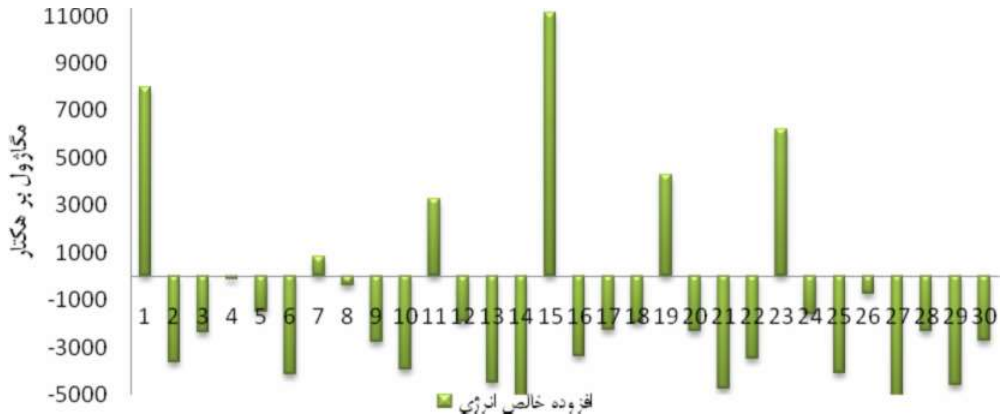
شکل ۱: روند تغییرات مصرف انرژی به تفکیک شماره گلخانه

محاسبه اندازه شاخص های انرژی، نیازمند داده های دیگری نیز هست که عبارتند از انرژی خروجی از سیستم تولیدی و عملکرد محصول هر گلخانه. برای این منظور مقادیر عملکرد و محتوی انرژی خروجی و شاخص ها همه با هم در جدولی شماره ۴ آمده است که برای هرکدام از گلخانه ها این مقادیر آورده شده است. همچنین در جدول مقدار میانگین نیز برای همه گلخانه ها آمده است که از متوسط ستون های عمودی تک تک گلخانه ها محاسبه شده است.

جدول ٤: عملکرد و انرژی خروجی و شاخص های ارزیابی انرژی به تفکیک هر گلخانه

شماره گلخانه	عملکرد گلخانه (Kg/ha)	مقدار انرژی ورودی (Mj/ha)	انرژی خروجی (Mj/ha)	نسبت انرژی (بدون بعد)	افزوده خالص انرژی (MJ/kg)	بهره دهی انرژی (kg/Mj)
۱	170220	128193/5	136176	1/062269148	7982/5	1/327836435
۲	150643	124148/94	120514/4	0/970724357	-3634/54	1/213405447
۳	153224	124971/685	122579/2	0/980855783	-2392/485	1/226069729
۴	148495	118956/544	118796	0/998650398	-160/544	1/248312997
۵	145430	117868/78	116344	0/98706375	-1524/78	1/233829688
۶	148431	122879/77	118744/8	0/966349465	-4134/97	1/207936831
۷	159726	126965/58	127780/8	1/006420795	815/22	1/258025994
۸	157212	126184/52	125769/6	0/9967118	-414/92	1/245889749
۹	153353	125438/38	122682/4	0/978029212	-2755/98	1/222536516
۱۰	149075	123227/07	119260	0/96780683	-3967/07	1/209758538
۱۱	163987	127937/13	131189/6	1/025422409	3252/47	1/281778011
۱۲	154400	125426/705	123520	0/984798253	-1906/705	1/230997817
۱۳	148512	123321/075	118809/6	0/963416837	-4511/475	1/204271046
۱۴	150971	126251/22	120776/8	0/956638676	-5474/42	1/195798346
۱۵	175421	129215/595	140336/8	1/086067049	11121/205	1/357583812
۱۶	150146	123488/14	120116/8	0/972699079	-3371/34	1/215873848
۱۷	152679	124408/73	122143/2	0/981789622	-2265/53	1/227237027
۱۸	148756	120962/74	119004/8	0/983813693	-1957/94	1/229767117
۱۹	165512	128129/67	132409/6	1/033403114	4279/93	1/291753893
۲۰	151551	123535/79	121240/8	0/981422469	-2294/99	1/226778086
۲۱	146671	122090/8	117336/8	0/961061767	-4754	1/201327209
۲۲	149920	123398/23	119936	0/971942628	-3462/23	1/214928285
۲۳	145324	110076/65	116259/2	1/056165863	6182/55	1/320207328
۲۴	147350	119476/705	117880	0/986635847	-1596/705	1/233294808
۲۵	148325	122757/94	118660	0/966617719	-4097/94	1/208272149
۲۶	146721	118148/275	117376/8	0/993470281	-771/475	1/241837852
۲۷	150990	126057/93	120792	0/958226111	-5265/93	1/197782639
۲۸	146864	119835/5	117491/2	0/98043735	-2344/3	1/225546687
۲۹	145125	120706/63	116100	0/961836148	-4606/63	1/202295185
۳۰	145210	118897/76	116168	0/977041115	-2729/76	1/221301394
متوسط	152341/4667	123098/5995	121873/1733	0/989926252	-1225.426	1/237407815

انرژی خروجی هر گلخانه از حاصلضرب مقدار عملکرد محصول در محتوی انرژی یک کیلوگرم گوجه فرنگی گلخانه ای (۰/۸ مگاژول بر کیلوگرم) محاسبه شده است و شاخص ها نیز از فرمول های آورده شده در قسمت مواد و روش ها محاسبه گردیده اند. قبل از شروع تجزیه و تحلیل نتایج بهتر است ابتدا روند تغییرات برخی از شاخصها را در نمودارهایی مشاهده شود تا مساله روشن تر و ملموس تر گردد. ابتدا در شکل ۲ می توان روند تغییرات افزوده خالص انرژی را به تفکیک هر گلخانه مشاهده نمود که در آن می توان به وضوح دید که کدامیک از گلخانه ها از لحاظ افزایش مقدار محتویات انرژی در محدود مثبت قرار می گیرند و کدامیک از آنها در محدوده منفی قرار خواهند گرفت.



شکل ۲: روند تغییرات افزوده خالص انرژی به تفکیک هر گلخ نه

با کمی دقت در نمودار فوق می توان دید که گلخانه شماره ۱۵ با افزایش بیشتری در افزوده خالص انرژی بهترین کارایی را در میان همه گلخانه های دیگر از نظر افزایش خالص سطح انرژی دارد و گلخانه شماره ۲۷ نیز کمترین مقدار را دارد .بـه طـور کلـی مثبت بودن مقدار افزوده خالص انرژی (بالاتر بودن از سطح صفر نمودار) را می‌توان به مثبت بودن بهره تبدیل انـرژی، در گلخانـه تعبیر نمود. همان طور که از نمودار مشاهده می شود تنها ۶ عدد از ۳۰ گلخانه مورد مطالعه مقداری بزرگتر از صفر دارند پس مـی-توان گفت که حدود ۲۰ درصد از گلخانه های استان به احتمالاً دارای افزوده خالص انرژی مثبت هستند و در حدود ۸۰ درصد آنهـا نیز دارای افزوده خالص انرژی منفی هستند.

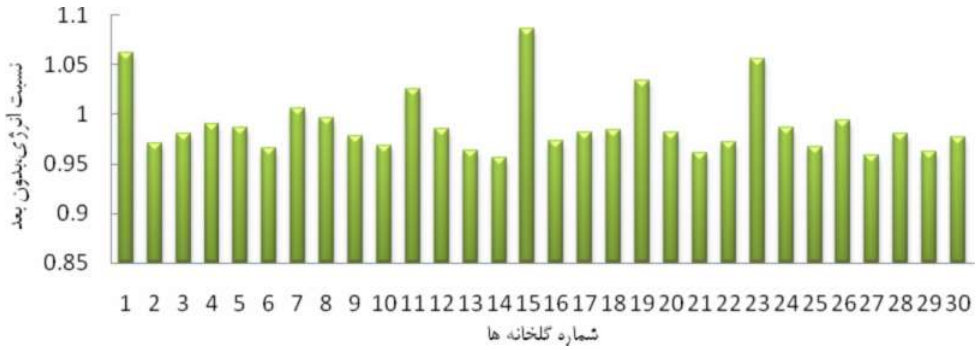
$$\text{درصد گلخانه های با افزوده خالص} = \frac{6}{30} \times 100 = 20\%$$

با توجه به توضیحات فوق و همان طور که در جدول۴ مشاهده می گردد مقادیر شاخص های انرژی بـسیار پـایـن و نـامطلوب می باشد. بطوریکه مقادیر متوسط انرژی خروجی، افزوده خالص انرژی، نسبت انرژی و بهره دهی انرژی به ترتیب برابر اسـت بـا : ۱۲۱۸۷۳,۱۷ مگاژول بر هکتار، ۱۲۲۵,۴۶- مگاژول بر هکتار، ۰,۹۸۹۹۲ و ۱,۲۳۷۴ کیلوگرم بر مگاژول هستند.

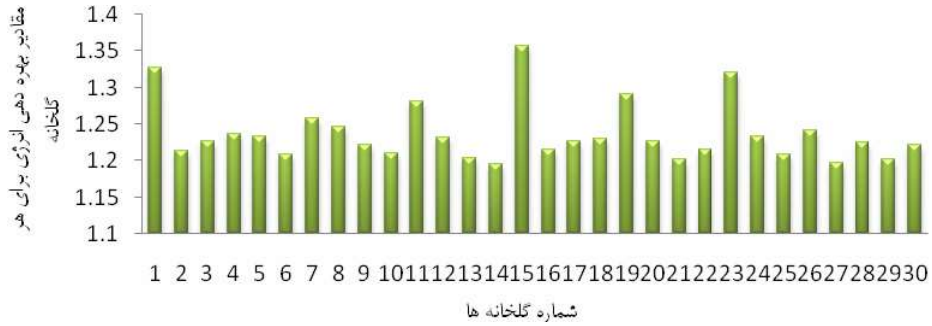
بنابراین با توجه به این نتایج از نظر علمی می‌توان گفت که اکثریت گلخانه های استان کرمانشاه از نظر میزان مصرف، راندمان و کارایی انرژی توجیه پذیر و به صرفه نیستند. دلایل اصلی ایجاد چنین شرایط و وضعیتی در گلخانه هـای گوجـه فرنگـی اسـتان کرمانشاه می‌توانند به شرح زیر باشند:

۱- ارزان بودن قیمت نهاده های انرژی در کشور ایران
۲- مصرف بی رویه و خارج از اصول کود (به ویژه کود نیتروژن)
۳- عدم رعایت اصول صحیح ایزولاسیون گلخانه با محیط خارج
۴- عدم تناسب نوع رقم کاشته شده با شرایط فراهم شده توسط گلخانه ار (به دلیل سطح پایین اطلاع رسانی و آموزش)
۵- سوء مدیریت در مصرف سایر نهاده های انرژی در گلخانه های استان کرمانشاه

پس از اشاره شدن به افزوده خالص انرژی در نمودار دیگری که در ادامه آمده می‌توان روند تغییرات مقدار نسبت انرژی را برای گلخانه های مورد مطالعه مشاهده نمود و پس از آن نیز در نمودار دیگری روند تغییرات در بهره دهی انرژی آمده است.

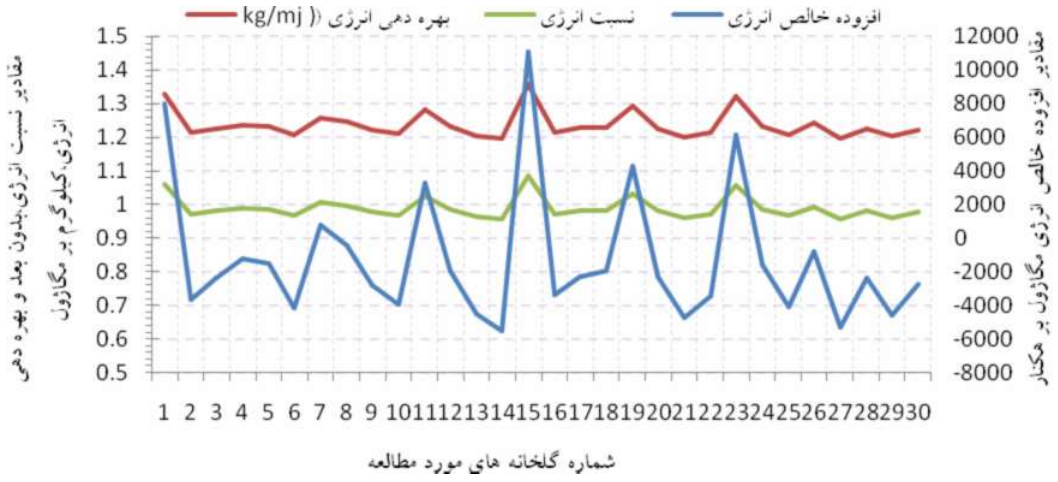


شکل ۳: روند تغییرات در نسبت انرژی به تفکیک گلخانه



شکل ٤: روند تغییرات در افزوده خالص انرژی به تفکیک گلخانه

همانطور که از شکل شماره ۴ مشاهده می شود روند تغییرات در این نمودار نیز همانند روند تغییرات در نسبت انرژی است که این موضوع را می توانیم در نمودار مقایسه‌ای زیر (شکل ۵)که برای هر سه شاخص با هم رسم شده است مشاهده نمود.



شکل ۵: نمودار مقایسه شاخص های انرژی به تفکیک گلخانه

همانطور که از شکل ۵ مشخص است می توان روند مشابه تغییرات در نسبت انرژی و بهره دهی انرژی را مشاهده نمود.

نتیجه گیری

در نمودار شکل ۵ می‌توان به وضوح مشاهده کرد که گلخانه شماره ۱۵، بالاترین بهره‌دهی انرژی، نسبت انرژی و افزوده خالص انرژی را دارد و مقادیر مربوط به بازدهی انرژی در همه حالات تنها با این تفاوت که شیب بسیار تند تری را طی می کند با سایر شاخص‌ها (نسبت انرژی و بهره دهی انرژی) روند تغییرات مشابهی دارد. اما در این مقاله هدف، سنجش روند تغییرات شاخص ها نیست بلکه هدف، تعیین مقدار انرژی مورد نیاز برای تولید جرم واحد محصول است.

متوسط عملکرد گوجه فرنگی استان در گلخانه‌های مورد مطالعه برابر با ۱۵۲۳۴۱,۴۶۶۷ کیلوگرم در هکتار است و همچنین متوسط انرژی ورودی به گلخانه های مورد مطالعه برابر مقدار ۱۲۳۱۳۴,۷۲۸۲ مگاژول بر هکتار است و از تقسیم این مقادیر خواهیم داشت:

$$\text{عملکرد انرژی}\left(\frac{Mj}{Kg}\right) = \frac{123134.7283\ \frac{Mj}{Ha}}{152341.4667\ \frac{Kg}{Ha}} = ۰.۸۰۸۲۸\ \frac{Mj}{Kg}$$

بنابراین در استان کرمانشاه برای تولید هر کیلوگرم گوجه فرنگی گلخانه ای باید در حدود ۰,۸۰۸۲ مگاژول انرژی صرف شود. که این مقدار در حدود ۰/۰۸۲۸ مگاژول بر کیلوگرم بیشتر از مقدار متوسط جهانی است بنابراین می توان نتیجه گرفت که عملکرد مصرف انرژی در استان کرمانشاه پایین تر از عملکرد جهانی مصرف انرژی در تولید این محصول در گلخانه است.

در گلخانه های مورد مطالعه متوسط مقادیر شاخص های بهره دهی انرژی، افزوده خالص انرژی و نسبت انرژی بترتیب ابر شدند با ۱,۳۲۷ کیلوگرم بر مگاژول، ۱۲۲۵,۴۲۶- مگاژول بر هکتار و ۰,۹۸۹۹ که منفی بودن مقدار افزوده خالص انرژی و نسبت انرژی کمتر از یک نشان دهنده عدم کارایی مصرف انرژی در گلخانه های مورد مطالعه می باشد.

پیشنهادات:

۱- پیشنهاد می گردد که مطالعه ای در مورد اثر تغییرات انرژی نهاده های مصرفی به روی مقدار انرژی خروجی و شاخص های بهره دهی انرژی، نسبت انرژی و افزوده خالص انرژی انجام پذیرد تا مشخص گردد که با دامنه وسیع تغییرات انرژی هر یک از نهاده های مصرفی مقدار انرژی خروجی و شاخص های فوق چه تغییری خواهند داشت.

۲- گلخانه ها را از نظر اقتصادی (میزان مصرف انرژی) با یکدیگر مقایسه شوند.

۳- پیشنهاد می‌گردد در تحقیق دیگری اثر ارقام مختلف بذر گوجه‌فرنگی به روی عملکرد محصول(انرژی خروجی در واحد سطح) مورد مطالعه قرار گیرد زیرا ممکن است برخی از ارقام بذر گوجه فرنگی عملکرد بیشتری در واحد سطح داشته باشند به طوری که مقادیر منفی افزوده خالص انرژی حاصل نگردد.

۴- نصب جداره دوم (احداث گلخانه های دو لایه) جهت کاهش کلی مصرف انرژی

۵- پایین آوردن دمای شب گلخانه (بعد از غروب تا طلوع مجدد آفتاب) تا حد تحمل گیاه

۶- آموزش اصولی متقاضیان احداث گلخانه در مورد سیکل زندگی گیاه، مصرف انرژی و نحوه جذب عناصر توسط گیاه در خاک

فهرست منابع

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

۲. الماسی ، جوادی ، رحمتی . ۱۳۸۴ . تعیین روشهای اندازه یری و طبقه بندی شاخصها انرژی و استاندارد های مورد لزوم آن ، شماره ثبت ۱۱۸۶ . سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

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

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

۵. ماینرد . لورنز نات . ۱۳۶۴ . از باغچه منزل تا کشاورزی صنعتی .تصدیقی ، م . چاپخانه گلشن .

6. Avlani,P.K.,And W. J Chanceller.1977.Energy Requirements For Wheat Production And Use In California, Transaction of the ASAE. 781-784.

7. Bakker, R. 1999. Effect of Greenhouse Construction on Future Energy Consumption in Greenhouse Rapport Landbouw Economisch Institute Lei, No. 1.99.06, 58pp.

8. Bender, M. 2001. Energy Ratios for Mixed Crops. Energy Agriculture. Vol.3. Pp 120-132.

9. Bridges. T. C., And E. M. Smith. 1979. A Method for Determining the Total Energy Input for Agricultural Practices. Transaction of the ASAE. 781-748.

10. Canakci, M., M. Topakci, I. Akinci and A. Ozmerzi, 2005. Energy Use Pattern of Some Field Crops and Vegetable Production: Case Study for Antalya Regions. Turkey. Energy Conversion and Management, Vol.46. Pp 366- 655.

11. Conforti, P. And M. Ciampietro. 1997. Fossil Energy Use in Agriculture: An International Comparison. Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol.65. Pp 231- 243.

12. Elbatawi, I. E. A. K. Mohri, K. Namba. 1998. Utilization of Solar Energy for Heating a Greenhouse at Nighttime, Proceedings 26th International Symposium On Agricultural Engineering , Opatija , Croatia, 3-6 February 1998, 117-124

13. Galvani, E .And J. F. E .Scobedo. 2001. Energy Balance in Cucumber Crop in Greenhouse and Field Conditions. Bragantia, 60 (2):127-137.

14. Hatirli, S.2004. *Energy Inputs and Yield in Greenhouse Tomato Production*. University Of Suleyman Demirel. Faculty of Agriculture. Antalya. Turkey

15. Hulsbergen. K. J., B.Feil and W. Diepenbrock. 2002., Rates Of Nitrogen Application Required Achieving Maximum Energy Efficiency For Various Crops: Result Of A Long Term Experiment. Field Crops Research, Vol. 77. Pp. 113-135.

16. Hulsbergen. K. J., B.Feil, S. Biermann, G. 2001. A Method of Energy Balancing In Crop Production. Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 86.

17. Kitani, D. Van, L. De Cock, D. N Lierde and L. De Cock. 1999 .Energy Consumption in Belgian Glasshouse Horticulture, No. An 83, 70 Pp.

18. Lierde, D. Van, L. De Cock Loewer .1977 .Beef Production of Beef with Minimum Grain and Fossil Energy Input. Vol.: (1, 2 And 3) Report to N. S. F.

19. Nieuwkoop , P .Van , N .Van Der Velden , A . P. Verhaegh and P. Van Nieuwkoop .1998. Energy Consumption in Greenhouses. Meddling Landbouw Economisch Institute, No. 624 ,

20. Pan, Q., Z. D. Huang, C. W. Ma and Y. C. Li .1999. Study on the Energy Conservation of Hubei – Type Multispan Plastic Greenhouse and Its Operation. Transaction Of The Chinese Society Of Agricultural Engineering , 15(2): 155-159

21. Pervanchon. 2002. Assessment of Energy Use in Arable Farming Systems By Means Of an Agro-Ecological Indicator. The Energy Indicator, Agriculture System,72,149-172
22. 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 Horticulture, No . 456,375-382.
23. Saye, A., W .K. P. Van Loon, G. P. A. Bot, H. F. De Zwart, M .Teitel(Ed.) And B. J . Bailey.2000.T the Solar Greenhouse: A Survey of Energy Saving Methods. Proceedings Of The International Conference And British – Israeli Workshop On Greenhouse Techniques Toward The 3rd Millennium , Haifa , Israel , 5-8 September , 1999, Acta Horticulture , No .

Study and determination of energy consumption to produce tomato in the greenhouse of Kermanshah province

f.pashaee[1], M. H. Rahmati[2], P.pashaee[3]

Abstract:

With increasing world population and limitation in extension of agricultural lands, only increasing yield per hectare can be a solution to provide nutrition of world people. Construction of greenhouse is one way to increase yield per area unite. However, energy limitation also is a problem to produce crops. So that in producing agricultural crops should be considered energy consumption value. Therefore, with considering high energy consumption in green house crops it was necessary to study and determine energy consumption in producing greenhouse crops. Thus, in order to determine value of energy consumption for producing one kilogram tomato and determination of energy indices in cultivating tomato at greenhouse in 2006, thirty tomato greenhouse was considered, in Kermanshah province. These greenhouses from aspect of energy consumption were studied and evaluated. The greenhouses were almost similar and their constructions were same and other used systems in these greenhouses were the same and just greenhouse management systems were different. To conduct this study at first, a question from was designed. Then interview has been done with greenhouse holder and these questionnaire forms have been filled for all greenhouses (30 greenhouses). Thus, requirement information to calculate energy consumption factors and energy indices were determined. In this study, excel software was used to draw different charts, graphs and Statistical analysis. Obtained results indicated that in chosen greenhouses, average consumption energy to produce one kilogram was 0.808 MJ. Average value of energy productivity, net energy gain and energy ratio respectively were 1.34, -1225.426 and 0.9899. Therefore, the above values of energy indices were indicated that energy efficiency is low at studied greenhouses in Kermanshah province. However, since prices of energy factors are low and price of produced tomato is high thus, cultivation and production of greenhouse tomato is economic in Kermanshah province.

Results of this study indicated that with changing greenhouse cultivation management and improvement of cultivation methods and use of suitable varieties of tomato seeds could optimize energy consumption and energy indices in tomato greenhouses of Kermanshah province.

[1] : Agricultural Mechanization Engineer (Senior Technical Expert), Kermanshah Agricultural Organization, Kermanshah - Iran

[2] : Assistant Professor, Agricultural Machinery Department, Islamic Azad University of Dezful, P. O. Box:113, Dezful - Iran, E-mail: hmrahmati@yahoo.com; phone: +98 (641) 6260601-9; Fax: +98 (641) 6260890

[3] : Agricultural Mechanization Engineer (Senior Technical Expert), , Kermanshah - Iran