بهینه سازی مصرف انرژی و نوع کشت، در تولید گوجه فرنگی گلخانه‌ای استان آذربایجان غربی

فرشته پورتاروردی[۱]، مرتضی الماسی[۲]، حسین باخدا[۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
Pourtarverdy.f@gmail.com
۲- استاد رشته مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
۳- استادیار رشته مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

کشاورزی از مهم‌ترین بخش‌های مصرف کننده انرژی در کشور ماست، در میان بخش‌های مختلف کشاورزی، بیشترین مصرف انرژی در واحد سطح به صنعت گلخانه که در حال توسعه می‌باشد اختصاص دارد. محصولات کشاورزی در گلخانه‌ها به دلیل افزایش تولید در واحد سطح، استفاده بهینه از نهاده ها و غلبه بر شرایط نامساعد محیط کشت وتولید خارج از فصل رواج یافته است. در سالهای اخیر به دلیل حذف یارانه حامل‌های انرژی و اهمیت مصرف بهینه نهاده های انرژی لزوم مطالعه به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی، اصلاح الگوی مصرف و کاهش هزینه های تولید به ویژه در مناطق سردسیری مانند استان آذربایجان غربی، ضروری می‌باشد. در این تحقیق اطلاعات از طریق پرسشنامه‌هایی و به طور تصادفی از گلخانه‌داران تولید محصول گوجه‌فرنگی در سطح استان جمع‌آوری و اثرات نوع کشت هیدروپونیک یا خاکی بر انرژی مصرفی به ازای هر کیلوگرم محصول مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که انرژی مصرفی برای تولید هر کیلوگرم گوجه‌فرنگی خاکی ۴۷مگاژول و گوجه‌فرنگی هیدروپونیک ۳۲ مگاژول است. سوخت و برق مصرفی در گلخانه‌های خاکی به ترتیب با ۹۴/۵۶٪ و ۴/۹۲٪ و در گلخانه‌های هیدروپونیک با ۹۲/۰۸�٪ و ۷/۴۴٪ بیشترین میزان مصرف را در بین نهاده‌ها داشتند و نتیجه بهینه‌سازی نشان داد که کشت هیدروپونیک در منطقه توجیه اقتصادی دارد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار spss و مقایسه انرژی بین دو نوع کشت با آزمون آماری T انجام گرفت.

واژه‌های کلیدی : انرژی ، کشت خاکی، کشت هیدروپونیک، گلخانه، گوجه فرنگی

مقدمه

بررسی سیر مصرف انرژی در تولیدات کشاورزی اساس تحلیل انرژی را تشکیل می‌دهد. یکی از اهداف تحلیل انرژی، کاهش نهاده های انرژی و جایگزینی منابع انرژی تجدید پذیر در فرآیند کشاورزی و حتی‌المقدور کاهش هزینه های تولید و بوجود آوردن روش‌های تولید دوستدار طبیعت به عنوان قسمتی از یک مدیریت بهینه می‌باشد (Almassi,2011). کشت گلخانه ای صنعت در حال رشد در بسیاری از کشورها می باشد. عیب عمده روش کشت گلخانه ای به دلیل ماهیت تولید در خارج از فصل ،

مصرف بالای انرژی می باشد. افزایش در مصرف انرژی در کشت های گلخانه ای یکی از مهم ترین بخش های مطالعات انرژی در کشاورزی بوده و هرگونه موفقیتی در زمینه افزایش کارآیی مصرف انرژی در کشت های گلخانه ای ، می تواند باعث استفاده بهینه از منابع با ارزش انرژی گردد. علی رغم تمامی مزیت های کشت گلخانه ای ، مصرف بالای انرژی در گلخانه ها ، به ویژه در فصل سرما از مواردی است که نیاز مبرم به بررسی های علمی دارد (Shaabani *et al*., 2008). محصولات تولید شده در گلخانه-های آذربایجان غربی با توجه به اقلیم سرد منطقه از قدرت رقابت پایین‌تری نسبت به سایر مناطق گرمسیری برخوردار می‌باشند، اهمیت وجود انرژی در این گلخانه‌ها آنچنان است که در اثر خاموش شدن مولد های گرمایی در گلخانه، در برخی مناطق سردسیر (به مدت یک الی دو ساعت) ممکن است گیاهان در اثر شوک ناشی از افت شدید دما آسیب دیده و یا اینکه به طور کلی دچار سرمازدگی شوند. در چنین شرایطی هیچ‌گونه راهی برای نجات گلخانه وجود ندارد و تولید کننده متحمل ضرر مالی فراوان می‌شود. بنابراین با توجه به افزایش جهانی قیمت انرژی در سال‌های اخیر و دغدغه های مصرف کنندگان انرژی، تحقیقات در این زمینه امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

در مطالعه ای به بررسی میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه فرنگی گلخانه ای در گلخانه های استان کرمانشاه پرداخته شد. نتایج 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 وری انرژی، متوسط افزوده خالص انرژی و نسبت انرژی نیز به ترتیب ۱/۳۲۷ کیلوگرم بر مگاژول، ۱۲۲۵/۴۲۶ مگاژول بر هکتار و ۰/۹۸۹۹ بدست آمد همچنین نتایج به دست امده از این تحقیق نشان داد که می‌توان با تغییر مدیریت در کشت گلخانه ای و اصلاح روش‌های 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 شاخص‌های انرژی راندمان و کارایی مصرف انرژی را در این گلخانه افزایش داد(Pashaei *et al*.,2008). در بررسی گلخانه های تولید گوجه فرنگی به صورت صنعتی دریافتند که تولید گوجه فرنگی $45/53 GJ\ ha^{-1}$ مصرف انرژی دارد که ۳۴/۸۲٪ آن مربوط به انرژی سوخت بوده و بعد مربوط به کود و سپس انرژی ماشین است. نسبت انرژی ۰/۸ و بهره وری انرژی $0/99\ Kg\ Mj^{-1}$ می‌باشد. تحلیل هزینه‌ها نشان داد که مهم‌ترین هزینه‌ها، هزینه کارگر، ماشین، اجاره زمین و حشره کش‌ها می‌باشد. مزارع بزرگ در استفاده از انرژی و بهره وری اقتصادی موفق‌تر بوده‌اند (Çetin and Vardar,2008). در تحقیق دیگری به تحلیل مصرف انرژی در تولید گوجه فرنگی در استان توکات ترکیه پرداخته شد. نتایج نشان داد که مقدارانرژی مصرف شده در تولید گوجه فرنگی ۹۶۹۵۷/۳۶ مگاژول در هکتار است که از این مقدار حدود ۴۲ درصد مربوط به سوخت دیزل و ۳۸ درصد مربوط به کود شیمیایی و ماشین ها است. نسبت انرژی، ۰/۸ و بهره وری انرژی ۱/۰۰ کیلوگرم بر مگا ژول در یک هکتار به دست آمد. حدوداً ۷۶ درصد از کل انرژی ورودی، غیر قابل تجدید و ۲۲ درصد قابل تجدید بود (Esengun *et al*.,2007). در بررسی گلخانه های تولید گوجه فرنگی دریافتند که سهم انرژی دیزل از کل انرژی مصرفی ۳۴/۳۵٪، کود ۲۷/۵۹٪، الکتریسیته ۱۶/۱٪، سموم شیمیایی ۱۰/۱۹٪ و انرژی انسانی ۸/۶۴٪ می‌باشد. عملکرد محصول ۱۶۰ تن در هکتار و انرژی مصرفی $106/7162\ GJ\ ha^{-1}$ می‌باشد. نسبت انرژی ۱/۲ و بهره وری انرژی $0/09\ kg\ Mj^{-1}$ می‌باشد

نتایج نشان داد که مزارع کوچک‌تر نسبت به مزارع بزرگ از نظر بازده انرژی موءثرتر هستند. عملکرد گوجه فرنگی به عنوان یک متغیر وابسته، معادله ای از متغیرهای مستقل کود، سموم شیمیایی، ماشین، انسان، آب و بذر می‌باشد. نتایج نشان داد که همه متغیرها به جز انرژی بذر معنی دار بوده و در عملکرد نقش دارند (Hatirli *et al*., 2006). با آزمایش روی گلخانه‌ها در استرالیا دریافتند که اضافه کردن لایه دوم به پوشش گلخانه یک لایه می‌تواند باعث کاهش مصرف انرژی تا حدود ۳۲٪ شود (Garzoli and Blackwell.1987). و همچنین بررسی اثر سه نوع پوشش گلخانه ای در تولید گوجه فرنگی نشان دادکه عملکرد در آکریلیک و شیشه ، شبیه بود و به علت کوچکی اندازه گوجه فرنگی در گلخانه با پوشش پلی اتیلن دو لایه، عملکرد در این پوشش پایین می‌باشد همچنین پوشش های پلی اتیلن دو لایه و آکریلیک باعث ۳۰٪صرفه جویی در انرژی گرمایی در مقایسه با شیشه ای شده‌اند (Papadopoulos and Hao ,1997). مرور منابع و تحقیق‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که آنالیزهای انرژی در مورد محصولات گلخانه‌ای استان آذربایجان غربی تا به حال انجام نشده است لذا با توجه به اهمیت انرژی به خصوص بعد از هدفمند شدن یارانه‌ها، نیاز به بررسی شاخص‌های انرژی در گلخانه‌های تولید گوجه فرنگی به دو روش کاشت خاکی و هیدروپونیک و مقایسه بین آنها در منطقه بود.

مواد و روش ها

در انجام این تحقیق به منظور تعیین میزان نهاده های مصرفی درگلخانه‌های خاکی و هیدروپونیک تولید گوجه‌فرنگی استان آذربایجان غربی و بررسی اثر نوع کشت بر انرژی مصرفی، عملکرد و سایر موارد تعداد ۲۰ پرسشنامه تهیه شد و توسط گلخانه‌داران منطقه و اندازه گیری‌های میدانی تکمیل شد. در مورد بدست آوردن اطلاعات کتابخانه ای از منابع نشریات داخلی و خارجی، بررسی طرح‌های پژوهشی انجام شده و پایان نامه های مختلف در کشور و مطالعه منابع لاتین استفاده شد. پس از محاسبه شاخص‌های انرژی ، تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه انرژی بین دو نوع کشت گلخانه ای توسط آزمون آماری T انجام داده شده است.

انرژی نهاده های تولید درکشاورزی را میتوان به دو گروه عمده تقسیم نمود:۱- انرژی مستقیم شامل سوخت

فسیلی و بیودیزل در عملیات تولید است. در حال حاضر سوخت های فسیلی انرژی غالب در کشورهای توسعه یافته است. سوخت‌هایی مانند دیزل، بنزین، زغال و الکتریسیته تولیدی از سوخت‌های فسیلی و همچنین هیدروالکتریک و اتم. سوخت دیزل به مقدار زیادی در انرژی مستقیم مصرف دارد (۸۰-۶۰٪). برای تعیین جمع کل انرژی نهفته در این نهاده‌ها ارزش حرارتی آن‌ها مشخص گردیده است. همین مقدار انرژی که صرف فراهم آوردن و رساندن به زارع می‌گردد را نیز محاسبه شده است. ۲- انرژی مصرفی غیر مستقیم برای ساخت ماشین‌ها و تجهیزات و دیگر مواد مورد استفاده در کشاورزی مصرف می‌شود. مهم‌ترین ماده انرژی غیر مستقیم، کودها هستند و به خصوص ازت سهم بسیار مهمی دارد. از دیگر موارد انرژی غیر مستقیم می‌توان آفت کش‌ها و در مناطق آبی، انرژی آبیاری را ذکر نمود (Almassi,2011).

انرژی‌های مصرفی در سیستم گلخانه شامل انرژی های: ماشین، سوخت، دام، کارگر، کود،آفت کشها و سموم، آبیاری و حمل و نقل می باشد. تمامی موارد فوق الذکر بر حسب مگاژول بر هکتار می باشند. جهت برآورد انرژی مصرفی در گلخانه‌ها ضروری است که میزان هم ارز انرژی مصرفی را در نهاده های مصرفی ضرب کرده و کل انرژی بکار رفته در هر کدام از گلخانه های خاکی و هیدروپونیک را به دست آوریم(Almassi,2011). در استفاده از هم ارزهای انرژی اصولاً باید از هم ارزی‌های به دست آمده در شرایط ایران استفاده شود.اما از آنجائیکه این اعداد در ایران محاسبه نشده‌اند، بنابراین سعی کردیم از منابع مستند و مقادیر نزدیک استفاده کنیم و چون یک حالت مقایسه‌ای داریم و همه اعداد در یک عدد ثابت ضرب می‌شوند، بنابراین مقایسه صحیح می‌باشد. هم ارزی‌های انرژی در جدول (۱) نشان داده شده‌اند.

در مکانیزاسیون کشاورزی سه شاخص مهم انرژی وجود دارد، که امکان شناخت جامع از وضعیت انرژی در کشاورزی را برای ما مهیا می‌سازد. نسبت انرژی (ER[1]) که نسبت بین کالری گرمایی محصولات خروجی و کل انرژی صرف شده در عوامل تولید بوده، و فاقد واحد می‌باشد. بازده خالص انرژی (NEG[2]) تفاضل بین انرژی ناخالص تولید شده و کل انرژی مورد نیاز برای تولید است و این شاخص بر حسب مگاژول بر هکتار اندازه گیری می‌شود. بهره دهی انرژی (EP[3]) مقدار محصول بدست آمده از هر واحد انرژی را گویند. 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 (Almassi,2011).

1. Energy Ratio[ER]
2. Net Energy Gain [NEG]
3. Energy Production [EP]

جدول۱. معادل انرژی ورودی و خروجی در تولید گوجه فرنگی

نهاده Input	واحد Unit	هم ارز انرژی، مگاژول بر واحد Energy equivalent,Mj unit^{-1}	منبع References
نیروی انسانی Human Labour	H	1.96	(Erdal *et al*., 2007)
ماشین Machinery	H	62.7	(Samavatean *et al*., 2011)
سوخت دیزل Diesel fuel	L	51.33	(Samavatean *et al*., 2011)
الکتریسیته Electricity	kWh	11.93	(Ozkan *et al*., 2004a)
کودهای شیمیایی Chemical fertilize	Kg		
نیتروژن(آ a) Nitrogen (N)		66.14	(Rafiee *et al*., 2010)
فسفر (ب b)Phosphorus (P2O5)		12.44	(Rafiee *et al*., 2010)
پتاسیم (ج c)Potassium (K2O)		11.15	(Rafiee *et al*., 2010)
ریز مغذی(د d)Microelements		120	(Mandal *et al*., 2002)
کود دامی Farmyard manure	Kg	0.3	(Rafiee *et al*., 2010)
مواد شیمیایی Chemicals	Kg		
علف کش (آ a)Herbicide		238	(Erdal *et al*., 2007)
قارچ کش (ب b)Fungicide		216	(Erdal *et al*., 2007)
حشره کش(ج c)Pesticide		101.2	(Erdal *et al*., 2007)
سایر مواد شیمیایی (د d)Chemical in overall		199	(Ozkan *et al*., 2004a)
آب آبیاری Irrigation water	M^3	0.63	(Erdal *et al*., 2007)
بذور Seeds	Kg	1	(Ozkan *et al*., 2004a)
انرژی خروجی(گوجه فرنگی) Output(tomato)	Kg	0.8	(Ozkan *et al*., 2004a)

نتایج و بحث

انرژی مصرفی برای هریک ازگلخانه‌ها رادر مساحت یک هکتار محاسبه کرده و درصد هریک از نهاده‌ها در انرژی مصرفی محاسبه گردید.

انرژی مصرفی در گلخانه خاکی گوجه فرنگی

جدول ۲. انرژی مصرفی تولید گوجه فرنگی در ۱ هکتار گلخانه خاکی

انرژی ورودی Input Energy	مقدار در واحد سطح ha Quantities per unit area(ha)	انرژی در واحد $Mj\ ha^{-1}$ energy per unit ($Mj\ ha^{-1}$)	درصد percentage
نیروی انسانی Human Labour	8052.21	15782.34	0.095
ماشین Machinery	28.22	1769.58	0.01
سوخت Fuel	305125.31	15662082.49	94.56
الکتریسیته Electricity	226518	815468.35	4.92
کودهای شیمیایی Chemical fertilizers			
نیتروژن(آ a) Nitrogen (N)	450	29763	0.184
فسفر (ب b)Phosphorus (P2O5)	200	2488	0.015
پتاسیم (ج c)Potassium (K2O)	900	10035	0.062
ریز مغذی(د d)Microelements	20	20	0.014
کود دامی Farmyard manure	36867.09	11060.13	0.068
مواد شیمیایی Chemicals			
علف کش (آ a)Herbicide	5	1190	0.007
قارچ کش (ب b)Fungicide	4.7	1015.2	0.006
حشره کش(ج c)Pesticide	1.44	145.97	0.001
سایر مواد شیمیایی (د d)Chemical in overall	12	1440	0.009
آب آبیاری Irrigation water	13000	8190	0.05
		16562830.08	100

میزان میانگین مصرف نهاده‌ها با توجه به داده های جمع آوری شده و هم ارزهای انرژی برای گلخانـه هـای خـاکی گوجـه فرنگی منطقه تعیین شد. طبق جدول(۲) میانگین کل انرژی مصرفی برای تولید گوجه فرنگی ۱۶۵۵۴۶۴۰.۰۸ مگـاژول بـر هکتـار

می‌باشدکه ۹۴/۵۶٪ از آن را انرژی سوخت مصرفی برای گرم کردن گلخانه تشکیل می‌دهد. بعد از سوخت انرژی برق با ۴/۹۲٪ در رده دوم قرار دارد. با توجه به این ارقام بایستی با روش‌هایی بتوان مصرف سوخت در گلخانه‌ها را کاهش داد.

انرژی مصرفی در گلخانه هیدروپونیک گوجه فرنگی

جدول ۳. انرژی مصرفی تولید گوجه فرنگی در ۱ هکتار گلخانه هیدروپونیک

انرژی ورودی Input Energy	مقدار در واحد سطح ha Quantities per unit area(ha)	انرژی در واحد Mj ha^{-1} energy per unit (Mj ha^{-1})	درصد percentage
نیروی انسانی Human Labour	4387.02	8598.56	0.055
ماشین Machinery	0	0	0
سوخت Fuel	280364.18	14391093.75	92.08
الکتریسیته Electricity	323104.16	1163175	7.44
کودهای شیمیایی Chemical fertilizers			
نیتروژن(آ a) Nitrogen (N)	570.31	37720.47	0.24
فسفر (ب b)Phosphorus (P2O5)	132.20	1644.64	0.01
پتاسیم (ج c)Potassium (K2O)	1176.56	13118.67	0.083
ریز مغذی(د d)Microelements	26.65	3198.75	0.02
کود دامی Farmyard manure	0	0	0
مواد شیمیایی Chemicals			
علف کش (آ a)Herbicide	0	0	0
قارچ کش (ب b)Fungicide	4	864	0.005
حشره کش(ج c)Pesticide	0.86	84.58	0.0005
سایر مواد شیمیایی (د d)Chemical in overall	10	1200	0.007
آب آبیاری Irrigation water	12000	7560	0.046
		15628261.45	100

با استفاده از داده های حاصل از پرسش نامه‌ها میانگین مصرف نهاده‌ها در گلخانه هیدروپونیک گوجه فرنگی تعیین شد و سپس میزان کل انرژی و هزینه مصرفی در گلخانه تعیین شد. همانطور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود انرژی سوخت با ۹۲/۰۸٪ بیش‌ترین سهم از انرژی مصرفی در گلخانه گوجه فرنگی را دارد، انرژی الکتریسیته با ۷/۴۴٪ بعد از سوخت شامل بیشترین مصرف است که اگر با گلخانه خاکی گوجه فرنگی مقایسه شود، گلخانه هیدروپونیک درصد بیشتری از انرژی برق را به خود اختصاص داده است که این مربوط به کارکرد زیاد پمپ آب در نوع هیدروپونیک و تغذیه گیاهان توسط محلول‌های آبی

می‌باشد. میانگین انرژی مصرفی کل در گلخانه هیدروپونیک گوجه فرنگی ۱۵۶۲۰۷۰۱/۴۵ مگاژول بر هکتارکـه از گوجـه فرنگـی خاکی کمتر است.

شاخص‌های انرژی

جدول ۴. شاخص های انرژی در گلخانه‌ها

نوع گلخانه Greenhouse	عملکرد Yield Kg ha^{-1}	انرژی خروجی Output energy (mj ha^{-1})	نسبت انرژی Energy Ratio	افزوده خالص انرژی Net Energy Gain (mj/ha)	بهره‌دهی انرژی Energy Production Kg mj^{-1}
گلخانه خاکی terrestrial greeenhouse	350000	280000	0.016905	-16282830	0.0211
گلخانه هیدروپونیک Hydroponic greenhouse	475416.6	380333.3	0.024336	-15247928.1	0.0304

با توجه به داده‌های به دست آمده در جدول(۴) میزان عملکرد در گلخانه‌های هیدروپونیک با مقدار ۴۷۵۴۱۶/۶ کیلـوگرم بـر هکتار نسبت به گلخانه‌های خاکی بیشتر است. با توجه به این که مقدار انرژی ورودی در گلخانه‌های هیدروپونیک کمتر است، وی انرژی خروجی به دست آمده در هیدروپونیک نسبت به خاکی بیشتر است. همچنین مقدار نسبت انرژی و بهره‌دهـی انـرژی نیـز در گلخانه‌های هیدروپونیک نسبت به خاکی بیشتر است. نتایج بدست آمده در این بخش مشابه نتایج بدست آمده توسـط (Djevic and Dimitrijevic,2004) در گلخانه های کاهو در یوگوسلاوی بود که میزان انرژی مصرفی ۸۹۷/۸۶ گیگاژول بـر ۱۰۰۰ متـر مربع می‌باشد و ۹۲٪ از انرژی مصرفی در تولید کاهوی زمستانه مربوط به سوخت مصرفی می‌باشد. چون در هر دو منطقه به دلیل سرمای فصول سرد نیاز به گرم کردن گلخانه می‌باشد. ولی با نتایج بدست آمده در سبزیجات گلخانـه‌ای آنتالیـا در ترکیـه کـه انرژی مورد نیاز از ۴۵۷۶۳/۳– ۴۹۹۷۸/۸ مگاژول بر ۱۰۰۰ مترمربع متغیر بوده است و در حدود ۱۷ تا ۴۰ درصد انرژی مربـوط بـه سوخت می‌باشد، متفاوت است(Canakci and Akinci,2006). زیرا در منطقه آذربایجان غربی، انرژی مصرفی در تولیـد بیشـتر می‌باشد که عمده انرژی مصرفی درمنطقه به علت مصرف زیاد سوخت برای گرم کردن در فصول سرد می‌باشد و در حدود ۹۰ درصد انرژی مصرفی مربوط به سوخت می‌باشد، ولی در ترکیه به دلیل آب وهوای مدیترانه ای، سوخت کمتری مصرف می‌شود. نتایج آزمون آماری T نشان داد که اثر نوع کشت در مصرف سالیانه سوخت و برق بـه ازای هـر کیلـوگرم محصـول و در عملکـرد محصول در سطح ۱٪ تأثیر معنادار دارد و در گلخانه‌های هیدروپونیک به علت نسبتاً تازه ساخت بودن ، هدررفت انرژی نسـبت بـه خاکی کمتر است. با بررسی مصرف انرژی برای گلخانه های تولید سبزیجات در بلژیک دریافتند که میزان سـوخت مصـرفی در متر مربع گلخانه بیش از هر چیز متأثر ازقیمت سوخت و دمای هوای خارج گلخانه می‌باشد (Lierde *et al*., 1999). در کشـت هیدروپونیک میزان عملکرد محصول در هر متر مربع به دلیل کنترل دقیق و کامل عوامل محیطی و به ویژه تعیـین دقیـق غلظـت عناصر در محلول غذایی بیشتر است. بزرگی یا کوچکی زمین‌ها در میزان عملکرد تأثیر بسزایی دارد و کارکردن در واحـدهای بهـم

پیوسته و بزرگ آسان‌تر از واحدهای جدا از هم می‌باشد. مصرف برق در گلخانه های هیدروپونیک به علت کارکرد بیشتر پمپ آب نسبت به خاکی زیادتربود.

نوع کشت بر میزان نیروی کارگری به ازای هر کیلوگرم محصول تأثیری نداشت. چون در هردو نوع کشت برای مراحل آماده سازی و ... از نیروی کارگری استفاده می‌شود. نوع کشت بر انرژی کودها در سطح ۱٪ تأثیر معنادار داشت. در کشت هیدروپونیک از کودهای کامل و در مقدار بیشتری استفاده می‌شود. نوع کشت بر انرژی سموم قارچ کش و آفت کش در سطح ۱٪ تأثیر معنادار داشت. در کشت هیدروپونیک برخلاف کشت خاکی به دلیل تماس دائم ریشه با آب ، احتمال بروز بیماریهای قارچی بیش‌تر است و مصرف بالای مقادیر قارچ کش و آفت کش از این جهت می‌باشد. اثر نوع کشت بر انرژی علف کش‌ها و حشره‌کش نیز در سطح ۱٪ معنادار بود, علت این معناداری هم چون در کشت هیدروپونیک از مقادیر علف‌کش و حشره‌کش استفاده نمی‌شود و یا اینکه در سطح خیلی کمی استفاده می‌شود. اثر نوع کشت بر میزان انرژی مصرفی آب سالیانه به ازای هر متر مربع در سطح ۱٪ معنی دار بوده است، به این علت که در گلخانه های هیدروپونیک در سیستم‌های بسته چرخشی به علت کاهش زهکشی و تبخیر سطحی آب نسبت به کشت خاکی در مصرف آب بسیار صرفه جویی می‌شود. گلخانه های خاکی به دلیل جذب آب توسط خاک مصرف آب بیشتری نسبت به گلخانه های هیدروپونیک دارند، در سیستم هیدروپونیک مصرف آب کمتر از خاکی است. این نتایج مشابه نتایج لایت و همکاران است که درآزمایشی تولید گل شاخه بریده رز را تحت دو سیستم کشت هیدروپونیک و خاکی مقایسه نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد سیستم کشت هیدروپونیک نسبت به روش خاکی تعدادشاخه گل بیشتر تولید می‌نماید. از لحاظ طول شاخه گل دهنده بین دو سیستم کشت در کلیه ارقام تفاوتی وجود نداشت(Lieth *et al*., 2001). نتایج شعبانی نشان داد که انرژی مصرفی کل در تولید گل رز ۱۳۱۳/۳۵ گیگا ژول در هکتار است و انرژی ویژه برای تولید هر شاخه گل رز ۱۳/۷۴ مگاژول بر هر شاخه می باشد، و بیشترین سهم انرژی مصرفی مربوط به سوخت می باشد که برای گرم کردن گلخانه صرف می شود (۹۰٪) ، بعد از سوخت بیش ترین سهم انرژی مصرفی مربوط به الکتریسیته می باشد(Shaabani *et al*., 2008). نتایج حاصل از تحقیق در گلخانه‌های کرمانشاه چون در زمان قبل از هدفمند شدن یارانه‌ها انجام گرفته است و به دلیل پایین بودن قیمت نهاده‌های انرژی مصرفی و بالا بودن قیمت گوجه‌فرنگی با وجود پایین بودن راندمان و کارایی انرژی , از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه بوده است ولی از لحاظ انرژی به صرفه نمی‌باشد(Pashaei *et al*.,2008).

نتیجه‌گیری کلی

میزان انرژی مصرفی برای کشت سالیانه خاکی گوجه فرنگی $Mj\ ha^{-1}$ ۱۶۵۶۲۸۳۰/۰۸ و کشت هیدروپونیک گوجه فرنگی $Mj\ ha^{-1}$ ۱۵۶۲۸۲۶۱/۴۵ می‌باشد. انرژی مصرفی برای تولید هر کیلوگرم گوجه فرنگی خاکی MJ ۴۷/۳۲ وگوجه فرنگی هیدروپونیک MJ ۳۲/۸۷ می‌باشد. این نشان می‌دهد که استفاده از انرژی بیشتر در تولید خاکی باعث افزایش عملکرد محصول

نشده است . نوع کشت بر انرژی مصرفی برای هر کیلوگرم محصول تأثیر داشته و مصرف انرژی در گلخانه‌های هیدروپونیک کمتر از خاکی بود. همچنین بیشترین مصرف انرژی مربوط به سوخت می‌باشد و بعد از سوخت مصرف انرژی برق در رده دوم قرار دارد. به گلخانه‌داران منطقه توصیه می‌شود، تا حد امکان از منابع تجدید پذیر انرژی استفاده کنند و استفاده از گلخانه های هیدروپونیک به جای گلخانه های خاکی برای تولید صیفی جات در منطقه توصیه می‌شود، زیرا تراکم زیاد گیاهی و در نتیجه ماکزیمم عملکرد به خاطر کنترل روی مواد غذایی، حرارت و ...وجود دارد و در نتیجه با انرژی نهاده کمتر به انرژی ستانده بیشتری می‌رسیم وسازگاری بیشتر این سیستم‌ها با مکانیزه شدن و سهولت در کنترل بیماری‌ها از جمله این عوامل است.

منابع

1- Almassi,M. 2011. Energy consumption management course lecture. M.S in agricultural mechanization. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. (In Farsi).
2- Çetin,C. and A.Vardar. 2008. An economic analysis of energy requirements and input costs for tomato production in Turkey . Renewable Energy. 33(3):428-433
3- Canakci , M. and I. Akinci.2006. Energy use pattern analyses of greenhouse vegetable production. Energy. 31: 1243–1256
4- Djevic,M. and A. Dimitrijevic. 2004. Greenhouse Energy Consumption and Energy Efficiency. Balkan Agricultural Engineering Review.5:1-9.
5- Erdal, G., K. Esengun, H. Erdal and O. Gunduz2007. Economic analysis of energy input in sugar beet production in the province of Tokat, Turkey. Energy, 32: 35-41.
6- Esengun, K., G. Erdal., O. Gunduz and H. Erdal. 2007. An economic analysis and energy use in stake-tomato production in Tokat province of Turkey. Renewable Energy, 32:1873–1881. Cetin B., and Vardar A. 2008. An economic analysis of energy requirements and input costs for tomato production in Turkey. Renewable Energy, 33: 428-433
7- Garzoli ,K. V and J. Blackwell.1987. An analysis of the nocturnal heat loss from a double skin plastic greenhouse. Journal of Agricultural Engineering Research. 36 (2): 75-86.
8- Hatirli,S.A., B. Ozkan and C. Fert. 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production . Renewable Energy.31(4):427-438.
9- Ju , X.T., C.L. Kou , P. Christie, Z.X. Dou. and F.S. Zhang. 2007. Changes in the soil environment from excessive application of fertilizers and manures to two contrasting intensive
10- Lieth, J.H., S.Kim, S.K. Kim, N. Zieslin an H. Agbaria. 2001. Effects of shoot –ben in relation to rootmedia on cut flower production in roses. Proceedings the third international symposium on Rose research and cultivation Herzliya, Israel. Acta- Horticulturae. No 547:303-310 P
11- 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.
12- Mandal,K.G., K.P.Saha, P.L.Gosh, K.M. Hati and K.K. Bandyopadhyay. 2002. Bioenergy and economic analyses of soybean-based crop production systems in central India. Biomass Bioenergy, 23: 337–345
13- Ozkan, B., H.Akcaoz and F. Karadeniz. 2004. Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. Energy Conversion Manage., 45: 1821-1830.
14- Papadopoulos, AP. and X. Hao. 1997. Effects of greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and enery use. Scientia Horticulturae. 70:165–178.
15- Pashaei, F., M. H. Rahmati,and P. Pashaei. 2008. The study to determine energy consumption ratio for producing greenhouse tomato corps in Kermanshah greenhouses. proceedings of the 5th national assembly of engineering agricultural machines and mechanization. Mashhad, Iran. (In Farsi).
16- Rafiee, S., S.H. Mousavi avval and A. Mohammadi. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. Energy., 35(8): 3301-6.
17- Samavatean, N., S. Rafiee., H. Mobil, 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 Energy36: 1808-1813.
18- Shaabani, Z., S. Rafiee and H. mobali. 2008. The study of mechanization indices in rose greenhouse cultivation. proceeding of the 5th national assembly of engineering agricultural machines and mechanization. Mashhad, Iran. (In Farsi).

Optimizing energy consumption and cultivation type in green house tomato production in West Azerbaijan

Fereshteh Pourtarverdy[1*] Morteza Almassi[2] and Hossein Bakhoda[3]

1-Msc Student, Department of Agricultural Mechanization, Islamic Azad University, Science & Research Branch, Tehran. Pourtarverdy.f@gmail.com
2-Professor, Department of Agricultural Mechanization, Islamic Azad University, Science & Research Branch, Tehran
3-Associate professor, Department of Agricultural Mechanization, Islamic Azad University, Science & Research Branch, Tehran

Abstract

Agricultural is one the most important energy consumer sectors nationwide. Among different agricultural sectors, the developing greenhouse industry enjoys the highest energy consumption allocation per unit. Agricultural products in greenhouses due to production increase per unit, optimized consumption if inputs and overcoming over inappropriate planting environment`s conditions as well off- seasonal production have been growing widespread. Within recent years, because of elimination of energy subsides and the significance of optimized inputs consumption, having studies on economical energy consumption, optimizing consumption models and reduction of production costs especially in cold regions like West Azerbaijan, seems to be necessary. In this research, the data are acquired within some questionnaires, randomly thorough some greenhouse farmers who have been growing tomato across West Azerbaijan and then the effects of hydroponic or terrestrial cultivation and the dimension of cultivated areas per each kilogram of the products are evaluated. The findings have shown that the consumed energy for producing per kilo of terrestrial tomato is 47MJ while the hydroponic one is 32MJ. The amount of the fuel used in terrestrial greenhouse is respectively 94/56% and 4/92%, while in hydroponic greenhouses it stands for some 92/08%and 7/44%, which have had the highest consumption among the inputs. The results of the optimization showed that hydroponic cultivation in the region is so economical. Analyzing of the data done by SPSS software and also the energy evaluation of the two corps types performed by T test.

Keywords: Energy, Terrestrial cultivation, Hydroponic cultivation, Greenhouse, Tomato