



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران (مجله)

بهار ۱۳۹۶

تحلیل‌های فنی 

در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران

(جلد اول)



بهار ۱۳۹۶

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران (جلد اول)

موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

بهار ۱۳۹۶

تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران (جلد اول)

تهیه و تدوین: نادر عباسی ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی سال انتشار: ۱۳۹۶ شمارگان: محدود شماره ثبت: ۴-۹۶ ک ویراستاران: فریبرز عباسی و جواد باغانی صفحه‌آرا و طراح جلد: سمیه وطن‌دوست
آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
تلفن: ۰۲۶ - ۳۳۷۰۵۳۲۰
سامانه الکترونیک: www.aeri.ir
پست الکترونیک: info@aeri.ir

این اثر به شماره ۴-۹۶ ک مورخ ۹۶/۳/۱۳ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به ثبت رسیده است

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳	تحلیلی بر وضعیت راندمان‌های آبیاری در ایران
۹	تحلیلی بر توسعه سامانه‌های نوین آبیاری در ایران
۱۷	تحلیلی بر میزان مصرف آب در بخش کشاورزی
۲۵	تحلیلی بر وضعیت بهره‌وری مصرف آب در کشور
۳۱	چالش‌ها و راهکارهای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در ایران
۳۹	توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی: چالش‌ها و راهکارها
۵۱	پوشش کانال‌های آبیاری: چالش‌ها و راهکارها
۵۹	استفاده از منابع آب غیرمتعارف در راستای مدیریت بحران آب کشور
۷۳	نقدی بر بهره‌وری بارش محصولات دیم کشور
۷۹	سامانه‌های استحصال و جمع‌آوری آب باران: فرصت‌ها و معیارها
۸۷	اصلاح سامانه‌های سنتی آبیاری سطحی به منظور ارتقای بهره‌وری مصرف آب
۹۷	روند توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در کشور (فرصت‌ها، چالش‌ها و هدف‌گذاری‌ها)
۱۰۹	چالش‌های توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در ایران از منظر انرژی و محیط زیست
۱۱۹	کاهش ضایعات محصولات کشاورزی راهبرد اصلی در ارتقاء امنیت غذایی
۱۲۹	وضعیت تولید و فرآوری خرما در کشور
۱۳۹	تحلیلی بر توسعه خاک‌ورزی حفاظتی در ایران
۱۴۹	اثرات کاهش و کنترل تلفات برداشت کمباینی گندم آبی در کاهش هدررفت آب
۱۵۷	نقش و جایگاه روش‌ها و فناوری‌های نوین در مهندسی کشاورزی
۱۶۹	تحلیل مصرف انرژی در کشاورزی

پیشگفتار

وظیفه ذاتی و ماموریت اصلی یک موسسه تحقیقاتی ایجاب می‌کند که علاوه بر تولید علم پاسخگوی نیازهای علمی و عملیاتی بخش‌های اجرایی بوده و همواره به عنوان یک مرجع اثرگذار و راهبر در تصمیم‌گیری‌ها و تصمیم‌سازی‌های کلان و ملی باشد. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به عنوان یکی از موسسات پیشرو در این زمینه، طی سالیان گذشته اقدامات درخور و شایسته‌ای در راستای ماموریت یاد شده داشته است. این موسسه اخیراً در رویکردی جدید و در راستای ایفای نقش روشنگری علمی، اقدام به تدوین گزارش‌های تحلیلی در زمینه موضوعات مختلف مهندسی کشاورزی با هدف ارتقاء اثربخشی تحقیقات و افزایش سطح کارآمدی فعالیت‌های کشاورزی نموده است. کتاب حاضر مشتمل بر ۱۹ فقره خلاصه گزارش‌های تحلیلی است که با اهداف یاد شده توسط محققین مجرب موسسه و با استناد به یافته‌های پژوهشی خود و استفاده از تجربیات سایر همکاران و محققان داخلی و خارجی تدوین گردیده است. در تدوین این گزارش‌ها سه رکن اصلی و اساسی شامل؛ شناخت مشکل، تجزیه و تحلیل ابعاد فنی و اقتصادی آن و ارائه راهکارها و راه حل‌ها مورد توجه بوده است. این گزارش‌ها از نظر ماهیت و محتوی متفاوت از مقاله‌ها و گزارش‌های پژوهشی مرسوم علمی بوده و دارای ویژگی‌های خاص از جمله؛ نقد و بررسی، تحلیل وضع وجود، ترسیم چشم‌انداز آتی و ارائه راهبرد و راهکارهای اصلاحی با تکیه بر تجربیات و نتایج تحقیقات چندین ساله در مورد یک موضوع است. نقد یک تصمیم و یا یک برنامه در بخش کشاورزی کشور، آگاهی بخشی و کمک به تصمیم‌سازی، روشن نمودن موانع و عوامل موثر بر منابع پایه تولید بخش کشاورزی، تبیین انحرافات، توجه به کیفیت و کمیت تولید با استمرار شرایط فعلی و رعایت اصل پایداری تولید از ویژگی‌های دیگر این گزارش‌ها است. می‌باشد. امیداست، این اثر گامی هر چند کوچک در راستای تحقق توسعه پایدار کشاورزی بوده و بتواند همانند چراغی فرآوری توسعه بخش کشاورزی کشور در حوزه فنی و مهندسی روشنگری نماید.

گرچه سعی شده است که در نگارش این مجموعه، یافته‌های علمی همکاران متعهد مؤسسه به نحو شایسته‌ای ارائه شود، ولی یقین دارد که این کتاب با کاستی‌هایی نیز همراه است. امید که خوانندگان گرامی از نظرات و رهنمودهای ارزشمند خود، همکاران مؤسسه را در ادامه این راه و

تدوین گزارش‌های بعدی، بهره‌مند سازند. در خاتمه از تلاش‌ها و احساس دین همه همکاران متعهد ستاد و مراکز استانی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی و نیز محققان خارج از مؤسسه به‌ویژه اساتید محترم دانشگاهی که در تدوین و داوری این مجموعه همکاری موثری داشتند، صمیمانه قدردانی می‌نمایم. همچنین از طرف خود و تمامی همکاران، زحمات مسئولین قبلی مؤسسه را ارج نهاده و از تلاش‌های صادقانه آنان سپاسگزاری می‌نمایم.

فریبرز عباسی

رئیس موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

فروردین ماه ۱۳۹۶

دوره آموزشی مجازی

منتخبی از نکات فنی در مهندسی گلخانه

بخش اول:

روند توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در کشور

بخش دوم:

چالش‌های توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در ایران از منظر انرژی و محیط‌زیست

مدرسین:

قاسم زارعی و داود مؤمنی

اعضای هیئت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج

روند توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در کشور

(فرصت‌ها، چالش‌ها و هدف‌گذاری‌ها)

قاسم زارعی و داود مؤمنی

اعضای هیأت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۱- مقدمه

امروزه تولید محصولات کشاورزی در کل جهان برای تأمین نیاز غذایی به دلیل افزایش تقاضا و کاهش کمی و کیفی نهاده‌های تولید، نسبت به گذشته بسیار پر اهمیت‌تر و دشوارتر شده‌است. افزایش جمعیت و نیاز روز افزون به مواد غذایی در کنار ریسک بالای فعالیت‌های کشاورزی، مسائل مهمی هستند که باید برای یافتن راه‌حل‌های مطلوب برای آن‌ها، روش‌های نوین و مؤثری را جستجو کرد. ایجاد گلخانه برای تولید محصولات کشاورزی به دلایل متعددی از جمله؛ امکان کنترل عوامل اقلیمی و جلوگیری از پدیده‌های سرمازدگی و گرمزدگی، استفاده مؤثرتر از منابع آب و خاک، امکان کاربرد مناسب‌تر سایر نهاده‌ها (انرژی، کود، سم، بذر و ...) و امکان تولید در خارج از شرایط زمانی، جایگاه ویژه‌ای به این نوع از تولید داده است. به طوری که کشت گلخانه‌ای به عنوان یک روش تولید متفاوت همراه با بهره‌وری بسیار زیاد، در سال‌های اخیر به ویژه در مناطق کم آب نظیر ایران، مورد توجه جدی قرار گرفته و در حال توسعه روز افزون است.

با شرایط فعلی خشکی و خشکسالی حاکم بر ایران، مصرف بهینه آب در بخش کشاورزی که بیشترین مصرف آب کشور را دارد، ضرورت پیدا می‌کند. بنابراین با استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری، اصلاح الگو و تاریخ کشت، احداث گلخانه‌ها و ... که از راه‌کارهای مصرف بهینه آب هستند، امکان سازگاری با خشکی و خشکسالی و پایدار کردن تولید در مناطق کم آب فراهم می‌گردد. به عنوان مثال، استفاده از کشت در محیط‌های کنترل شده مانند گلخانه‌ها، باعث ارتقای کارایی مصرف آب تا ۱۰ برابر و در نتیجه امکان صرفه‌جویی در مصرف آب خواهد شد. همچنین مطابق سیاست‌ها و برنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی، می‌توان با گسترش گلخانه‌ها و انتقال تدریجی کشت‌های سبزی و صیفی از فضای باز به داخل گلخانه‌ها، به تدریج زمین‌های تحت کشت این محصولات را به کاشت گیاهان استراتژیکی مانند گندم، جو، ذرت، دانه‌های روغنی و ... با نیاز آبی کم‌تر که امکان استفاده از آب سبز نیز برای تولید آن‌ها فراهم است، اختصاص داد.

۲- تبیین وضع موجود

افزایش عملکرد در واحد سطح توأم با کاهش مصرف آب برای تولید یک کیلوگرم محصول و در نتیجه افزایش قابل توجه در بهره‌وری آب، از جمله مواردی هستند که در گلخانه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. مثلاً رسیدن به عملکرد ۶۸۵، ۷۲۰ و ۴۵۰ تن در هکتار به ترتیب برای محصولات گوجه‌فرنگی، فلفل دلمه‌ای و خیار در کشت‌های گلخانه‌ای در کشور هلند و یا مطابق جدول ۱، افزایش کارایی مصرف آب در تولید گوجه‌فرنگی از $14-17 \text{ kg/m}^3$ در کشت‌های فضای باز کشورهای حوزه دریای مدیترانه به $24-39 \text{ kg/m}^3$ در کشت‌های گلخانه‌ای در همین کشورها و یا رسیدن به کارایی مصرف آب $45-66 \text{ kg/m}^3$ در کشت‌های گلخانه‌ای کشور هلند، در یک دهه گذشته، حاکی از این مزیت نسبی است (Pardossi et al., 2004; FAO, 2013).

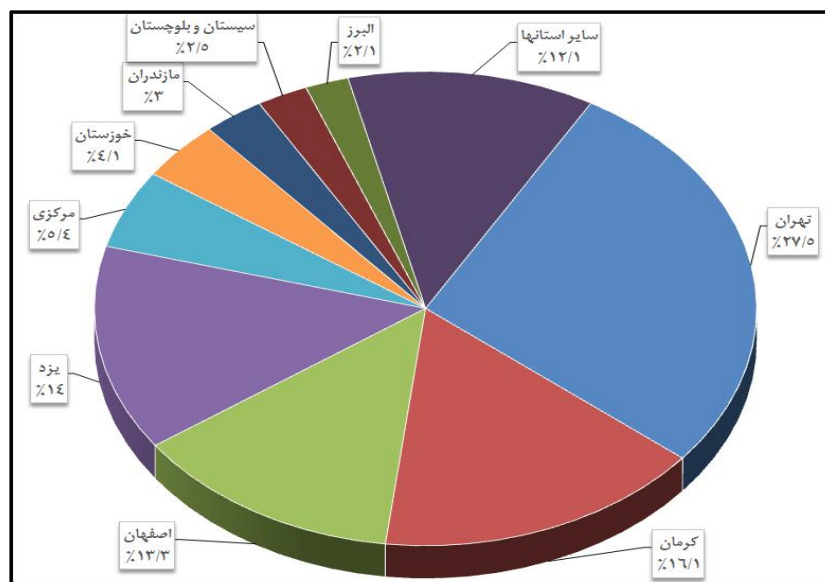
جدول ۱- کارآئی مصرف آب گوجه‌فرنگی در شرایط اقلیمی مختلف و سیستم‌های کشت متفاوت در کشورهای واقع در حوزه دریای مدیترانه و شمال اروپا در یک دهه گذشته (Pardossi et al., 2004)

کارآئی مصرف آب (kg/m ³)	کشور	شرایط کشت و تولید
۱۷	فلسطین اشغالی (کشت خاکی)	فضای باز
۱۴	فرانسه (کشت خاکی)	
۲۵	اسپانیا (کشت خاکی)	
۲۴	فرانسه (کشت خاکی)	گلخانه‌های پلاستیکی بدون گرمایش
۳۳	فلسطین اشغالی (کشت خاکی)	
۲۳	ایتالیا (کشت غیرخاکی باز)	
۴۷	ایتالیا (کشت غیرخاکی بسته)	گلخانه‌های با کشت غیرخاکی و دارای سامانه‌های کنترل اقلیم
۳۹	فرانسه (سیستم باز)	
۴۵	هلند (سیستم باز)	
۶۶	هلند (سیستم بسته)	

محدودیت در توسعه اراضی قابل کشت و نیز بهره‌وری پائین تولید، تأمین نیاز به غذا در ایران را با مشکل مواجه ساخته است. در چنین شرایطی تنها راه کار برای حل این چالش، بهره‌گیری بهینه از منابع محدود آب و خاک کشور است. بدین منظور و برای دستیابی به اهداف کمی و کیفی برنامه‌های توسعه‌های و نیز سند چشم‌انداز بیست ساله در حوزه کشاورزی کشور، ضروری است آخرین روش‌ها و فناوری‌های روز دنیا با تکیه بر ارتقای بهره‌وری به کار گرفته شوند. تولید محصولات کشاورزی در محیط‌های کنترل شده، از جمله این فناوری‌ها است. در ایران استفاده از این فناوری‌ها و توسعه تولیدات گلخانه‌ای با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. موقعیت جغرافیایی و تنوع آب و هوایی کشورمان با طول روز بلند، شدت تابش مناسب، وجود اقلیم‌های مختلف و نزدیکی به بازارهای مصرف منطق‌های، شرایط مساعدی را برای انتخاب محل مناسب برای ساخت گلخانه‌ها و نیز توسعه کشت و تولید محصولات گلخانه‌ای فراهم آورده است. علی‌رغم موارد عنوان شده، هنوز سطح زیرکشت گلخانه‌های کشور از مرز ۱۰۶۰۰ هکتار فراتر نرفته و با توجه به مساحت اراضی قابل کشت کشور و نیز تنوع محصولات، بسیار ناچیز بوده و لازم است اهتمام جدی در توسعه علمی و اصولی این نوع کشت صورت گیرد (بی نام، ۱۳۹۵؛ زارعی و مؤمنی، ۱۳۹۵).

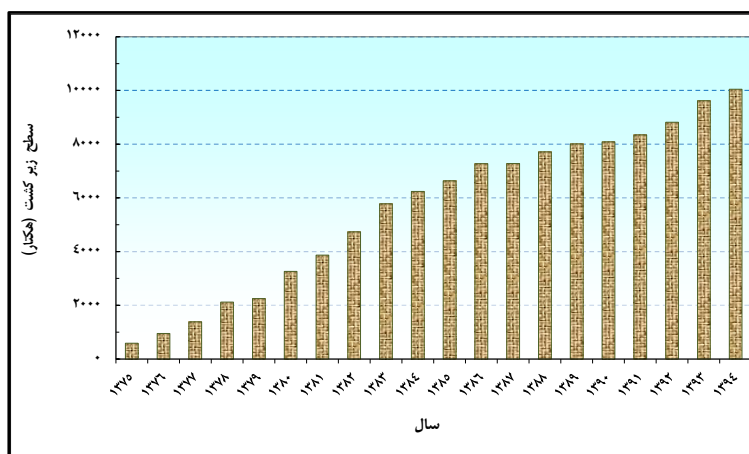
۳- چالش‌های موجود و پیش‌رو

آمار و اطلاعات موجود در دفتر امور گلخانه‌ها، گیاهان دارویی و قارچ معاونت امور باغبانی وزارت جهاد کشاورزی حاکی از آن است که تا پایان سال ۱۳۹۴، سطح زیرکشت گلخانه‌ها در کشور حدود ۱۰۶۰۰ هکتار بوده است. از این سطح حدود ۷۵۵۳ هکتار (۷۱/۳٪) به سبزی و صیفی، ۲۴۶۵ هکتار (۲۳/۳٪) به گل و گیاهان زینتی و ۵۸۲ هکتار (۵/۴٪) نیز به سایر گیاهان و محصولات گلخانه‌ای اختصاص داشت‌هاند (بی نام، ۱۳۹۵). این در حالی است که سهم گلخانه‌های ایران از گلخانه‌های جهان هنوز کمتر از ۰/۵٪ است (زارعی و همکاران، ۱۳۹۵). این آمار نشان می‌دهد بیشترین سطح گلخانه‌ها در کشور در این سال به ترتیب در استان‌های تهران (۲۷۶۵/۹ هکتار)، کرمان (منطقه جیرفت و کهنوج و سایر مناطق این استان، ۱۶۱۳ هکتار)، اصفهان (۱۴۰۹/۵ هکتار)، یزد (۱۳۳۱/۲ هکتار)، مرکزی (۵۳۹/۷ هکتار)، خوزستان (۴۰۷/۸ هکتار)، مازندران (۲۹۷/۷ هکتار)، سیستان و بلوچستان (۲۴۹/۸ هکتار) و البرز (۲۱۳/۱ هکتار) قرار داشته‌اند؛ به عبارتی، حدود ۸۷/۹٪ از کل مساحت گلخانه‌های کشور در این نه استان و باقی‌مانده، در سایر استان‌ها متمرکز بوده است (شکل ۱).



شکل ۱- مساحت گلخانه‌ها در استان‌های کشور در سال ۱۳۹۴

سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای طی ۲۰ سال گذشته (۱۳۷۵-۱۳۹۴) بیش از ۱۶ برابر شده‌است که نشانگر رشد شتابان این صنعت نوپا در کشور است (شکل ۲). بدیهی است که سرعت بالای رشد و توسعه گلخانه‌ها در ایران بدون تقویت زیرساخت‌های لازم، فرصت‌ها و تهدیدهایی را به دنبال خواهد داشت.

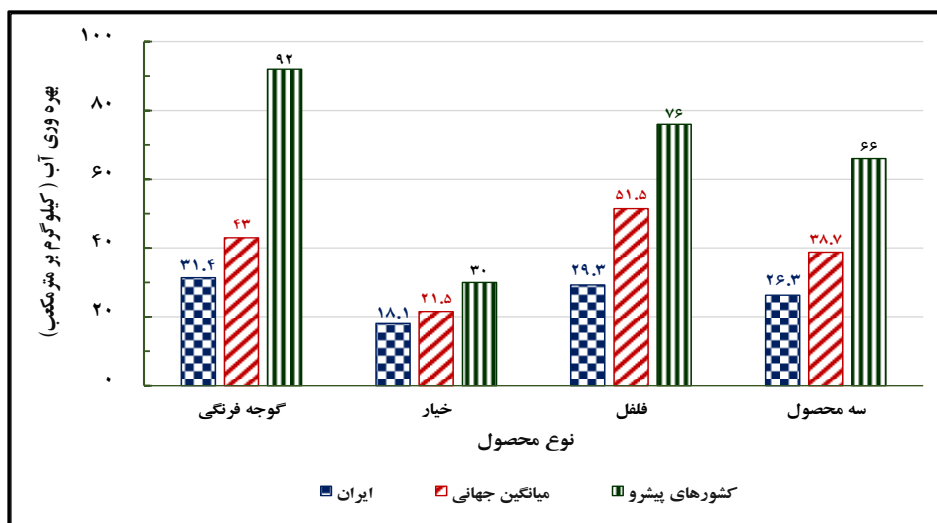


شکل ۲- تغییرات سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای در طول سال‌های ۱۳۷۵-۹۴

بررسی وضع موجود گلخانه‌های کشور و روند توسعه آن نشان می‌دهد چالش‌ها و مشکلات متعددی در توسعه، بهره‌برداری و مدیریت تولید در گلخانه‌ها وجود دارد (زراعی و همکاران، ۱۳۸۷؛ زراعی و مؤمنی، ۱۳۹۵). در این راستا، عدم تناسب اقلیمی مناطقی که گلخانه‌ها در آن‌ها احداث شده‌اند، استاندارد نبودن سازه، تجهیزات و تاسیسات کنترل شرایط محیطی به‌کار گرفته شده، عدم انطباق نوع سازه، پوشش و تجهیزات کنترل شرایط محیطی به‌کار گرفته شده با اقلیم منطقه، عدم استفاده از فناوری‌های روز دنیا، ضعف در مدیریت و کمبود دانش فنی بهره‌برداران و عدم ساماندهی به بازار مصرف و بازاریابی محصولات تولید شده، از عوامل اساسی و اثرگذار در به‌وجود آمدن مشکلات فرآروی توسعه گلخانه‌ها هستند. در این خصوص موارد ذیل قابل بیان می‌باشند:

- ۱- در اغلب استان‌های کشور طرح سازه، نوع پوشش و تجهیزات گلخانه‌ای متناسب با اقلیم و شرایط استان مورد نظر نبوده و معمولاً به صورت کلیش‌های انتخاب می‌شوند و در نتیجه بهره‌وری آب و انرژی و نیز میزان تولید در آن‌ها کم است.
- ۲- اگرچه هدف از ساخت گلخانه، استفاده از اثر گلخانه‌ای و تأمین دمای مطلوب رشد است، اما به دلیل توسعه گسترده گلخانه‌ها (حتی در مناطق نسبتاً سرد) و ارزان بودن سوخت‌های فسیلی، دمای مطلوب گلخانه با استفاده از سیستم‌های گرمایشی تأمین می‌گردد. لیکن، امروزه با توجه به بحران انرژی و آلاینده‌های محیط‌زیستی و همچنین گران شدن قیمت سوخت ناشی از حذف قسمتی از یارانه‌های حامل‌های انرژی، دیگر تأمین دمای مطلوب داخل گلخانه با استفاده بی‌رویه و غیراصولی سوخت، مقرون به صرفه نخواهد بود. بررسی شدت مصرف انرژی در کشورهای منتخب جهان نشان می‌دهد که ایران دارای شدت مصرف انرژی بالایی است. در گلخانه‌ها نیز انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی به منظور گرمایش در فصول سرد و همچنین انرژی الکتریکی، عمدتاً به منظور سرمایش و تهویه در فصول گرم، استفاده می‌شوند.
- ۳- گسترش غیراصولی گلخانه‌ها به صورت شهرک و مجتمع‌ها، یکی از اشتباهات گذشته بوده و این گونه گلخانه‌ها اغلب با مشکلات متعددی مواجه شده‌اند. چرا که در شهرک‌های گلخانه‌ای نمی‌توان از شیوع آفات و بیماری‌ها به طور مؤثر جلوگیری کرد و نیز امکانات مورد نیاز تولید را هم‌زمان برای گلخانه‌داران فراهم کرد. در یک قضاوت کارشناسی، می‌توان اظهار داشت که عملکرد کلی شهرک‌ها و مجتمع‌های گلخانه‌ای موفقیت آمیز نبوده است.
- ۴- با عنایت به این که بدون داشتن نیروهای متخصص و کارآمد گلخانه‌ای، موفقیت در این نوع تولید صنعتی و متراکم، امکان‌پذیر نیست، متأسفانه در حال حاضر هیچ‌کدام از دانشگاه‌های کشور رشته و یا دوره تخصصی در خصوص گلخانه و تولیدات گلخانه‌ای ندارند. به همین دلیل است که عمده دانش فنی مورد استفاده در گلخانه‌ها به صورت تجربی و همراه با آزمون و خطا بوده و بر پایه‌های علمی مستحکمی استوار نیستند.
- ۵- نداشتن استانداردهای ملی برای طراحی، ساخت و بهره‌برداری از سازه‌ها، پوشش‌ها، تجهیزات و تاسیسات گلخانه‌ای و پهنه‌بندی نشدن مناطق مختلف کشور برای تعیین نقاط مناسب و مستعد به عنوان قطب‌های گلخانه‌ای (همانند منطقه آنتالیا در ترکیه و منطقه آلمریا در اسپانیا) از دیگر نقاط ضعف کشور برای توسعه پایدار و اصولی کشت‌های گلخانه‌ای به شمار می‌آیند.
- ۶- مقایسه انرژی مصرفی تولید خیار در گلخانه‌های ایران (منطقه ورامین) و ترکیه (منطقه آنتالیا) نشان می‌دهد که راندمان مصرف انرژی در گلخانه‌های ترکیه چندین برابر ایران است. قسمتی از این تفاوت، ناشی از شرایط آب و هوایی معتدل گلخانه‌های واقع در مجاورت دریای مدیترانه است که نیاز به مصرف انرژی زیاد برای گرمایش ندارند. استفاده بهینه از انرژی و داشتن گلخانه‌های استاندارد، دلیل دیگر بالا بودن راندمان مصرف انرژی در تولیدات گلخانه‌ای ترکیه است. لیکن مهمترین دلیل، بالا بودن تعرفه مصرف انرژی در ترکیه است که دقت بیشتر در مصرف انرژی را الزام‌آور می‌کند. همچنین مقایسه انرژی مصرفی تولید خیار در گلخانه‌های ایران و کانادا، نشان می‌دهد که با وجود سرمایه بسیار شدید حاکم بر کانادا، به دلیل استفاده مناسب از سیستم‌های عایق‌بندی حرارتی^۱ در گلخانه‌های معمولی و نیز ذخیره انرژی گرمایی تابشی در گلخانه‌های خورشیدی این کشور، راندمان مصرف انرژی در گلخانه‌های ایران و این کشور تقریباً در یک سطح قرار دارند (شرافتی، ۱۳۸۸؛ Kendirli, 2006).
- ۷- آمار و اطلاعات موجود مطابق شکل ۳ نشانگر آن است که به دلیل چالش‌های فوق‌الاشارة موجود در صنعت گلخانه‌داری کشور، بهره‌وری آب در تولید محصولات گلخانه‌ای ایران در مقایسه با کشورهای پیشرو و حتی میانگین جهانی، پائین‌تر است (حقانی، ۱۳۹۴؛ Pardossi et al., 2004؛ FAO, 2013).

¹ - Energy saving screen



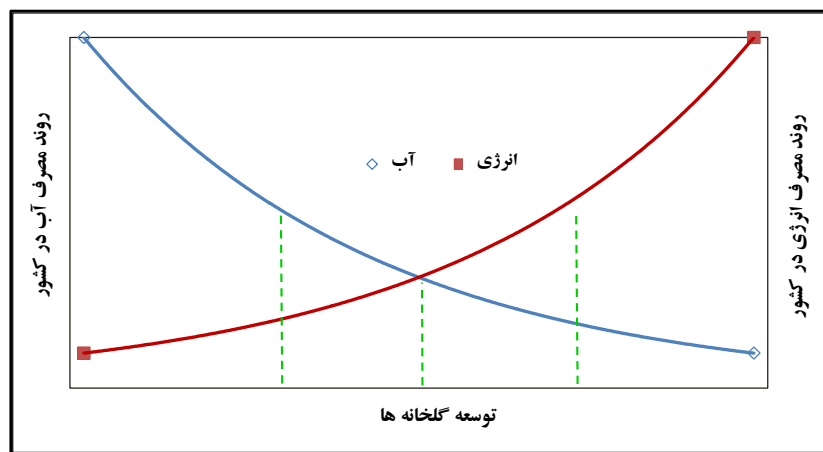
شکل ۳- مقایسه بهره‌وری آب در تولید محصولات گلخانه‌ای ایران با جهان

۴- راهکارها و پیشنهادهای فنی

با عنایت به مجموعه مباحث مطرح شده در این نوشتار، توصیه‌های فنی و کارشناسی ذیل جهت توسعه اصولی، علمی و پایدار کشت‌های گلخانه‌ای، قابل ارائه هستند:

- اولین قدم مهم در ساخت گلخانه، انتخاب محل مناسب از نظر تناسب اقلیمی برای احداث آن است. برنامه‌های پیش‌بینی شده برای افزایش کمی و کیفی محصول همراه با کاهش هزینه‌ها، منوط به انتخاب محل صحیح برای احداث گلخانه است. به همین دلیل است که حدود ۴۵ هزار هکتار گلخانه در منطقه آنتالیای ترکیه و حدود ۵۰ هزار هکتار گلخانه در منطقه آلمریای اسپانیا متمرکز بوده و در حال تولید محصولات متنوع کشاورزی و صادرات آن‌ها به کشورهای اروپایی هستند. براساس ضوابط و معیارهای عمومی مکان‌یابی، محدوده طرح مورد نظر باید دارای حداقل شرایط مناسب برای احداث گلخانه باشد. همچنین، گلخانه باید در جایی احداث گردد که راه‌های حمل و نقل در نزدیکی آن قرار داشته باشند.
- محل احداث گلخانه اغلب عامل تعیین‌کننده نوع سوخت مصرفی است (گاز طبیعی و یا گازوئیل). در بعضی از مناطق به دلیل امکان دسترسی به گاز طبیعی، هزینه سوخت مصرفی ارزان‌تر است.
- قبل از انتخاب محل گلخانه، منبع تامین آب نیز بایستی از نظر کیفیت و کمیت آزمایش شود و در صورت مطلوب بودن آن، اقدام به احداث گلخانه نمود.
- انتخاب جهت مناسب گلخانه نیز برای ورود تابش خورشید بسیار مهم است. اسکلت گلخانه‌ها سایه ایجاد می‌کنند. اندازه سایه ایجاد شده به زاویه تابش نور خورشید، فصل سال و نوع سازه گلخانه‌ای بستگی دارد. تأثیر سایه بر رشد گیاه در زمستان و زمانی که اغلب شدت نور کم است، بسیار زیاد می‌باشد.
- برای تولید اقتصادی، یک گلخانه باید دارای شرایطی باشد که بتوان آن را گلخانه‌ای استاندارد نامید. ویژگی‌های یک گلخانه استاندارد عبارتند از: برخورداری از فضای کافی برای رشد گیاه، مقاومت کافی در مقابل بارهای وارده (باد، برف، وزن محصول و ...)، تطابق‌پذیری با انواع گیاهان، تهویه مناسب و برخورداری از نور کافی (von Elsner et al., 2000a; von Elsner et al., 2000b). بر این اساس، تدوین استاندارد ملی برای ساخت و بهره‌برداری از سازه‌ها و تجهیزات گلخانه‌ای ضرورت دارد.

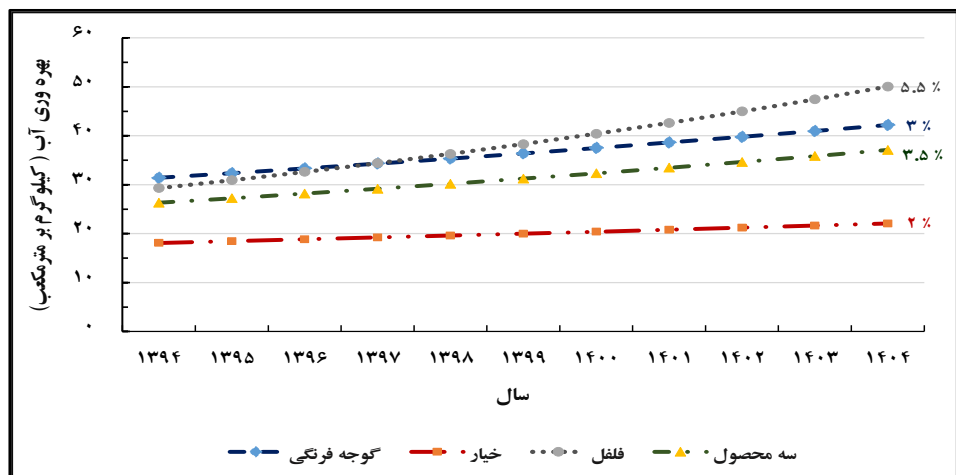
۶. اندازه (حجم داخل) گلخانه بایستی مناسب انتخاب شود. هر قدر حجم و فضای یک گلخانه با فرض مساحت یکسان بیشتر باشد، اولاً، گردش هوا (تهویه) در گلخانه بهتر انجام می‌گیرد، ثانیاً، CO_2 لازم برای انجام عمل فتوسنتز به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار خواهد گرفت و ثالثاً، تغییر پذیری شرایط اقلیمی داخل گلخانه از تغییرات اقلیمی خارج گلخانه کمتر خواهد شد. با توجه به تنوع اقلیمی و تنوع گیاهان تحت کشت موجود در کشور، امکان توصیه یک نوع گلخانه‌ی مشابه (از نظر نوع سازه، شکل هندسی و تجهیزات درون آن) برای همه استان‌های کشور امکان‌پذیر و اصولی نیست (Cepeda, 2013).
۷. در نقاط مختلف دنیا، مساحت‌های متفاوتی برای گلخانه‌ها توصیه شده‌اند. در حالی که میانگین سطح یک واحد گلخانه‌ای در بیشتر کشورهای پیشرفته حدود یک هکتار است، در کشور در حال توسعه‌های نظیر هندوستان، یک گلخانه با مساحت کمتر از ۱۰۰۰ مترمربع اقتصادی است. در ایران نیز سطح ۳۰۰۰ مترمربع به‌عنوان مساحت اقتصادی تعیین شده است. لیکن براساس محاسبه‌ها و برآوردهای کارشناسی انجام شده، گلخانه‌هایی که مساحت آن‌ها کمتر از ۴۰۰۰-۵۰۰۰ مترمربع باشد، توجیه اقتصادی کافی در تولید سبزی و صیفی و یا گل و گیاهان زینتی ندارند.
۸. با توجه به سهم بالای مصرف انرژی در فرآیند بهره‌برداری و تولید گیاهان گلخانه‌ای، به‌نظر می‌رسد که بایستی توجیه اقتصادی گلخانه‌های متداول و در دست بهره‌برداری موجود در استان‌های کشور، بررسی شوند. گرچه با توسعه گلخانه‌ها، مصرف آب در بخش کشاورزی کشور می‌تواند کاهش یابد، لیکن چالش دیگری در خصوص افزایش روند مصرف انرژی در این بخش بوجود خواهد آمد (شکل ۴) که توجه به عواملی نظیر؛ تناسب اقلیمی محل انتخاب شده برای احداث گلخانه‌ها، استفاده از سازه و تجهیزات استاندارد، به‌کارگیری بهینه نهاده‌ها و اعمال مدیریت صحیح تولید در گلخانه‌ها، می‌توانند نرخ رشد مصرف انرژی را تعدیل نمایند.
۹. در حال حاضر تکنولوژی گلخانه از منظر اقتصادی به مثابه جایگزینی سرمایه به‌جای زمین و آب است. به‌گون‌هایی که در شرایط محدودیت زمین، آب و شرایط مناسب فصلی، می‌توان با جایگزینی سرمایه به‌جای سایر عوامل به شکل گلخانه، تولید در واحد سطح و حجم آب را ادامه و افزایش داد. برای این منظور ضروری است که در گلخانه به‌صورت مصنوعی شرایط بهینه رشد گیاه را فراهم نمود. از مهمترین عوامل محیطی رشد، درجه حرارت و نور مطلوب گیاهان هستند.



شکل ۴- پیوند آب و انرژی در فرآیند تولید محصولات گلخانه‌ای

۱۰. با توجه به لزوم استفاده بهینه از منابع سوخت، ضروری است از یک طرف با استفاده از سایر منابع انرژی به ویژه انرژی خورشیدی و از دیگر سو، با تمرکز گلخانه‌های خورشیدی صرفاً در مناطقی که پتانسیل خوبی در توسعه این گلخانه‌ها دارند، سهم بیشتری از انرژی مورد نیاز گرمایش گلخانه‌ها را از نور خورشید تأمین نمود.

۱۱. همه صاحب‌نظران تولیدات گلخانه‌ای به این امر اشراف دارند که قسمت مهمی از سود به‌دست آمده در محیط‌های گلخانه‌ای، ناشی از یارانه سوختی است که دولت برای تأمین گرمای گلخانه‌ها در فصول سرد پرداخت می‌نماید. به همین دلیل، در چشم‌انداز نه‌چندان دور، در صورت حذف کامل یارانه‌ها، گلخانه‌دارانی موفق خواهند بود که ضمن دارا بودن گلخانه‌های استاندارد، با رعایت کلیه تمهیدات لازم و با مصرف حداقل انرژی در واحد سطح، به تولید مطلوب دست یابند.
۱۲. با عنایت به موارد عنوان شده ضرورت دارد تحقیقات و مطالعات لازم و تکمیلی به‌منظور توصیه گلخانه‌(های) مناسب و خاص برای هر منطقه از کشور صورت پذیرد. از این رو تحقیق و مطالعه در خصوص ویژگی‌های سازه‌های گلخانه‌ای در مناطق گرم و خشک، گرم و مرطوب، معتدل و سردسیر کشور، ضرورت پیدا می‌کند.
۱۳. نظر به این که مطابق شکل ۳، بهره‌وری آب در تولید سه محصول مهم گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی، خیار و فلفل دلم‌های در ایران کمتر از حد میانگین جهانی است، پیشنهاد می‌گردد در طی یک دوره ده‌ساله، روند افزایش بهره‌وری آب در تولید این سه محصول به ترتیب با نرخ‌های ۳، ۲ و ۵/۵ درصد افزایش یافته به‌طوری که پس از یک دوره میان مدت، این شاخص به میانگین جهانی برسد (شکل ۵). مطابق نمودار شکل ۵، برای افزایش بهره‌وری آب در تولید مجموع سه محصول گلخانه‌ای فوق، لازم است از نرخ رشدی در حدود ۳/۵ درصد برخوردار باشیم. برای رسیدن به این هدف‌گذاری واقع‌بینانه، لازم است مسائل، مشکلات و محدودیت‌های فنی و مدیریتی موجود در فرآیند ساخت، بهره‌برداری و تولید در گلخانه‌ها که در بخش قبل به آن‌ها اشاره شد، سامان داده شوند.
۱۴. کشت خیار در ایران به تنهایی حدود ۷۰٪ از سطح گلخانه‌های کشور را به خود اختصاص داده است. برای ساماندهی به بازار مصرف، تعادل بخشی به قیمت‌ها و نیز ایجاد تنوع در تولیدات، لازم است انواع سبزی‌ها، صیفی‌جات و ... نظیر؛ خربزه، طالبی، بادنجان، لوبیا سبز، سبزیجات برگی، میوه‌ها و ... در گلخانه‌ها تولید شوند.
۱۵. تصویب و راه‌اندازی رشته‌های جدید دانشگاهی در خصوص صنعت گلخانه و تولیدات گلخانه‌ای کشور نظیر؛ مهندسی گلخانه، تولید محصولات گلخانه‌ای، کشت‌های بدون خاک (آب کشت، هوا کشت و آبی‌پروری توأم با آب کشت) و ... برای بالا بردن دانش فنی لخانه‌داران، پاسخ‌گوئی به نیازهای فنی بهره‌برداران و نیز ورود فناوری‌های روز دنیا به گلخانه‌ها، ضروری است.



شکل ۵- روند پیشنهادی برای افزایش ده‌ساله بهره‌وری آب در تولید سه محصول مهم گلخانه‌ای به‌منظور رسیدن به میانگین جهانی

منابع

- بی‌نام، ۱۳۹۵. سطح زیر کشت انواع محصولات گلخانه‌ای تا پایان سال ۱۳۹۴. دفتر امور گلخانه‌ها. گیهان دارویی و قارچ معاونت امور باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، ۱۵ صفحه.
- حقانی، ف. ۱۳۹۴. بررسی نقش توسعه گلخانه‌ها در صرفه‌جویی میزان مصرف آب و آزادسازی اراضی. موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستائی. گزارش شماره ۱۳۱۲، ۴۴ صفحه.
- زارعی، ق. و د. مؤمنی. ۱۳۹۵. راهنمای جامع مکان‌یابی برای احداث گلخانه‌ها. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۷۸ صفحه.
- زارعی، ق.، ح. دهقانی‌ساینج، و.ا. بنی‌عامری، م. عابدی، م. بصیرت، ر. فامیل‌مؤمن، ع.م. جعفری، ک. شرافتی، ع.ا. پالوچ، م.م. نخجوانی‌مقدم و ن. حیدری. ۱۳۸۷. برنامه راهبردی تحقیقات گلخانه، گزارش پژوهشی شماره ۸۷/۶۵۸ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۴۷۸ صفحه.
- شرافتی، ک. ۱۳۸۸، بررسی شاخص‌های کارایی مصرف انرژی در تولید خیار گلخانه‌های غالب استان تهران، گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ۸۷/۶۷۵.
- Cepeda, P., P. Ponce, A. Molina and E. Lugo. 2013. Towards sustainability of protected agriculture: Automatic control and structural technologies. Integration of an Intelligent Greenhouse. 11th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems. The International Federation of Automatic Control, Sao Paulo, Brazil.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013. Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops: Principles for Mediterranean climate areas. Plant Production and Protection Division, Paper 217. Rome, Italy.
- Kendirli, B. 2006. Structural analysis of greenhouses: A case study in Turkey. Building and Environment 41:864–871.
- Pardossi, A., F. Tognoni and L. Incrocci. 2004. Mediterranean greenhouse technology. *Chronica Horticulturae* 44(2): 28-34.
- von Elsner B., D. Briassoulis, D. Waaijbergen, A. Mistriotis, Chr. von Zabeltitz, J. Gratraud, G. Russo and R. Suay-Cortes. 2000a. Review of structural and functional characteristics of greenhouses in European Union Countries: Part I, Design requirements. *J. Agric. Eng. Res.* 75: 1-16.
- von Elsner B., D. Briassoulis, D. Waaijbergen, A. Mistriotis, Chr. von Zabeltitz, J. Gratraud, G. Russo and R. Suay-Cortes. 2000b. Review of Structural and functional characteristics of greenhouses in European Union Countries: Part II, Design requirements. *J. Agric. Eng. Res.* 75: 111-126.

چالش‌های توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در ایران از منظر انرژی و محیط‌زیست

داود مؤمنی و قاسم زارعی

اعضای هیأت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

۱- مقدمه

آمارهای بین‌المللی نشان می‌دهند که تا سال ۲۰۵۰ جمعیت کره زمین به حدود ۱۰ میلیارد نفر می‌رسد که بخش عمده آن در کشورهای در حال توسعه خواهند بود. این رشد جمعیتی باعث خواهد شد تا نیاز به انرژی، آب، غذا و نیز تعامل با محیط‌زیست، در صدر اولویت‌های بشر در دهه‌های آینده باشد. به‌همین دلیل توجه دانشمندان به این سمت معطوف شده تا کمبود غذا را با افزایش تولید محصول در واحد سطح و با مصرف کمترین نهاده‌ها، به طور پایدار جبران کنند. معرفی و استفاده از ارقام پرمحصول و خاص، استفاده از انواع کودها و سموم شیمیایی و نیز توسعه کشت‌های گلخانه‌ای، از جمله این راه‌کارها هستند.

بررسی ترازنامه انرژی دنیا نشان می‌دهد که مصرف تمام منابع انرژی شامل سوخت‌های فسیلی مایع، گاز طبیعی و زغال‌سنگ تا سال ۲۰۳۵ روند صعودی خواهند داشت. این نکته توجه بیشتر به افزایش بهره‌وری در مصرف سوخت، مطالعه در مورد منابع انرژی جایگزین و مسائل محیط‌زیستی در کنار این توسعه را ضروری می‌کند. در همین آمارنامه، مقدار آلاینده‌ی دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در کشورهای عضو و غیرعضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه^۲ نیز بررسی و گزارش گردیده است. براساس این گزارش با وجود این که کشورهای عضو سازمان مذکور، مقدار آلاینده‌ی خود را در محدوده ثابتی نگه داشته‌اند ولی روند توسعه‌های در کشورهای غیرعضو، باعث افزایش آلاینده‌ی محیط‌زیست خواهد شد که با توجه به قوانین بازدارنده، توجه جدی به مسائل محیط‌زیستی در کنار این توسعه اجتناب‌ناپذیر است (بی‌نام، ۱۳۹۱؛ بی‌نام، ۱۳۹۴ و Anonymus, 2014b). بررسی ترازنامه انرژی ایران در بازه زمانی ۹۳-۱۳۸۶ نشان می‌دهد که بخش حمل و نقل و نیروگاهی بیشترین سهم در تولید گازهای آلاینده در بین بخش‌های مصرف و تولید کننده انرژی را به خود اختصاص داده‌اند. از بین منابع سوخت فسیلی نفت کوره، نفت‌گاز و بنزین، بیشترین سهم آلاینده‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین گاز طبیعی در مقایسه با سایر سوخت‌های فسیلی، سوختی پاک به‌شمار می‌رود و کمترین مقدار آلاینده‌ی را داراست ولی با توجه به حجم بالای مصرف، ۵۶/۵٪ از کل انتشار دی‌اکسید کربن مربوط به آن است که از نظر اثر گلخانه‌ای و چالش تغییرات اقلیمی، قابل توجه است. بررسی وضعیت انرژی و محیط‌زیست در بخش‌های مختلف مصرف کننده انرژی، نشان می‌دهد که در بخش کشاورزی، عمده انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای، ناشی از مصرف نفت‌گاز بوده است.

۲- تبیین وضع موجود

با توجه به گستره ایران در محدوده عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی و شرایط متنوع اقلیمی موجود در آن، به‌نظر می‌رسد یکی از مناطق مناسب برای توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در غرب آسیاست که تولید خوب محصولات گلخانه‌ای در آن، علاوه بر تأمین نیازهای داخلی، نقش عمده‌ای در صادرات محصولات غیر نفتی، ارزآوری و مثبت نمودن تراز تجاری بخش کشاورزی خواهد داشت.

بررسی آمار سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای در کشور (جدول ۱)، نشان می‌دهد که از مجموع ۱۰۰۷۰ هکتار، حدود ۲۲۶۴ هکتار به گل و گیاهان زینتی، حدود ۷۲۸۳ هکتار به محصولات سبزی و صیفی و بقیه به سایر محصولات گلخانه‌ای اختصاص دارد.

2-OECD and non-OECD countries.

جدول ۱- سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای کشور در سال ۱۳۹۴ (آمارنامه محصولات کشاورزی).

محصول	سطح (هکتار)	درصد
خیار	۵۸۱۷/۹	۵۷/۸
گوجه‌فرنگی	۵۹۵/۹	۵/۹
انواع فلفل	۴۰۶/۷	۴
بادمجان	۱۳۵/۴	۱/۳
سایر سبزیجات	۳۲۷/۴	۳/۳
گل و گیاهان زینتی	۲۲۶۴/۶	۲۲/۵
توت‌فرنگی	۲۹۵/۸	۲/۹
گیاهان دارویی	۴۰/۸	۰/۴
سایر محصولات	۱۸۵/۷	۱/۸
کل	۱۰۰۷۰/۲	۱۰۰

مطالعات صورت گرفته در گلخانه‌های ایران نیز نشان می‌دهند که مصرف انرژی در گلخانه‌های کشور در بخش‌های مختلفی مانند آبیاری، عملیات ماشینی، الکتریسته، بذر، کود مصرفی، حمل و نقل و سیستم‌های کنترل اقلیم گلخانه صورت می‌گیرد. با توجه به تولید خارج از فصل، عمده مصرف انرژی در گلخانه‌های ایران، مربوط به سیستم‌های گرمایشی است (شرافتی، ۱۳۸۸؛ مؤمنی، ۱۳۹۰ و مؤمنی و همکاران، ۱۳۹۲). این موضوع باعث شده تا سهم انرژی در قیمت تمام شده محصول، آن را غیرقابل رقابت با تولیدات گلخانه‌ای دنیا گرداند. میانگین مصرف انرژی در گلخانه‌های ایران به حدی بالاست که به عنوان نمونه قبل از واقعی کردن قیمت حامل‌های انرژی در ایران در سال ۱۳۸۹، مصرف انرژی در گلخانه‌های خیار منطقه ورامین فارغ از نوع گلخانه تقریباً معادل گلخانه‌های کانادا بوده و به ازای تولید هر کیلوگرم خیار گلخانه‌ای در این منطقه ۱/۳ لیتر گازوئیل مصرف می‌شد؛ یعنی با احتساب قیمت فوب گازوئیل به مقدار تقریبی یک دلار به ازای هر گالن، برای تولید هر کیلوگرم خیار گلخانه‌ای در این منطقه حدود ۱۰۰۰۰ ریال سوخت مصرف شده است (شرافتی، ۱۳۸۸).

بررسی سطح گلخانه‌های احداث شده در کشور در کنار پراکنش جمعیت ایران (جدول ۲) نیز نشان می‌دهد که توسعه گلخانه‌ها در ایران در 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.

جدول ۲- 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

۳	۲۹۷/۷	۴/۱	۳۰۷۳۹۴۳	مازندران
۵/۴	۵۳۹/۷	۱/۹	۱۴۱۳۹۵۹	مرکزی
۱/۳	۱۲۷/۳	۲/۱	۱۵۷۸۱۸۳	هرمزگان
۱۳/۲	۱۳۳۱/۲	۱/۴	۱۰۷۴۴۲۸	یزد
۱۴/۷	۱۴۸۵	۱	۷۲۹۹۸۳	جنوب کرمان
۱۳/۶	۱۳۷۰/۵	۴۲/۹	۳۲۲۶۲۶۳۴	سایر استان‌ها
۱۰۰	۱۰۰۷۰/۲	۱۰۰	۷۵۱۴۹۶۶۹	کل

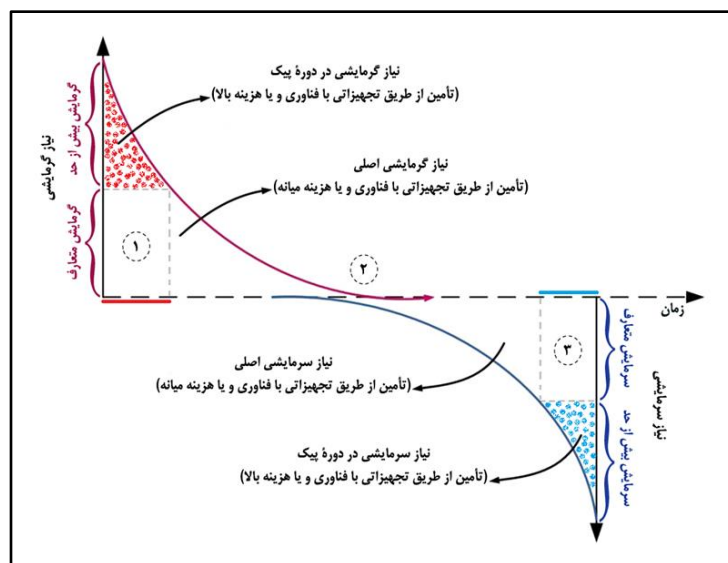
علاوه بر مصرف بالای انرژی در گلخانه‌های ایران، مواردی مانند کمبود دانش فنی بهره‌برداران، توسعه گلخانه‌ها در اقلیم‌های نامناسب و عدم استفاده از سازه و تجهیزات گلخانه‌ای مناسب و به روز، باعث شده تا عملکرد تولید محصول در این گلخانه‌ها در حدود ۳۵۰-۲۵۰ تن در هکتار باشد که در قیاس با میانگین جهانی (۴۵۰-۴۰۰ تن در هکتار) پائین‌تر است. 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 کند شدن روند توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در سال‌های اخیر، این موضوع باشد.

۳- تحلیل مساله

به علت مزایای موجود در کشت‌های گلخانه‌ای مانند افزایش کارایی مصرف آب، اشتغال بیشتر، عملکرد بالاتر، تولید محصول با کیفیت‌تر، تهیه محصول خارج از فصل و تنظیم برنامه کشت مطابق نیاز بازار، در سال‌های اخیر توسعه این نوع کشت بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به‌طور کلی برای توسعه گلخانه‌ها در دنیا دو رویکرد به شرح ذیل وجود داشتند (Castilla and Hernandez, 2006; Elsner et al. 2000). انتخاب اول کنترل غیرفعال اقلیم^۳ و انتخاب دوم کنترل فعال اقلیم^۴. در رویکرد اول با وجود تولید نامنظم و مقطعی و عملکرد پایین‌تر، هزینه‌های تولید محصول نسبت به انتخاب دوم، پائین‌تر است. مطابق شکل ۱، گرچه می‌توان با استفاده از گلخانه‌هایی که دارای فناوری بالایی هستند با تولید در تمام طول سال، محصول بیشتر با کیفیت بهتر و اثرات محیط زیستی کمتر تولید کرد (کل نواحی ۱، ۲ و ۳)، ولی در مقابل به دلیل کنترل فعال اقلیم هزینه‌های تولید نیز بالاتر خواهند بود. به عبارت دیگر، در رویکرد کنترل غیرفعال اقلیم، سعی می‌گردد مواقعی از سال که نیاز گرمایشی و سرمایشی در گلخانه‌ها بیش از حد است (نواحی ۱ و ۳)، کشت انجام نگیرد. بدیهی است که در غیر از این مواقع (ناحیه ۲)، نیاز گرمایشی و سرمایشی گلخانه‌ها در حدی خواهند بود که بایستی با استفاده از تجهیزاتی با فناوری متوسط و با هزینه متعارف، بتوان به کنترل شرایط محیط داخل آن‌ها پرداخت.

3- Passive Climate Control

4- Active Climate Control



شکل ۱- انرژی مصرفی برای کنترل شرایط دمایی داخل گلخانه‌ها

بررسی روند توسعه گلخانه‌ها در دنیا نشان می‌دهد که در مناطق سردسیر و عرض‌های جغرافیایی بالا (کشورهای شمال اروپا نظیر هلند)، معمولاً گزینه دوم انتخاب و گلخانه‌های گران قیمت، دارای فناوری بالا و با چرخه تولید بسته، توسعه پیدا کرده‌اند و ممکن است برای کاهش مصرف انرژی در انقلاب زمستانی، تولید صورت نگیرد. در مقابل برای مناطق معتدل، نیمه‌گرم و گرم، معمولاً گزینه اول انتخاب می‌گردد و لذا در این مناطق (نواحی معتدل در اطراف دریای مدیترانه نظیر منطقه آمریکا در جنوب اسپانیا و یا آنتالیا در جنوب ترکیه) گلخانه‌های با فناوری میانه (گلخانه‌های ارزان‌تر، دارای پوشش پلاستیکی و با تولید به صورت فصلی) توسعه یافت‌هاند (Elsner et al. 2000).

مطالعه روند توسعه گلخانه‌های با پوشش پلاستیکی در دنیا نیز در هشت منطقه شمال، جنوب و شرق اروپا، خاورمیانه، آسیا، آفریقا، آمریکا و استرالیا نیز نشان می‌دهد که مهمترین عوامل توسعه گلخانه‌ها در دنیا، عوامل اقتصادی ناشی از کنترل شرایط اقلیمی داخل گلخانه‌ها، مصرف انرژی در آن‌ها و تصمیم‌گیری دولت‌مردان بوده است. با وجود تفاوت در علل توسعه گلخانه‌ها در این کشورها، نقطه مشترک آن‌ها، بهینه‌سازی مصرف انرژی در گلخانه‌ها بوده است. به همین دلیل ضروری است که در کنار نگاه توسعه‌های به این نوع کشت، چالش‌های این توسعه از منظر بهینه‌سازی مصرف انرژی و حفاظت از محیط‌زیست نیز برای تحقق تولید پایدار، در نظر گرفته شوند.

به‌طور کلی تجربیات، مطالعات و اندازه‌گیری‌های جهانی مربوط به مصرف انرژی در گلخانه‌ها حاکی از آن هستند که حدود ۶۶/۶ درصد کل انرژی مصرفی در گلخانه‌ها به‌صورت مستقیم است که عمدتاً صرف گرمایش می‌شود و ۳۳/۳ درصد دیگر به صورت غیرمستقیم می‌باشد و مربوط به استفاده از نهاده‌های تولید مانند کودهای شیمیایی، نیروی کارگری، بسته‌بندی و سایر موارد هستند (Djevic and Dimitrijevic, 2009). انرژی مصرفی ویژه (MJ/m^2) در گلخانه‌های تونلی تک دهانه بیشتر از گلخانه‌های چند دهانه است (Djevic and Dimitrijevic, 2009; Dimitrijevic et al., 1999; Hanan, 1998). پائین بودن انرژی مصرفی ویژه در گلخانه‌های چند دهانه سبب بالا رفتن راندمان انرژی و بهره‌وری انرژی در این نوع از گلخانه‌ها نسبت به گلخانه‌های تک دهانه (تونلی) می‌گردد. برای بهینه‌سازی مصرف انرژی توجه به فرم (سطح مقطع) هندسی گلخانه، مساحت گلخانه و نیز نوع و راندمان سامانه‌های گرمایشی به کار رفته در آن، از اهمیت خاصی برخوردار هستند. استفاده از پوشش‌های پلی‌اتیلن دو لایه همراه با هوای فشرده بین آن‌ها تا ۴۰٪ و پوشش‌های پلی‌کربنات دو لایه تا ۵۰٪ در مصرف سوخت به منظور گرمایش گلخانه‌ها مؤثر هستند (

(Djevic and Dimitrijevic, 2009 and Nelson, 2003). استفاده از پرده‌های حرارتی در طول شب باعث ۶۰٪ و در طول فصل زراعی، سبب ۳۰-۲۵٪ صرفه‌جویی در مصرف انرژی برای گرمایش گلخانه‌ها می‌شوند (Djevic and Dimitrijevic, 2010 and Hanan, 1998). با توجه به این که مصرف عمده انرژی در گلخانه‌ها جهت گرمایش و با استفاده از سوخت‌های فسیلی انجام می‌گیرد و در آینده، مسائل محیط‌زیستی و قوانین بازدارنده مصرف این سوخت‌ها سخت‌گیرانه‌تر و مستلزم پرداخت جریمه‌های بین‌المللی خواهد بود، ضروری است که در کنار توسعه گلخانه‌ها به کاهش شدت مصرف انرژی‌های فسیلی و جایگزین کردن بخشی از آن با سایر منابع انرژی، بیش از پیش توجه شود. مسائل دیگری مانند محدود بودن عمر منابع و ذخایر سوخت‌های فسیلی، هم‌پوشانی با اوج مصرف خانگی، افزایش جمعیت و افزایش درخواست انرژی در سایر بخش‌ها، درخواست انرژی بیشتر در این بخش به دلیل افزایش سطح زیرکشت (توسعه گلخانه‌ها) و تلاش برای افزایش عملکرد محصول در واحد سطح گلخانه که افزایش مصرف انرژی در این بخش را بدنبال خواهد داشت، مؤکد این قضیه است.

۴- پیشنهاد‌های فنی و اجرایی

اگر چه بخش کشاورزی و گلخانه در ایران، مصرف‌کننده بزرگی در بخش انرژی کشور نیستند و در نتیجه انتشار آلاینده‌ها از آن در حال حاضر در سطح بالایی قرار ندارد ولی ضروری است که با توجه به مدیریت مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف آن از انتشار آلاینده‌های زیست محیطی کاست. با عنایت به بحث‌های انجام شده در این نوشتار، برای کم کردن نرخ رشد مصرف انرژی‌های فسیلی و کاستن از میزان آلاینده‌های ناشی از مصرف آن‌ها در این بخش پیشنهاد‌های زیر ارائه می‌گردد:

- توسعه گلخانه‌ها در اقلیم‌های مناسب، مستعد و دارای مزیت نسبی.
- استفاده از گلخانه‌هایی با شدت مصرف انرژی پایین‌تر.
- استفاده از سیستم‌های ذخیره انرژی (پوشش‌های دو لایه، پرده‌های حرارتی و سیستم‌های غیرفعال ذخیره انرژی در گلخانه‌ها).
- استفاده از تجهیزات گرمایشی با راندمان بالاتر.
- تغییر در حامل‌های انرژی مصرفی در گلخانه و جایگزینی بخشی از آن با منابع انرژی تجدیدپذیر.
- استفاده از ارقام و محصولات که نیاز گرمایی کمتری داشته باشند.

۵- منابع

- شرافتی، ک. ۱۳۸۸. بررسی شاخص‌های مصرف انرژی تولید خیار در گلخانه‌های تهران. گزارش‌ن‌هایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- مؤمنی، د. ۱۳۸۵. سیستم‌های مناسب در طراحی و ساخت گلخانه‌های گل و گیاهان زینتی. سمپوزیوم ملی راهکارهای بهبود تولید و توسعه صادرات گل و گیاهان زینتی. مرکز ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی ایران. محلات، استان مرکزی، ایران.
- مؤمنی، د. ۱۳۹۰. بررسی شاخص‌های مصرف انرژی تولید خیار در گلخانه‌های منطقه جیرفت و کهنوج. گزارش‌ن‌هایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- مؤمنی، د. ا. بناکار، ب. قبادیان و س. مینایی. ۱۳۹۵. طراحی، ساخت و ارزیابی سامانه گرمایش خورشیدی با عدسی فرستل خطی برای گلخانه. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌های، سال هفتم، شماره بیست و پنجم، صفحات ۷۰-۵۹.
- مؤمنی، د. و گرامی، ک. ۱۳۹۳. روش‌های کاهش مصرف انرژی در گلخانه‌های تجاری. سومین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای. کرج، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی ۱۸ تا ۲۰ شهریور ۱۳۹۳.

Dimitrijevic, M., Devic, M., Boretos, M., Miodragovic, R. 1999. Design and Control Systems in Greenhouses, Technique towards the 3rd Milenium; Haifa, Israel.

- Djevic, M. and A. Dimitrijevic. 2009. Energy Consumption for Plastic Covered Greenhouse Structures. *Energy*, 34, 1325-1331.
- Hanan, J.J. 1998. *Greenhouses. Advanced Technology for Protected Cultivation*, CRC Press.
- Momeni, D. 2009a. Investigation of Temperature and Humidity Variations within a Commercial Vegetables Greenhouse in IRAN. 10th international congress on mechanization and energy in agriculture. 14-17 October, Antalya-Turkey.
- Nelson, P. 2003. *Greenhouse Operation and Management*, 6th edition.
- Vadiee, A. and M. Viktoria. 2012. Energy management in horticultural applications through the closed greenhouse concept: State of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16: 5087–5100.