فناوری در کشاورزی

دوفصلنامه، سال دوم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷

AGROTECHNOLOGY

Vol. 2, No. 3, December 2018

سخنی با خوانندگان

نقش مهندسین بیوسیستم در تأمین امنیت غذایی

کشاورزی هوشمند، کلیدی برای کشاورزی آینده

مقایسه سامانه‌های حرارت مرکزی و حرارت موضعی در یک واحد گلخانه

InnoGreen: an International Company of Over 25 Years of Experience in Greenhouse

Unpowered Measured Irrigation Training Manual for Smallholders (more crops per drop)

دوفصلنامه فناوری در کشاورزی

پاییز ۱۳۹۷، سال دوم، شماره ۳

صاحب‌امتیاز و مدیرمسئول: محمدباقر لک

هیأت تحریره

طیبه نیری‌فرد: کارشناس‌ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم

داود مؤمنی: دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم

محمدباقر لک: دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم

مصطفی اسدی: کارشناس‌ارشد مهندسی برق-قدرت

منتشر شده توسط: وبسایت تخصصی مکانیزاسیون کشاورزی

فهرست مطالب

سخنی با خوانندگان ۱

نقش مهندسین بیوسیستم در تأمین امنیت غذایی ۲

کشاورزی هوشمند، کلیدی برای کشاورزی آینده ۵

مقایسه سامانه‌های حرارت مرکزی و حرارت موضعی در یک واحد گلخانه ۱۲

InnoGreen: an International Company of Over 25 Years of Experience in Greenhouse 24

Unpowered Measured Irrigation Training Manual for Smallholders (more crops per drop) 26

نشانی: همدان، خیابان بوعلی‌سینا، ساختمان پارک علم و فناوری استان همدان، طبقه اول، واحد ۱۶

تماس: ۰۸۱-۳۸۲۴۸۳۳۲ و ۰۹۲۱۳۳۴۹۲۸۷

پست الکترونیک: agro.technology@hotmail.com

سخنی با خوانندگان

سومین شماره از دوفصلنامه **"فناوری در کشاورزی"** در شرایطی منتشر می‌گردد که کشور با دور جدیدی از کارشکنی‌های بین‌المللی روبرو شده است. تلاش دولتمردان همواره این بوده است که اثر این تحریم‌ها را به کمترین حد ممکن برسانند. اما باید پذیرفت که افزایش نرخ دلار و اعمال محدودیت‌های بازرگانی، اقتصاد نفتی کشور را شدیداً دچار مشکل خواهد کرد.

با توجه به اهمیت نقش امنیت غذایی در توسعه پایدار، لازم است متخصصین امر تلاش‌های بیشتری در این زمینه داشته باشند. خودکفایی در تأمین نهاده‌های کشاورزی و بومی‌سازی فناوری‌های وابسته به آن از جمله این تلاش‌هاست. از این گذشته، ارائه روش‌هایی کارآمد و ارزان برای افزایش بهره‌وری و ارزش افزوده حاصل از تولید تا توسعه فرآوری‌های پس از برداشت می‌تواند کمک شایانی به کاهش وابستگی خارجی نماید.

در این شماره نیز به دنبال ارائه مطالبی کاربردی در زمینه فناوری‌های مرتبط با کشاورزی هستیم؛ امید است که مفید فایده واقع گردد.

مخاطبان این رسانه تصمیم‌گیران، کشاورزان، صنعت‌گران، پژوهشگران، دانشگاهیان، شرکت‌های خدماتی و آحادی هستند که به نحوی با موضوع امنیت غذایی درگیر هستند یا علاقمند به مطالعه در این زمینه می‌باشند.

در پایان از همه صاحب‌نظران دعوت بعمل می‌آید تا با ارسال مطالب (نوشتاری یا چندرسانه‌ای)، پیشنهادها و انتقادات خود ما را در غنای بیشتر این رسانه یاری رسانید.

دکتر محمدباقر لک

مدیرمسئول

AGROTECHNOLOGY

نقش مهندسین بیوسیستم در تأمین امنیت غذایی

محمدباقر لک

دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم، شرکت زیست‌سامانه پردیس

mbagherlak@agrimechanization.com

فراهم بودن غذا، دسترسی فیزیکی و اقتصادی به غذا، بهره مندی از غذا و ثبات در طول زمان چهار معیار برای ارزیابی تأمین امنیت غذایی در یک جامعه هستند. این مهم زمانی تحقق می یابد که همه مردم، همیشه، دسترسی فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی به غذای کافی، سالم و مغذی داشته باشند که نیازها و ترجیحات غذایی آنها را برای زندگی فعال و سالم تأمین نماید.

مهندسی بیوسیستم بعنوان میانجی کشاورزی و صنعت، متولی بخش فنی و مهندسی کشاورزی بوده است و از ابتدای قرن بیستم و پیدایش مکانیزاسیون کشاورزی با ورود نخستین تراکتورها به مزرعه شکل گرفت. پس از رشد مکانیزاسیون و توسعه انواع ماشین‌ها، تجهیزات و منابع پرتوان که با شدت دادن به عملیات کشاورزی، موجب تخریب محیط زیست شدند؛ توسعه انواع روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی از دهه ۱۹۷۰، پیدایش مفاهیمی همچون کشاورزی دقیق از اواخر دهه ۱۹۸۰ و توجه ویژه به بالابردن بهره‌وری تولید در محیط‌های قابل کنترل مانند گلخانه از جمله اقدامات مهندسی بیوسیستم در راستای نیل به کشاورزی پایدار و تأمین امنیت غذایی بوده است. در عین حال که متخصصین بیوسیستم دامنه فعالیت خود را به زراعت و باغبانی محدود نکرده و در طی دهه‌های اخیر در همه موضوعات کشاورزی و غذا، از جمله امور دام، طیور، آبزیان و حتی صنایع غذایی ورود کرده و نه تنها به دنبال افزایش بهره‌وری تولید بوده‌اند که در زمینه فرآوری‌های پس از برداشت و صنایع وابسته به کشاورزی فعالیت گسترده‌ای کرده‌اند.

سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO[1]) سال ۲۰۱۵ را سال جهانی خاک نامیده بود و به اهمیت حفاظت از آن برای جلوگیری از نشر گازهای گلخانه از جمله دی‌اکسید کربن و اثر آن بر تغییرات اقلیم پرداخت. به اعتقاد فائو بخش اعظم کربن زمین در خاک ذخیره شده است و مدیریت نادرست خاک منجر

1 - Food and Agriculture Organization of the United Nations

به خروج کربن به اشکال مختلف و انتشار گازهای گلخانه‌ای در فضا می‌شود. در همین راستا، انواع روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی برای صیانت از خاک‌ها گسترش یافته است و ماشین‌ها، تجهیزات یا حتی روش‌های درست توسط متخصصین بیوسیستم ارائه یا پیشنهاد شده است.

با توجه به اهمیت صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست و البته سلامتی انسان، در اواخر هزاره دوم مفهومی بنام مدیریت موضعی نهاده‌ها یا کشاورزی دقیق مطرح شد. در کشاورزی دقیق هدف بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها با به‌کارگیری آن‌ها در مکان و زمان مناسب است. بنابراین، مهندسین بیوسیستم با توسعه انواع سامانه‌های کنترل خودکار بر روی ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی یا حتی موجودات زنده به دنبال متناسب‌سازی آهنگ به کارگیری نهاده‌ها یا عملیات در واحدهای کشاورزی هستند. این سامانه‌های خودکار را می‌توان با بهره‌گیری از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی یا حسگرها کنترل کرد یا با به‌کارگیری انواع مدل‌های فرایندگرا مانند مدل‌های رشد گیاهی و کاهش دخالت انسان، به کمترین حد ممکن، سامانه‌های هوشمند را توسعه داد. کشاورزی دقیق کشاورزی هزاره سوم نام گرفته است که بخش قابل توجهی از گسترش آن مرهون توسعه تجهیزات پیشرفته الکترونیکی و مخابراتی است که به‌کارگیری یا حتی توسعه آن‌ها توسط پژوهشگران در زمینه مهندسی بیوسیستم پیگیری می‌شود.

در زمینه مهندسی گلخانه و افزایش بهره‌وری در محیط گلخانه نیز متخصصین بیوسیستم فعالیت‌های قابل توجهی در زمینه کاهش مصرف و افزایش بهره‌وری آب، کود و سایر نهاده‌ها به انجام رسانده‌اند. با بهره‌گیری از فضاهای سرپوشیده از جمله گلخانه‌ها، مدیریت مصرف انرژی اهمیتی دوچندان می‌یابد. چه اینکه تولید محصول در فصول سرد سال نیازمند مصرف انرژی گرمایی است که عمدتاً از منابع فسیلی تأمین می‌شود که خود یکی از عوامل آلودگی هوا می‌باشد. بنابراین، توسعه روش‌های کنترل محیط، انتخاب جهت و شکل مناسب سازه، به‌کارگیری پوشش‌های مناسب، افزایش بازدهی تجهیزات گرمایشی، توسعه منابع پاک و ارزان‌قیمت برای جایگزینی سوخت‌های مرسوم از جمله مواردی هستند که متخصصین بیوسیستم تا کنون بدان پرداخته‌اند.

در زمینه مهندسی پس از برداشت در بخش‌های مختلف اعم از انجام انواع فرآیندها بر روی مواد غذایی تا مدیریت پسماندها، ضایعات و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر نیز متخصصین بیوسیستم فعالیت گسترده‌ای کرده‌اند. با افزایش بهره‌وری مواد غذایی از یک سو و بازیافت زیست توده‌ها از سویی دیگر از آلودگی ناشی از ورود مستقیم حجم زیاد این مواد به محیط زیست کاسته می‌شود و انتشار گازهای گلخانه‌ای

AGROTECHNOLOGY

ناشی از فرآیند تجزیه این مواد بی‌ارزش در طبیعت تا اندازه زیادی کاهش می‌یابد. چه اینکه این مواد در فرآیندهایی تبدیل به مواد ارزشمند شده‌اند و بخشی از نیازهای انسان را تأمین کرده و خود کمکی بوده است به تأمین امنیت غذایی که با توسعه پایدار پیوندی ناگسستنی دارد.

علیرغم پیشرفت‌های قابل ملاحظه فناوری‌های کشاورزی محور در چند دهه اخیر، بعد اقتصادی تولید مواد غذایی و سایر فعالیت‌های مرتبط با کشاورزی، همانند همه فعالیت‌های بشر، از اهمیت خاصی برخوردار است و لازم است که در پژوهش‌های کاربردی مهندسین بیوسیستم بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. چه بسا نیازهایی که در بخش کشاورزی احساس می‌شود و تا کنون روشی کارآمد، هم از لحاظ فنی و هم از لحاظ اقتصادی و فرهنگی، برای آن ارائه نشده است و همین موارد ممکن است تهدیدی برای تأمین امنیت غذایی باشند.

کشاورزی هوشمند، کلیدی برای کشاورزی آینده

طیبه نیری‌فرد

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه بوعلی‌سینا

nayerifard@engineer.com

چکیده

سطح زمین‌های مناسب کشاورزی در بین سال های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ حدود ۰/۷% کاهش یافته است. برای افزایش تولید مواد غذایی یا دست کم حفظ مقدار فعلی آن، لازم است که جوامع بهره‌وری در بخش کشاورزی را بدون اعمال بار اضافی بر محیط‌زیست و تخریب منابع موجود بالا ببرند. کشاورزی هوشمند یک مفهوم مدیریت کشاورزی با استفاده از تکنولوژی مدرن است تا با افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی این نیاز را برآورده کند. کشاورزان در قرن بیست و یکم دسترسی به سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS)[1]، پویشگر خاک[2]، مدیریت داده‌ها و فناوری‌های اینترنت اشیا دسترسی دارند و می‌توانند با دقت در اندازه‌گیری تغییرات در یک زمینه و درپیش گرفتن یک استراتژی مناسب براساس این داده‌ها، تا حد زیادی اثربخشی سموم، آفت‌کش‌ها، کودها و سایر نهاده‌های مصرفی خود را افزایش دهند یا از گزینه‌های مناسب‌تری بهره ببرند. به طور مشابه، در بخش دامپروری با استفاده از تکنیک‌های کشاورزی هوشمند، می‌توانند به نیازهای دام نظارت بیشتری داشته و با تغذیه و رسیدگی مناسب، مانع از بروز بیماری و افزایش سلامتی گوساله‌ها شوند.

واژگان کلیدی: کشاورزی هوشمند، اینترنت اشیا، IoT[3]، حسگرهای کشاورزی، کشاورزی آینده

مقدمه

ما در جهانی زندگی می‌کنیم که تاکنون شاهد و ناظر بر این حجم عظیم از اطلاعات، امکانات، سرعت نبوده است. تغییرات در تکنولوژی بر جنبه‌های گوناگونی از جوامع مختلف تاثیر گذاشته و همچنان روز

1 - Global Positioning System
2 - Soil Scanner
3 - Internet of Things

به روز بر نرخ سرعت این تغییرات افزوده می‌شود. "آینده" برای بشر امروز در موارد بسیاری، دیگر تداوم گذشته نیست. آینده و مسائل مربوط به آن با سرعتی هرچه بیشتر به سوی ما در حرکت است و مدت‌هاست که مسائل آن موضوع تحقیق بسیاری از متفکران و اندیشمندان و محققان است. مسائل و مشکلاتی که با رویکرد به گذشته قابل حل نیستند. علم کشاورزی نیز از این قاعده مستثنا نیست.

جوامع برای تأمین مواد غذایی ۹/۶ میلیارد نفری که تا سال ۲۰۵۰ میلادی بر روی زمین زندگی خواهند کرد، با چالش رو به رو هستند. از طرفی دیگر، هر کشوری برای حفظ تمامیت قدرت خود باید از عهده تامین مواد غذایی بعنوان یکی از مهمترین و استراتژیک‌ترین نیازهای اولیه مردمانش به خوبی برآید. طبق گزارش سازمان غذا و کشاورزی (FAO) تحت عنوان " کشاورزی جهانی: از ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۰"، در سال ۲۰۱۵ سطح کل زمین در جهان حدود ۱۳/۴ میلیارد هکتار است که از این سطح ، تنها ۱/۵ میلیارد هکتار یعنی ۱۱٪ از سطح زمین برای تولید محصولات کشاورزی (زمین‌های زراعی و زمین‌های زیر کشت محصولات دائمی) استفاده می‌شود.

رشد سالانه محصولات زراعی از ۲/۱٪ در بین سال‌های ۱۹۶۹ تا ۱۹۹۹ به ۱/۵٪ در سال های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۵ کاهش یافته است. طبق اعلام سازمان جهانی غذا، انتظار می‌رود که این کاهش در رشد تولید محصول در سالهای ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۰، ۱/۳٪ باشد(۱). افزایش جمعیت، گرم شدن کره زمین و تغییرات اقلیمی ناشی از آن، مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه سموم و نیاز روز افزون به آب، تمامی کشورهای پیشرفته را به منظور تأمین هدفمندانه نیازهای اساسی خود به سمت کشاورزی هوشمند سوق داده است. کشاورزی هوشمند امکان استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات مدرن(ICT) [1] را به کشاورزی می‌دهد، که منجر به نتیجه شگفت‌انگیزی خواهد شد، آنچه که می‌تواند یک انقلاب سبز سوم نامیده شود. این انقلاب بر پایه روش‌های کاربردی و ترکیبی از راه حل‌های ICT مانند ابزار دقیق، اینترنت اشیا (IoT) ، حسگرها و راه‌اندازها، سیستم‌های موقعیت جغرافیایی، هواپیماهای بدون سرنشین، رباتیک و غیره، بنا شده است. کشاورزی هوشمند پتانسیلی قوی برای تولید پایدار محصولات کشاورزی است که بر مبنای یک رویکرد دقیق و کارآمد حاصل شده است. امروزه در حالی که در ایالات متحده آمریکا احتمالا تا ۸۰٪ از کشاورزان از انواع فناوری‌های هوشمند کشاورزی (SFT)[2] استفاده می کنند، این رقم در اروپا کمی بیش از ۲۴٪ است و همچنان نیز در حال افزایش است (۲).

1 - Information and Communications Technology
2 - Smart Farming Technologies

اصول کشاورزی هوشمند

کشاورزی هوشمند باید به کشاورز کمک کند تا تصمیم درست‌تری بگیرد و بهره‌برداری از این فناوری به مدیریت بهتر و افزایش حاشیه سود بی‌انجامد. به این منظور، کشاورزی هوشمند شدیداً به سه زمینه فناوری وابسته است، که عبارتند از:

سامانه اطلاعات مدیریت: سیستم‌های برنامه‌ریزی شده برای جمع‌آوری، پردازش، ذخیره‌سازی و پخش اطلاعات در قالب مورد نیاز برای انجام عملیات و بررسی عملکرد مزرعه.

دقت کشاورزی: مدیریت تغییرات مکانی و زمانی برای بهبود بازده اقتصادی و کاهش تاثیرات زیست محیطی. این مورد شامل استفاده از سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS)[1] برای مدیریت کل مزرعه با هدف بهینه‌سازی بازده بر روی ورودی‌ها است، همراه با حفظ منابع موجود، استفاده گسترده ازGPS ، GNSS، تصاویر هوایی تهیه شده توسط هواپیماهای بدون سرنشین و اجازه ایجاد نقشه های متغیر فضایی. که از داده‌های بدست آمده توسط آن‌ها می‌توان اطلاعات زیادی جمع‌آوری کرد. (به عنوان مثال عملکرد محصول، ویژگی‌های زمین، توپوگرافی، محتوای مواد آلی، سطوح رطوبت، سطوح نیتروژن و غیره).

خودکارسازی و رباتیک کشاورزی: روند استفاده از تکنیک‌های رباتیک، کنترل خودکار و فناوری هوش مصنوعی در تمامی سطوح تولید کشاورزی، هم بخش زراعت، باغداری و هم دامداری(۳).

اینترنت اشیا (IoT) فناوری‌های جدید ابزار برای راه‌اندازی راه حل‌های عملی و مقیاس‌پذیر برای پاسخ به دو مسائل عمده است:

افزایش تولید و بهره‌وری کشاورزی به عنوان راهی برای تولید بیشتر و کیفیت بهتر

ترویج الگوهای پایدار تولید برای محدود کردن گازهای گلخانه‌ای

پتانسیل بالایی برای اینترنت اشیا در توسعه بخش کشاورزی و به ویژه در بحث فرآوری مواد غذایی وجود دارد. شبکه حسگر بی‌سیم مستقل و همراه با تجزیه و تحلیل داده‌ها، کشاورزان را قادر می‌سازد تا تولید را افزایش و هزینه‌های خود را کاهش دهند، در حالی که هم‌زمان کاهش ضایعات و آلودگی را نیز مدیریت می‌نمایند.

1 - Decision Support System

حسگرها در کشاورزی هوشمند

در راستای اجرای اهداف کشاورزی هوشمند، توسعه حسگرهایی که قادر به بررسی شرایط زمین با دقت بالا هستند و ارائه اطلاعات آن‌ها به کشاورزان می تواند کمک بزرگی باشد. با سرعت گرفتن و رشد جمعیت شهرنشینی، با استفاده از حسگرها می‌توان سطح مناطق قابل کشت را با حفظ کمیت، کاهش داد. دلایل کلیدی برای استفاده از حسگر ها عبارتند از (۴):

نیاز مطلق به افزایش تولید مواد غذایی جهانی

توانایی تجزیه و تحلیل شرایط خاک

کاهش آسیب‌های زیست محیطی

نظارت مستمر برای اقدامات اصلاحی در زمان واقعی

دقت بالا در هنگام استفاده از وسایل کشاورزی

صرفه جویی موثر در هزینه‌ها با کاهش ضایعات

سنجش از راه دور از طریق سیستم عامل های بی سیم و IOT

نظارت خودکار بر تولید محصولات کشاورزی

در این میان، معمولا حوزه‌های معینی در مزرعه و کشت محصولات، گلخانه و حفظ شرایط پایدار آن و همچنین دامپروری وجود دارد که تمرکز اصلی کشاورز بر کنترل یا مدیریت آن‌ها بناست و لذا در صورت دست‌یابی به داده‌های دقیق و کافی از این حوزه‌ها می‌تواند با تصمیم‌گیری صحیح و به موقع بر عملکرد مجموعه اثر مثبت بگذارد، که برخی از این حوزه‌ها عبارتند از (۵):

نظارت بر عملکرد محصول

تجزیه و تحلیل خاک

نظارت بر رطوبت خاک

برآورد نیاز آبی محصول

تشخیص بیماری

تشخیص دانه میوه/محصول

تشخیص رسیدن میوه

AGROTECHNOLOGY

هدایت خودکار و هدایت GPS

نظارت و کنترل سمپاش

کنترل ردیف در بذر و کاشت

کنترل و نظارت بر CO_2 و اکسیژن گلخانه‌ها

آنالیز کود

نظارت و کنترل علف‌های هرز

برآورد کلروفیل

تشخیص بیماری و تشخیص گیاهی

تشخیص بیماری یا آسیب در دام و طیور

برآورد و پیش بینی عملکرد

برای حصول به نتیجه دلخواه در موارد ذکر شده، باید از حسگرهای مربوط به هر بخش استفاده به جا و صحیحی داشت. برخی از حسگرهایی که به این منظور در کشاورزی هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از :

حسگرهای بیولوژیکی (شامل آنالایزر شیمیایی و گاز)

حسگرهای آب

حسگرهای هواشناسی

دنبال کنندگان علف هرز

حسگرهای نوری – Hyper spectral، Multispectral، Fluorescence

دوربین‌های نوری

حسگر حرارتی

حسگرهای تشخیص میکروارگانیسم‌ها و مدیریت آفات

حسگرهای فوتومتریک

حسگرهای تنفس خاک یا رطوبت

حسگرهای فتوسنتز

AGROTECHNOLOGY

حسگرهای تعیین شاخص سطح برگ (LAI) [1]

محدوده یاب

دندرومترها[2]

هایگرومترها (اندازه‌گیر رطوبت هوا)[3]

حسگرهای گاز

کلروفیل متر

حسگرهای تصویری بر مبنای پردازش تصویر – برای تشخیص بیماری

حسگرهای شناسایی اجزای فرار، بینی و زبان های الکترونیکی

حسگرها موقعیت‌یاب، ناوبری و تشخیص موانع

حسگرهای درجه‌بندی – برای سیلوهای ذخیره‌سازی محصول

LiDAR دوربرد، رادار، لیزر– برای ناوبری ماشین‌آلات کشاورزی

حسگر موقعیت– سمپاشی، برداشت، کاشت

GPS (برای تعیین موقعیت جغرافیایی)

حسگرهای جریان هوا (اندازه گیری نفوذ پذیری هوا خاک) (۵)

نتیجه‌گیری

امروزه کشاورزی سنتی دیگر پاسخگوی نیازهای جامعه نیست. هر رویکرد جدیدی در کشاورزی بدون در نظر گرفتن تکنولوژی‌های روز دنیا و بدون استفاده از حسگرهای مربوط به آن، مطمئنا با شکست مواجه خواهد شد و ورود فناوری‌های نو به این بخش امری گریزناپذیر خواهد بود. از سویی دیگر برای کشاورزی آینده، بیش از آنکه بحث "توسعه" مزارع و باغات سنتی مطرح باشد، "سامان بخشی" آن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود و هدفمند بودن محصولات کشاورزی کشت شده در هر منطقه، متناسب با شرایط اقلیمی، مقدار منابع اولیه و منابع آبی، با کمترین میزان آثار زیست تخریبی در اولویت خواهد بود. کشاورزی هوشمند می‌تواند در رابطه با مسائل زیست محیطی، مانند استفاده موثر از آب، یا بهینه‌سازی مبارزه با آفات و کنترل میزان مصرف نهاده‌ها، راه‌کارهای مناسبی ارائه کرده و جوابگوی این

1 - Leaf Area Index
2 - Dendrometers
3 - Hygrometer

نیازها باشد. به این منظور، برنامه‌های کاربردی کشاورزی هوشمند تنها افزایش بهره‌برداری‌های متداول کشاورزی را هدف قرار نمی‌دهد، بلکه می‌تواند اهرم‌های جدیدی برای تقویت سایر روندهای رایج و رو به رشد در بهره‌برداری کشاورزی، مانند کشاورزی خانواده (فضاهای کوچک یا پیچیده،...)، گلخانه‌های هوشمند و کشاورزی ارگانیک باشد و همچنین با تکیه بر اطلاعات دقیق، کشاورزی شفافی همراه با احترام بیشتر به حقوق مصرف‌کنندگان در راستای افزایش سلامتی افراد جامعه و آگاهی بازار، ارائه دهد.

فهرست منابع

1- Bruinsma, J. (Ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): World Agriculture: Towards 2015/2030. London: Routledge, 2003

2- Nayyar A , Vikram Puri E ,Smart farming: IoT based smart sensors agriculture stick for live temperature and moisture monitoring using Arduino, cloud computing & solar technology, The International Conference on Communication and Computing Systems, 2016

3- Aleksandrova M, IoT in Agriculture: 5 Technology Use Cases for Smart Farming , June 2018, available at https://easternpeak.com/blog/iot-in-agriculture-5-technology-use-cases-for-smart-farming-and-4-challenges-to-consider/

4- Scherr SJ, Shames S, Friedman R, From climate-smart agriculture to climate-smart landscapes, Agriculture & Food Security, 2012

5- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): “Climate-Smart” Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation. 2010, FAO, Rome, Italy

مقایسه سامانه‌های حرارت مرکزی و حرارت موضعی در یک واحد گلخانه

مهدی ندیمی[۱]، داود مؤمنی[۲]،حامد حوری جعفری[۳]، علیرضا حاجی ملاعلی کنی[۳]

کارشناسی‌ارشد مهندسی انرژی، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

عضو هیات علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

اعضای هیات علمی دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

nadimimehdi110@gmail.com

چکیده

توسعه روزافزون کشت‌های گلخانه‌ای در غرب آسیا و ایران، رشد مصرف انرژی در این بخش را به‌دنبال دارد که عمده آن مربوط به سیستم‌های گرمایشی می‌باشند. مفهوم گرمایش در گلخانه به منزله جبران انرژی تلف شده از گلخانه است. این تلفات به پوشش گلخانه، سازه و سرعت وزش باد مرتبط است. برای جبران این تلفات از سامانه‌های گرمایشی استفاده می‌شود که به دو صورت متمرکز و موضعی در گلخانه استفاده می‌گردند. درسامانه گرمایشی متمرکز، هزینه اولیه گرانتر و راندمان و عملکرد بالاتری دارند. در این تحقیق برای سه مساحت گلخانه ۳۰۰۰ متر مربعی، ۱هکتاری و ۱۰ هکتاری، میزان کاهش مصرف سوخت در این دو سیستم گرمایشی تحلیل شد. نتایج نشان داد که پتانسیل کاهش مصرف سوخت در سیستم متمرکز حداقل ۵۰٪ و موضعی حداکثر ۳۵٪ است.

واژگان کلیدی: انرژی، سامانه حرارت مرکزی ، سامانه حرارت موضعی، گلخانه.

Comparison of central and local heating systems in a greenhouse

Abstract

The development of greenhouse cultivation in Iran and West Asia has a growing trend and, given the increase in off-season crops, it would be cause more energy expenditures, most of which are related to heating systems. The concept of heating in the greenhouse is to compensate energy lost from the greenhouse environment. The energy lost is significantly due to the greenhouse cover, and structure and the speed of wind. Heating systems are mainly in two categories (i.e. centralized and localized). The centralized systems are expensive; however, they are better in efficiency and performance, which is usually affordable for larger areas. In this research, for three levels of greenhouse area of 3,000 m^2, 1 ha and 10 ha, the amount of fuel consumption has been studied. The potential for reducing fuel consumption in the centralized system is at least 50% and for localized heating systems, the maximum achieved reduction was 35%.

Keywords: energy, centralized heating system, localized heating system, Greenhouse.

مقدمه

با توجه به گسترهٔ ایران در محدودهٔ 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 (مؤمنی، ۱۳۹۷).

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 (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.

سیستم‌های گرمایشی بکار رفته در واحدهای گلخانه‌ای به دو دسته کلی حرارت مرکزی و حرارت موضعی تقسیم بندی می‌گردند که هر یک ویژگی‌های خاص خود را دارا می‌باشند که در ادامه ذکر شده است. یکی از رایج‌ترین سیستم‌های حرارت مرکزی، سیستم‌های آب گرم است که در گرمایش گلخانه از طریق دیگ، مشعل و لوله‌های انتقال آب گرم تعبیه شده در محیط گلخانه صورت می‌گیرد.

شکل ۱- استفاده از سامانه حرارت مرکزی از نوع آبگرم در گلخانه تولید فلفل

این سیستم دارای یک یا چند دیگ آب گرم یا بخار می‌باشد که در خارج از گلخانه نصب می‌گردند و آب داغ را با دمای بالا به نقاط مختلف گلخانه منتقل می‌شود. بسته به دمای آب داغ شده، به ازای هر متر لوله در حدود ۱۲۱ تا ۱۳۶ کیلوکالری گرما آزاد می‌شود (جلالی، ۱۳۹۴). استفاده از لوله‌های پره‌دار، انتقال حرارت را تا چهار برابر افزایش می‌دهد. نوع دیگر گرمایش گلخانه، استفاده از کوره‌های هوای گرم است. این کوره‌ها را می‌توان هم در داخل و هم در خارج گلخانه نصب کرد و هوای گرم را با به کارگیری از دمنده و لوله‌های پلاستیکی به داخل گلخانه فرستاد (شکل۲). از محاسن آن نسبت به روش قبل این است که هزینه اولیه اجرای آن کمتر است. پایین‌تر بودن ضریب یکنواختی در گرم شدن داخل گلخانه و امکان آلوده شدن هوای داخل گلخانه نسبت به روش قبل، از عیوب آن است. در سال‌های اخیر نوع دیگری از این دمنده‌ها نیز توسعه یافته‌اند که بازده مصرف سوخت بالاتری دارند و به جای کف گلخانه بر روی سازه نصب می‌شوند[1] (شکل۳).

شکل ۲- استفاده از کوره هوای گرم درگرمایش گلخانه تولید خیار.

1 - Jet Heater

شکل ۳- کاربرد دمنده هوای گرم در گرمایش گلخانه تولید توت فرنگی.

در این مقاله سامانه‌های گرمایشی حرارت مرکزی و حرارت موضعی از منظر کارایی و میزان مصرف سوخت در گلخانه مقایسه شده‌اند.

مواد و روش‌ها

برای محاسبه تلفات انرژی از گلخانه (رابطه ۱)، روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از جامع‌ترین آن-ها استفاده از دستورالعمل‌های فنی و استاندارد ملی سازه‌های گلخانه‌ای مانند نشریه فنی ضوابط و معیارهای طراحی و احداث گلخانه شماره ۴۷۴ است. طبق این استاندارد، مقدار انرژی لازم برای گرم نگه داشتن گلخانه برابر با مقدار انرژی تلف شده از گلخانه است که به نوع پوشش گلخانه، سطح بیرونی گلخانه که در معرض هوا قرار دارد، سرعت باد، وضعیت سازه گلخانه، دمای بیرون گلخانه و دمای مطلوب درون گلخانه، بستگی دارد.

$$L = L_{cover} + L_{frame} + L_{wind} \qquad (۱)$$

که در آن؛

L: تلفات کل ($kcal.h^{-1}$)

L_{cover}: تلفات پوشش ($kcal.h^{-1}$)

L_{frame}: تلفات سازه ($kcal.h^{-1}$)

L_{wind}: تلفات باد ($kcal.h^{-1}$)

هر یک از این تلفات به صورت زیر محاسبه می‌گردند:

تلفات پوشش

این تلفات میزان گرمای از دست رفته از سطح پوشش گلخانه را نشان می‌دهد و برای به‌دست آوردن آن از رابطه (۲) استفاده می‌شود (Anonymous, 2014a).

$$L_{cover} = U. A. (T_{inside} - T_{outside}) \quad (۲)$$

که در آن؛

U : ضریب انتقال حرارت پوشش ($kcal.h^{-1}.m^{-2}.{}^{\circ}C^{-1}$).

A : مساحت پوشش (m^2).

T_{inside} : دمای داخل گلخانه (°C).

تلفات سازه

علاوه بر تلفات حرارتی که از پوشش گلخانه خارج می‌شود، مقداری گرما هم بر اثر سایر اجزای گلخانه مانند قاب‌ها، شاسی، ناودانی‌ها، ستون‌ها، دریچه و سایر قسمت‌های سازه رخ می‌دهد که بایستی تلفات آن‌ها نیز محاسبه گردند. برای محاسبه آنها، مقدار تلفات به‌دست آمده از رابطه (۳) در ضریب ساخت گلخانه، ضرب شده و مقدار تلفات سازه محاسبه می‌گردد (Anonymous, 2014a).

$$L_{frame} = C. L_{cover} \quad (۳)$$

که در آن؛

L_{frame}: تلفات سازه

C : ضریب ساخت گلخانه.

L_{cover} : تلفات پوشش

AGROTECHNOLOGY

تلفات باد

برای محاسبه افت حرارتی ناشی از وزش باد و خروج هوای گرم از درز و شکاف‌های گلخانه، از رابطه (۴) استفاده می‌شود (Anonymous,1998a):

$$q_i=\rho_i N V[C_{pi} (t_i - t_o) + h_{fg} (W_i - W_o)] \quad (۴)$$

که در آن؛

q_i: افت حرارتی ناشی از تبادل هوای گلخانه (w)

ρ_i: چگالی هوای داخل گلخانه (kg/m^3)

C_{pi} : حرارت ویژه هوای داخل گلخانه ($J/kg.°C$)

N : تعداد تبادل هوای طبیعی در واحد زمان (h^{-1} یا s^{-1})

V : حجم داخل گلخانه (m^3)

h_{fg} : گرمای نهان تبخیر آب در درجه حرارت t_i برحسب J/kg

W_i : رطوبت نسبی هوای داخل گلخانه (kg_{water}/kg_{air})

W_o : رطوبت نسبی هوای خارج گلخانه (kg_{water}/kg_{air})

با توجه به پیچیدگی رابطه (۴)، این معادله به‌صورت زیر (رابطه ۵) ساده سازی شده است:

$$L_{wind} = 0.018. F_{wind}. N.V. (T_{inside} - T_{outside}) \quad (۵)$$

F_{wind} : ضریب سرعت باد ($kcal.m^{-3}. °C^{-1}$).

N : تعداد دفعات تبادل هوای درون گلخانه (h^{-1}).

V : حجم گلخانه (m^3).

میزان مصرف انرژی سالانه و کاهش مصرف انرژی در هر واحد گلخانه مطابق روابط (۶) و(۷) محاسبه گردید.

AGROTECHNOLOGY

$$C_T = SEC(\frac{MJ}{m^2}) \times A_g(m^2) \quad (۶)$$

$$Saving_{annual} = C_T \times Ra(\%) \quad (۷)$$

C_T: میزان مصرف انرژی حاصل از سطح مورد نظر واحد گلخانه ای (MJ)

A_g : مساحت مورد نظر واحد گلخانه‌ای (m^2)

Saving $_{annual}$: میزان مصرف انرژی صرفه جویی شده در سال (MJ)

Ra (%): میزان راندمان درصد صرفه جویی مصرف انرژی در هرسال

نرخ تبدیل هر لیتر معادل نفت‌گاز برابر ۳۷/۶۷ مگاژول (ترازنامه انرژی) و شاخص متوسط مصرف انرژی کشور ۷۵۷/۹۹ مگا ژول بر هرمترمربع درنظر گرفته شد (استاندارد ملی۱۴۳۰۰، ۱۳۸۸ و با استفاده از آن-ها، محاسبات برای گلخانه‌ها در مساحت‌های ۳۰۰۰ مترمربع، ۱ تا ۳ هکتار و ۵ تا ۱۰ هکتار انجام گرفت.

نتایج و بحث

اجرای سامانه‌های حرارت مرکزی به صورت استاندارد، باعث پایداری و توزیع یکنواخت دما در گلخانه، امکان تغییر نوع سوخت مصرفی در زمان در دسترس نبودن سوخت اصلی، ایمنی و راندمان بالا می‌گردد؛ ولی هزینه اولیه اجرای آن بالاست و این نکته باعث شده تا در مساحت‌های زیر ۸۰۰۰ متر مربع مقرون بصرفه نباشد(مطالعات مشترک طرح ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید اتحادیه سراسری گل وگیاه و شرکت بهینه سازی مصرف سوخت، ۱۳۹۳). در جدول (۱) میزان سرمایه‌گذاری اجرای طرح برای دو سیستم حرارت مرکزی و موضعی بر مبنای قیمت‌های اواخر سال ۱۳۹۶برآورد گردیده است.

جدول۱- هزینه اجرای سیستم حرارت مرکزی و موضعی

سطح کف گلخانه	حرارت مرکزی(میلیون ریال)	حرارت موضعی(میلیون ریال)
۳۰۰۰ متر مربع	۲۲۵۰	۶۰۰
۳ هکتار	۲۱۰۰۰	۶۰۰۰
۱۰ هکتار	۵۵۰۰۰	۲۰۰۰۰

چنانچه متوسط مصرف ویژه انرژی کشور برای کشت گلخانه‌ای سبزی و صیفی عدد ۷۵۷/۹۹ مگاژول بر هر متر مربع (استاندارد ملی ۱۴۳۰۰ ، ۱۳۸۸) و انرژی معادل هر لیتر نفت گاز برابر۳۷/۶۷ مگاژول در نظر گرفته شود، میزان کاهش مصارف جهت سه محدوده فوق با استفاده از روابط (۶) و (۷)، بشرح جدول (۲) خواهد بود.

جدول۲- کاهش مصارف سوخت سالانه معادل نفت گاز

سطح کف گلخانه	حرارت موضعی(هزار لیتر)	حرارت مرکزی(هزار لیتر)
۳۰۰۰متر مربع	۲۱	**۳۰**
۳ هکتار	۲۱۰	**۳۰۰**
۱۰ هکتار	۷۰۰	**۱۰۰۰**

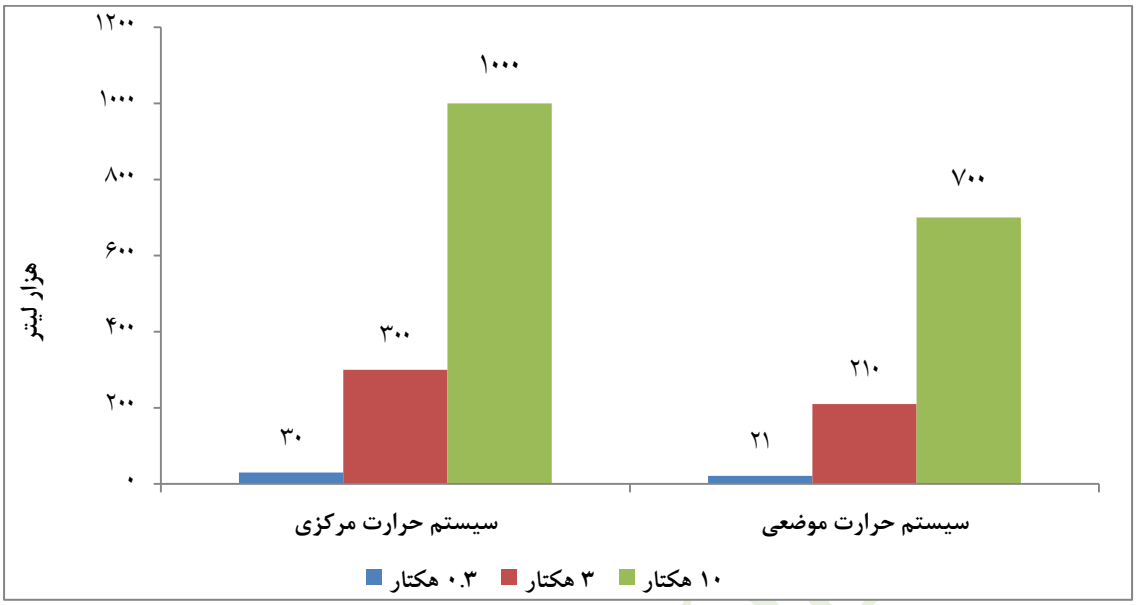
با درنظر گرفتن قیمت بین‌المللی هر لیتر نفت‌گاز معادل ۵۴ سنت (استعلام ازوزارت نفت، آگوست ۲۰۱۸)، ارزش صرفه‌جویی سالانه مطابق (جدول ۳) خواهد بود.

جدول۳- ارزش سالانه صرفه جویی مصرف سوخت در سیستم حرارت مرکزی و موضعی

سطح کف گلخانه	حرارت موضعی (هزار دلار)	حرارت مرکزی (هزار دلار)
۳۰۰۰متر مربع	۱۱/۳	**۱۶/۲**
۳ هکتار	۱۱۳/۴	**۱۶۲**
۱۰ هکتار	۳۷۸	**۵۴۰**

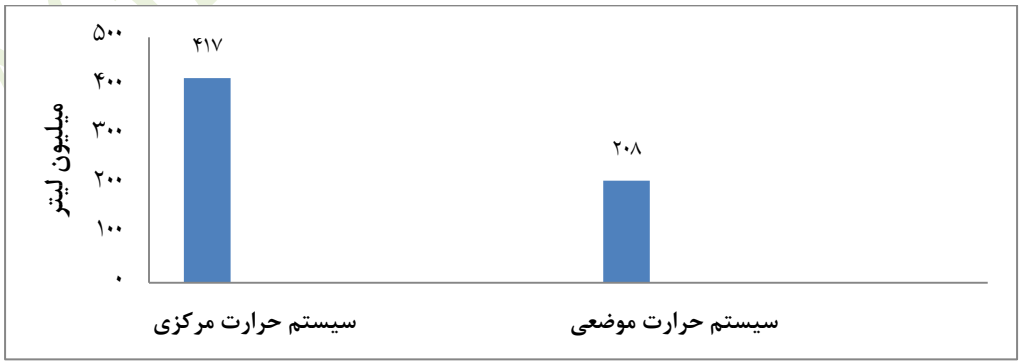
نکته قابل توجه این است که مقادیر محاسبه در جدول۵، تنها صرفه‌جویی ایجاد شده در مصرف سوخت بوده و اگر افزایش عملکرد محصول در واحد سطح نیز در نظر گرفته شود، مقادیر بسیار معنی‌دارتر خواهد بود.

شکل (۴) مصرف سوخت در دو سیستم حرارتی موضعی و مرکزی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود با افزایش مساحت گلخانه، کاهش مصرف سوخت زیادتر و در مساحت‌های پایین‌تر (۳۰۰۰متر مربع) کاهش مصرف سوخت ناچیز است.

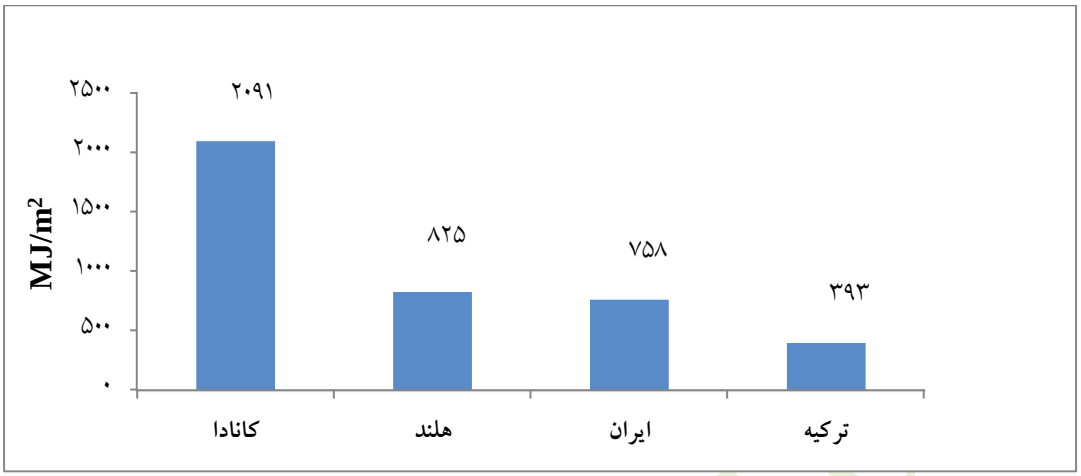


شکل۴- مقایسه مصرف سوخت در سه محدوده سطوح زیر کشت در دو سیستم گرمایشی

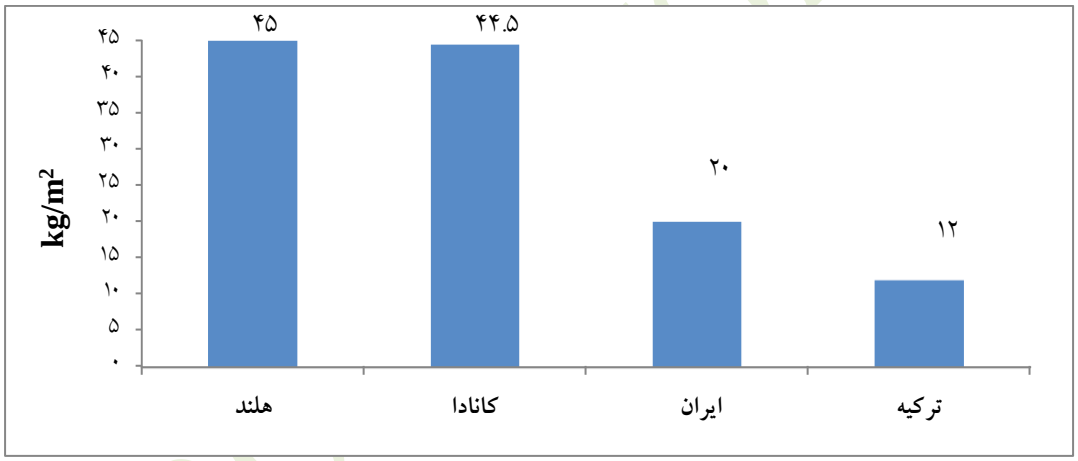
با استناد به گزارش ممیزی شرکت بهینه سازی مصرف سوخت در سال ۱۳۹۴، چنانچه از سطح کل سطح زیر کشت سبزی و صیفی گلخانه‌های کشور، ۳۴۷۱ هکتار را غیرمکانیزه در نظر گرفته شود، میزان کاهش مصرف سوخت معادل نفتگاز در دو سیستم مطابق شکل۵ خواهد بود . همان گونه که این شکل نشان می‌دهد بکارگیری سیستم حرارت مرکزی نسبت به سیستم حرارت موضعی بطور تقریبی، دو برابر کاهش مصرف سوخت را در برخواهد داشت. مقایسه این مصرف انرژی با کشورهای هلند، ترکیه و کانادا نشان می‌دهد شاخص متوسط مصرف انرژی ایران با هلند برابر است ولی شاخص عملکرد محصول ایران بسیار پایین‌تر است (شکل‌های۶ و ۷).



شکل۵- کاهش مصرف سوخت در دو سیستم برای سطح غیر مکانیزه کل کشور



شکل۶- شاخص متوسط مصرف انرژی چند کشور مورد مطالعه استاندارد ملی ۱۴۳۰۰

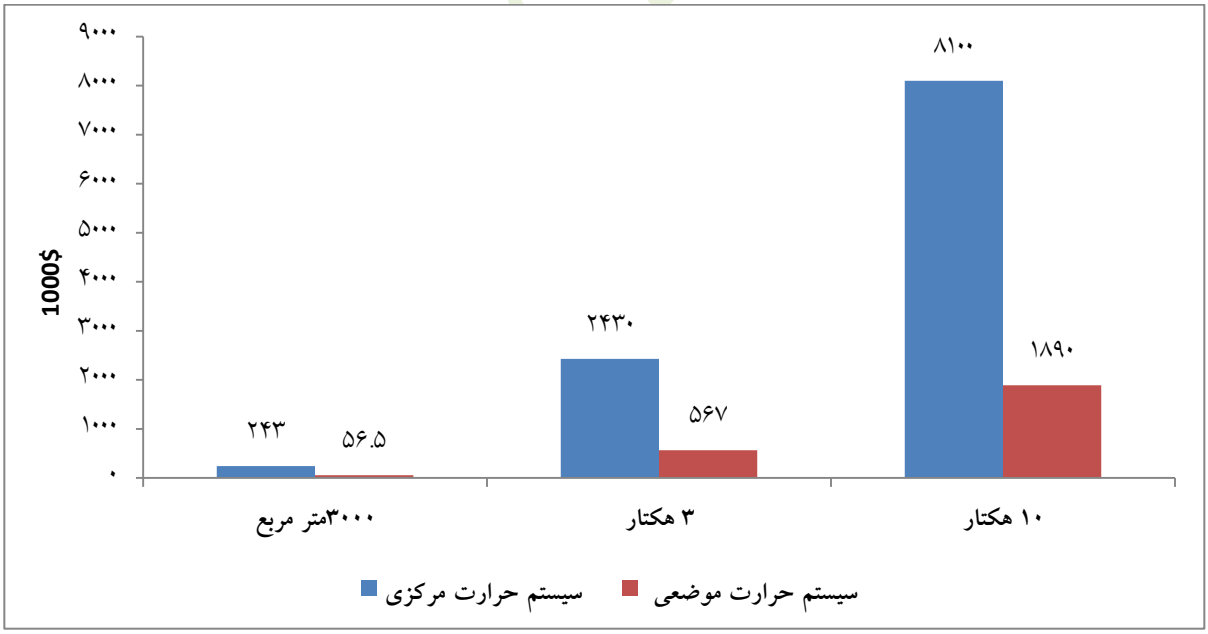


شکل ۷- شاخص عملکرد محصول در چند کشور مورد مطالعه استاندارد ملی ۱۴۳۰۰

اگر این مقدار برای سه سناریوی توسعه‌ای ۳۰۰۰ متر مربع، ۳ هکتار و ۱۰ هکتار درنظر گرفته شود نتایج مطابق (جدول ۴) می‌باشند. با توجه به عمر مفید سیستم حرارت مرکزی، میزان درآمد سیستم حرارت مرکزی در مدت طول بدست می‌آید (شکل ۸). با توجه به آمار معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی و رابطه نسبت درصد کشت مکانیزه به غیرمکانیزه، چنانچه این سطح به کشت استاندارد با سیستم گرمایشی مرکزی تغییر یابد در حدود ۴۱۷ میلیون لیتر صرفه‌جویی سالانه (معادل نفت‌گاز) خواهیم داشت و اگر با سیستم حرارت موضعی جایگزین در حدود ۲۰۸ میلیون لیتر سالانه صرفه جویی خواهد شد.

جدول۴- نتایج نهایی استفاده از سیستم حرارت مرکزی و موضعی در سه سناریوی توسعه‌ای

	سیستم حرارت مرکزی			سیستم حرارت موضعی		
	۳۰۰۰مترمربع	۳هکتار	۱۰هکتار	۳۰۰۰مترمربع	۳هکتار	**۱۰هکتار**
سرمایه گذاری (میلیون ریال)	۲۲۵۰	۲۱۰۰۰	۵۵۰۰۰	۶۰۰	۶۰۰۰	**۲۰۰۰۰**
کاهش مصرف سالانه سوخت معادل نفت‌گاز (هزار لیتر)	۳۰	۳۰۰	۱۰۰۰	۲۱	۲۱۰	**۷۰۰**
ارزش صرفه جویی سالانه (هزار دلار)	۱۶.۲	۱۶۲	۵۴۰	۱۱.۳	۱۱۳.۴	**۳۷۸**
عمر مفید (سال)		۱۵			۵	
درآمد در طی عمر مفید سیستم (هزار دلار)	۲۴۳	۲۴۳۰	۸۱۰۰	۵۶.۵	۵۶۷	**۱۸۹۰**



شکل۸- ارزش صرفه جویی در طی طول عمر مفید هر سیستم گرمایشی

نتیجه گیری نهایی

تغییر وضعیت سطوح کشت از حالت سنتی به حالت مکانیزه با ایجاد واحدهای گلخانه‌ای و رعایت اصول و راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی در این واحدها، علاوه بر بهبود عملکرد و سلامت محصول باعث بهبود کارایی مصرف انرژی و آب خواهد شد. نتایج نشان داده است که با رعایت اصول استاندارد، بکارگیری دو سیستم حرارت مرکزی و حرارت موضعی حداقل به ترتیب ۵۰٪ و ۳۵٪ کاهش مصرف انرژی در گلخانه را به دنبال دارد. اگر سطح کشت غیرمکانیزه کشور بطور یکپارچه (۳۴۷۱هکتار) با استفاده از سامانه گرمایشی متمرکز و یا موضعی بهینه سازی گردد با احتساب اثرات تجمیعی محاسن طرح به ترتیب در حدود ۴۱۷ و ۲۰۸میلیون لیتر صرفه‌جویی سالانه (معادل نفت‌گاز) خواهد شد.

فهرست منابع

بی‌نام. ۱۳۸۷. مبانی و ضوابط توسعه گلخانه‌ها، مبانی و ضوابط طراحی. نشریه شماره ۴۷۴.

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

بی‌نام. ۱۳۹۲. استاندارد ملی ۱۹۵۸۲، ممیزی انرژی سیستم‌های گرمایشی، شرکت بهینه سازان صنعت تأسیسات.

مؤمنی، د. ۱۳۹۶. بررسی شاخص‌های مصرف انرژی تولید خیار در گلخانه‌های استان تهران. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

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

مؤمنی، د. ۱۳۹۷. نقش تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی در توسعه پایدار کشت‌های گلخانه‌ای. مجله مهندسی کشاورزی، شماره ۱۰۶. تیر ۱۳۹۷، ص۳۲-۲۶.

Anonymous. 1996. National greenhouse manufacturer’s association standards for design loads in greenhouse structures. Available on: www.NGMA.com.

Anonymous. 2001. Greenhouses: Design and construction - Part 1: Commercial production greenhouses. EUROPEAN STANDARD ICS 65.040.30.

AGROTECHNOLOGY

InnoGreen: an International Company of Over 25 Years of Experience in Greenhouse

Peter Stradiot
Owner of InnoGreen
Wilselsesteenweg 35 - 3020 Herent
Email: peter@innogreen.be

InnoGreen has over twenty-five years of experience in greenhouse growing worldwide. Peter Stradiot, the owner and senior consultant is a Belgian agronomist with roots in the Dutch greenhouse sector. For the last eleven years he worked as a greenhouse consultant in Belgium, Netherlands, France, Spain, Italy, Canada, Argentina, Egypt, Pakistan, China, S-Korea, Morocco and Mexico.

Stradiot is the initiator of the crop-registration of tomatoes method world-wide used in practice as in research. This method evolved into the four-quadrant method of power and balance of the crop. Those methods are the basis for advice on distance on vegetable crops in greenhouses.

Knowledge transfer products

- Increase your profit by professional advice of InnoGreen
  - Crop consultancy in the greenhouse: We come along on pre-fixed times and advise you on: climate, irrigation, fertilization steering also advise on labor tasks and limit your risks on pests, disorders and diseases.
  - Crop consultancy at distance: you measure the plants and make photo's, also gather information of climate, substrate and I advise you weekly through TeamViewer.

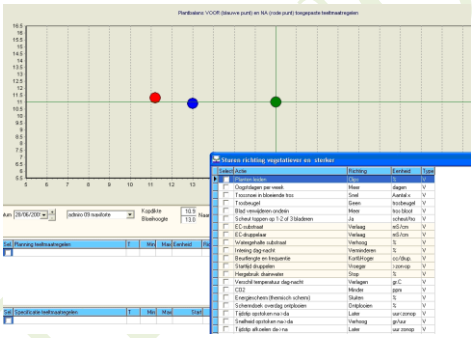
Data	crop A	crop B	crop C	PLAN	advise
Length growth	19	23	23	23	
Leaf length (cm)	39	50	40	45	
Leafs p. stem	16.7	18.7	12.9	17	
Leafs/m2	54.78	52.36	41.28	54.4	
Diameter head (mm)	9.9	9.9	11.1	11.2	Reduce T°C24 till 18.5 and 19.1
Variation head diameter	4	0.8	4.8	2	truss pruning on max 4 tomatoes next 3 weeks
Flowering height	12.9	21.2	15.2	20	limit average T°CN till 3°C under T°Cday
Variation flowering height	8	8.7	11.1	7	
Flowering truss	30.22	28.72	31.23	30.6	

- Training labor techniques through practice (Learning-by-doing)
- Training inexperienced growers to autonomous greenhouse growers in 6 months (knowledge and management training in greenhouse)

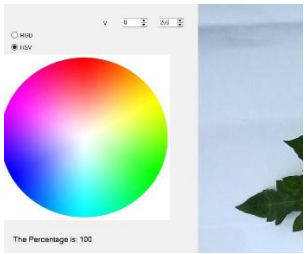
Plant knowledge products

- Save energy with the Plant Activity Sensor
- Irrigate just in time though Plant Activity Sensor

- Reach your crop objectives using Deligrow Crop Tracking
- Improve your crop steering and communication with Deligrow Risk Management



- Determine the LAI and color of the crop and keep the plant in balance summer and winter



- Follow the growth in the propagation period with Propagrow and deliver better plants

InnoGreen is also founder-member of the international advisors' group Cropex, with thirteen members. The group advises in tomato, pepper, cucumber, lettuce, eggplant, melon and also in BIO crops. More information at www.cropexgroup.com

More information at www.innogreen.eu

Unpowered Measured Irrigation Training Manual for Smallholders (more crops per drop)

Dr Bernie Omodei
Measured Irrigation
5/50 Harvey Street East, Woodville Park SA 5011
Email: bomodei@measuredirrigation.com.au

Introduction to Measured Irrigation (MI)

It is assumed that the smallholder is using drip irrigation (either pressurised or gravity feed) on a garden or a small plot of land. Using the Unpowered MI Controller (UMIC), you can upgrade your drip irrigation system so that all your plants are irrigated automatically. You can leave your garden unattended for weeks. This will allow you to become involved in other activities away from the garden; for example, travelling to the market to sell your produce.

Measured irrigation is a new method of irrigation scheduling that responds to the prevailing weather conditions. This means that you use much less water without affecting the yield.

Definition of Measured Irrigation

Measured irrigation is a drip irrigation scheduling method that implements two fundamental principles:

Variations in the application rate for each dripper throughout the year are controlled by the prevailing net evaporation rate (evaporation minus rainfall).

The volume of water emitted by each dripper during an irrigation event is controlled directly without the need to control the flow rate or the duration of the irrigation event.

How large can the plot be?

It is assumed that the smallholder has already established a drip irrigation system. Provided that the drip irrigation system is already working effectively, you can use one or more UMIC's to automate the irrigation system for any size plot.

1. Manual Measured Irrigation

To install manual MI, all that is needed is an evaporator and an adjustable dripper.

The **evaporator** is any container with vertical sides, with a surface area of at least 0.05 m^2, and a depth of at least 0.1 m.

Any **adjustable dripper** may be used. An ideal adjustable dripper is the Claber RainJet which can be purchased online from the Measured Irrigation website: www.measuredirrigation.com.au.

If you have a pressurized irrigation system with pressure compensating drippers, replace the adjustable control dripper a pressure compensating dripper.

1.1 Instructions for installing manual measured irrigation

Step 1. Draw a line on the inside of the evaporator about 1.5 cm below the overflow level. This line corresponds to the high level.

Draw a line on the inside of the evaporator about 1.5 cm below the overflow level

Examples of suitable evaporators

Step 2. Connect the adjustable dripper to the irrigation system and position the evaporator so that the adjustable drip drips water into the evaporator during irrigation. The adjustable dripper should be at the same level as the irrigation drippers. The adjustable dripper is called the **control dripper**.

Claber RainJet adjustable dripper

The adjustable dripper can be connected to a drip line using a Tee

Cut the drip line so that you can connect the Tee

Connect the Tee

The adjustable drip drips water into the evaporator during irrigation

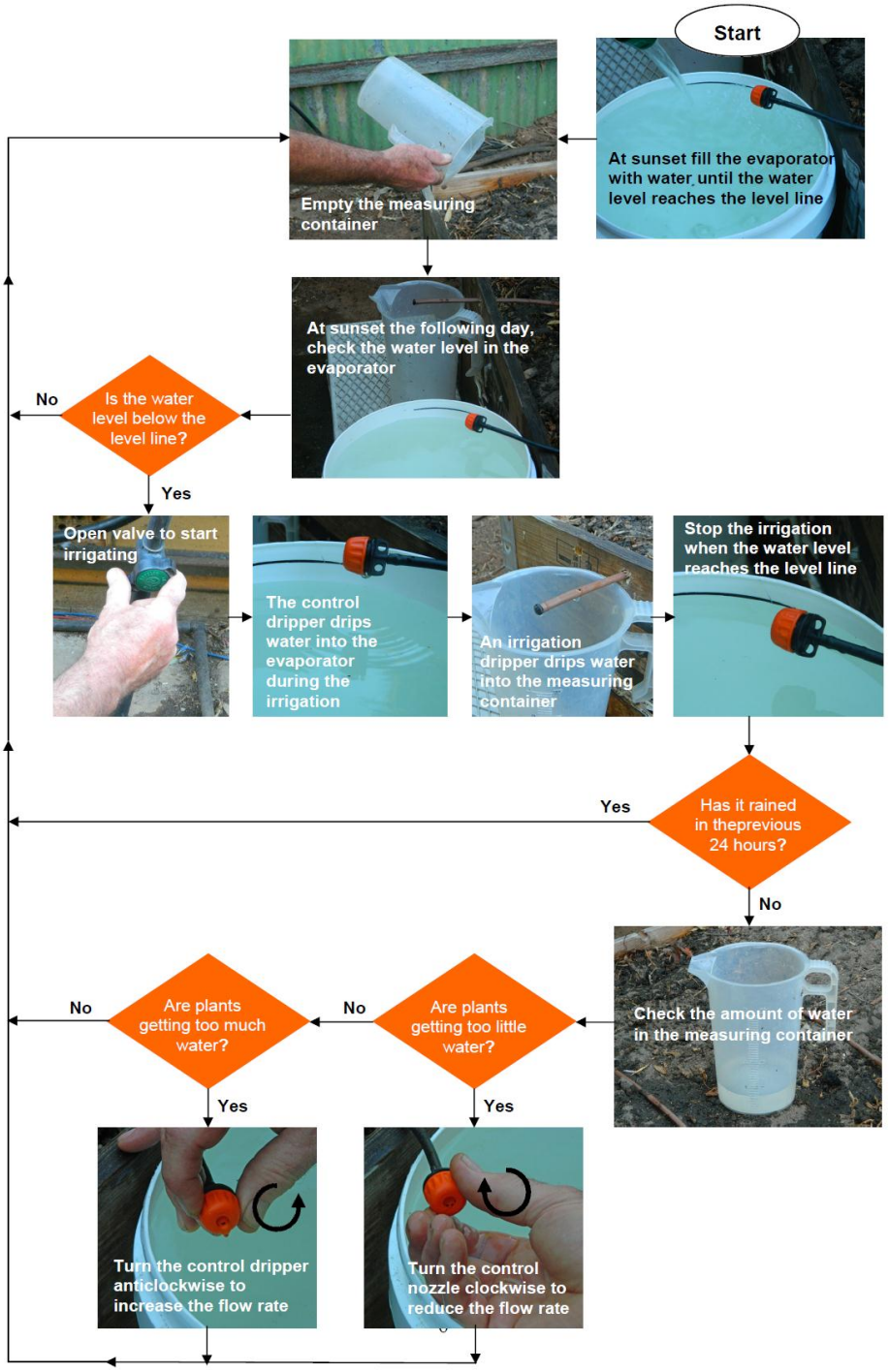
Step 3. Place a measuring container under one of the irrigation drippers.
Step 4. Adjust the control dripper so that flow rate is about the same as the flow rate of the irrigation drippers. Make sure that there is no air in the tube connected to the control dripper.

Place a measuring container under one of the irrigation drippers

Adjust the control dripper so that flow rate is about the same as the flow rate of the irrigation drippers

Step 5. You may wish to protect the evaporator to prevent animals drinking the water, but make sure that you do not impede the evaporation (chicken wire is ideal).

1.2 Flowchart for using manual measured irrigation



If you have a pressurised irrigation system with pressure compensating drippers, replace the adjustable control dripper by a pressure compensating dripper. You can alter the water usage by using a different combination of pressure compensating drippers for the control dripper, or by changing the surface area of the evaporation.

If your plants require less frequent watering, you may choose not to irrigate on certain evenings. For example, at sunset one day the water level is below the high level and you decide not to irrigate. At sunset the following day the water level will have fallen even further, and so when you irrigate the irrigation volume will be the sum of the irrigation volumes for both days. Changing the irrigation frequency does not affect the total amount of water used for irrigation during the growing season.

If the garden requires more frequent watering, you may choose to irrigate at the middle of the day as well as at sunset (for example, if the weather is very hot and dry).

Garden beds being irrigated by manual MI

2. Unpowered Measured Irrigation Controller (UMIC)

2.1 Instructions for installing the UMIC

Installing the Unpowered MI Controller is incredibly simple. Start with any drip irrigation application, either pressurised or gravity feed. Before installing the controller, it is assumed that the irrigation is operated manually by opening and closing the main valve.

Start with any drip irrigation application

Step 1. Remove the UMIC from the shipping carton and screw the elbow onto the threaded outlet from the UMIC.

Step 2. Position the evaporator in a suitable location so that the evaporation matches the evaporation in your garden.

Step 3. Cut the water supply pipe and connect one end to the UMIC inlet (next to the magnetic valve), and the other end to the UMIC outlet (next to the adjustable control dripper). If you have a pressurized irrigation system you will need to use hose clamps.

Cut the water supply pipe

Connect UMIC inlet

Connect UMIC outlet

Step 4. Position the float shaft so that it points vertically up. Position the adjustable control dripper so that it will drip water into the evaporator during the irrigation.
Step 5. Rotate the two aluminum float guides so that they are vertical and then tighten the two wing-nuts.

Float shaft must be vertical

Float guides are vertical

Tighten the wing-nuts

Step 6. For gravity feed application you may need to adjust the height of the evaporator so that the control dripper is at the same level as the irrigation drippers. Use a spirit level to ensure that the evaporator is horizontal. Then use the spirit level to ensure that the float shaft is vertical. The float shaft must be vertical so that there is minimal friction between the float and the float shaft.
Step 7. Slide the float over the float shaft so that the clear tube attached to the float is uppermost.
Step 8. Open the main valve and the irrigation starts. The adjustable control dripper drips water into the evaporator. Adjust the control dripper so that flow rate is about the same as the flow rate of the irrigation drippers. If you have a pressurised irrigation system with pressure compensating drippers, replace the control dripper with one of the irrigation drippers.

Slide the float over the float shaft

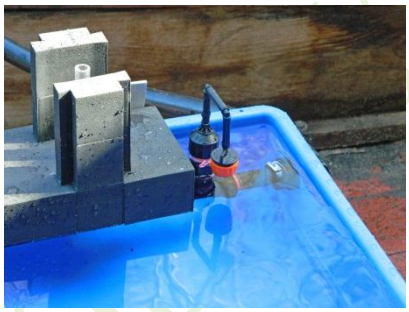
Open the main valve and the irrigation starts

Adjust the control dripper

Fill the evaporator

Step 9. Fill the evaporator with water until the magnetic valve closes and the control dripper stops dripping.
Step 10. The float falls as water slowly evaporates from the evaporator. When the float reaches the low level, the irrigation starts automatically. The float rises as the control dripper drips water into the evaporator. When the float reaches the high level the irrigation stops automatically. The cycle continues indefinitely.

The irrigation starts when the float reaches the low level



The irrigation stops when the float reaches the high level

Step11. You may wish to protect the evaporator to prevent animals drinking the water, but make sure that you do not impede the evaporation (chicken wire is ideal).
The UMIC is completely automatic and does not need any electricity. Furthermore, it is a smart controller because the application rate from each dripper is controlled by the prevailing weather conditions. In fact, the application rate (liters per week for example) is directly proportional to the net evaporation rate (that is, evaporation minus rainfall). You can adjust the water usage (application rate) by adjusting the control dripper. You can adjust the irrigation frequency by adjusting the slides on the float.
Most irrigation controllers need to be programmed and so they cannot respond to an unexpected heat wave. The UMIC responds to an unexpected heat wave. If the evaporation rate doubles then so does the application rate.

Adjust the control dripper to suit the water requirements of your plants

When it rains water enters the evaporator and delays the start of the next irrigation.
If your plants need more water, rotate the control dripper clockwise. If your plants need less water, rotate the control dripper anticlockwise.
Because the UMIC is so simple, there are fewer things to go wrong.

2.2 How to the adjust irrigation frequency

The float on the UMIC has two slides that can be moved up or down in order to adjust the irrigation frequency.

20 mm gap between the bottom of the float and the bottom of the slides

50 mm gap between the bottom of the float and the bottom of the slides

The second smaller float increases the options for the irrigation frequency.
The following table shows the irrigation frequency for various positions of the slides for both the large float and the small float. The irrigation frequency is controlled by the net evaporation from the evaporator between irrigation events.

Table 1. Irrigation frequency (UMIC)

Gap in mm between the bottom of the float and the bottom of the slides	Net evaporation in mm between irrigation events with large float	Net evaporation in mm between irrigation events with small float
Slides removed	10	13
0	9	11
10	9	10
20	9	10
25	9	10
30	8	20
35	8	24
40	26	27
45	32	31
50	35	34
55	40	38
60	45	42

Provided that the water level in the evaporator is between the low level and the high level, you can start the irrigation manually at any time by pressing the float down.
For example, you may wish to irrigate at sunset each day assuming that the water level is between the low level and the high level at sunset. Simply push the float down at sunset to start irrigating.

You can delay the next irrigation or stop the irrigation at any time by removing the float. The irrigation cannot start again until the float is replaced.
It is important to realize that when you adjust the irrigation frequency by adjusting the slides, the water usage (liters per week for example) does not change. Both the irrigation frequency and the water usage are directly proportional to the net evaporation rate.

2.3 How to use the control dripper to adjust water usage

1. Position an empty measuring container under one of the irrigation drippers so that water drips into the container during the irrigation.

2. At the end of the irrigation check the amount of water in the measuring container.

3. If your plants are not getting enough water, turn the control dripper clockwise to reduce the flow rate of the control dripper.

4. If your plants are getting too much water, turn the control dripper anticlockwise to increase the flow rate of the control dripper.

Changing the water usage does not change the irrigation frequency

Changing the irrigation frequency does not change the water usage

This is important because it means that the water usage and the irrigation frequency can be adjusted independently.

2.4 UMIC flow rate

The UMIC can be used for pressures ranging from 5 kPa to 800 kPa.
The maximum UMIC flow rate when the input pressure is 100 kPa is 980 L/h.
The following table shows the maximum UMIC flow rate for gravity feed input pressures ranging from 5 kPa (0.5 metres head) to 20 kPa (2 metres head).

For some drip irrigation applications you may need more than one UMIC to provide an adequate flow rate from the drippers. Subdivide your irrigation application into the same number of zones as the number of UMIC's so that each zone has approximately the same water requirement. Within each zone the drippers should be at approximately the same level. For each zone install a UMIC as described in Section 2.1.

Table 2. Flow rate (UMIC)

Input pressure in kPa	Maximum UMIC flow rate in L/h
5	116
6	136
7	155
8	173
9	190
10	206
11	221
12	235
13	248
14	260
15	272
16	283
17	293
18	303
19	312
20	321

3. Soil Moisture

3.1 Soil moisture probe

The amount of water that your plants need will depend on many factors in addition to the weather. For example, as the plants grow and become bigger they will need more water. Plants growing in sandy soil will need more water than plants growing in heavy soil.

An angle grinder can be used to make a long slot in a length of steel pipe

After the irrigation event hammer the steel pipe into the soil near a dripper so that the slot faces the dripper.

Remove the steel pipe from the soil and use the slot to inspect the moisture level in the soil and the position of the wetting front.

AGROTECHNOLOGY

To take account of all these additional factors, you may need a soil moisture probe is to check the moisture level in the soil at various depths. A very simple soil moisture probe is a length of steel pipe with a long slot. I suggest that the diameter of the pipe be between 30 and 40 mm. An angle grinder can be used to cut a long slot in the steel pipe to that you can inspect the soil inside the pipe. I suggest that the width of the slot be about 13 mm. You can also use the angle grinder to sharpen the end of the soil moisture probe to make it easier to hammer into the ground.

A suitable soil moisture probe may be purchased online from the Measured Irrigation website www.measuredirrigation.com.au

By checking the moisture level in the soil through the slot in the steel pipe, you can decide whether your plants have been irrigated with too much or not enough water.

After the irrigation event hammer the steel pipe into the soil near a dripper so that the slot face the dripper.

Remove the steel pipe from the soil and use the slot to inspect the moisture level in the soil and the position of the wetting front. You may wish to use the slot to remove some soil from the pipe and to squeeze the soil sample between your fingers.

Place a measuring container under one of the irrigation drippers

Dripper control volume in the measuring container

Fill the evaporator with water until the water level reaches the high level

3.2 Irrigation scheduling for manual measured irrigation

Irrigation scheduling and water usage should take account of soil type and the depth of the root zone.

When you use manual MI, you check the water level in the evaporator at sunset each day, and if the water level is below the high level, you start irrigating and you stop irrigating when the water level reaches the high level. This method of irrigation scheduling is called **sunset scheduling**.

For plants with deep roots or for plants in clay soils, it is preferable to irrigate with more water less frequently to enable the water to reach the bottom of the root zone. Between irrigation events the soil near the surface is allowed to dry out, but there should still me moisture in the root zone. If you decide that your plants need irrigating less frequently than daily (for example, once a week), then **root zone scheduling** is recommended.

Step by step instructions for root zone scheduling for manual MI:

Step 1. Allow the soil to dry out over several days until the soil is dry between the surface and the bottom of the root zone (use a soil moisture probe).

Step 2. Place a measuring container under one of the irrigation drippers to collect the water and start irrigating. During the course of the irrigation, regularly check the depth of the moisture below various drippers (use a soil moisture probe). Stop the irrigation as soon as the moisture is close to the bottom of the root zone. Record the volume of water in the measuring container. This is called the **dripper control volume** and it is the volume of water required to moisten dry soil below a dripper from the surface to the bottom of the root zone. Record the dripper control volume for future reference.

Step 3. Fill the evaporator with water until the water level reaches the high level.

Step 4. Allow the soil to dry out over several days until the soil is dry between the surface and the bottom of the root zone (use a soil moisture probe). While the soil is drying, the water level is the evaporator is falling due to evaporation. When the soil is dry between the surface and the bottom of the root zone, mark a line on the inside of the evaporator corresponding to the water level. This line indicates the **low level**. The gap between the high level and the low level is the evaporation required to the dry out the soil from the surface to the bottom of the root zone.

While the soil is drying, the water level is the evaporator is falling due to evaporation

Mark the low level with a line

High level and low level

Step 5. Empty the measuring container and place it below one of the irrigation drippers. Start irrigating by turning on the main valve. Stop irrigating when the water level in the evaporator reaches the high level.

Empty the measuring container

Start irrigating

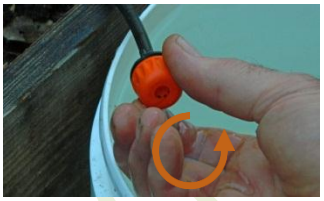
Stop irrigating when the water level reaches the high level

Step 6. Check the volume of water in the measuring container. If the volume in the measuring container is less than the dripper control volume then the moisture below a dripper is unlikely to have reached the bottom of the root zone. So reduce the flow rate of

the control dripper (to increase the duration of the irrigation event) in preparation for the next irrigation. If the volume in the measuring container is more than the dripper control volume then the moisture below a dripper is likely to extend beyond the bottom of the root zone. So increase the flow rate of the control dripper (to decrease the duration of the irrigation event) in preparation for the next irrigation.

Check the volume of water in the measuring container.

If volume in the measuring container is less than the dripper control volume, turn the control dripper clockwise to reduce the flow rate of the control dripper.



If the volume in the measuring container is more than the dripper control volume, turn the control dripper anticlockwise to increase the flow rate of the control dripper.

If you are using pressurized irrigation with **pressure compensating drippers**, replace the adjustable control dripper by a pressure compensating dripper. You can adjust the water usage by using a different combination of pressure compensating drippers for the control dripper. Alternatively, you can adjust the water usage by adjusting the surface area of evaporation. You can increase the water usage by increasing the surface area of evaporation by using a larger container for the evaporator. You can decrease the water usage by decreasing the surface area of evaporation (for example, by using a smaller container for the evaporator or by placing full bottles of water in the evaporator).

Step 7. Check the water level in the evaporator daily. When the water level is below the low level, repeat Steps 5, 6 and 7.

After a few adjustments to the control dripper, the water usage should stabilise at an appropriate level for the plants at their current stage of growth and no further adjustments of the control dripper are required. The volume of water in the measuring container after each irrigation event should be approximately the same as the dripper control volume recorded in Step 2. It is preferable that the above steps are done in a period when there is no rain.

As your crop grows and the water requirement of the crop changes, you may wish to repeat root zone scheduling to adjust water usage.

3.3 Irrigation scheduling for the UMIC

For plants with deep roots or for plants in clay soils, it is preferable to irrigate with more water less frequently to enable the water to reach the bottom of the root zone. Between irrigation events the soil near the surface is allowed to dry out, but there should still me moisture in the root zone.

Step by step instructions for root zone scheduling for UMIC:

Step 1. Allow the soil to dry out over several days until the soil is dry between the surface and the bottom of the root zone (use a soil moisture probe).

Step 2. Place a measuring container under one of the irrigation drippers to collect the water and empty the evaporator to start irrigating. During the course of the irrigation, regularly check the depth of the moisture below various drippers (use a soil moisture probe). Stop the irrigation as soon as the moisture is close to the bottom of the root zone. Record the volume of water in the measuring container. This is called the **dripper control volume** and it is the volume of water required to moisten dry soil below a dripper from the surface to the bottom of the root zone. Remember to record the dripper control volume for future reference.

Place a measuring container under one of the irrigation drippers

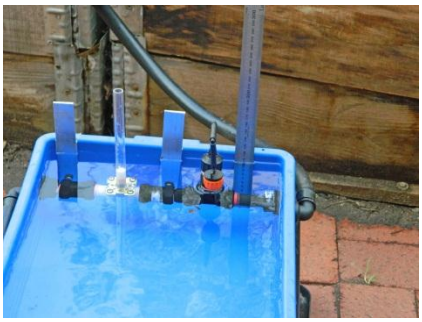
Dripper control volume in the measuring container

Step 3. Fill the evaporator with water until the magnetic valve closes and the control dripper stops dripping. Measure the depth of water in the evaporator at the high level.

Fill the evaporator with water until the water level reaches the high level

Measure the depth of water in the evaporator at the high level

Step 4. Remove the float and allow the soil to dry out over several days until the soil is dry between the surface and the bottom of the root zone (use a soil moisture probe). While the soil is drying, the water level is the evaporator is falling due to evaporation. When the soil is dry between the surface and the bottom of the root zone, measure the depth of water in the evaporator at the low level. The difference between the high level and the low level is the number of mm's of water that needs to evaporate to the dry out the soil from the surface to the bottom of the root zone. This is referred to as the **root zone scheduling evaporation.**



While the soil is drying, the water level is the evaporator is falling due to evaporation

Measure the depth of water in the evaporator at the low level

Step 5. The float on the UMIC has two slides that can be moved up or down in order to adjust the irrigation frequency (see Section 2.2). Use UMIC Table 1 to adjust the position of the sliding feet so that interval between irrigation events corresponds to the root zone scheduling evaporation in Step 4.

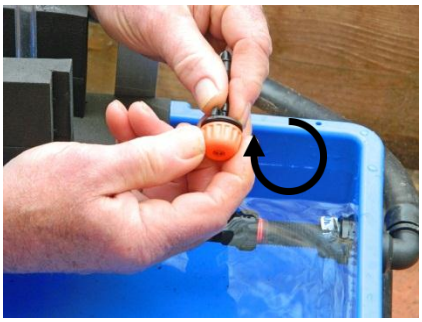
Step 6. Turn on the main valve and add water to the evaporator until the irrigation stops. Empty the measuring container and place it below one of the irrigation drippers. Carefully remove water from the evaporator until the irrigation starts when the water level reaches the low level. The irrigation stops automatically when the water level reaches the high level.

Empty the measuring container

Remove water from the evaporator until the irrigation starts

The irrigation stops automatically when the water level reaches the high level

Step 7. Check the volume of water in the measuring container. If the volume in the measuring container is less than the dripper control volume then the moisture below a dripper is unlikely to have reached the bottom of the root zone. So reduce the flow rate of the control dripper (to increase the duration of the irrigation event) in preparation for the next irrigation. If the volume in the measuring container is more than the dripper control volume then the moisture below a dripper is likely to extend beyond the bottom of the root zone. So increase the flow rate of the control dripper (to decrease the duration of the irrigation event) in preparation for the next irrigation.



If volume in the measuring container is less than the dripper control volume, turn the control dripper clockwise to reduce the flow rate of the control dripper.

If the volume in the measuring container is more than the dripper control volume, turn the control dripper anticlockwise to increase the flow rate of the control dripper.

If you are using pressurised irrigation with **pressure compensating drippers**, replace the adjustable control dripper by a pressure compensating dripper. You can adjust the water usage by using a different combination of pressure compensating drippers for the control dripper. Alternatively, you can adjust the water usage by adjusting the surface area of evaporation. You can increase the water usage by increasing the surface area of evaporation by connecting a second container to the evaporator via a connecting tube at the bottom of the containers. You can decrease the water usage by decreasing the surface area of evaporation (for example, by placing full bottles of water in the evaporator).

After a few adjustments to the control dripper, the water usage should stabilize at an appropriate level for the plants at their current stage of growth and no further adjustments of the control dripper are required. The volume of water in the measuring container after each irrigation event should be approximately the same as the dripper control volume recorded in Step 2. It is preferable that the above steps are done in a period when there is no rain.

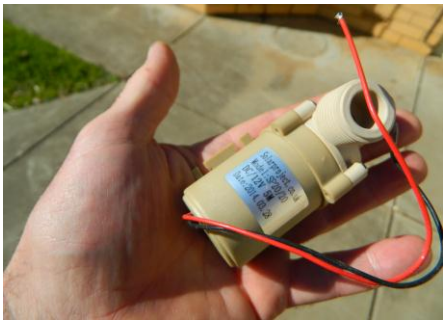
As your crop grows and the water requirement of the crop changes, you may wish to repeat root zone scheduling to adjust water usage.

4. Using a Solar Pump to Fill a Header Tank

You can use a solar panel and a small submersible pump to automatically pump water from your farm pond (or from a rainwater tank, lake or river) to a header tank. The pump should be protected by a voltage regulator.

An ideal pump including a voltage regulator is available from the Online Shop at the Measured Irrigation website https://www.measuredirrigation.com/shop-1

This brilliant submersible baby pump is 12 volt 14 watt.



Submersible baby pump

A 20 watt solar panel is required to operate the pump directly without using a battery. You may need more than one pump to fill the header tank. For each additional pump you will require an additional 20 watt solar panel connected directly to the pump. Each solar panel should be connected to one pump only.
There is a major advantage of using multiple baby pumps compared with a single pump of equivalent power. If one of the pumps fails, the remaining pumps can continue to operate while you replace the broken pump.
The pumps will operate whenever there is adequate sunlight on the solar panels. There should be an overflow on the header tank so that excess water is returned to the farm pond.
When you submerge the pump (or pumps) in the farm pond, you should attach a filter to the inlet to the pumps. The inlet to the filter should be at least 15cm above the bottom of the pond to avoid clogging the filter with the sediment on the bottom of the pond.

How many pumps do you need?
If the pumping head is less than 3 metres, then all the pumps should be connected in parallel. The flow rate with two pumps will be twice the flow rate of one pump. The flow rate with three pumps will be three times the flow rate of one pump, and so forth.

Two pumps connected in series to create a double pump. A filter is connected to the inlet of the first pump.

If the pumping head is greater than 3 metres and you need a second pump, then the second pump should be connected in series with the first pump to create a **double pump.** If additional pumping is still required, you will need two additional pumps connected in series to create a second double pump. The second double pump should be connected in parallel with the first double pump. Remember that each pump should have a separate 20 watt solar panel for its power supply.
If you want to use fewer solar panels to provide sufficient power for your pumps, you will need to use a suitable battery and battery charger. The solar panels will then charge the battery during sunlight hours and the battery will be used to provide the power to the pumps as required.
For solar-unpowered measured irrigation, see the **DIY Solar Measured irrigation Training Manual for Smallholders.**

Uploaded Videos on:

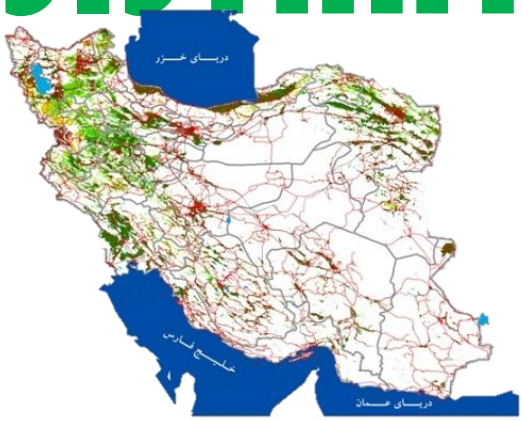
YouTube **Aparat** **LinkedIn**

شرکت زیست سامانه پردیس
پیمانکار امور باغبانی و گلخانه
همدان – خیابان بوعلی‌سینا
ساختمان پارک علم و فناوری – واحد ۱۶
۰۸۱-۳۸۲۴۸۳۳۲ و ۰۹۱۸۱۱۱۴۶۵۱
www.pardis.agrimechanization.com

- ✓ طراحی، ساخت، تجهیز و تعمیر گلخانه
- ✓ مدیریت گلخانه و تولید محصول سالم
- ✓ احداث و اصلاح باغ
- ✓ طراحی، اجرا و نگهداری فضای سبز
- ✓ اجرای آبیاری قطره‌ای
- ✓ همکاری در طرح «گلخانه‌های فضایی» مصوب اتحادیه اروپا در افق ۲۰۲۰
- ✓ طراحی و ساخت اتاقک رشد در مقیاس کوچک (گلخانه هوشمند خانگی)
- ✓ پذیرش در پارک علم و فناوری استان همدان با طرح "گلخانه هوشمند خانگی"

Agricultural Mechanization FARMER ASSISTANT

- ✓ مدلسازی رشد گیاه
- ✓ مدلسازی الگوی کشت
- ✓ تحلیل سیستم‌های کشاورزی
- ✓ اتوماسیون گلخانه
- ✓ توسعه سامانه همیار کشاورز
- ✓ تهیه اطلس و نقشه
- ✓ انجام امور مرتبط با آزمون و ارزیابی ماشین‌های کشاورزی
- ✓ تهیه طرح‌های توجیه اقتصادی
- ✓ همکاری در طرح‌های کشت فراسرزمینی
- ✓ ارائه محتوای آموزشی و ترویجی کشاورزی
- ✓ انتشار نشریات الکترونیکی



Agricultural Mechanization
www.agrimechanization.com
مکانیزاسیون کشاورزی

innogreen
www.innogreen.be
شرکت بلژیکی با بیش از ۲۵ سال سابقه فعالیت بین‌المللی
ارائه دانش فنی گلخانه‌داری
تأمین تجهیزات روز گلخانه
زیر نظر مهندس مجرب P. Stradiot