اولین کارگاه فنی ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای
۲۶ مهرماه ۱۳۸۶

بررسی مدیریت آبیاری و کارایی مصرف آب در گلخانه‌ها و مسایل و چالشها

حسین دهقانی سانیج[۱]، قاسم زارعی[۱] و نادر حیدری[۲]

چکیده

از مهمترین اهداف توسعه گلخانه‌ها در کشور ارتقاء بهره‌وری تولید و بالا بردن کارایی مصرف آب است. افزایش بهره‌وری آب اصولا از دو طریق امکان پذیر است: (۱) نگاه داشتن میزان تولید محصول در سطح کنونی توأم با کاهش آب مصرفی و (۲) افزایش عملکرد به ازای واحد آب مصرفی، بدین معنی که با حفظ منابع آبی موجود میزان محصول تولیدی را افزایش دهیم. در اینجا آنچه که در گلخانه مد نظر می‌باشد، افزایش عملکرد به ازای واحد آب مصرفی است. در رابطه با مدیریت آبیاری، میزان آب مصرفی، نیاز آبی و غیره، در دنیا مطالعات متعددی انجام یافته است تا آب آبیاری با حداکثر راندمان ممکن در اختیار گیاهان گلخانه‌ای قرار گیرد. لیکن، نتایج بررسی‌ها که از منابع داخلی بدست آمد، نشان دهنده آن است که در این زمینه‌ها تحقیق قابل توصیه‌ای انجام نگرفته است و توصیه مشخصی در خصوص آب مورد نیاز گیاهان گلخانه‌ای وجود ندارد. از طرفی با توجه به اینکه مقدار آب مورد نیاز برای تولید محصولات گلخانه‌ای در مناطق و اقالیم مختلف کشور متفاوت است، لذا به بررسی‌های بیشتری در این زمینه نیاز است. هدف از مطالعه حاضر بررسی روند توسعه زراعت‌های گلخانه‌ای در کشور و مروی بر کارایی مصرف آب در آنها و نیز شناسایی مسایل و مشکلات آنها در راستای مدیریت آبیاری و بهبود بهره وری آب و نهایتاً ارائه توصیه های کاربردی در این زمینه بوده است.

کلمات کلیدی: گلخانه، مدیریت آبیاری، کارایی مصرف آب، نیاز آبی.

مقدمه

بخش کشاورزی عمده ترین مصرف کننده منابع آب کشور می‌باشد. با توجه به روند رشد جمعیت و محدود بودن منابع آب قابل استحصال، این بخش در تامین امنیت غذایی با چالش تولید بیشتر محصولات کشاورزی به ازای مصرف آب کمتر مواجه است. در دهه‌های اخیر، کشت در محیط‌های کنترل شده و یا به اصطلاح گلخانه که

[۱]- اعضاء هیات علمی بخش تحقیقات مهندسی آبیاری تحت فشار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج
[۲]- عضو هیات علمی بخش تحقیقات مهندسی آبیاری سطحی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج

امکان تولید محصولات مختلف در شرایط متنوع آب و هوایی و ویژگی‌های مختلف خاک و آب آبیاری را فراهم می‌آورد، به عنوان راهکاری موثر در افزایش تولید با مصرف آب کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این در حالی است که زراعت‌های گلخانه‌ای در بسیاری از کشورهای جهان که حتی با محدودیت منابع آبی مواجه نیستند، به عنوان بخش نسبتاً پایدار برای تولید محصولات کشاورزی توسعه یافته است.

در توسعه گلخانه‌ها اهداف مختلفی دنبال می‌شود. شاید مهمترین هدف از سرمایه‌گذاری‌ها و تخصیص اعتبارات کلان در این زمینه، مقابله با پدیده بیکاری از طریق تولید محصولات کشاورزی باشد. به نظر می‌رسد که علیرغم اهمیت آن، ارتقاء بهره‌وری تولید و بالا بردن کارایی مصرف آب در گلخانه‌ها، از اهداف جانبی این کار است. عرضه مستمر محصولات سبزی و صیفی در طول چهار فصل سال و نقشی که این محصولات در ایجاد سلامتی و کیفیت تغذیه مردم دارند، اهمیت گلخانه‌ها را افزایش داده است. برداشت محصول فراوان از مساحت کم، بهره‌وری بالای عوامل تولید به ویژه آب و خاک در این صنعت، از مزایای آن در مقایسه با تولید محصولات مشابه در فضای باز است.

در ایران ایجاد اشتغال برای فارغ‌التحصیلان کشاورزی، افزایش بهره‌وری منابع تولید، توسعه پایدار تولیدات کشاورزی، مقابله با بحران آب، از اهداف مهمی هستند که در راستای حل آنها برنامه‌ریزی‌های متعددی شده است. از گزینه‌های مناسب در جهت نیل به این اهداف می‌تواند توسعه گلخانه‌ها در نقاط مختلف کشور باشد که تا حدودی به عنوان راه حل پیشنهاد گردیده و در حال اجراء می‌باشد.

همسان نبودن ضرورت توسعه زراعت‌های گلخانه‌ای در کشورهای مختلف و همچنین، روند توسعه آنها باعث گردیده است تا ساختار گلخانه‌ها در کشورهای مختلف تا اندازه‌ای متفاوت باشد و در نتیجه آن نیز نیازهای تحقیقاتی تا حدودی متفاوت باشد. از طرفی عواملی همچون تغییرات اقلیمی که از فاکتورهای بسیار موثر روی نیاز آبی می‌باشند، باعث می‌گردد تا پاره‌ای از تحقیقات به انجام رسیده در سایر کشورها نیاز به تکرار مجدد داشته باشند.

افزایش بهره‌وری از آب اصولا از دو طریق امکان پذیر است: (۱) به ازاء ثابت نگاه داشتن میزان تولید محصول در سطح کنونی و کاهش آب مصرفی و (۲) افزایش عملکرد به ازاء واحد آب مصرفی، بدین معنی که با حفظ منابع آبی موجود میزان محصول تولیدی را افزایش دهیم (Zwart and Bastiaanssen, 2004). در اینجا آنچه که در گلخانه مد نظر می‌باشد، افزایش عملکرد به ازاء واحد آب مصرفی است.

معمولا اصطلاح کارایی (راندمان) مرتبط با نسبت یک ورودی به یک خروجی است. در کشاورزی آبی چندین پارامتر از جمله کارایی (راندمان) انتقال آب، راندمان آب کاربردی و راندمان آبیاری وجود دارد که در تمامی آنها ورودی‌ها و خروجی‌ها صرفاً میزان آب بر حسب واحد عمق یا حجم آب می‌باشد. واژه کارایی مصرف آب (Water Use Efficiency, WUE) که در برخی منابع از آن به عنوان بهره‌وری آب گیاه (Crop Water Productivity, CWP) نیز نام برده شده است، برای نشان دادن رابطه کمی میان رشد (عملکرد) گیاه و میزان آب مصرفی به‌کار می‌رود. این واژه غالبا در دو زمینه زراعت و مهندسی تعریف می‌شود. یک متخصص زراعت بایستی تمرکز بیشتری بر روی کارائی آب در منطقه توسعه ریشه برای تعرق گیاه و همچنین تبدیل عملکرد

گیاه به یک محصول بازارپسند داشته باشد. در عوض یک مهندس بایستی تمرکز بیشتری بر روی کارائی آب تحویل داده شده به خاک داشته باشد (Schmidt, 2001). دوایت (De Wite, 1958) اولین کسی بود که CWP را به صورت نسبت میزان عملکرد گیاه (برحسب کیلوگرم) به میزان تعرق گیاه (برحسب مترمکعب) بیان نمود. ویتس (Viets, 1962) CWP را برای نشان دادن نسبت عملکرد گیاه به مقدار آب مورد استفاده گیاه به کار برد. مولدن (Molden, 1997) یک تعریف وسیعی از CWP برای تحلیل آب مورد استفاده در سطوح مختلف زراعی (گیاه، مزرعه، دشت و یا حوزه آبریز) ارائه کرد. کیجنه و همکاران (Kijne et al., 2003) کارهای انجام شده مرتبط با CWP از زمان معرفی این مفهوم را مورد بررسی و بازبینی قرار داده‌اند و راهکارهایی را به منظور افزایش CWP از طریق بهبود مدیریت منابع در سطوح گیاه، مزرعه، زراعت و حوضه ارائه کرده‌اند.

در کشاورزی، CWP نشان دهنده میزان ماده تولیدی گیاه به ازاء واحد آب مصرفی است (Molden, 1997) و بنابر این می‌تواند به صورت رابطه ذیل بیان شود:

$$CWP = \frac{Y}{W} \qquad (۱)$$

در این رابطه پارامتر Y می‌تواند بیانگر کل ماده تولید شده توسط گیاه، مقدار ماده خشک تولیدی گیاه و یا عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه یا عملکرد بیولوژیکی و یا هر دو) باشد. پارامتر W می‌تواند به صورت‌های مختلف از جمله مقدار آب تعرق یافته بوسیله گیاه، مقدار تبخیر از سطح خاک و گیاه (تبخیر و تعرق)، مقدار آب به‌کار برده شده برای زراعت، مقدار آب مفید مصرفی و یا مقدار آب مفید و غیر مفید مصرفی ارائه شود (Molden, 1997). اگرچه CWP یک شاخص از مقدار خروجی به‌ازاء مقدار ورودی است ولی به ندرت تمام ورودی‌هایی که در تولید محصول مؤثرند، در تعیین آن مورد ملاحظه قرار می‌گیرند. همچنین از آنجا که مقدار محصول گیاهان یکسان نیست، تبخیر و تعرق یا آب مصرفی آنها نیز با یکدیگر نابرابر است و در نتیجه نسبت تولید به آب مصرفی (CWP) در آنها تغییرات زیادی را نشان می‌دهد. حتی در مورد یک گیاه خاص هم CWP مقدار ثابتی نیست و تحت تأثیر شرایط اقلیمی داخل گلخانه و مدیریت زراعی متفاوت برای واریته‌های گوناگون گیاه، کم یا زیاد می‌شود. در این پژوهش برای تعیین CWP از رابطه ذیل استفاده شد:

$$CWP_I(kg/m^3) = \frac{Ya\ (kg)}{I\ (m^3)} \qquad (۲)$$

که در آن Ya بیانگر عملکرد واقعی گیاه و I بیانگر مقدار آب آبیاری است. تلفات غیر قابل اجتناب بدلیل نفوذ عمقی و یا تبخیر از سطح خاک سبب افزایش مخرج کسر می‌شود و این امر سبب کاهش CWP_I می‌شود.

از آنجایی که یکی از ضرورت‌های توسعه زراعت‌های گلخانه‌ای در کشور ارتقاء بهره‌وری مصرف آب است، لذا مطالعات، بررسی‌ها و تحقیقاتی که به نوعی برای مصرف هر چه دقیق‌تر و پایدارتر آب در گلخانه ها انجام شده و بیشترین مقدار عملکرد را به صورت پایدار حاصل نماید، نیاز است تا مورد توجه محققین، مسئولین و دست اندرکاران بخش کشاورزی قرار گیرد. در رابطه با مدیریت آبیاری، میزان آب مصرفی، نیاز آبی و غیره، در دنیا مطالعات متعددی انجام یافته است تا آب آبیاری با حداکثر راندمان ممکن در اختیار گیاهان گلخانه‌ای قرار گیرد. در ایران از آنجا که توسعه زراعت‌های گلخانه‌ای اخیراً شروع گردیده و مورد توجه بخش کشاورزی قرار گرفته است،

تحقیقات به انجام رسیده بر روی مسایل و مشکلات زراعت‌های گلخانه‌ای، بخصوص در زمینه مسایل آب و آبیاری در گلخانه بسیار محدود می‌باشد و توصیه مشخصی در خصوص آب مورد نیاز گیاهان گلخانه‌ای وجود ندارد. در این زمینه، فقط اظهار شده است که، میزان تشعشع خورشیدی می‌تواند به عنوان یک معیار برای تعیین آب مورد نیاز گیاهان گلخانه‌ای، بکار گرفته شود. لیکن، از آنجا که مقدار آن در مناطق و اقالیم مختلف کشور متفاوت می‌باشد، نیاز به بررسی‌های بیشتری در این زمینه است.

توسعه زراعت‌های گلخانه‌ای و مزایای آن

از جمله وظایف پیش‌بینی شده برای بخش کشاورزی در قانون برنامه پنجساله چهارم توسعه کشور (طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸٤) ارتقاء بهره‌وری عوامل تولید (نیروی کار، آب، خاک و ...) می‌باشد. در این راستا، وزارت جهاد کشاورزی به منظور بسترسازی برای تحقق وظایف پیش‌بینی شده برای بخش کشاورزی، رسالت خطیری بر عهده دارد که شامل افزایش راندمان آبیاری، بهره‌وری از آب و استفاده بهینه و پایدار از منابع و نهادهای کشاورزی به ویژه منابع آب و خاک کشور می‌باشد. یکی از راهکارهای تولید بهینه اقتصادی و پایدار کشاورزی، استفاده از فناوری‌های روز و مرتبط است. در چند دهه اخیر در تولید محصولات کشاورزی، کشت در محیط‌های کنترل شده (گلخانه ها) مرسوم شده است. مزایای کشت‌های گلخانه‌ای را می‌توان به صورت ذیل دسته‌بندی کرد:

- کنترل عوامل محیطی و عرضه محصول در خارج از فصل
- بهره‌وری تولید بالا
- کارایی مصرف آب بالا
- استفاده از فضا به جای واحد سطح
- امکان تولید در کنار شهرهای بزرگ
- استفاده بهینه از نهاده های تولید (بذر، کود، آب، سم و ...)
- امکان کشت بدون استفاده از خاک
- ایجاد اشتغال
- ایجاد تنوع در اقلام صادراتی
- سازگاری با خشکسالی و پایدار کردن تولید در مناطق کم آب

از طرف دیگر کشت در گلخانه‌ها دارای معایبی نیز می‌باشد که اهم آنها به شرح ذیل می‌باشند:

- هزینه سرمایه‌گذاری بالا
- بالا بودن آفات و بیماری‌ها در محیط‌های گلخانه‌ای
- نیاز به اعمال مدیریت بیشتر در جهت تولید
- نیاز به کارگران ماهرتر (لزوم نظارت دقیق بر تهویه، سرمایش، گرمایش، روشنایی و ...)

همان گونه که از مزایا و معایب ذکر شده در خصوص تولیدات گلخانه‌ای نمایان است، تولید در محیط‌های کنترل شده دارای مزیت نسبی در تولید برخی محصولات نظیر سبزی و صیفی‌جات (به علت تازه‌خوری و فسادپذیری آنها در جریان بسته‌بندی، نگهداری و حمل و نقل)، گل و گیاهان زینتی (به علت صدمه‌پذیری آنها در جریان بسته‌بندی، نگهداری و حمل و نقل) و برخی میوه ها (توت فرنگی، موز و ...) در مقایسه با تولید محصولات مشابه در فضای باز است.

وضعیت گلخانه‌های ایران

آمار و اطلاعات موجود در دفتر امور گل و گیاهان زینتی و دارویی معاونت باغبانی حاکی از آن است که مطابق جدول ۱ تا پایان سال ۱۳۸۵، سطح زیرکشت گلخانه‌ها در کشور ٦٤٣١/٤ هکتار بوده است. از این سطح حدود ۳۷٦۳ هکتار (۵۸/۵٪) به سبزی و صیفی، ۳۵ هکتار (۰/۵٪) به محصولات باغبانی، ۲٦۱۸ هکتار (٤۰/۷٪) به گل و گیاهان زینتی و ۱۵ هکتار (۰/۳٪) نیز به گیاهان دارویی، قارچهای خوراکی و ... اختصاص داشته است. از کل گلخانه‌های کشور در این سال حدود ۱۰۹۳ هکتار آن (معادل ۱۷/۵ درصد) دارای اسکلت چوبی و ٤٦٦۵ هکتار آن (معادل ۷۲/۵ درصد) دارای اسکلت فلزی بوده‌اند. در اکثر موارد نیز برای پوشش گلخانه از پلاستیک استفاده شده است. همچنین، در جدول ۲ سطح زیرکشت گلخانه‌ها به تفکیک‌استان ها و محصولات مختلف در سال مذکور، ارائه شده است. براساس این جدول، بیشترین سطح گلخانه‌ها در کشور، به ترتیب در استان‌های تهران (۲۲٤۸/۱ هکتار)، کرمان (تنها در منطقه جیرفت منطقه کهنوج ۱۰۵٤/۷ هکتار)، اصفهان (۹٤۰/۷ هکتار)، یزد (۵٤۷/۲ هکتار)، مرکزی (۳٦۲/۹ هکتار)، خوزستان (۳۲۵/۱ هکتار) و مازندران (۲۳۷/۳ هکتار) قرار دارد، بطوریکه می‌توان اظهار داشت، حدود ۸۸/۹ ٪ از کل مساحت گلخانه‌های کشور در این هفت استان متمرکز است. تغییرات سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای در سال‌های دهه ۱۳۸۰ در نمودار ۱ آورده شده است. همان گونه که از این نمودار ملاحظه می‌گردد، سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای طی پنج سال گذشته (۱۳۸۵-۱۳۸۰) حدود دو برابر بوده که نشانگر رشد شتابان این صنعت نوپا در کشور است.

جدول ۱: *سطح زیرکشت انواع محصولات گلخانه‌ای در سال ۱۳۸۵*

(منبع: دفتر امور گل و گیاهان زینتی و دارویی معاونت باغبانی)

نوع محصول	سطح زیر کشت (ha)	سطح زیر کشت (٪)
سبزی و صیفی	۳۷٦۳/۳	۵۸/۵
باغبانی (توت فرنگی و موز)	۳۵	۰/۵
گل و گیاهان زینتی	۲٦۱۸/۲	٤۰/۷
غیرو (گیاهان دارویی، قارچهای خوراکی و ...)	۱٤/۹	۰/۳
جمع کل	٦٤۳۱/٤	۱۰۰

جدول ۲: *سطح گلخانه‌های کشور[1] به تفکیک استان‌ها به هکتار در سال ۱۳۸۵*

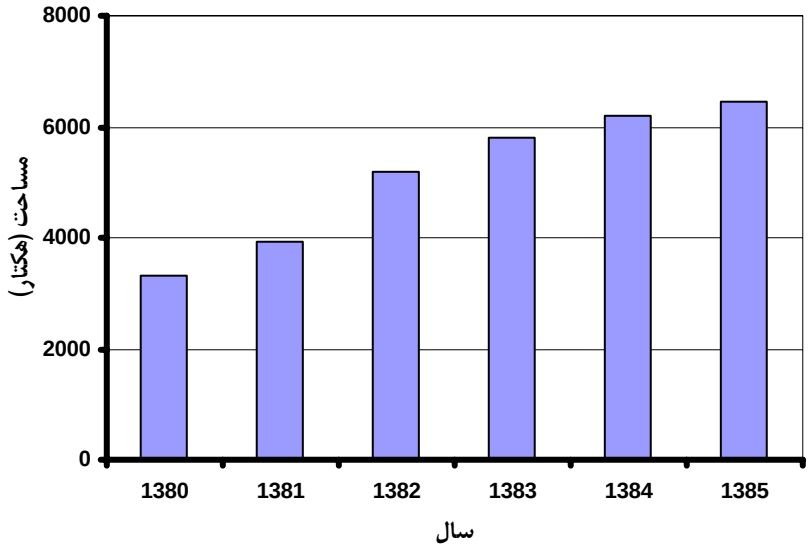
(منبع: دفتر امور گل و گیاهان زینتی و دارویی معاونت باغبانی)

ردیف	نام استان	گل و گیاهان زینتی	سبزی و صیفی	توت فرنگی	موز	گیاهان دارویی	سایر محصولات[2]	جمع کل
۱	آذربایجان شرقی	۴	۱۱/۴	–	–	–	–	۱۵/۴
۲	آذربایجان غربی	۲/۵	۲/۷	۰/۱	–	–	–	۵/۳
۳	اردبیل	۰/۹	۷/۱	–	–	–	–	۸
۴	اصفهان	۶۳	۸۷۷/۷	–	–	–	–	۹۴۰/۷
۵	ایلام	–	۱۸/۲	–	۰/۲	۰/۲	–	۱۸/۶
۶	بوشهر	–	۱۰/۳	–	–	–	۰/۴	۱۰/۷
۷	تهران	۱۶۰۷/۸	۶۳۳/۳	۷	–	–	–	۲۲۴۸/۱
۸	چهار محال بختیاری	۱/۵	۱۸/۸	–	–	–	–	۲۰/۳
۹	خراسان شمالی	۱/۴	۱/۵	–	–	–	–	۲/۹
۱۰	خراسان رضوی	۱۳/۸	۲۲/۳	–	–	۰/۱	–	۳۶/۲
۱۱	خراسان جنوبی	۰/۵	۱۱/۵	–	–	–	–	۱۲
۱۲	خوزستان	۳۰۳/۵	۲۱/۲	–	–	–	۰/۴	۳۲۵/۱
۱۳	زنجان	۱	۴/۲	–	–	–	–	۵/۲
۱۴	سمنان	۱/۳	۵۴/۳	–	–	–	۰/۲	۵۵/۸
۱۵	سیستان و بلوچستان	–	۱۵۰/۱	۰/۳	–	–	–	۱۵۰/۴
۱۶	فارس	۱۰/۹	۳۶/۷	۰/۱	–	۰/۱	۴/۴	۵۲/۲
۱۷	قزوین	۳/۳	۲۷/۵	–	–	–	–	۳۰/۸
۱۸	قم	۰/۲	۱۹/۵	۰/۲	–	–	۰/۸	۲۰/۷
۱۹	کردستان	۰/۸	۳/۸	–	–	–	–	۴/۶
۲۰	کرمان	۳/۶	۶۶	۰/۷	–	–	–	۷۰/۳
۲۱	کرمانشاه	۲/۳	۲۶/۲	–	–	۳	–	۳۱/۵
۲۲	کهکیلویه و بویر احمد	۰/۷	۲۰	–	–	–	–	۲۰/۷
۲۳	گلستان	۴/۵	۲/۷	–	۰/۴	–	–	۷/۶
۲۴	گیلان	۱۹/۸	۶/۱	۰/۵	۶/۳	–	–	۳۲/۷
۲۵	لرستان	۵/۸	۹/۶	۰/۱	–	–	۰/۳	۱۵/۸
۲۶	مازندران	۲۱۲/۱	۲۰/۱	۰/۶	۴/۵	–	–	۲۳۷/۳
۲۷	مرکزی	۳۴۴/۸	۱۶/۹	–	–	–	۱/۲	۳۶۲/۹
۲۸	هرمزگان	۰/۴	۳۹/۶	–	–	–	–	۴۰
۲۹	همدان	۲/۴	۴۵/۳	–	–	–	–	۴۷/۷
۳۰	یزد	۳/۵	۵۳۹/۹	–	–	–	۳/۸	۵۴۷/۲
۳۱	منطقه جیرفت و کهنوج	۱/۹	۱۰۳۸/۸	۱۲	۲	–	–	۱۰۵۴/۷
	جمع کل	**۲۶۱۸/۲**	**۳۷۶۳/۳**	**۲۱/۶**	**۱۳/٤**	**۳/٤**	**۱۱/۵**	**٦٤٣١/٤**

[1] - آمار گلخانه های قارچهای خوراکی در جدول منظور نشده است

[2] - سایر محصولات (نشاء، گلهای فصلی، گیاهان آپارتمانی، قلمه، درختچه های زینتی و ....)

مطالعات اقتصادی انجام یافته در سطح کشور نشانگر آن است که حداقل مساحت لازم برای احداث گلخانه به منظور تولید بهینه و اقتصادی، سه هزار مترمربع است. این در حالی است که مطابق جدول ۲ اغلب گلخانه‌داران در مناطق مختلف کشور در سال ۱۳۸۲ دارای سطوحی کمتر از این حد بوده‌اند. در این خصوص بهره برداران به ترتیب در استان‌های خوزستان، کرمان، تهران، فارس، اصفهان، اردبیل و مرکزی دارای گلخانه‌هایی بزرگتر از حد بهینه بوده و سایر استان‌ها در این زمینه پایین‌تر از شاخص تعیین شده قرار داشته‌اند. محصولات عمده تولیدی کشور در این گلخانه‌ها، خیار و گوجه‌فرنگی بوده ولی در سال‌های اخیر با توجه به تقاضای بازار، محصولات جدیدی همچون فلفل، خربزه، طالبی، لوبیا سبز، سبزیجات برگی، توت فرنگی و ... مد نظر تولیدکنندگان قرار گرفته است.



نمودار ۱: *تغییرات سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای در سال‌های دهه ۱۳۸۰*

وضعیت تولید و کارایی مصرف آب در گلخانه های ایران

به منظور تعیین کارایی مصرف آب در زراعت‌های گلخانه‌ای با همکاری اعضاء گروه کار"استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی" کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران در سال ۱۳۸٤ از طریق تکمیل پرسشنامه، اقدام به جمع‌آوری و جمع‌بندی وضع موجود بهره‌برداری در تعدادی از گلخانه‌های تولیدی کشور در مناطق ورامین، یزد، اصفهان، کرمان، جیرفت گردید. این اطلاعات شامل میانگین سنی بهره‌برداران، میزان تحصیلات، مساحت بهره‌برداری، بافت خاک، شوری منابع خاک و آب، روش آبیاری، منبع تامین آب، نیازآبشویی، مصرف کود، نوع محصول، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب بوده است. نتایج نشان داد، مساحت بهره‌برداری از گلخانه در بیش از نیمی از جامعه آماری بررسی شده، بیشتر از حداقل سطح بهینه تعیین شده برای فعالیت گلخانه‌داری بوده است. حاکم بودن چنین شاخصی در صنعت گلخانه‌داری کشور، نکته مثبت و امیدوار کننده‌ای است (جدول ۳). بررسی بافت خاک در این گلخانه‌ها نشان داده است که در حدود ٦٧٪ از آنها دارای خاک سبک بوده‌اند که ویژگی بارز این دسته از خاکها زهکشی و تهویه مناسب ولیکن ظرفیت نگهداری پائین آب در خاک است.

جدول ۳: *مساحت بهره‌برداری از گلخانه‌های بررسی شده (مترمربع)*

جمع کل	۵۰۰۰ به بالا	۳۰۰۰-۵۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	کمتراز ۱۰۰۰
۱۱۱	٤۲	۱٦	۲۰	۲۳	۱۰
۱۰۰	٪۳۷/۸	٪۱٤/۵	٪۱۸	٪۲۰/۷	٪۹

جداول های ٤ و ۵ نشانگر آن هستند که در حدود ۷۵٪ از گلخانه‌های بررسی شده، دارای خاک شور و نیز تقریبا ٦۹٪ از آبهای استفاده شده به منظور آبیاری گلخانه‌ها، دارای کیفیت مناسب نبوده‌اند که قطعا این وضعیت حاکم از نظر منابع آب و خاک در کاهش کمی و کیفی محصولات تولیدی اثر خواهد داشت. منبع آب در این گلخانه‌ها عموما چاه و روش آبیاری قطره‌ای بوده و نیز در حدود ۷۷٪ از آنها، آبشویی به منظور اصلاح و بهبود خاک انجام می‌شود.

جدول ٤ : *شوری خاک گلخانه‌های مورد بررسی*

میزان شوری (Ds/m)	۱-۲	۲-۳	۳-٤	٤ به بالا	جمع کل
تعداد مشاهدات	۱٦	۱۳	۲۳	۱۲	٦٤
درصد مشاهدات	٪۲۵	٪۲۰/۳	٪۳٦	٪۱۸/۷	۱۰۰

جدول ۵ : *شوری آب آبیاری استفاده شده در گلخانه‌های مورد بررسی*

میزان شوری (dS/m)	کمتر از ۱	۱-۲	۲-۳	۳ به بالا	جمع کل
تعداد مشاهدات	۲٤	٤۷	۷	۰	۷۸
درصد مشاهدات	٪۳۰/۸	٪٦۰/۲	٪۹	۰	۱۰۰

محصول عمده تولیدی در گلخانه‌های بررسی شده، خیار بوده است که این مهم تنوع تولید محصولات گلخانه‌ای را تضعیف و قیمت فروش محصول تولیدی را کاهش داده است. در حدود ۵۹٪ از گلخانه‌های بررسی شده عملکرد محصول بیش از ۲۰ کیلوگرم به ازای هر مترمربع بوده (جدول ٦) و همچنین در ۳۸٪ از گلخانه‌ها، شاخص کارایی مصرف آب بالاتر از ۲۰ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب مصرفی بوده است (جدول ۷). متغیر بودن بسیار بالای این شاخص، نشان دهنده وجود پتانسیل برای بهبود بیشتر بهره‌وری آب در گلخانه است.

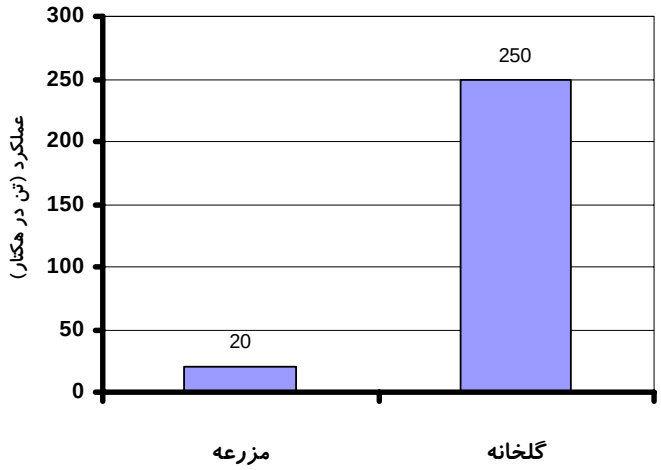
جدول ٦: *عملکرد محصول در گلخانه‌های بررسی شده*

عملکرد (kg/m^2)	کمتر از ۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	بالاتر از ۳۰	جمع کل
تعداد مشاهدات	۱۰	۲۱	۲۹	۱٦	۷٦
درصد مشاهدات	٪۱۳/۲	٪۲۷/٦	٪۳۸/۲	٪۲۱	۱۰۰

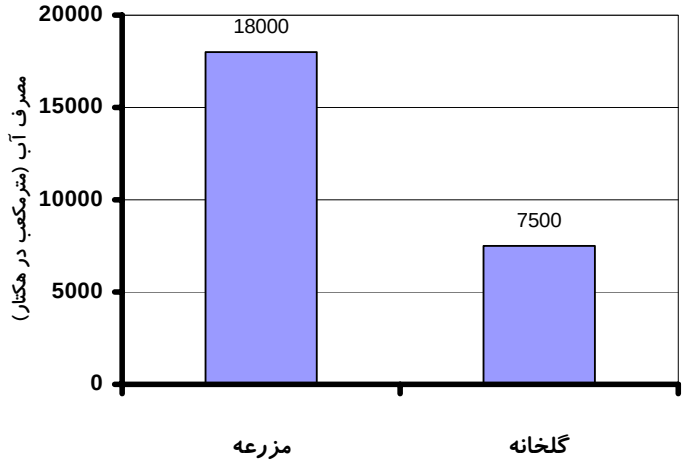
جدول ۷: *کارایی مصرف آب در گلخانه‌های بررسی شده*

کارایی مصرف آب (kg/m^3)	کمتر از ۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	بالاتر از ۳۰	جمع کل
تعداد مشاهدات	۱۱	۱۵	۹	۷	٤۲
درصد مشاهدات	٪۲٦/۲	٪۳۵/۷	٪۲۱/٤	٪۱٦/۷	۱۰۰

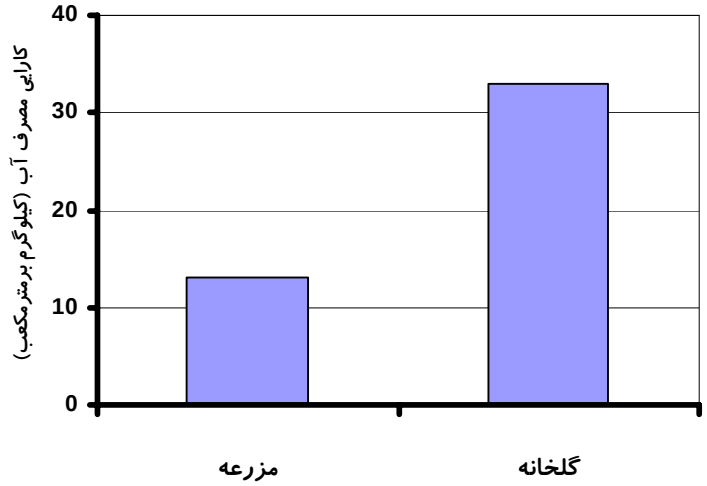
سایر بررسی‌ها حاکی از آن است که در ایران محصول خیار با عملکرد بین ۱۲۰ تا ۲۹۰ تن، گوجه فرنگی ۳۰۰ تا ٤۰۰ تن و فلفل ۲۳۰ تا ۳۰۰ تن در هکتار در گلخانه برداشت می‌شوند. در حالی که فقط بین ۱۰ تا ۱۵ هزار مترمکعب آب در هکتار برای تولید این محصولات در گلخانه‌ها مصرف می‌شود. در فضای باز و مزرعه برای تولید محصولات مذکور حداقل ۱۸ هزار مترمکعب آب مورد نیاز است و عملکرد نیز به ۲۵ تن در هکتار نمی‌رسد. مقایسه میانگین عملکرد، مصرف آب و کارایی مصرف آب خیار گلخانه‌ای و خیار کشت شده در فضای باز در ایران، به ترتیب در نمودارهای ۲، ۳ و ٤ ارائه شده است.



نمودار ۲: *میانگین عملکرد خیار گلخانه‌ای و خیار کشت شده در فضای باز در ایران*



نمودار ۳: *میانگین مصرف آب در خیار گلخانه‌ای و کشت فضای باز در ایران*



نمودار ٤: میانگین کارایی مصرف آب خیار گلخانه‌ای و کشت فضای باز در ایران

مدیریت آبیاری در گلخانه

هدف اصلی از سرمایه‌گذاری و احداث انواع گلخانه‌ها، کنترل و مدیریت پارامترهای محیطی و اقلیمی مؤثر در تولید محصولات کشاورزی از جمله دما، رطوبت نسبی، دی اکسیدکربن و نور می‌باشد. با توجه به محدودیت منابع آبی کشور ، دقت و صرفه‌جویی در کاربرد آب بخصوص در بخش کشاورزی امری اجتناب ناپذیر شده است. اهمیت این موضوع به گونه‌ای است که اگر با راندمان فعلی مصرف آب در بخش کشاورزی، هزینه واقعی استحصال آب از زارعین اخذ شود، قیمت تمام شده محصولات کشاورزی بسیار بالاتر از ارزش بین‌المللی آنها خواهد بود. علاوه‌بر جنبه اقتصادی موضوع، کاربرد بیش از اندازه آب در مزارع و گلخانه‌ها باعث افزایش علف‌های هرز، کاهش کمی و کیفی محصول، ماندابی شدن بستر کشت و افزایش خطر بروز انواع قارچ‌ها و بیماری‌ها می‌گردد. در ادامه به روش‌های آبیاری در گلخانه به اختصار اشاره می‌شود.

روش‌های آبیاری سطحی – روش‌های آبیاری سطحی عموماً به دلیل طراحی غیرکارشناسانه و مدیریت ضعیف، راندمان پایینی داشته و باعث اتلاف مقادیر قابل توجهی آب به شکل نفوذ عمقی و یا رواناب سطحی می‌گردند. در عین حال شستشوی خاک از املاح مفید، افزایش رشد علف‌های هرز، ماندابی شدن خاک و بروز انواع عفونت، قارچ و انگل ها و همچنین، پوسیدگی ساقه و ریشه گیاهان، از مضرات کاربرد غیر اصولی روش‌های آبیاری سطحی می‌باشند. معمولا این سیستم‌ها در گلخانه‌ها به سه روش آبیاری کرتی، نواری و شیاری اجراء می‌گردند. درصورتیکه نفوذپذیری خاک کم باشد و گیاه نیز نسبت به محیط اشباع از آب حساسیت نداشته باشد، استفاده از روش آبیاری سطحی می‌تواند راندمان کاربرد آب را تا حد معقولی افزایش دهد. درصورتیکه مقدار آب در دسترس برای آبیاری گلخانه کافی باشد، با توجه به پایین بودن هزینه اولیه روش آبیاری‌سطحی، استفاده از این روش آبیاری در گلخانه‌ها قابل توجیه است.

سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار– با توجه به محدودیت‌های روش‌های آبیاری سطحی از نظر راندمان و همچنین معایبی که از استفاده نادرست آنها متوجه گیاه می‌شود، انواع سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار در گلخانه‌ها توسعه

یافته‌اند. اصولاً این سیستم‌ها با توجه به اهداف سرمایه‌گذار برای اجرای سیستم و راندمان مورد نظر طراحی و اجراء می‌گردند. سیستم‌های آبیاری بارانی در گلخانه‌هایی اجراء می‌شوند که هدف از آبیاری در آنها نه تنها تامین نیاز آبی گیاه، بلکه کاهش دمای محیط و یا افزایش درصد رطوبت گلخانه نیز می‌باشد. این سیستم با توجه به مساحت و ارتفاع کم گلخانه‌ها عموما توسط لوله های روزنه‌دار که معمولا با فشار پایین کار می‌کنند و قطر پراکنش کمتری دارند، اجراء می‌گردد. افزایش راندمان کاربرد آب به بیش از ۷۵٪، امکان افزایش درصد رطوبت گلخانه و در نتیجه کاهش تبخیر- تعرق از سطوح گیاهان و امکان کاهش دمای گلخانه متناسب با نیاز حرارتی گیاه با توجه به دوره رشد آن، از مزایای اجرای سیستم‌های آبیاری بارانی است. دقت در خصوص کیفیت آب آبیاری در استفاده از این سیستم آبیاری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است چرا که به توجه به پاشش مستقیم آب به سطح سبزینه گیاه در صورت بالا بودن شوری یا بعضی از عناصر محلول در آب، احتمال سوختگی و مسمومیت گیاه وجود خواهد داشت. همچنین، عدم توانایی در کنترل علف‌های هرز و عدم امکان رفت و آمد در داخل گلخانه هنگام کارکرد سیستم آبیاری، از دیگر محدودیت‌ها و معایب این سیستم ها به شمار می‌روند.

با توجه به محدودیت‌های سیستم‌های آبیاری بارانی و قابلیت‌های سیستم آبیاری قطره‌ای، این سیستم‌ها با استقبال بیشتری از جانب سرمایه گذاران این بخش روبرو شده است و هم اکنون در اکثر گلخانه‌های معمولی اجرا می‌گردد. در این روش، آب، کودهای شیمیایی و سایر مواد مورد نیاز گیاه به صورت محلول توسط قطره چکان‌های نصب شده روی لوله های جانبی در اختیار گیاه قرار می‌گیرند. با دقت در طراحی و اجرای این سیستم می‌توان دقیقاً مقدار آب مورد نیاز گیاه را در هر زمان و مکان در اختیار آن قرار داد و بدین ترتیب راندمان کاربرد آب را به بیش از ۹۰٪ افزایش داد. با عنایت به این که قطره‌چکانها در کنار بوته یا ساقه گیاه قرار می‌گیرند، امکان رشد و توسعه علفهای هرز از بین می‌رود. همچنین، با توجه به اینکه آبیاری با این روش مزاحمتی برای انجام سایر فعالیت‌ها در داخل گلخانه ایجاد نمی‌کند، طراح می‌تواند با افزایش ساعات آبیاری و کاهش قطر لوله‌ها و قدرت پمپ، هزینه اولیه اجرای سیستم را کاهش دهد. در این سیستم با توجه به درصد رطوبت بالای محیط ریشه می‌توان از آب شور نیز برای آبیاری گیاه استفاده نمود. همچنین، در صورت کاشت گیاهان گران قیمت و احتمال انتقال و سرایت بیماری‌ها، قارچ‌ها و انگل‌ها از محیط خارج گلخانه و خطر صدمه دیدن محصولات، می‌توان با نصب سنسور و برنامه‌ریزی کامپیوتری، سیستم آبیاری را کاملاً اتوماتیک نموده و از رفت و آمد بی‌مورد به داخل گلخانه و احتمال ایجاد عفونت، بیماری و بروز خطای انسانی جلوگیری کرد.

مدیریت مناسب آبیاری و زهکشی

نیاز آبی مهمترین فاکتور برای برنامه‌ریزی آبیاری (دور، عمق و دوره آبیاری)، طراحی و اجرای سیستم‌های آبیاری و زهکشی و ... می باشد و لذا اطلاع دقیق از آن نقش اساسی را در ارتقاء بهره‌وری مصرف آب در کشاورزی و بخصوص گلخانه دارد. متاسفانه در کشور تحقیقات قابل استنادی در این خصوص انجام نشده است. تحقیقات وسیعی در خارج از کشور بر روی مدل‌های مختلف برآورد نیاز آبی گیاهان در محیط‌های باز و واسنجی آنها برای داخل محیط‌های بسته و گلخانه‌ها و همچنین مدل‌های خاص گلخانه‌ها، به انجام رسیده است. همچنین،

این مهم در سطح وسیعی در کشورهای مختلف با توجه به شرایط اقلیمی و ساختارهای مختلف گلخانه‌ای، در دست انجام می‌باشد. این مدل‌ها که عمدتاً مبتنی بر فاکتورهای اقلیمی در داخل گلخانه می‌باشند، در داخل کشور تاکنون مورد ارزیابی و واسنجی قرار نگرفته‌اند. در این خصوص نیاز است تا مدل‌های مورد اشاره به طور دقیق بررسی و مطالعه شده و سپس در شرایط مختلف اقلیمی کشور و برای ساختارهای مختلف گلخانه‌ای ارزیابی و واسنجی شوند.

بررسی‌ها همچنین نشان دهنده آن است که در بعضی از کشورها روش‌های ساده و کاربردی توسط بهره‌برداران برای تعیین نیاز آبیاری در طول فصل کشت مورد بررسی قرار گرفته و به مرحله کاربردی نیز رسیده‌اند. در تعیین نیاز آبی در گلخانه‌ها، از آنجا که موثرترین فاکتور، تشعشع خورشیدی است که به داخل گلخانه می‌رسد، در تحقیقاتی که در سایر کشورها در دست انجام می‌باشد، در نظر است تا این فاکتور به طور مستقیم به نیاز آبی گیاهان ارتباط داده شده و در اتوماتیک کردن مدیریت آبیاری در گلخانه بکار رود. در این خصوص برنامه آبیاری بر اساس مجموع انرژی خورشیدی وارد شده به درون گلخانه (موازنه انرژی) انجام می‌شود. میزان انرژی خورشیدی ورودی به داخل گلخانه ارتباط مستقیمی با نوع پوشش گلخانه دارد و نیاز است تا رابطه بین نیاز آبی و مجموع انرژی خورشیدی برای پوشش‌های مختلف واسنجی شود.

جهت بهینه کردن شرایط محیطی رشد در گلخانه که به طور غیر مستقیم روی ارتقاء بهره‌وری مصرف آب در گلخانه موثر می‌باشد، در زمینه نوع و قدرت سیستم تهویه و ارتباط آن با اندازه و ابعاد گلخانه و همچنین ابعاد و مشخصات دریچه‌های تهویه طبیعی، تحقیقاتی به انجام رسیده است. نتایج این تحقیقات نیاز است با حمایت سازندگان گلخانه‌ها برای شرایط اقلیمی مختلف واسنجی شده و مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

کاربرد سوپر جاذب‌ها و خاک پوش‌ها می‌تواند باعث کاهش تبخیر از سطح خاک و ارتقاء بهره‌وری مصرف آب در گلخانه شود. بررسی منابع علمی حاکی از آن است که این مواد در شرایط داخل گلخانه چندان مورد ارزیابی و تحقیق قرار نگرفته‌اند. علت این امر می‌تواند ناشی از عدم توجه به بهره‌وری مصرف آب در توسعه گلخانه در بعضی از کشورها باشد. در ایران نیز اگرچه کاربرد این مواد در گلخانه ها در حال حاضر عمومیت ندارد، لیکن بررسی میزان اثر گذاری آنها بر بهره‌وری مصرف آب در شرایط گلخانه قابل توصیه است.

کاربرد کود و مواد شیمیایی در گلخانه و با استفاده از سیستم آبیاری، نیاز به مصرف آب دارد. در این زمینه نیز اگرچه تحقیقات وسیعی در سایر کشورها به انجام رسیده است، جهت بهینه کردن مصرف آب در گلخانه در شرایط کاربرد کود و مواد شیمیایی با استفاده از سیستم آبیاری نیاز است تا بررسی و مطالعات لازم به انجام رسیده و نیز توصیه‌های مصرف کود و مواد شیمیایی که توسط تولیدکنندگان پیشنهاد شده اند، مورد ارزیابی قرار گیرد. سیستم تزریق کود و مواد شیمیایی از جمله تجهیزاتی هستند که در صورت انتخاب و طراحی مناسب، عملکرد مناسبی داشته و باعث افزایش عملکرد محصول و در نتیجه ارتقاء بهره‌وری آب خواهند شد. به همین دلیل، نیاز است تا این تجهیزات که عموماً وارداتی می‌باشند، برای شرایط گلخانه‌داران ایران از جنبه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرند.

روش‌های مناسب آبیاری و زهکشی

انتخاب، طراحی و مدیریت مناسب سیستم‌های آبیاری و زهکشی در داخل گلخانه، از دیگر فاکتورهای موثر در افزایش بهره‌وری مصرف آب است. متاسفانه در کشور تحقیقات قابل استنادی در این خصوص انجام نشده است. همچنین، تحقیقات محدودی در خصوص مقایسه انواع روش‌های آبیاری تحت‌فشار در گلخانه‌ها انجام شده است. طرح‌های ملی تحقیقاتی "تعیین آب مصرفی خیار گلخانه‌ای در روش‌های آبیاری میکرو (قطره‌ای، تیپ سطحی و زیرسطحی) با استفاده از طشتک تبخیر و تطبیق آن با روش پنمن-مانتیس" و "مقایسه کارایی مصرف آب در روش‌های آبیاری قطره‌ای و سفالی در خیار گلخانه‌ای" از جمله این طرح‌ها هستند. در این خصوص تحقیقات وسیع‌تری در شرایط بهره‌برداری از سیستم‌های آبیاری تحت فشار در خارج از کشور صورت گرفته است که نتایج آنها غالبا به طور غیرمستقیم قابل تعمیم به شرایط گلخانه‌های کشور ما می باشند، لیکن تمامی نظارت‌های مورد نیاز برای محیط باز بایستی در محیط گلخانه نیز مورد توجه قرار گیرد. در این خصوص ارزیابی سیستم‌های فیلتراسیون و آبیاری لازم الاجراء و به طراحی سیستم زهکشی نیز بایستی توجه لازم شود.

در نهایت مشکل زه‌آب‌های مجتمع‌های گلخانه‌ای که از نظر مسایل زیست محیطی دارای اهمیت می‌باشد، نیاز به ارزیابی و مطالعه دارد. در خصوص زهکشی و روابط آن تجربیات زیادی در داخل و خارج از کشور وجود دارد. در شرایط گلخانه‌ها، مسایلی همچون؛ محل تخلیه زه آب‌ها و اثرات آن روی محیط زیست، امکان بکارگیری زه‌آب در آبیاری، استاندارد و کیفیت زه آب ها در گلخانه بایستی مطالعه و معیارهای طراحی، نظارت و کنترل آنها تعیین و ارائه شوند.

مسایل و مشکلات بهره‌وری پایین آب در گلخانه ها

انتخاب و اجرای یک سیستم آبیاری مناسب به همراه اعمال مدیریت آبیاری صحیح، از اساسی‌ترین فعالیت‌های تولیدی در گلخانه‌ها است. بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده در خصوص وضع موجود گلخانه‌های تولیدی کشور، مشکلات و نیازهای فنی مدیریت آبیاری در گلخانه‌ها را به شرح ذیل دسته‌بندی شده‌اند:

- ادامه آبیاری غرقابی گلخانه‌ها در پاره ای از مناطق کشور
- مشخص نبودن نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای
- مشخص نبودن ضرایب گیاهی در زراعت‌های گلخانه‌ای
- نبود راهکارهای کاربردی برای تعیین نیاز آبیاری گیاهان مختلف گلخانه‌ای در مراحل رشد
- مشخص نبودن تاثیر کم آبیاری بر کارایی مصرف آب در سطح گلخانه‌ها
- معلوم نبودن تاثیر کود آبیاری و زمان کارکرد سیستم بر یکنواختی توزیع آب و گرفتگی قطره‌چکان‌ها
- مشخص نبودن بهترین سطح آبیاری از نظر کارایی مصرف آب در زراعت‌های گلخانه‌ای
- ندانستن بهترین دور آبیاری در روز از نظر کارایی مصرف آب در زراعت‌های گلخانه‌ای
- مشخص نبودن کیفیت محصول و ارتباط آن با مدیریت آبیاری
- ضعف در مدیریت کاربرد آب‌های با کیفیت پایین در گلخانه‌ها
- نا مناسب بودن ادوات و تجهیزات آبیاری و زهکشی در گلخانه‌ها

نتیجه‌گیری

با عنایت به سیاست و رویکرد اخیر مسئولان بخش کشاورزی کشور در راستای گسترش کشت‌های گلخانه‌ای و به منظور تحقق اهداف پیش‌بینی شده برای توسعه این صنعت نوپا، نیازمند به افزایش کارایی مصرف آب در گلخانه‌ها می‌باشیم. نتایج مطالعات و بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است که شاخص کارایی مصرف آب تولیدات گلخانه‌ای کشور در مقایسه با کشورهای پیشرو در این صنعت نظیر هلند و حتی کشورهای در حال رشد منطقه نظیر ترکیه و مصر پایین بوده و به هیچ وجه رضایت بخش نیست. در این مقاله مسائل، مشکلات و چالشهای فراروی گلخانه‌ها و تولیدات گلخانه‌ای در سطح ملی جمع‌آوری، جمع‌بندی و ارائه شده‌اند. بدیهی است با انجام تحقیقات کاربردی و رفع مسائل و مشکلات مؤثر در پایین بودن این شاخص و بکارگیری توصیه‌های کارشناسی، امکان بهبود نسبی آن و در نتیجه بهینه شدن مصرف آب بعنوان مهم‌ترین نهاده تولید و نیز اقتصادی کردن تولید در گلخانه‌ها فراهم است.

منابع

1- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Rome, 300pp.

2- De Wit CT. 1958. Transpiration and crop yields. Verslag. Landbouwk. Onderz. 64.6. Institute of Biology and Chemistry Research on Field Crops and Herbage. Wageningen, The Netherlands, 88pp.

3- Dehghanisanij H, Yamamoto T, Rasiah V, 2004. Assessment of evapotranspiration estimation models for use in semi-arid environments. Agricultural Water Management 64(2): 91-106.

4- Kijne JW, Tuong TP, Bennett J, Bouman B, Oweis T. 2002. Ensuring food security via improvement in crop water productivity. Background paper in CGIAR Challenge Program on Water and Food. CGIAR, IWMI, Colombo, Sri Lanka; 3-42.

5- Molden D. 1997. Accounting for water use and productivity. SWIM Paper 1. International Irrigation Management Institute, Colombo, Sri Lanka. 16 pp.

6- Schmidt, E. (2001) Water use efficiency: An overview and economic perspective. Agronomists' Association Annual General Meeting, November 2001.

7- Zwart SJ, and Bastiaanssen WGM. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agricultural Water Management 69(2): 115-133.