

مصرف بهینه آب در گلخانه‌های جنوب استان کرمان

اسماعیل مقبلی‌دامنه*^۱، احمد آئین^۲، معین مختاری^۳، موسی حسن‌بلوچی^۴

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران.

۲- دانشیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران.

۳- پژوهشگر بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران.

۴- تکنسین بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران.

*نویسنده مسئول: E.moghbeli@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۲۲

چکیده

کمبود آب عامل محدود کننده رشد و توسعه گیاهی در مناطق خشک و نیمه خشک است. قرار گرفتن کشور ایران در این مناطق و اختصاص سهم عظیمی از آب مصرفی به بخش کشاورزی، استفاده از راهکارهایی جهت کاهش مصرف آب و استفاده بهینه از مقدار آب موجود در این بخش را ضروری می‌سازد. به منظور بررسی میزان مصرف آب در گلخانه‌های منطقه جنوب کرمان، تعدادی از این گلخانه‌ها جهت اندازه‌گیری عملکرد، مقدار آب مصرفی و کارایی مصرف آب انتخاب گردید. محصولات کشت شده در این گلخانه‌ها شامل خیار، گوجه فرنگی، توت فرنگی، بادمجان و فلفل بود. پس از جمع‌آوری داده‌ها شاخص‌های مورد نظر محاسبه و مقدار مصرف آب با نیاز آبی گیاه مقایسه شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد میزان مصرف آب در گلخانه‌های جنوب استان کرمان در سال مورد بررسی در محصولات مختلف بین ۳۰ تا ۴۰ درصد بیش از نیاز واقعی گیاه بوده و آبیاری بیش از نیاز گیاه به همراه تلفات آب در گلخانه سبب هدر رفت بخش زیادی از این سرمایه ملی می‌گردد. عدم توجه به مدیریت بهینه آب، آگاهی پائین بهره‌برداران به اهمیت موضوع و نحوه صحیح مصرف آب، عدم ثبات بازار فروش محصولات و سایر عوامل مرتبط سبب افزایش مصرف آب، کاهش عملکرد، پائین بودن راندمان آبیاری و کارایی اقتصادی مصرف آب گردیده است. پژوهش اخیر تحلیلی دارد بر وضعیت مصرف آب، عملکرد و کارایی فیزیکی و اقتصادی مصرف آب در گلخانه‌های جنوب کرمان.

کلمات کلیدی: آب مجازی، بهره‌وری مصرف آب، نیاز آبی.

متن مقاله

بیان مساله:

توسعه کشاورزی و تولید پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک به افزایش کارایی مصرف آب بستگی دارد. در سال‌های اخیر، کشت در انواع گلخانه‌ها و محیط‌های تحت کنترل که امکان افزایش تولید محصول را در شرایط متنوع آب و هوایی، خاک و آب فراهم می‌آورد، به عنوان راهکاری مؤثر در جهت افزایش عملکرد و تولید برخی محصولات کشاورزی به‌ویژه در کشورهای توسعه یافته، مورد توجه بوده است. عملکرد بالا و مصرف کم و کنترل شده آب از ویژگی‌های کشت‌های گلخانه‌ای است که موجب می‌شود استفاده از گلخانه‌ها و محیط‌های کشت تحت کنترل در مناطق خشک و نیمه‌خشک نیز به عنوان راهکاری اساسی در افزایش کارایی مصرف آب مورد توجه متخصصان، سیاست‌گذاران، کارشناسان جوان و کشاورزان واقع شود. (حیدری و همکاران، ۱۳۸۶).

شاخص کارایی مصرف آب بر اساس رابطه ذیل تعریف می‌شود:

$$WUE = Y / W$$

در این رابطه: WUE کارایی مصرف آب^۱، Y عملکرد فیزیکی (کل محصول تولید شده) یا عملکرد اقتصادی (ارزش اقتصادی حاصل از محصول تولیدی) و W حجم آب مصرف شده هستند.

در کارایی اقتصادی ارزش محصول تولید شده یا میزان سود مدنظر قرار می‌گیرد. به عبارتی، بهره‌بردار به ازای مقدار آبی که مصرف می‌کند، چقدر درآمد کسب می‌نماید.

مقایسه‌ی بین کارایی مصرف آب محصول خیار گلخانه‌ای و خیار فضای باز نشان دهنده افزایش حداقل ۱۰ برابری عملکرد و کاهش حداقل ۶ برابری میزان مصرف آب در کشت‌های گلخانه‌ای نسبت به فضای باز می‌باشد (دفتر کشاورزی و آب، ۱۳۹۲).

نتایج حاصل از انجام پژوهشی در ترکیه نشان داد با مصرف آب حدود ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار مقدار عملکرد برابر با ۱۲۶/۵ تن در هکتار و کارایی مصرف آب برابر با ۴۲ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل گردید (آکیر^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). مقدار عملکرد خیار و گوجه‌فرنگی در ارومیه به‌ترتیب ۱۴۴/۶ و ۱۹۷/۳ تن در هکتار و کارایی مصرف آب نیز ۵۳/۱ و ۵۵/۰۴ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شد (رضاءوردی نژاد و همکاران، ۱۳۹۶). در یک پژوهش مقدار تبخیر و تعرق گوجه‌فرنگی در طول دوره رشد ۵۹۱ میلی‌متر به‌دست آمد (رزمی و قائمی، ۱۳۹۰). مقدار کل تبخیر و تعرق برای خیار طی ۱۱۰ روز دوره رشد حدود ۲۰۲ میلی‌متر، گوجه‌فرنگی طی ۱۸۰ روز دوره رشد ۵۲۴ میلی‌متر، و فلفل طی ۷ ماه دوره رشد ۶۶۷ میلی‌متر مشاهده شد (عابدی کوپایی و همکاران، ۱۳۹۰). در پژوهشی دیگر روی خیار گلخانه‌ای مقدار عملکرد در ۵۹ درصد از گلخانه‌های منتخب بیش از ۲۰۰ تن در هکتار و در ۳۸ درصد از گلخانه‌های منتخب کارایی مصرف آب بیش از ۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمد (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج حاصل از یک تحقیق مقدار نیاز آبی خیار گلخانه‌ای را ۶۹۳۰ متر مکعب در هکتار گزارش داد (مجاهد^۳، ۲۰۰۷). نتایج تعیین کارایی تولید چند محصول گلخانه‌ای در اسپانیا، هلند و فلوریدا برای دو

2 . Cakir
3 . Mujahed

1. Water Use Efficiency



۳۶۳ میلی‌متر و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه بین ۱۴ تا ۱۷ و در شرایط گلخانه ای بین ۴۵ تا ۶۶ کیلوگرم بر مترمکعب، به‌دست آمدند (فائو^۲، ۲۰۱۳).

در آزمایشی نیاز آبی خیار گلخانه‌ای در جیرفت ۶۵۰۰ متر مکعب در هکتار بدست آمد (اسفندیاری، ۱۳۹۵). افزایش عملکرد توأم با کاهش مصرف آب و در نتیجه افزایش قابل توجه در کارایی آب، از جمله مواردی هستند که در گلخانه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. در این پژوهش کارایی مصرف آب و عملکرد در تعدادی گلخانه منتخب در جنوب استان کرمان اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گرفت. توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های بعدی بسیار مفید باشد.

یافته‌ها

در این پژوهش برای پنج محصول گلخانه‌ای خیار، گوجه‌فرنگی، بادمجان، فلفل و توت‌فرنگی، میزان مصرف آب، عملکرد و کارایی مصرف آب در شرایط گلخانه اندازه‌گیری گردید. تعداد گلخانه‌های منتخب در هر محصول بر اساس سطح زیرکشت بین ۳ تا ۱۴ گلخانه بوده و سعی گردید تنوع لازم در انتخاب گلخانه‌ها مد نظر قرار گیرد. سپس با انجام بازدید و تهیه کاربرگ‌های مخصوص اطلاعات مورد نیاز شامل مشخصات گلخانه، مشخصات کمی و کیفی منابع آب، نوع کشت (خاکی و یا غیرخاکی) مشخصات خاک، روش و نوع آبیاری، مشخصات گیاه و اطلاعات بهره‌بردار ثبت گردید. در نهایت با کاربرد روابط مربوطه

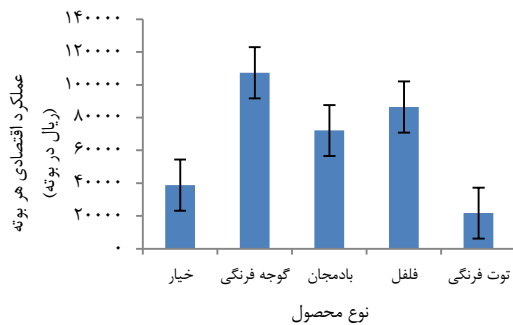
شرایط کشت گلخانه‌ای و مزرعه‌ای نشان داد عملکرد محصولات گلخانه‌ای می‌تواند تا ۹ برابر عملکرد محصول در مزرعه باشد (اسمیت^۱ و کانتلیف^۱، ۲۰۰۴). نتایج حاصل از بررسی میزان آب مصرفی و روش آبیاری در خیار گلخانه‌ای در جنوب کرمان نشان داد کمترین عملکرد مربوط به روش آبیاری قطره‌ای با میزان ۲۰ درصد تبخیر از تشتک و بیشترین عملکرد مربوط به روش آبیاری زیرسطحی با میزان ۶۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A می‌باشد. اما مناسب‌ترین تیمار (روش و سطح آبیاری) مربوط به روش آبیاری با تیپ زیر سطحی و میزان ۴۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A بود (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۷).

بررسی تأثیر آرایش کشت بر عملکرد خیار گلخانه‌ای در جیرفت نشان داد فاصله بوته روی خط کشت اثر بسیار معنی‌داری روی عملکرد دارد (ممنوعی و همکاران، ۱۳۸۶). فرزام‌نیا و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی تأثیر سه دور آبیاری (یک، دو و سه روزه) و سه سطح آبیاری (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی) بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای پرداختند. کارایی مصرف آب در تیمارهای آزمایش بین ۲۵ تا ۲۸ کیلوگرم بر متر مکعب مشاهده گردید. مقدار نیاز آبی خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در ارومیه به‌ترتیب ۴۲۷۲ و ۶۳۵۸ مترمکعب در هکتار به‌دست آمد (رضاوردی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین نتایج نشان داد که عملکرد دو محصول ذکر شده به ترتیب ۱۴۴ و ۱۹۷ تن در هکتار و کارایی مصرف آب آنها نیز به‌ترتیب ۵۳ و ۵۵ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد.

در تحقیقی روی محصولات گلخانه‌ای در مناطق مدیترانه‌ای، مقدار نیاز آبی خیار پاییزه ۲۷۰، گوجه فرنگی بهاره ۵۵۸، فلفل پاییزه ۳۱۱ و فلفل بهاره

عملکرد اقتصادی هر بوته

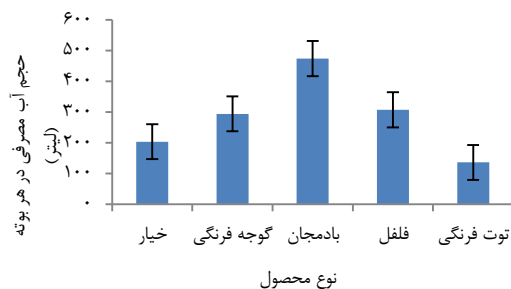
بیشترین عملکرد اقتصادی در بوته متعلق به محصول گوجه فرنگی و کمترین آن متعلق به محصول توت فرنگی مشاهده شد.



شکل ۲- عملکرد اقتصادی هر بوته

حجم آب مصرفی در هر بوته

از لحاظ مقدار مصرف آب در هر بوته بیشترین مقدار مصرف آب در بادمجان و کمترین آن در توت فرنگی مشاهده گردید.



شکل ۳- حجم آب مصرفی در هر بوته

کارایی اقتصادی مصرف آب

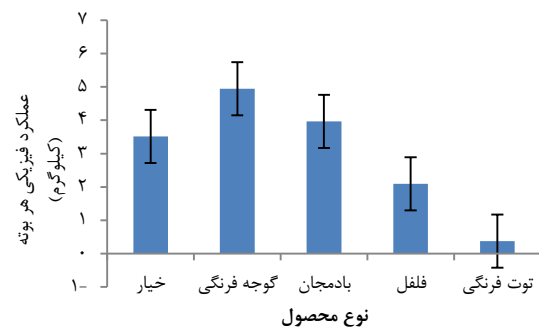
بالاترین کارایی اقتصادی مصرف آب متعلق به گوجه-فرنگی و فلفل بود. بنابراین با توجه به ضرورت توجه به درآمد کشاورز همراه با مصرف آب کمتر این دو محصول نسبت به سایر محصولات برتری محسوسی

شاخص‌های لازم محاسبه گردید. زیرا با بررسی کارایی مصرف آب و تأثیر بر سودآوری کشت‌های گلخانه‌ای می‌توان تصمیم‌های بهتری را درخصوص جلوگیری از اتلاف منابع و افزایش بازده اقتصادی واحدهای کشت گلخانه‌ای اتخاذ نمود.

چنانچه دو شاخص عملکرد اقتصادی در واحد سطح و کارایی اقتصادی مصرف آب را به عنوان شاخص‌های اصلی مورد بررسی قرار دهیم، نتایج نشان داد اولاً اگرچه کارایی فیزیکی مصرف آب در خیار و گوجه‌فرنگی بالاتر است اما با اعمال قیمت محصولات مختلف، کارایی اقتصادی مصرف آب در محصولات مختلف تفاوت معنی‌داری ندارد، ثانیاً از آنجا که بیشترین عملکرد اقتصادی در واحد سطح مربوط به گوجه‌فرنگی و فلفل بود، و نیز با در نظر گرفتن سایر صفات می‌توان گفت این دو محصول می‌توانند به عنوان دو محصول برتر انتخاب شوند. در ادامه برخی دیگر شاخص‌های اندازه‌گیری شده در این پژوهش جهت مقایسه بهتر آورده شده است:

عملکرد فیزیکی هر بوته

بیشترین عملکرد فیزیکی در بوته متعلق به محصول گوجه فرنگی و کمترین آن متعلق به محصول توت فرنگی بدست آمد.

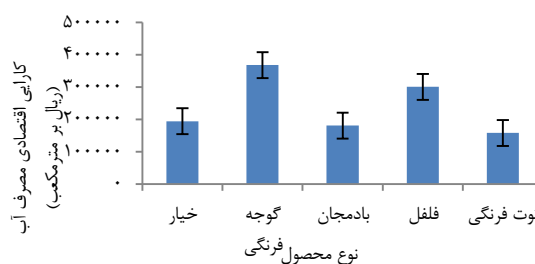


شکل ۱- عملکرد فیزیکی هر بوته

دارند. ضمن این‌که باید نوسانات قیمت بازار را در سال‌های مختلف مدنظر داشته باشیم.

بررسی عملکرد شهرستان‌های مختلف در کشت محصولات گلخانه‌ای

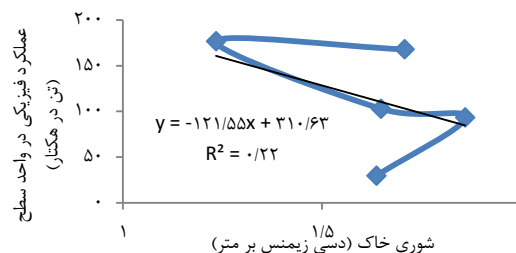
نتایج حاصل از پژوهش نشان داد از میان شهرستان‌های مختلف جیرفت و منوجان بالاترین عملکرد اقتصادی در واحد سطح (به ترتیب ۲۶۸۳/۴ و ۳۶۲۵/۵ میلیون ریال در هکتار) را دارا بوده و بالاترین کارایی اقتصادی مصرف آب را شهرستان منوجان با مقدار ۳۴۶۴۴۷ ریال در مترمکعب به خود اختصاص داده است.



شکل ۴- کارایی اقتصادی مصرف آب

نمودار تغییرات عملکرد نسبت به شوری خاک

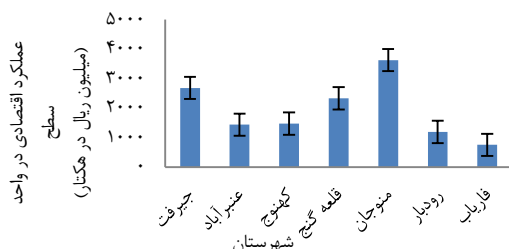
نمودار تغییرات عملکرد نسبت به شوری خاک نشان داد با افزایش مقدار شوری خاک از مقدار عملکرد کاسته می‌شود.



شکل ۵- تغییرات عملکرد فیزیکی نسبت به شوری خاک

عملکرد اقتصادی در واحد سطح

منوجان با ۳۶۲۵/۵ میلیون ریال در هکتار بالاترین عملکرد اقتصادی را به خود اختصاص داد. این در حالی است که بالاترین عملکرد فیزیکی متعلق به قلعه گنج بود.



شکل ۶- عملکرد اقتصادی در واحد سطح

حجم آب مصرفی در واحد سطح

کمترین مقدار مصرف آب در شهرستان فاریاب بود و بین بقیه شهرستان‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

نتایج حاصل از پژوهش نشان داد مقدار آب مصرفی در گلخانه‌های مورد اندازه‌گیری حداقل ۳۰ درصد بیش از نیاز آبی واقعی در گلخانه‌های منطقه است. یکی از دلایل اصلی این موضوع عدم توجه گلخانه‌داران به مدیریت صحیح آب در گلخانه می‌باشد زیرا با وجود استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری و تجهیز تقریباً تمامی گلخانه‌ها به سیستم آبیاری تحت فشار بجای مصرف کمتر آب شاهد افزایش سطح زیر کشت و همچنان توجه کمتر به مصرف بهینه آب هستیم.

مقدار کارایی فیزیکی مصرف آب نیز به‌طور متوسط برابر با ۱۰/۹۳ کیلوگرم بر متر مکعب مشاهده گردید. همچنین حدود ۴۶ درصد از گلخانه‌های مورد بررسی دارای کارایی فیزیکی مصرف آب بین ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب بودند (جدول ۱).

جدول ۱- کارایی فیزیکی مصرف آب در گلخانه‌های جنوب استان کرمان

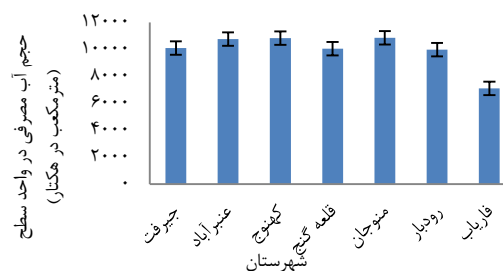
واحد	کارایی فیزیکی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)				جمع کل
	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	
تعداد گلخانه	۱۲	۱۵	۳	۳	۳۳
درصد از کل	۳۶/۳	۴۵/۵	۹/۱	۹/۱	۱۰۰

کارایی اقتصادی مصرف آب به‌طور متوسط ۲۴۰۷۳۰ ریال به ازای مصرف هر متر مکعب آب حاصل گردید. حدود ۴۰ درصد از گلخانه‌ها کارایی اقتصادی مصرف آب بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار ریال در متر مکعب را دارا بودند (جدول ۲).

جدول ۲- کارایی اقتصادی مصرف آب در گلخانه‌های جنوب استان کرمان

واحد	کارایی اقتصادی مصرف آب (هزار ریال بر متر مکعب)				جمع کل
	کمتر از ۱۰۰	۱۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۴۰۰	۴۰۰-۵۰۰
تعداد گلخانه	۴	۱۳	۹	۴	۳
درصد از کل	۱۲/۱	۳۹/۴	۲۷/۳	۱۲/۱	۹/۱

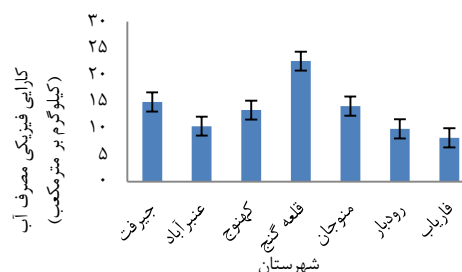
یکی از اقدامات ارزنده‌ای که در سال‌های اخیر در راستای بهبود بهره‌وری مصرف آب و سازگاری با اقلیم خشک ایران صورت گرفته توجه خاص به توسعه



شکل ۷- حجم آب مصرفی در واحد سطح

کارایی فیزیکی مصرف آب

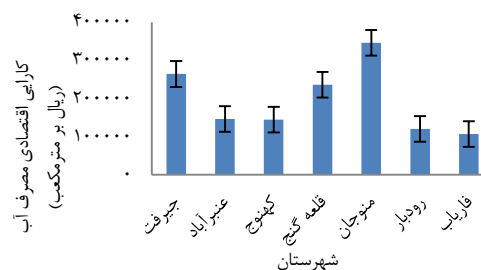
قلعه‌گنج بیشترین کارایی فیزیکی مصرف آب به مقدار ۲۲/۶۰ کیلوگرم بر متر مکعب را به خود اختصاص داد.



شکل ۸- کارایی فیزیکی مصرف آب

کارایی اقتصادی مصرف آب

منوجان با ۳۴۶۴۴۷ ریال بر مترمکعب بالاترین کارایی اقتصادی مصرف آب را به خود اختصاص داد.



شکل ۹- کارایی اقتصادی مصرف آب

توصیه ترویجی

میانگین مصرف آب در گلخانه‌های مورد مطالعه برابر با ۱۱۲۴۰ متر مکعب در هکتار به‌دست آمد.



کارآیی مصرف آب و کود را افزایش و آبشویی مواد غذایی را کاهش می‌دهد.

استفاده از روشهای جدید کشت بر بستر غیر خاکی، کشت‌های هیدروپونیک و آئروپونیک علی‌رغم هزینه‌های اولیه به دلیل کاهش شدید مصرف آب، استفاده بهینه از حجم گلخانه، افزایش عملکرد و کنترل دقیق و راحت تر گلخانه در بلند مدت می‌تواند توجیه‌پذیر باشد. توجه به تراکم کشت و تغذیه و آبیاری بهینه می‌تواند از دیگر نکات مدیریتی گلخانه باشد. در نهایت در جهت افزایش اطلاعات و آگاهی گلخانه‌داران به منظور مدیریت صحیح گلخانه، کاهش انرژی و آب مصرفی و افزایش بازده گلخانه پیشنهاد می‌شود قبل از اعطای مجوز بهره‌برداری از گلخانه، یک دوره آموزشی الزامی به منظور انتقال اطلاعات لازم به بهره‌بردار برگزار گردد.

روش‌های آبیاری تحت فشار است. خوشبختانه تمامی گلخانه‌های منطقه جنوب کرمان از سیستم آبیاری قطره‌ای بهره می‌برند. اما در توسعه این روش‌ها در اکثر موارد به جنبه‌های فنی کمتر توجه شده و توسعه فیزیکی در اولویت اصلی بوده است. جهت افزایش کارآیی مصرف آب در گلخانه‌ها بایستی مقدار مصرف آب در گلخانه‌ها تحت نظارت کارشناسان قرار گیرد تا از هدر رفت آب جلوگیری به عمل آید.

میزان آب مورد نیاز گلخانه‌ها بر اساس اقلیم منطقه، مراحل رشد مختلف گیاهان گلخانه‌ای، نوع سازه و تجهیزات جانبی به کار رفته اندازه‌گیری شود. درجه حرارت، نور و رطوبت مهم‌ترین عوامل آب و هوایی موثر بر عملکرد محصول و آب مصرفی گیاه می‌باشند که در سطح گلخانه قابل کنترل هستند. به نصب تجهیزاتی که امکان تغییر درجه حرارت، نور و رطوبت در گلخانه را فراهم می‌کند اقدام شود.

مصرف به اندازه و به موقع آب، امکان انجام آبیاری با تناوب کوتاه و استفاده مجدد از زه‌آب موجب افزایش عملکرد، کاهش آب مصرفی و افزایش کارآیی مصرف آب به مقدار قابل ملاحظه‌ای می‌شود. در محیط‌های تحت کنترل، مصرف به موقع آب طبق برنامه پیش‌بینی شده به سادگی عملی می‌باشد. توسعه روش‌هایی با راندمان توزیع بالا مانند روش آبیاری زیرزمینی که براساس صعود موئینه‌ای آب در منطقه‌ی ریشه طراحی می‌گردد، به طور مؤثری

منابع

- اسفندیاری ص. ۱۳۹۵. تعیین نیاز آبی در خیار گلخانه‌ای. طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان.
- حیدری، ن. ۱۳۸۶. کارایی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای، تهران، نشر کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی ۱۳۸۵. آمارنامه کشاورزی. جلد اول. گیاهان زراعی و باغی سال زراعی ۸۵-۸۴.
- دهقانی، ح.، زارعی، ق. و حیدری، ن. ۱۳۸۶. بررسی مدیریت آبیاری و کارایی مصرف آب در گلخانه‌ها و مسائل و چالش‌ها. اولین کارگاه فنی ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای. ۱۴-۱.
- رزمی، ز. و قائمی، ع. ا. ۱۳۹۰. تعیین ضرایب گیاهی و تنش آب خاک گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه شیشه‌ای. مجله علوم و فنون کشتهای گلخانه‌ای. ۲(۷): ۸۶-۷۵.
- رضавردی نژاد، و.، شبانیان اصل، م.، بشارت، س. و حسنی، ع. ۱۳۹۶. تعیین نیاز آبی، ضریب گیاهی و کارایی مصرف آب محصولات خیار و گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه (مطالعه موردی: منطقه ارومیه). علوم و فنون کشتهای گلخانه‌ای. ۸(۳): ۳۹-۲۷.
- عابدی کوپایی، ج.، اسلامیان، س. س. و زارعیان، م. ج. ۱۳۹۰. اندازه‌گیری و مدلسازی نیاز آبی و ضریب گیاهی خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل با استفاده از میکرو لایسیمتر در گلخانه. علوم و فنون کشتهای گلخانه‌ای، ۲(۷): ۶۳-۵۱.
- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۸۲. مدیریت آب آبیاری در مزرعه. گروه کار استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی، نشریه شماره ۷۶. ۱۷۸ صفحه.
- Cakir, R., Kanburoglu-Cebi, U., Altintas, S. and Ozdemir, A. 2017.** Irrigation scheduling and water use efficiency of cucumber grown as a spring-summer cycle crop in solar greenhouse. *Agricultural Water Management*. 180: 78-87.
- Mujahed, H. 2007.** Estimation of crop water requirement for cucumber grown in greenhouses. M.Sc. Thesis, College of Graduate Studies and Academic Research, Hebron University, Palestine.
- Smither Kopperi, M.L. and Cantliff Daniel J., 2004.** Protected Agriculture as a Methyl Bromide Alternative. *Current Really and Future Promise. Proc: Fla. State Hort. Soc.* 117: 21 – 27.