

## ارزیابی عملکرد و کارایی مصرف آب در گلخانه‌های جنوب استان کرمان

اسماعیل مقبلی‌دامنه\*<sup>۱</sup>، احمد آئین<sup>۲</sup>، معین مختاری<sup>۳</sup>، موسی حسن‌بلوچی<sup>۴</sup>

۱ و ۳ محقق 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 استادیار، 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.

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.

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

تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۱۸

### چکیده

امروزه جهان در راستای تأمین امنیت غذایی خود به دنبال تولید بیشتر است. افزایش تولید با محدودیت‌هایی از جمله کمبود منابع آب همراه است. منطقی‌ترین راه‌حل، افزایش عملکرد محصول به ازای واحد آب مصرفی می‌باشد که کارایی مصرف آب یا بهره‌وری آب نامیده می‌شود. یکی از راه‌های افزایش کارایی مصرف آب استفاده از محیط‌های کشت کنترل‌شده و گلخانه برای تولید انواع محصولات می‌باشد. اگرچه نیاز آبی و مصرف آب در گلخانه نسبت به محیط باز کم است ولی برآورد دقیق آن دارای اهمیت ویژه است. در این پژوهش تعدادی از گلخانه‌های منطقه جنوب استان کرمان جهت اندازه‌گیری عملکرد، مقدار مصرف آب و کارایی مصرف آب انتخاب گردید. محصولات کشت‌شده در این گلخانه‌ها شامل خیار، گوجه‌فرنگی، توت‌فرنگی، بادمجان و فلفل بود. پس از جمع‌آوری داده‌ها شاخص‌های موردنظر محاسبه و مقدار مصرف آب با نیاز آبی گیاه مقایسه شد. نتایج حاصل نشان داد متوسط میزان آب مصرفی در گلخانه‌های جنوب استان کرمان برابر با ۱۱۲۴۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد. این مقدار از نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای که حدود ۶۵۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد بیشتر است. کارایی فیزیکی مصرف آب در خیار، گوجه‌فرنگی، بادمجان، فلفل و توت‌فرنگی به ترتیب ۱۷،۹۰، ۱۶،۸۲، ۹،۳۲، ۷،۸۵ و ۲،۷۴ کیلوگرم بر مترمکعب و متوسط کارایی فیزیکی مصرف آب ۱۰،۹۳ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد. کارایی اقتصادی مصرف آب نیز در محصولات مذکور به ترتیب ۱۹،۵، ۳۶،۹، ۱۸،۱، ۳۰،۱ و ۱۵،۸ هزار ریال در مترمکعب و متوسط آن نیز ۲۴،۱ هزار ریال در مترمکعب بدست آمد.

**واژه‌های کلیدی:** کارایی اقتصادی مصرف آب، کارایی فیزیکی مصرف آب، گلخانه.

## مقدمه

کارایی مصرف آب نمایه‌ای برای بیان کمی تولید محصول به ازای واحد آب مصرفی است و با افزایش عملکرد و یا کاهش آب مصرفی افزایش می‌یابد. به‌طور کلی کارایی مصرف آب به مقدار ماده گیاهی تولیدشده به ازای واحد آب مصرف‌شده، اشاره دارد و به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$WUE = Y / W$$

که در آن، WUE کارایی مصرف آب<sup>۱</sup>، Y عملکرد فیزیکی (کل محصول تولیدشده) یا عملکرد اقتصادی (ارزش اقتصادی حاصل از محصول تولیدی) و W حجم آب مصرف شده هستند. بررسی عملکرد و کارایی مصرف آب خیار گلخانه‌ای در ترکیه نشان داد با مصرف آب حدود ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار مقدار عملکرد برابر با ۱۲۶،۵ تن در هکتار و کارایی مصرف آب برابر با ۴۲ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد (آکیر<sup>۲</sup> 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 مترمکعب بدست آمد (رضاوودی نژاد و همکاران، ۱۳۹۶). در یک پژوهش مقدار تبخیر و تعرق گوجه‌فرنگی در طول دوره رشد ۵۹۱ میلی‌متر بدست آمد (رزمی و قائمی، 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 مترمکعب بدست آمد (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۶). 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 یک مطالعه مقدار نیاز آبی خیار گلخانه‌ای ۶۹۳۰ مترمکعب در هکتار گزارش شد (مجاهد<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷). نتایج تعیین کارایی تولید چند محصول گلخانه‌ای در اسپانیا، هلند و فلوریدا برای دو شرایط کشت گلخانه‌ای و مزرعه‌ای نشان داد عملکرد محصولات گلخانه‌ای می‌تواند تا ۹ برابر عملکرد محصول در مزرعه باشد (اسمیت<sup>۴</sup> و کانتلیف، ۲۰۰۴).

بر اساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۵ در ایران سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای ۸۸۲۰ هکتار می‌باشد که در این میان سطح زیر کشت خیار ۷۲،۸، گوجه‌فرنگی ۸،۱، فلفل ۵، توت‌فرنگی ۵،۲ و بادمجان ۲،۶ درصد از کل سطح زیر کشت گلخانه‌ها می‌باشد. بیشترین سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای در کشور متعلق به استان‌های تهران با ۲۲،۲، جنوب استان کرمان با ۲۰،۶ و اصفهان با ۱۶،۸ درصد است. از لحاظ عملکرد نیز به‌ترتیب یزد با ۲۸۷، تهران با ۲۶۸ و جنوب استان کرمان با ۲۱۴ تن در هکتار در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند. (آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۵-۹۴، ۱۳۹۶). میانگین کارایی مصرف آب در ۵۷ درصد گلخانه‌های کشور ۱۸،۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب است، که حدود ۵ برابر شرایط مزرعه‌ای می‌باشد (کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۲). در آزمایشی نیاز آبی خیار گلخانه‌ای در جیرفت ۶۵۰۰ مترمکعب در هکتار بدست آمد (اسفندیاری، ۱۳۹۵). به‌طور خلاصه می‌توان گفت در شرایط بحران کم‌آبی برنامه‌ریزی صحیح مصرف آب بسیار مهم بوده و در این راستا اولین قدم درک وضعیت موجود

<sup>3</sup> Mujahed

<sup>4</sup> Smither & Cantliff

<sup>1</sup> Water Use Efficiency

<sup>2</sup> Cakir

تجزیه واریانس صفات موردبررسی در این پژوهش نشان داد بین محصولات مختلف (خیار، گوجه، بادمجان، فلفل و توت‌فرنگی) در صفات عملکرد فیزیکی در واحد سطح، عملکرد فیزیکی هر بوته، حجم آب مصرفی در هر بوته و کارایی فیزیکی مصرف آب در سطح احتمال یک درصد و در صفات عملکرد اقتصادی در واحد سطح و عملکرد اقتصادی هر بوته در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اما بین محصولات مختلف از لحاظ صفات حجم آب مصرفی در واحد سطح و کارایی اقتصادی مصرف آب تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

#### مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در محصولات مختلف

آزمون مقایسه میانگین نشان داد در صفات عملکرد فیزیکی در واحد سطح و کارایی فیزیکی مصرف آب خیار و گوجه‌فرنگی بالاترین مقدار و توت‌فرنگی کمترین مقدار را دارا می‌باشند. در خصوص عملکرد اقتصادی در واحد سطح گوجه‌فرنگی و فلفل بیشترین مقدار را دارا بودند. بیشترین حجم آب مصرفی در هر بوته مربوط به بادمجان و کمترین آن در خیار و توت‌فرنگی بود. به‌طور کلی اگر دو شاخص عملکرد اقتصادی در واحد سطح و کارایی اقتصادی مصرف آب را به‌عنوان شاخص‌های اصلی موردبررسی قرار دهیم نتایج نشان داد اولاً اگرچه کارایی فیزیکی مصرف آب در خیار و گوجه‌فرنگی بالاتر است اما با اعمال قیمت، کارایی اقتصادی مصرف آب در محصولات مختلف تفاوت معنی‌داری ندارد، ثانیاً از آنجاکه بیشترین عملکرد اقتصادی در واحد سطح مربوط به گوجه‌فرنگی و فلفل بود، می‌توان گفت این دو محصول می‌توانند به‌عنوان دو محصول برتر انتخاب شوند.

است. در این پژوهش میزان آب مصرفی، عملکرد و کارایی مصرف آب در تعدادی گلخانه منتخب در جنوب استان کرمان اندازه‌گیری و موردبررسی قرار گرفت. توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های بعدی بسیار مفید باشد.

#### مواد و روش‌ها

این پروژه در جنوب استان کرمان اجرا گردید. این منطقه بیش از ۷۰ درصد تولید استان کرمان و همچنین چهار درصد تولید محصولات کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده است. در این تحقیق برای پنج محصول گلخانه‌ای عمده جنوب استان کرمان شامل خیار، گوجه‌فرنگی، بادمجان، فلفل و توت‌فرنگی میزان مصرف آب، عملکرد و کارایی مصرف آب در شرایط واقعی اندازه‌گیری شد. در مجموع تعداد کل گلخانه‌های انتخابی ۳۳ واحد بود. سپس با انجام بازدید و تهیه کاربرگ‌های مخصوص اطلاعات موردنیاز شامل مشخصات بهره‌بردار، گلخانه، گیاه، خاک و آبیاری ثبت گردید. حجم کل آب مصرفی در طول فصل زراعی با استفاده از کنتورهای نصب‌شده بدست آمد. در نهایت با کاربرد روابط مربوطه شاخص‌های لازم محاسبه گردید. جهت آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SAS و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

#### نتایج و بحث

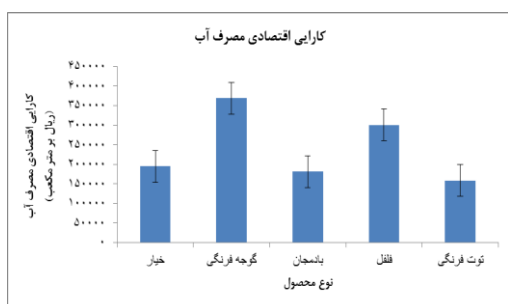
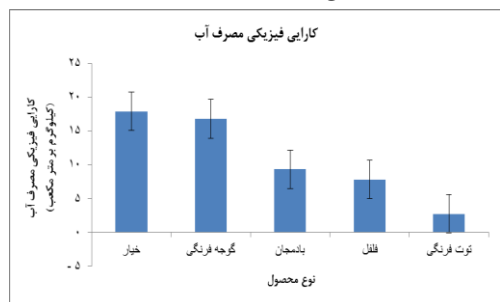
در جدول یک خلاصه شاخص‌های مهم اندازه‌گیری شده در محصولات مختلف آورده شده است (جدول ۱).

#### تجزیه واریانس صفات موردبررسی در محصولات مختلف

جدول ۱- برخی از شاخص‌های اندازه‌گیری شده در محصولات مختلف گلخانه‌های جنوب استان کرمان

نوع محصول	طول دوره رشد (روز)	تعداد بوته در هکتار	عملکرد فیزیکی در واحد سطح (تن در هکتار)	عملکرد فیزیکی هر بوته (کیلوگرم در بوته)	عملکرد اقتصادی در واحد سطح (میلیون ریال در هکتار)	عملکرد اقتصادی هر بوته (ریال در بوته)	حجم آب مصرفی در واحد سطح (متر مکعب در هکتار)	حجم آب مصرفی در هر بوته (لیتر در بوته)	کارایی فیزیکی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	کارایی اقتصادی مصرف آب (ریال در متر مکعب)
خیار	۱۸۱	۴۷۹۸۶	۱۶۷,۷۶	۳,۵۲	۱۸۱۶	۳۸۸۳۱	۹۴۲۲	۲۰۴	۱۷,۹۰	۱۹۴۶۵۶
گوجه	۲۲۳	۳۷۲۲۷	۱۷۶,۶۷	۴,۹۵	۳۸۰۰	۱۰۷۳۶۵	۱۰۶۷۶	۲۹۴	۱۶,۸۲	۳۶۸۵۳۴
بادمجان	۲۲۴	۲۶۳۹۷	۱۰۲,۹۰	۳,۹۶	۱۸۸۲	۷۲۰۹۴	۱۱۹۴۶	۴۷۴	۹,۳۲	۱۸۱۱۲۳
لفل	۱۹۳	۴۴۳۱۱	۹۳,۳۹	۲,۰۹	۳۶۵۷	۸۶۴۵۹	۱۲۵۹۴	۳۰۷	۷,۸۵	۳۰۰۸۹۱
توت‌فرنگی	۱۶۲	۸۶۳۱۱	۲۹,۶۸	۰,۳۸	۱۷۸۳	۲۱۷۲۳	۱۱۵۶۲	۱۳۶	۲,۷۴	۱۵۸۴۴۸
میانگین	۱۹۷	۴۸۴۴۶	۱۱۴,۰۸	۲,۹۸	۲۵۸۸	۶۵۲۹۴	۱۱۲۴۰	۲۸۳	۱۰,۹۳	۲۴۰۷۳۰

گوجه‌فرنگی و فلفل و کمترین آن در توت‌فرنگی به‌دست آمد (شکل ۳).



شکل ۳- کارایی فیزیکی و اقتصادی مصرف آب

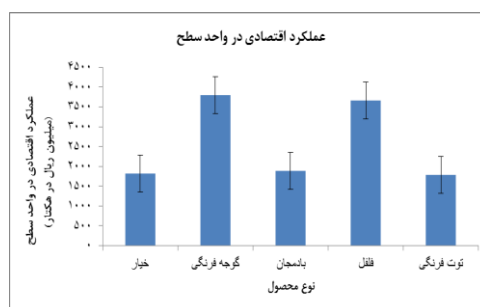
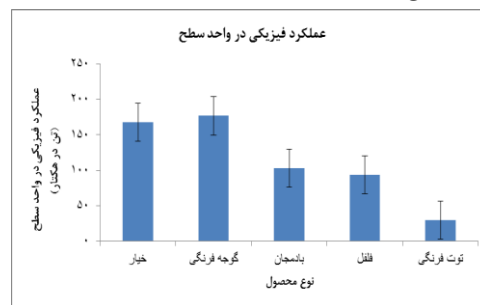
مقایسه حجم آب مصرفی نسبت به نیاز آبی در گلخانه‌های خیار

### توصیه ترویجی

حجم آب مصرفی در تمامی گلخانه‌های خیار مورد اندازه‌گیری بیشتر از مقدار نیاز آبی مشاهده شد (شکل ۴). متوسط آب مصرفی در گلخانه‌های خیار معمولی برابر با ۹۳۱۱ متر مکعب در هکتار به‌دست آمد که این مقدار ۴۳٫۲۵ درصد نسبت به نیاز آبی واقعی خیار گلخانه‌ای که توسط اسفندیاری (۱۳۹۵) محاسبه گردید بیشتر است (شکل ۴). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد اغلب کشاورزان توجهی به کاهش میزان مصرف آب در گلخانه نداشته و بیشتر از نیاز آبی به گیاه آب داده می‌شود.

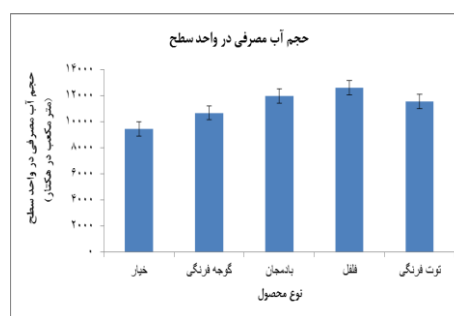
نمودارهای ستونی صفات اندازه‌گیری شده در محصولات مختلف

عملکرد فیزیکی و اقتصادی: بیشترین عملکرد فیزیکی متعلق به گوجه‌فرنگی و کمترین آن متعلق به توت‌فرنگی بود. گوجه‌فرنگی و فلفل بیشترین عملکرد اقتصادی در واحد سطح را دارا بودند (شکل ۱).



شکل ۱- عملکرد فیزیکی و اقتصادی در واحد سطح

مقدار آب مصرفی: فلفل بیشترین و خیار کمترین مقدار مصرف آب را به خود اختصاص داد (شکل ۲).

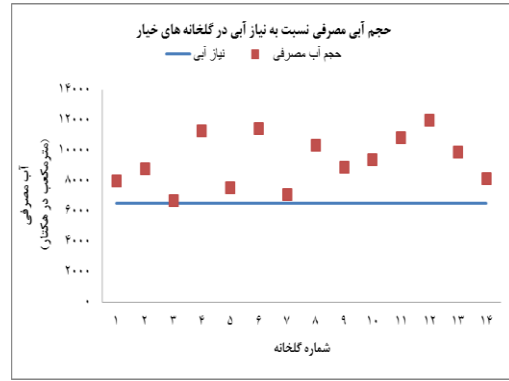


شکل ۲- حجم آب مصرفی در واحد سطح

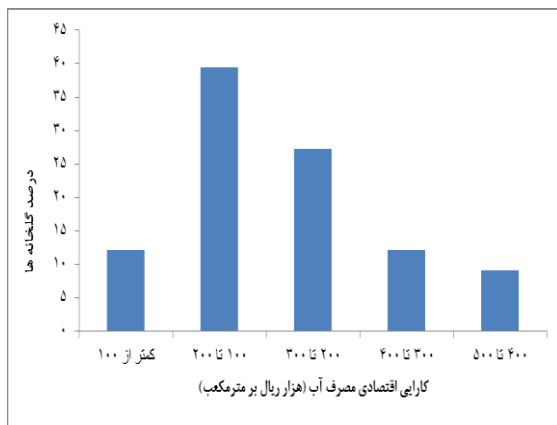
کارایی فیزیکی و اقتصادی مصرف آب: بیشترین کارایی فیزیکی مصرف آب در خیار و گوجه‌فرنگی به‌ترتیب با ۱۷٫۹۰ و ۱۶٫۸۲ و کمترین آن در توت‌فرنگی با ۲٫۷۴ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد. بیشترین کارایی اقتصادی مصرف آب در



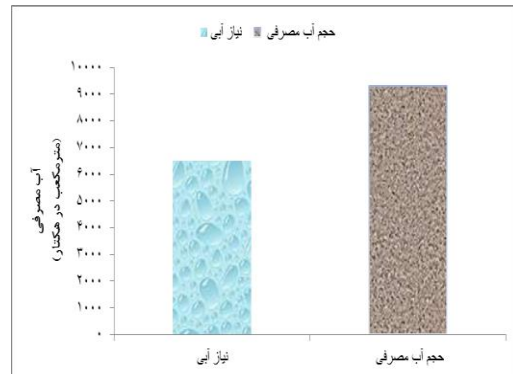
شکل ۵- کارایی فیزیکی مصرف آب در گلخانه‌ها



شکل ۴- حجم آب مصرفی نسبت به نیاز آبی در گلخانه‌های خیار



شکل ۶- کارایی اقتصادی مصرف آب در گلخانه‌ها



از میان محصولات مورد بررسی گوجه‌فرنگی و فلفل در شاخص‌های مورد بررسی بهترین عملکرد را داشتند. بنابراین این دو محصول جهت کشت توصیه می‌شود. جهت افزایش کارایی مصرف آب در گلخانه‌ها بایستی مقدار مصرف آب در گلخانه‌ها تحت نظارت کارشناسان قرار گیرد تا از هدر رفت آب جلوگیری به عمل آید. همچنین سیستم آبیاری گلخانه‌ها توسط متخصصین بررسی گردد و توصیه‌های لازم جهت اصلاح سیستم و افزایش کارایی آن ارائه شود.

میانگین مصرف آب در گلخانه‌های مورد مطالعه برابر با ۱۱۲۴۰ مترمکعب در هکتار بدست آمد. مقدار کارایی فیزیکی مصرف آب نیز به‌طور متوسط برابر با ۱۰,۹۳ کیلوگرم بر مترمکعب مشاهده گردید. همچنین حدود ۴۶ درصد از گلخانه‌های مورد بررسی دارای کارایی فیزیکی مصرف آب بین ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب بودند (شکل ۵).

کارایی اقتصادی مصرف آب به‌طور متوسط ۲۴۰۷۳۰ ریال به ازای مصرف هر مترمکعب آب حاصل گردید. حدود ۴۰ درصد از گلخانه‌ها کارایی اقتصادی مصرف آب بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار ریال در مترمکعب را دارا بودند (شکل ۶).

## منابع مورد استفاده:

آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۶. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهادکشاورزی. جلد اول. محصولات زراعی، سال زراعی ۹۵-۹۴. ۱۱۷ صفحه.

اسفندیاری، ص. ۱۳۹۵. تعیین نیاز آبی در خیار گلخانه‌ای. طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان. شماره فروست ۵۴۶/۸۷. ۲۸ صفحه.

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.

رضاءوردی 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.

## Evaluation of Greenhouse yield and Water Use Efficiency in South of Kerman Province

Esmail MoghbeliDameneh<sup>1\*</sup>, Ahmad Aein<sup>2</sup>, Moein Mokhtari<sup>3</sup>, Mousa HasanBaluchi<sup>4</sup>

1,3 Researcher of Agricultural Engineering Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Jiroft, Iran.

2 Assistant professor, Seed and Plant Improvement Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Jiroft, Iran.

4 Technician of Agricultural Engineering Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Jiroft, Iran.

\*Corresponding author: [E.moghbeli@areeo.ac.ir](mailto:E.moghbeli@areeo.ac.ir)

### Abstract

Today, the world is looking for produce more food for its food security. Increased production is accompanied by restrictions such as water scarcity. The most logical solution is to increase product performance per unit of water consumption, which is called water use efficiency or water productivity. One of the ways to increase water use efficiency is through the use of controlled culture media and greenhouse for the production of a variety of products. Although water requirement and water consumption in the greenhouse are low relative to the open environment, its accurate estimation is of particular importance. In this study, a number of greenhouses in the south of Kerman province were selected to measure yield, water consumption and water use efficiency. The products cultivated in these greenhouses included cucumbers, tomatoes, strawberries, eggplants and peppers. After collecting the data, the indices were calculated and the amount of water consumed was compared with the plant's water requirement. The results showed that the average amount of water consumed in the greenhouses in the south of Kerman province is 11240 m<sup>3</sup>/ha. This amount is more than the water requirement of greenhouse plants, which is about 6500 m<sup>3</sup>/ha. The physical water use efficiency in cucumbers, tomatoes, eggplants, peppers and strawberries was 17.90, 16.82, 9.32, 7.85 and 2.74 kg/m<sup>3</sup> respectively and the average physical water use efficiency was 10.93 kg/m<sup>3</sup>. Economic water use efficiency in these products was 19.5, 36.9, 18.1, 30.1 and 15.8 (1000\*Rial/m<sup>3</sup>) respectively and the average economic water use efficiency was 24.1 (1000\*Rial/m<sup>3</sup>).

**Key words:** Economic water use efficiency, Greenhouse, Physical water use efficiency