نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۸، شماره ۲، پاییز و زمستان، ۱۴۰۰، ص. ۵۲-۴۱

Water Management in Agriculture
Vol. 8, No. 2, Autumn and Winter, 2022, 41-52

مقاله پژوهشی

تأثیر داده‌های بهنگام هواشناسی محیط گلخانه در محاسبه تبخیر- تعرق مرجع

صمداله ابراهیمی‌پور[۱*]، علی نشاط [۲] و بیژن نظری[۳]

چکیده

در سال‌های اخیر در راستای استفاده بهینه از منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کشت گلخانه‌ای در کشور توسعه‌یافته است. برآورد مناسب نیاز آبی یا تخمین دقیق تبخیر- تعرق مرجع یکی از راهکارهای افزایش بهره‌وری آب در مزارع است. به دلیل تفاوت‌های قابل‌توجه در خرد اقلیم گلخانه با فضای باز، استفاده از داده‌های بهنگام هواشناسی داخل گلخانه در محاسبه مقدار تبخیر- تعرق مرجع و برنامه‌ریزی دقیق آبیاری از اهمیت ویژه برخوردار است. این پژوهش به مدت ۶ ماه در منطقه علی‌آباد شهرستان جیرفت در گلخانه‌ای با کشت گیاه گوجه‌فرنگی با هدف بررسی اختلاف تبخیر- تعرق مرجع محاسبه‌شده در سه وضعیتی که داده‌ها بر اساس: (۱) داده‌های بهنگام هواشناسی دریافتی از دستگاه هواشناسی کشاورزی داخل گلخانه و (۲) داده‌های بهنگام هواشناسی نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی غیرکشاورزی ۳- داده های هواشناسی بلندمدت منطقه تهیه شده بود انجام گرفت. تبخیر- تعرق مرجع محاسبه شده در طول دوره به ترتیب ۳۴۲/۷، ۵۰۸/۶ و ۶۳۶/۴ میلی‌متر بود. نتایج نشان داد که بین داده‌های هواشناسی از نظر دما، رطوبت و سرعت باد داخل گلخانه و نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی و یا داده‌های بلندمدت منطقه تفاوت وجود داشت. کاهش سرعت باد و تابش خورشیدی و همچنین افزایش رطوبت نسبی روزانه داخل گلخانه باعث گردید که مقدار تبخیر- تعرق محاسبه شده در داخل گلخانه کمتر شود.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، تبخیر – تعرق مرجع، داده‌های بهنگام، دستگاه هواشناسی کشاورزی، جیرفت

مقدمه

حدود ۷۰ درصد از منابع آب شیرین در دنیا به مصرف کشاورزی می‌رسد که این مقدار، برای منطقه خاورمیانه حدود ۹۰ درصد است. کمبود آب مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان است. کشاورزی به‌گونه‌ای، هم علت و هم قربانی کمبود آب است. برای سازگاری با شرایط کمبود آب، استفاده از روش‌های افزایش بهره‌وری آب به‌منظور تولید بیشتر محصول به ازای واحد آب مصرفی، امری ضروری می‌باشد (اکبر زاده و همکاران، ۱۳۹۷).

خشک‌سالی و کم‌آبی در ایران یک واقعیت اقلیمی است و با توجه به روند روز افزون نیاز بخش‌های مختلف به آب، مشکل کم‌آبی در سال‌های آینده حادتر نیز خواهد شد. در چنین شرایطی یکی از راهکارهای مؤثر و عملی استفاده بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب است. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی که بخش عمده‌ای از مصارف آب در ایران و جهان را نیز شامل می‌شود، می‌تواند بسیار مؤثر و راهگشا باشد. تخمین نسبتاً دقیق و یا تعیین شاخص‌های مدیریت مصرف آب ازجمله مقدار آب مصرفی، راندمان آبیاری و بهره‌وری آب محصولات زراعی و باغی مختلف در کشور از مهم‌ترین ابزارها و شاخص‌های کلیدی در برنامه‌ریزی‌های کلان مربوط به تأمین، تخصیص و مصرف اصولی از آب در بخش‌های مختلف ازجمله کشاورزی است (قدمی فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۹).

با توجه به تغییرات آب و هوایی، خشک‌سالی و کم‌آبی،

[۱] کارشناس ارشد آبیاری معاونت آب‌وخاک وزارت جهاد کشاورزی، (* نویسنده مسئول: ebrahimy74@gmail.com)، کرج، ایران
[۲] استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، کرمان، ایران
[۳] دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۱۴
DOR: 20.1001.1.24764531.1400.8.2.4.0

استفاده بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب بیش‌ازپیش ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی که بخش عمده‌ای از مصارف آب در ایران و جهان را شامل می‌شود، می‌تواند بسیار مؤثر و راهگشا باشد (قدمی فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۹). یکی از شاخص‌های مورد استفاده در مباحث عملکرد گیاه و آب، بهره‌وری مصرف آب است. آگاهی دقیق از مقدار آب مصرفی و بهره‌وری مصرف آب در جهت مدیریت منابع آب امری ضروری است. در این مطالعه به برآورد بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی آب در محصولات گلخانه‌ای دشت سیستان (خیار، گوجه‌فرنگی، فلفل و بادمجان) پرداخته شد (پیری و کیانی، ۱۳۹۹).

در شرایط کمبود آب، تولید محصولات کشاورزی برای تأمین نیاز غذایی جوامع بشری بسیار دشوار و نیاز به برنامه‌های مدیریتی دقیق است (کج‌بافیان و همکاران، ۱۳۹۴).

ازجمله‌ی این برنامه‌ها افزایش سطح زیر کشت و یا اتخاذ راهکارهای مدیریتی جهت افزایش میزان عملکرد در واحد سطح می‌باشد (Deng et al., 2006). این در حالی است که محدودیت جهانی منابع آب، افزایش تولید از طریق افزایش سطح زیر کشت را محدود می‌سازد (Douh et al., 2013). لذا در چنین شرایطی، اعمال مدیریت صحیح در راستای افزایش کارایی مصرف آب از اهمیت زیادی برخوردار است (Rahi and Antonopoulos, 2007). یکی از مؤثرترین راهکارهای مقابله با بحران آب و افزایش کمی و کیفی تولیدات در بخش کشاورزی توجه جدی به بهره‌وری آب و ارتقای آن با اعمال روش‌ها و سیاست‌های مناسب می‌باشد (کریمی و جلینی، ۱۳۹۶).

امروزه گلخانه‌ها برای تولید محصولات کشاورزی، به دلیل امکان کنترل عوامل تأثیرگذار محیطی همچون تغییرات دمایی، جلوگیری از پدیده‌های سرمازدگی و گرمازدگی، استفاده بهینه از منابع آب و خاک، امکان کاربرد مناسب کود و سم و در نهایت تولید در خارج از شرایط زمانی، جایگاه ویژه‌ای دارند (زارعی، ۱۳۸۶).

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در مدیریت آبیاری و بهره‌وری آب، تعیین دقیق مقدار و زمان آبیاری است. عدم اطلاع از مقدار دقیق تبخیر- تعرق و نیاز آبی گیاه می‌تواند خسارات فیزیکی و اقتصادی بسیاری را به همراه داشته باشد (Moslehi et al., 2011).

نیاز آبی گیاه به نوع گیاه و وضعیت آب و هوایی منطقه بستگی دارد. دمای هوا، فشار بخار اشباع و سرعت باد در نواحی آبیاری نشده، مانند محیط ایستگاه‌های هواشناسی غیرکشاورزی، نسبت به نواحی آبیاری شده با موقعیت جغرافیایی یکسان متفاوت می‌باشند (Devries and Brich, 1961; Davenport and Hudson, 1967). مطالعات صورت گرفته در مورد آب مصرفی گیاهان گلخانه‌ای به‌اندازه کافی صورت نگرفته است. در سال‌های اخیر این مطالعات به خصوص در زمینه برآورد تبخیر- تعرق محصولات گلخانه‌ای روند چشمگیری داشته است (Moller et al., 2004; Casanova et al., 2009).

روسنبرگ و همکاران در تحقیق خود که به بررسی تبخیر- تعرق داخل گلخانه پرداختند، به این نتیجه رسیدند که معمولاً تبخیر- تعرق داخل گلخانه حدود ۸۰- ۶۰ درصد تبخیر- تعرق فضای آزاد است (Rosenberg et al., 1989).

فاریاس و همکاران به بررسی تبخیر- تعرق در داخل گلخانه پلاستیکی پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که تبخیر- تعرق مرجع در داخل گلخانه در مقایسه با محیط خارج گلخانه بین ۴۵ تا ۷۷ درصد است (Farias et al., 1994).

برگا و کلار به بررسی تبخیر- تعرق داخل گلخانه پرداختند و مشاهده کردند که مقدار تبخیر- تعرق مرجع داخل گلخانه در جهت شرقی- غربی و شمالی- جنوبی به ترتیب حدود ۸۵ و ۸۰ درصد ... تبخیر- تعرق مرجع بیرون گلخانه است (Braga and Klar, 2000).

نتایج پژوهش‌ها رمانتو و همکاران نشان داد مقدار آب مورد نیاز برای گوجه‌فرنگی (واریته Troy489) در گلخانه حدود ۷۵ درصد تبخیر- تعرق گیاهی محاسبه‌شده بر اساس شرایط خارج از گلخانه است (Harmanto et al., 2005).

فرناندز و همکاران به بررسی اثر پوشش گلخانه‌ای بر تبخیر- تعرق در اقلیم مدیترانه‌ای پرداختند. نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که عملیات رنگ‌آمیزی پوشش گلخانه در

ماه‌های گرم، تبخیر- تعرق را به طور میانگین ۲۱/۴ درصد کاهش می‌دهد (Fernandez et al., 2010).

رزمی و قائمی (۱۳۹۰) به‌منظور تعیین دقیق تبخیر- تعرق واقعی گوجه‌فرنگی در گلخانه، به بررسی ضریب گیاهی و ضریب تنش آبی خاک پرداختند. نتایج نشان داد که تبخیر- تعرق مرجع داخل گلخانه ۷۳ درصد خارج گلخانه است.

در ایران برآورد نیاز آبی و تبخیر- تعرق مرجع با استفاده از سند ملی و داده‌های بلندمدت هواشناسی انجام می‌گیرد که به‌روز و دقیق نبودن داده‌ها می‌تواند باعث بروز خطا در برآورد آن‌ها شود. لذا، ضرورت دارد تفاوت داده‌های هواشناسی داخل گلخانه و فضای باز مقایسه و مقدار اختلاف تبخیر- تعرق مرجع ایجاد شده تحت تأثیر تفاوت داده‌های هواشناسی مورد ارزیابی قرار گیرد. اطلاع از این تفاوت‌ها می‌تواند در مدیریت آبیاری گلخانه‌ها بسیار رهگشا باشد.

هدف از این پژوهش مقایسه داده‌های هواشناسی و بررسی تبخیر- تعرق مرجع داخل گلخانه و فضای آزاد (بهنگام و بلندمدت) در دشت جیرفت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به مدت شش ماه در منطقه علی‌آباد شهرستان جیرفت واقع در طول جغرافیایی ۵۷/۵۱ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸/۳۲ درجه شمالی با ۵۹۷ متر ارتفاع از سطح دریا، در گلخانه‌ای با پوشش پلاستیکی به مساحت ۴۰۰۰ مترمربع و مجهز به سیستم هواشناسی کشاورزی با کشت گیاه گوجه‌فرنگی انجام گرفت. نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی غیرکشاورزی به فاصله ۴ کیلومتر از گلخانه قرار داشت.

شکل (۱) ایستگاه هواشناسی (مدل iMETOS ساخت کشور اتریش) استفاده‌شده در داخل گلخانه را نشان می‌دهد. ایستگاه شامل حس‌گرهای بادسنج، تشعشع سنج، دماسنج‌های ماکزیمم و مینیمم، رطوبت‌سنج نسبی و باران‌سنج بود و داده‌های هواشناسی با بازه پنج دقیقه اندازه‌گیری شد. داده‌های بدست آمده هر دو ساعت یک‌بار به پایگاه (www.fieldclimate.com) ارسال می‌گردید. در هر روز بر اساس داده‌های دریافت شده مقدار تبخیر– تعرق مرجع روزانه به روش فائو پنمن مانتیث محاسبه شد.

شکل ۱- ایستگاه هواشناسی خودکار استفاده شده در محیط گلخانه (مدل iMETOS ساخت کشور اتریش)

داده‌های (بهنگام و بلندمدت) ایستگاه هواشناسی غیرکشاورزی واقع در علی‌آباد از اداره هواشناسی جیرفت دریافت شد و تبخیر- تعرق مرجع با استفاده از فرمول فائو پنمن مانتیث به شرح فرمول (۱) محاسبه شد.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \qquad (۱)$$

در این رابطه، ET_o: تبخیر و تعرق مرجع (میلی‌متر بر روز)، Rn: تابش خالص ورودی به سطح گیاه (مگاژول بر مترمربع بر

روز)، G: شار گرمای خاک (مگاژول بر مترمربع بر روز)، T: میانگین روزانه دمای هوا در ارتفاع دو متری (درجه سلسیوس)، u_2: میانگین روزانه سرعت باد در ارتفاع دو متری (متر بر ثانیه)، e_s: فشار بخار اشباع (کیلوپاسکال)، e_a: فشار بخار واقعی (کیلوپاسکال)، $e_s - e_a$: کمبود فشار بخار اشباع (کیلوپاسکال)، Δ: شیب منحنی فشار بخار (کیلوپاسکال بر درجه سلسیوس)، γ: ضریب ثابت سایکرومتری (کیلوپاسکال بر درجه سلسیوس).

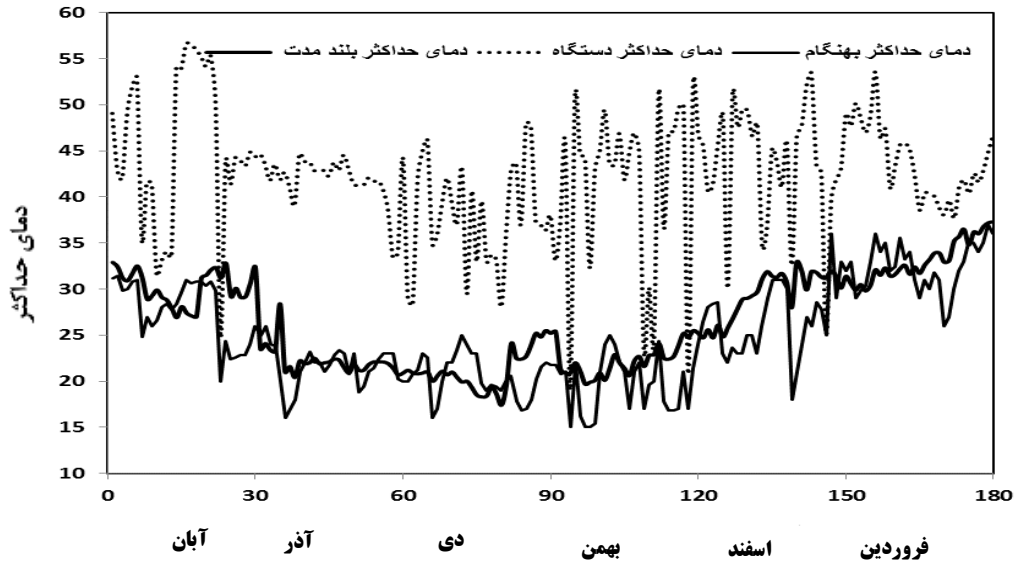
داده‌های هواشناسی شامل حداقل، متوسط و حداکثر دما هوا و تشعشع روزانه ثبت شده در گلخانه با اطلاعات اندازه‌گیری شده در سایت فضای باز با داده‌های بهنگام و بلندمدت مورد مقایسه قرار گرفت. مقایسه در فصل‌های پاییز، زمستان و بهار انجام شد. همچنین تبخیر- تعرق روزانه در دوره اندازه‌گیری برای داخل گلخانه و فضای باز مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

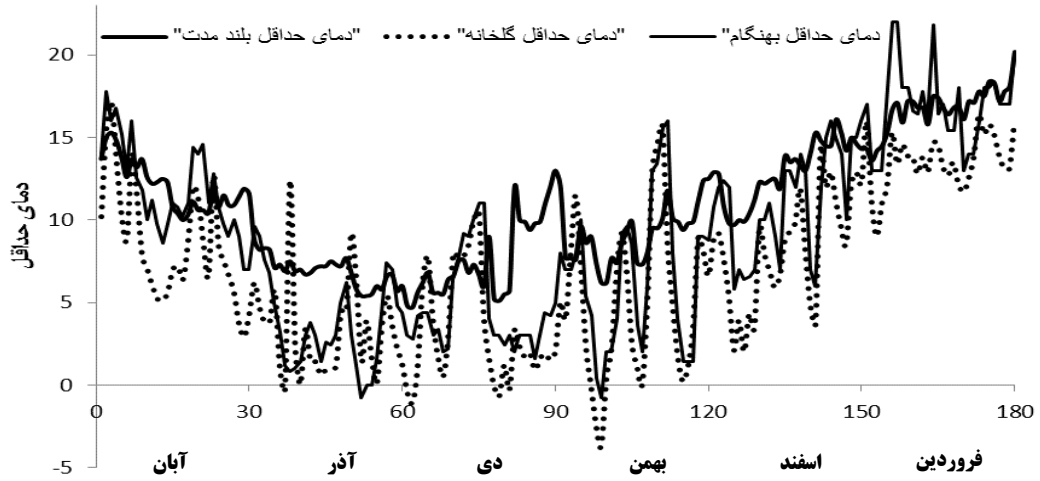
مقایسه داده‌های حداکثر و حداقل دما

تغییرات دمای حداکثر اندازه‌گیری شده در محیط گلخانه و ایستگاه هواشناسی (بهنگام و بلندمدت) در شکل (۲) نشان داده شده است. این شکل نشان‌دهنده اختلاف قابل‌توجه بین دمای حداکثر در داخل محیط گلخانه و خارج آن است که این تفاوت می‌تواند به دلیل تابش نور خورشید و پوشش‌های پلاستیکی باشد که یک مانع فیزیکی برای جابجایی هوا هستند و منجر به محبوس شدن شار گرمایی در داخل محیط گلخانه و ایجاد دمای بیشتر نسبت به محیط باز می‌شوند، همچنین سرعت باد در داخل گلخانه تا ۹۰ درصد کاهش‌یافته (Fernandez et al., 2010) و منجر به افزایش دما و تبخیر و تعرق گردیده است. در این تحقیق بیشترین اختلاف دمای حداکثر بین محیط داخل و خارج گلخانه حدود ۳۰ درجه سلسیوس در اواسط ماه آبان و کمترین اختلاف در حدود ۵ درجه در اواخر ماه فروردین بوده است که این اختلاف دمای زیاد در پاییز می‌تواند به دلیل افت ناگهانی دما در بیرون و حفظ دما در داخل محیط گلخانه باشد.

تغییرات دمای حداقل در طی ماه‌های مختلف سال در شکل (۳) قابل مشاهده است. روند طی شده در ابتدا نزولی و سپس صعودی بوده و دما در داخل محیط گلخانه کمتر از ایستگاه هواشناسی بود، اگرچه این تفاوت کم بود. دمای حداقل در محیط گلخانه و بیرون اختلافی در حدود ۱ تا ۴ درجه سلسیوس داشته‌اند و این تفاوت در طی دوره زمستان به حداقل رسیده است (Kittas, 1995; Lopez, 2003).



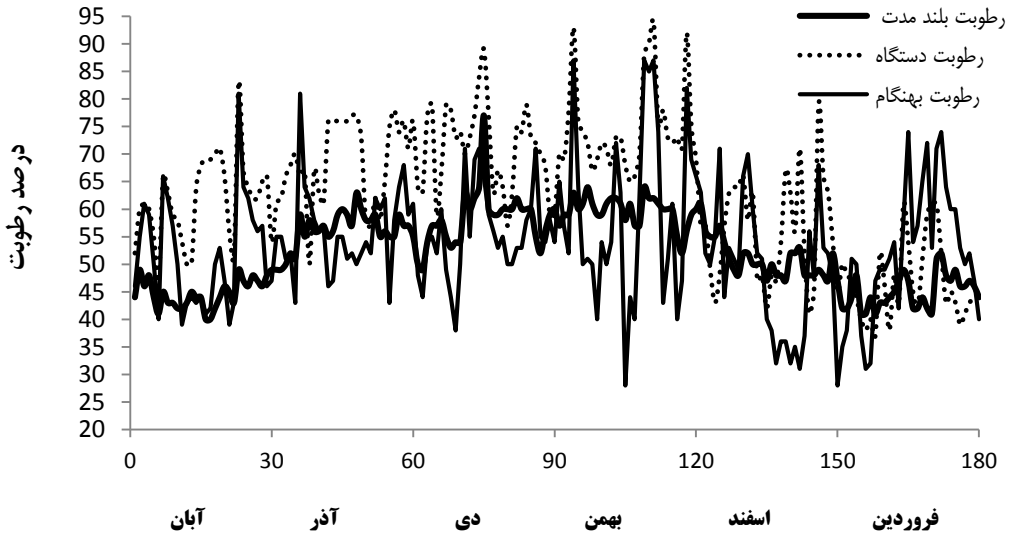
شکل ۲- مقایسه دمای حداکثر دستگاه، داده‌های بهنگام و متوسط ۱۷ ساله ایستگاه هواشناسی



شکل ۳- دمای حداقل دستگاه، داده‌های بهنگام و متوسط ۱۷ ساله ایستگاه هواشناسی

مقایسه میانگین رطوبت نسبی

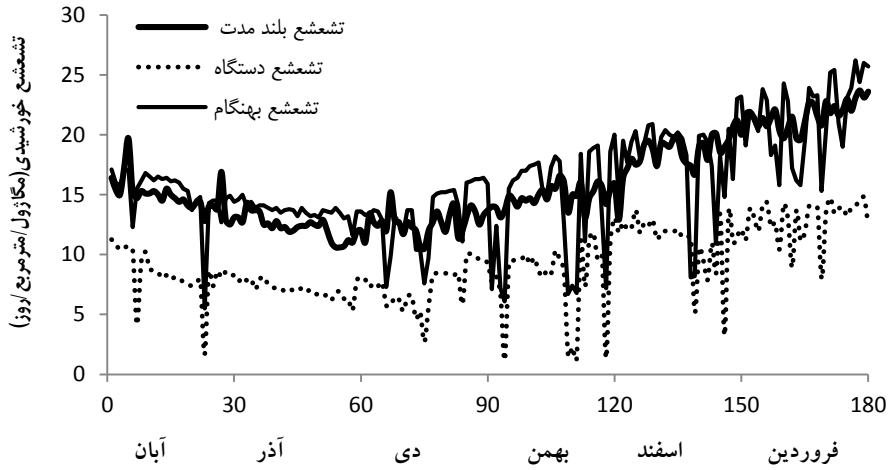
شکل (۴) میانگین رطوبت نسبی دستگاه (درون گلخانه) و ایستگاه هواشناسی را نشان می‌دهد. محدوده تغییرات رطوبت نسبی در داخل گلخانه بین ۴۰ تا ۹۵ درصد و در خارج از گلخانه بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی بین ۴۰ تا ۷۵ درصد بود. مقادیر رطوبت نسبی دستگاه در فضای گلخانه بیشتر از آمار ایستگاه هواشناسی است، دلیل این امر افزایش دمای محیط گلخانه و تبخیر رطوبت محیط اطراف سیستم آبیاری و بسته بودن فضا و تجمع رطوبت حاصل از تعرق در فضای بسته می‌باشد. همان‌گونه که در شکل ۴ نشان داده شده تغییرات بین رطوبت نسبی داخل گلخانه و آمار هواشناسی، مشابه با تغییرات دمای حداکثر بوده و تقریباً بیشترین اختلاف در ماه آبان که بیشترین اختلاف دمایی را شاهد بودیم رخ داده است. در تحقیق فرناندز و همکاران نیز مقادیر رطوبت نسبی به‌ویژه در پاییز و زمستان در داخل گلخانه بیشتر از محیط بیرون بوده است (Fernandez et al., 2010).



شکل ٤- مقایسه میانگین رطوبت نسبی دستگاه با میانگین رطوبت نسبی داده‌های بهنگام و بلندمدت ایستگاه هواشناسی

مقایسه تابش خورشیدی

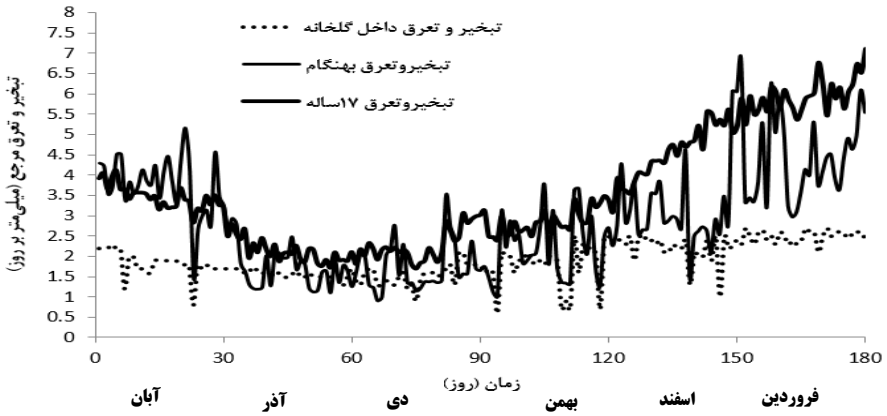
تابش خورشیدی اندازه‌گیری شده درون گلخانه توسط دستگاه هواشناسی و محاسبه شده با استفاده از داده‌های ایستگاه هواشناسی و آمار بلندمدت در شکل (۵) نشان داده شده است. محدوده تغییرات تابش خورشیدی در داخل فضای گلخانه و محیط بیرون به ترتیب ۲/۲ تا ۱۳/۸ و ۵/۵ تا ۲۵ مگاژول بر مترمربع در روز بوده است. میزان تشعشع خورشیدی درون گلخانه در طول دوره در مقایسه با داده‌های محاسبه شده کمتر بود. هرچند روند تغییرات مشابهی داشته‌اند. درصد کاهش تشعشع خورشیدی در داخل فضای گلخانه در حدود ۵۸ درصد بود و اختلافی به‌طور متوسط در حدود ۷ مگاژول بر مترمربع در روز داشت؛ که دلیل آن نقش پوشش پلاستیکی مورد استفاده در گلخانه در تعدیل تشعشع نسبت به فضای باز می‌باشد. کاهش تابش خورشیدی، راهی برای جلوگیری از دمای بالا و کاهش تابش فعال فتوسنتزی (PAR) منتقل شده به گلخانه است (Holcman et al., 2015).



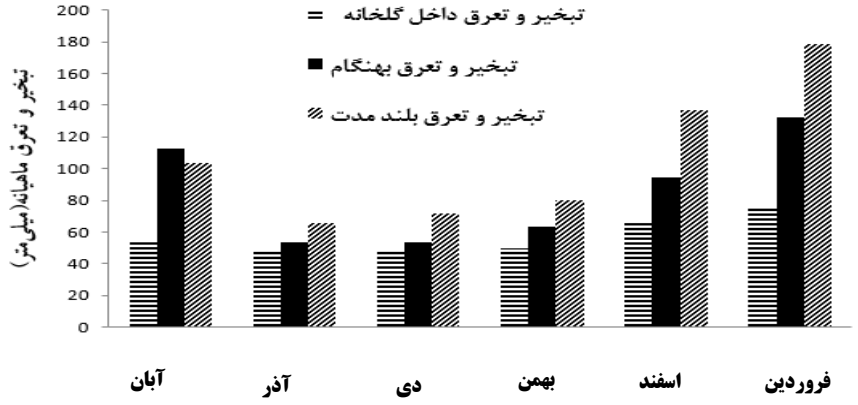
شکل ۵- مقایسه تابش خورشیدی دستگاه با تابش خورشیدی داده‌های بهنگام و بلندمدت ایستگاه هواشناسی

شکل (۶) نمودار تغییرات تبخیر- تعرق مرجع داخل گلخانه و فضای آزاد (بهنگام و بلندمدت) را به‌صورت روزانه نشان می‌دهد. محدوده تغییرات تبخیر و تعرق مرجع در داخل گلخانه و محیط بیرون به ترتیب بین ۰/۷ تا ۲/۵ و ۱ تا ۶/۹ میلی‌متر بر روز بوده است. در طی زمان پژوهش تبخیر– تعرق مرجع روزانه در داخل گلخانه به‌صورت میانگین کمتر از فضای آزاد (بهنگام و بلندمدت) بود، اما روند تغییرات در سه حالت مشابه است. آلن و همکاران تبخیر و تعرق در محیط گلخانه را به‌طور متوسط در حدود ۶۲ درصد تبخیر در فضای آزاد تخمین زده‌اند و آن را به کاهش ۵۶ درصدی تشعشع در داخل محیط گلخانه مرتبط دانسته‌اند (Allen, 1998). فرناندز و همکاران نیز تشعشع را عامل اصلی مؤثر بر تبخیر و تعرق عنوان کرده‌اند و نشان داده‌اند که کاهش ۱۸/۳ درصدی در تشعشع داخل گلخانه منجر به کاهش ۲۱/۴ درصدی تبخیر و تعرق مرجع می‌گردد (Fernandez et al., 2010). تحقیقات دیگر محققان نیز نتایج مشابهی با تحقیق حاضر را ارائه دادند و این نتایج را به عوامل اصلی مؤثر بر تقاضای تبخیری جو، مانند مقادیر کم سرعت باد، رطوبت نسبی بیشتر و بروز کمتر تابش مستقیم خورشید در داخل گلخانه ها ارتباط داده‌اند (Martinez, et al., 1995; Braga and Klar, 2000; Moller and Assouline, 2007). شکل (۷) نمودار وضعیت تبخیر- تعرق مرجع داخل گلخانه و فضای آزاد (بهنگام و بلندمدت) را به صورت ماهیانه نشان می‌دهد. مقایسه بین تبخیر و تعرق مرجع داخل گلخانه و تبخیر و تعرق بهنگام در ماه‌های مختلف نشان دهنده بیشترین تفاوت در ماه اسفند (در حدود ۴۴

میلی‌متر) و فروردین (در حدود ۵۸ میلی‌متر) و کمترین تفاوت در ماه‌های آذر و دی (در حدود ۴ میلی‌متر) بوده است. علت این تغییرات در ماه‌های مختلف سال، تغییرات تشعشع خورشیدی در طول سال و وابستگی آن به دما می‌باشد (Fernandez et al., 1993).

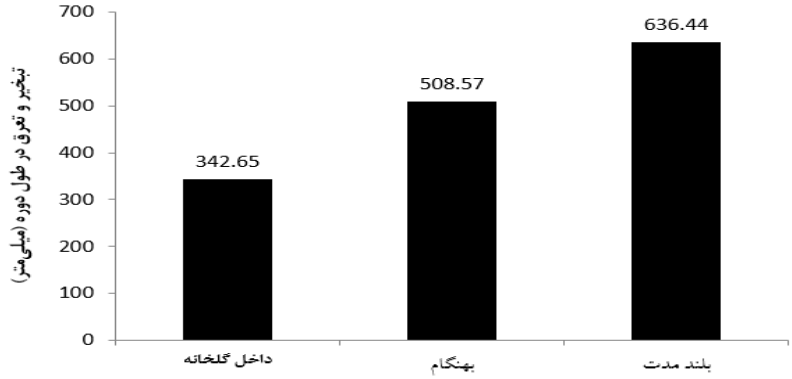


شکل ٦- تبخیر- تعرق مرجع روزانه داخل گلخانه و فضای آزاد (بهنگام و بلندمدت)

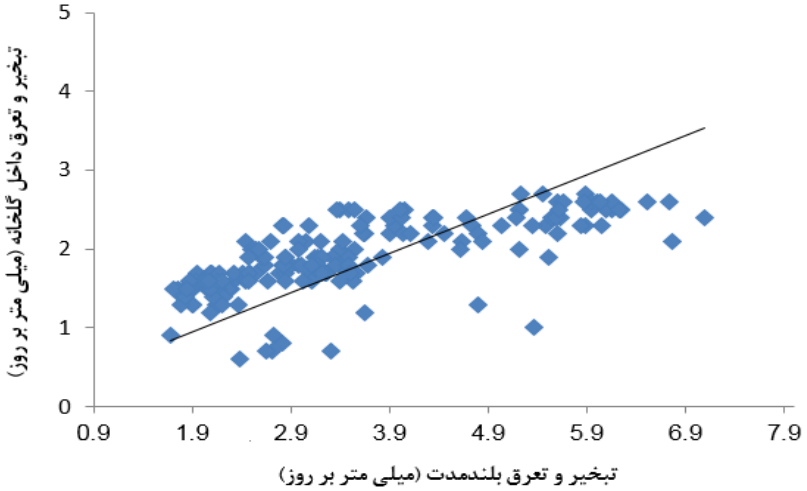


شکل ۷- تبخیر- تعرق مرجع ماهیانه داخل گلخانه و فضای آزاد (بهنگام و بلندمدت)

شکل (۸) نمودار وضعیت تبخیر- تعرق مرجع داخل گلخانه و فضای آزاد (بهنگام و بلندمدت) را برای مدت زمان پژوهش (۶ ماه) نشان می‌دهد. تبخیر— تعرق مرجع برای مدت زمان پژوهش در داخل گلخانه به‌صورت میانگین کمتر از فضای آزاد (بهنگام و بلندمدت) بوده است. تبخیر— تعرق مرجع داخل گلخانه و فضای آزاد (بهنگام و بلندمدت) در دوره مورد بررسی به ترتیب ۳۴۲/۷، ۵۰۸/۶ و ۶۳۶/۴ میلی‌متر است. تبخیر— تعرق مرجع داخل گلخانه ۶۸-۵۴ درصد فضای آزاد است بنابراین می‌توان با استفاده از ایستگاه هواشناسی در داخل گلخانه دقت برآورد تبخیر- تعرق مرجع را به‌اندازه ۴۶-۳۲ درصد افزایش داد که نتایج بدست آمده هم‌راستا با نتایج پژوهش‌های هارمانتو و همکاران و والدز و همکاران می‌باشد (Harmanto et al., 2005; Valdez et al., 2009). در شکل (۹) به بررسی رابطه‌ی بین تبخیر و تعرق مرجع فضای آزاد (بلندمدت) با تبخیر و تعرق گلخانه پرداخته شده است (بین داده‌ها رگرسیون خطی گرفته شد). همبستگی خطی بین داده‌های تبخیر- تعرق مرجع داخل گلخانه و فضای آزاد وجود ندارد.



شکل ۸- تبخیر- تعرق مرجع در مدت زمان پژوهش در داخل گلخانه و فضای آزاد (بهنگام و بلندمدت)



شکل ۹- مقایسه‌ی داده‌های تبخیر و تعرق مرجع فضای آزاد (آمار بلندمدت) و داخل گلخانه

نتیجه‌گیری

شرایط اقلیمی داخل گلخانه بسته به خصوصیات گیاه و هدف استفاده از آن، توسط بهره‌بردار تعریف و تأمین می‌شود؛ بنابراین تأثیر و مقدار هر یک از عوامل محیطی مؤثر بر تبخیر- تعرق مرجع در شرایط داخل گلخانه نسبت به فضای آزاد متفاوت می‌باشد. نتایج این پژوهش، کاهش تابش خورشیدی و دمای حداقل و افزایش رطوبت نسبی و دمای حداکثر روزانه در داخل گلخانه را در مقایسه با فضای باز نشان داد. تبخیر- تعرق مرجع محاسبه شده در سه وضعیتی که داده‌ها بر اساس: ۱- داده‌های بهنگام هواشناسی دریافتی از دستگاه هواشناسی کشاورزی داخل گلخانه ۲- داده‌های بهنگام هواشناسی نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی غیرکشاورزی ۳- داده‌های هواشناسی بلندمدت منطقه تهیه شده بود، در طول دوره به ترتیب ۳۴۲/۷، ۵۰۸/۶ و ۶۳۶/۴ میلی‌متر محاسبه گردید؛ که نشان داد تبخیر- تعرق مرجع داخل گلخانه ۶۸-۵۴ درصد فضای آزاد می‌باشد، این در حالی است که این نسبت در ماه‌های مختلف سال بسیار متفاوت بود. مقایسه بین تبخیر و تعرق مرجع داخل گلخانه و تبخیر و تعرق فضای آزاد در ماه‌های مختلف نشان‌دهنده بیشترین تفاوت در ماه فروردین (در حدود ۵۸ میلی‌متر) و کمترین تفاوت در ماه‌های آذر و دی بوده است. علت اصلی این تغییرات در ماه‌های مختلف سال، تغییرات تشعشع خورشیدی در طول سال و وابستگی آن به دما می‌باشد.

بررسی رابطه‌ی رگرسیون داده‌های تبخیر و تعرق مرجع داخل گلخانه و فضای آزاد (بلندمدت) نشان داد همبستگی خطی بین داده‌های تبخیر- تعرق مرجع داخل گلخانه و فضای آزاد وجود ندارد. با استفاده از ایستگاه هواشناسی در داخل گلخانه دقت برآورد تبخیر- تعرق مرجع را می‌توان به‌اندازه ۴۶-۳۲ درصد افزایش داد. اگر نیاز آبی محصولات داخل گلخانه بر اساس میانگین بلندمدت و یا حتی داده‌های بهنگام هواشناسی فضای آزاد تعیین و اعمال گردد، باعث افزایش مصرف آب‌شده و به کاهش راندمان و بهره‌وری آب منجر می‌شود. با توجه به میزان اختلاف تخمین تبخیر تعرق مرجع و تغییرات آن در ماه‌های مختلف سال، استفاده از سنسورهای رطوبتی نظیر تانسیومتر، استفاده از میکرولایسیمتر یا استفاده از داده‌های بهنگام ایستگاه‌های هواشناسی مستقر در داخل گلخانه در جهت بهینه‌سازی مصرف آب و برنامه‌ریزی دقیق آبیاری توصیه می‌شود.

منابع

اکبرزاده، ع.، شاه‌نظری، ع.، ضیاتبار احمدی، م.خ. و اکبرزاده، م. ۱۳۹۷. اثر سطوح مختلف آبیاری بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی نعناع فلفلی. علوم و مهندسی آبیاری. ۴۱(۴): ۱۰۷-۱۱۸

پیری، ح. و کیانی، ه. ۱۳۹۹. بررسی شاخص‌های بهره‌وری مصرف آب در محصولات گلخانه‌ای دشت. نخستین همایش ملی کم‌آبیاری و استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی مناطق خشک.

رزمی، ز. و قائمی، ع.ا. ۱۳۹۰. تعیین ضرایب گیاهی و تنش آب‌وخاک گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه شیشه‌ای. مجله علوم و فنون. کشت‌های گلخانه‌ای.۲(۳): ۸۶-۷۵.

زارعی، ق. ۱۳۸۶. برنامه راهبردی تحقیقات گلخانه. انتشارات مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی جهاد کشاورزی، تهران. https://civilica.com/doc/1096468/

کج‌بافیان، ح.، نصریان، ن. و محمد قاسم نژاد ملکی، ح. ۱۳۹۴. ارزیابی بهره‌وری انرژی و اقتصادی گلخانه‌های صیفی در استان خوزستان. نشریه علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۶ (۲۳): ۳۵-۲۵.

قدمی فیروزآبادی ع.، اکبری، م. و فرزام‌نیا، م. ۱۳۹۹. تعیین بهره‌وری مصرف آب لوبیا در دو سامانه آبیاری سطحی و بارانی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۴ (۵): ۱۸۲۷-۱۸۱۵.

کریمی، م. و جلینی، م. ۱۳۹۶. بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات مهم زراعی، مطالعه موردی: دشت مشهد (یادداشت فنی). نشریه آب و توسعه پایدار. ۴ (۱): ۱۳۸-۱۳۳.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper 56. FAO, Roma

Braga, M. and Klar, E. 2000. Evaporation and reference evapotranspiration in field and greenhouse oriented north/south and east/west. 5: 222-228.

Casanova P.M., Messing I., Joel A. and Canete M.A. 2009. Methods to estimate lettuce evapotranspiration ingreenhouse conditions in the central zone of Chile, Chilean journal of agricultural research. 69 (1): 60-70.

Davenport, D. C. and Hudson, J. P. 1967 a. Changes in evapotranspiration rates along a 17-km transect in the Sudan Gezira. Agric. Meteorology. 4 :339-352.

Deng, X.P. Shan, L. Zhang, H. and Turner, N.C, 2006. Improving agriculture water use efficiency in arid and semi-arid areas of China. Agricultural Water Management. 80: 23–40.

Devries, D. A. and Birch, J. W. 1961. The modification of climate near the ground by irrigation for pastures on the Rivertine Plain. Australian J. Agric. Res.12(2): 260-272.

Douh, B., Mguidiche, A., Bhouri-Khila, S., Mansour, M., Harrabi, R. and Boujlben, A. 2013. Yield and water use efficiency of cucumber (Cucumis sativus L.) conducted under subsurface drip irrigation system in a Mediterranean climate. Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology. 2 (4): 46–51.

Farias-Lariosis, J., Guzman, S. and Michel, A.C. 1994. Effect of plastic mulches on the growth and yield of cucumber in tropical region.

Biological Agriculture and Horticulture, 10: 303- 306.

Fernandez, M.D., Bonachela, S., Orgaz, F., Thompson, R., Lopez, J.C., Granados, M.R., Gallardo, M. and Fereres, E. 2010. Measurement and estimation of plastic greenhouse reference evapotranspiration in a Mediterranean climate. Irrigation Science. 28:497– 509.

Harmanto, Salokhe, V. M., Babel, M.S. and Tantau, H.J. 2005. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. Agricultural Water Management 71:225–242

Holcman, E., Sentelhas, P. C. and Mello, S. D. C. 2015. Microclimatic changes caused by different plastic coverings in greenhouses cultivated with cherry tomato in southern Brazil. Revista Brasileira de meteorologia. 30(2): 125-133.

Kittas, C. 1995. A simple climagraph for characterizing regional suitability for greenhouse cropping in Greece. Agric For Meteorol. 78: 133–141.

Lopez, J.C. 2003. Sistemas de calefaccio´n en invernaderos cultivados de judı´a en el litoral mediterra´neo. Doctoral thesis. Universidad.

Martinez P. E., Abdol Fattah, Y. M. M., Maloupa, E. and Gerasopoulos, D. 1995. Effect of Substrate Warming in Soil less culture in Gerbera Crop Performance under Seasonal Variations. Acta Horticulturae. 408: 31-40

Martinez P. E., Abdol Fattah, Y. M. M., Maloupa, E. and Gerasopoulos, D. 1995. Effect of Substrate Warming in Soil less culture in Gerbera Crop Performance under Seasonal Variations. Acta Horticulturae. 408: 31-40

Moller, M. and Assouline, S. 2007. Effects of a shading screen on microclimate and crop water requeriments. Irriggation Science. 25:171–181

Moller M., Tanny J., Li Y. and Cohen S. 2004. Measuring and predicting evapotranspiration in an insect-proof screenhouse. Agricultural and forest meteorology. 127: 35-51

Moslehi, S., Najafi, P., Tabatabaei, S.H. and Nourmahnad, N. 2011. Effect of soil moisture stress on yield and growth indexes of greenhouse cucumber. Journal of Water and Soil. 25: 770-775. (In Farsi).

Rahi, M.H. and Antonopoulos, V.Z. 2007. Simulating soil water flow and nitrogen dynamics in a sunflower field irrigated with reclaimed wastewater. Agricultural Water Management, 92, 142–150.

Rosenberg, N.J., Mckennedy, M.S. and Martin, P. 1989. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed world: a review and a simulation. Agric. For. Meteorol. 47: 303-320.

Valdez, H.G., Farias, S.O. and Argute, M. 2009. Evaluation of water requirements for a greenhouse tomato crop using the Priestley-Taylor method. Chilean J. Agric. Res. 69(1): 3-11.

.

Water Management in Agriculture
Vol. 8, No. 2, Autumn and Winter, 2022, 41-52

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۸، شماره ۲، پاییز و زمستان، ۱۴۰۰، ص. ۵۲-۴۱

The Effect of Timely Meteorological Data of Greenhouse Environment on The Calculation of Reference Evapotranspiration

S. Ebrahimipour*[1], A. Neshat[2] and B. Nazari[3]

Abstract

In recent years, greenhouse cultivation has been developed to optimize the use of water resources in arid and semi-arid regions in Iran. One of the strategies to increase water productivity in farms is a proper and accurate estimation of water requirement or reference evapotranspiration (ET_0). Due to the significant differences in greenhouse microclimate with the outdoor, real-time climatic data inside the greenhouse is of particular importance in calculating the amount of ET_0 and accurate irrigation planning. This research was conducted for six months in the Aliabad region of Jiroft city in a greenhouse in order to of investigating the difference between calculated ET_0 using on 1- real-time data received from the agricultural meteorograph inside the greenhouse, 2- real-time data of the nearest non-agricultural meteorological station, and 3- long-term meteorological data of the region. The calculated ET_0 during the period was 342.7, 508.6, and 636.4 mm, respectively. The results showed a difference between meteorological data in terms of temperature, humidity, and wind speed inside the greenhouse and the nearest meteorological station or long-term data of the region. The amount of calculated ET_0 inside the greenhouse was reduced due to the decrease in wind speed, solar radiation, and the increase in daily relative humidity.

Keywords: Devices agricultural meteorology, Jiroft, Real time climatic data, Reference evapotranspiration, Water productivity

[1] Master of Irrigation, Deputy Minister of Water and Soil, Ministry of Jihad Agriculture. (*Corresponding Author E-mail: ebrahimy74@gmail.com.), Karaj, Iran
[2] Professor of Kerman Azad Islamic University. Kerman, Iran
[3] Associate professorof water department. Imam khomeini international university, Qazvin, Iran
Received: 26 May 2021
Accepted: 5 Sept 2021