سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران
۲۳ الی ۲۵ مهرماه ۱۳۸۷ - دانشگاه تبریز - دانشکده مهندسی عمران

مقایسه تبخیر وتعرق مرجع در درون و بیرون گلخانه شیشه ای

جهانگیر عابدی کوپایی، دانشیار گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان*
سید سعید اسلامیان، دانشیار گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
محمد جواد امیری، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
علی اکبر رامین، دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
پست الکترونیکی: koupai@cc.iut.ac.ir

چکیده

تبخیروتعرق مرجع توسط لایسیمتر تعیین می گردد، اما این روش به علت هزینه بالا و مشکلات کاربرد آن کمتر مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین سعی می شود که ET_O بوسیله برخی تجهیزات از جمله تشت کلاس A، تشت کاهش یافته و آتمومترها تخمین زده شود. در این مطالعه میزان تبخیر وتعرق روزانه ازتشت کلاس A نصب شده در درون و بیرون گلخانه و تشت کاهش یافته نصب شده در درون گلخانه مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین هفتگی تبخیر و تعرق مرجع اندازه گیری شده از تشت کلاس A نصب شده در بیرون و داخل گلخانه به ترتیب برابر با ۲۷/۶ و ۱۷/۶ میلی متر و۲۰/۳ میلی متر برای تشت کاهش یافته می باشد. در این مطالعه ET_O در درون گلخانه شیشه ای ۶۴ درصد ET_O در محیط آزاد، بدست آمد. با مقایسه تبخیر و تعرق هفتگی تخمین زده شده بوسیله تشت کلاس A و تشت کاهش یافته که هر دو در درون گلخانه نصب شده است ضریب همبستگی برابر۰/۹۵۱ وهمچنین با مقایسه تبخیر و تعرق هفتگی تخمین زده شده بوسیله تشت کلاس A نصب شده درخارج و داخل گلخانه ضریب همبستگی برابر ۰/۷۱ و با مقایسه تبخیرو تعرق هفتگی تخمین زده شده بوسیله تشت کلاس A نصب شده درخارج گلخانه و تشت کاهش یافته در داخل ضریب همبستگی ۰/۶۸بدست آمد. برای محاسبه نیاز آبی با دقت بالا در درون گلخانه باید به جای استفاده ازتشت کلاس A خارج، از تشت کاهش یافته یا تشت کلاس A در درون گلخانه استفاده گرددکه تشت کاهش یافته به علت هزینه کم، استفاده آسان و مهمتر از همه فضای اشغالی کمتر جایگزین آن می گردد.

کلید واژه‌ها: ***گلخانه شیشه ای، تبخیر وتعرق مرجع، تشت کلاسA ، تشت کاهش یافته***

مقدمه

افزایش بیش از حد جمعیت وخشکسالی ها منابع آب ما را تحت فشار قرار می دهد که در واقع یک مدیریت و برنامه ریزی آبی را مطالبه می کند. یکی از پیش نیازها برای آبیاری موثر دانستن آب مصرفی گیاهان یا در واقع تبخیر وتعرق آنهامی باشد، این اطلاعات برای حداقل کردن تلفات نفوذ، رواناب وهمچنین آلودگی های محیطی مورد نیاز است[۱].
استفاده از گلخانه در سرزمین های گرم و خشک مقدار نیاز آبی گیاهان را بوسیله کم کردن تبخیر وتعرق کاهش می دهد. پوشش شیشه یا پلاستیک استفاده شده در گلخانه به طور شاخصی تعادل تشعشع محیط بیرون گلخانه را تغییر می دهد. در واقع به علت تضعیفی(جذب یا انعکاس) که در تابش خورشید اتفاق می افتد تابش درونی کاهش یافته و در نتیجه اثر آن بر روی تبخیر وتعرق می باشد. تفاوت بین تبخیر وتعرق درون وبیرون گلخانه به علت شرایط مختلف آب وهوایی است.

مشکلی که بر سر راه اندازه گیری تبخیر وتعرق وجود دارد این است که آب و هوای محیط داخل گلخانه از آب وهوای بیرون گلخانه، نوع گلخانه، روش کنترل آب و هوا در این محیط کنترل شده و نحوه عمل گیاهان در این محیط تأ ثیر پذیر می باشد. بنابراینET_O در گلخانه معمولاً با خطا واشتباه همراه است. بسیاری از دانشمندان به همین علت مدلی را برای محاسبه تبخیر وتعرق درون گلخانه پیشنهاد می کنند که بر اساس هوای بیرون گلخانه پایه گذاری شده باشد. استفاده از تبخیر وتعرق مرجع در بدست آوردن نیاز آبی گیاهان در گلخانه بسیار مشکل و حساس می باشد زیرا دو گیاه مرجع(چمن و یونجه) معمولاً در تحت شرایط گلخانه کاشته نمی شوند بنابراین تخمینET_O به جای تعیین آن متداول تر و آسان تر می باشد. تبخیر و تعرق درون گلخانه در حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد محیط آزاد است[۲و۳]. براگ وکلر[1] در سال ۲۰۰۰ نشان دادندکه مقدار تبخیر وتعرق مرجع درون گلخانه به ترتیب ۸۵ و ۸۰ درصد مقدار تبخیر وتعرق مرجع بدست آمده در محیط بیرون گلخانه های شرقی – غربی و شمالی- جنوبی می باشد. مکونن[2] در سال (۱۹۹۹) میزان تشعشع با طول موج کوتاه را درون گلخانه ۳۶ درصد کمتر از محیط بیرون گزارش داد[۴]. بایلی[3] در سال ۲۰۰۱ گزارش کرد که با استفاده از پوشش شیشه سفید رنگ شده میزان اشعه خورشید ۵۰ درصد کاهش می یابد[۵]. سیستم کشت گلخانه ای نسبت به سیستم کشت بیرون از لحاظ تولید محصول، میزان محصول به ازاء آب مصرفی و کیفیت میوه نتایج بهتری نشان داد. نیاز آبی گیاه گوجه فرنگی در آبیاری قطره ای در شرایط محیط باز و کشت آن در گلخانه در نواحی گرمسیری مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که تبخیر وتعرق گیاه در شرایط درون گلخانه ۷۵ تا ۸۰ میزان آن در محیط آزاد است. به عبارت دیگر کشت گلخانه ای می تواند ۲۰ تا۲۵ درصد آب را در مقایسه با آبیاری قطره ای محیط بیرون ذخیره کند[۶]. تبخیروتعرق مرجع می تواند بوسیله لایسیمتر تعیین گردد، اما این روش به علت هزینه بالا و مشکلات کاربرد آن کمتر مورد استفاده قرار می گیرد. بنابر این سعی می شود که ET_O بوسیله برخی تجهیزات از جمله تشت کلاس A ، تشت کاهش یافته و اتمومترها تخمین زده شود. روش تشت کلاسA به دلیل ارزان بودن وهمچنین استفاده آسان از آن به طور رایج کاربرد دارد. درون گلخانه، به دلیل فضای زیاد اشغال شده توسط تشت کلاسA و عدم دقت این وسیله برای مقادیر خیلی کم تبخیر، نوع دیگری از تشت تبخیر به نام Reduced Pan که برای اولین بار توسط جان[4] و همکاران (۱۹۹۸) ارائه شد، استفاده می شود[۷].

مواد وروش ها

در این تحقیق به مدت ۳ ماه از اول مهر تا اول دی ۱۳۸۶ پارامترهای تبخیر ازتشت کاهش یافته و تشت کلاسA در درون گلخانه واقع در دانشگاه صنعتی اصفهان برداشت گردیدو نیز از ایستگاه هواشناسی واقع در دانشگاه صنعتی اصفهان به عنوان نزدیکترین ایستگاه به محل آزمایش ، داده های تبخیر از تشت تبخیر کلاسA در خارج گلخانه اندازه گیری گردید. محل آزمایش دارای ارتفاع ۱۶۲۴/۴ متر از سطح دریا ، طول جغرافیاییE ۵۸° ۲۸′ وعرض جغرافیاییN ۳۲° ۴۲′ و با میانگین بارندگی سالانه ۱۲۰ میلی متر می باشد. گلخانه دارای پوشش شیشه ای که بر روی شیشه حصیری جهت کاهش نور خورشید کشیده شده است. برای اندازه گیری اقلیم درون گلخانه رطوبت نسبی،ماکزیمم ومینیمم دما و تشعشع نیز توسط لوکس متر اندازه گیری گردید. تشت تبخیر ساده ترین وسیله ای است که با آن می توان مقدار تبخیر را از یک

[1] Braga and Klar
[2] Mekonnen
[3] Baille
[4] Jhan

سطح آزاد بدست آورد. . در ایستگاههای هواشناسی معمولاً از تشت استاندارد کلاس A که ظرفی استوانه ای از جنس آهن گالوانیزه با قطر۱۲۱ سانتی متر و ارتفاع ۲۵/۴ سانتی متر می باشد استفاده می شود .بعضی از تولید کنندگان اعتقاد دارند که اشغال کردن مساحت ۱۰ متر مربع در گلخانه توسط تشت تبخیر کلاس A که به عنوان فضای از دست رفته شمرده می شود مناسب رشد نیست بنابراین از تشت دیگری که مخصوص گلخانه است استفاده می گردد، این تشت که به نام تشت کاهش یافته می باشد ظرفی استوانه ای از جنس آهن گالوانیزه با قطر ۶۰ سانتیمتر و ارتفاع ۲۵ سانتی متر می باشد. قرائت از هر دو تشت بین ساعت ۷ تا ۸ صبح انجام می گردید.در صورتی که مقدار تبخیر از تشت در یک دوره زمانی مشخص(ماه یا روز) برابر E_P باشد تبخیر-تعرق سطح مرجع (ET_O) در همان دوره برابر خواهد بود با:

$$ET_0 = K_P E_{pan} \qquad (۱)$$

که:

ET_O : تبخیر وتعرق مرجع(میلیمتر)

K_P : ضریب تشت

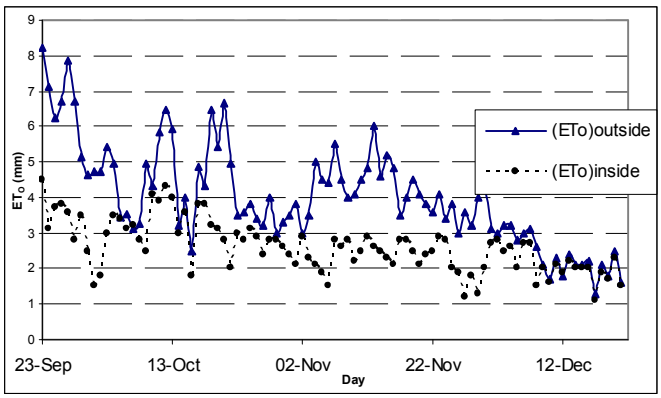
E_{pan} : تبخیر از تشت(میلیمتر)

Kp بر اساس سرعت باد، رطوبت نسبی، اندازه حاشیه گیاهان مجاور تعیین می گردد. مقدار Kp برای شرایط گلخانه واحد در نظر گرفته شد بر اساس پیشنهادی که توسط مارتینز- ریا[1] و کاستیلا[2] در سال ۱۹۸۹ وهمچنین کاستیلا و همکاران در سال ۱۹۹۰ ارائه گردید. مقدارKp برای شرایط محیط آزاد ۰/۸ در نظر گرفته شد زمانی که میانگین ماهانه سرعت باد ۴/۸ متر در ثانیه، میانگین ماهانه رطوبت نسبی ۴۵٪ و اندازه حاشیه گیاهان مجاور ۱۰۰۰ متر در نظر گرفته گردید. تبخیر وتعرق مرجع تخمین زده شده بوسیله روشهای مختلف توسط آنالیز رگرسیون خطی مورد مقایسه قرار گرفت.

جمع بندی و نتیجه گیری

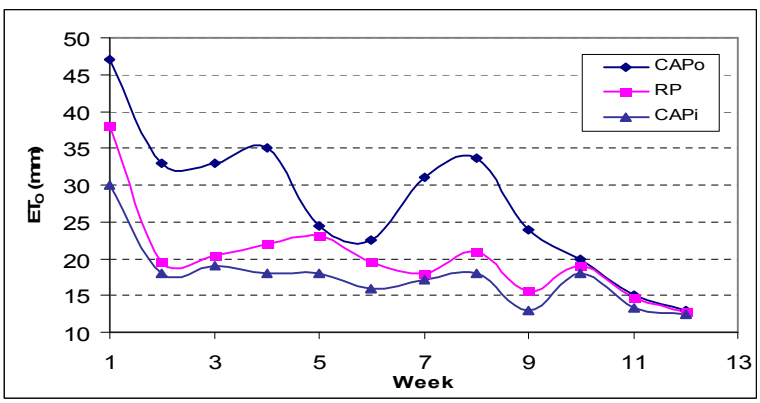
شکل (۱) مقدار تبخیر وتعرق مرجع تخمین زده شده در داخل وبیرون گلخانه را از اول مهر تا اول دی ۱۳۸۶ نشان می دهد. تبخیر وتعرق روزانه تخمین زده شده بوسیله تشت کلاسA بیرون گلخانه بیشتر از میزان تخمین همین روش در درون گلخانه است. بسیاری از دانشمندان گزارش دادند که تبخیر وتعرق مرجع درون گلخانه کمتر از میزان آن در خارج از گلخانه است[۸].

[1] Martinez-Raya
[2] Castilla



شکل (۱) *تبخیر وتعرق مرجع روزانه تخمین زده شده بوسیله تشت کلاس A خارج وبیرون گلخانه از تاریخ ۱ مهر تا ۳۰ آذر ۱۳۸۶ .*

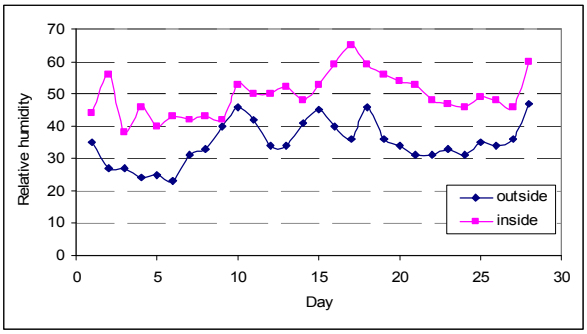
در روزهای ابری ۱۳ و ۱۵ مهر ۱۳۸۶ (روز ۵ و۷ اکتبر ۲۰۰۸) میزان تبخیر وتعرق مرجع تخمین زده شده در داخل و خارج گلخانه شیشه ای یکسان می باشد (دمای هوا در محیط آزاد به تر تیب برای این روزها ۱۶/۸ و ۱۸/۲ می باشد در حالی که دمای هوا برای محیط گلخانه در این روزها به تر تیب ۲۶ و۲۹ درجه سانتی گراد است). نتایج می تواند توضیح داده شود توسط این حقیقت که میزان کمبود فشار بخار به طور سریع با افزایش دما افزایش می یابد. در واقع با افزایش دما میزان انرژی گرمایی که بین مولکولهای آب وجود دارد آزاد می گردد و باعث می گرددکه مولکولهای آب از سطح مایع فرار کند. شکل شماره(۲) میزان تبخیر وتعرق مرجع هفتگی تخمین زده شده در داخل وخارج گلخانه شیشه ای را نشان می‌دهد. نتایج نشان می دهد تبخیر وتعرق مرجع هفتگی تخمین زده شده در خارج گلخانه از طریق تشت کلاس A بیشتر از مقدار تخمین زده آن در داخل گلخانه توسط تشت کلاس A و تشت کاهش یافته است. میانگین تبخیر وتعرق هفتگی تخمین زده شده بوسیله تشت کلاس A در خارج گلخانه ۲۷/۶ میلی متر ، میانگین تبخیر وتعرق هفتگی تخمین زده شده در داخل گلخانه برابر با ۱۷/۶ میلی متر برای تشت کلاس A و ۲۰/۳ میلی متر برای تشت کاهش یافته می باشد که به ترتیب ۶۴٪ و۷۴٪ مقدارهفتگی تخمین زده شده بوسیله تشت کلاس A در خارج گلخانه می باشد. نتایج می تواند بر اساس تأثیری که فاکتورهای اصلی اقلیم درون گلخانه بر روی تبخیر دارد توضیح داده شود. با توجه به اینکه درون گلخانه شیشه ای سرعت باد بسیارکم، رطوبت نسبی بالا، دمای محیط بالا و انرژی تابشی خورشید توسط پوشش شیشه ای کاهش پیدا می‌کند میزان تبخیر وتعرق در این محیط کمتر از محیط بیرون بوده است.



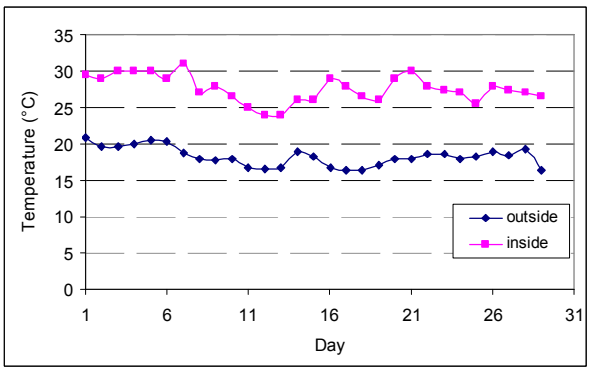
شکل (۲) *میانگین تبخیر وتعرق مرجع تخمین زده شده بوسیله تشت کلاس A واقع در بیرون گلخانه*

(CAP_O) و تشت کلاس A (CAP_i) و تشت کاهش یافته (RPi) واقع در داخل گلخانه

دما ورطوبت نسبی در داخل وخارج گلخانه در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است.



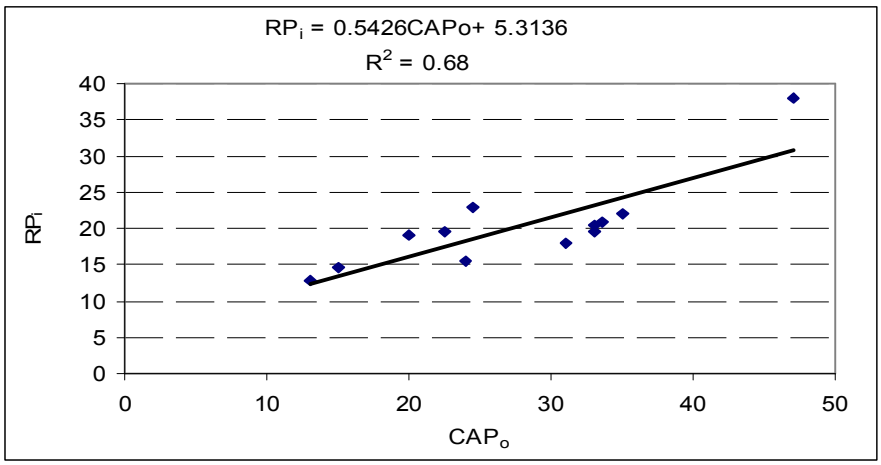
شکل (۳) *رطوبت نسبی در داخل وبیرون گلخانه شیشه ای*



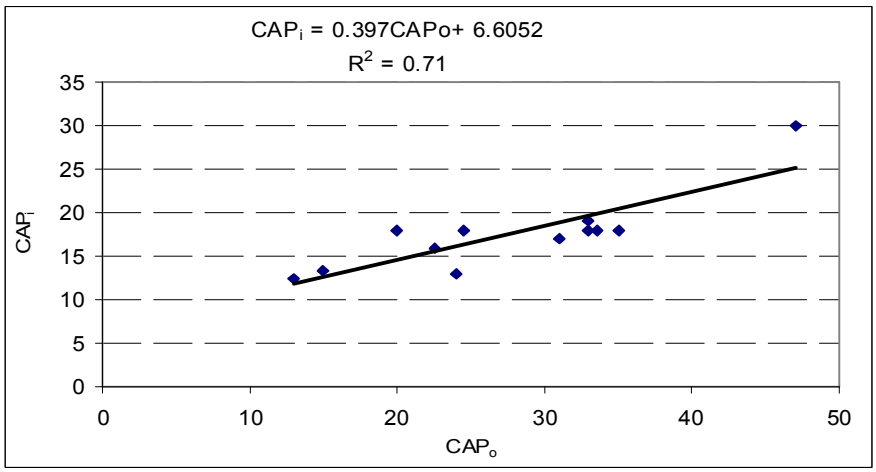
شکل (۴) درجه حرارت در داخل و خارج گلخانه

ضریب انتقال نور توسط لوکس متر در این مطالعه ۶۰ درصد بدست آمد. مقدار میانگین هفتگی تبخیر وتعرق مرجع تخمین زده شده بوسیله تشت کاهش یافته ۱۵/۶ ٪ بیشتر از تشت کلاس A داخل گلخانه شیشه ای است. نتایج بدست آمده منطبق برنتایج مدیروس[1] و همکاران در سال(۱۹۹۷)، می باشد که گزارش کردند میزان تبخیر به دست آمده از تشت کاهش یافته ۱۵٪ بیشتر از تشت کلاس A است که این حقیقت می تواند به دلیل کاهش سطح تبخیر در تشت کاهش یافته باشد که بر روی فاکتور های آیرودینامیکی و تفاوت در انتقال انرژی بین سطح آب و اتمسفر اثر گذار است. بنابر این میزان تبخیر تعرق هفتگی تخمین زده شده توسط تشت کاهش یافته بیشتر از مقدار تخمین زده شده توسط تشت کلاس A در درون گلخانه می باشد.آنالیز رگرسیون خطی برای تعیین رابطه بین ET_O هفتگی به دست آمده از روش های مختلف به کار گرفته می شود(شکل ۵، ۶ و۷).

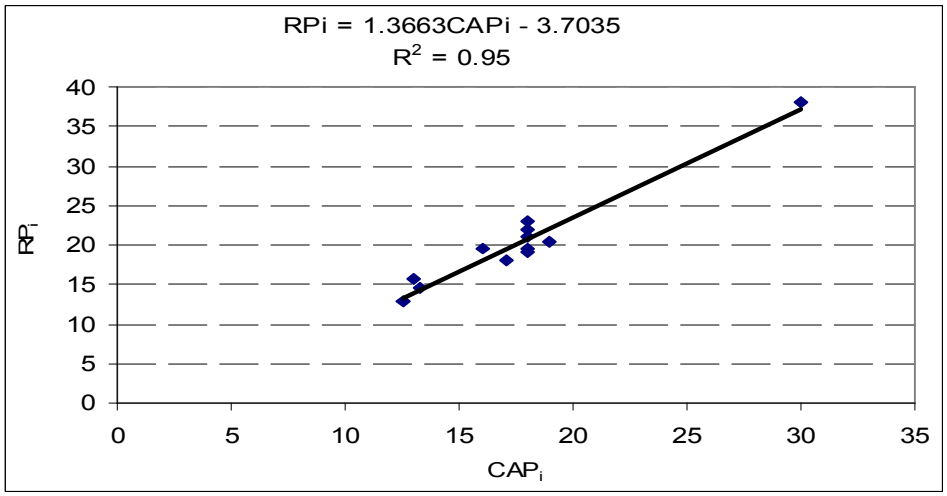
[1] Medeiros



شکل(۵) *آنالیز رگرسیون خطی بین میانگین ET_0 هفتگی تخمین زده شده توسط تشت کلاس* A *در محیط بیرون (CAP_o) ومقدار به دست آمده از تشت کاهش یافته در محیط درون(RP_i) .*



شکل (۶) *آنالیز رگرسیون خطی بین میانگین ET_0 هفتگی تخمین زده شده توسط تشت کلاس A در محیط بیرون (CAP_o) و مقدار به دست آمده از تشت کلاس* A *در درون گلخانه (CAP_i).*



شکل(۷) *آنالیز رگرسیون خطی بین میانگین ET_0 هفتگی تخمین زده شده توسط تشت کلاس A در درون گلخانه (CAP_i) و مقدار به دست آمده از تشت کاهش یافته درون گلخانه (RP_i).*

رگرسیون ساده خطی ضریب همبستگی R^2 = ۰/۹۵ را برای تشت کلاس A و تشت کاهش یافته در درون گلخانه، R^2 =۰/۷۱ را بین تشت کلاس A در محیط درون و تشت کلاس A در محیط بیرون، R^2=۰/۶۸ را برای تشت کلاس A در بیرون گلخانه و تشت کاهش یافته در درون گلخانه نشان می دهد. فاریاس[1] و همکاران (۱۹۹۴) ضریب همبستگی ۰/۵۴ را بین ET_0 تخمین زده شده توسط تشت کلاس A در درون گلخانه و مقدار به دست آمده از همان روش در بیرون گلخانه ، ۰/۷۲بین تشت کاهش یافته در درون گلخانه و تشت کلاس A در بیرون گلخانه و ۰/۸۱ بین تشت کلاس A و تشت کاهش یافته نصب شده در بیرون به دست آوردند. منیزس[2] و همکاران (۱۹۹۹) ضریب همبستگی ۰/۸۶ را بین تبخیر از تشت کلاس A در محیط درون و تشت کلاس A در محیط بیرون، وضریب همبستگی ۰/۸۸ را بین تبخیر از تشت کلاس A و تشت کاهش یافته نصب شده در درون گلخانه به دست آوردند. فرناندز[3] و همکاران (۲۰۰۳)، ضریب همبستگی ۰/۴۹ را بین ET_0 تخمین زده شده توسط تشت کلاس A در درون گلخانه و مقدار به دست آمده از همان روش در بیرون گلخانه، و ضریب همبستگی ۴۳/ را بین ET_0 تخمین زده شده توسط تشت کاهش یافته در درون گلخانه و تشت کلاس A در بیرون گلخانه و ضریب همبستگی۰/۸۹ بین تبخیر از تشت کلاس A و تشت کاهش یافته نصب شده در درون گلخانه به دست آوردند. جدول ۱ مقایسه بین نتایج آنالیر رگرسیون خطی بین مقادیر تبخیر و تعرق مرجع هفتگی به دست آمده توسط این مطالعه و آزمایشات دیگر را نشان می دهد.

جدول (۱) مقایسه نتایج آنالیر رگرسیون خطی بین مقادیر تبخیر و تعرق مرجع هفتگی

Regression	Adjusted equation	R^2	Reference
CAP_O # CAP_i	CAP_i= 5.08+0.305 CAP_O	0.54	Farias et al. (1994)
CAP_O #RPi	RPi = 2.917+0.637 CAP_O	0.72	
RPi # CAP_i	CAPi = 3.372+0.497 RPi	0.81	
CAP_O # CAP_i	CAP_i= 4.2624+0.6746 CAP_O	0.86	Menezes Jr. et al. (1999)
RPi # CAP_i	CAP_i = 4.0579+ 0.6579 RPi	0.88	
CAP_O # CAP_i	CAPi= 0.8001+0.5283 CAPO	0.49	Fernandez et al. (2003)
CAP_O # RPi	RPi = 4.0806+0.5693 CAPO	0.43	
CAP_i # RPi	RPi = 3.1673+1.0799 CAPi	0.89	
CAP_O # CAP_i	CAPi= 6.6052+0.397CAPO	0.71	Present study
CAP_O #RPi	RPi = 5.3136+0.5426 CAPO	0.68	
CAP_i # RPi	RPi = - 3.7035+1.3663 CAPi	0.95	

[1] Farias
[2] Menezes
[3] Fernandez

نتایج به دست آمده در این تحقیق گاهی موافق و گاهی بر خلاف نتایج به دست آمده دربررسی های سایرین می باشد. این تفاوت ها می تواند ناشی از شرایط مختلف آب و هوایی در انجام هر کدام از آزمایشات و همچنین پوشش های مختلف گلخانه های مورد بررسی باشد. با در نظر گرفتن ضریب همبستگی بالا ، تشت تبخیر کاهش یافته می تواند جایگزین تشت کلاس A در درون گلخانه برای تخمین ETo شود، زیرا تشت تبخیر کاهش یافته دارای هزینه کمتر و قابلیت استفاده راحت تر می باشد و همچنین فضای کمتری را اشغال می کند. مقادیر میانگین ETo به دست آمده از تشت کلاس A در بیرون گلخانه ، تشت کاهش یافته و تشت کلاس A در درون گلخانه به ترتیب ۳/۹۴ ، ۲/۹ و ۲/۵۱ میلی متر بر روزمی باشد. در این مطالعه میزانETo به دست آمده در درون گلخانه ۶۴٪ ETo به دست آمده در محیط بیرون می باشد. این نتایج مطابقت زیادی با نتایج به دست آمده توسط مونترو[1] و همکاران (۱۹۸۵) وروزنبرگ[2] وهمکاران (1989)، دارد که میزان ETo بدست آمده در محیط درون را ۶۰ تا ۸۰ درصد مقدار آن در محیط بیرون تخمین زده اند،

مراجع

[1] Orgaz, F.M.D., Fernandez, S., Bonanchela, M.G. and Fereres, E., (2005). Evapotranspiration of horticultural crops in an unheated plastic greenhouse. Agricultural Water Management, 72, 81-96.
[2] Monterro, J.I., Castilla, N., Gutierrez de Rave E. and Bretones, F., (1985). Climate under plastic in Almeria. ACTA, 170, 227-234.
[3] Rosenberg, N.J., Mckennedy, M.S. and Martin, P., (1989). Evapotranspiration in a greenhouse- warmed world: a review and a simulation. Agricultural and Forest Meteorology, 47, 303-320.
[4] Mekonnen, G.W., (1999). Determination of regional scale crop coefficients for crop water requirement calculations: A remote sensing perspective. MSc. Thesis, International Institute For Geo-Information Science, Enschede, 110 pp.
[5] Baille, A., (2001). Influence of whitening on greenhouse microclimate and crop energy partitioning. Agricultural and Forest Meteorological, 107, 293-306.
[6] Harmanto, Saloke, V.M., Babel, M.S. and Tantau, H.J., (2004). Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. Agricultural Water Management 71, 225-242.
[7] Jhan, L. P; Gil, J. A;Acosta, R. (1998). Design and performance of a hydraulic lysimeter for measurement of potential evapotranspiration. Bioagro 10(1), 11-17.
[8] Fernandes, C., Cora, J.E. and Araujo, (2003). Reference evapotanspiration estimation inside greenhouse. Scientia Agricola, 60(3), 591-594.

[1] Monterro
[2] Rosenberg