« دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی »
دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب
۸ الی ۱۰ بهمن ۱۳۸۷

تعیین ضریب تشت کاهش یافته و کلاس A به منظور تخمین نیاز آبی در گلخانه

محمد جواد امیری[۱]، جهانگیر عابدی کوپایی[۲]، سید سعید اسلامیان[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آب، دانشگاه صنعتی اصفهان mjavad.amiri62@gmail.com
[۲]دانشیار گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان koupai@cc.iut.ac.ir
[۳] دانشیار گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان saeid@cc.iut.ac.ir

چکیده

امروزه تولید محصولات گلخانه ای منجر به افزایش چشمگیر راندمان بهره وری از منابع محدود آبی وخاکی گشته و اهمیت آن با توجه به اقلیم خشک وکم باران اکثر نقاط کشور ما غیر قابل انکار است. تخمین صحیح و با دقت نیاز آبی این محصولات یکی از فاکتور های بسیار مهم در داشتن مدیریت خوب و موثر در این محیط کنترل شده می باشد. روش تشت تبخیر کلاس A یکی از روشهای بسیار رایج در تخمین تبخیر و تعرق در گلخانه می‌باشد که به دلیل سادگی، هزینه نسبتاً پایین و توانایی تخمین تبخیر و تعرق روزانه به طور گسترده در جهان استفاده می شود. به دلیل فضای زیاد اشغال شده توسط تشت کلاس A و عدم دقت این وسیله برای مقادیر خیلی کم تبخیر، نوع دیگری از تشت تبخیر به نام تشت کاهش یافته استفاده می گردد. در این تحقیق از یک عدد تشت کلاس A در خارج و داخل گلخانه و یک عدد تشت کاهش یافته در درون گلخانه استفاده گردید. به منظور تعیین تبخیر و تعرق سطح مرجع از سه عدد لایسیمتر و سه عدد میکرولایسیمتر در درون گلخانه استفاده شد. ضریب هر تشت با مقایسه رابطه بین داده های لایسیمتری و داده های اندازه گیری شده از تشت بدست آمد. میانگین ضریب تشت کاهش یافته و کلاس A در درون گلخانه به ترتیب برابر با ۰/۹۵۱ و ۱/۱۳۵ و این ضریب برای تشت کلاس A در خارج گلخانه برابر با۰/۶۵۱ بدست آمد. ضریب همبستگی بین داده های لایسیمتری با تشت تبخیر کلاس A در داخل و خارج گلخانه به ترتیب برابر با ۰/۷۶و۰/۷۰۱ و برای تشت کاهش یافته برابر با ۸۱/ محاسبه گردید. با توجه به نتایج بدست آمده استفاده از تشت کاهش یافته، تشت کلاس A در داخل گلخانه و تشت کلاس A در خارج گلخانه به ترتیب دارای بیشترین دقت در محاسبه نیاز آبی در گلخانه است.

واژه های کلیدی: ضریب تشت، گلخانه، تشت کلاس A ، تشت کاهش یافته.

مقدمه

ایران به دلیل شرایط خاص آب و هوایی و محدودیت های منابع آبی از جمله کشور هایی است که نیاز به تجدید نظر اساسی در ساختار نظام کشت بوده و در این راستا توسعه کشت گلخانه ای می تواند به عنوان یک راهکار مناسب مطرح باشد که هم اکنون مورد توجه قرار گرفته است. آنچه در این ارتباط می تواند مهم باشد تغییر نگرشی است که نسبت به این نوع

سیستم کاشت مطرح بوده و باید این باور ایجاد شود که سیستم کشت گلخانه ای تفاوت اساسی با سیستم کشت سنتی داشته و علاوه بر تجربه، نیازمند داشتن دانش گلخانه داری می باشد. با توجه به اهمیت کشت های گلخانه‌ای، تخمین صحیح و دقیق نیاز آبی این گیاهان به منظور حفاظت و نگهداری از محصولات یکی از لازمه‌های داشتن یک مدیریت خوب و مؤثر در آبیاری در شرایط کنترل شده، یا به عبارتی شرایط گلخانه‌ای، می‌باشد(بایلی،۲۰۰۰). در واقع برآورد مقادیر تبخیر وتعرق پتانسیل در گلخانه به منظور کاربرد در برنامه ریزی، طراحی و مدیریت منابع آب ضروری می باشد(بایلی،۲۰۰۰). با توجه به اینکه اکثر سیستم های توسعه یافته آبیاری برای شرایط گلخانه، سیستم های قطره‌ای می باشد، تعیین تبخیر - تعرق مرجع در شرایط گلخانه، یکی از فاکتور های مهم در طراحی این سیستم ها است که اگر درست تخمین زده یا تعیین نشده باشد یا باعث کم آبیاری شده و به صورت علایمی مانند توقف رشد ، کوچکتر شدن برگ ، کوتاه شدن فاصله میان گره ها ، بد شکل شدن برگ‌ها،سوختگی حاشیه برگ ها و ریزش برگ در گیاهان حساس مشاهده می شود (علایم کمبود آب در گل داوودی شامل تیره شدن برگ ها و در بگونیا به صورت خاکستری شدن برگ ها دیده می شود) و یا باعث آبیاری بیش از اندازه شده و به صورت علایمی مانند افزایش ارتفاع گیاه ، آبدار شدن ساقه و نرم و شکننده شدن و گاهی پژمردگی و مرگ گیاه (در معرض نور) ، کاهش اکسیژن و صدمه به ریشه و عدم جذب آب و مواد غذایی و در نهایت پژمردگی و توقف رشد نمایان می شود. آبیاری بیش از اندازه به معنی مصرف بیش از حد آب در هر دور آبیاری و یا نشان دهنده تکرار دفعات استفاده از آب است(جعفرنیاو همایی،۱۳۸۵). در شرایط گلخانه تبخیر- تعرق سطح مرجع به روش های مختلفی قابل تخمین می باشد، اما روش تشت کلاس A یکی از روش‌های بسیار رایج در تخمین تبخیر و تعرق در گلخانه می باشد که به دلیل سادگی، هزینه نسبتاً پایین و توانایی تخمین تبخیر وتعرق روزانه به طور گسترده در جهان استفاده می شود. نتایج تحقیقات در مورد اینکه چه مقدار ضریب تشت (Kp) می تواند درون گلخانه استفاده شود هنوز قطعی نمی باشد، به علاوه بعضی از تولید کنندگان اعتقاد دارند که اشغال کردن مساحت زیاد در گلخانه توسط تشت تبخیر کلاس A که به عنوان فضای از دست رفته شمرده می شود مناسب رشد نیست(فرناندز و همکاران،۲۰۰۳). Kp بر اساس سرعت باد، رطوبت نسبی و اندازه حاشیه گیاهان مجاور تعیین می‌گردد(دورنبوس و پروئیت،۱۹۷۷). برای تعیین مقدار Kp درون گلخانه، این متغیرها به سادگی اندازه‌گیری می‌شود. به هر حال با تحقیقات انجام شده بر روی این ضریب در شرایط گلخانه مقدار آن را بسیار نزدیک به یک بدست آوردند.(فرناندز و همکاران۲۰۰۳ و بلانکو و همکاران ۲۰۰۳).

درون گلخانه، به دلیل فضای زیاد اشغال شده توسط تشت کلاس A و عدم دقت این وسیله برای مقادیر خیلی کم تبخیر، نوع دیگری از تشت تبخیر به نام تشت کوچک[1] که برای اولین بار توسط جان[2] و همکاران (۱۹۹۸) ارائه شد، استفاده می‌شود(شهابی فر و همکاران ۱۳۸۶). بلانکو و فولگاتی(۲۰۰۴)، به منظور ارزیابی نحوه اجراء و استفاده از تجهیزات ساده اندازه گیری تبخیر در تخمین تبخیر - تعرق درون گلخانه یک آزمایش در برزیل در فصل رشد گوجه فرنگی انجام دادند. در این آزمایش سرعت روزانه تبخیر آب از آتمومتر، آتمومتر تعدیل شده[3] و تشت کوچک نصب شده در درون گلخانه و تشت کلاس A نصب شده در بیرون گلخانه اندازه گیری شد. در این مطالعه سرعت تبخیر- تعرق نیز بوسیله معادله پنمن- مانتیث محاسبه گردید. نتایج نشان داد که آتمومتر تعدیل شده، آتمومتر ، تشت کاهش یافته وتشت کلاس A در بیرون گلخانه به ترتیب دارای بالاترین دقت در تخمین تبخیر- تعرق در گلخانه می باشند. پرادوس[4] (۱۹۸۶)، در حالی که روی گیاه گوجه‌فرنگی درون گلخانه‌ای که با پلی اتیلن سبک پوشیده شده بود کار می‌کرد، شباهتی را بین K_P و K_C به دست آمده، با مقادیر K_C ذکر شده در مراجع مشاهده کرد و به این نتیجه رسید که K_P داخل گلخانه باید به یک خیلی نزدیک باشد. بائوژانگ یوان و همکاران (۲۰۰۰)، در چین از تشت تبخیر ۲۰ سانتی متری استاندارد در درون و بیرون گلخانه استفاده کردند. مقدار تبخیر از تشت درون گلخانه برابر با تبخیر- تعرق گوجه فرنگی کاشته شده درگلخانه بدست آمد ونشان دادندکه، می توان مقدار تبخیر- تعرق داخل گلخانه را به تبخیر از تشت در بیرون گلخانه ربط داد. چارت زولاکیس و دروسوس[5] (۱۹۹۵)، مقدارتبخیر - تعرق

[1] Reduced pan
[2] Jhan
[3] Modified atmometer
[4] Prados
[5] Chartzoulakis and Drosos

خیارگلخانه ای را در ماه اکتبر برابر با ۰/۲ تبخیر از تشت کلاس A دربیرون گلخانه بدست آورد وبا فرارسیدن دوره پیک محصول در شرایط کاهش دمای بیرون، این ضریب به ۱/۱ در ماه فوریه رسید. محدوده این ضریب برای گوجه فرنگی از ۰/۳ تا ۰/۴۵ و برای بادمجان از ۰/۲ تا ۰/۸ افزایش پیدا کرد. این محقق، استفاده از تشت تبخیر در بیرون از گلخانه و روش تشعشع را برای برآوردتبخیر - تعرق گیاه، بسیار موثر دانست . در این تحقیق، ابتدا بوسیله لایسیمتر و میکرولایسیمتر تبخیروتعرق مرجع در درون گلخانه اندازه گیری شد، سپس مقادیر تبخیر از تشت کلاس A در درون و بیرون گلخانه و تشت کوچک در درون گلخانه نیز بدست آمد. در ادامه مقادیر تبخیرو تعرق مرجع با مقادیر تبخیر از تشت ها مقایسه گردیدو ضرائب هر کدام از تشت ها به منظور تخمین تبخیر- تعرق در درون گلخانه بدست آمد.

مواد و روش ها

این تحقیق به مدت ۳ ماه در طی فصل بهار ۱۳۸۷، در درون گلخانه ای واقع در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گردید. محل آزمایش دارای ارتفاع ۱۶۲۴/۴ متر از سطح دریا ، طول جغرافیاییE ۵۸° ۲۸’ وعرض جغرافیاییN ۳۲° ۴۲’ می باشد. با توجه به آمار هواشناسی ۱۰ ساله میانگین درجه حرارت سالانه در منطقه اجرایی تحقیق ۱۷/۰۳ درجه سانتی گراد و گرمترین و سردترین ماه های سال به ترتیب تیر و دی می باشند. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۱۳۴ میلیمتر، متوسط رطوبت سالانه ۳۸ درصد، حداقل رطوبت نسبی در شهریور برابر با ۱۵/۵۴ درصد و حداکثر آن در اسفند و برابر با ۸۵/۶۶ درصد گزارش شده است. گلخانه نیز دارای پوشش شیشه ای می باشد که بر روی شیشه پوشش پلی اتیلن جهت کاهش نور خورشید کشیده شده است.

تعیین تبخیر وتعرق مرجع درون گلخانه

۱- استفاده از لایسیمتر

تعیین تبخیر- تعرق در گلخانه با استفاده از لایسیمتر بسیار دقیق می‌باشدکه برای این منظور می توان از سه نوع لایسیمتر وزنی، هیدرولیکی و زهکش‌دار استفاده کرد. لایسیمتر وزنی به دلیل هزینه بالای ساخت و نگهداری و لایسیمتر هیدرولیکی به علت نیاز به واسنجی، کمتر کاربرد دارد. بنابراین از لایسیمترهای زهکش دار به علت اینکه از لحاظ ساخت آسان‌تر و لذا عملی‌تر می باشد استفاده می گردد. در این تحقیق از لایسیمترهای زه‌کش‌دار با قطر ۴۰ سانتی متر و ارتفاع ۱۰۰ سانتی متر، استفاده گردید. گیاه کشت شده گیاه مرجع چمن می‌باشد که سه عدد لایسیمتر در درون گلخانه در نظر گرفته شد. تعادل آب ورودی و خروجی در لایسیمترهای زهکش‌دار با فرمول زیر نشان داده می‌شود.

$$P + I \pm RO = ET + D\mathrm{p} \pm \Delta\mathrm{S} \qquad (۱)$$

P : بارندگی که مقدار آن در گلخانه صفر در نظر گرفته می‌شود.

I : میزان آب آبیاری

ET : تبخیر تعرق

D_p : نفوذ عمقی

RO : رواناب سطحی خارج شده از زمین که مقدار آن نیز صفر در نظر گرفته می‌شود.

ΔS : تغییر ذخیره رطوبتی خاک که بوسیله تانسیومتر اندازه گیری گردید.

۲- استفاده از میکرولایسیمتر

در این تحقیق برای کنترل محاسبات اندازه گیری تبخیر وتعرق مرجع از سه عدد میکرولایسیمتر با عمق ۶۰ سانتی‌متر و قطر۲۰ سانتی‌متر نیز در درون گلخانه استفاده گردیدکه با اندازه‌گیری مقدارکاهش وزن میکرولایسیمتر می‌توان میزان تبخیر تعرق در گلخانه را تعیین نمود(از فرمول (۱) استفاده می گردد با این تفاوت که ΔS به صورت وزنی محاسبه می شود).

۳- استفاده از تشت تبخیرکلاس A

تشت تبخیر کلاس A که ظرفی استوانه ای از جنس آهن گالوانیزه با قطر۱۲۱ سانتی متر و ارتفاع ۲۵/۴ سانتی متر است، یکی از روش‌های بسیار رایج در تخمین تبخیر و تعرق در گلخانه می باشد که به دلیل سادگی، هزینه نسبتاً پایین و توانایی تخمین تبخیر وتعرق روزانه به طور گسترده در جهان استفاده می شود(فرناندز و همکاران۲۰۰۳ و بلانکو و همکاران ۲۰۰۳). میزان تبخیر از تشت را می توان با ضریبی به تبخیر- تعرق گیاه مرجع مرتبط نمود. علی رغم اختلاف های موجود بین تبخیر از تشت و تعرق گیاهی، استفاده از داده های تبخیر از تشت برای محاسبه تبخیر- تعرق گیاه مرجع برای دوره های ۱۰ روزه وبیشتر از آن مفید است(دورنبوس و پروئیت،۱۹۷۷). 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:

$$ET_O=Kp\ (Ep) \qquad (۲)$$

ET_O= تبخیر - تعرق گیاه مرجع(میلی متر)

Kp= ضریب تشت

Ep = میزان تبخیر از تشت(میلی متر)

استفاده از تشت کوچک(کاهش یافته)

درون گلخانه، به دلیل فضای زیاد اشغال شده توسط تشت کلاس A و عدم دقت این وسیله برای مقادیر خیلی کم تبخیر، نوع دیگری از تشت تبخیر به نام تشت کوچک که برای اولین بار توسط جان و همکاران(۱۹۹۸) ارائه شد، استفاده می شود. این نوع تشت تبخیر ظرفی استوانه ای از جنس آهن گالوانیزه با قطر۶۰ سانتیمتر و ارتفاع ۲۵ سانتی متر می باشد. روش محاسبه تبخیر- تعرق مرجع بوسیله این تشت همانند تشت کلاس A می باشد.

بحث و نتیجه گیری

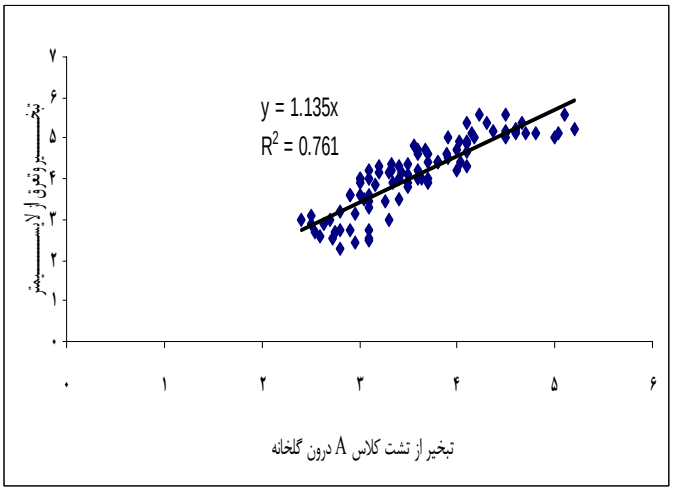
در این تحقیق به منظور استفاده از تشت های تبخیر کلاس A در درون و بیرون گلخانه وتشت کوچک در درون گلخانه در تخمین تبخیروتعرق درون گلخانه، بین میانگین داده های لایسیمتری و میکرولایسیمتری و داده های تبخیر از تشت ها یک رابطه خطی بوجود آمد. شکل(۱)، (۲) و (۳) این رابطه را برای هر سه تشت نشان می دهد. نتایج این نمودارها به طور خلاصه در جدول (۱) بیان می شود. همانطور که در شکل ها و جدول(۱) مشخص است تشت کوچک دارای بالاترین ضریب همبستگی یعنی ۰/۸۱۱ و تشت کلاس A خارج گلخانه دارای کمترین ضریب همبستگی ۰/۷۰۱ در تخمین نیاز آبی درون گلخانه می‌باشد. به منظور بررسی دقیقتر این سه روش در تخمین نیاز آبی درون گلخانه، مقادیر میانگین تبخیر وتعرق از لایسیمتر ومیکرولایسیمتر با مقادیر تبخیر وتعرق بدست آمده از فرمول های جدول یک مورد مقایسه و خطای استاندارد تخمین(SEE) برای هرکدام از تشت ها بدست آمد. شکل (۴) مقایسه بین روش های فوق را نشان می دهد.

$$SEE=\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_0-Y_E)^2}{n-1}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (۳)$$

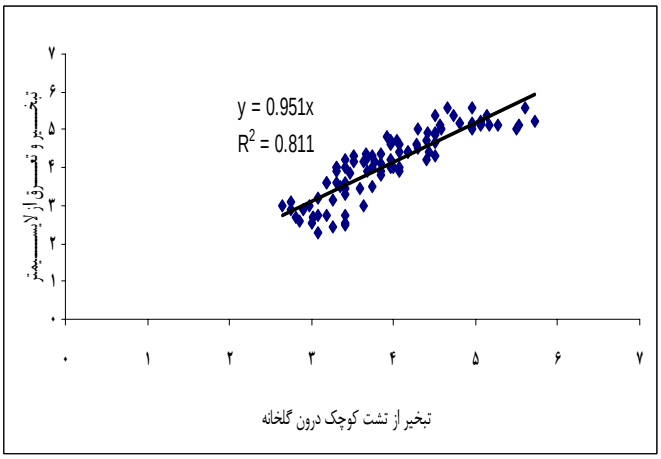
Y_O: تبخیروتعرق استاندارد

Y_E: تبخیروتعرق بدست آمده از تشت ها

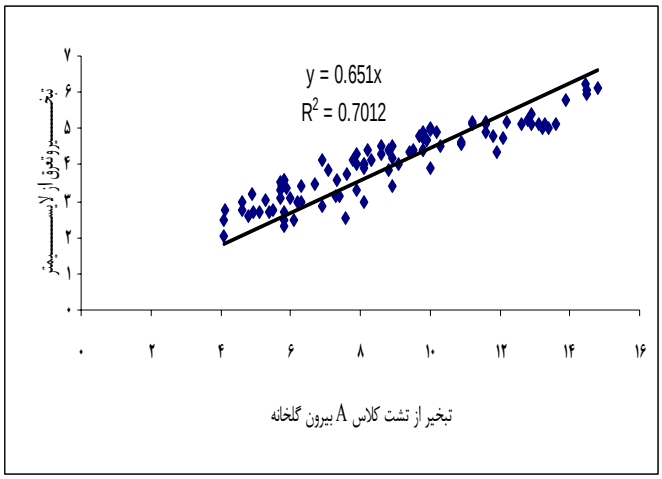
n : تعداد مشاهدات



شکل(۱): رابطه بین داده های لایسیمتری با تشت کلاس A داخل گلخانه



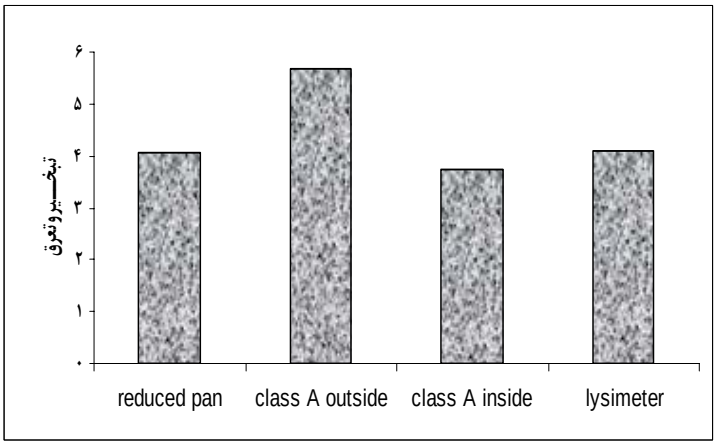
شکل(۲): رابطه بین داده های لایسیمتری با تشت کوچک درون گلخانه



شکل(۳): رابطه بین داده های لاسیمتری با تشت کلاسA بیرون گلخانه

جدول (۱): تعیین ضریب تشت های تبخیر و معادلات مربوطه

تشت	ضریب تشت	R^2	رابطه مورد استفاده در تخمین تبخیروتعرق درون گلخانه
$(Class\ A)_{outside}$ [1]	۰/۶۵۱	۰/۷۰۱	$ET_O = 0.651E_P$
$(Class\ A)_{inside}$ [2]	۱/۱۳۵	۰/۷۶۱	$ET_O = 1.135E_P$
$(Reduced\ an)_{inside}$ [3]	۰/۹۵۱	۰/۸۱۱	$ET_O = 0.951E_P$



شکل(۴): مقایسه بین مقادیر تبخیروتعرق از تشت ها و لایسیمتر

[1] $(Class\ A)_{outside}$: تشت کلاس A خارج گلخانه

[2] $(Class\ A)_{inside}$: تشت کلاس A داخل گلخانه

[3] $(Reduced\ pan)_{inside}$: تشت کوچک درون گلخانه

جدول(۲) مقدارخطای استاندارد تخمین برای تشت های مختلف

تشت	SEE
$(Class\ A)_{outside}$	۲/۱۲
$(Class\ A)_{inside}$	۰/۵۵۷
$(Reduced\ an)_{inside}$	۰/۴۲۴

نتیجه گیری

با توجه به مطالب ذکر شده در بخش نتایج می توان نتیجه گیری کرد که:

۱- استفاده از روش های موجود در گلخانه نسبت به روش های خارج از گلخانه در تخمین نیاز آبی در گلخانه ارجحیت دارد. (با توجه به اینکه در گذشته بر اساس پارامترهای بیرون گلخانه و تشت در بیرون گلخانه اقدام به تعیین نیاز آبی در گلخانه می‌شد).

۲- با توجه به مقدار SEE بدست آمده از تشت ها، کمترین مقدار آن برای تشت کوچک در گلخانه است که علاوه بر حسن کوچک بودن آن و اشغال نکردن فضای زیاد، دارای دقت بالاتری نسبت به تشت کلاس A در درون گلخانه می باشد.

۳- استفاده از تبخیروتعرق مرجع در بدست آوردن نیاز آبی گیاهان در گلخانه بسیار مشکل و حساس می باشد و با توجه به اینکه معمولا دو گیاه مرجع چمن و یونجه تحت شرایط گلخانه کاشته نمی شوند، بنابراین استفاده از تشت ها می تواند بسیار مفید واقع شود.

۴- نتایج حاصل از این روش ها فقط برای استفاده در همان محل آزمایش مناسب است.

۵- در صورتی که گلخانه مجهز به تبخیر سنج (آتمومترها) باشد بایستی مقایسه ای بین آن ها و تشت کاهش یافته صورت گیرد در غیر از این صورت استفاده از روش تشت به خصوص تشت کاهش یافته به عنوان یک روش ساده و ارزان توصیه می گردد.

منابع

۱ - جعفرنیا، س. همائی، م. ۱۳۸۵ . راهنمای جامع و مصور کشت گلخانه ای خیار و گوجه فرنگی. انتشارات سخن گستر.۳۸۴ صفحه.

۲- شهابی فر، م.، م. عصاری، م. کوچک زاده و ع. عزیزی زهان، ۱۳۸۶ . استفاده از تشت تبخیر برای تعیین تبخیر -تعرق سطح مرجع در شرایط گلخانه ای، اولین کارگاه فنی ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه ای، لوح فشرده.

3- Baille, A., 2000. Principle and methods for predicting crop water requirement in greenhouse environments. Cheam Options Mediterraneennes, 31: 177-187.

4- Blanco, F.F. and M. V Folegatti, 2003. Evapotranspiration and crop coefficient of cucumber in greenhouse. Revista Brasileria de Engenharia Agricola e Ambiental, 7(2) : 285-291.

5- Doorenbos, J and W. O Pruitt. 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, Bull. FAO. No. 24, 144p.

6- Chartzoulakis, K. and N. Drosos, 1995. Irrigation requirements of greenhouse vegetables in Crete. INRA-CIHEAM, Cahiers Options Mediterraneennes, 31: 215-221.

7- Fernandez, C and C. J. E, Compos de araujo. 2003. Reference evapotranspiration estimating inside greenhouse. Scientia Agriocola. 60(3):591-594.

8- Jhan, L. P., J. A. Gil, R. Acosta, 1998. Design and performance of a hydraulic lysimeter for measurement of potential evapotranspiration. Bioagro. 10(1): 11-17.