

برآورد نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای

نادر ابراهیمی بیرنگ^(۱)

مقدمه

کشت گیاهان گلخانه‌ای به ویژه سبزیجات پرمصرف مثل خیار و گوجه‌فرنگی به دلیل امکان افزایش عملکرد در واحد سطح و همچنین کنترل کیفیت محصول و پرورش خارج از فصل آن، در نقاط مختلف جهان رو به افزایش است. به عنوان مثال در مورد افزایش عملکرد خیار گلخانه‌ای در مقایسه با کشت خیار در هوای آزاد، واریته‌های جدید خیار بدون تخم (*Parthenocarpic*) فوق‌العاده پرمحصول بوده و در صورت اعمال مدیریت مناسب می‌توان در هر دوره برداشت (۴-۵ ماهه) حدود ۲۰-۳۰ کیلوگرم محصول در هر متر مربع گلخانه (۲۰۰-۳۰۰ تن در هکتار) برداشت نمود که تقریباً ۶-۵ برابر محصول در هوای آزاد است. به طور کلی کشت گلخانه‌ای به دلیل امکان کنترل کیفی و کمی محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مدیریت صحیح سیستم آبیاری در گلخانه در کنار دیگر مسائل از جمله کنترل شرایط محیطی (دما، رطوبت، تهویه)، کیفیت مناسب ماده پوشش و... که نیاز به تجهیزات و تکنولوژی‌های جدید دارد ضامن اصلی افزایش کیفیت و کمیت محصول در کشت گلخانه‌ای می‌باشد. عدم مدیریت صحیح سیستم آبیاری در گلخانه مشکلاتی را به همراه خواهد داشت به عنوان مثال کاربرد بیش از اندازه آب باعث افزایش رطوبت و در نتیجه باعث افزایش غلظت زیرپوشش گلخانه شده و عبور نور به داخل گلخانه را محدود می‌سازد، از سوی دیگر تجمع آب روی برگ‌ها باعث گسترش آفات و بیماری‌ها می‌گردد.

۱- عضو گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران و دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی دانشگاه تهران

آگاهی از نیاز آبی که تابعی از نوع سیستم آبیاری و گیاه است به منظور برنامه‌ریزی صحیح آبیاری امری ضروری است.

مدیریت آبیاری همچنین یکی از پارامترهای اساسی رشد و نمو گیاه در کشت بدون خاک^(۱) است. در این سیستم‌ها ظرفیت نگهداشت آب پایین بوده و به دلیل حجم محدود محیط کشت قابلیت دسترسی گیاه به محلول مغذی نیز محدود است. به این دلیل چنین سیستم‌هایی نیاز به کنترل دقیق و دینامیکی منابع آب و کود دارند.

با توجه به محیط کشت، سیستم آبیاری بایستی طوری طراحی شود که قادر به جبران جریان تعرق پیوسته گیاه و جزء ضروری آبنشویی به منظور اجتناب از تجمع نمک در محیط رشد ریشه باشد. برآورد تبخیر و تعرق با استفاده از پارامترهای اقلیمی به منظور برآورد نیاز آبی کوتاه مدت و برنامه‌ریزی مناسب آبیاری، به عنوان روش کاربردی و مناسب مطرح است.

روش‌های برآورد تبخیر و تعرق گیاهان گلخانه‌ای

روش‌های متعددی برای تخمین تبخیر و تعرق و تعیین نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای وجود دارد که می‌توان آنها را به سه گروه عمده تقسیم کرد:

۱- روش‌های مستقیم

۲- استفاده از مدل‌های تحلیلی

۳- روش‌های تجربی

روش‌های مستقیم :

● *(Van Bavel, 1981) Standard lysimeter*

● *(Boast, 1986) Micro- lysimeter*

● *(Reicosky & peters, 1977) Portable Chamber*

● *(Blood worth et al.,1956; Cohen et al. 1981) Heat flow measurment*

● روش شناخته شده موازنه آب خاک.

نیاز به تجهیزات گرانیقیمت در استفاده از روش‌های مستقیم اندازه‌گیری تبخیر و تعرق و غیرعملی بودن کاربرد روش غیرمستقیم موازنه انرژی در گلخانه به دلیل برخورد با شرایط مرزی در محدوده نسبتاً کوچک، استفاده از روش‌های تجربی و بسط مدل‌های برآورد تبخیر و تعرق گیاهان گلخانه‌ای را گسترش داده است.

در استفاده از مدل‌های تحلیلی، تبخیر و تعرق گیاهان گلخانه‌ای معمولاً بر اساس پارامترهای اقلیمی (تشعشع خورشیدی^(۱)، نقصان فشار بخار^(۲)) و پارامترهای گیاهی (شاخص سطح برگ^(۳) LAI و مقاومت روزنه‌ای^(۴)) برآورد می‌شود.

در زیر به نمونه‌هایی از این مدل‌ها که برای برخی از گیاهان گلخانه‌ای بسط داده شده اشاره می‌شود:

- گوجه فرنگی گلخانه‌ای (Boulard & Jemaa, 1993 ; Stanghellini, 1987)

- خیار گلخانه‌ای (Lorenzo, et al.1998 ; Yang, et al. 1990)

- زُز (Baillie et al.1994)

در این مقاله روشی ساده و کاربردی به منظور برآورد نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای ذکر شده است. این روش، اساساً روشی تجربی است که در سال ۱۹۹۴ توسط Kirda و همکاران بسط داده شده و از سال ۱۹۹۸ به شکل کامل‌تری مورد استفاده قرار گرفته است.

برآورد نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای "روش Kirda"

اگر تبخیر از طشتک (E_p) تابعی از میانگین دمای روزانه (\bar{T}) و تشعشع (\bar{R}) در داخل گلخانه در نظر گرفته شود می‌توان رابطه‌ای به صورت معادله (۱) برای این پارامترها فرض نمود.

$$E_p = a_1 + a_2 \bar{T} + a_3 \bar{R} \quad (1)$$

با در اختیار داشتن داده‌های سه پارامتر \bar{T} ، \bar{R} و E_p در داخل گلخانه و با استفاده از آنالیز رگرسیونی می‌توان ضرایب a_1 و a_2 و a_3 در معادله (۱) را تعیین نمود.

بخشی از تشعشع که صرف تبخیر و تعرق می‌شود تحت عنوان «معادل تشعشع تبخیر و

1- Solar Radiation

2- Vapor Pressure Deficit

3- Leaf Area Index

4- Stomatal Resistance

تعرق^(۱) خوانده شده و به صورت رابطه^(۲) قابل ذکر است:

(Graff et al., 1981; Post et al, 1974; Rothwell & Jones, 1961)

$$f = 58.5 \times \frac{ETa}{R} \quad (2)$$

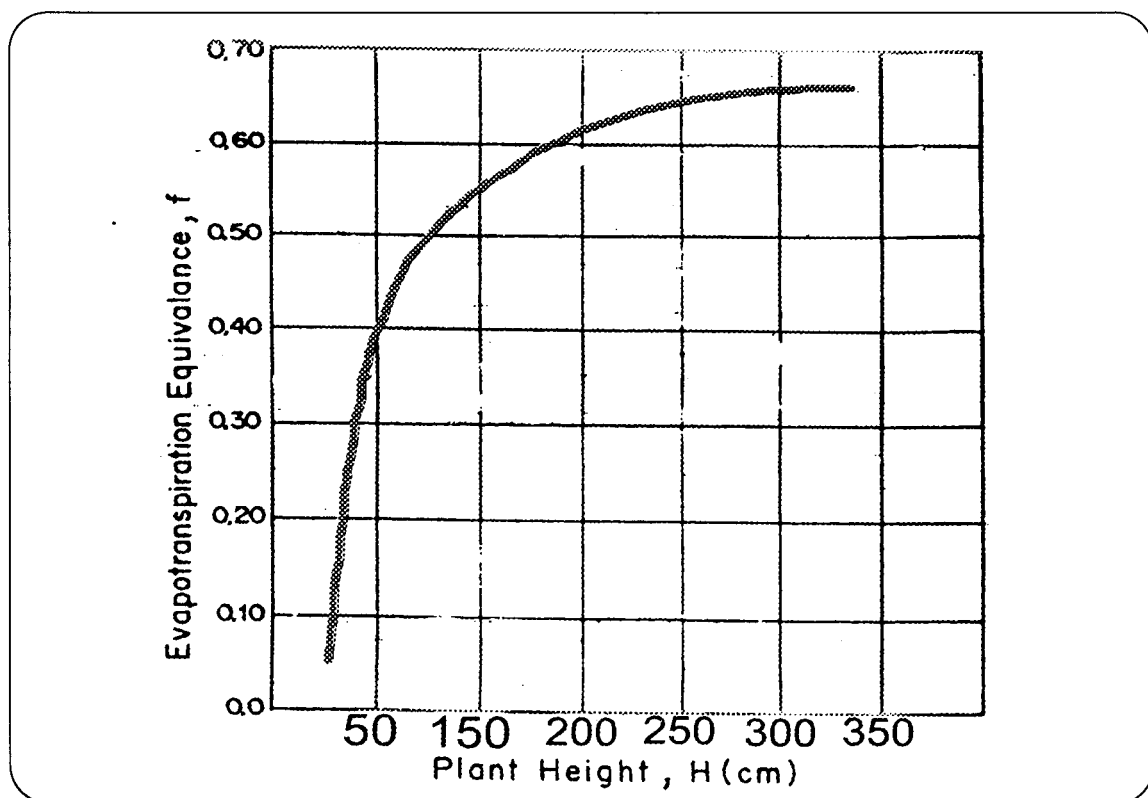
$$R = 58.5 \times \frac{ETa}{f} \quad (3)$$

که در آن ETa عبارت است از تبخیر و تعرق واقعی گیاه^(۲) برحسب (mm) با جاگذاری R از رابطه^(۳) در رابطه^(۱) و پس از مرتب سازی رابطه زیر حاصل می شود:

$$ETa = f. (E_p - a_1 - a_2 \bar{T}) / 58.5a_3 \quad (4)$$

بررسی های انجام شده نشان می دهد که پارامتر f تابعی از ارتفاع گیاه^(۳) (H) است.

برای تعیین رابطه f و ارتفاع گیاه (H) نیاز به داده های روزانه تشعشع R ، تبخیر و تعرق واقعی (ETa) و ارتفاع گیاه (H) که بیانگر رشد و نمو گیاه است می باشد. با در اختیار داشتن این پارامترها و با بکارگیری معادله^(۲) می توان منحنی تغییرات f و (H) را برای گیاه مورد نظر رسم نمود. نمونه ای از این منحنی برای گوجه فرنگی در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۱ - رابطه بین ارتفاع گیاه (H) و معادل تشعشع (f) برای گوجه فرنگی

1- Radiation equivalance of Evapotranspiration

2- Actual Evapotranspiration

3- Plant Height

شکل (۱) نشان می‌دهد که با افزایش (H) در طول فصل رشد، پارامتر f نیز افزایش می‌یابد و در یک حدی از (H) مقدار f به حداکثر مقدار خود رسیده و تثبیت می‌شود.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که شکل کلی منحنی برای گیاهان مختلف تقریباً مشابه است و می‌توان رابطه‌ای به صورت (۵) برای آن نوشت:

$$f = b_1 / [1 + b_2 \exp(-b_3 \cdot H)] \quad (5)$$

با در اختیار داشتن مقادیر f و H در طول دوره رشد گیاه ضرایب b_1 و b_2 و b_3 قابل محاسبه است.

با به کارگیری روابط (۴) و (۵) می‌توان تبخیر و تعرق واقعی گیاه گلخانه‌ای (ET_a) را با اندازه‌گیری سه پارامتر H (طول ساقه نبات)، T (میانگین دمای روزانه) و E_p (تبخیر از طشتک) برآورد نمود.

نمونه‌ای از کاربرد روش مذکور و نتایج حاصل

Kirda در سال (1995-1996) روش فوق را در مورد گوجه‌فرنگی، خیار و خربزه مورد استفاده قرار داد. روش کار به شرح زیر بود:

گلخانه پلاستیکی^(۱) با پوشش *UV + IR + antifog + polyethylene*

جهت: شمال - جنوب
مساحت: ۱۲×۲۴ متر مربع
نوع گیاه:

- گوجه‌فرنگی هیبرید *F1 Israel*
- خیار هیبرید *F1 AKSU*
- خربزه هیبرید *F1 Makdimon*

نوع خاک: نسبتاً سنگین با نفوذپذیری متوسط و ظرفیت نگهداشت بالا.

در داخل گلخانه طرح آزمایش بلوک‌های کاملاً تصادفی شامل دو برنامه‌ریزی آبیاری و چهار تکرار، در نظر گرفته شد. در این طرح ۳۲ کرت وجود داشت و در هر کدام ۱۶ بوته کاشته شد.

فاصله ردیف‌ها ۸۰ سانتی‌متر و فاصله گیاهان داخل ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. داده‌های اقلیمی مانند دما، رطوبت و تشعشع به صورت میانگین ساعتی به طور اتوماتیک ثبت می‌شدند. گلخانه فقط به منظور جلوگیری از یخ‌زدگی و زمانی که دمای بیرون به کمتر از ۵°C می‌رسید گرم می‌شد. سیستم آبیاری قطره‌ای با تکلترال بین دو ردیف گیاهان مورد استفاده قرار گرفت فاصله قطره‌چکان‌ها ۳۰ cm و دبی آنها $2 \frac{lit}{hr}$ بود. تانسیومتری‌هایی در عمق‌های ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متری خاک برای برنامه‌ریزی آبیاری بین دو ردیف قرار گرفته بود.

مکش آب خاک به عنوان معیاری برای شروع آبیاری مورد استفاده قرار گرفت. (جدول ۱) اعداد داخل جدول مکش آب خاک را بر حسب (K.pa) نشان می‌دهد.

جدول ۱- مکش آب خاک به عنوان معیاری برای شروع آبیاری

نوع گیاه	برنامه‌ریزی آبیاری A	برنامه‌ریزی آبیاری B
گوجه‌فرنگی	۵۰	۷۰
خیار	۳۰	۴۵
خربزه	۳۵	۵۵

با کاربرد ترکیبی تانسیومتر و نوترون متر کنترل کامل عمق رطوبتی ۸۰-۷۰ سانتی‌متر با ۶ تا ۸ لیتر آب آبیاری برای هر گیاه صورت پذیرفت به طوری که در طول آبیاری تلفات عمقی وجود نداشت. تبخیر و تعرق واقعی گیاهان تحت آزمایش با استفاده از معادله موازنه‌آبی ساده شده به فرم زیر تعیین شد.

$$ETa = I \pm \Delta S \quad (۶)$$

ETa = تبخیر و تعرق واقعی در فاصله زمانی معین (mm).

I = عمق آبیاری (mm)

ΔS = تغییرات ذخیره آب خاک در ناحیه توسعه ریشه (mm).

در وسط گلخانه، یک طشتک کلاس A به منظور اندازه‌گیری تبخیر روزانه قرار گرفته بود. در طول فصل رویش ۵ گیاه از هر کرت به عنوان نمونه‌های مشاهداتی برای تعیین ارتفاع گیاه انتخاب می‌شدند.

با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در طول فصل رویش آنالیز رگرسیون صورت گرفته و ضرایب معادلات ۴ و ۵ تعیین شدند. (جداول ۲ و ۳)

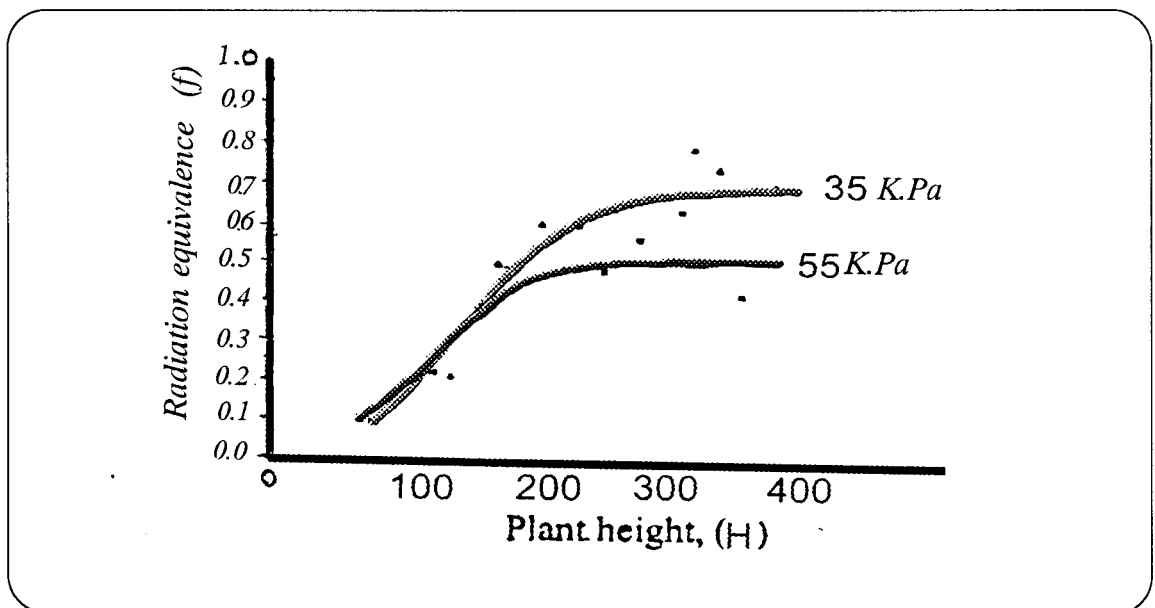
جدول ۲- ضرایب رگرسیون معادله (۴) برای گیاهان تحت آزمایش

گیاه	a_1	a_2	a_3	r^2
خربزه 55 K.Pa	-1.288	0.103	0.0046	0.90
کوجه‌فرنگی 50K.Pa	-1.301	0.117	0.0053	0.7
خیار 30 K.Pa	-1.190	0.105	0.0046	0.7

جدول ۳- ضرایب معادله (۵)

گیاه	b_1	b_2	b_3	r^2
خربزه 55 K.Pa	0.667	25.49	0.0231	0.79
کوجه‌فرنگی 50 K.Pa	0.643	13.36	0.0397	0.92
خیار 30 K.Pa	0.749	52.09	0.0349	0.77

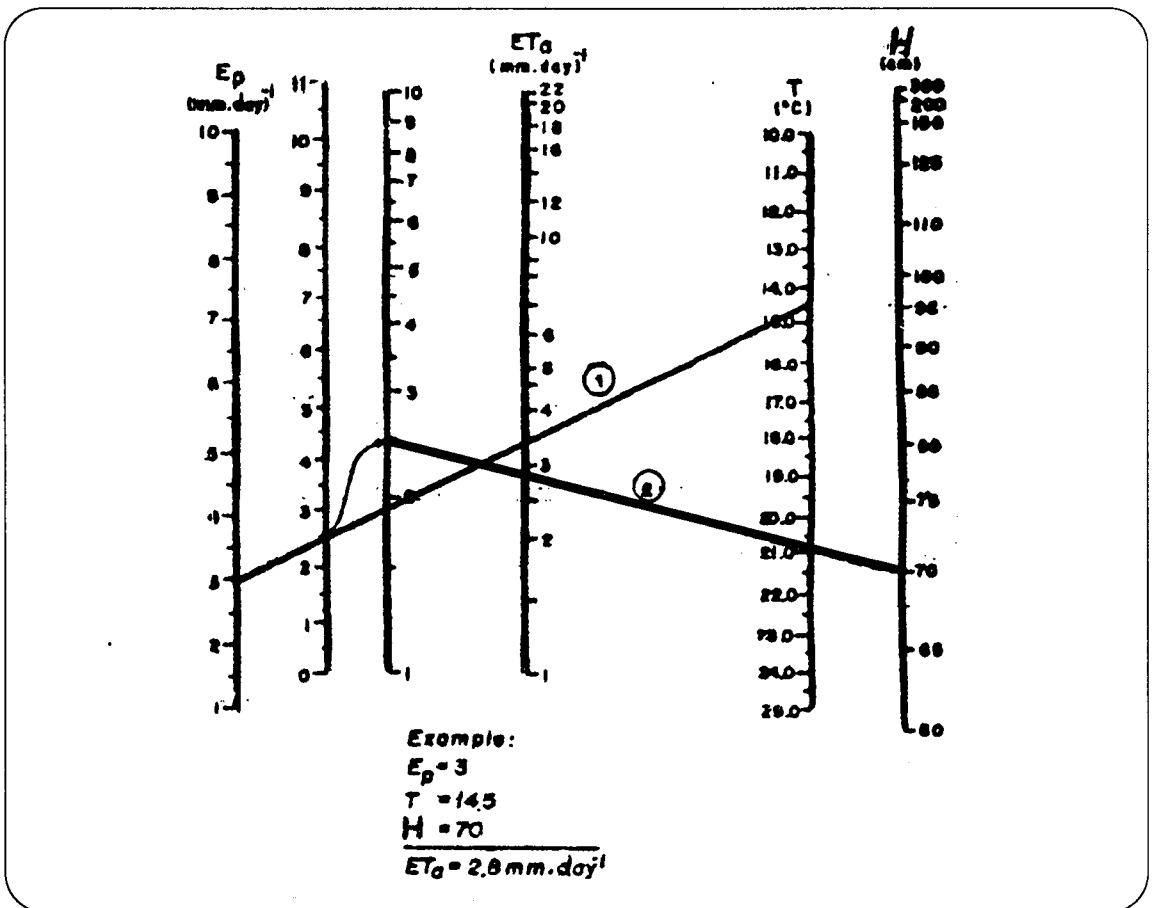
رابطه f و ارتفاع گیاه خربزه (H) به عنوان نمونه به صورت شکل (۲) حاصل شده است.



شکل ۲- تغییرات معادل تشعشع f با ارتفاع H تحت دو تیمار آبیاری برای خربزه

تعیین ET_a با استفاده از نمودار

با استفاده از روابط (۴) و (۵) برای هر گیاه می‌توان نموداری ترسیم نمود و برای برآورد تبخیر و تعرق واقعی روزانه گیاه در گلخانه مورد استفاده قرار داد. نمونه‌ای از این نمودار برای گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای با ذکر مثال به صورت زیر می‌باشد.



شکل ۳- نمودار حاصل از معادلات (۴ و ۵) به منظور برآورد تبخیر و تعرق روزانه گوجه‌فرنگی

منابع و مأخذ

Baille, M. et al. 1994. Microclimate and transpiration of greenhouse rose crops. *Agric. and Forest Meteor.* 71:83-97.

Boulard, T. & Jemaa, R. 1993. *Greenhouse tomato crop transpiration model application to irrigation control. Acta, Hort.* 335:381-387.

Graff, R., et al. 1981. *transpiration and evapotranspiration of the glasshouse crops. Acta. Hort.* 119: 147-158.

Kirda, C., et al. 1994. *A Simple method to estimate the irrigation water requirement of greenhouse grown tomato. Hort.* 356: 373-380

Kirda, C., et al. 1998. *Evapotranspiration measurements of greenhouse grown tomato, melon and cucumber. International Symposium on Arid Region Soils. 21-24 sept. Menemen. Izemir- Turkey.*

Lorenzo, P., et al. 1998. *Greenhouse crop transpiration: An implment to soilless irrigation management.*

Post, C. J., et al. 1974. *Energy balance and water supply in glasshouse in the West Netherlands. Acta. Hort.* 35:13-21.

Reicosky, D.C. and Peters, D. B. 1977. *A portable chamber for rapid evapotranspiration measurments of field plots. Agron. J.* 69:729-732

Rothwell, J. B. and Jones, D.A.G. 1961. *The water requirements of tomatoes in relation to solar radiation. Exp. Hort.* 5:25-30

Stanghellini, C. 1987. *Transpiration of greenhouse crops: an aid to climate management. Ph.D. Dissertation. Wageningen Agricultural University. the Netherlands. 150pp.*

Van Bavel, C.H.M. 1967. *Lysimeter measurments of evapotranspiration rates in the eastern United States. Soil. Sci. Soc. Am. Proc.* 25:138-141.