Archive of SID

تعیین زمان آبیاری با استفاده از شاخص تنش آبی در گیاه نیشکر

سعید برومندنسب[۱]، حیدرعلی کشکولی[۱]، عبد علی ناصری[۲] و فرهاد رشیدزاده[۳]

چکیده

برنامه‌ریزی آبیاری در مزارع کشاورزی نیازمند تعیین زمان و مقدار آبیاری است. در مزارع نیشکر استان خوزستان، زمان آبیاری مزارع با اندازه‌گیری درصد رطوبت غلاف برگ تعیین می‌شود. انجام این روش مستلزم صرف وقت و هزینه است. اندازه‌گیری اختلاف دمای پوشش گیاهی و هوا می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای برنامه‌ریزی آبیاری بکار گرفته شود. این پژوهش در مزارع نیشکر شرکت کشت و صنعت امام خمینی (ره) در منطقه شعیبه شوشتر از خرداد تا شهریور ۱۳۸۲ انجام و در آن امکان استفاده از روش اختلاف دمای پوشش گیاهی و هوا مورد بررسی قرار گرفت. مزارع انتخابی شامل کشت جدید (Plant) و باز رویی سوم (Ratoon 3) در شش تکرار بودند. با اندازه‌گیری دمای خشک و تر هوا و دمای پوشش سبز گیاهی رابطه خط مبنای پایینی $(T_c - T_a)_{LL} = 0.522 - 0.115(VPD)$ و خط مبنای بالایی با اختلاف یک درجه سانتی‌گراد بالاتر از روش ایدسو و همکاران (۱۹۷۷) به‌دست آمد. برای مزارعی که زمان آبیاری آن‌ها فرا رسیده بود رطوبت غلاف برگ و شاخص تنش آبی نیز هم‌زمان اندازه‌گیری شد. شاخص تنش آبی در زمان آبیاری مزارع نیشکر بین ۰/۱ تا ۰/۳ متغیر بود. نتایج نشان داد که تعیین زمان آبیاری بر اساس اختلاف دمای پوشش گیاهی و هوا جایگزین مناسبی برای روش درصد رطوبت غلاف برگ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص تنش رطوبتی، دمای پوشش گیاهی، رطوبت غلاف برگ، نیشکر

۱، ۲و ۳. به ترتیب استادان، استادیار و دانش آموخته دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران، اهواز

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

خوزستان با واقع شدن در جنوب غرب ایران از پتانسیل بالایی در تولید شکر از طریق کاشت نیشکر برخودار است. هم‌اکنون بیش از یکصد هزار هکتار اراضی خوزستان زیر کشت این گیاه است. برنامه‌ریزی صحیح آبیاری نیشکر مستلزم شناخت وضعیت رطوبتی گیاه است. روش مرسوم تعیین زمان آبیاری در مزارع نیشکر استان خوزستان، روش استاندارد تعیین رطوبت غلاف برگ است. در این روش منحنی استاندارد رطوبتی برای هر واریته نیشکر تهیه می‌شود. تعیین زمان آبیاری از طریق تطابق میانگین رطوبت غلاف برگ‌های شماره ۳، ۴، ۵ و ۶ (از بالا به پایین) با منحنی مذکور صورت می‌گیرد. انجام این روش مستلزم صرف هزینه و زمان است. در سال‌های اخیر پژوهش‌هایی در رابطه با استفاده از تفاوت دمای پوشش گیاهی برای تعیین شاخص تنش رطوبتی گیاه و برنامه‌ریزی آبیاری برای گیاهانی چون گندم، ذرت و لوبیا انجام شده است (کیو و همکاران،۱۹۹۶؛ الفرج و همکاران،۲۰۰۱). هم‌چنین پینتر و رگیناتو (۱۹۸۲)، رگیناتو (۱۹۸۳)، عبدالجبار و همکاران (۱۹۸۵) نیز از شاخص تنش رطوبتی در تعیین زمان آبیاری استفاده کرده‌اند. هدف از این پژوهش بررسی امکان تعیین زمان آبیاری با استفاده از دمای پوشش گیاهی و هوا در گیاه نیشکر از طریق شاخص تنش رطوبتی است.

پژوهش‌ها نشان‌داده است که درجه حرارت گیاه معیار مناسبی در تعیین شاخص تنش رطوبتی گیاه است (ترانر ۱۹۹۶). ایدسو و همکاران (۱۹۷۷) اظهار داشتند شاخص درجه تنش روزانه (SDD) که براساس تفاوت دمای پوشش گیاهی و هوا (Tc-Ta) در زمان حداکثر تنش روزانه محاسبه می‌شود، می‌تواند معیار مناسبی جهت تعیین زمان آبیاری باشد.

ایدسو و همکاران (۱۹۷۷) شاخص تنش آبی را به‌صورت زیر ارایه کردند:

$$CWSI = \frac{(T_c - T_a)_m - \{a - bVPD_m\}}{(T_c - T_a)_{ul} - \{a - bVPD_m\}} \qquad (۱)$$

که در آن: CWSI، شاخص تنش آبی، VPD_m، کمبود فشار بخار اشباع در شرایط حداکثر تنش روزانه قبل از آبیاری (mbar)، $(Tc\text{-}Ta)_m$، اختلاف درجه حرارت پوشش گیاهی و هوا قبل از آبیاری (°C)، $(Tc\text{-}Ta)_{ul}$، حداکثراختلاف دمای پوشش گیاهی و هوا در شرایط بدون تعرق گیاه (°C). در شرایطی که گیاه فاقد تعرق باشدحداکثر اختلاف دمای پوشش گیاهی با هوا از رابطه ۲ حاصل می‌گردد.

$$(T_c - T_a)_{ul} = a + b|VPG| \qquad (۲)$$

که در آن: VPG شیب فشار بخار واقعی (میلی بار)، a و b ضرایب تجربی هستند که با استفاده از رابطه کمبود فشار بخار اشباع و تفاوت دمای پوشش گیاهی با هوا (رابطه ۳) برای تبخیر و تعرق پتانسیل به‌صورت زیر قابل محاسبه است:

$$(T_c - T_a)_{ll} = a - bVPD_m \qquad (۳)$$

اندیس‌های ll و ul به‌ترتیب بیانگر خط مبنای پایین و خط مبنای بالا می‌باشد

الدرفاسی و نیلسن (۲۰۰۱)، از دمای پوشش گیاهی برای ارزیابی شاخص تنش رطوبتی در تعیین وضعیت آب و برنامه‌ریزی آبیاری استفاده کردند.

جونز (۱۹۹۹) با استفاده از دماسنج مادون قرمز میزان بازشدگی روزنه‌های گیاه لوبیا را تعیین و در ارزیابی شاخص تنش رطوبتی به منظور آبیاری مناطق مرطوب بهره گرفت.

ارتا و همکاران (۲۰۰۳) از شاخص تنش رطوبتی در برنامه ریزی زمان آبیاری هندوانه به روش آبیاری قطره‌ای استفاده کردند. سپاسخواه و کاشفی‌پور (۱۹۹۴) جهت برنامه ریزی آبیاری با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره مدل‌های خطی را بر اساس شاخص تنش رطوبتی مرتبط با بعضی پارامترهای اقلیمی پیشنهاد دادند. لذا هدف از این پژوهش بررسی تعیین زمان آبیاری گیاه نیشکر با استفاده از شاخص تنش رطوبتی گیاه است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزارع نیشکر شرکت کشت و صنعت امام خمینی (ره) در منطقه شعبیه شوشتر در استان خوزستان انجام پذیرفت. بافت خاک ناحیه ریشه (عمق یک متری) لوم رسی سیلتی (SCL) و میانگین وزن مخصوص ظاهری آن ۱/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. در این مطالعه دو مزرعه شامل مزرعه کشت جدید و

www.SID.ir

Archive of SID

کشت بازرویی سوم و هر دو مزرعه از واریته CP69 – 1062 با شش تکرار در هر کشت انتخاب شد. هدف اصلی از انتخاب دو کشت، بررسی احتمال وجود تفاوت بین سال‌های متوالی کشت این واریته بود. اطلاعات مزرعه‌ای شامل دمای پوشش گیاهی، دمای هوا، دمای دماسنج تر و خشک از خرداد تا شهریور ماه ۱۳۸۲ بود. اختلاف دمای هوا و پوشش گیاهی در تعیین شاخص تنش رطوبتی (رابطه ۱) کاربرد دارد. هم‌چنین از دما سنج تر و خشک و دمای پوشش گیاهی در تعیین خط مبنای پایین استفاده شد.

بدین‌منظور پارامترهای فوق یک روز پس از آبیاری در تاریخ‌های ۱، ۹ و ۲۷ خردادماه، ۵، ۱۹ و ۲۶ تیرماه ۶، ۱۷ و ۳۰ مردادماه و ۶ و ۱۴ شهریورماه اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری دمای پوشش گیاهی با استفاده از دماسنج مادون قرمز قابل حمل مدل K.M-۸۲۳ انجام شد. هنگام قرائت دما، دماسنج مادون قرمز در فاصله ۱/۵ متری جویچه طوری نگاه داشته می‌شد که قسمت بالای پوشش سبز گیاه در معرض دما سنج باشد.

در طول هر جویچه ۶ دما قرائت و میانگین مقادیر به‌عنوان دمای پوشش گیاهی منظور شد. به منظور مقایسه زمان آبیاری حاصل از روش فوق با زمان آبیاری مرسوم، رطوبت غلاف برگ و رطوبت برگ نیز اندازه‌گیری شد تا زمان آبیاری از طریق منحنی استاندارد رطوبت غلاف نیز تعیین شود. لذا هم‌زمان با زمان آبیاری در ساعت ۱۲ تا ۱۴ همان روز دمای هوای خشک و تر و دمای پوشش گیاهی اندازه‌گیری شد. برای تعیین رطوبت غلاف از هر مزرعه ۳ عدد ساقه نی با حداقل ۶ برگ بالایی برداشت شد. پس از انتقال ساقه‌ها به ازمایشگاه، برگ‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ هر ساقه به‌ترتیب از بالا به پایین قطع و با جدا نمودن غلاف برگ از قسمت انتهایی برگ میانگین درصد رطوبت غلاف‌های حاصل از سه عدد ساقه اندازه‌گیری شد. در نهایت با محاسبه‌ی خط مبنای پایینی، خط مبنای بالایی (رابطه‌های ۲ و ۳) و اختلاف دمای پوشش گیاهی و هوا، شاخص تنش رطوبتی قابل محاسبه است.

نتایج و بحث

معادله خط مبنای پایینی برای ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور تعیین شد (جدول۱). مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده در مزارع کشت جدید و بازرویی سوم نشان داد که مقادیر اندازه‌گیری شده در دو مزرعه یکسان و بین دو کشت اختلافی وجود ندارد. با اعمال تمام داده‌های جمع‌آوری شده در شکل ۱ معادله نهایی خط مبنای پایینی برای نیشکر به‌صورت زیر ارائه شده است

$$T_c - T_a = 0.522 - 0.115(VPD) \qquad (۴)$$

$R^2 = 0.86$ n= ۱۲۶

در این معادله VPD کمبود فشار بخار (mbar)، Ta و Tc به‌ترتیب دمای پوشش گیاهی و هوا ($^{\circ}C$) است. با استفاده از ضرایب تجربی به‌دست آمده از معادله (۴) و حداکثر دمای هوا در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور، خط مبنای بالایی در $1^{\circ}C$ بالاتر به‌دست آمد.

با تعیین خط مبنای پایینی، خط مبنای بالایی، شاخص تنش رطوبتی برای محصول نیشکر (ایدسو و همکاران ۱۹۷۷) در شرایط مزارع نیشکر به‌صورت زیر تعیین شد.

$$CWSI=\frac{(Tc-T_a)_m - 0.522 + 0.115VPD_m}{0.478 + 0.115VPD_m} \qquad (۵)$$

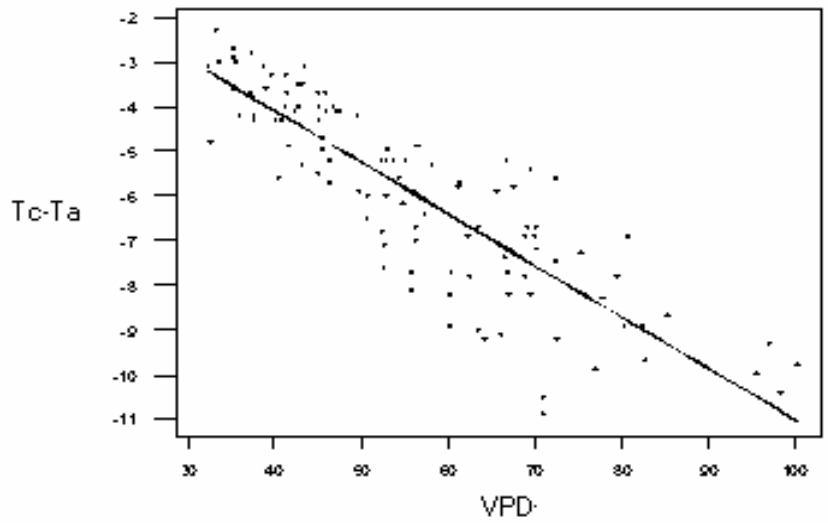
پارامترهای معادله (۵) قبلاً تعریف شده است.

جدول ۱: معادلات خط پایین در طول دوره رشد

تعداد مشاهدات	ضریب همبستگی	ماه	معادله خط مبنای پایین
۳۴	R^2 =۰/۷۲	خرداد	T_c-T_a=۰/۶۰۰-۰/۱۱۸ (VPD)
۳۶	R^2 =۰/۷۵	تیر	T_c-T_a=۰/۳۷۴-۰/۱۰۷ (VPD)
۳۲	R^2 =۰/۹۷	مرداد	T_c-T_a=۰/۷۸۳-۰/۱۱۵(VPD)
۲۴	R^2 =۰/۹۰	شهریور	T_c-T_a=۰/۶۳۴-۰/۱۱۹ (VPD)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: خط مبنای پایین برای کل دوره رشد نیشکر واریته CP69 – 1062

هم‌چنین درصد رطوبت شاخص تنش آبی قبل از آبیاری مزارع در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور اندازه‌گیری شد. مقدار CWSI قبل از آبیاری مزارع در طول ماه‌های خرداد تا شهریور با فرض میانگین شاخص رطوبتی ۰/۲ برای نیشکر، رابطه کمبود فشار بخار (VPD) و اختلاف دمای پوشش گیاه و هوا در زمان آبیاری با استفاده از معادله (۱) به‌صورت زیر ارائه می‌شود:

$$(Tc - T_a)_m = -0.22 - 0.09VPD_m \qquad (۶)$$

برای تصمیم‌گیری درخصوص زمان آبیاری مزارع می‌توان با اندازه‌گیری دمای خشک و تر هوا و دمای پوشش گیاهی مقدار کمبود فشار بخار اشباع و (Tc-Ta)m را محاسبه نمود. هر زمان مقدار اندازه‌گیری شده Tc-Ta بیشتر یا مساوی (Tc-Ta)m محاسبه شده از معادله (۶) باشد می‌بایست مزرعه را آبیاری نمود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش خطوط مبنای پایینی و بالایی که کمبود فشار بخار اشباع را به تفاوت دمای پوشش گیاهی و دمای هوا مرتبط می‌کند به‌صورت معادله‌ای برای گیاه نیشکر در ماه‌های خرداد تا شهریور استخراج شد. از دیگر سو با اندازه‌گیری شاخص تنش آبی(CWSI) در زمان آبیاری، معادله‌ای برای تصمیم‌گیری در خصوص آبیاری مزارع نیشکر ارائه شد. روش ارائه شده می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش درصد رطوبت غلاف برگ است، هر چند پژوهش‌ها بیشتر در این زمینه افق‌های بیشتری را روشن می‌سازد.

تقدیر و تشکر

این پژوهش با کمک‌های مالی و فنی مشترک دانشگاه شهید چمران اهواز و شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی اهواز انجام شد. نویسندگان لازم می‌دانند مراتب تشکر و قدردانی خود را از حمایت کنندگان این پژوهش اعلام دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Abdule-Jabbar, A. S. Lugg, D. G., Sammis, T. W. and Gay, I. V. 1985. Relationships between crop water stress index and alfafa yield and evapotranspiration. Transaction of the ASAE. 28(2):454-463.

Aldrefasi, A. A., and Nielsen, D. C. 2001. Use of crop water stress index for monitoring water status and scheduling irrigation in wheat. Agricultural Water Management, 47:69-75

Al-Faraj, A., Meyer G. E. and Horst G. L. 2001. A crop water stress index tall fescue irrigation decision-making - a traditional method. Computer and Electronics in Agriculture. 31:107-124.

Idso, S. B., Jackson R. D. and Reginato R. J. 1977. Remote sensing of crop yields. Science, 196:19-25.

Jones, G. 1999. Use of infrared thermometry for estimation of stomatal conductance as a possible aid to irrigation scheduling. Agricultural and Forest Meteorology, 95:139-149.

Orta, A. H., Erdem Y. and Erdem T. 2003. Crop water stress index for watermelon. Scientia Horticulturae, 98:121-130.

Sepaskhah, A. R. and Kashefipour S. M. 1994. Relationships between leaf water potential, CWSI, yield and fruit quality of sweet lime under drip irrigation. Agricultural Water Management, 25:13-22.

Pinter, P. J. and Reginato R. J. 1982. A termal infrared technique for monitoring cotton water stress and scheduling irrigations. Transaction of ASAE, 25(6): 1651-1655.

Qiu, G. Y., Momli K. and Yano T. 1996. Estimation of plant transpiration by imitation leaf temperature theoretical consideration and field verification, Tran. Japaness Soc. of Irrig. Drainage and Reclamation Eng., 183:48-56

Reginato, R. J. 1983. Field qualification of crop water stress, Transaction of ASAE, 26:772-775.

Tranner C. B., 1996. Plant Temperatures. Agronomy Journal, 58:210-211.

Yuan, G., Luo, Y., Sun, X. and Tang, D. 2004. Evaluation of a crop water stress index for detecting water stress in winter wheat in the North China Plain. Agricultural Water Management, 64:29-40.

www.SID.ir

Archive of SID

Irrigation scheduling using crop canopy-air temperature difference for sugarcane

Boroomand-Nasab[1], S., Kashkuli[1], H. A., Nasari[2], A. A. and Rashid Zadeh[3], F.

ABSTRACT

Irrigation scheduling in agricultural lands needs to know time and amounts of irrigation. In agricultural lands at the Khoozestan, sugarcane is planted and time of irrigation was scheduled using a conventional method namely crop-logging method. This method is time consuming and expensive. In this study, feasibility of application of crop canopy – air temperature difference method for irrigation scheduling was investigated. This research was accomplished in sugarcane lands in Imam Khomainy cultivation and industry company, Shooshtar, Iran. Two treatments including "Plant" and "Ratoon 3" in six replication were selected. Crop water stress index and leaf sheath moisture before the irrigation were measured simultaneously. Lower base line equation was estimated using the measured crop canopy-air temperature difference and vapour pressure as: T_c-T_a=0.522-0.115(VPD), in which T_c, T_a, and VPD are crop canopy temperature, air temperature, and vapor pressure deficit respectively. Upper base line was determined as 1^{o}C. For the sugarcane lands which the time of irrigation was reached, leaf sheath moisture and crop water stress indexes (CWSIs) were measured simultaneously. The results showed crop water stress indexes varied between 0.1 to 0.3. Based on the average value of *CWSI* in the irrigation time, an equation was proposed using Idso method to determine the time of irrigation. The results showed this method can be replaced the crop-logging method.

Keywords: Crop water stress index, Sugarcane, Crop canopy temperature

1, 2 and 3. Professors, Assistant Professors and Graduated student respectively. Department of Irrigation Engineerig, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

www.SID.ir