بررسی اثرشوری آب در آبیاری بارانی برمیزان شاخص CWSI برای برنامه‌ریزی آبیاری ذرت تابستانه

مریم قربانی[1*]، سعید برومند نسب[2] و امیر سلطانی محمدی[3]

۱*- نویسنده مسئول دانشجوی دکتری، آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- استاد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- استادیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۴

چکیده

تعیین زمان مناسب آبیاری یکی از تصمیم‌گیری های مهمی است که برنامه‌ریزان واحدهای زراعی با آن روبه‌رو هستند. استفاده از دمای پوشش سبز برای برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان یکی از روش‌هایی است که مورد توجه محققین قرار گرفته است. در این روش شاخص های متعددی ارائه شده است که ازبین آن‌ها می‌توان به شاخص تنش آبی گیاه به روش ایدسو اشاره کرد. به‌منظور برنامه‌ریزی آبیاری ذرت تابستانه در شرایط اقلیمی اهواز با استفاده از دمای پوشش سبز، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ تحقیقی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز تحت آبیاری بارانی(کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک) با دوتیمار کیفی آب شور (S_1=۲/۵ ds/m و S_5=۵ ds/m) در سه تکرار انجام گرفت. براین اساس مقدار شاخص تنش آبی گیاه در شهریورماه برای دوتیمار S_1(حداقل شوری) وS_5 (حداکثر شوری) به ترتیب ۰/۱٤ و ۰/۲۹و در مهرماه ۰/۱۸ و ۰/۲۷برآورد شد. معادله های خط مبنای بالایی برای تیمار S_1 در شهریور ومهر ماه به ترتیب $(T_c- T_a)_{ul}$ =5.75 و $(T_c- T_a)_{ul}$ = 4.70 وبرای تیمار S_5 در شهریور ومهر ماه به ترتیب $(T_c- T_a)_{ul}$= 2.94 و $(T_c- T_a)_{ul}$ = 2.85 محاسبه شد.معادله خط مبنای پایینی تنش محاسبه شده در تیمار S_1 و S5 گویای تنش آبی کمتر در تیمار S1 به علت پایین بودن خط مبنای پایینی آن نسبت به تیمار S5 بود. با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده، برای برنامه‌ریزی آبیاری بارانی گیاه ذرت تحت دو تیمارS1 و S5 در شهریور و مهرماه روابطی تعیین و با استفاده از آن ها و مقایسه $(T_c-T_a)_m$ (اندازه گیری شده) با $(T_c- T_a)_a$ (مقدار مجازمحاسبه شده) می توان زمان آبیاری را در هردو تیمارتشخیص داد .

کلید واژه‌ها: برنامه‌ریزی آبیاری، آبیاری بارانی ، شاخص تنش آبی گیاه، دماسنج مادون قرمز، ذرت.

Effect of Water Salinity in Sprinkler Irrigation on the CWSI Index for Irrigation Scheduling of Summer Maize

M. Ghorbani[1*] , S. Bromand Nasab[2] and A. Soltani Mohammadi[3]

1*- Ph.D Student, Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.

2- Professor of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz,Iran.

3- Assistant Professor of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz,Iran.

Received:1 December 2014 Accepted: 26 September 2015

Abstract

Determination of the appropriate time to irrigation is an important decision that farm planners are faced to it. Using canopy temperature for plants irrigation scheduling is one of the methods that have been attention by many researchers. In this way, several indicators have been proposed among which can be noted Idso Crop Water Stress Index (CWSI) method. This research intends to investigate irrigation scheduling of summer maize using crop canopy temperature in Ahvaz climatic condition in farming years 2013-2014 under sprinkler irrigation (fixed irrigation system) with two levels of salinity irrigation water (S_1=2.5 dS/m ,S_5=5 dS/m) in three replications. Accordingly, the amount of crop water stress index in September was estimated for two treatments S1 (minimum salinity) and S5 (maximum salinity), respectively, 0.14 and 0.29 and in October, 0.18 and 0.27, respectively. Upper baseline equations for the S1 treatment, in September and October was calculated $(Tc - Ta)_{u.l}$= 5.75 ºC and $(Tc - Ta)_{u.l}$= 4.70 ºC, respectively. For the

Archive of SID

www.SID.ir

S5 treatment the upper baselines equations in September and October were $(Tc - Ta)_{u.l}$= 2.94 and $(Tc - Ta)_{u.l}$= 2.85 ºC, respectively. Lower baseline equations were calculated in S_1 and S_5 treatments and showed that the water stress in S_1 treatment was lower than to S_5 treatment due to the lower baseline. By using of measured data, for scheduling irrigation of maize in October and September with sprinkler irrigation method, some equations were determined. By using of the equations and comparing difference between leaf and air temperature measured by leaf and air temperature calculated (calculated allowable amount) can be detect time of irrigation in both treatments.

Keywords: Irrigation scheduling, Sprinkler irrigation, CWSI, Infrared temperature, Maize.

مقدمه

ذرت یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که سهم عمده‌ای در تأمین نیازهای غذایی کشور به خود اختصاص داده است. استان خوزستان نیز یکی از مهم‌ترین مراکز کشت این محصول است که درچند سال اخیر با یکصد وبیست هزار هکتار سطح زیر کشت، در حدود ۳۵ درصد از کل تولید ذرت کشور را به خود اختصاص داده است اما با توجه به این که منابع موجود آب در این مناطق عموماً شور و لب شور هستند و به دلیل حساسیت ذرت به کم‌آبی و کاهش عملکرد آن در اثر تنش خشکی، معمولاً زارعین به ذرت آب بیش‌تری می‌دهند. بنابراین اگر ابزار مناسبی برای تشخیص دقیق زمان و مقدار آبیاری در اختیار باشد، می توان با مقدار آب کمتر، محصول مناسبی را برداشت نمود(شاهرخ نیا و گودرزی، ۱۳۹۰). در کشاورزی همواره سعی برآن است تا تحمل گیاهان زراعی نسبت به تنش های محیطی افزایش یابد چرا که با افزایش مقاومت در برابر این تنش‌ها، امکان افزایش محصول بیش‌تری فراهم می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۰). با برنامه‌ریزی صحیح آبیاری و تعیین زمان و مقدار مناسب مصرف، آب مورد نیاز آبی گیاه تأمین شده و ضمن جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب از بروز تنش خشکی وکاهش عملکرد محصول جلوگیری می‌شود. روش‌های زمان‌بندی آبیاری به سه دسته استفاده از روش بیلان آبی، استفاده از نمایه‌های خاک و استفاده از نمایه‌های گیاهی تقسیم می‌شوند(علیزاده، ۱۳۸۹). در روش بیلان آبی، معمولاً موقعی آبیاری انجام می‌شود که مقدار قابل قبولی از آب قابل استفاده خاک (آب سهل الوصول) توسط گیاه مصرف شده باشد. تعیین مقدارآب سهل الوصول به عوامل مختلفی نظیر نوع گیاه، خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک بستگی دارد. بنابراین سعی محققین برآن بوده که بتوان ازروش‌هایی استفاده کرد که کلیه پارامترهای مؤثر برتبخیر و تعرق و جذب گیاه انتخاب شیوه برای مدیریتی مناسب‌تر استفاده می‌کند. به همین منظور بررسی پدیده تنش‌آبی گیاهان با شاخص‌های متعددی ارائه شده است که برای محاسبه این شاخص‌ها نیاز به اندازه‌گیری درجه حرارت برگ و هوا می‌باشد. یکی از معتبرترین شاخص‌ها، شاخص تنش آبی ایدسو می‌باشد(برومندنسب و همکاران، ۱۳۸۳). برای درک بهتر شاخص تنش آبی گیاه به روش ایدسو، ابتدا به معرفی خط مبنای پایینی و بالایی تنش اقدام می‌گردد تا براساس این دو خط مبنا، شاخص تنش آبی گیاه قابل تعریف باشد.

خط مبنای پایینی تنش یک خصوصیت ویژه هر گیاه بوده و معرف شرایطی است که درآن، گیاه از نظر تأمین آب از ناحیه ریشه با هیچ محدودیتی روبه‌رو نبوده ومیزان تبخیرپذیری هوا نیز در محدوده حداکثر مقدار خود می‌باشد. بنابراین شدت تعرق گیاه در این حالت برابر با شدت تعرق پتانسیل است. این خط مبنا برای هر گیاه بیان‌گر این واقعیت است که در هنگام تعرق پتانسیل، هریک از نباتات به اندازه مشخص و معینی در مقابل تغییرات محیطی از خود عکس العمل نشان داده و لذا مقادیر تعرق انجام شده در گیاهان مختلف متفاوت است. ایدسو خط مبنای پایینی تنش را به صورت رابطه زیر معرفی کرد (ایدسو و همکاران[1]، ۱۹۸۲):

$$(T_c - T_a)_{l.l} = a - b(VPD) \qquad (۱)$$

در این رابطه، $(T_c - T_a)_{l.l}$: اختلاف درجه حرارت پوشش سبز گیاه و هوا در شرایط خط مبنای پایینی(ºc)، a و b: ضرایب رابطه خطی و VPD: کمبود فشار بخار هوا (mbr) می‌باشدکه به منظور محاسبه آن از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$VPD = 10 \times \exp\left[\frac{16.78T - 116.9}{T + 237.3}\right]\left(1 - \frac{RH}{100}\right) \qquad (۲)$$

در این رابطه T : دمای هوا (ºc) است که از ترمومتر خشک قرائت می‌گردد و RH: رطوبت نسبی است که به ازای ترمومترهای تر و خشک می‌بایستی از جدول مربوطه محاسبه گردد. موقعیت خط مبنای پایینی تنش در شکل (۱) نشان داده شده است.

خط مبنای بالایی و یا خط تنش کامل معرف حداکثر مقداری است که می‌توان برای اختلاف درجه حرارت پوشش سبز گیاه و هوای مجاور انتظار داشت به‌طوری که وقتی اختلاف دمای گیاه و هوا به این حد افزایش یابد عمل تعرق به طور کامل متوقف خواهد شد. همچنین طبق نظر ایدسو و همکاران(۱۹۸۲) برای توقف کامل تعرق، لازم است فشاربخار محیط به اندازه شیب فشار بخار[2]

1- Idso *et al.*
2- Vapor Pressure Gradient

Archive of SID

www.SID.ir

(VPG) افزایش یافته تا بتواند با گرادیان فشار بخار مقابله نماید. لذا برای محاسبه خط مبنای بالایی تنش می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$(T_c - T_a)_{u.l} = a + b|VPG| \qquad (۳)$$

در این رابطه، $(T_c - T_a)_{u.l}$: اختلاف درجه حرارت پوشش سبز گیاه و هوا در شرایط خط مبنای بالایی($^{\circ}$c) و VPG: شیب فشار بخار اشباع (mbr) است.

با توجه به اینکه هر سه پارامتر طرف راست این معادله قابل محاسبه هستند لذا خط مبنای بالایی تنش را به صورت رابطه (۴) نیز می‌توان در نظر گرفت که در آن h مقدار ثابتی بر حسب درجه سانتی‌گراد و مستقل از کمبود فشار بخار است (ایدسو وهمکاران ،۱۹۸۲). به همین دلیل در شکل (۱) این خط به طور موازی با محور کمبود فشار بخار رسم شده است:

$$(T_c - T_a)_{u.l} = h \qquad (۴)$$

به ازای مقدار معینی از کمبود فشار بخار آب، شاخص تنش آبی گیاه عبارت است از نسبت بین تفاوت اختلاف دمای پوشش سبز گیاه و هوا اندازه‌گیری شده از خط مبنای پایینی، به کل تفاوت ممکن به ازای همان مقدار کمبود فشار بخار هوا. لذا بر طبق شکل (۱) این مقدار برابر است با نسبت AZ به AB و می‌توان گفت تغییرات شاخص تنش آبی گیاه بین صفر الی یک متغیر است (ایدسو وهمکاران ،۱۹۸۲):

$$CWSI_i = \frac{AZ}{AB} = \frac{(Tc-Ta)_m - (Tc-Ta)_{l.l}}{(Tc-Ta)_{u.l} - (Tc-Ta)_{l.l}} \qquad (۵)$$

در رابطه فوق $(T_c - T_a)_m$: اختلاف درجه حرارت پوشش سبز گیاه و هوا روز قبل از آبیاری بر حسب درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

در زمینه برنامه‌ریزی آبیاری با استفاده از اندازه‌گیری دمای پوشش گیاهی تحقیقات متعددی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته‌است. محمدی(۱۳۹۲)، برنامه‌ریزی آبیاری برای گیاه ذرت بهاره تحت سه نوع تیمار آبیاری قطره ای ۶۰، ۸۰ و۱۰۰درصد نیاز آبی را با استفاده از دماسنج مادون قرمز در اهواز انجام داد و خط مبنای بالایی را در سه ماه فروردین ،اردیبهشت و خرداد محاسبه و رابطه CWSI با عملکرد بلال(Yg)، زیست توده (Yb) و دانه (Ym) را به صورت

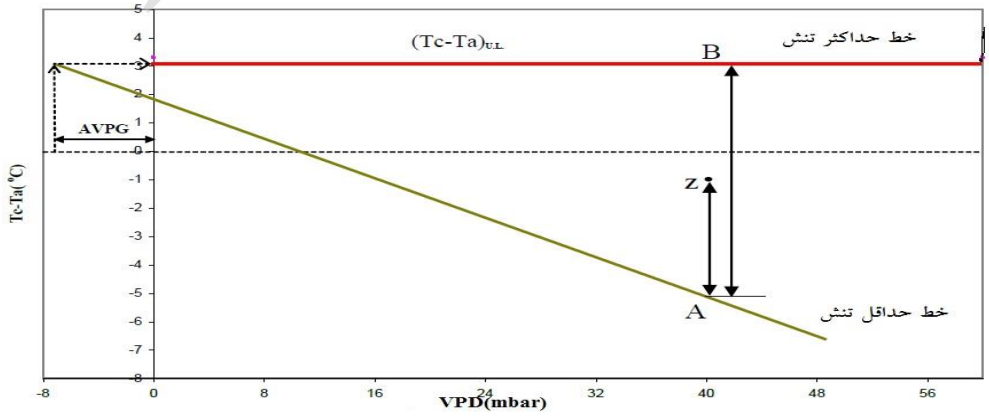
$Yg= -50.02\ CWSI^2 +16.39\ CWSI+6.94$،

$Yb=-35.24\ CWSI+26.45$ و

$Ym=-51.65CWSI^2+16.52\ CWSI+8.91$

ارائه داد. وردی‌نژاد و همکاران(۱۳۹۰)، به‌منظور برآورد حداکثرتخلیه مجاز رطوبتی و برنامه‌ریزی آبیاری ذرت علوفه ای براساس اختلاف دمای پوشش سبز گیاه و هوا، تحقیقی در مزرعه دانشکده کشاورزی کرج انجام دادند. برای این منظور چهار تیمار تخلیه رطوبت تا نقطه پژمردگی دائم در چهار مرحله استقرار، رویشی، گلدهی و رسیدن با سه تکرار در نظر گرفتند. براساس اختلاف دمای پوشش سبز گیاه و هوا برای چهار تیمار تخلیه رطوبت تا حد پژمردگی دائم و مقایسه با تیمار مرطوب، حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی برای ذرت علوفه ای درچهار مرحله رشد به ترتیب ۴۲/۸، ۵۹/۲ ، ۵۸/۹ ، ۶۷/۵ محاسبه کرد و خط مبنای بالایی و پایینی برای ذرت علوفه ای، به ترتیب ۳/۲درجه سانتی گراد وVPD ۰/۱۶۴- ۱/۶۰۹=$(Tc-Ta)l.l$ تعیین کردند.

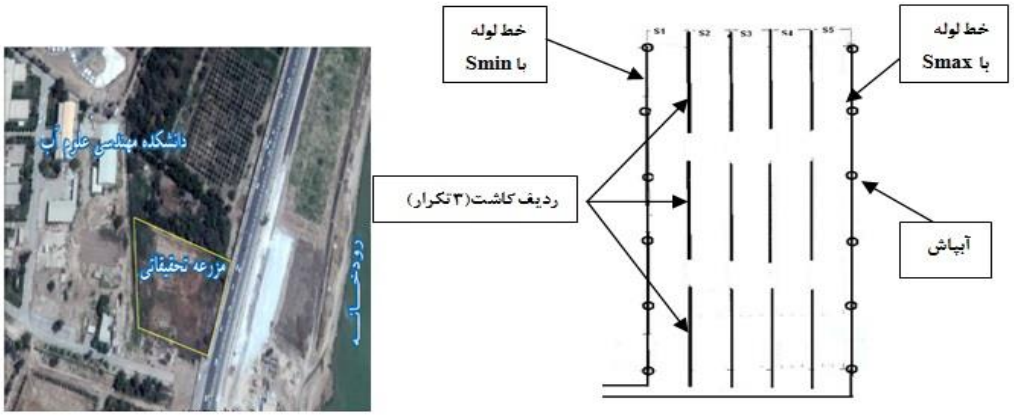
برومندنسب وهمکاران(۱۳۸۳)، معادله خط مبنای پایینی تنش گیاه ذرت رابرای دو ماه اردیبهشت و خرداد محاسبه کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که شیب خطوط(b) در دو ماه اردیبهشت و خرداد به یکدیگر نزدیک است ولی عرض از مبدأ آن‌ها (a)متفاوت است. طبق نظر آن‌ها این اختلاف به خاطر تعرق بیشتر در خرداد ماه می‌باشد. طاهری قناد(۱۳۸۱)، خط مبنای پایینی را برای ذرت بهاره در شرایط شمال خوزستان در ماه‌های اردیبهشت و خرداد به ترتیب VPD ۰/۲۱۶- ۱/۱ =$(Tc-Ta)_{l.l}$ و VPD ۰/۲۰۷۴-۰/۲۸=$(Tc-Ta)_{l.l}$ به‌دست‌آورد.



شکل۱-موقعیت خط مبنای بالایی و پایینی تنش به روش ایدسو

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲- نمایی ازمزرعه تحقیقاتی و سیستم آبیاری بارانی مورد استفاده

فنگ و کنک[1](۲۰۰۳)، با بررسی اثر شوری آب آبیاری و دوره‌های مختلف آبیاری بر ذرت، اعلام کردند که عملکرد نسبی با افزایش شوری آب آبیاری و دور آبیاری کاهش یافت. کندوگان و همکاران[2](۲۰۱۳)چهار تیمار ۰، ۵۰، ۷۵ و۱۰۰ درصد نیاز آبی سویا با دور آبیاری هفت روز را در ترکیه مورد مطالعه قرار دادند و بیان کردند که از شاخص تنش آبی گیاه می‌توان برای تعیین زمان آبیاری سویا در آب وهوای مرطوب استفاده کرد. آن ها حد آستانه و مجاز شاخص تنش آبی سویا را ۰/۲۲ تعیین کردند، همچنین روابط آماری معنی‌دار بین شاخص تنش آبی وعملکرد دانه، عملکرد پروتئین، عملکرد روغن، بهره‌وری آب و تبخیر و تعرق به دست آوردند. اوشاقنسی و همکاران[3](۲۰۱۰) زمان‌بندی آبیاری توسط CWSI رادرمقابل بهترین سیستم زمان‌بندی دستی معمولی با چهارتیمار ۰، ۳۰، ۵۵ و ۸۰ درصد نیاز آبی سورگوم مورد بررسی قرار دادند و اعلام کردند که شاخص تنش آبی توانایی زمان‌بندی آبیاری در شرایط کم آبیاری سورگوم را دارد. ارتا و همکاران[4](۲۰۰۳) برنامه‌ریزی آبیاری هندوانه به کمک شاخص تنش آبی را در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با پنج تیمار۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و۱۰۰درصد نیاز آبی و شرایط دیم درسه تکرار با روش آبیاری قطره‌ای اجراکردند. طبق نتایج آن‌ها بیشترین عملکرد درCWSI=۰/۱۵ حاصل شد، آن‌ها همچنین رابطه عملکرد با شاخص تنش آبی را به صورت-Y= 91.143 66.077CWSIارائه کردند. الدرفاسی ونیلسن[5](۲۰۰۱) استفاده از شاخص تنش آبی گیاه را روی گندم در ایالت کلرادو آمریکا مورد بررسی قراردادند و در نهایت نتیجه گرفتندکه شاخص تنش آبی گیاه یک ابزار مفید برای ارزیابی وضعیت آب گندم زمستانه می باشد.

شاخص تنش آبی گیاه برای استفاده در برنامه‌ریزی آبیاری وارزیابی عواملی نظیر تنش آبی گیاه توسط بسیاری از محققان مورد استفاده قرار گرفته است، اما لازم است توانایی این شاخص تحت شرایط تنش ناشی از شوری نیز بررسی شود.تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر شوری آب در آبیاری بارانی(تحت دوتیمار حداکثر و حداقل شوری) بر میزان شاخص تنش آبی ایدسو و رسم خط مبنای پایینی و بالایی گیاه ذرت (سینگل کراس ۷۰۴ تابستانه) در شرایط اقلیمی اهواز و استفاده از آن برای تعیین زمان آبیاری می‌باشد.

مواد و روش ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی شماره یک دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز با عرض شمالی ۳۱درجه و ۱۸دقیقه و۱۰ ثانیه و طول شرقی ۴۸ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۱ ثانیه با ارتفاع حدود ۲۰ متر از سطح دریا و در فصل زراعی ۹۳-۱۳۹۲(کشت تابستانه) انجام شد .

عملیات زراعی وآماده سازی زمین

برای کشت پس از انتخاب زمین در دهه آخر تیر ماه، اقدام به آماده سازی زمین (شخم،دیسک و...)گردید به طوری که کلیه عملیات به صورت یکنواخت در زمین اجراء شد. پس از گاورو کردن زمین، شخم با عمق ۵۰ سانتی متر توسط گاو آهن انجام و سپس عملیات دیسک برای خرد کردن کلوخه و آماده سازی بستر بذر انجام گرفت.

1 -Feng and Cong
2-Candogan *et al.*
3- O'Shaughnessy *et al.*
4- Orta *et al*.
5 -Alderfasi and Nielsen

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

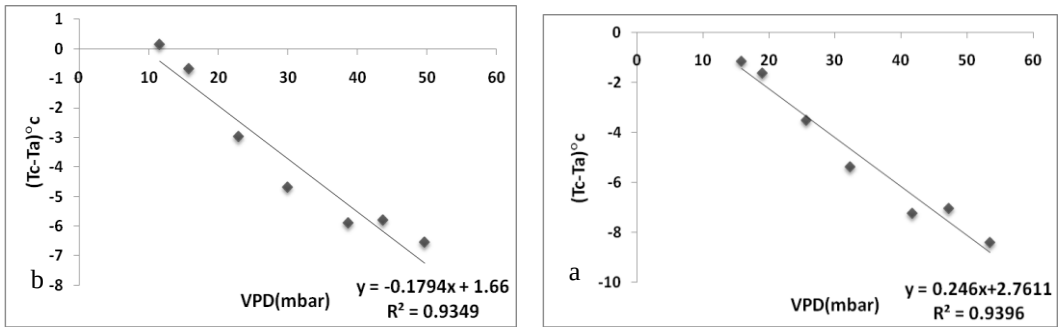
عمق (سانتی‌متر)	نیتروژن (درصد)	pH	ECe (دسی زیمنس بر متر)	جرم‌مخصوص ظاهری (گرم برسانتی-متر مکعب)	بافت خاک	ظرفیت زراعی رطوبت جرمی (درصد)	نقطه پژمردگی رطوبت جرمی (درصد)
۰-۲۸	۰/۰۸۴۱	۸/۰۱	۵/۸۵	۱/۵۹	لومی	۱۷/۸۰	۸/۲۵
۲۸-۴۹	۰/۰۷۲۵	۷/۹۲	۳	۱/۶۲	لومی	۱۷/۴۸	۸/۶۸
۴۹-۸۳	۰/۰۵۲۲	۷/۸۸	۳/۵۲	۱/۵۰	لومی	۱۹/۶۰	۹/۶۶
۸۳-۱۲۰	۰/۰۲۲۱	۷/۸۱	۵/۰۱	۱/۴۹	لومی سیلتی	۱۸/۷۰	۸/۹۰
۱۲۰-۱۳۸	۰/۰۳۱۴	۸/۱۸	۵/۲۸	۱/۲۹	لومی سیلتی	۱۸/۶۰	۷/۹۵
۱۳۸-۱۶۸	۰/۰۲۵۷	۸/۰۴	۳/۵۱	۱/۴۴	لومی سیلتی	۱۷/۸۰	۸/۰۱
۱۶۸-۱۸۲	۰/۰۴۱۷	۷/۸۷	۵/۷۵	۱/۴۶	لومی سیلتی	۱۹/۵۰	۸/۶۱
۱۸۲-۱۹۳	۰/۰۲۴۰	۷/۹۷	۴/۹۵	۱/۳۹	لومی سیلتی	۱۷/۴۳	۷/۶۰
۱۹۳-۲۰۰	۰/۰۲۳۰	۷/۹۰	۵/۳۵	۱/۳۷	لومی سیلتی	۱۶/۸۰	۷/۹۰

جدول۲-میانگین اطلاعات هواشناسی ۱۵ساله(۹۲-۱۳۷۷)

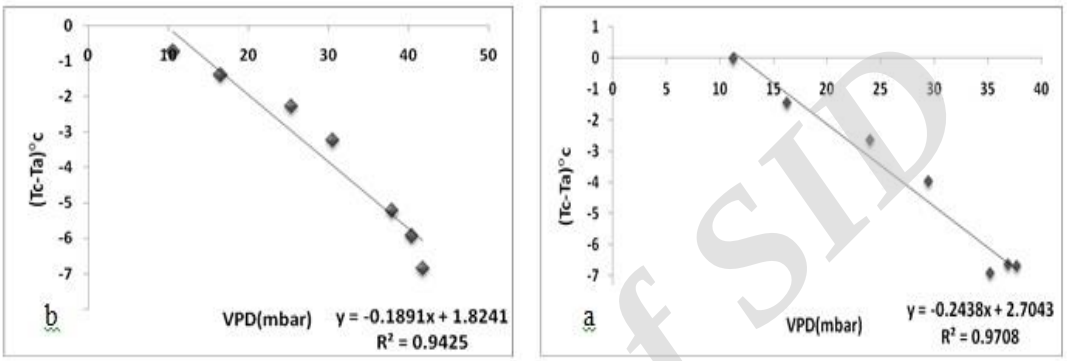
ماه	ساعات آفتابی (ساعت در روز)	سرعت باد (کیلومتر برروز)	رطوبت نسبی (درصد)	حداکثر دما (سانتی گراد)	حداقل دما (سانتی گراد)	بارش (میلی متر)
فروردین	۸	۱۹۰	۴۳	۳۰/۵	۱۶/۸	۱۷/۲
اردیبهشت	۸/۶	۲۰۷	۳۲	۳۷/۴	۲۳	۴/۵
خرداد	۱۱	۲۴۲	۲۲	۴۳/۳	۲۷/۲	۰/۱
تیر	۱۱/۱	۲۰۷	۲۳	۴۵/۳	۲۹/۵	۰
مرداد	۱۰/۹	۱۹۰	۲۷	۴۶/۱	۳۰/۵	۰
شهریور	۱۰/۷	۱۵۶	۳۱	۴۳/۳	۲۷/۱	۰/۴
مهر	۹/۶	۱۳۰	۳۵	۳۹/۱	۲۲/۲	۰/۶
آبان	۷/۳	۱۱۲	۴۸	۲۹/۸	۱۶/۳	۱۹/۱
آذر	۶/۲	۱۱۲	۶۳	۲۱/۵	۱۰/۴	۵۷/۶
دی	۶/۱	۱۳۰	۶۸	۱۸/۲	۸/۲	۳۴/۹
بهمن	۶/۵	۱۳۸	۶۴	۱۹/۶	۹/۳	۴۱/۱
اسفند	۷/۶	۱۷۳	۴۹	۲۵	۱۲/۴	۱۳/۸
میانگین	۸/۶	۱۶۶	۴۲	۳۳/۳	۱۹/۴	۱۸۹/۳

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۳- نمودار خط مبنای پایینی تیمار S1 (a) و تیمار S5 (b) در شهریور ماه



شکل٤- نمودار خط مبنای پایینی تیمار S1 (a) و تیمار S5 (b) در مهر ماه

با استفاده از آزمون خاک مقدار عناصر غذایی قابل استفاده برای گیاه درخاک، پتاسیم، فسفر و درصد کربن آلی تعیین شد. مقدار ونوع کود برای گیاه ذرت تعیین و به زمین اضافه شد. جدول(۱)خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی را ارائه می‌دهد. با استفاده از فارو ساز سطح زمین به شکل جوی وپشته ایجاد شد. در تاریخ ۱۳۹۲/۴/۲۷ بذرها برروی هر پشته با تراکم ۷۵۰۰۰ دانه در هکتارکشت شدند. عمق کشت بذور برابر چهار تا هفت سانتی‌متر و فاصله بذرها ۱۸سانتی متر از هم برروی پشته ها منظور شد.

آبیاری

در این تحقیق از روش آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک استفاده شد. این سیستم از دو لوله آب با کیفیت های مختلف(Smin و Smax) که در آن گرادیان پیوسته شوری آب ایجاد می شود استفاده شد. فاصله بین دو ردیف موازی آبپاش (خط لوله تامین کننده آب شور(Smax) و آب رودخانه کارون(Smin)) برابر پانزده متر و شش عدد آبپاش بر روی هر خط لوله به فاصله چهار متر مستقر شد. از بین تیمارهای مختلفی که بین این دو خط لوله ایجاد شد تیماری که آب با کمترین شوری(تیمار شاهد) و تیماری که آب با حداکثر شوری را دریافت می‌کردند انتخاب و داده‌های مورد نیاز برداشت شد(شکل ۲). در این تحقیق Smin، شوری آب رودخانه کارون بود که مقدار آن در طول دوره رشد محصول به طور میانگین برابر با ۲/۵دسی زیمنس برمتر و (Smax) آب با شوری ۵ دسی زیمنس برمتر استفاده شد که با اضافه نمودن نمک‌های NaCl، $CaCl_2$ و$MgCl_2$ به آب رودخانه کارون تهیه شد. برای تهیه آب با شوری ۵ دسی زیمنس برمتر ابتدا آب رودخانه تجزیه و مقادیر Na ، Mg، Ca، pHوEC تعیین و نسبت Ca به Mg و مقدار SAR محاسبه شد، سپس مقادیر نمک های فوق الذکر به نسبتی به آب رودخانه اضافه شد که EC به مقدار مورد نظر برسد در حالی که مقادیر نسبت Ca به Mg وSAR آب حاصله مشابه آب رودخانه باشد (هنگلر[8]،۲۰۰۴). اولین آبیاری در تاریخ ۱۳۹۲/۴/۲۸ و آخرین آبیاری ۱۳۹۲/۸/۱ انجام گرفت .

دماسنج مادون قرمز[9](IRT)

برای محاسبه شاخص تنش آبی گیاه به روش ایدسو نیاز به اندازه‌گیری دمای پوشش گیاهی است. بدین منظور از دماسنج مادون قرمز استفاده شد. در ابتدا دستگاه به روش حمام یخ واسنجی شد. حمام یخ عبارت است از مخلوط آب ویخ که دمای آن صفر درجه می باشد. برای تهیه حمام یخ قطعه‌های یخ آب مقطر را درون یک لیوان شیشه‌ای بلند ریخته و به آرامی روی آن آب مقطر ریخته تا جایی که سطح آب یک سانتی‌متر پایین‌تر از سطح یخ قرار بگیرد، سپس با دماسنج دمای آب ویخ را قرائت می‌گردد اگر دمای اندازه‌گیری توسط دماسنج صفردرجه سانتی‌گراد

8 - Henggeler
1-Infra Red Thermometer

Archive of SID
www.SID.ir

باشد دماسنج واسنجی شده‌است(آلدرفارسی و نیلسن،۲۰۰۱). جدول(۲) میانگین داده‌های هواشناسی ۱۵ساله (۹۲-۱۳۷۷) اهواز را نشان می دهد.

به منظور محاسبه خط مبنای پایینی تنش، درجه حرارت برگ گیاه در روزهای بعد از آبیاری در محدوده هر دو تیمار هر یک ساعت یکبار از ساعت ۸ صبح الی ۱۴ بعد از ظهر توسط دستگاه دماسنج مادون قرمز از چهار جهت بالا وپایین (برگ پیرو جوان) ،چپ و راست گیاه اندازه‌گیری شد. تعداد ۲۸ دمای برگ در هرتکرار اندازه‌گیری و ترمومترهای تر و خشک نیز از جعبه اسکرین واقع در مزرعه قرائت شد. با استفاده از این داده‌ها خط رگرسیونی بین پارامترهای $(T_c - T_a)$و کمبود فشار بخار هوا بر اساس معادله (۱) رسم گردید. با محاسبه شیب فشار بخار اشباع برحسب میلی بار و ضرائب (a) و(b) تعیین شده از خط مبنای پایینی، خط مبنای بالایی تنش تعیین شد.

به منظور تعیین شاخص تنش آبی گیاه و محاسبه $(T_c - T_a)_m$، درجه حرارت برگ گیاه در روزهای قبل از آبیاری نیز در محدوده هر دو تیمار هر ساعت یکبار از ساعت ۱۱صبح الی ۱۴ بعد از ظهر توسط دستگاه دماسنج مادون قرمز از چهار جهت بالا و پایین، چپ و راست گیاه، تعداد ۲۸ دمای برگ در هر تکرار اندازه‌گیری و ترمومترهای تر و خشک نیز از جعبه اسکرین واقع در مزرعه قرائت گردید. دمای اندازه‌گیری شده توسط دستگاه، نشان دهنده دمای قسمت هایی از مزرعه است که در زاویه دید دستگاه قرار دارد. این دستگاه تشعشع خارج شده از هدف را اندازه‌گیری می کند (ارتا و همکاران،۲۰۰۳). اندازه‌گیری دمای برگ در مرداد ماه به علت کوچک بودن گیاه و وسعت اندازه‌گیری دماسنج (اندازه‌گیری دمای سطح خاک) انجام نگرفت. سایر اندازه‌گیری ها در روزهای قبل از آبیاری و بعد از آبیاری از تاریخ ۱۳۹۲/۶/۳ تا تاریخ ۱۳۹۲/۸/۲ انجام‌شد.

نتایج وبحث

با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده درطول فصل کشت، محاسبات برای رسم خط مبنای پایینی برای دوماه شهریور و مهر در روز بعداز آبیاری انجام شد و رابطه رگرسیونی بین اختلاف دمای پوشش سبز گیاه و هوا در مقابل کمبود فشار بخار هوا برای تعیین خط مبنای پایینی دو تیمارS_1 و S_5 رسم شد که نمودار آن به ترتیب در شکل های (۳) و (۴) ارائه شده است.

ارتباط خطی بین این فاکتور(کمبود فشار بخار هوا واختلاف دمای پوشش سبز و هوا) بیان‌گر آن است که با افزایش کمبود فشار بخار هوا(که همزمان با افزایش دمای هوا صورت می‌گیرد) اختلاف درجه حرارت پوشش سبز گیاه و هوا افزایش می یابد که در نهایت گیاه خنک نگه داشته می شود. همان طور که مشاهده می‌شود خط مبنای پایین در دوتیمار باتوجه به همزمانی آبیاری یکسان نیست و خط مبنای پایینی تیمار S1 نسبت به تیمار S5 نسبتاً پایین‌تر می‌باشد که بیان‌گر حالت تنش بیشتر درتیمارS5 می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که دمای پوشش سبز گیاه به میزان شوری آب آبیاری بستگی دارد. براساس نمودار خط مبنای پایینی رسم شده در شکل (۳) و (۴) ورابطه (۱) معادله خط مبنای پایینی تنش به روش ایدسو در ماه های شهریور و مهر تیمار S1 (رابطه شماره ۶ و ۷) ومعادله خط مبنای پایینی تنش به روش ایدسو در ماه های شهریور و مهر تیمار S5 (رابطه شماره ۸ و ۹) محاسبه‌شد.

$$(T_c\text{-}T_a)_{l.l}=2.7611-0.246VPD \quad (۶)$$

$$(T_c\text{-}T_a)_{l.l}=2.7043-0.2438VPD \quad (۷)$$

$$(T_c\text{-}T_a)_{l.l}=1.66-0.1794VPD \quad (۸)$$

$$(T_c\text{-}T_a)_{l.l}=1.8241-0.1891VPD \quad (۹)$$

همان طوری که دیده می شود معادله‌های خط حداقل تنش از نظر ظاهری شبیه هم هستند، اما ضریب زاویه و عرض از مبداء آن ها یکسان نیست پس می‌توان گفت که در شرایط اقلیمی یکسان برای یک گیاه خاص مثل ذرت که تحت تیمارهای مختلف شوری می‌باشد نمی‌توان معادله واحدی پیشنهاد نمود.

با استفاده از داده‌های هواشناسی روز بعد از آبیاری و بسط خط مبنای پایینی به انداز شیب فشار بخار ازناحیه منفی محورافقی کمبود فشاربخارهوا و رسم خطی موازی محور افقی، موقعیت خط مبنای بالایی به دست آمد.

براساس محاسبات، خط مبنای بالایی تنش برای ماه‌های شهریور ومهر تیمار حداقل شوری(رابطه شماره ۱۰ و۱۱) وشهریور ومهر حداکثر شوری(رابطه شماره ۱۲و ۱۳) محاسبه شد:

$$(T_c\text{- }T_a)_{ul} = 5.75 \quad (۱۰)$$

$$(T_c\text{- }T_a)_{ul} = 4.70 \quad (۱۱)$$

$$(T_c\text{- }T_a)_{ul} = 2.94 \quad (۱۲)$$

$$(T_c\text{-}T_a)_{ul} = 2.85 \quad (۱۳)$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود خط مبنای بالایی در تیمار حداکثر تنش(S5) در دوماه شهریور ومهر نسبت به تیمار حداقل تنش (S1) مقدار کمتری می‌باشد بدین معنی که تیمار S5 نسبت به تیمار S1 در اختلاف درجه حرارت پوشش سبز گیاه و هوای کمتری عمل تعرق را متوقف می کند درنتیجه دور آبیاری برای تیمار S5 بایستی کوتاه‌تر درنظرگرفت. وردی‌نژادوهمکاران(۱۳۹۰) در مزرعه تحقیقاتی کرج خط مبنای بالایی را برای ذرت علوفه‌ای،

Archive of SID

www.SID.ir

۳/۲درجه سانتی گراد بیان کردند. علت تفاوت را می‌توان شرایط اقلیمی متفاوت معرفی کرد.

با معلوم بودن معادله های خط مبنای بالایی و پایینی ومحاسبه میانگین اختلاف دمای پوشش سبز گیاه و هوا در روزهای قبل از آبیاری، شاخص تنش آبی گیاه با توجه به رابطه (۵) محاسبه شد و مقدار شاخص تنش آبی ذرت برای تیمار حداکثر تنش شوری شهریور ماه ۰/۲۹ و مهرماه۰/۲۷ و برای تیمارحداقل تنش در شهریور ومهرماه به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۱۸محاسبه شد، تغییر شوری آب آبیاری از ۲/۵دسی زیمنس برمتر به ۵ دسی زیمنس برمتر موجب دو برابر شدن شاخص تنش آبی گیاه می شود .این نتایج نشان می دهد دمای پوشش سبز گیاه و درنهایت شاخص تنش آبی گیاه تحت تاثیر شوری آب آبیاری می باشد. در رابطه با کاربرد شاخص تنش آبی گیاه در شرایط آب شور تحقیقات کمی انجام شده است. هاول و همکاران[10] (۱۹۸۴) در کالفرنیا حساسیت شاخص تنش آبی پنبه را در شرایط شوری مختلف آب آبیاری مورد بررسی قرار دادند و بیان کردندکه بیش‌ترین تغییرات شاخص در شرایط تنش شوری در گرم‌ترین ساعات روز اتفاق می افتد.

برنامه ریزی آبیاری با استفاده از شاخص تنش آبی گیاه

براساس محاسبات انجام شده، مقدار شاخص تنش آبی گیاه به روش ایدسو ارائه شد و با توجه به آن و رابطه (۱۴)، روابط (۱۵) و(۱۶) برای برنامه‌ریزی آبیاری برای ماه‌های شهریور ومهر تیمار S1 و روابط (۱۷)و (۱۸) برای ماه های شهریور و مهر تیمار S5 به ترتیب ارائه گردید:

$$CWSI_i = \frac{MB}{AB} = \frac{(Tc-Ta)_m - [a-b(VPD)m]}{(Tc-Ta)_{u.l} - [a-b(VPD)m]} \qquad (۱۴)$$

اجزای این رابطه قبلاً معرفی شده‌اند.

$(T_c\text{-}T_a)_a$=3.1796-0.212 VPD $10 \le VPD \le 60$ (۱۵)

$(T_c\text{-}T_a)_a$ =3.0643-0.2 VPD $10 \le VPD \le 50$ (۱۶)

$(T_c\text{-}T_a)_a$=2.031-0.1274VPD$10 \le VPD \le 60$ (۱۷)

$(T_c\text{-}T_a)_a$=2.1011-0.1379VPD $10 \le VPD \le 50$ (۱۸)

کمبود فشار بخار آب در ماه شهریور ۱۰الی۶۰ میلی بار ودر ماه مهر ۱۰الی ۵۰ میلی بار می باشد.

برای تشخیص زمان فرارسیدن آبیاری مقادیر کمبود فشار بخار آب هوا، در ساعت ۱۱ الی ۱۴ اندازه‌گیری شده و سپس $(T_c\text{-}T_a)_a$ تعیین می شود. از مقایسه $(T_c\text{-}T_a)_m$ (اندازه گیری شده) با $(T_c\text{-}T_a)_a$ مقدار مجازمحاسبه شده) می توان زمان آبیاری را تشخیص داد به گونه ای که اگر مقادیر اندازه گیری شده کوچک‌تر از مقادیر محاسبه شده باشد زمان آبیاری فرا نرسیده است برعکس در شرایطی که مقادیر اندازه‌گیری بزرگ‌تر از مقادیر محاسبه شده باشد، بدین معنی است که زمان آبیاری گذشته است. لازم به ذکر است که$(T_c\text{-}T_a)_m$(اندازه گیری شده) می بایست در شرایط حداکثر تنش روزانه بین ساعت ۱۱ الی ۱۴ انجام گردد.

نتیجه گیری

معادله خط مبنای پایینی برای گیاه ذرت درشهریور و مهرماه آبیاری بارانی با تنش حداقل شوری به ترتیب:

$(T_c\text{-}T_a)_{l.l}$=2.7611−0.246VPD
$(T_c\text{-}T_a)_{l.l}$=2.7043−0.2438VPD

و مقدار شاخص CWSI برای گیاه ذرت دراین فصل کشت در شهریور۰/۱۴و در مهر۰/۱۸ محاسبه شد.

خط مبنای بالایی در شهریور و مهر ماه به ترتیب برابر با ۵/۷۵ و۴/۷۰درجه سانتی گراد تعیین گردید.

برای برنامه‌ریزی آبیاری با استفاده از شاخص تنش آبی گیاه رابطه $(T_c\text{-}T_a)_a$= 3.1796-0.212 VPD برای شهریورماه و رابطه $(T_c\text{-}T_a)_a$ =3.0643-0.2 VPD برای مهرماه به دست آمد.

معادله خط مبنای پایینی برای گیاه ذرت در شهریورماه و مهرماه تحت آبیاری بارانی با تنش حداکثر شوری به ترتیب:

$(T_c\text{-}T_a)_{l.l}$=1.66−0.1794VPD
$(T_c\text{-}T_a)_{l.l}$=1.8241−0.1891VPD

و مقدار شاخص CWSI برای گیاه ذرت دراین فصل کشت در شهریور۰/۲۹و در مهر ۰/۲۷ محاسبه شد. خط مبنای بالایی در شهریور و مهر ماه به ترتیب برابر با ۲/۹۴ و۲/۸۵درجه سانتی گراد تعیین گردید.

برای برنامه ریزی آبیاری با استفاده از شاخص تنش آبی گیاه رابطه $(T_c\text{-}T_a)_a$=2.031-0.1274 VPD برای شهریورماه و رابطه $(T_c\text{-}T_a)_a$ = 2.1011-0.1379 VPDبرای مهرماه به دست آمد.

پیشنهاد می شود باتوجه به کارایی شاخص تنش آبی گیاه در بررسی اثر شوری بر برنامه ریزی آبیاری، از این شاخص در فصل‌های کشت مختلف برای محصولات متفاوت انجام شود.

تشکر و قدر دانی

بدین وسیله از قطب علمی مدیریت بهره برداری از شبکه های آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران و دفتر تحقیقات سازمان آب و برق خوزستان به خاطر تأمین بخشی از هزینه های انجام طرح تشکر می شود.

1-Howell *et al.*

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

۱- برومند نسب، س ،. طاهری قناد، س. و م. معیری.۱۳۸۳. استفاده از درجه حرارت پوشش سبز گیاه برای برنامه‌ریزی آبیاری ذرت بهاره در شرایط خوزستان. مجله علمی کشاورزی، دانشکده کشاورزی اهواز، ۲۷: ۵۶-۴۷.

۲- شاهرخ نیا، م. و ن . گودرزی. ۱۳۹۰. نقش برنامه ریزی آبیاری قطره ای در افزایش بهره وری مصرف آب ذرت .کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۳- طاهری قناد، س. ۱۳۸۱. استفاده از درجه حرارت پوشش سبز گیاه جهت برنامه ریزی آبیاری ذرت بهاره در شرایط شمال خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب ،دانشگاه شهید چمران اهواز.

۴- علیزاده ، ا. ۱۳۸۰. رابطه آب وخاک و گیاه . انتشارات آستان قدس رضوی ، چاپ دوم ، ۳۵۵صفحه.

۵- علیزاده ، ا. ۱۳۸۹. طراحی سیستم های آبیاری تحت فشار. انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ چهارم، ۳۶۸صفحه.

۶- محمدی ، ه. ۱۳۹۲. برنامه ریزی آبیاری ذرت بهاره تحت آبیاری قطره ای با استفاده از دماسنج مادون قرمز در شرایط اقلیمی اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته آبیاری و زهکشی ، دانشکده مهندسی علوم آب ، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۷- وردی نژاد، و.، بشارت، س.، و ح. احمدی. ۱۳۹۰. برآورد حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی ذرت علوفه ای در مراحل مختلف رشد با استفاده از اختلاف دمای پوشش سبز گیاه و هوا . نشریه آب و خاک (علوم وصنایع کشاورزی)، ۲۵(۲۶): ۱۳۵۲-۱۳۴۴.

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

9- Candogan, B. K., Shncik, M., Buyukcangaz, H. and C. Demirtas, 2013. Yield, quality and crop water stress index relationships for deficit-irrigated soybean [Glycine max (L.) Merr.] in sub-humid climatic conditions. Agricultural Water Management , 118 : 113– 121.

10- Feng, Y. Y. and C. Z. Cong. 2003. Equilibrium of organic matter in heavy fraction for three long term experimental field soils in China. Pedosphere, 16(2):177-184.

11-Henggeler, J. C. 2004. The conjuctive use of saline irrigation water on deficit irrigation. Ph. D. Dissertation, Texas University.

12-Howell, T. A., Hat field, J. L., Rhoades, J. D. and M. Meron. 1984. Response of cotton water stress indicators to soil salinity. Irrigation Science, 5:25-36.

13-Idso, S . B ., Reginato, R . J. and J.W. Radin. 1982 . Leaf diffusion resistance and photosynthesis in cotton related to a foliage temperature based plant Water stress index. Agricultural Meteorology, 27:27-34.

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

15-O'Shaughnessy, S. A., Evett, S. R., Colaizzi ,P. D. and T. A. Howell. 2010 Automatic irrigation scheduling of grain sorghum using CWSI and time threshold. Decennial Irrigation Association Conference, December.

Archive of SID

www.SID.ir