نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 3، جلد 10، مرداد - شهریور 1395، ص. 421-412

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 10, Jul.-Agu. 2016, p. 412-421

برنامه‌ریزی آبیاری ذرت بر اساس اختلاف دمای آسمانه گیاهی و هوا

ابوالفضل ناصری[1]

تاریخ دریافت: 1395/3/1 تاریخ پذیرش: 1395/6/24

چکیده

برای برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان، از رطوبت خاک، متغیرهای جوّی و سنجش‌های گیاهی و یا ترکیب این اندازه‌گیری‌ها استفاده می‌شود. به‌منظور تعیین زمان مناسب آبیاری گیاه ذرت بر مبنای اختلاف دمای آسمانه گیاهی و هوا، آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی (خسروشهر)، در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با تیمارهای آزمایشی آبیاری کامل (T1)، آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره خمیری (T2)، آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره گلدهی (T3)، آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره گلدهی و خمیری (T4) گیاه ذرت سینگل کراس 704 در سه تکرار انجام شد. آبیاری محدود به صورت جویچه‌های یک‌درمیان اعمال شد. دمای پوشش سبز گیاه به کمک دماسنج مادون قرمز و دمای تر و خشک هوا با دماسنج‌های تر و خشک اندازه‌گیری شد. با محاسبه اختلاف دمای آسمانه گیاهی و دمای هوا (Tc-Ta)، فاصله خطوط تنش کمبود حداکثر و حداقل برای گیاه مشخص گردید. با استفاده از مقادیر کمبود فشار بخار و اختلاف دمای آسمانه گیاه و هوا، معادله خطهای مبنای پائین برای تیمارهای یاد شده تعیین شد. میانگین اختلاف دمایی در خط مبنای بالا برابر 4/7 درجه سانتی‌گراد به دست آمد. بر اساس تغییرات اختلاف دمای آسمانه گیاهی و هوا، کمبود فشار بخار و شیب فشار بخار واقعی، یک مجموعه نمودار به عنوان راهنمای مهندسی در برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در منطقه یا مناطق با اقلیم و شرایط مشابه ارائه شد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری محدود، برنامه‌ریزی آبیاری، ذرت، کم آبیاری، نمایه تنش کمبود آب

مقدمه

در سال‌های اخیر با توجه به افزایش مصرف پروتئین حیوانی و اهمیت گیاهان علوفه‌ای از جمله ذرت در تأمین غذای دام، کشت آن گسترش یافته و سطح زیر کشت آن به حدود 220 هزار هکتار در کشور رسیده است (Madad, 2005). کشت ذرت از نظر اقلیمی، در بسیاری از نقاط کشور امکان‌پذیر است.

برای برنامه‌ریزی آبیاری محصولات مختلف، از اندازه‌گیری رطوبت خاک، متغیرهای جوّی و سنجش‌های گیاهی استفاده می‌شود. سنجش‌های گیاهی شامل اندازه‌گیری دمای آسمانه، مقاومت روزنه‌ای، رنگ برگ و پتانسیل آب برگ می‌باشد (Wanjura et al.,1992). وقتی که گیاه تحت تنش کمبود آب قرار می‌گیرد، هدایت روزنه‌ای و تبادل گرمای نهان کاهش یافته و اثر خنک‌کنندگی تبخیر کاهش می‌یابد و در نتیجه برگ‌های گیاه نسبت به شرایطی که گیاه تحت تنش نمی‌باشد، گرم‌تر می‌شود. از این خاصیت و با اندازه‌گیری دمای آسمانه گیاه برای ارزیابی وضعیت آب گیاه می‌توان استفاده کرد (Stockle and Dugas.,1992). استفاده از دمای آسمانه گیاهی، یکی از روش‌هایی است که با توسعه و تولید دماسنج‌های مادون قرمز برای تصمیم‌گیری در مورد برنامه‌ریزی آبیاری از سال 1981 توسعه و رواج یافته است. جکسون و همکاران (Jackson et al.,1981) جنبه تئوری نمایه تنش کمبود آب گیاه (CWSI) و یک سال بعد، ایدسو (Idso., 1982) جنبه کاربردی آن را توسعه دادند. تئوری نمایه تنش کمبود آب گیاه، از بیلان انرژی در حالت غیرتنش، برای آسمانه گیاه نتیجه شده است. دامنهٔ تغییرات CWSI بین صفر و یک بود که مقدار حداقل آن برای شرایط غیرتنش و مقدار حداکثر آن برای شرایط کاملاً تنش کمبود آب می‌باشد (Wanjura et al., 1992). گاروت و همکاران از روش تجربی سنجش CWSI برای برنامه‌ریزی آبیاری پنبه، گندم و هندوانه در آریزونا استفاده کرده و گزارش کرده‌اند که بیشترین عملکرد وقتی حاصل می‌شود که مقدار CWSI بین 0/1 تا 0/2 باشد (Garrot et al.,1990). اُتول و هاتفیلد تأثیر سرعت باد بر روی حدّ بالائی و پائینی اختلاف دمایی آسمانه گیاهی و هوا (T_c-T_a) را بررسی نموده و پتانسیل آب برگ و شاخص CWSI را در شرایط مختلف تنش کمبود آب برای گیاهان ذرّت، پنبه، لوبیا و سورگوم مورد بررسی قرار دادند (O´toole and Hatfield.,1983). ارلر و همکاران

1- دانشیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.
Email: Nasseri_ab@yahoo.com

گزارش کرده‌اند که رابطهٔ اختلاف دمایی آسمانه گیاهی و هوا (T_c-T_a) با کمبود فشار بخار به صورت خطی است (Erhler et al., 1978). ایدسو نیز رابطه کمبود فشار بخار و (T_c-T_a) را برای حد پائینی به صورت خطی به دست آورده که از آن زمان معادله خط بین این دو متغیر به "خط مبنا" یا "خط مبنای پائینی" موسوم شده است. برای به دست آوردن حدبالائی (T_c- T_a) یا "خط مبنای بالائی" از برون‌یابی رابطه خطی تساوی گرادیان فشار بخار و صفر، استفاده شده است (Idso.,1982). استوکل و دوگاس برای مقایسه مقادیر تجربی و تئوری CWSI برای پنبه و نیز تعیین زمان آبیاری از شاخص CWSI استفاده نمودند (Stockle and Dugas.,1992). در مورد استفاده از دمای آسمانه گیاهی و شاخص CWSI، برای تعیین زمان آبیاری مطالعات گسترده‌ای در مناطق مختلف جهان برای انواع گیاهان زراعی و باغی صورت گرفته است. در ایران نیز مدتی است که مطالعاتی در این موضوع شروع شده است. به عنوان مثال سپاسخواه و کاشفی‌پور در مورد رابطه پتانسیل آب برگ، شاخص CWSI و عملکرد و کیفیت میوه لیموشیرین تحت آبیاری قطره‌ای (سپاسخواه و کاشفی‌پور، 1994) و برومند نسب و همکاران برای تعیین زمان آبیاری گیاه نیشکر در خوزستان از این روش استفاده نمودند (برومندنسب و همکاران، 1386).

حد بالای اختلاف دمائی آسمانه گیاهی (T_c) و هوا (Ta) از رابطه 1 قابل برآورد است (Howell et al., 1986):

$$(T_c\text{-}T_a)_{ul} = a - b\,[VPG] \quad (1)$$

که در آن VPG شیب فشار بخار واقعی (میلی‌بار) است، a و b ضرایب تجربی هستند. اندیس ul خط مبنای بالا را نشان می دهد (برومندنسب و همکاران، 1386). مقدار شیب فشار بخار واقعی از رابطه 21 برآورد می‌شود:

$$VPG = es_{(Ta)} - es_{(Ta+a)} \quad (2)$$

که در آن $e_{s\ (Ta)}$ و $e_{s(Ta+a)}$ به ترتیب فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال) در دو دمای متوالی از منحنی فشار بخار– دمای هوا می‌باشد. رابطه بین اختلاف دمایی (T_c- T_a) در حد پائین و کمبود فشار بخار (VPD) به صورت رابطه 3 بیان می‌شود.

$$(T_c\text{-}T_a)_{ll} = a - b\ VPD \quad (3)$$

که در آن دما به درجه سانتی‌گراد و کمبود فشار بخار بر حسب کیلو پاسکال است. اندیس ll خط مبنای پائین را نشان می‌دهد (کاشفی پور و همکاران، 2006)

کمبود فشار بخار (VPD) نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است (وزیری و همکاران، 1387):

$$VPD = e_s - e_a \quad (4)$$

که در آن es و ea به ترتیب عبارت از فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال) و فشار بخار واقعی (کیلو پاسکال) است و از رابطه 5 محاسبه می‌شود (وزیری و همکاران، 1387):

$$e_a = e_s(RH)/100 \quad (5)$$

که در آن: RH رطوبت نسبی هوا به درصد بوده و فشار بخار اشباع از رابطه 6 محاسبه می‌شود (وزیری و همکاران، 1387)

$$e_s = 0.611\exp\left[\frac{17.27T}{T+237.3}\right] \quad (6)$$

که در آن e_s فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال) و دمای هوا (درجه سانتی‌گراد) است.

با استفاده از برآورد خطهای مبنای پائینی و بالائی، نمایه تنش کمبود آب گیاه (CWSI) به صورت رابطه 7 تعریف می‌شود (Idso., 1982).

$$CWSI = \frac{(T_c - T_a) - (T_c - T_a)_{ll}}{(T_c - T_a)_{ul} - (T_c - T_a)_{ll}} \quad (7)$$

که در آن CWSI نمایه تنش کمبود آب گیاه، Tc و Ta به ترتیب دمای آسمانه گیاهی و هوا (درجه سانتیگراد) و اندیس‌های ul وll به ترتیب حدود بالا و پائین را نشان می‌دهد.

حد مجاز برای نسبت تبخیر و تعرق واقعی به پتانسیل و CWSI برای ذرت دانه‌ای در شرایط اقلیمی تبریز به ترتیب برابر 0/6 و 0/4ذکر شده است (ناصری، 1999). دامنه توصیه شده کارشناسان فائو برای کارآئی مصرف آب توسط ذرت دانه‌ای (بین 0/8 و 1/6 کیلوگرم بر مترمکعب) به عنوان محدوده مجاز تلقی شده است (ناصری، 1999).

هدف از این پژوهش امکان‌سنجی برنامه‌ریزی آبیاری گیاه ذرت بر مبنای اختلاف دمای آسمانه گیاهی و هوا در شرایط اقلیمی خسروشهر (در آذربایجان شرقی) می‌باشد.

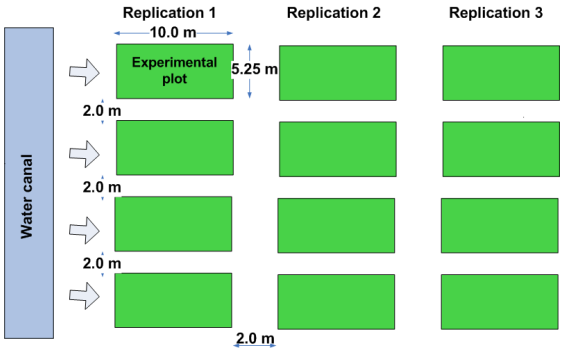
مواد و روش‌ها

آزمایش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی (خسروشهر) با طول جغرافیایی 46° و 10 دقیقه طول شرقی و 38° و 15 دقیقه عرض شمالی با ارتفاع از سطح دریا برابر 1359 متر انجام شد. خاک این منطقه از نوع لوم تا لوم رسی بود. در خاک زراعی pH و EC عصاره اشباع خاک به ترتیب برابر 7/9 و 4/5 دسی‌زیمنس بر متر بود. این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با تیمارهای آزمایشی: الف) آبیاری کامل (T1)، ب) آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره خمیری (T2)، ج) آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره گلدهی (T3)، د) آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره گلدهی و خمیری (T4) انجام گردید. در این تحقیق آبیاری محدود به صورت جویچه‌های یک در میان اعمال شد.

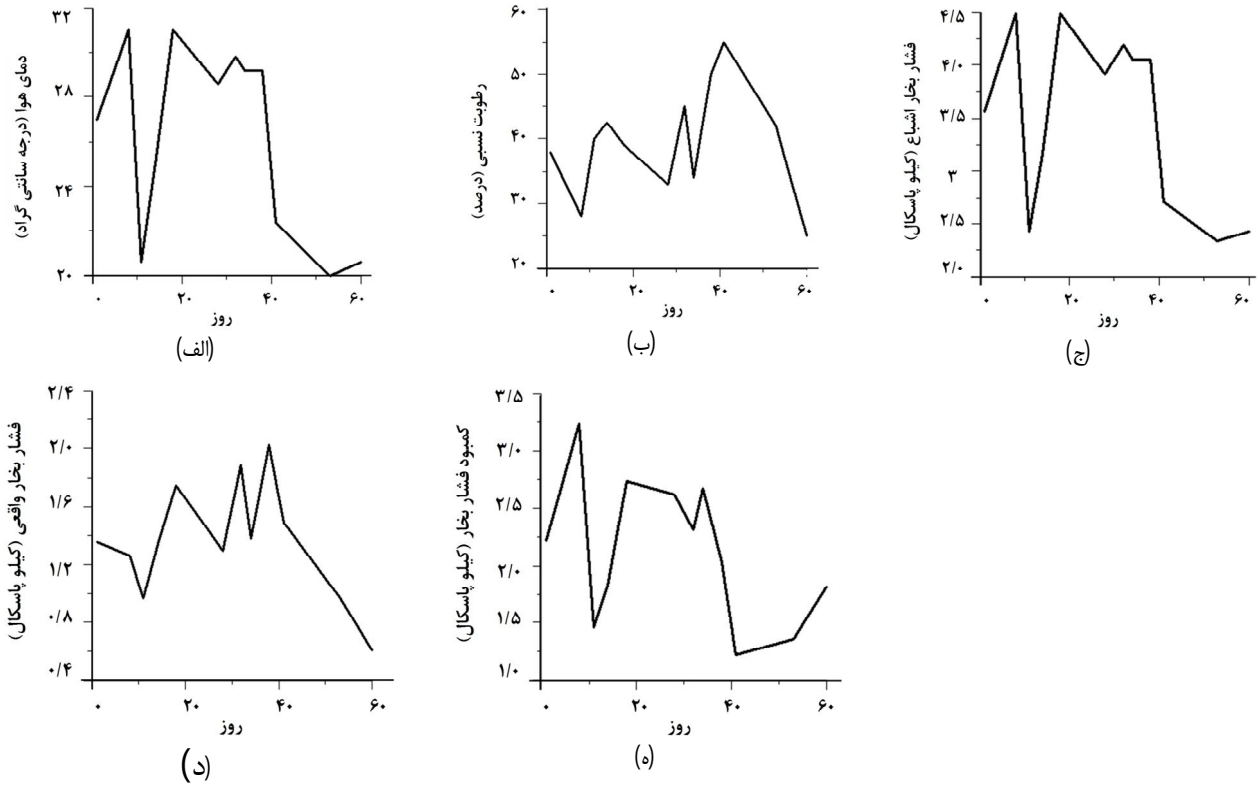
اعمال تیمار آبیاری محدود از زمان شروع رشد سریع ذرت (مرحله شش هفت برگی ذرت که با پنجاه و یکمین روز پس از کاشت مصادف بود) تا پایان دوره رسیدگی صورت گرفت. طول کرت‌های

آزمایشی ده متر، عرض کرت‌ها برابر 5/25 متر، فاصله پلات‌ها 2 متر و فاصله جویچه‌ها 75 سانتی‌متر در نظر گرفته شد (شکل 1).

در این تحقیق، ذرت رقم سینگل کراس 704 در بیستم خرداد ماه سال 1388 به صورت دست‌پاش کاشته شد. پس از کشت، کلیه عملیات زراعی شامل کودپاشی، وجین و آبیاری برای کلیه تیمارها، اعمال شد. آبیاری تیمارها به صورت جویچه‌ای توسط سیفون انجام گردید. دمای پوشش سبز سه بوته از هرتیمار به کمک دماسنج مادون قرمز در تیمارهای آزمایشی در ساعات مشخص از روز (ساعت ده قبل از ظهر) و از ارتفاع ثابت 130 سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. با محاسبه تفاوت دمای آسمانه گیاهی و دمای هوا (Tc-Ta)، فاصله خطوط تنش کمبود آب در شرایط حداکثر و حداقل برای گیاه مشخص گردید. نتایج حاصل، با استفاده از روش‌های مرسوم آماری تحلیل شد.



شکل1- آرایش پلات‌های آزمایش



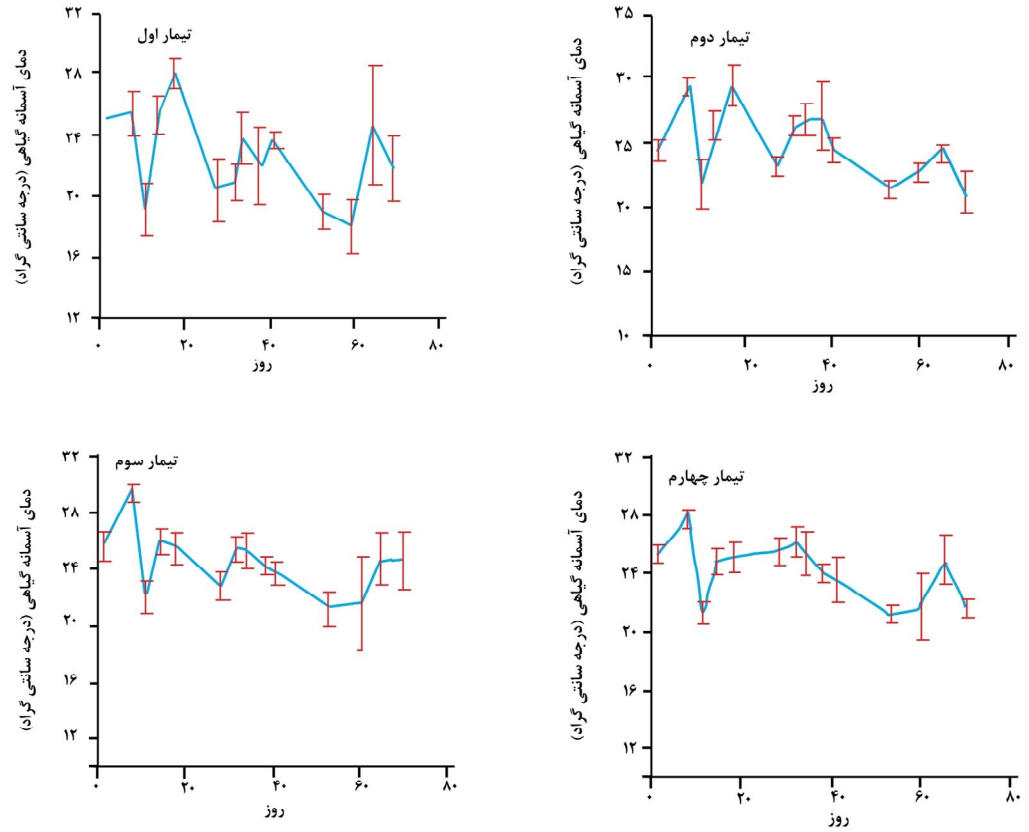
شکل2- تغییرات دمای هوا (الف)، رطوبت نسبی (ب)، فشار بخار اشباع (ج)، فشار بخار واقعی (د) و کمبود فشار بخار (ه) شروع از هنگام اعمال تیمارهای آزمایشی (51 روز پس از کاشت)

نتایج و بحث

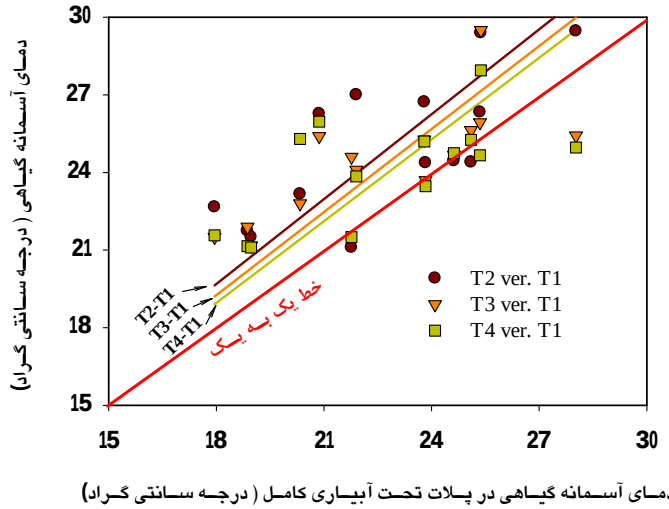
تغییرات دمای هوا، رطوبت نسبی، فشار بخار اشباع، فشار بخار واقعی و کمبود فشار بخار در بخشی از طول دوره رشد ذرت در شکل 2–الف ارائه شده است. تغییرات دمای هوا از 20 تا 31 درجه سانتی-گراد بود و میانگین آن در طول دوره برابر 26/2 درجه سانتیگراد بود.

تغییرات رطوبت نسبی از 25 تا 55 درصد است و میانگین آن 39/3 درصد بود (شکل 2- ب). تغییرات فشار بخار اشباع از 2/3 تا 4/5 کیلوپاسکال و میانگین آن برابر 3/5 کیلو پاسکال بود (شکل 2- ج). تغییرات فشار بخار واقعی از 0/61 تا 2/03 کیلوپاسکال و میانگین آن برابر 1/36 کیلو پاسکال بود (شکل 2- د). تغییرات کمبود فشار بخار

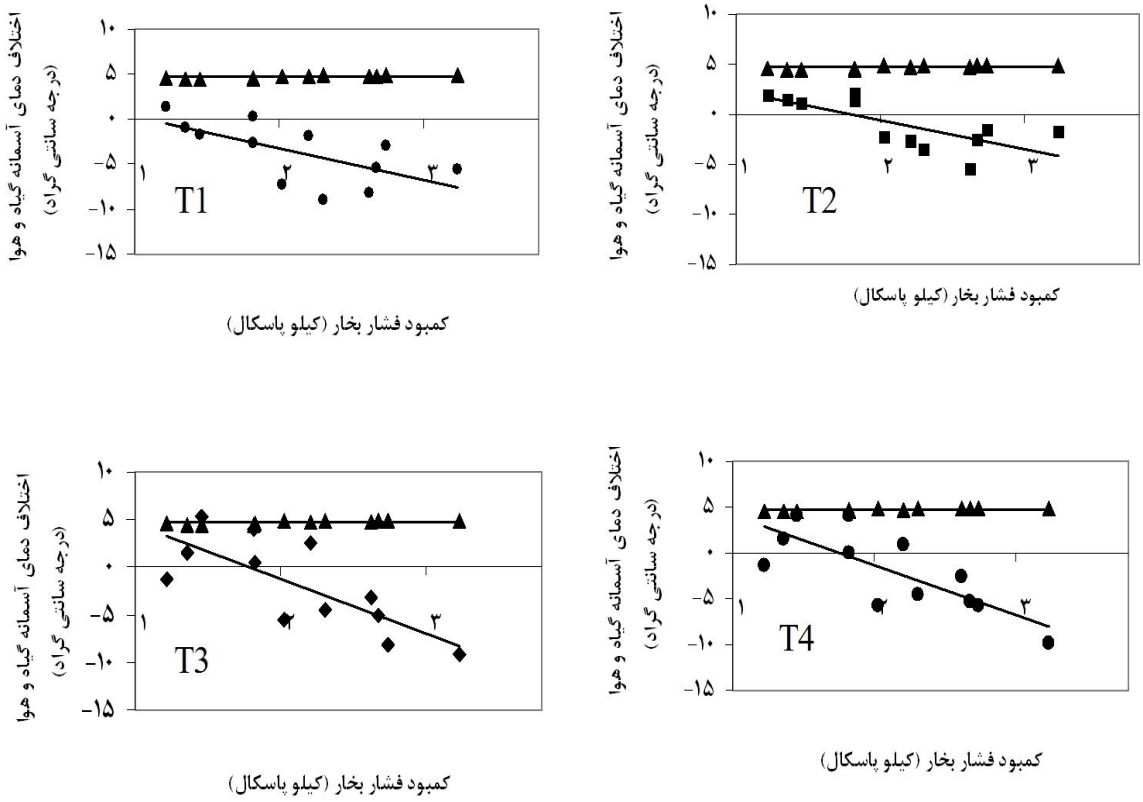
از 1/22 تا 3/23 کیلوپاسکال و میانگین آن برابـر 2/12 کیلوپاسـکال بود (شکل 2- ه).



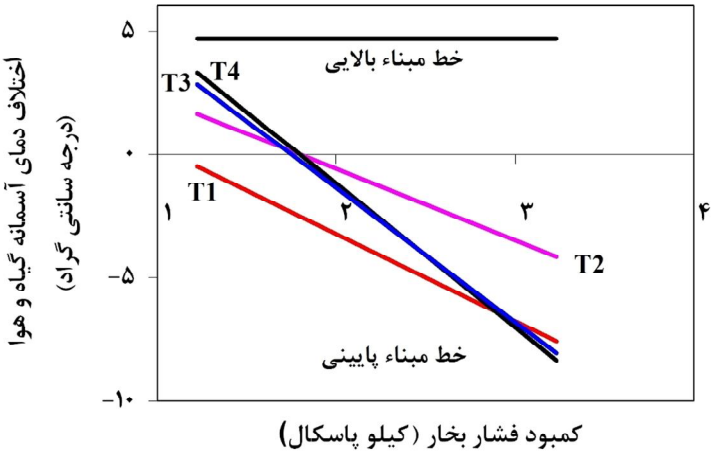
شکل3-الف- تغییرات دمای آسمانه گیاه ذرت در تیمارهای مختلف از هنگام اعمال تیمارهای آزمایشی (51 روز پس از کاشت)



شکل3-ب-تغییرات دمای آسمانه گیاه در تیمارهای مختلف در مقابل تغییرات دمای آسمانه گیاه تحت آبیاری کامل

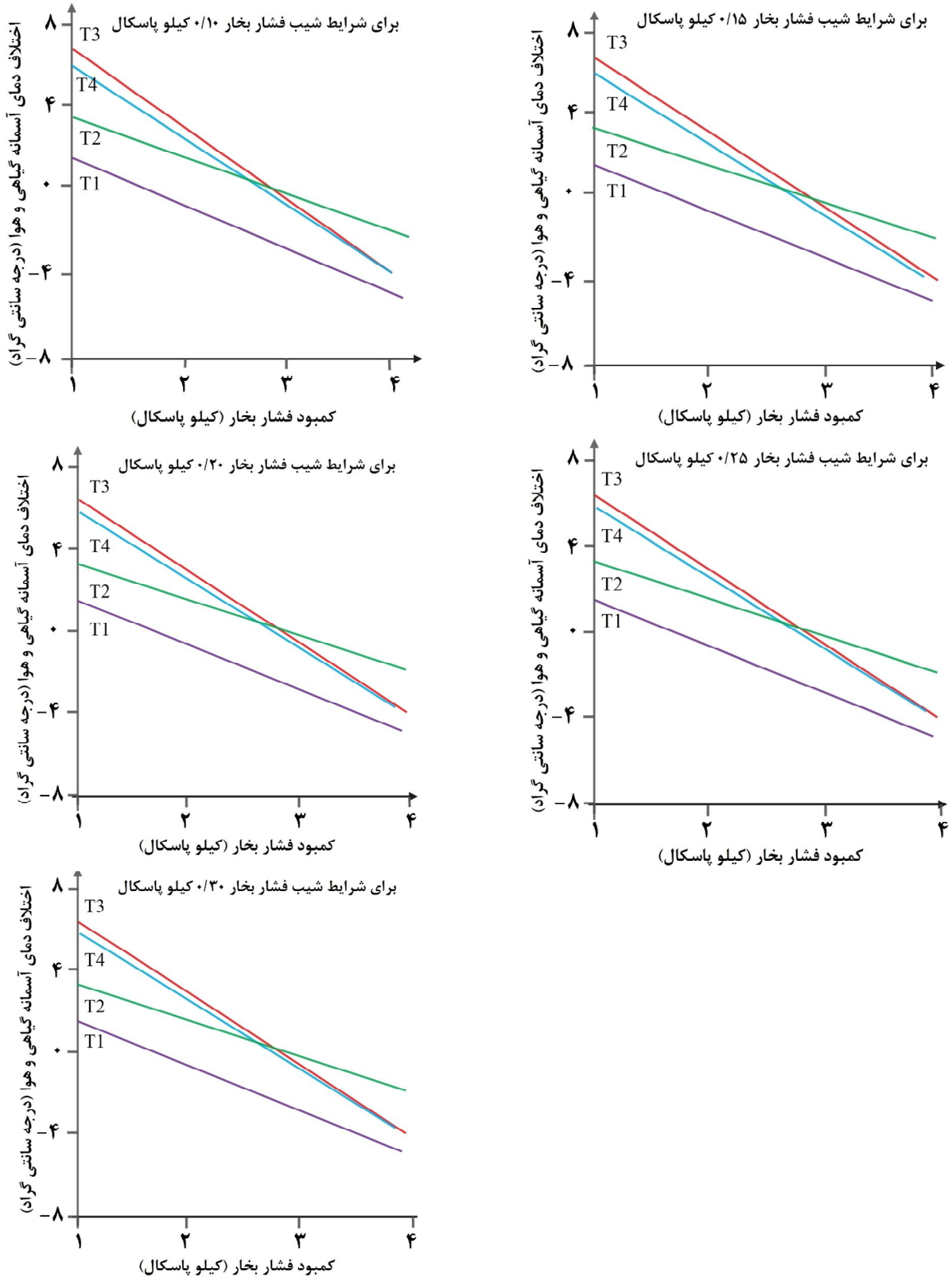


شکل 4- تغییرات اختلاف دمایی به ازای مقادیر مختلف کمبود فشار بخار و خطهای مبنا بالائی و پائینی برای هر چهار تیمار آبیاری کامل و محدود به صورت جداگانه



شکل 5- تغییرات اختلاف دمایی به ازای مقادیر مختلف کمبود فشار بخار شامل خطهای مبنا بالائی و پایینی برای هر چهار تیمار آبیاری

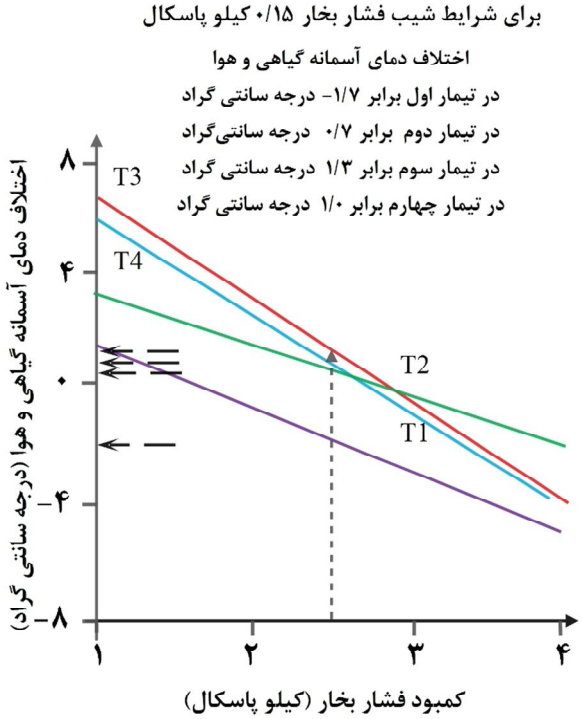
تغییرات دمای آسمانه گیاهی ذرت در تیمارهای آزمایشی در شکل 3- الف ارائه شده است. میانگین دمای آسمانه گیاهی در تیمارهای اول تا چهارم به ترتیب برابر 22/6، 24/9، 24/4 و24/70 درجه سانتی‌گراد بود. بنابراین، اعمال تیمارهای آبیاری محدود، موجب افزایش دمای آسمانه گیاهی نسبت به تیمار آبیاری کامل شده است. در شکل3- ب تغییرات دمای آسمانه گیاه ذرت در تیمارهای مختلف از هنگام اعمال تیمارهای آزمایشی (51 روز پس از کاشت) در مقابل تغییرات دمای آسمانه گیاه تحت آبیاری کامل نشان داده شده است.



شکل 6- راهنمای مهندسی برای برنامه ریزی آبیاری ذرت: تغییرات اختلاف دمای هوا و آسمانه گیاه به ازای کمبود فشار بخار در شیب‌های مختلف فشار بخار واقعی (VPG). یادآور می‌شود میانگین اختلاف دمایی در خط مبنای بالا برابر 4/7 درجه سانتی‌گراد است.

جدول 1- معادله خطهای مبنای پائین برای آبیاری کامل و محدود ذرت

ردیف	تیمار آزمایشی	ضریب همبستگی	معادله خط مبنای پائین آبیاری ذرت
1	آبیاری کامل (T1)	r= -0.65, n=12	(Tc-Ta) = 3.97-3.61 (VPD)
2	آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره خمیری (T2)	r=-0.72, n=12	(Tc-Ta) = 5.29-2.94 (VPD)
3	آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره گلدهی (T3)	r=-0.74, n=12	(Tc-Ta) = 10.44-5.84 (VPD)
4	آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره گلدهی و خمیری(T4)	r=-0.75, n=12	(Tc-Ta) = 9.58-5.49 (VPD)



شکل 7- تعیین اختلاف دمای آسمانه گیاه و هوا برمبنای نمودارهای مهندسی پیشنهاد شده برای شرایط VPD=2.5 KPa و VPG= 0.15 KPa و برای شرایط مختلف مدیریت آبیاری کامل و محدود در مزرعه ذرت

ضریب زاویه خط دمای آسمانه گیاه در پلات‌های تیمارهای T1، T2، T3 و T4 به ترتیب برابر 1/0، 1/09، 1/07 و 1/05 بود و به عنوان مثال اگر دمای آسمانه گیاه در تیمار تحت آبیاری کامل 25 درجه سانتی‌گراد باشد، در پلات‌های تحت تیمار T2، T3 و T4 دمای آسمانه گیاه به ترتیب برابر 27/4 و 26/8 و 26/3 درجه سانتی‌گراد خواهد بود. اعمال تیمارهای آبیاری محدود موجب افزایش دمای آسمانه گیاه گردیده و این افزایش در پلات‌های تحت تیمار T2 بیش‌تر از سایر پلات‌ها بود.

آستانه کاهش عملکرد ذرت در شرایط اقلیمی منطقه، هنگامی است که شاخص CWSI برابر 0/4 باشد (ناصری، 1999). معادله خط مبنای پائین برای دوره رشد ذرت دانه‌ای براساس رابطه (3)، و برمبناب نحوه ارتباط مقادیر کمبود فشار بخار و اختلاف دمای هوا و آسمانه گیاه به دست آمد. نتایج در جدول 1 ارائه شده است. در این روابط، Tc و Ta به ترتیب دمای آسمانه گیاهی و هوا (درجه سانتی-گراد) و VPD کمبود فشار بخار (کیلو پاسکال) را نشان می‌دهد.

در شکل 4 تغییرات اختلاف دمایی به ازای مقادیر مختلف کمبود فشار بخار و خط مبنا بالائی و پائینی برای هر چهار تیمار آبیاری کامل و محدود به صورت جداگانه و در شکل 5 به صورت ادغام شده و شامل خط برازش شده بر داده‌های اندازه‌گیری شده، نشان داده شده است. با توجه معنی‌دار بودن ضریب همبستگی حاصل (جدول 1)، تطابق مقادیر اندازه‌گیری شده و برازش شده نسبتاً خوب است. میانگین اختلاف دمایی در خط مبنای بالا برابر 4/7 درجه سانتی‌گراد به دست آمد. شیب و عرض از مبدا خطهای مبنای پائینی حاصل از اعمال تیمارهای سوم و چهارم نزدیک هم بود. به طور کلی، خط مبنا پائینی برای اولین تیمار (آبیاری کامل) در پائین ترین موقعیت قرار گرفته است.

بر اساس نتایج شکل‌های 4 و 5، تغییرات اختلاف دمای آسمانه گیاه و هوا به ازای کمبود فشار بخار در شیب‌های مختلف فشار بخار واقعی (VPG) در شکل 6 رسم شده است. از این شکل می‌توان به عنوان یک راهنمای مهندسی در برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در منطقه یا مناطق با اقلیم و شرایط مشابه استفاده کرد. از رویکرد برنامه‌ریزی آبیاری ذرت، این نمودارها بسیار مفید و اثر بخش می‌باشد.

نحوه کاربرد نمودارهای راهنمای مهندسی به صورت زیر است:

الف) مشابهت شرایط مزرعه از نظر کامل بودن یا محدود بودن آبیاری ذرت شناسائی می‌شود (تشبیه شرایط مزرعه با شرایطT1 تا T4).

ب) با اندازه‌گیری دماهای آسمانه گیاهی و هوا مقدار اختلاف دمایی (Tc-Ta) محاسبه شده و به عنوان اختلاف دمایی اندازه‌گیری شده، ثبت می‌گردد.

ج) با اندازه‌گیری پارامترهای لازم برای برآورد شیب فشار بخار واقعی (VPG) و کمبود فشار بخار (VPD) مقدار آن‌ها محاسبه می‌شود.

د) با استفاده از نمودارهای راهنمای مهندسی، مقدار (Tc-Ta) از خطهای تصمیم این نمودارها استخراج می‌شود.

ه) زمان مناسب آبیاری هنگامی است که اختلاف دمایی اندازه‌گیری شده، مساوی یا بزرگ‌تر از اختلاف دمایی حاصل از نمودارهای مهندسی باشد.

به عنوان مثال برای شرایط VPD=2.5 KPa و VPG= 0.15 KPa ، بر مبنای خطهای تصمیم شکل 6 ، اختلاف دمایی اندازه‌گیری شده برای شرایط تیماری آبیاری کامل (**T1**)، آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره خمیری (**T2**)، آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره گلدهی (**T3**) و آبیاری محدود با آبیاری کامل در دوره گلدهی و خمیری (**T4**) به ترتیب برابر 1/7- و 0/7 و 1/3و 1/0 درجه سانتی‌گراد بود (شکل 7). زمان مناسب آبیاری ذرت در این شرایط، وقتی است که اختلاف دمایی اندازه‌گیری شده مساوی یا بزرگ‌تر از اختلاف دماهای یاد شده، باشد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با انجام آزمایش‌هایی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی (خسروشهر)، زمان های مناسب برای آبیاری ذرت بر مبنای اختلاف دمای آسمانه گیاه و هوا در شرایط مختلف مدیریت آبیاری کامل و محدود تعیین گردید. ضمن تعیین خطهای مبنای بالا و پائین برای اختلاف دمای آسمانه گیاهی و هوا و کمبود فشار بخار اشباع، یک مجموعه نمودار به عنوان راهنمای مهندسی در برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در منطقه یا اقلیم و شرایط مشابه ارائه شده است. استفاده از این راهنما برای برنامه‌ریزی آبیاری ذرت توصیه می‌گردد. هم‌چنین، پیشنهاد می‌شود با انتخاب مقادیر مختلف 0/2 و 0/4و 0/6و 0/8 برای CWSI آزمایش‌هائی طراحی و در منطقه اجراء گردند.

منابع

برومندنسب، س.، کشکولی، ح.ع.، ناصری، ع.ع. و رشیدزاده، ف. 1386. تعیین زمان آبیاری با استفاده از شاخص تنش آبی در گیاه نیشکر. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. 7(1):1-7

وزیری،ژ.، سلامت،ع.، انتصاری،م.ر.، مسچی،م.، حیدری،ن و دهقانی سانیج،ح. 1387 .تبخیر-تعرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان). کمیته ملی آبیاری و زهکشی. 362 ص.

Ehrler,W.L., Idso,S.B., Jackson,R.D and Reginato,R.J. 1978. Wheat canopy temperature relation to plant water potential. Agronmy Journal.70: 251-256.

GenÇoglan,C and Yazar,A. 1999. Determination of crop water stress index (CWSI) and irrigation timing by utilizing infrared thermometer values on the first corn grown under Çukurova conditions. Turkish. Journal of Agriculture and Forestry. 23:87-95

Garrot, D. J., Kilby, M. W., Stedman, S. W., Fangmier, D.D., Ottman, M. J., Harper, M., Husman,S.H. and Ray,D.T. 1990. Irrigation scheduling using the crop water stress index. in visions of the future, proceedings of the third National Irrigation Symposium, 281-286.

Howell,T.A., Musick,J.T and Tolk,J.A. 1986. Canopy temperature of irrigated winter wheat. Transaction of the ASAE 29.6: 1692-1698

Idso,S.B. 1982. Non-water stressed base line: A key to measuring and interpreting plant water stress. Agricultural Meteorology. 27: 59-70

Jackson,R.D., Idso,S.B., Reginato,R.J and Pinter,J.R. 1981. Canopy temperature as a crop water stress indicator. Water Resources Research. 17.4: 1133-1138

Kashefipour,S.M., Broomand Nasab,S and Taheri Ghannad,S. 2006. The effect of water stress on yield and canopy-air temperature difference for spring corn. Journal of Agronomy. 5 (3): 401- 405

Madad,M. 2005. Atlas of Agriculture. National Cartographic Center: Plan and Management Organization

Nasseri,A. 1999. Analysis of water use efficiency of corn in Iran. Journal of Agricultural Engineering Research. 4.13:38-56.

O'toole,J.C and Hatfield,J.L. 1983. Effect of wind on the

Stockle,C.O and Dugas,W.A. 1992. Evaluating canopy temperature- based indices for irrigation scheduling. Irrigation Science. 13: 31-37

Wanjura,D.F., Upchurch,D.R and Mahan,J.R. 1992. Automated irrigation based on threshold canopy temperature. Transactions of ASAE. 35.5:1411-1417

crop water stress index derived infrared thermometry. Agronomy Journal. 75:811-817

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

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 10, Jul.-Agu. 2016, p. 412-421

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 3، جلد 10، مرداد - شهریور 1395، ص. 421-412

Irrigation Scheduling of Corn by Difference in Canopy and Air Temperatures

A. Nasseri[1]

Recived: May.21, 2016 Accepted: Sep.14, 2016

Abstract

Soil moisture, climate and crop measurements were applied in Irrigation scheduling in a farm.

In order to determine irrigation time of corn (Single cross 704) by difference in canopy and air temperatures, an experiment was conducted at the Agriculture and Natural Resources Research Center of East Azarbaijan (Khosroshahr). The experiments were as Randomly Complete Blocks with three replications and with treatments of full irrigation during corn growth period (T1), limited irrigation with full irrigation at dough stage (T2), limited irrigation with full irrigation at flowering stage (T3) and limited irrigation with full irrigation at flowering and dough stages (T4). The canopy temperature was measured by an infrared thermometer and wet and dry temperatures of air were measured by the wet-dry thermometer. The stress lines for corn under specified climate condition were determined by computation of air and canopy temperatures differential values (Tc-Ta). For irrigation treatments, the lower baselines during corn growth period were determined by vapor pressure deficit, air and canopy temperatures differential values (Tc-Ta) . The (Tc-Ta) was obtained as 4.7 ^{o}C in the upper baseline. A series diagrams were presented as engineering procedure for irrigation scheduling of corn, based on vapor pressure deficit, air and canopy temperatures differential values.

Key words: Corn, Deficit irrigation, Irrigation scheduling, Limited irrigation, Water stress index.

1-Agricultural Engineering Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
Email: Nasseri_ab@yahoo.com