اثر تنش کم‌آبی بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی و کارآیی مصرف آب دو رقم سویا

بهنام بهتری[1]، کاظم قاسمی گلعذانی[2*]، عادل دباغ محمدی نسب[2]، سعید زهتاب سلماسی[2] و محمود تورچی[2]

تاریخ دریافت : 87/9/4 تاریخ پذیرش : 88/9/6

1- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2- به ترتیب استاد، دانشیار و استادان گروه زراعت واصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه ***E-mail: golezani@gmail.com***

چکیده

به منظور بررسی اثر محدودیت آب بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی و کارآیی مصرف آب دو رقم سویا، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در سال 1383 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد. تیمارهای آبیاری ***[I1، I2، I3*** و ***I4*** به ترتیب آبیاری پس از 3±60، 3±80 ، 3 ±100 و 3±120 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس ***A]*** در کرت‌های اصلی و دو رقم سویا (هاک و زان) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که رقم هاک برای تکمیل مراحل رشد و نمو خود به ***GDD*** (درجه روزهای رشد) کمتری در مقایسه با رقم زان نیاز دارد. گلدهی و رسیدگی برای رقم هاک حدود سه روز زودتر از رقم زان اتفاق افتاد. میانگین تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، ارتفاع گیاه، عملکردهای زیستی و دانه در شرایط آبیاری مطلوب (***I1***) بیشتر از آبیاری‌های محدود (***I2***، ***I3*** و ***I4***) بود. با تشدید تنش کم‌آبی همه این صفات کاهش نشان دادند. بالاترین شاخص برداشت در تیمار آبیاری مطلوب (***I1***) به دست آمد، اما این برتری در مقایسه با سایر سطوح آبیاری از نظر آماری معنی‌دار نبود. بنابراین، کاهش آبیاری موجب بهبود کارآیی مصرف آب می‌شود. با وجود این، با تشدید تنش کم‌آبی، حجم آب مصرفی در هر بار آبیاری افزایش و عملکرد دانه کاهش یافت. بر همین اساس به نظر می‌رسد که آبیاری با حجم کمتر و زمان‌های نزدیک به هم برای تولید سویا مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی: سویا، کارآیی مصرف آب، کم‌آبی، عملکرد دانه

Effect of Water Deficit on Morphological Traits and Water Use Efficiency of Two Soybean Cultivars

B Behtari[1], K Ghassemi-Golezani[2*] ,A Dabbagh Mohammadi Nasab[2], S Zehtab Salmasi[2] and M Toorchi[2]

Received : 24 November 2008 Accepted : 27 November 2009
[1]Former MSc Student, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
[2]Prof and Associate Prof and Profs, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
****Corresponding author: E-mail: golezani@gmail.com***

Abstract

In order to investigate the effect of water limitation on morphological traits and water use efficiency in two soybean cultivars, a split-plot experiment was conducted in 2004 at the Research Farm of the Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. Irrigation treatments (I_1, I_2, I_3 and I_4: irrigation after 60±3, 80±3, 100±3 and 120±3 mm evaporation from class A pan, respectively) were assigned to main plots, and two soybean cultivars (Zane and Huck) were allocated to the sub plots. The results indicated that the Huck required less GDD (growing-degree days) to complete the growth and developmental stages, compared with Zane. Flowering and maturity for Huck occurred about 3 days earlier than those for Zane. The mean number of branches, plant height, biological and grain yields under well watering (I_1) were higher than those under limited irrigations (I_2, I_3 and I_4). All these traits were decreased with increasing water deficit. The highest harvest index was obtained from I_1 treatment, however, this superiority was not significant statistically, when compared with other irrigation treatments. Therefore, it was concluded that water use efficiency (WUE) could be improved, with decreasing irrigation. However, the volume of water at each irrigation increased and grain yield decreased, as water deficit severed. Consequently, it seems that irrigation with low volume and short intervals might be more suitable for soybean production.

Keywords: Grain yield, Soybean, Water deficit, Water use efficiency

مقدمه

تنش خشکی از شایع‌ترین تنش‌های محیطی به ویژه در مناطق گرمسیری است (رودی و همکاران 2003). واکنش گیاه در برابر تنش کمبود آب با فعالیت‌های متابولیکی، ریخت‌شناختی، مرحله رشد و عملکرد بالقوه گیاه در ارتباط می‌باشد (کوچکی و سرمدنیا 1368). اثر

کمبود رطوبت بر رشد رویشی گیاه، به شدت تنش و مرحله رشدی گیاه بستگی دارد (شوز و همکاران 1981). بر اثر تنش خشکی، تعداد و اندازه برگ‌ها، ارتفاع بوته، تعداد گره‌ها، فاصله میانگره‌ها، وزن خشک بوته و سایر پارامترهای رشد تحت تاثیر قرار گرفته و کاهش می یابند (خواجوئی نژاد و همکاران 1373).

ارتفاع گیاه یکی از پارامترهای مهمی است که به شدت تحت تاثیر تنش خشکی قرار می گیرد (خواجوئی نژاد و همکاران 1373). در عین حال، ارتفاع بوته به زمان وقوع تنش خشکی در گیاه بستگی دارد. تنش خشکی در مراحل اولیه رشد می تواند اثر بیشتری در کاهش ارتفاع بوته داشته باشد (داس و تورلوو 1974 و ویرا و همکاران 1992). کادهم و همکاران (1985) در بررسی سه ساله روی سویا به این نتیجه رسیدند که آبیاری در مراحل گلدهی و تشکیل نیام، ارتفاع گیاه را به میزان قابل ملاحظه‌ای نسبت به آبیاری در مراحل تشکیل، پر شدن و شروع رسیدگی دانه افزایش داد. در همین رابطه کورت و همکاران (1963) نیز گزارش کردند که آبیاری در مراحل گلدهی و نیام دهی، ارتفاع گیاه سویا را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد، به طوری که این افزایش در مرحله گلدهی نسبت به مرحله دانه‌بندی از شدت بیشتری برخوردار است.

فردریک و همکاران (2001) گزارش کردند که بیشترین رشد سبزینه‌ای شاخه‌های فرعی تا مرحله شروع گلدهی (R_1) صورت می‌گیرد. با این حال، وقوع تنش خشکی بین داخل شروع گلدهی (R_1) و پر شدن دانه‌ها (R_6) نیز باعث کاهش رشد شاخه‌های فرعی، کاهش تعداد دانه در آنها و در نهایت کم شدن عملکرد دانه می‌گردد. گزارش آنها همچنین حاکی از آن است که تنش خشکی بیشترین اثر را بر رشد سبزینه‌ای و تکثیر شاخه‌های فرعی در مقایسه با ساقه اصلی دارد. اگر تنش خشکی در فاصله بین مرحله گلدهی و پر شدن دانه اتفاق افتد عملکرد دانه شاخه‌های فرعی بیشتر از عملکرد دانه ساقه اصلی تحت تاثیر قرار می‌گیرد که این تاثیر ناشی از کاهش رشد شاخه‌های فرعی می‌باشد.

در گیاه سویا به ازای تولید یک کیلوگرم ماده خشک، حدود 300 کیلوگرم آب مصرف می شود (وییز 2000). بنا به گزارش اگلی و همکاران (1983)، تنش خشکی در دوره رشد رویشی باعث کاهش شدید وزن خشک اندام هوایی سویا در آغاز مرحله پر شدن دانه‌ها می شود. بویر و مک فرسون (1975) گزارش نمودند که حدود نیمی از مواد خشک موجود در اندام‌های هوایی سویا به سمت دانه منتقل می شود. لذا وقفه در زمان آبیاری موجب ریزش دانه‌ها و کاهش وزن گیاه می شود. داس و تورلوو (1974) نیز اعلام کردند که کمبود رطوبت در مرحله پر شدن نیام‌ها (تشکیل دانه)، در سویا حداکثر کاهش را در عملکرد گیاه بوجود می‌آورد. تنش شدید و کوتاه مدت در طی رشد رویشی سویا ممکن است اثری بر عملکرد دانه نداشته باشد، لیکن تنش ملایم ولی طولانی مدت ممکن است اثرات زیادی بر عملکرد بگذارد (کوچکی و سرمدنیا 1368).

تفاوت معنی‌داری در بازده مصرف آب تحت آبیاری-های با فواصل 50، 70، 90 و 100 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر A برای ارقام لوبیا مشاهده شده است (خواجوئی نژاد و همکاران 1373).

با اضافه شدن مدت تنش، کاهش معنی‌داری در کل آب مصرفی با اختلافات کوچک نسبی در بین ارقام دیده شد. کارآیی مصرف آب برای عملکرد دانه (WUE_G)[1] و عملکرد بیولوژیک (WUE_{DM})[2] سویا تحت تنش شدید تفاوت اندکی با تنش‌های ملایم داشت (علیزاده 1378). اما ممکن است واکنش ارقام سویا در این رابطه متفاوت باشد. بنابراین در این تحقیق کوشش شده است تا اثرات تنش خشکی بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی و کارآیی مصرف آب در سویا مورد ارزیابی قرار گیرد.

[1] *Water Use Efficiency for Grain*
[2] *Water Use Efficiency for Dry Matter*

مواد و روش‌ها

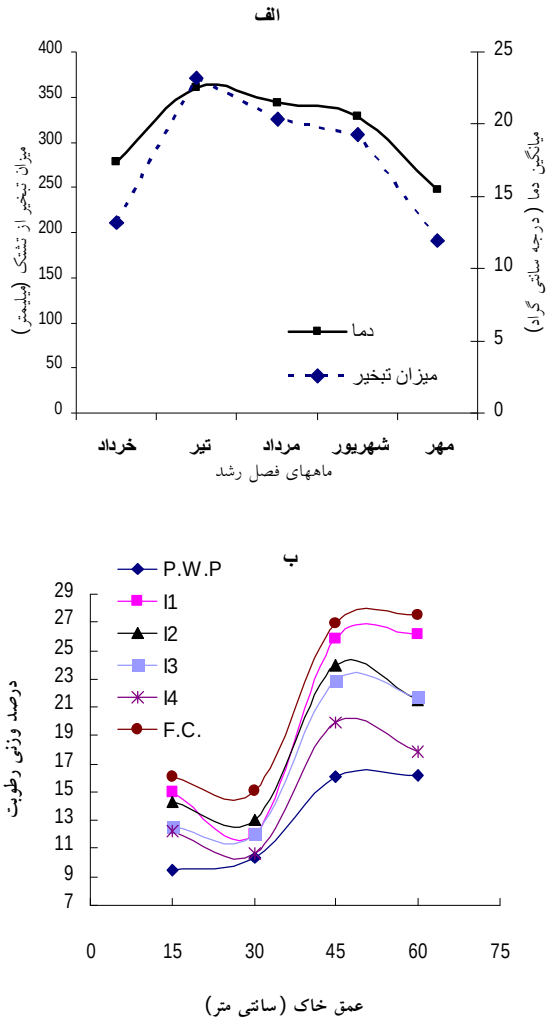
این آزمایش در سال 1383 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در کرکج انجام گرفت. متوسط ماهانه دما در ماه های خرداد تا مهر ماه بین 12/2 تا 29/1 درجه سانتیگراد و متوسط رطوبت نسبی ماهانه نیز در این مدت بین 34/3 تا 67/9 درصد متغیر بود (شکل 1 الف). خاک محل آزمایش از نوع شنی لومی، میزان مواد آلی به طور متوسط 0/8 درصد و هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع (***EC***) معادل 220 میکرو موز بر سانتی متر بود. ***pH*** خاک در محدوده قلیایی ضعیف تا متوسط قرار داشته و خطر شوری قابل ملاحظه‌ای در سطح خاک وجود نداشت. جرم مخصوص ظاهری خاک حدود 1/4 گرم بر سانتی متر مکعب، ظرفیت زراعی (***F.C.***[1]) و نقطه پژمردگی (***P.W.P***[2]) در عمق‌های مختلف خاک بر طبق شکل 1 ب می‌باشد.

محل اجرای آزمایش در سال قبل از آزمایش زیر کشت آفتابگردان بود. زمین زراعی، در بهار شخم زده شد و برای خرد کردن کلوخه ها از دو دیسک عمود بر هم استفاده گردید. با استفاده از فاروئر، پشته هایی به فواصل 60 سانتی متر ایجاد شد. بذور در تاریخ‌های چهاردهم و پانزدهم خرداد ماه و با دست در کرت‌هایی به ابعاد 5 ×2/5 متر و شامل هفت ردیف در عمق 3 سانتی متری کشت گردید. فاصله بین بوته ها 5 سانتی‌متر و تراکم مطلوب 600 هزار بوته در هکتار در نظر گرفته شد. در هر محل سه دانه سالم کاشته شد و درمرحله سه گره-ای (***V3***) بوته‌های اضافی تنک شدند. طرح آزمایشی مورد استفاده، کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. رژیمهای آبیاری در چهار سطح (تیمارهای ***I1*** تا ***I4***، به ترتیب آبیاری پس از 3±60، 3±80 ، 3 ±100 و 3±120 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس ***A***) به عنوان عامل اصلی و ارقام (هاک[3] و زان[4]) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. رقم زان، رشد نامحدود و متعلق به گروه رسیدگی ***III*** بوده و رقم هاک، رشد نامحدود، زودرس و از گروه رسیدگی ***II*** می باشد که بذرهای آنها از مرکز تحقیقات دانه‌های روغنی مغان تهیه گردید. تیمارهای آبیاری، بعد از تنک کردن و ابتدای مرحله ***V4*** (مرحله چهارمین گره) اجرا گردید. هر روز مقدار تبخیر از تشتک تبخیر اندازه گیری و پس از رسیدن به حد مورد نظر، در صبح روز بعد آبیاری صورت می-گرفت. به منظورتعیین میزان تخلیه رطوبت از خاک، یک روز قبل از آبیاری و با نزدیک شدن مقدار تبخیر تشتک تبخیر به مقادیر تیماری مورد نظر، نمونه‌گیری خاک از عمقی که ریشه تا آنجا توسعه یافته با اُگر[5] متـه‌ایی انجام شد. برای هر یک از کرت‌های اصلی، پروفیل در زمان نیاز آبی براساس تبخیر که از تشتک تبخیر متناسب با رشد ریشه به ترتیب از عمق‌های 15، 30، 45 و60 سانتی‌متری تهیه گردید (شکل1 ب). نمونه‌ها پس از توزین اولیه، در آونی با دمای 105 درجه سانتی‌گراد، به مدت 24 ساعت خشک گردیدند و درصد وزنی رطوبت (***θSM***) خاک با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (علیزاده 1378) :

$$q\,sm = \frac{w1 - w2}{w2} \times 100$$

که در آن ***W1***، وزن نمونه خاک مرطوب و ***W2*** وزن نمونه خاک خشک می باشد.

[1] ***Field Capacity***
[2] ***Permanent Wilting Point***
[3] ***Huck***
[4] ***Zane***
[5] ***Auger***



شکل 1- مقادیر تبخیر از تشتک تبخیر در طول دوره رشد و نمو گیاه سویا و میانگین‌های دمای ماهانه (الف) و درصد وزنی رطوبت خاک در زمان نیاز آبیاری تحت تیمارهای مختلف (ب)

بر این اساس مقدار آب لازم برای هر کرت از رابطه زیر محاسبه گردید (خواجوئی نژاد 1383، خواجوئی نژاد و همکاران 1373 و محلوجی و همکاران 1379):

$$V=(\theta_{FC}-\theta_{SM}).\rho b.A.d$$

در این رابطه: V = حجم آب مصرفی (متر مکعب)، θ_{FC}= درصد وزنی رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه که قبل از آزمون برای اعماق مختلف تعیین شده بود(شکل1 ب) ، θ_{SM} = در صد وزنی رطوبت خاک در موقع نمونه‌گیری، ρb = وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، A= مساحت کرت (مترمربع)، d= عمق موثر توسعه ریشه (متر) می‌باشند که با حفر پروفیل هر دو هفته یکبار تعیین شد. برای وارد کردن میزان دقیق آب محاسبه شده در هر کرت از کنتور آب استفاده گردید. بدین صورت که کنتور آب به لوله‌های پلاستیکی متصل و در داخل کرت مورد نظر قرار گرفت و آب ورودی به داخل هر کرت کنترل شد.

برای تعیین درجه-روز رشد (GDD)[1]، در طول دوره رشد و نمو گیاه از رابطه زیر استفاده شد (خواجوئی‌نژاد و همکاران 1373، قاسمی گلعذانی و همکاران 1374، مظاهری و مجنون حسینی1380 و کادهم و همکاران 1985):

$$GDD = [(T_{max} + T_{min})/2] - T_b$$

که در این معادله؛ GDD = درجه - روزهای رشد پس از سبز شدن، T_{max} = بیشینه دمای روزانه (درجه سانتی گراد)، T_{min} = حداقل دمای کمینه روزانه (درجه سانتی گراد) و T_b = دمای پایه (درجه سانتی گراد) است.

دمای پایه[2] برای سویا 10 درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد (روبل و همکاران 1972).

شاخص برداشت از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$HI = \frac{Gy}{By} \times 100$$

که در آن HI؛ شاخص برداشت، G_Y؛ عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) و B_Y؛ عملکرد بیولوژیک می‌باشند.

کارآئی مصرف آب (WUE) بر اساس عملکرد اقتصادی (دانه) و عملکرد بیولوژیک (ماده خشک)، از طریق روابط زیر محاسبه شدند (علیزاده 1378):

WUE_G = عملکرد دانه / آب مصرفی

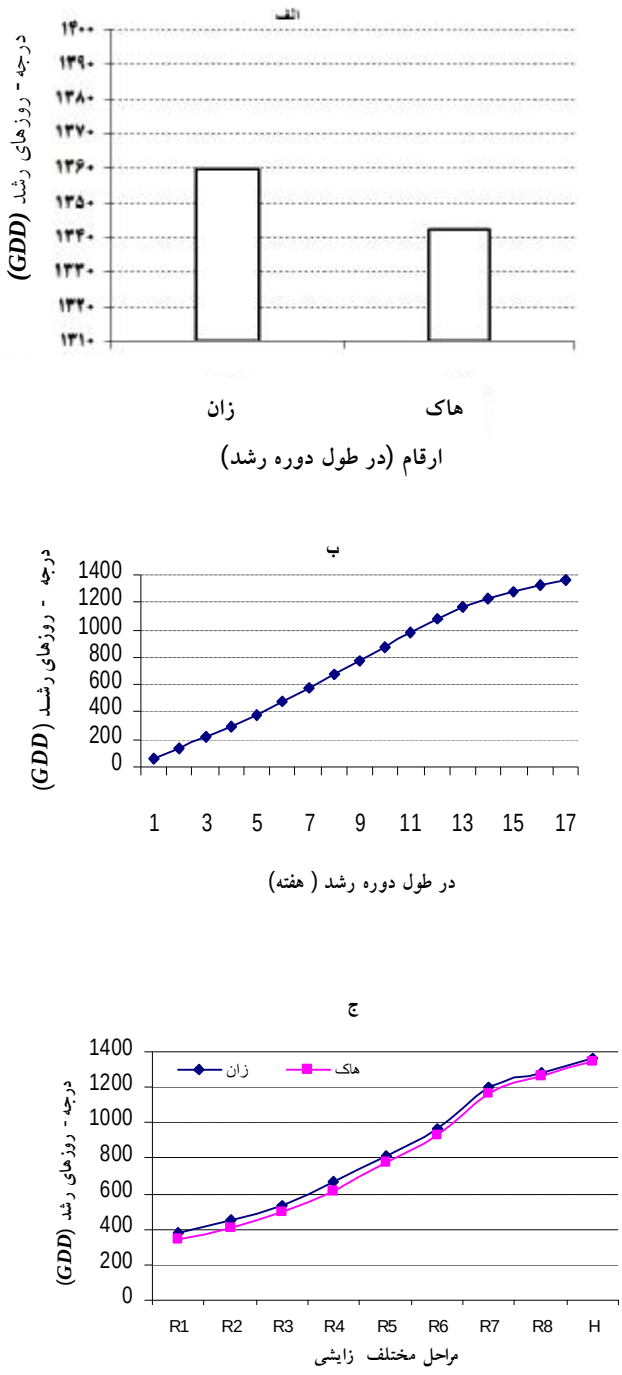
[1] *Growth Degree Days*
[2] *Base Temperature*

آب مصرفی / کل ماده خشک = WUE_{DM}

در نهایت، پنج ردیف به طول یک متر از وسط هر کرت آزمایشی با حذف حاشیه برداشت شد و عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تعیین شد. ارتفاع بوته از سطح خاک تا آخرین گره قابل شمارش محاسبه شد. در پایان، نتایج حاصل با استفاده از نرم افزارهای رایانه‌ای ***SPSS*** و ***MSTATC*** مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام پذیرفت. برای ترسیم شکل ها از نرم افزار ***Excel*** استفاده گردید.

نتایج و بحث

دمای محیط در انتخاب نوع گیاه، رقم و تعیین زمان کاشت، و بسیاری از عملیات زراعی دیگر موثر می باشد (خواجه‌پور و کریمی 1366). با اینکه رابطه بین سرعت رشد و دما خطی نیست و عوامل متعدد دیگری از قبیل رطوبت هوا، خاک، طول روز و غیره بر سرعت رشد و نمو گیاه تاثیر می‌گذارند، ولی استفاده از درجه-روزهای رشد (***GDD***) برای پیش بینی زمان رسیدگی متداول و بسیار مهم است (خواجوئی‌نژاد 1383). میزان ***GDD*** لازم تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک برای هر کدام از ارقام سویا در شکل 2 نشان داده شده است.



شکل2- درجه - روزهای رشد (***GDD***) مورد نیاز ارقام سویا؛ در کل دوره رشد (الف)، در طول دوره رشد (ب) و در مراحل مختلف زایشی (ج)

جدول1- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ارقام سویا و تیمارهای مختلف آبیاری

منابع تغییر	درجات آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد شاخه فرعی در بوته	وزن خشک بوته	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	عملکرد دانه	کارآیی مصرف آب دانه	کارآیی مصرف آب بیولوژیک
تکرار	2	23/57	1/34	3/622	13039/802	116/67	11/18	23/51	493/59
آبیاری	3	78/7*	2/9**	5/092*	18329/55*	109/82	75/68*	37/42	1190/9*
اشتباه (1)	6	13/83	0/22	1/061	3818/869	99/44	11/85	10/57	243/4
رقم	1	98/4**	2/22*	2/274*	8187/387*	40/04	29/44**	57/0**	288/4
رقم×آبیاری	3	6/1	0/31	0/75	4701/646	75/49*	2/96	10/0**	65/01
اشتباه (2)	8	6/98	0/37	0/394	1415/854	10	1/15	2/202	107/4
ضریب تغییرات(%)		8/2	27/92	15/99	16	14/51	12/31	51/31	22/7

**و*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

قبل از اعمال تیمارهای آبیاری یعنی قبل از مرحله V_4، وضعیت ظاهری رشد بوته‌ها کاملاً مشابه و متناسب با هم پیش می‌رفت. با اعمال تیمارهای آبیاری میانگین ارتفاع بوته بطور معنی‌داری تغییر کرد (جدول1). با افزایش شدت تنش کمبود آب، ارتفاع بوته‌های ارقام سویا کاهش یافت. با این همه، اختلاف ارتفاع بوته‌های تحت I_1 با I_2 و I_3 با I_4 معنی‌دار نبود (جدول 2). نتایج مشابهی نیز توسط سایر محققان مبنی بر روند کاهشی ارتفاع بوته در اثر کم شدن میزان آب مصرفی گزارش شده است (داسبرگ و بیکر 1970، دسکلاکس و همکاران 2000 و داس و تورلوو 1974). افزایش ارتفاع بوته در اوایل رشد، سرعت زیادی داشت، ولی با نزدیک‌تر شدن گیاه به مراحل پایانی رشد از سرعت آن کاسته شد و در اواخر رشد متوقف گردید. میانگین ارتفاع بوته رقم زان به طور معنی‌داری بیشتر از رقم هاک بود (جدول 2). محققان متعددی گزارش نموده‌اند که ارتفاع بوته بیشتر از هر عامل دیگری تحت تاثیر تفاوت های ژنتیکی ارقام قرار می‌گیرد (دسکلاکس و همکاران 2000، هانسن و شیبلز 1978 و کریمی و سدیگو 1991) که با یافته‌های این پژوهش هماهنگی دارد.

اثر تیمارهای مختلف آبیاری در ارقام سویا بر تعداد شاخه‌های فرعی در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول1). حداکثر تعداد شاخه‌های فرعی در بوته در تیمار I_1 و کمترین آن در تیمار I_4 مشاهده گردید (جدول 2). گزارش فردریک و همکاران (2001) نیز حاکی از آن است که تنش خشکی بیشترین اثر را بر رشد سبزینه‌ای و تکثیر شاخه‌های فرعی در مقایسه با ساقه اصلی دارد. در بین ارقام سویا نیز اختلاف معنی‌داری از نظر شاخه‌های فرعی مشاهده شد. بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته متعلق به رقم هاک با میانگین 2/49 و حداقل آن مربوط به رقم زان با میانگین 1/88 بود (جدول 2).

وزن خشک بوته‌ها نیز به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح آبیاری قرار گرفت (جدول 1). با تشدید تنش کمبود آب، وزن خشک بوته‌ها کاهش یافت. وزن خشک بوته در رقم هاک به طور معنی‌داری بیشتر از رقم زان بود (جدول 2).

جدول 2- مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی در ارقام سویا تحت تیمارهای مختلف آبیاری

تیمارها	ارتفاع گیاه(سانتی متر)	تعداد شاخه های فرعی	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	وزن خشک بوته (گرم)	کارآیی مصرف آب عملکرد دانه (گرم در متر مکعب)	کارآیی مصرف آب عملکرد بیولوژیک(گرم در متر مکعب)
تیمارهای آبیاری:							
I_1	37 **a**	3/033 **a**	82/6 **a**	301/74 **a**	15/03 **a**	9/65	35/17 **b**
I_2	32/5 **ab**	2/38 **ab**	47/38 **b**	244/08 **ab**	14/1 **ab**	6/63	33/93**b**
I_3	31/1 **b**	1/95 **bc**	45/68 **b**	229/5 **ab**	13/08 **ab**	12/75	63/97 **a**
I_4	28/33 **b**	1/38 **c**	32/95 **c**	167/16 **b**	2/8**b**	9/73	49/2**ab**
ارقام:							
زان	34/24 **a**	1/88 **b**	45/5 **b**	217/15 **b**	13/6**b**	8/15**b**	42/11**a**
هاک	30/2 **b**	2/49 **a**	58/8 **a**	254/1 **a**	14/24 **a**	11/23**a**	49**a**

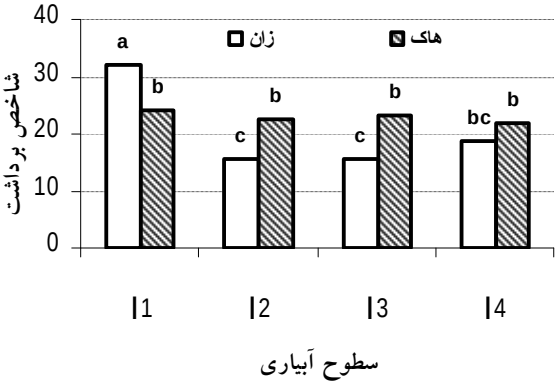
میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک در هر ستون می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار به روش دانکن هستند.

اُگلی و همکاران (1983) نیز گزارش نمودند که تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک اندامهای هوایی سویا می شود. محققان دیگری نیز گزارش نموده اند که وزن خشک بوته با کم شدن آب مصرفی کاهش می‌یابد (کوکس و جولیف 1986).

متوسط عملکرد بیولوژیک نیز با کم شدن دفعات آبیاری کاهش یافت، ولی تفاوت تیمارهای I_1 تا I_3 از نظر آماری معنی‌دار نبود. متوسط عملکرد بیولوژیک رقم زان بطور معنی‌داری کمتر از رقم هاک بود (جدول 2).

هانسن و شیبلز (1978) دریافتند که خشکی سبب کاهش وزن خشک کل سویا می شود. نتایج پژوهش‌های سایر محققان (رودی و همکاران 2003) نیز نشان داده است که تنش رطوبتی سبب کاهش وزن خشک، سطح برگ، طول عمر برگ، عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک می شود.

اثر تیمارهای آبیاری و ارقام بر شاخص برداشت غیر معنی‌دار و اثر متقابل آنها درسطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول1). در بین ترکیبات تیماری، بالاترین شاخص برداشت متعلق به رقم زان در سطح آبیاری I_1 بود. شاخص برداشت رقم زان در شرایط کمبود آب نسبت به آبیاری کامل کاهش چشم‌گیری داشته است، ولی این کاهش در رقم هاک معنی‌دار نبوده است (شکل3).



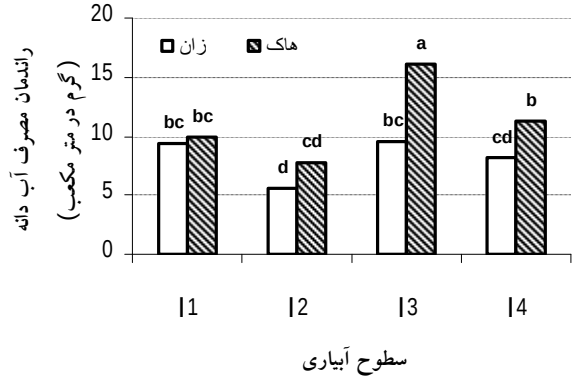
شکل3- میانگین‌های شاخص برداشت در تیمارهای مختلف آبیاری در دو رقم سویا. میانگین‌ها دارای حرف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار به روش دانکن است

در رقم زان کاهش میزان رطوبت خاک موجب افت معنی‌دار در شاخص برداشت شده است. بالا بودن شاخص برداشت رقم هاک را می توان به برتری عملکرد اقتصادی این رقم در شرایط محدودیت آب نسبت داد (شکل3).

بالاترین و پایین‌ترین میزان عملکرد دانه، به ترتیب به تیمارهای I_1 و I_4 تعلق داشت. هر چند با تشدید تنش کمبود آب، عملکرد دانه ارقام سویا کاهش یافته است، اما تفاوت عملکرد در تیمارهای I_2 ، I_3 معنی‌دار نشده است (جدول 2). هاشمی دزفولی و همکاران (1374)، گزارش کردند که حداکثر عملکرد دانه در گیاهان موقعی به دست می‌آید که رطوبت محیط در حد کافی، یعنی خاک نه بیش از اندازه مرطوب و نه بیش از اندازه خشک باشد. کاهش عملکرد دانه در تیمارهای کم آبی به دلیل بروز تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه بوده است. کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (کوکس و جولیف 1986 و دسوزا و همکاران 1997). اختلاف عملکرد دانه ارقام سویا نیز از نظر آماری معنی‌دار گردید (جدول1). عملکرد دانه رقم هاک بیشتر از رقم زان بود (جدول 2). در شرایط آب و هوایی منطقه، رقم هاک (از گروه رسیدگی II) توانست دوره رشد و نمو خود را بهتر از رقم زان (گروه رسیدگی III) تکمیل نموده و عملکرد دانه بالاتری را تولید نماید.

کارآیی مصرف آب بر اساس عملکردهای بیولوژیک و دانه تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت. کارآیی مصرف آب بر حسب گرم ماده خشک تولیدی به ازای هر متر مکعب آب مصرفی محاسبه گردید. اثرات سطوح آبیاری در کارآیی مصرف آب برای عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول 1). بیشترین کارآیی مصرف آب برای عملکرد بیولوژیک در تیمار I_3 و کمترین آن در تیمار I_2 بدست آمد (جدول 2). بین تیمارهای آبیاری I_1 و I_2 اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. پایین بودن کارآیی مصرف آب برای عملکرد بیولوژیک در تیمارهای آبیاری I_1 و I_2 نسبت به تیمارهای I_3 و I_4 بیانگر این واقعیت است که اگر چه تولید ماده خشک در تیمارهای آبیاری I_1 و I_2 زیادتر بوده، اما بدلیل مصرف آب زیاد در این تیمارها، کارآیی مصرف آب کاهش یافته است (جدول 2).

کارآیی مصرف آب برای عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری از نظر آماری معنی‌دار نبود، اما اثر ارقام و اثر متقابل ارقام و آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی-دار گردید (جدول 1). کارآیی مصرف آب برای عملکرد دانه در رقم هاک (V_2) بیشتر از رقم زان (V_1) بود. بالاترین کارآیی مصرف آب بر اساس عملکرد دانه درترکیب تیماری I_3V_2 و کمترین آن در تیمار I_2V_1 مشاهده گردید (شکل 4). بنابراین، کاهش دفعات آبیاری تا I_3 موجب افزایش کارآیی مصرف آب شده است. با وجود این، با تشدید تنش، حجم آب مصرفی در هر بار آبیاری افزایش و عملکرد دانه کاهش یافته است (جدول 2). بر همین اساس به نظر می‌رسد که آبیاری با حجم کمتر و زمان‌های نزدیک به هم نسبت به آبیاری با فواصل و حجم زیادتر آب برای تولید سویا مناسب‌تر باشد.



شکل 4- میانگین‌های کارآیی مصرف آب برای عملکرد دانه در تیمارهای مختلف آبیاری در دو رقم سویا. میانگین‌های دارای حرف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار به روش دانکن است.

منابع مورد استفاده

خواجوئی نژاد غ، 1383. واکنش سه گروه رسیدگی سویا به تراکم و سطوح مختلف آبیاری در کشت دوم. پایان نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

خواجوئی نژاد غ، رضائی ع و موسوی سف، 1373. اثرات مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد و سایر خصوصیات لوبیا سفید(لاین آزمایشی 11805). مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 25، شماره 3، صفحه‌های 1 تا 15.

خواجه پور م و کریمی م، 1366. کاربرد آمار درجه حرارت هوا در تصمیم گیری های زراعی. مجموعه مقالات درباره آب و خاک، کشاورزی و منابع طبیعی، کتاب یکم. دانشگاه تهران.

علیزاده اَ، 1378. رابطه آب و خاک و گیاه. چاپ اول. انتشارات آستان قدس رضوی. دانشگاه امام رضا.

قاسمی گلعذانی ک، موحدی م، رحیمزاده خوئی ف و مقدم م، 1374. اثرات کمبود آب بر رشد و عملکرد دو رقم نخود در تراکم های مختلف، مجله دانش کشاورزی، جلد 7، شماره های 3و4، صفحه‌های 17 تا 39.

کوچکی ع و سرمدنیا غ، 1368. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

محلوجی م، موسوی س ف و کریمی م، 1379. اثر تنش رطوبتی و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چیتی. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 4، شماره 1، صفحه‌های 57 تا 67.

مظاهری د و مجنون حسینی ن، 1380. مبانی زراعت عمومی. انتشارات دانشگاه تهران.

هاشمی دزفولی اَ، کوچکی ع و بنایان اول م، 1374. افزایش عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Boyer JS, and McPherson HG, 1975. Physiology of water deficit in cereal crops. Adv Agron 27: 1-23.

Cox WJ and Julliof GD, 1986. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. Agron J 78: 226-230.

Dasberg S and Bakker JW, 1970. Characterizing soil aeration under changing soil moisture conditions for bean growth. Agron J 62: 689-692.

Desclax D, Huynh TT and Roumet P, 2000. Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. Crop Sci 40: 716-722.

Desouza PI, Egli DB and Bruening WP, 1997. Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. Agron J 89: 807-812.

Doss BD and Thurlow DL, 1974. Irrigation, row width, and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties. Agron J 66: 620-623.

Egli DB, Meckel L, Phillips RE, Radeli D and Legett JE, 1983. Moisture stress and N redistribution in soybean. Agron J 75: 1027-1031.

Frederick JR, Camp CR and Bauer PJ, 2001. Drought stress effects on branch and main stem seed yield and yield components of determinate soybean. Crop Sci 41: 759-763.

Hansen WR and Shibles RM, 1978. Seasonal lag if the flowering and podding activity of yield grown soybean. Agron J 70: 47-50.

Kadhem FA, Specht JE and Williams JH, 1985. Soybean irrigation serially timed during stage R_1 to R_6. I. Agronomic responses. Agron J 77: 291-298.

Karimi MM and Siddigue KHM, 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Aust J Agric Res 42: 13-20.

Korte LL, Williams JH, Specht JE and Sorensen RC, 1963. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. I. Agronomic responses. Crop Sci 23: 521-529.

Rubel A, Rinne RW and Canvia DT, 1972. Protein, oil and fatty acid in developing soybean seeds. Crop Sci 12: 739-741.

Rudy IR, Tarumingkeng C and Zahir Coto IR, 2003. Effects of drought stress on growth and yield soybean. Sci Philosophy. Pp 702.

Shouse P, Dasberg S, Jury WA and Stolzy LH, 1981. Water deficit effects on water potential, yield and water use of cowpea. Agron J 73: 333-336.

Vieira RD, Tekrony DM and Egli DB, 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. Crop Sci 32: 471-475.

Weiss EA, 2000. Oil seed crops. Black Well Science. Pp 165-203.