Archive of SID

نشریه زراعت شماره ۱۰۸، پائیز ۱۳۹۴

(پژوهش و سازندگی)

بررسی اثر کاربرد سوپرجاذب و کم آبیاری بر صفت های مورفولوژیک و فیزیولوژیک آفتابگردان

- حسین نظرلی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
- رضا درویش زاده، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (نویسنده مسئول)
- محمدرضا زردشتی، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
- حمید حاتمی ملکی، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه
- میرحسن رسولی صدقیانی، استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
- فرزاد قویدل، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: تیر ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: آبان ماه ۱۳۹۳

پست الکترونیک نویسنده مسئول: r.darvishzadeh@urmia.ac.ir

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی اثر کم آبیاری و سوپرجاذب بر صفت های مورفولوژیک و فیزیولوژیک آفتابگردان کولتیوار Master در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با ۱۵ تیمار و ۳ تکرار اجرا گردید. کم آبیاری در ۳ سطح (آبیاری در ۷۵٪،۵۰٪ و ۲۵٪ ظرفیت مزرعه ای) و پلیمر در پنج سطح (صفر، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ گرم در هر کیلوگرم خاک) بود. گلدان ها هر روز وزن شده و زمانی که رطوبت خاک به ترتیب به ۷۵٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ ظرفیت مزرعه ای می رسید، آبیاری انجام می گرفت. اثر مقادیر مختلف پلیمر و آب مصرفی بر تمام صفت های مورد ارزیابی بسیار معنی دار بود. کم آبیاری، مقدار صفت های مورد مطالعه از جمله تعداد برگ فعال در مرحله گلدهی و میزان کلروفیل آن، وزن صددانه و عملکرد دانه را کاهش داد. میزان کاهش با کم آبیاری برای صفت عملکرد در۵۰ درصد ظرفیت مزرعه ای۳۲ درصد و در ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه ای ۷۱ درصد و برای صفت میزان کلروفیل در۵۰ درصد ظرفیت مزرعه ای ۸ درصد و در ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه ای ۴۲ درصد نسبت به آبیاری خوب (۷۵ درصد ظرفیت مزرعه ای) بود. اما کاربرد سوپرجاذب اثرات منفی کم آبیاری را به ویژه در مقادیر بالای پلیمر (۲/۲۵ و ۳ گرم در کیلوگرم خاک) تعدیل کرد. بهترین تیمار از لحاظ میزان عملکرد مربوط به آبیاری در ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه ای و مقدار ۲/۲۵ و ۳ گرم پلیمر در کیلوگرم خاک بود. در حالیکه بهترین تیمار از لحاظ میزان کلروفیل مربوط به آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه ای و مقدار ۳ گرم پلیمر در کیلوگرم خاک بود. نتایج نشان داد که افزایش مقدار سوپرجاذب منجر به افزونی میزان صفت های مذکور می گردد. میزان افزایش با کاربرد ۳ گرم پلیمر در کیلوگرم خاک برای صفت کارایی اقتصادی مصرف آب (WUE) ۶۰ درصد و برای صفت عملکرد ۳۱ درصد نسبت به عدم کاربرد پلیمر بود. به نظر می رسد که کاربرد پلیمر سوپرجاذب فواصل آبیاری در آفتابگردان را افزایش داد.

کلمات کلیدی: آفتاب گردان، کم آبیاری، سوپرجاذب

www.SID.ir

Archive of SID

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:108 pp: 17-23

Effect of deficit irrigation and super absorbent polymer on physiological and morphological characteristics of sunflower

By:

H. Nazarli, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

R. Darvishzadeh (Corresponding author: Tel: 09149734458), Department of and Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

M.R. Zardashti, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

H. Hatami Maleki, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

M.H. Rasouli Sadaghiyani, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

F. Ghavidel, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

Received: June 2011 **Accepted: October 2014**

The objective of present study was to investigate the effect of different rates of super absorbent polymer and different levels of deficit irrigation on physiological and morphological characteristics of sunflower cultivar Master. The experiment was carried out as a factorial based on completely randomized design (CRD) with 15 treatments and 3 replicates under controlled conditions. Factors were deficit irrigation in three levels including irrigation at 0.75, 0.50, and 0.25% of field capacity (FC) and polymer in five levels including application of 0, 0.75, 1.5, 2.25, 3 gr polymer per kg of soil. Pots were weighted every day and irrigated when soil water received to 0.75, 0.50, and 0.25 of field capacity, respectively. The effects of different rates of polymer and different levels of consumed water were highly significant on all of studied characters. Yield diminution in irrigation at 50% of FC was 32% and at 25% of FC was 71% as well as chlorophyll amount diminution at 50% of FC was 8% and at 25% of FC was 42% compared to well watered condition (irrigation at 75% of FC). But, the application of super absorbent polymer moderated the negative effect of deficit irrigation, especially in high rates of polymer (2.25 and 3 gr/kg of soil). The seed yield was obtained from irrigation at 75% of FC and application of 2.25 and 3 gr polymers per kg soil. Concerning to chlorophyll amount the best situation was obtained from irrigation at 50% of FC and application of 3 gr polymer per kg soil. Results revealed that increasing in absorbent polymer lead to elevation in studied characters. Increasing polymer amount to 3 gr per kg soil results in improving WUE and yield until 60% and 31% respectively compared to non polymer application. It seems that absorbent polymer increased irrigation period in sunflower.

key Words: Sunflower, deficit irrigation, super absorbent

مقدمه

تنش خشکی از اصلی ترین محدودیت های تولید محصول در سطح جهان بوده و روند تغییرات آب و هوایی، افزایش خطر خشک سالی را در آینده هشدار می دهد (۱۶). با توجه به این که ۷۵٪ مناطق ایران دارای بارندگی کم تر از ۲۵۰ میلی متر در سال می باشد، خطر خشک سالی امری بسیار جدی محسوب می شود؛ به طوری که این کشور در ۲۲ سال گذشته در مجموع به مدت ۱۳ سال با خشکی مواجه بوده است (۲). پتانسیل آبی پایین که به واسطه رطوبت پایین خاک ایجاد می شود، ازجمله محدودیت های اصلی تولید در اکوسیستم های طبیعی و کشاورزی است که عامل تضرر اقتصادی در بسیاری از مناطق است. این محدودیت و مشکل در گذشته با آبیاری مرتفع می گردید، که انجام آن در حال حاضر بار مالی هنگفتی را به سیستم اقتصادی تحمیل می نماید (۲۷). از این رو، تحقیق و پژوهش در راستای برنامه ریزی و مدیریت صحیح آبیاری در مزارع کشور به عنوان یکی از گزینه های به زراعی، امری ضروری و اجتناب ناپذیر می نماید. کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب یک راه کار عملی در کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک کشور است. این پلیمرها به ازای هر گرم وزن خود، توانایی جذب و نگه داری ۵۰۰- ۴۰۰ گرم آب را دارند (۹). کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب به دلیل نقش آنها در افزایش ظرفیت نگه داری و جذب آب در خاک، به منظور مقابله با شرایط کم آبی و کاهش اثرات سوء تنش خشکی از اهمیت به سزایی برخوردار می باشد (۱۰). کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب موجب افزایش ارتفاع و وزن خشک گیاه ذرت علوفه ای شد (۱). افزودن ماده اصلاحی به خاک باعث به تعویق افتادن زمان پژمردگی گیاه ذرت علوفه ای، افزایش دور آبیاری، و صرفه جویی در میزان مصرف آب گردید (۴).

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) از مهم ترین گیاهان روغنی بوده و روغن آن به دلیل داشتن مقدار بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع و میزان کم کلسترول، از کیفیت بالایی برخوردار است (۲۰). نیاز آبی آفتابگردان بسته به مناطق مختلف، متفاوت و در محدوده ۲۰۰ الی ۹۰۰ میلی متر نوسان داشته (۲۶) و به طور متوسط حدود ۵۶۰ میلی متر است (۲۱). نیاز آبی در منطقه ارومیه حدود ۷۷۰ میلی متر بارندگی یا ۵۰۰۰ متر مکعب آب در هکتار می باشد. مناطق مختلف آذربایجان با آب و هوای مدیترانه ای، در ماه های تیر تا شهریور با کمبود بارندگی و افزایش درجه حرارت مواجهند؛ بنابراین مراحل گل دهی و پر شدن دانه آفتابگردان با خشکی مصادف می شود. مراحل گل دهی و پر شدن

www.SID.ir

Archive of SID

دانه از حساس ترین مراحل نموی آفتابگردان است (۱۱). نشان داده شده است که تنش رطوبتی باعث کاهش شدید عملکرد دانه آفتابگردان گردید؛ به طوری که بیشینه عملکرد از آبیاری بعد از ۵۰ میلی متر تبخیر و کمینه آن (با کاهش ۷۵ درصدی) از آبیاری بعد از ۲۰۰ میلی متر تبخیر به دست آمد (۳). پاره ای دیگر از بررسی ها موید کاهش عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در شرایط کم آبیاری بود (۱۳ و ۱۹). آزمایش حاضر با هدف بررسی تأثیر پلیمر سوپرجاذب A_{200} و کم آبیاری بر میزان کلروفیل برگ، تعداد برگ فعال در مرحله گلدهی، وزن ۱۰۰دانه، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در آفتابگردان کولتیواتور Master در شرایط گلخانه ای انجام گردید.

مواد و روش ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۸۶ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با ۳ تکرار (هر تکرار حاوی سه بوته در گلدان های مجزا) روی گیاه آفتابگردان کولتیواتور Master در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام گرفت. علت انتخاب این طرح، قابل کنترل بودن شرایط آزمایش و امکان اجرای آزمایش فاکتوریل در گلخانه بود. فاکتورها شامل ۳ رژیم آبیاری شامل I_1، I_2 و I_3 آبیاری به ترتیب در ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ ظرفیت مزرعه ای و ۵ مقدار پلیمر سوپرجاذب شامل P_1 ، P_2 ، P_3 ، P_4 و P_5 به ترتیب صفر، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ گرم پلیمر در کیلوگرم خاک بود. پلیمر استفاده شده در این آزمایش، سوپرجاذب A_{200} بود که از شرکت رهاب زرین، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران تهیه شد. بر مبنای پروتکل شرکت سازنده، این ماده دارای حداکثر ۷ سال ماندگاری در خاک بوده و ظرفیت عملی جذب آب آن برابر ۲۲۰g/g می باشد. از مشخصه های ظاهری آن می توان به رنگ سفید دانه و درشت بودن آن اشاره کرد. وزن خالص خاک هر گلدان ۹ کیلوگرم در نظر گرفته شد. کاشت بذور رقم آزادگرده افشان و روغنیMaster به تعداد ۳ عدد در هر گلدان و در بیستم خرداد ماه انجام گرفت و در مرحله ۲ برگی با تنک کردن، ۱ بوته در هر گلدان نگهداری شد. پلیمر در مرحله ۸ برگی با ایجاد گودال های ۱۰ سانتی متری در ناحیه گسترش ریشه ها، اضافه و بلافاصله خاک همه گلدان ها در شرایط ظرفیت مزرعه ای قرار گرفت. سپس کم آبیاری مورد نظر از مرحله ۸ برگی اعمال گردید. برای جلوگیری از فعالیت آفت کنه از کنه کش پروپاژیت استفاده شد. فاصله گلدان ها از همدیگر به گونه ای تنظیم شد تا رقابتی برای دریافت نور ایجاد نشود. قبل از انجام آبیاری، گلدان ها بر روی ترازوی حساس قرار گرفته و تا رسیدن به رطوبت مورد نظر (با توجه به وزن گلدان) به آن ها آب اضافه شد. مقدار آب داده شده به هر گلدان به طور دقیق با استوانه مدرج اندازه گیری و یادداشت برداری گردید (جدول ۱). بعد از اتمام گرده افشانی و با آغاز پر شدن دانه ها، تعداد برگ های فعال بوته در هر گلدان شمارش شد (در زمان شمارش، تعدادی از برگ های تحتانی بعضی از بوته ها به علت کم آبیاری، ریزش کرده بودند). اندازه گیری کلروفیل در مرحله پر شدن دانه ها با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج Minolta-SPAD 502 و از سه نقطه برگ (بالا، وسط و پایین هر برگ) انجام شد؛ و میانگین سه نقطه به عنوان عدد کلروفیل متر منظور گردید. برداشت در اواسط مهرماه انجام گرفت. برای اندازه گیری عملکرد دانه در طبق، ابتدا طبق های هر تکرار در هوای آزاد خشک شده و دانه ها از آن ها جدا گردید. بعد از تقلیل درصد رطوبت دانه (با استفاده از آون در ۷۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۴۸ ساعت)، عملکرد آن در طبق بر مبنای ۱۰ درصد رطوبت محاسبه گردید. برای تعیین وزن ۱۰۰دانه، پس از برداشت و رسیدن رطوبت دانه ها به ۱۰ درصد تعداد ۱۰۰ عدد بذر از هر تیمارشمارش شده و وزن آن به وسیله ترازوی دقیق (با دقت یک هزارم) تعیین گردید. کارایی اقتصادی مصرف آب (WUE[1]) با استفاده از فرمول (آب مصرفی / عملکرد دانه)= WUE تعیین گردید. تجزیه داده ها با استفاده از نرم افزار (SAS Version 9) و ترسیم نمودارها نیز با بهره گیری از نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

۱- قرائت عدد کلروفیل متر

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تأثیر آبیاری و پلیمر سوپرجاذب و اثر متقابل آن ها بر صفت مقدار کلروفیل برگ بسیار معنی دار بود (جدول ۲). بنابراین با توجه به کمّی بودن عامل های مورد مطالعه و به منظور دست یابی به نتایج دقیق، تجزیه رگرسیون اثرات متقابل صورت گرفت. معادله رگرسیونی صفت مقدار کلروفیل برگ به شرح زیر تعیین گردید:

$$CH = -10.96+70.68I -37.9I^2+7.85P -0.037P^3-8.5IP \quad R^2=92/0$$

معادله فوق از نوع معادله های چندجمله ای است. در این معادله: I معادل آبیاری و P معرف پلیمر سوپرجاذب می باشد. با قرار دادن سطح های مختلف پلیمر می توان بهترین سطح کلروفیل را برای مقادیر مختلف آب جهت جلوگیری از کاهش معنی دار فتوسنتز برآورد کرد. بیشینه عدد کلروفیل متر (۲۴) مربوط به مقدار ۳ گرم پلیمر در کیلوگرم خاک با آبیاری کامل، و کمینه آن متعلق به عدم استفاده از هیدروژل در تنش کم آبی شدید بود (شکل ۱). نتایج این بررسی نشان داد که با افزایش مقدار پلیمر، عدد کلروفیل متر افزایش یافت؛ و در تنش های شدید (آبیاری در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه ای) به همراه عدم استفاده از تیمار پلیمر، این عدد کاهش شدیدی را نشان داد. با کاربرد پلیمر (۱/۵ گرم در کیلوگرم خاک) اثر کم آبیاری بر میزان کلروفیل تا حدودی تعدیل گردید؛ به طوری که در تنش های ملایم تر عدد کلروفیل متر تا حدودی افزایش پیدا کرد.

هم چنین نتایج نشان داد که اثر پلیمر در مقادیر بالای تیمار آبیاری کم تر بروز کرد (شکل ۱). تنش خشکی باعث کاهش محتوی کلروفیل و پروتئین شد؛ و سبب تجزیه غشاء سلولی و عدم تعادل در مواد غذایی در کالوس های کولیتوار SH_{222} آفتابگردان گردید؛ که پی آمد آن زودرس شدن و پیری سلول ها بود (۲۲ و ۲۳). تنش خشکی محتوی کلروفیل همه ژنوتیپ های آفتابگردان را کاهش داد (۱۷). نشان داده شده است که تنش آبی شدیدکاهش معنی داری در محتوی کلروفیل برگ گندم ایجاد نمود (۵). کاهش در پروتئین های غشایی خاص (پروتئین کلروفیل a/b برداشت کننده نور) در شرایط خشکی و افزایش در فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز از عوامل موثر در کاهش غلظت کلروفیل در شرایط تنش خشکی ذکر شده اند (۶).

۲- عملکرد دانه

تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر سوپرجاذب و کم آبیاری بر عملکرد دانه بسیار معنی دار بود؛ ولی اثر متقابل این دو عامل در عملکرد دانه معنی دار نگردید (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات سطوح مختلف کم آبیاری نشان داد که آبیاری در ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه ای، بیشینه میزان عملکرد دانه را داشت؛ درحالی که کمینه این میزان متعلق به تیمار آبیاری در ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه ای بود (جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشینه مقدار عملکرد دانه در نتیجه کاربرد سوپرجاذب A_{200} از تیمارهای P_3، P_4 و P_5 (به ترتیب با کاربرد ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ گرم پلیمر به ازای هر کیلوگرم خاک) به دست آمد (جدول

www.SID.ir

Archive of SID

۳). کمینه میزان عملکرد دانه از تیمارهای P_1 و P_2 حاصل شد (جدول ۳). هم چون سایر صفت ها، تجزیه رگرسیون اثرات متقابل برای صفت مذکور نیز انجام شد؛ که معادله آن، به صورت زیر تعیین گردید:

$$\text{Grain yield} = -7.64+43.73I+0.35P+3.37P^2-0.981P^3-2.79I^2P \qquad R^2=۰/۹۸$$

این معادله رابطهٔ بین میزان مصرف سوپر جاذب در سطوح مختلف آبیاری را نشان می دهد. بیشینه میزان عملکرد دانه آفتابگردان (۲۸/۸ گرم در گلدان) در مقادیر ۳ گرم در کیلوگرم خاک و بدون تنش خشکی به دست آمد؛ درحالی که کمینه این میزان (۴/۰۳ گرم) مربوط به تیمار تنش خشکی شدید به همراه عدم استفاده از پلیمر بود (شکل ۱). نشان داده شده است که ماده خشک آفتابگردان با افزونی آبیاری افزایش یافت؛ و بیشینه تولید آن مربوط به تیمار آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه ای بود (۱۹). کاربرد پلیمر سوپرجاذب در شرایط تنش خشکی و کم آبی موجب افزایش عملکرد و برخی اجزاء عملکرد سویا شد؛ و با افزایش مقدار پلیمر، عملکرد دانه به صورت خطی افزایش یافت (۱). این نتیجه با دست آوردهای این پژوهش مطابقت داشت. هم چنین روند افزایش وزن خشک گیاه ذرت علوفه ای تحت تأثیر کاربرد مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب، به صورت خطی بود؛ و بیشینه میزان وزن خشک، همراه با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم پلیمر در هکتار حاصل گردید؛ درحالی که کمینه این مقدار متعلق به تیمار شاهد (فاقد پلیمر سوپرجاذب) بود (۱). استفاده از پلیمر سوپرجاذب در خاک موجب افزایش جوانه زنی و رشد ریشه گیاه چغندرقند شد؛ و عملکرد ریشه را افزایش داد (۱۲).

۳- کارایی اقتصادی مصرف آب

تجزیه واریانس کارایی میزان مصرف آب نشان داد که تأثیر تیمارهای پلیمر سوپرجاذب و مقادیر مختلف آبیاری و اثر متقابل آنها بر صفت مذکور بسیار معنی دار بود (جدول ۲). برای اخذ نتایج دقیق، تجزیهٔ رگرسیون روی اثرات متقابل صورت گرفت. معادله مربوط به این صفت با درنظر گرفتن اثرات معنی دار تبیین گردید:

$$\text{WUE} = -353.43+1904.26I-679.63I^2-598.68P-3.56P^3+3568.75IP-3533.12I^2P+8.63I^2P^3 \qquad R^2=۰/۹۷$$

این معادله که رابطهٔ بین میزان مصرف پلیمر (در سطح های مختلف آبیاری) و میزان مصرف آب را نشان می دهد، از نوع چندجمله ای بوده؛ و می توان با استفاده از آن و جای گذاری سطح های مختلف پلیمر A_{200}، مقدار آب مصرفی را تعیین نمود؛ و از مصرف آب جلوگیری کرد. بالا بودن WUE در مقادیر بالای پلیمر را می توان به نقش آن در افزایش ظرفیت نگه داری رطوبت و آب قابل استفاده در خاک نسبت داد. بیشینه کارایی مصرف آب در مقادیر بالای پلیمر به دست آمد؛ و کمینه آن مربوط به تیمار تنش خشکی شدید به همراه عدم استفاده از پلیمر بود؛ به طوری که با افزایش پلیمر کارایی مصرف آب افزایش یافت (شکل ۱). پلیمر با ذخیره سازی آب و آزادسازی به موقع آن، باعث صرفه جویی در آب مصرفی شده و هم چنین موجب بهبود شرایط فیزیکی و احتمالاً دسترسی مناسب به عناصر غذایی می گردد؛ و عملکرد ماده خشک را افزایش می دهد. عملکرد ماده خشک و کارایی مصرف آب ذرت علوفه ای تحت تأثیر مقدار مصرف پلیمر سوپرجاذب قرار گرفت؛ و با افزایش کاربرد پلیمر عملکرد ماده خشک و کارایی مصرف آب افزایش یافت (۴). نشان داده اند که پلیمرهای سوپرجاذب با جذب و نگه داری آب آبیاری و آزاد کردن تدریجی آن، مدت زمان دسترسی گیاه به رطوبت را افزایش داده و در نتیجه، راندمان آبیاری را بهبود بخشیدند (۱۴). این نتیجه با یافته های پژوهش حاضر هم خوانی داشت. کارایی مصرف آب در تنش ملایم تغییر معنی داری نداشت؛ اما در تنش شدید خشکی به طور معنی داری کاهش یافت. این نتیجه هم برای گیاهان رشد یافته در غلظت CO_2 معمولی محیط و هم برای گیاهان رشدکرده در غلظت CO_2 بالاتر از محیط معمولی مصداق داشت (۲۵). کاربرد سوپرجاذب در خاک، میزان آب جذب شده و فعالیت روزنه ها را در لوبیای قرمز و بلوط ابریشمی افزایش داد. این افزایش به دلیل افزون شدن مقدار تعرق برگ و افزایش جذب CO_2 اتمسفر بود (۲۴).

۴- تعداد برگ فعال در مرحله گلدهی

تجزیه واریانس تعداد برگ نشان داد این صفت به طور بسیار معنی داری تحت تأثیر مقادیر پلیمر و آب مصرفی قرار گرفت (جدول ۲). معادله رگرسیونی صفت مذکور برابر است با:

$$NL = 2.63+ 41.04\ I-23.45\ I^2 + 2.82\ P - 1.50\ I\ P - 0.062\ I^2P^3 \qquad R^2=۰/۹۷$$

بیشینه (۱۹ عدد) و کمینه (۶ عدد) تعداد برگ فعال در مرحله گلدهی به ترتیب مربوط به مقدار ۳ گرم پلیمر در کیلوگرم خاک با آبیاری کامل؛ و شاهد (فاقد هیدروژل) همراه با تنش شدید کم آبی بود. کاهش تعداد برگ در مقادیر پایین پلیمر، به دلیل نقصان رطوبت قابل دسترس گیاه و ایجاد تنش خشکی رخ داد. در مقادیر پایین پلیمر همراه با تنش شدید خشکی، برگ های انتهائی گیاه خشک شد. در این تیمارها، بوته های آفتابگردان به شدت ضعیف شده و قدرت رشد خود را از دست دادند؛ اما خاک گلدان ها در مقادیر بالای پلیمر و آبیاری در ۲۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه ای، قادر به تأمین آب کافی برای رشد و نمو بوته ها بود. بنابراین تعداد برگ فعال در مرحله گلدهی در این بوته ها افزایش یافت؛ که باعث افزایش سطح برگ و تثبیت CO_2 گردید؛ که در نهایت موجب افزایش ماده خشک تولیدی گیاه شد.

برگ های آفتابگردان به عنوان اولین منبع تولید مواد فتوسنتزی مورد نیاز در پرکردن دانه ها محسوب شده و هرگونه کاهش یا عدم کارایی آنها ناشی از عوامل محیطی و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه ها بوده و موجب کاهش عملکرد می شود؛ و تشخیص کاهش عملکرد ناشی از ریزش برگ ها نقش مهمی در پیش بینی مقدار این صفت دارد (۱۸). کاهش در تعداد برگ بر اثر تنش خشکی می تواند به علت اثر مستقیم تنش در تقسیم سلولی باشد؛ که خود ناشی از کاهش تشکیل اسیدهای نوکلئیک و یا افزایش شکسته شدن آن ها است (۷). علت دیگر کاهش تعداد برگ، افزایش پیری برگ ها به واسطه عدم بالانس هورمون ها است؛ که خود ناشی از افزایش سطح هورمون ABA و کاهش سطح هورمون IAA می باشد .

۵- وزن صددانه

نتایج این آزمایش نشان داد که تأثیر مقادیر مختلف آبیاری و کاربرد پلیمر و هم چنین اثر متقابل آن ها بر صفت وزن صددانه بسیار معنی دار بود (جدول ۲). معادله رگرسیونی صفت مذکور برابر است با:

$$W_{100} = 0.71+6.35I+1.72P - 0.086\ P^3-7.092\ I\ P +6.27\ I\ P^2 -2.47\ I\ P^3 \qquad R^2=۰/۹۲$$

در این آزمایش کمینه مقدار وزن صددانه)۲/۲۳ گرم) مربوط به شاهد بدون پلیمر و تنش شدید کم آبی ، و بیشینه آن (۵/۹۶ گرم) متعلق به مقدار ۳ گرم پلیمر در کیلوگرم خاک و عدم تنش خشکی بود (شکل ۱). وزن ۱۰۰دانه تابع سرعت و طول دوره پر شدن آن است. کاهش رطوبت خاک در طول دوره رشد به ویژه در مرحله زایشی باعث نقصان فتوسنتز و کاهش سرعت و طول دوره پر شدن دانه و در نتیجه کاهش معنی دار وزن صددانه می شود. کاربرد پلیمر با تأمین رطوبت خاک، سرعت و طول مدت این دوره را افزایش می دهد. نشان داده شده است که اثر مقادیر پلیمر بر صفت وزن ۱۰۰دانه سویا معنی دار بود؛ و با افزایش مقدار پلیمر، وزن صددانه به صورت خطی افزایش یافت (۱) که

www.SID.ir

Archive of SID

با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت. وزن صددانه آفتابگردان تحت تأثیر تنش خشکی کاهش معنی داری یافت؛ به طوری که وقتی رطوبت خاک از ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه به ۳۰٪ تنزل کرد، وزن صددانه، ۳۲/۷ درصد کاهش نشان داد (۱۹). تنش خشکی باعث بسته شدن روزنه ها و کاهش سطح برگ (LA) و فتوسنتز گردید؛ و مدت زمان پر شدن دانه (*Grain Filling period*) را تنزل داد. این موضوع باعث محدود شدن انتقال کربوهیدرات ها به دانه گردید (۸). تنش خشکی موجب کاهش معنی دار وزن ۱۰۰دانه آفتابگردان شد؛ و اعمال آن در مرحله رویشی، ۳۷٪ وزن ۱۰۰ دانه را نسبت به شاهد، کاهش داد (۱۵). با توجه به نتایج این تحقیق چنین استنباط می شود که با کاربرد پلیمر می توان فواصل آبیاری را در آفتابگردان افزایش داد؛ و بدین ترتیب در مناطقی که با محدودیت مقدار آب آبیاری مواجهند، به کشت این گیاه اقدام نمود.

پاورقی ها

1-Water Use Efficiency: WUE

جدول ۱- تعداد دفعات آبیاری و مقدار کل آب مصرفی در کل دوره آزمایش برای هر تیمار پلیمر- آبیاری

پلیمر/ سطح آبیاری	P_1		P_2		P_3		P_4		P_5	
	مقدار آب مصرفی (لیتر)	تعداد دفعات آبیاری	مقدار آب مصرفی (لیتر)	تعداد دفعات آبیاری	مقدار آب مصرفی (لیتر)	عداد دفعات آبیاری	مقدار آب مصرفی (لیتر)	عداد دفعات آبیاری	مقدار آب مصرفی (لیتر)	عداد دفعات آبیاری
I_1	۵,۲	۷	۴,۶	۶	۳,۷	۵	۳	۵	۲,۲	۴
I_2	۱۱,۳	۹	۱۰,۴	۹	۹,۴	۸	۶,۵	۷	۵,۷	۶
I_3	۱۷	۱۲	۱۷	۱۲	۱۶,۵	۱۱	۱۳	۱۰	۱۲,۸	۱۰

I_1، I_2 و I_3 به‌ترتیب آبیاری در ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ ظرفیت مزرعه‌ای؛ P_1، P_2، P_3، P_4 و P_5 به‌ترتیب: صـــفر، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ گرم پلیمر (A_{200}) در کیلوگرم خاک. اعداد جدول تعداد دفعات آبیاری/مقدار آب مصرفی را برای مراحل بعد از مرحله ۸ برگی نشان می دهد. آبیاری تا مرحله ۸ برگی به صورت یکنواخت در تمام گلدان ها انجام شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس بررسی تأثیر کاربرد سوپرجاذب و کم‌آبیاری بر صفت‌های مورفولوزیک و فیزیولوژیک آفتابگردان در شرایط گلخانه‌ای

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)				
		محتوی کلروفیل برگ	تعداد برگ	وزن صددانه	عملکرد	کارایی مصرف آب
تکرار	۲	۳/۴۵^{ns}	۰/۸۶^{ns}	۰/۰۶۹^{ns}	۲۵/۹۴**	۱۷۰۷/۴۹^{ns}
آبیاری	۲	۴۰۴/۵۸**	۲۱۶/۶**	۱۵/۷۱**	۱۴۷۰/۱۰**	۲۳۹۲۴۱۵/۷۹**
خطی آبیاری	۱	۷۵۳/۰۰۳**	۴۱۰/۷**	۳۱/۴۱**	۲۹۳۰/۴۰**	۳۴۲۲۰۸۹/۷۵**
درجه ۲ آبیاری	۱	۵۶/۱۶۹**	۲۲/۵**	۰/۰۱۳^{ns}	۹/۸۰^{ns}	۱۳۶۲۷۴۱/۸۳**
پلیمر	۴	۱۵۸/۰۱**	۴۷/۲۷**	۳/۲۶**	۷۹/۲۷**	۲۹۲۶۶۳/۳۲**
خطی پلیمر	۱	۵۴۴/۶۴۴**	۱۸۴/۹**	۱۱/۳۹**	۲۵۶/۳۷**	۱۰۸۱۱۶۰/۱۶**
درجه ۲ پلیمر	۱	۰/۱۶۷^{ns}	۱/۳۴^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۱۸/۵۱*	۳۹۱/۵۶^{ns}
درجه۳ پلیمر	۱	۷۸/۹۶**	۱/۸۷^{ns}	۱/۳۸*	۲۲/۳۰**	۸۸۸۰۲/۳۵**
درجه ۴ پلیمر	۱	۸/۲۹^{ns}	۰/۹۹^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۱۹/۹۱*	۲۹۹/۲۱^{ns}
آبیاری * پلیمر	۸	۲۳/۳۶**	۲/۳۷*	۰/۹۱**	۵/۴۰^{ns}	۷۶۳۴۱/۴۰**
خطی آبیاری * خطی پلیمر	۱	۱۵۲/۳۲**	۸/۸۱**	۱/۳۹*	۹/۲۰^{ns}	۲۵۷۳۸/۸۰*
خطی آبیاری* درجه ۲ پلیمر	۱	۹/۷۳^{ns}	۰/۵۸^{ns}	۱/۰۲*	۰/۶۶^{ns}	۲۳۵۴/۵۸^{ns}
خطی آبیاری* درجه۳ پلیمر	۱	۰/۱۷^{ns}	۰/۶۰^{ns}	۱/۴۳*	۰/۸۱^{ns}	۱۹۶۹/۰۵^{ns}
خطی آبیاری* درجه۴ پلیمر	۱	۱/۴۶^{ns}	۰/۴۶^{ns}	۱/۶۹*	۰/۰۰۹۵^{ns}	۲۹۲۱/۶۳^{ns}
درجه ۲ آبیاری* خطی پلیمر	۱	۲/۸۸^{ns}	۰/۴۵^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱۹/۵۳*	۵۲۵۵۶۳/۸۶**
درجه ۲ آبیاری* درجه ۲ پلیمر	۱	۰/۵۹^{ns}	۲/۴۸^{ns}	۱/۷۰*	۲/۹۵^{ns}	۱۹۰۸/۸۸^{ns}
درجه ۲ آبیاری* درجه۳ پلیمر	۱	۴/۸۰۲^{ns}	۴/۳۵*	۰/۰۱^{ns}	۱/۷۲^{ns}	۴۶۵۸۲/۴۸**
درجه ۲ آبیاری* درجه ۴پلیمر	۱	۱۴/۹۸^{ns}	۱/۲۶^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۸/۲۸^{ns}	۳۶۹۱/۸۹^{ns}
خطای آزمایشی	۲۸	۴/۹۶	۰/۹۶	۰/۲۳	۲/۶۸	۳۴۸۴/۰۲
ضریب تغییرات(درصد)		۱۲/۱۱	۷/۰۰	۱۰/۸۲	۹/۱۷	۹/۴۵

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار و بسیار معنی‌دار

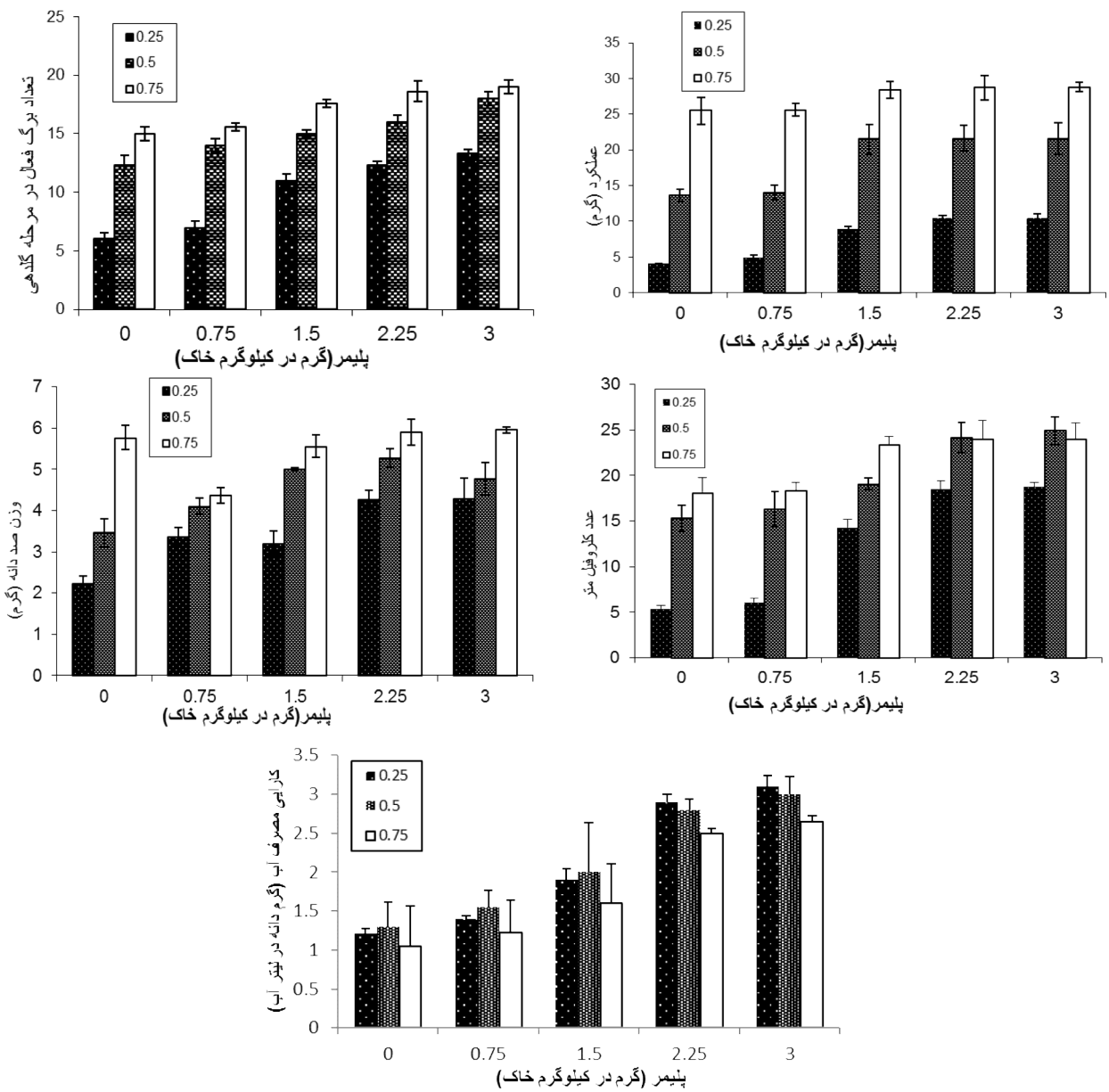
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات سطح‌های مختلف آبیاری و سوپرجاذب A_{200} بر صفت‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک آفتابگردان در شرایط گلخانه‌ای

تیمار	میانگین صفت‌های تحت اثر سطح‌های مختلف آبیاری																تیمار	میانگین صفت‌های تحت اثر سطح‌های مختلف پلیمر															
	Ch			NL			W_{100} (gr)			Y			WUE (gr/L^{-1})					Ch			NL			W_{100} (gr)			Y(gr/pot)			WUE (gr/L^{-1})		
I_1	۱۲,۶۱	C		۹,۸	C		۳,۴۷	C		۷,۶۵	C		۲,۱۰	A			P_1	۱۴,۶۱	C		۱۱,۱۱	D		۳,۸۲	B		۱۴,۴۰	B		۱,۲۰	C	
I_2	۱۹,۹۹	B		۱۵	B		۴,۵۳	B		۱۸,۵۳	B		۲,۱۹	A			P_2	۱۳,۵۸	C		۱۲,۲۲	C		۳,۹۵	B		۱۴,۸۶	B		۱,۴۰	C	
I_3	۲۲,۶۳	A		۱۷,۲	A		۵,۵۱	A		۲۷,۴۲	A		۱,۸۰	B			P_3	۱۹,۰۲	B		۱۴,۴۴	B		۴,۶۰	A		۱۸,۰۰	A		۱,۸۳	B	
																	P_4	۲۲,۲۴	A		۱۵,۶۷	A		۵,۱۵	A		۲۰,۲۲	A		۲,۷۰	A	
																	P_5	۲۲,۵۸	A		۱۶,۵۶	A		۵,۰۰	A		۲۰,۱۶	A		۲,۹۱	A	
LSD%5	۱,۶۷			۰,۷۳			۰,۳۶			۱,۲۳			0.21					۲,۱۵			۰,۹۵			۰,۴۷			۱,۵۸			۰,۳۵		

حرف‌های غیر مشابه بیان‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است (آزمون SNK ۵ درصد). WUE: کارایی مصرف آب؛ Y: عملکرد دانه؛ W_{100}: وزن صددانه؛ NL : تعداد برگ؛ Ch: میزان کلروفیل برگ؛ I_1، I_2 و I_3 به‌ترتیب آبیاری در ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ ظرفیت مزرعه‌ای؛ P_1، P_2، P_3، P_4 و P_5 به‌ترتیب: صفر، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ گرم پلیمر (A_{200}) در کیلوگرم خاک



شکل ۱- تأثیر کاربرد سوپرجاذب A200 و کم‌آبیاری بر صفت‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک آفتابگردان در شرایط گلخانه

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

۱. اله دادی، ا.، موذن قمصری، ب. و اکبری، غ.ع. (۱۳۸۶). بررسی کاربرد پلیمر سوپرجاذب به عنوان راه کاری مهم در کاهش اثرات کم آبیاری. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۵-۷ شهریور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

۲. حیدری شریف آباد، ح. (۱۳۷۹). گیاه، خشکی، خشک سالی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، ش ۲۵، صفحه ۲۰۰.

۳. دانشیان، ج.، جباری، ح. و فرخی، ا. (۱۳۸۶). واکنش عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان به تنش رطوبتی در تراکم های مختلف کاشت. فصل نامه پژوهش کشاورزی. ج ۴، صفحه ۱۳۴-۱۲۹.

۴. کریمی، ا. و نادری، م. (۱۳۸۶). بررسی اثرات کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت علوفه ای در خاک های با بافت مختلف. فصل نامه پژوهش کشاورزی. ج ۷، صفحه ۱۸۷-۱۹۷.

5. Ahmadi, A. and Baker, D. A. (2000). Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis under water stress conditions in wheat plant. *Iranian J Agric Sci*, 31, 813-825.
6. Ashraf, M. Y., Azim, A. R., Khan, A. H. and Ala, S. A. (1994). Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.). Acta Physiol Plant, 16, 185-191.
7. Ashraf, M. Y., Mazhar, H., Naqvi, L. and Khan, A. H. (1996). Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity, growth and yield of tomato. Acta Hort, 516, 41-45.
8. Bieloria, H. and Hopmans, P. A. M. (1975). Recovery of leaf water potential, transpiration and photosynthesis of cotton during irrigation cycles. Agron J, 67, 629-632.
9. Boman, D. C. and Evans, R. Y. (1991). Calcium inhibition of poly acrylamide gel hydration is partially reversible by potassium. Hort Sci, 26, 1063-1065.
10. Chatzopoulos, F., Fugit, J. L., Quillon, I., Rodriguez, F. and Taverdet, J. (2000). Study of differences depending on parameters and the absorption of water by decoration acrlamid a copolymer-sodium acrylate cross linked. *Europ Polym J*, 36, 51-60.
11. Connor D. J., Jones, T. R. and Palta, J. A. (1985). Response of sunflower to strategies of irrigation. *Field Crop Res*, 12, 281-293.
12. Dexter, S. T. and Miyamoto, T. (1995). Acceleration of water uptake and germination of seedballs by surface coatings of hydrophilic colloids. *Agron J*, 51, 388-389.
13. Erdem, T., Erdem, Y., Orta, A. H., and Okursoy, H. (2006). Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Turkish J Agric forestry*, 30, 11-20.
14. Huttermann, A., Zommorodi, M. And Reise, K. (1990). Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. *Soil Tillage Res*, 50, 295-304.
15. Igbal, N., Ashraf, M. Y. and Ashraf, M. (2005). Influence of water stress and exogenous glycinebetaine on sunflower achene weight and oil percentage. Int J Environ Sci Tech, l2, 155-160.
16. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), (2001). Climate Change 2001. Available at http://www.ipcc.ch.
17. Manivannan, P., Abdul Jaleel, C., Chang-Xing, Z., Somasundaram, R., Azooz, M. M. and Panneerselvam, R. (2008). Variations in growth and pigment composition of sunflower varieties under early season drought stress. *Glob J Mol Sci*, 3, 50-56.
18. Muro, J., Irigoyen, I., Militino, A. F. and Lamsfus, C. (2001). Defoliation effects on sunflower yield reduction. *Agron J*, 93, 634-637.
19. Nezami, H., Khazaei, R., Boroumand Rezazadeh, Z. and Hosseini, A. 2008 (). Effect of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus* L.) in controlled conditions. *Desert*, 12, 99-104.
20. Razi, H. and Asad, M. T. (1998). Evaluation of variation of agronomic traits and water stress tolerant in sunflower conditions. *Agric Nat ResSci*, 2, 31-43.
21. Roger, D. H. (1999). Irrigation management. High Plains Sunflower Production Handbook. Kansas State University Press. U.S.A.
22. Santos, C. and Caldeira, G. (1999). Comparative responses of *Helianthus annuss* plants and *calluses* exposed to NaCl. I. Growth rate and osmotic regulation in intact plants and *calluses*. *J Plant Physiol*, 155, 769–777.
23. Santos, C., Pinto, G., Loureiro, J., Oliveira, H. and Costa, A. (2002). Response of sunflower cells under Na_2SO_4. I. Osmotic adjustment and nutrient responses and proline metabolism in sunflower cells under Na2SO4 stress. *J Plant Nut Soil Sci*, 165: 366-372.
24. Specht, A. and Harvey-Jones, J. (2000). Improving water delivery to roots of recently transplanted. *Forest Res*, 1, 117-123.
25. Tezara, W., Mitchell, V., Driscolland, S. P. and Lawlor, D. W. (2002). Effects of water deficit and its interaction with CO_2 supply on the biochemistry and physiology of photosynthesis in sunflower. *J Exp Bot*, 53, 1781-1791.
26. Unger, P. W. (1990). Sunflower. In: Irrigation of agricultural crops. *Agronomy Monographs*,No. 30. Pages 775-793.
27. Wu, Y. and Cosgrove, D. J. (2000). Adaption of roots to low water potentionals by changes in cell wall extensibility cell wall proteins. *J Exp Bot*, 51:1543-1553.

www.SID.ir