نشریه زراعت شماره ۱۰۶، بهار ۱۳۹۴

(پژوهش و سازندگی)

تاثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گندم رقم آذر۲ در شرایط دیم

- سید مرتضی مرتضوی،دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان
- افشین توکلی، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان (نویسنده مسئول)
- محمد حسین محمدی، استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان
- کامران افصحی، عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: مهر ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۹۲

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۲۴۱-۵۱۵۲۳۳۹

پست الکترونیک نویسنده مسئول: Tavakoli@znu.ac.ir

چکیده

تنش خشکی یکی از عوامل مهم محدود کننده رشد و نمو گیاهان زراعی می باشد و افزایش کارائی مصرف آب از راهکارهای افزایش تولید گیاهان زراعی است. به منظور مطالعه تأثیر سوپرجاذب بر رشد و نمو گیاه گندم در شرایط دیم آزمایشی در سال زراعی۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با مقادیرصفر، ۱۵ ،۳۰ و۴۵ کیلوگرم سوپرجاذب‌کلوفونی‌درهکتار و۴ تکرار برروی رقم آذر۲ انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد سوپرجاذب باعث افزایش جذب آب توسط گیاه و افزایش محتوای نسبی آب شد که با افزایش شاخص سطح برگ و شاخص کلروفیل موجب افزایش قدرت منبع شد. کاربرد سوپرجاذب همچنین موجب افزایش اجزای عملکرد شامل تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه شد که در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه گردید. میزان عملکرد دانه به صورت تقریبا خطی با افزایش میزان کاربرد سوپر جاذب افزایش یافت و بیشترین میزان عملکرد دانه(۲۷۱۸ کیلوگرم در هکتار) با استفاده از ۴۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب کلوفونی به دست آمد که نسبت به شرایط شاهد ۱۵۶/۵ درصد افزایش نشان داد. به طور کلی می‌توان گفت که کاربرد مواد سوپر جاذب در شرایط دیم می‌تواند با تقلیل اثرات تنش خشکی و افزایش قدرت منبع و مخزن موجب افزایش عملکرد دانه شود.

کلمات کلیدی: دیم ،گندم، سوپرجاذب، قدرت منبع، عملکرد، اجزای عملکرد

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 118-125

Effect of superabsorbent on physiological traits and yield of wheat Azar2 cultivar under dry farming condition

By:

- *S. M. Mortezavi, Msc. Student of University of Zanjan*
- *A. Tavakoli,(Corresponding Author; Tel: 0241-5152339), Assistant professor of University of Zanjan*
- *M. H. Mohammadi, Assistant professor of University of Zanjan*
- *K. Afsahi, Assistant professor of University of Zanjan*

Received: September 2012 **Accepted: July 2013**

Drought stress is one of the important factors limiting crop production. Increasing the water use efficiency is a strategy for enhancing the crop production. In order to study effects of superabsorbent on wheat's growth in dryland, an experiment was conducted in research farm of agriculture Faculty of Zanjan University in 2010-2011. This experiment was conducted based on a random complete blocks design included four treatments of (0, 15, 30 and 45 kg Clophony superabsorbent per hectare with four replications. In this experiment Azar2 cultivar was used. The result of experiment showed that application of superabsorbent increased absorbing water by the plant and of relative water content which is causing the source strength by increased leaf area index and Chlorophyll index. Also, super absorbents' application cased to increasing in the yield components including the number of fertile spike, the number of grain in spike and the grain weight which has finally led to the increase of grain yield. The grain yield increased in a linear trend with the raise of superabsorbent's application and the maximum grain yield (2718 Kg/ha) was obtained using 45kg in hectare of Clophony super absorbent. The results was showed that this treatment increase grain yield 156.5 percentage. In general could say that the application of super absorbent material in dryland condition could increase the grain yield by decreasing the drought stress affects and increasing the source and sink strength.

key Words: Dry farming, Wheat, Superabsorbent, Source strength, Yield, Yield component

مقدمه

خشکی یکی از مهمترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در دنیا، خصوصاً مناطق خشک و نیمه خشک جهان نظیر ایران می‌باشد (Yang et al., 2006). و بیش از هر عامل محیطی دیگر باعث محدود شدن رشد گیاهان و کاهش تولید محصولات زراعی می‌شود (Huang, 2000). غلات به طور مستقیم و غیر مستقیم بیشترین اهمیت را در تغذیه انسان دارند و در این بین گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کند. در حال حاضر سطح زیر کشت آن در ایران به ۷۰۳۵۰۲۰ هکتار می‌رسد (FAO, 2010)، که ۴۳/۳۶ درصد آن آبی و ۵۶/۶۴ درصد بقیه دیم بوده است. میزان تولید گندم کشور حدود ۱۳/۴۸ میلیون تن برآورد شده است که ۶۶/۵۴ درصد آن از کشت آبی و مابقی ۳۳/۴۶ درصد آن از کشت دیم بدست آمده است (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸). تنش خشکی در هر مرحله از رشد گیاه گندم می‌تواند رشد و عملکرد آن را به طرق مختلف تحت تاثیر قرار دهد. میزان این تاثیر در گیاه بسته به مدت و شدت اعمال تنش خشکی فرق دارد (Guttieri et al., 2001). بنابراین با اعمال مدیریت صحیح و به‌کارگیری روش‌های پیشرفته از طریق حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، می‌توان بهره برداری از منابع محدود آب را در شرایط دیم بهبود بخشید. از جمله اقدامات مؤثر در این زمینه کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب می‌باشد. پلیمرهای سوپرجاذب (هیدروژل) ترکیبات آلی بوده و به صورت مصنوعی از پلی‌آکریلات‌پتاسیم و کوپلیمرهای پلی‌اکریل‌آمید ساخته شده‌اند و می‌توانند آب را به سرعت تا چندین برابر حجم خود جذب و نگهداری کنند و قابلیت نگهداری آب را در خاک افزایش دهند و در نهایت با کاهش اثرات تنش خشکی سبب بهبود رشد گیاه شوند (روشن، ۱۳۸۱). این مواد بی بو، بی رنگ و بدون خاصیت آلایندگی خاک، آب و بافت گیاهی با pH خنثی می‌باشند و توانایی جذب آب به میزان ۳۰۰ تا ۴۰۰ برابر وزن خود را دارند (Orts, ۲۰۰۷). ترکیب سوپرجاذب با خاکهای شنی و درشت بافت نتیجه بهتری را در مقایسه با سایر خاک‌ها بخصوص خاک‌های رسی و ریز بافت به همراه دارد. دلیل این مسأله بیش از همه مربوط به ظرفیت کاتیونی (CEC) کمتر خاک‌های شنی نسبت به خاک‌های رسی می‌باشد (Peterson, 1989., Fry and Butler ۲۰۰۲,). همچنین در تحقیق دیگری در مورد رابطه بین مصرف پلیمرهای سوپرجاذب و افزایش آب در دسترس گیاه نتایج نشان داد که با مصرف سوپرجاذب آب به‌میزان ۱۰/۶۸ درصد بیشتر نسبت به شاهد در خاک باقی می‌ماند(Wu et al., 2007). سوپرجاذب‌های آنیونی با دارا بودن ظرفیت زیاد تبادل کاتیونی قادر هستند علاوه بر جذب مقدار زیاد آب، کاتیون‌های مؤثر و مفید در رشد گیاه را در خود جذب کرده و به موقع در اختیار گیاه قرار دهند (Neg et al., ۲۰۰۴). هاروی[1] (۲۰۰۰) با بررسی

خود بر روی لوبیا قرمز نشان داد که این ماده تأثیر قابل ملاحظه‌ای در تعدیل تنش خشکی و افزایش ماده خشک در این گیاه دارد. طبق تحقیقات صورت گرفته توسط فرجام (۱۳۸۶) بر روی نخود دیم مشاهده گردید که کاربرد ۱۸ کیلوگرم مواد سوپرجاذب در شرایط دیم عملکرد و تعداد روز تا گلدهی را افزایش داد. سوپرجاذب‌ها با ذخیره کردن آب به میزان چندین برابر وزن خود و قرار دادن آن بصورت تدریجی در اختیار گیاه، و همچنین با افزایش پتانسیل آب خاک، تنش رطوبتی را کاهش و تعداد روز تا گلدهی را افزایش می‌دهد (الله دادی، ۱۳۸۱). تاثیر مثبت پلیمرهای سوپرجاذب بر کاهش اثرات سوء ناشی از تنش خشکی بر روی آفتابگردان (کریمی،۱۳۸۰)، ارزن (بانج شفیعی،۱۳۸۱) و سورگوم (Joshi et al., 1998) نیز گزارش شده است. در واقع در حضور پلیمر سوپرجاذب دسترسی ریشه گیاه به آب قابل استفاده افزایش، و گیاه کمتر تحت تاثیر شرایط تنش خشکی قرار می‌گیرد. کریمی و نادری (۱۳۸۶)، نشان دادند که کاربرد هیدروژل‌های سوپرجاذب عملکرد و اجزای‌عملکرد ذرت‌دانه‌ای را تحت شرایط تنش خشکی از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش شستشوی مواد غذایی، رشد سریع ومطلوب ریشه در خاک بهبود بخشید. برخی محققان علت روند افزایشی عملکرد در اثر مصرف پلیمر را رساندن آب و مواد غذایی به گیاه در مرحله رشد رویشی و زایشی گیاه توسط این ماده دانسته، که در شرایط تنش قادر است کمبود آب در مرحله گرده‌افشانی را برطرف کرده و سبب افزایش عملکرد شود (Taylor and, 1986 Halfacre). تحقیقات صورت گرفته بر روی سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش‌خشکی نشان داد که، مصرف سوپرجاذب A200 با تأثیر مثبت بر شاخص‌های سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت رشد محصول باعث افزایش تجمع ماده خشک شده است (فاضلی رستم پور و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به اهمیت گندم در تأمین غذا و سطح زیر کشت حدود ۵۷ درصدی دیم آن در ایران این تحقیق به منظور بررسی تأثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر صفات فیزیولوژیک و ارتباط آن با کاهش اثرات ناشی از تنش خشکی و به دنبال آن تأثیر بر افزایش عملکرد در شرایط دیم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پاییز سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان اجرا گردید. عرض جغرافیایی منطقه ۳۶ درجه و۴۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه غربی است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۵۹۴متر است. از نظر شرایط آب و هوایی نیز این منطقه جزء مناطق نیمه خشک محسوب می‌شود. بر اساس نتایج تجزیه خاک، خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی، میزان هدایت الکتریکی ۴ میکرو زیمنس بر سانتی متر، اسیدیته خاک ۷، میزان نیتروژن ۰/۱ درصد، فسفر ppm2/8 و پتاسیم ppm300 بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش ۴ سطح کاربرد سوپرجاذب کلوفونی شامل صفر، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگرم در هکتار بود. این نوع سوپرجاذب محصول شرکت Groene Lands هلند، یک کوپلیمر آکریلامید- آکریلیک اسید است که توسط K^+ و NH_4^+ خنثی شده و pH آن بین ۶ تا۷ می‌باشد که توسط شرکت مهرپادکیان تهیه گردید. در این آزمایش بعد از آماده سازی زمین، عملیات کاشت با استفاده از ماشین دقیق کار (Winter Fteiger مدل TC2700) صورت گرفت. هر واحد آزمایش شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۵ متر و به فاصله۲۵ سانتی متر بود. برای این منظور ابتدا سوپرجاذب طبق مقادیر محاسبه شده در مخزن این دستگاه ریخته شد و در عمقی پایین تر از بذر حدود ۱۰ سانتی متر از سطح خاک به صورت نواری قرار داده شد. سپس بذر گندم رقم آذر ۲ نیز طبق همین روش، با در نظر گرفتن ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار، برای هر واحد آزمایش محاسبه گردید و در عمقی بالاتر از عمق قرار گیری سوپرجاذب یعنی در عمق ۶ سانتی متری از سطح خاک در تاریخ ۱۰ آبان ماه ۱۳۸۹ کشت شد. در طی فصل رشد صفات مختلف مانند محتوای‌نسبی‌آب‌برگ، شاخص کلروفیل و شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شد. در پایان فصل رشد و پس از رسیدگی بوته‌ها صفات زراعی مانند عملکرد دانه و زیستی، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دانه مانند تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه به شرح زیر اندازه‌گیری شدند.

جهت اندازه‌گیری محتوای‌نسبی‌آب برگ ، ۴ بوته در زمان دانه‌بندی گیاه از خطوط میانی هر پلات به طور تصادفی انتخاب، و برگ پرچم آنها جدا گردید و پس از قرار دادن در نایلون جهت تعیین محتوای نسبی آب سریعاً به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه قسمت میانی برگ پرچم را جدا کرده و پس از اندازه گیری وزن تازه‌ی آن، به مدت ۱۶ ساعت در آب مقطر و شدت نور کم قرار داده شد. سپس وزن آماس برگ اندازه گیری شد و برگ به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد و سپس وزن خشک آن اندازه‌گیری شد و در پایان محتوی نسبی آب برگ پرچم از رابطه ۱ محاسبه گردید (Barrs, 1968) .

رابطه۱)

$$\text{محتوای نسبی آب} = \frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}}{\text{وزن خشک} - \text{وزن آماس}} \times ۱۰۰$$

شاخص کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج مدل (CCM 200) در زمان دانه بندی گیاه اندازه گیری شد. برای سنجش آن از هر پلات ۳ بوته به طور تصادفی انتخاب و میزان شاخص کلرفیل برگ پرچم آنها ثبت گردید. و میانگین آنها بعنوان شاخص کلروفیل برگ برای هر پلات محاسبه شد.

برای اندازه گیری شاخص سطح برگ از هر پلات مساحت معینی(۶۲۵ سانتی متر مربع) به طور تصادفی مشخص شد و بوته‌های موجود در آن در زمان گلدهی برداشت شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید و برگ‌های بوته‌ها جدا شده و سطح برگ‌ها توسط دستگاه (Delta T مدل Leaf Area Meter) اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری میزان سطح برگ، شاخص سطح برگ توسط رابطه ۲ محاسبه گردید (Watson, 1947).

رابطه۲)

$$LAI = \frac{LA}{GA}$$

که در این رابطه LA میزان سطح برگ و GA مساحت زمین است.

در اوایل مرداد ماه سال ۱۳۹۰برای اندازه گیری عملکرد زیستی و عملکرد دانه، بعد از رسیدگی بوته ها و خشک شدن کامل آنها از هر پلات آزمایش ، مساحت ۳ متر مربع به صورت دستی برداشت شد. سپس در ابتدا عملکرد زیستی هر پلات جداگانه توزین و بر اساس

جدول۱- پارامترهای اقلیمی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ شهرستان زنجان

ماه / پارامتر اقلیمی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد
میزان بارندگی(میلیمتر)	۴/۶	۲/۱	۲۰/۸	۲۷/۶	۶/۶	۲۳/۷	۶۹/۱	۵۱/۲	۲۲/۴	۸	۳۰/۳
میانگین حداقل دما (سانتیگراد)	۸/۵	۱/۳	-۲/۶	-۷/۳	-۷/۲	-۲/۲	۳/۲	۷/۶	۱۰/۹	۱۵/۳	۱۵/۴
میانگین حداکثر دما (سانتیگراد)	۲۵/۹	۱۷	۱۳/۸	۳/۱	۳/۷	۹/۸	۱۶/۹	۲۰/۳	۲۸/۴	۳۲/۴	۳۲/۶
حداقل متوسط رطوبت نسبی (درصد)	۲۱/۲	۲۸/۷	۲۹/۷	۵۴/۲	۴۹/۲	۳۹/۴	۲۲/۳	۳۷/۵	۲۳/۴	۲۳/۸	۲۵/۳
حداکثر متوسط رطوبت نسبی (درصد)	۶۹	۷۶/۷	۶۸/۵	۸۹/۴	۸۶/۹	۸۳/۴	۷۲/۲	۸۷/۶	۷۵/۹	۶۸/۷	۶۹/۶
میزان تبخیر (میلیمتر)	۱۶۴/۶	-	-	-	-	-	-	۱۴۰/۴	۲۲۲/۳	۲۶۱/۵	۲۷۰

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف مورد ارزیابی با کاربرد سوپر جاذب در شرایط دیم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		شاخص سطح برگ	محتوای نسبی آب	شاخص کلروفیل	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت
تکرار	۳	۰/۸۹۴$^{n.s}$	۲۲/۰۹۵$^{n.s}$	۹/۰۸$^{n.s}$	۰/۲۰$^{n.s}$	۱۹/۴۸*	۰/۲۹^{ns}	۳۹۷۲۹۲*	۱۵۹۵۹۷۶^{ns}	۵۷/۵۱*
سوپر جاذب	۳	۷/۰۸ **	۴۴/۰۸ ^{ns}	۳۵/۵۲ *	۲/۳۵ ^{ns}	۶۰/۳۴ **	۱۲/۱۶ **	۲۳۰۴۸۰۹ **	۲۷۴۴۴۹۳۴ **	۴۱/۹۶ *
خطای آزمایش	۹	۰/۷۸۱	۱۶/۷۶	۵/۴۸	۰/۷۷	۴/۶۸	۱/۳۳	۶۰۷۷۹	۱۸۳۷۵۰۴	۱۰/۴۸

**، * و n.s به ترتیب نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. برای محاسبه‌ی عملکرد دانه نیز بوته های برداشت شده از هر پلات توسط دستگاه خرمن کوب خرد شد و دانه ها از خوشه جدا گردید و سپس توسط دستگاه بوجاری تحقیقاتی کاملاً تمیز، و بوسیله ترازوی دیجیتالی وزن گردید. و بر اساس کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

پس از برداشت و اندازه‌گیری عملکرد زیستی و دانه میزان شاخص برداشت بر اساس رابطه ۳ محاسبه گردید (Donald and Hamblin, 1976).

رابطه۳)

$$HI = \frac{\text{عملکرد اقتصادی}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times ۱۰۰$$

جهت اندازه گیری تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در سنبله از هر پلات ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و این صفات اندازه گیری شد. به منظور اندازه‌گیری وزن هزار دانه، از هر پلات نمونه هایی به صورت تصادفی از کل دانه‌ها جدا شد و سپس در آزمایشگاه بوسیله دستگاه بذر شمار هزار عدد از آنها شمارش و بوسیله ترازوی دیجیتالی وزن گردید. پس از اندازه‌گیری‌ها و انجام محاسبات لازم داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹ تجزیه گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تاثیر معنی دار کاربرد سوپر جاذب برتمامی صفات اندازه گیری شده به جز RWC و تعداد پنجه بارور است (جدول۲). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که با افزایش میزان کاربرد سوپرجاذب شاخص‌سطح‌برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری که با مصرف ۴۵ کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار میزان شاخص‌سطح برگ نسبت به تیمار شاهد۱۹۱درصد افزایش نشان داد (جدول۳). به‌طور کلی، تنش خشکی و کمبود آب در طول دوره‌ی رویشی باعث کوچک شدن برگ‌ها می‌شود، در نتیجه شاخص سطح برگ، دوره رسیدن محصول و میزان جذب نور توسط گیاه کاهش می‌یابد (Levitt 1980). منفی شدن بیشتر پتانسیل آب بافت‌های مریستمی و کاهش فشار تورژسانس در طول روز به حد پایین‌تر از میزان لازم مانع از بزرگ شدن سلول می‌گردد در نتیجه فرایند تقسیم و طویل شدن سلول و به دنبال آن رشد برگ نیز کاهش می‌یابد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). بنا بر نظر هاروی(۲۰۰۰)، در هنگام تنش پلیمرسوپرجاذب با قرار دادن آب در اختیار گیاه سبب نگهداری آب بیشتر درون بافت‌ها به خصوص بافت برگ شده و در نتیجه از کاهش پتانسیل آب برگ و نزول فشارآماس جلوگیری کرده و سبب افزایش سطح برگ می‌شود. فاضلی‌رستم پور و همکاران (۱۳۹۰)، نیز با مطالعه بر گیاه سورگوم دریافتند که با کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار از سوپرجاذب A200 شاخص سطح برگ از ۲/۴۹ در شرایط شاهد به ۳/۱ افزایش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

بالاترین میزان شاخص کلروفیل با مصرف ۴۵ کیلوگرم سوپرجاذب کلوفونی در هکتار به مقدار ۲۹/۷۹ بدست آمد که با تیمار ۳۰ و ۱۵ کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت و نسبت به تیمار شاهد ۳۱/۸ درصد افزایش داشت (جدول۳). تخریب غشاهای تیلاکوئید کلروپلاست و اکسیداسیون نوری کلروفیل در اثر گونه‌های فعال اکسیژن و افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز از جمله دلایل کاهش کلروفیل در شرایط تنش خشکی گزارش شده است(Alonso 1995, et al., 2001 ,Kraus et al., 1994, Moran et al.). به‌نظر می‌رسد افزایش محتوای کلروفیل با کاربرد مقادیر بالاتر سوپرجاذب بدلیل فراهمیِ آب و افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه در شرایط تنش خشکی باشد. بالا بودن ضریب همبستگی بین محتوی آب نسبی و محتوی کلروفیل(r=۰/۸۵) در سطح یک درصد نیز می‌تواند بیانگر این مسئله باشد که با کاربرد سوپرجاذب میزان فرایندهای تخریب کننده کلروفیل کاهش یافته و در نتیجه میزان شاخص کلروفیل برگ با کاربرد سوپرجاذب افزایش می‌یابد (جدول۴). با وجود عدم معنی دار شدن تأثیر کاربرد سوپرجاذب بر محتوای نسبی آب در جدول تجزیه واریانس نتایج مقایسات میانگین نشان دهنده تاثیر معنی دار سوپر جاذب بر محتوی آب نسبی است و بیشترین میزان RWC با کاربرد ۴۵کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار بدست آمد که نسبت به تیمارهای ۳۰ و ۱۵ کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت و نسبت به شاهد ۱۱/۴۵ درصد افزایش نشان داد (جدول۳). RWC تعادل بین آب تأمین شده در بافت برگ و آب موجود برگ در حالت تورژسانس را نشان می‌دهد(کافی و همکاران، ۱۳۸۸). که بالا رفتن آن در این آزمایش با کاربرد سوپرجاذب بیانگر جذب بیشتر آب توسط گیاه است. افزایشRWC با کاربرد سوپرجاذب با مطالعه بر روی گیاه لوبیا قرمز نیز توسط هاروی (۲۰۰۰)گزارش شده است. پلیمر سوپرجاذب با قرار دادن آب کافی در اختیار ریشه‌گیاه، باعث افزایش سرعت جذب آب و کارایی مصرف آب توسط گیاه می‌شود، درنتیجه کاربرد پلیمرسوپرجاذب باعث افزایشRWC در شرایط کمبود آب می‌شود که با نتایج حاصل از (Jan-son and Leah., 1990) مبنی بر افزایش RWC با افزایش مصرف پلیمر سوپرجاذب مطابقت دارد. RWC با عملکرد زیستی همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد (جدول۴). می‌توان گفت که افزایش RWC احتمالاً باعث می‌شود که میزان باز بودن روزنه‌ها و در نتیجه میزان فتوسنتز افزایش یافته و تولید ماده خشک را افزایش دهد. همچنین همان‌طور که اشاره شد RWC و میزان کلروفیل همبستگی بالایی را نشان دادند (جدول۴) که RWC به طور غیر مستقیم و از طریق افزایش قدرت منبع می‌تواند میزان فتوسنتز و در نهایت عملکرد زیستی را تحت تأثیر قرار دهد.نتایج تجزیه واریانس تعداد پنجه‌بارور نشان‌دهنده عدم‌تاثیر معنی‌دار کاربرد سوپرجاذب بر آن است درحالی که نتایج مقایسات میانگین نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین عدم مصرف سوپر جاذب و کاربرد ۴۵ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار است که باعث افزایش تعداد پنجه بارور از ۲/۲۵ به ۴ شده است (جدول ۲ و۳). کمبود آب قابل دسترس و کاهش جذب عناصر غذایی در خاک از جمله عواملی هستند که در شرایط تنش خشکی باعث کاهش تعداد پنجه بارور می‌شوند، تعداد پنجه بارور در واحد سطح با رژیم رطوبتی خاک در طی دوره‌ی رشد گیاه ارتباط نزدیکی دارد (Gooding et al., 2003). پس افزایش تحمل به تنش در غلاتی مانند گندم و جو مستلزم افزایش ظرفیت پنجه‌دهی و تولید بیولوژیک بیشتر است (Kirby, 1988). تعداد سنبله در گیاه با تعداد پنجه بارور ارتباط دارد که در مراحل ابتدائی رویش تعیین می‌شود (Savin et al., 1996). به نظر می‌رسد کاربرد سوپرجاذب با فراهمی آب قابل دسترس و مواد غذایی به‌ویژه افزایش جذب نیتروژن و جلوگیری از شستشوی عناصر غذایی تأثیر مثبتی در افزایش تعداد سنبله بارور داشته باشد، زیرا کمبود آبِ خاک موجب محدودیت توانایی گیاه در جذب عناصر غذایی از خاک می‌شود. تعداد پنجه بارور با عملکرد زیستی همبستگی مثبت ومعنی‌داری را نشان می‌دهد (جدول۴). این همبستگی نشان دهنده تأثیر مثبت این صفت بر عملکرد زیستی است. این نتیجه نشان می‌دهد که هرچه یک گیاه در مراحل رشد رویشی پنجه بیشتری تولید کند عملکرد زیستی بیشتری خواهد داشت.

تعداد دانه در سنبله نیز از دیگر اجزاء عملکرد دانه است که نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر معنی‌دار سوپرجاذب بر آن در سطح یک درصد است (جدول۲). نتایج مقایسات میانگین نیز حاکی از این است که بیشترین تعداد دانه در سنبله (۲۸/۷۲ عدد) با کاربرد ۴۵ کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار بدست آمد که با تیمار ۳۰ کیلوگرم سوپرجاذب

جدول۳- نتایج مقایسه میانگین صفات مختلف مورد ارزیابی در سطوح مختلف کاربرد سوپرجاذب کلوفونی.

میزان سوپر جاذب	شاخص سطح برگ	محتوای نسبی آب (درصد)	شاخص کلروفیل	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
شاهد	۱/۵۳ b	۷۰/۲۹ b	۲۲/۶۰ b	۲/۲۵ b	۲۰/۱۳ c	۲۱/۱۵ b	۱۰۵۹/۵ d	۴۵۵۶/۳ c	۲۲/۸۰ ab
۱۵ کیلوگرم در هکتار	۳/۹۲ a	۷۵/۱۵ ab	۲۶/۰۵ ab	۳/۶۷ ab	۲۳/۶۴ b	۲۴/۸۷ a	۱۴۷۴/۳ c	۸۴۷۵ b	۱۸/۶۵ b
۳۰ کیلوگرم در هکتار	۴/۰۹ a	۷۵/۱۸ ab	۲۷/۱۷ a	۳/۱ ab	۲۷/۴۲ a	۲۲/۶۲ b	۲۳۱۴/۸ b	۸۹۷۵ ab	۲۵/۶۷ a
۴۵ کیلوگرم در هکتار	۴/۴۶ a	۷۸/۳۴ a	۲۹/۷۹ a	۴ a	۲۸/۷۲ a	۲۴/۵۵ a	۲۷۱۸ a	۱۰۷۷۵ a	۲۵/۳۴ a

* میانگین‌های هر ستون که دارای حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول۴- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف مورد ارزیابی در شرایط دیم و کاربرد سوپر جاذب کلوفونی

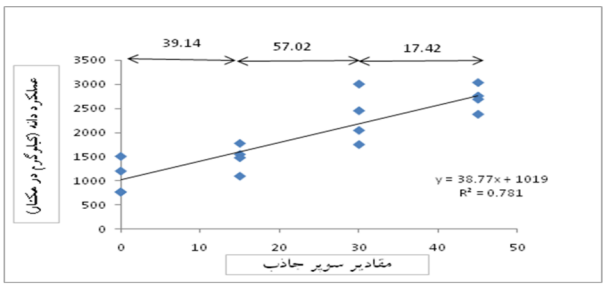
	شاخص سطح برگ	محتوای نسبی آب	شاخص کلروفیل	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی
محتوای نسبی آب	۰/۷۱۱ **	۱						
شاخص کلروفیل	۰/۷۲۹ **	۰/۸۵۷ **	۱					
تعداد پنجه بارور	۰/۶۳۷ **	۰/۶۴۲ **	۰/۷۴۵ **	۱				
تعداد دانه در سنبله	۰/۶۰۳ *	۰/۶۰۳ *	۰/۶۷۶ **	۰/۴۳۲ ns	۱			
وزن هزار دانه	-۰/۴۹۵ ns	۰/۳۲۴ ns	۰/۴۲۵ ns	۰/۵۴۰ *	۰/۳۱۸ ns	۱		
عملکرد دانه	۰/۵۹۴ *	۰/۴۹۵ ns	۰/۵۹۵ *	۰/۳۸۹ ns	۰/۸۷۵ **	۰/۳۶۷ ns	۱	
عملکرد زیستی	۰/۸۲۸ **	۰/۵۹۳ *	۰/۶۶۲ **	۰/۶۶۸ **	۰/۶۶۷ **	۰/۵۲۷ *	۰/۷۴۱ **	۱
شاخص برداشت	-۰/۰۲۳ n.s	۰/۱۴۵ ns	۰/۱۷۳ n.s	-۰/۱۵۲ ns	۰/۵۷۷ *	-۰/۰۶۹ ns	۰/۶۴۰ **	-۰/۰۲۳ ns

**، * و n.s به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن ضریب همبستگی در سطح ۱ و ۵ درصد وعدم معنی‌دار بودن ضریب همبستگی است.

اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد دانه در سنبله نیز مربوط به تیمار شاهد (۲۰/۱۳ عدد) بود. با کاربرد مقادیر ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب تعداد دانه در سنبله به ترتیب ۱۷/۴۳، ۳۶/۲۱ و ۴۲/۶۷ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول۳). تنش خشکی در مرحله ظهور سنبله بر تعداد دانه در گلچه‌ها تأثیر، و موجب کاهش تلقیح در گل‌آذین می‌گردد و این امر بر تعداد دانه تولیدی اثر می‌گذارد (Moustafa et al ۱۹۹۶.,). همچنین تنش خشکی در مرحله گرده‌افشانی باعث کاهش تعداد دانه‌های گرده فعال شده و تعداد گلچه‌های بارور کاهش می‌یابد (کاظمی اربط، ۱۳۸۶). کاربرد پلیمر سوپرجاذب با در اختیار گذاشتن آب باعث بهبود وضعیت باروری گلچه‌ها شده در نتیجه تعداد دانه در سنبله را افزایش می‌دهد. ویلسون[۲] (۲۰۰۴) نیز در گیاه لوبیا قرمز مشاهده کرد که با کاربرد پلیمرسوپرجاذب تعداد دانه در غلاف افزایش یافت. تعداد دانه درسنبله در بین اجزای عملکرد بالاترین میزان همبستگی (r=۰/۸۷۵) در سطح یک درصد را با عملکرد دانه نشان داد (جدول۳). تعداد دانه در سنبله از مهمترین اجزای عملکرد است که بیشترین تأثیر را بر تعداد دانه در واحد سطح و نهایتاً عملکرد دانه دارد (کافی و همکاران، ۱۳۸۴).بنابراین افزایش تعداد دانه در سنبله با کاربرد سوپرجاذب تأثیر زیادی بر افزایش عملکرد دانه داشته است.

نتایج تجزیه واریانس وزن هزار دانه بیانگر تأثیر معنی‌دار کاربرد سوپرجاذب بر این صفت در سطح احتمال یک درصد است (جدول۲). نتایج مقایسات میانگین حاکی از این است که بالاترین وزن هزار دانه با کاربرد ۱۵ کیلوگرم سوپرجاذب کلوفونی در هکتار با متوسط وزن ۲۴/۸۷ گرم بدست آمد که با تیمار ۴۵ کیلوگرم سوپرجاذب تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۳) و کمترین وزن هزار دانه نیز مربوط به عدم استفاده از سوپرجاذب با متوسط وزن هزار دانه ۲۱/۱۵ گرم بود که با تیمار کاربرد ۳۰ کیلوگرم سوپرجاذب کلوفونی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول۳) کاربرد ۱۵ و ۴۵ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب وزن هزار دانه را در مقایسه با شاهد به ترتیب به میزان ۱۷/۱۶ و ۱۶/۰۷ درصد افزایش داد(جدول۳). کاهش طول دوره پرشدن دانه به دلیل افزایش دمای محیطی در شرایط تنش خشکی و مواجه شدن با دمای بالای آخر فصل همگی موجب می‌گردند که گیاه نتواند فرصت کافی برای فتوسنتز جاری، حفظ دمای برگ، ذخیره کردن هیدرات کربن در ساقه، تأمین آب و مواد غذایی جهت افزایش وزن دانه داشته باشد، در نتیجه وزن دانه علیرغم پتانسیل ژنتیکی رقم نمی‌تواند به حداکثر مقدار خود برسد و هر یک از عوامل فوق به‌نحوی موجب کاهش آن می‌گردد (کوچکی و خواجه حسینی،۱۳۸۷). به نظر می‌رسد که بالاتر بودن وزن هزار دانه با کاربرد سوپرجاذب نسبت به شرایط شاهد ناشی از تأمین آب و مواد غذایی برای گیاه و همچنین افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و افزایش ظرفیت فتوسنتزی به‌واسطه کاهش پیری زودرس برگ‌ها در حین پر شدن دانه باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی تأثیر معنی‌دار سوپرجاذب بر عملکرد دانه در سطح یک درصد است (جدول۲). نتایج مقایسات میانگین نیز نشان می‌دهد که بیشترین مقدار عملکرد دانه با کاربرد ۴۵ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بدست آمد، که برابر با ۲۷۱۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول۳) و کمترین مقدار عملکرد دانه نیز در شرایط عدم استفاده از سوپرجاذب، به میزان ۱۰۵۹/۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول۳). بنابراین کاربرد ۴۵ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب کلوفونی باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۱۶۵۸/۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به شرایط شاهد شد. افزایش عملکرد دانه دارای رابطه خطی با کاربرد سوپر جاذب بود (شکل ۱) همان طور که در شکل نیز مشخص است با افزایش کاربرد سوپر جاذب میزان عملکرد دانه افزایش تقریبا خطی نشان داد. با کاربرد ۱۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب میانگین عملکرد دانه حدود ۳۹/۱۴ درصد افزایش یافت ولی با کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب میزان افزایش عملکرد نسبت به ۱۵ کیلوگرم در هکتار افزایش بیشتری نشان داد و به ۵۷/۰۲ درصد رسید. ولی با کاربرد ۴۵ کیلوگرم در هکتار این افزایش کاهش یافت و به ۱۷/۴۲ درصد رسید. احتمالاً کاربرد بیشتر سوپر جاذب موجب عملکرد بیشتری خواهد شد ولی میزان افزایش آن کمتر خواهد بود. کاهش عملکرد دانه گندم در شرایط تنش خشکی به علت کاهش سرعت فتوسنتزی و پیر شدن سریع برگ‌ها (کاهش قدرت منبع) همچنین کاهش قدرت مخزن است (Ritchie, 1990). ( ) Foulkes et al., 2002 گزارش کردند که وقوع تنش خشکی در مرحله گرده‌افشانی و بعداز آن کاهش قابل توجهی را در عملکرد دانه نسبت به شرایط بدون تنش نشان داد. افزایش عملکرد به واسطه کاربرد سوپرجاذب احتمالاً به‌خاطر افزایش تعداد پنجه بارور، افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌باشد.

همبستگی مثبت و بالای بین عملکرد دانه و عملکرد زیستی در سطح یک درصد به دست آمد (r=۰/۷۴) که می‌تواند بیانگر این مسئله باشد که افزایش عملکرد زیستی با افزایش عملکرد دانه همسو بوده



شکل ۱- رابطه بین میزان کاربرد سوپر جاذب و عملکرد دانه در شرایط دیم
(اعداد بالای نمودار نشان دهنده درصد افزایش میانگین عملکرد دانه نسبت به مقدار پائین تر را نشان می‌دهد)

که این مسئله در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است. کاربرد سوپر جاذب با افزایش فتوسنتز و سطح برگ موجب افزایش قدرت منبع شده و موجب افزایش عملکرد دانه و زیستی شده است. که نتایج تجزیه واریانس ومقایسات میانگین نشان دهنده تاثیر معنی دار کاربرد سوپر جاذب بر عملکرد زیستی است (جدول ۲ و۳). بالاترین عملکردزیستی با کاربرد ۴۵ کیلوگرم سوپرجاذب درهکتار بدست‌آمد که با تیمار۳۰ کیلوگرم سوپرجاذب اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول۳) وکمترین مقدار عملکرد زیستی نیز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول۳). بقایی (۱۳۸۳) افت معنی‌دار عملکرد زیستی در اثر تنش خشکی را گزارش کرده و دلیل آن را پیری و ریزش برگ‌های گیاه عنوان کرد. کاهش سطح فتوسنتز کننده و همچنین کاهش میزان فتوسنتز بر اثر تنش خشکی باعث کاهش تجمع ماده خشک، و کاهش تجمع ماده خشک باعث کاهش عملکرد زیستی در پایان دوره رشد گیاه می‌شود (Simanne et al., 1993). به نظر می‌رسد پلیمر سوپرجاذب با توسعه‌ی بیشتر اندام‌های رویشی از طریق قرار دادن آب کافی در اختیار ریشه گیاه، و افزایش انتقال مواد از خاک توسط گیاه و همچنین با افزایش کارایی فتوسنتزی برگ‌ها از طریق افزایش سطح برگ و میزان فتوسنتز باعث تجمع بیشتر ماده خشک و عملکرد زیستی در گیاه شد. نتایج تجزیه واریانس صفت شاخص برداشت نشان دهنده تأثیر معنی‌دار میزان سوپرجاذب بر این صفت در سطح آماری پنج درصد است (جدول۲). نتایج مقایسات میانگین سوپرجاذب نیز حاکی از این است که بیشترین مقدار شاخص برداشت مربوط به تیمار۳۰ کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار بدست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد و۴۵ کیلوگرم سوپرجاذب اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار آن با کاربرد ۱۵کیلوگرم سوپرجاذب کلوفونی در هکتار بدست آمد (جدول۳). نتایج تحقیقات نشان داد که در شرایط تنش و کمبود آب قابل دسترس گیاه، انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی کاهش و در نهایت اجزای عملکرد نیز کاهش می‌یابد، در واقع با کاهش این اجزا میزان شاخص برداشت نیز کاهش می‌یابد (Turk et al., 1986). الله دادی و همکاران (۱۳۸۴)، معتقدند با دسترسی بهتر گیاه به آب و مواد غذایی توسط سوپرجاذب میزان هر دو صفت (عملکرد دانه و عملکرد زیستی) افزایش یافته و در نهایت میزان شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد پلیمر سوپرجاذب با فراهم نمودن رطوبت لازم برای گیاه در طی پر شدن دانه سبب افزایش عملکرد دانه و در نتیجه افزایش شاخص‌برداشت می‌شود. شاخص برداشت با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد (جدول۴) که این همبستگی نشان دهنده تأثیر مثبت عملکرد دانه بر شاخص برداشت است و با افزایش بیشتر عملکرد دانه در شرایط کاربرد سوپر جاذب نسبت به عملکرد زیستی موجب افزایش شاخص برداشت شده است. به طور کلی نتایج نشان داد که کاربرد سوپر جاذب کلوفونی با قرار دادن بهتر آب در اختیار گیاه باعث افزایش قدرت منبع و مخزن شده و در نهایت عملکرد دانه را افزایش می‌دهد.

پاورقی ها

1. Harvy
2. Wilson

منابع مورد استفاده

۱. آمارنامه جهاد کشاورزی. ۱۳۸۸. قابل دسترسی در سایت www.agri-jahad.ir

۲. الله دادی، ا. قمصری ، ب. م. اکبری، غ. ع. و ظهور مهر، م. ج. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر مقادیر مختلف پلیمر A200 و سطوح مختلف آبیاری بر رشد و عملکرد ذرت علوفه‌ای. سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپرجاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران. تهران.

۳. الله دادی، ا. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر کاربرد هیدروژل‌های سوپرجاذب بر کاهش تنش خشکی در گیاهان. مجموعه مقالات دومین دوره تخصصی- آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپرجاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.

۴. بانج سفیعی، ش. ۱۳۸۱. تأثیر پلیمرسوپرجاذب بر افزایش رطوبت خاک، بازدهی کود، رشد و استقرار گیاه پانیکوم. دومین دوره تخصصی آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپرجاذب. پژوهشگاه پتروشیمی و پلیمر ایران.تهران.

۵. بقایی، ن. ۱۳۸۳. بررسی اثرات تنش کمبود آب در مراحل مختلف نمو بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.

۶. روشن، ب. ۱۳۸۱ . تأثیر مصرف سوپرجاذب بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، دومین دوره تخصصی- آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپرجاذب . پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران. تهران.

۷. فاضلی رستم پور، م. یارنیا، م. رحیم زاده خوئی، ف. ثقه الاسلامی، م. و موسوی، س.غ.ر. ۱۳۹۰. اثر تنش خشکی و سوپرجاذب بر عملکرد و بازده مصرف آب سورگوم علوفه‌ای رقم اسپید فید. اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار. دانشگاه پیام نور استان خوزستان.

۸. فرجام، س. جعفرزاده، م. و توشیح، وفا. ۱۳۸۶. بررسی اثرات سوپرجاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم تلقیح شده با باکتری مزوریزوبیوم. دهمین کنگره علوم خاک ایران. کرج.

۹. کاظمی اربط، ح. ۱۳۸۶. زراعت خصوصی.انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران. ۳۱۵ صفحه.

۱۰. کافی، م. برزوئی، ا. صالحی، م. کمندی، ع. معصومی، ع. نباتی، ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۰۲ صفحه.

۱۱. کریمی، ا. ۱۳۸۰. بررسی اثر ماده اصلاحی سوپرجاذب آب بر مصرف آب و رشد گیاه آفتابگردان. مجله بیابان. سال ۶، شماره۱، ص ۳۴-۱۹.

۱۲. کریمی،ا. و نادری، م . ۱۳۸۶. بررسی اثرات کاربرد پلیمر سوپرجاذب

بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت علوفه‌ای در خاک‌های با بافت مختلف. مجله پژوهش کشاورزی. سال ۷، شماره۳، ص ۱۹۷-۱۸۷.
۱۳. کوچکی، ع. و خواجه حسینی، م. ۱۳۸۷. زراعت نوین. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۷۱۲ صفحه.

14. Alonso ،R. Elvira ،S. Castillo ،F. J. and Gimeno ،B. S. (2001). Interactive effects of ozone and drought stress on pigments and activities of antioxidative enzymes in Pinus halepensis. *Plant Cell Environ* ،Vol۲۴ .. pp: 905-916.
15. Barrs ،H. D. 1968. Determination of water deficits in plant tissues. In: T. T. Kozolvski (Ed.) ،*Water Deficits and Plant Growth* ،Vol۱ .. pp: 235-368. Academic Press ،New Delhi.
16. Donald, C. M., and J. Hamblin. 1976. Adv. Agron. 28:361-405.
17. Food and Agriculture Organization. 2010. http:\\faostat.fao.org.
18. Foulkes, M.J., R. Sylvester-Bradley, and R.K. Scott. (2002). The ability of wheat cultivars to withstand UK drought: formation of grain yield. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 138: 153-169.
19. Fry ،J. D. and Butler ،J. D. (1989). Water management during tall fescue establishment. *Hort Science* ،Vol ،۲۴ ،No۱ .. pp: 79-81.
20. Gooding, M.J., R.H. Ellis, P.R. Shewry and J.D. Schofield. (2003). Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Science*. 37: 295-309.
21. Greenway, H. (1973). Salinity: Plant growth. J. Aust. Agric. Sci. 39:24-34.
22. Guttieri ،M. J., Stark J. C., O'Brien ،K. and Souza،E. (2001). Relative sensitivity of spring wheat gain yield and quality parameters to moisture deficit. *Crop Science*،Vol. ۴۱.pp: 327-335.
23. Harvy ،j . (2000). Use of hydrogels to reduce leaf loos haster root. *Establishment forest research* ،Vol ۴۵. .PP: 220-228.
24. Huang ،B. (2000). Role of morphological and physiological characteristic in drought resistance of plants. In: Proceedings of Willkinson ،(Eds) *Plant Environmental interaction*. Marcel dekker inc. New York. pp: 39-64.
25. Johnson ،M. S. and Leah ،R.T. (1990). Effects of Superabsorbent Polyacrylamides on efficiency of Water use by Crop Seedlings. *J.Sci. Food Agr*،Vol۵۲.. pp: 431-434.
26. Joshi ،V.R. Paschal ،Y.C. and Mutanal ،S.M. (1998) .Effect of hydrophilic polymer on the germinationand seedling growth of rabi sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Moench. *Journal of Agricultural Science*،Vol۱۱.. pp: 216-219.
27. Kirby, E. M. (1988). Analysis of leaf; stem and ear growth in wheat from terminal spikelet stage to anthesis. *Field Crop Res*. 18: 127-140.
28. Kraus ،T. E. McKersie ،B. D. and Flecher ،R. A. (1995). Paclobutrazon induced tolerance of wheat leaves to paraquat may involve antioxidant enzyme activity. *J Plant Physiol*، Vol۱۴۵.. pp: 570-576.
29. Levitt ،J. (1980). Stress terminology. In: N.C. Tuner & P. J. Kramer. (eds) ،Adaptation of plants to water and hight tempreture stress. *Willey,New York*. pp: 437-439.
30. Moran ،J. F. Becana ،M. Iturbe-Ormaetxe ،I. Frechilla ،S. Klucas ،R. V. and Aparicio-Tejo ،P. (1994). Drought induces oxidative stress in pea plants ،*Planta* ،Vol۱۹۴.. pp: 346-352.
31. Moustafa ،M. A. Boersma ،L. and Kron stad ،W. E. (1996). Response of four spring wheat cultivar to drought stress. *Crop. Sci* ،Vol۳۶ .. pp: 982-986.
32. Neg ،T. Hori ،N. and Takemure ،A. (2004). Swelling behavior of chitosan/ poly (acrylic acid) complex. *Journal of Applied Polymer Science* ،Vol۹۲ .. pp: 2930-2940.
33. Orts, B. (2007). Super Slurper. From Laboratory Bench to Library Shelf. In. *Water Enviroment federation* ،Vol ،۱۹ ،No، ۳.
34. Peterson, D.(2002). Hydrophilic Polymers- Effect and uses in the landscape. *Horticulture Science*۷۵ ..
35. Ritchie, S. W., H. T. Hguyaa and A. S. Holaday. (1990). Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Sci*. 30: 105-111.
36. Savin, R., P. J. Stone , and M. E. Nicolas. (1996). Responses of grain barley to short period of high temperature in field studies using portable chamber. 47:465-477.
37. Simanne ،B. Struk ،P. C. Nachit ،M. M. and Peacock ،J. M. (1993). Ontogenetic analysis of yield component and yield stability of durum wheat in water limited environments. *Euphytica* ،Vol۷۱ .. pp: 211-219.
38. Taylor ،K. C. and Halfacre ،R.G. (1986). The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to Ligustrum Lucidum. *Horticultural Science* ،Vol ۲۱.. pp: 1159-1161.
39. Turk ،K. J. Hall ،A. E. and Asbell ،G. W. (1981). Drought adaption of cow pea. I. influence of drought on seed yield. *Agron. J* ،Vol۷۲ .. pp: 413-420.
40. Watson, D. J. 1947. Ann. Bot. n.s. 11:41- 76.
41. Wilson ،R. (2004). The Arbortum at flag staff extention Bulletin. pp: 91-99.
42. Wu ،L. Liu ،R. and Liang ،R. (2007). Preparation and Properties of a double – coated slow. *Bioresource Technology*. doi،Vol۱۰.. p: 1016.
43. Yang ،Y. M. Watanabe ،X. Zhang ،J. Zhang،Q. Wang ،and S. Hayashi. (2006). Optimizing irrigation management for wheat to reduce groundwater depletion in the piedmont region of the Taihang Mountains in the North China Plain. *Agricultural Water Management*،Vol۸۲ .. Pp:25- 44.