

بررسی تأثیر هیدروژل‌های سوپر جاذب بر روی عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays L.*) تحت شرایط تنش خشکی

شاپور کوهستانی^۱، ناصر عسکری^۲ و کبری مقصودی^{۳*}

چکیده

تنش خشکی، یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی غیر زنده، نقش مؤثری در کاهش تولید محصولات زراعی در جهان دارد. هیدروژل‌های سوپر جاذب، به عنوان پلیمرهای به شدت آبدوست برای کاهش اثرات مضر تنش خشکی شناخته شده‌اند. بنابراین به منظور بررسی تأثیر کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب در کاهش اثرات سوء ناشی از تنش خشکی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در اراضی مجتمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی جیرفت اجرا شد. تنش خشکی به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح ۱۰۰٪ نیاز آبی (بدون تنش)، ۷۵٪ نیاز آبی (تنش خشکی ملایم) و ۵۰٪ نیاز آبی (تنش خشکی شدید) در کرت‌های اصلی و هیدروژل‌های سوپر جاذب به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح صفر، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تنش خشکی عملکرد دانه، اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیکی را کاهش داد و این کاهش در خشکی ۵۰ درصد نیاز آبی شدیدتر بود. در مقابل، هیدروژل‌های سوپر جاذب خصوصاً در سطح ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار این پارامترها را بهبود بخشیدند. هیدروژل‌های سوپر جاذب باعث بهبود تعداد ردیف در بلال فقط تحت شرایط تنش خشکی شد. در حالی که عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف را تحت هر دو شرایط تنش و غیر تنش بهبود بخشید. بنابراین، می‌توان احتمال داد که کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای را تحت شرایط تنش از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش شستشوی مواد غذایی، رشد سریع و مطلوب ریشه و هوادهی بهتر در خاک بهبود می‌بخشد.

واژه‌های کلیدی: هیدروژل‌های سوپر جاذب، تنش خشکی، ذرت دانه‌ای و جیرفت.

ارجاع: کوهستانی ش. عسکری ن. و مقصودی ک. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر هیدروژل‌های سوپر جاذب بر روی عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays L.*) تحت شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش آب ایران. ۳ (۵): ۷۱-۷۸.

۱- مربی مجتمع آموزش عالی کشاورزی جیرفت - دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- مربی مجتمع آموزش عالی کشاورزی جیرفت - دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- کارشناس ارشد زراعت - دانشگاه شهید باهنر کرمان

*نویسنده مسئول: k_maghsoudi1982@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۶/۰۷

مقدمه

تنش خشکی مهمترین عاملی است که در بیشتر مراحل رشد گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک با ایجاد محدودیت در رشد، دستیابی به عملکرد بالا را دشوار می‌سازد و کاهش رشد در اثر کم آبی به مراتب بیشتر از سایر تنش‌های محیطی است (لیبو و همکاران ۲۰۰۵). در ایران نیز خشکی یکی از مهم‌ترین موانع برای تولید موفق محصولات زراعی محسوب می‌شود به طوری که با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در سال جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان طبقه‌بندی می‌شود (سرمدنیا، ۱۳۷۲). بنابراین استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی نقش مهمی در حیات بشر دارد. از این‌رو توجه به نقش مدیریتی کاربرد برخی از مواد افزودنی اصلاح کننده نظیر هیدروژل‌های سوپر جاذب به منظور استفاده بهینه از آب در کشاورزی، برای افزایش عملکرد محصولات زراعی تحت شرایط تنش خشکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب برای افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، سال‌ها است که در دنیا در سطح تجاری مورد استفاده قرار گرفته است. در ایران نیز به تازگی توجه برخی محققین، به این موضوع معطوف شده، در این زمینه تحقیقاتی نیز صورت گرفته است (سالار و همکاران ۱۳۸۴: طلایی و اسدزاده ۱۳۸۴: کریمی ۱۳۸۰: موسوی‌نیا و عطاپور ۱۳۸۴).

هیدروژل‌های سوپر جاذب پلیمرهایی به شدت آب‌دوست هستند که ضمن برخورداری از سرعت و ظرفیت زیاد جذب آب، در موقع نیاز ریشه، به راحتی آب و مواد غذایی محلول در آن را در اختیار ریشه گیاه قرار می‌دهند. همچنین پلیمرهای سوپر جاذب ضمن بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های سبک، می‌توانند مشکل نفوذپذیری خاک‌های سنگین و مشکل شستن کودها را نیز مرتفع سازند (عسگری و همکاران ۱۹۹۴). سوپر جاذب‌ها از آنجا که با جذب سریع آب به میزان صدها برابر وزن خود، به ژلی با دوام زیاد تبدیل می‌شوند در کشاورزی، فضای سبز، کنترل فرسایش خاک و کویرزدایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. جذب سریع آب و حفظ آن به وسیله سوپر جاذب‌ها، بازده جذب آب ناشی از بارندگی‌های پراکنده را بالا برده، در صورت آبیاری خاک، فواصل آبیاری را افزایش می‌دهند (الله‌دادی ۲۰۰۲). مقدار این افزایش به شرایط فیزیکی خاک، آب و هوای منطقه و میزان مصرف سوپر جاذب در خاک، بستگی دارد. با توجه به pH نزدیک به خنثی سوپر جاذب‌ها، اثر سوء بر خاک نداشته، سمی برای

خاک محسوب نمی‌شوند. همچنین پس از ۴-۷ سال، بسته به نوع آن و ترکیب خاک، توسط میکروارگانیسم‌ها از بین می‌روند و آلودگی زیست محیطی ایجاد نمی‌کنند. علاوه بر نگهداری آب، سوپر جاذب‌ها به علت تغییر حجم مداوم (انبساط به هنگام تورم و انقباض به هنگام از دست دادن آب) میزان هوا را در خاک افزایش می‌دهند (کبیری ۱۳۸۴). از جمله مزایای سوپر جاذب‌ها به افزایش ظرفیت حفظ آب و مواد غذایی برای مدت طولانی، کاهش تعداد دفعات آبیاری، مصرف یکنواخت آب برای گیاهان، رشد سریع‌تر و مطلوب‌تر ریشه، کاهش شستشوی آب و مواد غذایی موجود در خاک، کاهش هزینه آبیاری، مصرف بهینه کودهای شیمیایی، هوادهی بهتر در خاک، امکان کاشت در مناطق بیابانی و سطوح شیب‌دار، افزایش فعالیت و تکثیر قارچ‌های میکوریزا، ثبات و اثر طولانی سوپر جاذب و تقویت حالت تخلخل و ثبات ساختار خاک اشاره شده است (پرنیازپور و همکاران ۱۳۸۶: گگی ۱۹۹۹).

کوپایی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که کاربرد پلیمر PR3005A به میزان ۸ گرم در هر کیلوگرم خاک با بافت لومی، سبب سه برابر افزایش رطوبت خاک در مقایسه با شاهد شده است. چاپیور (۲۰۰۰) با ارزیابی اثر ۵ پلیمر سوپر جاذب در بافت‌های مختلف خاک، دریافت که پلیمرهای سوپر جاذب، بسته به مقادیر سطح استفاده شده از آن‌ها، درصد حجم رطوبت خاک را تا چند برابر افزایش داده‌اند.

خلیل‌پور (۲۰۰۱) گزارش کرده است که پلیمر BT53 با افزایش قدرت نگهداری آب در خاک و ایجاد چسبندگی و کاهش فرسایش سطحی خاک، سبب حفظ خاک و افزایش درصد گیرایی گیاهان در خاک‌های در معرض خطر فرسایش شده است. نتایج ارزیابی تأثیر مصرف پلیمرهای سوپر جاذب بر روی گیاه سویا نشان داد که کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم سوپر جاذب، سبب افزایش وزن هزار دانه و درصد روغن در این گیاه شده است (الله‌دادی و همکاران ۱۳۸۴ b). بهبهانی و همکاران (۱۳۸۴) نیز گزارش کرده‌اند که مصرف پلیمرهای سوپر جاذب در مزرعه خیار سبب ۹۴ درصد افزایش در ذخیره‌سازی عناصر غذایی کاتیون در بستر خاک شده است. تأثیر مثبت پلیمرهای سوپر جاذب بر کاهش اثرات سوء ناشی از تنش خشکی بر روی زیتون (طلایی و اسدزاده، ۱۳۸۴)، گیاه چمن (موسوی‌نیا و عطاپور، ۱۳۸۴)، خربزه (سالار و همکاران ۱۳۸۴) و آفتابگردان (کریمی ۱۳۸۰) گزارش شده است.

شامل شخم پاییزه و دو دیسک بهاره عمود بر هم و تسطیح زمین به وسیله لولر بود و کودپاشی براساس آزمون خاک به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم کود اوره، ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم کود سولفات دو پتاس در هکتار انجام شد. مبارزه با علفهای هرز نیز قبل و بعد از سبز شدن (به ترتیب علفکش آترازین و سیانازین) انجام شد. برای اندازه‌گیری دقیق میزان آب مصرف شده از سیستم آبیاری قطره‌ای و کنتورهای حجمی استفاده شد.

مصرف پلیمرهای سوپر جاذب با توجه به مقادیر موردنظر در هر کرت، براساس ابعاد کرت (۴ ردیف به طول ۶ متر و فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر) و تیمار آزمایشی (صفر، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب)، محاسبه و در عمق ۳۰-۲۵ سانتی‌متر ردیف کاشت به صورت نواری استفاده شد. آبیاری اول بسیار سنگین انجام شد تا مواد سوپر جاذب حداکثر افزایش حجم را پیدا کنند. اندازه‌گیری نیاز آبی گیاه به منظور اعمال تنش خشکی، با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A بصورت روزانه محاسبه گردید. به طوری که میزان تبخیر از سطح تشتک تبخیر اندازه‌گیری و در ضریب مربوطه ضرب شد و میزان تبخیر و تعرق پایه گیاه بدست آمد ($ET_0 = K_p \times E_{pan}$). سپس تبخیر و تعرق پایه گیاه (ET_0) در فاکتور گیاهی (K_c) مربوطه هر مرحله ضرب و آب مصرفی محاسبه گردید ($ET_c = ET_0 \times K_c$) و سپس آب مصرفی محاسبه شده از طریق کنتورهای حجمی در اختیار گیاه قرار گرفت. اعمال تیمار تنش خشکی بعد از سبز شدن و استقرار کامل بوته انجام شد. کشت به صورت هیرم‌کاری انجام شد و عمل تنک کردن در مرحله چهار برگی با دست انجام شد. وجین علفهای هرز در چند نوبت بسته به نیاز انجام گرفت. یادداشت برداری‌ها شامل تاریخ کاشت، تاریخ سبز شدن و میزان آب مصرف شده انجام شد. در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی تعداد ده بوته از دو خط میانی برای بررسی و اندازه‌گیری تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و وزن هزار دانه برداشت شد. برای تعیین عملکرد دانه ذرت از دو خط وسط پس از حذف نیم متر از بالا و پایین کرت، برداشت انجام شد. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد.

الله‌دادی و همکاران (۱۳۸۴a) در بررسی تأثیر پلیمر SuperABA100 بر خصوصیات رشد و کارایی مصرف آب در ذرت علوفه‌ای دریافتند که مصرف پلیمر سوپر جاذب، اثرات مثبتی بر روی صفات مورد بررسی و همچنین ارتفاع بوته و تجمع ماده خشک در گیاه داشته است. در زمینه کاربرد سوپر جاذب‌ها در کشاورزی، با آن که در دنیا تحقیقات زیادی انجام شده است، اما نتایج آنها (به دلیل تفاوت در شرایط اقلیمی، خاک، آب و گونه‌های گیاهی) قابل تعمیم به شرایط و گیاهان ایران نیست و انجام تحقیقات میدانی در ایران ضرورت دارد. به همین دلیل هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب در کاهش اثرات سوء ناشی از تنش خشکی بر روی گیاه ذرت است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تحت شرایط تنش خشکی آزمایشی در سال ۱۳۸۷ در اراضی مجتمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی جیرفت انجام شد. عرض جغرافیایی منطقه ۲۸ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۷ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۶۰۱ متر است.

بر اساس نتایج تجزیه خاک، بافت خاک مزرعه لومی شنی است. هدایت الکتریکی ۹/۹ میکروموس بر سانتی‌متر و pH آن حدود ۸ است. حداکثر میزان بارندگی منطقه ۸/۹ میلی‌متر و میانگین گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال به ترتیب ۴۸ و ۰/۸ درجه سانتی‌گراد است. این آزمایش به صورت طرح بلوک‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تنش خشکی به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح ۱۰۰٪، ۵۰٪ نیاز آبی (بدون تنش)، ۷۵٪ نیاز آبی (تنش خشکی ملایم) و ۵۰٪ نیاز آبی (تنش خشکی شدید) در کرت‌های اصلی و هیدروژل‌های سوپر جاذب به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح صفر، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. هیدروژل سوپر جاذب نوع A 200 که به صورت دانه‌های سفید درشت با رطوبت ۳-۵ درصد، چگالی ۱/۵-۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، pH حدود ۶-۷، ظرفیت عملی جذب آب مقطر ۲۲۰ گرم بر گرم و ظرفیت عملی جذب آب شهر ۱۹۰ گرم بر گرم بود که از شرکت رهاب رزین تهیه و در آزمایش استفاده شد. تهیه زمین

نتایج و بحث

(تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و وزن هزاردانه) و عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار بود (جدول ۱).

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد در شرایط تنش خشکی و بدون تنش در مزرعه نشان داد که اثر خشکی و هیدروژل‌های سوپر جاذب بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد ذرت دانه‌ای در تیمارهای هیدروژل‌های سوپر جاذب و تنش خشکی.

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه (g)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	عملکرد دانه (ton/ha)	عملکرد بیولوژیکی (ton/ha)
خشکی	۲	۲۴۲/۹۷*	۱۳۱/۴۸**	۷/۵۲*	۵۲/۱۹*	۱۲۲۴/۰۲**
خطای a	۴	۱۴/۶۷	۰/۶۵	۰/۴۸	۵/۵۲	۴۰/۲۶
هیدروژل‌های سوپر جاذب	۲	۳۴۷/۰۴*	۳۴۴*	۷/۵۹*	۴۷/۶۰**	۱۳۲۲/۴۸**
خشکی × هیدروژل‌های سوپر جاذب	۴	۱۴۶۰/۹۵ ^{n.s}	۶/۰۰**	۲/۴۶ ^{n.s}	۶/۸۳*	۸۹/۱۵ ^{n.s}
خطای b	۱۲	۱۶۲/۸۴	۱/۱۸	۲/۲۳	۲/۹۳	۱۸۰/۴۶

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و ^{n.s}: غیر معنی‌دار.

خشکی ملایم و شدید به ترتیب ۸ و ۱۶/۲۹ درصد کاهش نشان داد (شکل ۱e). در مقابل کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب سبب افزایش کلیه پارامترها شد. کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار وزن هزار دانه را به ترتیب ۴/۶۱ و ۷/۶۴ درصد نسبت به شرایط عدم مصرف آن افزایش داد (شکل ۲a).

بین سطح مختلف سوپر جاذب از نظر تعداد دانه در ردیف اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. به طوری که مصرف ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم سوپر جاذب سبب ۳۷/۶۳ و ۴۸/۸۳ درصد افزایش تعداد دانه در ردیف شد (شکل ۲b). اگرچه کاربرد سوپر جاذب در سطح پایین تأثیری در تعداد ردیف در بلال نداشت اما سطح بالا باعث افزایش ۱۵/۶۷ درصدی این صفت شد (شکل ۲c).

کاربرد هر دو سطح بالا و پایین سوپر جاذب به طور معنی‌داری به ترتیب سبب افزایش ۲۲/۷۱ و ۳۲/۸۲ درصد عملکرد دانه نسبت به شاهد (عدم مصرف) شد (شکل ۲d). بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیکی مربوط به مصرف ۳۰۰ کیلوگرم سوپر جاذب بود که از این نظر اختلاف معنی‌داری با تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نداشت. اما در عین حال به طور معنی‌داری سبب افزایش ۱۷/۳۹ درصد عملکرد بیولوژیکی نسبت به شاهد شد (شکل ۲e).

الله‌دادی و همکاران (۱۳۸۴) نیز گزارش دادند که با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب، عملکرد ذرت علوفه‌ای به طور معنی‌داری افزایش یافت. مقادیر بالای سوپر

تنش خشکی کلیه پارامترهای اندازه‌گیری شده را کاهش داد. وزن هزار دانه در هر دو سطح خشکی ۷۵ و ۵۰٪ نیاز آبی به ترتیب ۸ و ۱۷/۲۰ درصد کاهش یافت (شکل ۱a). خشکی همچنین سبب کاهش ۵/۰۶ و ۲۱/۰۱ درصدی تعداد دانه در ردیف شد. اما بین تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵٪ نیاز آبی در این صفت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در حالی که با تیمار ۵۰٪ اختلاف آماری معنی‌داری نشان داد (شکل ۱b). تعداد ردیف در بلال تحت شرایط خشکی ۵۰ و ۷۵٪ نیاز آبی به میزان ۶/۳۷ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۱c). بین سطوح مختلف خشکی از نظر عملکرد دانه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد. به طوری که تنش خشکی ملایم و شدید به ترتیب ۲۱/۲۵ و ۴۳/۱۶ درصد عملکرد دانه را کاهش دادند (شکل ۱d). وستایج و بویر (۱۹۹۸) نیز دریافتند که کاهش عملکرد دانه ذرت در شرایط تنش خشکی به علت کاهش در وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف است. العمران و همکاران (۲۰۰۰) گزارش دادند که با افزایش سطح آبیاری عملکرد ذرت افزایش یافت. بالاتر بودن عملکرد دانه در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی می‌تواند به علت کاهش فاصله بین گرده‌افشانی و کاکل‌دهی و افزایش در صد باروری باشد (وستایج و بویر، ۱۹۹۸؛ فاطمی و همکاران، ۱۳۸۵). در شرایط تنش خشکی آسیب دیدن دانه گرده و کافی نبودن دانه گرده در خلال خروج کاکل یکی از علل افت عملکرد دانه است (هال و همکاران، ۱۹۹۷). عملکرد بیولوژیکی نیز تحت تأثیر تنش

جدول ۲- ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد تحت شرایط تنش و غیر تنش در ذرت دانه‌ای.

عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد	
		تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال
تعداد ردیف در بلال	۱	۱	۱
تعداد دانه در ردیف	۰/۳۶*	۱	۰/۳۶*
وزن هزار دانه	۱	۰/۵۷*	۰/۴۵*
عملکرد دانه	۰/۷۰**	۰/۵۳*	۰/۶۳**

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و ns: غیر معنی‌دار.

نتایج حاصل از اثر متقابل بین تنش خشکی و هیدروژل‌های سوپر جاذب بیانگر آن است که کاربرد سوپر جاذب تعداد ردیف در بلال را فقط در شرایط تنش خشکی افزایش داد. درحالی‌که وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و عملکرد بیولوژیکی را تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش بهبود بخشید (جدول ۳). عملکرد دانه در هر دو سطح سوپر جاذب (۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط تنش خشکی و به میزان کمتر تحت شرایط بدون تنش بهبود یافت (جدول ۳). در شرایط عدم تنش خشکی، سوپر جاذب عملکرد دانه را از طریق افزایش مواد غذایی برای مدت طولانی، رشد سریع‌تر و مطلوب‌تر ریشه با ذخیره مواد غذایی و کاهش شستشو مواد غذایی موجود در خاک بهبود بخشید (گگی، ۱۹۹۹). تأثیر مثبت پلیمرهای سوپر جاذب بر کاهش اثرات سوء ناشی از تنش خشکی بر روی زیتون (طلایی و اسدزاده، ۱۳۸۴)، گیاه چمن (موسوی‌نیا و عطاپور، ۱۳۸۴)، خربزه (سالار و همکاران، ۱۳۸۴)، آفتابگردان (کریمی، ۱۳۸۰)، گوجه فرنگی (سانلییانگ و همکاران، ۱۹۹۶)، ارزن (بانج شفیع، ۱۳۸۱)، کتان (کیخایی، ۱۳۸۱) و سورگوم (جوشی و همکاران، ۱۹۹۸) نیز گزارش شده است. با افزایش شدت تنش خشکی تأثیر هیدروژل‌های سوپر جاذب بر افزایش عملکرد دانه بیشتر بود. به طوری‌که بالاترین عملکرد دانه از مصرف آب معادل ۱۰۰٪ نیاز آبی و کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم پلیمر سوپر جاذب در هکتار (۱۱/۹۹ تن در هکتار) و کمترین میزان عملکرد دانه ذرت از مصرف ۵۰٪ نیاز آبی و عدم کاربرد مواد پلیمر سوپر جاذب (۶/۸۵ تن در هکتار) به دست آمد. در تیمار نیاز آبی ۱۰۰٪ (عدم تنش خشکی)، تفاوت عملکرد دانه در مصرف ۳۰۰ کیلوگرم پلیمر سوپر جاذب با عدم مصرف آن حدود ۲/۵۰ تن در

جاذب به خصوص در خاک‌های شنی می‌تواند باعث بالا رفتن میزان آب قابل دسترس گیاه شده و با جذب آب در هنگام آبیاری و آزاد کردن تدریجی آب جذب شده، موجب افزایش کارایی مصرف آب آبیاری شود. در کل خاک‌های شن لومی به دلیل نگهداری آب کم‌تر، پاسخ بهتری نسبت به خاک رسی در برابر کاربرد ماده سوپر جاذب نشان داده، در نتیجه میزان کاربرد آن در خاک‌های شن لومی بیشتر از خاک‌های لوم رسی است (الله‌دادی و همکاران، ۱۳۸۴) بنابراین با توجه به بافت شن لومی (نسبتاً سبک) خاک مزرعه آزمایشی در این تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب سبب افزایش آب قابل استفاده در ذرت شده است و ارتباط مستقیمی که بین عملکرد دانه با رطوبت خاک وجود دارد، عاملی برای افزایش عملکرد دانه در این آزمایش در تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم هیدروژل شده است. افزایش عملکرد محصولات زراعی در اثر کاربرد مواد سوپر جاذب می‌تواند به دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی برای مدت طولانی در خاک، کاهش شستشوی مواد غذایی، رشد سریع و مطلوب ریشه با ذخیره مواد غذایی و هوادهی بهتر در خاک باشد (پرینازپور و همکاران، ۱۳۸۶). با توجه به اینکه ماده سوپر جاذب نقش تغذیه‌ای ندارد، افزایش رشد و عملکرد حاصله، در اثر بهبود شرایط فیزیکی خاک است. در شرایط تهویه و آب فراهم مناسب، میزان رشد گیاه افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که ترکیبات محلول در آب با وزن مولکولی کم، نظیر عناصر غذایی می‌توانند جذب این ماده شوند و با آزاد شدن تدریجی، جذب ریشه گیاه شوند (کریمی و نادری، ۱۳۸۶).

همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری بین عملکرد و اجزای عملکرد مشاهده شد. به طوری‌که تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه به ترتیب همبستگی‌های ۰/۵۳، ۰/۶۳ و ۰/۷۰ با عملکرد دانه داشتند (جدول ۲). این همبستگی‌ها توسط وستایج و بویر (۱۹۹۸) نیز گزارش شده است. بر اساس همبستگی‌های مشاهده شده، کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی می‌تواند ناشی از کاهش اجزای عملکرد تحت این شرایط باشد. در مقابل، افزایش عملکرد دانه ناشی از کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب نیز متأثر از افزایش اجزای عملکرد در این تیمارها است.

کاهش اثرات سوء ناشی از تنش خشکی مؤثر باشد. با توجه به نتایج مثبت به دست آمده از کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب در این تحقیق می‌توان پیشنهاد داد که امکان استفاده بهینه از آب و افزایش عملکرد در نتیجه کاربرد سوپر جاذب‌ها وجود دارد. بنابراین لازم است مطالعاتی در زمینه بررسی امکان اقتصادی کاربرد این ماده در کشاورزی انجام شود.

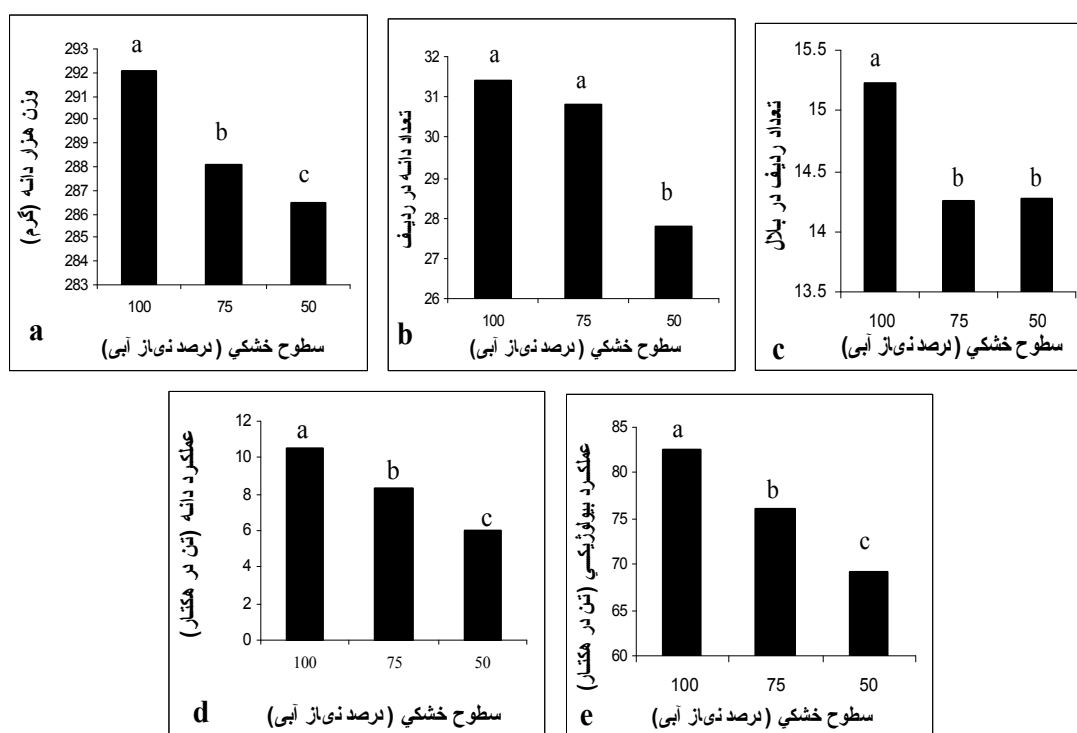
هکتار بود. در حالی که تفاوت عملکرد در تیمار نیاز آبی ۵۰٪ در شرایط مصرف ۳۰۰ کیلوگرم پلیمر سوپر جاذب نسبت به شرایط عدم مصرف آن ۲/۹۳ تن در هکتار بود.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت اثر پلیمرهای سوپر جاذب در رطوبت‌های پایین‌تر محسوس‌تر است. کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب در خاک باعث افزایش عملکرد گیاه و صرفه‌جویی در میزان مصرف آب می‌شود. در نتیجه کاربرد این ماده در مناطق کم‌آب‌تر می‌تواند در افزایش عملکرد و

جدول ۳- اثر خشکی و هیدروژل‌های سوپر جاذب بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای.

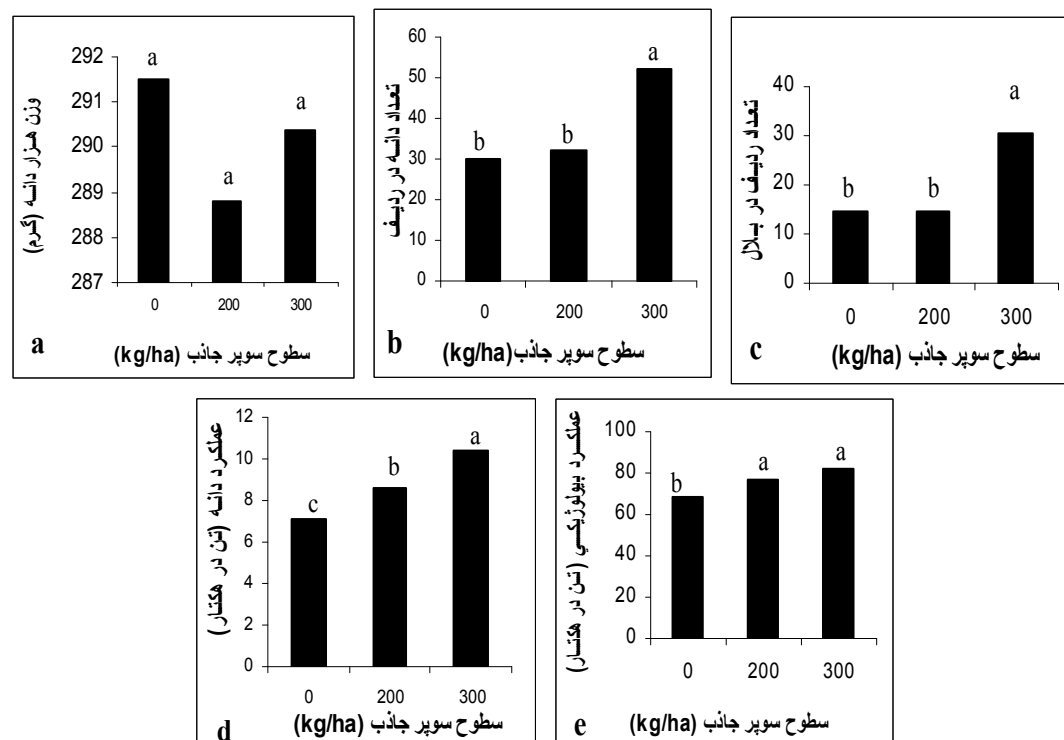
نیاز آبی (%)	سوپر جاذب (kg/ha)	وزن هزار دانه (gr)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	عملکرد دانه (ton/ha)	عملکرد بیولوژیکی (ton/ha)
۱۰۰	۰	۲۳۹/۶ ^c	۳۲/۶۴ ^c	۱۰/۸۷ ^b	۹/۴۹ ^{bc}	۶۱/۹۸ ^{bcde}
	۲۰۰	۳۰۱/۲ ^b	۳۵/۶۷ ^b	۱۶/۶۳ ^a	۱۰/۱۶ ^b	۸۰/۱۸ ^{abc}
	۳۰۰	۳۳۵/۴ ^a	۳۹/۰۹ ^a	۱۸/۱۷ ^a	۱۲/۹۹ ^a	۹۵/۶ ^a
۷۵	۰	۲۲۵/۷ ^{cd}	۱۵/۵۳ ^e	۱۰/۱۷ ^a	۷/۱۶ ^d	۴۷/۹۱ ^{de}
	۲۰۰	۲۴۶/۳ ^c	۲۱/۹۵ ^d	۱۵/۷۷ ^a	۸/۲۶ ^{cd}	۷۱/۹۶ ^{abcd}
	۳۰۰	۲۹۳/۳ ^b	۳۴/۷۰ ^b	۱۷/۱۱ ^a	۹/۴۸ ^{bc}	۸۸/۱ ^{ab}
۵۰	۰	۲۰۸/۸ ^d	۱۳/۰۹ ^f	۹/۶۴ ^b	۶/۸۵ ^d	۴۲/۰۳ ^e
	۲۰۰	۲۳۴/۴ ^c	۲۲/۶۶ ^d	۱۵/۲۶ ^a	۷/۳۶ ^d	۵۸/۳۱ ^{cde}
	۳۰۰	۲۹۲/۳ ^b	۳۲/۲۴ ^c	۱۶/۹۱ ^a	۹/۷۸ ^{bc}	۷۹/۰۶ ^{abc}

میانگین‌های هر ستون که حرف مشابه دارند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح ۰/۰۵).



میانگین‌های دارای حروف متفاوت اختلاف معنی‌داری با هم دارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح ۰/۰۵).

شکل ۱- اثر تنش خشکی بر (a) وزن هزار دانه، (b) تعداد دانه در ردیف، (c) تعداد ردیف در بلال، (d) عملکرد دانه و (e) عملکرد بیولوژیکی ذرت دانه‌ای.



میانگین‌های دارای حروف متفاوت اختلاف معنی‌داری با هم دارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح ۰/۰۵)

شکل ۲- اثر هیدروژل‌های سوپر جاذب بر (a) وزن هزار دانه، (b) تعداد دانه در ردیف، (c) تعداد ردیف در بلال، (d) عملکرد دانه و (e) عملکرد بیولوژیکی ذرت دانه‌ای.

منابع

- ۱- الله‌دادی الف. قمصری ب.م. اکبری غ. ع. و ظهورمهر م. ج. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر مقادیر مختلف پلیمر A - ۲۰۰ و سطوح مختلف آبیاری بر رشد و عملکرد ذرت علوفه‌ای (*Zea mays L.*). سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.
- ۲- الله‌دادی الف. یزدانی ف. اکبری غ. ع. و بهبهانی س. م. ۱۳۸۴. بررسی اثر مقادیر پلیمر سوپر جاذب (Azoo Superab) روی رشد، عملکرد، اجزاء عملکرد و گره‌زایی سویا (*Glycine max*) تحت شرایط تنش خشکی. سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.
- ۳- بانج‌شفیعی ش. ۱۳۸۱. تأثیر پلیمر سوپر جاذب بر افزایش رطوبت خاک، بازدهی کود، رشد و استقرار گیاه پانیکوم. دومین دوره تخصصی آموزشی کاربرد
- کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپر جاذب. بهمن‌ماه پژوهشگاه پتروشیمی و پلیمر ایران. تهران. ایران.
- ۴- بهبهانی م. اسدزاده ع. و جبلی س. ج. ۱۳۸۴. ارزیابی تأثیر هیدروژل‌های سوپر جاذب و تیمارهای کم آبیاری در نگهداری عناصر غذایی در بسترهای کشت هیدروپونیک. سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.
- ۵- پرنیازپور ا. حبیبی د. و روشن ب. ۱۳۸۶. سوپر جاذب چیست؟ فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی. ۴(۱۵):
- ۶- سالار ن. فرحپور م. و بهاری ف. ۱۳۸۴. بررسی اثر پلیمر آب‌دوست بر دور آبیاری در کشت صیفی (خربزه). سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.

- squash (cucurbitapepo) yield and water use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. Agriculture water mangment. 37:111-112.
- 17- Asgari N.S. Omidian H. and Hashemi V. 1994. Synthesis, recognition and modification the properties of super absorbent polymers. Proceeding International Seminar of Polymer seines and Technology.
- 18- Gagi K.N. 1999. Effect of moisture Absorb bent polymer (PR3995A) on some soil physical properties. M.Sc Thesis, University of Tarbiat Modarres. Tehran. Iran. 165.
- 19- Ghaieur F.A. 2000. Effect of Moisture absorbent materials on soil water holding and potential. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Isfahan. Research center of Animal and Natural Resources, Isfahan, Iran.
- 20- Hall A.J. Vilella F. Trapani N. and Chimenti C. 1997. The effects of water stress and genotype on the dynamics of pollen shedding and silking in maize. Field Crops Research. b: 349-363.
- 21- Joshi V.R. Paschal Y.C. and Mutanal S.M. 1998. Effect of hydrophilic polymer on the germination and seedling growth of rabi sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Moench. Journal of Agricultural Science. 11: 216-219.
- 22- Khalilpour A. 2001. Study the application of super absorbs bent polymer (BT773) on controlling soil Erosion and conservation. Report of Research project, Tehran Research center of Natural Resources. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Tehran. Iran.
- 23- Koupai J.A. Sohrab F. and swarbrick G. 2008. Evaluation Of hydro gel application Retention characteristics. Plant Nutrition. 31(2):317-331.
- 24- Liu H.P. Yu B.J. Zhang W.H. and Liu Y.L. 2005. Effect of osmotic stress on the activity of Ht ATPase and the levels of covalently and non-covalently conjugated polyamines in plasma membrane preparation from wheat seedling roots. Plant Science. 168:1599-1607.
- 25- Sanliang G. Fuchigami L.H. Guak S.H. and Shin C. 1996. Effects of short-term water stress, hydrophilic polymer amendment and antitranspirant on stomatal status, transpiration, water loss, and growth in 'Better Boy' tomato plants. Journal of American Society of Horticultural Science. 121:831-837.
- 26- Westage M.E and Boyer J.S. 1998. Reproduction at low silk and pollen water potentials in maize. Crop Science. 26:951-956.
- ۷- سرمدنیا غ. ۱۳۷۲. اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت. اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- ۸- طلایی ع. و اسدزاده ع. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر هیدروژل‌های سوپر جاذب در کاهش خشکی درختان زیتون. سومین دوره آموزشی و سمینار کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.
- ۹- فاطمی ب. کهراریان ب. قنبری ا. و ولی‌زاده م. ۱۳۸۵. بررسی اثرات رژیم‌های مختلف آبیاری و نیاز آبی بر عملکرد ذرت هیبرید سینکل گراس ۷۰۴. علوم کشاورزی (۱): ۱۳۳-۱۴۱.
- ۱۰- کبیری ک. ۱۳۸۴. هیدروژل‌های سوپر جاذب: معرفی و کاربردها. سومین دوره آموزشی و سمینار کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.
- ۱۱- کریمی ا. ۱۳۸۰. بررسی اثر ماده اصلاحی سوپر جاذب آب بر مصرف آب و رشد گیاه آفتابگردان. بیابان. ۱۹: (۱): ۳۴-۳۶.
- ۱۲- کریمی ا. و نادری م. ۱۳۸۶. بررسی اثرات کاربرد پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت علوفه‌ای در خاک‌های با بافت مختلف. مجله پژوهش کشاورزی. ۱۹۷: (۳): ۱۸۷-۱۸۷.
- ۱۳- کیخایی ف. ۱۳۸۱. تأثیر کارایی سوپر جاذب در گیاهان. دومین دوره تخصصی آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپر جاذب. بهمن‌ماه. پژوهشگاه پتروشیمی و پلیمر ایران. تهران. ایران.
- ۱۴- موسوی‌نیا م. و عطاپور ع. ۱۳۸۴. بررسی اثر پلیمر سوپر جاذب بر کاهش آب آبیاری چمن. سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.
- 15- Allahdadi A. 2002. Study the Effect of super absorbent hydro gels application in reducing the moisture stress of plants. Proceedings of the 2nd Educational cause for agricultural and industrial application of super absorb bent hydro gels. Tehran.
- 16- Al-omran A.M. Sheta A.S. Falatan A.M. and Al-Harb A.R. 2000. Effect of drip irrigation on