

تأثیر تنش خشکی و کاربرد نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays L.*)

سیدعلی خادم^۱، محمود رمودی^۲، محمد گلوی^{۳*} و محمدجواد روستا^۴
۱، ۲، ۳، دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار، دانشیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل
۴، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس
(تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۴ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱۰/۱)

چکیده

به منظور مقایسه و بررسی تأثیر مصرف پلیمرهای سوپر جاذب و کود دامی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت سینگل کراس ۷۰۴ (S.C 704) در شرایط تنش خشکی، این آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی استان فارس واقع در ایستگاه زرقان انجام گردید. رژیم‌های آبیاری در سه سطح به عنوان عامل اصلی (آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) و نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپر جاذب در شش سطح به عنوان عامل (S۱: شاهد یا عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپر جاذب، S۲: ۱۰۰ درصد کود دامی به میزان ۴۰ تن در هکتار، S۳: ۱۰۰ درصد پلیمر سوپر جاذب به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، S۴: ۵۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد پلیمر سوپر جاذب، S۵: ۳۵ درصد کود دامی و ۶۵ درصد پلیمر سوپر جاذب و S۶: ۶۵ درصد کود دامی و ۳۵ درصد پلیمر سوپر جاذب) بودند. نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی از تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت کاسته شد. در مقابل با کاربرد کود دامی و پلیمر سوپر جاذب بر تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک افزوده شد. تنش خشکی از طریق کاهش اجزاء عملکرد، بخصوص تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه باعث کاهش عملکرد دانه گردید. حداکثر عملکرد دانه (۱۲/۴۳ تن در هکتار) به تیمار آبیاری کامل تعلق داشت. کاربرد توأم کود دامی و پلیمر سوپر جاذب با بهبود شرایط رشد، سبب افزایش عملکرد دانه به میزان ۱۵/۹۷ درصد و عملکرد بیولوژیک به میزان ۸/۹۵ درصد نسبت به شاهد شد و حداکثر عملکرد از تلفیق کود دامی و پلیمر سوپر جاذب به نسبت ۶۵ به ۳۵ به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: رژیم آبیاری، شاخص برداشت، تشت تبخیر، عملکرد دانه.

مقدمه

بکارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبت و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره برداری از منابع محدود آب می‌باشد. یکی از

آب عنصری حیاتی است که کمبود آن در مناطق خشک و نیمه خشک گسترش کشت در اراضی مستعد را با محدودیت مواجه می‌سازد. اعمال مدیریت صحیح و

درصد جایگزینی پلیمر با مواد بستر توانایی صرفه‌جویی در آب آبیاری را تا میزان ۲۰ درصد دارد و در نتیجه باعث افزایش کارایی مصرف آب، به میزان ۴۴ درصد در هر مترمکعب شد (Haghighat talab & Behbahani, 2006). پلیمرهای سوپرجاذب با بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک (Abedi-koupai & Sohrab, 2004)، بهبود دانه‌بندی و ساختمان خاک و نیز افزایش قابلیت ثبات خاکدانه‌ها (Ganji khoram Del & Keikhai, 2004b) و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک (El-Hady & El-Dewiny, 2006 Ruttscheid & Borchard, 2005) شرایط بهتری را برای رشد و نمو گیاه زراعی خصوصاً در شرایط تنش خشکی فراهم می‌کنند.

کودهای دامی نه تنها برای تأمین احتیاجات غذایی گیاه به کار می‌روند، بلکه به منظور بهبود ساختمان فیزیکی خاک از نظر حفظ رطوبت در هنگام خشک‌سالی و کمبود بارندگی نیز استفاده می‌شوند. مواد آلی قادرند چندین برابر ذرات معدنی خاک، آب در خود نگهداری کنند (Parvizi & Nabati, 2004). همچنین از نظر فیزیکی سبب ممانعت از چسبندگی ذرات خاک تحت تأثیر ماشین‌های کشاورزی می‌شوند. اگر هر ساله ۱۰ تن کود دامی به خاک اضافه شود پس از گذشت چند سال خاک دارای رنگ تیره و ساختمانی مناسب خواهد شد. ساختمان خاک اثر فوق‌العاده‌ای در تنفس ریشه و رشد و نمو گیاه دارد (Abdelhamid et al., 2004). در مجموع با بکارگیری روش‌های پیشرفته از طریق حفظ و ذخیره رطوبت در خاک، بهبود نفوذپذیری آب در خاک و افزایش بازده مصرف آب می‌توان گامی مؤثر در جهت بهره‌وری از منابع محدود آب برداشت (Arriaga & Lowry, 2003). استفاده از کودهای آلی از جمله گزینه‌هایی هستند که می‌توانند ضمن کاستن از شدت تنش خشکی، در بهبود عملکرد گیاهان زراعی و پایداری در تولید آنها مؤثر باشند. این تحقیق به منظور ارزیابی تأثیر تنش خشکی و کاربرد نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای انجام گرفت.

روش‌های جدید در علم آب و خاک استفاده از مواد سوپرجاذب رطوبت به عنوان مخزن ذخیره، جلوگیری از اتلاف و افزایش راندمان آب آبیاری است (Abedi-koupai & Sohrab, 2004a; Allah Dadi et al., 2002). هیدروژل‌ها یا پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند مقادیر متفاوتی آب در خود ذخیره نمایند و قابلیت نگهداری و ذخیره سازی آب را در خاک افزایش دهند. آب ذخیره شده در این مواد در مواقع کم آبی در خاک آزاد شده و مورد استفاده ریشه گیاه قرار می‌گیرد. هدف اصلی از افزودن پلیمرهای سوپرجاذب به خاک، بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک است (Ganji khoram Del & Keikhai, 2004).

ذرت یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که اهمیت زیادی در تغذیه انسان، تعلیف دام، تغذیه طیور و صنعت دارد. سهم ذرت در تأمین غذای انسان ۲۰ تا ۲۵ درصد، خوراک دام و طیور ۶۰ تا ۷۵ درصد و به‌عنوان ماده اولیه جهت فرآورده‌های صنعتی ۵ درصد می‌باشد (Imam, 2004). کمبود رطوبت یکی از عوامل مهم محدود کننده رشد ذرت به شمار می‌رود. تنش خشکی از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد ذرت تأثیر می‌گذارد. شدت خسارت خشکی بر عملکرد بسته به طول مدت تنش و مرحله‌ی رشد گیاه متفاوت است (Setter et al., 2001). در یک بررسی استفاده از پلیمر فرا جاذب آب جهت موفقیت برنامه‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک نتیجه گرفتند که ماده مورد نظر می‌تواند میزان نگهداری رطوبت در خاک‌های سبک را افزایش داده و همچنین مشکل نفوذپذیری خاک‌های سنگین را مرتفع نماید و به طور کلی با بهبود شرایط فیزیکی خاک مانع از تنش‌های رطوبتی گردد (Ganji khoram Del & Keikhai, 2004). آثار مثبت کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر رشد و کارایی ذرت علوفه‌ای، به ویژه ارتفاع بوته و تجمع ماده خشک گیاه گزارش شده است و با افزایش فواصل آبیاری، اثر وجود مقادیر بیشتر پلیمر سوپرجاذب مشهودتر می‌باشد (Allah Dadi et al., 2002). در دیگری بررسی نیز با مصرف پلیمرهای سوپرجاذب در گلخانه‌های هیدروپونیک و جایگزینی آن با بخشی از مواد بستر نتیجه گرفتند که میزان ۳۰

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس واقع در ایستگاه شهر زرقان به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در خاکی با مشخصات مندرج در جدول ۱ انجام گردید. تیمارها شامل رژیم‌های آبیاری در سه سطح به عنوان فاکتور اصلی (آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) و مصرف نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب در شش سطح به عنوان فاکتور فرعی (S_۱): شاهد عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب، S_۲: ۱۰۰ درصد کود دامی به میزان ۴۰ تن در هکتار، S_۳: ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرجاذب به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، S_۴: ۵۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد پلیمر سوپرجاذب، S_۵: ۳۵ درصد کود دامی و ۶۵ درصد پلیمر سوپرجاذب و S_۶: ۶۵ درصد کود دامی و ۳۵ درصد پلیمر سوپرجاذب) بودند. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت بطول ۱۰ متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر بود. برای جلوگیری از نشت آب بین کرت‌های اصلی ۲ متر و بین کرت‌های فرعی ۱ متر فاصله منظور شد. ابتدا مقدار کود دامی و پلیمر سوپرجاذب برای هر

کرت آزمایشی محاسبه و به طور یکنواخت در سطح کرت توزیع و با یک شخم سبک تا عمق ۱۵-۱۲ سانتیمتری خاک مخلوط گردید. کود دامی و پلیمر سوپرجاذب نیز قبل از شروع عملیات بذرکاری به کرت‌های مربوطه اضافه شدند. در این تحقیق کود گاوی کاملاً پوسیده و پلیمر سوپرجاذب از نوع سوپرب آ-۲۰۰ (Superb A200) محصول شرکت رهاب رزین (تحت لیسانس پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران) برای ذرت سینگل کراس ۷۰۴ استفاده شد. آبیاری به روش سیفونی اجرا و تمامی تیمارها تا ظهور سومین برگ به طور یکسان آبیاری شدند. بعد از این مرحله تیمارهای آبیاری اعمال شدند.

برای تعیین وزن بلال، وزن چوب بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای به طور تصادفی از هر کرت ۱۰ بوته انتخاب شد، و ویژگی‌های فوق اندازه‌گیری گردید. عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح ۴/۵ مترمربع از وسط هر کرت تعیین گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	بافت خاک	کربن آلی (/.)	هدایت الکتریکی (ds/m ^۱)	اسیدیته pH	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	نیترژن (/.)
۰/۳۰	لومی	۱/۵۴	۰/۶۸	۸/۴۳	۶/۵	۴۰۰	۰/۱۵

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک در سطح ۱ درصد و شاخص برداشت در سطح ۵ درصد تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفتند. همچنین وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک در سطح ۱ درصد و تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد دانه در بلال در سطح ۵ درصد تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب تفاوت نشان دادند. برهمکنش آبیاری و نسبت‌های مختلف کود

دامی با پلیمر سوپرجاذب بر وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک نیز بسیار معنی‌دار بود.

وزن بلال: تأثیر تیمارهای آبیاری بر وزن بلال از نظر آماری معنی‌دار نشد، ولی روند تغییرات نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی، وزن نهایی بلال کاهش یافت. به طوری که بیشترین وزن بلال (۳۰۴/۶ گرم) در تیمار آبیاری کامل و کمترین آن (۳۰۳/۳ گرم) در تیمار تنش شدید خشکی مشاهده شد (جدول ۳). ممکن است سازگاری گیاه با شرایطی که از ابتدا بر آن حاکم بوده مانع از بروز تأثیر معنی‌دار تنش خشکی بر وزن بلال

شده باشد. نتایج تحقیقی نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار وزن بلال می‌شود (Majidian & Ghadiri, 2002). وزن نهایی بلال تحت تأثیر کاربرد نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب نیز به طور غیر معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). اختلاف میانگین نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب با شاهد معنی‌دار بود. بیشترین وزن بلال (۳۲۶/۸ گرم) در تیمار ۳۵ درصد کود دامی و ۶۵ درصد پلیمر سوپرجاذب و کمترین آن (۲۸۷/۵ گرم) در تیمار شاهد به دست آمد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند در حالی که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). تأثیر مثبت کود دامی نیز در افزایش وزن نهایی بلال گزارش شده است (Silva et al., 2006).

شده باشد. نتایج تحقیقی نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار وزن بلال می‌شود (Majidian & Ghadiri, 2002). وزن نهایی بلال تحت تأثیر کاربرد نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب نیز به طور غیر معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). اختلاف میانگین نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب با شاهد معنی‌دار بود. بیشترین وزن بلال (۳۲۶/۸ گرم) در تیمار ۳۵ درصد کود دامی و ۶۵ درصد پلیمر سوپرجاذب و کمترین آن (۲۸۷/۵ گرم) در تیمار شاهد به دست آمد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند در حالی که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). تأثیر مثبت کود دامی نیز در افزایش وزن نهایی بلال گزارش شده است (Silva et al., 2006).

قطر بلال: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای آبیاری و مصرف نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب و بر همکنش آنها بر قطر بلال از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول ۲). ولی روند داده‌ها حاکی از کاهش میزان قطر بلال با افزایش تنش خشکی می‌باشد (جدول ۳). مصرف نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب باعث افزایش قطر بلال در مقایسه با عدم مصرف آنها گردید. بیشترین میانگین قطر بلال (۵۰/۰۵ میلی‌متر) در تیمار ۵۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد پلیمر سوپرجاذب و کمترین آن (۴۸/۳۶ میلی‌متر) در شاهد مشاهده شد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند، در حالی که تفاوت میانگین‌ها بین نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب با همدیگر معنی‌دار نبود (جدول ۳).

تعداد دانه در ردیف بلال: تعداد دانه در ردیف بلال به طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت (جدول ۲)، به طوری که با افزایش شدت تنش از تعداد دانه در ردیف کاسته شد (جدول ۳)، که با نتایج سایر محققان تطابق دارد (Majidian & Ghadiri, 2002; Mohamadian & Malakuti, 2002). به دلیل این که شمار نهایی تعداد دانه در هر بلال در حدود دو تا سه هفته پس از گرده‌افشانی تعیین می‌شود و از آنجا که تعداد ردیف دانه در هر بلال در شرایط مختلف محیطی تقریباً ثابت است (Ghadiri & Majidian, 2003)، احتمالاً کاهش تعداد دانه در هر ردیف بلال در اثر تنش خشکی به دلیل فراهم نبودن رطوبت کافی در مراحل گلدهی و پرشدن دانه‌ها است (Setter et al., 2001). همچنین تعداد دانه در ردیف بلال در واکنش به نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب تفاوت نشان داد (جدول ۳)، به طوری که کاربرد توأم کود دامی و پلیمر سوپرجاذب باعث افزایش تعداد دانه در ردیف

تعداد ردیف دانه در بلال: تأثیر تیمارهای آبیاری بر تعداد ردیف دانه در بلال از نظر آماری معنی‌دار نشد، ولی روند تغییرات داده‌ها نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی، تعداد ردیف دانه در بلال کاهش یافت، به طوری که بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال (۱۴/۶۲) در تیمار عدم تنش خشکی و کمترین تعداد آن (۱۴/۵۶) در تیمار تنش شدید خشکی مشاهده شد (جدول ۳)، که مطابق با نتایج سایر محققان می‌باشد (Majidian & Ghadiri, 2002; Mohamadian & Malakuti, 2002). در بین نسبت‌های مختلف کود دامی

کمبود رطوبت خاک رشد و نمو اندام‌های زایشی را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث کاهش عملکرد می‌گردد. نتایج مشابهی نیز توسط Majidian & Ghadiri (2002) گزارش شده است. آبیاری با دور بیشتر، به دلیل افزایش رقابت جهت تأمین نیاز آبی بین بوته‌ها، درصد پوشش سبز کمتری نسبت به آبیاری کامل وجود داشت که این امر منجر به کاهش اجزای عملکرد دانه گردید. تعداد دانه در بلال شدیداً به فراهمی رطوبت وابسته بوده و کاهش تعداد دانه در بلال، اولین تأثیر تنش کمبود آب روی عملکرد دانه می‌باشد (Setter et al., 2001). کاربرد نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب به دلیل قابلیت جذب و نگهداری رطوبت، باعث افزایش تعداد دانه در بلال نسبت به عدم مصرف آنها گردید (جدول ۳).

بلال نسبت به کاربرد خالص و یا عدم مصرف آنها گردید. بیشترین تعداد دانه در هر ردیف بلال (۴۹/۰۳) از تیمار ۶۵ درصد کود دامی و ۳۵ درصد پلیمر سوپرجاذب و کمترین آن (۴۵/۱۶) از تیمار شاهد به دست آمد که تفاوت آنها با یکدیگر معنی‌دار بود (جدول ۳).

تعداد دانه در بلال: تأثیر تیمار آبیاری بر تعداد دانه در بلال بسیار معنی‌داری بود (جدول ۲)، به طوری که با افزایش شدت تنش از تعداد دانه در بلال کاسته شد (جدول ۳). تعداد دانه در بلال در تیمارهای آبیاری کامل، تنش ملایم و تنش شدید خشکی به ترتیب برابر ۷۵۵/۰۳، ۷۰۵/۱۲ و ۶۷۹/۶۲ عدد بود که باعث اختلاف ۹/۹۹ درصدی تیمار آبیاری کامل با تنش شدید خشکی شد (جدول ۳). کاهش تعداد دانه در بلال را در اثر تنش خشکی، می‌توان به کاهش طول و قطر بلال نسبت داد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات آبیاری و نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن بلال	قطر بلال	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	وزن هزاردانه در بلال	میانگین مربعات (MS)		عملکرد دانه	عملکرد شاخص
							عملکرد دانه	بیولوژیکی برداشت (%)		
تکرار	۲	۱۴۳۱/۳	۴/۵۵	۰/۴۵	۲۲/۰۱	۹۲۴۱	۸/۰	۰/۳۴	۰/۱۴	۲/۰
آبیاری	۲	۶/۹۲	۳/۸۷	۳/۹۸	۵۱/۵۷**	۱۶۸۲۵/۱**	۴۶۸۱/۱**	۸/۸۲**	۱۳/۱۶**	۳۳/۷**
اشتباه	۴	۳۶۱/۳	۱/۶۱	۰/۰۸	۱۸/۸۱	۲۶۷۱/۳	۱۱/۷	۱/۲۰	۰/۶۹	۱۲/۱
کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	۵	۱۳۷۷/۵	۳/۱۶	۰/۶۸	۴۰/۸۹*	۱۳۹۴۶/۱*	۱۲۰۷/۲**	۳/۹۲**	۹/۶۴**	۷/۲۱
آبیاری × کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	۱۰	۶۵۶/۷	۲/۶۸	۰/۳۲	۲۴/۳	۴۷۰۷/۸	۳۰۴/۳**	۱/۱۱	۳/۱۵**	۳/۱۲
اشتباه	۳۰	۹۰۲/۲	۲/۱۹	۰/۴۹	۱۵/۰۱	۴۱۹۹/۱	۲۲/۱	۰/۵۶	۰/۹۵	۳/۰۶
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۸۸	۳/۰۱	۴/۷۵	۸/۱۱	۸/۹۹	۱/۳۷	۶/۳۸	۳/۳۸	۴/۳۰

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات آبیاری و نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای

شاخص برداشت (%)	عملکرد بیولوژیک (ton/ha)	عملکرد دانه (ton/ha)	وزن هزاردانه (gr)	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد دانه در بلال	قطر بلال (mm)	وزن بلال (gr)	نسبت کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	آبیاری (mm)
۴۲/۲۴a	۲۹/۴۰a	۱۲/۴۳a	۳۵۳/۸a	۷۵۵/۰a	۴۸/۵۳a	۱۴/۶۲a	۴۹/۷a	۳۰۴/۶a	I ₁
۴۰/۲۵b	۲۹/۱۴a	۱۱/۷۴b	۳۳۹/۲b	۷۰۵/۱b	۴۷/۰۳b	۱۴/۵۹a	۴۸/۹a	۳۰۳/۹a	I ₂
۳۹/۶۲b	۲۷/۸۰b	۱۱/۰۳c	۳۲۴/۲c	۶۷۹/۶c	۴۵/۸۷c	۱۴/۵۶a	۴۸/۸a	۳۰۳/۴a	I ₃
۱/۱۹	۰/۶۶	۰/۵۱	۳/۳۰	۲۴/۱۱	۱/۴۴	۰/۴۸	۱/۰۱	۲۰/۴۵	LSD
۳۹/۱۴b	۲۷/۵۰d	۱۰/۷۷c	۳۲۷/۱c	۶۶۴/۶b	۴۵/۱۶c	۱۴/۳۲b	۴۸/۴b	۲۸/۷۵b	S ₁
۴۰/۱۶ab	۲۷/۷۳cd	۱۱/۱۵bc	۳۵۱/۷ab	۷۱۹/۱ab	۴۶/۹۹b	۱۴/۷۴ab	۴۸/۷ab	۲۹/۷۳ab	S ₂
۴۱/۰۲a	۲۸/۵۷bc	۱۱/۷۲ab	۳۵۵/۱a	۷۱۶/۱ab	۴۶/۶۷b	۱۴/۶۵ab	۴۹/۳ab	۳۰۳/۰ab	S ₃
۴۱/۱۱a	۲۹/۷۳a	۱۲/۲۰a	۳۴۳/۲b	۷۴۰/۶ab	۴۷/۹۶ab	۱۴/۸۴ab	۵۰/۰a	۳۰۶/۴ab	S ₄
۴۱/۲۹a	۲۹/۲۱ab	۱۲/۰۸a	۲۴۸/۸b	۷۲۵/۰ab	۴۷/۵۳ab	۱۴/۷۹ab	۴۹/۳ab	۳۲۶/۸a	S ₅
۴۱/۵۱a	۲۹/۹۶a	۱۲/۴۹a	۳۴۰/۹bc	۷۶۶/۲a	۴۹/۰۳a	۱۵/۲۶a	۴۹/۴ab	۳۰۳/۴ab	S ₆
۱/۶۸	۰/۹۴	۰/۷۲	۴/۵۲	۶۲/۳۹	۱/۵۱	۰/۶۸	۱/۴۲	۲۸/۹۲	LSD

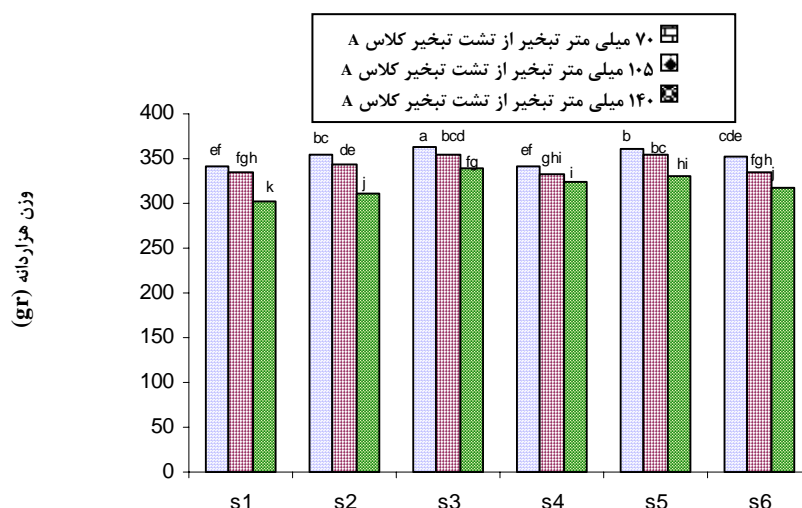
میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

می‌یابد و در نتیجه دانه‌ها درشت‌تر می‌شوند و وزن هزار دانه نیز افزایش می‌یابد (Ghadiri & Majidian, 2002). وزن هزار دانه به طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر برهمکنش آبیاری و نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب قرار گرفت (جدول ۲). به طوری که بیشترین وزن هزار دانه (۳۶۳/۱ گرم) از تیمار مصرف کامل پلیمر سوپرجاذب در آبیاری کامل و کمترین آن (۳۰۱/۷ گرم) از تیمار عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب در تنش شدید خشکی به دست آمد که باعث اختلاف ۲۰/۳۵ درصدی آنها گردید (شکل ۱).

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه به طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۲)، به طوری که با افزایش شدت تنش خشکی عملکرد دانه شدیداً کاهش یافت (جدول ۳). عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل، نسبت به تنش ملایم و تنش شدید خشکی به ترتیب ۵/۸۸ و ۱۲/۶۹ درصد بیشتر بود که با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت دارد (Majidian & Ghadiri, 2002; Sanchuli, 2007). علت اصلی کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی کاهش تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه بود (جدول ۳). به طور کلی ویژگی‌های بلال رابطه مستقیمی با عملکرد دانه دارند (Majidian & Ghadiri, 2002). نتایج نشان داد که کاربرد توأم کود دامی با پلیمر سوپرجاذب باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد. در بین نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب

وزن هزار دانه: وزن هزار دانه به شدت تحت تأثیر افزایش تنش خشکی تفاوت بسیار معنی‌دار نشان داد (جدول ۲) و با افزایش دور آبیاری کاهش یافت (جدول ۳) بطوری که باعث اختلاف ۴/۹ و ۹/۷ درصدی تیمار آبیاری کامل با تیمارهای تنش ملایم و تنش شدید خشکی شد. این یافته تأییدی بر نتایج پژوهش‌هایی است که نشان داده‌اند تنش خشکی باعث کاهش تعداد دانه در بلال (Kazem Pour & Taj, 2002; Bakhsh, 2002; Majidian & Ghadiri, 2002) دانه (Ghadiri & Majidian, 2002; Mohamadian & Ghadiri, 2002) Malakuti, 2002 می‌شود.

کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب باعث افزایش بسیار معنی‌دار وزن هزار دانه در مقایسه با تیمار شاهد گردید (جدول‌های ۲ و ۳). بیشترین وزن هزار دانه (۳۵۵/۱۱ گرم) از تیمار مصرف کامل پلیمر سوپرجاذب به دست آمد که تفاوت آن با مصرف کامل کود دامی (۳۵۱/۷۳ گرم) معنی‌دار نبود، ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان دادند. کمترین وزن هزار دانه در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳). افزایش وزن هزار دانه ذرت تحت تأثیر کود دامی توسط Silva et al. (2006) گزارش شده است. وزن هزار دانه در ذرت تابع توانایی گیاه در تأمین مواد پرورده برای مخزن‌ها و همچنین شرایط محیطی از قبیل فراهم بودن رطوبت و عناصر غذایی در هنگام پرشدن دانه‌ها می‌باشد (Andrade et al., 1999). هر چه تعداد مخازن کمتر باشند سهم هر مخزن از مواد پرورده موجود، افزایش



شکل ۱- تأثیر برهمکنش آبیاری و کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر وزن هزاردانه ذرت دانه‌ای

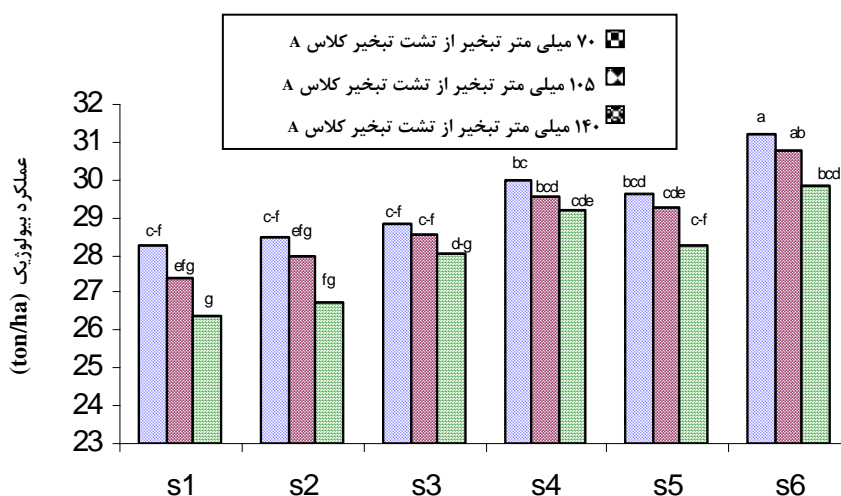
تن در هکتار) اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین عملکرد بیولوژیک (۲۷/۵۰ تن در هکتار) نیز از تیمار شاهد حاصل شد که دارای اختلاف ۸/۹۵ درصدی با تیمار ۶۵ درصد کود دامی و ۳۵ درصد پلیمر سوپرجاذب (۲۹/۹۶ تن در هکتار) بود (جدول ۳). نتیجه تحقیقی نشان داده است که مصرف کودهای دامی و شیمیایی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک می‌گردد (Sanchuli, 2007).

عملکرد بیولوژیک به طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر برهمکنش آبیاری و نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب قرار گرفت (جدول ۲). به طوری که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۳۱/۲۰ تن در هکتار) از تیمار ۶۵ درصد کود دامی و ۳۵ درصد پلیمر سوپرجاذب در آبیاری کامل و کمترین آن از تیمار عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب در تنش شدید خشکی (۲۶/۳۸ تن در هکتار) به دست آمد که باعث اختلاف ۱۸/۲۷ درصدی آنها گردید (شکل ۲).

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار تیمار آبیاری بر شاخص برداشت بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که شاخص برداشت تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و با افزایش شدت تنش خشکی کاهش یافت. به طوری که شاخص برداشت در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای تنش ملایم و تنش شدید خشکی به ترتیب ۴/۹۴ و ۶/۶۱ درصد بیشتر بود. شاخص برداشت ذرت در ارقام مختلف و شرایط محیطی متفاوت تغییر می‌کند، به طوری که اگر در زمان گرده‌افشانی و تشکیل دانه شرایط محیطی نامناسب باشد، لقاح و دانه‌بندی به خوبی صورت نمی‌گیرد و عملکرد دانه به شدت کاهش می‌یابد که به دنبال آن شاخص برداشت نیز کاهش خواهد یافت (Imam, 2004). برخی از پژوهشگران عدم تغییر در شاخص برداشت یک رقم معین را، در شرایط تنش‌های مختلف محیطی گزارش نموده‌اند (Ghadiri & Majidian, 2002; Kazem Pour & Taj Bakhsh, 2002). استفاده از کود دامی و پلیمر سوپرجاذب باعث افزایش غیرمعنی‌دار شاخص برداشت نسبت به عدم مصرف آنها شد (جدول ۳). در بین نسبت‌های مختلف کود دامی با پلیمر سوپرجاذب بیشترین شاخص برداشت

بیشترین عملکرد دانه (۱۲/۴۹ تن در هکتار) به تیمار ۶۵ درصد کود دامی و ۳۵ درصد پلیمر سوپرجاذب تعلق داشت که با تیمارهای ۵۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد پلیمر سوپرجاذب (۱۲/۲۰ تن در هکتار)، ۳۵ درصد کود دامی و ۶۵ درصد پلیمر سوپرجاذب (۱۲/۰۸ تن در هکتار) و مصرف کامل پلیمر سوپرجاذب (۱۱/۷۲ تن در هکتار) اختلاف معنی‌داری نداشت، در حالی که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار بود. در ضمن کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد (۱۰/۷۷ تن در هکتار) به دست آمد که از عملکرد تیمار ۶۵ درصد کود دامی و ۳۵ درصد پلیمر سوپرجاذب (۱۲/۴۹ تن در هکتار)، ۱۵/۹۷ درصد کمتر بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که فراهمی عناصر غذایی و افزایش میزان رطوبت قابل دسترس خاک، سبب افزایش تعداد و وزن هزار دانه گردید، که باعث افزایش عملکرد دانه در تیمارهای مزبور گردید. نتایج تحقیق دیگری نیز تأثیر مثبت مصرف کودهای دامی و شیمیایی بویژه تلفیق آنها در افزایش معنی‌دار عملکرد دانه را گزارش کرده است (Sanchuli, 2007).

عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد بیولوژیک به طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۲)، به طوری که با افزایش شدت تنش خشکی عملکرد بیولوژیک شدیداً کاهش یافت (جدول ۳). بیشترین عملکرد بیولوژیک (۲۹/۴۰ تن در هکتار) از تیمار آبیاری کامل و کمترین آن (۲۷/۸۱ تن در هکتار) از تیمار تنش شدید خشکی به دست آمد که با یکدیگر دارای اختلاف ۵/۷۲ درصدی بودند (جدول ۳). پژوهشگران دیگری نیز کاهش عملکرد بیولوژیک گیاه را تحت تأثیر تنش خشکی گزارش داده‌اند (Ghadiri & Majidian, 2002; Majidian & Ghadiri, 2002). کاربرد توأم کود دامی با پلیمر سوپرجاذب سبب افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به کاربرد خالص و یا عدم مصرف آنها شد. در بین نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بیشترین عملکرد بیولوژیک (۲۹/۹۶ تن در هکتار) به تیمار ۶۵ درصد کود دامی و ۳۵ درصد پلیمر سوپرجاذب تعلق داشت که با تیمارهای ۵۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد پلیمر سوپرجاذب (۲۹/۷۳ تن در هکتار) و ۳۵ درصد کود دامی و ۶۵ درصد پلیمر سوپرجاذب (۲۹/۲۱ تن در هکتار)



شکل ۲- تأثیر بر همکنش آبیاری و مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد بیولوژیک ذرت دانه‌ای

سوپرجاذب از طریق بهبود و اصلاح شرایط خاک سبب رشد بهتر ذرت گردید، که منجر به افزایش عملکرد دانه و اجزاء آن شد. لذا جهت حصول حداکثر عملکرد در آبیاری کامل ذرت و همچنین به منظور کاهش اثرات تنش رطوبتی، کاربرد تلفیق کود دامی و پلیمر سوپرجاذب را برای شرایط اجرا آزمایش می‌توان توصیه نمود.

(۴۱/۵۱ درصد) از تیمار ۶۵ درصد کود دامی و ۳۵ درصد پلیمر سوپرجاذب و کمترین مقدار آن (۳۹/۱۴ درصد) از تیمار شاهد به دست آمد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که حداکثر عملکرد دانه از تیمار آبیاری کامل به دست آمد. کاربرد توأم کود دامی و پلیمر

REFERENCES

1. Abdelhamid, M. T., Horiuchi, T. & Oba, S. (2004). Composting of rice straw with oilseed rape cake and poultry manure and its effects on fababeen (*Vicia faba* L.) growth and soil properties. *Bioresource Technology*, 93, 183-189.
2. Abedi kuhpai, J. & Sohrab, F. (2004a). Evaluation of super absorbent polymer application on water holding capacity and potential in three soil type. *Journal of Science and Polymer Technology*, 3, 163-173.
3. Abedi-koupai, J. & Sohrab, F. (2004b). Effect of super absorbent polymers on soil hydraulic properties. In: *Proceedings of 8th national conference on hydraulics in engineering*. Gold Coast, Australia May. 13-16.
4. Allah Dadi, A., Moazen Ghamsari, B., Akbari, G. H. & Zohoorian Mehr, M. (2005). Investigation of the effect of different amount of water super absorbent polymer 200-A and irrigation levels on growth and yield of forage corn. In: *Proceedings of 3rd specific symposium on application of super absorbent polymer hydro gels in agriculture*. Petrochemistry and Polymer Research Center Iran. (In Farsi).
5. Andrade, F. H., Vega, C., Uhart, S., Cirilo, A., Cantarero, M. & Valentinuz, O. (1999). Kernel number determination in maize. *Crop Science*, 39, 453-459.
6. Arriaga, F. J. & Lowry, B. (2003). Soil physical properties and crop productivity of an eroded soil amended with cattle manure. *Soil Science*, 168, 888-899.
7. El-Hady, O. A. & El-Dewiny, C. Y. (2006). The conditioning effect of composts (natural) or/and acryl amide hydrogels (synthesized) on a sandy calcareous soil (Growth response, nutrients uptake and water and fertilizers use efficiency by tomato plants). *Journal of Applied Sciences Research*, 2(11), 890-898.
8. Ganji khoram Del, N. & Keikhai, F. (2004). Application of water super absorbent polymer PR3005A for success in irrigation programs in arid and semiarid region. *The first symposium on preventing methods of national resources loss*. Tehran. Science Academy of Islamic Republic of Iran. (In Farsi).
9. Ghadiri, H. & Majidian, M. (2003). Effect of nitrogen levels and cut off irrigation of corn at grain milking and soft dough stages on yield, yield components and water efficiency. *Science and Technology of Agriculture and Natural Research*, 2, 103-112. (In Farsi).

10. Haghghat talab, A. & Behbahani, M. (2006). Water use optimization model in hydroponics green houses by using super absorbent polymer PR3005A. *The first symposium on drainage and irrigation networks management*. 2006. Chamran University Ahvaz. Iran. (In Farsi).
11. Imam, Y. (2004). *Agronomy of cereal crops*. University of Shiraz Press. Iran. (In Farsi).
12. Kazem Pour, S. & Taj Bakhsh, M. (2002). The effect of some anti transpiration materials on vegetative traits, yield and yield components of corn in limited irrigation. *Journal of Iranian Agriculture Science*, 2, 205-211. (In Farsi).
13. Majidian, M. & Ghadiri, H. (2002). Effect of water stress and nitrogen levels at different growth stages on yield, yield components, water efficiency and some physiological traits of corn. *Journal of Iranian Agriculture Science*, 3, 521-533. (In Farsi).
14. Mohamadian, M. & Malakuti, M. J. (2002). Evaluation of two compost types effects on soil physiochemical traits and yield of corn. *Soil and Water Journal*, 2, 144-151. (In Farsi).
15. Parvizi, Y. & Nabati, A. (2004). Effect of irrigation regime and manure on water efficiency and quantitative and qualitative yield in grain corn. *Pajuhesh & Sazandegi*, 63, 21-29. (In Farsi).
16. Ruttscheid, A. & Borchard, W. (2005). Synthesis and characterization of glass-containing super absorbent polymers. *European Polymer Journal*, 41, 1927-1933.
17. Sanchuli, N. (2007). *The effect of different manure and fertilizer ratios and their mixture on soil characteristics, yield and yield components of single cross 704 grain corn*. Ms.C. Thesis in Agronomy, Faculty of Agriculture University of Zabol, Iran. (In Farsi).
18. Setter, T. L., Flannigan, B. & Melkonian, J. (2001) Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize. *Crop Science*, 41, 1530-1540.
19. Silva, P. S. L., Silva, J. D., Henrique, F., Oliveira, T. D., Sousa, A. K. F. & Duda, G. P. (2006). Residual effect of cattle manure application on green ear yield and corn grain yield. *Horticultura Brasileira*, 24, 166-169.