# اثر پلیمرسوپرجاذب بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی ذرت بهاره (*Zea mays* L.) در شرایط تنش کمبود آب

مانی مجدم[1*]، خوشناز پاینده[2]، شهرام لک[3] و کیوان مرعشی[4]

۱ و ۴) استادیار گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲) استادیار گروه خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۳) استاد گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: manimojaddam@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۰۳

## چکیده

**به‌منظور بررسی اثر پلیمرسوپرجاذب بر عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی ذرت بهاره تحت تنش کمبود آب، این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان حمیدیه اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل فواصل آبیاری (۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) در کرت‌های اصلی و مقادیر مختلف سوپرجاذب (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان داد که اثر فواصل آبیاری و سوپر جاذب، بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، شاخص کلروفیل و محتوی نسبی رطوبت برگ معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد دانه و اجزای عملکرد و شاخص کلروفیل از تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌دست آمد. بیش‌ترین عملکرد دانه با میانگین ۶۰۶ گرم در مترمربع از تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر حاصل شد. تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار شاخص کلروفیل و محتوای رطوبت نسبی برگ گردید. در مجموع مصرف سوپرجاذب به‌میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش ملایم باعث جبران خسارت ناشی از تنش شد.**

**واژه‌های کلیدی:** شاخص کلروفیل، پرولین، آبیاری و وزن هزار دانه.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

**مقدمه**

ذرت (*Zea mays* L.) به‌دلیل اهمیت فزاینده‌ای که در تغذیه‌ی انسان و دام داشته و سازگاری گسترده‌ای نیز با مناطق آب و هوایی معتدل و گرمسیری دارد، یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می‌شود. افزایش سطح زیر کشت ذرت طی چند دهه‌ی گذشته، فشرده‌سازی سیستم‌های کشت این گیاه به همراه نیاز بالای ذرت به عناصر غذایی موجب شده است که علاوه بر مصرف زیاد نهاده‌های شیمیایی، هزینه‌های تولید افزایش یافته و خطرات زیست محیطی ایجاد شود (Yazdani *et al*., 2009). تحقیقات اخیر نشان دهنده اهمیت تنش کمبود آب در تولید محصولات زراعی است. عملکرد گیاهان زراعی مختلف، با توجه به مقدار و فواصل آب دریافتی و مرحله رشدی متفاوت است و معمولا با افزایش تنش خشکی، کاهش می‌یابد (روستایی و همکاران، ۱۳۹۰).

Ma و همکاران (۲۰۱۴) با اعمال تنش در مرحله رشد رویشی گیاه ذرت دریافتند چنان‌چه تنش آب بعد از مرحله پنج برگی اعمال شود تعداد کل برگ‌های گیاه تغییر نخواهد کرد، زیرا تمایز مرسیستم انتهایی در مرحله فوق صورت می‌گیرد. هم‌چنین کوچک شدن اندازه برگ و کوتاهی میان گره‌ها، در نتیجه کاهش رشد بود. Norwood (۲۰۱۵) اثر تنش رطوبتی خاک را در مراحل مختلف رشد و نمو ذرت مورد مطالعه قرار داده و نتیجه گرفت که تنش رطوبتی (تخلیه رطوبت خاک تا نقطه پژمردگی) قبل از کاکل‌دهی، همزمان و بعد از کال‌دهی به‌ترتیب ۲۵ ، ۵۰ و ۲۱ درصد عملکرد دانه را نسبت به شاهد (آبیاری پس ۵۰ درصد تخلیه رطوبت) نقصان داد. Alkaisi و Yin (۲۰۱۰) در آزمایشی روی ذرت نتیجه گرفتند که کمبود آب در مرحله رشد رویشی وزن کل اندام هوایی گیاه را کاهش می‌دهد. هم‌چنین کمبود آب در مرحله زایشی گیاه عملکرد دانه را به‌میزان ۱۵ تا ۱۷ درصد کاهش داد. فرج زاده معماری تبریزی و همکاران (۱۳۹۴) با مطالعه روی گیاه ذرت نشان دادند که کاهش آب آبیاری، عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. به‌طوری که سطوح آبیاری پس از ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر به‌ترتیب ۲۳/۶ و ۴۹/۶ درصد از عملکرد دانه نسبت به سطح آبیاری پس از ۷۰ میلی-متر تبخیر از تشت تبخیر کاست. سطوح آبیاری کاهش معنی‌داری را در تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه باعث شد.

یکی دیگر از روش‌های نوین در جهت افزایش بازده آبیاری استفاده از سوپرجاذب‌هاست (Shahram *et al*., 2013). پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبی را جذب نموده و متورم شوند (روستایی و همکاران، ۱۳۹۰). این مخازن ذخیره کننده آب وقتی در خاک قرار می‌گیرند، آب آبیاری و بارندگی را به خود جذب نموده و از فرو نشستن آن جلوگیری می‌نمایند و پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد، مرطوب می‌ماند، این پلیمرها همچنین اثر کود و مواد مغذی گیاه را بیش‌تر می-کند و به طور متوسط اتلاف فسفر را با ۸۴ درصد، نیتروژن را تا ۸۳ درصد و رسوب کلی را تا ۵۷ درصد کاهش می‌دهد

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

(Seyed Doraji *et al*., 2011). Shekari و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر پلیمرسوپرجاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا نشان دادند که سطوح مختلف پلیمرسوپرجاذب در تمام صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش تفاوت معنی‌داری را نشان داد، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌دست آمد. Shahram و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی تنش خشکی و کاربرد سوپرجاذب بر گیاه ذرت گزارش نمودند که بالاترین عملکرد دانه مربوط به آبیاری (۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و کاربرد ۱۰۵ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار و کم‌ترین عملکرد دانه مربوط به آبیاری (۴۰ درصد نیاز آبی گیاه) و عدم کاربرد سوپرجاذب بود. Rafiei و همکاران (۲۰۱۳) با کاربرد پلیمرسوپرجاذب بر گیاه ذرت در شرایط تنش رطوبتی گزارش نمودند که سوپرجاذب باعث افزایش معنی دار عملکرد، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و طول بلال شد، اما باعث کاهش تعداد ردیف در بلال شد. Li و همکارن (۲۰۱۴) در ذرت گزارش نمودند سوپرجاذب از طریق تامین آب و به‌دنبال آن برخی عناصر غذایی در مرحله بحرانی تشکیل دانه، باعث کاهش سقط جنین و در نتیجه افزایش دانه‌های بارور شده است.

علی‌رغم واقع شدن ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان و کمبود منابع آب و بروز خشکسالی‌های مکرر در نقاط مختلف کشور، اما استفاده از سوپرجاذب برای رفع آسیب‌های خشکسالی و کمبود رطوبت خاک کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به همین دلیل، این تحقیق با هدف بررسی اثر سطوح مختلف سوپرجاذب بر ذرت تحت تنش کمبود آب اجرا شد.

**مواد و روش ها**

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۳ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان حمیدیه در استان خوزستان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۳ متر از سطح دریا انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است. این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل فواصل آبیاری ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A در کرت‌های اصلی و مقادیر مختلف سوپرجاذب در سه سطح صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌های فرعی بودند. تشت تبخیر استفاده شده در مزرعه روی یک قطعه چوبی به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر در محلی که پوشش گیاهی کوتاه بود نصب شد. رقم مورد استفاده ذرت سینگل کراس ۷۰۴ بود. این آزمایش دارای سه تکرار و هر تکرار شامل نه کرت آزمایشی بود. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کشت به طول شش متر، فاصله ردیف‌ها از هم ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بذور روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. بین هر بلوک (تکرار) آزمایشی دو متر و بین کرت‌های اصلی دو خط نکاشت و فاصله بین کرت‌های فرعی یک خط نکاشت در نظر گرفته شد.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

**جدول ۱: مشخصات خاک محل اجرای آزمایش**

| عمق نمونه برداری (cm) | درصد اشباع SP | هدایت الکتریکی (ds/m) | واکنش گل اشباع pH | کربن آلی (٪) | فسفر قابل جذب ppm | پتاسیم قابل جذب ppm | ذرات تشکیل دهنده خاک (درصد) | | | بافت خاک |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | شن | رس | لای | |
| ۰-۳۰ | ۴۸ | ۳/۵ | ۷/۲ | ۰/۶ | ۹/۱ | ۱۶۸ | ۲۱ | ۵۲ | ۳۷/۵ | لومی رسی |

کود پایه به‌کار برده شده در مزرعه شامل کود نیتروژن از منبع اوره به‌صورت تقسیط در دو مرحله (۵۰ درصد همزمان با کاشت و ۵۰ درصد در مرحله شش برگی به‌صورت سرک) و کود فسفر نیز براساس ۶۰ کیلوگرم فسفر خالص در هنگام تهیه زمین بود. بعد از آماده‌سازی زمین و قبل از کاشت بذر، مقادیر مشخص از سوپرجاذب برای هر ردیف به‌صورت نواری و در عمق ۳۰ سانتی‌متری (حداکثر تراکم ریشه) هر ردیف به‌کار برده شد. پلیمرسوپرجاذب تهیه شده از شرکت Boshraamin نماینده انحصاری سوپر جاذب SNS فرانسه، نوع سوپرآب A200 با ذرات به اندازه دو تا سه میلی‌متر بود (Abedi-Koupai and Asadkazemi, 2006). اولین آبیاری بعد از کاشت بذر انجام شد و تا مرحله چهار برگی در همه تیمارها مطابق شاهد ادامه یافت و پس از آن تیمارهای مختلف آبیاری اعمال شدند.

جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه هر کرت آزمایش را پس از حذف ۰/۵ متر از دو انتهای خطوط، تمامی بلال های موجود در سه خط میانی به طول دو متر به‌صورت دستی برداشت و وزن گردید. اندازه‌گیری تعداد دانه در ردیف بر اساس شمارش و میانگین تعداد دانه از ابتدا تا انتهای بلال در پنج بلال انجام شد. به‌منظور محاسبه وزن هزار دانه، هزار دانه از بذور را در دو دسته ۵۰۰ تایی جدا نموده، اگر اختلاف آن‌ها کم‌تر از شش درصد بود وزن آن‌ها به عنوان وزن هزار دانه تعیین می-گردید (مجیدیان و همکاران، ۱۳۸۷). شاخص کلروفیل (عدد اسپاد) با دستگاه اسپادمتر، مدل (spad-502)، با اندازه‌گیری میزان کلروفیل ده برگ وسط بوته از هر کرت در زمان گل‌دهی و در ساعت‌های۱۰-۹:۳۰ صبح اندازه‌گیری شد (Tohidi-Moghadam *et al*., 2009). برای محاسبه رطوبت نسبی برگ از فرمول زیر استفاده شد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۹۱).

رابطه ۱:
$$RWC = \frac{wf - sd}{ws - wd} \times 100$$

که در اینجا Wf= وزن تر برگ، Wd= وزن خشک برگ و Ws= وزن اشباع برگ از آب می‌باشد.

تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح پنج درصد استفاده گردید.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

## نتایج و بحث

### عملکرد دانه

نتایج نشان داد اثر تنش کمبود آب و پلیمرسوپرجاذب و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر برهمکنش تنش کمبود آب و سوپرجاذب نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه به تیمار ۹۰ میلی‌متر تبخیر و ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب اختصاص یافت که با تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب اختلاف معنی‌داری نداشت. کاربرد پلیمرسوپرجاذب در خاک باعث افزایش عملکرد گیاه و صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی می‌شود، در نتیجه کاربرد این ماده در مناطق کم آب‌تر می‌تواند در افزایش عملکرد و کاهش اثرات سوء ناشی از تنش در شرایط کمبود آب مؤثر باشد. کاهش عملکرد دانه در تیمار تنش می‌تواند به علت کاهش فتوسنتز و توقف کلروفیل‌سازی، کاهش فعایت آنزیم‌های احیا کننده‌ی نیترات و افزایش آنزیم‌های هیدرولیز کننده مثل آمیلاز باشد (سپاسی و همکاران، ۱۳۹۱). Ma و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نمودند کمبود آب ۱۸ تا ۲۰ روز قبل از گرده افشانی موجب ۱۵ تا ۲۵ درصد کاهش عملکرد دانه ذرت و در طول دوره پرشدن دانه به‌ترتیب ۹۰ و ۴۰ درصد عملکرد دانه را کاهش داد. همچنین کمبود آب در زمان گرده افشانی توانست درصد سقط جنین را افزایش و تشکیل بذر ذرت را کاملاً متوقف سازد. مجیدیان و همکاران (۱۳۸۷) در آزمایشی مشابه اعلام نمودند که تنش خشکی بر عملکرد دانه و کلیه اجزای عملکرد گیاه ذرت اثر معنی‌داری داشته و تنش شدید موجب ۳۷ درصد کاهش عملکرد گردید. در این تحقیق پلیمرسوپرجاذب با افزایش ذخیره آب در خاک و قرار دادن آب و مواد غذایی بیش‌تر و مناسب تر در اختیار گیاه توانسته است، میزان ساخت رنگیزه‌ها را افزایش داده و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه راحت‌تر نماید و همین امر موجب بهبود رشد و افزایش عملکرد دانه ذرت شود، این نتایج با یافته‌های Rafiei و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت.

### تعداد دانه در بلال

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش کمبود آب و کاربرد پلیمرسوپرجاذب و برهمکنش این تیمارها بر تعداد دانه در بلال در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد دانه در بلال از تیمار ۹۰ میلی-متر تبخیر از تشت و کاربرد ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به میزان ۴۳۵ و پایین‌ترین تعداد دانه در بلال از تیمار ۱۲۰میلی‌متر تبخیر از تشت و عدم‌مصرف سوپرجاذب با میانگین ۴۰۲ حاصل شد (جدول ۴). می‌توان کم بودن تعداد دانه در بلال در تیمار ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت را به کاهش پتانسیل آب خاک مرتبط دانست. در تیمار آبیاری مطلوب به دلیل مساعدتر بودن شرایط رطوبتی تعداد گل‌های بارور و در نتیجه تعداد دانه در ردیف افزایش یافت. تنش خشکی در مرحله گل‌دهی می‌تواند باعث تأخیر در ظهور کاکل‌ها گردد، بدین ترتیب، کاکل‌ها وقتی ظاهر می‌شوند که گرده افشانی

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

انجام گرفته و گرده‌های زنده‌ای برای تلقیح گل‌های ماده وجود ندارد و یا به شدت کاهش یافته است، لذا اکثر تخمک‌ها تلقیح نشده و در نتیجه دانه‌ای تشکیل نمی‌شود، بنابراین در کل بلال تعداد دانه‌های کم‌تری تشکیل می‌یابد که یافته‌های حاصل از تحقیقات سپاسی و همکاران (۱۳۹۱) این نتایج را تأیید نمود. اثر مستقیم تنش خشکی بر تعداد دانه به دلیل کاهش پتانسیل آب تخمدان و کاهش ماده خشک قابل تقسیم به بلال، بر اثر کاهش قدرت مقصد (تخمدان) است (Lizaso *et al*., 2003). به نظر می‌رسد سوپر جاذب موجب تأمین رطوبت کافی و جلوگیری از عقیم شدن گل‌ها گشته و تعداد بیش‌تری از گل‌ها به دانه تبدیل شده‌اند که با نتایج Shekari و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت داشت. Wu و همکاران (۲۰۱۰) طی تحقیقی در ذرت بیان نمودند که مصرف سوپر جاذب باعث افزایش آب به میزان ۱۰/۶۸ درصد نسبت به عدم مصرف سوپرجاذب در خاک شد. در ضمن استفاده از سوپرجاذب باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و تعداد دانه در بلال شد. Li و همکاران (۲۰۱۴) در ذرت گزارش نمودند سوپرجاذب از طریق تامین آب و به دنبال آن برخی عناصر غذایی در مرحله بحرانی تشکیل دانه، باعث کاهش سقط جنین و در نتیجه افزایش دانه‌های بارور شده است.

**جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ذرت بهاره بر اساس میانگین مربعات**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | تعداد دانه در بلال | تعداد دانه در ردیف | وزن هزار دانه | عملکرد دانه | شاخص کلروفیل | محتوی نسبی آب برگ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۲ | ۸/۴۴ | ۰/۰۸ | ۳/۲۱ | ۵۶/۳ | ۵/۰۲ | ۰/۴۳ |
| تنش کمبود آب | ۲ | ۲۳۱۰/۷** | ۴۷/۱۱** | ۱۵۳۷/۱** | ۳۵۷۳۰/۹** | ۹۸/۵۴** | ۹۳/۱۵ * |
| خطای اصلی | ۴ | ۳۸/۲۲ | ۱/۶۲ | ۱۴/۳ | ۲۵۷/۴ | ۰/۳۴ | ۳۸/۹۵ |
| سوپرجاذب | ۲ | ۱۷۱۶/۳۳** | ۳۱/۴۴** | ۱۳۱۱/۲۶** | ۲۳۴۵۲/۶** | ۱۸/۱۹** | ۵۸/۲۲ * |
| تنش کمبود آب*سوپرجاذب | ۴ | ۱۲۱۸/۶۱** | ۰/۲۸n.s | ۱۴/۱۶n.s | ۳۰۶۱/۵ ** | ۰/۵۷n.s | ۱۱/۳۳ns |
| خطای فرعی | ۱۲ | ۸۶/۹۶ | ۱/۲۴ | ۱۵/۳۱ | ۲۴۰/۴ | ۱/۶۵ | ۱۸/۵۷ |
| ضریب تغییرات | | ۲/۱۲ | ۴/۱۹ | ۲/۲ | ۲/۶ | ۲/۵۵ | ۵/۷ |

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

**تعداد دانه در ردیف**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تعداد دانه در ردیف تحت اثر تنش کمبود آب و کاربرد پلیمرسوپرجاذب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اما برهمکنش این تیمارها بر تعداد دانه در ردیف تفاوت معنی-داری را نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تنش کمبود آب بر تعداد دانه در ردیف نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف به تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۲۸ و کم‌ترین تعداد دانه در ردیف به تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۲۴/۸۸ تعلق داشت (جدول ۳).

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

**جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ذرت بهاره تحت اثر تنش کمبود آب و سوپرجاذب**

| تیمار | تعداد دانه در ردیف | وزن هزار دانه (گرم) | شاخص کلروفیل | محتوی نسبی آب برگ (درصد) |
|---|---|---|---|---|
| **تنش کمبود آب** | | | | |
| **۶۰ میلی‌متر تبخیر** | ۲۸ a | ۱۸۶ a | ۵۳/۳۸ a | ۹۰/۹ a |
| **۹۰ میلی‌متر تبخیر** | ۲۶/۷۷ b | ۱۷۸/۷۷ b | ۵۰/۵ b | ۸۶/۹ b |
| **۱۲۰ میلی‌متر تبخیر** | ۲۴/۸۸ c | ۱۶۷/۳۳ c | ۴۶/۷۸ c | ۷۸/۳ c |
| **سوپرجاذب** | | | | |
| **صفر(شاهد)** | ۲۴/۷۷ c | ۱۶۵/۲۲a | ۴۷/۶۹ c | ۷۹/۵ b |
| **۷۵ کیلوگرم در هکتار** | ۲۶/۳۳ b | ۱۷۸/۵۵ a | ۵۰/۵ b | ۸۶/۳ a |
| **۱۵۰ کیلوگرم در هکتار** | ۲۸/۵۵ a | ۱۸۸/۳۳ a | ۵۲/۵ a | ۸۹/ ۲ a |

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

**جدول۴: نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ذرت بهاره درواکنش به همزمان تنش کمبود آب و سوپرجاذب**

| مدیریت آبیاری (میلی‌متر تبخیر از تشتک) | سوپرجاذب (کیلوگرم در هکتار) | تعداد دانه در بلال | عملکرد دانه (گرم در مترمربع) |
|---|---|---|---|
| **۶۰** | صفر | ۴۳۰ ab | ۵۴۵/۱۸ b |
| | ۷۵ | ۴۴۰/۶ a | ۶۰۶/۵۲ ab |
| | ۱۵۰ | ۴۵۰/۶ a | ۶۶۹/۲۱۷ a |
| **۹۰** | صفر | ۴۲۷/۳ b | ۵۳۱/۲۵ c |
| | ۷۵ | ۴۳۵/۶ ab | ۶۰۷/۱۷ ab |
| | ۱۵۰ | ۴۴۳/۶ a | ۶۵۰/۰۵ a |
| **۱۲۰** | صفر | ۴۰۲ cd | ۴۶۵/۱ de |
| | ۷۵ | ۴۰۶ c | ۴۸۴/۷۴ d |
| | ۱۵۰ | ۴۲۵ b | ۵۲۳/۱۹ c |

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک در آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد نیستند.

کاهش تعداد دانه در ردیف در تیمار ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت به‌دلیل عدم دریافت میزان آب کافی در زمان گل-دهی بود که از مراحل حساس رشد در دوره رشد گیاه ذرت می‌باشد (ولی‌فر و همکاران، ۱۳۹۲). تعداد دانه در هر ردیف گذشته از جنبه وراثتی، بستگی به شرایط محیطی در طول دوره گل‌دهی نیز دارد. در تیمار آبیاری مطلوب به‌دلیل

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

مساعدتر بودن شرایط رطوبتی تعداد گل‌های بارور و در نتیجه تعداد دانه در ردیف افزایش یافت که با نتایج Norwood (۲۰۱۵) مطابقت داشت. به‌نظر می‌رسد کاهش طول بلال ناشی از تنش خشکی در مراحل رویشی و گل‌دهی یکی از دلایل کاهش تعداد دانه در هر ردیف است. علت اصلی این است که تنش خشکی در مرحله گل‌دهی باعث تأخیر در ظهور کاکل-ها می‌گردد، بدین ترتیب، کاکل‌ها وقتی ظاهر می‌شوند که گرده افشانی انجام گرفته و گرده‌های زنده‌ای برای تلقیح گل-های ماده وجود ندارد و یا به شدت کاهش یافته است، لذا اکثر تخمک‌ها تلقیح نشده و در نتیجه دانه‌ای تشکیل نمی‌شود، بنابراین در کل بلال تعداد دانه‌های کم‌تری تشکیل می‌یابد که یافته‌های حاصل از تحقیقات سپاسی و همکاران (۱۳۹۱) این نتایج را تأیید نمود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ۳)، که بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، با میانگین ۲۸ و کم‌ترین تعداد دانه در ردیف مربوط به عدم مصرف سوپرجاذب، با میانگین ۲۴ عدد به‌دست آمد. در این تحقیق سوپرجاذب با فراهم کردن رطوبت کافی جهت تحمل گرما و جلوگیری از عقیم شدن گل‌ها، تعداد بیش‌تری از گل‌ها را به دانه تبدیل کرده است. همچنان‌که Rafiei و همکاران (۲۰۱۳) با کاربرد پلیمر سوپر جاذب در ۳ سطح (۰،۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر گیاه ذرت اظهار داشتند که سوپرجاذب باعث افزایش معنی‌دار عملکرد، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف شد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. Moslemi و همکاران (۲۰۱۲) در گیاه ذرت گزارش کردند که سوپرجاذب باعث افزایش معنی‌دار عملکرد، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف شد. Ghooshchi و همکاران (۲۰۰۸) پلیمر سوپرجاذب با در اختیار گذاشتن آب باعث بهبود وضعیت باروری گلچه‌ها شده در نتیجه تعداد دانه در ردیف را افزایش می‌دهد. Li و همکاران (۲۰۱۴) در ذرت گزارش نمودند سوپرجاذب از طریق تامین آب و به دنبال آن برخی عناصر غذایی در مرحله بحرانی تشکیل دانه، باعث کاهش سقط جنین و در نتیجه افزایش دانه‌های بارور شده است.

**وزن هزار دانه**

در این تحقیق اثر تیمار تنش کمبود آب و کاربرد پلیمرسوپرجاذب بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی-دار بود، اما برهمکنش این تیمارها تفاوت معنی‌داری را بر وزن هزار دانه نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تنش کمبود آب بر وزن هزار دانه نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه به تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۱۸۶ گرم و کم-ترین وزن هزار دانه به تیمار ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۱۶۷ گرم تعلق داشت (جدول ۳). بروز تنش و کم‌آبیاری از طریق کاهش ارتفاع بوته که نتیجه حساسیت بالای فرآیندهای تقسیم و رشد سلولی به تنش خشکی می‌باشد، باعث کاهش میزان کربوهیدرات‌های ذخیره شده در ساقه (منبع ثانویه) و همچنین کاهش سطح برگ و کاهش فتوسنتز می‌گردد که در نتیجه وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتایج مجیدیان و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت داشت. سپاسی و همکاران (۱۳۹۱) در یک آزمایش گزارش نمودند که کاهش حجم آبیاری از طریق کوتاه کردن دوره پرشدن دانه باعث کم شدن

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

وزن هزار دانه می‌گردد. بیش‌ترین وزن هزار دانه از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، با میانگین ۱۸۸/۳ گرم و کم-ترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار عدم مصرف سوپرجاذب، با میانگین ۱۶۵/۲۲ گرم به‌دست آمد (جدول ۳). علت افزایش وزن دانه‌ها در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پلیمرسوپرجاذب، می‌تواند به در دسترس بودن آب به مقدار مناسب برای گیاه و همچنین انتقال کربوهیدرات‌ها بهتر به دانه ها باشد که در نتیجه از چروکیده شدن دانه‌ها جلوگیری می‌کند که یافته‌های حاصل از این تحقیق، نتایج بررسی Rafiei و همکاران (۲۰۱۳) در گیاه ذرت را تأیید می‌کند. Gunes و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی اثر سوپر جاذب بر گیاه سوپرجاذب اظهار داشتند که سوپرجاذب از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، در مرحله پر شدن دانه، توانسته محتوی نسبی آب گیاه و در نتیجه پتانسیل آب سلول‌ها و قدرت مخزن را افزایش داده و باعث بالا رفتن وزن دانه گردد.

**شاخص کلروفیل**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش کمبود آب و کاربرد پلیمرسوپرجاذب بر شاخص کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش این تیمارها بر شاخص کلروفیل تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر فوصل آبیاری بر شاخص کلروفیل نشان داد که بیش‌ترین میزان شاخص کلروفیل به تیمار آبیاری ۶۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۵۳/۳۸ و کم‌ترین شاخص کلروفیل به تیمار آبیاری ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۴۶/۷۸ تعلق داشت (جدول ۳) تخریب کلروپلاست‌ها و تجزیه کلروفیل در اثر فعالیت آنزیم‌های کلروفیلاز و پراکسیداز از جمله عوامل مؤثر بر کاهش غلظت این رنگیزه در شرایط تنش کمبود آب محسوب می‌شود (Smirnoff, 1995). Tohidi-Moghadam و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند تنش کمبود آب تمام صفات زراعی همچون محتوی کلروفیل را کاهش می‌دهد، اما به‌کار بردن سوپرجاذب تمام صفات زراعی نظیر محتوی کلروفیل را افزایش می‌دهد. تنش خشکی باعث کاهش سطح برگ و کاهش نرخ فتوسنتزی به‌دلیل محدودیت‌های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش رنگیزه های فتوسنتزی به خصوص، کلروفیل ها می‌گردد، و با توجه به این امر که تحت تنش خشکی پتانسیل آب گیاه کاهش می‌یابد، بنابراین گیاه در طی روز با بسته نگاه داشتن روزنه‌ها تا حدی محتوی نسبی آب برگ را کنترل می-نماید (Earl and Davis, 2003). مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ۳)، که بیش‌ترین شاخص کلروفیل از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، با میانگین ۲/۰۱ و کم‌ترین شاخص کلروفیل از تیمار عدم مصرف سوپرجاذب، با میانگین ۱/۶۹ به‌دست آمد. این تحقیق شاخص کلروفیل در گیاهانی که سوپرجاذب دریافت کرده بودند افزایش یافت در حالی‌که در تیمار بدون سوپرجاذب این روند یک روند نزولی بود. به‌طور کلی میزان کلروفیل در کلیه دوره‌های مورد آزمایش تحت

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

تنش و حاوی سوپرجاذب از روند یکسانی برخوردار بود، که این نتیجه نشان‌دهنده بر طرف نمودن تنش توسط پلیمرسوپرجاب است. روستایی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند شاخص کلروفیل با کاربرد سوپرجاذب افزایش یافت.

**محتوی نسبی آب برگ**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محتوای نسبی آب برگ تحت اثر تنش کمبود آب و کاربرد پلیمرسوپرجاذب در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد، اما برهمکنش این تیمارها بر محتوای نسبی آب برگ تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). بیش‌ترین محتوای نسبی آب برگ به تیمار آبیاری ۶۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۹۰/۹ درصد و کم‌ترین محتوای نسبی آب برگ به تیمار آبیاری ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۷۸/۳ درصد تعلق داشت (جدول ۳). کم بودن محتوی نسبی آب برگ در هنگام تنش شدید رابطه‌ی نزدیکی با پتانسیل آب گیاه دارد، تنش کم آبی باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش توسعه‌ی برگ‌ها می‌شود و به دلیل کاهش دی‌اکسیدکربن در دسترس گیاه میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد. نتایج تحقیقات دانشمندی و عزیزی (۱۳۸۸)، نیز نشان می‌دهد با افزایش تنش خشکی به‌طور معنی‌داری محتوای نسبی آب برگ کاهش می‌یابد. بیش‌ترین محتوای نسبی آب برگ از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، با میانگین ۸۹/۲ درصد و کم‌ترین محتوای نسبی آب برگ مربوط به تیمار عدم کاربرد سوپرجاذب، با میانگین ۷۹/۵ درصد به‌دست آمد. محتوای آب نسبی برگ در مقدارهای ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند، اما این دو مقدار با تیمار بدون سوپرجاذب تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. بنا به نظر Harvey (۲۰۰۲) در هنگام تنش، سوپرجاذب با قرار دادن آب در اختیار گیاه سبب نگهداری آب بیشتر درون بافت‌ها به خصوص بافت برگ می-شود. فاضلی رستم‌پور و محبیان (۱۳۹۰) در آزمایشی بر گیاه ذرت اعلام کردند که سوپرجاذب با اثر مثبت بر محتوی نسبی آب برگ باعث تجمع بیش‌تر مواد فتوسنتزی در اندام‌های رویشی و در نتیجه کاهش میزان و سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه شد.

**نتیجه گیری**

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص کلروفیل تحت اثر تیمار تنش کمبود آب و پلیمرسوپرجاذب قرار گرفتند. تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار شاخص کلروفیل و محتوای رطوبت نسبی برگ گردید. می‌توان نتیجه گرفت اثر سوپرجاذب‌ها در رطوبت‌های پایین‌تر محسوس‌تر است. کاربرد هیدروژل‌های سوپرجاذب در خاک باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود، در نتیجه کاربرد این ماده در مناطق خشک‌تر می‌تواند در افزایش عملکرد و کاهش اثرات سوء ناشی از تنش در شرایط کمبود آب مؤثر باشد. در این تحقیق کاربرد ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب و آبیاری ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشت از بالاترین پتانسیل جهت رسیدن به حداکثر عملکرد برخوردار بودند.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

**سپاسگزاری**

نگارنده از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز در حمایت از این طرح تحقیقاتی داخلی تشکر و قدردانی می‌نماید.

**منابع**

**دانشمندی، س. م.، و عزیزی، م. ۱۳۸۸.** بررسی تأثیر تنش خشکی و پلیمرسوپرجاذب بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی ریحان، مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم باغبانی، دانشگاه گیلان. ۱۲۸۰-۱۲۷۶.

**روستایی، خ.، موحدی دهنوی، م.، خادم، س.، و اولیایی، ح. ۱۳۹۰.** اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپرجاذب و کود دامی بر خواص کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی. مجله به زراعی کشاورزی، ۱۴(۱): ۴۳-۳۳.

**سپاسی، ش.، کلارستاقی، ک.، ابراهیمی، ح. ۱۳۹۱.** تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴، مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۶(۳): ۲۸۸-۲۷۹.

**فاضلی رستم پور، م.، و محبیان، س. م، ۱۳۹۰.** بررسی تأثیر کم آبیاری و پلیمرسوپرجاذب بر انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ذرت دانه ای، مجله تنش های محیطی در علوم زراعی، ۱۴(۲): ۱۳۸-۱۲۷.

**فرج زاده معماری تبریزی، ا.، یارنیا، م.، احمدزاده، و.، فرج زاده معماری تبریزی، ن. ۱۳۹۴.** اثر تنش خشکی و غلظت‌های هومات پتاسیم بر دو هیبرید ذرت هیبرید ۷۰۴ و ۶۰۴. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۷(۲۵): ۱۱۸-۱۰۵.

**کوچکی، ع. و سرمدنیا غ. ح.، ۱۳۹۱.** فیزیولوژیکی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

**مجیدیان، م.، قلاوند، ا.، کریمیان، ن.، کامکار حقیقی، ع. ۱۳۸۷.** تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن، کود دامی و آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۱(۲): ۸۵-۶۷.

**ولی‌فر، ا، معافپوریان، غ. ر.، تدین، م. س.، اشرف منصوری، غ. ر. ۱۳۹۲.** اثرات تغذیه بهینه پتاسیم و مدیریت-های مختلف آبیاری بر کاهش مصرف آب ذرت، مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۵(۱۴): ۵۸-۴۵.

**Al-Kaisi, M. M., and Yin, X. 2010**. Effects of nitrogen rate, irrigation rate, and plant population on corn yield and water use efficiency. Agronomy Journal. 95:1475-1482.

**Abedi- Koupai, J., Asadkazemi, j. 2006.** Effects of hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant (*Cupressus arizonica*) under reduced irrigation regimes. Polymer Journal. 15(9), 715- 725.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

**Earl, H. J. and Davis, R. F. 2003.** Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. Agronomy Journal. 95: 688- 696.

**Ghooshchi, F., Seilsepour, M., Jafari, P. 2008.** Effects of water stress on yield and some agronomic traits of maize SC 301. American- Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 4: 302-305.

**Gunes, A., Kitir, N., Turan, M., Elkoca, E., Yildirim, E., Avci, N. 2016**. Evaluation of effects of water-saving superabsorbent polymer on corn (*Zea mays* L.) yield and phosphorus fertilizer efficiency. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 40: 365-378.

**Harvey, J. 2002**. Use of hydrogels to reduce leaf loss haster root. Establishment Forest Research.45: 220-228.

**Li, X., He, J. Z., Hughes, J. M., Liu, Y. R., Zheng, Y. M. 2014**. Effects of super-absorbent polymers on a soil- corn system in the field. Applied Soil Ecology 73:58-63.

**Lizaso, J. I., Batchelor, W. D., Westgate, M. E., 2003**. A leaf area model to simulate cultivarspecific expansion and senescence of maize leaves. Field Crops Research. 80, 1- 17.

**Ma, B. L., Subedi, K. D., Stewart, D. W., and Dwyer, L. M. 2014**. Dry matter accumulation and silage moisture changes after silking in leafy and dualpurpose corn hybrids. Agronomy Journal. 98:922-929.

**Moslemi, Z., Habibi, D., Asgharzadeh, A., Ardakani, M. R., Mohammadi, A., and Sakari, A. 2012.** Effects of Super Absorbent Polymer and Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Yield and Yield Components of Maize under Drought Stress and Normal Conditions. American-Eurasian Journal Agriculture & Environmental. Science. 12 (3): 358-364.

**Norwood, C. A. 2015.** Water use and yield of limited-irrigated and dryland corn. Soil Science Biology Journal. 64: 365-370.

**Rafiei, F., Nourmohammadi, G., Chokan, R., Kashani, A., and Haidari Sharif Abad, H. 2013**. Investigation of superabsorbent polymer usage on maize under water stress. Global Journal of Medicinal Plant Research. 1(1): 82-87, 2013.

**Seyed Doraji, S., Gholchin, A., Ahmadi, SH. 2011**. Effects of a superabsorbent polymer and salinity of the water holding capacity in sandy, loamy and clay. Journal. of Soil and Water. 24(2):306-316.

**Shahram, M., Fazeli Rostampoor, F., and Ansari, M. H. 2013**. The effect of different levels of Superabsorbent on efficiency of the Photosynthetic matter the remobilization and portion of remobilization in seed yield of corn (*Zea mays* L.) under drought stress. Annals of Biological Research. 4 (1): 170-176.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]

**Shekari, F., Javanmard, A., Abbasi, A. 2015.** Effects of Super-Absorbent Polymer Application on Yield and Yield Components of Rapeseed (*Brassica napus* L.) Notulae Scientia Biologicae. 7(3):361-366.

**Smirnoff, N. 1995**. Antioxidant systems and plant response to the environment In: Smirnoff, V. (ed). Environment and Plant metabolism: Flexibility and acclimation. BIOS Scientific Publishers, Oxford.217-243, 1995.

**Tohidi-Moghadam, H. R., Shirani Radi, A. H., Nour-Mohammadi, G., Habibi, D., Modarres-sanavy, S. A. M., Mashhadi-Akbar–boojar, M. and Dolatabadian, A. 2009**. Response of six oil seed rape genotypes to water stress and hydrogel application. Pesquisa Agropecuaria Tropical. 39:243-250.

**Wu, L., Liu., M., and Liang, L. 2010.** Preparation and properties of a double- coated slow-release NPK. Compound fertilizer with superabsorbent and water-retention of corn. Bioresource Technology. 10(2): 28-39.

**Yazdani, M., Bahmanyar, M. A., Pirdashti, H., and Esmaili, M. A. 2009** . Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. International Journal of Biological and Life Sciences 1: 2-7.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.32.4.0 ]