



## تأثیر پتاس و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت سینگل گراس ۷۰۴ تحت تنش قطع آبیاری

رحمت صالحی\*

کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، نراق، ایران

عباس ملکی

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران

حمید دهقان زاده

استادیار گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۲۰

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر پتاسیم و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در شرایط مختلف آبیاری، آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۹۱ در شهرستان شبروان چرداول از توابع استان ایلام به صورت اسپلیت فاکتوریل بر پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. سطوح مختلف آبیاری شامل آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی و قطع آبیاری در مرحله‌ی پرشدن دانه به عنوان عامل اصلی و سطوح مختلف پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم شامل مصرف صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و سطوح مختلف کاربرد روی از منبع سولفات روی خاک مصرف شامل صفر، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر صفات مورد بررسی معنی دار بوده و بیشترین عملکرد دانه در آبیاری کامل و کمترین عملکرد در تیمار قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی حاصل شده است. مقادیر مختلف پتاسیم بر همه صفات مورد بررسی معنی دار بوده و افزایش پتاسیم از صفر به ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه در بلال و شاخص برداشت گردید. همچنین اثر مقادیر مختلف روی بر صفات مورد بررسی معنی دار بوده به طوری که افزایش روی از صفر به ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه، بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن صد دانه، تعداد دانه در بلال گردید. نتایج آزمایش نشان داد افزایش پتاسیم در شرایط تنش کمبود آب می‌تواند اثرات ناشی از تنش را تعدیل نموده و مصرف آن بر بیشتر صفات فیزیولوژیکی موثر بر عملکرد اثر مثبت داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تنش خشکی، پتاسیم، روی و تحمل به خشکی

### مقدمه و بررسی منابع علمی

ذرت گیاهی است که بعد از گندم بزرگترین سطح زیر کشت اراضی زراعی دنیا را به خود اختصاص داده است و از نظر تولید محصول بعد از گندم و برنج در رتبه سوم قرار دارد (کریمی و همکاران، ۱۳۷۴). از جمله عواملی که عملکرد ذرت را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد خشکسالی است که بازده کشت در مناطق خشک و دیم را کاهش می‌دهد. از طرفی در بیشتر موارد توصیه‌های کودی بدون توجه به نیاز گیاه صورت گرفته و به تغذیه صحیح گیاهی اهمیت داده نشده است. یکی از دلایل اصلی توجه بیشتر به عناصر کم‌مصرف، به جز نقش آنها در افزایش تولید محصولات، نقش برخی از آنها مانند پتاسیم در ایجاد مقاومت به خشکی یا افزایش کیفیت محصولات غذایی کشاورزی و رفع کمبودها، گرسنگی پنهان و جلوگیری از بیماری‌هایی است که انسان امروزی در اثر عدم مصرف عناصر غذایی مانند روی، به آن‌ها مبتلا می‌شود (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶).

نتایج تحقیقات سیلیسپور و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که تنش خشکی در مرحله‌ی کاکل دهی و تشکیل بلال، موجب کاهش شدید ارتفاع و عملکرد محصول ذرت گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که تنش خشکی در مرحله گل‌دهی بیشترین خسارت را بر عملکرد دانه داشته و عملکرد را ۴۳٪ کاهش داد. همچنین مجیدیان و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کرده‌اند تنش خشکی به طور معنی‌داری منجر به کاهش عملکرد دانه ذرت گردید. علت اصلی کاهش عملکرد دانه در تیمار خشکی، کاهش تعداد دانه در بلال و وزن

صد دانه بود. (Cakmak *et al.* (۲۰۰۸). گزارش کرده‌اند که تنش خشکی در ذرت در مراحل مختلف رشد تولید ماده خشک گیاه شاخص برداشت، وزن خشک ریشه و کاهش عملکرد دانه را به دنبال دارد. سینکی و همکاران (۱۳۸۶) اظهار داشتند که تنش خشکی در کلزا عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، وزن دانه و عملکرد روغن به طور معنی‌داری کاهش داد. (Bukovic *et al.* (2003). گزارش کرده‌اند که تعدیل اثرات منفی خشکی از طریق حفظ فشار آماس، کاهش تعریق و افزایش کارایی مصرف آب بواسطه مصرف پتاسیم بوده است. (Jaktap *et al.* (۱۹۹۸) افزایش و بهبود عملکرد دانه و ماده خشک و شاخص برداشت را با مصرف مقادیر بالاتر پتاسیم تحت تنش رطوبتی گزارش نمودند. اسکندری و همکاران (۱۳۷۸) گزارش نموده‌اند که مصرف پتاسیم در شرایط کم آبی در ارتفاع بوته تأثیر معنی‌داری داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سطوح پتاسیم اثر سوء تنش خشکی بر ارتفاع بوته کاهش یافته و با افزایش سطوح پتاسیم، بر عملکرد دانه افزوده شد.

کریمی‌ان و همکاران گزارش کردند (۱۳۷۲) با مصرف سولفات روی در مزارع ذرت اکثر مناطق کشور دریافت که مصرف روی در اغلب خاک‌ها موجب افزایش وزن خشک گیاه و در همه‌آنها باعث افزایش غلظت روی و جذب کل روی توسط ذرت گردید. و همچنین گزارش نمودند که تنش خشکی موجب کاهش شاخص برداشت گیاه ذرت گردید و این امر به دلیل افت عملکرد دانه است و دلیل کاهش عملکرد دانه را کاهش سطح برگ، طول و وزن بلال، تعداد بلال و عملکرد بیولوژیک بر شمرد. کمبود آب در هر مرحله‌ای از

حاشیه، ارتفاع بوته، قطر ساقه گیاه، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه، عملکرد دانه در هکتار، عملکرد ماده خشک و شاخص برداشت اندازه گیری شد. از نرم افزار MSTATC برای تجزیه داده ها استفاده شد. در صورت معنی دار بودن اثر عامل آزمایشی از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین ها استفاده شد.

### نتایج و بحث

#### ارتفاع بوته

تیمارهای آبیاری اثر معنی داری بر ارتفاع بوته داشت (جدول ۱). آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی، به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به میزان ۲۴۸ و ۲۳۸ سانتی متر را تولید کردند (جدول ۲).

پتاسیم اثر معنی داری بر ارتفاع بوته داشت (جدول ۱). با افزایش پتاسیم از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، ارتفاع بوته افزایش معنی داری داشت (جدول ۲). ارتفاع بوته در تیمار ۷۵ کیلوگرم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲۴۴ و ۲۴۹ سانتی متر بود (جدول ۲). دستبندان نژاد و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند با حضور عنصر پتاسیم تنش آب و اثر آن بر ارتفاع گیاه تعدیل می شود. عنصر روی اثر بسیار معنی داری بر ارتفاع بوته داشت (جدول ۱). با افزایش روی از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار، ارتفاع بوته افزایش معنی داری داشت (جدول ۲). ارتفاع بوته در تیمار ۳۰ کیلوگرم و ۶۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲۴۳ و ۲۵۱ سانتی متر بودند.

رشد ممکن است بر محصول نهایی اثر بگذارد. راشد محصل و همکاران (۱۳۶۳) گزارش نمودند با توجه به مشکل کمبود آب به خصوص در ماه های تابستان، مصرف صحیح کودهای پتاسیم و روی به دلیل نقشی که در افزایش تحمل به تنش کم آبی و افزایش سرعت رشد و تولید عملکرد بالاتر دارد، می تواند از اهداف مدیریت های زراعی می باشد. لذا با توجه به موارد فوق و اینکه معمولاً در ماه های گرم سال زراعت ذرت همواره با تنش خشکی مواجه می شود این تحقیق به منظور بررسی نقش روی و پتاسیم در مقاومت به خشکی ذرت انجام شده است.

#### مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر کاربرد پتاسیم و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت سینگل کراس ۷۰۴ تحت شرایط قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد و نمو آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۰ در سرابله استان ایلام به صورت اسپلینت فاکتوریل با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری کامل ( $I_1$ )، قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی ( $I_2$ ) و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه ( $I_3$ ) به عنوان عامل اصلی و کاربرد کود پتاسیم در ۳ سطح شامل صفر ( $K_1$ )، مصرف ۷۵ ( $K_2$ ) و ۱۵۰ ( $K_3$ ) کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم و نیز مصرف کود سولفات روی در سه سطح صفر ( $Z_1$ )، ۳۰ ( $Z_2$ ) و ۶۰ ( $Z_3$ ) کیلوگرم در هکتار در خاک به صورت فاکتوریل در کرت های فرعی در نظر گرفته شد. مراقبت های زراعی برای همه تیمارها به صورت یکنواخت اعمال گردید. در انتهای رشد از مساحتی حدود ۲ متر مربع با حذف

سولفات روی در مرحله ۲ و ۴ هفته پس از گرده‌افشانی تأثیر معنی داری بر روی تعداد ردیف در بلال دارد. تحقیقات محمدیان و همکاران (۱۳۹۰) نشان داده‌اند تأمین رطوبت کافی دو هفته قبل و بعد از گرده‌افشانی یک دوره بحرانی در زراعت ذرت محسوب می‌شود. ایشان اظهار داشتند اگر تنش خشکی قبل از گرده‌افشانی و در مرحله تولید گلچه‌ها صورت گیرد تعداد گلچه‌های تولید شده در هر بلال کاهش یافته و حتی در صورت گرده‌افشانی مناسب تعداد دانه در ردیف و بلال کاهش چشم‌گیری خواهد داشت. اگر در مرحله گرده‌افشانی تنش خشک رخ دهد. بسیاری از دانه‌های گرده عقیم و بی‌اثر خواهد شد و در نتیجه تعداد دانه نیز کاهش می‌یابد وقوع تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی در مرحله پر شدن دانه‌ها موجب پوکی، چروکیدگی و سبکی دانه‌ها شده و در نتیجه وزن صد دانه کاهش می‌یابد.

(جدول ۲). ارتفاع بوته تحت تأثیر تعداد گره‌ها و فواصل میان گره‌هاست که تعداد گره‌ها به فراهم بودن عناصر غذایی و افزایش میان‌گره‌ها به حضور آب در محیط ریشه بستگی دارد.

### تعداد ردیف دانه در بلال

تیمارهای آبیاری اثر معنی‌داری بر تعداد ردیف دانه در بلال داشت (جدول ۱). آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه بیشترین و قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی کمترین ۱۴/۵۱ و ۱۳/۰۷ و ۱۲/۸۱ سانتی‌متر بودند (جدول ۲). پتاسیم اثر معنی‌داری بر تعداد ردیف دانه بلال نداشت (جدول ۱).

انصاری و همکاران (۱۳۷۶) گزارش کردند تنش رطوبتی در مرحله قبل از گرده‌افشانی تأثیر زیادی بر روی تعداد ردیف دانه در بلال دارد و کاهش طول بلال و نهایتاً عملکرد را به دنبال دارد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. علیزاده و همکاران (۱۳۸۶) گزارش نمودند عدم مصرف سولفات پتاسیم و تنش خشکی باعث کاهش تعداد ردیف بلال و تعداد دانه در ردیف می‌گردد.

عنصر روی اثر معنی‌داری بر تعداد ردیف دانه در بلال داشت (جدول ۱). با افزایش روی از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد ردیف دانه در بلال افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۲). افزایش تعداد ردیف دانه در بلال در تیمار ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب ۱۴/۰۷ و ۱۴/۴ ردیف دانه در بلال بود. (جدول ۲). کوچکی و همکاران (۱۳۷۲) بیان نموده‌اند با وجودی که تعداد ردیف دانه در بلال یک صفت ژنتیکی است اما

جدول ۱: خلاصه نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت با کاربرد پتانسیم و روی تحت شرایط قطع آبیاری

درجه آزادی	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد ردیف در هکتار	تعداد دانه در هکتار	بیل	وزن صید دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	منابع تغییر
۲	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۵/۳۸ <sup>ns</sup>	۱۵۳/۵۶ <sup>ns</sup>	۱۵۳/۵۶ <sup>ns</sup>	۱۲۲/۵۷ <sup>ns</sup>	۵۹/۳۷ <sup>ns</sup>	۱۶۷۰۴۰۷۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	تکرار (R)
۲	۰/۶۹ <sup>**</sup>	۱۹/۶۰ <sup>**</sup>	۲۳۹۰/۹۷ <sup>**</sup>	۲۳۹۰/۹۷ <sup>**</sup>	۴۵۱/۲۳ <sup>**</sup>	۲۰۴۸۲/۳۵ <sup>**</sup>	۹۴۳۱۹۱۸۵۷ <sup>**</sup>	۱۷/۶ <sup>**</sup>	آبیاری (I)
۴	۰/۰۹ <sup>ns</sup>	۱/۹۷ <sup>ns</sup>	۰/۶۷ <sup>ns</sup>	۰/۶۷ <sup>ns</sup>	۳/۸۵ <sup>ns</sup>	۷۶۱/۶۸ <sup>ns</sup>	۱۴۰۲۵۹۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۶ <sup>ns</sup>	تکرار × آبیاری (R.I)
۲	۰/۱۲ <sup>**</sup>	۰/۹۳ <sup>ns</sup>	۱۳۵۸/۸۶ <sup>**</sup>	۱۳۵۸/۸۶ <sup>**</sup>	۲۹۵/۶۳ <sup>**</sup>	۱۷۰۷۵/۵۹ <sup>**</sup>	۵۵۲۳۴۸۵۲۳ <sup>**</sup>	۰/۹۵ <sup>**</sup>	پتاس (K)
۲	۰/۱۵ <sup>**</sup>	۱۵/۱۶ <sup>**</sup>	۹۹۶/۱۹ <sup>**</sup>	۹۹۶/۱۹ <sup>**</sup>	۶۱۱/۶۳ <sup>**</sup>	۳۶۱۲/۳۷ <sup>**</sup>	۱۵۳۹۰۲۲۲۷ <sup>**</sup>	۰/۲۹ <sup>**</sup>	پتاس × روی (K.N)
۴	۰/۰۲ <sup>**</sup>	۱/۰۸ <sup>ns</sup>	۷۸۵/۸۰ <sup>**</sup>	۷۸۵/۸۰ <sup>**</sup>	۱۴/۲۱ <sup>**</sup>	۲۱۸۸/۸۵ <sup>**</sup>	۱۳۵۳۲۵۹۸ <sup>**</sup>	۰/۲۱ <sup>**</sup>	تکرار × پتاس (R.K)
۴	۰/۰۱ <sup>*</sup>	۲/۸۶ <sup>*</sup>	۸/۱۴ <sup>**</sup>	۸/۱۴ <sup>**</sup>	۰/۰۸ <sup>*</sup>	۹۷/۵۱ <sup>*</sup>	۱۰۴۵۰۷۴۶ <sup>**</sup>	۰/۰۷ <sup>*</sup>	تکرار × روی (R.Z)
۴	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۸۹ <sup>ns</sup>	۱۳/۶۹ <sup>**</sup>	۱۳/۶۹ <sup>**</sup>	۲/۷۱ <sup>*</sup>	۱۱۴/۲۹ <sup>*</sup>	۴۵۰۴۰۷۹ <sup>**</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	روی × پتاس (K.Z)
۸	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۸۹ <sup>ns</sup>	۳/۹۷ <sup>**</sup>	۳/۹۷ <sup>**</sup>	۱/۳۳ <sup>ns</sup>	۶۳/۲۷ <sup>ns</sup>	۸۵۶۴۸۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	آبیاری × پتاس × روی (I.K.Z)
۴۸	۰/۰۹	۱/۰۵۵	۶۵/۱۱	۶۵/۱۱	۱/۲۲	۸۹۹۵۸	۷۰۴۲۰۲	۰/۹۸۹	خطا (Error)
۳/۴۹	۳/۹۰	۷/۵۱	۱/۲۶	۱/۲۶	۵/۳۳	۲/۱۳	۱/۶۷	۳/۴۹	ضریب تغییرات (C.V)

ns و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲: مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت با کاربرد پتاسیم و روی تحت شرایط قطع آبیاری

شماره آزمایش	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در بلال	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
I <sub>1</sub>	۲/۴۸a	۱۴/۵۱a	۶۵۰/۱۱a	۲۲/۰۴a	۱۴۲۷۷/۷a	۵۶۶۷/۴a	۲۵/۵c
I <sub>2</sub>	۲/۳۸c	۱۲/۸۱b	۶۳۱/۷۷c	۱۹/۴۶c	۱۳۷۴۹/۶b	۴۵۳۸۸/۹c	۳۰/۳a
I <sub>3</sub>	۲/۴۴b	۱۳/۷۰a	۶۳۷/۲۵b	۲۰/۷۹b	۱۴۱۴۹/۲a	۴۷۹۶۳/۰b	۲۹/۵b
K <sub>1</sub>	۲/۳۶c	۶۳۲/۳۳c	۱۹/۷۲۹c	۶۳۲/۳۳c	۱۳۸۰۷/۴c	۴۵۲۹۶/۳c	۳۰/۵a
K <sub>2</sub>	۲/۴۴b	۶۴۰/۳۳b	۲۰/۷۵۱b	۶۴۰/۳۳b	۱۴۰۵۸/۸b	۵۰۴۰۷/۴b	۲۸/۰b
K <sub>3</sub>	۲/۴۹a	۶۴۷/۴۸a	۲۱/۸۲۲a	۶۴۷/۴۸a	۱۴۳۱۰/۳a	۵۴۳۱۰/۶a	۲۶/۸c
Z <sub>1</sub>	۲/۳۵c	۶۳۳/۶۶c	۲۰/۲۹۲c	۶۳۳/۶۶c	۱۳۹۳۶/۶c	۴۷۷۴۱/۵c	۲۹/۴a
Z <sub>2</sub>	۲/۴۳b	۶۳۹/۶۶b	۲۰/۷۶۲b	۶۳۹/۶۶b	۱۴۰۷۲/۹b	۴۹۷۷۷/۸b	۲۸/۵b
Z <sub>3</sub>	۲/۵۱a	۶۴۵/۸۱a	۲۱/۲۴۸a	۶۴۵/۸۱a	۱۴۱۶۷/۰a	۵۲۵۰۰/۰a	۲۷/۳c
I <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	۲/۱۹d	۱۳/۳۳a	۶۳۷/۳۳c	۲۰/۶۱۱d	۱۳۹۵۶/۶d	۴۷۸۳۳c	۲۹/۱c
I <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	۲/۳۶bc	۱۴/۲۲a	۶۴۹/۰۰b	۲۲/۱۰۰b	۱۴۲۷۴/۴b	۵۶۵۰۰b	۲۵/۲d
I <sub>1</sub> K <sub>3</sub>	۲/۴۲ba	۱۴/۴۴a	۶۶۴/۰۰a	۲۳/۶۰۰a	۱۴۶۰۲/۲a	۶۵۵۰۲a	۲۲/۳e
I <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	۲/۳۰c	۱۴/۴۴a	۶۲۷/۳۳e	۱۸/۶۰۰f	۱۳۶۵۶/۶f	۴۲۱۶۷d	۳۲/۴a
I <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	۲/۴۲ba	۱۴/۴۴a	۶۳۲/۳۳d	۱۹/۶۰۰e	۱۳۷۸۴/۴fe	۴۶۸۳۳c	۲۹/۴c
I <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	۲/۴۲a	۱۴/۴۴a	۶۳۵/۶۶dc	۱۹/۷۰۰e	۱۳۸۰۷/۷e	۴۷۳۸۹c	۲۹/۱c
I <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	۲/۳۶bc	۱۴/۴۴a	۶۳۲/۳۳d	۱۹۹/۶۶e	۱۳۸۰۸/۸e	۴۵۸۳۳c	۳۰/۱cb
I <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	۲/۳۸ba	۱۴/۴۴a	۶۳۹/۶۶c	۲۰/۶۷۷d	۱۴۱۱۷/۷c	۴۷۱۶۷c	۲۹/۹cb
I <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	۲/۴۴a	۱۴/۴۴a	۶۳۸/۳۳c	۲۱۵/۰۰c	۱۴۵۲۱/۱a	۴۷۱۶۷c	۳۰/۸b
K <sub>1</sub> Z <sub>1</sub>	۲/۴۴d	۱۲/۶۶c	۶۲۷/۳۳d	۱۹۳/۳۳e	۱۳۶۷۱/۱e	۴۳۵۰۰e	۳۱/۴a
K <sub>1</sub> Z <sub>2</sub>	۲/۲۸dc	۱۴/۴۴b	۶۳۲/۳۳dc	۱۹۷/۳۳ed	۱۳۸۳۵/۶ed	۴۵۱۶۷ed	۳۰/۶ba
K <sub>1</sub> Z <sub>3</sub>	۲/۳۲c	۱۵/۱۱ba	۶۳۷/۳۳c	۲۰۱/۱۱edc	۱۳۹۱۵/۶ecd	۴۷۱۶۷edc	۲۹/۵bac
K <sub>2</sub> Z <sub>1</sub>	۲/۳۱c	۱۲/۶۶c	۶۳۴/۶۶dc	۲۰۴/۰۰edc	۱۳۹۷۸/۹cd	۴۸۱۶۷bedc	۲۹/۱bac
K <sub>2</sub> Z <sub>2</sub>	۲/۴۰b	۱۴/۸۸ba	۶۴۰/۰۰bc	۲۰۷/۶۶bdc	۱۴۰۶۲/۲bcd	۴۹۸۳۳bdc	۲۸/۳bdc
K <sub>2</sub> Z <sub>3</sub>	۲/۴۴b	۱۵/۵۵a	۶۴۶/۳۳ba	۲۱۲/۱۱bac	۱۴۱۳۵/۶bc	۵۲۵۰۰bac	۲۷/۱dc
K <sub>3</sub> Z <sub>1</sub>	۲/۳۲c	۱۲/۶۶c	۶۳۹/۰۰bc	۲۱۰/۶۶bac	۱۴۱۶۰/۰bc	۴۹۷۲۴bdc	۲۹/۰bac
K <sub>3</sub> Z <sub>2</sub>	۲/۴۴b	۱۵/۱۱ba	۶۴۶/۶۶ba	۲۱۶/۶۶ba	۱۴۳۲۱/۱ba	۵۳۸۳۳ba	۲۷/۰dc
K <sub>3</sub> Z <sub>3</sub>	۲/۵۲a	۱۵/۵۵a	۶۵۲/۳۳a	۲۲۰/۶۶a	۱۴۴۵۰/۰a	۵۶۵۰۰a	۲۶/۲d

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

**تعداد دانه در بلال**

تیمارهای آبیاری اثر بسیار معنی‌داری بر تعداد دانه در بلال داشت (جدول ۱). آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد دانه در بلال به میزان ۶۵۰/۱۱ و ۶۳۱/۷۷ دانه در مترمربع در بلال بودند (جدول ۲). در این خصوص Lorene *et al.* (۱۹۸۷) نیز نشان دادند که تعداد دانه در بلال حساس‌ترین جزء عملکرد به کمبود آب است و تنش قبل از گرده‌افشانی باعث کاهش وزن بلال، طول بلال، قطر ساقه، تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه می‌گردد.

پتاسیم اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشت (نمودار ۱). با افزایش پتاسیم از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در بلال افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۲). افزایش تعداد دانه در بلال در تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب ۳۳/۶۴۰ و ۴۸/۶۴۶ دانه در بلال بود. (جدول ۲). در این رابطه Bajew *et al.* (۱۹۹۳) گزارش نمودند کمبود پتاسیم و عدم کاربرد پتاسیم باعث نکروز شدن حاشیه برگها و کوچک و ریز شدن دانه‌ها گردید و بر روی تعداد دانه در بلال تأثیر منفی گذاشت.

عنصر روی اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در بلال داشت (جدول ۱). با افزایش روی از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در بلال افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۲). افزایش تعداد دانه در بلال در تیمار ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب ۶۶/۶۳۹ و ۸۱/۶۴۵ دانه در بلال بود (جدول ۲). Brien *et al.* (۲۰۰۷) اظهار داشتند محلول‌پاشی با سولفات روی دارای بیشترین

تأثیر بر صفت تعداد دانه در بلال بوده در حالی که کمترین تعداد دانه در ردیف مربوطه به تیماری بوده است که در آن محلول‌پاشی انجام نگرفته است.

اثر متقابل آبیاری × پتاسیم بر تعداد دانه در بلال معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمار کاربرد پتاسیم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و در آبیاری کامل دارای بیشترین تعداد دانه در بلال به میزان ۶۶۴۰ و عدم کاربرد پتاسیم و در قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی دارای کمترین تعداد دانه در بلال با میزان ۶۲۷/۳۳ دانه در بلال بوده‌اند (جدول ۴-۳).

**وزن صد دانه**

تیمارهای آبیاری اثر بسیار معنی‌داری بر وزن صد دانه داشت (جدول ۱). آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن صد دانه به میزان ۲۲۰/۴۸ و ۱۹۴/۶۳ کیلوگرم بوده‌اند (جدول ۲) Bron *et al.* (۲۰۰۳) بیان نمود که اثر تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه بسیار بارز است. زیرا عملکرد بالقوه بستگی به وزن صد دانه دارد. هر چه تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه شدیدتر باشد وزن صد دانه کاهش می‌یابد چنانچه در زمان پر شدن دانه‌ها مزرعه با کمبود آب مواجه شود انتقال مواد غذایی از برگها به دانه کاهش می‌یابد و وزن صد دانه کم می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

پتاسیم اثر معنی‌داری بر وزن صد دانه داشت (جدول ۱). با افزایش پتاسیم از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، وزن صد دانه افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۲). افزایش وزن صد دانه در تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به

کاهش یافته و در نتیجه وزن صد دانه کاهش می‌دهد.

با توجه به اینکه پتاسیم عنصر غیرمتغیر است و حرکت و جذب آن به کندی صورت می‌گیرد وجود رطوبت کافی در محیط رشد ریشه برای جذب پتاسیم از محلول خاک ضروری است.

#### عملکرد دانه

تیمارهای آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول ۱). آبیاری کامل و آبیاری در مرحله پر شدن دانه و آبیاری در مرحله گرده‌افشانی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد دانه در هکتار به میزان ۱۴۲۷/۷۷ و ۱۴۱۴/۱۲ و ۱۳۷۴/۹۶ بودند (جدول ۲). پتاسیم اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول ۱). با افزایش پتاسیم از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه در هکتار افزایش معنی‌داری داشت (نمودار ۳). افزایش عملکرد دانه در تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب ۱۴۰۵۸/۸ و ۱۴۳۱۰/۳ بود (جدول ۲). عنصر روی اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشت (جدول ۱). با افزایش روی از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۲). افزایش عملکرد دانه در هکتار در تیمار ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب ۱۴۰۷۲/۹ و ۱۴۱۶۷ بود (جدول ۲). *Bukovice et al.* (۲۰۰۳) گزارش نموده‌اند مصرف سولفات روی و سولفات پتاسیم تحت شرایط تنش خشکی عملکرد دانه را افزایش می‌دهد.

روی پیش ماده سازنده و فعال کننده بسیاری از آنزیم‌های موثر و رشد و عملکرد دانه است و تأمین

ترتیب ۲۰۷/۵۱ و ۲۱۸/۲۲ کیلوگرم بودند (جدول ۲). رشیدی و همکاران (۱۳۸۵) بیان کردند استفاده از سولفات پتاسیم باعث کاهش تنش خشکی و افزایش تعداد دانه در ردیف دانه در بلال و موجب افزایش وزن صد دانه گردید.

روی اثر بسیار معنی‌داری بر وزن صد دانه داشت (جدول ۱). با افزایش روی از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار، وزن صد دانه افزایش معنی‌دار داشت (جدول ۲). افزایش وزن صد دانه در تیمار ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲۰۷/۶۲ و ۲۱۲/۴۸ بوده‌اند (جدول ۲) *Marchner et al.* (1993) گزارش کردند که در اثر مصرف آهن و روی در ذرت مقدار نشاسته و پروتئین دانه افزایش یافت و با افزایش کربوهیدرات، وزن صد دانه، تعداد دانه و در نتیجه عملکرد دانه افزایش یافت که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد.

اثر متقابل آبیاری × پتاسیم بر وزن صد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد پتاسیم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و در آبیاری کامل دارای بیشترین وزن صد دانه به میزان ۲۳۶ کیلوگرم در هکتار و تیمار عدم کاربرد پتاسیم در مرحله گرده‌افشانی به میزان ۱۸۶ کیلوگرم دارای کمترین وزن صد دانه بوده‌اند با توجه به اینکه رشد تحت تاثیر عناصر غذایی و فراهم بودن رطوبت مورد نیاز است و همچنین پتاسیم همانند نیتروژن از عناصر پرمصرف است و می‌تواند نقش مهمی در آسمیلاسیون تأمین آب مورد نیاز باشد و باعث رشد و افزایش عملکرد وزن صد دانه می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. (جدول ۳).

چنانچه در زمان پر شدن دانه‌ها مزرعه با کمبود آب مواجه شود انتقال مواد غذایی از برگ‌ها به دانه‌ها



### عملکرد ماده خشک

تیمارهای آبیاری اثر معنی داری بر عملکرد ماده خشک داشت (جدول ۱). آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد ماده خشک به میزان ۵۶۶۷/۴ و ۴۵۳۸۸/۹ بوده‌اند (جدول ۲). معنی دار شدن اثر آبیاری بر عملکرد بیولوژیک نشان گر این حقیقت است که فتوسنتز با ماده سازی و به طور کلی تولید ماده خشک توسط گیاه وابستگی جدانشدنی با میزان آب در دسترس دارد و با تنش خشکی عملکرد بیولوژیک کاهش معنی داری دارد مجیدیان و همکاران (۱۳۸۰) گزارش نمودند که پتاسیم اثر معنی داری بر عملکرد ماده خشک داشت (جدول ۱). با افزایش پتاسیم از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد ماده خشک افزایش معنی داری داشت (جدول ۲). افزایش ماده خشک در تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب ۵۰۴۰۷/۴ و ۵۴۳۱۵/۶ بود (جدول ۲). منصوری فر و همکاران (۱۳۸۳) گزارش نموده‌اند مصرف سولفات پتاسیم در شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی صفات عملکرد بیولوژیک و انباشتگی پتاسیم در برگ نسبت به تیمار مشابه ولی بدون پتاسیم افزایش نشان داد که نتایج این تحقیق مطابقت دارد. عنصر روی اثر معنی داری بر عملکرد ماده خشک داشت (جدول ۱). با افزایش روی از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد ماده خشک افزایش معنی داری داشت (جدول ۲). افزایش عملکرد ماده خشک در تیمار ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب ۴/۲۶ و ۹/۹۶ درصد بود (جدول ۲). توکلی و همکاران (۱۳۶۷) اظهار داشتند که با مصرف سولفات روی در شرایط

این عنصر می تواند باعث واکنش های بیوشیمیایی و رشد گیاه گردد و آنها دریافتند که محلول پاشی سولفات روی در شرایط تنش خشکی تأثیر مثبتی بر رشد عملکرد و وزن صد دانه گیاهان دارد. که با نتایج این تحقیق همراستا می باشد. دانه ها آخرین مقصد مواد فتوسنتزی هستند و کارائی یک رقم یا یک کشت یا تیمار نهایتاً تولید اقتصادی را در زراعت هایی که دانه هدف تولید است را تعیین می کند و ممکن است کاهش یک جزء و افزایش اجزاء دیگر تغییرات چندانی در عملکرد ایجاد نکند. اما مقدار مناسب اجزاء عملکرد در حد آستانه اقتصادی می تواند باعث تولید عملکرد مناسبی گردد.

اثر متقابل آبیاری  $\times$  پتاسیم بر عملکرد دانه در هکتار معنی دار بود (جدول ۱). تیمار کاربرد پتاسیم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و در آبیاری کامل دارای بیشترین عملکرد دانه در هکتار به میزان ۱۴۶۰/۲۲ و تیمار عدم کاربرد پتاسیم در قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی دارای کمترین عملکرد دانه به میزان ۱۳۶۵/۶۶ بوده‌اند (جدول ۴-۳).

رشد فرایند پیچیده ای است که تحت تاثیر جذب عناصر غذایی و فراهم نمودن رطوبت مورد نیاز است. با توجه به اینکه پتاسیم همانند نیتروژن از عناصر پرمصرف است و خصوصاً اینکه نقش مهمی در آسیمیلایون و انتقال آسیمیلات ها به اندام های در حال رشد دارد. وجود این عنصر همواره با تأمین آب مورد نیاز باعث رشد و افزایش عملکرد می شود.

مطلوب رطوبتی و تنش خشکی صفات عملکرد بیولوژیک شاخص برداشت و کارایی مصرف آب نسبت به تیمارهای مشابه و بدون مصرف روی افزایش یافتند.

با توجه به اینکه روی پیش ماده سازنده و فعال کننده بسیاری از آنزیم‌های مؤثر بر رشد گیاه و عملکرد نهایی است و دسترسی به این عنصر می‌تواند موجب تسهیل واکنش‌های بیوشیمیایی و بهبود عملکرد در شرایط تنش خشکی گردد.

### شاخص برداشت

تیمارهای آبیاری اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۱). قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی و آبیاری کامل به ترتیب دارای بیشترین و کمترین شاخص برداشت به میزان  $3/30$  و  $5/25$  درصد بوده‌اند (جدول ۲). تاج بخش و همکاران (۱۳۸۵) بیان نمود که تنش خشکی قبل از گرده‌افشانی و در مرحله شیری شدن دانه که مقدار تبخیر و تعرق به حداکثر می‌رسد. مرحله بحرانی و حساس در ذرت است که باعث کاهش شدید شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک و کاهش ارتفاع بوته می‌گردد. که نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

پتاسیم اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۱). با افزایش پتاسیم از صفر به ۱۵۰ کاهش معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۲). کاهش شاخص برداشت از تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب  $19/8-$  و  $13/12-$  درصد بود (جدول ۲).

عنصر روی اثر بسیار معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۱). با افزایش روی از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار، شاخص برداشت کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۲). کاهش شاخص برداشت از تیمار ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به ترتیب  $24/12-$  و  $14/7-$  درصد بود (جدول ۲). شریفیان و همکاران (۱۳۷۹) گزارش نموده‌اند که سولفات روی و عدم تنش خشکی باعث افزایش شاخص برداشت و عدم مصرف سولفات روی و تنش خشکی در مرحله قبل از گرده‌افشانی دارای کمترین شاخص برداشت می‌باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

### نتیجه‌گیری

اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد دانه در آبیاری کامل و کمترین عملکرد در تیمار تنش آبی در مرحله گرده‌افشانی دیده شد. مقادیر مختلف پتاسیم بر همه صفات مورد بررسی معنی‌دار بوده و افزایش پتاسیم از صفر به ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه در بلال و شاخص برداشت گردید. همچنین مقدار مختلف روی بر صفات مورد بررسی معنی‌دار بوده به طوری که افزایش روی از صفر به ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش همه اجزای عملکرد گردید. نتایج نشان داد مصرف روی و پتاسیم کاهش عملکرد ذرت را در شرایط تنش خشکی تعدیل می‌نماید.

جدول ۳. همبستگی صفات اندازه‌گیری شده با یکدیگر در تیمارهای آزمایشی

شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد دانه در بال	تعداد ردیف دانه در بال	طول بال	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص برداشت
۱	۰/۹۸۵*	۰/۷۴*	۰/۸۸*	۰/۹۵*	۰/۳۵۴*	۰/۷۰۴*	۰/۷۰۶*	شاخص برداشت
۱	۰/۸۰۳**	۰/۸۴*	۰/۹۱۵**	۰/۳۶۱*	۰/۷۱۶*	۰/۶۹۲**	عملکرد بیولوژیک	
۱	۰/۸۴۷**	۰/۸۱۴**	۰/۹۰۸**	۰/۳۷۴*	۰/۷۱۶*	۰/۷۱۶*	عملکرد دانه	
۱	۰/۸۰۳**	۰/۸۴*	۰/۹۱۵**	۰/۳۶۱*	۰/۷۱۶*	۰/۶۹۲**	وزن صد دانه	
۱	۰/۸۰۳**	۰/۸۴*	۰/۹۱۵**	۰/۳۶۱*	۰/۷۱۶*	۰/۶۹۲**	تعداد دانه در بال	
۱	۰/۸۰۳**	۰/۸۴*	۰/۹۱۵**	۰/۳۶۱*	۰/۷۱۶*	۰/۶۹۲**	تعداد ردیف دانه در بال	
۱	۰/۸۰۳**	۰/۸۴*	۰/۹۱۵**	۰/۳۶۱*	۰/۷۱۶*	۰/۶۹۲**	طول بال	
۱	۰/۸۰۳**	۰/۸۴*	۰/۹۱۵**	۰/۳۶۱*	۰/۷۱۶*	۰/۶۹۲**	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	

115\*\* و \* به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

**References:**

- Alizadeh, A. 1999. Soil and plant water relations, publications, Astan Quds Razavi. Page 400 (Translated in Persian).
- Ansari, H. In 1377. Effects of water stress on yield and yield components of maize. MSc thesis. IR. (In Persian).
- Bajew, M. 1993. Effect of potassium on crop yield and quality in Pakistan. K Availability of soils in west Asia and North Africa. IPI-SWRI, Tehran, Iran.
- Brien, j. 2007. The effect of moisture reduction from silking to physiological maturity in corn. *Agron. J.* 74: 225- 229.
- Bron, P.H. Cakmak, and Q. Zhang. 2003. Form and function of zinc in plants. Pp 93-100 in: A.P. Robson. Zinc in soils and plants. Kluwer academic publishers, product. The Netherland.
- Bukvice, G. Antunovic, M. Poovic, S and Rastiya, M. 2003. Effect of P and Zn fertilization on biomass, yield and its uptake by maize lines (*Zea mays* L.). *Plant Soil Environ.* 49: 505-510.
- Cakmak, I, et al. 2006. Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in central Anatolia. *Soil and plant.* 180: 165-172.
- Eskandari, 2000. Interaction of soil moisture regimes and levels of potassium on the vegetative growth of winter wheat. Master's Thesis Management deserts. College of Agriculture, Shiraz University, page 71. (In Persian)
- Jagtap, V.S. Bhargava, P. Stredo and Feirabend, J. 1998. Comparative effect of water, heat and Light stresses on photosynthetic reactions in (*Sorghum bicolor* L. Moench). *J. Experimental Botany.* 49: 1715-1721.
- Karimi, A. H. 1996. Agronomy and forage plants. Tehran University Press. Page 414. (Translated in Persian).
- Karimian, N. 1994. Residual effects on soil, chemical forms of zinc sulphate and zinc absorption by plants. Report No. 81, Shiraz University, Shiraz. (In Persian).
- Koocheki, A.S. 1997. The agronomic and breeding in rainfed agriculture translates Jihad Mashhad University Press, pp. 302 (Translated in Persian).
- Lorens, G., F., Bennett, J. M. and loggale, L. B. 1987. Differences in drought resistance between two corn hybrides. *Agron. J.* 79: 808- 813.
- Marchner, H. 1993. Mineral nutrition of higherplants. 3<sup>rd</sup> ed. Academic press, Newyork., USA. Pp 350- 355.
- Noormohammadi, G, A. Siadat, and A. Kashani. 1999. Cereales. Shahid Chamran University Press. Page 446. (In Persian).
- Majidian, M. Ghalavand, A. and Karimian, 2008. Effects of water stress, nitrogen fertilizer and organic manure on chlorophyll meter readings, grain yield and yield components of corn hybrid 704. *Iranian Journal of Crop Sciences.* Page 8. (In Persian)
- Mansoorifar, S. A. Modarres, A. and J., M. 2005. Effects of water stress and nitrogen deficiency on quality and quantity of soluble proteins in maize leaves. *Journal of Agricultural Sciences.* Volume 36. (3). Pages 625 to 637. (In Persian).
- Rashed, M. 1985. Dryland farming. Principles and practices. Publications Mashhad University Jihad. Page 254 (Translated in Persian).
- Sinaki. J. M, E, Majidi heravan, A. H. Shiranirad, Gh. Noormohammadi and Gh. Zarei. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*brassica napu*). *American- Eurasian j. agric. & environ. Sci.* 2: 417- 422.
- Silispour, M. Jafari, P. and Molla, c., 2009. Effects of water stress on maize. *Journal of Research in Agricultural Science.* Volume 2. No. 2. Page 6.
- Tavakoli, H. G. E. Karimi. F. Mousavi. 1989. Effects of different irrigation regimes on vegetative and reproductive growth of corn *Journal of Agricultural Science,* Volume 20, Issue 2, pp. 105-100. (In Persian).
- Tajbakhsh, M., 1996. Corn. Agriculture - breeding, pests and diseases, Tabriz insist Press, 131 pages. (In Persian).