تاثیر محلول‌پاشی پتاسیم و روی در شرایط خشکی آخر فصل بر خصوصیات رویشی و عملکرد جو

جواد مرادلو[۱] و ساسان رضادوست[۲]

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی پتاسیم و روی در مراحل مختلف نمو بر خصوصیات رویشی و عملکرد دانه جو تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل، آزمایشی به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادف با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان خوی انجام گرفت. در این آزمایش قطع آبیاری در سه سطح (آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه و قطع آبیاری در مرحله خمیری شدن دانه‌ها) در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی سولفات پتاسیم و روی در چهار سطح (محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی+شیری، محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی + خمیری، محلول‌پاشی در مرحله شیری+خمیری و محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی+شیری+خمیری) در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج آزمایش نشان داد که قطع آبیاری بر تمامی صفات در سطح یک درصد معنی‌دار شد. محلول‌پاشی پتاسیم و روی نیز بر تمامی صفات در سطح یک درصد معنی‌دار شد. وقوع تنش خشکی باعث افزایش معنی‌دار درصد پروتئین دانه جو شد این افزایش در تیمار قطع آبیاری در مرحله خمیری در بالاترین مقدار (۱۰/۳۱ درصد) بود. در بین سطوح تیمار محلول‌پاشی نیز، تیمار B٤ (محلول‌پاشی در مراحل ساقه‌دهی+شیری+خمیری) بهتر از سایر تیمارها عمل نمود و باعث افزایش عملکرد دانه از ۳۹۲٤ کیلوگرم در هکتار در تیمار B۱ (محلول‌پاشی در مراحل ساقه‌دهی+ شیری) به ٤۸۲٤ کیلوگرم در هکتار در تیمار B٤ شد. اثر متقابل دو فاکتور نیز تنها بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد.

واژه‌های کلیدی:

پتاسیم، جو، خمیری شدن دانه، روی، شیری شدن دانه، قطع آبیاری

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۰۱ *تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۲۰*

[۱] - دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت ، واحد خوی – دانشگاه آزاد اسلامی، خوی – ایران.

[۲] - گروه کشاورزی – زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی – ایران . (نویسنده مسئول) srezadust@yahoo.com

مقدمه و بررسی منابع علمی

جو (*Hordeum vulgare* L.) یکی از مهم‌ترین غلات زراعی در آسیای مرکزی و غربی و آفریقای شمالی به شمار می‌رود. در این نواحی گیاه جو عموما به صورت دیم توسط کشاورزان کشت می‌شود، از این‌رو تولید آن اغلب تحت کمبود آب در طی فصل رشد و به‌ویژه اواخر دوره رشد که مصادف با دوره خشکی است، قرار می‌گیرد (Ceccarelli et al, ۲۰۰٤). تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می‌شود. کاهش میزان فتوسنتز به علت بسته شدن روزنه‌ها، کاهش رشد گیاه، کمبود مواد فتوسنتزی لازم برای پرکردن دانه و کاهش طول پرشدن دانه‌ها از مهم‌ترین اثرات خشکی بر گیاهان است (Reddy, ۲۰۰٤).

با وجود این‌که جو نسبت به سایر غلات به تنش خشکی متحمل‌تر است، اما این گیاه در دوره رشد و نمو خود در دو مرحله ساقه‌رفتن و تشکیل دانه نسبت به کمبود آب حساس است و تنش خشکی در این مراحل منجر به کاهش عملکرد آن می‌شود (Noor-Mohammadi et al, ۲۰۱۰). Goding et al (۲۰۰۳) در آزمایش شدت و زمان اعمال تنش خشکی گزارش دادند که تنش خشکی با کوتاه کردن دوره پرشدن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه، وزن هزاردانه و وزن هکتولیتر شده و بیش‌ترین تاثیر آن در دوره پرشدن دانه، بین روزهای اول تا چهاردهم بعد از گرده‌افشانی است.

اختلال در روند جذب و تجمع عناصر غذایی است که علاوه بر تلفات کود، باعث کاهش عملکرد دانه و علوفه می‌گردد (Choogan, ۲۰۰٤). بنابراین تغذیه مناسب تحت شرایط تنش می‌تواند تا حدی به گیاه در تحمل تنش‌های مختلف کمک کند. در شرایط تنش خشکی بعضی از عناصر به عنوان عنصر ضد تنش شناخته می‌شوند و می‌توانند گیاه را در برابر تنش‌های محیطی مقاوم کنند از جمله این عناصر می‌توان به دو عنصر پتاسیم و روی اشاره نمود.

نتایج Mobasser et al (۲۰۰۵) نشان داد که سطوح مختلف تنش خشکی در گندم منجر به کاهش عملکرد دانه گردید و با کاربرد سولفات روی و پتاسیم در شرایط تنش خشکی از کاهش بیشتر عملکرد گندم کاسته شد.

نتایج Malek-Mohammadi et al (۲۰۱۳) نشان داد که کاربرد روی به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط کم آبیاری نسبت به عدم کاربرد سولفات روی تقریبا یک تن در هکتار

اختلاف داشت و این در حالی بود که برای همین تیمارها در شرایط آبیاری معمولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج آزمایش Ghalenoei et al (۲۰۱٤) نشان داد که در آبیاری متناوب جهت جلوگیری از کاهش تنش خشکی کاربرد سولفات روی و پتاسیم می‌تواند تا حدودی کاهش عملکرد دانه را جبران نماید. به عبارت دیگر نتایج نشان داد که در آبیاری متناوب با کاربرد سولفات روی به میزان ٤٥ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم به میزان ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار می‌توان به عملکرد دانه مشابه با تیمار آبیاری معمولی و کاربرد ۱۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۷۵ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم رسید.

با توجه به این که ایران جزو مناطق خشک جهان محسوب شده و بررسی اثرات تنش خشکی بر گیاهان مختلف بسیار ضروری می‌باشد، همچنین با توجه به تأثیر مثبت پتاسیم و روی بر مواردی مثل عملکرد و غیره، شناخت اثرات میزان موثر استفاده از این عناصر در کنار اثرات منفی تنش خشکی کشاورزان را به استفاده از پتاسیم و روی در جهت کاهش اثرات تنش خشکی رهنمون می‌سازد. انجام این پژوهش به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در مراحل مختلف رشد در حضور عناصر پتاسیم و روی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر زمان محلول‌پاشی سولفات پتاسیم و روی بر عملکرد جو تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل، طی سال ۱۳۹۳ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان خوی اجرا گردید. این منطقه در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤٤ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۰۳ متر می‌باشد. آزمایش به صورت طرح کرت‌های خرده شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. در این آزمایش تنش خشکی به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله شیری، قطع آبیاری در مرحله خمیری) و زمان محلول‌پاشی سولفات پتاسیم و روی به عنوان فاکتور فرعی در چهار سطح (مراحل ساقه‌رفتن + شیری شدن، ساقه رفتن+خمیری شدن، شیری+خمیری شدن، ساقه رفتن+شیری+خمیری شدن دانه‌ها) در نظر گرفته شدند. عملیان خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین شامل شخم متوسط و دو دیسک عمود بر هم، تسطیح و کرت‌بندی بود. بافت خاک لومی رسی شنی بود.

براساس آزمون تجزیه خاک، مقدار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل به طور یکنواخت در سطح مزرعه پخش و با خاک مخلوط شد. نصف کود اوره نیز به صورت سرک در مرحله ساقه رفتن در مزرعه پخش گردید. محلول‌پاشی سولفات پتاسیم با غلظت ۳ درصد (۱۲ کیلوگرم در هکتار) و سولفات روی با غلظت ۱ درصد (٤ کیلوگرم در هکتار) در مراحل رشدی معین در نظر گرفته شد. هر کرت فرعی شامل ۱۰ خط کاشت هر کدام به طول ۲ متر با تراکم ۵۰۰ بذر در متر مربع بود. کاشت در ۱۰ آبان ماه ۱۳۹۳ با دست و به صورت خشکه‌کاری انجام شد. بذر مورد استفاده رقم بهمن بود. مبارزه با علف‌های هرز به صورت شیمیایی و با علف‌کش توفوردی به میزان ۲ لیتر در هکتار قبل از ساقه رفتن جو صورت گرفت. بیماری و آفت خاصی در مزرعه مشاهده نشد. پس از رسیدن به مرحله زایشی (شیری و خمیری شدن) تیمارهای مربوطه تحت تنش خشکی (قطع آبیاری) قرار گرفتند. برای جلوگیری از رسیدن آب باران احتمالی از نایلون‌های پلاستیکی ویژه‌ای که بر روی کرت‌های مذکور کشیده می‌شد استفاده گردید که به جهت جلوگیری از انتشار بیماری و ریزش برگ‌های جو (زردی زودرس) نایلون‌های پلاستیکی فقط در زمان‌هایی که احتمال بارندگی بود به کار برده می‌شد. زردشدن کامل گلوم‌های ۵۰ درصد از سنبله‌های هر واحد آزمایشی به عنوان مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در نظر گرفته شد. در کرت‌های تحت تنش خشکی مرحله رسیدگی فیزیولوژیک زودتر از کرت‌های تحت شرایط رطوبتی نرمال مشاهده گردید. نمونه‌برداری بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای در تمام کرت‌ها انجام گرفت. بوته‌ها پس از ظهور علایم رسیدگی به وسیله دست و با داس به‌صورت کف‌بر برداشت شدند. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، خوشه‌های مربوط به کرت‌ها جداگانه برداشت و در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد و به مدت ٤۸ ساعت خشک شدند و با توجه به وزن اولیه اندام‌ها و دانه، عملکرد دانه براساس وزن خشک آن‌ها تصحیح شد. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، تعداد ۱۰ نمونه ۱۰۰۰ تایی از هر تیمار انتخاب و میانگین وزن آنها به عنوان وزن هزار دانه ثبت گردید. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در خوشه نیز ۲۰ خوشه از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و دانه‌های آن شمارش و سپس میانگین‌گیری انجام شد. به منظور اندازه گیری درصد پروتئین دانه، نمونه‌ای تصادفی از بذرهای حاصل از عملکرد دانه هر تیمار آزمایشی جدا

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در جو

Table ۱) Variance analysis of barley characteristics

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات(MS)				
		پروتئین Protein(%)	شاخص برداشت(HI)	عملکرد دانه Grain Yield	وزن هزار دانه ۱۰۰۰ seed weight	تعداد دانه در سنبله seeds per spike
تکرار(REP)	۲	۳,۰۷۱**	۱۳,۸۶۱^{ns}	۱۶۶۴۳۸۴,۹۶*	۲۹,۳۶۱**	۲۱,۵۲۸^{ns}
قطع آبیاری(irrigation cut)	۲	۳,۷۴۱**	۳۱۲,۵۲۸**	۱۷۹۹۱۹۴۰,۵۶۴**	۲۰۸,۸۶۱**	۶۰۰.۸۶۱**
خطا(error)	٤	۰,۰۶۱	۲,٤۰۳	۹۹۹۹۲,۱۹۱	۰,۰۲۸	۲۵,۵۶۹
محلول‌پاشی(spraying)	۳	۶,۶۳۳**	۱۳۹,۵۹۳**	۱٤۶۸۹٤۵,۷۰۹**	۱۸,۶۶۷**	۷۰,۹۱۷**
قطع آبیاری×محلولپاشی	۶	۰,۳۲۵^{ns}	۰,۵۶۵^{ns}	۱۱۶٤۷۸,۲٤۱^{ns}	۰,٤۱۷**	۱,٤۱۷^{ns}
خطا(error)	۱۸	۰,۲۳۹	۰,۸۵۲	۸٤۵۳۷,۲۷٤	۰,۰۲۸	٤,٤٤٤
ضریب تغییرات (درصد)%(CV		۱۳,٤	۱۲,٤	۶,۶	۱٤,۶	۸,۸۹

*و ** به ترتیب بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد. ns: عدم اختلاف معنی‌دار

*, ** are significant at ۰,۰۵ and ۰,۰۱ respectively and ns non significant.

کرده و درصد پروتئین دانه در آزمایشگاه با روش کجلدال اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

تعداد دانه در خوشه

تعداد دانه درسنبله به عنوان یکی از اجزای مهم در تعیین عملکرد دانه جو تحت تاثیر اثرات اصلی تنش خشکی و محلول‌پاشی سولفات پتاسیم و روی در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین های مربوطه نشان داد که وقوع تنش خشکی در مراحل حساس دوره زایشی از طریق کاهش تشکیل دانه ها، سقط دانه‌های تشکیل یافته و عدم توسعه دانه‌ها موجب کاهش تعداد دانه در سنبله و در واحد سطح می‌گردد. با توجه به اینکه در مرحله خمیری شدن، تشکیل دانه در سنبلچه‌ها تثبیت گردیده و در مراحل نهایی و تکامل هستند بروز تنش خشکی تاثیر زیادی بر این صفت نداشته است. به طوری‌که با میانگین ۳۳/۱۷ عدد دانه در هر سنبله در گروه دوم آماری قرار گرفت (جدول ۲). برای درک سازوکار دقیق کاهش تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله بارور در واحد سطح به واسطه تنش خشکی در مراحل زایشی و پرشدن دانه و به دنبال آن کاهش عملکرد، نیاز به بررسی‌های فیزیولوژیکی و نموی بیشتر است. در آزمایشی با اعمال تنش خشکی بر ذرت در مرحله قبل از گرده‌افشانی، تنش خشکی مانع طویل شدن کلاله و نمو گلچه‌ها شده که این امر نیز به نوبه خود سبب کاهش تعداد دانه در بلال گردید (ادمیدز و همکاران، ۲۰۰۰). طبیعی است که با نامساعد

شدن شرایط در هنگام بروز تنش خشکی درصد عقیم شدن دانه‌های گرده و عدم گرده‌افشانی کامل گل‌ها افزایش می‌یابد و این مسئله در نهایت منجر به کاهش تعداد دانه در سنبله می‌گردد. Sharif et al (۲۰۰٦)، نیز کاهش تعداد دانه در سنبله گیاه جو را در شرایط بروز تنش خشکی به کاهش تعداد پنجه‌های بارور در اثر تنش خشکی و هم‌چنین کاهش تعداد سنبله‌های بارور ربط دادند.

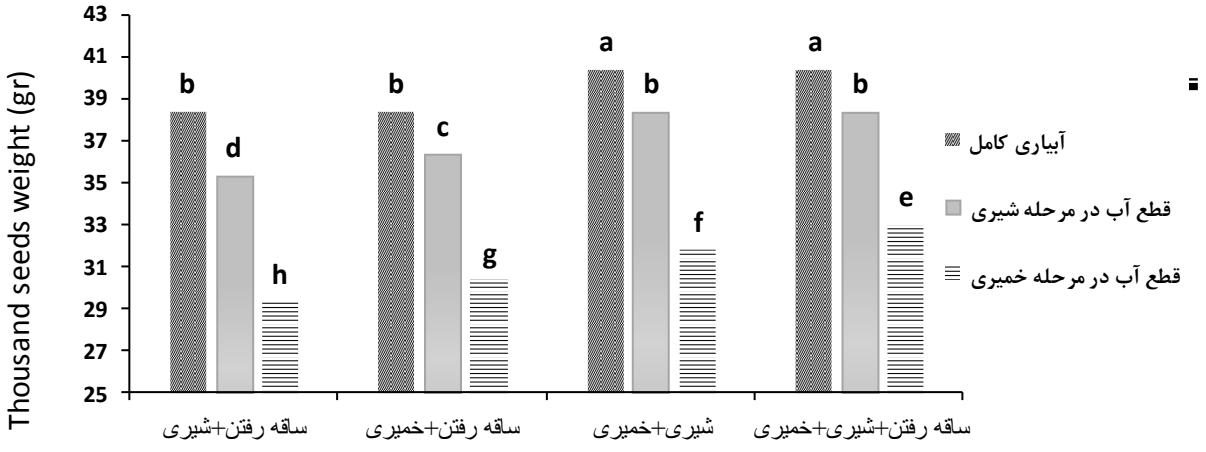
مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف تیمار محلول‌پاشی می‌باشد. براساس این نتایج هرچه دفعات محلول‌پاشی در مراحل ابتدایی دوره زایشی گیاه صورت می‌گیرد تعداد دانه در سنبله نیز به تبع از آن افزایش یافته است. در مراحل زایشی که حساسیت گیاه به شرایط نامساعد محیطی بیش‌تر است هرگونه کمبود و تنش حاصله در این مرحله با تاثیر سوء بر گرده‌افشانی، لقاح و باروری گلچه‌ها باعث افزایش گلچه‌های عقیم و کاهش تعداد دانه‌های تشکیل شده در سنبله می‌گردد. به همین خاطر در آزمایش حاضر تیمار محلول‌پاشی در سه مرحله ساقه‌رفتن + شیری + خمیری شدن دانه‌ها بیشترین تعداد دانه در سنبله (۳۸/۹) را داشت. البته بین این تیمار و محلول‌پاشی در مراحل ساقه‌رفتن+شیری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تیمارهای محلول‌پاشی در مراحل ساقه‌رفتن+ خمیری و محلول‌پاشی در مرحله شیری+خمیری شدن دانه‌ها به ترتیب با ۳۳/۸ و ۳٤/٥٦ دانه در سنبله به طور مشترک در گروه دوم قرار گرفتند (شکل ۳-۱۲).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس وزن هزار دانه نشان داد که اثرات ساده و متقابل تنش خشکی و محلول پاشی در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱۲). مقایسه میانگین سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد که تنش خشکی در مرحله خمیری سبب کاهش وزن هزار دانه از ۳۹/۳ گرم در شرایط آبیاری کامل به ۳۱/۲ گرم در شرایط تنش خشکی گردیده است. در این میان اختلاف وزن هزار دانه بین تیمار قطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه ها با آبیاری کامل در حدود ٦ درصد بود. در مقایسه میانگین اثر محلول پاشی، بیشترین و کمترین وزن هزاردانه به تیمارهای B٤ (محلول پاشی در مراحل ساقه رفتن+شیری+ خمیری دانه‌ها) و B۱ (محلول‌پاشی در مراحل ساقه‌رفتن+شیری شدن دانه‌ها) به ترتیب با ۳۷/۲ و ۳٤/۳ گرم تعلق داشت. چنان‌چه ملاحظه می‌شود محلول‌پاشی در مراحل نهایی و پرشدن

دانه ها بر افزایش وزن دانـه هـا بیشـترین تـاثیر را داشته است (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر متقابل تـنش خشـکی و محلـول‌پاشـی نیـز نشـان داد کـه تیمـار B۳ (محلول‌پاشی در مراحل شـیری+خمیـری) و B٤ (محلول‌پاشی در مراحل سـاقه‌رفـتن + شـیری + خمیری شدن دانه ها) در شرایط آبیاری کامـل بـا میانگین ٤۰/۳ گـرم بیشـترین وزن هـزار دانـه را داشتند. وقوع تـنش خشـکی در مرحلـه خمیـری تاثیر منفی زیادی در کاهش وزن هزار دانه داشت. به‌طوری‌که اختلاف کمتـرین میـانگین وزن هـزار دانه در تیمـار تـنش خشـکی در مرحلـه شـیری نسبت به بیشترین میانگین وزن هزار دانه در تیمار تنش خشکی در مرحله خمیری به ۲۷/۳ درصد رسید که رقم بالایی است (شکل ۱). آن چه مسلم است این اسـت کـه بـا وقـوع تـنش خشـکی در مرحله خمیری دانه‌ها، میزان فتوسنتز گیاه کـاهش یافته و از طرف دیگر میزان انتقال شیره پرورده به سمت دانه نیز کمتر و در نتیجه وزن دانه ها تحت تاثیر تنش قرار گرفته و کاهش یافتند. هنگامی کـه تنش کـم آبـی در مرحلـه شـیری دانـه‌هـا اتفـاق می‌افتد گیاه هنوز فرصت کافی برای جبران اثرات تنش خشکی پس از رفع آن را داشته و با افزایش فتوسنتز جاری و انتقال مـواد ذخیـره بیشـتر طـی جریان انتقال مجدد مواد در مراحل پرشدن دانـه، از وزن دانه بیشتری در آزمایش حاضر برخـوردار شد. پژوهشگران زیادی کاهش وزن دانـه در اثـر تنش خشکی را گزارش کـرده‌انـد (Emam, ۲۰۱۱ Sio-Se Mardeh, ۲۰۰٦; Kirigwi, ۲۰۰٤) Guttieri et al (۲۰۰۱) دلیـل اصـلی کـاهش عملکرد ارقام گندم را در درجه اول، کاهش وزن هزار دانه و در درجه دوم کـاهش تعـداد دانـه در واحد سطح گزارش کردند.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل قطع آبیاری و محلول‌پاشی بر وزن هزار دانه

Figure ۱- Comparison of the interactions between non irrigation and leaf spray on thousand seeds weight

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر اصلی تنش خشکی و محلول‌پاشی در سطح یک درصد بر عملکرد دانه معنی دار شد ولی اثر متقابل دو عامل معنی‌دار نگردید (جدول ۱). اعمال تنش خشکی در مرحله شیری و خمیری، عملکرد دانه را به ترتیب حدود ٤٨/٥ و ٤٢/٣ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش داد (جدول ۲). کاهش عملکرد دانه عمدتا ناشی از کاهش تعداد سنبله بارور و تعداد دانه در سنبله بود کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی آخر فصل مورد تایید سایر پژوهشگران هم قرار گرفته است (Kirigwi, ۲۰۰٤; Gonzalez et al (۲۰۱۰) Rajjala et al, ۲۰۰۹) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز خالص شده و در نهایت عملکرد دانه را کاهش می دهد. با توجه به تسریع پیری برگ ها، کاهش فتوسنتز گیاه و کوتاه شدن دوره پرشدن دانه، وزن نهایی دانه کاهش یافته و این امر در نهایت کاهش عملکرد دانه را درپی خواهد داشت (Emam, ۲۰۱۱). طبق گزارش et al Zadehbagheri (۲۰۱۲) بر اثر تنش خشکی رشد گیاه و توسعه آن کاهش می یابد که منجر به اختلال در گل دهی، پرشدن دانه ها و در نتیجه عملکرد کمتر گیاه می‌شود. کمبود آب در مرحله گل‌دهی باعث افزایش سقط جنین در دانه گرده می شود و در مرحله تلقیح دانه گرده باعث کاهش شدت فتوسنتز، افزایش ABA و کاهش بارگیری آسمیلات‌ها شده که در نهایت با ریزش گل‌ها عملکرد را کاهش می‌دهد.

مقایسه میانگین مربوط به سطوح مختلف محلول پاشی سولفات پتاسیم و روی باعث ظهور دو گروه آماری متفاوت گردید که تیمارهای B۱

(محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌رفتن+شیری) و B٤ (محلول پاشی در مراحل ساقه رفتن + شیری + خمیری) به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ٤٥٥٨ و ٤٨٢٤ کیلوگرم در هکتار در گروه اول و تیمارهای B۳ (محلول‌پاشی در مرحله شیری + خمیری) و B۲ (محلول‌پاشی در مراحل ساقه‌رفتن + خمیری) با میانگین عملکرد ۳۹۲٤ و ٤۱٤٦ کیلوگرم درهکتار در گروه دوم قرار گرفتند (جدول ۲). آنچه از نتایج برمی‌آید این است که محلول‌پاشی سولفات پتاسیم و روی قبل از گل دهی یا شیری شدن دانه‌ها تاثیر بیشتری بر عملکرد دانه داشته که این افزایش عملکرد، بیشتر نتیجه افزایش وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله در این تیمارها بود. با توجه به این‌که در این آزمایش قسمتی از عناصر غذایی به صورت سرک در مرحله ساقه‌رفتن به زمین پخش شده بود بنابراین تا مرحله شیری شدن دانه ها بوته های کشت شده کمبودی از لحاظ مواد غذایی نداشته و عناصر مورد نیاز خود را از طریق ریشه جذب می‌کردند اما بعد از مرحله شیری شدن و وقوع تنش خشکی و رسیدن گیاه به مرحله حساس پرشدن دانه ها، نیاز به مواد غذایی از طریق محلول‌پاشی در این تیمارها مرتفع شده و موجب گردید تا میزان عملکرد دانه در تیمارهای مربوط به محلول پاشی بعد از مرحله شیری شدن دانه ها نسبت به محلول پاشی قبل از این مرحله افزایش چشمگیری داشته باشد.

مصرف پتاسیم اثر مستقیم و غیر مستقیم بر رشد گیاه دارد. مصرف پتاسیم به طور مستقیم باعث کاهش تعرق، افزایش جذب آب یا فراهم نمودن شرایط داخلی جهت تحمل به خشکی می‌شود (Salardini, ۲۰۰۵). نتایج Jamali et al (۲۰۱۱) نشان داد که در شرایط نرمال و مصرف توام ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بیش‌ترین عملکرد دانه ذرت معادل ۱۱/۱٤ تن در هکتار به دست آمد.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات تنش خشکی و محلول‌پاشی سولفات پتاسیم و روی از نظر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی دار شد ولی اثرات متقابل آنها معنی دار نگردید (جدول ۱). طبق مقایسه میانگین داده ها، بیش‌ترین شاخص برداشت با میانگین ٤۲/۸۳ درصد مربوط به تیمار آبیاری نرمال و کم‌ترین شاخص برداشت نیز با میانگین ۳۳/۲۵ درصد به تیمار تنش خشکی در مرحله خمیری شدن دانه ها تعلق داشت. تنش وارده در این مرحله باعث کاهش ۲۸/۸ درصدی شاخص برداشت نسبت به شرایط آبیاری نرمال شد. این اختلاف در شرایط وقوع تنش در مرحله

شیری شدن دانه‌ها ٤/٢ درصد بود (جدول ٢). چنان‌چه از نتایج برمی‌آید قطع آبیاری در مرحله خمیری شدن دانه ها تاثیر زیادی نسبت به قطع آبیاری در مرحله شیری شدن از لحاظ کاهش شاخص برداشت داشت.

با توجه به این‌که مراحل زایشی و پرشدن دانه در گیاه نسبت به تنش های محیطی در مقایسه با اندام های رویشی حساسیت بیشتری دارند بنابراین وقوع تنش در این مراحل با تاثیر بر اجزای عملکرد دانه، عملکرد نهایی دانه را کاهش می دهند و چون شاخص برداشت حاصل عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک می باشد در نتیجه شاخص برداشت کاهش می‌یابد. کاهش شاخص برداشت در تیمارهای تنش خشکی نشان داد که انتقال مواد فتوسنتزی به دانه با مقدار آب مصرفی قابل دسترس مرتبط بوده و تنش خشکی می تواند سهم دانه از ماده خشک را کاهش دهد. با توجه به این‌که از مرحله گل‌دهی تا پایان رسیدگی دمای هوا در مناطق گرم و خشک به شدت افزایش می یابد و ماده خشک دانه در این دوره تشکیل می گردد حذف آب در این دوره موجب کاهش قابل ملاحظه شاخص برداشت در تیمار قطع آبیاری در مرحله خمیری نسبت به تیمارهای آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله شیری شد. کاهش شاخص برداشت در اثر تنش خشکی آخر فصل توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Sio-Se Mardeh, ٢٠٠٦).

در بین سطوح مختلف محلول‌پاشی نیز، محلول‌پاشی در مراحل ساقه رفتن و شیری شدن دانه‌ها از نظر شاخص برداشت ضعیف‌تر از تیمارهایی عمل نمود که محلول پاشی در آنها پس از مرحله ساقه رفتن صورت گرفته بود. بیشترین شاخص برداشت با میانگین ٤٢/٨ درصد مربوط به تیمار B٤ (محلول‌پاشی در مراحل ساقه‌رفتن+ شیری+خمیری) و کمترین آن با میانگین ٣٤/٨ درصد متعلق به تیمار B١ (محلول‌پاشی در مراحل ساقه‌رفتن+شیری) بود (جدول ٢).

درصد پروتئین

تاثیر تنش خشکی و محلول پاشی سولفات پتاسیم و روی بر درصد پروتئین دانه های جو در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ١). بیشترین مقدار پروتئین از تیمار قطع آبیاری در مرحله خمیری با ١٠/٣ درصد و کمترین آن از تیمار آبیاری کامل مزرعه با میانگین ٩/٣ درصد به دست آمد (جدول ٢). در این آزمایش اعمال تنش خشکی ملایم آخر فصل بر درصد پروتئین دانه جو تاثیر بیشتری داشت. در آزمایش Farahmand et al (٢٠١٣) بیشترین درصد پروتئین دانه مربوط به کرت هایی بود که گیاه جو تحت تنش خشکی قرار نگرفت و در تمامی مراحل نمو خود آب دریافت

کرده بود که در این شرایط میزان پروتئین دانه جو به ۱۱/۹ درصد رسید. Valad-Abadi et al (۲۰۰۰) در بررسی تنش خشکی در سورگوم گزارش کردند که درصد پروتئین به شدت تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفته است.

در نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول پاشی بیشترین میزان پروتئین دانه با ۱۰/۵ درصد مربوط به تیمار محلول پاشی سولفات پتاسیم و روی در مراحل ساقه رفتن + شیری + خمیری دانه بود. تیمار B۱ (محلول‌پاشی در مراحل ساقه رفتن+شیری) با میانگین ۸/۸ درصد کمترین پروتئین دانه را داشت (جدول ۲). مصرف پتاسیم و روی به صورت محلول پاشی در طول دوره گل دهی امکان جریان مستقیم مواد غذایی را به نقاطی که تقاضای متابولیکی بیشتری دارند فراهم می‌سازد که در این مرحله گل‌آذین می‌باشد. از طرفی در مراحل آخر رشد گیاه که فعالیت ریشه کاهش یافته و در مواردی بخش سطحی خاک نیز خشک است محلول پاشی روش راحت و سریعی برای بهبود رشد گیاه، تعدیل کمیت و کیفیت پروتئین دانه و رفع کمبود مواد غذایی گیاه در طول این دوره می‌باشد (Peltonen, ۱۹۹۳). Fushengli (۲۰۰۶) نیز گزارش کرده بود که افزایش مصرف پتاسیم در گیاهان منجر به افزایش سنتز پروتئین دانه می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

- ✓ Ceccarelli, S., S. Grando, M. Baum, and S. M. Udupa. ۲۰۰٤. Breeding for drought resistance in a changing climate, Challenges and Strategies for Dryland. Agriculture, CSSA Special Publication No. ۳۲.
- ✓ Chogan, R. ۲۰۰٤. Breeding of corn for tolerance to drought stress and nitrogen. Ministry of Agriculture Jihad Publications. ۹۵ pages.
- ✓ Farahmand, S. ۲۰۱۳. Effect of drought stress and foliar application of micronutrient elements on yield and yield components of wheat. Master's degree in Agriculture, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Khoy Branch. ۸۵ pages
- ✓ Fushengli. ۲۰۰٦. Potassium and water interaction, International workshop on soil potassium and K fertilizer management. ۵۵.
- ✓ Goding, M. J., Ellis, R. H., Shewry, P. R., and Schofield, J. D. ۲۰۰۳. Effects of restricted water availabity and increased temperature on grain filling, drying and quality of winter wheat. Journal of Cereal Sciences ۳۷: ۲۹۵-۳۰۹.

- ✓ Gonzalez, A., V. Bermejo, and B. S. Gimeno. ۲۰۱۰. Effect of different physiological traits on grain yield in barley grown under irrigated and terminal water deficit conditions. Journal of Agricultural Science. ۱٤۸: ۳۱۹–۳۲۸.
- ✓ Guttieri, M. J., J. C. Stark, K. O'Brien, and E. Souza. ۲۰۰۱. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Science. ٤۱: ۳۲۷–۳۳٥.
- ✓ Imam, Y. ۲۰۰٤. Crop Growing. Shiraz University Press.
- ✓ Jamali, G., Sh. Enteshari, and M. Hosinin. ۲۰۱۱. The effect of drought stress on the application of potassium and zinc elements in corn. J.of plant Ecophysiology. ۳(۳): ۲۱٦-۲۲۲.
- ✓ Kirigwi, F. M., M. Ginkel, R. Trethowan, R. G. Sears, S. Rajaram, and G. M. Paulsen. ۲۰۰٤. Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. Euphytica Netherlands Journal of Plant Breeding ۱۳٥: ۳٦۱–۳۷۱.
- ✓ Malek-Mohammadi, M.., A. Malek., S. A. Siaddat, and M. Beigzade. ۲۰۱۳. The effect of zinc and potassium on the quality yield of wheat under drought stress conditions. Int. J. Agric. Crop Sci. Vol., ٦ (۱٦), ۱۱٦٤–۱۱۷۰.
- ✓ Mobaser, H. H. haidari, M. moosavi, Gh. Noormohamadi, and F. Darvish. ۲۰۰٥. Study of consumption of potassium, zinc and copper on wheat seed enrichment in water deficit conditions. Scientific J.l of Agri. Sci.۱۱(٤): ۱۳۳- ۱٤۳.
- ✓ Peltonen, J. ۱۹۹۳. Interaction of late season foliar spray of urea and fungicide mixture in wheat production. J. Agronomy and Crop Sci. ۱۷۰: ۲۹٦–۳۰۸.
- ✓ Rajjala, A., K. Hakala, P. Makela, S. Muurinen, and P. Peltonen-Sainio ۲۰۰۹. Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. Field Crops Research. ۱۱٤: ۲٦۳–۲۷۱.
- ✓ Reddy, A. R., K. V. Chaitanya, and M. Vivekanandan. ۲۰۰٤. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolis in higher plants. J. Plant. Physiol. ۱٦۱: ۱۱۸۹–۱۲۰۲.
- ✓ Sharif , S., M. Saffari, Y. Emam The effect of drought stress and cycocel on barley yield (Cv. Valfajr) . J. of Sci. and Tech. of Agri. and Natural Resources. ۱۰(٤): ۲۸۱ ۲۹۰.
- ✓ Siadat at. S. A. , and A. Kashani. ۲۰۱. Cereals (Vol. I). Shahid Chamran University of Ahvaz Publications. ٤٦٦ pages. Noormohamadi
- ✓ Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini, and V. Mohammadi. ۲۰۰٦. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crop Res. ۹۸: ۲۲۲–۲۲۹.
- ✓ Valadabadi, A. D. Mazaheri, Gh. Noormohamadi, and A. Hashemi. ۲۰۰۱. Performance of the effect of drought stress on qualitive and quantitative characters of corn, sorghum and millet. Iranian Journal of Crop Sciences
- ✓ Zadehbagheri, M., M. M. Kamelmanesh, S. Javanmardi, and S. Sharafzadeh, ۲۰۱۲. Effect of drought stress on yield and yield components, relative leaf water content, proline and potassium ion accumulation in different white bean genotype. African Journal of Agriculture Research. ۷: ٥٦٦۱–٥٦۷۰.