یافته های نوین کشاورزی
سال پنجم- شماره۱- پاییز ۱۳۸۹

اثرات تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد جو بدون پوشینه

جواد عینعلی*، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور
عباسعلی نوری نیا، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان
قدیر طاهری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نیشابور، گروه زراعت و اصلاح نباتات، نیشابور، ایران.
الیاس سلطانی، محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثرات تنش خشکی بر روی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد جو بدون پوشینه انجام شد. آزمایش با استفاده از طرح کاملاً تصادفی (CRD) در شش تکرار با چهار سطح تنش خشکی در گلخانه اجرا شد. سطوح خشکی شامل محیط معمولی (D_1) با پتانسیل آب ۰/۳- مگاپاسکال، تنش ملایم (D_2) با پتانسیل آب ۰/٦- مگاپاسکال، تنش خشکی متوسط (D_3) با پتانسیل آب ۰/۹- مگاپاسکال و تنش خشکی شدید (D_4) با پتانسیل آب ۱/۲- مگاپاسکال بودند. نتایج نشان داد طول ساقه اصلی، طول سنبله، ارتفاع بوته، درصد پنجه‌های نابارور، درصد پنجه‌های بارور، تعداد دانه در سنبله اصلی، تعداد دانه در پنجه‌ها، وزن هزار دانه و عملکرد نهایی تفاوت معنی‌داری داشتند. جو لخت در شرایط تیمارهای خشکی ۰/۳-، ۰/٦- ، ۰/۹- و ۱/۲- مگاپاسکال به ترتیب دارای عملکردی حدود ٥٥، ٤٦، ٤۲ و ۳۳ گرم در گلدان بودند. این در حالی بود که تنش خشکی بر هیچ یک از صفات تعداد کل پنجه‌ها، وزن خشک ساقه اصلی، وزن خشک پنجه‌ها و وزن خشک برگ‌ها معنی‌دار اثر معنی داری نداشت.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، جو بدون پوشینه، عملکرد دانه

* نویسنده مسئول : E-mail: einali1353@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله:۸۹/٤/٥ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۸/۱۸

مقدمه

تنش خشکی مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش محیطی است که تولیدات کشاورزی را در جهان با محدودیت روبه‌رو ساخته است. در کشاورزی خشکی به وضعیتی اطلاق می شود که میزان و توزیع بارندگی در طی فصل رشد به اندازه‌ای ناچیز باشد که موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی شود (۲۹). در ایران، تنش خشکی به عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده تولیدات زراعی مطرح است. بخش زیادی از اراضی زیر کشت در ایران در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است. در این مناطق، به علت کمبود منابع آب و در نتیجه بروز تنش برای گیاه، عملکرد به شدت کاهش می‌یابد. درک تأثیر تنش خشکی و رژیم های دمایی بر عملکرد دانه، گامی موثر در توسعه ارقامی با عملکرد بالا و پایدار می باشد (۱۳). اجزای عملکرد دانه به نحو متفاوتی بسته به مرحله فنولوژی گیاه که با تنش خشکی مواجه می‌شود، تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد (۱۹). گزارش‌های مختلفی مبنی بر اثرات تنش خشکی بر عملکرد گیاهان زراعی وجود دارد. پانتوان و همکاران (۲۰۰۲) با مطالعه روی ارقام مختلف برنج و بررسی عکس العمل آن‌ها به تنش‌های متفاوت خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه، مشاهده کردند که عملکرد دانه و اجزای عملکرد در شرایط تنش به نسبت های مختلفی کاهش می یابند. مارتین و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی اثر زمان و شدت خشکی بر عملکرد یولاف بیان کردند که تنش خشکی از طریق کم شدن تعداد خوشه در واحد سطح و تعداد دانه در خوشه و کمی هم از طریق وزن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه می گردد. اینز و همکاران (۱۹۸۱) ضمن بررسی هایی در مورد پنجه دهی در گندم و جو، گزارش دادند که در محیط های با آبیاری کامل، عملکرد بیشتر با گزینش ژئوتیپ های با تعداد پنجه های زیاد، حاصل می شود ولی در شرایطی که آب محدود باشد. بهترین عملکرد در ژنوتیپ هایی دیده می شود که تعداد پنجه کمتری تولید می نمایند. جونز و کربی (۱۹۷۷) نیز اعلام نمودند که در جو ساقه اصلی و اولین پنجه ژنوتیپ های مورد بررسی نسبت به استرس حساس نمی باشند و ایجاد گیاهانی را که دارای تعداد پنجه کم می باشند، در شرایط تنش خشکی توصیه نمودند. رشیدی و همکاران (۱۳۷۷) در تجزیه ضرایب همبستگی نشان دادند که تعداد پنجه های بارور و وزن هزار دانه از اجزای اساسی عملکرد دانه، تعداد پنجه های بارور و ارتفاع بوته از اجزای اصلی عملکرد کاه و همچنین عملکرد دانه و عملکرد کاه از اجزای اساسی شاخص برداشت می باشند. مطالعات اینز و همکاران (۱۹۸۵) نشان داد که در محیط های کنترل شده در شرایط آبیاری کامل، هیچ‌گونه شواهدی دال بر اختلاف عملکرد در گروه های با ارتفاع متفاوت به‌دست نیامد. نواز (۱۹۷۵) نشان داد تنش خشکی در طی مرحله سنبله دهی و گرده افشانی باعث بیشترین کاهش در عملکرد دانه جو گردید. هم چنین مک نیکول و همکاران (۱۹۹۳) گزارش نمودند که در اثر اعمال تنش خشکی و گرما بعد از مرحله گرده افشانی اندازه و عملکرد دانه جو کاهش پیدا نمود. توماس و فوکای (۱۹۹۵) نشان دادند که اثر تنش خشکی بر رشد و عملکرد جو به‌وسیله دیگر

عوامل محیطی، بخصوص درجه حرارت تعدیل می شود، به طوری که وقتی دوره پر شدن دانه در نتیجه کاشت زود هنگام مقارن با درجه حرارت پایین و تشعشع کم محیط بود، عملکرد جو در هر دو شرایط تنش و عدم تنش خشکی نسبت به تاریخ کاشت دیرتر کمتر بود. جو بدن پوشینه یکی از انواع جو محسوب می شود که به طور عمده به منظور استفاده در تغذیه انسان، دام و طیور تولید می گردد (۵). براساس گزارش های موجود، انرژی دانه جو بدون پوشینه در مقایسه با غلات مشابه در وضعیت مناسب و ارزش غذایی آن نیز در حد گندم و نزدیک به ذرت می‌باشد (۵ و٦). جو بدون پوشینه گیاهی است که کشت آن در دو دهه اخیر رو به افزایش بوده و سطح کشت و میزان تولید آن در ایران در سال ۱۳۸۱ به ۱٤۰۰ هکتار و ٤۰۰۰ تن رسیده است (۳۲). این محصول به علت دارا بودن پروتئین بیشتر، فیبر کمتر و نیز سازگاری به فصل رشد کوتاه به عنوان جایگزینی مناسب برای ذرت در تغذیه طیور مورد توجه قرار گرفته است (۲۵). اهمیت بررسی اثر تنش‌های محیطی ونقش آن‌ها در پیش‌بینی و ارزیابی رشد و عملکرد محصولات زراعی بسیار آشکار است. گیاهان زراعی براساس این‌که در چه مرحله‌ای از نمو خود در معرض خشکی وکم آبی قرار گرفته باشد بطور کاملاً متفاوت به کمبود رطوبت واکنش نشان می دهد. بنابراین، این تحقیق با هدف تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر صفات مورفو لوژیکی جو بدون پوشینه در شرایط آب و هوایی گرگان انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر جو بدون پوشینه این آزمایش طی سال زراعی ۸۸ -۱۳۸۷ درمجموعه گلخانه های مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان واقع در شهر گرگان اجرا شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی (CRD) در شش تکرار با ٤ سطح خشکی و به صورت گلدانی اجرا شد. بدین ترتیب تعداد گلدان ها مشتمل بر ۲٤ عدد و تراکم بوته ها در هر گلدان نیز یکسان در نظر گرفته شد. به منظور اعمال تیمارهای آزمایش گلدان هایی به قطر ٤٥ سانتیمتر و ارتفاع ٦۰ سانتی متر انتخاب شد و با ماسه خالص پر گردید. تیمارهای خشکی پس از تهیه محلول غذایی تغییر شکل یافته هوگلند با استفاده از ماده پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) به شرح ذیل اعمال شدند: محیط معمولی (D_1) با پتانسیل آب ۰/۳- مگاپاسکال که مقدار پلی اتیلن گلیکول مصرفی برابر ۳۰ گرم در ۱۰۰۰ سی سی آب بود. سطح تنش ملایم (D_2) با پتانسیل آب ۰/٦- مگاپاسکال که مقدار پلی اتیلن گلیکول مصرف شده برابر ٦۰ گرم در ۱۰۰۰ سی سی آب بود. سطح تنش خشکی متوسط (D_3) با پتانسیل آب ۰/۹- مگاپاسکال که مقدار پلی اتیلن گلیکول مصرفی برابر ۹۰ گرم در ۱۰۰۰ سی سی آب در نظر گرفته شد. سطح تنش خشکی شدید (D_4) با پتانسیل آب ۱/۲- مگاپاسکال که مقدار پلی اتیلن گلیکول مصرفی برابر ۱۲۰ گرم در ۱۰۰۰ سی سی آب بود.

عناصر محلول غذایی هوگلند عبارت بودند از:

عناصر ماکرو (گرم در لیتر)			عناصر کم مصرف (گرم در لیتر)	
۱- پتاسیم دی هیدروژن فسفات	یک مولار	۱	۵- اسید بوریک	۲/۸٦
۲- نیترات پتاسیم	یک مولار	۱	٦- کلرید منگنز	۱/۸
۳- نیترات کلسیم	یک مولار	۵	۷- سولفات روی	۰/۲۲
٤- سولفات منیزیوم	یک مولار	۲	۸- سولفات مس	۰/۰۸
			۹- اسید مولیبدیک	۰/۰۲

جو بدون پوشینه مورد استفاده در این آزمایش لاین ۱۷ بوده است. به منظور جلوگیری از خسارت قارچ ها، بذر تهیه شده توسط قارچ کش رورال تی- اس (به نسبت دو گرم قارچ کش برای یک کیلوگرم بذر) ضدعفونی شد. بذور تهیه شده پس از ضدعفونی در تاریخ ۸۷/۹/۲۸ به تعداد ۲۵ عدد بذر در عمق یک سانتی‌متری برای هر گلدان کاشته شده و اولین مرحله‌ی آبیاری انجام شد. به منظور مبارزه با حلزون و لیسه و یا لیسک از طعمه مسموم پلیت استفاده شد. آبیاری با استفاده از محلول هوگلند از تاریخ ۸۷/۱۲/۱ شروع شد. پس از ٤ تا ٦ برگی‌شدن در تاریخ ۸۷/۱۲/٤ اقدام به تنک کردن بوته‌ها گردید تا اینکه در هر گلدان ۷ بوته باقی ماند. پس از رسیدگی دانه‌ها، کار برداشت بوته‌ها در تاریخ ۸۸/۳/۵ انجام شد. در ادامه نیز صفاتی نظیر تعداد ساقه، تعداد ساقه‌های بارور، تعداد ساقه‌های نابارور، طول ساقه اصلی، طول سنبله، ارتفاع بوته، وزن خشک ساقه اصلی، وزن خشک برگ، وزن خشک پنجه‌ها، تعداد دانه در سنبله اصلی، تعداد دانه در پنجه‌ها، وزن دانه در سنبله اصلی، وزن دانه در پنجه‌ها، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در گلدان تعیین شدند. تجزیه آماری داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسات میانگین‌ها نیز به روش آزمون LSD انجام شد. نمودارها نیز با نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد بر طول ساقه ها اثر داشت (جدول ۱). نتایج نشان داد که طول ساقه اصلی تحت تأثیر خشکی از حدود ٤۸ سانتی‌متر در شرایط شاهد به حدود ۳۲ سانتی‌متر در شرایط خشکی شدید (۱/۲- مگاپاسکال) کاهش یافت (جدول ۲). شکل ۱ نیز نشان می‌دهد که به ازای کاهش هر ۰/۱ مگاپاسکال طول ساقه اصلی حدود ۱۸ سانتی‌متر کاهش خواهد یافت. اثر تنش خشکی بر طول سنبله نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین طول سنبله نیز در تیمار شاهد خشکی حاصل گردید و با افزایش خشکی از ۰/۳- مگاپاسکال به ۰/٦-، ۰/۹- و ۱/۲- مگاپاسکال طول سنبله از ۵/۷ سانتی‌متر به ۵/۳، ٤/۸ و ۳/۳ سانتی‌متر کاهش یافت (جدول۲). کاهش طول سنبله نیز تحت تأثیر تنش خشکی به صورت خطی بود و به‌ازای کاهش هر ۰/۱ مگاپاسکال از پتانسیل

آب طول سنبله حدود ۲/٦ سانتی‌متر کاهش یافت (شکل۲). ارتفاع بوته نیز تحت تأثیر تنش خشکی کاهش معنی‌داری یافت (جدول های ۱ و ۲)، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار خشکی ۰/۳- مگاپاسکال (حدود ۵۵ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع بوته در تیمار خشکی ۱/۲- مگاپاسکال (حدود ۳۵ سانتی‌متر) حاصل گردیدند (جدول۲). شیب کاهش ارتفاع بوته تحت تأثیر تنش خشکی حدود ۲۱ سانتی‌متر بود (شکل۳). درصد پنجه‌های نابارور تحت تأثیر تنش خشکی به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند (جدول۱). کمترین درصد پنجه‌های نابارور مربوط به تیمار خشکی ۰/۳- مگاپاسکال بود (۳۳ درصد) که البته اختلاف معنی‌داری با تیمارهای خشکی ۰/٦- مگاپاسکال (۳۵ درصد) و ۰/۹- مگاپاسکال (٤۰ درصد) نداشت (جدول ۲). هرچند اختلاف درصد پنجه‌های نابارور این سه تیمار با تیمار خشکی شدید اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲). افزایش درصد پنجه‌های نابارور تحت تأثیر تنش خشکی به صورت دوجمله‌ای بود (شکل ٤). اثر تنش خشکی بر هیچ‌یک از صفات تعداد کل پنجه‌ها، وزن خشک ساقه اصلی، وزن خشک پنجه‌ها و وزن خشک برگ‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۱ و ۲).

جدول۱: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

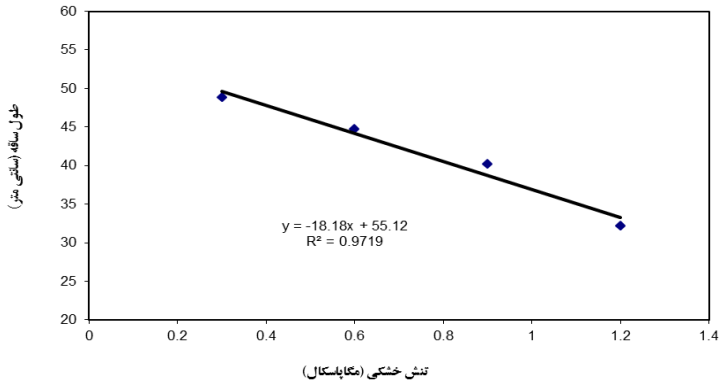
منبع تغییرات	طول ساقه اصلی	طول سنبله	ارتفاع بوته	درصد پنجه های نابارور	تعداد کل پنجه ها	وزن خشک ساقهٔ اصلی	وزن خشک پنجه ها	وزن خشک برگ
خشکی	۱۲۲۳/٦۰**	۲۷/۰٤**	۱٦۰۸/۷٥**	٦۹۲۱/٤٤**	۲٦/۷۹	۰/۰۸۲	۳/۲٥	۳/۸۲
خطا	٤۲/۷۸	۱/۲٦	٥۲/٥٦	۲۹٤/۲٦	۳۲/۰۱	۰/۱٤۹	۲/۸۳	۲/٤۰

**بیانگر تفاوت معنی دار ۱ درصد می باشند

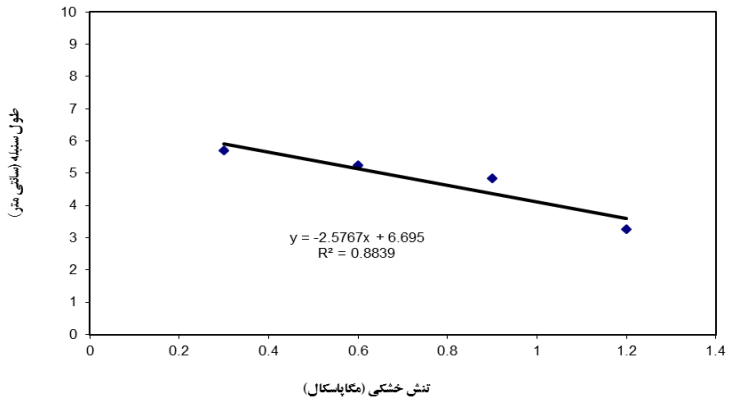
جدول۲: مقایسه میانگین ها تیمار تنش خشکی

تنش خشکی	درصد پنجه های نابارور	طول ساقه اصلی	طول سنبله	ارتفاع بوته	وزن خشک ساقهٔ اصلی	وزن خشک پنجه ها	وزن خشک برگ	تعداد کل پنجه ها
-۱/۲	٦۹/۷٥a	۳۲/۱۷d	۳/۲٦c	۳٥/٤۳d	۰/٥۱ a	۳/۳٤ a	۳/۲۰ a	۱۳/۹٦ a
-۰/۹	٤۰/٤۹b	٤۰/۲۲c	٤/۸٤b	٤٥/۰٦c	۰/۳۷ a	۲/۸۲ a	۲/۲٥b	۱۲/۳۸ a
-۰/٦	۳٥/٥۱b	٤٤/٦۹b	٥/۲٥ab	٤۹/۹۳b	۰/٤۲ a	۲/۷۸ a	۲/۸۱ab	۱۲/۲٥ a
-۰/۳	۳۳/۰٥b	٤۸/۸٦ a	٥/۷۰ a	٥٤/٥٦۹a	۰/٤٤ a	۳/٥۱ a	۲/٥۸ab	۱٤/۲۹ a

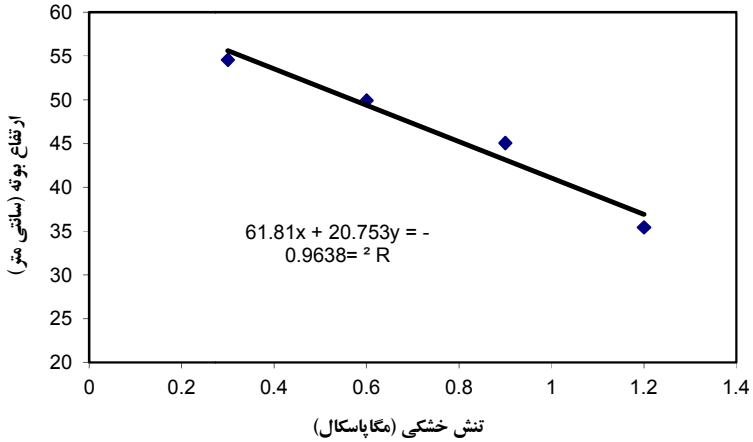
در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند اختلاف معنی داری ندارند



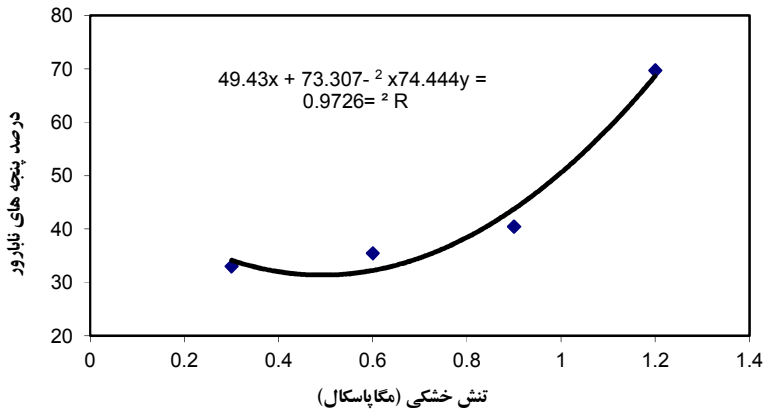
شکل۱- رابطه بین طول ساقه اصلی و تنش خشکی در جو بدون پوشینه



شکل۲- رابطه بین طول سنبله و تنش خشکی در جو بدون پوشینه



شکل۳- رابطه بین ارتفاع بوته و تنش خشکی در جو بدون پوشینه.



شکل ٤- رابطه بین درصد پنجه‌های نابارور و تنش خشکی در جو بدون پوشینه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد بر تعداد پنجه‌های بارور معنی‌دار بود (جدول۳). تیمارهای خشکی ۰/۳- و ۰/٦- مگاپاسکال دارای بیشترین درصد پنجه‌های بارور بودند (به ترتیب حدود ٦۷ و ٦۵ درصد) و تیمار خشکی ۱/۲- مگاپاسکال دارای کمترین درصد ساقه‌های بارور (حدود ۳۰ درصد) بود (جدول ٤). درصد پنجه‌های بارور افزایش تنش خشکی به‌صورت دو جمله‌ای کاهش یافت (شکل ۵). تعداد دانه در ساقه اصلی نیز تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در ساقه اصلی در تیمار خشکی ۰/۳- مگاپاسکال مشاهده شد (حدود ۳۳ عدد) و تیمار خشکی ۱/۲- مگاپاسکال دارای کمترین تعداد دانه در ساقه اصلی (حدود ۱۳ عدد) بود (جدول ٤). تعداد دانه در ساقه اصلی تحت تأثیر تنش خشکی به‌صورت خطی کاهش یافت (شکل ٦). تعداد دانه در پنجه‌ها نیز تغییر مشابه‌ای داشت، بیشترین تعداد دانه در تیمار خشکی ۰/۳- مگاپاسکال (حدود ۲۰٤ عدد) و کمترین تعداد دانه در تیمار خشکی ۱/۲- مگاپاسکال مشاهده شد (جدول ٤). اثر خشکی بر وزن هزار دانه نیز معنی‌دار بود (جدول۳) ولی اختلاف تیمارهای خشکی ۰/۳-، ۰/٦- و ۰/۹- مگاپاسکال معنی‌دار نبود (جدول٤). کمترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار خشکی ۱/۲- مگاپاسکال بود (حدود ۲۸ گرم). وزن هزار دانه تحت تأثیر تنش خشکی به‌صورت دوجمله‌ای کاهش یافت (شکل ۷). عملکرد نهایی هر گلدان نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای خشکی داشتند (جدول۳). تیمارهای خشکی ۰/۳-، ۰/٦- ، ۰/۹- و ۱/۲- مگاپاسکال به ترتیب دارای عملکردی حدود ۵۵، ٤٦، ٤۲ و ۳۳ گرم در گلدان بودند (جدول٤). عملکرد نهایی تحت تأثیر تنش خشکی صورت خطی و با شیبی حدود ۱۹ گرم کاهش یافت (شکل۸).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس برای درصد پنجه‌های بارور، تعداد دانه در سنبله اصلی، تعداد دانه در پنجه‌ها، وزن هزار دانه و عملکرد دانه

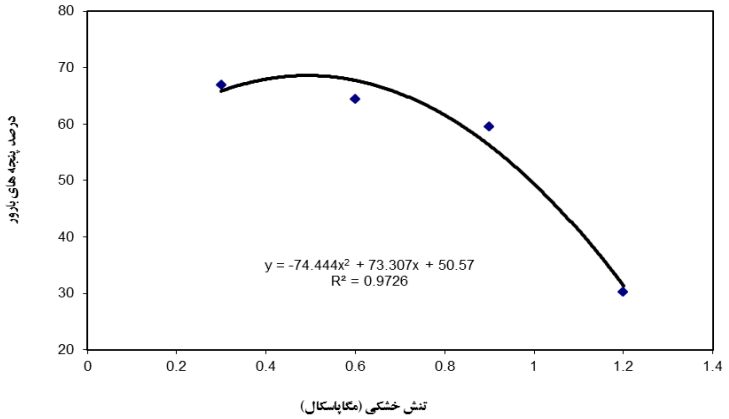
منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد پنجه های بارور	تعداددانه در ساقهٔ اصلی	تعداد دانه در پنجه‌ها	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
خشکی	۳	٦٩٢١/٤٤**	١٦٩٢/٠٢**	١٢٥٨٢٠/٢٣**	٥٣٤/١٨**	١٣١١/١٨**
خطا	٢٠	٢٩٤/٢٦	٤٩/٤٧	٥٢٠٤/٤٨	١٠١/٨٢	٤٨/٢٤

**بیانگر تفاوت معنی دار ۱ درصد می باشند

جدول ٤- مقایسه میانگین ها تیمار تنش خشکی

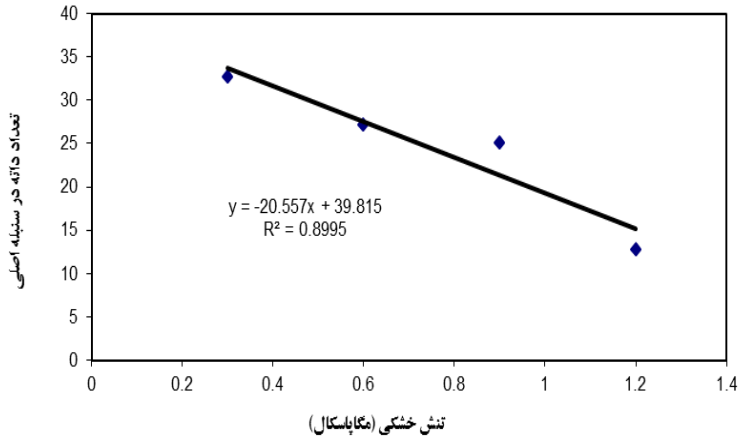
تنش خشکی	درصد پنجه های بارور	تعداد دانه درساقه اصلی	تعداد دانه در پنجه‌ها	وزن هزار دانه	عملکرد
-۱/۳	۳۰/۲٥b	۱۲/۷٥c	۲۹/۱۹c	۲۸/۰٤b	۳۳/۱٥d
-۰/۹	٥۹/٥۱a	۲٥/۱۰b	۹۹/۷٦b	۳٦/٤٦a	٤۱/٤۸c
-۰/٦	٦٤/٤۹a	۲۷/۱۰b	۱۳۱/۷۷b	۳۸/۷۹a	٤٦/۰۸b
-۰/۳	٦٦/۹٥a	۳۲/٦٤a	۲۰۳/٦٤a	۳٦/۳۹a	٥۰/٤٤a

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند اختلاف معنی داری ندارند

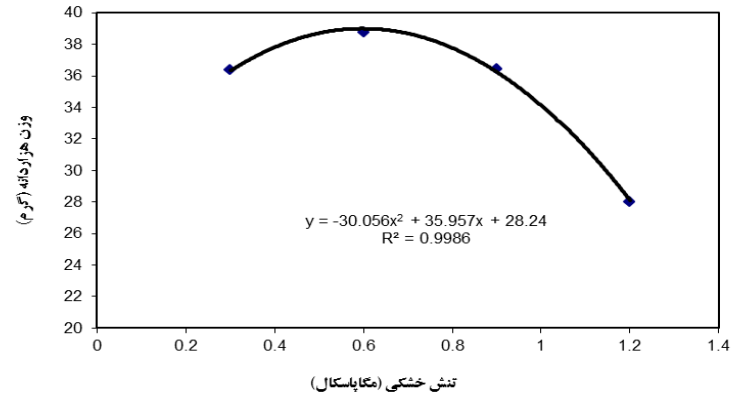


شکل ٥- رابطه بین درصد پنجه‌های بارور و تنش خشکی در جو بدون پوشینه

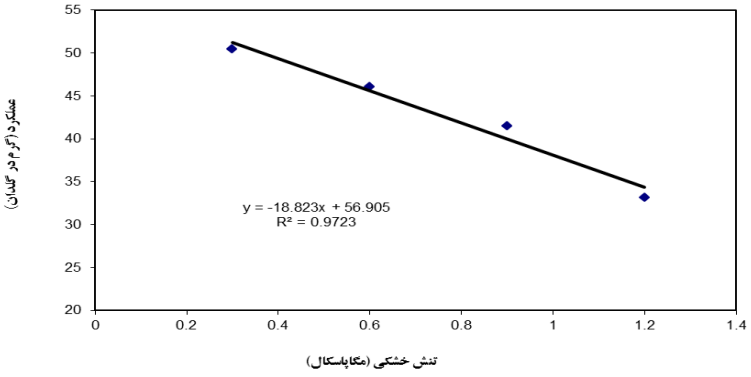
زونگ- هو و راجرام (۱۹۹٤) در تیمارهای متفاوت تنش خشکی دریافتند که تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع بیشترین حساسیت را به تنش خشکی دارند. در حالی که، وزن هزاردانه به طور نسبی به دلیل انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده قبل از گل دهی از حساسیت چندانی برخوردار نیست. ایوانز و همکاران (۱۹۷۲) و واردلاو (۱۹۷۱) اعلام نمودند، کمبود آب پس از گل دهی (گرده افشانی) احتمالاً از طریق آسیب رساندن به فرایند باروری دانه می تواند تعداد دانه در هر سنبله را کاهش دهد.



شکل ٦- رابطه بین تعداد دانه در سنبله اصلی و تنش خشکی در جو بدون پوشینه



شکل ۷- رابطه بین وزن هزار دانه و تنش خشکی در جو بدون پوشینه



شکل ۸- رابطه بین عملکرد و تنش خشکی در جو بدون پوشینه

گیونتا و همکاران (۱۹۹۳) اعلام کردند که کمبود آب در مراحل قبل و بعد از گل دهی ممکن است به کاهش عملکرد از طریق کاهش سنبله و باروری سنبلک ها منجر شود. رشیدی و همکاران (۱۳۷۷) در

تجزیه ضرایب همبستگی نشان دادند که تعداد پنجه های بارور و وزن هزار دانه از اجزای اساسی عملکرد دانه، تعداد پنجه های بارور و ارتفاع بوته از اجزای اصلی عملکرد کاه و هم چنین عملکرد دانه و عملکرد کاه از اجزای اساسی شاخص برداشت می باشند. بویر (۱۹٦۸) گزارش کرده است کـه آب غالبـاً رشـد و نمو گیاه را کنترل می کند و واکنش گیاه در برابر تنش آب، فعالیت متابولیکی، مورفولوژی، مرحله رشد و عملکرد بالقوه گیاه در ارتباط می باشد. همچنین شاو و همکاران (۱۹۷٦) اعلام کردند، اثر تنش در طـول دوره رویشی منجر به کوچک شدن برگ ها گردیده، شاخص سطح برگ را در دوره رسـیدن محصـول و میزان جذب نور توسط گیاه را نیز کاهش می دهد.

عملکرد دانه در گیاهان زراعی تابعی از تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در هر سـنبله و وزن هـزار دانه می‌باشد (۳و۱۲). جانستون و فولر (۱۹۹۲) گزارش کردند که حساس‌ترین مرحله نمو گیـاه بـه تـنش خشکی مرحله گل‌دهی (گرده افشانی) است. طول دوره‌ی گل‌دهی گیاهانی کـه در ایـن دوره در معـرض تنش خشکی قرار گیرند، کمتر خواهد بود و اعمال تنش خشکی در مراحل بعـدی نمـو موجـب تسـریع پیری و کاهش طول دوره‌ی پر شدن دانه‌ها می‌گردد (۲ و۱۰). همچنین کمبود آب در مراحل قبل و بعد از گل‌دهی ممکن است به کاهش عملکرد از طریق کاهش سنبله و باروری سنبلک‌ها منجـر شـود (۱٤). بـه علاوه، تنش خشکی از گل دهی تا مرحله رسیدگی دانه، به ویژه اگر با دمای زیاد همراه باشد، پیری برگ را تسریع و دوره ی پر شدن دانه را کاهش داده و بنابراین، وزن دانه را کاهش می‌دهـد (۲و۲٦). گیونتـا و همکاران (۱۹۹۳) و زونگ- هو وراجرام (۱۹۹٤) در تیمارهای متفاوت تنش خشکی دریافتنـد کـه تعـداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع بیشترین حساسیت را به تنش خشکی دارنـد. در حـالی کـه، وزن دانه به طور نسبی به دلیل انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده قبـل از گـل دهـی از حساسـیت چنـدانی برخوردار نیست.

کمبود آب پس از گل دهی (گرده افشانی) احتمـالاً از طریـق آسـیب رسـاندن بـه فرآینـد بـاروری دانـه می تواند تعداد دانه در هر سنبله را کاهش دهد (۱۱ و ۳۱). تنش خشکی حتـی بـرای مـدت کوتـاهی در زمان باز شدن گلچه ها، ممکن است تعداد گلچه های بارور را به صورت قابل توجهی کاهش دهد. تنش خشکی در مرحله سنبله دهی تا پرشدن دانه به دلیل کاهش سنبله های بارور و تعداد دانـه در هـر سـنبله موجب کاهش محصول می گردد (۱ و ۲۹). وزن دانه با سرعت و مدت پر شدن دانه ارتبـاط دارد. تـنش خشکی در طی پر شدن دانه معمولاً وزن دانه را کاهش می دهد (۲ و ۹). این امر احتمالاً به دلیل کـاهش مواد پرورده برای رشد دانه هاست. کاهش تولید مواد پرورده نیـز بـه کـاهش فراینـد فتوسـنتزی مربـوط می شود که با بسته شدن روزنه ها مرتبط است (۲۲).

کمبود رطوبت در زمان پر شدن غلاف (تشکیل دانه) حداکثر کاهش در عملکرد گیاه را باعث می گـردد. اگر چه کمبود رطوبت در تمام مراحل رشد زیان آورد بوده ولی کمبود آب در مرحله گلـدهی و تشـکیل غلاف سبب ریزش گل‌ها و غلاف‌ها و در مرحله تشکیل دانه سبب کاهش در اندازه بذر شده است (۸).

منابع

۱ – امام ، ی . ۱۳۸٦. زراعت غلات . چاپ دوم ، انتشارات دانشگاه شیراز .۱۹۰ صفحه.

۲ – امام ، ی. و م ، نیک نژاد . ۱۳۷۳. مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه) انشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ ص.

۳- پیروزنیا، م.، نعمت زاده، ق. و کیانوش، غ. ۱۳۷۷. بررسی و تعیین همبستگی عملکرد و اجزای آن با بعضی از صفات مهم زراعی گندم به روش تجزیه ی علیت. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

٤- رشیدی، و.، مقدم، م. و خدابنده، ن. ۱۳۷۷. مطالعه همبستگی عملکرد با اجزای آن از طریق تجزیه علیت در گندم های بهاره بومی آذربایجان شرقی- چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. صفحه ۱۰۷. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. کرج.

۵- صوفی، س. ۱۳٦۹. تغذیه دام. (ترجمه). انتشارات عمیدی تبریز. ٦٤٤ص.

٦- یعقوب فر، ا. و فضائلی، ح. ۱۳۷۸. تعیین انرژی زایی جو بدون پوسته در تغذیه طیور، مجله پژوهش و سازندگی، جلد٤، شماره ٤٥، ص۱۲۲- ۱۲۳ ص.

7- Boyer, J.S.1968. Plant physiol. 43:1056-62.

8- Ciha, A. J., W.A. Brun. 1975. Crop Sci. 15:309-313.

9- Davidson, J.L. and J.W. Birch. 1978. Response of a standard Australian and a mexican wheat to temperature and water stress. Aust.J. Agric. Res. 29: 1091-1106.

10- Duysen, M.E. and T.P. Free man. 1974. Effects of moderate water deficits on wheat seedling growth and plastid pigment development. Plant physiol. 31:262-266

11- Evans, L.T. and R.L. Dunstone. 1970. Some physiological aspects of evoluation in wheat. Aust. J.Biol. Sci. 23:725-741

12- Evans, L.T., J.Binghman, B. Jackson and J. Sutherland. 1972. Effects of awns and drought on the supply of photosynthate and its distribution whitin wheat ears. Ann. Apple. Biol. 70:67-76.

13- Garcia del Moral, L.F., Y.Rharrabti, D.Villegas and C.Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum Wheat under Mediterranean conditions: An ontogenic approach. Agron. J.95:200-274.

14- Giunta, F., R. Motzo and M. Deidda. 1993. Effects of drought no yield components of durum wheat and triticale in a mediterraneum environment. Field crops Res. 33: 399-409.

15- Innes, P., J. Hoogendoom, and R.D. Blackwell. 1985. Effects of differences in date of ear emergence and height on yield of winter wheat. J. Agric. Sci., Cambridge. 105: 543- 549.

16- Innes, P., R. D. Blackwell, R. B. Austin, and M. A. Ford. 1981. The effects of selection for number of ears on the yield and water economy of winter wheat. J. Agric. Sci., Cambridge, 97: 523- 532.

17- Jones, H. G. and Kirby, E. J. M. 1977. Effects of manipulation of number of tillers and water supply on grain yield in barley. J. Agric. Sci Cambridge. 88: 391- 397.

18- Johnston, A. M. and D. E. Fowler. 1992. Response of no- till winter wheat to nitrogen fertilization and drought stress. Can.J. plants Sci. 72: 1057- 1089.

19- Johnson, R. C. and E.T. Kanemasu. 1982. The influence of water availability on winter wheat yields. Can.J. plant
Sci. 62: 831-833.

20- Mac Nicol, P. K., J. V. Jacobsen, M. M. Keys, and I. M. Sturt. 1993. Effect of heat and water stress on quality and grain parameters of Schooner barley grown in cabinets. Journal of cereal Science, 18: 61-68.

21- Martin, R. J., P. D. Jamieson, R. N. Gillespie and S. Maley. 2001. Effect of timing and intensity of drought on the yield of oats (*Avena satival*.). proceeding of the 10th Australian Agronomy conference. Newzealano Institute for crop & Food Research limited, Christchurch, New Iealand.
22- Morgan, J. M. 1977. Changes in diffusive conductance and water potential of wheat plants before and after anthesis. Aust.J. plant physiol. 4: 75-86.
23- Navas, L. J. 1975. Effect of soil water stress on growth of barley. Dissertation Abstracts International, 35: 8, 3715.
24- Pantuwan, G., S. Fukai, M. Cooper, S. Rajatasereeku and J. and C. O'Toole. 2002. Yield response of rice (*oryza sativa L.*) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Part 1. Grain yield and yield components. Field crops Res. 73: 153- 168.
25- Roshanfekr, H. A. 2001. Determination of raw energy and metabolize able energy of Hull- les barley and possibility of replacing with corn for poultry food. Ahvaz agriculture
Sci. 24(1): 23-33.
26- Royo, C., M. Abaza, Blanco, R. and L. F. Garcia del moral. 2000. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. Aust. J. Plant physiol. 27: 1051-5059.
27- Shaw, R. H. and D. R. Laing. 1976. In plant Environment and efficient water use,ed. W.H. Pierre et al. Madison, wis: American society of Agronomy.
28- Siani, H. S. and D. Aspinall. 1981. Effects of water deficit on sporogensis in wheat. Ann. Bot. 43: 623-633.
29- Sterling, J. D. E. and H. G. Nass. 1981. Comparison of tests characterizing varieties of barley and wheat for moisture resistance. Can.J. plant Sci. 61: 283-292.
30- Thomas, and S. Fukai. 1995. Growth and yield response of barley and chickpea to water stress under three environments southeast Queensland. 1. Light interception, crop growth and grain yield. Australian journal of Agricultural Research, 46: 17-33.
31- Wardlow, I. F. 1971. The early stages of grain development in wheat. Response to water stress in a single variety. Aust. J. Biol.
Sci. 24: 1047-1055.
32- Yazdanseta, S., Karimzadeh, G. H. and Tahmasbi Sarvestani, Z. A. 2004. Karyotypical assessment of some genotypes of Hull- Less barley. Iran Agriculture Sci. 35(4): 857-837.
33- Zhong- hu, I. I. and S. Rajaram. 1994. Differential response of bread wheat characters to high temperature. Euphytica 72: 197-200.