بررسی اثر تنش خشکی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی هفت رقم گندم

Effect of seven wheat cultivars germination indices under water deficit stress.

وحید جاجرمی

استادیار گروه زراعت، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بجنورد، بجنورد - ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: vahid_jajarmii@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲

چکیده

تنش‌های محیطی به‌ویژه خشکی، از مهم‌ترین عوامل کاهش رشد در مراحل رشد و نمو گیاه به‌خصوص در مرحله جوانه‌زنی است. بدین منظور در این تحقیق عکس‌العمل هفت رقم گندم با نام‌های آذر، امید، دروم-D/786 (19)، طبسی، کراس اروند، اروند، G73-20 به تنش خشکی در طی مراحل جوانه‌زنی در سطوح خشکی صفر، ۳- ، ۶- ، ۹- ،۱۲- و ۱۵- بار که با استفاده محلول پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) ۶۰۰۰ اعمال شد، آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با چهار تکرار در شرایط آزمایشگاه در دانشگاه آزاد اسلامی بجنورد اجرا شد. صفات مورد بررسی عبارت بودند از: درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه. بین کلیه ارقام و سطوح مختلف تنش در تمامی صفات تفاوت معنی‌داری وجود داشت و اثر متقابل فقط در سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه معنی‌دار شد. بذور در سطح تنش خشکی ۱۵- بار قادر به جوانه‌زنی نبودند. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در رقم G73--20 و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی را رقم اروند با ۳۶ درصد دارا بود. بیش‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی از رقم اروند به‌دست آمد. رقم طبسی دارای بیش‌ترین میانگین سرعت جوانه‌زنی و رقم کراس اروند بیش‌ترین ضریب سرعت جوانه‌زنی را بدست آورد. بیش‌ترین طول ریشه‌چه متعلق به رقم کراس با اروند ۶۳/۵۸ میلی‌متر بود. بیش‌ترین طول ساقه‌چه در رقم آذر با۱۵/۶۱میلی‌متر مشاهده شد. با افزایش سطوح تنش خشکی از میزان کلیه صفات کاسته شد ولی طول ساقه‌چه بیش‌ترین کاهش را داشت. به‌طور کلی می‌توان گفت در بین ارقام مورد بررسی اروند و امید حساس‌ترین و G73-20 متحمل‌ترین رقم بود.

واژگان کلیدی: مؤلفه‌های جوانه‌زنی، تنش خشکی، گندم

مقدمه

تنش معمولاً به‌عنوان یک عامل خارجی که اثرات سوء بر گیاه دارد، تعریف می‌شود و خشکی شایع‌ترین تنش محیطی (غیر زنده) است که تقریباً تولید ۲۵ درصد از زمین‌های جهان را محدود می‌کند. ایران با متوسط نزولات آسمانی معادل ۲۴۰ میلی‌متر در زمره مناطق خشک و نیمه خشک دنیا طبقه بندی می‌شود (سرمدنیا،۱۳۷۲). باید در نظر داشت که یک رقم با بیش‌ترین عملکرد تحت شرایط مطلوب آبیاری، الزاما بالاترین عملکرد را در شرایط تنش خشکی ندارد و یک رقم با عملکرد خوب در شرایط خشکی ممکن است در شرایط رژیم مطلوب رطوبتی نسبت به سایر ارقام، درجات پایین‌تری از عملکرد را نشان دهد، از این رو تحقیق در شرایط تنش خشکی دارای اهمیت زیادی است (ایران نژاد و شهبازیان، ۱۳۸۳). گیاهان براساس این‌که در چه مرحله‌ای از نمو خود در معرض خشکی و کم آبی قرار گرفته باشند واکنش متفاوتی به کمبود رطوبت نشان می‌دهند. جوانه‌زنی زود، سریع، یکنواخت و کامل بذرها، باعث سطح سبز مطلوب و رشد اولیه و سریع گیاهان زراعی می‌شود و رشد اولیه مطلوب، باعث دریافت بهتر تشعشع خورشید و افزایش عملکرد می‌گردد (کوچکی و همکاران،۱۳۷۰). ناکافی بودن رطوبت لازم جهت جوانه‌زنی در لایه‌های سطحی خاک و تنش خشکی در مرحله گیاهچه یکی از عوامل مهم در عدم استقرار مطلوب گیاهچه در مناطق خشک می‌باشد (Paulsen, 1987). ظهور گیاهچه با طول کلئوپتیل همبستگی نزدیکی دارد. وقتی عمق کاشت از طول کلئوپتیل هر واریته متجاوز شود، سبز شدن آن به‌طور مشهودی کاهش می‌یابد. بین ژنوتیپ‌های گندم از لحاظ طول کلئوپتیل، تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای مشاهده شد. طول کلئوپتیل گندم مهم‌ترین صفت مورفولوژیک در تعیین عمق کاشت، قدرت سبز کردن و استقرار گیاهچه است (شهریاری و حسن‌پناه، ۱۳۸۴).

تنش خشکی می‌تواند در کاهش سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی تاثیرگذار باشد و عکس‌العمل بذرهای گیاهان و حتی گونه‌های مربوط به یک گیاه به تنش‌ها می‌تواند دامنه وسیعی داشته باشد. مرحله جوانه‌زنی یکی از مراحل بحرانی رشد در گیاهان است (Ashraf and Waheed, 1990). سعیدی (۱۳۸۶) گزارش کرد که با کاهش پتانسیل اسمزی برخلاف درصد و سرعت جوانه‌زنی، بنیه جوانه‌زنی با سرعت و شیب زیاد در ژنوتیپ‌های مختلف گندم شروع به کاهش نمود. اسکویی (۱۳۸۹) در بررسی اثر تنش خشکی بر ارقام گندم در مرحله رویشی گزارش نمود که با منفی تر شدن پتانسیل اسمزی طول ساقه‌چه و ریشه‌چه کاهش می‌یافت. صالحی (۱۳۸۹) کاهش درصد جوانه‌زنی را با کاهش پتانسیل اسمزی توسط پلی‌اتیلن گلیکول را گزارش نمود. امرچ و هاردگری (Emmerich and Hardegree, 1991) علت آن را کاسته شدن سطح تماس آب با بذر ذکر کرد. سعیدی (۱۳۸۴) گزارش کرد که اثر متقابل سطوح مختلف پتانسیل اسمزی و ژنوتیپ‌های گندم بر خصوصیات جوانه‌زنی مانند درصد، سرعت و بنیه جوانه‌زنی و وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار بود، پتانسیل اسمزی اثر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گذاشت ولی ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی‌داری بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نداشتند. کافی (۱۳۸۴) بیان کرد با کاهش پتانسیل آب، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه کاهش یافت تحقیقات سرمدنیا و همکاران (۱۳۶۷) نشان داد بذوری که در شرایط تنش، جوانه‌زنی بهتری دارند در مراحل بعدی رشد،گیاهچه‌هایی با ریشه قوی‌تر تولید می‌کنند. نتایج تحقیقات قاجار سپانلو (۱۳۷۸) و رحیمیان مشهدی (۱۳۷۰) بیانگر این است که با افزایش پتانسیل اسمزی مؤلفه‌های جوانه‌زنی در گندم کاهش داشته‌اند. جمشیدی (۱۳۸۵) در بررسی ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت تنش رطوبتی بیان می‌کند در سطوح پتانسیل پایین‌تر، گیاهچه‌ها دارای ریشه‌چه نازک و طویل‌تری نسبت به شاهد هستند، با افزایش تنش تا حدود ۱/۲ مگاپاسکال کاهش شدیدتری در طول ریشه‌چه مشاهده گردید. علت این امر را کاهش جذب اکسیژن به‌وسیله محدود شدن مقدار اکسیژن محلول در محیط کشت می‌دانند. در گیاهان زراعی افزایش بازده چند درصدی درصد

جوانه‌زنی در محیط‌هایی که از لحاظ تامین آب متغیرند، بسیار مهم است. از این رو با توجه به شرایط آب و هوایی کشور تحقیقات آزمایشگاهی به منظور بررسی عکس‌العمل ارقام مختلف گندم به خشکی با استفاده از موادی مانند پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) ۶۰۰۰ که دارای جرم مولکولی بالایی بوده و تاثیر بر تغذیه بافت‌ها ندارند و در عین حال ایجاد محیطی مشابه با شرایط طبیعی را میسر می‌کند، دارای اهمیت می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی و مطالعه صفات مربوط به جوانه‌زنی ارقام گندم تحت شرایط تنش خشکی و شناسایی ارقام متحمل است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عامل (A) شامل هفت رقم به نام‌های: آذر، امید، دروم-D/786 (19)، طبسی، کراس اروند، اروند و20-G73 و عامل (B) شامل سطوح تنش خشکی ۳- ، ۶- ، ۹- ، ۱۲- و ۱۵- بار و شاهد (آب مقطر) بود. بذرها پس از ضدعفونی سطحی با محلول هیپوکلریت سدیم ۵٪ و شستشو با آب مقطر در درون پتری شیشه‌ای قرار گرفتند. در هر پتری ۲۵ عدد بذر به‌مدت هشت روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور قرار گرفت (ISTA, 1985). جهت ایجاد پتانسیل اسمزی از محلول پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ با استفاده از روش میچل و کافمن (Michel and Kaufman, 1973) استفاده شد در طی آزمایش شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. شمارش بذور جوانه زده از روز پنجم آغاز و هر ۲۴ ساعت یک‌بار انجام شد. خروج ریشه‌چه از پوست بذر به‌عنوان زمان جوانه‌زنی محسوب گردید (Khan, 1980). میانگین زمان جوانه‌زنی از رابطه مجموع D * N تقسیم بر مجموع N به‌دست آمد که در آن N، تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز Dام و D تعداد روزهایی که از آغاز دوره آزمون جوانه‌زنی گذشته بود. ضریب سرعت جوانه‌زنی از رابطه $C.V.G = \frac{n_1 + n_2 + ...n_x}{n_1 t_1 + ...n_x t_x} \times 100$ که در آن t زمان برحسب روز، محاسبه شد.

میانگین زمان جوانه‌زنی (M.D.G) از رابطه $\sum(Nt / \sum N)$:

N تعداد بذرهای جوانه‌زده $\sum Nt$: مجموع تعداد بذرهای جوانه‌زده در زمان، دی و کار (De and Kar, 1994). برای محاسبه میانگین سرعت جوانه‌زنی از فرمول (Gadwer, 1962) $\sum_1^n t = \frac{N}{t}$ استفاده شد. N: تعداد بذرهای جوانه زده در روز شمارش t: تعداد بذرهای جوانه‌زده از کاشت تا شمارش بودند. تجزیه واریانس تمام مؤلفه‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین با آزمون دانکن صورت گرفت. سطوح تنش خشکی به‌صورت زیر بود.

سطح خشکی	PEG (gr.lit)
-3	138
-6	189
-9	222
-12	251
-15	270

نتایج و بحث

در سطح تنش خشکی ۱۵- بار بذور قادر به جوانه‌زنی نبودند و در جداول مقایسه میانگین اثر سطوح خشکی آورده نشد.

الف) درصد جوانه‌زنی

نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین ارقام مورد آزمایش بر درصد جوانه‌زنی وجود داشت (جدول یک). به‌طوری‌که رقم G73-20 با ۷۸ درصد

دارای بالاترین درصد جوانه‌زنی و رقم اروند با ۳۶ درصد دارای کم‌ترین درصد جوانه‌زنی بود (جدول دو). بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی، در تیمار شاهد (آب مقطر) مشاهده گردید (جدول سه). با افزایش سطوح تنش خشکی از میزان درصد جوانه‌زنی کاسته شد و کم‌ترین میزان درصد جوانه‌زنی در سطح ۱۲- بار بود که با نتایج شریفی رئوف (۱۳۸۷) مطابقت دارد. سعیدی (۱۳۸۶) گزارش نمود که تا سطوح میانی اعمال تنش خشکی، درصد جوانه‌زنی تغییر چندانی نداشت و مقدار آن بالا بود،که این امر بیانگر تحمل نسبی گندم به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی است. مومنی(۱۳۸۹)، صالحی (۱۳۸۹)، سادات اسیلان (۱۳۸۸) و سعیدی (۱۳۸۴) گزارش دادند که با افزایش سطوح تنش خشکی درصد جوانه‌زنی در گیاهان مورد بررسی کاهش یافت. سیادت (۱۳۷۸) دلیل این امر را، پایین آمدن هدایت الکتریکی آب در اطراف بذر، تحت تاثیر پتانسیل اسمزی دانست. به نظر می‌رسد در بین سطوح تنش خشکی، پتانسیل ۹- بار بهترین سطوح برای ارزیابی تحمل به خشکی بود (جدول سه). در این آزمایش اثر متقابل بین ارقام و سطوح تنش به این صفت معنی‌دار نشد (جدول یک) که با نتایج اسکوئی (۱۳۸۹) مطابقت دارد.

ارقام متحمل به تنش خشکی ارقامی هستند که با وجود داشتن میانگین‌های بالا برای درصد جوانه‌زنی با افزایش سطح خشکی، کاهش معنی‌داری نیز برای این صفات نداشته باشند. با توجه به این‌که یکی از عوامل محدودکننده استقرار گیاهان کمبود رطوبت در زمان جوانه‌زنی بذر می‌باشد (Khan, 1980)، و جوانه‌زنی مطلوب در تعیین تراکم بوته در واحد سطح دارای اهمیت است، به نظر می‌رسد گندم با توجه به این‌که تا سطح تنش خشکی ۶- بار جوانه‌زنی قابل قبولی دارد، می‌تواند یکی از گیاهان مناسب جهت کشت در مناطق نیمه خشک باشد و در بین ارقام مورد بررسی رقم G73-20 مناسب‌ترین رقم است.

میانگین زمان جوانه‌زنی

از بررسی نتایج به‌دست آمده توسط سایر محققان می‌توان عنوان کرد که درصد جوانه‌زنی به تنهائی نمی‌تواند تمامی جنبه‌های جوانه‌زنی را مشخص کند (سعیدی، ۱۳۸۶ و جاجرمی، ۱۳۸۶). از این رو بررسی صفاتی مانند میانگین زمان جوانه‌زنی ضروری به‌نظر می‌رسد.

آزمایشات مختلفی با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول که بر گیاهان مختلف انجام شد، نشان می‌دهد که با کاهش پتانسیل آب توسط پلی اتیلن گلیکول، زمان جوانه‌زنی افزایش می‌یابد (Ashraf, 1990، De and Kar, 1994، جاجرمی، ۱۳۸۶، معصومی، ۱۳۸۷ و آخوندی، ۱۳۸۹). تفاوت معنی‌داری بین ارقام و سطوح تنش خشکی بر میانگین زمان جوانه‌زنی وجود داشت درحالی‌که اثر متقابل عوامل بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول یک). اسکوئی (۱۳۸۹) نتیجه‌ی مشابه‌ای را گزارش نمود. نتایج بررسی مقایسه میانگین اثر سطوح تنش خشکی نشان می‌دهد که با افزایش تنش خشکی میزان زمان جوانه‌زنی افزایش یافت ولی بین سطوح شاهد و ۳- بار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول سه). بیش‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی را رقم اروند با ۶/۲ روز داشت در عین حال این رقم دارای کم‌ترین درصد جوانه‌زنی بود که بیانگر حساس به خشکی بودن این رقم می‌باشد (جدول دو). آل‌ابراهیم (۱۳۷۸) گزارش کرد که متوسط زمان جوانه‌زنی با افزایش سطوح تنش خشکی، افزایش می‌یابد که با نتایج به دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد. می‌توان اشاره کرد که ارقامی با میانگین زمان جوانه‌زنی کم‌تر دارای سرعت جوانه‌زنی بیش‌تری هستند، این امر خصوصا در شرایط کم رطوبت در استقرار سریع‌تر گیاه تأثیر دارد (ایران‌نژاد و شهبازیان،۱۳۸۳)، به‌عبارت دیگر با افزایش تنش آب، مدت زمان جذب آب توسط پوسته بذر افزایش می‌یابد و با توجه به این‌که شرایط جذب آب سخت‌تر می‌شود این امر، بر مدت زمان جوانه‌زنی اثرگذاشته و جوانه‌زنی در مدت زمان طولانی‌تری انجام می‌شود. در گیاهانی نظیر گندم که در اوایل پاییز کشت می‌شوند کم‌تر بودن زمان جوانه‌زنی می‌تواند باعث رشد سریع‌تر گیاهچه و متعاقبا تسریع در به حالت روزت رفتن و تحمل در برابر سرمای زمستانه گردد (جمشیدی، ۱۳۸۵ و رحیمیان، ۱۳۷۰).

میانگین سرعت جوانه‌زنی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری بین ارقام و اثر متقابل ارقام در سطوح تنش بر میانگین سرعت جوانه‌زنی وجود داشت (جدول یک). رقم طبسی و G73-20 دارای بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی و اروند کم‌ترین میانگین سرعت جوانه‌زنی را به‌دست آورد (جدول دو). نتایج جدول چهار، بیانگر آن است که رقم G73-20 در شاهد دارای بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی بود و در سطح ۳- بار خشکی رقم آذر بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی را دارا بود،کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی را رقم طبسی به‌دست آورد، که ناشی از حساسیت این رقم است. در سطح اولیه تنش (۳- بار) اکثر ژنوتیپ‌ها به جز امید، طبسی و اروند سرعت جوانه‌زنی، همگام با افزایش درصد جوانه‌زنی بیش‌تر شد و در ادامه با کاهش پتانسیل اسمزی، ژنوتیپ‌ها با شیب کاهش متفاوت، سرعت جوانه‌زنی به سطوح تنش خشکی واکنش نشان دادند و میزان آن کم‌تر شد. جعفرزاده (۱۳۸۵) معتقد است که سرعت جوانه‌زنی، بیش‌تر از درصد جوانه‌زنی در جو و گندم به تنش آب حساسیت نشان داد و همانند اکثر صفات جوانه‌زنی از همان سطح اولیه تنش رطوبتی کاهش می‌یابد، نتایج بدست آمده در این تحقیق (جدول سه) با نظر این پژوهشگر همخوانی دارد. به نظر می‌رسد که در بین سطوح تنش خشکی، پتانسیل ۶- بار بهترین سطوح برای ارزیابی این صفت بود. بررسی (جدول چهار) مشخص کرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سطوح اولیه اعمال تنش خشکی نسبت به سطوح بالاتر تنش تنوع بیش‌تری داشتند. ارقامی که دارای سرعت جوانه‌زنی بالاتر باشند، دارای درصد سبز بیش‌تر هستند و با تولید گیاهچه قوی‌تر، می‌توانند در برابر سرمای زمستانه تحمل کنند پساراکی (Pessaraki, 1996). از این رو بررسی این صفت دارای اهمیت می‌باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات و شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام گندم در سطوح مختلف تنش خشکی

Table1. Variance analysis of traits and indices of germination of wheat varieties in different level of drought stress

		M.S	میانگین مربعات		
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی DF	ضریب سرعت جوانه زنی C.of G. R	میانگین زمان جوانه‌زنی M. G. T	میانگین سرعت جوانه‌زنی M of S. G
Cultivars	ارقام(A)	4	53.711**	4.2500**	14.137**
Drought Stress	تنش (B)	5	96.141**	8.2200**	79.198**
Interaction	اثر متقابل(AB)	20	33.708 ns	1.8366 ns	11840**
Error	خطا	90	11.120	0.5800	0.3240
CV	ضریب تغییرات		23.310	13.690	17.190

*و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد احتمال ns غیر معنی‌دار

*,**;Significant different at 5% and 1% probability level respective Ns:non significant

ادامه جدول ۱

Continue Table 1

		M.S	میانگین مربعات		
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی DF	درصد جوانه زنی G. P	طول ریشه چه R. l	طول ساقه چه Sh. l
Cultivars	ارقام(A)	4	762.96**	289.67**	286.25**
Drought Stress	تنش (B)	5	394.76**	1235.2**	3871.26**
Interaction	اثر متقابل(AB)	20	1.6400 ns	30.940 ns	49.700 **
Error	خطا	90	16.130	24.300	9.5700
CV	ضریب تغییرات		6.1700	13.430	16.810

*و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد احتمال ns غیر معنی‌دار

*,**;Significant different at 5% and 1% probability level respective Ns:non significant

ضریب سرعت جوانه‌زنی

بین ارقام و سطوح تنش خشکی بر صفت ضریب سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول یک) به‌طوری‌که کراس اروند، G73-20 و آذر دارای ضریب سرعت جوانه‌زنی بالاتری بودند. با افزایش سطوح تنش خشکی از میزان ضریب سرعت جوانه‌زنی کاسته شد ولی بین شاهد و ۳- بار خشکی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که ناشی از توانایی نسبی گندم در تحمل شرایط تنش خشکی می‌باشد (جدول سه). ارقامی که دارای سرعت جوانه‌زنی بالاتری بودند ضریب سرعت جوانه‌زنی بالایی داشتند (جدول سه). معصومی (۱۳۸۷) در بررسی اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی بر جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های نخود با استفاده از PEG گزارش کرد اکثر ژنوتیپ‌ها در سطوح تنش خشکی ۱۲- و ۱۶- بار جوانه‌زنی نداشتند. درحالی‌که در این آزمایش گندم در سطح ۱۲- بار خشکی جوانه‌زنی داشته ولی قادر به جوانه‌زنی در ۱۵- بار خشکی نبود. تنش خشکی بر ضریب سرعت جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها اثر معنی‌داری داشت و کم‌ترین ضریب سرعت جوانه‌زنی در پتانسیل ۱۲- بار مشاهده شد. پاسخ گوناگون ژنوتیپ‌های مختلف به تنش خشکی می‌تواند به‌دلیل عوامل مختلفی از جمله جذب کم‌تر آب در ارقام حساس، اندازه بذور و احتمالا ویژگی‌های پوشش سطحی بذر باشد (Das and zaidi, 1994).

طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از نظر صفت طول ریشه‌چه، تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول یک). بیش‌ترین طول ریشه‌چه متعلق به رقم کراس اروند با ۶۳ میلی‌متر وکم‌ترین طول ریشه‌چه در رقم اروند با ۱۱/۸۴ میلی‌متر مشاهده شد (جدول دو). با افزایش سطوح تنش خشکی از میزان طول ریشه‌چه کاسته شد. آخوندی و اسکوئی (۱۳۸۹) و سعیدی (۱۳۸۶) گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی کلیه صفات مرفولوژیکی از جمله طول ریشه‌چه کاهش می‌یابد. سایر محققان مانند صالحی (۱۳۸۱) و شهریاری و حسن‌پناه (۱۳۸۴) اعلان نمودند با افزایش سطوح تنش، میزان طول ریشه‌چه کاهش یافت. جعفرزاده (۱۳۸۵) بیان داشت که بین ارقام و سطوح خشکی بر صفت طول ریشه‌چه در گندم تفاوت معنی‌داری وجود دارد که با نتیجه به دست آمده در این تحقیق، مغایرت دارد (جدول یک). از آن‌جا که، ارقام دارای طول ریشه‌چه بیش‌تر دارای درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بیش‌تر هستند (جداول دو و سه) و نیز ژنوتیپ‌های مختلف جهت تطابق بیش‌تر با شرایط تنش رطوبتی، مقدار بیش‌تری ماده غذایی به ریشه اختصاص داد و از این طریق سطح تماس بیش‌تری جهت جذب آب و در نهایت تحمل بیش‌تری به تنش رطوبتی پیدا می‌کنند به نظر می‌رسد گندم در مواجه با تنش خشکی بیش‌تر به توسعه ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه می‌پردازد. بنابراین بررسی این صفت برای تعیین ارقام متحمل به خشکی دارای اهمیت زیادی می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات مربوط به جوانه‌زنی ارقام گندم

Table 2. Comparision of traits related to germination of wheat varieties

Treatment Cultivar	تیمار رقم	طول ساقه‌چه Shoot length(mm)	طول ریشه‌چه Root Length(mm)	ضریب سرعت جوانه‌زنی Coefficient of Germination Rate
Azar	آذر	15.61[a]	27.35[c]	15.20[a]
(D/786-19)	دروم (D/786-19)	7.650[c]	40.93[b]	15.00[a]
Arvand	اروند	7.900[c]	11.84[d]	11.60[c]
Omid	امید	8.610[b]	28.65[c]	12.80[b]
Tabasi	طبسی	13.60[a]	43.81[b]	15.00 [a]
Crass arvand	کراس اروند	7.850[c]	63.58[a]	15.30[a]
G73-20	G73-20	12.01[ab]	41.30[b]	15.20[a]

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون مقایسه میانگین به روش دانکن می‌باشد.

In each column having at least one common letter are no statistically different at 5% level according to duncan's test comparison method

ادامه جدول ۲

Continued Table 2

Treatment Cultivar	تیمار رقم	میانگین سرعت جوانه‌زنی M.of Speed Germination	میانگین زمان جوانه‌زنی M. of Germination Time	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage
Azar	آذر	2.9[b]	5.9[b]	67[b]
(D/786-19)	دروم (D/786-19)	3.6[a]	5.3[c]	77[a]
Arvand	اروند	1.9[d]	6.2[a]	36[d]
Omid	امید	2.4[c]	6.0[a]	44[c]
Tabasi	طبسی	3.7[a]	5.3[c]	77[a]
Crass arvand	کراس اروند	3.6[a]	5.2[c]	76[a]
G73-20	G73-20	3.9[a]	5.3[c]	78[a]

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون مقایسه میانگین به روش دانکن می‌باشد.

In each column having at least one common letter are no statistically different at 5% level according to Duncan's test comparison method

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح خشکی بر صفات مورد سنجش در ارقام گندم

Table 3. Comparision of mean levels of drought traits measured in wheat varieties

Drought Level	سطح خشکی (پاسکال)	طول ساقه‌چه Shoot length (mm)	طول ریشه‌چه Root Length (mm)	ضریب سرعت جوانه‌زنی C. of Germinationrate
Control	شاهد	31.7[a]	76.9[a]	19.39[a]
-3	-۳	18.4[a]	62.1[b]	19.32[a]
-6	-۶	7.10[b]	44.3[c]	18.12[b]
-9	-۹	3.50[c]	21.7[d]	14.64[c]
-12	-۱۲	1.70[d]	12.5[e]	11.90[d]

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون مقایسه میانگین به روش دانکن می‌باشد

In each column having at least one common letter are no statistically different at 5% level according to Duncan's test comparison method

ادامه جدول ۳

Continued Table 3

Drought Level	سطح خشکی (پاسکال)	میانگین سرعت جوانه‌زنی M of Speed Germination	میانگین زمان جوانه‌زنی M. of Germination Time	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage
Control	شاهد	4.12[a]	4.24[c]	99.52[a]
-3	-۳	4.11[a]	5.14[c]	89.23[a]
-6	-۶	3.88[b]	6.36[bc]	85.00[ab]
-9	-۹	3.57[c]	8.49[b]	61.44[b]
-12	-۱۲	2.88[d]	8.87[a]	44.32[c]

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون مقایسه میانگین به روش دانکن می‌باشد

In each column having at least one common letter are no statistically different at 5% level according to Duncan's test comparison

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش * ارقام در صفات مورد بررسی

Table 4. Comparision of mean interaction level of drought and varieties in traits measured

سطح تنش Drought stress	Cultivars	ارقام	میانگین سرعت جوانه زنی Mean of Speed Germination	طول ساقه چه Shoot length(mm)
صفر 0	azar	آذر	4.21 a	29.85 a
	drom	دروم	4.67 a	22.95 b
	arvand	اروند	3.10 c	23.00 b
	omid	امید	3.80 b	23.88 b
	tabasi	طبسی	3.02 c	27.89 a
	kerasarvand	کراس اروند	4.60 a	22.99 b
	G73-20	G73-20	4.70 a	23.68 b
-۳ -3	azar	آذر	4.91 a	19.90 a
	drom	دروم	4.99 a	12.95 b
	arvand	اروند	2.90 c	13.00 b
	omid	امید	3.36 b	13.88 b
	tabasi	طبسی	2.31 c	17.96 a
	kerasarvand	کراس اروند	4.86 a	13.01 b
	G73-20	G73-20	4.90 a	16.30 ab
-۶ -6	azar	آذر	3.90 a	11.29 a
	drom	دروم	4.09 a	4.88 c
	arvand	اروند	2.01 c	4.92 c
	omid	امید	2.87 b	5.99 c
	tabasi	طبسی	2.18 c	9.32 ab
	kerasarvand	کراس اروند	4.08 a	4.98 c
	G73-20	G73-20	4.16 a	7.88 b
-۹ -9	azar	آذر	3.01 b	8.01 a
	drom	دروم	3.25 a	1.20 b
	arvand	اروند	1.50 d	1.45 c
	omid	امید	2.27 c	2.50 c
	tabasi	طبسی	1.97 c	6.00 b
	kerasarvand	کراس اروند	3.39 a	1.60 c
	G73-20	G73-20	3.39 a	5.00 b
-۱۲ -12	azar	آذر	2.22 b	4.75 a
	drom	دروم	2.84 a	0.00 b
	arvand	اروند	1.01 d	0.00 c
	omid	امید	1.40 c	1.02 b
	tabasi	طبسی	1.41 c	2.69 b
	kerasarvand	کراس اروند	2.75 a	0.50 c
	G73-20	G73-20	2.85 a	1.00 c

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون مقایسه میانگین به روش دانکن می‌باشد.

In each column having at least one common letter are no statistically different at 5% level according to duncan's test comparsion method

طول ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی وجود تفاوت معنی‌دار بین ارقام و سطوح تنش در خصوص صفت طول ساقه‌چه و همچنین اثر متقابل رقم در سطوح تنش خشکی است (جدول یک). ارقام آذر و طبسی دارای بالاترین طول ساقه‌چه بودند. در بین ارقام، رقم آذر با ۱۵/۶۱ mm دارای بیش‌ترین طول ساقه‌چه بود. با افزایش پتانسیل خشکی آب، خصوصاً خشکی بیش‌تر از ۳- بار کاهش چشم‌گیری درطول ساقه‌چه مشاهده شد (جدول سه) که با نتایج تحقیقات باقری (۱۳۸۳) مطابقت داشت. رحیمیان (۱۳۷۸)، جعفرزاده (۱۳۸۵) و گراوندی (۱۳۸۴)

عنوان داشتند با افزایش تنش خشکی از میزان طول ساقه‌چه کاسته شد که نتیجه این تحقیق را تایید می‌کند، همچنین اسکوئی (۱۳۸۹) با تایید نتایج این پژوهش، گزارش کرد صفت طول ساقه‌چه، بیش‌تر از هر صفت دیگری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول سه). سعیدی (۱۳۸۶)، جعفرزاده (۱۳۸۵) و گراوندی (۱۳۸۴) بیان نمودند که طول ساقه‌چه نسبت به طول ریشه‌چه در ارقام مورد بررسی کم‌تر بود و طول ساقه‌چه حساسیت بیش‌تری نسبت به ریشه‌چه دارد، که با نتایج این آزمایش تطبیق می‌کند. بررسی جدول چهار مشخص کرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سطوح اولیه اعمال تنش خشکی نسبت به سطوح بالاتر تنش، تنوع بیش‌تری داشتند. بررسی اثر متقابل سطوح تنش در ارقام (جدول چهار) نشان داد که بیش‌ترین طول ساقه‌چه از رقم آذر در سطح صفر (شاهد) به‌دست آمد، درحالی‌که در سطح ۳- بار تنش رقم G73-20 دارای بیش‌ترین طول ساقه‌چه بود، درسطح خشکی ۶- بار رقم طبسی بیش‌ترین طول ساقه‌چه را دارا بود و با رقم آذر تفاوت معنی‌داری نداشت.کم‌ترین طول ساقه‌چه مربوط به تنش خشکی ۱۲- بار بود و ارقام اروند و دروم، قادر به تولید ساقه‌چه نبودند (جدول چهار). در بررسی واکنش ارقام گندم دیم و آبی به تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای اثر متقابل رقم در سطوح تنش معنی‌دار گزارش شد (بخشایشی، ۱۳۸۸) و جعفرزاده (۱۳۸۵) در بررسی چهار ژنوتیپ گندم اثرمتقابل سطوح تنش در ساقه‌چه را معنی‌دار دانست.

نتیجه‌گیری

با بررسی کلیه صفات و شاخص‌ها، رقم G73-20 متحمل‌ترین رقم به تنش خشکی در بین ارقام مورد بررسی بود. این رقم از نظر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و درصد جوانه‌زنی در بالاترین قرارداشت و رقم اروند و امید حساس‌ترین رقم بودند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسوولان آزمایشگاه فیزیولوژی بذر، دانشگاه آزاد بجنورد که در آماده‌سازی محلول‌های آزمایشی نهایت همکاری را نمودند، تشکر می‌گردد.

منابع

References

آخوندی، م. ۱۳۸۹. بررسی اثر تنش حاصل از PEG بر ژنوتیپ‌های یونجه در محیط آبکشت، یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران– دانشگاه شهید بهشتی.

آل‌ابراهیم، م. ۱۳۸۷. بررسی اثر تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی رشد گیاهچه لاین‌های اینبرد ذرت، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ج ۱، شماره ۲.

اسکویی، ب. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر برخی از ارقام و لاین‌های گندم در مرحله رشد رویشی. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی.

ایران‌نژاد، خ . و شهبازیان، ن. ۱۳۸۳. مقاومت گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی، انتشارات کارنو.

بخشایشی قشلاق، م. ۱۳۸۸. واکنش ارقام گندم دیم و آبی به تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای. مجله پژوهش آب در کشاورزی، سال بیست و پنجم، شماره ۱.

جاجرمی، و. ۱۳۸۶. بررسی اثر تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی ۱۰ رقم کلزا. دومین همایش علمی منطقه‌ای کشاورزی در مناطق خشک و بیابانی. دانشگاه آزاد اسلامی ارسنجان.

جعفرزاده، م. ۱۳۸۵. بررسی تحمل به خشکی چهار ژنوتیپ گندم در مرحله جوانه‌زنی. تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. سال دوم. شماره ۱.

جمشیدی، م. ۱۳۸۵. بررسی ژنوتیپ‌های گلرنگ به تنش محیطی، نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی.

رحیمیان مشهدی، ح. ۱۳۷۸. اثر پتانسیل‌های مختلف حاصل از پلی‌اتیلن گلیکول و کلریدسدیم با درجه حرارت بر جوانه‌زنی توده‌های گندم دیم. علوم وصنایع کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.

سادات اسیلان، ک. ۱۳۸۸. اثر تنش کم آبی بر صفات جوانه‌زنی بذرهای ده اکوتیپ یونجه چندساله، مجله علوم کشاورزی ایران.

سرمدنیا، غ. ۱۳۷۲. اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت، مجموعه مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

سرمدنیا، ع.۱۳۶۷. بررسی مقاومت به خشکی توده‌های گندم دیم در مرحله جوانه‌زنی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس تحقیقات مسائل دیم در ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.

سعیدی، م. ۱۳۸۴. اثر عمق کاشت و تنش خشکی کوتاه مدت بر سرعت سبز شدن و قابلیت ترمیم گیاهچه‌های گندم و ارتباط آن‌ها با بنیه جوانه‌زنی و مقاومت به خشکی.پژوهش و سازندگی. پی‌آیند ۶۹

سعیدی، ف.م. ۱۳۸۶. ارزیابی ویژگی‌های جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های مختلف گندم در شرایط تنش اسمزی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم.

شهریاری، ر. و حسن‌پناه، د. ۱۳۸۴. ارزیابی طول کلئوپتیل ژنوتیپ‌های بومی و امیدبخش گندم در درون شیشه با استفاده از مانیتول به‌عنوان عامل تنش اسمزی. چهارمین همایش ملی بیوتکنولوژی ایران.

صالحی‌فر، م. ۱۳۸۹. مقایسه اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه در هشت ژنوتیپ لوبیا. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران– دانشگاه شهید بهشتی.

قاجار سپانلو، م. ۱۳۷۸. اثر تنش آبی بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم. علوم خاک وآب.

کافی، م. ۱۳۸۴. اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول بر جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های عدس. پژوهش‌های زراعی ایران.

کوچکی، ع. ۱۳۷۰. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۰۴ صفحه.

گراوندی، م. ۱۳۸۵. ارزیابی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه. فصلنامه به نژادی نهال و بذر.

معصومی، ع. ۱۳۸۷. اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی از PEG بر جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های نخود. مجله پژوهش‌های زراعی ایران.

مومنی، ج. ۱۳۸۹. اثر فرسودگی تسریع شده و تنش خشکی بر برخی از ارقام گندم. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی.

Abdul –baki, A.A., and Anderson, J.D. 1970. Viability and Leaching of sugar from germination barley. Crop Sci.10:31-34

Ashraf, M., and Waheed, A. 1990. Screening of local exotic of lentil for salt tolerance at two growth stage. Plant and soil.128:167-176

Bergman, J.W. 1979. Safflower production guidelines. Montana Agr.

Das, M., and Zaidi, P.H. 1996. Effect of various soil metric potential on germination and seeding growth of chick pea. Biotypes – legume Research 19: 211-217.

De, F., and Kar, R.K. 1994. Seed germination and seeding growth of mung been under water stress induced by PEG 6000 seed science and technology 23.301-304.

Emmerich, W,E., and Hardegree, S.P. 1991. Seeds germination in PEG effect to filter paper exclusions and water vapor loss. Crop Sci.31:454-458

ISTA . 1985 Reports international rules for seed testing. Rule . Canada.

Khan, A.A. 1980. The physiology and biochemistry of dormancy and germination. North Holland. Publishing company, Oxford.

Mexal, J., and Ried, C.P.P. 1975. Oxygen availability in PEG solution and its implication in plant water relations. Plant Physiol. 55:20-24

Michel, B.E., and Kaufman, M.R. 1973. The osmotic potential of poly ethylene glycol 6000. Plant physiology. 51:914-916.

Paulsen, G.M. 1987. Wheat stand establishment. Wheat and wheat important American sSoc.Agron., USA.

Pourdad, S. 2005. Effect of drought on germination and seeding growth of safflower under control condition. Sixth international safflower conference.

Pessaraki, M. 1996. Plant and crop stress. Handbook, Marcel deckker, New York