



تجزیه عملکرد دانه و اجزای آن در گندم نان و ارتباط آن‌ها با طول کلئوپتیل تحت شرایط کم آبی

فاطمه درویش‌نیا^۱، محمدهادی پهلوانی^{۲*}، خلیل زینلی‌نژاد^۲، خسرو عزیزی^۳

۱. دانشجوی دکتری رشته اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. عضو هیئت علمی گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳. عضو هیئت علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۷/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۱

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی شاخص تحمل به کم آبی، برآورد تنوع ژنتیکی برای طول کلئوپتیل و بررسی نقش طول کلئوپتیل در نحوه واکنش به تنش انجام شد. مقایسه میزان عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم نان مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران انجام گرفت. در این تحقیق ۵۰ ژنوتیپ در شرایط تنش آبی و عادی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط محیطی از لحاظ کلیه صفات به جز صفت تعداد سنبله در واحد سطح اختلاف معنی‌داری وجود داشت و دامنه تغییرات برای کلیه صفات دارای طیف نسبتاً بالایی بود که نشان‌دهنده تنوع بالا بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود. میانگین تمام صفات به جز وزن سنبله اصلی و طول ریشک، در شرایط معمولی بیش‌تر از شرایط تنش رطوبتی بود. طول کلئوپتیل ژنوتیپ‌ها بین ۲/۴۱ تا ۴/۹۱ سانتی‌متر بود. در بین نه صفت مورد مطالعه، تعداد شش صفت دچار کاهش رشد ناشی از اعمال تنش خشکی گردیدند و از این میان کاهش تعداد سنبله، عملکرد دانه در سطح و وزن سنبله از همه قابل توجه‌تر بود. سه ژنوتیپ شیرودی، اروم و پاستور متحمل‌ترین و ژنوتیپ استار دارای کمترین مقدار STI نسبت به تنش کم آبی بود. برای بررسی ارتباط صفات و شاخص مقاومت به خشکی با طول کلئوپتیل، ضریب همبستگی محاسبه گردید. بیشترین همبستگی مثبت در هر دو شرایط محیطی (تنش و بدون تنش) میان صفات ارتفاع بوته با طول کلئوپتیل به ترتیب به میزان ۰/۵۶ و ۰/۴۳ و تعداد سنبله با طول کلئوپتیل به ترتیب به میزان ۰/۱۶ و ۰/۱۶۵ بود. همبستگی طول کلئوپتیل تحت شرایط تنش و بدون تنش با شاخص STI منفی بود. بین عملکرد دانه و طول کلئوپتیل همبستگی منفی و غیر معنی‌داری وجود داشت. ضریب همبستگی طول کلئوپتیل با برخی صفات کمیتهی در شرایط تنش نسبت به شرایط عدم تنش کم آبی از نظر اندازه و جهت تغییر نمود که ناشی از نقش مؤثر طول کلئوپتیل در موازنه گیاه و شرایط رطوبتی است.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تحمل، تنش رطوبتی، همبستگی

مقدمه

تنش کم آبی مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاهان زراعی است. با ارزیابی ژنوتیپ‌های گیاهی که تحت شرایط کم آبی قادر به ارائه عملکرد نسبتاً قابل قبولی باشند، می‌توان آن‌ها را با اطمینان بیشتری در نواحی خشک و نیمه‌خشک مورد کشت قرار داد. گندم (*Triticum aestivum* L.) به عنوان مهم‌ترین گیاه زراعی که از زمان اهلی شدن همواره این اهمیت را حفظ نموده است بیشترین سطح زیر کشت را در بین کلیه محصولات زراعی به خود اختصاص داده است (Reynolds et al., 2000). با این وجود، دیم‌زارهای گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک در شرایط دیم عموماً با بروز تنش کم آبی در مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن و مراحل انتهایی فصل رشد مواجه هستند. در چنین مناطقی انتخاب ارقامی که

مهم‌ترین گیاه زراعی که از زمان اهلی شدن همواره این اهمیت را حفظ نموده است بیشترین سطح زیر کشت را در بین کلیه محصولات زراعی به خود اختصاص داده است (Reynolds et al., 2000). با این وجود، دیم‌زارهای گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک در شرایط دیم عموماً با بروز تنش کم آبی در مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن و مراحل انتهایی فصل رشد مواجه هستند. در چنین مناطقی انتخاب ارقامی که

مطلوب است، اما کارایی مصرف آب در شرایط تنش یکی از ویژگی‌های ژنوتیپی است که در ژنوتیپ‌های متحمل این کارایی در شرایط تنش بیش از سایر ژنوتیپ‌ها است (Tavakoli, 2003). کلید موفقیت در مدیریت تنش‌ها، کمی‌سازی اثر تنش بر مؤلفه‌های رشدی و عملکرد ارقام گیاهی است. اهمیت این‌گونه کمیت‌ها به اندازه‌گیری شدت تنش و ارائه مقادیر شاخص‌های تحمل و یا مقاومت به آن تنش است. فرناندز شاخص تحمل خشکی را ارائه کرد که قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش از سایر ژنوتیپ‌ها بود. مقدار بالاتر شاخص برای یک ژنوتیپ نمایانگر تحمل به تنش بالاتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ بود (Fernandez, 1992).

در اغلب نواحی کشت و کار گندم در ایران دوره پر شدن دانه با ماه‌های گرم و کم باران مصادف است، لذا هر اقدامی برای افزایش عملکرد وابسته به میزان دما و آب در دسترس برای گیاه در این دوره می‌باشد، به همین سبب بسیاری از پژوهشگران معتقدند که در محیط‌هایی که مرحله پر شدن دانه در معرض تنش کم‌آبی است، نمو گیاه باید به صورت ژنتیکی به‌گونه‌ای دست‌کاری شود که دوره تشکیل و پر شدن دانه طولانی‌تر شود تا عملکرد گیاه افزایش یابد (Araus et al., 2002). یکی از این مؤلفه‌های رشدی در گندم کلئوپتیل است و چنانچه بتوان با روش‌های اصلاح طول آن را افزایش داد، می‌توان انتظار داشت تا با افزایش عمق کاشت توان استقرار و رشد گیاهچه به‌ویژه در شرایط تنش کم‌آبی و کشت دیم ارتقاء یابد که این خود می‌تواند بهبود رشد رویشی و عملکرد دانه را در پی داشته باشد. اندازه‌گیری طول کلئوپتیل، بقای گیاهچه بعد از دوره تنش خشکی و قدرت گیاهچه به‌طور موفقیت‌آمیزی برای انتخاب ژنوتیپ‌های گندم مقاوم به خشکی در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گرفت (Rebetzke et al., 1999). همچنین اوزترک و همکاران نشان دادند که طول کلئوپتیل بر روی درصد ظهور جوانه‌زنی و رشد گیاهچه اثر می‌گذارد (Öztürk et al., 2014). کولئوپتیل‌های کوتاه در بستر بذر که رطوبت و عمق کاشت مناسبی ندارد، با افزایش طول جوانه‌زنی، کاهش ظهور جوانه‌زنی و در نتیجه کاهش شاخص سطح برگ، عملکرد را کاهش می‌دهند (Richards, 1992). لذا مهم‌ترین اهداف از انجام این مطالعه عبارت بودند از: (۱) برآورد تنوع ژنتیکی برای طول کلئوپتیل و سایر متغیرهای زراعتی مهم نظیر عملکرد دانه و اجزای آن، (۲) ارزیابی میزان تحمل به تنش

علاوه بر تحمل این تنش در مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن از عملکرد دانه بالاتری نیز برخوردار باشند اهمیت زیادی دارند (Saedi et al., 2007).

تنش‌های غیرزنده نظیر سرما، سرما، خشکی، شوری، فقر غذایی، ازون (O_3)، فلزات سنگین، امواج مرئی، مواد شیمیایی سمی، تنش‌های اکسیداسیونی ناشی از عوامل زنده و غیرزنده از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولیدات کشاورزی هستند (Miao and Zentgraf, 2007). تنش کم‌آبی عمدتاً در مناطقی روی می‌دهد که میزان بارندگی سالیانه آن‌ها کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر باشد (Rajaram et al., 1994). طبق گزارش‌های مختلف انجمن بین‌المللی تغییر اقلیم، کاهش در میزان بارندگی و افزایش تبخیر و تعرق از جمله مشکلات پیشرو در آینده کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشک خواهد بود (Villegas et al., 2010).

تنش کم‌آبی یکی از شایع‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و تولید را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب القای بسیاری از پاسخ‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی در گیاهان می‌شود، گیاهان در جهت سازگاری، سازوکارهای تحمل را توسعه می‌دهند (Arora et al., 2002). در چنین مناطقی توان خروج جوانه‌ها از عمق‌های بیشتر خاک همراه با تحمل به تنش کم‌آبی در مرحله جوانه‌زنی از ویژگی‌های مهم مرتبط با استقرار گیاهچه است (Saedi et al., 2007). همچنین مطالعات انجام‌شده در ارتباط با ارزیابی قدرت گیاهچه نشان می‌دهد که داشتن کلئوپتیل طویل، وضعیت استقرار گیاهچه‌ها را تحت تأثیر شرایط تنش بهبود می‌بخشد که از عوامل اصلی در تولید نهایی گیاه محسوب می‌شود (Balouchi, 2010). بلندی طول کلئوپتیل یک ویژگی مناسب برای کاشت گندم در محیط‌هایی با تنش خشکی که رطوبت قابل‌دسترس گیاه در لایه‌های عمیق‌تر خاک وجود دارد، است (Singh and faroda, 2004). طول کلئوپتیل گندم مهم‌ترین صفت مورفولوژیک در تعیین عمق کاشت، قدرت سبز کردن و استقرار گیاهچه‌ها است و به‌عنوان معیاری مؤثر در انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش کم‌آبی در برنامه‌های اصلاحی در نظر گرفته می‌شود (Reynolds et al., 2006).

مرحله گیاهچه‌ای از مراحل حساس به تنش کم‌آبی است. موفقیت و یا عدم موفقیت کشت، به جوانه زدن کامل، سریع بذر و تولید گیاهچه‌های قوی وابسته است. معمولاً عملکرد محصول تحت شرایط تنش کمتر از عملکرد آن در شرایط

آب و هوایی جزء مناطق گرم و معتدل به شمار می‌رود، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو زمین زراعی و در دو شرایط نرمال و تنش به‌طور جداگانه انجام شد. خاک مزرعه از نوع لومی رسی است. در این مطالعه ۵۰ ژنوتیپ گندم نان عمدتاً از ژنوتیپ‌های در حال کشت در مناطق مختلف ایران برای واکنش به تنش کم‌آبی مورد بررسی قرار گرفتند. بذور این ژنوتیپ‌ها از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد (جدول ۱).

کم‌آبی و (۳) بررسی نقش طول کلئوپتیل در نحوه واکنش به تنش آبی و رابطه آن با میزان عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم ایرانی.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان واقع در شهرستان خرم‌آباد ایستگاه تحقیقات باغ کشاورزی که از لحاظ

جدول ۱. فهرست ژنوتیپ‌های مورد استفاده

Table 1. List of the genotypes used in the current study

ردیف Row	ژنوتیپ Genotype	ردیف Row	ژنوتیپ Genotype	ردیف Row	ژنوتیپ Genotype
1	مهدوی (Mahdavi)	18	کوبر (Kavir)	35	هیرمند (Hirmand)
2	سپاهان (Sepahan)	19	قدس (Qods)	36	مهرگان (Mehregan)
3	شیراز (Shiraz)	20	بم (Bam)	37	بک کراس روشن بهاره (Spring BC Roushan)
4	آزادی (Azadi)	21	آرتا (Arta)	38	باژ (Bazh)
5	بهاران (Baharan)	22	ویریناک (Vierynak)	39	شعله (Shole)
6	سیروان (Sirvan)	23	افلاک (Aflak)	40	زاگرس (Zagros)
7	بهار (Bahar)	24	افق (Ofogh)	41	گهر (Gahar)
8	پیش‌تاز (Pishtaz)	25	ارگ (Arg)	42	چمران (Chamran)
9	تجن (Tajan)	26	سیستان (Sistan)	43	چمران ۲ (Chamran 2)
10	پیش‌گام (Pishgam)	27	نیک‌نژاد (Niknejad)	44	کاروان ۱ (Caravan 1)
11	شیرودی (Shiroodi)	28	زرین (Zarin)	45	چناب ۲۶۷ (Chenab 267)
12	اروم (Oroum)	29	الوند (Alvand)	46	Ws- 82- 9
13	دریا (Darya)	30	پاستور (Pastor)	47	Weebille 264
14	دز (Dez)	31	فلات (Falat)	48	S- 90- 5
15	روشن (Roushan)	32	داراب ۲ (Darab 2)	49	Irena// babax- pastor
16	مروارید (Morvarid)	33	استار (Star)	50	Dharwar Dry/ Nesser 265
17	مغان ۳ (Moghan3)	34	اکبری (Akbari)		

برای همه ژنوتیپ‌ها ۴۵۰ بذور در مترمربع بود. در هر کرت دو ردیف کناری و ۳۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ از علف‌کش ۲،۴-D به میزان ۱/۲ لیتر در هکتار ماده تجاری در مرحله پنجه‌زنی استفاده شد. وجین دستی نیز در بهار طی دو مرحله صورت گرفت.

صفات مورد مطالعه شامل مدت‌زمان کاشت تا ظهور سنبله (روز)، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول سنبله اصلی (سانتی‌متر)،

در آزمایش اول تنش کم‌آبی انتهای فصل اعمال شد و آبیاری فقط یک‌بار در مرحله سبز شدن انجام گرفت، اما در آزمایش دوم در کل فصل رشدی، آبیاری به‌صورت معمول منطقه انجام گرفت (بعد از سنبله رفتن و مرحله پر شدن دانه) تا شرایط بدون تنش برقرار باشد. هر کرت شامل پنج ردیف کاشت به طول دو متر با فواصل ۱۵ سانتی‌متر بود و عملیات کاشت به‌صورت دستی در آذرماه سال ۱۳۹۴ انجام شد. فاصله نیم متری بین هر دو تکرار در نظر گرفته شد. تراکم کاشت

= درصد تغییر صفت

$$[۲] \quad \frac{\text{میزان صفت در شرایط تنش} - \text{میزان صفت در شرایط عادی}}{\text{میزان صفت در شرایط عادی}} \times 100$$

بر این اساس مقادیر مثبت درصد تغییر برای هر صفت نشانه کاهش آن صفت تحت شرایط کم‌آبی است.

در این آزمایش طول کلئوپتیل (سانتی‌متر)، به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. برای کلیه صفات مورد مطالعه تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver. 9.1) انجام گرفت. مقایسه میانگین صفات با استفاده از روش LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. بر اساس نتایج کلی طرح، ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ژنوتیپ‌های گندم در دو شرایط تنش کم‌آبی و شرایط بدون تنش در جدول‌های ۲ و ۳ آمده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس ملاحظه می‌شود که بین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی از لحاظ تمامی صفات مورد بررسی به جزء تعداد سنبله اختلاف معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد وجود داشت (جدول ۲ و ۳). نتایج نشان داد که مقادیر میانگین تمام صفات تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، طول سنبله، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در شرایط معمولی بیش‌تر از شرایط تنش رطوبتی بود (جدول ۴ و ۵). ضریب تغییرات برای کلیه صفات در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی دارای طیف نسبتاً بالایی بود که نشان‌دهنده تنوع بالا بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است. در مقایسه صفات تنش خشکی و بدون تنش دامنه تغییرات برای برخی صفات مورفولوژیک مانند وزن هزار دانه، طول ریشک، روز تا ظهور سنبله و ارتفاع بوته بسیار نزدیک به شرایط تنش بود که با نتایج نوری‌زاده و همکاران که بر روی صفات مورفولوژیکی طول سنبله و ارتفاع لاین‌های اینبرد نو ترکیب گندم صورت گرفته بود، مطابقت داشت (Nourizadeh et al., 2017).

در شرایط بدون تنش صفت عملکرد دانه در بین کلیه صفات، بیشترین ضریب تغییرات (۲۸/۷ درصد) را به خود اختصاص داد. بعد از عملکرد، صفات وزن سنبله اصلی، تعداد دانه‌های سنبله اصلی، وزن هزار دانه، طول سنبله اصلی، طول ریشک، ارتفاع بوته و زمان کاشت تا ظهور سنبله، از نظر این ضریب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۲). در شرایط

وزن سنبله اصلی (گرم)، وزن هزار دانه (گرم)، طول ریشک (سانتی‌متر)، تعداد سنبله، تعداد دانه‌های سنبله اصلی، عملکرد دانه (گرم در مترمربع) بود. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک و تعداد دانه در سنبله قبل از برداشت از هر کرت پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری‌های صفات مورد نظر انجام شد. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه نیز چهار نمونه صدتایی از بذرها تمیز شده توزین و بر اساس وزن آن‌ها وزن هزار دانه مشخص شد.

آزمایش اندازه‌گیری طول کلئوپتیل و درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در پتری‌دیش مطالعه قرار گرفت (Abdolrahmani et al., 2007). بذوری که ظاهری سالم داشتند برای ضد عفونی و کشت انتخاب شدند. پس از ضد عفونی بذور با الکل ۷۰ درصد به مدت ۱ دقیقه، محلول هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، در مرحله‌ی آخر این بذور سه بار متوالی به مدت یک، سه و پنج دقیقه با آب مقطر دو بار استریل زیر هود لامینار شستشو داده شدند. سپس روی کاغذ صافی استریل قرار داده شدند تا آب سطحی آن‌ها کاملاً خشک شوند. سپس در هر پتری‌دیش تعداد پنج بذر از هر ژنوتیپ پس از ضد عفونی اولیه بر روی کاغذ صافی قرار گرفت و سپس جهت جوانه‌زنی به ژرمیناتور در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰ درصد منتقل شدند. پس از ۱۵ روز طول کلئوپتیل گیاهچه‌ها بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و ثبت گردید. در این تحقیق از شاخص فرناندز برای تعیین میزان تحمل یا حساسیت ژنوتیپ‌ها به تنش کم‌آبی استفاده شد که به‌صورت زیر محاسبه گردید (Fernandez, 1992):

$$[۱] \quad STI = \frac{(Y_p)(Y_s)}{[(Y_p)^-]^2}$$

که Y_p = عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط بدون تنش، Y_s = عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط تنش و $(Y_p)^-$ میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش است. بالا بودن STI برای یک ژنوتیپ حاکی از قابلیت بیشتر تحمل آن به تنش کم‌آبی است.

همچنین به‌منظور بررسی میزان کاهش و یا افزایش صفات در دو شرایط تنش و بدون تنش، درصد تغییرات صفات اندازه‌گیری شده از ژنوتیپ‌ها طبق رابطه زیر محاسبه گردید (Kargar et al., 2004):

ضریب تغییرات صفات در شرایط بدون تنش بود (جدول ۲ و ۳).

در مطالعات انجام‌گرفته توسط امینی و همکاران و زارعی و همکاران نیز تنوع بالایی برای صفات عملکرد دانه و اجزای آن، وزن خشک سنبله، شاخص برداشت، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله گزارش شده است (Zarei et al., 2011; Amini et al., 2005).

تنش ضریب تغییرات برای صفت وزن سنبله اصلی بیشترین مقدار (۱۳/۸۲ درصد) را نشان داد و پس‌از آن صفات تعداد دانه‌های سنبله اصلی، وزن هزار دانه، طول ریشک، عملکرد دانه، طول سنبله اصلی، ارتفاع بوته و زمان کاشت تا ظهور سنبله، قرار گرفتند (جدول ۳). به‌طور کلی ضریب تغییرات صفات موردبررسی تحت شرایط تنش کم‌آبی پایین‌تر از

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مختلف ژنوتیپ‌های گندم در شرایط بدون تنش

Table 2. ANOVA for the different traits of the wheat genotypes under the non stress conditions

Source of variation	منابع تغییر	درجه آزادی df	میانگین مربعات				
			وزن هزار دانه 1000-grain weight	ارتفاع بوته plant height	روز تا ظهور سنبله days to heading	طول سنبله spike length	طول ریشک awn length
Replication	تکرار	2	23.32	422.11	5.04	4.624	6.39
Genotype	ژنوتیپ	49	34.66*	347.52**	21.27**	2.89**	6.18**
Error	خطا	98	10.97	15.85	0.84	0.92	0.26
CV (%)	ضریب تغییرات	-	8.65	4.02	0.63	8.90	8.01

Table 2. Continued

جدول ۲. ادامه

Source of variation	منابع تغییر	درجه آزادی df	میانگین مربعات			
			وزن سنبله spike weight	تعداد دانه در سنبله grain per spike	عملکرد دانه grain yield	تعداد سنبله number of spike
Replication	تکرار	2	0.99	148.89	4749.11	25175.75
Genotype	ژنوتیپ	49	0.29*	169.60**	2599.72*	3520.75 ^{ns}
Error	خطا	98	0.19	75.46	2089.74	2919.51
CV (%)	ضریب تغییرات	-	19.53	14.25	28.70	27.45

***, **: NS به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و عدم معنی‌داری

*and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. ns: Non-Significant

داد که در شرایط تنش ژنوتیپ شیروودی با متوسط عملکرد دانه ۲۱۰/۳۸ گرم در مترمربع در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی دارای بیشترین عملکرد دانه بوده و در رتبه اول قرار داشت. سه ژنوتیپ مهدوی، ارگ و مروارید به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۱۰۱/۰۹، ۱۰۱/۳۰ و ۱۰۲/۵۴ گرم در مترمربع کمترین عملکرد را داشتند (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها در شرایط بدون تنش نشان داد که ژنوتیپ شیروودی با متوسط عملکرد دانه ۲۴۰/۳۴ گرم در مترمربع دارای بیشترین عملکرد دانه بود. از سوی دیگر ژنوتیپ استار با میانگین عملکرد دانه ۹۴/۲۵ گرم در مترمربع دارای

مهم‌ترین صفت در بین صفات موردبررسی در گندم قطعاً عملکرد دانه است، زیرا هدف اصلی از کشت گندم به‌منظور برداشت دانه است و سایر قسمت‌های گیاه از جمله ساقه و برگ در مرتبه اهمیت بعدی قرار دارند. در مقایسه جدول تجزیه واریانس هر دو شرایط تنش و بدون تنش مشاهده شد که عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش بیشتر از شرایط تنش بود و در شرایط تنش ۵/۵ درصد نسبت به شرایط بدون تنش کاهش نشان داد.

کم بودن عملکرد دانه در شرایط تنش را می‌توان به کم بودن تعداد سنبله نسبت داد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان

ریچارد عقیده داشت که انتخاب ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی سبب تجمع آل‌های مطلوب شده و ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالاتر گزینش می‌شوند (Richard, 1996).

تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد سنبله وجود نداشت (جدول ۲ و ۳) علت این مسئله می‌تواند به ماهیت ژنتیکی ژنوتیپ‌ها مربوط باشد. در شرایط بدون تنش رطوبتی، ژنوتیپ‌های شیروودی و باژ به ترتیب با مقادیر ۲۷۳ و ۹۱ بیشترین و کمترین تعداد سنبله در واحد سطح را داشتند (جدول ۴)؛ اما در شرایط تنش رطوبتی ژنوتیپ‌های دز و چمران به ترتیب با مقادیر ۱۸۹/۶۷ و ۸۵/۶۷ دارای بیشترین و کمترین تعداد سنبله در واحد سطح بودند (جدول ۵). در ارقام با عملکرد بالا تعداد سنبله در واحد سطح تا حدودی افزایش یافته است. از نتایج به‌دست‌آمده چنین استنباط شد که تنش کم‌آبی احتمالاً بر فرآیندهای فیزیولوژیک مؤثر بوده و منجر به

کمترین عملکرد بود (جدول ۴). افزایش عملکرد دانه مهم‌ترین هدف به‌نژادگران در برنامه‌های اصلاحی است، اما از آنجاکه عملکرد صفت پیچیده‌ای است که اجزای کمی متعددی را در برمی‌گیرد و دارای وراثت‌پذیری پایینی است، عموماً به‌طور مستقیم مورد مطالعه قرار نگرفته و در عوض صفات مرتبط با آنکه از نظر ژنتیکی دارای پیچیدگی بسیار کمتری هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تحقیقات مختلف اعمال تنش کاهش معنی‌دار عملکرد دانه را به دنبال داشته که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Nazeri, 2016). محققین هم‌چنین کاهش عملکرد و اجزاء عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف گندم را در اثر تنش خشکی گزارش کردند که با نتایج آزمایش حاضر هم‌خوانی دارد (Emam, 2007). در مناطق نیمه‌خشک که پراکنش بارندگی متناسب نیست، پتانسیل عملکرد در شرایط تنش بهترین معیار تحمل به خشکی محسوب نمی‌شود بلکه پایداری عملکرد، مقایسه میزان عملکرد در شرایط تنش و مطلوب معیار مناسب‌تری برای واکنش ژنوتیپ‌ها به تنش رطوبتی پذیرفته می‌شود (Simane et al., 1993).

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مختلف ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش کم‌آبی

Table 3. ANOVA for the different traits of the wheat genotypes under the water stress conditions

Source of variation	درجه آزادی	df	Mean square				
			وزن هزار دانه	ارتفاع بوته	روز تا ظهور سنبله	طول سنبله	
	منابع تغییر		1000-grain weight	plant height	days to heading	spike length	awn length
Replication	تکرار	2	17.89	12.70	0.92	4.98	1.05
Genotype	ژنوتیپ	49	55.88**	403.18**	21.36**	3.36*	6.39**
Error	خطا	98	12.59	8.37	1.02	0.47	0.23
CV (%)	ضریب تغییرات	-	9.85	2.86	0.70	6.31	7.82

Table 3. Continued

جدول ۳. ادامه

Source of variation	درجه آزادی	df	Mean square			
			وزن سنبله	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه	
	منابع تغییر		spike weight	grain per spike	grain yield	number of spike
Replication	تکرار	2	2.67	261.94	4700.08	6814.73
Genotype	ژنوتیپ	49	0.25**	190.05**	2056.18*	1873.67 ^{ns}
Error	خطا	98	0.07	48.81	1183.13	1703.91
CV (%)	ضریب تغییرات	-	13.82	12.77	6.89	9.30

***, * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و عدم معنی‌داری

*and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively, ns: Non-Significant

جدول ۴. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف گندم از نظر صفات مورد ارزیابی در حالت بدون تنش

Table 4. Mean comparison of the wheat genotypes for the evaluated traits under the non stress condition

ردیف Row	ژنوتیپ Genotype	ارتفاع		عملکرد grain yield	وزن spike weight	طول ریشک awn length	دانه در سنبله grain per spike	وزن هزار دانه (g)		تعداد سنبله number of spike
		بوته plant height	روز تا ظهور days to heading					سنبله spike length	1000- grian weight	
1	Mahdavi	107 ^{dce}	146 ^{c-f}	142 ^{b-j}	2.22 ^{b-l}	7.15 ^{c-i}	71 ^{a-d}	34 ^{m-p}	12.2 ^{a-c}	146 ^{b-f}
2	Sepahan	99 ^{h-m}	146 ^{bcde}	145 ^{b-j}	1.62 ^{i-l}	6.86 ^{d-n}	54 ^{f-n}	36 ^{g-p}	11.8 ^{a-g}	174 ^{b-f}
3	Shiraz	97 ^{j-o}	139 ^{qr}	159 ^{b-j}	2.41 ^{a-i}	5.85 ^{p-s}	60 ^{b-k}	40 ^{b-k}	11.2 ^{b-j}	119 ^{d-f}
4	Azadi	85 ^{vw}	147 ^{ab}	131 ^{e-j}	2.76 ^{ab}	7.19 ^{c-h}	69 ^{a-e}	38 ^{b-o}	10.2 ^{h-o}	142 ^{b-f}
5	Baharan	89 ^{s-w}	143 ^{j-n}	204 ^{a-e}	2.47 ^{a-f}	5.63 ^{r-t}	61 ^{a-k}	40 ^{b-l}	10.7 ^{c-}	179 ^{b-e}
6	Sinrva	94 ^{m-t}	147 ^{ab}	169 ^{a-i}	2.43 ^{a-i}	8.08 ^b	65 ^{a-h}	41 ^{a-g}	9.40 ^{l-o}	123 ^{d-f}
7	Bahar	86 ^{u-w}	144 ^{f-j}	146 ^{b-j}	1.81 ^{f-l}	7.32 ^{b-e}	49 ^{j-n}	39 ^{b-m}	9.70 ^{j-o}	180 ^{b-e}
8	Pishtaz	93 ^{n-t}	145 ^{e-i}	148 ^{b-j}	2.66 ^{a-d}	7.08 ^{d-k}	65 ^{a-i}	40 ^{b-j}	11.9 ^{a-g}	157 ^{b-f}
9	Tagan	95 ^{l-s}	141 ^{op}	176 ^{a-h}	2.06 ^{b-l}	6.34 ^{i-r}	51 ⁱ⁻ⁿ	46 ^a	9.7 ^{i-o}	180 ^{b-e}
10	Pishgam	101 ^{e-k}	142 ^{m-o}	152 ^{b-j}	2.31 ^{b-l}	6.12 ^{m-r}	55 ^{e-n}	41 ^{a-h}	10.9 ^{b-l}	109 ^{ef}
11	Shiroodi	98 ⁱ⁻ⁿ	145 ^{d-h}	240 ^a	2.08 ^{b-l}	6.44 ^{g-r}	66 ^{a-g}	33 ^{o-q}	11.2 ^{b-j}	273 ^a
12	Oroum	95 ^{k-r}	145 ^{d-h}	197 ^{a-f}	2.20 ^{b-l}	7.93 ^{bc}	61 ^{a-k}	35 ^{k-p}	10.6 ^{d-m}	229 ^{ab}
13	Darya	88 ^{t-w}	138 ^{rs}	136 ^{b-j}	1.69 ^{ijkl}	5.27 ^{s-u}	47 ^{k-n}	37 ^{f-o}	9.50 ^{k-o}	172 ^{b-f}
14	Dez	96 ^{j-q}	144 ^{f-j}	188 ^{a-g}	2.03 ^{c-l}	6.54 ^{e-q}	58 ^{c-m}	36 ^{h-p}	11.0 ^{b-k}	212 ^{a-c}
15	Roshan	90 ^{p-v}	146 ^{c-f}	169 ^{a-i}	2.34 ^{a-k}	7.30 ^{b-f}	60 ^{a-i}	40 ^{a-i}	11.3 ^{b-h}	167 ^{b-f}
16	Morvarid	97 ^{j-o}	145 ^{c-g}	142 ^{b-j}	2.13 ^{b-l}	6.80 ^{d-o}	57 ^{d-n}	37 ^{f-o}	11.1 ^{b-j}	167 ^{b-f}
17	Maghan3	91 ^{o-u}	140 ^{pq}	199 ^{a-f}	1.74 ^{g-l}	6.66 ^{e-p}	58 ^{c-m}	35 ^{j-p}	9.73 ^{i-o}	190 ^{a-e}
18	Kavir	89 ^{r-w}	143 ^{k-n}	167 ^{a-j}	2.67 ^{a-c}	6.38 ^{h-r}	60 ^{b-l}	38 ^{b-o}	11.2 ^{a-g}	146 ^{b-f}
19	Ghods	85 ^{u-w}	149 ^a	205 ^{a-d}	2.30 ^{b-l}	0 ^w	71 ^{a-d}	37 ^{f-o}	9.0 ^{no}	150 ^{b-f}
20	Bam	83 ^w	144 ^{g-k}	161 ^{b-j}	1.93 ^{e-l}	6.54 ^{e-q}	55 ^{f-n}	35 ^{i-p}	10.1 ^{h-o}	187 ^{a-e}
21	Arta	87 ^{t-w}	142 ^{m-o}	120 ^{g-j}	2.16 ^{b-l}	4.62 ^u	65 ^{a-i}	36 ^{i-p}	10.3 ^{h-n}	133 ^{c-e}
22	Virinak	88 ^{t-w}	143 ^{i-m}	133 ^{d-j}	2.26 ^{b-l}	7.53 ^{bcd}	62 ^{a-j}	37 ^{f-o}	12.0 ^{a-e}	226 ^{ab}
23	Aflak	96 ^{j-q}	145 ^{d-h}	157 ^{b-j}	2.54 ^{a-e}	7.13 ^{c-j}	74 ^a	34 ^{i-m}	13.0 ^a	117 ^{d-f}
24	Ofogh	107 ^{c-g}	137 ^s	209 ^{ab}	2.45 ^{a-g}	6.45 ^{g-r}	63 ^{a-j}	38 ^{c-o}	9.7 ^{i-o}	149 ^{b-f}
25	Arg	90 ^{q-v}	142 ^{no}	111 ^{hij}	2.41 ^{a-i}	5.87 ^{p-s}	58 ^{c-m}	43 ^{a-d}	10.8 ^{b-l}	165 ^{b-f}
26	Sistan	137 ^a	146 ^{bcd}	181 ^{a-h}	2.04 ^{c-l}	1.62 ^v	43 ⁿ	43 ^{a-d}	10.4 ^{f-n}	175 ^{b-f}
27	Niknejad	108 ^{cd}	146 ^{bcde}	129 ^{f-j}	2.07 ^{b-l}	8.07 ^b	61 ^{a-k}	34 ^{n-q}	12.1 ^{a-d}	152 ^{b-f}
28	Zarin	120 ^b	147 ^{ab}	180 ^{a-h}	2.54 ^{a-e}	6.36 ^{h-r}	73 ^{ab}	38 ^{e-o}	12.3 ^{ab}	130 ^{c-e}
29	Andlva	102 ^{d-j}	145 ^{c-g}	192 ^{a-g}	2.24 ^{b-l}	6.73 ^{d-o}	64 ^{a-i}	38 ^{d-o}	10.7 ^{c-}	172 ^{b-f}
30	Pastor	90 ^{p-v}	142 ^{no}	208 ^{abc}	2.36 ^{a-i}	6.48 ^{f-q}	71 ^{a-c}	33 ^{o-q}	11.2 ^{b-j}	156 ^{b-f}
31	Falat	96 ^{j-q}	146 ^{c-f}	157 ^{b-j}	2.38 ^{a-j}	6.17 ^{l-r}	66 ^{a-h}	34 ^{l-p}	10.5 ^{e-n}	190 ^{a-e}
32	Darab 2	94 ^{m-t}	146 ^{bcd}	135 ^{b-j}	2.25 ^{b-l}	5.62 ^{r-t}	60 ^{b-k}	36 ^{f-o}	10.2 ^{h-o}	165 ^{b-f}
33	Srta	107 ^{cde}	144 ^{f-j}	94 ^j	2.53 ^{a-e}	7.27 ^{b-g}	63 ^{a-i}	36 ^{g-p}	11.8 ^{a-g}	159 ^{b-f}
34	Akbari	100 ^{g-l}	140 ^{pq}	183 ^{a-h}	2.28 ^{b-l}	6.31 ^{j-r}	59 ^{b-m}	38 ^{d-o}	10.4 ^{g-n}	200 ^{a-d}
35	Hirmand	100 ^{f-l}	142 ^{no}	163 ^{b-j}	1.96 ^{d-l}	6.88 ^{d-n}	52 ^{h-n}	39 ^{b-m}	10.8 ^{b-l}	144 ^{b-f}
36	Mehrgan	105 ^{c-h}	143 ^{k-n}	169 ^{a-i}	1.67 ^{c-g}	6.98 ^{d-l}	60 ^{a-k}	36 ^{g-p}	10.7 ^{c-m}	161 ^{b-f}
37	B.croshan	101 ^{fl}	140 ^{pq}	155 ^{b-j}	2.14 ^{b-l}	4.77 ^u	56 ^{e-n}	43 ^{a-e}	10.7 ^{c-m}	189 ^{a-e}
38	Bazh	101 ^{f-l}	142 ^{l-n}	158 ^{b-j}	2.20 ^{b-l}	5.87 ^{p-s}	62 ^{a-j}	39 ^{b-m}	11.9 ^{a-f}	91 ^f
39	Shole	101 ^{e-k}	145 ^{c-i}	158 ^{b-j}	2.37 ^{a-k}	7.37 ^{b-e}	57 ^{c-n}	42 ^{a-f}	10.6 ^{d-}	168 ^{b-f}
40	Zagros	98 ⁱ⁻ⁿ	139 ^{qrs}	135 ^{c-j}	2.22 ^{b-l}	5.82 ^{q-s}	52 ^{h-n}	44 ^{ab}	9.07 ^{no}	125 ^{c-e}
41	Gohar	133 ^a	146 ^{bcd}	101 ^{ij}	1.61 ^l	6.77 ^{d-o}	53 ^{g-n}	31 ^{pq}	10.1 ^{h-o}	168 ^{b-f}
42	Chamnra	110 ^c	146 ^{b-e}	139 ^{b-j}	3.02 ^a	9.23 ^a	69 ^{a-e}	40 ^{b-k}	12.3 ^{ab}	157 ^{b-f}
43	Chamran2	104 ^{d-i}	146 ^{b-e}	119 ^{g-j}	1.68 ^{h-l}	7.19 ^{c-h}	66 ^{a-g}	28 ^q	11.2 ^{b-j}	220 ^{ab}
44	Carvan1	90 ^{p-v}	144 ^{g-k}	157 ^{b-j}	2.49 ^{a-f}	4.97 ^{tu}	61 ^{a-k}	38 ^{d-o}	10.0 ^{h-o}	154 ^{b-f}
45	Chenab267	108 ^{cd}	146 ^{b-e}	135 ^{c-j}	2.58 ^{a-e}	6.16 ^{l-r}	71 ^{a-d}	36 ^{g-p}	11.3 ^{b-i}	142 ^{b-f}
46	Ws- 82- 9	96 ^{bc}	147 ^{a-c}	159 ^{b-j}	2.46 ^{a-f}	5.96 ^{o-s}	61 ^{a-k}	38 ^{d-o}	10.9 ^{b-k}	142 ^{b-f}
47	Weebille 264	99 ^{h-n}	144 ^{h-l}	164 ^{b-j}	2.07 ^{b-l}	6.06 ^{n-s}	46 ^{l-m}	44 ^{abc}	8.7 ^o	150 ^{b-f}
48	S- 90- 5	94 ^{m-t}	142 ^{l-n}	168 ^{a-i}	1.65 ^{kl}	6.25 ^{k-r}	45 ^{mn}	39 ^{b-n}	9.2 ^{m-o}	211 ^{a-c}
49	Irena// babax-pastor	99 ^{h-n}	144 ^{h-l}	146 ^{b-j}	2.62 ^{a-e}	7.11 ^{c-j}	70 ^{a-d}	39 ^{b-n}	11.5 ^{a-h}	177 ^{b-f}
50	Dharwar Dry/ Nesser 265	104 ^{c-i}	144 ^{f-j}	148 ^{b-j}	2.44 ^{a-h}	6.91 ^{d-m}	67 ^{a-f}	37 ^{e-o}	11.9 ^{a-f}	224 ^{ab}
51	LSD	6.45	1.49	74	0.70	0.83	14.07	5	1.55	87.5

جدول ۵. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف گندم از نظر صفات مورد ارزیابی در حالت تنش کم‌آبی

Table 5. Mean comparison of the wheat genotypes for evaluated traits under the water stress condition

ردیف Row	ژنوتیپ Genotype	روز تا		عملکرد grain yield	وزن spike weight	طول awn length	دانه در سنبله grain per spike	وزن هزار دانه 1000-grian weight	طول سنبله spike length	تعداد سنبله number of spike
		ارتفاع plant height	ظهور days to heading							
1	Mahdavi	100 ^{h-k}	145 ^{c-g}	101 ^g	2.17 ^{a-g}	7.32	68 ^{ab}	31.7 ^{n-q}	12.2 ^{b-d}	93 ^{f-i}
2	Sepahan	92 ^{n-q}	146 ^{b-f}	108 ^g	1.37 ^{o-q}	6.58 ^{e-}	54 ^{e-o}	31.2 ^{o-q}	12.7 ^b	90 ^{hi}
3	Shiraz	91 ^{n-q}	139 ^{pq}	137 ^{c-g}	1.84 ^{e-n}	5.25 ^{q-}	50 ^{i-q}	38.5 ^{b-j}	10.9 ^{g-n}	128 ^{a-i}
4	Azadi	86 ^{rs}	147 ^{ab}	134 ^{c-g}	2.26 ^{a-e}	6.84 ^{c-}	66 ^{a-d}	34.3 ^{h-q}	10.7 ^{f-o}	140 ^{a-i}
5	Baharan	90 ^{pqr}	143 ^{j-m}	131 ^{c-g}	2.30 ^{abcd}	5.84 ^{k-}	58 ^{b-j}	39.5 ^{a-i}	11.3 ^{c-i}	91 ^{g-i}
6	Sinrva	94 ^{m-p}	147 ^{ab}	113 ^{efg}	2.43 ^{abc}	7.47 ^{b-}	63 ^{b-g}	40.6 ^{a-f}	10.3 ^{i-o}	143 ^{a-i}
7	Bahar	95 ^{l-o}	145 ^{e-i}	109 ^{fg}	1.85 ^{e-n}	7.72 ^b	45 ^{n-q}	36.8 ^{e-o}	10.5 ^{h-o}	153 ^{a-h}
8	Pishtaz	106 ^{de}	144 ^{f-j}	123 ^{d-g}	2.54 ^a	7.11 ^{b-}	63 ^{a-g}	36.4 ^{e-o}	11.8 ^{b-f}	149 ^{a-i}
9	Tagan	91 ^{n-q}	141 ^{no}	125 ^{d-g}	2.07 ^{a-h}	5.87 ^{k-}	47 ^{k-q}	44.6 ^a	10.4 ^{i-o}	157 ^{a-g}
10	Pishgam	113 ^c	141 ^{no}	122 ^{d-g}	2.31 ^{abcd}	6.27 ^{h-}	51 ^{h-q}	41.5 ^{a-e}	11.9 ^{b-f}	126 ^{a-i}
11	Shiroodi	98 ^{j-m}	145 ^{d-h}	210 ^a	1.87 ^{d-n}	5.73 ^{l-t}	59 ^{b-i}	33.9 ^{i-q}	10.8 ^{f-}	162 ^{a-e}
12	Oroum	101 ^{f-j}	144 ^{g-k}	185 ^{abc}	1.84 ^{d-n}	7.74 ^b	55 ^{e-o}	33.0 ^{j-q}	10.9 ^{e-n}	177 ^{ab}
13	Darya	89 ^{qrs}	137 ^r	121 ^{d-g}	1.51 ^{m-q}	5.18 ^{r-}	42 ^{pqr}	36.3 ^{e-p}	10.0 ^{k-q}	143 ^{a-i}
14	Dez	112 ^c	144 ^{g-k}	145 ^{c-g}	1.57 ^{l-q}	5.60 ⁿ⁻	49 ^{i-q}	37.0 ^{e-n}	9.9 ^{m-q}	189 ^a
15	Roshan	102 ^{e-j}	146 ^{a-d}	150 ^{b-g}	1.74 ^{e-p}	6.05 ⁱ⁻	47 ^{j-q}	40.4 ^{a-f}	10.4 ^{h-o}	174 ^{a-c}
16	Morvarid	102 ^{e-i}	146 ^{b-f}	102 ^g	1.77 ^{e-p}	6.43 ^{f-l}	51 ^{h-q}	32.7 ^{k-q}	11.1 ^{e-l}	122 ^{b-i}
17	Maghan3	99 ^{i-m}	141 ^{no}	152 ^{b-g}	1.94 ^{d-n}	6.20 ^{h-}	53 ^{f-p}	32.1 ^{l-q}	10.0 ^{k-q}	166 ^{a-d}
18	Kavir	96 ^{k-n}	141 ^{no}	146 ^{b-g}	2.06 ^{b-j}	6.20 ^{h-}	55 ^{e-o}	38.1 ^{d-k}	10.6 ^{g-n}	115 ^{b-i}
19	Ghods	71 ^t	147 ^a	132 ^{c-g}	2.13 ^{a-h}	0 ^y	64 ^{a-f}	34.1 ^{h-q}	8.9 ^f	100 ^{d-i}
20	Bam	92 ^{n-q}	145 ^{b-h}	122 ^{d-g}	1.63 ^{j-q}	6.18 ^{h-}	46 ^{l-q}	34.1 ^{h-q}	10.1 ^{k-p}	111 ^{b-i}
21	Arta	91 ^{opq}	142 ^{mn}	112 ^{e-g}	2.04 ^{c-k}	3.68 ^w	56 ^{b-m}	37.7 ^{e-l}	9.8 ^{m-q}	118 ^{b-i}
22	Virinak	102 ^{e-j}	142 ^{l-n}	123 ^{d-g}	2.12 ^{a-h}	7.24	61 ^{b-h}	37.5 ^{e-m}	11.7 ^{b-g}	107 ^{c-i}
23	Aflak	100 ^{g-k}	146 ^{b-f}	112 ^{e-g}	2.22 ^{a-f}	6.39 ^{g-}	67 ^{abc}	32.7 ^{k-q}	11.8 ^{b-f}	130 ^{a-i}
24	Ofogh	119 ^b	138 ^{qr}	153 ^{b-g}	2.53 ^{ab}	5.63	62 ^{b-h}	36.7 ^{e-o}	9.40 ^{o-q}	131 ^{a-i}
25	Arg	90 ^{pqr}	142 ^{l-n}	101 ^g	1.80 ¹³	5.03 ^{t-}	42 ^{pqr}	40.1 ^{a-g}	10.1 ^{j-p}	96 ^{e-i}
26	Sistan	140 ^a	147 ^{ab}	166 ^{a-e}	1.67 ^{h-q}	1.67 ^x	41 ^{qr}	37.3 ^{e-n}	10.9 ^{f-m}	147 ^{a-i}
27	Niknejad	105 ^{d-f}	147 ^{ab}	140 ^{b-g}	1.63 ^{i-q}	7.4	57 ^{a-h}	30.6 ^{p-q}	12.3 ^{bc}	150 ^{a-f}
28	Zarin	117 ^b	147 ^a	182 ^{abc}	2.23 ^{a-f}	7.17 ^{b-}	75 ^a	30.5 ^{p-q}	13.8 ^a	141 ^{a-i}
29	Andlva	105 ^{d-f}	144 ^{f-j}	153 ^{b-g}	1.83 ^{e-n}	5.97 ^{j-}	55 ^{d-n}	34.6 ^{g-q}	10.4 ^{i-o}	121 ^{b-i}
30	Pastor	100 ^{h-l}	143 ^{i-m}	174 ^{a-d}	1.93 ^{d-n}	6.77 ^{c-}	59 ^{b-i}	31.7 ^{m-q}	11.4 ^{c-i}	165 ^{a-d}
31	Falat	98 ^{i-m}	146 ^{a-d}	150 ^g	1.848 ^{e-n}	5.913	57 ^{b-l}	29.7 ^{q-s}	10.8 ^{f-m}	172 ^{a-c}
32	Darab 2	104 ^{d-h}	146 ^{b-f}	125 ^{d-g}	1.77 ^{e-p}	5.08 ^{s-}	52 ^{g-p}	36.2 ^{e-p}	10.8 ^{f-m}	132 ^{a-i}
33	Srta	108 ^{cd}	144 ^{f-j}	106 ^{efg}	1.96 ^{d-m}	6.72 ^{d-}	58 ^{b-k}	35.2 ^{f-q}	11.8 ^{b-f}	116 ^{b-i}
34	Akbari	101 ^{f-j}	140 ^{op}	149 ^{b-g}	2.09 ^{b-h}	5.80 ^{l-t}	58 ^{b-k}	35.3 ^{f-q}	10.6 ^{g-n}	101 ^{d-i}
35	Hirmand	103 ^{e-i}	142 ^{mn}	174 ^{a-d}	2.13 ^{a-g}	7.3	56 ^{c-n}	38.1 ^{c-k}	12.7 ^{ab}	117 ^{b-i}
36	Mehrgan	106 ^{de}	142 ^{mn}	151 ^{b-g}	1.59 ^{k-q}	7.21	65 ^{a-e}	27.6 ^{rs}	12.0 ^{b-e}	125 ^{a-i}
37	B.croshan	101 ^{f-j}	139 ^{pq}	130 ^{c-g}	1.96 ^{d-l}	4.32	47 ^{j-q}	44.1 ^{ab}	10.3 ^{i-o}	94 ^{f-i}
38	Bazh	101 ^{f-j}	143 ^{k-m}	154 ^{b-g}	2.09 ^{a-h}	5.44 ^{o-}	53 ^{f-p}	38.5 ^{d-k}	11.1 ^{d-m}	122 ^{b-i}
39	Shole	104 ^{d-h}	145 ^{c-g}	110 ^{fg}	2.07 ^{b-j}	7.50 ^{bc}	53 ^{f-p}	37.0 ^{e-n}	10.4 ^{h-o}	127 ^{a-i}
40	Zagros	99 ^{i-m}	138 ^{qr}	137 ^{c-g}	1.90 ^{d-n}	5.54 ⁿ⁻	49 ^{i-q}	43.8 ^{a-d}	9.1 ^{p-r}	142 ^{a-i}
41	Gohar	141 ^a	145 ^{c-g}	103 ^g	1.34 ^{pq}	7.46 ^{b-}	44 ^{o-r}	28.0 ^{rs}	9.0 ^{p-r}	150 ^{a-i}
42	Chamrva	105 ^{d-g}	146 ^{a-e}	122 ^{d-g}	1.63 ^{i-q}	8.66 ^a	53 ^{f-p}	37.0 ^{e-n}	11.5 ^{b-h}	85 ⁱ
43	Chamran2	103 ^{e-i}	147 ^{a-c}	109 ^{fg}	1.27 ^q	7.50 ^{bc}	64 ^{a-f}	24.3 ^s	12.8 ^{ab}	110 ^{c-i}
44	Carvan1	85 ^r	144 ^{f-j}	137 ^{c-g}	1.93 ^{d-n}	4.87 ^{uv}	54 ^{e-o}	37.5 ^{e-l}	10.5 ^{h-n}	133 ^{a-i}
45	Chenab267	90 ^{p-r}	146 ^{a-d}	146 ^{b-g}	1.84 ^{e-n}	5.27 ^{q-}	52 ^{g-p}	35.3 ^{f-q}	9.97 ^{l-q}	113 ^{b-i}
46	Ws- 82- 9	100 ^{g-k}	146 ^{a-e}	170 ^{a-d}	1.53 ^{l-q}	5.94 ^{k-}	51 ^{h-q}	38.2 ^{c-k}	10.8 ^{f-m}	121 ^{b-i}
47	Weebille 264	100 ^{h-k}	144 ^{h-l}	162 ^{a-f}	1.50 ^{n-q}	5.57 ⁿ⁻	33 ^r	43.8 ^{abc}	8.9 ^{qr}	125 ^{a-i}
48	S- 90- 5	100 ^{h-k}	146 ^{a-e}	200 ^{ab}	1.82 ^{e-n}	5.37 ^{p-}	45 ^{m-q}	39.8 ^{a-h}	9.7 ^{n-q}	144 ^{a-i}
49	Irena// babax-	100 ^{g-k}	144 ^{f-j}	140 ^{c-g}	2.07 ^{b-i}	6.24 ^{h-}	56 ^{c-n}	38.5 ^{b-j}	11.3 ^{c-i}	145 ^{a-i}
50	Dharwar Dry/ Nesser 265	103 ^{e-i}	144 ^{f-j}	143 ^{c-g}	1.95 ^{d-m}	6.2 ^{h-m}	55 ^{d-o}	35.8 ^{e-p}	11.2 ^{c-i}	145 ^{a-i}
51	LSD	4.68	1.63	5.57	0.44	0.76	11.32	5.74	1.11	66.8

و همکاران (Huyuan et al., 2007) نیز در مطالعه تأثیر خشکی بر روی گندم گزارش کردند که تنش رطوبتی سبب کاهش ارتفاع بوته از شرایط بهینه به تنش رطوبتی شد.

برای صفت تعداد روز تا ظهور سنبله در هر دو شرایط تنش و بدون تنش، بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس اختلاف معنی‌دار بین ۵۰ ژنوتیپ مورد مطالعه مشاهده شد (جدول ۲ و ۳). همچنین ژنوتیپ‌های قدس و زرین هر دو با میانگین ۱۴۷/۶۷ روز، بیشترین تعداد روز تا ظهور سنبله را در شرایط تنش و ژنوتیپ‌های دریا و افق هر کدام با میانگین ۱۳۷/۳ و ۱۳۸/۳ روز، کمترین تعداد روز را داشتند (جدول ۵). در صورتی‌که در شرایط بدون تنش ژنوتیپ قدس با میانگین ۱۴۹ روز، بیشترین و ژنوتیپ‌های افق و دریا به ترتیب با میانگین ۱۳۷/۶۷ و ۱۳۸ روز، کمترین تعداد روز تا ظهور سنبله را داشتند (جدول ۴). همچنین نتایج نشان داد که تنش رطوبتی موجب کاهش تعداد روز تا ظهور سنبله در لاین متحمل به تنش رطوبتی نسبت به شرایط معمولی می‌شود، در حالی‌که لاین‌های حساس از نظر این صفت فنولوژیک در شرایط طبیعی رشد قرار داشتند و به عبارتی دوره طولانی‌تری را طی نمودند (Nourizadeh et al., 2017). پاک‌نژاد و همکاران (Paknejad et al., 2007) در بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد در سه رقم گندم نشان دادند که اعمال تنش در مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد منجر به کاهش این دوره و در نهایت عملکرد می‌شود و حساس‌ترین مرحله نمو گندم را به تنش خشکی مرحله گلدهی معرفی کردند.

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر وزن سنبله در هر دو شرایط تنش و بدون تنش نشان داد (جدول ۲ و ۳). تیمارهای بدون تنش نسبت به تیمار تنش رطوبتی وزن سنبله بیشتری داشتند که با نتایج تحقیقات معاونی و همکاران مطابقت داشت (Moaveni et al., 2009). در شرایط تنش اختلاف بین بیشترین و کمترین مقدار وزن دانه ۱/۲۷ گرم و در شرایط بدون تنش ۱/۴۱ گرم بود. ژنوتیپ‌های پیش‌تاز در شرایط تنش با میانگین ۲/۵۵ گرم و چمران در شرایط بدون تنش با میانگین ۳/۰۲۶ گرم بیشترین وزن سنبله و ژنوتیپ‌های چمران ۲ با میانگین ۱/۲۸ گرم در شرایط تنش و گهر با میانگین ۱/۶۱ گرم کمترین مقدار را داشتند (جدول ۴ و ۵). این نتایج بیانگر پتانسیل‌های متفاوت ژنوتیپ‌های گندم از نظر وزن دانه بوده و نشان می‌دهد که امکان انتخاب

کاهش در میزان گلدهی شده که به علت کمبود آب و نیز انتقال مواد فتوسنتزی بوده است. گارسیا و همکاران نیز نقش رژیم رطوبتی را در طی فصل رشد بر تعداد سنبله که دارای ارتباط مستقیم با عملکرد دانه است، مهم بیان داشته‌اند (Garcya et al., 2003). تعداد سنبله در واحد سطح از ویژگی‌های ذاتی هر رقم است و بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت وجود دارد. در مطالعه‌ای دیگر گزارش گردید که اختلاف معنی‌داری بین تعداد سنبله در ارقام مختلف وجود دارد (Momtazi, 2011). مشاهده بیشترین اثرات منفی تنش کم‌آبی بر تعداد سنبله بیانگر این مهم است که یکی از راه‌کارهای مقابله گیاهان دارای خصوصیت پنجه‌دهی به این تنش، کاهش تعداد پنجه (سنبله) است. مطالعات قبلی نیز نشان داده‌اند که کاهش تعداد سنبله یا پنجه بارور (افزایش تعداد پنجه‌های غیر بارور) یکی از اثرات اصلی و مهم تنش کم‌آبی در گندم است (Gooding et al., 2003).

نتایج تجزیه واریانس در هر دو شرایط نشان داد که ارتفاع بوته در ژنوتیپ دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۲ و ۳). بررسی مقایسه میانگین ارتفاع در شرایط تنش نشان داد که ژنوتیپ‌های گهر و سیستان به ترتیب با مقادیر ۱۴۱/۷۵ و ۱۴۰/۵۴ سانتی‌متر دارای بیشترین ارتفاع بوده و ژنوتیپ‌های قدس و کاروان ۱ با میانگین ۷۱/۸ و ۸۵/۷۴ سانتی‌متر دارای کمترین ارتفاع بودند (جدول ۵). میانگین ارتفاع ژنوتیپ‌های در شرایط بدون تنش نیز نشان داد که ژنوتیپ‌های سیستان و گهر به ترتیب با میانگین ۱۳۷/۸۷ و ۱۳۳/۴۷ سانتی‌متر دارای بیشترین ارتفاع و ژنوتیپ‌های بم و آزادی با مقادیر ۸۳/۵۳ و ۸۵/۲ سانتی‌متر دارای کمترین میانگین ارتفاع بودند. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های متحمل به تنش رطوبتی از کاهش ارتفاع بوته کمتری نسبت به ژنوتیپ‌های حساس برخوردار بودند. یکی از راه‌های مقابله گیاهان با تنش کم‌آبی کاهش در رشد رویشی است. این امر با کاهش طول دوره رویش و کاهش میزان بافت‌های تعرق‌کننده نیز در ارتباط مستقیم قرار دارد که می‌تواند به طرق مختلف اتفاق بیافتد، مثل کاهش تعداد اجزا یا کاهش میزان رشد آن‌ها و یا هر دو باهم. همچنین نتایج شهبازی و نوری‌زاده و همکاران نشان داد که تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های برای انتخاب از نظر این صفت به‌اندازه کافی وجود داشت که با نتایج مبنی بر روند تغییرات ارتفاع بوته تحت تأثیر تنش مطابقت داشت (Nourizadeh et al., 2017; Shahbazi, 2012). هیووان

تنش را می‌توان به بیشتر بودن تعداد دانه در سنبله در این شرایط و تأثیر آن بر نحوه توزیع مواد فتوسنتزی ناشی از رابطه جبرانی منبع و مخزن منسوب نمود.

در اکثر مناطقی که گندم به‌صورت دیم کشت می‌شود پر شدن دانه‌ها زمانی شروع می‌شود که دمای هوا افزایش یافته و متعاقب آن ذخایر آب کاهش می‌یابد بنابراین تنش خشکی باعث چروکیده شدن دانه، کاهش وزن هزار دانه و به طبع عملکرد دانه می‌شود (Moayedi et al., 2009). محققان بسیاری گزارش کرده‌اند که از بین اجزای عملکرد، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله توسط عوامل ژنتیکی کنترل شده و کمتر تحت تأثیر عوامل زراعی و محیطی قرار می‌گیرند (Singh and Faroda, 2004). نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزن هزار دانه در هر دو شرایط مورد مطالعه اختلاف بسیار معنی‌داری را نشان داد (جداول ۲ و ۳). در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ژنوتیپ تجن در هر دو شرایط تنش و بدون تنش به ترتیب با میانگین ۴۴/۵۷ و ۴۶/۲۰ گرم بیشترین و ژنوتیپ چمران ۲ در هر دو شرایط تنش و بدون تنش به ترتیب با میانگین ۲۴/۳۱ و ۲۸/۹۶ گرم کمترین مقدار وزن هزار دانه را داشت (جداول ۴ و ۵).

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که در شرایط تنش و بدون تنش ژنوتیپ‌ها از لحاظ طول سنبله در سطح پنج درصد اختلاف داشتند (جداول ۲ و ۳). بیشترین طول سنبله اصلی در شرایط تنش را ژنوتیپ زرین با میانگین ۱۳/۸ سانتی‌متر و کمترین طول را ژنوتیپ قدس با میانگین ۸/۹ سانتی‌متر داشتند (جدول ۵). از سوی دیگر در شرایط بدون تنش بیشترین طول سنبله اصلی را ژنوتیپ افلاک با میانگین ۱۳ سانتی‌متر و کمترین طول را ژنوتیپ Weebille 264 با میانگین ۸/۷ سانتی‌متر داشتند (جدول ۴). افزایش طول سنبله باعث افزایش تعداد دانه در سنبله و در نتیجه افزایش عملکرد می‌گردد. همچنین سنبله با داشتن کلروفیل در فرآیند فتوسنتز گیاه مشارکت داشته، لذا افزایش آن باعث افزایش سطح فتوسنتز گیاه و در نتیجه افزایش تجمع ماده خشک در گیاه می‌گردد (Shafazadeh et al., 2004).

نتایج تجزیه واریانس برای طول کلئوپتیل اختلاف معنی‌دار ژنوتیپ‌ها را سطح یک درصد نشان داد (جدول ۶). طول کلئوپتیل ژنوتیپ‌ها از ۲/۴۱ تا ۴/۹۱ سانتی‌متر متغیر بود (جدول ۷).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده ژنوتیپ‌های گهر و سیستان با میانگین ۴/۹۲ و ۴/۲۴ سانتی‌متر بیشترین طول کلئوپتیل

ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط تنش خشکی و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی گندم وجود دارد. نتایج مشابه توسط محقق دیگری گزارش شد (Tewolde et al., 2006).

در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ژنوتیپ چمران در هر دو شرایط تنش و بدون تنش به ترتیب با میانگین ۸/۶۶ و ۹/۲۱ سانتی‌متر بیشترین طول ریشک را به خود اختصاص دادند و ژنوتیپ قدس به علت عدم وجود ریشک کمترین مقدار را به خود اختصاص داد (جداول ۴ و ۵). ریشک به‌عنوان یک عضو از گیاه نقش مهمی در فرآیندهای فیزیولوژیکی و زراعی گیاه ایفا می‌کند، به‌طوری‌که وجود آن باعث افزایش تحمل گیاه در برابر تنش خشکی می‌گردد. وجود ریشک‌های طویل یکی از نشانه‌های سازگاری به خشکی در این گیاهان است و یکی از مواردی است که می‌تواند کارایی مصرف آب را پس از گرده‌افشانی افزایش دهد. گندم‌های ریشک‌دار در مقایسه با انواع بدون ریشک در شرایط تنش خشکی محصول بیشتری تولید می‌کنند و ریشک از جمله صفات سازگار به خشکی است. نظر به اینکه ریشک دارای کلروپلاست و روزه است لذا باعث بهبود فتوسنتز در گیاه می‌شود و در نتیجه عملکرد در شرایط نامساعد محیطی افزایش می‌یابد. دلیل این امر این است که ریشک‌ها از نظر موقعیت قرار گرفتن ارتباط فیزیکی و آوندی نزدیکی با دانه دارند و در هنگام تشکیل دانه از نظر فعالیت فتوسنتزی در اوج کارایی خود می‌باشند و می‌توانند تأثیر به‌سزایی در تحمل گیاه به خشکی داشته باشند (Nour-mohamadi et al., 2004).

تعداد دانه در سنبله به ترتیب در شرایط تنش خشکی و بدون تنش در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). برخلاف انتظار تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش نه‌تنها کاهش نیافت بلکه نسبت به شرایط بدون تنش درصد دانه بیشتری در هر سنبله تولید کرد. در شرایط تنش ژنوتیپ زرین با میانگین ۷۵/۰۰ و در شرایط بدون تنش ژنوتیپ افلاک با میانگین ۷۴/۸ بیشترین تعداد دانه در سنبله اصلی را داشتند و ژنوتیپ‌های Weebille 264 و سیستان به ترتیب با میانگین ۳۳/۸۶ و ۴۳/۶۷ کمترین مقدار را در شرایط تنش و بدون تنش داشتند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، وزن هزار دانه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل می‌تواند یکی از مهم‌ترین معیارهای انتخاب در تحمل به خشکی انتهای فصل مدنظر قرار گیرد زیرا تعداد دانه در سنبله قبل از ظهور سنبله تکوین یافته و خشکی انتهای فصل تأثیری بر آن ندارد. از سوی دیگر کاهش نسبی وزن هزار دانه در شرایط بدون

مراحل حساس به تنش کم‌آبی است. مطالعات نشان می‌دهد که داشتن کلئوپتیل طویل وضعیت استقرار گیاهچه را تحت تنش خشکی بهبود می‌بخشد که از عوامل اصلی در تولید نهایی گیاه محسوب می‌شود (Balouchi, 2010).

در این تحقیق جهت برآورد میزان کاهش یا افزایش صفات ثبت‌شده ۵۰ ژنوتیپ مورد بررسی، درصد تغییرات صفات مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۸)، که در بین نه صفت مورد مطالعه تعداد شش صفت دچار کاهش ناشی از اعمال تنش خشکی گردیدند و از این میان کاهش تعداد سنبله با ۳۸/۴، عملکرد دانه در سطح با ۱۳ درصد و وزن سنبله با ۱۴ درصد کاهش از همه قابل توجه‌تر بود. همچنین تغییرات منفی مشاهده‌شده و در شرایط تنش چندان قابل توجه نبودند که مورد بحث قرار گیرند (جدول ۸).

و ژنوتیپ Irena// babax- pastor و ژنوتیپ پیش‌تاز به ترتیب با میانگین ۲/۴۱ و ۲/۴۳ کمترین مقدار طول کلئوپتیل را داشتند (جدول ۷). در مطالعات صورت گرفته دامنه تغییرات طول کلئوپتیل در گندم بین ۱/۳۸ و ۴/۴۰ سانتی‌متر متغیر بود (Abdi et al., 2015). به‌طور کلی نتایج طول کلئوپتیل نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی در ۸ گروه قرار گرفته‌اند که گروه A تنها شامل دو ژنوتیپ گهر و سیستان بود و اکثر ژنوتیپ‌ها در گروه H (دارای طول کلئوپتیل پایین) قرار داشتند (جدول ۷). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد طول کلئوپتیل از طریق افزایش طول ساقه و طول ریشه بر عملکرد مؤثر است. بذر واریته‌هایی که دارای غلاف برگ طولانی‌تری هستند، می‌توانند در عمق بیشتری کشت شوند و از ذخیره آب در عمق بیشتر و بهتر استفاده کنند (Abdi et al., 2015). همچنین گزارش شده است که مرحله گیاهچه‌ای از

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس طول کلئوپتیل ژنوتیپ‌های گندم

Table 6. ANOVA for the coleoptile length of the wheat genotypes

Source of variation	منابع تغییر	درجه آزادی df	مجموع مربعات Sum of Squares	میانگین مربعات Mean square
Genotype	ژنوتیپ	49	30.60	0.66**
Error	خطا	100	14.23	0.14
CV%	ضریب تغییرات			12.4

** Significant at the 1% probability level

*** معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول ۷. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف گندم از نظر طول کلئوپتیل در شرایط آزمایشگاه (آزمون LSD، $\alpha=5\%$)

Table 7. Mean comparison of different the wheat genotypes in terms of coleoptile length under laboratory conditions

ژنوتیپ Genotype	طول کلئوپتیل coleoptile length	ژنوتیپ Genotype	طول کلئوپتیل coleoptile length	ژنوتیپ Genotype	طول کلئوپتیل coleoptile length
Mahdavi	3.30 ^{c-i}	Kavir	2.58 ^{l-p}	Hirmand	3.09 ^{e-n}
Sepahan	3.46 ^{c-g}	Ghods	2.70 ^{i-p}	Mehrgan	3.20 ^{d-k}
Shiraz	2.94 ^{e-p}	Bam	2.50 ^{c-e}	B.croshan	2.62 ^{j-p}
Azadi	2.99 ^{e-p}	Arta	2.89 ^{f-p}	Bazh	2.80 ^{i-p}
Baharan	3.18 ^{d-l}	Virinak	3.04 ^{e-o}	Shole	3.26 ^{c-j}
Sinrva	3.06 ^{e-o}	Aflak	2.60 ^{k-p}	Zagros	3.08 ^{e-o}
Bahar	3.50 ^{c-f}	Ofogh	3.81 ^{bc}	Gohar	4.91 ^a
Pishtaz	2.40 ^p	Arg	2.74 ^{i-p}	Chamnra	2.74 ^{i-p}
Tagan	3.15 ^{d-m}	Sistan	4.24 ^b	Chamran2	2.98 ^{e-p}
Pishgam	3.11 ^{d-n}	Niknejad	2.72 ^{i-p}	Carvan1	2.58 ^{i-p}
Shiroodi	2.97 ^{e-p}	Zarin	2.71 ^{i-p}	Chenab267	2.52 ^{no-p}
Oroum	3.26 ^{c-i}	Andlva	2.76 ^{i-p}	Ws- 82- 9	2.56 ^{m-p}
Darya	3.08 ^{e-o}	Pastor	2.94 ^{e-p}	Weebille 264	2.62 ^{j-p}
Dez	3.72 ^{bcd}	Falat	2.86 ^{g-p}	S- 90- 5	2.53 ^{n-p}
Roshan	3.41 ^{c-h}	Darab 2	2.48 ^{op}	Irena//babax- pastor	2.41 ^p
Morvarid	2.96 ^{e-p}	Srta	2.82 ^{h-p}	Dharwar Dry/ Nesser 265	2.88 ^{g-p}
Maghan3	2.78 ^{i-p}	Akbari	3.53 ^{c-e}		

جدول ۸. میانگین و درصد تغییرات ناشی از تنش کم‌آبی بر خصوصیات ژنوتیپ‌های گندم

Table 8. Mean and percentage of changes under water stress on the wheat genotype characteristics

Trait	صفت	میانگین صفت در شرایط بدون تنش Mean of trait under non stress	میانگین صفت در شرایط تنش Mean of trait under stress	درصد تغییرات Percentage of changes
Plant height (cm)	ارتفاع بوته	98.88	101.39	-2.52
days to heading	تعداد روز تا ظهور	144.12	144.19	-0.04
Grain yield (g/m ²)	عملکرد دانه	159.24	138.48	13.03
Spike weight (g)	وزن سنبله	2.24	1.92	14.24
Awn length (cm)	طول ریشک	6.36	6.05	4.88
grain per spike	تعداد دانه‌های سنبله	60.98	54.70	10.29
1000 grain weight (g)	وزن هزار دانه	38.25	36.01	5.87
Spike length (cm)	طول سنبله	10.79	10.85	-0.59
Number of spike	تعداد سنبله	166.57	102.60	38.40

(STI) به لحاظ گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط معمول و تنش از کارایی بالایی برخوردار است. محققین در بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی به این نتیجه رسیدند که کارآمدی شاخص‌های انتخاب، به شدت تنش محیط و هدف بستگی دارد. شاخص حساسیت به تنش (SSI) برای اصلاح تحت تنش‌هایی با شدت کم مناسب است، در صورتی که شاخص‌های STI، MP و GMP برای تنش‌هایی با شدت بالا پیشنهاد می‌شوند (Sio-Se Mardeh et al., 2006).

فرشادفر و همکاران (Farshadfar et al., 2001) روی نخود و خلیل‌زاده و کربلایی خیابوی (Khalilzade and Karbalai-Khiavi, 2002) روی گندم دوروم بر این اعتقادند که مناسب‌ترین شاخص برای گزینش ارقام متحمل به تنش، شاخصی است که دارای همبستگی به نسبت بالایی با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش باشد، زیرا همبستگی مثبت و معنی‌دار بین شاخص‌ها و عملکرد در هر دو شرایط تنش و غیر تنش، مناسب بودن این شاخص‌ها را برای ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد. همبستگی بین شاخص مقاومت به تنش کم‌آبی و صفات مورد مطالعه و طول کلئوپتیل تحت شرایط تنش و بدون تنش می‌تواند به‌عنوان معیاری مناسب برای انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها و صفات به کار رود. به‌طور کلی صفاتی که در هر دو شرایط تنش و غیر تنش دارای همبستگی بالایی طول کلئوپتیل باشند می‌توانند در مطالعات اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند. بدین منظور همبستگی صفات و شاخص مقاومت به تنش کم‌آبی با طول کلئوپتیل محاسبه گردید (جدول ۱۰).

جهت شناسایی متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی از شاخص تحمل به خشکی STI استفاده گردید (جدول ۹). با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده مشخص گردید که ژنوتیپ شیروودی با مقدار ۱/۹۹ دارای بیشترین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش به میزان ۲۴۰/۳۴ و ۲۱۰/۳۸ گرم در مترمربع بود. بر اساس شاخص تحمل به تنش شش ژنوتیپ شیروودی، اروم، پاستور، S-90-5، افق و سیستان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نسبت به تنش کم‌آبی بودند. از سوی دیگر ژنوتیپ استار با کمترین مقدار STI به میزان ۰/۳۹ دارای عملکرد پایین در شرایط تنش و بدون تنش به میزان ۱۰۶/۱۸ و ۹۴/۲۵ گرم در مترمربع بود. شاخص تحمل به خشکی STI ژنوتیپ‌هایی را گزینش می‌کند که در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش، عملکرد بالایی دارند (Fernandez, 1992)؛ بنابراین طبق نظر فرناندز بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌ها، شاخص STI است. چون این شاخص قادر است ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا دو شرایط شاهد و تنش را از گروه ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا فقط در شرایط شاهد و یا گروه دارای عملکرد بالا فقط در شرایط تنش جدا نماید. در مطالعه‌ای که توسط موری و همکاران صورت گرفت محاسبه شاخص تحمل به تنش برای ژنوتیپ‌های به ترتیب بیانگر تحمل بیشتر ژنوتیپ‌های شیروودی، کویر، بهار و زرین در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های بود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد (Moore et al., 2012). همچنین ژنوتیپ‌های اروم و پاستور نیز با مقادیر STI 44/1 و ۱/۴۳، پس از ژنوتیپ شیروودی از بیشترین عملکرد برخوردار بودند. شاخص تحمل به تنش

جدول ۹. میزان شاخص تحمل به تنش کم‌آبی در ژنوتیپ‌های گندم

Table 9. The index of drought stress tolerance in the wheat genotypes

ژنوتیپ	STI	ژنوتیپ	STI	ژنوتیپ	STI
Mahdavi	0.56	Kavir	0.97	Hirmand	1.12
Sepahan	0.62	Ghods	1.07	Mehrgan	1.01
Shiraz	0.86	Bam	0.78	B.croshan	0.79
Azadi	0.69	Arta	0.53	Bazh	0.96
Baharan	1.06	Virinak	0.64	Shole	0.68
Sinrva	0.75	Aflak	0.69	Zagros	0.73
Bahar	630.	Ofogh	1.27	Gohar	0.41
Pishtaz	0.72	Arg	0.44	Chamnra	0.67
Tagan	0.87	Sistan	1.19	Chamran2	0.51
Pishgam	0.73	Niknejad	0.71	Carvan1	0.84
Shiroodi	1.99	Zarin	1.30	Chenab267	0.78
Oroum	1.44	Andlva	1.16	Ws- 82- 9	1.06
Darya	0.65	Pastor	1.43	Weebille 264	1.05
Dez	1.07	Falat	0.93	S- 90- 5	1.33
Roshan	1.00	Darab 2	0.67	Irena// babax-pastor	0.81
Morvarid	0.57	Srta	0.39	Dharwar Dry/ Nesser 265	0.83
Maghan3	1.20	Akbari	1.08		

همبستگی طول کلئوپتیل با صفات در دو شرایط تنش و عدم تنش کم‌آبی را می‌توان به نقش مؤثر طول کلئوپتیل در موازنه رابطه گیاه و شرایط رطوبتی استنباط نمود. این تغییر در ضریب همبستگی برای وزن سنبله و تعداد دانه در سنبله مشهودتر بود (جدول ۱۰).

نتیجه‌گیری نهایی

در شرایط آب و هوایی لرستان، بخش عمده‌ای از نزولات آسمانی در طی فصول پاییز و زمستان نازل می‌شود و معمولاً در کشت پاییزه گندم بخش عمده‌ای از دوره زندگی گیاه در این فصول طی می‌شود، به همین دلیل گیاه می‌تواند نیاز آبی خود را تأمین نماید. از طرفی هنگام پر شدن دانه، به دلیل عدم بارندگی مؤثر، تنش شدید رطوبتی و گرمای انتهای فصل، نیاز به آبیاری جهت جلوگیری از کاهش عملکرد، در این مرحله را ضروری می‌سازد. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ‌های انتخاب‌شده از نظر زمان کاشت تا ظهور سنبله، ارتفاع بوته، طول سنبله اصلی، وزن سنبله اصلی، وزن هزار دانه، طول ریشک، تعداد دانه‌های سنبله اصلی و عملکرد دانه دارای تفاوت معنی‌داری بودند، لذا از این تنوع می‌توان برای انتخاب ژنوتیپ‌های اصلاح‌شده مناسب برای هر دو محیط تنش و بدون تنش رطوبتی استفاده نمود. برای افزایش مقاومت به خشکی انتخاب می‌توان ژنوتیپ‌هایی با طول

نتایج همبستگی میان کلئوپتیل در هر دو شرایط محیطی و شاخص مقاومت به تنش کم‌آبی و صفات مورد مطالعه در جدول شماره ۱۰ ارائه شده است. همان‌طور که در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود بیشترین همبستگی مثبت در هر دو شرایط محیطی میان صفات ارتفاع بوته و تعداد سنبله با طول کلئوپتیل مشاهده شد. در شرایط تنش کم‌آبی همبستگی میان ارتفاع بوته و طول کلئوپتیل 0.56^{**} و در شرایط بدون تنش 0.43^{**} بود. از آنجایی که این صفات در شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل با طول کلئوپتیل بالا کارایی خوبی دارند، لذا برتری این دو صفت نسبت به سایر صفات روشن می‌شود. بیشترین همبستگی منفی نیز میان تعداد دانه در سنبله با طول کلئوپتیل مشاهده شد (جدول ۱۰). همبستگی طول کلئوپتیل تحت شرایط تنش و بدون تنش با شاخص STI منفی و به ترتیب -0.29 و -0.2 بود. بین عملکرد دانه و طول کلئوپتیل همبستگی منفی و غیر معنی‌داری وجود داشت. محققان با تجزیه همبستگی و تجزیه علیت در گندم نان در شرایط تنش کم‌آبی و آبیاری اعلام نمودند که عملکرد دانه با صفات سطح برگ پرچم، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، زیست‌توده گیاه و شاخص برداشت در شرایط تنش کم‌آبی رابطه مستقیم مثبت ولی با صفت روز تا سنبله‌دهی همبستگی منفی داشت (Subhani and Chawdhary, 2000). تغییر اندازه و جهت رابطه

بیشترین عملکرد را تولید کرد و از نظر بلندی طول کلئوپتیل نیز نسبتاً مناسب بود به همین دلیل کشت آن در هر دو شرایط تنش و بدون تنش توصیه می‌شود.

کلئوپتیل بالا انتخاب کرد؛ زیرا ژنوتیپ‌های با طول کلئوپتیل بالا را می‌توان در خاک عمیق‌تر کشت کرد که در این صورت با داشتن حجم ریشه بیشتر، از رطوبت ذخیره‌شده در عمق خاک بهتر استفاده می‌شود. در این پژوهش ژنوتیپ شیرودی

جدول ۱۰. همبستگی بین طول کلئوپتیل با ۱۱ متغیر مورد مطالعه شامل عملکرد و اجزای آن و شاخص مقاومت تحت دو شرایط تنش و عدم تنش کم‌آبی.

Table 10. Simple coefficient correlations between the coleoptile length with the 11 studied variables, including its yield and its components, and the resistance index under the two conditions of water stress and non-stress.

	وزن هزار دانه 1000-grain weight	ارتفاع بوته plant height	روز تا ظهور سنبله days to heading	طول سنبله spike length	طول ریشک awn length	وزن سنبله spike weight	دانه در سنبله grain per spike	عملکرد دانه grain yield	تعداد سنبله number of spike	طول کلئوپتیل coleoptile length	STI
تنش کم‌آبی Water stress	-0.19	0.56**	-0.058	-0.17	0/05	-0.22	-0.23	-0.13	0.16	1	-0.03
بدون تنش Non-stress	-0.10	0.43**	-0.03	-0.18	-0.03	-0.42	-0.38**	0.04	0.16	1	-0.02

منابع

- Abdi, H., Bihamta, M.R., Aziz Ov, E., Chogan, R., 2015. Investigation effect of drought Stress level of PEG 6000 on seed germination principle and its relation with drought tolerance index in promising lines and cultivares of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 12(4), 582-596. [In Persian with English summary].
- Abdolrahmani, B., Ghassemi-Golezani, K., Valizadeh, M., Feizi Asl, V., 2007. Seed priming and seedling establishment of barley (*Hordium vulgare* L.). Journal of Food, Agriculture and Environment. 5, 179-184.
- Amini, A., Esmailzade-Moghadam, M., Vahabzadeh, M., 2005. Genetic diversity based on agronomic performance among Iranian wheat landraces under moisture stress. The 7th International Wheat Conference, Nov. 27, Dec 2, 2005. Mardel Plata, Argentina.
- Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P., Royo, C., 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? Annals of Botany. 89, 925-940.
- Arora, A., Sairam, R.K., Srivastava, G.C., 2002. Oxidative stress and antioxidative system in plants. Current Science. 82(10), 1227-1238.
- Balouchi, H.R., 2010. Screening wheat parents of mapping population for heat and drought tolerance, Selection of wheat genetic variation. International Journal of Biological and Life Sciences. 6, 56-66.
- Emam, Y., 2007. Cereal Crops Agronomy. Shiraz University Press. 190p [In Persian].
- Farshadfar, E., Zamani, M.R., Matlabi, M., Emam-Jome, E.E., 2001. Selection for drought resistance chickpea lines. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 32, 65-77. [In Persian with English summary].
- Fernandez, G.C., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan, 13-18 August 1992, 257-270.
- Garcya, D., Moral, L.F., Rharrabti, Y., Villegas, D., Royo, C., 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean Condition: An ontogenic approach. Agronomy Journal. 95, 266-274.
- Gooding, M.J., Ellis, R.H., Shewry, P.R., Schofield, J.D., 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on

- the grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Science*. 37, 295–309.
- Huyuan, F., Xue, L.S., Wang, L.X., 2007. The interactive effects of enhanced UV-B radiation and soil drought on spring wheat. *South African Journal of Botany*. 73, 429-434.
- Kargar, S.M.A., Ghannadha, M.R., Bozorgi-Pour, R., Khaje Ahmad Attari, A.A., Babaei, H.R., 2004. An investigation of drought tolerance indices in some soybean genotypes under restricted irrigation conditions. *Iranian Journal of Agriculture Science*. 35(1), 129-142. [In Persian with English summary].
- Khalilzade, G. H., Karbalai-Khiavi. H., 2002. Investigation of drought and heat stress on advanced lines of durum wheat. In: *Proceedings of the 7th Iranian Congress of Crop Sciences*. pp., 563-564. [In Persian].
- Miao, Y., Zentgraf, U., 2007. The Antagonist function of arabidopsis WRKY53 and ESR/ESP in leaf senescence is modulated by the jasmonic and salicylic acid equilibrium. *The Plant Cell Online*. 19, 819-830.
- Moaveni, P., Habibi, D., AbbasZadeh, B., 2009. Effect of drought stress on yield and yield components of four wheat cultivars in Shahr-e-Gods. *Agronomy and Plant Breeding Journal*. 5(1), 69-85. [In Persian with English summary].
- Moayedi, A.A., Nasrulhaq-Boyce, A., Barakbah, S.S., 2009. Influence of water deficit during different growth and developmental stages on the contribution of stored pre-anthesis assimilates to grain in selected durum and bread wheat genotypes. *Australian Journal of Basic and Applied Science* 3 (4), 4408-4415.
- Momtazi, F., 2011. Responses of different wheat cultivars to post anthesis drought stress. *Journal of Plant Ecophysiology*. 3(9), 1-17. [In Persian with English summary].
- Moori, S., Emam, Y., Karimzadeh Sourashjani, H.A., 2012. Evaluation of Late Season Drought Resistance in Wheat Cultivars Using Grain Yield, Its Component and Drought Resistance Indices. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 5(1), 19-32. [In Persian with English summary].
- Nazeri, M., 2016. Water Use Efficiency and Water Deficit Tolerance Indices in Terminal Growth Stages in Promising Bread Wheat genotypes. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 13(4), 715-727. [In Persian with English summary].
- Nourizadeh, H., Ehtemam, M.H., Arzani, A., Esmailzadeh-Moghadam, M., 2017. Effect of moisture stress on agronomic and morphological characteristics of recombinant inbred lines in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 14(4), 599-617. [In Persian with English summary].
- Nour-mohamadi, G., Siadat, A., Kashani, A., 2004. *Agronomy (Cereal Crops)*. Shahid Chamran University Press. 446p. [In Persian].
- Öztürk, A., Bayram, S., Haliloglu, K., Aydin, M., Çaglar, O., Bulut, S., 2014. Characterization for drought resistance at early stages of wheat genotypes based on survival, coleoptile length, and seedling vigor. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 38, 824 -837.
- Paknejad, F., Majidi, E., Noormohammadi, G., Seadat, A., Vazan, S., 2007. Evaluation of drought stress on effective traits at accumulative assimilate of grain in different cultivars of wheat. *Journal of Agricultural Sciences* 13(1), 137-148. [In Persian with English summary].
- Rajaram, S., Van Ginkel, M., Fischer, R.A., 1994. CIMMYT's wheat breeding mega-environments (ME). *Proceeding of the 8th International Wheat Genetics Symposium*. China Agricultural Sciencetech, Beijing, China. pp. 1101-1106.
- Rebetzke, G.J., Richards, R.A., Fischer, V.M., Mickelson, B., 1999. Breeding long coleoptile, reduced height wheats. *Euphytica*. 106, 159-168.
- Reynolds, M.P., Delgado, B.M.I., Gutiérrez-Rodroaguez, M., Larqué-Saavedra, A., 2000. Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment: I: genetic diversity and crop productivity. *Field Crops Research*. 66, 37–50.
- Reynolds, M.P., Rebetzke, G., Pellegrineschi, A., Trethowan, R., 2006. Drought adaptation in wheat. In: Ribaut, J.M. (ed.), *Drought Adaptation in Cereals*. New York, NY, USA: Food Products Press, pp. 401–446.
- Richards, R.A., 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regulation*. 20, 157-166.
- Richards, R.A., 1992. The effect of dwarfing genes in spring wheat in dry environments. II. Growth, water use and water use efficiency.

- Australian Journal of Agricultural Research. 43, 529-539.
- Saeidi, M., Ahmadi, A., Postini, K., Jahansooz, M.R., 2007. Evaluation of germination traits of different genotypes of wheat in osmotic stress situation and their correlations with speed of emergence and drought tolerance in Farm situation. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 11, 281-293. [In Persian with English summary].
- Shafazadeh, M.K., Yazdan Sepas, A., Amini, A., Ghanadha, M.R., 2004. Study of terminal drought tolerance in promising winter and facultative wheat genotypes using stress susceptibility and tolerance indices. *Seed and Plant Improvement Journal*. 20(1), 57-71. [In Persian with English summary].
- Shahbazi, H., 2012. Evaluation of the tolerance in wheat recombinant inbred lines under field conditions, MSc thesis in Plant Breeding, Faculty of Agriculture. Isfahan University of Technology. [In Persian].
- Simane, B., Struik, P.C., Nachit, M., Peacock, J.M., 1993. Ontogenetic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water limited environments. *Euphytica*. 71, 211-219.
- Singh, B., Faroda, A.S., 2004. Physiological parameters of Brassica species as affected by irrigation and nitrogen management on arid soils. *Indian Journal of Agriculture Science* 39, 426-443.
- Subhani, G.M., Chowdhary, M.A., 2000. Correlation and path coefficient analysis in bread wheat under drought stress and normal conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 3, 72-77.
- Tavakoli, A. R., 2003. Effects of supplemental irrigation and nitrogen rates on yield and yield components of rainfed wheat. *Journal of Crop and Seed*. 19(3), 367-381. [In Persian with English summary].
- Tewolde, H., Fernandez, C.J., Erickson, C.A., 2006. Wheat cultivars adapted to post-heading high temperature stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 192, 111-120.
- Villegas, D., Casadesus, J., Atienza, S. G., Martos, V., Maalouf, F., Karam, F., Aranjuelo, I., Nogues, S., 2010. Triticum, wheat and triticale yield components under multi-local mediterranean drought conditions. *Field Crops Research*. 116, 68-74.
- Zarei, S., Amini, A., Mahfoozi, S., Bihamta, M. R., 2011. Study of genetic diversity for morpho-physiological and agronomic traits of Iranian local wheat genotypes under drought stress conditions. *International Journal of Clinical Pharmacy*. 4(4), 123-138.