تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد سیزدهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۹
۴۱-۵۶
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019.1893.1457

مقاله پژوهشی

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

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 هیئت‌علمی گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳. عضو هیئت‌علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

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

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی شاخص تحمل به کم‌آبی، 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 موردمطالعه قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط محیطی ازلحاظ کلیه صفات به‌جز 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 موردمطالعه بود. میانگین تمام صفات به‌جز 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 موردمطالعه، 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 قابل‌توجه‌تر بود. سه ژنوتیپ شیرودی، اروم و پاستور متحمل‌ترین و ژنوتیپ استار دارای کمترین مقدار STI نسبت به تنش کم‌آبی 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 کمیتی در شرایط تنش نسبت به شرایط عدم تنش کم‌آبی ازنظر 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 کم‌آبی مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاهان زراعی است. با ارزیابی ژنوتیپ‌های گیاهی که تحت شرایط کم‌آبی 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.) به‌عنوان 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). بااین‌وجود، دیم‌زارهای گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک در شرایط دیم عموماً با بروز تنش کم‌آبی در مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن و مراحل انتهایی فصل رشد مواجه هستند. در چنین مناطقی انتخاب ارقامی که

* نگارنده پاسخگو: محمد هادی پهلوانی بیدگلی. پست الکترونیک: hpahlavani@yahoo.com

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

تنش‌های غیرزنده نظیر گرما، 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 ازجمله 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 (Saeidi 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 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 به‌صورت 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 مورداستفاده 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 (Özturk et al., 2014). کولئوپتیل‌های کوتاه در بستر بذر که رطوبت و عمق کاشت مناسبی ندارد، با افزایش طول جوانه‌زنی، کاهش ظهور جوانه‌زنی و درنتیجه 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

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 ازلحاظ 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 موردبررسی قرار گرفتند. بذور این ژنوتیپ‌ها از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد (جدول ۱).

جدول ۱. فهرست ژنوتیپ‌های مورداستفاده

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	کویر (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	نیک نژاد (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)		

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 برای همه ژنوتیپ‌ها ۴۵۰ بذر 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 D-۲،۴ 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 موردمطالعه شامل مدت‌زمان کاشت تا ظهور سنبله (روز)، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول سنبله اصلی (سانتی‌متر)،

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 موردنظر انجام شد. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه نیز چهار نمونه صدتایی از بذرهای 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 ضدعفونی و کشت انتخاب شدند. پس از ضدعفونی 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 ضدعفونی 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 برحسب 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):

$$STI= ((Yp)(Ys))/ [(\bar{Y}p)]^2 \qquad [۱]$$

که Yp = عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط بدون تنش، Ys= عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط تنش و $\bar{Y}p$= 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):

$$\text{درصد تغییر صفت} = \frac{\text{میزان صفت در شرایط تنش}-\text{میزان صفت در شرایط عادی}}{\text{میزان صفت در شرایط عادی}} \times ۱۰۰ \qquad [۲]$$

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 موردمطالعه 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 ازلحاظ تمامی صفات موردبررسی به جزء تعداد سنبله اختلاف معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد وجود داشت (جداول 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 (جداول 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 موردمطالعه است. در مقایسه شرایط 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 نوترکیب 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، ازنظر این ضریب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۲). در شرایط

تنش ضریب تغییرات برای صفت وزن سنبله اصلی بیشترین مقدار (۱۳/۸۲ درصد) را نشان داد و پس‌ازآن 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). به‌طورکلی ضریب تغییرات صفات موردبررسی تحت شرایط تنش کم‌آبی پایین‌تر از ضریب تغییرات صفات در شرایط بدون تنش بود (جداول 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).

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

منابع تغییر Source of variation		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square				
			وزن هزار دانه 1000-grian 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*

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued

منابع تغییر Source of variation		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square			
			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*

**، * 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

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 ازجمله 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 داد که در شرایط تنش ژنوتیپ شیرودی 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 شیرودی 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

کمترین عملکرد بود (جدول ۴). افزایش عملکرد دانه مهم‌ترین هدف به‌نژادگران در برنامه‌های اصلاحی است، اما ازآنجاکه عملکرد صفت پیچیده‌ای است که اجزای کمی متعددی را در برمی‌گیرد و دارای وراثت‌پذیری پایینی است، عموماً به‌طور مستقیم موردمطالعه قرار نگرفته و در عوض صفات مرتبط باآنکه ازنظر ژنتیکی دارای پیچیدگی بسیار کمتری هستند، مورداستفاده 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).

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

تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری ازنظر تعداد سنبله وجود نداشت (جداول ۲ و ۳) علت این مسئله می‌تواند به ماهیت ژنتیکی ژنوتیپ‌ها مربوط باشد. در شرایط بدون تنش رطوبتی، ژنوتیپ‌های شیرودی 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

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

منابع تغییر Source of variation		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square				
			وزن هزار دانه 1000-grian weight	ارتفاع بوته plant height	روز تا ظهور سنبله days to heading	طول سنبله spike length	طول ریشک 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**

منابع تغییر Source of variation		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square			
			وزن سنبله spike weight	تعداد دانه در سنبله grain per spike	عملکرد دانه grain yield	تعداد سنبله 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 ازنظر 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 بوته plant height	روز تا ظهور سنبله days to heading	عملکرد دانه grain yield	وزن سنبله spike weight	طول ریشک awn length	دانه در سنبله grain per spike	وزن هزار دانه (g) 1000-grian weight	طول سنبله spike length	تعداد سنبله number of spike
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	b-j 148	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	a-h 176	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	b-j 152	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 jkl	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	abc 208	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	b-j 135	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 e-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 ازنظر 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	ارتفاع بوته plant height	روز تا ظهور سنبله days to heading	عملکرد دانه grain yield	وزن سنبله spike weight	طول ریشک awn length	دانه در سنبله grain per spike	وزن هزار دانه 1000-grian weight	طول سنبله spike length	تعداد سنبله number of spike
1	Mahdavi	100 h-k	145 c-g	101 g	2.17 a-g	7.32	68 ab	31.7 n-q	12.2b-d	93 f-i
2	Sepahan	92 n-q	146b-f	108 g	1.37 o-q	6.58 e-	54 e-o	31.2 o-q	12.7b	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	10.3i-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	10.5h-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	10.4i-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 g-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 g-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	10.0k-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	10.6g-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	8.9r	100 d-i
20	Bam	92n-q	145 b-h	122 d-g	1.63 j-q	6.18 h-	46 l-q	34.1 h-q	10.1k-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	9.8m-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	11.7b-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	11.8b-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	9.40o-q	131 a-i
25	Arg	90 pqr	142 l-n	101 g	1.8013	5.03 t-	42 pqr	40.1 a-g	10.1j-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	10.9f-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	12.3bc	150 a-f
28	Zarin	117 b	147 a	182 abc	2.23 a-f	7.17 b-	75 a	30.5 p-q	13.8a	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	10.4i-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	31.7m-q	11.4c-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	10.8f-m	172 a-c
32	Darab 2	104 d-h	146 b-f	125 d-g	1.77 g-p	5.08 s-	52 g-p	36.2 e-p	10.8f-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	11.8b-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	10.6g-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	12.7ab	117 b-i
36	Mehrgan	106 de	142 mn	151 b-g	1.59 k-q	7.21	65 a-e	27.6 rs	12.0b-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	10.3i-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	11.1d-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	10.4h-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	9.1p-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	9.0p-r	150 a-i
42	Chamnra	105 d-g	146 a-e	122 d-g	1.63 i-q	8.66 a	53 f-p	37.0 e-n	11.5b-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	12.8ab	110 c-i
44	Carvan1	85 r	144 f-j	137 c-g	1.93d-n	4.87 uv	54 e-o	37.5 e-l	10.5h-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	9.97l-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	10.8f-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	8.9qr	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. 7n-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	11.3c-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	11.2c-i	145 a-i
51	LSD	*4.68*	*1.63*	*5.57*	*0.44*	*0.76*	*11.32*	*5.74*	*1.11*	*66. 8*

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 ازنظر 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 (جداول 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 تعرق کننده 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 ازنظر 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 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 موردمطالعه مشاهده شد (جداول 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 هرکدام با میانگین ۱۳۷/۳ و ۱۳۸/۳ روز، کمترین تعداد روز را داشتند (جدول ۵). درصورتی‌که 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، درحالی‌که لاین‌های حساس ازنظر 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 درنهایت عملکرد می‌شود و حساس‌ترین مرحله نمو گندم را به تنش خشکی مرحله گلدهی معرفی کردند.

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین همه ژنوتیپ‌های موردمطالعه ازنظر وزن سنبله در هر دو شرایط تنش و بدون تنش نشان داد (جداول 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 (جداول ۴ و ۵). این نتایج بیانگر پتانسیل‌های متفاوت ژنوتیپ‌های گندم ازنظر وزن دانه بوده و نشان می‌دهد که امکان انتخاب

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 موردمطالعه 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 ازجمله صفات سازگار به خشکی است. نظر به اینکه ریشک دارای کلروپلاست و روزنه است لذا باعث بهبود فتوسنتز در گیاه می‌شود و درنتیجه عملکرد در شرایط نامساعد محیطی افزایش می‌یابد. دلیل این امر این است که ریشک‌ها ازنظر موقعیت قرار گرفتن ارتباط فیزیکی و آوندی نزدیکی با دانه دارند و در هنگام تشکیل دانه ازنظر فعالیت فتوسنتزی در اوج کارایی خود می‌باشند و می‌توانند تأثیر به سزایی 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 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 افزایش‌یافته 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 کنترل‌شده 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 موردمطالعه اختلاف بسیار معنی‌داری را نشان داد (جداول ۲ و ۳). در بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه 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 ازلحاظ 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 درنتیجه افزایش عملکرد می‌گردد. همچنین سنبله با داشتن کلروفیل در فرآیند فتوسنتز گیاه مشارکت داشته، لذا افزایش آن باعث افزایش سطح فتوسنتزی گیاه و درنتیجه 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

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). به‌طورکلی نتایج طول کلئوپتیل نشان داد که ژنوتیپ‌های موردبررسی در ۸ گروه قرارگرفته‌اند 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 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 موردبررسی، درصد تغییرات صفات موردبررسی قرار گرفت (جدول ۸)، که در بین نه صفت موردمطالعه 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 قابل‌توجه‌تر بود. همچنین تغییرات منفی مشاهده‌شده و در شرایط تنش چندان قابل‌توجه نبودند که موردبحث قرار گیرند (جدول ۸).

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 ازنظر طول کلئوپتیل در شرایط آزمایشگاه (آزمون LSD، ٪۵=α)

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 l-p
Shiroodi	2.97 e-p	**Zarin**	2.71 i-p	**Chenab267**	2.52 nop
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 weighrt (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

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 شیرودی با مقدار ۱/۹۹ دارای بیشترین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش به میزان ۲۱۰/۳۸ و ۲۴۰/۳۴ گرم در مترمربع بود. بر اساس شاخص تحمل به تنش شش ژنوتیپ شیرودی، اروم، پاستور، S-90-5، افق و سیستان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌های موردمطالعه 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 شیرودی، کویر، بهار و زرین در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های بود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد (Moori et al., 2012). همچنین ژنوتیپ‌های اروم و پاستور نیز با مقادیر STI 44/1 و ۱/۴۳، پس از ژنوتیپ شیرودی از بیشترین عملکرد برخوردار بودند. شاخص تحمل به تنش (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، به‌شدت تنش محیط و هدف بستگی دارد. شاخص حساسیت به تنش (SSI) برای اصلاح تحت تنش‌هایی با شدت کم مناسب است، درصورتی‌که 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 خیاوی (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 موردمطالعه و طول کلئوپتیل تحت شرایط تنش و بدون تنش می‌تواند به‌عنوان معیاری مناسب برای انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها و صفات به کار رود. به‌طورکلی صفاتی که در هر دو شرایط تنش و غیر تنش دارای همبستگی بالایی طول کلئوپتیل باشند می‌توانند در مطالعات اصلاحی مورداستفاده قرار گیرند. بدین منظور همبستگی صفات و شاخص مقاومت به تنش کم‌آبی با طول کلئوپتیل محاسبه گردید (جدول ۱۰).

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		

نتایج همبستگی میان کلئوپتیل در هر دو شرایط محیطی و شاخص مقاومت به تنش کم‌آبی و صفات موردمطالعه 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 **۰/۵۶ و در شرایط بدون تنش **۰/۴۳ بود. ازآنجایی‌که 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 ۰/۰۲۹- و ۰/۰۲- 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 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. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ‌های انتخاب‌شده ازنظر 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

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

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

Table 10. Simple coeficent 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-grian 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 Ievel 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 onotogenic 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. Asturalian 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 Resistancr 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].

Özturk, A., Bayram, S., Halilоglu, 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 Scientech, 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 diversityand 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 Improvment 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 cmponents 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. Tritordeum, 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.