"مجله علوم زراعي ايران"
جلد دوازدهم، شماره ۲ تابستان ۱۳۸۹

ارزیابی وراثت پذیری صفات مربوط به جوانه زنی بذر برای تحمل به خشکی در ارقام گندم نان
Inheritance of seed germination related traits for drought tolerance in bread wheat cultivars

حسین شهبازی[۱]، محمد رضا بی همتا[۲]، محمد تائب[۳] و فرخ درویش[۴]

چکیده

شهبازی،ح.، م. ر. بی همتا، م. تائب و ف. درویش. ۱۳۸۹. ارزیابی وراثت پذیری صفات مربوط به جوانه زنی بذر برای تحمل به خشکی در ارقام گندم نان. . **مجله علوم زراعی ایران: ۱۲ (۱) ۲۱۲-۱۹۹.**

به منظور تعیین وراثت پذیری صفات مربوط به جوانه زنی گندم نان، یک تلاقی دی الل۸×۸ در سال ۱۳۸٦در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل انجام گرفت. بذرهای F1 و F2 حاصل درآزمون های جوانه زنی تحت تنش اسمزی و تنش خشکی اتمسفری قرار گرفته و شاخص‌های سرعت جوانه زنی، صفات گیاهچه‌ای و جبران جوانه زنی بعد از تنش خشکی اتمسفری مورد ارزیابی قرارگرفتند .برای بررسی روابط بین این صفات و مقاومت به خشکی ،والدین تلاقی بعلاوه ۱۰رقم دیگر در دو شرایط دیم وآبیاری در مزرعه کشت شده و شاخص های تحمل به خشکی محاسبه شدند .نتایج نشان داد که معیارهای مربوط به سرعت جوانه زنی در مجموع از وراثت پذیری خصوصی خوبی برخوردار بوده و همبستگی معنی داری با تحمل خشکی داشتند. از بین صفات گیاهچه‌ای طول کولئوپتیل در شرایط بدون تنش وراثت پذیری خصوصی بالا و روابط قوی با تحمل به خشکی نشان داد .تعداد ریشه نیز بعنوان صفتی با وراثت پذیری متوسط رابطه معنی داری با تحمل به خشکی داشت. نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در شرایط تنش، علیرغم دارا بودن همبستگی بالا با تحمل به خشکی از وراثت پذیری پایینی برخوردار بود. جبران جوانه زنی با تحمل به خشکی همبستگی منفی داشته و وراثت پذیری خصوصی پائینی داشت. نتایج نشان داد که می‌توان از صفات مربوط به جوانه زنی برای گزینش تحمل به خشکی در گندم استفاده کرد .

واژه های کلیدی: جوانه زنی، جبران جوانه زنی، خشکی، دی الل، گندم نان و وراثت پذیری.

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۱۵

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: hshahbazy@gmail.com)
۲ – استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
۳ و ۴- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

مقدمه

در کشت دیم، بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، کمبود رطوبت یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان محسوب می شود. تاثیر خشکی بر رشد و نمو گیاه بستگی به شدت و مدت تنش و مرحله ای از رشد گیاه دارد که با تنش مواجه می شود. جوانه زنی یکی از مراحل حساس به تنش خشکی بوده و در مناطقی که استقرار گیاه در اثر خشکی با مشکل مواجه می‌شود، اصلاح صفات مربوط به جوانه زنی یکی از اهداف مهم بشمار می‌آید و در گزینش مقاومت به خشکی توصیه شده است (Blum *et al.*, 1980; Rauf *et al.*, 2007; Bayoumi *et al.*, 2008). روش‌های ارزیابی مقاومت به خشکی در جمعیت های بزرگ اصلاحی باید سریع، آسان، ارزان و وراثت پذیر بوده و همبستگی معنی داری با مقاومت به خشکی داشته باشند (Blum *et al.*, 1980; Rosyara *et al.*, 2008). روابط معنی‌دار متعددی بین داده‌های آزمایشگاهی و مقاومت به خشکی مشاهده شده است. به عنوان مثال طول کولئوپتیل، بخصوص در کشت عمیق (Rebetzke *et al.*, 2007)، رشد سریع گیاهچه‌ها (Dhanda *et al.*, 2004; Rosyara *et al.*, 2008)، طول ریشه چه و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه (Dhanda *et al.*, 2004)، سرعت جوانه زنی (Mohammadi *et al.*, 2003) و جبران رشد بعد از خشکیدن (Bhutta, 2006)، به عنوان معیارهای غیر مستقیم گزینش مورد توجه قرار گرفته اند. علیرغم مطالعات زیاد در مورد ارتباط صفات جوانه زنی و مقاومت به خشکی، مطالعات اندکی در مورد وراثت پذیری آنها صورت گرفته است. در تجزیه میانگین نسل‌ها، تعداد و طول ریشه چه، هم در شرایط عادی و هم در شرایط تنش، بیشتر توسط اثرات افزایشی و طول کولئوپتیل در شرایط تنش توسط اثرات فوق غالبیت کنترل می شود (Najafabadi *et al.*, 2004). در پژوهش‌های دیگر گزارش شده است که طول کولئوپتیل وراثت پذیری عمومی متوسطی داشته (Hakizimana *et al.*, 2000)و وراثت پذیری عمومی جبران رشد بعد از خشکیدن حدود ۰/۶۸ برآورد شده است (Bhutta, 2006). آزمایش حاضر به منظور تعیین وراثت پذیری صفات مربوط به جوانه زنی و بررسی ارتباط آنها با تحمل به خشکی طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از سال۱۳۸۵ تا۱۳۸۷بصورت ۴ آزمایش مجزا در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل به شرح زیر به اجرا در آمد:

آزمون جوانه زنی بذرهای حاصل از تلاقی دی الل

در این آزمایش یک تلاقی دی الل ۸×۸ یک طرفه (با استفاده از ارقام گندم ۱ تا ۸ جدول یک) در سال ۱۳۸۶ انجام گردید و بذرهای F_2 حاصل همراه با والدین آنها در سال ۱۳۸۷ در آزمون جوانه زنی در ۳ شرایط (۲ سطح تنش اسمزی و بدون تنش) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲ تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. از محلول پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ برای اعمال پتانسیل اسمزی ۰/۶- و ۰/۸- مگاپاسکال (به ترتیب بعنوان تنش متوسط و شدید) به روش میشل و کافمن (Michel and Kauffman, 1973) استفاده گردید. بقیه ارقام جدول یک نیز جهت بررسی روابط صفات مورد ارزیابی قرار گرفتند. ابتدا ۴۰۰ بذر (۵۰ بذر برای هر ظرف) از هر ژنوتیپ ضد عفونی سطحی شده و سپس بذور در داخل ظروف پتری ضد عفونی شده بین دو لایه کاغذ صافی پخش و ۷ میلی لیتر محلول (آب مقطر یا PEG) به هر ظرف اضافه شد. آزمون جوانه زنی در داخل انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انجام شد.

با شمارش بذرهای جوانه‌دار شده بطور روزانه و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

جدول ۱ – ارقام گندم مورد استفاده در آزمایش‌های دی الل و مزرعه‌ای و میزان تحمل به خشکی آن‌ها

Table 1- wheat cultivars used in the diallel and field experiments and their drought tolerance

رقم Cultivar	تحمل خشکی STI	رقم Cultivar	تحمل خشکی STI	رقم Cultivar	تحمل خشکی STI
1- Sabalan	1.20	7- Alvand	0.98	13-Konya2002	0.70
2- Azar2	0.90	8- Siosson	0.93	14- Sultan95	0.67
3- Pishtaz	1.45	9- Alamout	1.44	15- Andalu	0.36
4- MV17	0.48	10- Sardari	0.67	16- Katalan	0.52
5- Gascogne	0.69	11-Bezostaia	0.39	17- Serie82	0.52
6- Gaspard	0.65	12- Garak79	1.02	18- Galibier	0.57

به مدت ۱۰ روز، معیارهای ضریب سرعت جوانه‌زنی (Coefficient of Velocity of Germination: CVG)، شاخص میزان جوانه‌زنی (Germination Rate Index: GRI)، درصد جوانه‌زنی نهایی (Final Germination Percent: FGP) به روش المدرس (Almudaris, 1998) و شاخص تنش جوانه زنی (Germination Stress Index: GSI) به روش بوسلاما و اسکاپگ (Bouslama and Schapaugh, 1984) محاسبه شدند:

$$\left[CVG = 100 \times \frac{\sum Ni}{\sum NiTi} \right] \qquad (۱)$$

Ni و Ti : به ترتیب تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز و تعداد روز از شروع آزمایش

$$GRI = \frac{G_1}{1} + \frac{G_2}{2} + \ldots + \frac{G_i}{i} \qquad (۲)$$

Gi : درصد جوانه زنی در روز i ام

$$FGP = \frac{Ng}{Nt} \times 100 \qquad (۳)$$

Ng و Nt : به ترتیب تعداد کل بذرهای جوانه زده و تعداد کل بذرهای مورد ارزیابی

$$PI=nd2(1.00)+nd4(0.80)+nd6(o.6)+nd8(0.40)+nd10(0.20) \quad GSI(\%) = \left[\frac{PIs}{PIn} \right] \times 100 \qquad (۴)$$

ndi : درصد بذر های جوانه زده در روز ام و اندیس n و s برای PI به ترتیب نشان دهنده PI درشرایط تنش و بدون تنش

برای اندازه گیری صفات گیاهچه ی از هر ظرف ۱۰ گیاهچه انتخاب و طول کولئوپتیل، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، نسبت طول ریشه چه به ساقه چه و تعداد ریشه چه اندازه گیری و میانگین آنها ثبت شد.

آزمون جبران جوانه زنی (Germination Recovery Test)

بعد از جوانه زنی بذرهای F_2 حاصل از تلاقی دی الل و رسیدن طول کولئوپتیل به ۳ سانتیمتر، آب اضافی ظروف پتری حذف و سپس بمدت ۸ روز در دمای ۱۷/۵درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۵ درصد قرار داده شدند. ۳ روز پس از افزودن مجدد آب، درصد گیاهچه های زنده ثبت شد (Blum *etal.*, 1980). آزمایش در ۳ تکرار انجام شد

آزمون جوانه زنی در کاغذ صافی مرطوب (Germination Towel)

در این آزمایش بذرهای F_1 حاصل از تلاقی دی الل همراه با والدین آنها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲ تکرار و در ۲ شرایط بدون تنش و تنش اسمزی (۰/۸- مگاپاسکال) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این آزمایش که به روش هاکیزیمانا و همکاران (Hakizimana et al., 2000) انجام گردید، از هر ژنوتیپ

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

۵ بذر روی یک خط مستقیم روی کاغذ صافی چیده شده و کاغذ صافی دوم روی آنها گذاشته شد. این مجموعه لوله شده و در محلول های مربوطه بشکل عمودی قرار داده شدند. پس از ۱۰ روز علاوه بر صفات مورد اشاره، وزن خشک ریشه چه، ساقه چه و نسبت آنها اندازه گیری شدند.

آزمایش مزرعه‌ای

بذرهای ۱۸ رقم گندم نان با درجات مختلف تحمل به خشکی (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شرایط آبیاری کامل وبدون آبیاری کشت شدند. بذرکاری به روش دستی در کرت‌هایی با ابعاد ۱/۴ × ۴ متر انجام شد. تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع و فاصله خطوط کاشت ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. بعد از رسیدگی و برداشت داده ها، شاخص‌های کمی تحمل خشکی (STI) به روش فرناندز (Fernandez, 1992) و TOL به روش روزیل و هامبلین (Rosiel and Hamblin, 1981) محاسبه شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه دی الل

بعد از تجزیه داده ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، تجزیه دی الل به روش هیمن (Hayman, 1954) که توسط سینگ و سینگ (Singh and Singh, 1984) برای دی الل یکطرفه ارائه شده، انجام گرفت. از تجزیه واریانس Wr-Vr برای بررسی کفایت مدل افزایشی – غالبیت استفاده شد (Hayman, 1954). وراثت پذیری های خصوصی، عمومی و درجه غالبیت متوسط برای نسل F_1 با استفاده از روش متر و جینکز (Mather and Jinks, 1971) محاسبه شدند:

$$Hn=\frac{\frac{1}{2}D+\frac{1}{2}H_1-\frac{1}{2}H_2-\frac{1}{2}F}{\frac{1}{2}D+\frac{1}{2}H_1-\frac{1}{4}H_2-\frac{1}{2}F+E} \quad (۱)$$

$$Hb=\frac{\frac{1}{2}D+\frac{1}{2}H_1-\frac{1}{4}H_2-\frac{1}{2}F}{\frac{1}{2}D+\frac{1}{2}H_1-\frac{1}{4}H_2-\frac{1}{2}F+E} \quad (۲)$$

$$\overline{D}=\sqrt{\left(\frac{H_1}{D}\right)} \quad (۳)$$

وبرای نسل$\mathbf{F_2}$ از روش ورهالن و موری (Verhalen and Murray, 1969) استفاده شد :

$$Hn=\frac{\frac{1}{4}D}{\frac{1}{4}D+\frac{1}{16}H_1-\frac{1}{8}F+E} \quad (۴)$$

$$Hb=\frac{\overline{V}_r-E}{\overline{V}_r} \quad (۵)$$

$$\overline{D}=\sqrt{\frac{1}{4}\left(\frac{H_1}{D}\right)} \quad (۶)$$

تجزیه دی الل و محاسبه واریانس و کواریانس ردیف‌ها (Wrو Vr) با استفاده از نرم افزارDIALLEL (Dick, 1988) و پارامترهای ژنتیکی دی الل، با استفاده از نرم افزارExcel محاسبه شدند. بعد از تجزیه مرکب داده های مزرعه‌ای در دو محیط، شاخص‌های STI و TOL برای عملکرد محاسبه شدند و برای بررسی ارتباط آنها با صفات جوانه‌زنی ازضرایب همبستگی ساده و برای تعیین موثرترین

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده وWr-Vr برای نسل‌های F_1 و F_2 دی الل ۸×۸ یکطرفه ارقام گندم نان در قالب بلوک‌های کامل تصادفی

Table 2. Initial and Wr-Vr analysis of variance for F_1 and F_2 generations of 8×8 half diallel based on randomized complete blocks design in bred wheat cultivars

S.O.V	منابع تغییر		d.f	ضریب سرعت جوانه زنی Coefficient of Velocity of Germination (CVG)			شاخص سرعت جوانه زنی Germination Rate Index(GRI)			درصد جوانه زنی نهایی Final Germination Percent(FGP)			شاخص تنش جوانه زنی Germination Stress Index(GSI)		جبران جوانه زنی Germination Recovery
				تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	تنش شدید Sever stress
تجزیه واریانس ساده Simple ANOVA	Rep	تکرار	1	20.35 ns	0.226 ns	32.14 ns	18 ns	1.617 ns	36.297 ns	0.219 ns	0.063 ns	10.87 ns	0.468 ns	21.094 ns	247.78**
	Crosses	تلاقي	35	74.9**	61.07**	59.57**	118.21**	67.62**	108.598**	253.76*	48.5*	32.22*	415.98**	161.81**	401.064**
	Error	خطا	35	10.9	7.215	8.20	11.713	6.847	11.203	54.39	12.97	15.46	70.22	25.96	36.81
Wr-Vr تجزیه واریانس Wr-Vr ANOVA	Rep	تکرار	1	50.18 ns	102.73 ns	22.45 ns	1447.38*	187.23 ns	2.99 ns	10353.07 ns	453.08 ns	582.87 ns	31583**	8315.87**	5395.16 ns
	Wr-Vr	ردیف	7	117.078 ns	28.91 ns	136.45 ns	273.85 ns	97.83 ns	400.57 ns	4185.4 ns	1384.43 ns	349.20 ns	5463.34 ns	245.14 ns	3863.41 ns
	Error	خطا	7	46.52	46.56	85.53	221.61	136.68	272.27	5656.61	830.04	410.05	4022.26	455.187	2208.20

نسل F_1 (F_1 generation)

S.O.V	منابع تغییر		d..f	تعداد ریشه‌چه Root number		طول ریشه‌چه Root length		طول ساقه‌چه Shoot length		طول ساقه‌چه/ طول ریشه‌چه Root length/ Shoot length		طول کولئوپتیل Coleoptile length	وزن ساقه‌چه Shoot weight	وزن ریشه‌چه Root weight	ساقه/وزن ریشه Root weight/ Shoot weight
				تنش شدید Sever stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	بدون تنش Non stress	بدون تنش Non stress	بدون تنش Non stress	بدون تنش Non stress	بدون تنش Non stress
تجزیه واریانس ساده Simple ANOVA	Rep	تکرار	1	0.0027 ns	0.399**	12.02 ns	187.49**	0.00001 ns	3.71 ns	538.3 ns	0.841**	0.76 ns	0.235 ns	0.0001 ns	0.001 ns
	Cross	تلاقي	35	0.614**	0.223 ns	13.97*	15.3 ns	0.0626 ns	12.04**	797.7*	6.34 ns	2.11**	10.77**	5.3**	0.052 ns
	Error	خطا	35	0.123	0.218	5.29	7.71	0.032	3.46	322.02	3.59	0.398	3.91	1.63	0.036
Wr-Vr تجزیه واریانس Wr-Vr ANOVA	Rep	تکرار	1	0.0002 ns	0.063	5.93 ns	0.636 ns	0.0001 ns	73.05**	612.98 ns	0.0038 ns	0.657**	116.4*	0.055 ns	0.0054 ns
	Wr-Vr	ردیف	7	0.3406 ns	0.0031 ns	34.78*	94.25*	0.00065 ns	18.97**	359.46 ns	0.0164 ns	0.080 ns	27.97 ns	3.53*	0.0065 ns
	Error	خطا	7	0.142	0.0032	20.86	16.48	0.0002	1.97	138.84	0.0242	0.0904	11.87	1.1	0.010

ns: غیر معنی دار، * و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد. [a]: به علت عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها از نظر طول ساقه چه و معنی دار شدن واریانس ردیف برای Wr-Vr در شرایط بدون تنش، در جدول ارائه نشد

ns: non-significant, * and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively. a: Due to lack of differences among crosses for shoot length and significant Wr-Vr in normal

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

ادامه جدول ۲

Table 2. Continue

نسل F_2 (F_2 generation)

S.O.V	منابع تغییر		d..f	تعداد ریشه‌چه Root number			طول ریشه‌چه Root length			طول ساقه‌چه Shoot length		طول کولئوپتیل Coleoptil length	طول ساقه‌چه/ طول ریشه‌چه Root length/ Shoot length		
				تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress
تجزیه واریانس ساده Simple ANOVA	Rep	تکرار	1	0.445 ns	0.00012 ns	0.3067 ns	8.64*	0.0839 ns	6.17 ns	1.75**	0.546*	0.0919 ns	57.44 ns	0.0415 ns	0.124 ns
	Cross	تلاقي	35	1.973*	1.396*	0.486 ns	5.53*	13.47*	3.37 ns	0.39ns	0.365*	0.638**	25.97 ns	1.408**	0.323*
	Error	خطا	35	0.526	0.384	0.264	1.70	4.73	2.39	0.24	0.100	0.0948	16.3	0.303	0.129
تجزیه Wr-Vr	Rep	تکرار	1	0.177 ns	0.0191 ns	0.0002 ns	10.3 ns	11.29 ns	0.396 ns	0.254 ns	0.0477 ns	0.00438 ns	105.34 ns	0.0447 ns	0.0072 ns
واریانس	Wr-Vr	ردیف	7	0.185 ns	0.0447 ns	0.0159 ns	2.41 ns	9.67 ns	6.54 ns	0.098 ns	0.0092 ns	0.00523 ns	149.06 ns	0.0373 ns	0.0175 ns
Wr-Vr ANOVA	Error	خطا	7	0.237	0.175	0.0247	3.08	18.75	4.24	0.077	0.0139	0.00361	97.65	0.0353	0.0087

ns: غیر معنی دار، * و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد. [a]: به علت عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها از نظر طول ساقه چه و معنی دار شدن واریانس ردیف برای Wr-Vr در شرایط بدون تنش، در جدول ارائه نشد

ns: non-significant, * and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively. a: Due to lack of differences among crosses for shoot length and significant Wr-Vr in normal condition is not shown in the table

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

صفات در تعیین تحمل به خشکی از رگرسیون گام به گام استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات نشان داد که در اکثر صفات، بجز طول و تعداد ریشه چه در شرایط بدون تنش، طول ساقه چه در تنش شدید (نسل F_1 و F_2) و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در تنش شدید (نسل F_2)، بین نتاج اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۲). میانگین مربعات Wr-Vr برای ردیف ها در اکثر موارد بجز طول ریشه‌چه در هر دوشرایط، وزن ریشه چه و طول ساقه چه در شرایط بدون تنش (همگی در نسل F_1) غیر معنی دار بود که نشان دهنده کفایت مدل افزایشی غالبیت برای توارث اکثر صفات است. برآورد اجزای واریانس ژنتیکی (D, H_1, H_2, h^2, F) در جدول ۳ ارائه شده است. واریانس ژنتیکی افزایشی (D) در تمام موارد بجز درصد جوانه زنی نهایی در شرایط بدون تنش، طول ساقه چه در هر دو شرایط (نسلF_2)، طول ریشه چه در شرایط بدون تنش (نسلF_2) و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در هر دو شرایط (نسل F_1) معنی دار بود که نشان دهنده نقش سهم اثرات افزایشی در کنترل این صفات است. واریانس ژنتیکی غالبیت تصحیح نشده (H_1) و تصحیح شده (H_2) نیز در اکثر موارد بجز درصد جوانه زنی نهایی در تنش متوسط، تعداد ریشه چه (نسلF_1 و F_2) و طول ساقه چه در شرایط بدون تنش (نسل F_1) معنی دار بودند. برای وزن ریشه چه و ساقه چه و نسبت آنها فقط مقدار H_2 غیر معنی دار بود. در مجموع مقدار H_1بزرگتر از H_2 بود که نشان دهنده عدم توزیع یکنواخت ژن‌های افزاینده و کاهنده در بین والدین بوده وحاکی از وفور الل‌های مثبت در بین والدین است (Hayman, 1954). جمع جبری تمام مکانهای ژنی هتروزیگوت درتمامی تلاقی‌ها (h^2) در نسل F_2 در موارد نادر ودر نسلF_1 در اکثر موارد معنی دار بود که می تواند به دلیل وقوع هموزیگوتی در نسل F_2 باشد. مقادیر کوواریانس متوسط بین اثرات افزایشی و غالبیت (F) در شاخص‌های سرعت جوانه زنی (GRI، CVG و GSI) اکثرا مثبت بود که این اثرات مثبت معنی دار و مقادیر منفی غیر معنی دار نشان دهنده فراوانی الل های غالب در والدین است. این شاخص در صفات گیاهچه ای در نسلF_1 در ۴۲ درصد و در نسلF_2 در ۱۶ درصد موارد مثبت و معنی دار بود. وراثت پذیری خصوصی (Hn) شاخص‌های سرعت جوانه زنی از ۰/۲۶ تا ۰/۷۸ متفاوت بود. در حالت کلی GRI و CVG وراثت پذیری بالا و GSI وراثت پذیری ضعیف تا بالایی داشتند. FGP در شرایط بدون تنش وراثت پذیری بسیار پایین و در شرایط واجد تنش وراثت پذیری خصوصی ضعیف تا متوسطی داشت که با افزایش شدت تنش افزایش یافت. وراثت پذیری خصوصی جبران جوانه زنی نیز پایین بود. از بین صفات گیاهچه‌ای تعداد ریشه چه وراثت پذیری خصوصی ۰/۱۲ تا ۰/۵۹۷ را نشان داد که مقدار آن در نسل F_2 بیشتر از نسل F_1 بود. طول ریشه چه وراثت پذیری خصوصی ۰/۱ تا ۰/۵۵ داشت و وراثت پذیری با افزایش شدت تنش افزایش یافت. به علاوه، مقدار آن در نسلF_2 به‌مقدار جزئی بیشتر از نسل F_1 بود. طول ساقه چه نیز از وراثت پذیری۰/۰۸۲ تا ۰/۴۲ برخوردار بود. نسبت طول ریشه چه به ساقه چه وراثت پذیری۰/۱۷۷ تا ۰/۳۹ داشت که وراثت پذیری پائینی محسوب می شود. وراثت پذیری خصوصی طول کولئوپتیل در شرایط بدون تنش از ۰/۶۵ تا ۰/۶۷ متفاوت بودکه در بین صفات گیاهچه‌ای بالاترین مقدار بود (در شرایط واجد تنش، ساقه چه از غلاف کولئوپتیل خارج نشد و طول هردو با هم برابر بود). مقدار وراثت پذیری عمومی (Hb) از ۰/۳۲در تعداد ریشه چه تا ۰/۹۷۸ در نسبت طول ریشه چه به ساقه چه متفاوت بود. درجه غالبیت متوسط برای شاخص‌های سرعت جوانه زنی از ۰/۷۷ تا ۱/۳۷ متفاوت بود و با افزایش شدت تنش کاهش یافت. درصد جوانه زنی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

نهایی در شرایط تنش درجه غالبیت متوسط حدود یک ولی در شرایط بدون تنش درجه غالبیت بسیار بالایی داشت. در صفت جبران جوانه زنی درجه متوسط غالبیت بالاتر از یک بود که نشان دهنده کنترل این صفات توسط اثرات فوق غالبیت است. درجه غالبیت در میانگین دو شرایط برای تعداد ریشه چه در هر دو نسل حدود یک بود که برعکس شاخص‌های سرعت جوانه زنی، با افزایش شدت تنش بر میزان آن افزوده شد. درجه غالبیت طول ریشه چه در هر دو نسل و در تمام شرایط بالاتر از یک بود که نشان دهنده کنترل طول ریشه چه توسط فوق غالبیت است. درجه غالبیت برای طول ساقه چه در نسل F_1 کمتر از یک و در نسل F_2 بیشتر از یک بود. نتایج این آزمایش برای نسل F_2 با نتایج نجف آبادی و همکاران (Najafabadi *et al.*, 2004) مطابقت داشت. واکنش متفاوت دو نسل احتمالا بدلیل تفاوت در روش ارزیابی صفات است، زیرا در روش کاغذ صافی مرطوب (نسل F_1) رشد ساقه چه بیشتر تحریک می شود. درجه غالبیت متوسط نسبت ریشه چه به ساقه چه در هر دو نسل و در تمام شرایط بیشتر از یک بود.

شدت تنش که به روش فیشر و مورر (Fischer and Maurer, 1978) محاسبه گردید برای شاخص‌های سرعت جوانه زنی از ۰/۲۲ تا ۰/۵۱ متفاوت بود. درصد جوانه زنی نهایی و جبران جوانه زنی حساسیت کمتری به تنش داشتند. از بین صفات گیاهچه ای تعداد ریشه چه حساسیت کمتری به تنش داشت. طول ریشه چه حساسیت نسبتا زیاد، طول ساقه چه و نسبت طول ریشه چه به طول ساقه چه حساسیت بسیار زیادی به تنش اسمزی نشان دادند که با نتایج زارعی و همکاران (Zarei *et al.*, 2007) مطابقت داشت.

همبستگی بین صفات جوانه زنی و تحمل به خشکی در جدول ۴ ارائه شده است. طول کولئوپتیل (در شرایط بدون تنش) با هر سه شاخص عملکرد در شرایط تنش(Ys)، STI و TOL همبستگی معنی داری نشان داد. طول ساقه‌چه در شرایط بدون تنش با هیچ یک از شاخص‌های تحمل همبستگی معنی داری نداشت و در تنش متوسط و شدید با Ys و TOL همبستگی معنی داری نشان داد. رابطه طول ریشه چه در هیچ یک از شرایط با شاخص‌های تحمل معنی دار نبود ولی در شرایط تنش با شاخص‌های سرعت جوانه زنی و تعداد ریشه چه همبستگی مثبت و معنی داری داشت. روابط معنی دار بین شاخص های سرعت جوانه زنی و صفات گیاهچه‌ای با نتایج رئوف و همکاران (Rauf *et al.*, 2007) مطابقت دارد. نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در تنش متوسط با Ys و TOL و در تنش شدید با Ys و STI همبستگی معنی داری داشت. همبستگی منفی این شاخص با STI وYs نشان دهنده رابطه عکس آن با تحمل به خشکی است. سایر محققین نیز چنین نتیجه ای را گزارش کرده اند (Khan *et al.*, 2003; Rauf *et al.*, 2007). همبستگی این نسبت با طول ساقه چه بیشتر از همبستگی آن با طول ریشه چه بود. بنابراین افزایش آن در شرایط تنش، بیشتر بعلت کاهش طول ساقه چه بوده تا افزایش طول ریشه چه. تعداد ریشه چه در شرایط بدون تنش و تنش شدید با شاخص‌های تحمل همبستگی معنی داری نداشت ولی در تنش متوسط با هر سه شاخص Ys، STI و TOL همبستگی معنی داری داشت. همبستگی تعداد ریشه چه در شرایط تنش با شاخص‌های سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه ونسبت طول ریشه چه به ساقه چه نیز معنی دار بود. ضریب سرعت جوانه زنی(CVG) در شرایط بدون تنش با شاخصTOL، در تنش متوسط با Ys و TOL و در تنش شدید با هر سه شاخص Ys، STI و TOL همبستگی معنی داری نشان داد. نتایج مشابهی در باره شاخص سرعت جوانه زنی (GRI) بدست آمد.

درصد جوانه زنی نهایی(FGP) با هیچ یک از شاخص‌های تحمل رابطه معنی‌داری نداشت ولی در تنش متوسط و شدید با شاخص GSI همبستگی معنی داری مشاهده شد. شاخص تنش جوانه زنی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

جدول۳ – پارامترهای ژنتیکی و شدت تنش خشکی برای شاخص‌های سرعت جوانه زنی (نسلF_2) و صفات گیاهچه ای (نسل F_1 و F_2) در تلاقی دی الل ۸×۸ یکطرفه ارقام گندم نان

Table3- Genetic parameters and drought stress intensity for germination rate indices (F_2 generation) and seedling characters (F_1 andF_2 generations) in a 8×8 half diallel in bred wheat cultivars

پارامترهای ژنتیکی Genetic Parameters	Coefficient of Velocity of Germination(CVG)			Germination Rate Index(GRI)			Final Germination Percent (FGP)			Germination Stress Index(GSI)		Germ. Recovery
	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	تنش شدید Sever stress
D	69.7**±6.1	47.4**±2.87	72.9**±6.19	138.5**±7.44	53.07**±6.72	120.8**±7.51	253.8**±34.3	99.5**±19.73	2.8^{ns} ±8.30	462.9**±39.2	78.31**±13.25	67.6*±26.91
H1	220.9**±56	114.4**±26.42	356.7**±56.96	488.1**±68.43	229.4**±61.84	636.9**±69.06	1413.5**±315	216.2^{ns} ±181	290.8**±76.33	1770.6**±360	584.9**±121.9	1048.5**±247
H2	180.9**±48.7	117.3**±22.99	235.1**±49.55	319.3**±59.54	218.5**±53.79	407.7**±60.08	1053.0**±274	234.4^{ns} ±158	241.3*±66.40	1236.8**±313	534.9**±106.1	897.5**±215.3
F	54.7^{ns} ±28.7	-4.4^{ns}±13.58	156.8**±29.27	216.0**±35.17	24.9^{ns} ±31.78	256.4**±35.49	447.1*±162.1	85.1^{ns}±93.24	15.7^{ns} ±39.22	703.5**±185.2	-45.7^{ns} ±62.6	-223.4^{ns} ±127
h^2	64.6^{ns} ±32.6	50.8*±15.41	108.3*±33.23	23.4^{ns} ±39.93	31.8^{ns} ±36.08	283.4**±40.29	56.2^{ns} ±184.1	-7.5^{ns}±105.86	121.3*±44.53	255.3^{ns} ±210	112.3^{ns} ±71.1	839.1**±144.4
E	5.45*±2.03	3.61**±0.957	4.1^{ns}±2.06	5.85^{ns} ±2.48	3.42^{ns} ±2.24	5.60^{ns} ±2.50	27.2**±11.4	45.61**±6.57	7.7*±2.77	35.1*±13.1	12.98*±4.42	12.3^{ns} ±8.97
Hn	0.584	0.512	0.728	0.787	0.475	0.693	0.515	0.339	0.028	0.667	0.261	0.137
Hb	0.817	0.844	0.836	0.866	0.877	0.871	0.779	0.378	0.686	0.797	0.826	0.89
$\overline{D}$	0.889	0.776	1.107	0.938	1.039	1.147	1.18	0.737	5.12	0.977	1.366	1.96
SI	0.43	0.38	0	0.51	0.39	0	0.20	0.04	0	0.34	0.22	0.37

نسل F_1 (F_1 generation)

پارامترهای ژنتیکی Genetic Parameters	تعداد ریشه چه Root number		طول ریشه چه Root length		طول ساقه چه Shoot length		طول ساقه چه/ طول ریشه چه Root length/ Shoot length		طول کولئوپتیل Coleoptile	وزن ساقه چه Shoot weight	وزن ریشه چه Root weight	وزن ساقه چه/وزن ریشه چه Shoot/Root
	تنش شدید Sever stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	بدون تنش Non stress	بدون تنش Non stress	بدون تنش Non stress	بدون تنش Non stress	بدون تنش Non stress
D	0.586**±0.102	0.377**±0.110	8.77**±1.85	10.92*±3.60	0.015**±0.002	9.89**±1.55	165.5^{ns} ±214	0.034^{ns} ±0.02	1.27**±0.22	7.32**±1.71	4.25**±1.02	0.093**±0.011
H1	0.959**±0.226	0.23^{ns} ±0.243	17.64**±4.09	36.72**±7.95	0.012*±0.005	2.92^{ns} ±3.43	1409.8*±472	0.18**±0.041	1.18*±0.48	10.93*±3.78	6.59**±2.25	0.108**±0.025
H2	0.684*±0.194	0.13^{ns} ±0.21	12.58**±3.52	23.64*±6.83	0.004^{ns} ±.004	1.30^{ns} ±2.95	1127*±405.8	0.138**±0.035	1.07*±0.415	7.22^{ns} ±3.25	3.85^{ns} ±1.93	0.047^{ns} ±0.02
F	0.693*±0.239	0.438^{ns} ±0.26	5.845^{ns} ±4.33	21.81*±8.40	0.022**±0.005	5.98^{ns} ±3.62	80^{ns} ±498.96	-0.02^{ns} ±0.04	-0.41^{ns} ±0.51	8.72^{ns} ±3.99	6.88**±2.38	0.143**±0.026
h^2	1.919**±0.130	1.465**±0.140	13.96**±2.36	38.51**±4.57	0.013**±0.003	5.75*±1.97	37.9^{ns} ±271.8	0.067*±0.024	-0.02^{ns} ±0.28	13.28**±2.17	26.3**±1.29	0.144**±0.014
E	0.062^{ns} ±0.03	0.11*±0.0348	2.64**±0.587	3.85*±1.14	0.002*±.0008	3.46**±0.49	161^{ns} ±67.6	0.041**±0.006	0.199*±0.07	3.91**±0.54	1.63**±0.32	0.018**±0.003
Hn	0.27	0.12	0.41	0.1	0.19	0.42	0.29	0.388	0.65	0.17	0.019	0.147
Hb	0.80	0.32	0.73	0.64	0.52	0.47	0.74	0.667	0.85	0.43	0.38	0.482
$\overline{D}$	1.28	0.78	1.42	1.83	0.88	0.54	2.91	2.3	0.96	1.22	1.24	1.07
SI	0.263	0	0.64	0	0.82	0	0.95	0	0	0	0	0

نسل F_2 (F_2 generation)

پارامترهای ژنتیکی Genetic Parameters	تعداد ریشه چه Root number			طول ریشه چه Root length			طول ساقه چه Shoot length			طول ساقه چه/ طول ریشه چه Root length/ Shoot length			طول کولئوپتیل Coleoptile length
	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	تنش شدید Sever stress	تنش متوسط Moderate stress	بدون تنش Non stress	بدون تنش Non stress
D	1.58**±0.23	1.65**±0.243	0.516**±0.09	6.49**±0.82	1.31*±0.52	1.26^{ns} ±1.35	0.36^{ns} ±0.166	0.068^{ns} ±0.05	14.76**±4.75	0.504**±0.08	0.215*±0.06	0.63**±0.038
H1	9.39**±2.09	7.88*±2.24	2.04^{ns} ±0.87	31.66**±7.55	25.64**±4.82	30.61*±12.45	2.35^{ns} ±1.53	1.78**±0.467	185.42**±43.7	8.06**±0.75	1.57*±0.55	0.98*±0.35
H2	7.47**±1.82	5.68*±1.94	1.37^{ns} ±0.76	26.19**±6.57	24.67**±4.19	26.95*±10.83	1.74^{ns} ±1.33	1.65**±0.407	118.26**±38.0	6.85**±0.65	1.39*±0.48	0.98*±0.306
F	1.94^{ns}±1.08	3.25*±1.15	0.75^{ns} ±0.448	12.01*±3.88	-0.227^{ns} ±2.5	3.55^{ns} ±6.39	0.667^{ns} ±0.78	-0.22^{ns} ±0.24	36.3^{ns} ±22.45	-0.54^{ns} ±0.38	0.20^{ns} ±0.28	0.24^{ns} ±0.18
h^2	2.37^{ns} ±1.22	2.11^{ns} ±1.3	-0.207^{ns} ±0.5	9.18^{ns}±4.41	27.36**±2.81	6.24^{ns} ±7.26	-0.15^{ns} ±0.89	1.37**±0.273	22.87^{ns} ±25.5	2.41**±0.44	0.94*±0.32	0.126^{ns} ±0.20
E	0.26** ±0.07	0.192^{ns} ±0.08	0.132** ±0.03	0.85*±0.27	0.83**±0.174	1.19*±0.45	0.12^{ns} ±0.055	0.05*±0.017	8.15**±1.58	0.015^{ns} ±0.03	0.064*±0.02	0.047**±0.012
Hn	0.394	0.597	0.438	0.550	0.117	0.106	0.331	0.082	0.195	0.177	0.280	0.670
Hb	0.737	0.722	0.552	0.712	0.702	0.599	0.564	0.757	0.568	0.978	0.662	0.800
$\overline{D}$	1.218	1.092	0.995	1.104	2.214	2.46	1.277	2.56	1.77	1.999	1.35	0.620
SI	0.49	0.25	0	0.686	0.257	0	0.90	0.82	0.76	0.68	0	0

ns: غیر معنی دار. * و **: بترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱درصد.D : واریانس ژنتیکی افزایشی. H1: واریانس غالبیت تصحیح نشده. H2: واریانس غالبیت تصحیح شده. F: کوواریانس متوسط بین اثرات افزایشی و غالبیت. h^2: اثرات غالبیت (جمع جبری تمام مکانهای ژنی هتروزیگوت درتمامی تلاقی ها). E: واریانس محیطی که از تقسیم میانگین مربعات اشتباه در جدول تجزیه واریانس ساده بر تعداد تکرار بدست می آید. Hn: وراثت پذیری خصوصی. Hb: وراثت پذیری عمومی. $\overline{D}$: درجه غالبیت متوسط. SI : شدت تنش.

ns: non-significant, * and **: significant at 5% and 1% probability levels. D= Additive genetic variance, H1=Uncorrected dominance genetic variance, H2=Corrected dominance variance, F= Average covariation of additive and dominance effects, h^2 = Dominance effects (as algebraic sum over all loci in heterozygous phase in all crosses), $\overline{D}$ = Average degree of dominance, Hn= Narrow sense heritability, Hb= Broad sense heritability, E2= Environmental variance (mean square of the error of F2 populations divided by number of replications),

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

جدول۴ – ضرایب همبستگی ساده بین صفات جوانه زنی در شرایط بدون تنش، تنش اسمزی متوسط و شدید و شاخص‌های کمی تحمل خشکی در ۱۸ رقم گندم نان

Table 4- Correlation coefficients among germination traits in nonstress, moderate and sever osmotic stress conditions and drought tolerance in 18 bread wheat cultivars

	شرایط آزمایش Experiment Condition		شاخص تحمل تنش STI	شاخص تحمل TOL	عملکرد در شرایط تنش Ys	طول ساقه چه Shoot length	طول ریشه چه Root length	طول ساقه /طول ریشه Root /shoot	تعداد ریشه چه Root number	ضریب سرعت جوانه زنی CVG	شاخص سرعت جوانه زنی GRI	درصد جوانه زنی نهایی FGP	شاخص تنش جوانه زنی GSI	جبران جوانه زنی Recovery
	Non stress	بدون تنش	-0.124	-.085	-0.045	1								
Shoot length	Moderate stress	تنش متوسط	0.367	-0.518*	0.483*	1								
	Sever stress	تنش شدید	0.356	-0.490*	0.466*	1								
	Non stress	بدون تنش	-0.087	0.218	-0.168	-0.149	1							
Root length	Moderate stress	نش متوسط	0.257	-0.291	0.305	0.827**	1							
	Sever stress	تنش شدید	0.041	-0.392	0.180	0.702**	1							
	Non stress	بدون تنش	-0.184	0.049	-0.186	-0.852**	0.147	1						
Root/shoot	Moderate stress	نش متوسط	-0.398	0.609**	-0.531*	-0.843**	-0.601**	1						
	Sever stress	تنش شدید	-0.604**	0.352	-0.611**	-0.589*	0.051	1						
	Non stress	بدون تنش	0.187	-0.207	0.211	-0.310	-0.151	-0.050	1					
Root number	Moderate stress	نش متوسط	0.505*	-0.532*	0.590**	0.624**	0.47*	-0.702**	1					
	Sever stress	تنش شدید	0.108	-0.389	0.223	0.633**	0.741**	-0.230	1					
	Non stress	بدون تنش	0.235	-0.508*	0.346	-0.044	-0.191	-0.293	0.006	1				
CVG	Moderate stress	نش متوسط	0.485*	-0.451	0.530*	0.550*	0.659**	-0.498*	0.672**	1				
	Sever stress	تنش شدید	0.560*	-0.539*	0.615**	0.566*	0.630**	-0.244	0.669**	1				
	Non stress	بدون تنش	0.188	-0.504*	0.314	-0.136	-0.187	-0.222	0.063	0.948**	1			
GRI	Moderate stress	نش متوسط	0.484*	-0.457	0.539*	0.561*	0.622**	-0.536*	0.698**	0.939**	1			
	Sever stress	تنش شدید	0.471*	-0.398	0.498*	0.407	0.522*	-0.217	0.626**	0.915**	1			
	Non stress	بدون تنش	0.103	-0.224	0.173	-0.042	-0.477*	-0.222	-0.012	0.351	0.510*	1		
FGP	Moderate stress	نش متوسط	0.418	-0.232	0.423	0.295	0.198	-0.240	0.370	0.403	0.611**	1		
	Sever stress	تنش شدید	00.275	-0.079	0.239	0.108	0.167	-0.205	0.366	0.575*	0.833**	1		
GSI	Moderate stress	نش متوسط	0.461*	-0.409	0.497*	0.491*	0.573*	-0.448	0.667**	0.921**	0.979**	0.638**	1	
	Sever stress	تنش شدید	0.356	-0.274	0.364	0.447	0.530*	-0.237	0.667**	0.824**	0.919**	0.754**	1	
Recovery	Sever stress	تنش شدید	-0.524*	0.379	-0.550*	0.058	-0.002	0.055	0.085	-0.217	-0.200	-0.070	-0.099	1
C.L.	Non stress	بدون تنش	0.458*	-0.489*	0.539*	0.548*	-0.140	-0.629**	-0.102	0.236	0.130	-0.065	0.023	-0.778**

* and **: significant at 5% and 1% probability levels respectively.

* و **: بترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

CVG: Coefficient of Velocity of Germination, GRI: Germination Rate Index, FGP: Final Germination Percent, GSI: Germination Stress Index, C.L.: Coleoptile Length.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

(GSI) در تنش متوسط با Ys و TOL همبستگی معنی‌داری داشت. جبران جوانه زنی با STI و عملکرد در شرایط واجد تنش همبستگی منفی و معنی‌داری را نشان داد، ولی هیچ رابطه‌ای بین جبران جوانه زنی و شاخص‌های سرعت جوانه زنی مشاهده نشد. بلام و همکاران (Blum *et al.*, 1980) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش کردند. وجود همبستگی منفی بین جبران جوانه زنی و طول کولئوپتیل نشان دهنده این است که ژنوتیپ های پاکوتاه با کولئوپتیل کوتاه، خشکیدگی را بهتر تحمل کرده و جبران جوانه زنی خوبی دارند (Blum *et al*., 1980; Khan *et al*., 2003; Bhutta 2006).

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام مربوط به جوانه زنی بذر در شرایط بدون تنش و تنش در جدول ۵ ارائه شده است. در شرایط بدون تنش فقط طول کولئوپتیل در مدل باقی مانده و فقط ۲۱ درصد تغییرات در STI را توجیه کرد. در شرایط تنش متوسط تعداد ریشه چه و جبران جوانه زنی در مدل باقی ماندند که مجموعا ۶۰ درصد تغییرات ودر تنش شدید نیز نسبت طول ریشه چه به ساقه چه و ضریب سرعت جوانه‌زنی در مجموع ۶۳ درصد تغییرات را توجیه نمودند.

در مجموع بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان گفت نقش اثرات افزایشی در شاخص‌های سرعت

جدول۵ – ضرایب رگرسیون ناقص استاندارد شده شاخص‌های جوانه زنی روی STI

Table 5- Standardized partial regression coefficients of germination indices on STI

شرایط آزمایش EXP. Condition	صفت Character	ضریب رگرسیون ناقص استاندارد Standardized partial regression coefficient	R^2 مدل رگرسیون $R^2$of regression model
بدون تنش Non stress	طول کولئوپتیل Coleoptile length	0.458	0.21
تنش متوسط Moderate stress	جبران جوانه زنی Germination recovery	-0.500	0. 60
	تعداد ریشه چه Root number	0.575	
تنش شدید Sever stress	طول ساقه چه/طول ریشه چه Root / Shoot	-0.588	0.63
	ضریب سرعت جوانه‌زنی Coefficient of velocity of germination	0.455	

جوانه زنی، طول کولئوپتیل و تعداد ریشه چه بیشتر از صفاتی مانند جبران جوانه زنی، طول ریشه چه و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه می‌باشد که این موضوع در وراثت پذیری خصوصی و درجه غالبیت متوسط این شاخص‌ها منعکس است. با توجه به وجود غالبیت در کنترل بیشتر صفات مورد مطالعه و درجه غالبیت متوسط بالا، می توان توصیه کرد که ارزیابی این صفات در نسل‌های پیشرفته و بعد از رسیدن نتاج به خلوص انجام گیرد. از بین شاخص‌های سرعت جوانه زنی بترتیب CVG و GRI و در مرحله بعد GSI و از بین صفات گیاهچه‌ای، طول کولئوپتیل در شرایط بدون تنش با دارا بودن وراثت پذیری خصوصی بالا و روابط معنی‌دار با تحمل به خشکی، بعنوان معیارهای مناسب گزینش در مرحله جوانه زنی قابل پیشنهاد هستند. تعداد ریشه چه در شرایط تنش نیز با وراثت پذیری متوسط و روابط معنی‌دار با تحمل به خشکی در مرحله دوم اهمیت قرار می‌گیرد. طول ساقه چه فقط در شرایط تنش روابط معنی داری با شاخص های تحمل به خشکی داشت، ولی حساسیت شدید آن به تنش باعث می شود که در تنش های بالا، اندازه گیری آن مشکل شود. با وجود روابط معنی دار بین نسبت طول ریشه چه به ساقه چه با شاخص‌های تحمل و تاکید زیاد بر اهمیت

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

این صفت در سایر منابع (Dhanda *et al*., 2004)، این شاخص بخصوص در تنش های نسبتا شدید، وراثت پذیری خصوصی پائینی داشت که دلیل آن احتمالا ناشی از حساسیت بالای طول ساقه چه به تنش می باشد. همبستگی شدید منفی این شاخص با طول ساقه چه نیز تائید کننده این مطلب است. با توجه به اینکه طویل شدن کولئوپتیل ممکن است توسط تعداد زیادی مکان ژنی کمی کنترل شود (Bai *et al*., 2004)، بنابراین هر گونه بهبود در توانایی رشد کولئوپتیل در پتانسیل‌های منفی احتمالا توان استقرار گیاه را در خاک‌های خشک بهبود خواهد بخشید. جبران جوانه زنی بعد از خشکیدگی علاوه بر وراثت پذیری پایین، وابسته به طول کولئوپتیل بوده و در ارقام پا کوتاه و حساس به خشکی مقدار آن زیاد تر بود. برای گریز از این محدودیت می توان پیشنهاد کرد که این صفت بعد از مرحله ۳ برگی ارزیابی شود (Bhutta 2006). بنابراین برآورد وراثت پذیری و رابطه این صفت با تحمل به خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه مفید بنظر می‌رسد. در مجموع می‌توان گفت برخی از شاخص‌های جوانه زنی می‌توانند به عنوان روش‌های قابل اعتماد و وراثت پذیر در گزینش مقاومت به خشکی گندم بکار روند.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان مقاله وظیفه خود می‌دانند که از دانشگاه آزاد اسلامی بخاطر تامین امکانات وبودجه تحقیق، ازکارکنان ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل بخاطر تهیه ارقام مورد آزمایش و از آقایان دکتر بهمن اهدایی و دکتر محمد مقدم بخاطر راهنمایی هایشان در تجزیه آماری طرح سپاسگزاری نمایند.

منابع مورد استفاده

References

Almudaris, M. A. 1998. Notes on various parameters recording the speed of seed germination. Der Tropenlandwirt 99: 147-154.

Bai, G., M. K. Das, B. F. Carver, X. Xu and E. G. Krenzer. 2004. Covariation for microsatellite marker alleles associated with Rht8 and coleoptile length in winter wheat. Crop Sci. 44: 1187–1194.

Bayoumi, T. Y., M. H. Eid and E. M. Metwali. 2008. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. Afric. J. Biotech. 7: 2341-2352.

Blum, A., B. Sinmena and O. Ziv. 1980. An evaluation of seed and seedling drought tolerance screening tests in wheat. Euphytica 29: 727-736.

Bhutta, W. M. 2006. Role of some agronomic traits for grain yield production in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under drought conditions. Revista UDO Agricola 6: 11-19.

Bouslama, M., and W. T. Schapaugh. 1984. Stress tolerance in soybean. I. Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Sci. 24: 933-937.

Dhanda, S. S., G. S. Sethi and R. K. Behl. 2004. Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. J. Agron. Crop Sci. 190: 6 – 12.

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Crop Sci. 28: 13-16.

Dick, J. A. 1988. DIALLEL. Ontario Agricultural College, Guelph, Canada.

Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.

Hakizimana, F., S. D. Haley and E. B. Turnipseed. 2000. Repeatability and genotype × environment interaction of coleoptile length measurements in winter wheat. Crop Sci. 40: 1233–1237.

Hayman, B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics. 39: 789-809.

Khan, A., M. S. Qureshi, M. Y. Ashraf and M. Hussain. 2003. Assesment of genetic variability for drought tolerance in wheat. Pakistan J. of Agric. Sci. 40: 33-36.

Mather, K. and J. L. Jinks. 1971. Biometrical Genetics. Chapman & Hall, London.

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

Mohammadi, R., E. Farshadfar, M. Aghaee-Sarbarzeh, and J. Shutka. 2003. Locating QTLs controlling drought tolerance criteria in rye using disomic addition lines. Cereal Res. Commun. 31: 257-264.

Najafabadi, M. F., M. R. Ghanadha, A. A. Zali and B. Yazdi Samadi. 2004. Genetic analysis of seedling characters in bread wheat. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. 26 Sept.–1 Oct. 2004, Brisbane, Qld, Australia.

Rauf, M., M. Munir, M. Ul-Hassan, M. Ahmed and M. Afzai. 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. Afric. J. Biotech. 8: 971-975.

Rebetzke, G. J., R. A. Richards, N. A. Fettell, M. Long, A. G. Condon, R. I. Forrester and T. L. Botwright. 2007. Genotypic increases in coleoptile length improves stand establishment, vigour and grain yield of deep-sown wheat. Field Crops Res. 100: 10 – 23.

Rosiel, A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selections for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943- 946.

Rosyara, U. R., A. A. Ghimire and R. C. Sharma. 2008. Variation in south Asian wheat germplasm for seedling drought tolerance traits. Plant Genet. Resour. Character. and Utiliz. 1: 1 – 6.

Singh, M. and R. K. Singh. 1984. Some theoretical aspects of analysis in half diallel. Biometric. J. 26: 63-68.

Verhalen, L. M. and J. C. Murray. 1969. A diallel analysis of several fiber property traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Crop Sci. 9: 311-315.

Zarei, L., E. Farshadfar, Z.R. Haghparast, Z. R. Rajabi and M. Mohammadi Sarab Badieh. 2007. Evaluation of some indirect traits and indices to identify drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.), Asian J. of Plant Sci. 6: 1204-1210.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

Inheritance of seed germination related traits for drought tolerance in bread wheat cultivars

Shahbazi, H. [1], M. R. Bihamta[2], M. Taeb[3] and F. Darvish[4]

ABSTRACT

Shahbazi, H., M. R. Bihamta., M. Taeb and F. Darvish. Inheritance of seed germination related traits for drought tolerance in bread wheat cultivars. **Iranian Journal of Crop Sciences. 12 (2): 199-212 (in Persian)**

To determine the inheritance of germination related traits in bread wheat, a 8×8 diallel cross design was carried out in 2007 at the Ardebil Branch, Islamic Azad University, Iran. The F_1 and F_2 seeds were germinated under osmotic stress and also subjected to atmospheric drought stress. Different germination rate indices, seedling characteristics and germination recovery after desiccation were measured and recorded. For evaluating the relationship between germination characteristics and drought tolerance, 18 wheat varieties including the parents of diallel cross were grown under irrigated and rainfed conditions in the field. Results of these experiments indicated that germination rate indices had high narrow sense heritability and close relationship with drought tolerance. Among seedling characteristics, coleoptile length under normal condition showed high narrow sense heritability and a close relationship with drought tolerance. Root number under stress conditions was considered as a moderately heritable character with significant relationship with drought tolerance indices. Despite of the close relationship of root : shoot length ratio with drought tolerance, it had low narrow sense heritability. Germination recovery showed negative relationship with drought tolerance and had low narrow sense heritability.

Key words: Bread wheat**,** Diallel cross, Drought, Germination and Heritability.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.9.8]

Received: February, 2009 Accepted: October, 2009

1- Ph.D Student, Sciences & Research Unit of Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (Corresponding author) (Email: hshahbazy@gmail.com)
2- Professor, Faculty of Agriculture, The University of Tehran, Karaj, Iran
3 & 4- Professor, Sciences & Research Unit of Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran