ارزیابی ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت تنش رطوبتی در شرایط کنترل‌شده و مزرعه

مهدی جمشیدمقدم و سید سعید پورداد[۱]

چکیده

به منظور بررسی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گلرنگ در تنش رطوبتی، تعداد ۱۵ ژنوتیپ در چهار سطح پتانسیل آب شامل صفر (شاهد)، ۰/۴-، ۰/۸- و ۱/۲- مگاپاسکال به وسیلهٔ محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ مورد آزمون جوانه‌زنی قرار گرفتند. حداکثر درصد جوانه‌زنی (G_{max})، شاخص سرعت جوانه‌زنی (GRI)، مدت زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T_{50})، طول ریشه‌چه (RL) و ساقه‌چه (SL) به عنوان پارامترهای جوانه‌زنی بررسی شد. تأثیر سطوح پتانسیل و ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. کمترین پتانسیل آب، جهت جوانه‌زنی در دامنه ۱/۱۸- مگاپاسکال در ژنوتیپ گوشخانی تا ۱/۵۹- مگاپاسکال در ژنوتیپ LRV-51-51 برآورد شد. در پاسخ به تنش رطوبتی در مورد صفت طول ریشه‌چه در ژنوتیپ‌ها واکنش متفاوتی مشاهده شد. در سطوح پتانسیل پایین‌تر، گیاهچه‌ها از ریشه‌چه‌های نازک، ضعیف و طویل‌تری نسبت به شاهد برخوردار بودند و با افزایش تنش به ۱/۲- مگاپاسکال، کاهش شدیدی در طول ریشه‌چه مشاهده شد. پتانسیل‌های پایین‌تر از شاهد باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه شدند. در حالی‌که پتانسیل‌های آب کمتر از ۰/۴- مگاپاسکال باعث کاهش حداکثر درصد جوانه‌زنی گردید. افزایش تنش از سطح شاهد، به ۰/۸- مگاپاسکال بیش از ۳ برابر، مرحله T_{50}را به تأخیر انداخت. اکثر ژنوتیپ‌های خارجی از میانگین T_{50} بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های گلرنگ ایرانی برخوردار بودند. بالاترین مقدار GRI به ژنوتیپ‌های ایرانی LRV-51-51، ورامین ۲۹۵ و محلی اصفهان و کمترین آن به ژنوتیپ خارجی CW-74 تعلق داشت. هم‌چنین عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد روغن دانه تعدادی از ژنوتیپ‌های فوق طی سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ در آزمایش‌های مزرعه‌ای تحت شرایط دیم ارزیابی شد. بیشترین متوسط عملکرد روغن به ژنوتیپ‌های خارجی PI-537598 (۳۲۶/۴ کیلوگرم در هکتار) و Lesaf (۳۱۳/۹ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن به ژنوتیپ ایرانی زرقان۲۷۹ (۱۳۳/۲ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت. در سطوح پتانسیل شاهد و ۰/۸ مگاپاسکال ارتباط منفی و معنی‌داری بین درصد روغن بذر با سرعت جوانه‌زنی حاصل شد. نتایج نشان داد که تنوع ژنتیکی کافی برای پارامترهای جوانه‌زنی وجود دارد و می‌توان از تنوع ژنتیکی موجود در جهت بهبود بنیه اولیه بذر ژنوتیپ‌های گلرنگ استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، تنش رطوبتی، بنیه اولیه بذر، عملکرد دانه

مقدمه

بنیه اولیه بذر (Seed early vigor) در جهت جوانه‌زنی کامل، یک‌نواخت و خروج سریع‌تر تعداد کافی گیاهچه، همواره مورد توجه بوده است. رشد اولیه و سریع گیاهچه‌ها با تولید سیستم ریشه بزرگ‌تر و متراکم‌تر در تماس با ذرات خاک، سطح بیشتری برای جذب آب و مواد غذایی ایجاد نموده و نیز

۱. به ترتیب مربی و استادیار اصلاح نباتات، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، سرارود، کرمانشاه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]

پوشش مطلوب گیاهی در مراحل اولیه رشد، باعث دریافت بیشتر تشعشع خورشیدی شده که در قالب کربوهیدرات‌ها نیازهای اولیه رشد گیاه را تأمین می‌نماید (۱ و ۷). هم‌چنین این امر باعث افزایش قابلیت رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز خواهد شد. در نهایت، استقرار گیاهان به تعداد کافی می‌تواند به افزایش تولید منتهی گردد. در شرایط خشک که میزان نزولات، محدود و نامنظم بوده و تبخیر از سطح خاک زیاد است، قابلیت دسترسی بذر به آب کاهش یافته و با افزایش تنش رطوبتی خاک، جوانه‌زنی و سبز شدن به تأخیر می‌افتد. پتانسیل‌های بحرانی آب در خاک برای تعدادی از گیاهان زراعی ذکر شده است که می‌توان به گزارش‌های هانتر و اریکسن (۱۹)، جنسن (۲۰)، ردمن (۲۹) اشاره نمود. گلرنگ با دارا بودن ۲۵ تا ۴۰ درصد روغن مطلوب با بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع به خصوص اسید لینولئیک و حدود ۱۲ تا ۲۲ درصد پروتئین، همواره به عنوان یک دانه روغنی با ارزش مطرح بوده است (۴). در دیمزارهای مناطق مختلف کشور، کشت گلرنگ به صورت دیم، موفقیت‌آمیز بوده و در این راستا کشت این گیاه در سال‌های اخیر در حال گسترش است. بنابراین ارزیابی ژنوتیپ‌های گلرنگ برای دست‌یابی به منابع ژنتیکی متحمل‌تر به این مناطق به ویژه در مرحلهٔ گیاهچه حائز اهمیت می‌باشد. ارزیابی مراحل اولیه رشد بر پایه برخی از اجزای جوانه‌زنی مانند مدت جوانه‌زنی، حداکثر جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و خصوصیات ریشه‌چه و ساقه‌چه استوار است که در توانایی گیاهچه در جهت خودکفایی از ذخایر انرژی بذر نقش دارند. جانسون و همکاران (۲۱) در ارزیابی جوانه‌زنی بذرهای ارقام گلرنگ که از سه رژیم مختلف رطوبتی به دست آمده بودند، تنوع معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نمودند، به‌طوری که ژنوتیپ PI-568848 مقاوم‌ترین و ژنوتیپ PI-250083 حساس‌ترین لاین از نظر جوانه‌زنی به تنش رطوبتی بودند. بررسی صورت گرفته روی برخی از گیاهان دانه روغنی (سویا، کلزا، گلرنگ و آفتابگردان) نشان داد که ریشه‌های گلرنگ از ظرفیت بیشتر و مؤثرتری در جهت نفوذ و استخراج آب از خاک زیرین برخوردارند (۲۶). کاربرد نمک‌هایی با جرم مولکولی بالا چون پلی‌اتیلن گلایکول یا PEG (Polyethylene glycol) به دلیل ایجاد محلول اسمزی با شرایط مشابه طبیعی، اغلب برای تهیه پتانسیل آب در مطالعه جوانه‌زنی برای ارزیابی تحمل خشکی در محیط کنترل شده، استفاده می‌شود (۱۱، ۱۲ و ۱۸). بررسی پتانسیل‌های مختلف آب توسط PEG از سطح صفر تا ۱/۳۵- مگاپاسکال بر روی سه واریتهٔ گلرنگ Ute، محلی ۳۱۵۱ و ۲۸۱۱ در درجه حرارت ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد نشان داد که میانگین جوانه‌زنی تیمارهای مختلف برای سه ژنوتیپ فوق به‌ترتیب ۶۱، ۸۶ و ۷۷ درصد می‌باشد. رقم Ute بیشترین و محلی ۳۱۵۱ کمترین تأثیر را از تنش رطوبتی پذیرفت (۳۱). فروزان (۱۶) برای تعیین عکس العمل ارقام گلرنگ در برابر خشکی، این ارقام را در شرایط آزمایشگاهی در ۴ سطح پتانسیل آب (۰/۳-، ۰/۶-، ۰/۹- و ۱/۲- مگاپاسکال) مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که بین ارقام، تفاوت معنی‌داری از نظر صفات مرتبط با جوانه‌زنی وجود دارد به طوری که طول ریشه‌چه معیار مناسبی برای تعیین ارقام مقاوم به خشکی است. مفتون و سپاسخواه (۲۴) با بررسی تأثیر مقادیر مختلف شوری و نیز سطوح مختلف پتانسیل اسمزی بر روی جوانه‌زنی بذرهای ۲ رقم آفتابگردان و ۲ رقم گلرنگ اعلام داشتند که تنش شوری و خشکی دارای آثار متفاوتی بر روی گیاهچه‌ها بوده که این آثار در پتانسیل‌های مختلف خشکی شدیدتر است. آزمایش‌های بسیاری برای ارزیابی تحمل خشکی در مرحلهٔ جوانه‌زنی بر روی گیاهان دیگر مانند پنبه (۵)، سویا (۹ و ۲۳)، آفتابگردان (۳۲)، ذرت (۲۸)، سورگوم و ارزن (۳۱)، عدس (۶ و ۱۰)، نخود (۲) و گندم (۳ و ۱۳) انجام شده است. با توجه به این که اطلاعات در مورد جوانه‌زنی و رشد اولیه گلرنگ در مقایسه با سایر محصولات زراعی اندک است (۲۶)، این پژوهش به منظور ارزیابی واکنش توأم اجزای جوانه‌زنی ۱۵ ژنوتیپ گلرنگ نسبت به سطوح پتانسیل آب، تعیین کمترین پتانسیل‌های آب یا Ψ_{min} (Minimum water potentials) برای جوانه‌زنی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]

ژنوتیپ‌های گلرنگ و نیز بررسی روابط سرعت جوانه‌زنی در چهار سطح پتانسیل رطوبتی با دیگر اجزای جوانه‌زنی و با عملکرد دانه و روغن انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از ۱۵ ژنوتیپ گلرنگ شامل ۷ ژنوتیپ ایرانی به نام‌های محلی اصفهان، محلی زرقان، محلی مراغه، گوشخانی، زرقان ۲۷۹، ورامین ۲۹۵ و LRV51-51 و ۸ ژنوتیپ خارجی به نام‌های CH-5، CW-74، Hartman، PI-537598، PI-537636، Lesaf، Kino-76 و S-541 استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در داخل اتاقک رشد با دمای ۱ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ روز در تاریکی انجام شد. ژنوتیپ یکی از فاکتورهای مورد مطالعه و فاکتور دوم سطوح پتانسیل بود که چهار سطح پتانسیل آب شامل صفر، ۰/۴- ، ۰/۸- و ۱/۲- مگاپاسکال در نظر گرفته شد. پتانسیل‌های مورد نظر با استفاده از نمک پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ طبق دستورالعمل میچل و کافمن (۲۷) تهیه شد. برای پتانسیل صفر مگاپاسکال (شاهد) از آب مقطر استفاده شد. در این آزمایش، از ظروف پتری استریل شده استفاده شد که کف آن با یک عدد کاغذ صافی واتمن شماره ۱ پوشیده شده بود. بذرها با محلول یک درصد هیپوکلریت سدیم به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی شدند. در هر تکرار، ۲۵ عدد بذر سالم در ظروف پتری محتوی ۱۰ میلی‌لیتر از پتانسیل‌های فوق قرار داده شد. در دورهٔ آزمایش به منظور جلوگیری از تغییر پتانسیل در اثر تبخیر آب، ظروف پتری به طور مرتب وزن شد و به میزان اختلاف با وزن اولیه آب مقطر به آنها اضافه گردید (۶ و۱۲). بذرهایی جوانه‌زده تلقی شدند که طول ریشه‌چه آنها ۳ میلی‌متر یا بیشتر باشد (۹).

برای ارزیابی میزان جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها، حداکثر جوانه‌زنی یا G_{max} (Maximum germination) بر حسب درصد و شاخص سرعت جوانه‌زنی یا GRI (Germination rate index) برحسب درصد در روز در هر تکرار از طریق روابط زیر محاسبه شد (۲۵).

$$G_{max}\ (\%) = n_{12} \times 25^{-1} \times 100 \qquad [۱]$$

$$GRI\ (\%/d) = \Sigma\ [\ (\ G_i - G_{i-1})\ /\ i\ ] \qquad [۲]$$

در این روابط : n_{12} تعداد بذرهای جوانه‌زده تا روز دوازدهم، i روز شمارش جوانه‌زنی، G_i درصد بذرهای جوانه‌زده در روز شمارش، G_{i-1} درصد بذرهای جوانه‌زده در روز شمارش قبل.

هم‌چنین مدت زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی یا T_{50} (Time to reach 50% of germination) بر حسب روز برای سه سطح پتانسیل صفر، ۰/۴- و ۰/۸- مگاپاسکال محاسبه شد (۱۴ و ۱۸). در انتهای آزمایش نیز به‌طور تصادفی ده گیاهچه انتخاب و طول ریشه‌چه یا RL (Rootlet length) و ساقه‌چه یا SL (Shootlet length) برای هر ژنوتیپ در هر تکرار بر حسب سانتی‌متر محاسبه شد.

صفات اندازه‌گیری شده در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. با توجه به این که نتایج درصد جوانه‌زنی با داده‌های اصلی و تبدیل شده (زاویه‌ای) مشابه بود، داده‌های اصلی، مورد تجزیه آماری قرار گرفت. واکنش حداکثر جوانه‌زنی برای هر ژنوتیپ در مقابل پتانسیل‌های آب بر اساس معادله $[G_{max}= \beta_0 + \beta_1\Psi + \beta_2\Psi^2]$ برازش داده شد (۱۱ و ۱۸). در این معادله Ψ پتانسیل آب (مگاپاسکال)، β_0 ، β_1 و β_2 ضرایب رگرسیون می‌باشند. با توجه به معادلات تعیین شده برای هر ژنوتیپ، حداقل پتانسیل آب (Ψ_{min}) برای توقف جوانه‌زنی در شرایط کنترل شده (کمتر از ۱۰ درصد جوانه‌زنی) برآورد شد.

هم‌چنین برای ارزیابی میزان عملکرد دانه و درصد روغن دانه تحت شرایط دیم، تعدادی از ژنوتیپ‌های نام برده از آزمایش انجام شده در پاییز سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ در چهار ایستگاه مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم شامل سرارود کرمانشاه (منطقه معتدل)، قاملو کردستان (منطقه معتدل)، گچساران (منطقه گرمسیر) و اردبیل (منطقه سردسیر) مورد استفاده قرار گرفت. برای انجام این آزمایش در هر ایستگاه، پس از عملیات

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر فاکتورهای مورد مطالعه بر حداکثر جوانه‌زنی (G_{max})، شاخص سرعت جوانه‌زنی (GRI)، زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T_{50})، طول ریشه‌چه (RL) و ساقه‌چه (SL)

منابع تغییرات	درجه آزادی		G_{max}	GRI	T_{50}	RL	SL
	صفات	T_{50}					
سطوح پتانسیل (P)	۳	۲	۳۰۳۸۸/۷۰**	۸۹۶۸/۹۴**	۲۶۶/۵۸**	۱۴۲۶/۶۳**	۲۲۴/۸۹**
ژنوتیپ (G)	۱۴	۱۲	۵۰۷/۹۹**	۱۰۲/۶۹**	۲/۲۱**	۲۴/۲۶**	۰/۵۱**
اثر متقابل(P×G)	۴۲	۲۴	۱۷۳/۵۲**	۳۳/۶۹**	۰/۷۸**	۱۲/۲۱**	۰/۳۲*
خطا (E)	۱۲۰	۷۸	۸۴/۵۸	۷/۹۹	۰/۳۶	۴/۵۹	۰/۲۱
ضریب تغییرات (٪)			۱۴/۷۷	۱۴/۵۱	۱۶/۴۰	۳۳/۵۹	۲۱/۸۶

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

تهیه زمین، بذرهای هر ژنوتیپ در کرت‌های به مساحت شش مترمربع شامل ۵ خط چهارمتری با فواصل ردیف ۳۰ سانتی‌متر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت و در نهایت نیز محصول کرت‌های آزمایشی پس از حذف اثر حاشیه برداشت شد. در این تحقیق میانگین عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌ها بر حسب کیلوگرم در هکتار و نیز درصد روغن دانه در چهار ایستگاه مزبور برای کلیه تکرارها در نظر گرفته شد. محتوی روغن یک نمونه تصادفی (۳/۵۱ تا ۳/۵۹ گرمی) از محصول هر کرت با استفاده از دستگاه NMR (Nuclear Magnetic Resonance) در آزمایشگاه تجزیه شیمیایی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی - کرج اندازه‌گیری شد. مقایسه میانگین تمامی صفات بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan's multiple range test) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای آماری MSTAT - C، SPSS و EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که ژنوتیپ‌ها نسبت به سطوح مختلف پتانسیل آب اعمال شده، واکنش متفاوتی داشته‌اند. وجود اختلافات معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها برای صفات اندازه‌گیری شده حاکی از وجود تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مرحلهٔ جوانه‌زنی از نظر تنش رطوبتی می‌باشد (جدول ۱).

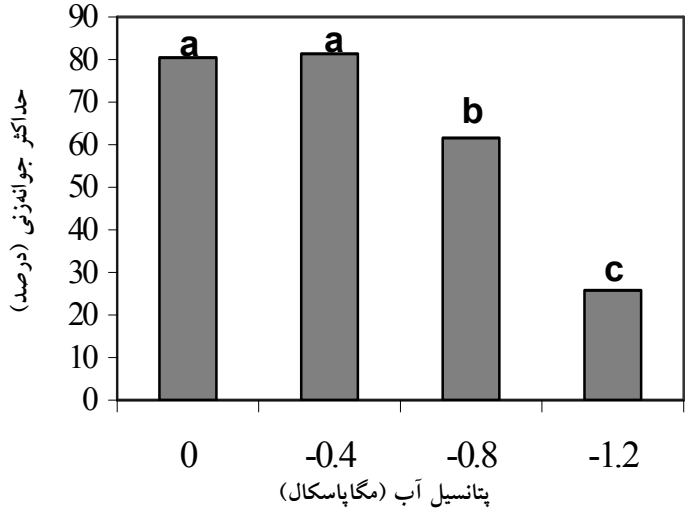
حداکثر جوانه‌زنی (Gmax)

با کاهش پتانسیل آب از صفر تا ۰/۴- مگاپاسکال، تفاوت معنی‌داری در متوسط جوانه‌زنی تمامی ژنوتیپ‌ها حاصل نشد و حداکثر جوانه‌زنی در تمامی ژنوتیپ‌ها در سطح شاهد و ۰/۴- مگاپاسکال به طور متوسط بیش از ۸۰ درصد بود. با افزایش تنش از ۰/۴- تا ۱/۲- مگاپاسکال به طور متوسط ۲۴/۵۹ و ۶۸/۳۰ درصد کاهش جوانه‌زنی دیده شد (شکل ۱). بالاترین درصد جوانه‌زنی به‌ترتیب به ژنوتیپ‌های LRV-51-51، ورامین ۲۹۵ و کمترین درصد جوانه‌زنی به ژنوتیپ CW-74 تعلق داشت (جدول ۲).

پاسخ‌های حداکثر جوانه‌زنی هر رقم نسبت به سطوح مختلف پتانسیل آب، معنی‌دار بود. بنابراین واکنش Gmax به طور جداگانه در هر ژنوتیپ نسبت به چهار سطح پتانسیل برازش شد. برای تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، معادلات درجه دوم با مقادیر ضرایب تبیین در دامنه ۰/۹۳ تا ۰/۹۹ تعیین گردید (جدول ۲). ژنوتیپ LRV-51-51 کمترین کاهش را از لحاظ درصد جوانه‌زنی (با ۴۲/۳۱ درصد) در سطح ۱/۲- مگاپاسکال نشان داد و دو ژنوتیپ گوشخانی درشت و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]



شکل ۱. تأثیر پتانسیل‌های آب بر حداکثر جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی گلرنگ

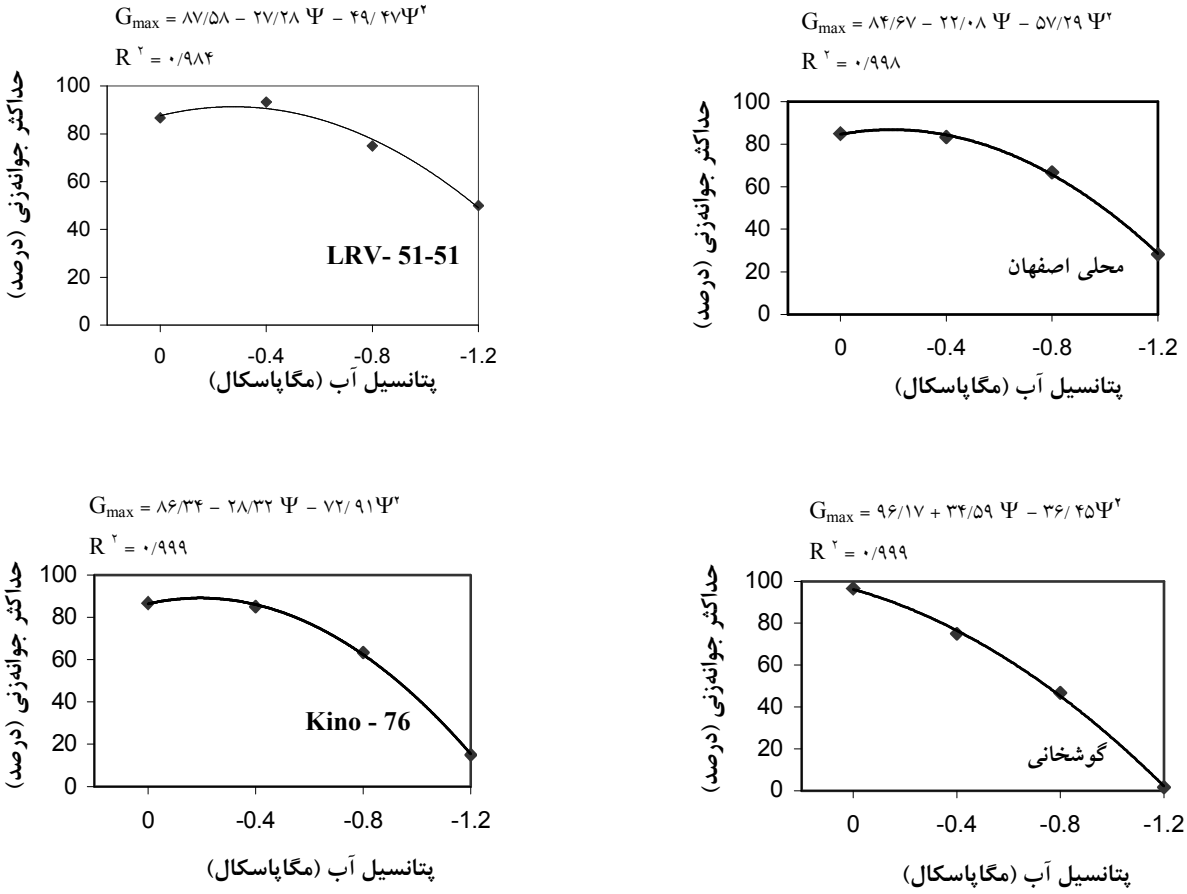
جدول ۲. مقایسه متوسط حداکثر جوانه‌زنی (G_{max})، پتانسیل‌های حداقل (Ψ_{min}) و معادلات مناسب توصیف کننده رابطه حداکثر جوانه‌زنی در مقابل سطوح پتانسیل آب برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی گلرنگ

ژنوتیپ	G_{max}	Ψ_{min}	معادلات	R^2
محلی اصفهان	۶۵/۸ bc	−۱/۳۹	G_{max} = ۸۴/۶۷ − ۲۲/۰۸ Ψ − ۵۷/۲۹ Ψ^{۲}	۰/۹۹۸
محلی زرقان	۶۲/۹ b-e	−۱/۳۱	G_{max} = ۶۹/۴۲− ۸۳/۹۶Ψ − ۱۰۱/۵۶Ψ^{۲}	۰/۹۹۶
محلی مراغه	۶۵/۰ bcd	−۱/۴۲	G_{max} = ۷۹/۳۳ −۲۹/۵۸ Ψ − ۵۷/۲۹ Ψ^{۲}	۰/۹۹۴
گوشخانی	۵۵/۰ ef	−۱/۱۸	G_{max} = ۹۶/۱۷ + ۳۴/۵۹ Ψ − ۳۶/۴۵Ψ^{۲}	۰/۹۹۹
زرقان ۲۷۹	۶۴/۶ bcd	−۱/۳۲	G_{max} = ۷۵/۷۵ − ۶۶/۴۶ Ψ − ۹۱/۱۵Ψ^{۲}	۰/۹۹۲
ورامین ۲۹۵	۷۰/۸ ab	−۱/۳۵	G_{max} = ۹۰/۶۷ − ۳۴/۹۹ Ψ − ۷۲/۹۱ Ψ^{۲}	۰/۹۹۲
LRV-51-51	۷۶/۳ a	−۱/۵۹	G_{max} = ۸۷/۵۸ − ۲۷/۲۸ Ψ − ۴۹/۴۷ Ψ^{۲}	۰/۹۸۴
CH-5	۶۲/۱ cde	−۱/۴۴	G_{max} = ۸۵/۴۱ + ۷/۲۸ Ψ − ۳۳/۸۶ Ψ^{۲}	۰/۹۵۷
CW-74	۴۸/۳ f	−۱/۳۷	G_{max} = ۶۰/۳۳ − ۲۳/۷۶ Ψ − ۴۶/۸۸Ψ^{۲}	۰/۹۳۰
Lesaf	۶۱/۷ cde	−۱/۳۶	G_{max} = ۸۱/۸۳ − ۱۵ /۰۰Ψ − ۵۲/۰۸ Ψ^{۲}	۰/۹۶۸
Hartman	۶۳/۸ bcd	−۱/۴۹	G_{max} = ۸۱/۲۵ − ۷/۲۸ Ψ − ۳۹/۰۶ Ψ^{۲}	۰/۹۹۷
Kino-76	۶۲/۵ b-e	−۱/۲۷	G_{max} = ۸۶/۳۴ − ۲۸/۳۲ Ψ − ۷۲/۹۱Ψ^{۲}	۰/۹۹۹
S-541	۵۹/۲ cde	−۱/۳۱	G_{max} = ۷۳/۹۹ − ۴۳/۳۴ Ψ − ۷۲/۹۲Ψ^{۲}	۰/۹۹۵
PI-537598	۵۹/۶ cde	−۱/۳۹	G_{max} = ۷۶/۹۱ − ۱۷/۳۱ Ψ − ۴۹/۴۹ Ψ^{۲}	۰/۹۹۹
PI- 537636	۵۶/۷ de	−۱/۴۳	G_{max} = ۸۰/۵ + ۱۵/۴۲ Ψ − ۲۶/۰۴ Ψ^{۲}	۰/۹۹۷

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]



شکل ۲. معادله برازش حداکثر جوانه‌زنی در مقابل سطوح پتانسیل آب ($G_{max}= \beta_0 + \beta_1\Psi + \beta_2\Psi^2$) در ژنوتیپ‌های محلی اصفهان، گوشخانی، LRV 51-51 و Kino-76

Kino-76 که در سطح شاهد از درصد جوانه‌زنی بالایی برخوردار بودند، با کاهش پتانسیل به ۱/۲- مگاپاسکال دچار افت شدیدی در جوانه‌زنی (به‌ترتیب ۹۸/۲۷ و ۸۲/۶۹ درصد) شدند (شکل ۲). هاردی‌گری و امریچ (۱۸) در شش گونه علف گندمی معادلات رگرسیونی با ارزش R^2 در دامنه ۰/۷۴ تا ۰/۸۸ برای حداکثر جوانه‌زنی به دست آوردند. با توجه به معادلات برازش شده برای هر ژنوتیپ، کمترین پتانسیل رطوبتی برای توقف جوانه‌زنی برآورد گردید (جدول ۲). دامنه حداقل پتانسیل آب ژنوتیپ‌ها بین ۱/۱۸- مگاپاسکال در ژنوتیپ گوشخانی تا ۱/۵۹- مگاپاسکال در ژنوتیپ LRV-51-51 متغیر بود. به طور متوسط پیش‌بینی شد که این ژنوتیپ‌ها در سطح پتانسیل ۱/۳۷- مگاپاسکال کمتر از ۱۰ درصد جوانه‌زنی داشته باشند.

هانتر و اریکسن (۱۹) پتانسیل‌های بحرانی آب درخاک را برای جوانه‌زنی ذرت (۱/۲۵- مگاپاسکال)، سویا (۰/۶۶- مگاپاسکال) و چغندرقند (۰/۳۵- مگاپاسکال) گزارش نمودند. هم‌چنین جوانه‌زنی یونجه در مطالعهٔ ردمن (۲۹) در پتانسیل ۱/۵- مگاپاسکال کاملاً متوقف شد. جنسن (۲۰) نیز بیان کرد که در پتانسیل ۱/۲- مگاپاسکال هیچ یک از گیاهچه‌های پنبه قادر به جوانه‌زنی نیستند.

شاخص سرعت جوانه‌زنی (GRI)

شاخص سرعت جوانه‌زنی یکی از معیارهای ارزیابی تحمل به خشکی است، به طوری که ارقام دارای GRI بالا در شرایط

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]

جدول ۳. تأثیر پتانسیل آب و ژنوتیپ بر سرعت جوانه‌زنی (بر حسب درصد در روز)

ژنوتیپ‌ها	پتانسیل‌های آب (مگاپاسکال)				
	صفر	−۰/۴	−۰/۸	−۱/۲	میانگین
محلی اصفهان	۳۸/۴ b	۳۶/۵ a	۱۲/۷ a	۴/۱ a	۲۲/۹ ab
محلی زرقان	۳۳/۵ c	۲۹/۳ bc	۱۵/۸ a	۳/۴ b	۲۰/۵ cd
محلی مراغه	۳۱/۸ c	۲۸/۱ c	۱۳/۱ a	۴/۷ a	۱۹/۴ cde
گوشخانی	۳۷/۸ b	۱۹/۶ d	۶/۷ c	۰/۳ b	۱۶/۱ fg
زرقان ۲۷۹	۳۵/۲ b	۳۳/۲ ab	۱۴/۰ a	۳/۱ b	۲۱/۴ bc
ورامین ۲۹۵	۴۳/۶ a	۳۷/۶ a	۱۳/۰ a	۴/۰ a	۲۴/۵ a
LRV-51-51	۳۷/۸ b	۳۷/۵ a	۱۴/۳ a	۸/۷ a	۲۴/۶ a
CH-5	۳۶/۱ b	۲۶/۷ c	۹/۲ b	۴/۹ a	۱۹/۲ cde
CW-74	۲۳/۳ d	۲۲/۶ d	۸/۷ b	۴/۰ b	۱۴/۶ g
Lesaf	۳۲/۴ c	۳۱/۳ b	۱۰/۶ ab	۴/۴ a	۱۹/۶ cde
Hartman	۳۰/۳ c	۲۷/۱ c	۱۱/۵ a	۴/۹ a	۱۸/۴ def
Kino-76	۳۵/۴ b	۲۴/۹ cd	۱۰/۸ a	۱/۹ b	۱۸/۳ def
S-541	۳۱/۱ c	۳۰/۱۴ b	۹/۶ b	۳/۱ b	۱۸/۵ def
PI-537598	۳۰/۱ c	۲۶/۴ c	۱۰/۴ b	۳/۷ ab	۱۷/۷ ef
PI- 537636	۳۱/۱ c	۲۰/۸ d	۹/۶ b	۴/۰ a	۱۶/۴ fg
میانگین	۳۳/۵ A	۲۹/۱ B	۱۱/۳ C	۳/۹ D	

در هر ستون تفاوت میانگین ژنوتیپ‌ها با حداقل یک حرف کوچک مشترک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست. تفاوت مربوط به سطوح پتانسیل آب با حروف بزرگ نوشته شده است.

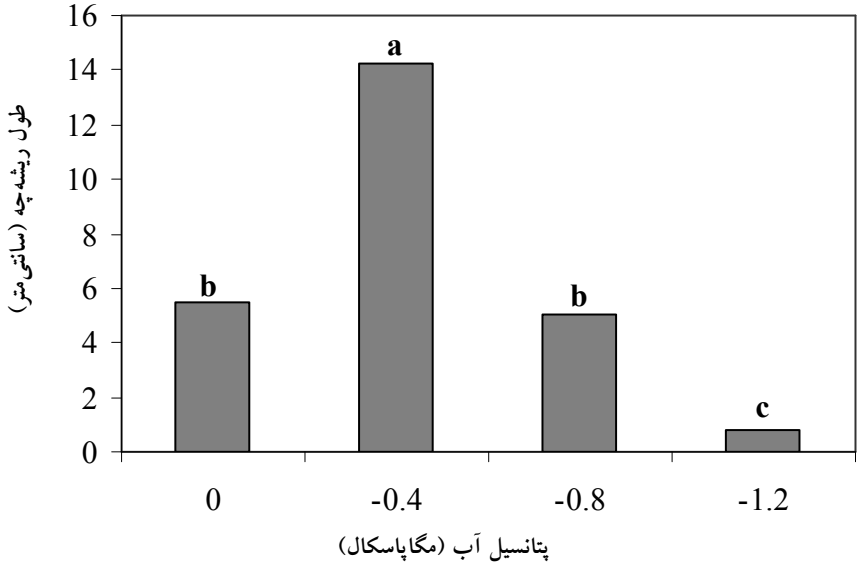
تنش از شانس بیشتری برای سبز شدن برخوردارند. اثر سطوح مختلف پتانسیل آب بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود. به طور کلی با کاهش پتانسیل آب از صفر تا ۱/۲− مگاپاسکال سرعت جوانه‌زنی به ترتیب ۱۳/۱۰، ۶۶/۲۱ و ۸۸/۲۳ درصد کاهش نشان داد. ژنوتیپ‌های ایرانی ورامین ۲۹۵، محلی اصفهان و LRV-51-51 به طور متوسط بالاترین و ژنوتیپ CW-74 کمترین مقدار سرعت جوانه‌زنی را در مجموع ۴ سطح داشتند. تأثیر متقابل سطوح رطوبتی × ژنوتیپ برای GRI معنی‌دار بود. به طوری که ژنوتیپ گوشخانی که در شرایط فقدان تنش از سرعت جوانه‌زنی مناسبی برخوردار بود در هر سه سطح تنش دچار افت شدیدی در سرعت جوانه‌زنی گردید و نیز ژنوتیپ‌های محلی زرقان و مراغه که در سطح شاهد در کلاس C قرار داشتند در سطح تنش ۰/۸− مگاپاسکال از سرعت جوانه‌زنی بالایی در بین ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند (جدول ۳). اثر متقابل معنی‌دار سطوح رطوبتی × ژنوتیپ برای شاخص سرعت جوانه‌زنی در برخی از گیاهان زراعی دیگر نیز گزارش شده است (۲، ۶، ۱۲ و ۱۷).

طول ریشه چه (RL)

ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر طول ریشه‌چه واکنش متفاوتی نشان دادند (شکل ۳). در سطح شاهد، ژنوتیپ‌ها از ریشه‌چه‌های قطور، پر انشعاب و کوتاه‌تر برخوردار بودند و در شرایط تنش ملایم، این گیاهچه‌ها دارای ریشه‌چه‌های نازک، ضعیف و بلندتری بودند، به طوری که تمامی ژنوتیپ‌ها در سطح تنش ۰/۴− مگاپاسکال و برخی از ژنوتیپ‌ها در سطح تنش ۰/۸− مگاپاسکال از طول ریشه‌چه بیشتری نسبت به شاهد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]



شکل ۳. تأثیر پتانسیل‌های آب بر طول ریشه‌چه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی گلرنگ

برخوردار بودند. اهمیت طول ریشه گلرنگ تحت شرایط تنش در سایر مطالعات نیز گزارش شده است (۱۶، ۲۲ و ۲۶). با افزایش تنش به ۱/۲- مگاپاسکال و با کاهش آب قابل دسترس بذرهای، کاهش شدیدی در طول ریشه‌چه مشاهده شد. در کل با کاهش پتانسیل آب از صفر تا ۰/۴- مگاپاسکال به طور متوسط ۸/۷۵ سانتی‌متر افزایش در طول ریشه‌چه حاصل شد و با کاهش پتانسیل آب به سطوح ۰/۸- و ۱/۲- مگاپاسکال، به‌طور متوسط ۰/۴۲ و ۴/۶۳ سانتی‌متر کاهش نسبت به شاهد دیده شد. ارقام ورامین ۲۹۵ و زرقان ۲۷۹ از بیشترین طول ریشه‌چه برخوردار بودند (شکل ۴). اثر متقابل ژنوتیپ و پتانسیل آب بر روی طول ریشه‌چه معنی‌دار بود. لازم به ذکر است که در سطوح پتانسیل صفر و ۱/۲- مگاپاسکال تفاوت معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌ها دیده نشده و در سطح تنش ۰/۸- مگاپاسکال تفاوت بین ژنوتیپ‌های ایرانی با ژنوتیپ‌های دیگر بهتر آشکار شد (داده‌ها نشان داده نشده است). در مجموع ژنوتیپ‌های ایرانی به استثنای گوشخانی نسبت به ژنوتیپ‌های خارجی برتری نشان دادند.

طول ساقه‌چه (SL)

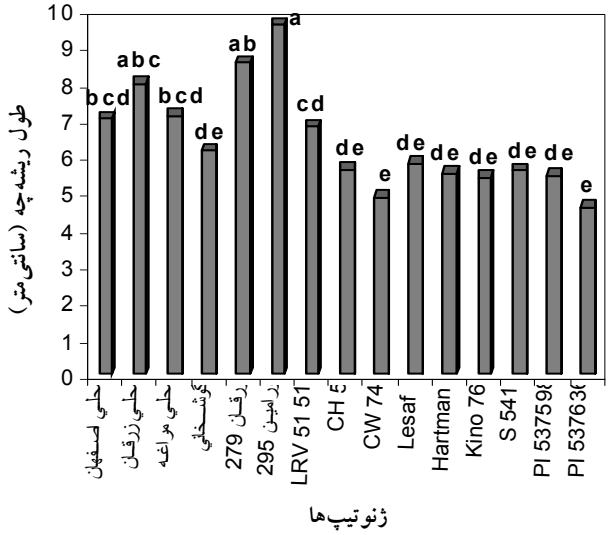
به طور متوسط طول ساقه‌چه در تمامی ژنوتیپ‌ها در سطح شاهد بیش از ۵ سانتی‌متر بود. با کاهش پتانسیل آب، طول ساقه‌چه تمامی ژنوتیپ‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به نحوی که با کاهش پتانسیل آب از صفر به ۱/۲- مگاپاسکال، طول ساقه‌چه به‌ترتیب ۵۱/۵۳، ۸۵/۷۰ و ۹۸/۶۳ درصد کاهش نشان داد. در سطوح تنش ۰/۸- و ۱/۲- مگاپاسکال، رشد چندانی در تمامی ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد (شکل ۵). در این آزمایش در میان پارامترهای مورد اندازه‌گیری، طول ساقه‌چه حساسیت بیشتری به تنش نشان داد. نتایج تحقیقات دیگر در سایر گیاهان نیز مؤید این مطلب است (۶، ۱۰ و ۱۳). بالاترین طول ساقه‌چه به ژنوتیپ محلی مراغه و کمترین آن به ژنوتیپ S-541 تعلق داشت.

زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T_{50})

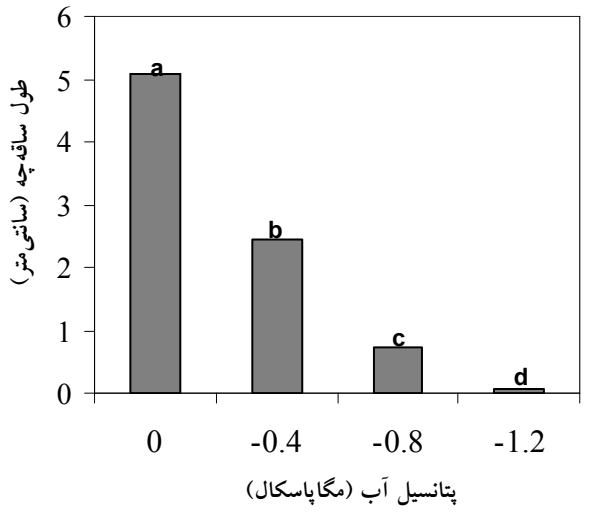
با افزایش تنش رطوبتی از صفر تا ۰/۸- مگاپاسکال، صفت T_{50} پیوسته طولانی‌تر شد، به خصوص افزایش تنش از ۰/۴- تا ۰/۸- مگاپاسکال به شدت طول این مرحله را طولانی ساخت. تفاوت ژنوتیپ‌ها به لحاظ این ویژگی نیز معنی‌دار بود. اکثر ژنوتیپ‌های خارجی در میانگین سه سطح، از مرحله T_{50} طولانی‌تری نسبت به ژنوتیپ‌های گلرنگ ایرانی برخوردار بودند. در بین ژنوتیپ‌های ایرانی نیز، محلی زرقان کوتاه‌ترین

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]



شکل ۴. متوسط طول ریشه‌چه در ۱۵ ژنوتیپ گلرنگ



شکل ۵. تأثیر پتانسیل‌های آب بر طول ساقه‌چه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی گلرنگ

مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی را دارا بود. اثر متقابل سطوح رطوبتی × ژنوتیپ برای T_{50} معنی‌دار بود. این امر نشان داد که ژنوتیپ‌ها در سطوح مختلف پتانسیل از نظر T_{50} واکنش متفاوتی داشته‌اند. برای مثال، ژنوتیپ‌های محلی اصفهان و ورامین ۲۹۵ که در سطوح پتانسیل صفر و ۰/۴- مگاپاسکال در گروه برتر قرار داشتند، در سطح تنش ۰/۸- مگاپاسکال در کلاس C قرار گرفتند (جدول ۴). البته لازم به ذکر است که سطح تنش ۱/۲- مگاپاسکال که تمامی ژنوتیپ‌ها به استثنای رقم LRV-51-51 در طول دوره آزمایش کمتر از ۵۰ درصد جوانه‌زنی داشتند و نیز دو ژنوتیپ گوشخانی و CW-74 که در سطوح تنش ۰/۸- و ۱/۲- مگاپاسکال میزان جوانه‌زنی به ۵۰ درصد نرسید، در محاسبات آماری وارد نشدند.

ارزیابی ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط مزرعه

این آزمایش که به منظور دست‌یابی به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در کشت پاییزه برای شرایط دیم صورت گرفت، نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با متوسط بیش از ۱ تن در هکتار در چهار ایستگاه تحت بررسی کشور مربوط به ژنوتیپ‌های خارجی PI-537598، Lesaf و CH-5 بود. دامنه درصد روغن دانه ژنوتیپ‌ها از ۲۵/۱۶ درصد تا ۳۰/۵۶ درصد به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های زرقان ۲۷۹ و CW-74 متغیر بود. بیشترین عملکرد روغن با متوسط بیش از ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز به دو ژنوتیپ PI-537598 و Lesaf تعلق داشت. ژنوتیپ زرقان ۲۷۹ که در حال حاضر درمناطق مختلف کشور به صورت پاییزه کشت می‌شود از کمترین عملکرد دانه و روغن برخوردار بود. بنابراین این ژنوتیپ سازگار و مناسب کشت دیم پاییزه در این مناطق نیست. سایر ژنوتیپ‌های ایرانی نیز از پتانسیل تولید پایینی برخوردار بودند. از طرف دیگر در بین ژنوتیپ‌های خارجی PI-537636، Kino-76 و CW-74 از عملکرد دانه و روغن پایین‌تری برخوردار بودند (جدول ۵).

هم‌بستگی بین صفات

شاخص سرعت جوانه‌زنی (GRI) در تمامی سطوح تنش با طول ریشه‌چه، هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۶). بنابراین می‌توان از طریق طول ریشه‌چه نسبت به گزینش ژنوتیپ‌های متحمل‌تر اقدام نمود. البته این شاخص در سطح

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]

جدول ۴. تأثیر پتانسیل آب و ژنوتیپ بر زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (بر حسب روز)

ژنوتیپ‌ها	پتانسیل‌های آب (مگاپاسکال)			
	صفر	-۰/۴	-۰/۸	میانگین
محلی اصفهان	۱/۵۰ ab	۱/۵۸ a	۶/۹۴ c	۳/۳ a-d
محلی زرقان	۱/۸۹ b	۱/۹۴ b	۴/۵۵ a	۲/۸ a
محلی مراغه	۲/۰۰ b	۲/۷۷ bc	۶/۳۷ c	۳/۷ b-e
زرقان ۲۷۹	۱/۵۳ b	۱/۹۷ b	۵/۶۳ b	۳/۱ ab
ورامین ۲۹۵	۱/۲۰ a	۱/۶۱ a	۶/۸۰ c	۳/۲ abc
LRV-51-51	۱/۵۱ b	۱/۷۹ ab	۶/۰۷ bc	۳/۱ ab
CH-5	۱/۶۳ b	۲/۹۹ c	۷/۴۳ c	۴/۰ ef
Lesaf	۱/۸۲ b	۲/۵۵ b	۶/۹۳ c	۳/۸ c-f
Hartman	۲/۴۴ b	۲/۹۷ c	۷/۰۸ c	۴/۲ ef
Kino-76	۱/۷۲ b	۳/۱۱ c	۶/۵۴ c	۳/۸ c-f
S-541	۱/۸۹ b	۲/۴۸ b	۷/۴۰ c	۳/۹ def
PI-537598	۲/۰۲ b	۲/۹۲ c	۷/۳۸ c	۴/۱ ef
PI- 537636	۲/۲۲ b	۳/۸۴ c	۷/۱۵ c	۴/۴ f
میانگین	۱/۸ A	۲/۵ B	۶/۶ C	

در هر ستون تفاوت میانگین ژنوتیپ‌ها با حداقل یک حرف کوچک مشترک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست. تفاوت مربوط به سطوح پتانسیل آب با حروف بزرگ نوشته شده است.

جدول ۵. ارزیابی تعدادی از ژنوتیپ‌های گلرنگ مورد بررسی در کشت پاییزه تحت شرایط دیم

ژنوتیپ‌ها	متوسط ایستگاه‌های تحت بررسی		
	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن دانه	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
محلی اصفهان	۶۰۵/۹ c	۲۸/۱ c	۱۷۰/۲ e
زرقان ۲۷۹	۵۲۹/۵ c	۲۵/۲ d	۱۳۳/۲ e
LRV-51-51	۷۸۱/۳ b	۲۸/۳ bc	۲۱۹/۹ d
CH-5	۱۰۲۸/۳ a	۲۷/۳ c	۲۸۰/۳ bc
CW-74	۷۷۱/۶ b	۳۰/۶ a	۲۳۵/۸ d
Lesaf	۱۰۵۷/۵ a	۲۹/۷ a	۳۱۳/۹ ab
Hartman	۸۴۰/۵ b	۲۸/۹ b	۲۴۳/۳ cd
Kino-76	۷۵۲/۹ b	۲۹/۱ b	۲۱۸/۹ d
PI-537598	۱۱۱۳/۳ a	۲۹/۳ b	۳۲۶/۴ a
PI-537636	۷۴۷/۵ b	۲۹/۵ ab	۲۲۰/۳ d

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]

جدول ۶. ضرایب هم‌بستگی بین شاخص سرعت جوانه‌زنی با دیگر اجزای جوانه‌زنی در چهار سطح پتانسیل آب و برخی از صفات مزرعه‌ای

سطوح پتانسیل آب (Ψ_w)	شاخص سرعت جوانه‌زنی (GRI)			
	صفر	−۰/۴	−۰/۸	−۱/۲
	حداکثرجوانه‌زنی (Gmax)			
صفر	۰/۸۲**	۰/۱۷	−۰/۰۷۶	−۰/۱۰
−۰/۴	۰/۷۳**	۰/۸۲**	۰/۶۵**	۰/۴۰
−۰/۸	۰/۵۳*	۰/۸۱**	۰/۹۲**	۰/۳۶
−۱/۲	۰/۰۱	۰/۵۹*	۰/۵۶*	۰/۹۸**
	طول ریشه‌چه (RL)			
صفر	۰/۳۲	۰/۱۶	−۰/۰۱	۰/۰۲
−۰/۴	۰/۶۴**	۰/۵۲*	۰/۵۷*	−۰/۱۸
−۰/۸	۰/۴۷	۰/۶۸**	۰/۷۳**	۰/۱۷
−۱/۲	۰/۰۷	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۷۷**
	طول ساقه‌چه (SL)			
صفر	−۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۶۶**
−۰/۴	۰/۰۳	−۰/۱۲	۰/۲۶	−۰/۱۶
−۰/۸	۰/۲۹	۰/۶۵**	۰/۸۰**	۰/۳۲
−۱/۲	−۰/۱۱	−۰/۰۶	−۰/۲۱	۰/۳۵
	مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T_{50})			
صفر	−۰/۹۰ **	−۰/۷۵ **	−۰/۳۳	−۰/۱۰
−۰/۴	−۰/۶۷ *	−۰/۹۴ **	−۰/۷۲ **	−۰/۲۳
−۰/۸	۴	−۰/۲۵	−۰/۸۸ **	−۰/۰۱
درصد روغن	−۰/۶۴ *	−۰/۵۲	−۰/۶۲ *	−۰/۰۲
عملکرد دانه	−۰/۲۵	−۰/۲۸	−۰/۵۳	۰/۱۴

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

پتانسیل ۰/۸− مگاپاسکال، هم‌بستگی بالایی با دیگر پارامترهای جوانه زنی یعنی طول ریشه‌چه (۰/۷۳۳**)، طول ساقه‌چه (۰/۸۰۰**) و درصد جوانه‌زنی (۰/۹۲۱**) نشان داد. به نظر می‌رسد این سطح پتانسیل در مقایسه با تنش ملایم (۰/۴− مگاپاسکال) که تنها صفت طول ساقه‌چه است، کاهش معنی‌داری نشان داد. هم‌چنین تنش بیشتر (۱/۲− مگاپاسکال) که هر سه پارامتر جوانه‌زنی کاهش قابل ملاحظه‌ای داشتند سطح مناسب‌تری برای تعیین واکنش ژنوتیپ‌های گلرنگ به تنش رطوبتی می‌باشد. هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بین سرعت جوانه‌زنی در تمامی سطوح پتانسیل و در سطح احتمال ۱٪ با حداکثر جوانه‌زنی حاصل شد و نشان داد که ژنوتیپ‌هایی با رشد از جوانه‌زنی مناسبی برخوردارند. وجود ارتباط منفی و معنی‌دار بین شاخص سرعت جوانه‌زنی و صفت T_{50} نشان داد که با افزایش سرعت رشد، زمان لازم برای جوانه‌زنی و سبز

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]

شدن کاهش خواهد یافت. هم‌چنین در سطوح پتانسیل شاهد و ۰/۸ مگاپاسکال، ارتباط منفی و معنی‌داری بین درصد روغن بذر با سرعت جوانه‌زنی حاصل شد، به طوری که ژنوتیپ‌هایی با درصد روغن بالا نظیر CW-74 از جوانه‌زنی مناسبی برخوردار نبودند. این امر با توجه به ارتباط منفی بین محتوی روغن و پروتئین دانه (۱۵) می‌تواند به دلیل کاهش پروتئین‌های فعال متابولیکی در جریان جوانه‌زنی باشد. بررسی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش نشان داد که اکثر ژنوتیپ‌های خارجی با پتانسیل تولید بالا از قدرت جوانه‌زنی پایینی برخوردارند و از طرف دیگر ژنوتیپ‌های ایرانی مانند زرقان ۲۷۹ که عملکرد نسبتاً پایینی در شرایط دیم داشتند از قدرت جوانه‌زنی مناسبی در سطوح تنش رطوبتی برخوردارند. با توجه به این نتایج ارتباط معنی‌داری بین سرعت جوانه‌زنی و عملکرد حاصل نشد. نتایج به دست آمده با بخشی از یافته‌های دیگر بر روی سویا (۹)، گندم (۸)، نخود (۲) و برخی از گیاهان لگوم (۱۷) که ارتباط مرحله جوانه‌زنی را با عملکرد دانه، منفی و غیرمعنی‌دار یافتند، مطابقت داشت.

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که به کارگیری PEG موجب کاهش قابل‌توجه بنیه گیاهچه می‌شود. نکته قابل اهمیت، افزایش طول ریشه‌چه در شرایط تنش ۰/۴- و ۰/۸- مگاپاسکال بود که اهمیت طول ریشه را در گیاه گلرنگ به عنوان گیاه روغنی خشکی‌پسند نشان داد. با کاهش رطوبت، رشد ساقه‌چه، حساسیت بیشتری نسبت به ریشه‌چه نشان داد. بنابراین عمق خروج گیاهچه کاهش خواهد یافت. هم‌چنین افزایش سطوح تنش، موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی و متعاقب آن مدت زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذرها به شدت به تأخیر افتاد به طوری که در سطح تنش ۱/۲- مگاپاسکال در تمامی ژنوتیپ‌ها به استثنای LRV-51-51 کمتر از ۵۰ درصد از بذرها جوانه زدند. مورد دیگر این که اکثر ژنوتیپ‌های ایرانی به جز گوشخانی، عکس‌العمل بهتری در مرحله جوانه‌زنی نسبت به تنش نشان دادند که از این اختلاف ژنتیکی می‌توان در به‌نژادی برای بهبود قدرت اولیه بذر ژنوتیپ‌های خارجی با پتانسیل عملکرد بالا می‌توان استفاده نمود. در شرایطی که گزینش در بین ژنوتیپ‌های ایرانی صورت گیرد، ژنوتیپ LRV-51-51 از وضعیت مناسب‌تری از نظر سرعت جوانه‌زنی و عملکرد برخوردار بود و از سوی دیگر در بین ژنوتیپ‌های خارجی مورد بررسی نیز، ژنوتیپ Lesaf نتایج بهتری نشان داد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کرمانشاه که امکانات انجام این پژوهش را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. تزار، ام. بی. ۱۳۷۳. *مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی (مجمع علوم زراعی آمریکا)*. ترجمه: ع. کوچکی، م. ح. راشد محصل، م. نصیری و ع. ر. صدرآبادی. انتشارات آستان قدس رضوی مشهد. ۴۰۴ صفحه.

۲. جمشید مقدم، م. ۱۳۸۱. ارزیابی معیارهای مقاومت به خشکی و گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم در شرایط آزمایشگاه و مزرعه در نخود زراعی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اصلاح‌نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ۱۴۵ صفحه.

۳. رحیمیان مشهدی، ح.، ع. باقری و ا. پاریاب. ۱۳۷۰. اثر پتانسیل‌های مختلف حاصل از پلی‌اتیلن گلایکول و کلرور سدیم توأم با درجه حرارت بر جوانه‌زنی توده‌های گندم دیم. علوم و صنایع کشاورزی ۵ (۱) :۳۷-۴۶.

۴. زینلی، ا. ۱۳۷۸. *گلرنگ، شناخت- تولید - مصرف*. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۴۴ صفحه.

۵. قجری، ع. و ا. زینلی. ۱۳۸۱. تأثیر شوری و خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دو رقم پنبه. نهال و بذر ۸ (۴) :۵۰۶-۵۰۹.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]

۶. کیانی، م.، ع. باقری و ا. نظامی. ۱۳۷۷. عکس العمل ژنوتیپ‌های عدس با استفاده از پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰. علوم و صنایع کشاورزی ۱۲ (۱) : ۳۹-۵۹ .

۷. گوپتا، یو، اس. ۱۳۷۴. *جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم. ترجمه (غ. م. سرمدنیا و ع. کوچکی)*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ چهارم. ۴۲۴ صفحه.

8. Blum, A., B. Sinmena and O. Ziv. 1980. An evaluation of seed and seedling drought tolerance screening tests in wheat. Euphytica 29: 727-736.
9. Bouslama, M. and W. T. Schapauch.1984. Stress tolerance in soybean. I. Evaluation of free screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Sci. 24: 933-937.
10. El-Sharkawi, H. M. and I. Springuel. 1977. Germination of some crop plant seed under reduced water potential. Seed Sci. and Technol. 5: 677-688.
11. Emmerich, W. E. and S. P. Hardegree. 1990. Polyethylen glycol solution contact effect on seed germination. Agron. J. 82: 1103-1107.
12. Emmerich, W. E. and S. P. Hardegree. 1991. Seed germination in polyethylen glycol solution: Effect of filter paper exclusion and water vapor loss. Crop Sci. 31:454-458.
13. Farshidfar, E., R. Mohammadi and J. Sutca. 2002. Association between field and laboratory perdictors of drought tolerance in wheat disomic addition lines. Acta Agron. Hungarica 50: 377-381.
14. Fernandez, G. and M. Johnston. 1995. Seed vigour testing in lentil, bean, and chickpea. Seed Sci. and Technol. 23: 617-627.
15. Fernandez – Martinez, J. 1997. Update on safflower genetic improvement and germplasm resources. Proceedings IVth International Safflower Conference. Bari (Italy) . June 2-7. 187-195.
16. Froozan, K. 1997. A technigue for screening of drought and saline resistant safflower varieties during germination and plant growing. Proceedings IVth International Safflower Conference. Bari (Italy) . June 2-7. 170-171.
17. Grzesiak, S., W. Filek, G. Skrudlik and B. Niziol. 1996. Screening for drought resistance: evaluation of seed germination and seedling growth for drought resistance in legume plants. J. Agron. and Crop Sci. 177: 245-252.
18. Hardegree, S. P. and W. E. Emmerich. 1994. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. Seed Sci. and Technol. 22: 1-7.
19. Hunter, J. R. and A. E. Erickson. 1952. Relation of seed germination to soil moisture tension. Agron. J. 44: 107-110.
20. Jensen, R. D. 1971. Effects of soil water tension on the emergence and growth of cotton seedlings. Agron. J. 63: 766-768.
21. Johnson, R. C., V. L. Bradley, Ghorpade and J. W. Bergman. 1997. Regeneration and evaluation of the U. S. safflower germplasm collection. Proceedings IVth International Safflower Conference. Bari (Italy), June 2-7, page 215-217.
22. Knowles, P. F. 1958. Safflower. Adv. in Agron. Vol. 10. Academic press, NewYork, NY.
23. Kpoghomou, B. K., V. T Sapra and C. A. Beyl. 1990. Screening for drought tolerance: Soybean germination and its relationship to seedling response. J. Agron. and Crop Sci. 164: 153-159.
24. Maftoun, M. and A. R. Sepaskhah. 1978. Effect of temperature and osmotic potential on germination of sunflower and safflower and on hormone-treated sunflower seeds. Can. J. Plant Sci. 58 (2): 295-301.
25. Maguire , J. D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2 : 176-177.
26. Merrill, S. D., D. L. Tanaka, J. M. Krupinsky and R. E. Ries. 2001. Safflower root growth and water use in comparison with other crops. Vth international safflower conference, Williston, N. D., U. S. A. 227-231.
27. Michel, B. E. and M. R. Kaufman. 1973. The osmotic potential of polyetylene glycol 6000. Plant physiol. 51: 914-916.
28. Parmar, M. T. and R. P. Moore. 1968. Carbowax 6000, Manitol and sodium choloride for simulating drought conditions in germination studies of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. Agron. J. 60: 192-195.
29. Redman, R. E. 1974. Osmotic and specific ion effects on the germination of alfafa. Can. J. Bot. 52: 803-808.
30. Sionit, N., M. Kheradnam and S. R. Ghorashy. 1973. Effet of different osmotic potentials of media on germination of three safflower varieties. Physiologia-plantarum 29 (2): 272-273.
31. Smith, R. L., C. S. Hoveland and W. W. Hanna. 1989. Water stress and temperature in relation to seed germination of pearl millet and surghum. Agron. J. 81: 303-305.
32. Somers, D. A., S. E. Ullrich and M. F. Ramsay. 1983. Sunflower germination under simulated drought stress. Agron. J. 75: 570-572.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.2.12.9]