ارزیابی ویژگی‌های جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های مختلف گندم در شرایط تنش اسمزی و هم‌بستگی آنها با سرعت سبزشدن و مقاومت به خشکی در شرایط مزرعه‌ای

محسن سعیدی، علی احمدی، کاظم پوستینی و محمدرضا جهانسوز[1]

چکیده

رطوبت خاک یکی از عوامل محدود کننده جوانه‌زنی، سبزشدن و استقرار گیاهان زراعی خصوصاً در شرایط دیم و در نهایت شکل‌گیری عملکرد در مناطق خشک و نیمه خشک (مانند ایران) است. در چنین مناطقی انتخاب ارقامی که علاوه بر مقاومت به خشکی در مرحله جوانه‌زنی و سبزشدن، پتانسیل عملکرد بالایی نیز داشته باشند از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار هستند. این بررسی در همین راستا و در سه سطح مزرعه‌ای، گلخانه‌ای و آزمایشگاهی و بر روی ژنوتیپ‌های مختلف گندم با سوابق اصلاحی متفاوت شامل: ارقام اصلاح شده داخلی در اثر عمل انتخاب (امید، سرداری، روشن)، ارقام اصلاح شده داخلی- خارجی در اثر عمل هیبریداسیون (آزادی، فلات، قدس) و چهار لاین(۳-۲/۵۵۹۳، ۳-۵۸۰۶، ۶-۶،۶۴۵۲-۷۰۰۷/۲) انجام شد. براساس نتایج به دست آمده با کاهش پتانسیل اسمزی برخلاف درصد و سرعت جوانه‌زنی، بنیه جوانه‌زنی با سرعت و شیب زیاد در ژنوتیپ‌های مختلف شروع به کاهش نمود. در این شرایط و در پتانسیل اسمزی ۰/۸- مگاپاسکال ژنوتیپ‌های امید، آزادی و ۳-۲/۵۵۹۳ بالاترین و ژنوتیپ‌های سرداری، ۳-۵۸۰۶ و فلات کمترین بنیه جوانه‌زنی را از خود نشان دادند. در پتانسیل اسمزی ۱/۶- مگاپاسکال بنیه جوانه‌زنی همه ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌شدت کاهش یافت و در این سطح پتانسیل اسمزی تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مختلف از نظر بنیه جوانه‌زنی دیده نشد. در بین صفات مورد مطالعه بنیه جوانه‌زنی بیشترین ضریب هم‌بستگی را با درصد سبزشدن از سطح مزرعه دارا بود و بین سایر خصوصیات جوانه‌زنی با عملکرد در سطح مزرعه ضریب هم‌بستگی معنی‌داری به دست نیامد. نتایج حاصل از مقایسه‌های گروهی نشان دادند که گروه ژنوتیپ‌های اصلاح شده داخلی دارای بنیه جوانه‌زنی بالاتری نسبت به دو گروه دیگر بود ولی تفاوت معنی‌داری بین آنها از نظر سرعت و درصد جوانه‌زنی دیده نشد.

واژه‌های کلیدی: گندم، عملکرد، جوانه‌زنی، بنیه، سرعت جوانه‌زنی

مقدمه

در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک، دست‌یابی به پوشش گیاهی مناسب در اوائل فصل رشد خصوصاً در اراضی که کشت به صورت خشکه‌کاری است (خصوصاً در شرایط کشت دیم)، از ویژگی‌های مناسب می‌باشد. لازمه این امر توان بالای استقرار گیاهچه است. مقاومت یا حساسیت به تنش خشکی در این

۱. به ترتیب دانشجوی دوره دکتری، استادیار، دانشیار و استادیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]

خصوص نیز همانند بسیاری ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی دیگر می‌تواند در ارقام و توده‌های مختلف بسیار متنوع باشد. از این رو مطالعه آنها امکان شناخت سازوکارهای فیزیولوژیکی و ژنتیکی مقاومت و حساسیت به تنش خشکی را فراهم می‌کند.

۱. مقاومت به خشکی در گونه‌های غیرزراعی به معنای بقا آنها در شرایط تنش تعریف می‌شود اما در گونه‌های زراعی بر اساس میزان عملکرد آنها ارزیابی می‌شود. لذا کمّی کردن شاخص‌های مقاومت به خشکی باید براساس عملکرد دانه در شرایط خشک انجام شود (۲۱). شاخص‌های متعددی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها بر مبنای عملکرد آنها در محیط‌های تنش و عدم تنش پیشنهاد شده است (۲۱). روزیل و هامبلین (۲۵) تحمل تنش (TI) (Tolerance Index) را به عنوان تفاوت بین عملکرد در شرایط تنش (Ys) (Stress Yield) و عدم تنش (Yp) (Potential Yield) و میانگین بهره‌وری (MP) (Mean Productivity) را به عنوان عملکرد متوسط Ys و Yp تعریف نمودند. فیشر و مورر (۲۱) نیز شاخص حساسیت به تنش (SSI) (Stress Susceptibility Index) را پیشنهاد نمودند. فرناندز (۱۹) برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی که هم در شرایط تنش و هم در شرایط کنترل عملکرد بالایی دارند، از شاخص تحمل تنش (STI) (Stress Tolerance Index) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) (Geometric Mean Productivity) استفاده نمود و هم‌بستگی بین GMP و STI را برابر یک گزارش کرد.

۲. ناکافی بودن رطوبت لازم جهت جوانه‌زنی در لایه‌های سطحی خاک و به دنبال آن تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای یکی از عوامل مهم در عدم استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در مناطق خشک می‌باشد. در چنین شرایطی توان خروج جوانه‌ها از عمق‌های بیشتر خاک همراه با تحمل خشکی در مرحله رشد گیاهچه از ویژگی‌های مهم مرتبط با استقرار مطلوب گیاهچه می‌باشد. در مناطق خشک، کشاورز سعی می‌کند بذر را در محیطی بکارد که رطوبت خاک برای سبزشدن بذر کافی باشد. در چنین شرایطی برای این که اطمینان بیشتری از استقرار گیاه داشته باشد، عمق کاشت بین ۸ تا ۱۲ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود. این در حالی است که در شرایط مطلوب رطوبتی عمق مناسب کاشت حدود ۲ تا ۴ سانتی‌متر می‌باشد (۲۴). عمق کم باعث سبزشدن غیر یک‌نواخت گیاه می‌گردد زیرا بذر معمولاً خیلی سریع خشک می‌شود و نمی‌تواند جوانه بزند. کاشت عمیق‌تر نیز باعث تأخیر در سبزشدن، افزایش خطر خسارت آفات و امراض به گیاهچه‌ها شده و اگر عمق کاشت خیلی زیاد باشد، گیاه را ضعیف می‌کند و ممکن است گیاه سبز نشود (۱۱). در ارتباط با کاشت عمقی بذر فیک و کوالست (۲۰) مشاهده کردند که کاشت بذر در عمق ۱۰ سانتی‌متری، سبزشدن گیاه را به اندازه ۴۰ ٪ کاهش داده است. به هرحال در برخی شرایط گرم و خشک کاشت عمقی‌تر بذر برای کاهش خسارت ناشی از خشک شدن سطحی خاک بر روی جوانه‌زنی ضرورت پیدا می‌کند. در مواردی که کاشت بذر قبل از بارندگی در خاک‌های خشک صورت می‌گیرد، عمق کاشت را عمیق‌تر از معمول می‌گیرند. زیرا این موضوع باعث می‌شود که با ریزش باران‌های سبک که برای رشد گیاهچه‌ها کافی نیست، بذور نتوانند جوانه بزنند. در چنین حالت‌هایی، طول کولئوپتیل از اهمیت وافری برخوردار بوده و یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که روی سبز شدن بذرها تأثیر می‌گذارد (۱۰ ، ۲۰ و ۲۶). کورنیش و هیند مارش (۱۴) نیز در این رابطه، هم‌بستگی بین اندازه بذر و طول کولئوپتیل و ایوانز و بات (۱۸) آثار آن را روی بنیه بذر مورد بررسی قرار داده‌اند.

۳. درصد، سرعت و بنیه جوانه زنی بالا تحت شرایط متنوع محیطی از خصوصیات مناسب بذور گیاهان زراعی جهت کشت خصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشند. نتایج به دست آمده از اکثر تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهند که با کاهش سطوح پتانسیل اسمزی درصد (۱ ، ۷ و ۱۵)، سرعت و بنیه جوانه زنی (۴ و ۶) کاهش می‌یابند. امریچ و هاردگری (۱۷) کاهش درصد جوانه زنی تحت پتانسیل‌های اسمزی بالا (منفی‌تر) را به آثار سمی ترکیبات ایجاد کننده پتانسیل اسمزی و سپانلو و سیادت (۲) به کاسته شدن سطح تماس آب با بذرها و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]

پایین آوردن هدایت هیدرولیکی آب اطراف بذور مرتبط می‌دانند. در ارتباط با درجه حساسیت متفاوت خصوصیات فیزیولوژیکی و سرعت جوانه زنی به پتانسیل‌های اسمزی متفاوت عبدالبکی و آندرسن (۸) نشان دادند که سرعت جوانه زنی بیش از درصد جوانه زنی به تنش آبی حساس بوده و در پتانسیل‌های اسمزی بالاتر با شدت بیشتری نسبت به درصد جوانه زنی کاهش می‌یابد.

۴. وجود تنوع ژنوتیپی بین گونه‌های مختلف گیاهان زراعی باعث می‌شود تنوع فراوانی از نظر بروز خصوصیات فیزیولوژیکی تحت شرایط مختلف محیطی وجود داشته باشد. بررسی‌های صورت گرفته توسط عبدالبکی و آندرسن (۸)، سپانلو و سیادت (۲) ، دی و کار (۱۵) نشان دهنده چنین تنوعی بین گونه‌های مختلف گندم از نظر خصوصیات درصد، سرعت و بنیه جوانه زنی تحت یک پتانسیل اسمزی خاص می‌باشد. همان طور که گفته شد کشت گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مانند ایران) خصوصاً در شرایط دیم عموماً با بروز تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی و سبزشدن و مراحل انتهایی فصل رشد همراه است. با توجه به مطالب ذکر شده هدف از اجرای این تحقیق بررسی و تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در مرحله جوانه‌زنی و مراحل انتهایی فصل بوده است. از طرفی با توجه به اولویت کشت عمقی بذرها در چنین مناطقی در صورت حل نشدن مشکل کم آبی ژنوتیپ‌های مختلف، جهت تعیین بالاترین پتانسیل طول کولئوپتیل مورد بررسی قرار گرفتند و در پایان ضرایب هم‌بستگی بین صفات مورد مطالعه جهت تعیین بهترین ژنوتیپ‌ها که هم بتوانند شرایط تنش رطوبتی ابتدای فصل را تحمل کنند و هم در انتهای فصل رشد بالاترین عملکرد را داشته باشند مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال ۱۳۸۰ و در قالب مجموعه‌ای از آزمایش‌های مزرعه‌ای، گلخانه‌ای و آزمایشگاهی انجام شد. آزمایش مزرعه‌ای به منظور بررسی عملکرد و مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های مختلف به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران طرح‌ریزی شد. بافت خاک محل اجرای آزمایش، لومی‌رسی بود و بر اساس نتیجه آزمایش انجام شده روی خاک مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در دو مرحله (زمان کاشت و گل‌دهی) به زمین داده شد و با توجه به بالا بودن مقدار فسفر و پتاسیم قابل جذب از دادن این دو عنصر به خاک چشم پوشی شد. مقدار بذر مصرفی نیز ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد.

رژیم رطوبتی (آبیاری معمولی و تنش آبی) به عنوان فاکتور اصلی و ۱۰ ژنوتیپ شامل: سرداری، امید، روشن(ارقام اصلاح شده با منشاء داخلی)، آزادی، فلات، قدس (ارقام اصلاح شده در اثر هیبریداسیون ژنوتیپ‌های داخلی و خارجی) و ۳-۵۵۹۳/۲، ۶-۶۴۵۲، ۳-۵۸۰۶ و ۶-۷۰۰۷/۲ (لاین‌های بومی) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. آخرین آبیاری هم‌زمان هر دو تیمار کنترل و تنش در مرحله اواخر ساقه‌روی انجام شد. پس از آن آبیاری تیمار شاهد براساس عرف منطقه انجام شد در حالی که تیمار تنش براساس پتانسیل آبی خاک و به کمک منحنی رطوبتی خاک مزرعه آزمایشی آبیاری گردید. پتانسیل آبی خاک بلافاصله قبل از آبیاری اول، دوم و سوم در تیمار تنش به ترتیب ۱/۰۰-، ۲/۵۱- و۲/۶۰- مگاپاسکال بود. برای تعیین عملکرد نهایی دانه و عملکرد بیولوژیک، ۱/۵ متر از خطوط کاشت هر کرت در پایان آزمایش و پس از رسیدگی فیزیولوژیکی برداشت شد و با استفاده از عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط کنترل و تنش رطوبتی شاخص‌های مقاومت به خشکی به شرح ذیل محاسبه شدند:

$$TOL = Y_S - Y_P \qquad MP = \frac{Y_S + Y_P}{۲} \qquad STI = \frac{(Y_P * Y_S)}{(\overline{Y}_P)^۲}$$

$$GMP = \sqrt{(Y_S * Y_P)} \qquad SSI = \frac{۱ - \left[\frac{Y_S}{Y_P}\right]}{SI} \qquad SI = ۱ - \left[\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_P}\right]$$

که Y_p و Y_s به ترتیب عملکرد و $\overline{Y}_p$ و $\overline{Y}_s$ میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف تحت شرایط کنترل و تنش

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]

رطوبتی می‌باشند. SI (Stress Index) هم شاخص تنش می‌باشد و از طریق رابطه ذکر شده محاسبه می‌شود.

در بررسی آزمایشگاهی، برای دست‌یابی به پتانسیل‌های اسمزی مختلف (صفر (شاهد)، ۰/۴-، ۰/۸-، ۱/۲- و ۱/۶- مگاپاسکال (MPa))، حل کردن مقادیر مختلف پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ (PEG 6000) توسط معادله بورلین و کافمن (۱۳) به صورت زیر انجام شد:

$$\text{پتانسیل آبی } (\Psi) \text{ (به بار)} = -(۱/۱۸\times۱۰^{-۲})C-(۱/۱۸\times۱۰^{-۴})C^{۲}+(۲/۶۷\times۱۰^{-۴})CT+(۸/۳۹\times۱۰^{-۷})C^{۲}T$$

در این فرمول c غلظت PEG 6000 برحسب گرم در کیلوگرم آب و T دما بر حسب درجه سانتی‌گراد است. بذرها ابتدا در الکل ۹۶٪ به مدت ۱۰ ثانیه، بعد از آن در محلول هیپوکلرید سدیم ۱۵ ٪ به مدت ۵۰ ثانیه ضدعفونی شدند. لازم به ذکر است که هر مرحله به سرعت و در محیطی آرام و بدون جریانات هوا (زیر هود) صورت گرفت. بعد از ضدعفونی بذرها، از پتری‌های پلاستیکی به قطر ۹ و ارتفاع ۲ سانتی‌متر استفاده شد. این پتری‌ها نیز قبلاً به وسیله محلول ۵۰ درصد هیپوکلرید سدیم ضدعفونی شده بودند. کاغذهای صافی و استات سلولز نیز درون نایلون‌های پلاستیکی قرار داده شده و برای مدت یک ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و فشار یک اتمسفر به وسیله اتوکلاو استریل شدند و به منظور جلوگیری از تماس مستقیم ملکول‌های PEG با بذرها و اثرات سمیت احتمالی (۱۶ و ۲۲) داخل هر پتری ابتدا یک لایه کاغذ استات سلولز قرار داده شد، سپس یک لایه کاغذ صافی واتمن نیز روی کاغذ استات سلولز و لازم به ذکر است که کاغذ استات سلولز قطر بیشتری نسبت به قطر پتری داشت. در این شرایط لبه‌های کاغذ استات سلولز، جداره عمودی پتری را نیز پوشاند و کاغذ صافی داخل آن قرار گرفت. هر دو پتری به عنوان یک تکرار از یک تیمار در نظر گرفته شدند. بعد از قرار دادن بذرها درون پتری‌ها (۵۰ عدد در هر پتری)، محلول‌های آماده شده زیر لایه‌های استات سلولز ریخته شدند. لبه‌های بالا آمده کاغذ استات سلولز مانع جریان ملکول‌های پلی‌اتیلن گلایکول در اطراف بذرها می‌شد. در هر یک از پتری‌ها حدود ۹ میلی‌لیتر از محلول‌های مورد نظر ریخته شد. چند پتری بدون بذر نیز انتخاب شده و روزانه بازبینی شدند و کاهش وزن این پتری‌ها نشان دهنده میزان تبخیر آب از هر پتری بود بدین وسیله کمبود آبی که از طریق تبخیر ایجاد می‌شد جبران گردید و سعی شد تا پایان آزمایش از تغییرات محسوس در پتانسیل آبی جلوگیری شود. در مرحله بعد پتری‌ها درون انکوباتور مدل J.Kottermann-KG با دمای ۰/۵ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و صفات زیر در فواصل زمانی معین اندازه‌گیری شدند.

درصد جوانه‌زنی

درصد جوانه‌زنی برای تمام پتری‌ها و نمونه‌های هر رقم یا توده در روز پایانی آزمایش (۱۳ روز) یادداشت شد.

سرعت جوانه‌زنی

تعداد بذرهای جوانه زده از هر ژنوتیپ بعد از کاشت هر روز یک بار شمارش شدند. آخرین شمارش زمانی بود که سه روز پشت سرهم تغییری در جوانه‌زنی دیده نشد. در پایان آزمایش با استفاده از فرمول بیلچر و میلر (۱۲) که به عنوان شاخصی از جوانه‌زنی بذر استفاده می‌شود سرعت جوانه‌زنی تخمین زده شد.

$$R_s=\sum_{i=۱}^{n}\frac{S_i}{D_i}$$

Rs= سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذور جوانه زده در روز)، Si= تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش Di= تعداد روز تا شمارش iام و n دفعات شمارش می‌باشد.

بنیه جوانه‌زنی

با استفاده از فرمول عبدالبکی و آندرسن (۸) بنیه بذرهای ژنوتیپ‌های مختلف نیز محاسبه شد:

$$VI=\frac{\%Gr\times MSH}{۱۰۰}$$

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]

VI= شاخص بنیه بذر، GR% = درصد جوانه‌زنی و MSH = مجموع طول ساقه‌چه و ریشه‌چه. در پایان آزمایش وزن‌تر و خشک ریشه‌چه وساقه‌چه نیز با استفاده از ترازوی دیجیتالی SARTORIUS مدل BP310 با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. قبل از انجام محاسبات آماری، با استفاده از نرم‌افزار Minitab نرمال بودن یا نبودن داده‌ها آزمون شد و آزمون همگنی واریانس‌ها بر روی داده‌ها انجام شد و در صورت نیاز تبدیل داده صورت گرفت. محاسبات آماری نیز با استفاده از نرم افزارهای SAS، MSTATC و SPSS انجام شدند.

بررسی گلخانه‌ای به منظور مطالعه پتانسیل طول کولئوپتیل ژنوتیپ‌های مختلف گندم (ذکر شده در آزمایش‌های فوق الذکر)، در اعماق کاشت متفاوت در گلخانه گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران طرح ریزی شد. بررسی مذکور به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و چهار عمق کاشت مختلف شامل: ۴، ۸، ۱۲ و۱۶ سانتی‌متر انجام شد. به منظور مطابقت داشتن بیشتر نتایج این آزمایش با آزمایش‌های مزرعه‌ای خاک مورد نیاز جهت کاشت ژنوتیپ‌های مختلف از مزرعه تهیه شد. در ادامه به منظور از بین بردن سایر بذرهای احتمالی, خاک قبل از کاشت به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۰-۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس گلدان‌ها از این خاک پر شدند. هر گلدان برای یک ژنوتیپ خاص در یک عمق کاشت به عنوان یک واحد آزمایشی مدنظر قرار گرفت. به این ترتیب به هر بلوک ۴۰ گلدان و به هر کرت آزمایشی یک گلدان اختصاص داده شد. در هر گلدان نیز از هر رقم حدود ۲۰ عدد بذر کاشته شد. به محض کاشت بذرهای آبیاری گلدان‌ها به منظور شروع عمل سبزشدن انجام شد. آبیاری‌های بعدی بر حسب نیاز صورت گرفت. یادداشت برداری‌ها از روز سوم شروع شد و تا زمانی ادامه یافت که نتیجه سه یادداشت برداری متوالی یکسان بود و خروج گیاهچه از خاک ملاک سبزشدن در سطح خاک قرار گرفت. به این ترتیب محاسبه درصد و سرعت سبزشدن میسر گردید. سرعت سبزشدن طبق فرمول ارائه شده توسط بیلچر و میلر(۱۲) محاسبه شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در مزرعه و در شرایط تنش نشان داد که ارقام آزادی و قدس بالاترین و لاین‌های ۶-۷۰۰۷/۲، ۶-۶۴۵۲، ۳-۵۵۹۳/۲ همراه با رقم امید پایین‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داده بودند (جدول ۱). اگرچه بین ارقام از نظر عملکرد تحت شرایط عدم تنش تفاوت معنی‌داری دیده نشد، اما آزمون چند دامنه‌ای دانکن قادر به تفکیک ارقام مختلف از لحاظ عملکرد شد. به نوعی که ارقام آزادی و قدس بالاترین و لاین ۶-۷۰۰۷/۲ پایین‌ترین عملکرد دانه را دارا بودند. با توجه به این که بهترین شاخص‌های تعیین ارقام مناسب جهت مناطق خشک آنهایی هستند که بتوانند ژنوتیپ‌هایی را که در هر دو محیط تنش و شاهد رطوبتی عملکرد بالایی داشته‌اند را گزینش کنند (۱۹)، در این بررسی شاخص‌های تحمل تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و بهره‌وری متوسط دارای این ویژگی بودند. بر این اساس از بین ژنوتیپ‌های انتخاب شده ارقام قدس، آزادی و روشن که دارای بیشترین Ys و کمترین درصد تغییرات عملکرد دانه (به استثناء رقم روشن) در شرایط تنش رطوبتی نسبت به شرایط عدم تنش رطوبتی (شاهد) بودند به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم انتخاب شدند و با توجه به نتایج حاصله لاین‌های ۳-۵۵۹۳/۲ ، ۶-۶۴۵۲ و ۶-۷۰۰۷/۲ حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها و ارقام فلات، امید و سرداری و لاین ۳-۵۸۰۶ نیز به عنوان ژنوتیپ‌های نیمه حساس تشخیص داده شدند (جدول ۱).

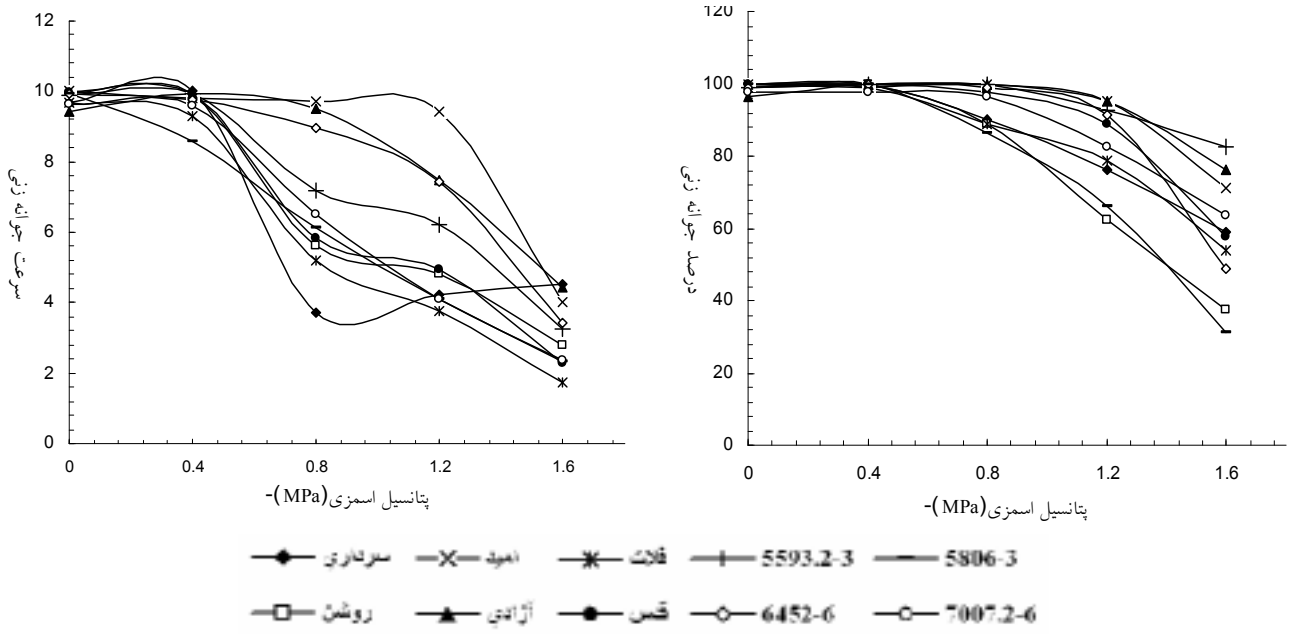
مقایسه میانگین آثار متقابل بین پتانسیل اسمزی و ژنوتیپ‌ها روی درصد جوانه زنی (شکل ۱) نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف در سطح اولیه تنش اسمزی (۰/۴MPa-) واکنش تقریباً یکسانی در مواجهه با تنش اسمزی نشان داده و افزایش جزئی در درصد جوانه زنی از خود نشان دادند. با کاهش پتانسیل اسمزی تا سطح ۰/۸MPa- ژنوتیپ‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]

جدول ۱. مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف گندم تحت تیمارهای شاهد و تنش رطوبتی و شاخص‌های مقاومت و حساسیت به خشکی. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (α=۰/۰۵) صورت گرفته و اعداد با حروف مشترک با هم تفاوت معنی‌دار ندارند.

ژنوتیپ‌ها	Yp	Ys	TOL	SSI	MP	GMP	STI
سرداری	۵۰۷۵/۲۰^{ab}	۴۶۲۶/۸۰^{abc}	۴۴۸/۰۰^{a}	−۰/۰۸^{a}	۴۸۵۱/۱۰^{bc}	۴۷۷۴/۷۰^{bc}	۰/۸۳^{bc}
روشن	۶۰۹۱/۶۰^{ab}	۴۸۹۵/۶۰^{abc}	۱۱۹۶/۰۰^{a}	۱/۱۸^{a}	۵۴۹۳/۶۰^{ab}	۵۴۱۶/۷۰^{ab}	۱/۰۵^{ab}
امید	۵۲۳۲/۴۰^{ab}	۳۹۴۸/۴۰^{c}	۱۲۸۴/۰۰^{a}	۱/۳۴^{a}	۴۵۹۰/۴۰^{bc}	۴۴۸۳/۴۰^{bc}	۰/۷۲^{bc}
آزادی	۶۴۹۵/۶۰^{a}	۵۶۹۳/۲۰^{a}	۸۰۲/۰۰^{a}	۰/۴۰^{a}	۶۰۹۴/۳۰^{a}	۵۹۸۳/۱۰^{a}	۱/۲۸^{a}
فلات	۵۰۰۷/۲۰^{ab}	۴۱۴۱/۲۰^{abc}	۸۶۶/۰۰^{a}	۱/۰۰^{a}	۴۵۷۴/۲۰^{bc}	۴۵۰۴/۵۰^{bc}	۰/۷۵^{bc}
قدس	۶۳۶۲/۰۰^{a}	۵۶۱۱/۶۰^{ab}	۷۵۰/۰۰^{a}	۰/۶۸^{a}	۵۹۸۶/۸۰^{a}	۵۹۳۶/۷۰^{a}	۱/۲۸^{a}
۵۵۹۳/۲-۳	۴۷۶۲/۸۰^{ab}	۳۸۹۶/۸۰^{c}	۸۶۶/۰۰^{a}	۱/۱۰^{a}	۴۳۲۹/۹۰^{c}	۴۳۰۲/۱۰^{bc}	۰/۶۶^{bc}
۶۴۵۲-۶	۴۷۲۷/۲۰^{ab}	۳۸۹۴/۸۰^{c}	۸۳۲/۰۰^{a}	۱/۱۱^{a}	۴۳۱۰/۹۰^{c}	۴۲۸۵/۶۰^{bc}	۰/۶۵^{c}
۵۸۰۶-۳	۴۸۸۹/۲۰^{ab}	۴۱۶۰/۰۰^{abc}	۷۲۹/۰۰^{a}	۰/۹۵^{a}	۴۵۲۴/۶۰^{bc}	۴۵۰۲/۳۰^{bc}	۰/۷۳^{bc}
۷۰۰۷/۲-۶	۴۳۵۸/۸۰^{b}	۳۷۲۸/۴۰^{c}	۶۳۱/۰۰^{a}	۰/۴۶^{a}	۴۰۴۳/۶۰^{c}	۳۹۷۶/۴۰^{c}	۰/۵۸^{c}

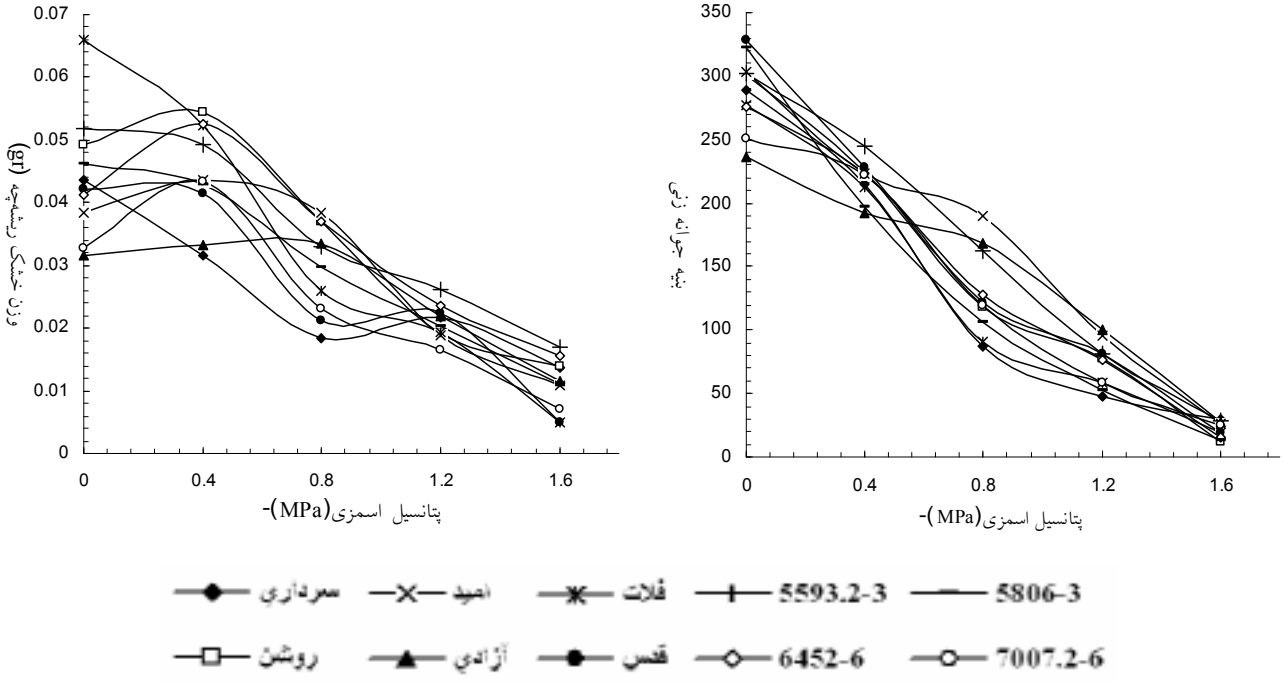


شکل ۱. مقایسه میانگین اثرات متقابل بین سطوح مختلف پتانسیل اسمزی و درصد و سرعت جوانه‌زنی

۵۵۹۳/۲-۳، آزادی، امید، فلات و قدس کاهش معنی‌داری از لحاظ درصد جوانه زنی نشان ندادند اما بقیه ژنوتیپ‌ها با شیب تندی شروع به کاهش درصد جوانه زنی کردند به نوعی که ژنوتیپ‌های روشن و ۵۸۰۶-۳ در پتانسیل اسمزی ۱/۶MPa- کمترین درصد جوانه زنی را نشان دادند و ژنوتیپ‌های ۵۵۹۳/۲-۳، آزادی و امید کمترین شیب کاهش را تا سطح اسمزی ۱/۶ MPa- از خود نشان دادند. پنج ژنوتیپ باقی‌مانده نیز با شیب کاهش متوسط تا سطح پتانسیل اسمزی ۱/۶MPa- بین ۵۵ تا ۶۵٪ جوانه زنی از خود نشان دادند. تنش رطوبتی اعمال شده به وسیله پلی اتیلن گلایکول احتمالاً از طریق

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]



شکل ۲. مقایسه میانگین اثرات متقابل بین سطوح مختلف پتانسیل اسمزی با بنیه جوانه‌زنی و وزن خشک ریشه‌چه

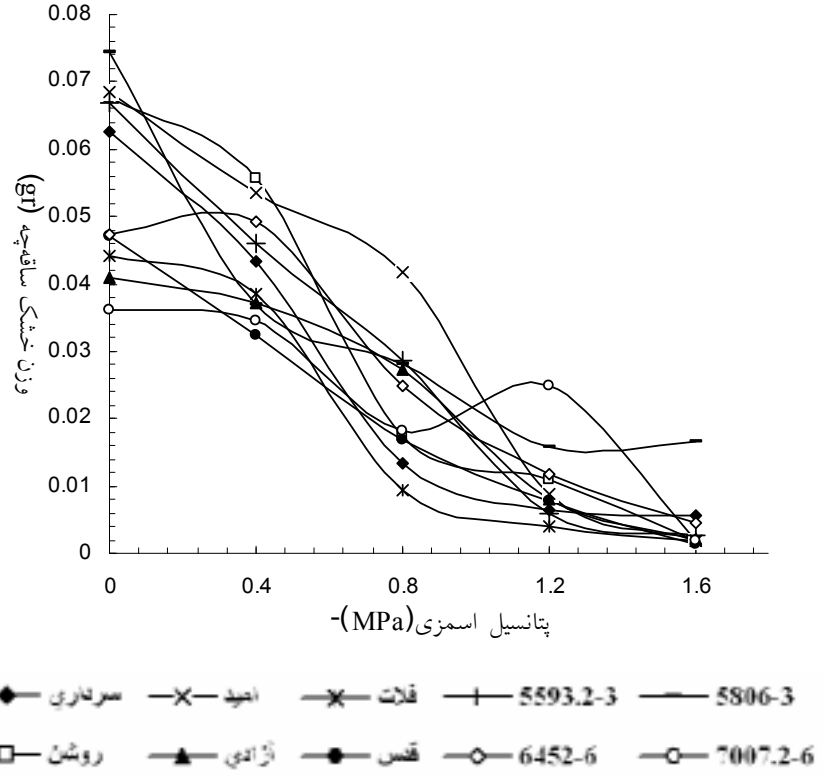
کاهش سطح تماس آب با بذرها و پایین آوردن هدایت هیدرولیکی آب اطراف بذرها (۲)، کاهش جذب اکسیژن به وسیله محدود کردن مقدار اکسیژن محلول در محیط کشت (۲۳) و یا انتشارپذیری کمتر پوسته بذور نسبت به آب در پتانسیل‌های اسمزی پایین‌تر (۱۵) باعث کاهش جوانه زنی در این شرایط می‌شود. به هر حال در تحقیق حاضر به منظور حذف یا کاهش هرگونه آثار سمی PEG از کاغذ استات سلولز استفاده شد به این ترتیب از ایجاد آثار سوء تماس مستقیم PEG با بذرها جلوگیری شد.

شکل ۱ نشان‌دهنده اثرات متقابل بین پتانسیل اسمزی و ژنوتیپ‌ها روی سرعت جوانه زنی است. همان طور که در این شکل مشاهده می‌شود در سطح اولیه تنش اسمزی اکثر ژنوتیپ‌ها به‌جز دو ژنوتیپ فلات و ۳-۵۸۰۶ سرعت جوانه‌زنی‌شان همگام با افزایش درصد جوانه زنی تحریک شد. در ادامه با کاهش پتانسیل اسمزی، ژنوتیپ‌ها با شیب‌های کاهشی یا افزایشی متفاوت سرعت جوانه زنی به پتانسیل اسمزی واکنش نشان دادند. به طور مثال ژنوتیپ سرداری که از ۰/۴- تا سطح ۰/۸MPa- بیشترین شیب کاهش سرعت جوانه زنی را داشت، با کاهش بیشتر پتانسیل اسمزی سرعت جوانه زنی آن شیب مثبت پیدا کرد به‌نوعی که در پتانسیل اسمزی ۱/۶MPa- همراه با دو ژنوتیپ آزادی و امید بالاترین سرعت جوانه زنی را از خود نشان دادند و ژنوتیپ ۳-۵۸۰۶ از همان سطح اولیه تنش اسمزی سرعت جوانه زنی آن کاهش نشان داد و همراه با سه ژنوتیپ فلات، قدس و روشن کمترین سرعت جوانه زنی را در سطح پتانسیل اسمزی ۱/۶MPa- از خود نشان دادند. دو رقم آزادی و سرداری که بالاترین سرعت جوانه زنی را در سطح پتانسیل اسمزی ۱/۶MPa- داشتند به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین سرعت جوانه زنی را در پتانسیل اسمزی ۰/۸MPa- به خود اختصاص دادند.

بنیه جوانه زنی یکی دیگر از خصوصیات مهم جوانه زنی است که در این بررسی اثر متقابل بین پتانسیل اسمزی و ژنوتیپ‌ها روی آن معنی دار شده است. با مراجعه به شکل ۲. مشاهده می‌شود که ژنوتیپ‌های مختلف با هم در شرایط عدم تنش (آب مقطر) نیز تفاوت معنی‌دار داشته‌اند به نوعی که

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]



شکل ۳. مقایسه میانگین آثار متقابل بین سطوح مختلف پتانسیل اسمزی با وزن خشک ساقه‌چه

ژنوتیپ‌های ۶-۷۰۰۷/۲ و آزادی پایین‌ترین و ژنوتیپ‌های قدس و ۳-۵۸۰۶ بالاترین بنیه جوانه زنی را در این سطح داشته‌اند. با کاهش پتانسیل اسمزی برخلاف صفات درصد و سرعت جوانه زنی این صفت به سرعت و با شیب زیاد در ژنوتیپ‌های مختلف شروع به کاهش کرد. اگر چه ژنوتیپ‌ها با شیب‌های متفاوت کاهش بنیه جوانه زنی را در پاسخ به کاهش پتانسیل‌های اسمزی نشان دادند. در این شرایط در پتانسیل اسمزی ۰/۸MPa- ژنوتیپ‌های امید ۳-۵۵۹۳/۲ و آزادی بیشترین و ژنوتیپ‌های سرداری ، ۳-۵۸۰۶ و فلات کمترین بنیه جوانه زنی را از خود نشان دادند و در پتانسیل اسمزی ۱/۶MPa- همه ژنوتیپ‌ها با کاهش شدید بنیه جوانه‌زنی تقریباً در یک سطح قرار گرفتند و بنیه جوانه زنی آنها از حدود ۲۵۰ تا ۳۴۰ واحد در شرایط عدم تنش رطوبتی به حدود ۵۰ واحد بنیه جوانه زنی در پتانسیل اسمزی ۱/۶MPa- کاهش یافت.

بررسی اثرات متقابل بین پتانسیل اسمزی و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه (شکل‌های ۲ و ۳) مشخص کرد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سطوح اولیه اعمال تنش اسمزی نسبت به سطوح بالایی تنش اسمزی تنوع بیشتری از نظر این صفات داشتند. این مسأله خصوصاً در مورد وزن خشک ریشه چه بارز بود. در مورد وزن خشک ریشه چه در پتانسیل اسمزی صفر (آب مقطر) ژنوتیپ فلات بالاترین و ژنوتیپ‌های ۶-۷۰۰۷/۲ و آزادی پایین ترین وزن خشک ریشه چه را دارا بودند. در تعدادی از ژنوتیپ‌ها از جمله روشن، ۶-۶۴۵۲ و ۶-۷۰۰۷/۲ با کاهش پتانسیل اسمزی تا ۰/۴MPa- وزن خشک ریشه چه افزایش پیدا کرد و بعد از آن سیر نزولی نشان داد. وزن خشک ریشه چه در ژنوتیپ سرداری از همان سطح اولیه با شیب تندتری نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها کاهش پیدا کرد به‌نوعی که در پتانسیل اسمزی ۰/۸MPa- کمترین وزن خشک ریشه چه را دارا بود. در سطح پایانی تنش اسمزی هم تفاوتی بین ژنوتیپ‌ها دیده نشد. واکنش وزن خشک ساقه چه به

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]

جدول ۲. مقایسه میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی در محلول‌های PEG. اعداد به دست آمده برای طول ریشه‌چه و ساقه‌چه میانگین ۵ عدد بذر جوانه زده هستند مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (α=۰/۰۵) صورت گرفته است.

پتانسیل اسمزی (Mpa)	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)
۰	۱۶/۷۰[a]	۱۲/۶۰[a]
۰/۴	۱۴/۷۳[b]	۷/۲۳[b]
-۰/۸	۹/۷۰[c]	۳/۸۹[c]
-۱/۲	۷/۲۴[d]	۱/۴۰[d]
-۱/۶	۳/۸۷[e]	۰/۲۹[e]

جدول ۳. مقایسه میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ژنوتیپ‌های مختلف گندم در تست جوانه‌زنی در محلول‌های PEG. اعداد به دست آمده برای طول ساقه‌چه و ریشه‌چه میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ۵ عدد بذر جوانه‌زده هستند مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (α=۰/۰۵) صورت گرفته و اعداد با حروف مشترک با هم تفاوت معنی‌دار ندارند.

ژنوتیپ‌های مختلف	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)
سرداری	۹/۵۹[a]	۴/۸۱[bc]
روشن	۱۰/۴۸[a]	۵/۴۰[bc]
امید	۱۰/۸۷[a]	۶/۴۴[a]
آزادی	۹/۹۳[a]	۵/۰۶[b]
فلات	۱۰/۱۱[a]	۴/۰۳[c]
قدس	۱۱/۱۳[a]	۴/۹۵[bc]
۵۵۹۳/۲-۳	۱۱/۰۹[a]	۵/۷۳[ab]
۶۴۵۲-۶	۱۰/۳۴[a]	۴/۶۴[bc]
۵۸۰۶-۳	۱۰/۱۳[a]	۵/۱۷[bc]
۷۰۰۷/۲-۶	۹/۸۱[a]	۴/۵۵[bc]

پتانسیل اسمزی متنوع تر از وزن خشک ریشه چه بود. در این رابطه در آب مقطر ژنوتیپ‌های ۳-۵۸۰۶ و ۶-۷۰۰۷/۲ به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین وزن خشک ساقه چه را دارا بودند. در پتانسیل‌های اسمزی ۰/۸MPa- ، ۱/۲MPa- و ۱/۶MPa- ژنوتیپ‌های امید، ۶-۷۰۰۷/۲ و ۳-۵۸۰۶ به ترتیب بیشترین وزن خشک ساقه چه، در پتانسیل اسمزی ۰/۸MPa- ژنوتیپ فلات پایین‌ترین وزن خشک ساقه چه و در سطح ۱/۶MPa- ژنوتیپ ۶-۷۰۰۷/۲ بیشترین وزن خشک معنی‌دار ساقه چه را با بقیه ژنوتیپ‌ها داشت و بقیه ژنوتیپ‌ها نیز در یک سطح پایین‌تر قرار گرفتند.

نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین صفات طول ریشه چه و ساقه چه (جداول ۲ و ۳) نشان دادند اگر چه صفت طول ریشه‌چه به صورت معنی‌داری تحت تأثیر سطوح پتانسیل اسمزی کاهش یافت اما ژنوتیپ‌های مختلف در این شرایط با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند و به عبارتی حساسیت یکسانی را در مواجهه با تنش رطوبتی از خود نشان دادند. در مورد صفت طول ساقه چه ژنوتیپ‌ها با هم تفاوت معنی‌دار داشته و در این شرایط ژنوتیپ‌های امید و ۳-۵۵۹۳/۲ بلندترین و ژنوتیپ

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]

جدول ۴. مقایسه میانگین گروه‌های مختلف(اصلاح شده داخلی، اصلاح شده داخلی‌خارجی، لاین‌ها) برای درصد جوانه‌زنی عادی و غیرعادی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه جوانه‌زنی بذور. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (α=۰/۰۵) صورت گرفته و اعداد با حروف مشترک با هم تفاوت معنی‌دار ندارند.

گروه‌های مختلف	درصد جوانه‌زنی عادی	درصد جوانه‌زنی غیرعادی	سرعت جوانه‌زنی	بنیه جوانه‌زنی بذور
اصلاح شده داخلی	۸۵/۱۵[a]	۱۳/۶۰[a]	۷/۲۱[a]	۱۴۹/۴۱[a]
اصلاح شده داخلی خارجی	۸۸/۶۵[a]	۷/۹۰[b]	۶/۸۹[a]	۱۴۴/۱۲[b]
لاین‌ها	۸۶/۶۵[a]	۱۱/۹۰[Ab]	۶/۶۹[a]	۱۴۵/۲۳[ab]

فلات کوتاه‌ترین طول ساقه چه را دارا بودند. به نظر رسید حساسیت طول ریشه چه به تنش رطوبتی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی کمتر از طول ساقه چه بوده و طول ساقه چه با شدت بیشتری نسبت به طول ریشه چه در مواجهه با تنش رطوبتی کاهش پیدا کرد. ژنوتیپ‌های مختلف جهت تطابق بیشتر با شرایط تنش رطوبتی مقدار بیشتری ماده غذایی به ریشه‌ها اختصاص داده و از این طریق سطح تماس بیشتری را جهت جذب آب و در نهایت مقاومت بیشتر به تنش رطوبتی به وجود می‌آورند (۹).

همان گونه که اشاره شد تا سطوح میانی تنش اعمال شده درصد جوانه‌زنی (شکل ۱) تغییرات آنچنانی نداشته و مقدار آن بالاست. اما در این سطوح طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و حتی وزن‌تر و خشک آنها برخلاف درصد جوانه‌زنی تغییرات زیادی نشان داده و در اکثر موارد تا سطوح میانی تنش اعمال شده ژنوتیپ‌ها کاهش شدیدی را از لحاظ این صفات نشان می‌دهند. با توجه به اهمیت این‌گونه صفات خصوصاً طول ساقه چه و ریشه چه برای سبزشدن و جذب آب می‌توان نتیجه گرفت که درصد جوانه‌زنی به تنهایی نمی‌تواند تمامی جنبه‌های جوانه‌زنی را روشن نماید و برای شناخت ویژگی‌های جوانه‌زنی استفاده از معیارهای مکمل همانند سرعت جوانه‌زنی و بنیه جوانه‌زنی ضروری می‌باشد. صفات سرعت و بنیه جوانه‌زنی توسط عده‌ای از محققین از جمله عبدالبکی و آندرسن (۸)، صفایی و غدیری (۳) و عبدی (۴) به کار گرفته شده‌اند. عبدالبکی و آندرسن (۸) در این ارتباط معتقدند که سرعت جوانه‌زنی بیش از درصد جوانه‌زنی به تنش آب حساسیت نشان داده و همانند اکثر صفات جوانه زنی از همان سطوح اولیه اعمال تنش رطوبتی کاهش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده از جدول ضرایب هم‌بستگی (جدول ۵) نیز این مطلب را تأیید می‌کنند. زیرا در همه موارد ضرایب هم‌بستگی معنی‌دارتری بین سرعت جوانه زنی با صفات ذکر شده وجود دارد. به نظر می‌رسد بنیه جوانه زنی حتی از سرعت جوانه زنی نیز حساسیت بیشتری نسبت به تنش اسمزی داشته (شکل‌های ۱ و۲) و از همان سطوح اولیه تنش اسمزی با شیب تندتری شروع به کاهش می‌کند. جدول ضرایب هم‌بستگی نیز ضرایب معنی‌دارتری بین این صفت و سایر خصوصیات مطلوب جوانه زنی نشان می‌دهند. در همین ارتباط عبدی (۴) نیز این صفت را در ارزیابی خصوصیات جوانه زنی برتر از دیگر خصوصیات معرفی کرد.

با توجه به این که یکی از اهداف اصلی این آزمایش بررسی روند تغییرات ایجاد شده در خصوصیات جوانه زنی گروه‌های مختلف گندم نان با زمینه متفاوت اصلاحی بوده است، مقایسه گروهی انجام شده است. نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین گروه‌ها (جدول ۴) از لحاظ صفت بنیه جوانه‌زنی نشان دادند که ژنوتیپ‌های گروه اصلاح شده داخلی نسبت به ژنوتیپ‌های گروه اصلاح شده داخلی خارجی بنیه جوانه‌زنی بالاتری داشته و تفاوت بین آنها معنی‌دار بود اما تفاوت بین ارقام اصلاح شده داخلی با لاین‌ها معنی‌دار نبود. ژنوتیپ‌های گروه اصلاح شده داخلی خارجی اگرچه در سطح مزرعه در شرایط تنش رطوبتی عملکرد بالاتری را تولید نمودند (جدول ۱) ولی در مرحله

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]

جدول ۵. ضرایب هم‌بستگی بین صفات اندازه‌گیری شده برای ژنوتیپ‌های مختلف در سطوح متفاوت تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی. اعداد به دست آمده برای طول و وزن‌تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه میانگین طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه ۵ عدد بذر جوانه‌زده هستند.

	درصد جوانه‌زنی عادی	درصد جوانه‌زنی غیرعادی	بنیه جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه‌چه (cm)	طول ریشه‌چه (cm)	وزن تر ریشه‌چه (gr)	وزن خشک ریشه‌چه (gr)	وزن تر ساقه‌چه (gr)	وزن خشک ساقه‌چه (gr)
درصد جوانه‌زنی عادی	۱/۰۰									
درصد جوانه‌زنی غیرعادی	۰/۸۸**	۱/۰۰								
بنیه جوانه‌زنی	۰/۷۹**	۰/۶۶**	۱/۰۰							
سرعت جوانه‌زنی	۰/۷۴**	۰/۴۶**	۰/۷۶**	۱/۰۰						
طول ساقه‌چه (cm)	۰/۶۲**	۰/۵۰**	۰/۸۹**	۰/۶۹**	۱/۰۰					
طول ریشه‌چه (cm)	۰/۵۸**	۰/۵۰**	۰/۹۰**	۰/۵۷**	۰/۷۱**	۱/۰۰				
وزن تر ریشه‌چه (gr)	۰/۵۲**	۰/۳۲*	۰/۷۸**	۰/۷۳**	۰/۶۹**	۰/۷۵**	۱/۰۰			
وزن خشک ریشه‌چه (gr)	۰/۴۲**	۰/۲۴	۰/۶۲**	۰/۵۸**	۰/۵۰**	۰/۶۵**	۰/۷۵**	۱/۰۰		
وزن تر ساقه‌چه (gr)	۰/۵۴**	۰/۲۹*	۰/۷۸**	۰/۷۱**	۰/۸۵**	۰/۶۴**	۰/۷۶**	۰/۵۸**	۱/۰۰	
وزن خشک ساقه‌چه (gr)	۰/۵۳**	۰/۳۱*	۰/۷۲**	۰/۶۳**	۰/۷۴**	۰/۶۰**	۰/۶۰**	۰/۵۲**	۰/۷۹**	۱/۰۰

**: نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۰/۰۱ *: نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۰/۰۵

جوانه‌زنی تحت شرایط تنش رطوبتی نسبت به دو گروه دیگر ضعیف‌تر بودند (جدول ۴). ارقام گروه اصلاح شده داخلی خصوصاً ارقام امید و روشن دارای درصد، سرعت و بنیه جوانه‌زنی بالایی در مرحله جوانه‌زنی می‌باشند(شکل ۱ و ۲) و نسبت به گروه اصلاح شده داخلی خارجی زمانی که احتمال بروز تنش رطوبتی در زمان کاشت وجود داشته باشد، کاشت آنها مطمئن‌تر به نظر می‌رسد و بین لاین‌ها و گروه اصلاح شده داخلی و خارجی تفاوت آشکاری از این نظر دیده نشد.

نتایج حاصل از جداول ضرایب هم‌بستگی بین صفات درصد، سرعت و بنیه جوانه زنی و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه با عملکرد تحت شرایط تنش و کنترل و شاخص‌های حساسیت و مقاومت به خشکی مانند: GMP، SSI و MP ارتباط معنی داری را نشان ندادند. عدم هم‌بستگی معنی‌دار بین این صفات به این صورت قابل توجیه است که عملکرد در مراحل بعد از جوانه زنی تحت تأثیر فاکتورهای شناخته و ناشناخته متعدد دیگر هم قرار می‌گیرد. در این شرایط به احتمال زیاد فاکتورهایی که در مراحل حساس شکل‌گیری عملکرد خصوصاً مرحله گل‌دهی و کمی بعد و قبل از آن روی گیاه تأثیر می‌گذارند بیشترین هم‌بستگی معنی‌دار با عملکرد را خواهند داشت.

بین سرعت و بنیه جوانه‌زنی با درصد جوانه‌زنی (جدول ۵) هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت و در این بین هم‌بستگی بنیه جوانه‌زنی با درصد جوانه‌زنی از سرعت جوانه‌زنی بالاتر بود. بالاترین ضریب هم‌بستگی به دست آمده بین صفات بنیه جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه (r=۰/۸۹) مشاهده شد. عبدالبکی و آندرسن (۸) و دی و کار (۱۵) نیز هم‌بستگی بالایی بین صفت طول ساقه‌چه با بنیه جوانه‌زنی به دست آوردند. جدول ضرایب هم‌بستگی هم‌چنین بین طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد که موافق با یافته‌های صفایی و غدیری (۳) بود که هم‌بستگی مثبتی بین این صفات به دست آوردند.

به منظور بررسی ضرایب روابط هم‌بستگی بین خصوصیات جوانه زنی در پتانسیل‌های اسمزی متفاوت با خصوصیات سبزشدن در سطح مزرعه (جدول ۶)، تست جوانه زنی در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]

جدول ۶ . روابط هم‌بستگی بین درصد و سرعت سبزشدن از اعماق با تعدادی از صفات مورد مطالعه در سطح مزرعه و آزمایش تست جوانه‌زنی در آزمایشگاه با پلی اتیلن گلایکول (PEG).

	درصد سبزشدن از اعماق مختلف کاشت	سرعت سبزشدن از اعماق مختلف کاشت	درصد جوانه‌زدن تحت تنش خشکی (PEG)	سرعت جوانه‌زدن تحت تنش خشکی (PEG)	بنیه جوانه‌زدن تحت تنش خشکی (PEG)	عملکرد دانه (g/m^2)	عملکرد بیوماس (g/m^2)
درصد سبزشدن از اعماق مختلف کاشت	۱/۰۰						
سرعت سبزشدن از اعماق مختلف کاشت	۰/۹۹**	۱/۰۰					
درصد جوانه‌زدن تحت تنش خشکی (PEG)	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۱/۰۰				
سرعت جوانه‌زدن تحت تنش خشکی (PEG)	۰/۹۶**	۰/۹۷**	۰/۷۴*	۱/۰۰			
بنیه جوانه‌زدن تحت تنش خشکی (PEG)	۰/۹۶**	۰/۹۷**	۰/۷۹*	۰/۷۶*	۱/۰۰		
عملکرد دانه (g/m^2)	۰/۴۹	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۵۵	۰/۵۲	۱/۰۰	
عملکرد بیوماس (g/m^2)	۰/۷۵*	۰/۷۳*	۰/۴۸	۰/۷۴*	۰/۷۷*	۰/۶۶	۱/۰۰

**: نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۰/۰۱ *: نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۰/۰۵

محیط آزمایشگاه در پتانسیل‌های اسمزی متفاوت و همین‌طور تست سبزشدن در سطح مزرعه در عمق کاشت‌های متفاوت (داده‌ها در این مقاله ارائه نشده است) انجام شد. نتایج جدول ضرایب هم‌بستگی نشان دادند که بین درصد، سرعت و بنیه جوانه‌زنی در آزمایشگاه با درصد و سرعت سبزشدن در مزرعه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد و در این میان هم‌بستگی بنیه جوانه‌زنی با درصد و سرعت سبزشدن در سطح مزرعه به ترتیب با مقادیر r =۰/۹۳۴ و r =۰/۹۶۳ در بالاترین سطح بود. این مسأله نشان دهنده اهمیت بیشتر این صفت در تخمین درصد جوانه‌زنی در سطح مزرعه حتی نسبت به صفت سرعت جوانه‌زنی می‌باشد (۴ و ۸). لذا به نظر می‌رسد کاربرد این دو صفت در تخمین جوانه‌زنی در سطح مزرعه مفیدتر باشد. نتایج حاصل از جدول ضرایب هم‌بستگی بین درصد و سرعت سبز شدن در سطح مزرعه همانند خصوصیات جوانه زنی در آزمایشگاه هم‌بستگی مثبت و معنی داری را بین آنها با عملکرد در شرایط تنش و کنترل و شاخص‌های حساسیت و مقاومت به خشکی در مزرعه نشان ندادند.

نتایج حاصل از این بررسی نشان دادند که استفاده از خصوصیات فیزیولوژیکی بذور در مرحله جوانه زنی و سبزشدن نمی‌توانند ملاک مناسبی جهت تشخیص ژنوتیپ‌های مقاوم و یا حساس از لحاظ عملکرد اقتصادی در شرایط متغییر محیطی مزرعه باشند و در بین خصوصیات فیزیولوژیکی بررسی شده در تست جوانه زنی بنیه بذر ضریب هم‌بستگی بالاتری با سایر خصوصیات جوانه زنی و سبزشدن از سطح مزرعه داشت و به عنوان بهترین شاخص جهت بررسی فرایند جوانه زنی شناخته شد.

منابع مورد استفاده

۱. رحیمیان‌مشهدی ، ح .۱۳۶۹. واکنش گندم در مقابل دمای بالا و تنش رطوبت. علوم و صنایع کشاورزی ۴ : ۳۷ ـ ۴۹ .

۲. سپانلو ، م.ق. و ح. سیادت .۱۳۷۸. اثر تنش آبی بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم. علوم خاک و آب ۱۳ : ۸۷ ـ ۹۷ .

۳. صفایی، ه. و ح. غدیری .۱۳۷۵. اثرات پتانسیل‌های مختلف اسمزی بر روی جوانه‌زدن و رشد گیاهچه شش رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) در آزمایشگاه. علوم کشاورزی ایران ۲۷ (۲) : ۵۶-۵۹.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]

۴. عبدی ، ن. ۱۳۷۹. بررسی تنوع و روند زوال نمونه‌های بذور برخی گونه‌های مرتعی در بانک ژن منابع طبیعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مرتع‌داری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۵. فرشادفر، ع. ۱۳۷۹. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین‌های گندم. علوم و صنایع کشاورزی ۱۴: ۱۶۱-۱۷۱.

۶. قلمبران ، م.ر. و ع. دین‌دار .۱۳۷۷. بررسی قدرت جوانه‌زنی بذورگندم تحت تاثیر استرس آب ناشی از تغییرات پتانسیل اسمزی. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج ، شهریور ۱۳۷۷.

۷. کمارعلیا ، م. ، ن.ا. خوش‌خلق‌سیما و م.ع. خلوق .۱۳۷۷. بررسی شاخص‌های فیزیولوژیکی موثر جهت ارزیابی ارقام گندم مقاوم به خشکی. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج ، شهریور ۱۳۷۷ .

8. Abdul – baki , A.A. and J.D. Anderson .1970 . Viability and leaching of sugars from germinating barley. Crop Sci . 10: 31 – 34.
9. Aguirrezabal , L., E. Deleen and F. Tardiue .1994. Root elongation rate is accounted for intercepted PPFD and source-sink relations in field and laboratory grown sunflower. Plant Cell Environ. 7:443-450.
10. Allan , R.E .1980. Influence of semi – dwarfism and Genetic background on stand establishment of wheat. Crop Sci. 20: 634 – 638 .
11. Arnon , I. 1972. Crop Production in Dry Regions. Leonard hill , London.
12. Belcher , E.W. and L. Miller .1974. Influence of substrate moisture level on the germination of sweetgun and pine seed. Proceeding of the Association of Official Seed Analysis. 65: 88 – 89.
13. Burlyn, E. and M.R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. 51: 914 – 916.
14. Cornish, P.S. and S. Hindmarsh .1988. Seed size influences the coleoptile length of wheat. Aust. J. Exp. Agric. 28: 521 – 523.
15. De, R. and R.K. Kar .1995. Seed germination and seedling growth of mungbeen (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG 6000. Seed Sci. Technol. 23:301-308.
16. Douglas , A. , H. Johnson and H. Kay .1978. A Technique for assessing of seedling emeregence under drought stress. Crop Sci. 18: 520 - 522.
17. Emmerich, W.E. and S.P. Hardegree .1991. Seed germination in polyethylene glycol solution: effect of filter paper exclusion and water vapor loss. Crop Sci 31:454-458.
18. Evans , L.E and G.M. Bhatt. 1977. Influence of seed size protein content and cultivar on early seedling vigoration wheat. Can . J. Plant Sci. 57: 929 – 935.
19. Fernandez, G.C. 1992. Effective selection critaria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of an Sympo., Taiwan. 13-16 aug.
20. Fick , G.N and C.O. Qualset. 1976. Seedling emergence coleoptile length and plant hight relationships in crosses of dwarf and standard –height wheats. Euphytica 25: 679 – 684.
21. Fischer, R.A. and R. Maurer .1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.
22. Kaufmann , M.R. .1969. Effects of water potential on germination of lettuce, sonflower and citrus seeds. Can. J. Bot. 47: 1761 – 1764.
23. Mexal , J. and C.P.P. Reid .1975. Oxygen availability in polyethylene glycol solutions and its implications in plant – water relations. Plant Physiol. 55: 20 – 24.
24. Paulsen, G.M. 1987. Wheat stand establishment. PP. 387-389. *In:* E.G. Heyne (Ed.), Wheat and Wheat Improrrtant. 2nd edition, American Soc. Exp. Agron., USA.
25. Rusielle, A.A. and J. Hamblin .1981. Theoretical aspects of selection for yields in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943-946.
26. Whan , B.R. 1976. The emergence of semi–dwarf and standard wheat and its association with coleoptile length. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husbandry16: 411 – 416.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.22.4]