ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام یولاف در شرایط آب و هوایی اصفهان

محمدرضا جزائری و عبدالمجید رضائی[۱]

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر تنش خشکی بر صفات زراعی و نیز ارزیابی پتانسیل تحمل به خشکی ۲۰ ژنوتیپ یولاف انجام شده است. ژنوتیپ‌ها تحت دو تیمار آبیاری بر مبنای ۳±۷۰ و ۳±۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A و در دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ ارزیابی شدند. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط رطوبتی برای همهٔ صفات به جز برای ارتفاع در مرحلهٔ خوشه‌دهی و عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش رطوبتی معنی‌دار بود. تفاوت تیمارهای رطوبتی برای تمام صفات معنی‌دار شد. درصد کاهش صفات در اثر تنش رطوبتی نشان داد که بیشترین و کمترین کاهش به ترتیب به عملکرد دانه در واحد سطح و روز تا خوشه‌دهی مربوط بود. هم‌چنین اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار رطوبتی برای صفات تعداد روز تا خوشه‌دهی، عملکردهای دانه و بیولوژیک و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. برای ارزیابی مقاومت به خشکی این ارقام از تحمل، متوسط تولید، شاخص حساسیت به خشکی، میانگین هندسی تولید و شاخص تحمل به تنش استفاده شد. به نظر می‌رسد از بین شاخص‌های مورد مطالعه، شاخص تحمل به تنش، مناسب‌ترین معیار برای شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های متحمل‌تر می‌باشد. هم‌بستگی رتبهٔ ارقام بر اساس این شاخص و عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش به ترتیب برابر ۰/۹۳ و ۰/۸۷ بود. بر اساس این شاخص ارقام بویر و پیسلی به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، شاخص‌های تحمل به خشکی، یولاف

مقدمه

یولاف (*Avena sativa* L.) یکی از غلات علوفه‌ای مهم در مناطق معتدله است. اهمیت این گیاه به خاطر درصد بالای پروتئین و نیز کیفیت مطلوب آن در دانه و علوفه می‌باشد (۱).

حدود ۲۶٪ از زمین‌های قابل کشت در دنیا در مناطق خشک قرار دارد (۹). یکی از اهداف اصلاح نباتات، افزایش عملکرد در شرایط تنش‌های مختلف محیطی از جمله کمبود آب است. عملکرد دانه، به عنوان مهم‌ترین شاخص انتخاب ارقام مقاوم به خشکی، تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی زیادی است و این امر تهیه ژنوتیپ‌های مطلوب را مشکل می‌سازد. ارقام متحمل به خشکی ارقامی هستند که به طور نسبی در مقابل خشکی مقاومت می‌کنند و کاهش عملکرد چشمگیری ندارند (۱۳). ارزیابی ژنوتیپ‌ها برای تحمل به خشکی، عموماً در شرایط تنش و بدون تنش انجام می‌شود، زیرا

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

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

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1]

هدف اصلی این گونه تحقیقات، انتخاب ژنوتیپ‌هایی است که با هر دو شرایط سازگار باشند. لانگر و همکاران (۱۹) بر اساس تجزیه پایداری عملکرد یولاف پیشنهاد کردند که اگر ارزیابی ژنوتیپ‌ها در مناسب‌ترین و نامناسب‌ترین شرایط محیطی انجام شود، ارقام با عملکرد بالا و سازگاری وسیع مشخص خواهند شد. فرای (۱۷) در پژوهش دیگری روی یولاف، نتیجه‌گیری کرد که در محیط‌های بدون تنش، وراثت‌پذیری عملکرد دانه نسبت به شرایط تنش بالاتر است. این امر نشان می‌دهد که محیط بدون تنش باعث بروز اختلاف ژنوتیپی بیشتری بین ارقام نسبت به محیط تنش‌دار می‌شود. آتلین و فرای (۹) اعلام کردند که اصلاح ارقام گندم مقاوم به تنش آبی می‌تواند در شرایط تنش یا فاقد تنش آبی انجام شود. سودمندی نسبی هریک از این دو راه‌کار بستگی به هم‌بستگی ژنتیکی بین عملکرد در شرایط تنش و مطلوب و وراثت‌پذیری هر یک ازآنها دارد. کالهون و همکاران (۱۲) با بررسی ارقام گندم مشاهده نمودند که ارزیابی و انتخاب، تحت شرایط رطوبتی نزدیک به بهینه (فاقد تنش رطوبتی) باعث حصول وراثت‌پذیری بالا و پاسخ همبسته (انتخاب غیر مستقیم) می‌گردد. اما ارزیابی و انتخاب در شرایط خشکی نیز باید انجام شود تا از حفظ ژن‌های مقاومت به خشکی اطمینان حاصل شود.

شاخص‌های متفاوتی برای انتخاب گیاهان زراعی بر اساس عملکرد پیشنهاد شده است که عموماً بر مبنای عملکرد گیاه در دو محیط تنش و غیر تنش تعریف می‌شوند (۱۵). روزیل و هامبلین (۲۳) شاخص تحمل و میانگین تولید را معرفی کردند. فیشر و مورر (۱۶) شاخص حساسیت به خشکی را بر مبنای عملکردهای محیط تنش و غیر تنش پیشنهاد نمودند. فرناندز (۱۵) شاخص‌های تحمل به تنش و میانگین هندسی تولید را پیشنهاد نمود.

اثر تنش خشکی و سایر تنش‌ها در گیاهان مختلف، توسط پژوهشگران متعددی مورد پژوهش قرار گرفته است. یاداو و بهاتناگار (۲۶) با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد ۳۰ رقم ارزن بیان کردند که متوسط عملکرد دانه در شرایط تنش ۷۲٪ نسبت به شرایط بدون تنش کاهش یافت. آنها از شاخص‌های میانگین حسابی، میانگین هندسی و شاخص تحمل به تنش استفاده نمودند و بیان کردند که میانگین‌های حسابی و هندسی به ترتیب برای تشخیص ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در محیط‌های بدون تنش و تنش مناسب‌اند. هم‌چنین شاخص تحمل به تنش معیار مناسبی برای تشخیص ژنوتیپ‌های سازگار با تنش است.

پانتوان و همکاران (۲۲) با مطالعه روی ۱۲۸ ژنوتیپ برنج و بررسی عکس العمل آنها به تنش‌های متفاوت خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه، مشاهده کردند که عملکرد دانه و اجزای عملکرد در شرایط تنش به نسبت‌های مختلفی کاهش می‌یابند. متوسط عملکرد دانه در شرایط تنش در مرحله پر شدن دانه ۱۸/۲٪ نسبت به شرایط بدون تنش کاهش یافت. تنش در مرحلهٔ گل‌دهی باعث ۵۵٪ کاهش درعملکرد دانه، ۱۸٪ کاهش در وزن ۱۰۰۰ دانه و ۲۶٪ افزایش در پوکی دانه شد. در این مرحلهٔ تعداد خوشه در مترمربع کمی کاهش یافت، اما تعداد کل دانه در خوشه به‌شدت کم شد. ایجاد تنش در زمان گل‌دهی و پر شدن دانه باعث کاهش عملکرد دانه، تعداد خوشه و وزن هزار دانه به میزان ۸۲٪ ، ۱۵٪ و ۲۷٪ گردید. تنش در دو مرحلهٔ متناوب رشد رویشی و پر شدن دانه به کاهش عملکرد، تعداد خوشه و وزن هزار دانه به نسبت ۵۲٪ ، ۱۴٪ و ۱۵٪ منجر گردید.

پاندی و همکاران (۲۱) با مطالعه اثر تنش خشکی به همراه تیمار کودی روی گندم نان بیان کردند که عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش کاهش می‌یابند. در آزمایش عدم مصرف کود ازته، عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه به ترتیب ۵۵، ۴۰/۶، ۲۱/۴ و ۱۲ درصد کاهش یافت و با مصرف بیشترین کود ازته، این کاهش‌ها برابر ۶۵، ۴۵، ۳۱/۸ و ۱۹/۴ درصد بودند. مارتین و همکاران (۲۰) با بررسی اثر زمان و شدت خشکی روی عملکرد یولاف بیان کردند که تنش خشکی از طریق کم شدن تعداد خوشه در واحد سطح و تعداد دانه در خوشه و کمی هم از طریق وزن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد.

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

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1]

ابب و همکاران (۷) با ارزیابی ژنوتیپ‌های لوبیا اظهار داشتند که عملکرد دانه در شرایط تنش به میزان ۶۲٪ کاهش یافت. هم‌چنین نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش روز تا گل‌دهی و روز تا رسیدگی می‌گردد. در این پژوهش از ۶ شاخص میانگین حسابی، میانگین هندسی، شاخص پاسخ به خشکی، شاخص حساسیت به تنش، واکنش به خشکی و درصدکاهش استفاده شد. طبق نظر این متخصصین، انتخاب شاخص باید بر اساس هدف انتخاب و ناحیه مورد نظر باشد. در صورتی که صفت روز تا گل‌دهی در بین ژنوتیپ‌ها متفاوت باشد، شاخص پاسخ به خشکی برای تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی مناسب است. آنها میانگین هندسی تولید را برای ناحیه مورد مطالعه خود بهترین شاخص معرفی کردند.

ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص، دارای اقلیم خشک (۶۵٪) تا نیمه خشک (۲۵٪) است (۵). کاهش بارندگی در برخی سال‌ها در اکثر مناطق به بروز تنش خشکی بخصوص در مراحل انتهایی رشد اکثر گیاهان منجر می‌گردد. با توجه به نکات ذکر شده، هدف این پژوهش بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و صفات زراعی ۲۰ رقم یولاف و ارزیابی تحمل به خشکی آنها بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لَورک نجف‌آباد با عرض جغرافیایی ۲۳ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶۳۰ متر از سطح دریا انجام شد. ژنوتیپ‌های یولاف مورد بررسی شامل ۱۴ رقم معرفی شده طی سال‌های ۱۹۴۱ تا ۱۹۹۷ در کانادا و یک رقم معرفی شده در آمریکا (سال ۱۹۲۳) و یک رقم معرفی شده در سوئیس (سال ۱۹۳۷) و ۴ لاین اصلاح شده ترکیه‌ای بودند که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و به طور جداگانه در دو شرایط رطوبتی مختلف شامل آبیاری بر اساس ۳ ± ۷۰ و ۳± ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A مورد ارزیابی قرار گرفتند. بعد از آماده‌سازی زمین به منظور تأمین ازت و فسفر مورد نیاز گیاه معادل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، فسفات آمونیوم قبل از کاشت به خاک اضافه شد. قبل از کاشت، بذرها با قارچ‌کش مانکوزب به میزان ۳ در هزار ضد عفونی گردیدند. کاشت در تاریخ ۱۵ آبان ماه انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متر و طول ۳ متر با تراکم کاشت ۴۰۰ بذر در مترمربع بود. بلافاصله بعد از کاشت، آبیاری اول انجام گرفت. به‌منظور تأمین ازت مورد نیاز گیاه، ۷۵ کیلوگرم اوره نیز در زمان به ساقه رفتن بوته‌ها به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت. در طول دورهٔ رشد، کنترل علف‌های هرز به طور کامل و به صورت دستی انجام گردید.

مقدارآب آبیاری بر مبنای رساندن رطوبت خاک تا عمق مورد نظر به حد ظرفیت مزرعه محاسبه شد. این عمق معادل عمق توسعهٔ ریشه به علاوه ۱۵ سانتی متر بود. مقدار آب لازم برای هرکرت در هرآبیاری طبق فرمول زیر برآورد گردید (۵):

$$V_W = (FC - W)\times BD\times A\times (D + ۰/۱۵) \qquad [۱]$$

در این فرمول V_w، حجم آب مصرفی بر حسب متر مکعب، FC درصد وزنی رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه، W درصد وزنی رطوبت نمونه خاک، BD وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، A مساحت کرت بر حسب مترمربع و D عمق توسعهٔ مؤثر ریشه برحسب متر می‌باشد. برای اندازه‌گیری مقدار آب مصرفی در هنگام آبیاری از سرریز مستطیل شکل استفاده شد. دبی آب سرریز پس از پرشدن جوی آب و ثابت شدن جریان آب سرریز با استفاده از فرمول زیر اندازه‌گیری شد و سپس از تقسیم حجم کل آب لازم، بردبی سرریز مدت ورود آب به هرکرت مشخص شد (۵).

$$Q = ۰/۰۱۸۴LH^{\frac{۳}{۲}} \qquad [۲]$$

در این فرمول Q دبی سرریز مستطیلی بر حسب لیتر در ثانیه، L طول لبه سرریز برحسب سانتی‌متر و H ارتفاع آب روی لبه سرریز بر حسب سانتی‌متر می‌باشد.

صفات مورد بررسی بر مبنای واحد کرت یا متوسط ۲۰ بوته

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

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1]

عبارت بودند از زمان ظهور کامل خوشه‌ها در ۵۰ درصد از بوته‌ها، ارتفاع در زمان خوشه‌دهی، تعداد خوشه بارور در مترمربع، تعداد دانه درخوشه، وزن هزار دانه، عملکردهای دانه و بیولوژیک (بر اساس برداشت ۱/۵ مترمربع از ردیف‌های میانی) و شاخص برداشت.

با توجه به این که در این پژوهش ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش رطوبتی مورد بررسی قرار گرفتند، از شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی برای ارزیابی واکنش در ژنوتیپ‌های برتر استفاده شد. شاخص‌های مورد بررسی عبارت بودند از :

۱. شاخص تحمل (TOL) (Tolerance) و شاخص میانگین تولید (MP) (Mean Productivity) روزیل و هامبلین (۲۳) که به ترتیب تفاوت و میانگین عملکرد دانه در دو محیط می‌باشند.

۲. شاخص حساسیت به خشکی (Stress Susceptibiliy Index) (SSI) فیشر و مورر (۱۶) با توجه به فرمول زیر و بر اساس عملکردهای هر ژنوتیپ در محیط تنش (Y_S) و بدون تنش (Y_P) و میانگین‌های همه ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش ($\overline{Y}_S$) و غیر تنش ($\overline{Y}_P$) به دست آمد.

$$SSI = \frac{1 - \frac{Y_{si}}{Y_{pi}}}{SI} \qquad SI = 1 - \frac{\overline{Y}_s}{\overline{Y}_p} \qquad [۳]$$

۳. میانگین هندسی عملکرد در دو محیط (GMP) (Geometric Mean Produvtivity) (۱۵) :

$$GMP = \sqrt{Y_s \times Y_p} \qquad [۴]$$

۴. شاخص تحمل به تنش (STI) (Stress Tolerance Index) فرناندز (۱۵) :

$$STI = \frac{Y_p}{\overline{Y}_p} \times \frac{Y_s}{\overline{Y}_s} \times \frac{\overline{Y}_s}{\overline{Y}_p} = \frac{Y_p \times Y_s}{(\overline{Y}_p)^2} \qquad [۵]$$

بر اساس روش فرناندز (۱۵) ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر توان عملکرد وتحمل به تنش به چهار گروه A، B، C و D تفکیک شدند. در گروه A ژنوتیپ‌هایی قرار گرفتند که در هر دو محیط تنش و فاقد تنش رطوبتی عملکرد برتری داشتند. ژنوتیپ‌های گروه B تنها در محیط فاقد تنش و ژنوتیپ‌های گروه C در محیط تنش‌دار، عملکرد نسبتاً بهتری دارا بودند. در گروه D ژنوتیپ‌هایی قرار گرفتند که در هر دو شرایط محیطی، عملکرد نسبتاً ضعیفی داشتند. به منظور تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از ژنوتیپ‌های گروه‌های B و C از نمودار سه‌بعدی به کمک نرم افزار Sigma Plot (SPW) استفاده شد. در این نمودار x، y و z به ترتیب عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش (Y_s)، عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش(Y_p) و شاخص تحمل به تنش (STI) می‌باشد.

داده‌های آزمایشی برای صفات مختلف با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTATC در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای هر یک از شرایط رطوبتی به صورت جداگانه و سپس به صورت مرکب، مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. برای تعیین متجانس بودن واریانس خطاهای آزمایشی در تجزیه مرکب، از آزمون بارتلت استفاده گردید. میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) مورد مقایسه قرار گرفتند.

برای بررسی میزان خسارت و تغییر در هر صفت، میانگین صفات مختلف در دو محیط تنش و بدون تنش، مقدار درصد تغییرات (C) با فرمول زیر محاسبه شد.

$$C = \frac{\overline{Y}_P - \overline{Y}_S}{\overline{Y}_P} \times 100 \qquad [۶]$$

در این فرمول $\overline{Y}_P$ و $\overline{Y}_S$ به ترتیب میانگین صفت در شرایط عادی و تنش رطوبتی است.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های صفات

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در شرایط عادی رطوبتی به جز برای ارتفاع در مرحلهٔ خوشه‌دهی و در شرایط تنش رطوبتی به جز برای عملکرد بیولوژیک برای سایر صفات معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تنش رطوبتی تأثیر معنی‌داری بر تمام صفات داشت. هم‌چنین اثر متقابل ژنوتیپ و رژیم رطوبتی، برای

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

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1]

جدول ۱. درصد تغییرات صفات مختلف در محیط تنش نسبت به غیر تنش

صفت	دامنه تغییرات		میانگین		درصد
	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	تغییرات *
روز تا خوشه دهی	۱۷۱/۰–۲۰۰/۶	۱۷۱/۰–۱۹۶/۶	۱۸۷/۰۲	۱۸۴/۶۵	–۱/۲۶
ارتفاع در زمان خوشه دهی	۱۰۶/۶–۱۲۲/۰	۷۹/۳–۸۹/۳	۱۱۵/۶	۸۳/۶۳	–۲۷/۶۵
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۳۸۹۷/۳–۷۸۳۰/۳	۱۸۷۷/۲–۳۹۸۳/۳	۶۴۸۳/۱۳	۳۲۷۰/۲۶	–۴۹/۵۵
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	۱۵۸۶۷–۳۱۷۳۳	۱۰۶۶۷–۱۵۸۳۳	۲۳۴۶۴/۱۷	۱۳۲۳۸/۳۳	–۴۳/۵۸
شاخص برداشت	۰/۲۵–۰/۳۸	۰/۱۷–۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۲۵	–۲۱/۸۷
تعداد خوشه در متر مربع	۲۴۳/۳–۷۰۱/۶	۱۶۶/۶–۵۱۱/۶	۴۸۳/۵۸	۳۳۷/۱۷	–۳۰/۲۷
تعداد دانه در خوشه	۵۰/۰۷–۹۶/۴۷	۳۵/۶۳–۶۹/۸۰	۷۲/۴	۵۲/۸۷	–۲۶/۹۸
وزن هزاردانه (گرم)	۲۵/۳۷–۳۷/۴۷	۱۹/۳۰–۲۷/۰۱	۲۹/۴۸	۲۲/۱۷	–۲۴/۷۹

* : علامت منفی نشان دهنده کاهش صفت در اثر تنش رطوبتی می‌باشد.

صفات تعداد روز تا خوشه‌دهی، عملکردهای دانه و بیولوژیک و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. دامنهٔ تغییرات صفات در دو محیط و درصد کاهش صفات در اثر تنش رطوبتی در جدول ۱ آورده شده است. میانگین‌های صفات در شرایط عادی و تنش رطوبتی نیز در جدول ۲ ذکر شده است.

در شرایط عادی رطوبتی، ژنوتیپ‌ها به طور متوسط ۱۸۷ روز و در شرایط تنش رطوبتی ۱۸۵ روز پس از کاشت به خوشه رفتند. تنش رطوبتی باعث شد تا میانگین این صفت ۱/۲۶ درصد نسبت به تیمار بدون تنش کاهش یابد (جدول ۱). کاهش دورهٔ رویشی گیاه را می‌توان نوعی زودرسی برای فرار از خشکی دانست. نتایج مشابهی در برنج (۲۲) وگندم (۱۱) به دست آمده است. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ و محیط دلالت بر واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد روز تا به خوشه رفتن نسبت به تنش رطوبتی دارد.

تنش خشکی باعث شد تا میانگین ارتفاع بوته در مرحلهٔ به خوشه رفتن ۲۷/۶۵ درصد نسبت به تیمار بدون تنش کاهش یابد (جدول ۱). طول دورهٔ رشد گیاه در مواجهه با تنش رطوبتی کاهش می‌یابد و در نتیجه ژنوتیپ‌ها نمی‌توانند توان خود را از نظر ارتفاع نشان‌دهند. از طرفی در نتیجه کمبود آب، میزان اسید آبسیسیک (ABA) افزایش می‌یابد (۳). ازآنجایی که این هورمون باز دارندهٔ رشد است، این کاهش ارتفاع ممکن است ناشی از افزایش آن باشد. به لحاظ آن‌که کاهش ارتفاع بوته با کاهش تجمع مواد فتوسنتزی در این اندام همراه است، توجه به ارقام بلند و ژنوتیپ‌هایی که از نظر ارتفاع کمتر تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرند، حایز اهمیت است. پانتوان و همکاران (۲۲) در گیاه برنج، کاهش ۲۲ درصدی را در ارتفاع بوته در شرایط تنش رطوبتی و در مقایسه با شرایط بدون تنش مشاهده کردند.

میزان کاهش تعداد خوشه در مترمربع در اثر تنش رطوبتی ۳۰/۲۷ درصد تیمار بدون تنش بود (جدول ۱). روی و مورتی (۲۴)، بلوم و همکاران (۱۱) کاهش ۴۴ و ۹ درصدی را در تعداد سنبله گندم در مترمربع در شرایط خشکی گزارش کردند. پانتوان و همکاران (۲۲) نیز به کاهش ۱۵ درصدی تعداد خوشه برنج در اثر تنش خشکی اشاره کردند. هم‌چنین پاندی و همکاران (۲۱) اظهار داشتند که در گندم، شرایط تنش رطوبتی در صورت عدم مصرف نیتروژن، تعداد سنبله در مترمربع را ۴۰/۶ درصد و در صورت مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن آن را ۴۵ درصد کاهش می‌دهد.

تعداد دانه در خوشه در تیمار عادی رطوبتی به طور متوسط ۲۰ عدد بیشتر از تیمار تنش بود. به عبارت دیگر میانگین این

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

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1] [Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

جدول ۲. میانگین صفات در شرایط بدون تنش و دارای تنش رطوبتی

ژنوتیپ	روز تا خوشه دهی		ارتفاع در خوشه دهی (سانتی‌متر)		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)		شاخص برداشت (درصد)		تعداد خوشه در متر مربع		تعداد دانه در خوشه		وزن هزار دانه (گرم)	
	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش
Simcoe	۱۸۵/۰	۱۸۴/۰	۱۱۷/۶	۸۹/۳	۶۰۴۴/۹	۳۱۲۷/۹	۲۳۴۶۷	۱۵۰۸۳	۰/۳۰	۰/۲۳	۳۷۳/۳	۳۰۱/۶	۷۵/۱۳	۵۸/۴۷	۲۶/۱۵	۱۹/۳۰
Ajax	۱۸۵/۶	۱۸۵/۰	۱۲۲/۰	۸۵/۰	۶۷۷۵/۳	۲۵۸۳/۷	۳۱۴۰۰	۱۴۳۳۳	۰/۳۰	۰/۲۵	۶۰۱/۶	۴۱۳/۳	۹۶/۴۷	۵۹/۷۳	۲۴/۸۳	۱۹/۷۱
Alaska	۱۸۷/۶	۱۸۵/۶	۱۱۴/۰	۸۸/۰	۴۸۷۶/۵	۳۲۶۳/۵	۲۹۶۵۰	۱۲۸۸۳	۰/۳۰	۰/۲۴	۵۵۱/۶	۴۱۵/	۶۴/۸۰	۴۹/۳۳	۲۹/۶۵	۲۲/۵۹
Beacon	۱۸۹/۳	۱۸۷/۰	۱۱۵/۳	۸۵/۶	۶۷۸۹/۶	۳۰۹۲/۳	۱۸۹۵۰	۱۳۱۵۰	۰/۳۳	۰/۲۳	۵۲۳/۳	۳۷۸/۳	۶۶/۰۰	۴۵/۶۰	۲۵/۳۷	۲۱/۲۹
Eagel	۱۹۵/۰	۱۹۵/۰	۱۱۶/۳	۸۳/۳	۶۵۹۱/۱	۳۰۴۷/۱	۲۸۳۱۷	۱۵۸۸۳	۰/۳۱	۰/۲۲	۵۱۸/۳	۴۲۳/۳	۵۲/۹۳	۳۸/۴۶	۳۷/۴۷	۲۵/۵۵
Glen	۱۸۰/۰	۱۷۱/۰	۱۱۷/۳	۸۴/۶	۶۸۰۱/۶	۳۸۳۳/۳	۲۵۹۰۰	۱۲۷۶۷	۰/۳۴	۰/۳۱	۷۰۱/۶	۴۴۸/۳	۵۲/۸۳	۴۲/۲۷	۲۸/۲۷	۲۲/۵۷
Random	۱۸۵/۰	۱۸۵/۰	۱۲۰/۰	۸۶/۰	۶۸۳۰/۰	۳۳۹۰/۹	۱۸۶۱۷	۱۳۴۸۳	۰/۳۵	۰/۲۹	۳۹۵/۰	۳۷۵/۰	۸۶/۶۰	۵۴/۹۳	۲۷/۳۵	۲۳/۲۴
Oxford	۱۸۶/۳	۱۸۴/۰	۱۱۵/۶	۸۲/۳	۶۶۲۴/۴	۳۲۰۲/۷	۱۵۸۶۷	۱۰۶۶۷	۰/۳۰	۰/۲۳	۴۵۵/۰	۳۳۳/۳	۷۷/۰۷	۴۱/۰۰	۲۶/۱۲	۲۰/۰۳
Sioux	۱۸۵/۰	۱۸۲/۶	۱۱۷/۶	۸۰/۰	۶۶۸۷/۹	۳۲۴۹/۱	۲۴۱۳۳	۱۳۹۳۳	۰/۳۰	۰/۲۸	۶۲۸/۳	۵۱۱/۶	۵۰/۰۷	۳۵/۶۳	۲۸/۹۳	۲۳/۳۵
Calibre	۱۸۹/۰	۱۸۷/۰	۱۱۵/۰	۸۵/۰	۶۸۷۹/۹	۳۴۸۶/۳	۱۹۸۸۳	۱۲۸۰۰	۰/۳۱	۰/۲۴	۳۹۰/۰	۲۷۱/۶	۷۳/۱۳	۶۲/۳۳	۲۹/۵۴	۲۱/۱۷
Derby	۱۸۷/۶	۱۸۹/۰	۱۱۰/۰	۸۱/۳	۶۸۵۷/۷	۳۰۳۵/۷	۱۷۹۳۳	۱۳۶۱۷	۰/۳۲	۰/۲۷	۲۴۳/۳	۲۲۸/۳	۸۷/۷۳	۶۹/۸۰	۳۲/۵۷	۲۰/۸۳
Donald	۱۷۱/۰	۱۷۱/۰	۱۰۶/۶	۸۰/۶	۶۸۹۴/۸	۳۴۴۴/۱	۱۹۸۳۳	۱۱۳۵۰	۰/۳۵	۰/۲۶	۴۸۱/۶	۲۶۳/۳	۸۶/۳۳	۶۲/۱۰	۲۹/۵۷	۲۲/۳۹
Rigodon	۱۸۲/۰	۱۸۰/۰	۱۱۵/۳	۸۰/۳	۷۰۰۳/۲	۳۹۰۳/۰	۲۳۶۶۷	۱۳۴۶۷	۰/۳۱	۰/۳۱	۵۹۳/۳	۴۲۱/۶	۸۰/۵۳	۴۴/۵۳	۳۳/۵۱	۲۷/۰۱
Paisley	۱۸۵/۰	۱۸۵/۰	۱۱۷/۰	۸۴/۳	۷۴۳۵/۰	۳۹۸۳/۳	۱۸۱۰۰	۱۳۳۱۷	۰/۳۵	۰/۳۰	۴۲۱/۶	۳۲۸/۳	۷۰/۰۰	۵۳/۳۳	۲۸/۷۳	۲۲/۸۱
Paser	۱۹۳/۶	۱۸۸/۳	۱۱۱/۶	۷۹/۳	۷۰۲۴/۵	۳۹۲۷/۱	۲۱۵۳۳	۱۲۵۰۰	۰/۳۴	۰/۲۲	۳۹۳/۳	۱۶۶/۶	۷۹/۰۷	۶۷/۸۷	۳۰/۲۶	۲۱/۲۴
Boyer	۱۸۹/۰	۱۸۵/۶	۱۰۹/۳	۸۴/۰	۷۸۳۰/۳	۳۹۱۶/۸	۱۸۹۳۳	۱۵۰۰۰	۰/۳۸	۰/۳۰	۳۷۶/۶	۳۲۰/۰	۷۹/۰۷	۶۴/۵۳	۳۴/۵۱	۲۳/۴۷
BL2	۱۹۷/۰	۱۹۳/۶	۱۱۵/۰	۸۴/۶	۴۶۳۸/۸	۲۱۶۳/۰	۳۱۵۳۳	۱۲۰۵۰	۰/۳۰	۰/۱۸	۵۱۶/۶	۲۶۳/۳	۵۸/۹۳	۴۶/۷۳	۳۲/۹۳	۲۲/۳۵
BL28	۱۸۰/۰	۱۷۱/۰	۱۲۰/۶	۸۳/۰	۶۴۳۹/۶	۳۵۸۶/۵	۲۶۴۳۳	۱۲۱۶۷	۰/۳۵	۰/۳۰	۶۴۵/۰	۴۳۵/۰	۶۲/۰۰	۴۲/۶۷	۲۷/۳۱	۲۳/۱۳
BL32	۲۰۰/۶	۱۹۶/۶	۱۱۹/۳	۸۴/۰	۳۸۹۷/۳	۱۸۷۷/۲	۳۱۷۳۳	۱۴۱۳۳	۰/۲۶	۰/۱۸	۳۳۵/۰	۱۹۰/۰	۷۱/۱۳	۵۳/۴۰	۲۷/۳۷	۲۰/۲۳
BL36	۱۸۵/۶	۱۸۵/۶	۱۱۶/۰	۸۱/۶	۶۷۴۰/۳	۳۲۹۱/۹	۲۳۴۰۰	۱۲۱۸۳	۰/۳۳	۰/۲۷	۵۲۶/۶	۲۵۵/۰	۷۸/۲۰	۵۴/۶۷	۲۹/۲۶	۲۱/۲۸
LSD ٪۵	۲/۱۹	۱/۹۶	۹/۱۰	۷/۳۹	۸۴۰/۳	۶۸۲/۹	۶۴۹۴/۳	۳۱۲۲/۶	۰/۰۵۴	۰/۰۴۶	۱۶۶/۹	۱۴۱/۹	۲۱/۷۸	۱۰/۰۸	۲/۲۹	۲/۳۴

صفت در اثر تنش رطوبتی ۲۷ درصد کاهش یافت (جدول ۱). کاهش تعداد دانه در اثر تنش رطوبتی در گندم (۱۱ و ۲۱) حدود ۲ و بین ۲۱/۴ تا ۳۱/۸ درصد و در ذرت (۲) از ۲/۶ تا ۶/۷ درصدگزارش شده است. کمبود آب در مرحلهٔ گرده‌افشانی و گل‌دهی باعث نمو غیر طبیعی کیسه جنینی، عقیمی دانه گرده و در نهایت کاهش تعداد دانه‌های بارور می‌گردد (۱۴).

میانگین وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی به طور متوسط ۷ گرم کاهش یافت، یعنی میزان کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی ۲۴/۷۹ درصد تیمار بدون تنش بود (جدول ۱). پاندی و همکاران (۲۱) کاهش وزن هزار دانه را در اثر تنش رطوبتی و در شرایط عدم مصرف و مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به ترتیب ۱۲ و ۱۹/۱۴ درصد اعلام کردند. پانتوان و همکاران (۲۲) اظهار داشتند وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های برنج در اثر تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و رویشی به ترتیب ۲۷ و ۲۲ درصد کاهش یافته است.

سپهری و همکاران (۲) در پژوهش اثر تنش خشکی در ذرت اعلام کردند که تأثیر تنش بر وزن هزار دانه بیشتر از تعداد دانه در بلال بود و این کاهش برای وزن دانه در اثر تنش در مراحل رویشی، زایشی و رویشی- زایشی به ترتیب ۱۰/۶، ۱۶/۹ و ۲۳/۷ درصد گزارش شد. وقوع تنش در هنگام پرشدن دانه‌ها بیشترین تأثیر را بر وزن دانه دارد (۳). تنش رطوبتی در طول دورهٔ رسیدگی دانه، معمولاً سبب کوچک شدن و چروکیدگی دانه‌ها و کاهش وزن دانه در شرایط تنش رطوبتی خواهد شد (۱۴). احتمالاً کوتاه‌تر شدن طول دورهٔ رشد زایشی نیز سبب انتقال کمتر مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای به دانه‌ها می‌گردد و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد.

نتایج نشان داد که عملکرد دانه در شرایط بدون تنش، بین ۳۸۹۷/۳ تا ۷۸۳۰/۳ کیلوگرم در هکتار و در شرایط دارای تنش بین ۱۸۷۷/۲ تا ۳۹۸۳/۳ کیلوگرم در هکتار متغیر بود (جدول ۲). تنش رطوبتی بیشترین اثر را بر عملکرد دانه داشت و باعث شد تا میانگین این صفت ۴۹/۵۵ درصد کاهش یابد (جدول ۱). روی و مورتی (۲۴) در گندم و پانتوان و همکاران (۲۲) در برنج، کاهش عملکرد دانه را در اثر تنش رطوبتی گزارش کردند. پانتوان و همکاران (۲۲) دلیل این امر را کاهش تعداد خوشه در مترمربع، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه اعلام کردند. بلوم و همکاران (۱۱) در گندم و حاجی کریستودولو (۱۸) در جو، دلیل کاهش عملکرد را کاهش در تعداد پنجه و سنبله در واحد سطح دانستند. مظفری و همکاران (۶) در آفتابگردان، کاهشی معادل ۸۰ درصد را در عملکرد دانه تحت شرایط تنش رطوبتی گزارش کردند و دلیل آن را کاهش طول دورهٔ زایشی و تأثیر آن بر قطر طبق و وزن هزار دانه دانستند.در مطالعه سپهری و همکاران (۲) تنش رطوبتی در مراحل رشد رویشی و زایشی باعث ۲۷/۸ درصد کاهش در عملکرد دانه به دلیل کاهش سطح فتوسنتزی از طریق کم شدن سطح برگ و کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ به دلیل افت محتوای رطوبت نسبی و پتانسیل آب برگ گردید. دنمید و شاو (۱۴) نیز کاهش عملکرد در مرحلهٔ زایشی ذرت را نتیجه نمو غیر طبیعی کیسه جنینی و عقیمی دانه گرده دانستند که به کاهش تعداد دانه‌های بارور منجر می‌شود.

تنش رطوبتی موجب ۴۳/۵۸ درصد کاهش در میانگین عملکرد بیولوژیک گردید (جدول ۱). در این پژوهش کاهش ارتفاع بوته‌ها، تعداد پنجه در واحد سطح و نیز عملکرد و اجزای عملکرد را می‌توان دلیل کمتر شدن عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش رطوبتی دانست. در شرایط تنش رطوبتی، ارتفاع بوته‌ها در خوشه دهی و تعداد پنجه در واحد سطح به ترتیب ۲۷/۶۵ و ۱۳/۲۵ درصد نسبت به شرایط عادی رطوبتی، کاهش یافتند که این کاهش باعث کم شدن سطح برگ و در نتیجه کم شدن رشد رویشی و ماده خشک تولید شده گردید.

بلوم و همکاران (۱۱) در پژوهشی روی واریته‌های بومی گندم، کاهش ۲۱ درصدی عملکرد بیولوژیک را در اثر تنش خشکی گزارش کردند. سپهری و همکاران (۲) نیز به کاهش عملکرد بیولوژیک در ذرت در شرایط تنش رطوبتی اشاره کردند که دلیل آن را کوتاه شدن طول دورهٔ رشد رویشی و زایشی در اثر تنش رطوبتی و کاهش سطح برگ و در نتیجه کم شدن تولید کل ماده خشک در گیاهان دانستند. با توجه به

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

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1]

استفاده از یولاف به عنوان علوفه، عملکرد بیولوژیک، معیار مهمی در انتخاب ژنوتیپ‌هاست. بنابراین باید به ژنوتیپ‌هایی توجه داشت که کمتر تحت تأثیر تنش قرار گرفته‌اند.

میانگین شاخص برداشت در شرایط تنش، ۲۱/۸۷ درصد کاهش یافت (جدول ۱). نتایج سایر مطالعات در گندم (۱۱)، برنج (۲۲)، ذرت (۲)، لوبیا (۸) و آفتابگردان (۶) نیز حاکی از کاهش نسبتاً شدید شاخص برداشت در شرایط تنش رطوبتی است. با توجه به متوسط درصد تغییرات صفات مختلف (جدول ۱) و از آنجایی که درصد کاهش عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک بیشتر بود، بنابراین کاهش شاخص برداشت که نسبت این دو صفت به یکدیگر می‌باشد قابل توجیه است. پانتوان و همکاران (۲۲) شدیدترین میزان کاهش شاخص برداشت را در اثر تنش رطوبتی در مراحل گل‌دهی و پرشدن دانه برنج اعلام کردند.

شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش رطوبتی

شدت تنش در این پژوهش برابر ۰/۵ برآورد گردید. تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص حساسیت به تنش، تحمل، میانگین عملکرد در دو محیط، میانگین هندسی عملکرد در دو محیط و شاخص تحمل به تنش در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، رقم آژاکس با SSI=۱/۲۴ و رقم آلاسکا با SSI=۰/۶۷ به ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش بودند.

مقدار بالای TOL نشانهٔ حساسیت ژنوتیپ به تنش بوده و انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر کم TOL است. ارقام آلاسکا و آژاکس به ترتیب بیشترین و کمترین تحمل به تنش رطوبتی را داشتند. دامنه این شاخص بین ۱۶۱۳ تا ۴۱۹۱/۳ کیلوگرم در هکتار متغیر بود.

شاخص میانگین تولید منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و با تحمل به تنش پایین می‌شود (۲۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم بویر با ۶۱۵۶/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین و لاین BL32 با ۳۱۴۱/۱ کیلوگرم در هکتار، کمترین میزان MP را داشتند (جدول ۳). رقم بویر با ۵۵۳۱/۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین و لاین‌های BL2 و BL32 به ترتیب با ۳۱۶۷/۶ و ۲۷۰۳/۴ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار GMP را دارا بودند (جدول ۳). مقادیر بالای STI برای یک ژنوتیپ، نشان‌دهندهٔ تحمل به تنش بیشتر و پتانسیل عملکرد بالاتر آن می‌باشد. بر اساس مقایسه میانگین‌های STI ، ارقام بویر و پیسلی به ترتیب با مقادیر ۰/۷۳ و ۰/۷ متحمل‌ترین و لاین‌های BL2 و BL32 به ترتیب با مقادیر ۰/۲۴ و ۰/۱۸ حساس‌ترین ژنوتیپ‌های مورد بررسی شناخته شدند.

همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، رقم آلاسکا دارای کمترین مقادیر شاخص‌های TOL و SSI بود. به عبارت دیگر این ژنوتیپ دارای بیشترین تحمل و کمترین حساسیت به تنش رطوبتی است. از طرف دیگر این رقم از نظر شاخص‌های GMP و MP در رتبه هیجدهم قرار گرفت، که نشان می‌دهد رقم آلاسکا دارای عمکرد مطلوبی در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی نمی‌باشد. تفاوت بین رتبه ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص‌های GMP و SSI توسط آکوستا و آدامز (۸) نیز گزارش شده است. طبق نظر اشنایدر و همکاران (۲۵) رقمی مثل آلاسکا که مقادیر SSI و TOL پایینی دارد، دارای عملکرد کمی است و از نظر زراعی نامطلوب می‌باشد. شاخص حساسیت به تنش براساس نسبت عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط تنش به شرایط بدون تنش در مقایسه با این نسبت در کل ژنوتیپ‌ها سنجیده می‌شود، بنابراین دو ژنوتیپ با عملکرد زیاد یا کم در دو محیط می‌توانند مقدار SSI یکسانی داشته باشند و انتخاب بر اساس آن، متخصص اصلاح نباتات را به اشتباه می‌اندازد. کلارک و همکاران (۱۳) نیز گزارش کردند که انتخاب بر اساس SSI باعث کاهش پتانسیل عملکرد دانه گندم در محیط‌های مناسب و بدون تنش می‌شود. بنسل و سینها (۱۰) به رابطهٔ خطی مثبتی بین مقادیر SSI و شیب خط رگرسیون عملکرد ارقام گندم بر تیمارهای آبیاری اشاره کردند. در این پژوهش انتخاب بر اساس SSI و TOL موجب گزینش

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

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1]

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های عملکرد (کیلوگرم در هکتار) در شرایط تنش (Ys) و بدون تنش (Yp) و شاخص‌های تحمل به خشکی در ارقام یولاف

ردیف	ژنوتیپ	Yp	Ys	MP	GMP	TOL	SSI	STI
۱	Simcoe	۶۰۴۰/۴	۳۱۲۰/۷	۴۹۰۰/۹	۴۳۴۰/۴	۲۹۱۰/۷	۰/۹۷	۰/۴۵
۲	Ajax	۶۷۷۰/۵	۲۵۸۰/۳	۵۳۳۰/۹	۴۱۷۰/۳	۴۱۹۰/۱	۱/۲۵	۰/۴۲
۳	Alaska	۴۸۷۰/۶	۳۲۶۰/۳	۴۲۸۰/۹	۳۹۸۰/۹	۱۶۱۰/۳	۰/۶۷	۰/۳۸
۴	Beacon	۶۷۸۰/۹	۳۰۹۰/۲	۵۶۵۰/۰	۴۵۸۰/۱	۳۶۹۰/۷	۱/۱۰	۰/۵۰
۵	Eagel	۶۵۹۰/۱	۳۰۴۰/۷	۵۳۲۰/۴	۴۴۷۰/۹	۳۵۴۰/۴	۱/۰۹	۰/۴۸
۶	Glen	۶۸۰۰/۱	۳۸۳۰/۳	۵۹۰۰/۲	۵۱۰۰/۳	۲۹۶۰/۸	۰/۸۸	۰/۶۲
۷	Random	۶۸۳۰/۰	۳۳۹۰/۰	۵۶۳۰/۷	۴۸۱۰/۱	۳۴۳۰/۹	۱/۰۲	۰/۵۵
۸	Oxford	۶۶۲۰/۴	۳۲۰۰/۲	۵۶۸۰/۷	۴۵۸۰/۱	۳۴۲۰/۱	۱/۰۴	۰/۵۰
۹	Sioux	۶۶۸۰/۷	۳۲۴۰/۹	۵۵۵۰/۱	۴۶۵۰/۶	۳۴۳۰/۸	۱/۰۴	۰/۵۲
۱۰	Calibre	۶۸۷۰/۹	۳۴۸۰/۶	۵۹۵۰/۳	۴۸۹۰/۰	۳۳۹۰/۳	۰/۹۹	۰/۵۷
۱۱	Derby	۶۸۵۰/۷	۳۰۳۰/۵	۵۵۱۰/۶	۴۵۶۰/۱	۳۸۲۰/۲	۱/۱۲	۰/۵۰
۱۲	Donald	۶۸۹۰/۴	۳۴۴۰/۴	۵۹۰۰/۰	۴۸۵۰/۰	۳۴۵۰/۰	۱/۰۲	۰/۵۶
۱۳	Rigodon	۷۰۰۰/۳	۳۹۰۰/۳	۶۰۸۰/۰	۵۲۱۰/۹	۳۱۰۰/۰	۰/۹۰	۰/۶۵
۱۴	Paisley	۴۷۳۰/۵	۳۹۸۰/۳	۶۴۸۰/۶	۵۴۲۰/۶	۳۴۵۰/۱	۰/۹۲	۰/۷۰
۱۵	Pacer	۷۰۲۰/۴	۳۹۲۰/۷	۶۰۲۰/۴	۵۲۵۰/۱	۳۰۹۰/۷	۰/۸۹	۰/۶۶
۱۶	boyer	۷۸۳۰/۰	۳۹۱۰/۶	۶۵۱۰/۶	۵۵۳۰/۱	۳۹۱۰/۳	۱/۰۱	۰/۷۳
۱۷	BL2	۴۶۳۰/۸	۲۱۶۰/۳	۶۳۷۴۰/۰	۳۱۶۰/۷	۲۴۷۰/۵	۱/۰۸	۰/۲۴
۱۸	BL28	۶۴۳۰/۹	۳۵۸۰/۶	۵۳۳۰/۲	۴۷۹۰/۲	۲۸۵۰/۳	۰/۹۰	۰/۵۵
۱۹	BL32	۳۸۹۰/۷	۱۸۷۰/۷	۳۱۴۰/۱	۲۷۰۰/۳	۲۰۲۰/۰	۱/۰۵	۰/۱۸
۲۰	BL36	۶۷۴۰/۰	۳۲۹۰/۱	۵۶۶۰/۳	۴۶۸۰/۳	۳۴۴۰/۸	۱/۰۰	۰/۵۲
	LSD(٪۵)	۸۴۰/۳۷	۶۸۲/۹۶	۵۰۳/۱۳	۵۶۹/۴	۱۰۷۹/۵	۰/۲۴۵۷	۰/۱۲۴۱

ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین‌تر در شرایط بدون تنش و عملکرد نسبتاً بالاتر در شرایط تنش شد که با نتایج فرناندز(۱۵) دقیقاً مطابقت دارد. در مقابل، رقم بویر از لحاظ شاخص TOL در رتبه نوزدهم قرار گرفت و از نظر شاخص SSI رتبه ده را کسب کرد. با توجه به شاخص‌های GMP و MP ارقام بویر و پیسلی را می‌توان جزو متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها دانست. ابب و همکاران (۷) و اشنایدر (۲۵) شاخص GMP را برای انتخاب ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی برتر داشتند. یاداو و باتنگار (۲۶) بیان کردند که STI معیار مناسبی برای تشخیص ژنوتیپ‌های سازگار به تنش رطوبتی است.

به اعتقاد فرناندز (۱۵) انتخاب بر اساس MP باعث گزینش ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد بالا و انتخاب بر اساس SSI باعث گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش و با پتانسیل پایین می‌گردد. طبق نظر وی بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌ها شاخص STI می‌باشد، چون قادر است ژنوتیپ‌هایی را که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند، (گروه

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

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1]

جدول ۴. ضرایب هم‌بستگی اسپیرمن بین رتبه ارقام از نظر شاخص‌های مختلف تحمل به تنش و عملکردهای دانه در شرایط تنش (Ys) و بدون تنش (Yp)

شاخص	Yp	Ys	MP	GMP	TOL	SSI
Ys	۰/۷۲**					
MP	۰/۹۱**	۰/۸۲**				
GMP	۰/۸۷**	۰/۹۳**	۰/۹۳**			
TOL	−۰/۵۶*	−۰/۰۰۴ ns	−۰/۴۰ ns	−۰/۲۵ ns		
SSI	۰/۲۱ ns	۰/۷۷**	۰/۳۷ ns	۰/۵۲	۰/۵۵*	
STI	۰/۸۷**	۰/۹۳**	۰/۹۳**	۱**	۰/۲۵ ns	۰/۵۲

ns، * و**: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

A) را از دو گروه ژنوتیپ‌هایی که فقط در محیط بدون تنش (گروه B) و یا فقط در شرایط تنش (گروه C) عملکرد نسبتاً بالایی دارند، تفکیک کند.

پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد در هر دو محیط رطوبتی و شاخص STI بر روی نمودار سه بعدی (شکل ۱) نشان داده شده است. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش در چهار گروه معرفی شده توسط فرناندز (۱۵) قرار گرفتند. ارقام گلن، رندوم، کالیبر، دونالد، ریگودون، پیسلی، پیسر، بویر و لاین BL36 در گروه A قرار گرفتند که از بین آنها ژنوتیپ‌های ریگودون، پیسلی، پیسر و بویر STI بالا و بقیه مقادیر حد واسط این شاخص را به خود اختصاص دادند. در گروه B ارقام آژاکس، بیکن، ایگل، آکسفورد، سایوکس و دربای قرار گرفتند که همه آنها دارای مقادیر STI متوسطی بودند. در گروه C تنها لاین BL28 جای گرفت که دارای STI متوسط بود. ژنوتیپ‌های گروه D شامل سیمکو، آلاسکا، BL2 و BL32 بودند که STI پایینی داشتند. در این مطالعه رقم بویر دارای حداکثر مقدار STI (۰/۷۳) بود. این ژنوتیپ از نظر شاخص‌های MP و GMP نیز در رتبه اول ولی بر حسب شاخص TOL در رتبهٔ نوزدهم جای گرفت. رقم بویر با توجه به شاخص STI دارای پتانسیل عملکرد بالاتری نسبت به بقیه ژنوتیپ‌هاست و در هر دو شرایط، تنش رطوبتی و عادی بهتر عمل کرده است. پس از رقم بویر، رقم پیسلی از نظر شاخص‌های STI، MP و GMP در رتبه دوم قرار گرفت.

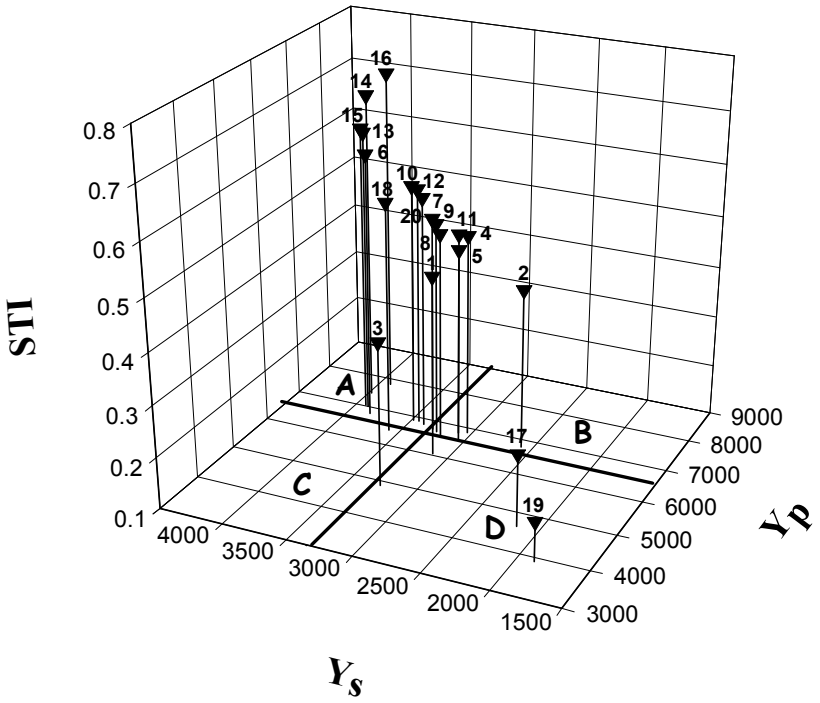
ضرایب هم‌بستگی بین رتبه ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر شاخص‌ها

ضرایب هم‌بستگی بین رتبهٔ ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص MP و Y_S و Y_P مثبت و بسیار معنی‌دار بودند (جدول ۴). این نتایج با نظریهٔ روزیل و همبلین (۲۳) مبنی بر این که انتخاب بر اساس متوسط عملکرد (MP) معمولاً به افزایش عملکرد در هر دو محیط تنش و فاقد تنش منجر می‌گردد، مطابقت دارد. هم‌بستگی‌های بین رتبه ارقام از نظر GMP با رتبه آنها ازنظر Y_P و Y_S مثبت و بسیار معنی‌دار بود. بر این اساس می‌توان گفت که انتخاب بر اساس GMP باعث افزایش عملکرد در هر دو محیط خواهد شد. هم‌بستگی رتبه ارقام از نظر شاخص TOL و Y_P منفی و معنی‌دار بود. بنابراین انتخاب بر مبنای TOL موجب گزینش ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد پایین در شرایط بدون تنش می‌شود. روزیل و همبلین (۲۳) بیان نمودند که شرط ضروری برای این که هم‌بستگی رتبه ارقام از نظر شاخص‌های MP و TOL مثبت شود این است که نسبت واریانس ژنتیکی عملکرد در شرایط تنش به مقدار آن در شرایط فاقد تنش بیش از یک باشد.

همان‌طوری که در جدول ۴ نشان داده شده است، هم‌بستگی رتبهٔ ژنوتیپ‌ها از نظر مقادیر SSI و Y_P مثبت بود اما

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

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1]



شکل ۱. پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد در محیط تنش (Y_s) و بدون تنش (Y_p) و شاخص STI در شدت تنش ۰/۵. نام ژنوتیپ‌ها بر اساس شماره آنها در جدول ۳ آورده شده است.

معنی‌دار نبود، ولی بین رتبه ژنوتیپ‌ها از نظر مقادیر SSI و Y_S هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بنابراین انتخاب برای مقادیر پایین SSI باعث افزایش عملکرد در شرایط تنش می‌شود. اشنایدر و همکاران (۲۵) در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی نتیجه‌گیری کردند که انتخاب برای مقادیر پایین SSI موجب افزایش Y_S می‌گردد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. فیشر و مورر (۷۳) نیز این مطلب را تأیید کرده‌اند.

هم‌بستگی رتبه ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص‌های SSI و TOL مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴)، یعنی انتخاب بر مبنای SSI و TOL باعث گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین در شرایط بدون تنش می‌شود. هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌دار رتبهٔ ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص‌های STI با GMP و MP بدین معنی‌است که با انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل، عملکرد آنها در محیط تنش و فاقد تنش افزایش می‌یابد. هم‌بستگی کامل (r=۱) بین رتبه ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص‌های STI و GMP با توجه به فرمول‌های محاسبه این دو شاخص که ژنوتیپ‌ها را به طور یکسان رتبه بندی می‌کند، قابل انتظار بود. بنابراین شاخص STI یک برآورد کنندهٔ خطی بهتری برای Y_P و Y_S نسبت به سایر شاخص‌ها می‌باشد. فرناندز (۱۵) در بررسی ژنوتیپ‌های ماش گزارش نمود که شاخص STI برآورد کننده بهتری برای Y_P و Y_S نسبت به سایر شاخص‌ها می‌باشد، چون قادر است در مقایسه با شاخص‌های دیگر، ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها تفکیک کند. بنابراین ارقام بویر و پیسلی که از نظر شاخص STI رتبه‌های اول و دوم را به خود اختصاص دادند به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ معرفی می‌شوند.

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

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1]

منابع مورد استفاده

۱. رضائی، ع. ۱۳۶۲. *یولاف (معرفی و نتایج بررسی‌ها)*. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. سپهری، ع.، س. ع. مدرس ثانوی. ب. قره یاضی، و ی. یمینی. ۱۳۸۱. تأثیر تنش آب و مقادیر مختلف نیتروژن بر مراحل رشد و نمو، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. علوم زراعی ایران ۴ (۳): ۱۸۴-۲۰۱.

۳. سرمدنیا، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۶۸. *جنبه‌های فیزیولوژیک زراعت دیم (ترجمه)*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴. کوچکی، ع. ۱۳۷۶. *به زراعی و به نژادی در زراعت دیم (ترجمه)*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۵. مصطفی‌زاده، ب. و س. ف. موسوی. ۱۳۷۵. *آبیاری سطحی (تئوری و عمل)*. انتشارات فرهنگ جامع، تهران.

۶. مظفری، ک.، ی. عرشی و ح. زینلی خانقاه. ۱۳۷۵. بررسی اثر تنش خشکی در برخی از صفات مرفوفیزیولوژیکی و اجزای عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annus* L.). علوم کشاورزی ایران ۳۴ (۴): ۲۴-۳۳.

7. Abebe, A., M. A. Brick and R. A. Kirkby. 1998. Comparison of selection indices to identify productive dry bean lines under diverse environmental conditions. Field Crops Res. 58: 15-23.
8. Acosta-Gollegos, J. A. and M. W. Adams. 1991. Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under drought stress. J. Agric. Sci. Camb. 117: 213-219.
9. Atlin, G. N. and K. J. Frey. 1990. Selecting oat for yield in low productivity environments. Crop Sci. 30: 556-561.
10. Bansal, K. C. and S. K. Sinha. 1991. Assessment of drought resistance in 20 accessions of *Triticum aestivum* and related species. I. Total dry matter and grain yield stability. Euphytica 56: 7-14.
11. Blum, A., G. Golan, J. Mayer, B. Sinmena, L. Shpiler and J. Burra. 1989. The drought response of landraces of wheat from the northern Negev Desert in Israel. Euphytica 43: 87-96.
12. Calhoun, D. S., G. Gebeyehu, A. Miranda, S. Rajaram and M. van Ginkel. 1994. Choosing evaluation environments to increase wheat grain yield under drought conditions. Crop Sci. 34: 673-678.
13. Clark, J. M., R. M. DePauw and T. F. Townley-Smith. 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. Crop Sci. 32: 723-728.
14. Denmead, O. T. and R. H. Shaw. 1960. The effects of soil moisture stress at different stage of growth on the development and yield of corn. Agron. J. 52: 272-274.
15. Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp. 257–270. *In.* Kuo, C. G. (Ed.), Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. AVRDC, Shanhaue, Taiwan.
16. Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.
17. Frey, K. J. 1964. Adaptation reaction of oat strains selected under stress and non-stress environments. Crop Sci. 4: 55-58.
18. Hadjichristodoulou, A. 1985. The stability of the number of tillers of barley varieties and its relation with consistency of performance under semi-arid conditions. Euphytica 34: 641-649.
19. Langer, I., K. J. Frey and T. Bailey. 1979. Associations among productivity, production response and stability indices in oat varieties. Euphytica 28: 17-24.
20. Martin, R. J., P. D. Jamieson, R. N. Gillespie and S. Maley. 2001. Effect of timing and intensity of drought on the yield of Oats (*Avena sativa* L.). Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference. New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited, Christchurch, New Zealand.
21. Pandey, R. K., J. W. Maronville and A. Admou. 2001. Tropical wheat response to irrigation and nitrogen in a Sahelian environment. I. Grain yield, yield components and water use efficiency. Europ. J. Agron. 15: 93-105.
22. Pantuwan, G., S. Fukai, M. Cooper, S. Rajatasereeku and J. C. O'Toole. 2002. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Part 1. Grain yield and yield components. Field Crops Res. 73: 153-168.
23. Rosielle, A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selections for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943-946.
24. Roy, N. N. and B. R. Murty. 1970. A selection procedure in wheat for stress environment. Euphytica 19: 509-521.
25. Schneider, K. A., R. Rosales-Serena, F. Ibarra-perez, B. Cacares-Enriguez, J. A. Acosta-Gallegos, R. Ramirec-Vallejo, N. Wassimi and J. P. Kelly. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.
26. Yadav, O. P. and S. K. Bhatnagar. 2001. Evaluation of indices for identification of pear millet cultivars adapted to stress and non-stress conditions. Field Crops Res. 70: 201-208.

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

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.32.1]