مجله دانش زراعت/ سال ششم/ شماره ۹/ شهریور ۱۳۹۲/ صفحه ۳۷-۵٤

ارزیابی میزان تنوع و قابلیت توارث برخی از صفات مرفولوژیکی گندم نان تحت شرایط تنش و مطلوب رطوبتی

سید سعید موسوی[1*]، سمیه جلالی فر[2]، محمدرضا عبدالهی[1] و مهرداد چایچی[3]

۱. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۳. مربی پژوهشی، مؤسسه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، همدان، ایران

چکیده

به منظور بررسی میزان تنوع ژنتیکی و قابلیت توارث برخی از صفات مرفولوژیک در پنج رقم گندم نان، دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تحت دو شرایط تنش و نرمال رطوبتی انجام شد. نتایج نشان داد که تفاوت ارقام برای بیشتر صفات در هر دو شرایط تنش و نرمال رطوبتی از نظر آماری معنی‌دار (P<۰/۰۵) بود که این بیانگر تنوع قابل توجه ارقام از نظر این صفات می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین بیانگر این بود که رقم متحمل پیشگام در هر دو شرایط محیطی، دارای بیشترین طول ریشه و بیشترین وزن خشک ریشه بود. محاسبه همبستگی فنوتیپی صفت طول ریشه و سایر صفات نشان داد که در شرایط نرمال رطوبتی، این صفت با صفت وزن تر ریشه و در شرایط تنش رطوبتی با صفات طول برگ، تعداد ریشه، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه بیشترین همبستگی را داشت. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نیز نشان داد که در شرایط تنش رطوبتی، مهم ترین صفات تاثیرگذار بر صفت طول ریشه بترتیب شامل: وزن خشک ریشه، تعداد ریشه و نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه بودند. بیشترین و کمترین تنوع ژنتیکی تحت شرایط تنش رطوبتی، بترتیب مربوط به صفت نسبت وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک ریشه و صفت سطح برگ پرچم بود. همچنین تحت شرایط تنش رطوبتی، بیشترین و کمترین درصد وراثت‌پذیری به ترتیب مربوط به صفات وزن خشک ریشه و نسبت وزن خشک به تر ریشه بود.

واژه‌های کلیدی: تنش رطوبتی، ریشه، گندم، وراثت‌پذیری

[*] **نویسنده مسئول:**
E-mail: s.moosavi@basu.ac.ir

تاریخ وصول: ۱۳۹۱/۶/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۰

مقدمه

خشکی یک پدیده اقلیمی است که می‌توان آن را نتیجه مجموعه‌ای از عوامل مختلف در نظر گرفت (١٤). تنش خشکی هنگامی رخ می‌دهد که میزان تعرق گیاه بیشتر از میزان جذب آب باشد (۱۸). این تنش مهم ترین تنش غیرزیستی محدود کننده تولید محصولات زراعی در سراسر جهان به حساب می‌آید (۱).

به‌نژادگران، همواره علاقمند به شناسایی ویژگی‌هایی غیر از عملکرد بوده‌اند تا بتوانند از آن‌ها به عنوان معیار انتخاب غیرمستقیم استفاده کنند (۷). در فرآیند انتخاب، در صورت انتخاب بر پایه ارزش فنوتیپی، موفقیت در تغییر ویژگی‌های جمعیت در صورتی قابل پیش‌بینی است که درجه تطابق بین ارزش‌های فنوتیپی (Genotypic values) و ارزش‌های ژنوتیپی (Breeding values) معلوم باشد که اندازه‌گیری این درجه تطابق به وسیله محاسبه وراثت-پذیری انجام می‌گیرد (۲۰). بلوم (۱۹۸۸) معتقد است که بسیاری از خصوصیات گیاهی ممکن است باعث بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاه زراعی تحت شرایط تنش رطوبتی گردند. در واقع، انتخاب برای میزان عملکرد بالا در جمعیت‌های گندم تحت شرایط تنش خشکی، منجر به انتخاب با سیستم ریشه وسیع و گسترده گردیده است (۱۲). ارقام گندم از نظر میزان تحمل تنش رطوبتی متنوع می‌باشند که یکی از عوامل موثر در این ارتباط، چگونگی توسعه سیستم ریشه‌ای آن‌ها می‌باشد چرا که ریشه‌ها اولین اندام‌هایی هستند که تنش را دریافت می‌کنند (۲۹) . در شرایط کم آبی ریشه‌های بذری می‌توانند نقش قابل ملاحظه‌ای در تامین آب مورد نیاز گیاه داشته باشند و هر چه عمق ریشه افزایش یابد آب قابل استفاده گیاه نیز افزایش می‌یابد (١٤). بنابراین نوع سیستم ریشه‌ای و نحوه پاسخ آن به تنش خشکی، دو جزء مهم تحمل به خشکی می‌باشند. به طور کلی، یک سیستم ریشه‌ای بزرگ، از یک سیستم ریشه‌ای کوچک برای ذخیره آب مفیدتر می‌باشد. بنابراین استراتژی‌های اصلاحی تحمل خشکی شامل انتخاب نسلی با سیستم‌های ریشه‌ای بزرگ می‌باشد (۳۰). از میان صفات مرفولوژیکی ریشه، حداکثر طول ریشه (عمق ریشه)، قطر ریشه و نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه با میزان تحمل خشکی مرتبط و همبسته می‌باشند (۳۱).

در بحث اصلاح گیاهان برای هر صفت، مهمترین مسئله پاسخ به گزینش می‌باشد که یکی از عوامل ضروری جهت پاسخ مطلوب، وجود یک منبع تنوع اولیه (واریانس فنوتیپی) مناسب برای صفات مختلف مرتبط با تحمل نسبی به تنش است ($R=i\delta h^2$) (۲۰). در واقع در رابطه بالا، R میزان پاسخ به گزینش، I شدت گزینش، δ انحراف معیار فنوتیپی و h^2 هم وراثت پذیری خصوصی صفت می‌باشد. بنابراین، با توجه به وجود تفاوت‌های اساسی درخصوصیات ریشه در بین گونه‌های مختلف و از طرفی دیگر، با توجه به اینکه کارهای محدودی در زمینه صفات زیر زمینی (ریشه و اجزای آن) گیاهان، صورت گرفته است لذا می‌توان با تمرکز روی خصوصیات ریشه از آن‌ها به عنوان یک منبع جدید تنوع جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل استفاده کرد (۲۵) . یکی از راه‌های کاهش اثر تنش رطوبتی بر عملکرد گیاهان، ایجاد گیاهان متحمل به خشکی از طریق روش‌های اصلاحی می‌باشد، موفقیت این روش‌ها مستلزم شناخت و کاربرد فرآیندهای فیزیولوژیکی، مرفولوژیکی و فنولوژیکی است که باعث افزایش تحمل گیاه به خشکی می‌شوند. در این رابطه تحقیقات زیادی توسط محققین و متخصصین فیزیولوژی و اصلاح نباتات صورت گرفته است که منجر به شناخت نسبی مکانیزم های تحمل شده است. با توجه به اینکه در بررسی‌های قبلی ارقام پیشگام و توس ارقام نسبتا متحمل و ارقام الوند و نوید ارقام نسبتا حساس معرفی گردیدند(۳)، لذا هدف این تحقیق، مطالعه تنوع پذیری و ارزیابی خصوصیات ریشه‌ای ارقام تجاری فوق، با دامنه متفاوت تحمل به تنش رطوبتی، وهمچنین بررسی ارتباط این خصوصیات با میزان تحمل نسبی آنها، جهت انتخاب غیرمستقیم ارقام متحمل بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۹ به صورت دو آزمایش جداگانه تحت دو شرایط نرمال و تنش رطوبتی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر روی پنج رقم گندم نان شامل: الوند (نیمه حساس به تنش خشکی آخر فصل)، توس (متحمل به تنش خشکی)، نوید (حساس به تنش خشکی)، پیشگام (متحمل به تنش رطوبتی آخر فصل) و سایسون (نیمه متحمل به تنش رطوبتی) (۳)، که به طور متداول در استان همدان کشت می‌گردند و دارای دامنه متفاوتی از حساسیت و تحمل خشکی می‌باشند، در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا انجام شد.

جهت بهاره‌سازی بذور، بذرها قبل از کشت به مدت پنج هفته در داخل دستمال‌های مرطوب در پتری‌دیش در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. کشت بذور در تاریخ ۱۵ بهمن ماه سال ۱۳۸۹ در درون گلدان‌های نایلونی به ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متر و قطر ۱۵ سانتی‌متر انجام شد که جهت سهولت ارزیابی خصوصیات ریشه‌ای، ترکیب خاک گلدان‌ها به صورت ۵۰ درصد شن، ۳۰ درصد خاک زراعی و ۲۰ درصد کود پوسیده دامی تعیین شد. در هر گلدان تعداد چهار بذر از هر رقم در عمق حدود ۲ سانتی متری کشت شد و پس از جوانه زدن فقط دوگیاهچه در هر گلدان باقی ماند. آبیاری به صورت معمولی به منظور سبز شدن گیاهچه‌ها، هفته‌ای یک بار برای هر دو شرایط انجام شد. برای شرایط تنش رطوبتی، حدود یک ماه پس از کاشت و بعد از استقرار گیاهچه‌ها، تنش به صورت کاهش مقدار آب آبیاری اعمال شد. مقدار آب لازم برای آبیاری هر گلدان در شرایط نرمال رطوبتی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$d = \left(F_C - \frac{P_0}{100}\right) \times A_S \times D \qquad (۱)$$

d = مقدار آب لازم برای آبیاری هر گلدان، F_c = رطوبت وزنی در نقطه ظرفیت مزرعه، P_o = درصد رطوبت وزنی برای نقطه پژمردگی، A_S= وزن مخصوص ظاهری خاک، D = ارتفاع خاک در گلدان می‌باشد (١٦).

با توجه به فرمول بالا مقدار آبی که در شرایط نرمال و تنش رطوبتی مصرف شد به ترتیب ۱۰۰۰ و۳۳۰ میلی لیتر در هر بار آبیاری بود. یعنی میزان آب شرایط تنش حدود یک سوم میزان آب شرایط نرمال (ظرفیت مزرعه) برای هر گلدان در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری صفات، قبل از سنبله‌دهی، بوته‌ها از گلدان‌ها خارج شدند و پس از شستشوی کامل ریشه گیاه، صفات تعداد ریشه، طول کل ریشه (عمق نفوذ ریشه)، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک به تر ریشه، تعداد پنجه، تعداد برگ، طول برگ، پهنای برگ پرچم، سطح برگ پرچم، ارتفاع گیاه، وزن خشک بخش هوایی بوته ، نسبت وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک ریشه، نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه و وزن تر هوایی بوته اندازه‌گیری و ثبت شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، اندام‌های هوایی و ریشه‌ها به مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. همچنین پس از اندازه‌گیری طول (L) و عرض برگ‌های پرچم (W)، مساحت آن‌ها با استفاده از رابطه $LA= 0.725 \times L \times W$ (۳۱) محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم افزار(SAS 9.1 Ver.)و MINITAB (Ver. 16.2) انجام شد. از تقسیم واریانس ژنوتیپی به فنوتیپی برآوردی از درصد وراثت‌پذیری عمومی (Heritability) (h^2) هر صفت به دست آمد. ضریب تغییرات ژنوتیپی Genotypic coefficient of variation (GCV) و ضریب تغییرات فنوتیپی Phenotypic coefficient of variation (PCV) به ترتیب با استفاده از واریانس ژنوتیپی (σ_g^2) و واریانس فنوتیپی $(\sigma_{ph}{}^2)$ و همچنین میانگین ($\bar{x}$) است و بر اساس رابطه‌های زیر محاسبه شدند.

$$pcv = \frac{\sqrt{\sigma_{ph}{}^2}}{\bar{x}} \times 100\,, \quad GCV = \frac{\sqrt{\sigma_g{}^2}}{\bar{x}} \times 100\,, \qquad (۲)$$

$$h^2 = \frac{\sigma_g{}^2}{\sigma_{ph}{}^2} \times 100$$

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین در شرایط تنش رطوبتی

نتایج تجزیه واریانس در این شرایط (جدول ۱) نشان داد که ارقام از نظر صفات تعداد پنجه، طول برگ، پهنای برگ پرچم، وزن خشک بخش هوایی، تعداد ریشه، طول ریشه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، نسبت وزن بخش هوایی به ریشه در بوته خشک و وزن تر بخش هوایی بوته تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد و از نظر صفات سطح برگ پرچم و نسبت وزن بخش هوایی به ریشه در بوته تر در سطح آماری ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار بودند.

مقایسه میانگین صفت تعداد کل پنجه در شرایط تنش رطوبتی(جدول ۲) نشان داد که ارقام سایسون و الوند، با میانگین ۱۷/۲۵ و ۸/۵ عدد پنجه در بوته، بترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد پنجه بودند. بر اساس نتایج برخی از تحقیقات (۷ و۱۲) افزایش نسبی تعداد پنجه به عنوان یک صفت جبران کننده خسارت ناشی از تنش رطوبتی در نظر گرفته می‌شود در حالی که در برخی دیگر از تحقیقات (٦)، عکس نتایج فوق بدست آمده است. لذا در تحقیق حاضر، با توجه به اینکه ارقام متحمل سایسون و پیشگام دارای بیشترین تعداد پنجه در شرایط تنش رطوبتی می‌باشند بنابراین شاید بتوان نتیجه‌گیری کرد که با افزایش تعداد پنجه بارور، به عنوان یکی از اجزاء عملکرد، تعداد سنبله در واحد سطح بیشتر می‌شود و در نهایت می‌تواند یکی از عوامل جلوگیری از کاهش عملکرد در شرایط تنش کمبود آب باشد.

نتایج بدست آمده برای صفات طول برگ، پهنا و سطح برگ پرچم (جدول ۲) بیانگر این بود که ارقام حساس نوید و الوند دارای بیشترین و ارقام متحمل پیشگام و توس دارای کمترین مقادیر برای صفات مذکور می‌باشند. با توجه به کاهش مقادیر این صفات در ارقام نسبتا متحمل، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که یکی از مکانیسم‌های این ژنوتیپ‌ها جهت کاهش اثر تنش رطوبتی، کاهش میزان سطح تعرق برگی می‌باشد که این کاهش می‌تواند از طریق کاهش طول برگ نیز باشد. با توجه به اینکه اولین واکنش گیاه نسبت به تنش، یک واکنش بیوفیزیکی می‌باشد. در نتیجه با افزایش میزان تنش رطوبتی، دیواره سلولی چروکیده می‌گردد و حجم سلول را کاهش می‌دهد. در این شرایط توسعه سلول‌ها که وابسته به پتانسیل فشار اسمزی است نیز کاهش می‌یابد و رشد گیاه کم می‌شود. با این وجود می‌توان گفت که کوچک شدن اندازه برگ و تعداد برگ در گیاه نتیجه حضور و یا شدت تنش خشکی است (۲٦). با توجه به این مسئله که یکی از مکانیسم‌های مقاومت، مکانیسم اجتناب از خشکی از طریق حفظ آب درون گیاهی است پس هر چه قدر میزان سطح برگ در شرایط تنش رطوبتی بیشتر باشد، میزان تلفات آب تعرقی بیشتر است که این ممکن است باعث کاهش میزان عملکرد در این شرایط گردد. عمر و همکاران (۱۹۹۳) اظهار داشتند که با افزایش میزان تنش خشکی، سطح برگ به طور مداوم کاهش می‌یابد. گوپتا و همکاران (۱۹۹۵) نتیجه گرفتند که گیاه در اثر تنش خشکی سرعت رشد خود را کاهش می‌دهد و این امر باعث کاهش سطح برگ گیاه می‌شود. ربیتزکی و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که در اثر تنش خشکی، میزان سطح برگ کاهش می‌یابد که یکی از دلایل این کاهش باریک شدن برگ می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین صفت تعداد و طول ریشه در شرایط تنش خشکی (جدول ۲) نشان داد که رقم متحمل پیشگام دارای بیشترین و رقم حساس نوید دارای کمترین تعداد و طول ریشه می‌باشند. در کل تعداد ریشه‌ها در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال رطوبتی کمتر بود .پس می‌توان نتیجه گرفت که شاید یکی از مکانیسم های پاسخ گیاه در مواجه شدن با تنش خشکی، کاهش تعداد ریشه و افزایش عمق نفوذ می‌باشد. این حالت را می‌توان این گونه توجیه کرد که گیاه برای جذب بیشتر آب، مواد ذخیره‌ای خود را با کاهش تعداد ریشه، صرف

طویل شدن ریشه می‌کند. توپسین و همکاران (۱۹۸٦) اظهار داشتند که ارقام گندم متحمل به خشکی ریشه طویل‌تر و حجم ریشه بیشتری نسبت به دیگر ارقام دارند. بخشایشی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که با افزایش شدت تنش خشکی، میزان رشد طولی ریشه‌چه در ارقام گندم بیشتر از میزان رشد طولی ساقه‌چه بوده است. عبدالشاهی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که تعداد ریشه و کارایی مصرف آب با هم همبستگی ژنتیکی دارند، به نحوی که ژنوتیپ‌های دارای ریشه بیشتر از کارایی مصرف آب بالاتری برخوردار بودند. نتایج حاصل برای صفت وزن تر و خشک ریشه در این شرایط (جدول ۲) بیانگر این بود که رقم پیشگام بیشترین وزن تر و خشک را دارا می‌باشد در حالی‌که رقم نوید و الوند به ترتیب دارای کمترین وزن تر ریشه و کمترین وزن خشک ریشه می‌باشند. با توجه به این‌که در ارقام متحمل به خشکی نسبت وزن ریشه به وزن بخش هوایی بوته افزایش می‌یابد، پس افزایش مقدار وزن ریشه در شرایط تنش خشکی عاملی است که می‌تواند بر روی افزایش عملکرد تاثیر بگذارد. مین و همکاران (۱۹۹۳) نیز گزارش کردند که در شرایط تنش خشکی در گندم ، زیاد بودن وزن خشک ریشه در مراحل اولیه رشد، می‌تواند به عنوان یک معیار در انتخاب ارقام متحمل به خشکی مورد استفاده قرار گیرد.

بیشترین و کمترین نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه در بوته بترتیب مربوط به ارقام الوند و پیشگام می‌باشد (جدول ۲). بیشترین نسبت وزن بخش هوایی به ریشه در بوته خشک در رقم نوید و کمترین آن در رقم پیشگام مشاهده شد. با توجه به این که این نسبت در ارقام متحمل کمتر می‌باشد می‌توان توجیه کرد که اختصاص بیشتر ماده خشک به ریشه در ارقام متحمل، یک مکانیزم تحمل در مقاومت به خشکی می‌باشد که به عنوان یک صفت می‌تواند در انتخاب ارقام متحمل به خشکی مورد استفاده قرارگیرد. در این جا نیز با بالا بودن وزن خشک ریشه در رقم پیشگام می‌توان نتیجه گرفت که این نسبت در رقم پیشگام کم می‌شود.

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین در شرایط نرمال رطوبتی

نتایج تجزیه واریانس در این شرایط نشان داد (جدول ۳)، ارقام از نظر صفات ارتفاع، سطح برگ پرچم، وزن خشک بخش هوایی، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک ریشه و نسبت وزن خشک به تر ریشه در سطح آماری ۱ درصد و از نظر صفات تعداد پنجه، تعداد برگ، طول برگ، پهنای برگ پرچم، تعداد ریشه، طول ریشه، وزن تر ریشه در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌دار نشان دادند. این نتایج بیانگر تنوع ژنتیکی کافی در بین ارقام از نظر صفات مورد مطالعه در هر دو شرایط نرمال و تنش رطوبتی می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین در شرایط نرمال رطوبتی (جدول ٤) نشان داد که بیشترین تعداد پنجه متعلق به رقم پیشگام (با میانگین ۲۲/۷۵ پنجه در بوته) و کمترین آن در رقم الوند (با میانگین ۱۱/۳۳ پنجه در بوته)

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف مطالعه شده برای ۵ رقم گندم نان در شرایط تنش رطوبتی

		میانگین مربعات صفات						
منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد پنجه	تعداد برگ	طول برگ	پهنای برگ پرچم	سطح برگ پرچم	ارتفاع	وزن خشک بخش هوایی
بلوک	۲	۱/۹۵	۲۰۰/۲۵	۱۲/۰۳	۰/۰۱	۴۷/۸۱**	۲/۶۱	۰/۰۲
رقم	۴	۲۳/۹۴**	۱۸۷/۵۷$^{n.s}$	۴۸/۱۵**	۰/۲۱**	۱۵/۰۷*	۳/۷۱$^{n.s}$	۱/۹۵**
خطا	۸	۳/۰۸	۸۳/۳۱	۳/۳۳	۰/۰۰۳۴	۳/۳۲	۳/۳۰	۰/۱۹۳
ضریب تغییرات		۱۳/۸۵	۱۴/۶۱	۶/۴۳	۵/۹۲	۳/۹۳	۱۱/۱۹	۱۳/۰۷

ادامه جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف مطالعه شده برای ۵ رقم گندم نان در شرایط تنش رطوبتی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات							
		تعداد ریشه	طول ریشه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه	نسبت وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک ریشه	نسبت وزن خشک به تر ریشه	وزن تربخش هوایی
بلوک	۲	۱۲/۰۹	۱۲۷/۸۵	۰/۲۳	۰/۰۰۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۰۹	۱۳/۵۴**
رقم	۴	۷۶/۵۱**	۱۳۵۶/۴**	۱۲/۰۴**	۰/۷**	۰/۱۷*	۱/۳۲**	۰/۰۰۷$^{n.s}$	۶/۹۳**
خطا	۸	۷/۲۷	۱۳۰/۵۱	۱/۲۱	۰/۰۰۲۸	۰/۰۳۹	۰/۰۴۸	۰/۰۰۴	۴/۷۳
ضریب تغییرات		۴/۳۱	۱۰/۵۷	۱۸/۶۰	۲/۶۴	۲۰/۹۱	۱۲/۷۸	۱۸/۳۵	۹/۵۷

علائم ** ، * و علامت n.s بترتیب بیانگر معنی دار بودن در سطح ۱ درصد، ۵ درصد وعدم اختلاف معنی‌دار می باشد.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین صفات مختلف مطالعه شده برای ۵ رقم گندم نان در شرایط تنش رطوبتی

تیمارهای آزمایشی		میانگین ها						
		تعداد پنجه	تعداد برگ	طول برگ (cm)	پهنای برگ پرچم (cm)	سطح برگ پرچم (cm^2)	ارتفاع (cm)	وزن خشک بخش هوایی (gr)
ارقام	الوند	۸/۵۰ ^{c}	۵۹/۶۶ ^{a}	۲۹/۷۵ ^{ab}	۱/۲۶ ^{a}	۴۷/۷۵ ^{ab}	۱۵/۴۳ ^{a}	۳/۵۰ ^{ab}
	نوید	۱۰/۰۰ ^{bc}	۵۶ ^{a}	۳۵/۱۲ ^{a}	۱/۳۰ ^{a}	۴۹/۰۸ ^{a}	۱۶/۱۸ ^{a}	۳/۹۲ ^{a}
	توس	۱۲/۲۵ ^{bc}	۵۴/۱۶ ^{a}	۲۵/۲۲ ^{bc}	۰/۸۵ ^{b}	۴۴/۷۵ ^{bc}	۱۶/۱۰ ^{a}	۲/۸۱ ^{bc}
	پیشگام	۱۴/۵۰ ^{ab}	۷۴/۷۵ ^{a}	۲۳/۰۰ ^{c}	۰/۷۱ ^{c}	۴۳/۰۸ ^{c}	۱۸/۱۱ ^{a}	۲/۰۱ ^{d}
	سایسون	۱۷/۲۵ ^{a}	۷۳/۲۵ ^{a}	۲۸/۷۵ ^{bc}	۰/۸۳ ^{b}	۴۷/۰۶^{ab}	۱۵/۳۶ ^{A}	۲/۲۶ ^{dc}

ادامه جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین صفات مختلف مطالعه شده برای ۵ رقم گندم نان در شرایط تنش رطوبتی

تیمارهای آزمایشی		میانگین ها						
		تعداد ریشه	طول ریشه (cm)	وزن تر ریشه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه	نسبت وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک ریشه	نسبت وزن خشک به تر ریشه	وزن تربخش هوایی (gr)
ارقام	الوند	۵۹/۲۵ ^{bc}	۹۸/۶۶ ^{b}	۴/۴۸ ^{c}	۱/۶۶ ^{c}	۱/۳۶ ^{a}	۲/۱۰ ^{a}	۰/۳۷ ^{a}	۲۱/۱۱ ^{a}
	نوید	۵۴/۷۵ ^{c}	۸۸/۳۳ ^{b}	۴/۱۳ ^{c}	۱/۶۸ ^{c}	۱/۲۴ ^{ab}	۲/۳۲ ^{a}	۰/۴۰ ^{a}	۲۱/۴۶ ^{a}
	توس	۶۳/۵۰ ^{b}	۱۰۹/۱۶ ^{b}	۵/۷۸ ^{bc}	۱/۹۶ ^{b}	۰/۹۷ ^{abc}	۱/۴۳ ^{b}	۰/۳۶ ^{a}	۲۳/۷۵ ^{a}
	پیشگام	۷۰/۶۶ ^{a}	۱۴۳/۶۶ ^{a}	۹/۰۸ ^{a}	۲/۸۵ ^{a}	۰/۷۹ ^{c}	۰/۷۰ ^{c}	۰/۳۱ ^{a}	۲۶/۱۲ ^{a}
	سایسون	۶۰/۸۳ ^{bc}	۱۰۰/۱۶ ^{b}	۶/۸۶ ^{b}	۱/۹۰ ^{b}	۰/۸۸ ^{bc}	۱/۱۹ ^{b}	۰/۲۸ ^{a}	۲۲/۵۲ ^{a}

حروف مشابه به معنی عدم تفاوت می باشد.

مشاهده شد. نتایج بدست آمده برای صفت تعداد و طول برگ نیز نشان داد (جدول ٤) که رقم پیشگام دارای بیشترین و رقم الوند دارای کمترین تعداد و طول برگ می‌باشد. با توجه به بالا بودن تعداد برگ در ارقام نسبتاً متحمل تحت شرایط نرمال رطوبتی می‌توان نتیجه گرفت که یکی از مکانیسم‌های گیاه برای دریافت حداکثر انرژی نورانی، افزایش تعداد برگ است که جهت کاهش تعرق در شرایط تنش، معمولاً این ارقام سطح برگ خود را کاهش

می‌دهند.

نتایج حاصل نشان داد که رقم نوید دارای بیشترین سطح و پهنای برگ پرچم می‌باشد در حالیکه رقم پیشگام با میانگین ۲۶/۱۹ سانتی‌متر در بوته دارای کمترین سطح برگ پرچم و از نظر صفت پهنای برگ پرچم، رقم سایسون کمترین پهنا را دارا می‌باشد. تفاوت در سطح برگ گونه‌ها و ارقام غلات عمدتا ناشی از اختلاف در سرعت جوانه‌زنی و زمان ظهور برگ‌های اول و دوم می‌باشد (۲۲ و ۲۸). در این میان می‌توان گفت توسعه سریع برگ‌های گیاهچه، افزایش کارایی تعرق، افزایش میزان جذب نور و در نتیجه رشد سریع‌تر گیاهچه را به دنبال دارد (۲۷ و ۲۸). نتایج بدست آمده برای صفت وزن خشک بخش هوایی بوته (جدول ۳)، بیانگر این است که رقم الوند با میانگین ۱۱/۶۸ گرم در بوته دارای بیشترین و رقم سایسون با میانگین ۶/۵۸ گرم در بوته دارای کمترین وزن خشک بوته می‌باشند. با توجه به بالا بودن بیشتر صفات رویشی در رقم الوند که از ارقام نسبتا حساس می‌باشد می‌توان گفت که رقم الوند علیرغم حساسیت نسبی به تنش رطوبتی، ولی در شرایط نرمال دارای رشد مطلوب و مناسب می‌باشد که این ویژگی باعث راندمان نسبی بالای آن در این شرایط می‌گردد (٤).

نتایج بدست آمده برای صفات تعداد و طول ریشه (جدول ٤)، حاکی از آن است که رقم الوند و رقم سایسون به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد ریشه می‌باشد، در حالیکه بیشترین طول ریشه در رقم پیشگام (۱۱۷ سانتی‌متر) و کمترین آن در رقم نوید (۷۹/٦٦ سانتی‌متر) مشاهده شد. با توجه به بالا بودن تعداد ریشه در رقم الوند که یک رقم نسبتا حساس می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که احتمالا زیاد بودن تعداد ریشه‌های سطحی در آن یکی از دلایل حساسیت این رقم به تنش رطوبتی باشد. درواقع، وجود این ریشه‌ها در شرایط تنش باعث درک سریع علائم تنش می‌گردد و بدنبال آن پاسخ به تنش و نهایتا کاهش عملکرد تحت شرایط تنش می‌گردد. به گزارش خزاعی (۱۳۸۲) روند حداکثر عمق ریشه در پایان دوره آزمایش به گونه‌ای بود که در شرایط مطلوب ارقام با مقاومت به خشکی بیشتر، طول ریشه بیشتری نیز داشتند که تاییدی بر نتایج آزمایش مذکور می‌باشد. بیشترین وزن تر و وزن خشک ریشه به رقم پیشگام تعلق دارد در حالیکه رقم نوید با میانگین ۱۳/٤۳ گرم در بوته دارای کمترین وزن تر ریشه و رقم توس با میانگین ٤/۸۰ گرم در بوته دارای کمترین وزن خشک ریشه می‌باشند (جدول ٤) که با افزایش میزان رشد ریشه در شرایط مطلوب، میزان رشد نهایی گیاه افزایش و عملکرد مطلوب‌تری تولید می‌نماید.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف مطالعه شده برای ۵ رقم گندم نان در شرایط نرمال رطوبتی

		میانگین مربعات صفات						
منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد پنجه	تعداد برگ	طول برگ	پهنای برگ پرچم	سطح برگ پرچم	ارتفاع	وزن خشک بخش هوایی
بلوک	۲	۱۴/۳۳	۲۴۹/۶۶	۷۰/۷۶	۰/۰۰۸	۵۷۶/۰۱	۱۲۴/۶۳	۰/۱۴
رقم	۴	۵۲/۲۳*	۱۴۲۵/۸۶*	۴۳/۴۱*	۰/۰۸*	۲۸۷/۳۹**	۴۴۱/۲۸**	۱۲/۷۰**
خطا	۸	۱۶/۹۲	۵۰۴/۴	۶/۳۳	۰/۰۱۶	۳۳/۸۷	۱۶/۰۱	۱/۴۷
ضریب تغییرات		۲۹/۷۶	۲۷/۸۹	۹/۱۱	۹/۷۴	۱۵/۴۸	۶/۸۵	۱۲/۴۸

ادامه جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف مطالعه شده برای ۵ رقم گندم نان در شرایط نرمال رطوبتی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات							
		تعداد ریشه	طول ریشه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه	نسبت وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک ریشه	نسبت وزن خشک به تر ریشه	وزن تربخش هوایی
بلوک	۲	۷۴/۷۴	۲۸۹/۹۹	۰/۵۶	۰/۴۲	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۱۸۵/۴۷
رقم	۴	۲۷۴/۴۹ *	۶۰۰/۲۱*	۲۲/۳۴*	۴/۴۲**	۰/ ۶۶n.s	۰/۶۳**	۰/۰۳۸**	۱۱۹/۵۸ n.s
خطا	۸	۱۴۲/۵۲	۱۱۸/۵	۴/۶۹	۰/۴۲۶	۰/۲۹	۰/۰۴۱	۰/۰۰۴	۱۲۳/۵۷
ضریب تغییرات		۱۳/۸۰	۱۱/۰۰	۱۳/۲۶	۱۰/۷۰	۲۰/۶۰	۱۲/۳۱	۱۷/۲۲	۱۸/۵۵

علائم ** ، * و علامت n.s بترتیب بیانگر معنی دار بودن در سطح ۱ درصد، ۵ درصد وعدم اختلاف معنی‌دار می باشد.

جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین صفات مختلف مطالعه شده برای ۵ رقم گندم نان در شرایط نرمال رطوبتی

تیمارهای آزمایشی		میانگین ها						
		تعداد پنجه	تعداد برگ	طول برگ (cm)	پهنای برگ پرچم (cm)	سطح برگ پرچم (cm^2)	ارتفاع (cm)	وزن خشک بخش هوایی (gr)
ارقام	الوند	۱۱/۳۳ b	۶۵/۳۳ b	۲۳/۰۸ c	۱/۳۶ a	۳۱/۴۳ bc	۷۰/۵۸ a	۱۱/۶۸ a
	نوید	۱۱/۶۶ b	۶۵/۸۳ b	۲۶/۵۰ bc	۱/۵۰ a	۵۴/۲۲ a	۶۶/۱۶ ab	۸/۸۵ bc
	توس	۱۳/۳۳ b	۸۸/۷۵ ab	۲۶/۷۰ bc	۱/۳۵ a	۲۸/۱۷ c	۶۲/۰۰ b	۱۰/۳۸ ab
	پیشگام	۲۲/۷۵ a	۱۲۴/۷۵ a	۳۳/۱۲ a	۱/۲۷ ab	۲۶/۱۹ c	۴۶/۶۲ c	۱۱/۱۵ ab
	سایسون	۱۳/۰۰ b	۷۵/۳۳ ab	۲۹/۸۳ ab	۱/۰۳ b	۴۲/۵۴ ab	۴۲/۶۶ c	۶/۵۸ c

ادامه جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین صفات مختلف مطالعه شده برای ۵ رقم گندم نان در شرایط نرمال رطوبتی

تیمارهای آزمایشی		میانگین ها							
		تعداد ریشه	طول ریشه (cm)	وزن تر ریشه(gr)	وزن خشک ریشه (gr)	نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه	نسبت وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک ریشه	نسبت وزن خشک به تر ریشه	وزن تربخش هوایی (gr)
ارقام	الوند	۱۰۱/۰۰ a	۱۱۰/۵۰ a	۱۵/۸۵ b	۷/۸۸a	۳/۰۵ a	۱/۴۸ b	۰/۵a	۶۴/۴۸ a
	نوید	۸۴/۰۰ ab	۷۹/۶۶ b	۱۳/۴۳ b	۶/۸ab	۳/۰۷ a	۱/۳۲ b	۰/۵a	۵۷/۲۰ a
	توس	۹۳/۸۳ ab	۹۴/۳۳ ab	۱۴/۸۵ b	۴/۸ c	۲/۷۰ ab	۲/۱۷ a	۰/۳۲ b	۵۷/۴۰ a
	پیشگام	۸۶/۵۰ ab	۱۱۷/۰۰ a	۲۰/۶۵ a	۵/۳۳c	۲/۴۱ab	۲/۰۹ a	۰/۶b	۷۱/۰۵ a
	سایسون	۷۲/۰۰ b	۱۰۳/۱۶ ab	۱۶/۹۰ ab	۵bc	۱/۹۴ b	۱/۱۶ b	۰/۳b	۵۳/۸۸ a

حروف مشابه به معنی عدم تفاوت می باشد

تجزیه رگرسیون گام به گام

به منظور تعیین صفات با بیشترین تاثیر بر صفت طول ریشه، به‌عنوان متغیر مهم و وابسته، و جهت تعیین سهم هر یک از صفات، از رگرسیون گام به گام استفاده شد (جدول ۵). در شرایط نرمال رطوبتی سه صفت وزن تر ریشه، طول برگ و نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه به ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند و در مجموع ۹۹/۷۷ درصد از تغییرات طول ریشه را توجیه نمودند. در حالیکه تحت شرایط تنش رطوبتی سه صفت وزن خشک ریشه، تعداد ریشه و نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه به ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند و در مجموع ۹۹/۹۹ درصد از تغییرات طول ریشه را توجیه نمودند. سایر صفات مورد مطالعه تاثیر معنی‌داری بر مدل نداشتند. از طرفی نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون مرحله‌ای تحت شرایط نرمال رطوبتی نشان داد (جدول ٦) که ۳ صفت نسبت وزن خشک به تر ریشه، طول ریشه و سطح برگ پرچم بخش عمده‌ای از تغییرات وزن خشک ریشه را در مدل رگرسیونی توجیه می‌کنند و دارای ضریب تبیین ۹۹/۹٤ درصد می‌باشند. درحالیکه تحت شرایط تنش رطوبتی تنها صفت طول ریشه ۹۵/۵۸ درصد از تغییرات را توجیه می‌کند و صفات دیگر در درجات بعدی اهمیت قرار داشتند.

ضرایب همبستگی، وراثت‌پذیری و ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی

با توجه به اینکه یکی از اهداف این پژوهش شناسایی صفاتی است که دارای تاثیر معنی‌داری بر دو صفت طول ریشه و وزن خشک ریشه می‌باشند، بنابراین همبستگی بین صفات مذکور برآورد و محاسبه گردید. نتایج همبستگی فنوتیپی بین صفات مختلف نشان داد (جدول ۷) که در شرایط نرمال رطوبتی صفت طول ریشه (به عنوان یک صفت مهم در مبحث مقاومت به خشکی) دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفت وزن تر ریشه (r=۰/۸٦) در سطح آماری ۵ درصد می‌باشد. نتایج مربوط به همبستگی فنوتیپی تحت شرایط تنش رطوبتی حاکی از آن بود (جدول ۸) که صفت طول ریشه با صفت طول برگ (r= -۰/۸۷) همبستگی منفی و معنی‌داری را در سطح آماری ۵ درصد دارد در حالیکه با صفت وزن تر ریشه (r=۰/۹۲) در سطح آماری ۵ درصد و با صفات تعداد ریشه (r=۰/۹۷) و وزن خشک ریشه (r=۰/۹۷) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد نشان داد.

جدول ۵- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای صفت طول ریشه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغییرهای مستقل در۵ رقم گندم نان در شرایط نرمال و تنش رطوبتی

شرایط محیطی	صفات	عرض از مبدا	ضرایب رگرسیون برای صفات			ضریب تبیین
			۱	۲	۳	تجمعی
نرمال رطوبتی	۱.وزن تر ریشه	۲۵/۵۷	۴/۶۱			۷۴/۵۶**
	۲.طول برگ	۵۵	۷/۶۳	-۲/۸۳		۹۶/۸۱*
	۳.نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه	۹۴/۸۱	۱۹/۱۶	-۳/۵۱	-۷/۷	۹۹/۷۷*
تنش رطوبتی	۱.وزن خشک ریشه	۲۱/۵۸	۴۲/۷۹			۹۵/۵۸**
	۲.تعداد ریشه	-۴۶/۷۳	۲۲/۹۷	۱/۷۵		۹۸/۷۰*
	۳.نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه	۸۶/۰۰	۲۶/۲۴	۲/۰۱	۱۶/۱	۹۹/۹۹*

** و* بترتیب بیانگر معنی دار بودن در سطح ۱و۵ درصد می باشد.

جدول ٦- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای صفت وزن خشک ریشه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغییرهای مستقل در ٥ رقم گندم نان در شرایط نرمال و تنش رطوبتی

شرایط محیطی	صفات	عرض از مبدا	ضرایب رگرسیون برای صفات ۱	۲	۳	ضریب تبیین تجمعی
نرمال رطوبتی	۱. نسبت وزن خشک به تر ریشه	۲/۴۴	۹/۴۳			۷۶/۶۵*
	۲.طول ریشه	-۳/۰۰	۱۲/۰۷	۰/۰۴		۹۸/۳۰*
	۳.سطح برگ پرچم	-۴/۷۰	۱۱/۴۳	۰/۰۵	۰/۰۲	۹۹/۹۴
تنش رطوبتی	۱.طول ریشه	-۰/۳۹	۰/۰۲			۹۵/۵۸**

** و* بترتیب بیانگر معنی دار بودن در سطح ۱و۵ درصد می باشد

نتایج حاصل از بررسی میزان همبستگی بین صفات مختلف تحت شرایط نرمال رطوبتی نشان داد (جدول ۷) که صفت وزن خشک ریشه با صفت نسبت وزن خشک به تر ریشه (r=۰/۸۷) دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد می‌باشد. همچنین تحت شرایط تنش رطوبتی، نتایج حاصل نشان داد (جدول ۸) که بین صفت وزن خشک ریشه با صفات تعداد ریشه (r=۰/۹٤)، طول ریشه (r=۰/۹۷) و وزن تر ریشه (r=۰/۹٦) در سطح آماری ۱ درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد.

در حالیکه با صفت نسبت وزن خشک هوایی به وزن خشک ریشه (r=-۰/۸۹) همبستگی منفی و معنی‌داری را در سطح آماری ۵ درصد نشان داد. عبدالشاهی و همکاران (۱۳۸۸) نیز همبستگی بین صفات وزن خشک ریشه و تعداد ریشه را در تحقیقی که روی گندم انجام دادند، گزارش کردند.

اطلاعات به دست آمده از محاسبات صفات در جدول ۷ برای شرایط نرمال رطوبتی نشان داد که بالاترین وراثت‌پذیری‌ها مربوط به صفات نسبت وزن خشک هوایی به وزن خشک ریشه و وزن خشک ریشه و کمترین وراثت‌پذیری مربوط به صفات نسبت وزن تر هوایی به وزن تر ریشه بوده است. نتایج جدول ۸ نشان داد که در شرایط تنش رطوبتی، بالاترین وراثت‌پذیری‌ها مربوط به صفات وزن خشک ریشه و نسبت وزن خشک هوایی به وزن خشک ریشه بود و کمترین وراثت‌پذیری مربوط به صفات نسبت وزن خشک به تر ریشه و تعداد برگ بوده است. عبدالشاهی و همکاران (۱۳۸۸) نیز وراثت‌پذیری نسبتا بالایی را برای صفت وزن خشک ریشه گزارش کردند. شهبازی و همکاران (۱۳۸۹) نیز با بررسی که روی وراثت‌پذیری برخی از صفات چند رقم گندم متحمل به خشکی انجام دادند، اعلام کردند که نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در شرایط تنش، علیرغم دارا بودن همبستگی بالا با تحمل به خشکی از وراثت‌پذیری پایینی برخوردار بود. همچنین گزارش کردند که تعداد ریشه نیز به عنوان صفتی با وراثت‌پذیری متوسط رابطه معنی‌داری با تحمل خشکی داشت. به طور کلی میزان وراثت‌پذیری در شرایط تنش رطوبتی بیش از شرایط نرمال تخمین زده شده است. که احتمالا دلیل آن را می‌توان به بالا بودن تنوع ژنتیکی نسبت داد. اگر چه وراثت‌پذیری عمومی به خوبی وراثت-پذیری خصوصی نمی‌تواند سهم ژنتیکی تنوع را مشخص نماید، اما بالا بودن میزان آن معرف انتقال نسبی صفات از والدین به نتاج می‌باشد. دامنه متفاوت وراثت‌پذیری و بالا بودن آن در شرایط تنش رطوبتی نسبت به شرایط نرمال معرف زیاد بودن تنوع ژنتیکی نسبت به تنوع محیطی و همچنین ادغام اثر متقابل ژنوتیپ در محیط مورد نظر است (۱۱).

جهت تعیین میزان تنوع موجود در صفات مختلف، اقدام به محاسبه ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی گردید. در کلیه صفات ضریب تغییرات فنوتیپی بزرگ‌تر از ضریب تغییرات ژنوتیپی بود. بالاترین ضرایب تغییرات ژنوتیپی را صفت وزن خشک هوایی به وزن خشک ریشه کسب نمود.

ضریب تغییرات ژنوتیپی صفات نشان می‌دهند که تنوع موجود در صفات مختلف متفاوت است. در برخی از صفات تنوع زیاد و در بعضی صفات تنوع کمی وجود دارد. مسلما هر چه تنوع موجود در صفات بیشتر باشد انتخاب در آن‌ها منجر به پاسخ به گزینش بهتری خواهد شد (۲۰).

نتایج حاصل نشان داد که ارقام متحمل دارای طول و تعداد ریشه ، وزن خشک و وزن تر ریشه بیشتر و همچنین نسبت بخش هوایی به بخش زیرزمینی کمتری می‌باشند. از نظر صفات برگی نیز دارای تعداد برگ بیشتر، طول برگ کمتر، سطح و پهنای برگ پرچم کمتر می‌باشد. بنابراین به جای انتخاب مستقیم در شرایط مزرعه‌ای، می‌توان بر اساس این رابطه منطقی در شرایط گلخانه‌ای و در طی مدت کوتاه‌تری عمل انتخاب اولیه را انجام داد.

با توجه به اهمیت این خصوصیات به عنوان یک منبع جدید تنوع با وراثت پذیری نسبتا بالا و با در نظر داشتن این موضوع که ایران یکی از خواستگاه‌ها و مراکز مهم تنوع گندم در جهان می‌باشد می‌توان با توجه به ارتباط و همبستگی که بین ارقام متحمل و خصوصیات ریشه‌ای آن‌ها وجود دارد، از این خصوصیات ریشه‌ای به عنوان عاملی جهت انتخاب غیر مستقیم ارقام متحمل استفاده کرد.

جدول ۷- میانگین، ضریب همبستگی، وراثت پذیری و ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی در صفات مختلف مطلعه شده برای ۵ رقم گندم نان در شرایط نرمال رطوبتی

صفات	میانگین	ضریب همبستگی با طول ریشه	ضریب همبستگی با وزن خشک ریشه	واریانس فنوتیپی (V_p)	واریانس ژنوتیپی (Vg)	ضریب تغییرات فنوتیپی (PCV %)	ضریب تغییرات ژنوتیپی (GCV %)	وراثت پذیری (Heritability %)
تعداد پنجه	۱۳/۸۲	۰/۶۰۴	-۰/۵۰۶	۱۷/۴۱	۱۱/۷۷	۳۸/۷۶	۲۴/۸۲	۴۵/۰۲
تعداد برگ	۸۰/۵	۰/۵۶۴	-۰/۶۵۵	۴۷۵/۲۹	۳۰۷/۵	۳۵/۳۹	۲۱/۷۷	۴۳/۵
طول برگ	۲۷/۶۱	۰/۳۶۱	-۰/۶۷۶	۱۴/۴۷	۱۲/۳۶	۱۵/۶۶	۱۲/۷۳	۶۰/۱۳
پهنای برگ پرچم	۱/۳	-۰/۴۹۲	۰/۳۲۸	۰/۰۳	۰/۰۲	۱۴/۸۶	۱۱/۲۴	۵۷/۱۴
سطح برگ پرچم	۳۷/۵۶	-۰/۷۶۳	۰/۳۱۸	۹۵/۸۰	۸۴/۵۱	۲۸/۹۷	۲۴/۴۷	۷۱/۳۹
وزن بخش هوایی بوته خشک	۹/۷۳	۰/۴۰۷	۰/۲۰۳	۳۹/۸۶	-۱/۳۳	۲۳/۴۷	۱۹/۸۸	۷۱/۸۰
تعداد ریشه	۸۶/۵	۰/۱۷۵	۰/۳۶۸	۹۱/۵۰	۴۳/۹۹	۱۵/۷۹	۷/۶۷	۳۸/۵۹
طول ریشه	۹۸/۹۶	۱	۰/۰۰۳	۲۰۰/۰۷	۱۶۰/۵۷	۱۶/۸۸	۱۲/۸۰	۵۷/۵۴
وزن تر ریشه	۱۶/۳۳	۰/۸۶۳*	-۰/۳۱۰	۷/۴۵	۵/۸۸	۱۹/۹۱	۱۴/۸۵	۵۵/۶۴
وزن خشک ریشه	۶/۰۹	۰/۰۰۳	۱	۱/۴۷	۱/۳۳	۲۱/۷۴	۱۸/۹۶	۷۶/۰۵
نسبت وزن تر هوایی به وزن تر ریشه	۲/۶۳	-۰/۳۹۵	۰/۵۶۷	۰/۲۲	۰/۱۲	۲۴/۴۵	۱۳/۳۵	۲۹/۸۴
نسبت وزن خشک هوایی به وزن خشک ریشه	۱/۶۴	۰/۲۹۵	-۰/۶۰۶	۰/۲۱	۰/۲۰	۲۹/۶۶	۲۷/۰۴	۸۳/۱۰
نسبت وزن خشک به تر ریشه	۰/۳۸	-۰/۴۶۷	۰/۸۷۶*	۰/۰۱	۰/۰۱	۳۲/۵۹	۲۸/۰۲	۶۲/۹۱

** و* بترتیب بیانگر معنی دار بودن در سطح ۱و۵ درصد می باشد

جهت گروهبندی ارقام بر اساس صفات مورد نظر، تجزیه خوشه‌ای به روش WARD و با استفاده از مربع معیار فاصله پیرسون انجام شد که ژنوتیپ‌ها را در هر دو شرایط رطوبتی در دو خوشه مجزا قرار داد

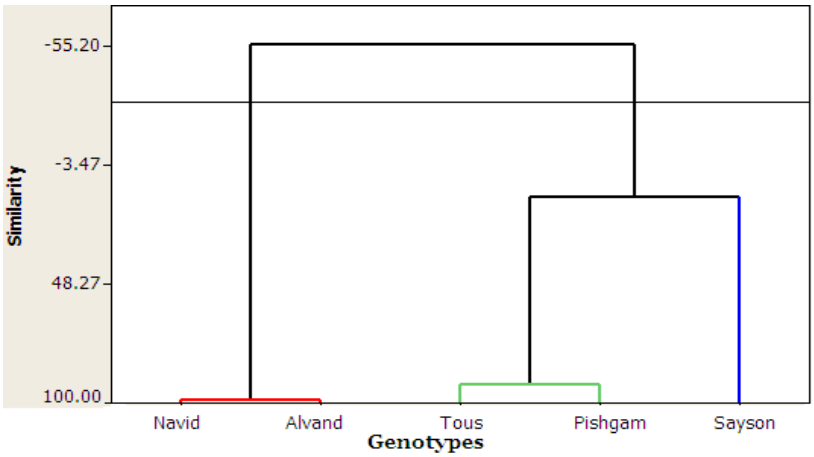
جدول ۸- میانگین، ضریب همبستگی، وراثت‌پذیری و ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی در صفات مختلف مطلعه شده برای ۵ رقم گندم نان در شرایط تنش رطوبتی

صفات	میانگین	ضریب همبستگی با طول ریشه	ضریب همبستگی با وزن خشک ریشه	واریانس فنوتیپی (Vp)	واریانس ژنوتیپی (Vg)	ضریب تغییرات فنوتیپی (PCV %)	ضریب تغییرات ژنوتیپی (GCV %)	وراثت پذیری (Heritability %)
تعداد پنجه	۱۲/۵	۰/۴۰۵	۰/۵۴۸	۱۰/۰۳	۶/۹۵	۲۵/۳۴	۲۱/۱۰	۶۹/۳۰
تعداد برگ	۶۲/۴۵	۰/۶۰۰	۰/۶۶۳	۱۱۸/۰۶	۳۴/۷۵	۱۷/۴۰	۹/۴۴	۳۸/۴۴
طول برگ	۲۸/۳۷	-۰/۸۷۰ *	-۰/۸۱۶	۱۸/۲۷	۱۴/۹۴	۱۵/۰۷	۱۳/۶۲	۸۱/۷۷
پهنای برگ پرچم	۰/۹۹	۰/۷۶۱	-۰/۸۲۲	۰/۰۷	۰/۰۷	۲۷/۱۰	۲۶/۵۳	۷۰/۸۳
سطح برگ پرچم	۴۶/۴۶	-۰/۰۸۶	-۰/۱۵۳	۷/۲۴	۳/۹۱	۵/۷۹	۴/۲۶	۵۴/۰۳
وزن بخش هوایی بوته		-۰/۷۶۴	-۰/۸۱۳	۵/۴۶	۰/۷۳			
خشک	۲/۹					۲۹/۸۶	۲۶/۷۱	۸۰
تعداد ریشه	۶۲/۴۵	۰/۹۷۵ **	۰/۹۴۴ **	۳۰/۳۵	۲۳/۰۸	۸/۸۲	۷/۶۹	۷۶/۰۵
طول ریشه	۱۰۸	۱	۰/۹۷۴ **	۵۳۹/۱۹	۴۰۸/۶۸	۲۱/۵۰	۱۸/۷۲	۷۵/۸۰
وزن تر ریشه	۶/۰۷	۰/۹۲۵ *	۰/۹۶۶ **	۴/۸۶	۳/۵۹	۳۶/۳۲	۳۱/۲۱	۷۳/۸۷
وزن خشک ریشه	۲/۰۱	۰/۹۷۴ **	۱	۰/۲۳	۰/۲۳	۲۴/۱۰	۲۴	۸۸/۱۵
نسبت وزن تر هوایی به		-۰/۷۱۱	-۰/۸۲۲	۰/۰۸	۰/۰۴			
وزن تر ریشه	۱/۰۵					۲۷/۴۹	۱۹/۸۳	۵۲
نسبت وزن خشک		-۰/۸۴۷	-۰/۸۹۳ *	۰/۴۷	۰/۴۳			
هوایی به وزن خشک								
ریشه	۱/۵۵					۴۴/۰۴	۴۲/۱۶	۸۵/۶۳
نسبت وزن خشک		-۰/۵۰۵	-۰/۵۷۳	۰/۰۱	۰/۰۰			
ریشه به وزن تر ریشه	۰/۳۴					۲۰/۸۰	۹/۳۰	۳۶/۱۱

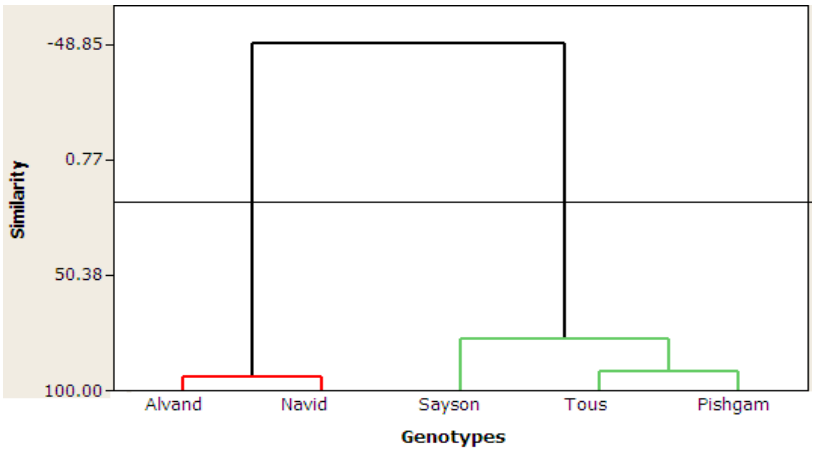
** و* بترتیب بیانگر معنی دار بودن در سطح ۱و۵ درصد می باشد

تجزیه خوشه‌ای

(شکل۱ و ۲). همانطوری که از شکل مشخص می‌باشد، در هر دو شرایط ارقام الوند و نوید در گروه اول و ارقام پیشگام، توس و سایسون در گروه دوم قرار گرفتند، که با توجه به وضعیت حساسیت و تحمل ارقام، گروهبندی انجام شده، معیار مناسبی برای مجزا سازی ارقام، خصوصا تحت شرایط تنش رطوبتی بوده است. جدول شماره ۹ و ۱۰ نشان می‌دهد که مرکز خوشه‌های یک و دو بترتیب دارای فاصله‌های ۲/۸۳ و ۳/۱۸ ، بترتیب در شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی می‌باشند که این نشاندهنده این است که در شرایط عدم تنش، ارقام نوید و سایسون دارای بیشترین فاصله ژنتیکی می‌باشند در حالی‌که ارقام الوند و پیشگام دارای کمترین قرابت ژنتیکی در شرایط تنش رطوبتی را دارا می‌باشند. بنابراین با توجه به فاصله ژنتیکی ژنوتیپ‌ها، می‌توان از آنها جهت برنامه‌های دورگ‌گیری سود برد چراکه انتخاب والدین مناسب برای دورگ‌گیری یکی از مهمترین و مؤثرترین عوامل در برنامه دورگ‌گیری است. محمدی و همکاران (۱۳۸۱) در مطالعه تنوع ژنتیکی لاین‌های بومی گندم با کمک تجزیه خوشه‌ای با در نظر گرفتن ۶۵٪ شباهت درون گروهی، لاین‌ها را در شش گروه قرار دادند.



شکل ۱- نمودار تجزیه خوشه‌ای۵ رقم مختلف گندم نان به روش ward در شرایط عدم تنش رطوبتی



شکل ۲- نمودار تجزیه خوشه‌ای۵ رقم مختلف گندم نان به روش ward در شرایط تنش رطوبتی

جدول ۹- ماتریس فاصله بین مرکز خوشه‌ها در شرایط عدم تنش رطوبتی (برآورد شده از متغیرهای استاندارد شده)

شماره خوشه	۱	۲
۱	۰	۲/۸۳

جدول ۱۰- ماتریس فاصله بین مرکز خوشه‌ها در شرایط تنش رطوبتی(برآورد شده از متغیرهای استاندارد شده)

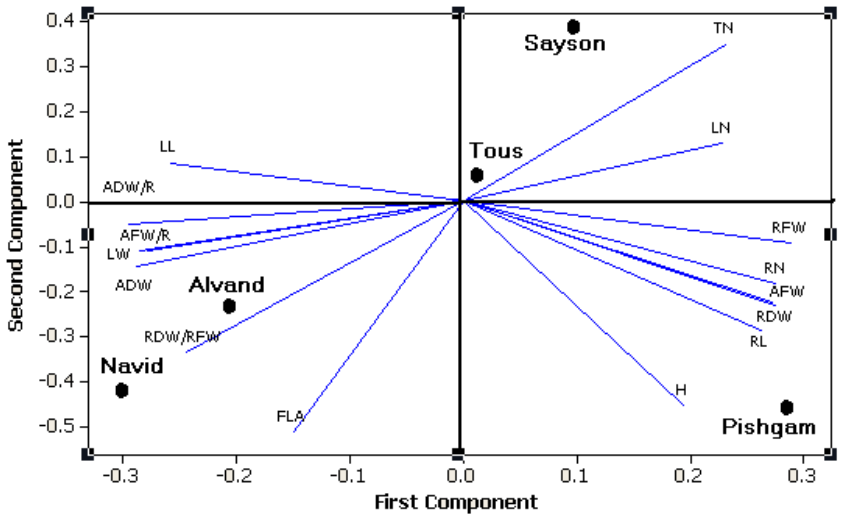
شماره خوشه	۱	۲
۱	۰	۳/۱۸

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی Principal Component Analysis (PCA) در شرایط تنش رطوبتی نشان داد که بیش از ۹۲ درصد واریانس کل داده‌ها به واسطه دو مولفه اول توجیه می‌شود (جدول ۱۱). به طوری که مولفه اول به تنهایی بیش از ۷۵/٦ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد و مولفه دوم نیز بیش از ۱٦ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود. بر اساس داده‌های (جدول ۱۱)، مولفه اول با صفات تعدادریشه، طول ریشه، وزن تر ریشه و وزن تر بخش هوایی

همبستگی مثبت و بالایی داشت که با توجه به این همبستگی، مولفه اول "مولفه گسترش ریشه" نامیده شد که هر چقدر مقدار این مولفه بیشتر باشد مطلوب‌تر است. از طرفی دیگر با توجه به اینکه مولفه دوم با کلیه صفات فوق ارتباط منفی و با صفت تعداد پنجه، که افزایش آن در شرایط تنش رطوبتی مطلوب نیست، ارتباط مثبت و بالایی داشت، از این رو این مولفه "مولفه کاهش بخش زیز زمینی گیاه" نامیده شد که در این حالت هر چه مقدار این مولفه کمتر باشد مطلوب‌تر است. بنابراین بر اساس رابطه مولفه‌ها و شاخص‌های مورد بررسی، مقادیر بیشتر مولفه اول و مقدار کمتر مولفه دوم مدنظر می‌باشد. از این رو ناحیه چهارم نمودار بای‌پلات (شکل ۳) مورد نظر است و ارقام و صفاتی که در این ناحیه قرار می‌گیرند به عنوان مطلوب‌ترین رقم شناسایی شد. بر اساس نتایج نمودار بای‌پلات رقم پیشگام، به‌عنوان رقمی مقاوم و مناسب شرایط تنش رطوبتی و ارقام الوند و نوید، به عنوان ارقام نامطلوب برای این شرایط معرفی شدند.

نتایج بدست آمده در شرایط نرمال رطوبتی (جدول ۱۲) نشان داد که بیش از ۸۲ درصد از واریانس کل داده‌ها به واسطه دو مولفه اول توجیه می‌شود. بر اساس این نتایج، مولفه اول با صفات وزن خشک ریشه و نسبت وزن خشک ریشه به وزن تر ریشه ارتباط مثبت و بالایی داشت در حالی که با صفات مهم طول ریشه و وزن تر ریشه رابطه منفی نشان داد.



شکل ۳- نمودار بای پلات حاصل از تجزیه به مولفه‌ها اصلی در شرایط تنش رطوبتی

نام اختصاری صفات: TN= تعداد پنجه، LN= تعداد برگ، LL= طول برگ، RN= تعداد ریشه، RL= طول ریشه، RFW= وزن تر ریشه، RDW= وزن خشک ریشه، RDW/RFW= نسبت وزن خشک ریشه به وزن تر ریشه، AFW= وزن تر بخش هوایی، LW= پهنای برگ پرچم، FLA= سطح برگ پرچم، H= ارتفاع،ADW = وزن خشک بخش هوایی،AFW/R = نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه، ADW/R= نسبت وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک ریشه

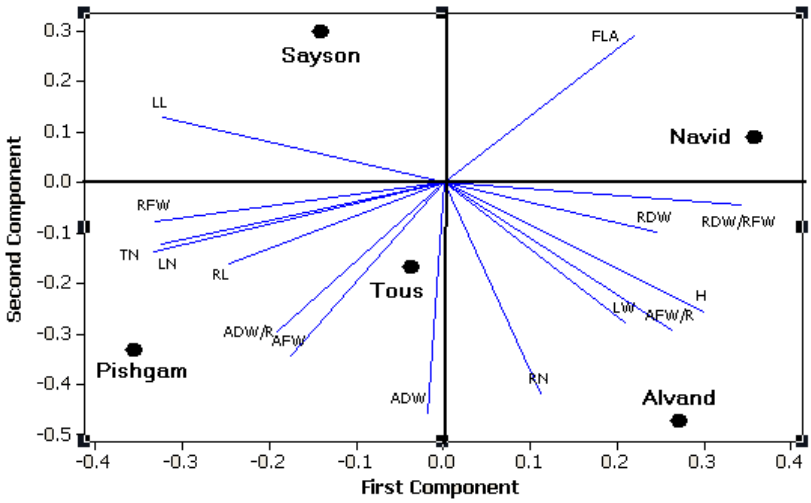
جدول ۱۱- مقادیر دو مولفه اول برای صفات مختلف در شرایط تنش رطوبتی

مولفه‌ها	درصد از واریانس کل	TN	LN	LL	RN	RL	RFW	RDW	RDW/RFW	AFW	LW
۱	۷۵/۶	۰/۲۳	۰/۲۲	-۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۲۷	-۰/۲۴	۰/۲۷	-۰/۲۸
۲	۱۶/۵	۰/۳۴	۰/۱۳	۰/۰۸	-۰/۱۸	-۰/۲۸	-۰/۰۹	-۰/۲۳	-۰/۳۳	-۰/۲۲	-۰/۱۰

ادامه جدول ۱۱- مقادیر دو مولفه اول برای صفات مختلف در شرایط تنش رطوبتی

مولفه ها	درصد از واریانس	FLA	H	ADW	AFW/R	ADW/R
۱	۷۵/۶	-۰/۱۴	۰/۱۹	-۰/۲۸	-۰/۲۷	-۰/۲۹
۲	۱۶/۵	-۰/۵۱	-۰/۴۵	-۰/۱۴	-۰/۱۱	-۰/۰۴

نام اختصاری صفات:TN= تعداد پنجه، LN= تعداد برگ، LL= طول برگ، RN= تعداد ریشه، RL= طول ریشه، RFW= وزن تر ریشه، RDW= وزن خشک ریشه، RDW/RFW= نسبت وزن خشک ریشه به وزن تر ریشه، AFW= وزن تر بخش هوایی، LW= پهنای برگ پرچم، FLA= سطح برگ پرچم، H= ارتفاع،ADW = وزن خشک بخش هوایی،AFW/R = نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه، ADW/R= نسبت وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک ریشه



شکل ٤- نمودار بای پلات حاصل از تجزیه به مولفه‌ها اصلی در شرایط نرمال رطوبتی

نام اختصاری صفات: TN= تعداد پنجه، LN= تعداد برگ، LL= طول برگ، RN= تعداد ریشه، RL= طول ریشه، RFW= وزن تر ریشه، RDW= وزن خشک ریشه، RDW/RFW= نسبت وزن خشک ریشه به وزن تر ریشه، AFW= وزن تر بخش هوایی، LW= پهنای برگ پرچم، FLA= سطح برگ پرچم، H= ارتفاع،ADW = وزن خشک بخش هوایی،AFW/R = نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه، ADW/R= نسبت وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک ریشه

جدول ۱۲- مقادیر دو مولفه اول برای صفات مختلف در شرایط نرمال رطوبتی

مولفه ها	درصد از واریانس کل	TN	LN	LL	RN	RL	RFW	RDW	RDW/RFW	AFW	LW
۱	۵۰/۳	-۰/۳۲	-۰/۳۳	-۰/۳۲	۰/۱۱	-۰/۲۴	-۰/۳۳	۰/۲۴	۰/۳۴	-۰/۱۷	۰/۲۱
۲	۳۱/۷	-۰/۱۲	-۰/۱۳	۰/۱۲	-۰/۴۱	-۰/۱۶	-۰/۰۷	-۰/۰۹	-۰/۰۴	-۰/۳۴	-۰/۲۷

ادامه جدول ۱۲- مقادیر دو مولفه اول برای صفات مختلف در شرایط نرمال رطوبتی

مولفه ها	درصد از واریانس کل	FLA	H	ADW	AFW/R	ADW/R
۱	۵۰/۳	۰/۲۱	۰/۲۹	-۰/۰۱	۰/۲۶	-۰/۱۹
۲	۳۱/۷	۰/۲۹	-۰/۲۵	-۰/۴۵	-۰/۲۹	-۰/۲۹

نام اختصاری صفات:TN= تعداد پنجه، LN= تعداد برگ، LL= طول برگ، RN= تعداد ریشه، RL= طول ریشه، RFW= وزن تر ریشه، RDW= وزن خشک ریشه، RDW/RFW= نسبت وزن خشک ریشه به وزن تر ریشه، AFW= وزن تر بخش هوایی، LW= پهنای برگ پرچم، FLA= سطح برگ پرچم، H= ارتفاع،ADW = وزن خشک بخش هوایی،AFW/R = نسبت وزن تر بخش هوایی به وزن تر ریشه، ADW/R= نسبت وزن خشک بخش هوایی به وزن خشک ریشه

مفهوم این رابطه این است که افزایش مولفه اول از یک طرف باعث کاهش طول ریشه و از طرف دیگر باعث افزایش وزن خشک ریشه می‌شود. در حقیقت این نتیجه بیانگر اینست که ارقامی که وزن خشک ریشه بالایی داشته‌اند، این افزایش وزن، بیشتر از طریق گسترش ریشه‌ها در سطح بوده است که با توجه به شرایط مطلوب رطوبتی، شاید بتوان اظهار داشت که در این شرایط، صفت طول ریشه اهمیت کمتری در مقایسه با صفت وزن خشک ریشه، در مقایسه با شرایط تنش رطوبتی، دارد. بنابراین اگر هدف انتخاب بر اساس صفت وزن خشک ریشه‌های سطحی، که بیشتر یک صفت مطلوب برای شرایط نرمال است، باشد در اینصورت ناحیه چهارم بهترین ناحیه و رقم الوند مطلوب شرایط نرمال رطوبتی است. حال اگر هدف انتخاب برای صفت طول ریشه باشد، در این‌صورت ناحیه مطلوب ناحیه سوم و رقم پیشگام رقم مطلوب می‌باشد. محققین دیگری نیز در آزمایشات خود از تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده کردند و اظهار داشتند که بیشترین تغییرات مورد نظر بین داده‌ها با دو مولفه اول بیان می‌شود (۱۰ و ۱۳).

منابع

۱. آهنگری، ع.، ۱۳۸۸. بررسی صفات موثر در مقاومت به تنش خشکی در گندم. مجموعه مقالات کشاورزی زراعت و اصلاح نباتات. سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی.

۲. بخشایشی قشلاق، م.، کاظمی اربط، ح. و د.، صادق‌زاده اهری، ۱۳۹۰. ارزیابی واکنش ارقام گندم دیم وآبی به تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای. مجله پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۵، شماره۱. صفحه ۳۶- ۳۱.

۳. جلالی‌فر، س.، ۱۳۹۱. کاربرد صفات ریشه‌ای در انتخاب ارقام متحمل به خشکی گندم نان. پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه بو علی سینا. همدان.

٤. حسن‌پور، ج.، کافی، م. و م. ج.، میرهادی، ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی بر عملکرد برخی خصوصیات فیزیولوژیک جو. مجله علوم کشاورزی ایران. دوره ۱- ۳۹، شماره ۱. صفحه ۱۷۱-۱٦٥.

٥. خزاعی، ک. و م.، کافی، ۱۳۸۲. تاثیر تنش خشکی بر رشد ریشه و توزیع ماده خشک بین ریشه و بخش هوایی در ارقام متحمل و حساس گندم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد۱، شماره ۱. صفحه ۳۹- ۳۳.

٦. زاهدی نو، م.، ۱۳۹۱.کاربرد صفات زیر زمینی در انتخاب لاین‌های متحمل به خشکی در جو . پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته اصلاح نباتات، دانشگاه بو علی سینا.

۷. سیاهپوش، م. ر.، امام، ی. و ع.، سعیدی، ۱۳۸۲. تنوع ژنتیکی، قابلیت توارث و ضرایب همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی عملکرد دانه، اجزا آن و برخی صفات مورفو فیزیولوژیک در گندم نان. مجله علوم زراعی ایران. جلد پنجم، شماره ۲. صفحه ۸٦-۹۸.

۸. شهبازی، ح.، بی‌همتا، م. ر.، تایب، م. و ف.، درویش، ۱۳۸۹. ارزیابی وراثت پذیری صفات مربوط به جوانه‌زنی بذر برای تحمل به خشکی در ارقام گندم نان. مجله علوم زراعی ایران. شماره ۲. صفحه ۲۱۲-۱۹۹.

۹. عبدالشاهی، ر.، امیدی، م.، طالعی، ع. ر. و ب.، یزدی صمدی، ۱۳۸۸. نقشه یابیQTLهای کنترل کننده تحمل به خشکی در گندم نان (*Triticum aestivium*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۷، شماره ۲. صفحه ۵۲۷- ۵۳۹.

۱۰. عسکر، م.، ا.، یزدان‌سپاس و ا. امینی، ۱۳۸۹. ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نان زمستانه و بینابین در شرایط آبیاری نرمال و تنش قطع آبیاری پس از مرحله گلدهی. مجله به‌نژادی نهال و بذر. جلد ۱-۲٦، شماره ۳. ۳۲۹- ۳۱۳.

۱۱. گل‌آبادی، م.، ارزانی، ا. و ع. م.، میرمحمدی میبدی، ۱۳۸۷. تجزیه ژنتیکی برخی صفات مورفولوژیک در گندم دوروم از طریق تجزیه میانگین نسل‌ها در شرایط تنش و نرمال رطوبتی. مجله نهال و بذر. جلد ۲٤، شماره ۱. صفحه ۱۱۳-۹۹.

۱۲. متقی، م.، ۱۳۸۸. بررسی اثر تنش خشکی آخرفصل در ژنوتیپ‌های گندم هگزاپلویید متحمل، نسبتا متحمل وحساس بر روی عملکرد وخصوصیات کیفی. پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات.

۱۳. متقی، م.، گ.، نجفیان، و م. ر. بی‌همتا، ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد دانه و کیفیت نانوایی ژنوتیپ‌های گندم هگزاپلویید. مجله علوم زراعی ایران. جلد یازدهم، شماره ۳. ۳۰٦-۲۹۰.

۱٤. مقصودی مود، ع. ا.، ۱۳۸۷. مبانی فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و آناتومیکی مقاومت به خشکی در گندم. انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲۳۷ صفحه.

۱۵. مقصودی، ک. و ع.ا.، مقصودی مود، ۱۳۸۷. برآورد توانایی تنظیم اسمزی بر اساس پاسخ دانه‌های گرده به تنش خشکی در ارقام گندم نان (*Triticum aestivum* L.). مجله علوم زراعی ایران. جلد دهم، شماره ۱. صفحه ۱٤-۱.

۱٦. مظاهری، د. و ن.، مجنون حسینی،۱۳۸۷. مبانی زراعت عمومی. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۰ صفحه.

۱۷. محمدی، م.، م. ر. قنادها، و ع. طالعی. ۱۳۸۱. بررسی تنوع ژنتیکی در لاین‌های بومی گندم نان ایران با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. مجله نهال و بذر، جلد ۱۸، شماره ۳، صفحه ۳٤۷-۳۲۸.

18. Benjamin, J., 2007. Effects of water stress on corn production. USDA- Agriculture Research Service, Akron. PP: 3-5.

19. Blum, A., 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press. Boca Raton.

20. Falconer, D. S., 1989. Introduction to Quantitative Genetics. (3 rd edition) Longman. New York. 415 p.

21. Gupta, S. N., B. S. Dahiya, B.P.S. Malik, and N. R. Bishnoi, 1995. Response of chickpea to water deficits and drought stress. Haryana Agriculture university Journal of Research, 25(1/2): 11-19.

22. Lopez, C., R.A. Richards, G.D. Farquhar, and R.E. Williamson, 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor among temperate cereals. Crop Science, 36: 1257-1266.

23. Main, M. A. R., E. D. Nafziger , F. L. Kolb, and R. H. Teyker, 1993. Root growth of wheat genotypes in hydroponic culture and in the green house under different soil moisture regimes. Crop Sciences, 33: 283-286.

24. Masayuki, K., G. L. Antonio, and F. Tatsuhito, 2005. The maintenance of growth and turgor in pearl millet *(Pennisetum glaucum* L. Leeke*)* cultivars with different root Structures and osmo-regulation under drought stress. Plant Science, 168: 1–14.

25. Mathews, M. A., E. Van-Volkenburg, and J. S. Boyer, 1984. Acclimation of leaf growth to low water potential in sunflower. Plant, Cell and Environment, 7: 199-286.

26. Pooter, H. and R. D. Jong, 1999. A comparison of specific leaf area chemical composition and leaf construction costs of field plants from 15 habitats differing in productivity. New Physiology. 143: 163-176.

27. Rebetzke, G. J., T. L. Botwright, C.S. Moore, R. A. Richards, and A. G. Condon, 2004. Genotypic variation in specific leaf area for genetic improvement of early vigor in wheat. Field Crops Research, 88: 179-189.

28. Shimazaki, Y., T. Ookawa, and T. Hirasawa, 2005. The root tip and accelerating region suppress elongation of the decelerating region without any effects on cell turgor in primary roots of maize under water stress. Plant Physiology, 139: 65-458.

29. Shou-Chen, M., L. Feng-Min, X. Bing-Cheng, and H. Zhan-Bin, 2010. Effect of lowering the root/shoot ratio by pruning roots on water use efficiency and grain yield of winter wheat. Field Crops Research, 115: 158–164.

30. Toorchi, M., H. E. Shashidhar, N. Sharma, and S. Hittalmani, 2002. Tagging QTLs for maximum root length in rainfed lowland rice using molecular markers. Euphytica, 126: 251- 257.

31. Tupitsyn, N. V., J. G. Waines, and A. K. Lyashok, 1986. Water uptake by the root system of the spring wheats Botanicheskaya 3 and Orenburgskaya 7 in relation to their drought resistance. Plant Breeding Abstracts, 57: 809-815.

32. Umar, S., N. R. Rao, and G. S. Sekhon, 1993. Differtial effects of moisture stress and potassium levels on growth and K uptake in sorghum. Indian Journal of Plant Physiology, 36: 94-97.

33. Yoshida, S. 1981. Fundamental of rice crop science. International Rice Research Institute. Los Banos. Philippines.

Evaluation of Diversity and Heritability of Some Morphological Traits in Bread Wheat under Stress and Normal Conditions

S. S. Moosavi[1], S. Jalalifar[2], *, M. R. Abdolahi[1], and M. Chaichi[3]

1. Assistant Professor of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, BU-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Msc. student of Bu-Ali Sina University,Hamedan, Iran
3. Msc of Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan, Iran.

***Corresponding Author:**

E-mail: s.moosavi@basu.ac.ir

Received: 2012/09/03
Accepted: 2013/04/30

Abstract

In order to investigate genetic diversity and heritability of some morphological traits in five bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars, two separate experiments were conducted based on randomized compeletly blocks design (RCBD) with 3 replications under stress and normal conditions. The results showed that differences between cultivars were significant for the majority of traits in both conditions, that this indicated a high diversity among the cultivars for the above-mentioned traits. The mean compression results showed that tolerant cultivar of Pishgam had the most root length and root dry weight in both conditions. Phenotypic correlation indicated that root length had significant correlation with root fresh weight under normal condition and it showed a positive and significant correlation with leaf length, root number, root fresh weight and root dry weight under stress condition. Stepwise regression showed that, root dry weight, root number and above ground fresh weight to root fresh weight ratio were the main effective traits on root length under stress condition. Furthermore, above ground dry weight to root dry weight ratio and flag leaf area traits had the maximum and the minimum genetic diversity under stress condition, respectively. In addition, root dry weight and root dry weight to root fresh weight ratio traits had the maximum and the minimum heritability, respectively.

Keywords: Heritability, Humidity stress, Root, Wheat