"مجله علوم زراعي ايران"
جلد ششم، شماره ٤، زمستان ١٣٨٣

مطالعه ژنتيكي خصوصيت ريشه گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرايط تنش خشكي

Genetic study of wheat (*Triticum aestivum* L.) root characteristics under drought stress condition

جعفر احمدی[١]، عباسعلی زالی[٢]، بهمن يزدی صمدی[٣]، عليرضا طالعی[٤] و محمدرضا قنادها[٥] و صديقه فابريكی اورنگ[٦]

چكيده

احمدي، جعفر. ع. زالي،ب. يزدي صمدي،ع. طالعي، م.ر. قنادها. و ص. فابريكي اورنگ، ١٣٨٣. مطالعه‌ژنتيكی خصوصيت ريشه‌گندم (*Triticum aestivum* L.) در ارتباط با تحمل به خشكی، علوم زراعی ايران. جلد ٦، شماره ٤. صفحه ٤٣٧-٤٢٦.

براي مطالعه اثر تركيب‌پذيري عمومي (GCA) و خصوصي (SCA) و نحوة عمل ژن‌ها از لحاظ صفات وزن خشك ريشه و نسبت ريشه به ساقه در شرايط تنش خشكي در ٦ لاين و دو رقم گندم نان يك طرح تلاقي داي‌آلل ٨*٨ يك طرفه در سال ١٣٨١ در گلخانه انجام گرفت. مواد گياهي (والدين و هيبريدهاي F_1) در قالب طرح بلوك هاي كامل تصادفي با چهار تكرار ارزيابي شدند. نتايج تجزيه واريانس ساده و داي‌آلل نشان داد كه براي هر دو صفت وزن خشك ريشه و نسبت وزن ريشه به ساقه در هر دو شرايط معمولي و تنش رطوبتي بين ژنوتيپ‌ها اختلاف معني‌دار آماري وجود دارد و با توجه به نسبت واريانس GCA به SCA ، نقش بيشتر اثر افزايشي ژن‌ها در كنترل صفت وزن خشك ريشه مشاهده شد. براي صفت وزن خشك ريشه در هر دو شرايط معمولي و تنش رطوبتي دو والد ٢-٧٠٠٧ و شاه‌پسند داراي بالاترين اثر تركيب‌پذيري عمومي بوده و به عنوان بهترين تركيب‌شونده‌هاي عمومي شناسائي شدند. ازنظر صفت نسبت وزن خشك ريشه به ساقه در هر دو شرايط والد ٥٨٠٦/٦ داراي بالاترين اثر تركيب‌پذيري عمومي بود و به عنوان بهترين تركيب‌شونده عمومي از نظر اين صفت شناسايي شد. در شرايط رطوبت معمول اثر ژني فوق غالبيت در تظاهر هر دو صفت و در شرايط تنش رطوبتي اثر ژني غالبيت نسبي براي وزن خشك ريشه و غالبيت كامل براي نسبت ريشه به ساقه ملاحظه شد. همچنين در شرايط تنش خشكي براي دو صفت وزن خشگ ريشه و نسبت ريشه به ساقه لاين ٥٥٩٣/٢ داراي حداكثر تعداد ژن‌هاي غالب و لاين ٤-٥٢٤ داراي حداكثر ژن‌هاي مغلوب در كنترل ژنتيكي اين صفت بودند.

واژه‌هاي كليدي: ريشه گندم، تركيب‌پذيري، عمل ژن، تحمل، تنش خشكي.

تاريخ دريافت: ١٣٨٣/٤/١٣

١ـ استاديار دانشگاه ايلام
٢ و ٣ـ استاد دانشگاه تهران
٤ و ٥ـ دانشيار دانشگاه تهران
٦ـ دانشجوی كارشناسی دانشگاه ايلام

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]

مقدمه

گندم مهمترین محصول کشاورزی جهان است. در مناطق نیمه خشک، بخش قابل توجهی از اراضی کشت گندم به صورت دیم است. در این مناطق میزان بارندگی عمدتاً کم و توزیع سالیانه آن نامنظم است و بنابراین تنش خشکی مهمترین محدودیت در تولید آن است. از این رو اصلاح گندم برای تحمل به خشکی در این مناطق بسیار ضروری است. برای انجام این کار پس از انتخاب روش اصلاحی مطلوب، استفاده از معیارهای گزینشی و صفات مناسب در شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل یک ضرورت اساسی است.

مطالعات چندانی برای درک ماهیت و فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه برای بهبود پس از رفع تنش شدید، انجام نشده است، آرودیو (Arraudeau, 1989) وجود ریشه‌های سطحی و کم‌عمق را یکی از راه‌کارهای بهبود می‌داند، زیرا در شرایط نزول بارندگی پس از تنش خشکی موقت، این ریشه‌ها موجب جذب سریع آب شده و به بهبود گیاه کمک می‌کنند. ضمناً وی معتقد است که فوق حساسیت (Hypersensitivity) برخی از بافت‌های گیاهی سبب می‌شود که به محض این که کمبود آب اتفاق می‌افتد، این بافت‌ها عکس‌العمل نشان داده و وارد یک مرحلهٔ خواب می‌گردند و بلافاصله پس از این که مجدداً آب در دسترس آن‌ها قرار گرفت، فعالیت رشدی خود را از سر می‌گیرند. توپستین و همکاران (Tupitsyn et al., 1986) به این نتیجه رسیدند که ارقام گندم متحمل به خشکی ریشه طویل‌تر و حجم ریشه بیشتری نسبت به دیگر ارقام دارند. بسیاری از گونه‌های گیاهی با افزایش سهم مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به رشد ریشه و بنابراین افزایش نسبت ریشه به اندام‌های هوایی و بهره‌گیری بیشتر از آب قابل دسترس به کمبود رطوبت پاسخ می‌دهند (کافی و مهدوی، ١٣٧٩). یک استفاده کارآمدتر از رطوبت خاک، مخصوصاً توسط گیاهان یک ساله، توسط سیستم ریشه این است که از نظر مرفولوژی انعطاف‌پذیر باشند و فقط هنگامی که به وسیله خشکی تهدید شدند عمیق‌تر شوند. برای مثال هرد (Hurd, 1976) دریافت که مؤثرترین رقم گندم برای شرایط نیمه‌خشک رقمی است که یک توده ریشه بزرگ در افق‌های ٣٠ سانتی‌متری سطح خاک داشته باشد و در صورت نیاز توانایی گسترش ریشه برای ورود به اعماق بیشتر را هم داشته باشد.

اصلاح غیرمستقیم برای مقاومت به خشکی، یک روش عمده است که در گذشته و حال مورد استفاده بوده است. در این روش مواد ژنتیکی مستقیماً به لحاظ مقاومت به خشکی آزمون نمی‌شوند، بلکه این مواد طی سال‌های زیاد و در چندین نقطه ارزیابی می‌گردند، تا در این ارزیابی‌ها در معرض تنش خشکی و سایر تنش‌های محیطی قرار گیرند. ژنوتیپ‌هایی که در این شرایط خوب عمل (عملکرد بالا) می‌کنند، دارای صفات مطلوبی خواهند بود که آن‌ها را قادر می‌سازد در مراحل مختلف نمو از تنش خشکی فرار کرده یا آن را تحمل کنند. بسیاری از خصوصیات گیاهی ممکن است باعث بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاه زراعی در شرایط تنش آب شوند که از جمله می‌توان سازگاری فنولوژیکی، انعطاف‌پذیری نمو، تنظیم اسمزی، زاویه برگ، سیستم ریشه‌ای کارآمد، قدرت رویش اولیه، حفظ سطح برگ، افزایش انعکاس نور از برگ و غیره را نام برد. این صفات طی سال‌ها آزمایش و ارزیابی‌های مزرعه‌ای ژنوتیپ‌های مختلف، بخشی از ریخته ژنتیکی نتاج شده‌اند. سایر صفات نظیر شاخص برداشت بالا و غیره که در بهبود عملکرد در شرایط دیم و آبیاری مفید هستند، در برنامه‌های بهنژادی برای گیاهان دیم شرایط مناطق نیمه‌خشک مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Blum, 1988).

انتخاب والدین مناسب یکی از موارد مهم در اصلاح گیاهان و یکی از رموز اساسی موفقیت بهنژادگران است. در این رابطه سئوالی که برای این اصلاحگر مطرح است این است که صفت یا صفات مورد نظر تا چه اندازه

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]

نسبت به گزینش پاسخ می‌دهد در بسیاری از موارد برای پیدا کردن جواب، اولین راه توجه به خصوصیات ظاهری والدین است، راه دوم توجه به خصوصیات کمی و کیفی والدین از نظر صفت مورد نظر است. دارا بودن حد بالائی از یک صفت نشان‌دهنده یک والد مناسب نیست و لزوماً منجر به موفقیت نمی‌شود، زیرا صفات ممکن است وراثت‌پذیری‌های متفاوتی داشته باشند. راه سوم، شناخت نحوه کنترل ژنتیکی صفت و از همه مهم‌تر قدرت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی والدین است که برای بهنژادگر مهم بوده و نقش به سزائی در انتخاب والدین مناسب خواهد داشت. همچنین سهم اجزای واریانس ژنتیکی از کل آن نیز اهمیت ویژه‌ای خواهد داشت. سینک و ویرمانی (Singh and Virmani, 1973) عکس‌العمل ریشه‌های گندم مکزیکی و گندم‌های ضعیف را در خاک‌هایی که از نظر رژیم رطوبتی متفاوت بود مطالعه نمودند و نتیجه گرفتند که گندم‌های محلی نسبت به گندم‌های اصلاح شده در مقابل تغییرات رطوبت مقاومت بهتری نشان می‌دهند. که این امر مربوط به گسترش زیاد ریشه و تمرکز آن در اعماق خاک است. دان چوا (Dencheva, 1973) اثر آبیاری و گسترش سیستم ریشه‌ای در سه تلاقی گندم را در آزمایش‌های دیم و آبی بررسی نمود و همبستگی مثبتی را بین رشد و گسترش ریشه و میزان عملکرد به دست آورد. سیمونیس (Simonis, 1952) نشان داد که افزایش نسبت ریشه به ساقه ممکن است منجر به افزایش بیشتر وزن خشک گیاه در شرایط خشک گردد. کیلیام و لمی (به نقل از سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۱) از این روش برای سنجش مقاومت به خشکی استفاده نموده و عقیده دارند که نسبت ریشه به ساقه یکی از راه‌های بسیار مؤثر در سازگاری گیاهان در شرایط خشکی است. ساناداهو و لود (Sandahu and Laude, 1985) با مطالعه نسبت وزن ریشه به شاخ و برگ (ساقه) در گندم نان نشان دادند که در واریته‌هائی که نسبت به گرما و خشکی مقاومند، میزان وزن خشک ریشه به وزن شاخ و برگ (ساقه) بوته بیشتر از ارقام غیرمقاوم است. این آزمایش مرفولوژیکی در طی مراحل ابتدائی رشد (پنجه‌زنی) تا مراحل انتهائی رشد زایشی انجام شده است. تفاوت بین واریته‌ها از نظر نسبت ریشه به ساقه (R/S) بسیار معنی‌دار بود و این روال در مراحل ابتدا و انتهای رشد و نمو ثابت باقی مانده است. یعنی ارقامی که در مرحله پنجه زدن ریشه بیشتری ایجاد نمودند، این نسبت را در مرحله پر شدن دانه‌ها نیز حفظ کرده‌اند.

معدلت (۱۳۶۰)، مقاومت به خشکی ۳۵ رقم از گندم‌های اصلاح شده را طی سه آزمایش مورد تحقیق قرار داد و سه هفته بعد از تاریخ کشت، خصوصیات وزن ریشه (R) ، وزن قسمت هوائی (S) و نسبت بین آن‌ها (R/S) را مورد بررسی قرار داد و دریافت که تفاوت وزن هوائی و وزن ریشه برای تمام ارقام معنی‌دار است و بین صفات مورد نظر و شاخص مقاومت به خشکی رابطه‌ای وجود ندارد. رضایی (۱۳۶۹)، در آزمایش دای‌آلل ۸×۸ گندم به منظور بررسی تعداد، طول و وزن خشک ریشه در دو مرحله چهار برگی و به سنبله رفتن به نتایج زیر دست یافت. میانگین مربعات GCA و SCA برای اثر صفات معنی‌دار بود، برای کلیه صفات به جز طول ریشه، واریانس GCA دو برابر SCA بود. بنابراین استنباط گردید که صفات مورد بررسی توسط اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها به همراه ژن‌هایی با غالبیت جزئی کنترل می‌گردد و نتیجه‌گیری نهائی این که اثر افزایشی ژن‌ها و برآوردهای بالای وراثت‌پذیری مبین بازده بالای انتخاب برای وزن خشک ریشه در مرحله به سنبله رفتن است. هورد (Hurd, 1976) از تلاقی یک رقم گندم دوروم که دارای ریشه گسترده‌ای بود، با یک رقم دیگر با عملکرد بالا و مقاوم به بیماری موفق به انتخاب ژنوتیپ پرمحصول و با ریشه گسترده و مقاوم به خشکی گردید.

مواد و روش‌ها

۶ لاین و دو رقم گندم زمستانه (جدول ۱)، به صورت نیمه دای‌آلل با هم تلاقی داده شدند و ۲۸ هیبرید

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]

حاصل به همراه ٨ والد، ژنوتیپ‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش گلخانه‌ای را فراهم ساختند. آزمایش در سال ١٣٨١ در گلخانه طرح غلات گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی کرج انجام گرفت. مواد گیاهی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار ارزیابی شدند. خاکی که در آزمایش گلخانه استفاده شد خاک سبک استریل شده با ترکیب ٥٠٪ شن و ٥٠٪ خاک برگ بود و از گلدان‌های معمولی برای کشت استفاده شد و در هر گلدان تعداد چهار بذر از یک ژنوتیپ کشت گردید. آبیاری معمولی و مساوی گلدان‌ها به منظور سبز کردن، هر دو یا سه روز انجام گرفت و سپس در مرحله ٤-٣ برگی به خاطر مستان‌گذرانی و بهاره‌سازی گیاهان، گلدان‌ها به مدت دو ماه به بیرون از گلخانه منتقل شدند و پس از اینکه بهاره‌سازی شدند، گلدان‌ها به داخل گلخانه منتقل شدند و تنش خشکی در دو تکرار اعمال گردید. به این صورت که هر دو یا سه روز، بسته به درجه حرارت گلخانه، آبیاری انجام می‌گرفت و برای گلدان‌های دو تکرار شاهد، آبیاری کامل و مساوی برای تمام گلدان‌ها با پیمانه به اندازه‌ای انجام می‌گرفت که هیچ مقدار آبی از ته گلدان خارج نشود و آب از دست رفته تنها از طریق تبخیر با تعرق باشد. ولی برای گلدان‌های دو تکرار تنش، بسته به درجه حرارت گلخانه آبیاری تنها به اندازه حدود یک سوم مقدار آب مصرفی در هر بار آبیاری دو تکرار معمولی انجام می‌گرفت تا گیاهان از بین نرفته و با تنش آبی مواجه شوند. در هر بار آبیاری مقادیر آب مصرفی برای گلدان‌های هر دو محیط ثبت گردید به طوری که در پایان آزمایش مقدار آب مصرفی هر گلدان در محیط شاهد ٥٨٠٠ میلی‌لیتر و در محیط تنش خشکی دو هزار میلی‌لیتر بود. سرانجام در مرحلهٔ شروع به سنبله رفتن که دوره رویشی به اتمام رسیده بود، کل قسمت‌های هوائی گیاهان هر گلدان از سطح خاک قطع گردید و وزن خشک قسمت هوائی و ریشه هر گلدان اندازه‌گیری شد و در نهایت پس از به دست آوردن داده‌های خام تجزیه و تحلیل‌های آماری لازم انجام گرفت.

جدول ١- فهرست و خصوصیات ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی

Table 1. Name and characteristics of evaluated genotypes

ردیف Entry	نام یا شماره ژنوتیپ Genotype	شرایط رویش Growing condition		تحمل یا خسارت به خشکی Drought tolerance/ Susceptibility	
1	5593/2	Winter, Non-Irri	زمستانه- دیم	Tolerant	متحمل
2	5806-6	Winter, Irri	زمستانه- آبی	Susceptible	حساس
3	Sardary	Winter, Non-Irri	زمستانه- دیم	Tolerant	متحمل
4	Shahpasand	Winter, Irri	زمستانه- آبی	Susceptible	حساس
5	7107-6	Winter, Irri	زمستانه- آبی	Susceptible	حساس
6	7007-2	Winter, Irri	زمستانه- آبی	Susceptible	حساس
7	6452	Winter, Non-Irri	زمستانه- دیم	Tolerant	متحمل
8	524-4	Winter, Non-Irri	زمستانه- دیم	Tolerant	متحمل

نتایج و بحث

تجزیه دای‌آلل به روش گریفینگ

نتایج تجزیه واریانس دای‌آلل به روش گریفینگ به طور مشترک برای هر دو شرایط آبیاری در جدول (٢) نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود برای هر دو صفت وزن خشک ریشه و نسبت وزن ریشه به ساقه در هر دو شرایط معمول و تنش رطوبتی بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد و در نتیجه

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]

بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی امکان‌پذیر است و ملاحظه می‌شود که واریانس ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) برای هر دو صفت در هر دو شرایط معمول و تنش رطوبتی معنی‌دار شد که نقش اثر افزایشی در کنترل هر دو صفت مشهود گشت. همچنین واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) برای نسبت وزن ریشه به ساقه و وزن خشک ریشه در دو شرایط آبیاری معمول و تنش معنی‌دار شد که نقش اثر غیرافزایشی ژنی را در کنترل هر دو صفت نشان می‌دهد. اما با توجه به نسبت واریانس $\frac{GCA}{SCA}$ که برای صفت وزن خشک ریشه در هر دو شرایط رطوبتی معنی‌دار گردید، نقش بیشتر اثر افزایشی ژنی در کنترل این صفت دیده می‌شود. نتایج آزمایش‌های سانداهو و لود(Sandahu and Laude, 1985)، معدلت (۱۳۶۰) و رضائی (۱۳۶۹) در تأیید نتایج حاصله از این آزمایش است.

جدول ۳ مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی (gi) والدین برای هر دو صفت در شرایط معمولی و تنش را نشان می‌دهد و ملاحظه می‌شود که برای صفت وزن خشک ریشه در شرایط رطوبتی معمولی دو والد ۲-۷۰۰۷ و شاه‌پسند دارای بالاترین مقدار gi بوده که همین دو والد در شرایط تنش رطوبتی نیز دارای بالاترین مقدار gi برای وزن خشک ریشه بوده و به عنوان بهترین ترکیب‌شونده‌های عمومی برای وزن خشک ریشه شناسائی می‌شوند. همچنین از نظر نسبت وزن خشک ریشه به قسمت هوایی (R/S) در هر دو شرایط والد ۵۸۰۶/۶ دارای بالاترین مقدار gi بوده و به عنوان بهترین ترکیب‌شونده عمومی از نظر این صفت شناسایی می‌شود، با توجه به گزارش‌های اکثر محققان مبنی بر اینکه همبستگی مثبت و معنی‌دار بین رشد و گسترش ریشه با میزان عملکرد دانه و مقاومت بیشتر به تنش خشکی وجود دارد (Dencheva, 1973) و نیز مطابق با گزارش‌های دیگر (Sandahu and Lude, 1985) در واریته‌هایی که نسبت به گرما و خشکی مقاومند، میزان وزن خشک ریشه آن‌ها نسبت به وزن خشک شاخ و برگ (قسمت هوایی) بیشتر از ارقامی است که مقاوم نیستند،سه والد ۲-۷۰۰۷، شاه‌پسند و ۵۸۰۶/۶ به عنوان والدینی مناسب برای انتقال صفات ریشه‌ای در برنامه‌های اصلاح و تهیه رگه‌های مقاوم به خشکی توصیه می‌شوند.

مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی (Sij) دو رگ‌ها در جدول ٤ نشان داده شده است و ملاحظه می‌شود که برای صفت وزن خشک ریشه در شرایط رطوبتی معمولی، دورگ‌های شاه‌پسند × ۲-۷۰۰۷، ۵۵۹۳/۲ × شاه‌پسند، ۲-۷۰۰۷ × ۵۵۹۳/۲، ٦-٥٨٠٦ × سرداری، ٦٤٥٢ × ٦-٧١٠٧ و در شرایط تنش، دورگ‌های ٤-٥٢٤ × ۲-۷۰۰۷، سرداری × شاه‌پسند، ٦-٥٨٠٦ × شاه‌پسند و شاه‌پسند × ۲-۷۰۰۷ دارای بالاترین مقادیر Sij بودند و به عنوان دورگ‌های برتر و متحمل به خشکی از نظر صفت ریشه انتخاب می‌شوند. همچنین از نظر صفت نسبت وزن ریشه به ساقه در شرایط رطوبتی معمولی دورگ ٦-٥٨٠٦ × شاه‌پسند و در شرایط تنش دورگ‌های شاه‌پسند × ٤-٥٢٤، شاه‌پسند × ٦٤٥٢ و ٦-٥٨٠٦ × ٤-٥٢٤ دارای بالاترین مقادیر Sij بودند.

تجزیه داي‌آلل به روش هیمن

پس از انجام دو آزمون غیریکنواختی واریانس‌ها و کواریانس‌های ردیف‌ها (Wr-Vr) و ضریب رگرسیون b، به دلیل صادق نبودن فرضیات تجزیه هیمن برای صفت وزن خشک ریشه در هر دو شرایط معمولی و تنش رطوبتی با حذف دو والد شاه‌پسند و ۲-۷۰۰۷ فرضیات صدق کرده و تجزیه و تحلیل انجام گرفت. پارامترهای ژنتیکی برای هر دو صفت در جدول ٥ نشان داده شده است و دیده می‌شود که برای صفت وزن خشک ریشه در هر دو شرایط معمولی و تنش پارامترهای H_1 و D معنی‌دار بودند و تأثیر توأم اثر ژنی افزایشی و غیرافزایشی را در کنترل این صفت نشان می‌دهد. برای صفت نسبت وزن ریشه به ساقه در شرایط تنش نیز این شرایط صادق بود. پارامتر H_2 برای دو صفت در هر دو شرایط رطوبتی معنی‌دار شده و توزیع نامتقارن ژن‌های با اثر مثبت و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]

جدول ٢- تجزیه واریانس دای‌آلل صفات وزن خشک ریشه و نسبت ریشه به ساقه در شرایط مختلف رطوبتی

Table 2. Analysis of variance and diallel for root dry matter and root to shoot ratio under different humidity condition

منبع تغییرات S. O. V.	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (M.S)			
		شرایط رطوبتی معمولی Normal condition		شرایط تنش رطوبتی Stress condition	
		وزن خشک ریشه Root dry matter	ساقه / ریشه Root/ Shoot	وزن خشک ریشه Root dry matter	ساقه / ریشه Root/ Shoot
Genotype	35	0.039**	3.25**	0.043**	0.22**
GCA	7	0.051**	1.05*	0.055**	0.073**
SCA	28	0.012**	1.76**	0.013**	0.024**
Error	35	0.0009	0.039	0.0018	0.0008
GCA/ SCA		4.25**	0.6^{ns}	4.23**	3.05*

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ١ درصد.

ns: غیرمعنی‌دار

* and ** : Significant at 5 and 1% probability level, respectively.

ns: Non- significant

جدول ٣- مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی (gi) والدها برای صفات وزن خشک ریشه و نسبت ریشه به ساقه در شرایط مختلف رطوبتی

Table 3. General combining ability (gi) of parents for root dry matter and root to shoot ratio under different humidity condition

والدها Parents	میانگین مربعات (M. S)			
	شرایط رطوبتی معمولی Normal condition		شرایط تنش رطوبتی Stress condition	
	وزن خشک ریشه Root dry matter	ساقه/ ریشه Root/ Shoot	وزن خشک ریشه Root dry matter	ساقه/ ریشه Root/ Shoot
5593.2	-0.013*	-0.46**	-0.097**	0.095**
5806*6	-0.099**	0.46**	-0.13**	0.29**
Sardary	-0.019**	-0.11*	0.018*	0.02^{ns}
Shahpasand	0.09*	0.37**	0.09**	-0.2**
7101-6	-0.000^{ns}	0.2**	0.05**	0.014^{ns}
7007-2	0.105**	-0.2**	0.053**	-0.22**
6452	0.012*	-0.23**	0.016^{ns}	0.006^{ns}
524-4	-0.076**	0.19**	0.000^{ns}	-0.006^{ns}

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ١ درصد.

ns: غیرمعنی‌دار

* and ** : Significant at 5 and 1% probability level, respectively.

ns: Non- significant

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]

جدول ٤- مقادیر ترکیب‌پذیری خصوصی (Sij) دورگ‌ها برای وزن خشک ریشه و نسبت ریشه به ساقه در شرایط مختلف رطوبتی

Table 4. Specific combining ability (Sij) of hybrids for root dry matter and root to shoot ratio under different humidity condition

دورگ‌ها Hybrids	شرایط رطوبتی معمولی Normal condition		شرایط تنش رطوبتی Stress condition	
	وزن خشک ریشه Root dry matter	ساقه/ ریشه Root/ Shoot	وزن خشک ریشه Root dry matter	ساقه/ ریشه Root/ Shoot
1× 2	-0.12**	-0.29**	0.1**	-0.087^{ns}
1× 3	0.009^{ns}	0.25**	0.023^{ns}	-0.13**
1× 4	0.14**	0.7**	-0.24^{ns}	0.25**
1× 5	0.1**	1.16**	0.06*	-0.02^{ns}
1× 6	0.13**	0.59**	-0.001^{ns}	0.024^{ns}
1× 7	-0.02^{ns}	-0.14^{ns}	0.02^{ns}	0.02^{ns}
1× 8	0.07**	0.18^{ns}	-0.026^{ns}	0.033^{ns}
2× 3	0.11**	1.27**	-0.06*	-0.33**
2× 4	0.01^{ns}	2**	0.17**	-0.33**
2× 5	-0.024^{ns}	0.05^{ns}	0.04^{ns}	-0.016^{ns}
2× 6	0.04*	0.65**	-0.09**	-0.12*
2× 7	-0.06**	-0.98**	-0.02^{ns}	0.03^{ns}
2× 8	0.05**	-0.04^{ns}	-0.1**	0.37**
3× 4	-0.012^{ns}	-0.65**	0.18**	-0.28**
3× 5	0.02^{ns}	1.6**	-0.04^{ns}	0.23**
3× 6	-0.1**	0.34**	0.007**	0.16**
3× 7	0.07**	1.3**	-0.08**	0.16**
3× 8	-0.07**	0.08^{ns}	0.1**	0.33**
4× 5	-0.12**	0.93**	-0.14**	0.19**
4× 6	0.18**	0.19^{ns}	0.12**	-0.016^{ns}
4× 7	0.05**	0.83**	-0.06*	0.37**
4× 8	0.08**	1.18**	-0.19**	0.42**
5× 6	-0.26**	0.63**	-0.15**	0.24**
5× 7	0.11**	-0.25*	-0.06*	0.24**
5× 8	0.03^{ns}	0.45**	0.04^{ns}	-0.3**
6× 7	0.06**	0.71**	0.007^{ns}	0.25**
6× 8	-0.06**	0.76**	0.23**	-0.38**
7× 8	0.05**	1.16**	-0.009^{ns}	-0.098^{ns}

* and ** : Significant at 5 and 1% probability level, respectively.

ns: Non- significant

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns: غیرمعنی‌دار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]

جدول ٥- پارامترهای ژنتیکی صفات وزن خشک ریشه و نسبت ریشه به ساقه در شرایط مختلف رطوبتی

Table 5. Genetic parameters of root dry matter and root to shoot ratio under different humidity condition

Genetic P.	پارامترهای ژنتیکی	شرایط رطوبتی معمولی Normal condition		شرایط تنش رطوبتی Stress conditions	
		وزن خشک ریشه Root dry matter	ساقه/ ریشه Root/Shoot	وزن خشک ریشه Root dry matter	ساقه/ ریشه Root/Shoot
MP	میانگین والد	0.45	1.2	0.59	1.15
MF_1	میانگین نتاج	0.53	3.28	0.57	1.32
$MF_1 - MP$	جهت غالبیت	0.073	2.08	-0.019	0.17
V_P	واریانس والدین	0.0125	0.42	0.033	0.22
V_D	واریانس افزایشی	0.012*	0.38^{ns}	0.032*	0.22*
SE (D)	میانگین کوواریانس اثر	0.0034	0.25	0.0013	0.024
(F)	افزایشی و غیرافزایشی	0.003^{ns}	0.25^{ns}	0.014*	0.2*
SE (F)		0.0083	0.6	0.0032	0.056
H_1	واریانس غالبیت	0.033*	4.98*	0.016*	0.3*
SE (H_1)		0.008	0.6	0.0033	0.054
(H_2)	واریانس غالبیت تصحیح‌شده	0.027*	4.6*	0.013*	0.23*
SE (H_2)		0.007	0.5	0.0029	0.047
(h_2)	اثرغالبیت درکلیه‌مکان‌های‌ژنی	0.021*	17.3*	0.0012^{ns}	0.11*
SE (h_2)		0.0049	0.34	0.0019	0.32
E	واریانس محیطی کل	0.0004	0.038	0.0008	0.007
SE (E)		0.0012	0.084	0.0005	0.008
$\left\lfloor \sqrt{H_1/D} \right\rfloor$	میانگین درجه غالبیت	1.64	3.59	0.7	1.17
$(H_2/4H_1)$	نسبت ژن‌های با اثر مثبت و منفی در والدین	0.204	0.23	0.2	0.19
$\left\lfloor \sqrt{(4DH_1)+F} \,/\, \sqrt{(4DH_1)-F} \right\rfloor$	نسبت فراوانی آلل‌های غالب به مغلوب در والدین	1.15	1.2	1.93	2.29
h^2_n	وراثت پذیری خصوصی	0.52	0.17	0.73	0.4
h^2_b	وراثت‌پذیری عمومی	0.97	0.97	0.94	0.94

* and ** : Significant at 5 and 1% probability level, respectively.

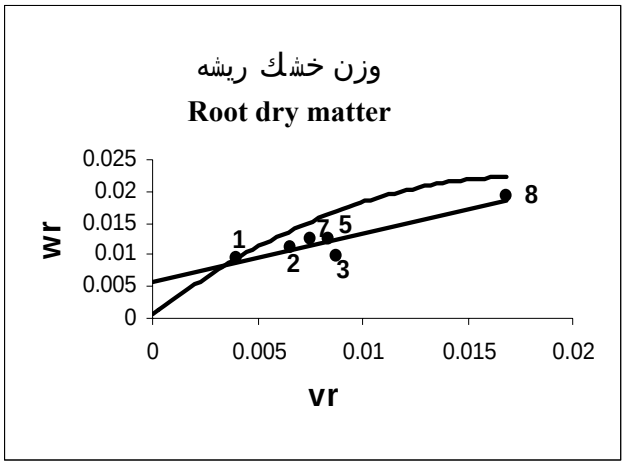
* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ١ درصد.

ns: Non- significant

ns : غیرمعنی‌دار

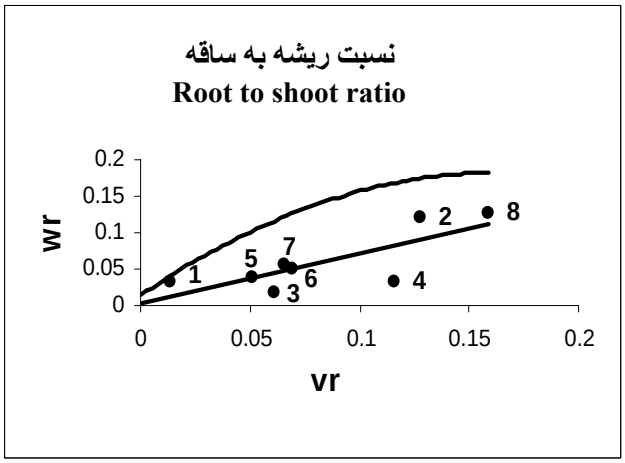
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]



نمودار ۱- خط رگرسیون Wr/ Vr و منحنی محدود کننده Wr^2 برای وزن خشک ریشه با پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون در شرایط تنش خشکی

Fig. 1. The Wr/ Vr regression and wr^2 concave graph for root dry matter with the position of parents along the regression line in drought stress condition

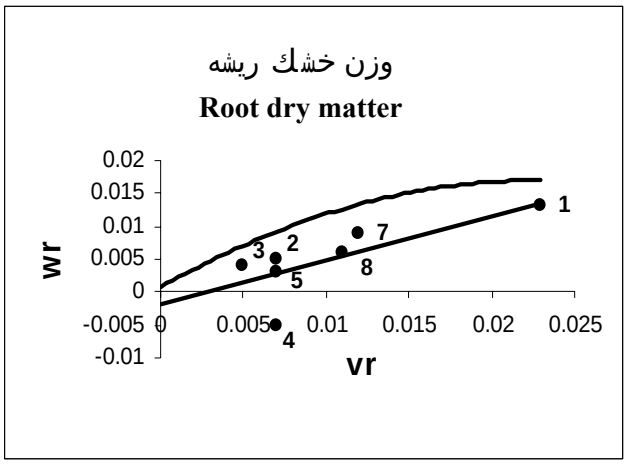


نمودار ۲- خط رگرسیون Wr/ Vr و منحنی محدود کننده Wr^2 برای نسبت وزن ریشه به ساقه با پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون در شرایط تنش خشکی

Fig. 2. The Wr/ Vr regression and wr^2 concave graph for root to shoot dry matter ratio with the position of parents along the regression line in drought stress condition

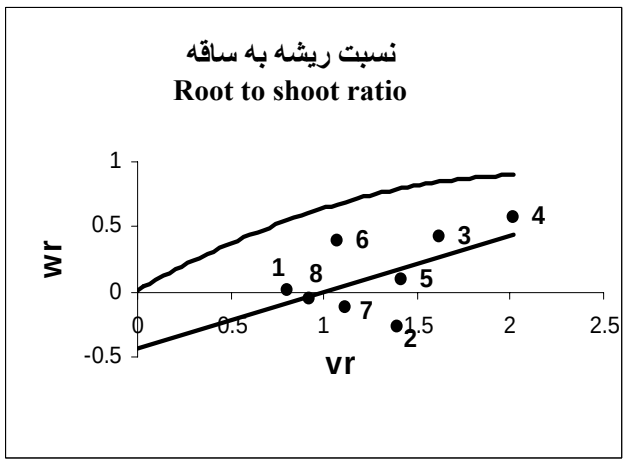
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]



نمودار ٣- خط رگرسیون Wr/ Vr و منحنی محدود کننده Wr^2 برای وزن خشک ریشه با پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون در شرایط رطوبتی معمولی

Fig. 3. The Wr/ Vr regression and wr^2 concave graph for root dry matter with the position of parents along the regression line in normal condition



نمودار ۴- خط رگرسیون Wr/ Vr و منحنی محدود کننده Wr^2 برای نسبت وزن ریشه به ساقه با پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون در شرایط رطوبتی معمولی

Fig. 4. The Wr/ Vr regression and wr^2 concave graph for root to shoot dry matter ratio with the position of parents along the regression line in normal condition

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]

منفی در والدین را نشان می‌دهد. پارامتر $\left[\sqrt{H_1/D}\right]$ اثر فوق غالبیت برای کنترل هر دو صفت در شرایط رطوبتی معمولی و اثر غالبیت نسبی (برای وزن خشک) و غالبیت کامل (برای نسبت وزن ریشه به ساقه) را در شرایط تنش نشان می‌دهد که با توجه به نمودارهای ۱ تا ٤ این محدودهٔ غالبیت نسبی تا فوق غالبیت برای هر دو صفت به طور واضح دیده می‌شود. با توجه به کمتر بودن پارامتر $H_2/4H_1$ از ۰/۲۵ برای هر دو صفت در هر دو شرایط رطوبتی، عدم تساوی فراوانی ژن‌های با اثر مثبت و منفی و توزیع نامتقارن آن‌ها در والدین دیده می‌شود. همچنین معنی‌دار بودن پارامتر F برای هر دو صفت در شرایط تنش رطوبتی بیانگر توزیع متقارن ژن‌های غالب و مغلوب در والدین برای دو صفت مزبور است. از طرف دیگر به دلیل اینکه پارامتر $\left[\sqrt{(4DH_1)+F}/\sqrt{(4DH_1)-F}\right]$ برای‌هر دوصفت در دو شرایط بیشتر از یک برآورد شد، لذا بیشتر بودن آلل‌های غالب به مغلوب در بین والدین برای هر دو صفت را نشان می‌دهد. نمودارهای واریانس کوواریانس (Wr-Vr) برای هر دو صفت در نمودارهای ۱ تا ٤ نشان داده شده است. پراکندگی والدها در طول خط رگرسیون در شرایط تنش خشکی برای دو صفت وزن خشک ریشه و نسبت وزن ریشه به ساقه نشان می‌دهد که لاین ۵۵۹۳/۲ نزدیکترین والد به محل قطع خط رگرسیون و سهمی محدودکننده است و به عبارت دیگر دارای کوچکترین مقادیر V_r و W_r و یا حداکثر تعداد ژن‌های غالب است. لاین ٤-٥٢٤ دارای بزرگترین مقادیر V_r و W_r و یا دورترین مختصات نسبت به مرکز مختصات بوده و نشان می‌دهد که این لاین دارای حداکثر ژن‌های مغلوب در کنترل ژنتیکی این صفت است. محل تلاقی خط رگرسیون با محور W_r نیز محدوده غالبیت نسبی برای وزن خشک ریشه و غالبیت کامل برای نسبت وزن ریشه به ساقه را نشان می‌دهد، که در تأیید نتیجه حاصله از طریق پارامتر $\left[\sqrt{H_1/D}\right]$ است. مطابق با این نتیجه رضائی (۱۳٦۹) نیز اثر افزایشی ژن‌ها به همراه ژن‌هائی با غالبیت ناقص در کنترل وزن خشک ریشه در مرحله به سنبله رفتن را گزارش کرده است. مونیو و ویتینکتون (Monyo and Whittington, 1970) نیز تنوع مشاهده شده در خصوصیات ریشه گندم را به پلی‌ژن‌ها و یک ژن اصلی که طول دوره رویشی را کنترل می‌کند ربط داده‌اند.

منابع مورد استفاده References

رضائي، ع. م. ۱۳٦۹. بررسی ژنتیکی خصوصیت ریشه در گندم پائیزه. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۱، شماره ۱ و ۲. ص ۲۷-٤۰.

سرمدنیا، غ. و ع. کوچکي. ۱۳۷۱. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم. چاپ سوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

كافي، م. و ع. مهدوي دامغاني. ۱۳۷۹. مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

معدلت، پ. ۱۳٦۰. بررسی مقاومت به خشکی در ارقام گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

Arraudeau, M. A. 1989. Breeding strategies for drought resistance. In Baker, F. W. G. (ed.), Drought resistance in cereals. P: 101-116. C. A. B. International.

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

Dencheva, L. 1973. The effect of irrigation on the development of the root system in wheat. Tastenive, dni navk: 10 (10): 3-10.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]

Hurd, E. A. 1976. Plant breeding for drought resistance. In: T. T. Kozlowski (ed.) water deficits and plant growth. P: 317-354. Academic press, New York.

Monyo, J. H. and W. J. Whittington, 1970. Genetic analysis of root growth in wheat. J. of Agr. Sci. 74: 329-338.

Sandahu, A. S. and H. H. Laude. 1985. Effects of drought heat hardiness in winter wheat. Agron. J. 50: 78-81.

Simonis, W. 1952. Quantitative studies of the entire root systems of weed and crop plants under field conditions. Ecology, 18: 6-79.

Singh, K. and R. S. Virmani. 1973. Rooting behaviour of Mexican and indigenous wheat under different soil moisture regimes. Aust. J. Biol. Sci. 26: 65-76.

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 Abs. 57: 9,815.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]

Genetic study of wheat (*Triticum aestivum* L.) root characteristics under drought stress condition

Ahmadi[1], J., A. Zali[2], B. Yazadi Samadi[3], A. Talei[4], M. R. Ghanadha[5], and S. Fabriki Orang[6]

ABSTRACT

General and specific combining ability and gene action for some traits as root dry weight and root: shoot ratio under drought stress condition in bread wheat genotypes were studied, using eight parents (six lines and two cultivars) in a diallel crossing design in 2002. The 28 F1 hybrids and the eight parental genotypes were sown in a randomized complete block design with four replications in a research greenhouse. Results of the analysis of variance showed that differences between genotypes were significant for root dry matter and root: shoot dry matter in both normal and drought stress conditions. It was also observed that the majority of the genetic variance for root dry matter was due to additive gene action. Under normal conditions, the parents 7007-2 and Shahpasand had the highest general combining ability (GCA) for root dry matter trait and considered to be the best general combiner for root to shoot dry matter ratio under in both conditions. Results also indicates that, the over-dominant gene actions under stress condition were the most contributors to the inheritance of both traits. The lines 5593/2 and 524-4 had the maximum dominant genes and the minimum recessive genes, for both traits under drought stress respectively.

Key words: Wheat root, Combining, gene effect, Tolerance, Drought stress.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.7.8]

Recieved: July, 2004

1- Assitant Professor, the University of Ilam, Ilam, Iran.
2 and 3- Professor, the University of Tehran, Iran.
4 and 5- Associate Professor, the University of Tehran, Iran.
6- Research officer, the University of Tehran, Iran.