بررسی ژنتیکی خصوصیات ریشه درگندم پائیزه

عبدالمجید رضائی

استادیارگروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ وصول نهم اردیبهشت ماه ۱۳۶۸

چکیده

از روش تلاقیهای دی آلل بین ۸ رقم گندم به منظوربررسی تعداد، طول و وزن خشك ریشه دردومرحله رشد چهاربرگی و بخوشه رفتن و برآورد قابلیتهای ترکیب پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) و نوع اثرات ژنتیکی این صفات استفاده شد. آمارحاصل به روشهای هالور و میراندا و مدل ۱ روش ۴ گریفینگ تجزیه و تحلیل گردید. همچنین از روش جینکزهیمن برای برآورد پارامترهای ژنتیکی وزن خشك ریشه درمرحله بخوشه رفتن استفاده شد.

میانگین مربعات GCA و SCA برای اکثرصفات معنی داربود. برای کلیه صفات بجز طول ریشه واریانس GCA دوبرابر SCA بود. بنابراین استنباط گردیدکه‌صفات موردبررسی توسط اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژنها وباسهم بیشتر اثرات افزایشی کنترل می‌گردند. باتوجه‌به‌اثرات معنی‌دار، مثبت‌وبالای GCA ارقام اصفهان، سرداری‌واروندبترتیب برای بهبود تعداد، طول و وزن خشك ریشه درمرحله چهاربرگی و ارقام مغان، آذرو امید بترتیب برای بهبود این صفات درمرحله بخوشه رفتن شناسائی شدند. همچنین با توجه به اثرات SCA تلاقیهای اروند × سرداری، مغان × رشید و امید × اصفهان بترتیب برای بهبود صفات مزبور درمرحله چهاربرگی و تلاقیهای مغان × آذر، سرداری × مغان و امید × رشید نیز بترتیب برای بهبود تعداد، طول و وزن خشك ریشه درمرحله بخوشه رفتن بعنوان بهترین تلاقیها معرفی گردیدند. وزن خشك ریشه درمرحله بخوشه رفتن توسط اثرات افزایشی ژنها و ژنهائی با غلبه جزئی کنترل می‌گردد. ارقام امید و مغان بترتیب دارای حداکثرژنهای نهفته و بارز می‌باشند. اثرافزایشی ژنها و برآوردهای بالای وراثت پذیری مبین بازده بالای انتخاب برای وزن خشك ریشه درمرحله بخوشه رفتن می‌باشند.

مقدمه

درچندین گونه گیاهی مقاومت به خشکی وعملکرد بالا به رشد بیشترریشه و خصوصیات آن ربط داده شده است (۴، ۷، ۱۲، ۱۳، ۱۶، ۱۷ و ۲۰). گورنی و پاتینا (۸) اظهارداشته‌اندکه درجو بهاره خصوصیات ریشه درمرحله چهاربرگی با پتانسیل عملکرد همبستگی دارد. توپیستین و همکاران (۲۲) مشاهده نمودند که درمرحله چهاربرگی رقم گندم مقاوم به خشکی دارای ریشه طویل تر وحجم ریشه بیشتری نسبت به رقم دیگربود. علیرغم وجود مطالعات فراوان برای تعیین خصوصیات مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیائی مرتبط با مقاومت به خشکی، اطلاعات محدودی دررابطه

با وراثت پذیری و ماهیت ژنتیکی این خصوصیت و سایر صفات مرتبط با آن وخصوصا " مشخصات ریشه وجـــود دارد (۱۲)۰ شاید عامل اصلی دررابطه با مورد اخیـــر مشکلی کار و نبودن روش دقیق برای اندازه گیریهـــای مختلف درریشه باشد۰ وجود تنوع ژنتیکی و امکـــان انتخاب برای وزن خشك ریشه در ذرت (۱۳)، تعـــداد، طول ووزن خشك ریشه درگندم (۱۵ و ۲۱) وطول، تعداد، وزن خشك وحجم ریشه دربرنج، جو، یو لاف ویونجـــه (۲،۴،۵،۶ و۱۹) و وجود هتروزیس برای طول و حجـــم ریشه درسورگوم (۳) و وزن ریشه درتنباکو (۱) گـــزارش شده‌است۰ اکاناپاك و همکاران (۷) سهم اثرات افزایشی و غلبه ژنها درکنترل ژنتیکی ۶ خصوصیت ریشـــه در برنج را مساوی دانسته‌اند۰ این محققین وراثت پذیری خصوصی برای ضخامت، وزن خشك و طول ریشه را توسط رگرسیون نتاج و والد و رگرسیون F_2 و F_3 بین ۴۴ تـــا ۹۲ درصد برآورد نموده‌اند۰ مونیو و ویتینگتون (۱۵) تنوع مشاهده شده درخصوصیات ریشه گندم را بـــــه پلی ژنها و یك ژن اصلی که طول دوره رشد رویشـــی را کنترل می‌نماید ربط داده‌اند۰ این محققین تـــوارث خصوصیات مرتبط با سیستم گسترش ریشه را با اثرات افزایشی ژنها مرتبط دانسته وگزارش نموده‌اند کـــه خصوصیات والدین به نتاج حاصل از تلاقی انتقـــال می‌یابد۰ هورد (۱۲) از تلاقی یك رقم گندم دوروم کـــه دارای ریشه گسترده‌ای بود با یك رقم با عملکرد بـالا و مقاوم به بیماری موفق به انتخاب دو واریته پرمحصول و با ریشه گسترده و مقاوم به خشکی و بیماری گردیـد۰

این بررسی نظربه محدود بودن اطلاعات مربـوط به خصوصیات ژنتیکی ریشه درگندم انجام پذیرفته‌است واهداف عمده آن عبارتنداز: ۱ـ اندازه‌گیری تعـــداد، طول و وزن خشك ریشه در دومرحله چهاربرگی و بخوشه رفتن در ۸ رقم گندم پائیزه و F_1 های آنها، ۲ـ برآورد قابلیتهای ترکیب پذیری عمومی و خصوصی این صفات، ۳ـ مطالعه پارامترهای ژنتیکی وزن خشك ریشه درمرحله بخوشه رفتن و ۴ـ استنتاج بهترین روش به نـــژادی‌و بهبود بخشیدن به صفات مزبور۰

مواد و روشها

به منظورانجام این مطالعه از روش تلاقیهـــای دی آلل بین ۸ رقم گندم بنامهای آذر، اروند، اصفهان، امید، رشید، سبلان، سرداری و مغان استفاده شـــد۰ طی زمستان ۱۳۶۴ و بهار ۱۳۶۵ کلیه تلاقیهای ممکـن بین ارقام فوق درگلخانه دانشکده کشاورزی دانشگـــاه صنعتی اصفهان انجام شد۰ والدین تلاقیها و مخلـــوط مساوی از بذور F_1 تلاقیهای معکوس جمعا " ۳۶ ژنوتیپ را برای مطالعه خصوصیات ریشه تشکیل دادنـــد۰ از آنجائیکه اثرات پایه مادری و تلاقیهای معکوس درغلات گزارش نشده‌اند (۷، ۱۰، ۱۵ و۲۱) و به منظور برطـرف کردن احتمال وجود چنین اثراتی، تلاقیهای معکـــوس تهیه ولی مخلوط شدند۰ درپائیز ۱۳۶۶ بذورمزبـور در گلدانهائی به قطر ۳۰ سانتیمترو بلندی ۶۰ سانتیمتـر و درمخلوطی از خاك، ماسه، کود حیوانی پوسیـــده و خاك برگ به ترتیب به نسبت ۱:۱:۲:۱ کاشته شدند۰ درهرگلدان یك بذر کاشته شد۰ گلدانها به منظـــور بهاره سازی تا اول دی درخارج از گلخانه نگهداری شدند و سپس درگلخانه درتحت شرایط مناسب نور و حـــرارت قرارگرفتند۰ آبدهی به گلدانها به محض خشك شـــدن سطح خاك انجام گرفت۰ درمراحل ساقه دهی، بخوشـــه رفتن و پرشدن دانه معادل ۱ گرم کود اوره به هرگلـدان اضافه شد۰ برای جلوگیری از خوابیدگی گیاهـــان از چوب نی بعنـــوان قیـــم استفـــاده گردید۰ بـــرای

جلوگیری از خسارت شته[1] وکنترل سفیدك سطحی[2] در مواقع ضروری بترتیب از محلول یك درهزار امولسیون ۳۰ درصد متاسیستوکس وپودروتابل ۲۵ درصد کاراتان به نسبت ۱/۵ درهزار استفاده شد۰ این بررسی بصورت طرح کاملا" تصادفی با ۴ تکرار پیاده شد۰ آماربرداری از تعداد، طول و وزن ریشه در ۲ مرحله چهاربرگی و بخوشه رفتن انجام شد۰ برای اندازه گیری خصوصیات مزبور درابتدا خاك اطراف ریشه بادقت کافی بوسیله آب شستشو شد و سپس ذرات باقیمانده و چسبیده به ریشه ها با دست جمع آوری گردیدند۰ ریشه ها پس از شمارش تعداد و اندازه گیری طول آنها (برحسب سانتیمتر) به مدت ۴۸ ساعت درحرارت ۶۰ درجه سانتیگراد خشك شدند و سپس وزن آنها برحسب گرم تعیین گردید۰ آمار حاصل براساس روش پیشنهادی هالورو میراندا (۱۱) تجزیه و تحلیل گردید۰ بدین ترتیب جمع مربعات ژنوتیپها (والدها وتلاقیها) به ۳ جزء مربوط به والدها، تلاقیها و والدها دربرابر تلاقیها تفکیك گردید۰ همچنین جمع مربعات تلاقیها با استفاده از فرمولهای مدل ۱ در روش ۴ گریفینگ (۱۰) به ۲ جزء مربوط به قابلیتهای ترکیب پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) تفکیك شد۰ اثرات GCA برای هروالد و SCA برای هرتلاقی محاسبه گردید۰ در آزمونهای F به منظورتعیین معنی داربودن یا نبودن منابع تغییرات از خطای آزمایش درتجزیه واریانس ژنوتیپها استفاده شد۰ برای آزمون معنی داربودن یا نبودن منابع اثرات قابلیتهای ترکیب پذیری عمومی و خصوصی از برآورد واریانس این اثرات [بترتیب $\hat{var}(g_i)$ و $\hat{var}(S_{ij})$] طبق فرمولهای زیر استفاده گردید (۱۰)۰

$$\hat{Var}(g_i) = \frac{P-1}{P(P-2)}\sigma^2$$

$$\hat{Var}(s_{ij}) = \frac{P-3}{P-1}\sigma^2$$

دراین فرمولها P تعدادوالد و σ^2 مساوی با واریانس خطاتقسیم برتعدادتکرار است۰ بمنظورمطالعه جامعتر وبرآوردپارامترهای ژنتیکی وزن خشك ریشه درمرحله بخوشه‌رفتن ازروش جینکزهیمن(۱۴) برای تجزیه‌وتحلیل تلاقیهای دی آلل استفاده‌شد۰ بافرض عدم وجودتفاوت‌بین تلاقیهای معکوس جدول متقارن P × P که‌هرردیف آن‌مربوط به‌یك والداست تنظیم گردید۰ دراین جدول ازمیانگین تکرارهای هروالدیاهرتلاقی استفاده‌شد۰ پس ازمحاسبه واریانس هرردیف یاهروالد (V_r) وکواریانس نتاج هر ردیف باوالدمشترك (W_r)، مشخصات خط رگرسیون V_r روی W_r تعیین شدوباتوجه‌به‌واریانس والدها (V_p) معادله سهمی محدودکننده ($W_r^2 = V_p V_r$) بدست آمد۰ سپس میانگین کوواریانس وألدین ونتاج آنهادرهرردیف (W_r)، واریانس میانگینهای ردیفها ($V_{\bar{r}}$)، میانگین واریانس ردیفها (V_r) ومیانگینهای والدها (ml_o) ونتاج (ml_1) محاسبه‌گردید۰ باتوجه به شاخصهای فوق پارامترهای D، H_1، H_2، F و h محاسبه گردیدند۰

نتایج و بحث

تفاوت بین والدها برای کلیه خصوصیات از نظر آماری معنی داربود (جدول ۱)۰ میانگین های تعداد، طول و وزن خشك ریشه دردومرحله رشد چهاربرگی و بخوشه رفتن درجدول ۲ ارائه شده‌اند۰ درمرحله چهار- برگی رقم مغان دارای بیشترین تعداد، طویل ترین طول وبا لاترین وزن خشك ریشه و رقم رشید تقریبا" حائز پائین ترین سطوح این خصوصیات بود۰ درمرحله بخوشه رفتن نیز رقم امید دارای با لاترین میانگین های تعداد

1- Aphis gossipy

2- Erysiphe graminis

جدول ۱- تجزیه واریانس طول، تعداد و وزن خشک ریشه ۳۶ ژنوتیپ گندم (۸ والد و ۲۸ هیبرید F_1 حاصل از تلاقی آنها) دردومرحله رشد چهاربرگی و بخوشه رفتن ۰

منابع تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد ریشه درمرحله		طول ریشه درمرحله		وزن خشک ریشه درمرحله	
		چهاربرگی	بخوشه رفتن	چهاربرگی	بخوشه رفتن	چهاربرگی $\times 10^{-3}$	بخوشه رفتن
ژنوتیپها	۳۵	۸/۴**	۲۶۵/۱**	۵/۲۲**	۱۰۹/۱**	۰/۶۵**	۱/۷۸**
والدها	۷	۱۳/۰**	۴۱۳/۸**	۱۲/۲۵**	۱۰۶/۷*	۱/۴۱**	۳/۰۶**
والدهادربرابرتلاقیها	۱	۲۷/۵**	۹۵/۶	۵/۴۵	۱/۹	۰/۷۳**	۰/۱۸
تلاقیها	۲۷	۶/۵**	۲۲۱/۲*	۳/۳۹*	۱۱۳/۷**	۰/۴۵**	۱/۵۰**
GCA	۷	۹/۷**	۳۳۱/۵**	۳/۱۸	۱۱۴/۰*	۰/۱۸*	۲/۴۰**
SCA	۲۰	۵/۴**	۱۸۲/۶*	۳/۴۶*	۱۱۳/۶**	۰/۵۴**	۱/۱۹**
خطا	۱۰۸	۳/۲	۵۶/۱	۱/۸۰	۴۶/۹	۰/۰۷	۰/۲۷

* و ** : بترتیب معنی داردرسطوح احتمال ۵ و۱ درصد۰

جدول ۲- میانگین* تعداد، طول و وزن خشك ریشه ۸ رقم گندم بعنوان والد درتلاقیها در دو مرحله رشد چهاربرگی و بخوشه رفتن ۰

والدها	تعدادریشه درمرحله		طول ریشه(Cm) درمرحله		وزن خشك ریشه(گرم) درمرحله	
	چهاربرگی	بخوشه رفتن	چهاربرگی	بخوشه رفتن	چهاربرگی	بخوشه رفتن
آذر	۶/۵ d	۲۱/۲ e	۸/۷ b	۳۲/۷ e	۰/۰۳ c	۰/۸۶ c
اروند	۵/۷ e	۳۳/۵ b	۶/۵ e	۳۷/۲ d	۰/۰۲ d	۰/۸۵ c
اصفهان	۷/۷ c	۲۸/۷ cd	۹/۲ b	۴۹/۳ a	۰/۰۵ b	۱/۱۸ b
امید	۷/۵ c	۵۴/۷ a	۷/۱ d	۴۵/۵ b	۰/۰۲ d	۱/۸۰ a
رشید	۵/۵ e	۲۶/۰ d	۶/۸ de	۳۷/۰ d	۰/۰۲ d	۰/۷۸ c
سبلان	۷/۲ c	۲۷/۷ cd	۸/۸ b	۴۰/۲ c	۰/۰۳ c	۰/۹۹ c
سرداری	۹/۵ b	۲۶/۷ d	۷/۸ c	۴۰/۲ c	۰/۰۲ d	۱/۱۹ b
مغان	۱۰/۷ a	۳۰/۵ c	۱۱/۹ a	۴۲/۰ c	۰/۰۷ a	۰/۹۳ c

* : میانگین ها توسط ازمون چنددامنه دانکن مقایسه شده‌اند و هرستون تفاوت بین هردو میانگینی که دارای یک حرف مشترك می‌باشند از نظرآماری درسطح احتمال یك درصد معنی دارنیست ۰

ووزن خشك ریشه بود و طول ریشه آن درمرتبه دوم قرار داشت۰ دراین مرحله رشد رقم آذرکمترین تعداد و کوچکترین طول ریشه را داشت۰ بطورکلی وجودتفاوتهای کافی بین والدها شرط لازم برای تجزیه و تحلیل های ژنتیکی کلیه صفات را فراهم ساخت۰

وجود تفاوتهای معنی داربین تلاقیها برای کلیه صفات (جدول ۱)، تفکیك واریانس تلاقیها به، دو بخش قابلیت ترکیب پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) راامکان پذیرساخت۰ میانگین مربعات والدها دربرابر تلاقی ها که مبین متوسط هتروزیس یا برتری دورگها نسبت به والدها می‌باشد برای تعداد و وزن خشك ریشه درمرحله چهاربرگی از نظرآماری معنی داربود (جدول ۱)۰ بجز میانگین مربعات GCA برای طول ریشه در مرحله‌چهاربرگی، کلیه میانگین های مربعات GCA و SCA ازنظرآماری معنی داربودند۰ میانگین مربعات GCA برای طول ریشه درهردومرحله رشد تقریبا" مساوی با میانگین مربعات SCA و درسایرموارد تقریبا" دوبرابرآن بوده‌است۰ بدین ترتیب احتمالا" می‌توان استنباط نمود که برای صفات اخیراثرات افزایشی ژنها نقش موثرتری را درکنترل ژنتیکی داشته‌اند۰

میانگین تعداد ریشه هیبریدهای F_1 درمرحله چهاربرگی‌بین ۶/۲ تا ۱۱/۵ و درمرحله بخوشه رفتن بین ۲۰/۵ تا ۴۲/۵ متغیربود (جدول ۳)۰ متوسط تعداد ریشه درمرحله چهاربرگی برای F_1 های ارقام اصفهان، مغان و اروند با هریك از ۷ رقم دیگر ۹ عدد بود۰ اثرات GCA برای ارقام مزبورمثبت وازنظرآماری معنی دار بوده است (جدول ۴)۰ بیشترین تعداد ریشه دراین مرحله متعلق به تلاقی اروند و سرداری بود و این تلاقی

جدول ۳ـ میانگین تعداد، طول و وزن خشك ریشه ۲۸ دورگ F_1 حاصل ازتلاقی ۸ رقم گندم دردو مرحله رشد چهاربرگی و بخوشه رفتن ۰

تلاقیها	تعداد ریشه درمرحله		طول ریشه (Cm) درمرحله		وزن خشك رشد (گرم) در مرحله	
	چهاربرگی	بخوشه رفتن	چهاربرگی	بخوشه رفتن	چهاربرگی	بخوشه رفتن
آذر× اروند	۸/۲	۳۲/۰	۹/۲	۴۲/۵	۰/۰۳۱	۱/۵۹
آذر× اصفهان	۸/۲	۲۹/۷	۹/۱	۳۷/۰	۰/۰۳۳	۱/۳۲
آذر× امید	۹/۲	۴۲/۵	۹/۰	۴۸/۰	۰/۰۴۷	۲/۷۸
آذر×رشید	۷/۲	۳۲/۰	۸/۱	۳۸/۵	۰/۰۳۵	۱/۰۷
آذر× سبلان	۷/۲	۳۵/۷	۹/۰	۴۷/۲	۰/۰۳۲	۱/۲۶
آذر× سرداری	۷/۵	۲۱/۷	۹/۰	۳۵/۷	۰/۰۳۹	۱/۱۰
آذر× مغان	۱۰/۵	۴۰/۵	۹/۶	۴۶/۰	۰/۰۴۳	۰/۷۳
اروند× اصفهان	۱۱/۲	۳۳/۷	۹/۸	۴۴/۷	۰/۰۵۴	۱/۶۹
اروند× امید	۸/۰	۳۵/۷	۱۰/۲	۴۳/۲	۰/۰۴۲	۱/۴۶
اروند× رشید	۷/۲	۲۵/۷	۷/۸	۳۵/۰	۰/۰۲۵	۰/۲۲
اروند× سبلان	۹/۵	۳۳/۰	۷/۸	۴۶/۲	۰/۰۶۵	۱/۰۶
اروند× سرداری	۱۱/۵	۳۴/۲	۹/۰	۴۵/۲	۰/۰۵۱	۱/۷۲
اروند× مغان	۹/۰	۳۷/۷	۸/۱	۳۵/۷	۰/۰۳۱	۰/۸۵
اصفهان × امید	۸/۵	۳۱/۷	۹/۵	۳۳/۰	۰/۰۴۲	۲/۸۸
اصفهان × رشید	۹/۰	۳۲/۲	۸/۸	۴۳/۵	۰/۰۳۲	۰/۸۳
اصفهان × سبلان	۱۰/۲	۲۵/۵	۸/۹	۴۱/۰	۰/۰۴۴	۱/۴۶
اصفهان × سرداری	۹/۲	۳۲/۰	۹/۳	۴۰/۷	۰/۰۴۱	۱/۴۳
اصفهان × مغان	۸/۷	۳۶/۲	۷/۴	۴۱/۷	۰/۰۲۴	۱/۶۱
امید× رشید	۸/۵	۳۸/۲	۷/۴	۴۴/۵	۰/۰۴۰	۲/۴۹
امید× سبلان	۷/۵	۳۴/۲	۸/۶	۳۸/۰	۰/۰۳۴	۱/۵۴
امید× سرداری	۶/۲	۳۷/۲	۸/۹	۴۴/۷	۰/۰۳۳	۱/۰۲
امید× مغان	۸/۰	۳۴/۷	۷/۱	۳۴/۷	۰/۰۲۷	۰/۶۷
رشید× سبلان	۷/۲	۲۹/۵	۸/۷	۳۷/۷	۰/۰۲۸	۱/۸۰
رشید× سرداری	۷/۵	۲۵/۷	۹/۹	۴۱/۷	۰/۰۲۷	۱/۱۵
رشید× مغان	۹/۷	۳۴/۲	۹/۷	۳۸/۰	۰/۰۶۱	۰/۸۹
سبلان × سرداری	۸/۲	۲۰/۵	۱۱/۱	۳۵/۲	۰/۰۳۷	۱/۸۰
سبلان × مغان	۹/۲	۲۷/۵	۸/۰	۲۶/۲	۰/۰۵۱	۰/۸۲
سرداری × مغان	۹/۵	۴۰/۷	۸/۷	۴۹/۰	۰/۰۴۰	۱/۰۰
خطای استاندارد	۰/۳۲	۱/۳۲	۰/۲۴	۱/۲۱	۰/۰۰۱	۰/۰۹

جدول ۴- برآوردهای قابلیت ترکیب پذیری عمومی (GCA) و قابلیت ترکیب پذیری خصوصی (SCA) برای تعداد ریشه درمراحل چهاربرگی (بالای قطر) و بخوشه رفتن (پائین قطر)

والدها	اثرات SCA								اثرات GCA درمرحله ۴ برگی
	آذر	اروند	اصفهان	امید	رشید	سبلان	سرداری	مغان	
آذر		۰/۷۱	-۰/۷۹	۱/۷۴*	۰/۳۴	-۰/۸۰	-۰/۶۳	۱/۵۳	-۰/۳۹
اروند	-۳/۳۵		۱/۱۲	-۰/۵۹	-۱/۴۲	۰/۳۷	۲/۲۹**	-۱/۰۵	۰/۷۰*
اصفهان	-۵/۳۹	۳/۹۴		-۰/۱۷	۰/۲۴	۱/۰۴	-۰/۰۴	-۱/۳۸	۰/۷۸*
امید	۱/۶۹	۰/۲۸	-۳/۷۶		۱/۲۸	-۰/۱۷	-۱/۵۱	-۰/۵۹	۰/۷۶*
رشید	-۲/۰۶	-۳/۵۱	۳/۱۹	۳/۵۲		-۰/۵۱	-۰/۳۳	۱/۰۸	-۰/۶۸
سبلان	۳/۰۳	۵/۶۱	-۱/۶۸	۱/۹۰	۲/۸۶		-۰/۰۵	۰/۱۲	-۰/۲۲
سرداری	-۱۱/۹۳*	۵/۹۰	۳/۸۶	۳/۴۵	-۱/۸۵	-۵/۲۲		۰/۲۹	-۰/۱۴
مغان	۱۸/۵۷**	-۸/۸۵	-۰/۱۳	-۷/۳۱	-۱/۶۰	-۶/۴۷	۵/۸۲		۰/۷۰*
اثرات GCA درمرحله بخوشه رفتن	۳/۸۲**	-۱/۵۱	-۱/۷۲**	۳/۹۴**	-۲/۲۷	-۴/۱۴	-۳/۱۸	۵/۰۷**	

* و ** : بترتیب معنی دار درسطوح احتمال ۵ و ۱ درصد۰

بالاترین مقدار SCA را نشان داد۰ از بین ۲۸ اثر SCA تعداد ۱۳ اثرمثبت و بقیه منفی بوده‌اند۰ بطورکلی تعداد اثرات مثبت SCA برای F_1 هائی که یکی از والدین آنها اصفهان، مغان و اروند بوده است بیشتراز سایر والدها می‌باشد۰ متوسط تعداد ریشه در مرحله بخوشه رفتن برای F_1 های ارقام امید ، مغان و آذر با هریك از ۷ رقم دیگربترتیب ۳۶/۴، ۳۴/۵ و ۳۳/۴ عدد محاسبه گردید۰ اثرات GCA برای ارقام مزبور مثبت و از نظر آماری معنی دار بوده است (جدول ۴)۰ بیشترین تعداد ریشه درایـن مرحله متعلق به تلاقیهای آذر × امید، سغان ×سرداری و آذر × مغان بود۰ دو تلاقی اخیربه انضمام تلاقیهای اروند × سرداری و اروند × سبلان با لاترین اثرات مثبت SCA را نشان داده‌اند۰ برای تعداد ریشه درمرحله بخوشه رفتن نیز اثرات SCA برای ۱۴ تلاقی مثبت بوده‌است۰

میانگین طول ریشه هیبریدهای F_1 درمرحله‌چهار- برگی بین ۷/۱ تا ۱۱/۱ سانتیمترو درمرحله بخوشه رفتن بین ۲۶/۲ تا ۴۹/۰ سانتیمترمتغیربود(جدول ۳)۰ متوسط طول ریشه درمرحله چهاربرگی برای F_1 های ارقام سرداری، آذر و اصفهان باهریك از ۷ رقم دیگر بترتیب برابر ۹/۴، ۹/۰و ۹/۰ سانتیمتربود۰ اثرات GCA برای ارقام مزبورمثبت و بیشتراز سایرارقام بوده است (جدول ۵) ولی تنها برای رقم سرداری از نظر

آماری معنی دارمی‌باشد۰ بیشترین طول ریشه درمرحله چهاربرگی مربوط به تلاقیهای سبلان × سرداری و امید× اروند بود (جدول ۳)۰ اثرات SCA برای این تلاقیها معنی دارو مثبت و بطورقابل ملاحظه‌ای بیشتراز سایر تلاقیها بود (جدول ۵)۰ متوسط طول ریشه درمرحله بخوشه رفتن برای F_1 های ارقام آذر، اروند و سرداری با هریك از ۷ رقم دیگربیشتراز سایرارقام و بترتیب برابر ۴۲/۱، ۴۱/۸ و ۴۱/۷ سانتیمتربوده‌است۰ اثرات GCA این ارقام نیز مثبت ومعنی دار وبطورمشهودی بیشتراز سایرارقام می‌باشد(جدول ۵)۰ بیشترین طول ریشه در مرحله بخوشه رفتن مربوط به تلاقیهای سرداری × مغان، آذر× امید و آذر× سبلان بود، بااین حال طول ریشه F_1 های حاصل از سه والد با GCA بالا(آذر، اروند و سرداری) نیز زیاد بوده‌است۰ بالاترین اثرمثبت ومعنی‌دار SCA مربوط به تلاقی سرداری × مغان می‌باشد و اثرات SCA برای تلاقیهای ارقام فوق الذکرنیزهمگی مثبت و بالا بوده‌اند (جدول ۵)۰

میانگین وزن خشك ریشه هیبریدهای F_1 درمرحله چهاربرگی بین ۰/۰۲۴ تا ۰/۰۶۵ گرم و درمرحله بخوشه رفتن بین ۰/۲۲ تا ۲/۸۸ گرم متغیربود (جدول۳)۰ متوسط وزن خشك ریشه درمرحله چهاربرگی برای F_1 های ارقام سبلان و اروند باهریك از۷ رقم دیگربترتیب ۰/۰۴۳ و۰/۰۴۲ گرم بوده‌است۰ اثرات GCA برای رقم اروند مثبت ومعنی دارمی‌باشد (جدول۶)۰ بالاترین

جدول ۵ ـ برآوردهای قابلیت ترکیب پذیری عمومی (GCA) و قابلیت ترکیب پذیری خصوصی (SCA) برای طول ریشه درمراحل چهاربرگی (بالای قطر) وبخوشه رفتن (پائین قطر)

والدها	اثرات SCA								اثرات GCA درمرحله چهاربرگی
	آذر	اروند	اصفهان	امید	رشید	سبلان	سرداری	مغان	
آذر		۰/۲۲	-۰/۱۳	۰/۱۹	-۰/۶۹	-۰/۰۷	-۰/۶۶	۱/۱۴	۰/۱۷
اروند	-۱/۵۲		۰/۸۴	۱/۶۲**	-۰/۸۱	-۱/۰۹	-۰/۵۳	-۰/۲۴	-۰/۸۳*
اصفهان	-۵/۰۲	۲/۹۳		۰/۰۸		-۰/۱۰	-۰/۳۴	۰/۶۶	۰/۱۷
امید	۵/۲۲	۰/۶۸	-۷/۵۶		-۰/۹۹	-۰/۱۰	-۰/۴۴	-۰/۹۴	-۰/۲۰
رشید	-۳/۰۶	-۶/۳۶*	۴/۱۴	۴/۳۹		۰/۱۲	۰/۶۳	۱/۶۵**	-۰/۲۷
سبلان	۶/۸۹*	۶/۱۰*	۲/۸۵	-۰/۹۰	۰/۰۶		۱/۵۸**	-۰/۳۵	۰/۰۳
سرداری	-۸/۰۷*	۱/۶۴	-۰/۸۶	۲/۳۹	۰/۶۰	-۴/۶۹		-۰/۲۴	۰/۶۷*
مغان	۵/۶۸	-۴/۳۶	۳/۶۴	-۴/۱۱	۰/۳۵	-۱۰/۱۹**	۹/۱۰**		-۰/۵۵
اثرات GCA درمرحله بخوشه رفتن	۱/۸۴	۱/۶۳	-۰/۳۶	۰/۳۹	-۰/۸۲	-۲/۰۳	۱/۴۳	-۲/۰۷	

* و ** : بترتیب معنی داردرسطوح احتمال ۵ و۱ درصد۰

وزن خشك ریشه درمرحله چهاربرگی متعلق به تلاقیهای اروند× سبلان ورشید× مغان بود۰ اثرات SCA برای تلاقی امید× اصفهان و دوتلاقی فوق الذکرمعنی دار و مثبت و نسبت به سایرتلاقیهابیشترمی‌باشد (جدول ۶)۰ متوسط وزن خشك ریشه درمرحله بخوشه رفتن برای F_1های ارقام امید واصفهان بترتیب برابر با ۱/۸۳ و ۱/۶۰ گرم بوده‌است۰ اثرات GCA تنها برای این دورقم مثبت ومعنی دارمی‌باشد (جدول ۶) که مبین پتانسیل بالای این ارقام دربرنامه های به نژادی برای افزایش وزن ریشه‌است۰ متوسط وزن خشك ریشه‌درمرحله‌بخوشه‌رفتن برای تلاقیهای امید× اصفهان، امید× آذرو امید× رشید بیشتراز سایرارقام بود۰ اثرات SCA برای این تلاقیها مثبت ومعنی دار وبیشتراز سایرتلاقیها است۰

نتایج حاصل مبین وجود تنوع ژنتیکی کافی برای خصوصیات ریشه دربین ارقام مورد بررسی است و دراین میان قابلیت ترکیب پذیری عمومی ازاهمیت بیشتری برخوردارمی‌باشد۰ ازآنجائی که قابلیتهای ترکیب‌پذیری عمومی وخصوصی بترتیب برحسب واریانسهای ژنتیکی افزایشی وغیرافزایشی بیان وتفسیرمی‌گردند، تفکیك واریانس تلاقیها به‌این‌دو جزء توصیفی ازوضعیت ژنتیکی صفات را درارقام مورد مطالعه دراختیارقرار داده است۰ همانگونه که ذکرگردید برای تعداد ریشه در دو مرحله رشد و وزن خشك ریشه درمرحله بخوشه رفتن واریانس GCA دو برابر واریانس SCA بوده

جدول ۶- برآوردهای قابلیت ترکیب پذیری عمومی (GCA) و قابلیت ترکیب پذیری خصوصی (SCA) برای وزن خشك ریشه درمراحل چهاربرگی (با لای قطر) وبخوشه رفتن (پائین قطر)

والدها	اثرات SCA								اثرات GCA درمرحله چهاربرگی
	آذر	اروند	اصفهان	امید	رشید	سبلان	سرداری	مغان	
آذر		-۰/۱۰	-۰/۰۰۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹*	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	-۰/۰۰۲۰
اروند	۰/۳۲		۰/۰۱۱	۰/۰۰۱	-۰/۰۱۴	۰/۰۱۹**	۰/۰۰۸	-۰/۰۱۴	۰/۰۰۵۰
اصفهان	-۰/۳۰	۰/۲۰		۰/۰۴۵**	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۱۶	-۰/۰۰۰۴
امید	۰/۸۱**	-۰/۲۸	۰/۶۸**		۰/۰۰۶	۰/۰۶۷**	-۰/۰۰۴	-۰/۰۱۲	-۰/۰۰۱۰
رشید	-۰/۱۷	-۰/۷۹	-۰/۶۴**	۰/۷۷**		-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۷	۰/۰۲۵**	-۰/۰۰۴۰
سبلان	-۰/۱۹	-۰/۱۷	-۰/۲۲	۰/۴۰	۰/۵۹**		-۰/۰۰۴	۰/۰۰۹*	۰/۰۰۳۰
سرداری	-۰/۲۷	۰/۵۸*	-۰/۱۷	-۰/۸۳*	۰/۰۳	۰/۴۶*		۰/۰۰۱	-۰/۰۰۰۶
مغان	-۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۴۵*	-۰/۷۴*	۰/۲۱	۰/۰۷	۰/۱۹		۰/۰۰۱۰
اثرات GCA درمرحله بخوشه رفتن	۰/۰۶	-۰/۱۶	۰/۲۹**	۰/۵۴**	-۰/۱۹	۰/۰۲	-۰/۰۶	-۰/۵	

* و ** : بترتیب معنی داردرسطوح احتمال ۵ و۱ درصد۰

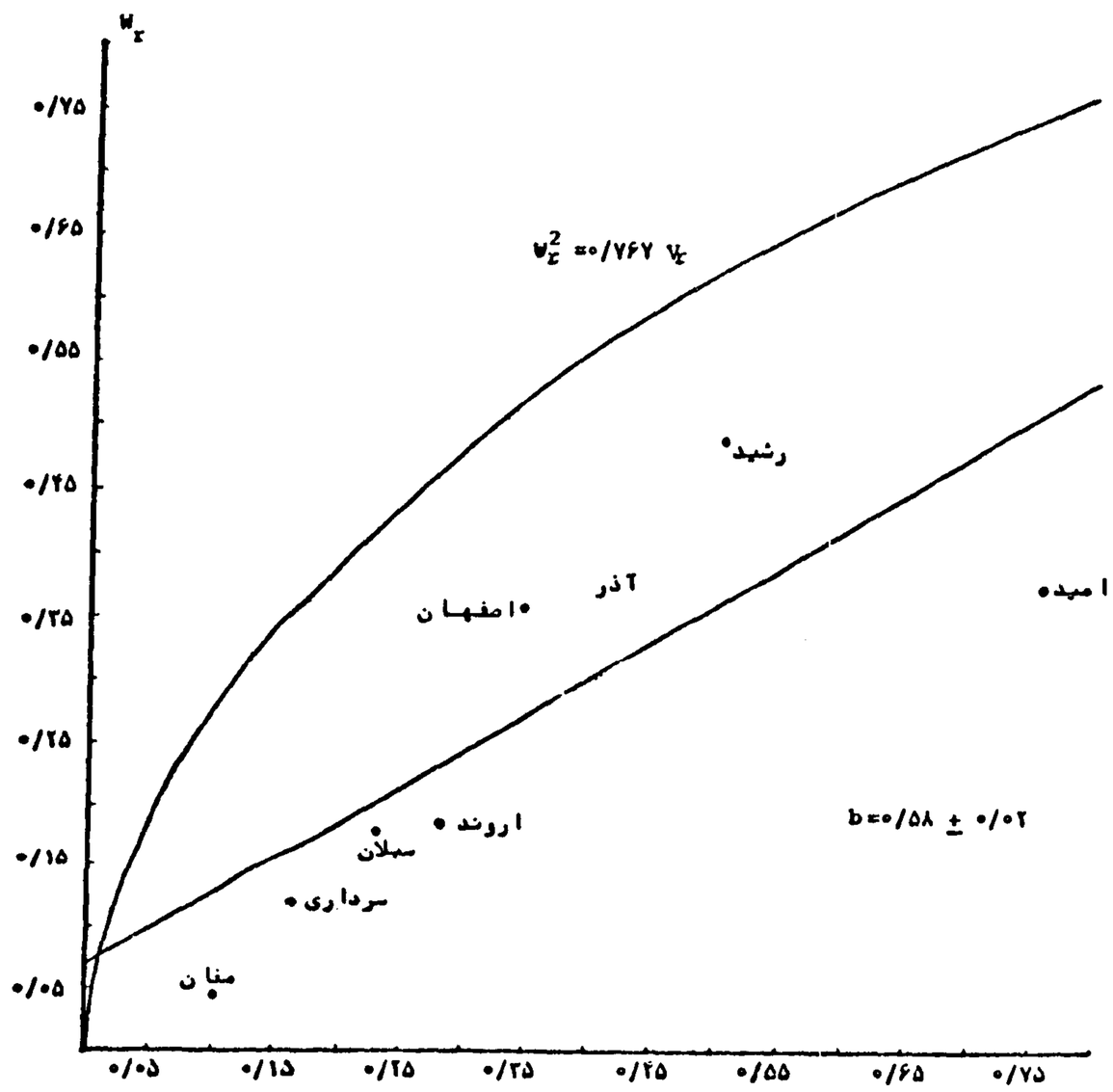
است، بنابراین استنباط می‌گرددکه احتما لا" نقش اثرات افزایشی ژنها درکنترل ژنتیکی این صفات مهمتراست۰ این مطلب مبین بازده با لا وپتانسیل انتخاب برای این خصوصیات است۰

اگرچه برای اکثرصفات مورد مطالعه واریانسGCA بزرگتراز واریانس SCA بوده‌است، ولی بااین حال معنی داربودن واریانسهای SCA مبین این مطلب است که نمی‌توان اثرات غیرافزایشی (عمدتا" غلبه جزئی) ژنها را نادیده گرفت۰ متوسط هتروزیس که بوسیله واریانس والدها دربرابرتلاقیها بیان می‌گردد تنهادر مرحله چهاربرگی و برای تعداد و وزن خشك ریشه معنی داربوده‌است۰ بااین حال می‌توان انتظارداشت که درجوامع درحال تفکیك حاصل ازبرخی ازتلاقیها امکان انتخاب گیاهان مطلوب وجودداشته باشد۰ بعنوان مثال متوسط وزن خشك ریشه درمرحله چهاربرگی برای تلاقی اروند× سبلان برابربا ۰/۰۶ گرم می‌باشد که بیشتراز متوسط والدین (۰/۰۲ گرم) وحتی دوبرابر متوسط والد برتر (۰/۰۳ گرم) است۰ از طرفی با توجه به‌اینکه استفاده از پدیده هتروزیس درگندم معمول نیست، حداقل انتظارمی‌رود که می‌توان دربین نتاج حاصل ازبرخی ازتلاقیهانسبت به‌انتخاب گیاهان مطلوب اقدام کردواین صفات رادریك یاچند لاین تثبیت نمود۰

تجزیه وتحلیل تلاقیهای دی آلل به روش جینکز - هیمن برای وزن خشك ریشه درمرحله بخوشه رفتن اطلاعات بیشتری را دررابطه باماهیت ژنتیکی این صفت دراختیارقرارداده است۰ نظربه‌اینکه ضریب رگرسیون (b = ۰/۵۸) مقادیر W_r (کوواریانس نتاج با والد مشترکشان) روی V_r (واریانس والد) بترتیب فاقد وواجد اختلاف معنی داربایك وصفربود، فرضیات مدل جینکز- هیمن صادق می‌باشند۰ یکی ازمهمترین این فرضیات عدم وجود اپیستازی یااثرمتقابل بین آللها در مکانهای ژنی مختلف است۰ عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین ضریب رگرسیون و یك نشان داد که اثرات ژنهای کنترل کننده این صفت افزایشی‌می‌باشند۰ از طرف دیگر خط رگرسیون مزبور محور W_r را درقسمت مثبت قطع نموده‌است (شکل ۱)، که این امردلیل بروجود غلبه جزئی درکنترل ژنتیکی این صفت می‌باشد۰ این نتایج قبلا" نیزبا توجه به دوبرابربودن واریانس GCA نسبت به SCA ومعنی داربودن هر دو واریانس استنباط گردید۰ بود۰ همچنین بزرگتربودن پارامتر D = ۰/۵۲ از H = ۰/۴۰ ومحاسبه درجه غلبه $(H_1/D)^{\frac{1}{2}}$ = ۰/۸۸ به‌ترتیب مبین وجوداثرات افزایشی ژنها وغلبه جزئی است که با نتایج تجزیه واریانس وتحلیل گرافیکی خط رگرسیون مطابقت دارد۰ بطورکلی چنین استنباط می‌شود که وزن ریشه درمرحله بخوشه رفتن از نظر ژنتیکی توسط هر دواثرات افزایشی وغیرافزایشی (بجزاپیستازی) ولی باسهم بیشتراثرات افزایشی ژنها کنترل می‌گردد۰ این مطلب مبین بازده با لا وپتانسیل انتخاب برای این خصوصیت است۰ بعنوان مثال رقم امیدکه دراین مطالعه دارای با لاترین وزن خشك ریشه درمرحله بخوشه رفتن می‌باشد(۱/۸ گرم) وهمچنین اثر GCA آن بیشتر ازسایرارقام بوده‌است(**۰/۵۴)می‌تواند بعنوان والدی مطلوب انتخاب وباارقام دیگری نظیر آذر، رشید واصفهان تلاقی داده شود۰ بنابراین انتظار می‌رود که دربین نتاج حاصل از این تلاقیها گیاهانی با سیستم ریشه گسترده وجودخواهند داشت که می‌توانند منجر به تولید لاینهای مطلوبی گردند۰ قابل توجه‌است که‌اثرات SCA برای تلاقیهای امیدباارقام مزبور و میانگین وزن خشك این تلاقیها بزرگتراز سایراثرات

SCA ومیانگینها بوده است که خود دلیل دیگری بر نتیجه‌گیری فوق است۰

پراکندگی والدها درطول خط رگرسیون (شکل۱) نشان‌داد که درمجاورت منشاء مختصات، مغان نزدیک‌ترین رقم به محل تقاطع خط رگرسیون و سهمی محدود‌کننده می‌باشد و بعبارت دیگردارای کوچکترین مقادیر V_r و W_r و یا حداکثرتعداد ژنهای غالب، است۰ نزدیکی مختصات ارقام مغان، سرداری و سبلان به یکدیگر مبین شباهت ژنوتیپی آنها برای وزن ریشه درمرحله بخوشه رفتن است۰ رقم امید دارای بزرگترین مقادیر V_r و W_r و یا دورترین مختصات نسبت به منشاء بوده‌است۰ این خصوصیات و نزدیکی مختصات این رقم به محل دیگر تقاطع‌خط رگرسیون و سهمی محدودکننده نشان می‌دهند که رقم امید دارای حداکثرتعداد ژنهای مغلوب در کنترل ژنتیکی این صفت می باشد۰ دراین بررسی اختلاف بین مقادیر H_1 و H_2 تقریبا" برابرباصفر ونسبت H_1به $4H_2$ که مساوی با حاصلضرب فراوانی آللهای غالب و مغلوب می‌باشد نزدیک به مقدارحداکثرآن یا ۰/۲۵ بود۰ این نتایج نشان‌داد که فراوانی آللهای غالب و مغلوب درتمام مکانهای ژنی کنترل‌کننده این صفت



شکل ۱- خط رگرسیون V_r (واریانس) روی W_r (کوواریانس) و سهمی محدودکننده و پراکنش والدها برای وزن خشک ریشه درمرحله بخوشه رفتن ۰

تقریبا" یکسان و درحدود ۰/۵ می‌باشد۰ مقدار عددی و علامت جبری $F = 0/08$ ونسبت:

$$(\sqrt{4DH_1}+F)/(\sqrt{4DH_1}-F) = 1/2$$

نیز نتیجه گیری فوق را تائید می‌نمایند۰ علامت جبری منفی پارامتر $h = -0/35$ مبین وجوداثرافزایشی آللهای مغلوب است۰ ازطرفی نسبت $4h^2$ به H_2 نشان می‌دهدکه درکنترل ژنتیکی این صفت حداقل یک ژن دارای اثرغالب می‌باشد۰ برآوردهای وراثت پذیری عمومی و خصوصی وزن خشک ریشه درمرحله بخوشه رفتن بترتیب برابر با ۷۱ و ۵۵ درصد بود که باتوجه به وجود اثرات

افزایشی ژنها مؤید موثربودن انتخاب برای این صفت است.

یکی از مسائل عمده درمطالعه خصوصیات ریشه و انتخاب گیاهان مطلوب خصوصا " درنسلهای اولیه درحال تفکیک (F_2 تا F_5) که درآنها انتخاب برمبنای تک بوته استوارمی‌باشد این است که امکان بذرگیری ازایستن گیاهان از بین می‌رود. البته این امرمشکلی رادرمطالعه لینه‌های خالص که بذرکافی ازآنها دراختیاراست بوجود نمی‌آورد. بنابراین بدیهی است که بایستی ازروشهای به نژادی و گزینش دیگری استفاده نمود. بعنوان مثال آیکوک وملکی (۱) پیشنهاد می‌نمایند که می‌توان از مقاومت به ورس دربرابر باد طبیعی یامصنوعی بعنوان معیارانتخاب برای سیستم گسترده ریشه استفاده‌نمود.

استفاده از خصوصیات مرفولوژیکی همبسته با مقاومت به ورس و یا صفات ریشه بعنوان راه حل دیگری پیشنهاد گردیده است (۶، ۸، ۱۸ و ۱۹). دراین مطالعه علاوه بسر صفات مورد بحث عملکرد دانه وخصوصیات مرفولوژیکی دیگری نیز اندازه‌گیری شده‌اند که همبستگی آنها بـا خصوصیات ریشه وامکان استفاده ازآنها موضوع مقالـه دیگری دراین زمینه می‌باشد.

سپاسگزاری

هزینه های اجرای این طرح از محل اعتبـارات طرحهای تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان پرداخـت شده‌است که بدین وسیله تشکرمی‌شود.

REFERENCES:

1 - Aycock, M.K. & C.G. Mckee. 1985. Genetic variability, heterosis, and combining ability estimates for root weights of Maryland tobacco. Crop Sci. 25: 143-147.

2 - Barbour, N.W., & C.F. Murphy. 1984. Field Evaluation of seedling root length selection in oats. Crop.Sci. 24: 165-169.

3 - Blum, A., W.R. Jordan, & G.F. Arkin. 1977. Sorghum root morphogenesis and growth. II. Manifestation of heterosis. Crop Sci. 17: 153-157.

4 - Brown, S.C., J.D. Keatinge, P.J. Gregory, & P.J.M. Cooper. 1987. Effects of fertilizer, variety and location on barley production under rainfed conditions in northern Syria. 1. root and shoot growth. Field crops Res. 16(1): 53-66.

5 - Carrigan, L., & K.J. Frey. 1980. Root volumes of Avena species. Crop Sci. 10: 407-408.

6 - Ekanayake, I.J., D.P. Garrity, T.M. Masajo, & J.C. O'Toole. 1985. Root pulling resistance in rice: Inheritance and association with drought tolerance. Euphytica 34: 905-913.

7 - Ekanayae, I.J., J.C. O'Toole, D.P. Garrity, & T.M. Masajo. 1985. Inheritance of root characters and their relations to drought resistance in rice. Crop Sci. 25: 927-933.

8 - Gorny, A.G., & H. Patyna. 1981. Genetric variation of the seedling shoot and root system and its relationship with adult plant characters in spring barley. Genet. Pol. 22: 419-427.

9 - Griffing, B. 1956 a. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity 10: 31-50.

10- Griffing, B. 1956 b. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463-493.

11- Hallaure, A.R., & J.B. Miranda, Fo. 1982. Quantitative genetic in maize breeding. The Iowa State Univ. Press. Ames, Iowa.

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

13- Jenison, J.R., D.B. Shank, & L.H. Penny. 1981. Root characteristics of 44 maize inbereds evaluated in four environments. Crop Sci. 21: 233-237.

14- Jinds, J.L., & B.J. Hayman. 1953. The analysis of diallel crosses. Maize Genet. Coop. Newsl. 27: 48-54.

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

16- Nagarajah,S., & G.B. Ratnasuriya. 1981. Colonial variability in root growth and drought resistance in tea (Camellia sinensis). Plant Soil 60: 153-155.

17- Nour,A-E.M., & D.E. Weibel. 1978. Evaluation of root characteristics in grain sorghum. Agron.J. 70: 217-218.

18- Pederson, G.A., R.R. Hill, Jr., & W.A. Kendall. 1984. Genetic variability for root characters in alfalfa populations differing in winterhardiness. Crop Sci. 24: 465-468.

19- Pederson, G.A., W.A., Kendall, & R.R. Hill. Jr. 1984. Effect of divergent selection for root weight on genetic variation for root and shoot characters in alfalfa. Crop Sci. 24: 570-573.

20- Richard, R.A., & J.B. Passioura. 1981. Seminal root morphology and water use of wheat. 1. Environmental effect. Crop Sci. 21: 249-252.

21- Robertson, B.M., J.G. Waines, & B.S. Gill. 1979. Genetic variability for seedling root number in wild and domesticated wheats. Crop Sci. 19: 843-847.

22- Tupitsyn, N.V., G.A. Zeibert, & 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 Breed. Abs. 57(9). P. 815.

Iranian J. Agric. Sci., Vol. 21, Nos.1,2, 1990.

Genetic Evaluation of Root Characteristics in Winter Wheat (Triticum aestivum L.).

A. REZAI
Assistant Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture,
Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Received for Publication, April 29, 1989.

ABSTRACT

Diallel crosses involving 8 wheat cultivars were used to study the root number, length, and dry weight in two growth stages (four leaf and heading date) and to estimate the general and specific combining abilities(GCA and SCA) and the type of genetic effects for these traits. Data were analyzed according to methods of Hallaure and Miranda and also model 1 of Griffing's method 4. Also the Jinks-Hayman analysis was used to estimate the genetic parameters for root dry weight in heading stage.

The GCA and SCA mean squares were statistically signigicant for most traits. With the exception of root length, the GCA variances for all other characters were 2 times larger than the SCA variances . Therefore, it was concluded that both additive and non-additive genetic effects contributed to the expression of these traits, but the contribution of additive effects was of more importance. According to the GCA effects, Isfahan, Sardary, and Arvand cultivars were cosidered to be the potential parents for improving root number, length, and dry weight at four leaf stage, rspectively. Also Moghan, Azar, and Omid were the best cultivars for improving these traits at heading date, respectively. According to the SCA effects, the crosses of Arvand ×Sardary, Moghan x Rashid, and Omid x Isfahan were the potential crosses to improve these characteristics at four leaf stage, respectively. Finally, the crosses of Moghan x Azar, Sardari x Moghan, and Omid x Rashid were the best crosses for improving root number, lengh, and dry weight at heading date. Root dry weight at heading stage is genetically controlled by additive and partial dominace effects. Omid and Moghan appeared to have the most ressesive and dominant genes, respectively. The additive gene action and the high heritability estimates revealed the effectiveness of selection for root dry weight at heading stage.