بسمه تعالی

تجزیه پایداری ارقام برنج در برخی از نقاط استان گیـــلان

رحیم هنر نژاد
دانشیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
محمد جواد معین
پژوهنده موسسه تحقیقات برنج کشور
حمید درستی
کارشناس موسسه تحقیقات برنج کشور

چکیـــــــــده

۸ رقم برنج مشتمل بر ٦ لاین و دو واریته اصلاح شده از سال ۱۳۷۱ لغایت ۱۳۷۳ از نظر عملکرد در سه منطقه استان گیلان (رشت ، لشت‌نشاء و فومن) مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایشات بصورت بلوکهای کامل تصادفی با ٤ تکرار در هر مکان پیاده گردیدند . تجزیه های جداگانه و مرکب نشان داد که نه تنها میزان عملکرد ارقام مورد آزمایش یکسان نیست، بلکه با عامل محیط/سال اثر متقابل نشان می دهد .
تجزیه پایداری عملکرد ارقام با استفاده از روش ابرهارت ـ راسل (۱۱) انجام و اثر متقابل معنی داری‌را برای رقم / محیط (خطی) نشان نداد . این امر نشان می دهد که ارقام مورد آزمایش از لحاظ سازگاری و ثبات عملکرد دارای تفاوتهای ناچیزی هستند . میانگین مربعات انحرافات ارقام از خط رگرسیون معنی دار نبود ، لذا واکنش ارقام در طول تغییرات خطی یا محیط فاقد نوسانات عمده می باشد .
از بین ارقام مورد آزمایش لاین ۳۹۷ از لحاظ عملکرد تفاوت معنی داری با میانگین کل داشت. مع ذلك این لاین با لاین های ۴۰۱ ، ۴۰۲ ، ۴۰٤ و ۳۹۸ تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشته و در یك گروه قرار گرفتند.
با توجه باینکه ضریب رگرسیون ارقام فوق الذکر (باستثناء لاین ۳۹۷) با یك تفاوت معنی داری نداشته و فاقد واریانس انحراف از خط رگرسیون معنی ـ می باشند ، می توان این ارقام را دارای سازگاری متوسط تا خوب تلقی نمود، که البته در بین آنها لاین ۳۹۷ با بیشترین عملکرد ، شیب خط رگرسیون ۰/۲۰ و واریانس انحراف نزدیك به صفر پر محصولترین و در عین حال سازگارـ ترین رقم محسوب می‌گردد . در مقایل ارقام ٤۰۰ و ٤۰۳ ضمن داشتن عملکرد نسبتاً کم از پایداری ناکافی برخوردارند.

مقدمه

در رابطه با تلاشی که هم اکنون برای تامین برنج مورد نیاز جمعیت در حال افزایش دنیا در حال انجام است و یا توجه به استراتژی که می بایست در قرن بیست و یکم میلادی در رابطه با اصلاح واریته های برنج اعمال گردد ، کوش (۱۲) به دو هدف عمده اشاره دارد :

الف: ایجاد واریته های با عملکرد و قابلیت تولید زیاد برای مناطق مساعد (قابل آبیاری و همچنین باران خیز) برنج ،

ب: ایجاد واریته های پرمحصول و مناسب برای مناطق نه چندان مستعد برنج ، برای ایجاد واریته های برنج مناسب برای مناطق نامساعد می بایست ضمن شناسائی عوامل محدود کننده اکولوژیکی ، واکنش واریته ها نسبت به هر یک از اقلیم ها ارزیابی گردد .

اصولا اصلاحگران برنج و متخصصین اگرونومی نیاز به اطلاعاتی در زمینه میزان سازگاری واریته های جدید دارند . برای دستیابی باین اطلاعات آزمایشات صحرایی در چندین منطقه تکرار می‌گردند . یک آزمایش صحرائی منفرد می تواند در یک محل بخصوص نتایج بسیار خوبی بدست دهد . مع ذلک نتیجه گیری از آن برای همه مناطق ارزش چندانی ندارد ، زیرا عملکرد واریته ها می تواند در رابطه با نوع خاک ، میزان و نحوه توزیع بارندگی و همچنین در پاسخ به حمله آفات و بیماریهای مناطق مختلف تغییراتی را نشان دهد که این پدیده را اصطلاحاً اثرات متقابل ژنوتیپ/ محیط می نامند .

آزمایشات ناحیه‌ای برای بررسی یک گروه از واریته های گیاهی معمولا به سه منظور صورت می گیرد (۳۵) :

۱ ـ شناخت این امر که آیا منطقه باندازه کافی یکنواخت بوده و یا قابل تقسیم به چند ین اقلیم کوچکتر و یکنواخت تر می باشد .

۲ ـ جمع آوری اطلاعات در مورد خود واریته ها ، مثلا توصیه واریته های معین برای مناطق بخصوص .

۳ ـ شناسائی منابع ژرم پلاسم که ایجاد واریته های مطلوب و امید بخش را میسر می سازد .

واکنش متفاوت واریته های برنج در محیط های مختلف توسط تعدادی از پژوهشگران گزارش شده است (۱۳ ، ۱۴ ، ۱۶ ، ۲۱ ، ۲۳ ، ۲۴ ، ۲۷ ، ۲۹) .

برخی از این محققین اثرات متقابل سه جانبه معنی دارای را بین واریته / مکان / سال بدست آورده‌اند . وجود چنین اثرات متقابلی مختص برنج نبوده و در بسیاری از گیاهان زراعی از قبیل ذرت (۳۲،۱۱،۸) ، پنبه (۲۳) ، جو (۲۹،۱۲ ، ۲۶ ، ۳۰) ، توتون (۱۵ ، ٤) ، سویا (۳۱) ، یولاف (۱۹) ، گندم (۹،۳) وسورگوم (۱۸) نیز گزارش گردیده است.

بررسیهای تانیگوشی و همکاران (۳٤) در مورد برنج و استروایك و همکاران (۳۳) در مورد گندم نشان می دهد که بین میانگین عملکرد یك واریته و ضریب رگرسیون آن همبستگی وجود ندارد . ماتسوو (۲۲) این مساله را چنین توضیح می دهد که ، ژنهایی که عملکرد یك واریته را کنترل می نمایند ، از ژنهایی که پایداری عملکرد را اداره می کنند متفاوتند . او با اشاره به واریته های جدید و پر محصول برنج (۲۲) و همچنین گندم (۳۲) که طی چند بن سال جایگاه اول را بخود اختصاص داده‌اند، چنین اظهار نظر می نماید که تولید واریته های با پتانسیل ژنتیکی بالا برای عملکرد و همزمان پایداری زیاد امکان پذیر می باشد .

اصولا هدف محققین گزینش ژنوتیپ هایی است که در عین پرمحصولی کمتر تحت تاثیر نوسانات عوامل غیر قابل کنترل محیطی قرار گیرند (۲) . با وجود اینکه تجزیه مرکب واریانس می تواند امکان بر آورد اثرات متقابل ژنوتیپ / محیط را فراهم سازد ، مع ذلك در ارتباط با پایداری واریته ها در محیط های مختلف اطلاعات ناقصی را در اختیار می گذارد (۱۱) .

به عقیده فاینالی و همکاران (۱۲) که بیش از ٤۰۰ واریته مختلف جو را در شرایط اکولوژیکی بسیار متفاوت استرالیا مورد بررسی قرار داده‌اند، می توان سازگاری و پایداری یك واریته را از طریق ضریب رگرسیون عملکرد هر واریته نسبت به میانگین عملکرد همه واریته ها در یك مکان مشخص برآورد نمود. بدین ترتیب واریته های دارای ضریب رگرسیون معادل یك دارای پایداری متوسط ، بالاتر از یك دارای پایداری کم و کمتر از یك دارای پایداری زیاد خواهند بود .

ابرهارت و راسل (۱۱) علاوه بر میانگین عملکرد و ضریب رگرسیون پارامتر دیگری بنام انحراف از رگرسیون (شاخص محیطی و عملکرد) را برای تخمین پایداری واریته ها معرفی نمودند . به عقیده آنها یك واریته پایدار باید میانگین عملکرد بالا ، ضریب رگرسیون حدود یك و حداقل انحراف از رگرسیون

را دارا بوده باشد . به نظر ایشان ارقامی برای کشت در مناطق وسیع مناسب هستند که با افزایش حاصلخیزی محیط ، عملکرد آنها نیز افزایش یافته و در عین حال در محیط های نا مساعد نیز عملکرد بیشتر از حد متوسط واریته ها را تولید نمایند (۲) .

پایداری ژنتیکی واریته های گیاهی را می توان با دیگر روشهای تجزیه‌ای نیز برآورد نمود . بکر (۷) عقیده دارد که از " دیدگاه بیولوژیکی " یک ژنوتیپ پایدار می بایست در شرایط مختلف محیطی دارای کمترین واریانس باشد ، در حالیکه از " دیدگاه اگرونومیکی " یک ژنوتیپ پایدار باید حداقل اثرات متقابل را با محیط ، که توسط پارامتر " اکووالانس "[1] اندازه گیری می شود ، داشته باشد .

لاین و همکاران (۲۰) با مروری بر آمار موجود در زمینه پایداری اشاره می کنند که روشهای رایج برای ارزیابی پایداری یک ژنوتیپ عمدتاً سعی در پاسخ به سئوالات زیر دارند :

- آیا واریانس محیطی آن کوچک است؟
- آیا واکنش آن به شرایط محیطی همانند پاسخ میانگین همه ژنوتیپ‌های مورد بررسی می باشد ؟
- آیا میانگین مربعات باقیمانده از یک مدل رگرسیون برروی شاخص محیطی کوچک است؟

بررسیهای بکر (۷) نشان می دهد که تفاوتهای موجود بین نتایج حاصله از این روشها از نظر کاربردی بسیار ناچیز است .

مـــــواد و روش‌هـــا

۸ رقم برنج مشتمل بر ۶ لاین و ۲ واریته اصلاح شده با منشاء زیر در آزمایشات ناحیه‌ای از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۳ از نظر عملکرد دانه در سه منطقه استان گیلان (رشت ، لشت نشاء و فومن) مورد مقایسه قرار گرفتند.

۱ :	۳۹۷	(Amol 2 x IR 2070 - 764 - 4 - 3)
۲ :	۳۹۸	(IR 51011 - 58 - 1 - 2 - 3)
۳ :	۳۹۹	(IR 448 x Rashti-Tarom x Amol 2)
٤ :	٤۰۰ (خزر)	(TNAU 7456 x IR 2071 - 625 - 1 - 252)
٥ :	٤۰۱	(IR 28239 - 94 - 2 - 3 -6 - 2)
٦ :	٤۰۲	(IR 52256 - 190 - 2 - 2 - 1)
۷ :	٤۰۳	(IR 53901 - 14 - 1 - 1 - 2)
۸ :	٤۰٤ (سپیدرود)	(IR 28 x Garme-Sadri x Domsijah)

آزمایشات بصورت بلوکهای کامل تصادفی با ٤ تکرار در هر مکان پیاده گردیدند . هر واحد آزمایشی متشکل از ۱۸ مترمربع بود و گیاهان با فاصله ۲۵ × ۲۵ سانتیمتر نشاء گردیدند . مراقبت و رسیدگی های لازم طبق عرف معمول و در همه مناطق بطور یکسان انجام پذیرفت و پس از برداشت محصول عملکرد هر رقم تعیین گردید. داده های مناطق و سالهای مورد آزمایش ابتدا بصورت جداگانه و سپس بمنظور وجود انواع اثرات متقابل بصورت مرکب تجزیه شدند (۲۸).
برای مقایسات میانگین ها بین یکدیگر از روش چند دامنه دانکن و برای انجام مقایسات با میانگین کل آزمایش از روش LSD استفاده شد.
برآورد قابلیت توارث عمومی صفت عملکرد با استفاده از جدول تجزیه واریانس مرکب و امید های ریاضی مربوطه (۲٦ ،٤) و به کمک فرمول زیر صورت گرفت:

$$h^2 = \frac{\sigma_V^2}{\sigma_V^2 + \sigma_{VP}^2 + \sigma_{VY}^2 + \sigma_{VPY}^2 + \sigma_e^2} \qquad (۱)$$

نهایتاً تجزیه پایداری ارقام با استفاده از روش ابرهارت ـ راسل (۱۱) انجام پذیرفت و نتیجه گیری نهایی در مورد پایداری ارقام بعمل آمد .

نتایـــــــج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده برای هر یک از محیط ها در طی ۳ سال مورد آزمایش در جدول ۱ مندرج می باشد . با توجه به معنی دار بودن واریانس ارقام (باستثناء لشت نشاء در سال ۷۲ ، رشت و فومن در سال ۷۳) در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ ، می توان چنین نتیجه گرفت که تفاوتهای ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای در بین ارقام مورد آزمایش از لحاظ میزان عملکـرد دانـه وجود دارد .

مقـــایسه میانگین عملکرد ارقام نشان داد که نه تنها ژنوتیپهای مورد آزمایش از مقدار عملکرد یکسانی در محیط های مختلف برخوردار نیستند ، بلکه میانگین آنها از مکانی به مکان دیگر و حتی در یک مکان معین نسبت به سالهای مختلف تغییر می یابد (نتایج مندرج نمی باشند) . این نوع واکنش‌ها در مورد بسیاری از گیاهان زراعی دیگر نیز گزارش شده است(۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، ۶ ، ۸) . این امر نشان می دهد که ارزیابی و انتخاب ارقام صرفاً بر مبنای عملکرد در یک محیط الزاماً نمی تواند دقیق و صحیح باشد و ارقام مربوطه را باید در سالها و مکانهای متعدد بمنظور تعیین سازگاری مورد ارزیابی قرار داد(۲ ، ۳۱).

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه در ۳ منطقه و طی ۳ سال در جدول ۲ مندرج می باشد . این جدول نشان می دهد که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سالهای مورد آزمایش از نظر تاثیر بر عملکرد ارقام وجود نداشته است . مع ذلک تفاوت معنی داری در سطح ۱٪ بین محیط های مختلف وجود دارد . به همین ترتیب تفاوتهای قابل ملاحظه‌ای بین ارقام مورد آزمایش از نظر عملکرد مشاهده میگردد که حاکی از تفاوتهای ژنتیکی آنها ست .

بدین ترتیب انتظار می رود که ارقام مورد آزمایش در مناطق مختلف از نظر میزان عملکرد دارای تفاوتهایی بوده باشند که این امر با نتایج بسیاری از گزارشات (۲ ، ۴ ، ۶ ، ۲۸ ، ۳۴) در یک راستا قرار دارد .

در این آزمایشات علاوه بر اثرات متقابل دو گانه رقـــم/ سال ، اثرات متقابل سه گانه رقـــم / محیط / سال نیز از نظر آماری معنی دار می باشد ، مع ذلک اثرات متقابل رقـــم/ محیط قابل ملاحظه نبود ، که این امر می تواند بعلت محدود بودن تعداد مناطق بوده باشد .

به کمک مندرجات جدول ۲ و همچنین امید های ریاضی مربوطه (۴ ، ۲۶) ، مبادرت به تخمین قابلیت توارث عمومی عملکرد ارقام برنج گردید .

با توجه باینکه میزان این پارامتر ژنتیکی ۱۴ ٪ برآورد گردیده ،

، اثرات عوامل گوناگون محیطی نقش تعیین کننده‌ای را دارا هستند (۸۶٪) ، مضافاً اینکه بررسیهای قبلی (۵۰۴) نیز مؤید همین نتیجه گیری می‌باشند.

جدول ۱ : تجزیه واریانس ساده عملکرد ارقام برنج در سه منطقه و سه سال (میانگین مربعات) .

منابع تغییرات	درجات آزادی df	۱۳۷۱			۱۳۷۲			۱۳۷۳		
		رشت	لشت نشا	فومن	رشت	لشت نشا	فومن	رشت	لشت نشا	فومن
تکرار	۳	۰/۳۲	۰/۹۷	۱/۷۷	۰/۴۰	۰/۱۳	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۵۴	۰/۳۲
		*	**	**	**		**		**	
رقم	۲	۰/۹۴	۱/۴۳	۲/۵۰	۱/۱۵	۰/۲۵	۱/۶۳	۱/۲۸	۲/۷۵	۰/۱۸
خطا	۲۱	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۵۸	۰/۲۸	۰/۴۰	۰/۴۴	۱/۱۴	۰/۶۹	۰/۳۹

* و ** : به ترتیب معنی دار در حد احتمال ۵٪ و ۱٪ .

جدول ۲ : تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه ۸ رقم برنج در سه منطقه و سه سال .

منابع تغییرات S.O.V.	درجات آزادی df	میانگین مربعات MS	F
تکرار (در سری)	۲۷	۰/۶۸	۱/۲۲
سال Y	۲	۱/۳۶	۲/۴۷
منطقه (محیط) P	۲	۵/۹۵	۱۱/۶۶ **
رقم V	۷	۴/۵۲	۸/۸۶ **
سال / محیط YP	۴	۲/۷۳	۵/۳۵ **
رقم / سال VY	۱۴	۱/۰۷	۲/۰۹ **
رقم / محیط VP	۱۴	۰/۶۴	۱/۲۵
رقم/ محیط/ سال VPY	۲۸	۱/۰۲	۲/۰۱ **
خطا E	۱۸۹		
کل T	۲۸۷		

** : معنی دار در حد احتمال ۱٪ .

در جدول ۳ عملکرد ارقام برنج در سالها و مناطق مورد آزمایش مندرج می باشد. با توجه باینکه ارقام برنج در سالهای ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲ بطور متوسط ۳/۷۱ و ۳/۸۷ تن در هکتار عملکرد داشته‌اند، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین این دو سال مشاهده نمی‌گردد. مع ذلک میانگین عملکرد ارقام در سال ۱۳۷۳ (۳/۹۳ تن در هکتار) نسبت به سال ۱۳۷۱ تفاوت قابل ملاحظه‌ای را نشان می دهد.

در میانگین کل آزمایش عملکرد ارقام در فومن با ۴/۱۰ تن در هکتار بیشترین بوده ولی با رشت(۳/۷۹ تن در هکتار) تفاوت معنی داری ندارد. در حالیکه نسبت به لشت‌نشا تفاوت معنی دار می باشد.

ارزیابی اثرات متقابل ارقام در سالهای مختلف حاکی از بیشترین عملکرد رقم ۳۹۷ در هر سه سال است. در حالیکه بعضی از ارقام نسبت به میانگین عملکرد ارقام در سال مربوطه کاهش قابل ملاحظه‌ای نشان می دهند (مثلا ۳۹۹ و ۴۰۳ در سال ۱۳۷۱، ۴۰۰ (خزر) در سال ۱۳۷۲ و ۴۰۲ در سال ۱۳۷۳).

جدول ۳ : میانگین عملکرد ارقام برنج در طی سه سال و در سه منطقه (تن در هکتار).

رقم	اثرات متقابل رقم / سال			اثرات متقابل رقم / محیط		
	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۱۳۷۳	رشت	لشت‌نشا	فومن
۳۹۷	۴/۱۱	۴/۳۷	۴/۲۶	۴/۲۸	۴/۱۸×	۴/۲۸
۳۹۸	۴/۰۵	۳/۵۱	۴/۳۳	۳/۶۸	۳/۹۸	۴/۱۳
۳۹۹	۳/۰۶×	۳/۷۲	۳/۸۹	۳/۴۶	۳/۵۰	۳/۷۲
۴۰۰ (خزر)	۳/۱۸	۳/۱۵×	۳/۴۳	۳/۵۳	۲/۶۶×	۳/۵۶
۴۰۱	۴/۲۴	۳/۹۲	۴/۰۷	۳/۸۲	۳/۸۷	۴/۵۸
۴۰۲	۳/۸۵	۴/۱۸	۴/۱۹	۴/۳۹	۳/۷۰	۴/۲۲
۴۰۳	۳/۰۵×	۴/۰۸	۳/۲۹×	۳/۴۱	۳/۱۶	۳/۸۵
۴۰۴(سپیدرود)	۴/۱۱	۳/۹۱	۴/۰۹	۳/۸۵	۳/۸۲	۴/۴۳
میانگین سالها	۳/۷۱	۳/۸۷	۳/۹۳+			
میانگین محیطها				۳/۷۹	۳/۶۱	۴/۱۰+

× : معنی دار در حد احتمال ۵٪ در مقایسه با میانگین سالها یا محیط ها.
+ : معنی دار در حد احتمال ۵٪.

به همین ترتیب ارزیابی اثرات متقابل رقم / محیط نیز حاکی از عملکرد زیاد رقم ۳۹۷ در هر سه محیط است، که این امر حاکی از برتری این رقم از نظر میزان عملکرد و همچنین ثبات عملکرد آن است. همچنین رقم ۴۰۱ با ۴/۵۸ تن در هکتار بیشترین عملکرد را در فومن بخود اختصاص داده است. مع ذلک این رقم همچنانکه بعداً بیان خواهد گردید، از سازگاری متوسطی برخوردار است.
در جدول ٤ تجزیه واریانس مربوط به پایداری ارقام مندرج می باشد.

جدول ٤ : تجزیه واریانس پایداری ارقام برنج در محیط های مختلف.

منابع تغییرات	درجات آزادی	SS مجموع مربعات	MS میانگین مربعات	F
کـــل	۳۳	٤/۳۷		
رقـــم	۷	۲/٦٤	۰/۳۷۷	٦/۳۳**
محیط +(رقم/محیط)	۱٦	۱/۳۳		
محیط (خطی)	۱	۰/۹۹	۰/۹۹	۲٦/٤**
رقم / محیط (خطی)	۷	۰/۲٦۳٤	۰/۰۳۷۵	۰/٦۷
انحرافات	۸	۰/٤٤۸	۰/۰۵٦	۰/٤٤
رقم ۳۹۷	۱	۰/۰۱۵۰	۰/۰۱۵۰	۰/۱۲
» ۳۹۸	۱	۰/۰۷۸	۰/۰۷۸	۰/٦۱
» ۳۹۹	۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۵
» ٤۰۰(خزر)	۱	۰/۱۸۳	۰/۱۸۳	۱/٤۳
» ٤۰۱	۱	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/٤۱
» ٤۰۲	۱	۰/۰۹۹	۰/۰۹۹	۰/۷۷
» ٤۰۳	۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰٤
» ٤۰٤(سپیدرود)	۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۹
اشتباه متوسط	٦۳		۰/۱۲۲۵	

** : معنی دار در حد احتمال ۱٪ .

معنی دار شدن F در سطح ۱ ٪ برای ارقام برنج نشانگر تفاوتهای ژنتیکی بین آنهاست. به همین ترتیب F مربوط به محیط (خطی) نیز معنی دار است و نشان میدهد که بین عملکرد هر محیط با شاخص محیطی رگرسیون قابل توجهی وجود دارد.

بطوریکه با افزایش شاخص محیطی عملکرد آن نیز افزایش می یابد.
اثر متقابل رقم / محیط (خطی) معنی دار نمی باشد . به عبارت دیگر بین ارقام مورد آزمایش از لحاظ سازگاری و ثبات عملکرد تفاوتهای ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد . به همین ترتیب معنی دار نشدن میانگین مربعات انحرافات ارقام از خط رگرسیون مؤید این نکته است که نقاط مربوط به عملکرد ارقام در کنار خط رگرسیون قرار دارند . یعنی واکنش یک رقم در طول تغییرات خطی با محیط فاقد نوسانات عمده است.
میانگین عملکرد و پارامترهای پایداری ارقام برنج در جدول ۵ نشان داده شده است .

جدول ۵ : میانگین عملکرد (تن / هکتار) و پارامترهای پایداری ۸ رقم برنج در سه منطقه مورد آزمایش.

رقم	میانگین عملکرد تن / هکتار	شیب خط رگرسیون b_i	واریانس انحراف از خط رگرسیون S^2_{di}
۳۹۷	۴/۲۵ ×	۰/۲۰ +	۰/۱۱ -
۴۰۱	۴/۰۹	۱/۵۵	۰/۰۷ -
۴۰۲	۴/۰۷	۰/۹۰	۰/۰۳ -
۴۰۴ (سپیدرود)	۴/۰۴	۱/۲۶	۰/۱۲ -
۳۹۸	۳/۹۳	۰/۴۲	۰/۰۵ -
۳۹۹	۳/۵۷	۰/۵۹	۰/۱۲ -
۴۰۳	۳/۴۷ ×	۱/۴۲	۰/۱۳ -
۴۰۰ (خزر)	۳/۲۵ ×	۱/۶۵	۰/۰۶
میانگین کل	۳/۸۳	۱	-

× : تفاوت معنی دار نسبت به میانگین کل آزمایش در حد احتمال ۵٪ .
+ : دارای تفاوت معنی دار با واحد (یک) در حد احتمال ۵٪ .
میانگین هایی که با یک خط به یکدیگر مربوط شده‌اند از نظر آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشته و در یک گروه قرار می گیرند.

بر اساس نظرات ابرهارت ـ راسل ، ژنوتیپهایی ایده آل و سازگار تلقی میگردند که شیب خط رگرسیون آنها معادل یک ، میانگین مربعات انحرافات از خط رگرسیون ($S^2_{d_i}$) مربوطه کوچک و بالاخره میانگین عملکرد آنها از میانگین کل آزمایش دارای تفاوت معنی دار باشد (۲) .

میانگین کلیه ضرایب رگرسیون برای ژنوتیپها مساوی یک است (جدول ۵) ، زیرا میانگین یک محیط از میانگین عملکرد ژنوتیپ های مورد آزمایش بدست میآید . ضریب رگرسیون هیچ یک از ارقام مورد بررسی (باستثناء رقم ۳۹۲) از ضریب رگرسیون متوسط (یک) تفاوت معنی داری ندارند ، که این امر بطور کلی حاکی از پایداری متوسط یا سازگاری عمومی ارقام می باشد . انحرافات کلیه ارقام از خط رگرسیون از نظر آماری معنی دار نیست ، بنابراین انتظار می رود واکنش این ارقام نسبت به تغییرات محیطی در روی یک خط مستقیم بوده و نوسانات مربوطه بسیار جزئی باشند .

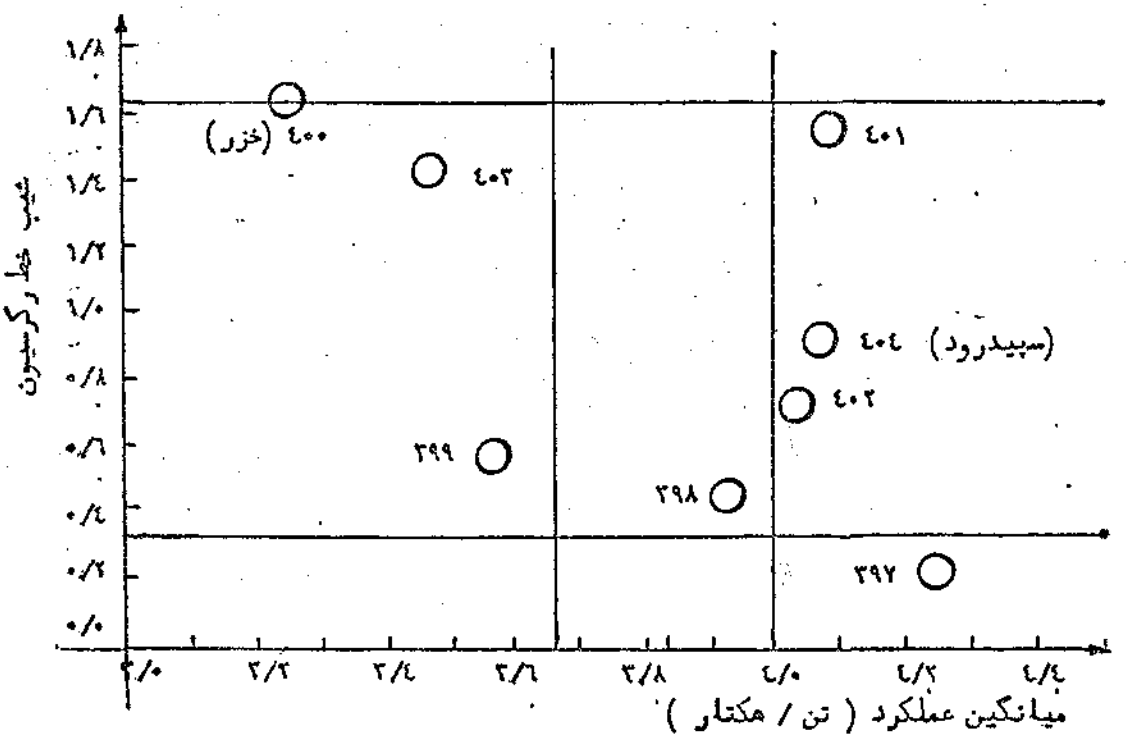
اگر ضریب رگرسیون رقمی بیشتر از یک باشد ، دلیل بر پایداری پایین تر از متوسط آن رقم است و در صورتیکه کمتر از یک باشد ، آن رقم پایداری بالا تر از متوسط را دارا خواهد بود . ضریب رگرسیون یک بیانگر پایداری متوسط یا سازگاری عمومی واریته ها می باشد (۲) . مفهوم ضریب رگرسیون متمایل به صفر آن است که ژنوتیپها نسبت به تغییرات محیطی واکنش کمتری داشته و نمی توانند در صورت بهبود محیط از شرایط بهتر آن بهره برداری نمایند . (۱۱) .

با توجه باینکه رقم ۳۹۲ ($b = ۰/۳۰$) با عملکرد متوسطی معادل ۴/۲۵ تن / هکتار با میانگین کل آزمایش تفاوت معنی دار داشته و انحراف آن از خط رگرسیون ناچیز و نزدیک به صفر است ، بعنوان رقم پایدار و مناسب برای همه محیط های مورد آزمایش تلقی میگردد . ارقام شماره ۴۰۰ (خزر) و ۴۰۳ با عملکردی کمتر از میانگین کل آزمایش نمی توانند برای کشت در کلیه محیط ها قابل توصیه باشند . بقیه ارقام با داشتن شیب خط رگرسیون معادل یک ، نزدیک بودن واریانس انحراف از خط رگرسیون به صفر و نداشتن تفاوت معنی دار با میانگین کل آزمایش دارای سازگاری و ثبات متوسطی می باشند .

موقعیت کلیه ارقام مورد بررسی در شکل ۱ نشان داده شده است که می تواند در گزینش ارقام سازگار و پرمحصول مفید واقع شود . دو خط عمودی به میزان یک انحراف استاندارد بالا تر و پایین تر از میانگین کل آزمایش قرار دارند ، در حالیکه دو خط افقی به اندازه یک انحراف استاندارد بالا تر و پایین تر از

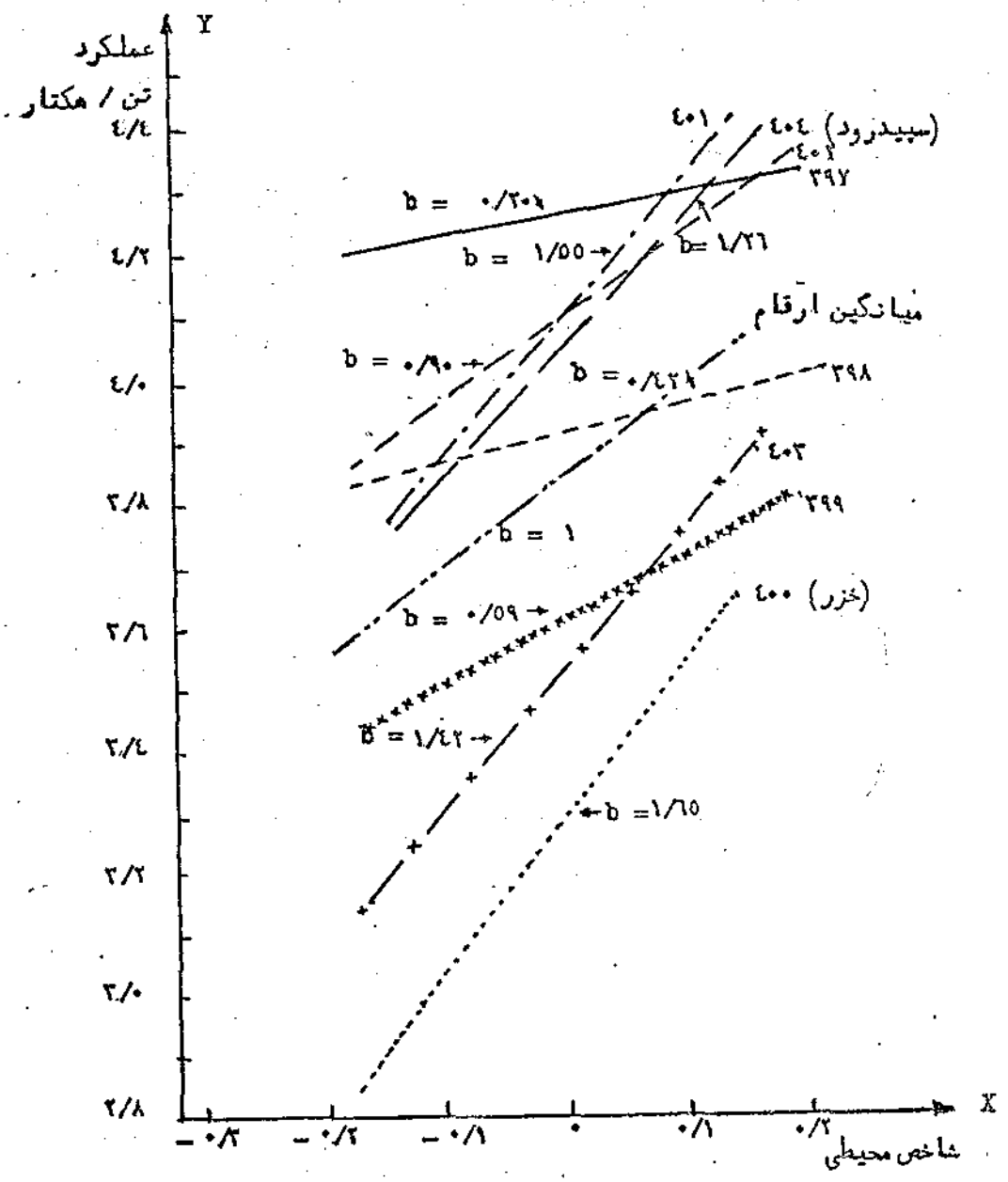
ضریب رگرسیون متوسط (b = ۱) واقع شده‌اند.
در این شکل اصولا ارقامی مناسب تلقی می شوند که بین دو خط افقی قرار گرفته (یعنی b نزدیک به یک) و در سمت راست خطوط عمودی (عملکرد بالا تر از میانگین کل) واقع شده باشند.

شکل ۱ : رابطه بین عملکرد و پایداری ۸ رقم برنج در سه محیط .



از بین ۸ رقم موجود در جدول ۵ رقم ۳۹۷ با دو انحراف استاندارد و ارقام ۴۰۱ ، ۴۰۲ و ۴۰۴ (سپیدرود) با یک انحراف استاندارد از میانگین کل آزمایش تفاوت نشان می دهند (شکل ۱) . بنابراین انتظار می رود ژنوتیپ ۳۹۷ در عین عملکرد زیاد دارای پایداری زیادی بوده و سایر ارقام فوق الذکر دارای سازگاری کم و بیش متوسط بوده باشند . در مقابل دو رقم ۴۰۳ و ۴۰۰ (خزر) از عملکرد و پایداری کمتری برخوردار هستند و فقط در محیط های مناسب قادر به تولید محصول قابل توجه خواهند بود. رقم ۳۹۸ دارای پایداری متوسطی بوده و عملکرد خود را کم و بیش در محیط های مختلف حفظ می نماید.
در شکل ۲ پاسخ خطی ارقام برنج مورد آزمایش به تغییرات شاخص محیطی نشان داده شده است . با توجه به F معنی دار مربوط به محیط (خطی) در جدول

شکل ۲ : پاسخ خطی ۸ رقم برنج به تغییرات شاخص محیطی .



قابل توجهی وجود دارد به ترتیبی که با افزایش شاخص محیطی عملکرد ارقام نیز افزایش میابد . در این شکل پایداری خوب ارقام ۳۹۷ ، ۴۰۱ ، ۴۰۲ ، ۴۰۴ و تا حدودی ۳۹۸ مشهود است . در حالیکه عملکرد سایر ارقام با افزایش شاخص محیطی افزایش می یابد و به عبارت دیگر فقط در شرایط مناسب قادر به تولید بیشترین عملکرد خود خواهند بود .

منـــــابع مورد استفاده

۱ ـ آقائی ، مصطفی ، مصطفی ولی زاده ، محمد مقدم ، حمدا... کاظمی ، اصغر بنائی خسرقی ، ۱۳۷۲ ـ مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ× سال در تعدادی از واریته های جو (Hordeum vulgare L.) در منطقه تبریز ، مجله دانش کشاورزی ، شماره های ۱ و ۲ (جلد ٤) ، صفحه ۲۹ تا ٤٥ .

۲ ـ ساده دل مقدم ، محمد ، حمدا... کاظمی اربط و فرخ رحیمزاده خوئی ، ۱۳۶۹ . تجزیه پایداری ارقام گندم پائیزه و تاثیر سطوح مختلف تراکم بذر روی عملکرد در برخی از نقاط دیمکاری استان آذربایجانشرقی ، مجله دانش کشاورزی ، شماره های ۳ و ٤ ، صفحه ٦١ تا ۸۱ .

۳ ـ موسویون ، محسن و بهمن اهدائی ، ۱۳٦۷ ، مطالعه اثرات متقابل ژنوتیپ× محیط و تخمین میزان سازگاری و ثبات عملکرد ارقام گندم معمولی (Triticum aestivum L.) ، مجله علمی کشاورزی ، شماره ۱۲ ، صفحه ۱۳ تا ۱۷ .

٤ ـ هنرنژاد ، رحیم ، ۱۳٦۸ ، کاربرد و نحوه تخمین قابلیت توارث صفات در اصلاح نباتات ، مجله زیتون ، شماره ۹۱ ، صفحه ۲۰ تا ۲۲ .

٥ ـ هنرنژاد ، رحیم ، ۱۳۷۳ ، خصوصیات ژنتیکی و قابلیت ترکیب پذیری واریته های برنج (Oryza sativa L.) ، مجله علوم کشاورزی ایران ، جلد ۲٥ ، شماره ٤ ، صفحه ۳۱ تا ٥۰ .

6 - Arnholdt,B.,W.Schuster. 1981.Durch Umwelt und Genotyp bedingte Variabilität des Rohprotein- und Rohfettgehaltes in Rapssamen.Fette,Seifen,Anstrichmittel 83 : 49 - 54.

7 - Becker , H.C.,1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability.Euphytica 30 : 835 - 840.

8 - Böhm,H.,W.Schuster.1985. Untersuchungen zur Heritabilität bei Mais (Zea mays L.).Z.Pflanzenzüchtung 95 : 125 - 134.

9 - Borojevic,S.,1990. Principles and Methods of Plant Breeding. Elsevier,Amsterdam , Oxford,New York, Tokyo.

10 - Brown,K.D.,M.E.Sorrells,W.R.Coffman. 1983. A method for classification and evaluation of testing environments. Crop Sci. 23 (5) : 889 - 893.

11 - Eberhart,S.A.,W.A.Russel.1966.Stability parameters for comparing varieties.Crop Sci. 6 : 36 - 40.

12 - Finaly,K.W.,G.N.Wilkinson.1963.The analysis of adaptation in a plant breeding programme.Australian J.Agric.Res. 14 : 743 - 754.

13 - Gravois,K.A.,K.A.K.Moldenhauer,P.C.Rohman.1991. Genetic and genotyp x environment effects for rough rice and head rice yields. Crop Sci. 31 (4) : 907 - 991.

14 - Joarder,O.I.,M.A.Azam,M.M.Uddin,S.K.Bhadha,M.A.Khaleque, A.M.Eunus.1984. Genotype-environment interactions of leaf characteristics in rice associated with soil differences. Acta-Agron-Acad-Sci-Hung. 33 (1/2) : 183 - 192.

15 - Jones,G.L.,D.F.Matzinger,W.K.Collins.1960. A comparison of flue-cured tobacco varieties repeated over locations and years with implications on optimum plot allocation. Agron.J. 52 : 195 - 199.

16 - Kasdy ,A.M.,A.A.A.Halin,Th.M. El-Gamal,A.S.El-Bakry.1979. Genotyp environment interaction in field crops. I.Rice Egypt. Agric-Res-Rev. 57 (8) : 79 - 89.

17 - Khush,G.S.1990. Strategies for rice varietal improvement for the 21st centurey.Philippine Journal of Crop Science 15 : 27 - 31.

18 - Liang,G.H.L.,E.G.Heyne ,T.L.Walter.1966.Estimates of variety x environment interactions in yield tests of three smal grains and their significance on the breeding programs. Crop Sci. 6 : 135 - 139.

19 - Liang,G.H.L.,T.L.Walter.1966.Genotyp x environment interactions from yield tests and their application to sorghum breeding programs.Can.J.Genet.Cytol.8 : 306 - 311.

20 - Lin,C.S.,M.R.Binns,L.P.Lefkovitch.1986. Stability analysis: Where do we stand? Crop Sci.26 : 894 - 899.

21 - Mahajan,R.K.,A.S.R.Prasad.1986. Principal component analysis of genotype-environment interactions in rice.Crop Improv. 13 (1) : 58 - 62.

22 - Matsuo,T.(Editor).1975. Adaptability in Plants.With special reference to crop yield.Japan.Comm.Inter.Biol.Program (Tokyo), Vol.6, 217 pp.

23 - Miller,P.A.,J.C.Williams,H.F.Robinson.1959. Variety x environment interactions in cotton variety tests and their implications on testing methods.Agron.J. 51 : 132 - 135.