

تعیین رتبه و پایداری ژنتیپ‌های عدس دیم با استفاده از آمار ناپارامتری

رحمت‌الله کریمی‌زاده^{۱*}، منصور صفی‌خانی نسیمی^۱، محتشم محمدی^۱، فرامرز سیدی^۲، علی‌اکبر محمودی^۳ و
برزو رستمی^۴

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۱۲/۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۷/۸)

چکیده

یکی از کاربردهای روش‌های ناپارامتری در اصلاح نباتات تعیین نمره ژنتیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌باشد که به عنوان روشی برای تعیین پایداری به کار برد می‌شود. ژنتیپ پایدار رتبه‌های مشابهی را در محیط‌های مختلف نشان می‌دهد و دارای واریانس نمره حداقل در محیط‌های مختلف است. در آمارهای ناپارامتری پایداری برقراری فرض‌های آماری توزیع ارزش‌های ژنتیپی ضروری نیست و استفاده از آنها آسان است. بر این اساس در این تحقیق رتبه ۱۰ ژنتیپ عدس در ۵ منطقه به مدت ۲ سال در فصول رشد ۱۳۸۱-۱۳۸۲ تعیین شد. طرح آزمایشی مورد استفاده، بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. نتایج تجزیه ناپارامتری آمارهای NP_1 ، NP_2 ، NP_3 و NP_4 نتارازو به ترتیب ژنتیپ‌های (۹ و ۸)، (۹ و ۱)، (۸ و ۱)، (۹ و ۱) را پایدارترین ژنتیپ‌ها معرفی کرد. نتایج آمارهای NP_5 ناپارامتری نصار و هان با توجه به نمودار دو طرفه $S_i^{(1)}$ با میانگین عملکرد، ژنتیپ‌های شماره ۱ و ۲ را که در ناحیه اول قرار داشتند دارای پایداری بالا نشان داد. ژنتیپ‌های شماره ۵، ۶، ۸ و ۹ در ناحیه دوم قرار گرفتند که حساسیت بالایی به تغییرات محیطی نشان دادند و عملکرد بالایی در محیط‌های مطلوب داشتند. ژنتیپ‌های شماره ۳ و ۴ در ناحیه سوم قرار گرفتند و سازگاری عمومی ضعیفی را در مجموع محیط‌ها نشان دادند. سایر ژنتیپ‌ها (۷ و ۱۰) در ناحیه چهارم قرار گرفتند که سازگاری عمومی متوسط با عملکردی پایین‌تر از میانگین کل دارا بودند. بر این اساس ژنتیپ‌هایی که در ناحیه اول قرار می‌گیرند به عنوان ژنتیپ‌های پایدار انتخاب می‌شوند که دارای سازگاری خوب به همه محیط‌ها می‌باشند. اگر هدف تعیین سازگاری باشد، آمارهای NP_1 و NP_2 نسبت به سایر معیارهای ناپارامتری مورد مطالعه در اولویت هستند.

واژه‌های کلیدی: پایداری، ژنتیپ، عدس، عملکرد، ناپارامتری

مقدمه

کمک می‌کند تا در ارزیابی ژنتیپ‌ها، با دقت بیشتری عمل کرده و بهترین ژنتیپ‌ها را انتخاب کنند (۵ و ۱۶). روش‌های زیادی برای تجزیه اثر متقابل ژنتیپ × محیط برای دانشمندان علوم رنگیک، اصلاح نباتات و اصلاح دام دارای اهمیت ویژه‌ای است و همکاران (۶) این روش‌ها را به سه گروه پارامتری، ناپارامتری

پدیده اثر متقابل ژنتیپ × محیط برای دانشمندان علوم رنگیک، اصلاح نباتات و اصلاح دام دارای اهمیت ویژه‌ای است (۲). آگاهی از اثر متقابل ژنتیپ × محیط به اصلاح گران نبات

۱. اعضای هیئت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، ایستگاه گچساران
 ۲. عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، گبد
 ۳. عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، ایستگاه شیروان
 ۴. عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سراورود کرمانشاه
- *: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Karimizadeh_ra@yahoo.com

محیط‌ها استفاده می‌شوند. هم‌چنین در این روش‌ها بهتر است ارقام در هر محیط با تعداد تکرار ثابت آزمون شوند(۱۱). استفاده از روش‌های ناپارامتری به ویژه وقتی که روش‌های پارامتری به دلیل اثر متقابل غیرخطی ژنتیپ × محیط قابل توضیح و تفسیر نباشد، لازم می‌باشد(۱۲). همان‌من و پراب‌هاکاران (۷) و تنارازو (۱۸) اظهار داشتند اگر اندازه نمونه بسیار کوچک باشد، استفاده از روش‌های ناپارامتری صحیح نخواهد بود مگر این‌که ماهیت نمونه‌ها کاملاً شناخته شده باشد ولی اگر اندازه نمونه‌ها به قدر کافی بزرگ باشد، کارایی معیارهای ناپارامتری و پارامتری برابر می‌شود. رتبه ژنتیپ در یک محیط خاص نباید براساس ارزش ژنتیپی آن باشد چرا که پایداری باید مستقل از اثر ژنتیپی به دست آید(۱۸). تنارازو پیشنهاد کرد که به منظور حذف اثر ژنتیپی عملکرد، عملکرد هر رقم ابتدا تصحیح شود و سپس هر ژنتیپ بر حسب عملکرد تصحیح شده خود رتبه‌بندی گردد، در این حالت رتبه‌های به دست آمده فقط براساس اثر متقابل ژنتیپ × محیط و نیز خطای آزمایشی خواهد بود. چهار پارامتر پایداری $NP_{(2)}$ ، $NP_{(3)}$ ، $NP_{(4)}$ و $NP_{(5)}$ توسط تنارازو(۱۸) ارایه شد.

در آزمایشی لو (۱۴) تعداد ۵ واریته ذرت را در ۳ مکان و ۲ سال (۶ محیط) ارزیابی کرد و بر اساس نتایج به دست آمده مقادیر پارامترهای $S_i^{(1)}$ و $S_i^{(2)}$ را به ترتیب $1/2$ و $1/06$ برای واریته شماره ۱ برآورد نمود و آن را به عنوان پایدارترین ژنتیپ معرفی نمود (۱۴). در تحقیق دیگری که توسط کایا و تانز(۱۲) روی ۹ ژنتیپ گندم نان در ۱۱ محیط (مکان‌های مختلف) در فصل زراعی ۲۰۰۲-۲۰۰۳ در ترکیه و با ۴ تکرار انجام شد، سایر پارامترهای نصار و هان(۱۵) محاسبه شد و تجزیه داده‌ها نشان داد که ژنتیپ‌های شماره ۴ و ۸ با مقادیر $S_i^{(1)}$ به ترتیب برابر با $2/69$ و $3/018$ و هم‌چنین مقادیر $S_i^{(2)}$ به ترتیب برابر با $4/454$ و $6/472$ با میانگین عملکرد ۳۸۲۱ و ۳۸۸۲ پایدارترین ژنتیپ‌های مورد مطالعه گزارش گردیدند. آنها معیارهای ناپارامتری پایداری را آلتنتاتیو مفیدی برای معیارهای پارامتری معرفی نمودند و هم‌چنین نمایش دو بعدی

و چندمتغیره تقسیم‌بندی کردند. آنها ۲۲ روش تعیین پایداری شامل، ۶ روش یک متغیره پارامتری، ۹ روش یک متغیره ناپارامتری و ۷ روش چندمتغیره را در دو مجموعه آزمایش‌های انجام شده در گیاهان نخود و باقالا مورد بررسی قرار دادند، در نهایت با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و پلات کردن مؤلفه‌های اصلی اول و دوم روش‌های مختلف را گروه‌بندی کردند. در داده‌های مربوط به گیاه باقالا ۲۲ پارامتر پایداری در پنج گروه و در داده‌های مربوط به گیاه نخود در چهار گروه دسته‌بندی شدند. در هر دو مجموعه داده‌ها پارامترهای $S_i^{(1)}$ و $S_i^{(2)}$ در یک گروه قرار گرفتند.

روش‌های ناپارامتری زیادی برای تعیین پایداری ارقام پیشنهاد شده است که در اکثر آنها ارقام در هر محیط رتبه‌بندی می‌شوند و ژنتیپی پایدار محسوب می‌شود که در همه محیط‌ها رتبه مشابه داشته باشد و یا کمترین اختلاف رتبه را در محیط‌های مختلف دارا باشد (۶، ۹، ۷، ۱۰ و ۱۵). بورتر و همکاران (۳) معتقدند صحت و درستی نتایج حاصل از تجزیه‌های آماری بستگی زیادی به چند فرض مثل نرمال بودن توزیع، مستقل بودن و یکنواختی واریانس‌ها دارد در حالی که در روش‌های ناپارامتری برقراری فرض‌های اولیه ضرورتی ندارد. نصار و هان (۱۵) اظهار داشتند، معیارهای ناپارامتری نیاز به فرض‌های نرمال بودن و مستقل بودن داده‌ها یا یکنواختی واریانس خطاهای ندارند و در مقایسه با معیارهای پارامتری به خطای داده‌های پر تحساسیت کمتری دارند و از طرف دیگر اضافه یا حذف نمودن یک یا تعداد کمی از ژنتیپ‌ها بر شاخص پایداری اثری ندارد ضمن آن‌که تجزیه، تحلیل و تفسیر معیارهای ناپارامتری بسیار ساده‌تر از معیارهای پارامتری است. آنها این ویژگی‌ها را به عنوان مزایای معیارهای ناپارامتری نسبت به معیارهای پارامتری در نظر گرفتند(۱۵).

هان و لئون(۱۱) معتقدند پیشرفت سریع روش‌های ناپارامتری در سال‌های اخیر، سبب افزایش استفاده از آنها در طرح‌های پژوهشی مهم شده است. آنها هم‌چنین بیان داشتند که روش‌های ناپارامتری بیشتر برای داده‌های دوطرفه ارقام و

(۱۳۸۰) و در پلات‌هایی با طول ۴ متر و عرض ۱ متر بر روی ۴ خط با فاصله ۲۵ سانتی‌متر و تراکم ۲۰۰ دانه در مترمربع کشت گردید. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح و فارور به‌طور معمول به عمل آمد. در طول مدت رشد و نمو از صفات مهم زراعی همچون تاریخ سبز شدن، درصد سبز، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدن کامل، تیپ بوته، ارتفاع بوته و آفات و بیماری‌ها یادداشت‌برداری به عمل آمد. در این تحقیق سعی خواهد شد که با استفاده از روش‌های تنارازو (۱۸) و نصار و هان (۱۵) پایدارترین ژنتیپ‌های عدس شناسایی شوند.

معیار ناپارامتری $NP_{(1)}$ بر اساس رابطه ارائه شده توسط هان در سال ۱۹۷۹ برای تعیین ژنتیپ‌های پایدار محاسبه گردید.

$$NP_{(1)} = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S (r_{ij} - \bar{r}_i)^2 \quad [1]$$

از آنجا که پایداری باید مستقل از اثر ژنتیپی به‌دست آید و رتبه یک ژنتیپ در یک محیط خاص نباید براساس ارزش فنوتیپی آن باشد، به منظور حذف اثر ژنتیپی عملکرد، برای هر رقم را ابتدا عملکرد تصحیح شد ($\bar{x}_{ij} = x_{ij}^*$) و سپس هر ژنتیپ را بر حسب عملکرد تصحیح شده خود (x_{ij}^*) رتبه‌بندی گردید. در این حالت معیار رتبه‌های به‌دست آمده فقط براساس اثر متقابل ژنتیپ × محیط و نیز خطای آزمایشی بودند. چهار پارامتر دیگر براساس روابط ارایه شده توسط تنارازو (۱۸) محاسبه گردید.

$$NP_{(2)} = \frac{1}{S} \sum_{j=1}^S |r_{ij} - M_{di}| \quad [2]$$

$$NP_{(3)} = \frac{1}{S} \left[\sum_{j=1}^S |r_{ij} - M_{di}| / M_{di}^* \right] \quad [3]$$

$$NP_{(4)} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^S (r_{ij} - \bar{r}_i)^2} / S}{\bar{r}_i} \quad [4]$$

$$NP_{(5)} = \frac{2}{S(S-1)} \left[\sum_{j=1}^{S-1} \sum_{j'=j+1}^S |r_{ij} - r_{ij'}| / \bar{r}_i^* \right] \quad [5]$$

در پنج پارامتر فوق‌الذکر r_{ij} رتبه ژنتیپ i در محیط j ، M_{di}^* و M_{di} به ترتیب میانه رتبه‌های تصحیح شده و تصحیح

پارامترهای $S_i^{(1)}$ و $S_i^{(2)}$ در مقابل میانگین عملکرد را راه مناسبی برای انتخاب با کارایی بالا برای ژنتیپ‌های پایدار گزارش کردند. در تحقیقی، تروبرگ و هان (۱۹) از داده‌های مربوط به عملکرد ۵ گیاه چاودار، سویا، لوبيا، چغندرقند و چغندر زراعی طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۱۹۸۹ مؤسسات ثبت بذر آلمان استفاده کردند. در این تحقیق چند روش ناپارامتری برای تجزیه داده‌ها به‌کار رفت و مقادیر اثرات متقابل برای گیاهان مختلف نشان داد که میزان اثر متقابل برای چغندرقند در سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۸۷ و ۱۹۸۹ معنی‌دار شده است و ضریب همبستگی اسپیرمن نشان داد که بین پارامترهای هیلدبراند (۸) و کوبینگر (۱۳) همبستگی بسیار بالا و معنی‌داری ($r=0.93^{**}$) وجود دارد. هان (۱۰)، پارامتر پایداری جدیدی تحت عنوان واریانس محیطی برای محاسبه اثر محیط در آزمایش تک‌مکانی و ۲۴ ساله مربوط به رقم دیپلمات (Diplomat) گندم نان معرفی کرد که با استفاده از ضریب تنوغ و کشیدگی منحنی داده‌ها به‌دست می‌آید.

با توجه به مزایای معیارهای ناپارامتری مبنی بر عدم نیاز به فرض‌های اولیه، حساسیت کمتر نسبت به داده‌های پرت، عدم تأثیر حذف و اضافه نمودن یک یا چند ژنتیپ بر شاخص پایداری و تجزیه و تحلیل ساده‌تر آنها در این تحقیق سعی شده است با استفاده از روش‌های ناپارامتری تنارازو (۱۸) و نصار و هان (۱۵)، پایدارترین ژنتیپ عدس را تعیین کرده و سپس نتایج روش‌های مختلف مقایسه شده و در نهایت بهترین روش‌ها توصیه شوند.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های ناحیه‌ای مستلزم چند سال تکرار در چند منطقه می‌باشند این تحقیق به منظور دستیابی به ارقام پرمحصول و سازگار با شرایط آب و هوایی مناطق دیم معتدل و نیمه گرمسیری کشور، با ۱۰ لاین به همراه شاهد محلی (رقم گچساران) که از آزمایش‌های A-Test گزینش شده‌اند در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار و ۵ منطقه گرگان، کرمانشاه، شیروان، ایلام و گچساران به مدت دو سال (۱۳۸۱-۱۳۸۲)

دارای کمترین عملکرد دانه، رتبه ۱ اختصاص داده شد. نام ژنتیپ‌های عدس به کار رفته در این تحقیق در جدول ۱ و میانگین عملکرد، عملکرد تصحیح شده و رتبه ژنتیپ‌ها در محیط‌های مختلف در جدول ۲ درج شده است. نتیجه ارزیابی ژنتیپ‌های پایدار با استفاده از روش‌های ناپارامتری، مقادیر میانگین رتبه یا \bar{R}_i (Rank Mean)، انحراف معیار رتبه یا STD-R (Standard Deviation of Rank)، پارامترهای پیشنهاد شده توسط تنارازو (۱۸) و پارامترهای $S_i^{(1)}$ ، $S_i^{(2)}$ در جداول ۳ و ۴ درج شده‌اند. رتبه هر ژنتیپ برای عملکرد دانه در مجموع آزمایش‌ها محاسبه و میانگین و انحراف معیار رتبه مربوط به هر ژنتیپ در جدول ۲ آمده است. ژنتیپ شماره ۹ در بین ژنتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش با اختصاص کمترین میانگین رتبه و کمترین انحراف معیار رتبه (به ترتیب ۳/۱ و ۱/۷۳) به همراه ژنتیپ‌های شماره ۸ و ۱ به عنوان پایدارترین ژنتیپ‌ها انتخاب شدند. ژنتیپ‌های شماره ۲، ۵ و ۶ در گروه دوم ژنتیپ‌های پایدار و سایر ژنتیپ‌ها (۳، ۴، ۳ و ۱۰) در گروه سوم ژنتیپ‌های پایدار با اختصاص میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه بیشتر در رده‌های بعدی قرار گرفتند. هانومن و پرابه‌اکاران (۷) معتقد‌ند که ارقام در روش‌های میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه قابل گروه‌بندی برای سازگاری عمومی و خصوصی نمی‌باشند که این موضوع به عنوان عیب اصلی این روش‌ها به شمار می‌رود. معیار پیشنهادی هان و چهار معیار پیشنهادی تنارازو (۱۸) که عبارت‌اند از $NP_{(1)}$ ، $NP_{(2)}$ ، $NP_{(3)}$ و $NP_{(4)}$ به طور جداگانه برای همه ژنتیپ‌ها محاسبه و نتایج در جدول ۳ درج شده است. معیار $NP_{(1)}$ هان، ژنتیپ شماره ۹ را به عنوان پایدارترین ژنتیپ معرفی می‌کند و ژنتیپ‌های ۸ و ۱ را در رتبه‌های بعدی پایداری قرار می‌دهد. ژنتیپ‌های شماره ۹، ۸ و ۱ با اختصاص کمترین مقدار آماره $NP_{(2)}$ و ژنتیپ‌های شماره ۱۰، ۹، ۸ و ۷ با اختصاص کمترین مقدار آماره $NP_{(3)}$ به عنوان ژنتیپ‌های با سازگاری عمومی معرفی شدند ولی به علت پایین بودن میانگین عملکرد ژنتیپ‌های شماره ۳، ۷ و ۱۰ نسبت

نشده، S تعداد محیط و \bar{r}_{ij} و r_{ij}^* به ترتیب میانگین رتبه‌های تصحیح نشده و تصحیح شده می‌باشد.

دو پارامتر ناپارامتری پایداری دیگر توسط نصار و هان (۱۵) معرفی شده است:

$$S_i^{(1)} = 2 \sum_{j=1}^{N-1} \sum_{j'=j+1}^N |r_{ij} - r_{ij'}| / [N(N-1)] \quad [6]$$

$$S_i^{(2)} = \sum_{j=1}^N (r_{ij} - \bar{r}_{ij})^2 / (N-1) \quad [7]$$

در اینجا \bar{r}_{ij} میانگین رتبه ژنتیپ i در همه محیط‌های میانگین اختلاف رتبه ژنتیپ i را روی تمام محیط‌ها اندازه می‌گیرد و $S_i^{(2)}$ واریانس عمومی رتبه‌هاست.

$$\sum_{i=1}^k Z_i^{(m)} = \sum_{i=1}^k [S_i^{(m)} - E(S_i^{(m)})]^2 / (S_i^{(m)}) \quad [8]$$

روابط فوق تقریبی از آماره χ^2 هستند که درجه آزادی آن برابر با تعداد ژنتیپ‌ها می‌باشد و تحت فرض صفر برابری پایداری همه ژنتیپ‌ها، $E(S_i^{(m)})$ و $Var(S_i^{(m)})$ از فرمول‌های زیر محاسبه شدنده (۱۴ و ۱۵).

$$E(S_i^{(1)}) = \frac{k^2 - 1}{2k} \quad [9]$$

$$Var(S_i^{(1)}) = \frac{(k^2 - 1)[(k^2 - 4)(N + 2) + 3]}{45k^2 N(N - 1)} \quad [10]$$

$$E(S_i^{(k)}) = \frac{K^2 - 1}{12} \quad (11)$$

$$Var(S_i^{(k)}) = \frac{(k^2 - 1)[2(k^2 - 4)(N - 1) + 5(k^2 - 1)]}{360N(N - 1)} \quad [12]$$

در روش‌های ارائه شده توسط نصار و هان عملکرد تصحیح شده از رابطه $X_{ij}^* = X_{ij} - \bar{X}_{ij} + \bar{X}_{..}$ بدست آمده است.

نتایج و بحث

در این تحقیق در روش‌های تنارازو (۱۸) به ژنتیپ دارای بیشترین عملکرد دانه، رتبه ۱ و به ژنتیپ دارای کمترین عملکرد دانه، رتبه ۱۰ و در روش‌های نصار و هان (۱۵) به ژنتیپ دارای بیشترین عملکرد دانه، رتبه ۱۰ و به ژنتیپ

توجه به شکل ۱ چهار ناحیه مجزا می‌توان تشخیص داد، در ناحیه اول ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل و مقادیر پایین $S_i^{(1)}$ و $S_i^{(2)}$ قرار می‌گیرند، که در این تحقیق ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲ در این ناحیه قرار گرفتند که سازگاری عمومی نسبت به محیط‌های مختلف نشان داد و به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها انتخاب شدند. در ناحیه دوم ژنوتیپ‌های با عملکرد بالاتر از میانگین کل و مقادیر بالای $S_i^{(1)}$ و $S_i^{(2)}$ قرار می‌گیرند، در این آزمایش ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۶، ۷ و ۸ در این ناحیه قرار گرفتند که نشان‌دهنده حساسیت بالای این ژنوتیپ‌ها به تغییرات محیطی بوده و در نتیجه عملکرد بسیار بالایی در محیط‌های با شرایط مناسب دارند و برای مناطقی مثل گچساران و کرمانشاه توصیه می‌شوند. در ناحیه سوم ژنوتیپ‌های با عملکرد کمتر از میانگین کل و مقادیر بالای $S_i^{(1)}$ و $S_i^{(2)}$ قرار می‌گیرند، در این آزمایش ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۴ در این ناحیه قرار گرفتند. این ژنوتیپ‌ها با وجود دارا بودن عملکرد متوسط و نزدیک به میانگین کل به دلیل سازگاری عمومی ضعیف در گروه ارقام پایدار قرار نمی‌گیرند. در ناحیه چهارم، ژنوتیپ‌های با عملکرد کمتر از میانگین کل و مقادیر پایین $S_i^{(1)}$ و $S_i^{(2)}$ قرار گرفتند، ژنوتیپ‌های شماره ۷ و ۱۰ این آزمایش در این ناحیه قرار می‌گیرند. این ژنوتیپ‌ها هر چند دارای سازگاری عمومی متوسط نسبت به محیط‌های مختلف هستند ولی به دلیل عملکرد پایین‌تر از میانگین، به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار شناخته نشدنند. با توجه به میانگین و واریانس آماره‌های نصار و هان (۱۵) در جدول ۴ می‌توان گفت که ژنوتیپ‌های با مقادیر $S_i^{(1)}$ کمتر از میانگین $S_i^{(1)}$ یا $S_i^{(2)}$ در گروه ارقام پایدار قرار می‌گیرند و مقادیر بیشتر از میانگین در گروه ارقام ناپایدار قرار می‌گیرند، در مورد $S_i^{(2)}$ نیز وضعیت به همین ترتیب است، ژنوتیپ‌های با مقادیر $S_i^{(2)}$ کمتر از $8/25$ در گروه ارقام پایدار و بیشتر از این مقدار در گروه ارقام ناپایدار قرار می‌گیرند. با توجه به مقادیر واریانس و میانگین این دو آماره نصار و هان (۱۵) و محاسبه ضریب تغییرات آنها می‌توان گفت که دقت آماره $S_i^{(1)}$ در انتخاب ژنوتیپ پایدار بیشتر است.

جدول ۱. کد و نام ژنوتیپ‌های عدس

کد ژنوتیپ	نام ژنوتیپ
FLIP 97-1L	۱
FLIP 82-1L	۲
FLIP 92-15L	۳
FLIP 96-9L	۴
FLIP 92-12L	۵
FLIP 96-4L	۶
ILL 7946	۷
ILL 6037	۸
ILL6199	۹
GACHSARAN	۱۰

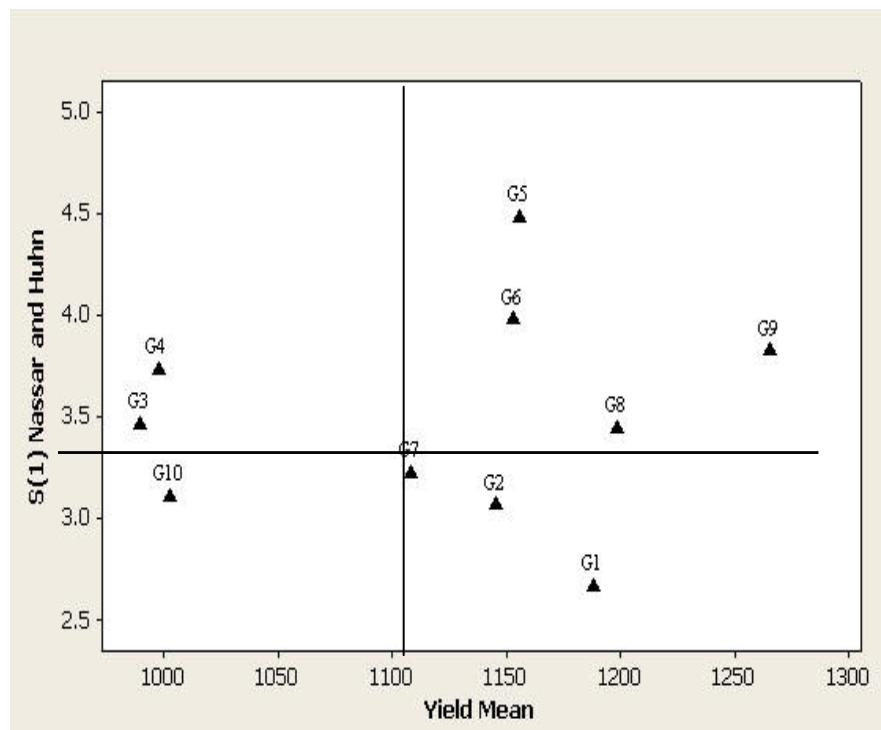
به میانگین کل، این دو روش ژنوتیپ‌های شماره ۹، ۸ و ۱ را به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی می‌کنند. آماره‌های $NP_{(4)}$ و $NP_{(5)}$ هم به ترتیب ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۹ را به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی می‌نماید. رتبه‌های ژنوتیپی در محیط‌های مختلف نشان داد که ژنوتیپ شماره ۹ مجموعاً دارای بالاترین رتبه‌ها می‌باشد و ژنوتیپ شماره ۳ رتبه‌های کمتری در محیط‌های مذکور دارد. دو آماره پایداری ناپارامتری نصار و هان (۱۵) ($S_i^{(1)}$ ، $S_i^{(2)}$ ، $S_i^{(3)}$)، برای هر ژنوتیپ در ده محیط محاسبه شدند. براساس تحقیق هان (۹)، هم‌بستگی بالایی بین $S_i^{(1)}$ و $S_i^{(2)}$ حتی وقتی که از عملکرد تصحیح نشده برای رتبه‌دهی استفاده شود، وجود دارد. بر این اساس هان (۹) نشان داد رتبه‌های ژنوتیپی به دست آمده از عملکرد تصحیح شده و تصحیح نشده با هم متفاوت‌اند و هم‌بستگی متوسط تا ضعیفی بین این دو نوع رتبه‌دهی وجود دارد. به نظر هان و لشون (۱۱) و کایا و تانر (۱۲) دلایلی مبنی بر برتری نسبی $S_i^{(1)}$ به $S_i^{(2)}$ وجود دارد که از آن جمله سادگی در محاسبه پارامتر $S_i^{(1)}$ و تفسیر واضح و آشکار آن (میانگین رتبه اختلاف بین محیط‌ها) می‌باشد. نمودار میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها و $S_i^{(1)}$ در شکل ۱ آمده است (توزیع پراکنش ژنوتیپ‌ها مشابه با $S_i^{(1)}$ می‌باشد). با

جدول ۲. میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)، عملکرد تصحیح شده و رتبه ژنتیپ‌های عدس در محیط‌های مختلف

رتبه	عملکرد تصحیح شده	عملکرد	عملکرد	ژنتیپ	محیط	رتبه	عملکرد تصحیح شده	عملکرد	عملکرد	ژنتیپ	محیط
۶	۱۱۱۸/۴	۱۱۸۶	۱	۶	۶	۶	۴۹۶/۴	۵۶۴	۱	۱	
۴	۱۰۴۴/۹	۱۰۷۰	۲	۶	۴	۴	۴۳۷/۹	۴۶۳	۲	۱	
۷	۱۱۸۲	۱۰۵۱	۳	۶	۷	۵	۵۰۶	۳۷۵	۳	۱	
۱	۱۰۱۶	۸۹۳	۴	۶	۸	۶	۵۲۶	۴۰۳	۴	۱	
۸	۱۲۶۹/۶	۱۳۰۵	۵	۶	۹	۵	۵۳۰/۶	۵۶۶	۵	۱	
۲	۱۰۳۷/۲	۱۰۷۰	۶	۶	۳	۴	۴۳۲/۲	۴۶۵	۶	۱	
۱۰	۱۳۰۸/۵	۱۲۹۶	۷	۶	۵	۵	۴۸۶/۵	۴۷۴	۷	۱	
۳	۱۰۳۷/۷	۱۱۱۶	۸	۶	۲	۲	۴۰۶/۷	۴۸۵	۸	۱	
۵	۱۰۴۸/۸	۱۱۹۴	۹	۶	۱	۱	۳۷۳/۸	۵۱۹	۹	۱	
۹	۱۲۷۵/۷	۱۱۰۸	۱۰	۶	۱۰	۱۰	۵۷۰/۷	۴۵۳	۱۰	۱	
۲	۱۷۹۷/۴	۱۸۶۵	۱	۷	۴	۴	۱۶۳۷/۴	۱۷۰۵	۱	۲	
۱۰	۲۶۸۹/۹	۲۷۱۵	۲	۷	۷	۷	۱۸۸۹/۹	۱۹۱۵	۲	۲	
۷	۲۲۹۳/۵	۲۱۶۲	۳	۷	۵	۵	۱۷۱۱	۱۵۸۰	۳	۲	
۸	۲۳۳۳	۲۲۱۰	۴	۷	۳	۳	۱۶۱۸	۱۴۹۵	۴	۲	
۱	۱۵۹۷/۱	۱۶۳۲	۵	۷	۱	۱	۱۲۸۲/۶	۱۳۱۸	۵	۲	
۹	۲۴۴۴/۷	۲۴۷۷	۶	۷	۹	۹	۱۹۰۲/۲	۱۹۸۵	۶	۲	
۳	۱۷۸۵	۱۷۷۲	۷	۷	۲	۲	۱۰۹۰/۵	۱۵۸۳	۷	۲	
۵	۲۱۵۱/۷	۲۲۳۰	۸	۷	۱۰	۱۰	۲۰۹۱/۷	۲۱۷۰	۸	۲	
۶	۲۲۲۹/۸	۲۳۷۵	۹	۷	۶	۶	۱۷۹۹/۸	۱۹۴۵	۹	۲	
۲	۱۹۰۷/۷	۱۹۹۰	۱۰	۷	۸	۸	۱۹۰۰/۷	۱۸۷۳	۱۰	۲	
۹	۱۱۸۱/۴	۱۲۴۹	۱	۸	۷	۷	۸۰۸/۴	۸۷۶	۱	۳	
۳	۴۸۳/۹	۵۰۹	۲	۸	۲	۲	۰۹۵/۹	۶۲۱	۲	۳	
۱	۳۹۸	۲۶۷	۳	۸	۸	۸	۸۰۹/۹	۶۷۹	۳	۳	
۲	۴۳۸	۳۱۵	۴	۸	۵	۵	۷۱۶	۵۹۳	۴	۳	
۱۰	۱۴۷۷/۶	۱۰۱۳	۵	۸	۱۰	۱۰	۹۷۳/۶	۱۰۰۹	۵	۳	
۴	۶۲۷/۲	۶۶۰	۶	۸	۹	۹	۸۰۴/۲	۸۸۷	۶	۳	
۸	۱۰۳۲/۵	۱۰۲۰	۷	۸	۴	۴	۷۰۹/۰	۶۹۷	۷	۳	
۵	۶۹۰/۷	۷۹۹	۸	۸	۱	۱	۵۷۰/۷	۶۴۹	۸	۳	
۷	۸۰۰/۸	۹۴۶	۹	۸	۳	۳	۶۲۸/۸	۷۷۴	۹	۳	
۶	۷۸۸/۷	۶۷۱	۱۰	۸	۶	۶	۷۰۴/۷	۶۳۷	۱۰	۳	
۵	۱۶۳۵/۴	۱۷۰۳	۱	۹	۱۰	۱۰	۲۰۳۲/۴	۲۱۰۰	۱	۴	
۷	۱۸۷۱/۹	۱۶۹۷	۲	۹	۳	۳	۱۶۲۲/۹	۱۶۵۰	۲	۴	
۴	۱۶۰۱	۱۴۷۰	۳	۹	۲	۲	۱۶۲۱	۱۴۹۰	۳	۴	
۹	۱۶۴۴	۱۰۲۱	۴	۹	۴	۴	۱۸۰۳	۱۷۳۰	۴	۴	
۳	۱۵۴۱/۶	۱۰۷۷	۵	۹	۸	۸	۲۰۰۴/۶	۲۰۴۰	۵	۴	
۱	۱۳۹۶/۲	۱۴۲۹	۶	۹	۱	۱	۱۶۰۷/۲	۱۶۴۰	۶	۴	
۹	۱۷۵۸/۵	۱۷۴۶	۷	۹	۶	۶	۱۹۲۳/۵	۱۹۱۱	۷	۴	
۸	۱۷۴۴/۷	۱۸۲۳	۸	۹	۷	۷	۱۹۸۱/۷	۲۰۶۰	۸	۴	
۱۰	۱۸۸۴/۸	۲۰۳۰	۹	۹	۹	۹	۲۰۰۴/۸	۲۱۵۰	۹	۴	
۲	۱۵۳۰/۷	۱۴۱۳	۱۰	۹	۵	۵	۱۸۶۷/۷	۱۷۵۰	۱۰	۴	
۳	۶۱/۴	۱۲۹	۱	۱۰	۴	۴	۴۳۳۳/۴	۵۰۱	۱	۵	
۹	۲۴۷/۹	۲۷۳	۲	۱۰	۸	۸	۵۱۴/۹	۵۴۰	۲	۵	
۱۰	۴۸۳	۳۵۲	۳	۱۰	۹	۹	۵۹۷	۴۶۶	۳	۵	
۹	۴۱۹	۲۹۶	۴	۱۰	۱۰	۱۰	۶۳۹	۵۱۶	۴	۵	
۱	۴۱/۶	۷۷	۵	۱۰	۶	۶	۴۸۳/۶	۵۱۹	۵	۵	
۸	۳۸۰/۲	۴۱۳	۶	۱۰	۵	۵	۴۷۱/۲	۵۰۴	۶	۵	
۵	۱۷۲/۵	۱۶۰	۷	۱۰	۳	۳	۴۳۰/۵	۴۱۸	۷	۵	
۴	۱۲۰/۷	۱۹۹	۸	۱۰	۲	۲	۴۰۵/۷	۴۸۴	۸	۵	
۲	۴۳/۸	۱۸۹	۹	۱۰	۱	۱	۳۸۶/۸	۵۳۲	۹	۵	
۷	۳۴۹/۷۴	۲۳۲	۱۰	۱۰	۷	۷	۵۰۵/۷	۳۸۸	۱۰	۵	

جدول ۳. معیارهای ناپارامتری میانگین رتبه، انحراف معیار رتبه و آماره‌های تزارازو (۱۸)

آماره‌ها					میانگین عملکرد	انحراف معیار رتبه	میانگین رتبه	ژنوتیپ
NP _(۵)	NP _(۲)	NP _(۳)	NP _(۴)	NP _(۶)				
۰/۱۱	۰/۳۹۵	۰/۴۷۵	۱/۹۰	۵/۸۳	۱۱۸۷/۸	۲/۴۲	۴/۵	۱
۰/۱۶۵	۰/۵۱۱	۰/۴۰۸	۲/۴۵	۸/۴۷	۱۱۴۵/۳	۲/۹۱	۵/۵	۲
۰/۰۹۶	۰/۳۹۵	۰/۲۱۳	۱/۷۰	۶/۲۳	۹۸۹/۳	۲/۵۰	۷/۷	۳
۰/۱۱۱	۰/۴۳۰	۰/۲۶۳	۲/۱۰	۶/۴۶	۹۹۷/۲	۲/۵۴	۷/۳	۴
۰/۱۹۱	۰/۶۴۳	۰/۹۱۴	۳/۲۰	۱۴/۹۳	۱۱۵۵/۷	۳/۸۶	۴/۶	۵
۰/۱۶۶	۰/۵۷۶	۰/۴۸۲	۲/۶۵	۹/۵۸	۱۱۵۳/۰۵	۳/۱۰	۵/۱	۶
۰/۱۲۵	۰/۴۱۷	۰/۳۸۰	۱/۹۰	۵/۸۳	۱۱۰۷/۸	۲/۴۲	۵/۵	۷
۰/۱۳۲	۰/۴۱۷	۰/۳۷۸	۱/۷۰	۴/۲۸	۱۱۹۸/۵	۲/۰۷	۴/۵	۸
۰/۰۷۱	۰/۳۲۸	۰/۳۶۷	۱/۱۰	۲/۹۹	۱۲۶۵/۴	۱/۷۳	۳/۱	۹
۰/۱۲۵	۰/۳۳۱	۰/۲۷۱	۱/۹۰	۴/۶۸	۱۰۰۲/۰	۲/۱۶	۷/۳	۱۰



شکل ۱. نمودار پراکنش میانگین عملکرد و $S_i^{(1)}$

جدول ۴. معیارهای ناپارامتری نصار و هان (۱۵) برای ژنوتیپ‌های عدس

Z _i ^(٢)	S _i ^(٢)	Z _i ^(١)	S _i ^(١)	میانگین رتبه	میانگین عملکرد	زنو تیپ			
۱/۲۹	۵/۲۹	۱/۲۷	۲/۶۷	۵/۸	۱۱۸۷/۸	۱			
۰/۳۵	۶/۷۱	۰/۱۷	۳/۰۶	۵/۴	۱۱۴۵/۳	۲			
۰/۰۳	۸/۶۷	۰/۰۸	۳/۴۷	۶/۰	۹۸۹/۳	۳			
۰/۲۷	۹/۸۰	۰/۰۹	۳/۷۳	۵/۶	۹۹۷/۲	۴			
۶/۰۸	۱۴/۶۷	۴/۳۱	۴/۴۷	۵/۷	۱۱۵۵/۷	۵			
۱/۴۹	۱۱/۴۳	۱/۴۵	۳/۹۸	۵/۱	۱۱۵۳/۰۵	۶			
۰/۱۱	۷/۳۹	۰/۰۲	۳/۲۲	۵/۵	۱۱۰۷/۸	۷			
۰/۰۰۶	۸/۴۶	۰/۰۶	۳/۴۴	۴/۷	۱۱۹۸/۵	۸			
۰/۰۷	۱۰/۲۲	۰/۸۶	۳/۸۲	۵/۰	۱۲۶۵/۴	۹			
۰/۲۱	۷/۰۶	۰/۱۱	۳/۱۱	۶/۲	۱۰۰۲/۵	۱۰			
$\sum Z_i^{(2)} = 10/402$		$\sum Z_i^{(1)} = 8/958$		آماره‌های مورد آزمون					
E(S ₁) = ۳/۳	E(S ₂) = ۸/۲۵	$\chi_{Z_1, Z_2} = ۷/۸۸$	$\bar{x} = ۱۱۲۰/۲$						
Var(S ₁ ^(٢)) = ۰/۳۱۵	Var(S ₂ ^(٢)) = ۶/۷۹	$\chi_{\text{sum}(z_1, z_2)} = ۱۸/۳۱$							

نایارامتری که توضیح داده شد روش میانگین رتبه‌ها با توجه به مناطق مختلف توصیه کرد. به طور کلی از بین روش‌های نایارامتری تعیین هم‌بستگی بین آماره‌های مختلف می‌کند. به منظور تعیین هم‌بستگی بین آماره‌های ۵ آماره $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $NP_{(1)}$ و $NP_{(2)}$ انتخاب شدند. ضریب هم‌بستگی پیرسون (جدول ۵) نشان داد که بین آماره‌های نصار و هان (۱۵) هم‌بستگی بسیار بالایی وجود دارد که با نتایج آدوگنا و لبوشنگ (۱) و صباغ نیا و همکاران (۱۷) مشابه می‌باشد، هم‌چنین آماره $NP_{(1)}$ تنارازو (۱۸) هم‌بستگی متوسطی با آماره $S_i^{(2)}$ نصار و هان (۱۵) و هم‌بستگی بسیار بالایی با $NP_{(2)}$ نشان داد. آماره $NP_{(1)}$ با آماره $S_i^{(2)}$ هم‌بستگی بالا نشان داد ولی با $S_i^{(1)}$ هم‌بستگی نشان نداد. در این تحقیق ژنتیک شماره ۱ در اکثر روش‌ها به عنوان پایدارترین ژنتیک انتخاب شد و می‌توان آن را برای کاشت در مناطق مختلف توصیه کرد.

زیرا براساس روابط ۱۲ و ۱۱، ۹، ۱۰، امید ریاضی $S_i^{(1)}$ بزرگتر از امید ریاضی $S_i^{(2)}$ و واریانس $S_i^{(1)}$ کوچکتر واریانس از $S_i^{(2)}$ میباشد، لذا $S_i^{(1)}$ حساس تر و دقیق تر میباشد و احتمال معنی دار شدن آن بیشتر میباشد. نصار و هان (۱۵) برای آزمون پایداری بین ژنوتیپ‌ها مقادیر $Z_i^{(1)}$ و $Z_i^{(2)}$ را به صورت انفرادی برای هر ژنوتیپ پیشنهاد دادند، در این تحقیق هم برای هر ژنوتیپ مقادیر $Z_i^{(1)}$ و $Z_i^{(2)}$ براساس داده‌های تصحیح شده محاسبه شد، سپس این مقادیر برای آزمون کای اسکور روی تمام ژنوتیپ‌ها جمع زده شدند که نتایج در جدول ۴ درج شده است. مقادیر $Z_i^{(1)}$ و $Z_i^{(2)}$ تمام ژنوتیپ در سطح احتمال ۰.۵٪ معنی دار نشد که این نتایج مشابه نتایجی بود که لو (۱۴) و کایا و تانر (۱۲) به دست آورده‌اند ولی با نتایج آدوگتا و لبوشنگ (۱) موافق نبود. چون آنها نتیجه گرفتند که اختلاف معنی داری بین $Z_i^{(1)}$ و $Z_i^{(2)}$ ژنوتیپ‌ها وجود دارد، مقادیر مجموع Z ها نیز از مقادیر جدول کمتر بودند

جدول ۵. ضرایب همبستگی پیرسون برای آماره‌های ناپارامتری مختلف

آماره‌های ناپارامتری				
$S_i^{(1)}$	NP _(۴)	NP _(۲)	NP _(۱)	NP _(۷)
			۰/۹۵۱**	NP _(۷)
		۰/۹۳**	۰/۹۴۳**	NP _(۴)
	۰/۵۸۷	۰/۴۳۵	۰/۵۷۹	$S_i^{(1)}$
۰/۹۸۹**	۰/۶۵۲*	۰/۵۱۸	۰/۶۶۶*	$S_i^{(۲)}$

تعیین پایداری براساس معیارهای مختلف و با توجه به شرایط داده‌ها و ژنتیکی‌های مورد مطالعه تعیین می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات بخش حبوبات مؤسسه تحقیقات دیم کشور و همچنین کارشناسان ایستگاه‌های تحقیقات شهرستان‌ها که نهایت همکاری را با ما داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

بالا بودن صحت نتایج و همچنین سادگی محاسبه آن توصیه می‌شود. با توجه به تحقیق لو (۱۴) و کایا و تانر (۱۲)، اگر هدف تعیین سازگاری عمومی یا خصوصی باشد از بین آماره‌های ناپارامتری ذکر شده، آماره‌های $S_i^{(1)}$ و $S_i^{(2)}$ نصار و هان (۱۵) در اولویت هستند و بهتر است که از این معیارها برای تعیین ارقام پایدار استفاده شود. در اولویت بعد معیارهای NP_(۵) و NP_(۱) به علت صحت نتایج توصیه می‌شوند. در پروژه انتخاب ژنتیک پایدار برای محیط‌های مختلف از روش‌های زیادی می‌توان استفاده کرد، اما انتخاب بهترین روش سال‌هاست که ذهن اصلاح‌گران را به خود معطوف کرده است. بدین لحاظ

منابع مورد استفاده

- Adugna, W. and M.T. Labuschagne. 2003. Parametric and nonparametric measures of phenotypic stability in linseed (*Linum usitatissimum L.*). *Euphytica* 129: 211-218.
- Allard, R.W. and A.D. Bradshaw. 1964. Implication of genotype-environment interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4: 503-508.
- Bortz, J., G.A. Lienert and K. Boehnke. 1990. Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Springer-Verlag Pub., Berlin.
- Bredenkamp, J. 1974. Nonparametrische prufung von wechselwirkungen. *Psychol. Beitr.* 16: 398-416.
- De Kroon, J. and P. Van der Laan. 1981. Distribution-free test procedures in two-way layouts: A Concept of rank-interaction. *Stat. Neerl.* 35: 189-213.
- Flores, F., M.T. Moreno and J.I. Cubero. 1998. A Comparison of univariate and multivariate methods to analyze G *E interaction. *Field Crop Res.* 56: 271-286.
- Hanuman, L.R. and V.T. Prabhakaran. 2001. A study on the performance of a few non-parametric stability measures using pearl-millet data. *Indian J. Genet.* 61: 7-11.
- Hildebr, H. 1980. Asymptotisch Verteilungsfreie rangtests in linearen modellen. *Med. Inform. Stak.* 17: 344-349.
- Huhn, M. 1990. Nonparametric measures of phenotypic stability: II. Applications. *Euphytica* 47: 195-201.
- Huhn, M. 2003. A note on the variance of the stability parameter (*Environmental variance*). *Euphytica* 103: 335-339.
- Huhn, M. and J. Leon. 1995. Nonparametric analysis of cultivar performance trials: experimental results and comparison of different procedures based on ranks. *Agron. J.* 87:627-632.
- Kaya, Y. and S. Taner. 2003. Estimating genotypic ranks by nonparametric stability analysis in bread wheat (*Triticum aestivum L.*). *Central Euro. Agric. J.* 4: 47-53.
- Kubinger, K. D. 1986. A note on nonparametric tests for the interaction on two-way layouts. *Biomet. J.* 28:67-72.
- Lu, H. Y. 1995. PC-SAS program for estimation Huhn nonparametric stability statistics. *Agron. J.* 87: 888-891.
- Nassar, R. and M. Huhn. 1987. Studies on estimation of phenotypic stability: Tests of significance for nonparametric measures of phenotypic stability. *Biometrics* 43:45-53.

16. Rao, A.R. and V.T. Prabhakaran. 2000. On some useful interrelationships among common stability parameters. Indian J. Genet. 60:25-36.
17. Sabaghnia, N., H. Dehghani and H. Sabaghpour. 2006. Nonparametric methods for interpreting genotype x environment interaction of Lentil genotypes. Crop Sci. 46:1100-1106.
18. Thennarasu, K. 1995. On certain non-parametric procedures for studying genotype-environment interactions and yield stability. Indian J. Genet. 60: 433-439.
19. Truberg, B. and M. Huhn. 2000. Contribution to the analysis of genotype by environment interactions: Comparison of different parametric and nonparametric tests for interactions with emphasis on crossover interactions. Agron. and Crop Sci. 185:267-274.