



مطالعه تنوع ایجاد شده به وسیله اتیل متان سولفونات و سدیم آزید روی رقم برنج طارم محلی

زهرا مجیدی^۱، نادعلی بابائیان جلودار^۲، غلامعلی رنجبر^۳ و نادعلی باقری^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسوول: z.h.majidi@gmail.com)

۲، ۳ و ۴- استاد، دانشیار و استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۱

چکیده

یکی از نقش‌های مهم اصلاح موتاسیونی ایجاد تنوع ژنتیکی در صفات کمی و کیفی گیاهان مختلف زراعی می‌باشد. تنوع ایجاد شده شانس انتخاب ژنوتیپ‌های جدید با خصوصیات مطلوب را افزایش می‌دهد. در مطالعه حاضر نقش دو موتاژن شیمیایی اتیل متان سولفونات (۱۴۰ میلی مولار) و سدیم آزید (۲ میلی مولار) در ایجاد تنوع در صفات زراعی برنج طارم محلی مورد بررسی قرار گرفت. صفات زراعی مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول خوشه، تعداد دانه پر در خوشه، طول و عرض دانه (میلی متر) و وزن ۱۰۰ دانه (گرم) می‌باشند. نتایج نشان داد که ارتفاع بوته و تعداد دانه پر در خوشه بیشترین و مناسب‌ترین واکنش را نسبت به موتاژن نشان دادند، زیرا ارتفاع بوته در هر دو تیمار موتاژنی نسبت به شاهد کاهش یافته و تعداد دانه پر در خوشه نیز در هر دو تیمار در اکثر لاین‌ها نسبت به شاهد افزایش یافته است. بیشترین مقدار وراثت پذیری عمومی و پیشرفت ژنتیکی در اکثر صفات در تیمار EMS مشاهده شده که نشان دهنده این است که تأثیر این موتاژن بیشتر از AZ بوده است. بیشترین تنوع در هر دو تیمار موتاژنی در تعداد پنجه و تعداد دانه پر مشاهده شده که تأثیر اتیل متان سولفونات بیشتر از سدیم آزید بوده است.

واژه‌های کلیدی: موتاسیون، اتیل متان سولفونات، سدیم آزید، تنوع ژنتیکی، برنج

مقدمه

کیفیت عالی دارای عملکرد پایین، ارتفاع بلند، حساس به ورس و بیماری بلاست می‌باشند که لازم است این خصوصیات منفی توسط روش‌های اصلاحی رفع گردد. از آنجایی که تنوع در سطح گونه‌های گیاهی به دلیل شدت کارهای اصلاحی و به دنبال آن، فرسایش شدید منابع ژنتیکی، به

برنج بعد از گندم مهم‌ترین محصول غذایی جهان می‌باشد که بیش از ۹۰ درصد آن در آسیا تولید و مصرف می‌شود و در تأمین حدود ۵۰ درصد انرژی غذایی مردم این قاره نقش دارد (۶). وارپته‌های برنج محلی علی‌رغم داشتن

در بررسی‌هایی که توسط محققان مختلف در سال‌های اخیر در زمینه موتاسیون انجام شد، لاین‌هایی با خاصیت پاکوتاهی (۱۸)، مقاومت به بلاست و شیت بلایت (۱۰) و افزایش عملکرد (۱۴) در اثر استفاده از EMS^۱ و زودرسی (۸) و افزایش وزن هزار دانه (۹) در اثر استفاده از AZ^۲ در ارقام مختلف برنج شناسایی و طبقه بندی شد. بنابراین ایجاد تنوع ژنتیکی برای تکامل تدریجی وارپته‌هایی با عملکرد بالا ضروری بوده و القای موتاسیون شدیداً برای ایجاد تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی استفاده شده است (۷). خان و همکاران (۱۳) گزارش کردند که سدیم آزید نقاط موتاسیونی در ژنوم و متابولیت گیاه ایجاد می‌کند بنابراین پروتئین‌هایی در گیاه موتانت تولید می‌شود که عملکرد متفاوتی در مقایسه با گیاه نرمال دارد و هم چنین گیاهان موتانتی که به وسیله تیمار سدیم آزید ایجاد می‌شوند قادرند در شرایط نامناسب زنده بمانند و باعث بهبود عملکرد و افزایش سازگاری در مقابل تنش و افزایش عمر مفید و ایجاد داده اقتصادی در مقایسه با گیاه نرمال می‌شود. در مطالعه حاضر تأثیر موتاژن‌های شیمیایی EMS و AZ در ایجاد تنوع ژنتیکی در رقم برنج طارم محلی مورد بررسی قرار گرفته و ژنوتیپ‌هایی با صفات مطلوب را شناسایی و تغییرات ایجاد شده از طریق ضرب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی مورد بررسی قرار گرفته است.

گونه‌های گیاهی به دلیل شدت کارهای اصلاحی و به دنبال آن، فرسایش شدید منابع ژنتیکی، به سطح پایینی رسیده است موتاسیون به عنوان فرآیند افزایش تنوع ژنتیکی شناخته می‌شود (۱۹).

اصلاح موتاسیونی با ایجاد جهش و تنوع ژنتیکی در ساختار توارثی نباتات، سالیان متمادی در عرصه به نژادی گیاهی در کنار روش‌های کلاسیک استفاده می‌گردد. تعداد بیشمار ارقام اصلاحی معرفی شده به کشاورزان، بیانگر ارزش اقتصادی این تکنیک می‌باشد (۴). تلاش‌های گسترده‌ای در تغییر ژن‌ها از طریق القاء جهش در برنج بعمل آمده که موارد موفق آن ایجاد پاکوتاهی، زودرسی، تغییرات مورفولوژیکی در ساختمان برگ، تغییر ارزش غذایی، ایجاد نر عقیمی، افزایش پنجه‌های بارور، مقاومت به ورس و مقاومت به بیماری بوده که در نهایت باعث افزایش عملکرد برنج شده است (۵). ۵۰ درصد وارپته‌های حاصل از تکنیک‌های مختلف القاء موتاسیونی در گیاهان مختلف، در ۱۰ الی ۱۵ سال اخیر بدست آمده‌اند. در این میان سهم غلات بیشتر از سایر گیاهان گزارش شده است و در بین غلات سهم وارپته‌های موتانت زراعی برنج از دیگر غلات بیشتر بوده است (۱۲). اهداف اولیه در اصلاح موتاسیونی شامل افزایش فراوانی و طیف موتاسیون‌ها، افزایش درصد موتاسیون‌های زنده و تا حدی کنترل و بررسی فرآیندهای موتاسیونی می‌باشد (۲۱).

1- Ethyl methane sulfonate

2- Sodium azide

مواد و روش‌ها

در این بررسی ۵۰ گرم از بذر طارم محلی برای هر یک از تیمارهای موتاژنی، اتیل متان سولفونات (EMS) و سدیم آزید (AZ) به صورت زیر مورد استفاده قرار گرفت.

تیمار EMS

بذرها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق در آب مقطر خیسانده شدند. سپس آب ظرف تخلیه شده و به مدت ۱۸ ساعت در محلول EMS با غلظت ۱۴ میلی مولار قرار گرفتند. پس از آن سه مرتبه و هر بار پنج دقیقه با آب مقطر شستشو گردیدند. مجدداً سه مرتبه و هر بار ۲۰ دقیقه در آب مقطر قرار گرفتند تا شستشو گردند. در نهایت به مدت دو ساعت زیر شیر آب جاری شستشو شدند (۵).

تیمار AZ

بذرها به مدت ۱۴-۱۸ ساعت در آب خیسانده شده و سپس به مدت سه ساعت در محلول AZ و بافر فسفات سدیم با pH=۳/۵ قرار گرفتند که بهترین غلظت ۲ میلی مولار بوده است (۲). بذر بعد از تیمار به همراه شاهد (طارم محلی بدون اعمال موتاژن) به طور جداگانه در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری خزانه‌گیری شدند و پس از ۳۰ روز نشاءها در زمین اصلی به صورت تک بوته و با فاصله ۲۰×۲۰ سانتی متر کشت شدند. پرورش نسل اول به روش متداول (مطابق عرف منطقه) انجام گرفت و بذرهای هر بوته برای هر تیمار موتاژنی به طور جداگانه

برداشت شدند.

برای کاشت در نسل دوم، بذر برداشت شده برای هر تیمار موتاژنی به طور جداگانه خزانه‌گیری شده و به همراه شاهد در مزرعه به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در خطوط پنج متری به فاصله ۲۰ سانتی متر به صورت تک بوته نشاء شدند به طوری که به ازای هر ۲۰ خط از هر تیمار سه خط از رقم مادری به عنوان شاهد در ادامه تیمار نشاء شدند تا مقایسه بهتری صورت گیرد. به منظور بررسی تنوع حاصله تقریباً تمام بوته‌ها برای هر تیمار موتاژنی مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه واریانس، مقایسه‌ی میانگین‌ها، ضریب تنوع فنوتیپی، ضریب تنوع ژنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی و پیشرفت ژنتیکی با استفاده از نرم افزار آماری SPSS محاسبه شدند.

$$V_E = MS_e$$

میانگین مربعات خطای آزمایش = واریانس محیطی

$$VG = \frac{MSg - MS_e}{R}$$

VG: واریانس ژنتیکی، MSg: میانگین مربعات

ژنوتیپ‌ها و R: تعداد تکرار

$$Vp = VG + VE$$

VP: واریانس فنوتیپی

$$CVG = \frac{\sqrt{VG}}{\bar{X}} \times 100$$

CVG: ضریب تنوع ژنوتیپی

$$H^2_b = \frac{VG}{VP}$$

H²_b: وراثت‌پذیری عمومی

نتایج نشان داد که تیمار اتیل متان سولفونات (EMS) روی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای تمامی صفات اثر معنی‌داری داشته است (جدول ۱).

GA = $i.h.\sqrt{VP}$ (i=۲/۰۶)
 GA: پیشرفت ژنتیکی
 نتایج و بحث

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات زراعی در رقم برنج طارم محلی تحت تیمار EMS

| منابع تغییرات | DF | میانگین مربعات | | | | | | |
|-------------------|------|----------------|---------------------|----------------------|---------------|----------|---------------------|--------------|
| | | ارتفاع بوته | تعداد پنجه | طول خوشه | تعداد دانه پر | قطر دانه | طول دانه | وزن ۱۰۰ دانه |
| بلوک | ۲ | ۶۳/۷۷۲** | ۵/۸۷۲ ^{ns} | ۰/۰۲۶۸ ^{ns} | ۹۷۹/۳۳۹** | ۰/۰۰۵* | ۰/۰۱۸ ^{ns} | ۰/۰۳۸** |
| تیمار | ۵۹ | ۱۰۶/۳۳** | ۶۳/۵۳** | ۵/۶۲۷** | ۱۳۲۶/۹۲۵** | ۰/۰۱۱** | ۰/۳۸۵** | ۰/۰۸۶** |
| خطا | ۱۱۸ | ۱۲/۶۳۱ | ۸/۸۸۹ | ۱/۶۴۱ | ۲۰۷/۷۸۵ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۰۵ |
| درصد ضریب تغییرات | ۲/۵۷ | ۱۶/۳۰۷ | ۴/۸۸ | ۱۱/۴۹ | ۲/۳۸ | ۱/۸۳ | ۳/۰۸۴ | |

*، ** : معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns: عدم معنی‌داری.

در بررسی تیمار سدیم آزید (AZ) نتایج مطالعه برای تمام صفات اثر بسیار معنی‌داری نشان داد که این تیمار روی ژنوتیپ‌های مورد

نشانی داد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات زراعی در رقم برنج طارم محلی تحت تیمار AZ

| منابع تغییرات | DF | میانگین | | | | | | |
|-------------------|------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------|----------|---------------------|
| | | ارتفاع بوته | تعداد پنجه | طول خوشه | تعداد دانه پر | قطر دانه | طول دانه | وزن ۱۰۰ دانه |
| بلوک | ۲ | ۳۵/۵۲۲ ^{ns} | ۳/۱۷۴ ^{ns} | ۰/۰۲۵ ^{ns} | ۲۷۵/۰۷ ^{ns} | ۰/۰۰۴* | ۰/۰۵۶* | ۰/۰۰۱ ^{ns} |
| تیمار | ۶۸ | ۱۰۳/۷۷۵** | ۴۲/۸۰۱** | ۶/۱۰۴** | ۵۳۶/۸۷۹** | ۰/۰۰۶** | ۰/۱۳۷** | ۰/۰۵۶** |
| خطا | ۱۳۶ | ۱۴/۰۰۲ | ۶/۵۷۱ | ۱/۶۲ | ۱۴۴/۹۶۹ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۰۶ |
| درصد ضریب تغییرات | ۲/۶۹ | ۱۶/۸۱ | ۴/۸۱ | ۹/۵۷ | ۱/۶۸ | ۱/۲۴ | ۳/۲۹ | |

*، ** : معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns: عدم معنی‌داری.

ژنوتیپ‌های شماره ۲۲، (۱۷۹) و ژنوتیپ ۵۵، (۱۷۳/۶۷) بیشترین افزایش معنی‌دار را داشتند. در بررسی‌های به عمل آمده روی صفت عرض دانه به جز ژنوتیپ‌های ۵۰ و ۳۵ که دارای عرض دانه‌ای برابر شاهد (۱/۹۸ میلی متر) بودند تقریباً تمام ژنوتیپ‌ها کمترین عرض دانه را نسبت به شاهد داشته‌اند در واقع ژنوتیپ‌ها در این صفت کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد داشته‌اند که مطلوب واقع نشد. در مورد صفت طول دانه تنها سه ژنوتیپ (۵۶، ۳۶، ۱۰) بیشترین افزایش معنی‌دار را نسبت به شاهد (۱۰/۱۱ میلی متر) داشتند که در این بین ژنوتیپ شماره ۱۰ با میانگین (۱۱/۲۷ میلی متر) به عنوان بهترین ژنوتیپ در این صفت انتخاب شد. در مورد وزن صد دانه نیز دو ژنوتیپ ۵۸ (۲/۸ گرم) و ژنوتیپ شماره ۳۵، (۲/۷۱ گرم) بیشترین افزایش معنی‌دار را نسبت به شاهد (۲/۵۷ گرم) داشتند (جدول ۳).

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در تیمار EMS نشان داد که ارتفاع بوته تقریباً در تمام ژنوتیپ‌ها نسبت به شاهد (۱۵۳ سانتی متر) کاهش معنی‌داری نشان داده است و در این بین ژنوتیپ شماره ۵۰ با میانگین (۱۲۳ سانتی متر) بیشترین کاهش را داشته است. برای صفت تعداد پنجه ده درصد از ژنوتیپ‌های بررسی شده نسبت به شاهد (۱۹/۳۳) افزایش نشان دادند که در این بین ژنوتیپ شماره‌ی ۱۵ (۳۱) بیشترین افزایش را داشته است. برای صفت طول خوشه در بین ژنوتیپ‌های بررسی شده تنها ژنوتیپ ۱۰ با میانگین (۳۱/۳۳ سانتی‌متر) افزایش بسیار معنی‌داری را نسبت به شاهد (۲۸/۱۶ سانتی‌متر) نشان داده است. در مورد صفت تعداد دانه پر ۴۵ درصد از ژنوتیپ‌های بررسی شده اختلاف معنی‌دار نسبت به شاهد (۱۰۴) نشان دادند که در این بین

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ های برنج تحت تاثیر تیمار EMS

| شماره ژنوتیپ | ارتفاع بوته (سانتی متر) | تعداد پنجه | طول خوشه (سانتی متر) | تعداد دانه پر | عرض دانه (میلی متر) | طول دانه (میلی متر) | وزن ۱۰۰ دانه (گرم) |
|--------------|-------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| ۱ | ۱۳۳/۳۳** | ۲۳/۳۳ ^{NS} | ۲۶* | ۱۳۶/۶۷** | ۱/۹۳ ^{NS} | ۹/۵۶** | ۲/۳۳** |
| ۲ | ۱۳۳** | ۲۶/۳۳** | ۲۶/۳۳ ^{NS} | ۱۵۲/۳۳** | ۱/۹۳ ^{NS} | ۹/۳۶** | ۲/۳۵** |
| ۳ | ۱۳۸** | ۱۷ ^{NS} | ۲۶/۳۳ ^{NS} | ۱۴۷/۶۷** | ۱/۹۵ ^{NS} | ۹/۶۳** | ۲/۲۸** |
| ۴ | ۱۳۸/۶۷** | ۱۸ ^{NS} | ۲۶/۶۶ ^{NS} | ۱۳۱/۳۳* | ۱/۸۷** | ۹/۶۹** | ۲/۳۸** |
| ۵ | ۱۴۷/۳۳ ^{NS} | ۱۷/۳۳ ^{NS} | ۲۷ ^{NS} | ۱۲۵/۳۳ ^{NS} | ۱/۸۹* | ۹/۷۷* | ۲/۳۳** |
| ۶ | ۱۴۰** | ۱۸/۳۳ ^{NS} | ۲۶/۳۳ ^{NS} | ۱۲۴/۳۳ ^{NS} | ۱/۸۵** | ۹/۲۴** | ۲/۲۷** |
| ۷ | ۱۴۳/۳۳** | ۱۳/۶۷* | ۲۷/۳۳ ^{NS} | ۱۳۰/۳۳* | ۱/۹۷ ^{NS} | ۹/۸۲* | ۲/۳۴** |
| ۸ | ۱۴۲** | ۱۶/۳۳ ^{NS} | ۲۵/۳۳** | ۱۳۱/۳۳* | ۱/۹۱ ^{NS} | ۹/۹۶ ^{NS} | ۲/۳۵** |
| ۹ | ۱۳۲/۶۷** | ۱۶/۶۷ ^{NS} | ۲۶* | ۱۱۴/۶۷ ^{NS} | ۱/۸۸** | ۹/۷۹* | ۲/۲۹۳** |
| ۱۰ | ۱۴۲/۳۳** | ۲۲ ^{NS} | ۳۱/۳۳* | ۸۹/۳۳ ^{NS} | ۱/۷۸** | ۱۱/۲۷** | ۲/۲۴** |
| ۱۱ | ۱۳۷/۶۷** | ۱۹ ^{NS} | ۲۶* | ۱۵۶/۶۷** | ۱/۹۱* | ۹/۵۲** | ۲/۲۵** |
| ۱۲ | ۱۴۳/۳۳** | ۲۲ ^{NS} | ۲۶/۳۳ ^{NS} | ۱۲۳/۳۳ ^{NS} | ۱/۸۱** | ۹/۵۵** | ۲/۲۹** |
| ۱۳ | ۱۴۸ ^{NS} | ۲۴ ^{NS} | ۲۶* | ۷۷* | ۱/۶۵** | ۹/۶۶** | ۱/۸۱** |
| ۱۴ | ۱۳۸** | ۲۱ ^{NS} | ۲۶/۶۶ ^{NS} | ۱۱۴ ^{NS} | ۱/۷۸** | ۹/۷۴* | ۲/۳۱** |
| ۱۵ | ۱۴۱/۳۳** | ۳۱** | ۲۷ ^{NS} | ۱۲۹/۶۷* | ۱/۹۲ ^{NS} | ۱۰/۰۵ ^{NS} | ۲/۲۶** |
| ۱۶ | ۱۲۵/۶۷** | ۲۶/۳۳** | ۲۷/۳۳ ^{NS} | ۹۷/۳۳ ^{NS} | ۱/۹۶ ^{NS} | ۱۰/۲۸* | ۲/۴۶ ^{NS} |
| ۱۷ | ۱۳۴/۶۷** | ۱۹ ^{NS} | ۲۷/۶۶ ^{NS} | ۱۲۰/۶۷ ^{NS} | ۱/۸۵** | ۹/۷۷ ^{NS} | ۲/۱۰** |
| ۱۸ | ۱۴۱/۶۷** | ۲۰/۶۷ ^{NS} | ۲۵** | ۱۱۹/۳۳ ^{NS} | ۱/۸۵** | ۹/۸۱ ^{NS} | ۲/۱۱** |
| ۱۹ | ۱۴۱/۳۳** | ۲۹/۳۳** | ۲۴/۳۳** | ۸۹/۶۶ ^{NS} | ۱/۸۷** | ۹/۸۱* | ۲/۱۹** |
| ۲۰ | ۱۳۵/۶۷** | ۲۰/۶۷ ^{NS} | ۲۴/۶۶** | ۹۹/۳۳ ^{NS} | ۱/۸۳** | ۹/۶۴** | ۲/۰۷۶** |
| ۲۱ | ۱۴۰** | ۱۹/۳۳ ^{NS} | ۲۶* | ۱۴۵/۳۳** | ۱/۸۳** | ۹/۳۲** | ۲/۱۳** |
| ۲۲ | ۱۴۳/۳۳** | ۱۴* | ۲۹/۳۳ ^{NS} | ۱۷۹** | ۱/۸۰** | ۹/۲۴** | ۱/۹۵** |
| ۲۳ | ۱۳۴/۶۷** | ۱۶/۳۳ ^{NS} | ۲۶/۳۳ ^{NS} | ۱۳۷/۳۳** | ۱/۸۵** | ۹/۷۴* | ۲/۳۱** |
| ۲۴ | ۱۴۴/۳۳** | ۱۶ ^{NS} | ۲۵/۶۶* | ۱۲۸/۳۳* | ۱/۸۲** | ۹/۴۵** | ۲/۱۵** |
| ۲۵ | ۱۳۲/۳۳** | ۲۱ ^{NS} | ۲۵** | ۱۱۹/۳۳ ^{NS} | ۱/۸۹** | ۹/۶۵** | ۲/۰۹** |
| ۲۶ | ۱۴۰/۶۷** | ۱۷ ^{NS} | ۲۶/۳۳ ^{NS} | ۱۲۵/۶۷ ^{NS} | ۱/۸۹** | ۹/۷۸* | ۲/۲۱** |
| ۲۷ | ۱۳۷/۳۳** | ۱۴/۳۳* | ۲۶/۳۳ ^{NS} | ۱۳۰** | ۱/۸۹** | ۹/۶۰** | ۲/۲۲** |
| ۲۸ | ۱۵۴ ^{NS} | ۲۰ ^{NS} | ۲۸/۶۶ ^{NS} | ۱۴۱** | ۱/۸۶** | ۹/۸۴ ^{NS} | ۲/۲۵** |
| ۲۹ | ۱۴۶* | ۲۰/۳۳ ^{NS} | ۲۶/۶۶ ^{NS} | ۱۴۹/۶۷** | ۱/۸۷** | ۹/۹۲** | ۲/۳۱** |
| ۳۰ | ۱۳۸** | ۱۸ ^{NS} | ۲۷ ^{NS} | ۱۳۶/۶۷** | ۱/۹۱ ^{NS} | ۹/۶۴** | ۲/۳۳** |
| ۳۱ | ۱۴۲** | ۱۹/۳۳ ^{NS} | ۲۵/۶۶* | ۱۱۶/۳۳ ^{NS} | ۱/۸۵** | ۹/۵۱** | ۲/۲۵** |
| ۳۲ | ۱۳۸/۳۳** | ۲۲ ^{NS} | ۲۶/۳۳ ^{NS} | ۷۰** | ۱/۸۱** | ۹/۳۲** | ۲/۰۹** |
| ۳۳ | ۱۴۱/۶۷** | ۱۵/۳۳ ^{NS} | ۲۶/۳۳ ^{NS} | ۱۲۱ ^{NS} | ۱/۸۶** | ۹/۸۴ ^{NS} | ۲/۲۷** |
| ۳۴ | ۱۳۹/۳۳** | ۱۸/۶۷ ^{NS} | ۲۵** | ۱۰۶/۳۳ ^{NS} | ۱/۸۶** | ۹/۶۳** | ۲/۲۲** |
| ۳۵ | ۱۴۷/۳۳ ^{NS} | ۲۰ ^{NS} | ۲۹/۶۶ ^{NS} | ۱۱۳/۳۳ ^{NS} | ۱/۹۸ ^{NS} | ۱۰/۲۱ ^{NS} | ۲/۷۱* |
| ۳۶ | ۱۳۶/۶۷** | ۱۶ ^{NS} | ۲۷/۳۳ ^{NS} | ۱۱۷/۶۷ ^{NS} | ۱/۸۹** | ۱۰/۴۸* | ۲/۵۲ ^{NS} |
| ۳۷ | ۱۴۵** | ۱۶/۳۳ ^{NS} | ۲۵/۳۳** | ۱۱۲/۶۷ ^{NS} | ۱/۸۷** | ۹/۹۴ ^{NS} | ۲/۲۶** |
| ۳۸ | ۱۴۴** | ۱۶ ^{NS} | ۲۴* | ۱۲۴/۳۳ ^{NS} | ۱/۷۹** | ۹/۸۲ ^{NS} | ۲/۱۴** |
| ۳۹ | ۱۴۵** | ۱۵/۶۷ ^{NS} | ۲۵/۶۶* | ۱۲۱/۶۷ ^{NS} | ۱/۸۷** | ۹/۳۶** | ۲/۲۵** |
| ۴۰ | ۱۳۳/۶۷** | ۱۶/۳۳ ^{NS} | ۲۵/۳۳** | ۱۱۶/۶۷ ^{NS} | ۱/۸۷** | ۹/۷۰** | ۲/۲۴** |
| ۴۱ | ۱۳۲** | ۱۶ ^{NS} | ۲۵/۶۶* | ۱۲۸/۶۷* | ۱/۹۲ ^{NS} | ۹/۴۷** | ۲/۲۲** |
| ۴۲ | ۱۳۳/۳۳** | ۱۳/۳۳* | ۲۶* | ۱۱۹ ^{NS} | ۱/۸۸** | ۹/۹۴ ^{NS} | ۲/۵۶ ^{NS} |
| ۴۳ | ۱۳۵** | ۱۷ ^{NS} | ۲۵** | ۱۱۶/۶۷ ^{NS} | ۱/۹۳ ^{NS} | ۹/۸۸ ^{NS} | ۲/۳۶** |
| ۴۴ | ۱۳۳/۶۷** | ۶/۶۷** | ۲۷/۶۶ ^{NS} | ۱۵۵** | ۱/۹۲ ^{NS} | ۹/۹۷ ^{NS} | ۲/۴۴* |
| ۴۵ | ۱۳۸** | ۱۷/۳۳ ^{NS} | ۲۵/۳۳** | ۱۳۸/۳۳** | ۱/۸۷** | ۹/۵۱** | ۲/۳۱** |
| ۴۶ | ۱۴۱** | ۱۸/۶۷ ^{NS} | ۲۶/۳۳ ^{NS} | ۱۲۲/۶۷ ^{NS} | ۱/۸۵** | ۹/۴۲** | ۲/۲۵** |
| ۴۷ | ۱۳۳** | ۱۳/۳۳* | ۲۷ ^{NS} | ۱۵۹/۳۳** | ۱/۹* | ۹/۷۰** | ۲/۴۳* |
| ۴۸ | ۱۴۴/۶۷** | ۱۳* | ۲۷ ^{NS} | ۱۲۶ ^{NS} | ۱/۸۸** | ۹/۶۵** | ۲/۳۳** |
| ۴۹ | ۱۳۳** | ۱۲/۶۷** | ۲۶/۳۳ ^{NS} | ۱۰۹ ^{NS} | ۱/۹۱ ^{NS} | ۱۰ ^{NS} | ۲/۵۰ ^{NS} |

ادامه جدول ۳

| | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|------|
| ۲/۴۷ ^{ns} | ۱۰/۳۱ ^{ns} | ۱/۹۸ ^{ns} | ۱۰۴ ^{ns} | ۲۲/۳۳ ^{**} | ۲۱ ^{ns} | ۱۲۳ ^{**} | ۵۰ |
| ۲/۳۲ ^{**} | ۹/۹۸ ^{ns} | ۱/۸۹ ^{**} | ۱۴۰ ^{**} | ۲۶/۳۳ ^{ns} | ۱۶ ^{ns} | ۱۴۳/۶۷ ^{**} | ۵۱ |
| ۲/۳۰۶ ^{**} | ۹/۹۹ ^{ns} | ۱/۹۱ ^{ns} | ۱۰۹/۶۷ ^{ns} | ۲۴/۶۶ ^{**} | ۱۶ ^{ns} | ۱۴۵ ^{**} | ۵۲ |
| ۲/۲۶ ^{**} | ۱۰/۰۴ ^{ns} | ۱/۹۵ ^{ns} | ۱۳۸/۳۳ ^{**} | ۲۶/۶۶ ^{ns} | ۲۹ ^{**} | ۱۳۷/۶۷ ^{**} | ۵۳ |
| ۲/۳۶ ^{**} | ۹/۶۵ ^{**} | ۱/۹۴ ^{ns} | ۱۵۱/۳۳ ^{**} | ۲۷/۶۶ ^{ns} | ۱۱/۳۳ ^{**} | ۱۴۰/۶۷ ^{**} | ۵۴ |
| ۲/۱۸ ^{**} | ۹/۱۳ ^{**} | ۱/۷۶ ^{**} | ۱۷۳/۶۷ ^{**} | ۲۷/۳۳ ^{ns} | ۱۳/۳۳ [*] | ۱۳۰ ^{**} | ۵۵ |
| ۲/۴۲ [*] | ۱۰/۴۶ [*] | ۱/۹۲ ^{ns} | ۱۵۳ ^{**} | ۲۶ [*] | ۲۳ ^{ns} | ۱۳۳/۶۷ ^{**} | ۵۶ |
| ۲/۶۳ ^{ns} | ۱۰/۳۹ ^{ns} | ۱/۹۴ ^{ns} | ۱۳۰/۶۷ [*] | ۲۶/۳۳ ^{ns} | ۱۲/۳۳ ^{**} | ۱۳۴ ^{**} | ۵۷ |
| ۲/۸ ^{**} | ۹/۸۲ ^{ns} | ۱/۹۲ ^{ns} | ۱۱۹/۳۳ ^{ns} | ۲۶/۶۶ ^{ns} | ۱۲ [*] | ۱۳۴/۶۷ ^{**} | ۵۸ |
| ۲/۵۷ ^{ns} | ۱۰/۱۶ ^{ns} | ۱/۹۵ ^{ns} | ۱۰۲ ^{ns} | ۲۶/۶۶ ^{ns} | ۲۵ [*] | ۱۳۲/۳۳ ^{**} | ۵۹ |
| ۲/۵۷ | ۱۰/۱۱ | ۱/۹۸ | ۱۰۴ | ۲۸/۱۶ | ۱۹/۳۳ | ۱۵۳ | شاهد |
| ۰/۱۵۱ | ۰/۳۸۲ | ۰/۰۹۵ | ۳۰/۸۰۱ | ۲/۷۳ | ۶/۳۷ | ۷/۵۹ | LSD |

*، ** : معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns : عدم معنی دار بودن.

(۱۵۳/۳۳) بیشترین اختلاف معنی دار را نسبت به شاهد نشان دادند.

در مورد صفت عرض دانه تیمار سدیم آزید باعث افزایش عرض دانه تنها ژنوتیپ ۲۳ (۲/۰۲ میلی متر) نسبت به شاهد (۱/۹۸ میلی متر) شد که البته این تفاوت معنی دار نبوده است. این بررسی نشان می‌دهد که تیمار موتاژنی سدیم آزید باعث کاهش عرض دانه شده که نتیجه مطلوبی به حساب نمی‌آید. در طول دانه تنها ژنوتیپ ۶۳ نسبت به شاهد افزایش معنی داری نشان داده است و در وزن صد دانه نیز تنها ژنوتیپ شماره ۲۳ افزایش معنی داری نسبت به شاهد نشان داده است.

همچنین مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در تیمار AZ نشان داد که ارتفاع بوته تقریباً در تمامی ژنوتیپ‌ها کاهش معنی داری را نسبت به شاهد (۱۵۲/۶۶ سانتی متر) نشان داد که در این بین ژنوتیپ‌های ۳۸ (۱۲۷ سانتی متر)، ۴۷ با میانگین (۱۲۸ سانتی متر) و ۶۲ با میانگین (۱۲۹/۳۳ سانتی متر) بیشترین کاهش معنی داری را داشته‌اند (جدول ۴).

در بررسی‌های به عمل آمده روی صفت تعداد دانه پر ۵۱/۴۷ درصد از ژنوتیپ‌های مطالعه شده اختلاف بسیار معنی داری را نسبت به شاهد (۱۰۴) نشان دادند که در این بین ژنوتیپ‌های ۸، (۱۵۸)، ژنوتیپ ۳۴، (۱۵۲/۳۳) و ژنوتیپ ۴۱ با میانگین

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ های برنج تحت تاثیر AZ

| شماره ژنوتیپ | ارتفاع بوته (سانتی متر) | تعداد پنجه | طول خوشه (سانتی متر) | تعداد دانه پر | عرض دانه (میلی متر) | طول دانه (میلی متر) | ۱۰۰ دانه وزن (گرم) |
|--------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| ۱ | ۱۴۶/۳۳۳* | ۲۱/۳۳۳ ^{ns} | ۲۷/۳۳۳ ^{ns} | ۱۱۹/۶۶۷ ^{ns} | ۱/۸۶** | ۹/۵۸** | ۲/۲۳** |
| ۲ | ۱۴۱/۶۶۷** | ۲۷/۶۶۷** | ۲۴/۳۳۳** | ۱۲۶* | ۱/۹۱* | ۹/۶۸** | ۲/۳۳** |
| ۳ | ۱۳۷/۶۶۷** | ۱۵* | ۲۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱۴۶** | ۱/۸۸** | ۹/۷۵** | ۲/۳۳** |
| ۴ | ۱۳۱/۶۶۷** | ۱۵/۳۳۳ ^{ns} | ۲۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱۲۶* | ۱/۸۸** | ۹/۷۲** | ۲/۴۵ ^{ns} |
| ۵ | ۱۳۵** | ۱۶/۳۳ ^{ns} | ۲۷ ^{ns} | ۱۲۲ ^{ns} | ۱/۸۹** | ۹/۸۴** | ۲/۴۱* |
| ۶ | ۱۴۰/۶۶۷** | ۱۰** | ۲۵/۶۶۷* | ۱۰۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱/۸۳** | ۹/۹۲ ^{ns} | ۲/۳۴** |
| ۷ | ۱۴۲** | ۸** | ۲۷/۳۳۳ ^{ns} | ۱۴۰/۶۶۷** | ۱/۸۵** | ۹/۸۱** | ۲/۴۵ ^{ns} |
| ۸ | ۱۴۲/۶۶۷** | ۱۶/۳۳۳ ^{ns} | ۲۸ ^{ns} | ۱۵۸** | ۱/۸۶** | ۹/۷۵** | ۲/۴۱* |
| ۹ | ۱۴۶/۶۶۷** | ۱۷/۳۳۳ ^{ns} | ۲۵** | ۱۳۳** | ۱/۸۴** | ۹/۷۵** | ۲/۳۵** |
| ۱۰ | ۱۳۶/۶۶۷** | ۱۹/۶۶۷ ^{ns} | ۲۵/۶۶۷* | ۱۲۲ ^{ns} | ۱/۸۹** | ۹/۹۲ ^{ns} | ۲/۵۸ ^{ns} |
| ۱۱ | ۱۳۴/۶۶۷** | ۱۲/۳۳۳** | ۲۶* | ۱۳۸/۳۳۳** | ۱/۸۹** | ۹/۵۳ | ۲/۴۴ ^{ns} |
| ۱۲ | ۱۵۰/۳۳ ^{ns} | ۱۵/۳۳۳ ^{ns} | ۲۶/۳۳۳ ^{ns} | ۱۲۰ ^{ns} | ۱/۸۲** | ۹/۵۷** | ۲/۰۶** |
| ۱۳ | ۱۴۴** | ۲۰/۳۳۳ ^{ns} | ۲۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱۲۰/۳۳۳ ^{ns} | ۱/۸۶** | ۹/۶۴** | ۲/۳۴** |
| ۱۴ | ۱۴۶/۳۳* | ۱۵/۳۳۳ ^{ns} | ۲۶* | ۱۰۸ ^{ns} | ۱/۸۷** | ۹/۸** | ۲/۳۲** |
| ۱۵ | ۱۳۹/۶۶۷** | ۱۳/۳۳۳** | ۲۸ ^{ns} | ۱۲۹/۶۶۷* | ۱/۸۸** | ۹/۸۸* | ۲/۴۴ ^{ns} |
| ۱۶ | ۱۳۹/۳۳۳** | ۱۱/۳۳۳** | ۲۵** | ۱۲۲/۳۳۳ ^{ns} | ۱/۸۵** | ۹/۷** | ۲/۳۶** |
| ۱۷ | ۱۳۵/۶۶۷** | ۱۳/۶۶۷** | ۲۵/۶۶۷* | ۱۳۹/۶۶۷** | ۱/۸۲** | ۹/۸۵* | ۲/۳۵** |
| ۱۸ | ۱۳۴/۶۶۷** | ۱۸ ^{ns} | ۲۶* | ۱۳۴** | ۱/۸۳** | ۹/۷۲** | ۲/۳۱** |
| ۱۹ | ۱۳۵/۳۳۳** | ۱۶/۶۶۷ ^{ns} | ۲۶* | ۱۳۰** | ۱/۸۴** | ۹/۹۳ ^{ns} | ۲/۳۴** |
| ۲۰ | ۱۴۳/۶۶۷** | ۱۵/۶۶۷ ^{ns} | ۲۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱۱۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱/۸۹** | ۹/۸۳** | ۲/۳۸** |
| ۲۱ | ۱۳۸/۳۳۳** | ۱۰/۳۳۳* | ۲۵/۶۶۷* | ۱۴۰** | ۱/۸۵** | ۹/۴۵** | ۲/۲۶** |
| ۲۲ | ۱۴۳/۳۳۳** | ۱۸/۶۶۷ ^{ns} | ۲۷/۳۳۳ ^{ns} | ۱۲۶/۳۳۳* | ۱/۹۶ ^{ns} | ۹/۸۵* | ۲/۶۶ ^{ns} |
| ۲۳ | ۱۳۴/۳۳۳** | ۱۹/۳۳۳ ^{ns} | ۲۷/۳۳۳ ^{ns} | ۱۱۲ ^{ns} | ۲/۰۲ ^{ns} | ۱۰/۲۱ ^{ns} | ۲/۹۴** |
| ۲۴ | ۱۴۴/۶۶۷* | ۱۸ ^{ns} | ۲۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱۴۰/۳۳۳** | ۱/۸۴** | ۹/۶۷** | ۲/۲۵** |
| ۲۵ | ۱۴۲** | ۱۲/۳۳۳** | ۲۶/۳۳۳ ^{ns} | ۱۳۱** | ۱/۹۱* | ۹/۹۸ ^{ns} | ۲/۳۲* |
| ۲۶ | ۱۴۱** | ۱۷/۶۶۷ ^{ns} | ۲۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱۲۷/۶۶۷* | ۱/۸۴** | ۹/۹۷ ^{ns} | ۲/۳۳** |
| ۲۷ | ۱۴۱/۶۶۷** | ۱۴* | ۲۶/۳۳۳ ^{ns} | ۱۲۱ ^{ns} | ۱/۸۹** | ۹/۵۱** | ۲/۳۲** |
| ۲۸ | ۱۴۴/۳۳۳** | ۱۵/۳۳۳ ^{ns} | ۲۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱۳۲/۳۳۳** | ۱/۸۳** | ۹/۵۴** | ۲/۲۷** |
| ۲۹ | ۱۴۱/۳۳۳** | ۱۵/۳۳۳ ^{ns} | ۲۵/۶۶۷* | ۱۲۹* | ۱/۸۱** | ۹/۶۴** | ۲/۲۸** |
| ۳۰ | ۱۴۸/۳۳۳ ^{ns} | ۲۰ ^{ns} | ۳۴/۶۶۷** | ۱۱۸/۳۳۳ ^{ns} | ۱/۹** | ۱۰/۰۵ ^{ns} | ۲/۴۳* |
| ۳۱ | ۱۳۶/۳۳۳** | ۱۴/۳۳۳* | ۲۷/۳۳۳ ^{ns} | ۱۲۵/۳۳۳* | ۱/۸۴** | ۹/۶۳** | ۲/۲۵** |
| ۳۲ | ۱۵۴ ^{ns} | ۱۸/۳۳۳ ^{ns} | ۲۷/۶۶۷ ^{ns} | ۱۲۷/۳۳۳* | ۱/۸۶** | ۱۰/۰۶ ^{ns} | ۲/۳۸** |
| ۳۳ | * | ۱۹ ^{ns} | ۲۶* | ۱۳۳/۶۶۷** | ۱/۸۶** | ۹/۹۲ ^{ns} | ۲/۳۸** |
| ۳۴ | ۱۳۸** | ۱۹ ^{ns} | ۲۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱۵۲/۳۳۳** | ۱/۸۷** | ۹/۸۱** | ۲/۳۳** |
| ۳۵ | ۱۴۰/۳۳۳** | ۱۳/۳۳۳** | ۲۶* | ۱۳۷/۶۶۷** | ۱/۸۷** | ۹/۸۸* | ۲/۲۷** |
| ۳۶ | ۱۳۹** | ۱۵/۳۳۳ ^{ns} | ۲۶* | ۱۱۵/۳۳۳ ^{ns} | ۱/۸۹** | ۹/۶۲** | ۲/۲۹** |
| ۳۷ | ۱۳۹/۶۶۷** | ۲۵** | ۲۴/۳۳۳** | ۹۴ ^{ns} | ۱/۸۵** | ۹/۹۵ ^{ns} | ۲/۲۴** |
| ۳۸ | ۱۲۷** | ۱۰/۳۳۳** | ۲۵/۶۶۷* | ۱۱۲/۶۶۷ ^{ns} | ۱/۹۱** | ۱۰/۲۵ ^{ns} | ۲/۵۹ ^{ns} |
| ۳۹ | ۱۳۰/۶۶۷** | ۱۱/۳۳۳** | ۲۷ ^{ns} | ۱۲۹/۳۳۳* | ۱/۹** | ۱۰/۱۸ ^{ns} | ۲/۴۶ ^{ns} |
| ۴۰ | ۱۳۵/۳۳۳** | ۱۷/۶۶۷ ^{ns} | ۲۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱۳۱/۶۶۷** | ۱/۹۲ ^{ns} | ۱۰/۲۶ ^{ns} | ۲/۴۲* |
| ۴۱ | ۱۴۷ ^{ns} | ۲۱/۳۳۳ ^{ns} | ۲۸/۶۶۷ ^{ns} | ۱۵۳/۳۳۳** | ۱/۹۱* | ۱۰/۴۱** | ۲/۳۵** |
| ۴۲ | ۱۴۵/۳۳۳* | ۱۳/۳۳۳** | ۲۷ ^{ns} | ۱۱۸ ^{ns} | ۱/۸۶** | ۹/۷۵** | ۲/۲۱** |
| ۴۳ | ۱۳۶** | ۱۶ ^{ns} | ۲۵** | ۱۱۸/۶۶۷ ^{ns} | ۱/۸۴** | ۹/۷۶** | ۲/۲۱** |
| ۴۴ | ۱۳۰/۶۶۷** | ۱۰/۶۶۷** | ۲۵/۳۳۳** | ۹۸/۶۶۷ ^{ns} | ۱/۸۷** | ۹/۷۸** | ۲/۲۲** |
| ۴۵ | ۱۳۹/۶۶۷** | ۱۳/۳۳۳** | ۲۷/۶۶۷ ^{ns} | ۱۱۷ ^{ns} | ۱/۸۸** | ۱۰/۰۹ ^{ns} | ۲/۴۲* |
| ۴۶ | ۱۳۲** | ۸** | ۲۶** | ۱۳۰** | ۱/۹۱* | ۹/۸۳** | ۲/۳۳** |
| ۴۷ | ۱۲۸** | ۱۶ ^{ns} | ۲۴/۳۳۳** | ۱۰۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱/۸۸** | ۹/۹۸ ^{ns} | ۲/۳۳** |

ادامه جدول ۴

| | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------|------|
| ۲/۳۴** | ۱۰/۱۸ ^{ns} | ۱/۹۵ ^{ns} | ۱۱۷/۶۶۷ ⁿ | ۲۵/۳۳۳** | ۱۴/۶۶۷* | ۱۳۸** | ۴۸ |
| ۲/۳۴** | ۹/۹۵ ^{ns} | ۱/۸۹** | ۱۰۹ ^{ns} | ۲۴/۶۶۷** | ۲۰/۳۳۳ ^{ns} | ۱۳۶** | ۴۹ |
| ۲/۳۴** | ۹/۹۸ ^{ns} | ۱/۸۹** | ۱۱۶/۶۶۷ ^{ns} | ۲۵/۳۳۳** | ۱۱/۶۶۷** | ۱۳۱/۶۶۷** | ۵۰ |
| ۲/۴۷ ^{ns} | ۹/۸۷* | ۱/۹۱* | ۱۰۳/۶۶۷ ⁿ | ۲۵** | ۱۲/۳۳۳** | ۱۳۸/۶۶۷** | ۵۱ |
| ۲/۲۵** | ۹/۷۱** | ۱/۸۸** | ۱۳۲/۳۳۳* | ۲۶* | ۲۰ ^{ns} | ۱۴۲/۶۶۷** | ۵۲ |
| ۲/۳** | ۹/۹۶ ^{ns} | ۱/۸۸** | ۱۱۸/۶۶۷ ⁿ | ۲۴/۳۳۳** | ۱۴* | ۱۳۵** | ۵۳ |
| ۲/۱۹** | ۹/۷۴** | ۱/۸۴** | ۱۲۱/۳۳۳ ⁿ | ۲۷/۶۶۷ ^{ns} | ۱۳** | ۱۴۲** | ۵۴ |
| ۲/۱۷** | ۹/۷۴** | ۱/۸۴** | ۱۲۱/۳۳۳ ⁿ | ۲۵/۶۶۷* | ۱۶/۳۳۳ ^{ns} | ۱۴۵* | ۵۵ |
| ۲/۳۷** | ۱۰/۰۵ ^{ns} | ۱/۹۴** | ۱۳۵/۶۶۷* | ۲۵/۶۶۷* | ۱۴/۶۶۷* | ۱۳۶/۶۶۷** | ۵۶ |
| ۲/۲۵** | ۹/۵۴** | ۱/۸۴** | ۱۳۷** | ۲۶/۳۳۳ ^{ns} | ۱۱/۶۶۷** | ۱۴۲** | ۵۷ |
| ۲/۲۲** | ۹/۸۷* | ۱/۸۳** | ۱۳۲** | ۲۶/۳۳۳ ^{ns} | ۱۳** | ۱۳۶** | ۵۸ |
| ۲/۲۲** | ۹/۷** | ۱/۸۳** | ۱۰۷/۳۳۳ ⁿ | ۲۷ ^{ns} | ۹** | ۱۴۱/۶۶۷** | ۵۹ |
| ۲/۳۶** | ۹/۶۳** | ۱/۹۱* | ۱۴۱/۶۶۷* | ۲۶/۶۶۷ ^{ns} | ۱۰/۳۳۳** | ۱۳۶/۳۳۳** | ۶۰ |
| ۲/۰۶** | ۹/۵۱** | ۱/۷۸** | ۱۱۳/۳۳۳ ⁿ | ۲۷/۳۳۳ ^{ns} | ۱۴/۳۳۳* | ۱۴۳** | ۶۱ |
| ۲/۵ ^{ns} | ۹/۸۴** | ۱/۹** | ۱۳۴/۶۶۷* | ۲۶/۳۳۳ ^{ns} | ۱۳/۳۳۳** | ۱۲۹/۳۳۳** | ۶۲ |
| ۲/۲۷** | ۱۰/۴۴** | ۱/۸۸** | ۱۰۵ ^{ns} | ۲۵** | ۱۲/۳۳** | ۱۳۱/۶۶۷** | ۶۳ |
| ۲/۲۶** | ۹/۹۱** | ۱/۹** | ۱۲۲ ^{ns} | ۲۵** | ۱۲** | ۱۳۱/۳۳** | ۶۴ |
| ۲/۵۳ ^{ns} | ۱۰/۱۳ ^{ns} | ۱/۹۹ ^{ns} | ۱۳۳/۶۶** | ۲۷ ^{ns} | ۱۴/۶۶* | ۱۳۱/۳۳** | ۶۵ |
| ۲/۵ ^{ns} | ۹/۹۱* | ۱/۹۵ ^{ns} | ۱۳۶/۶۶** | ۲۸ ^{ns} | ۱۵* | ۱۲۹/۳۳** | ۶۶ |
| ۲/۲۱** | ۹/۸۸* | ۱/۸۴** | ۱۴۴/۳۳** | ۲۷ ^{ns} | ۱۲/۶۶** | ۱۳۹** | ۶۷ |
| ۲/۲۹** | ۹/۹* | ۱/۹** | ۱۴۷** | ۲۶* | ۱۵* | ۱۳۳/۳۳** | ۶۸ |
| ۲/۵۷ | ۱۰/۱۱ | ۱/۹۸ | ۱۰۴ | ۲۸/۱۶۷ | ۱۹/۳۳ | ۱۵۲/۶۶ | شاهد |
| ۰/۱۶۲ | ۰/۲۵۷ | ۰/۰۶۶ | ۲۵/۳۲ | ۲/۶۷ | ۵/۳۹ | ۷/۸۷ | LSD |

*, **: معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی دار بودن.

دانه پر ایجاد کرده است.

در این تحقیق بسیاری از موتانت‌های مطلوب (زودرس، پاکوتاه، دانه بلند، خوشه بلند و ...) به صورت تک بوته انتخاب شده و بذور آنها به صورت جداگانه برداشت شدند تا در نسل‌های بعدی مورد مطالعه بیشتر قرار گیرند. در تیمار موتانتی سدیم آزید دو لاین ۳۰ و ۴۱ با توجه به دارا بودن صفات مطلوب مربوط به عملکرد، ارتفاع و تعداد پنجه به عنوان لاین برتر انتخاب شدند تا در نسل‌های بعدی به منظور ارزیابی بیشتر روی صفات بررسی شده و صفات دیگری که در این نسل ارزیابی نشده‌اند، مورد بررسی قرار گیرند.

مطابق جدول ۵ دو موتانت بکار رفته در صفات بررسی شده باعث کاهش ارتفاع و افزایش تعداد دانه نسبت به شاهد شده است که مطلوب می‌باشد اما تغییرات ایجاد شده در مورد بقیه صفات نسبت به شاهد مطلوب نبوده است. هم چنین بیشترین تنوع ایجاد شده در هر دو تیمار موتانتی مربوط به پنجه و تعداد دانه پر بود که در این بین سهم اتیل متان سولفونات (EMS) بیشتر از سدیم آزید می‌باشد. بیشترین موتانت‌های مطلوب ایجاد شده در دو صفت تعداد پنجه و تعداد دانه پر می‌باشد که EMS بیشترین موتانت مطلوب را در تعداد پنجه و AZ بیشترین موتانت مطلوب را در صفت تعداد

جدول ۵- میانگین، ضریب تنوع، ضریب تنوع نسبی (Cv_t/Cv_{nt})، واریانس فنوتیپی، دامنه تنوع و میزان F در صفات مورد بررسی

| تعداد پنجه | | | | | | ارتفاع | | | | | | |
|---------------|------------|----------------|----------------------------------|------|---------|-----------------|-----------|----------------|----------------------------------|-----|---------|-------|
| F | R | V _p | Cv _t Cv _{nt} | cv | میانگین | F | R | V _p | Cv _t Cv _{nt} | cv | میانگین | تیمار |
| ۹/۲** | ۷-۳۰ | ۱۸/۴۹۷ | ۳/۷ | ۲۸/۳ | ۱۵/۱۹ | ۶/۸* | ۱۲۴-۱۵۸ | ۴۱/۶۲۹ | ۲/۷ | ۴/۶ | ۱۳۸/۸ | AZ |
| ۱۳/۶** | ۶-۳۶ | ۲۷/۲۸۲ | ۳/۷ | ۲۸/۵ | ۱۸/۳۴ | ۶/۲** | ۱۲۰-۱۶۰ | ۴۱/۳۰۸ | ۲/۷ | ۴/۶ | ۱۳۸/۶۵ | EMS |
| ۱ | ۱۷-۲۱ | ۲ | ۱ | ۷/۷ | ۱۸/۳۳ | ۱ | ۱۵۰-۱۵۷ | ۶/۶۱۱ | ۱ | ۱/۷ | ۱۵۳/۸۹ | شاهد |
| تعداد دانه پر | | | | | | طول خوشه | | | | | | |
| ۱۱/۴** | ۲۴-۴۷ | ۱۹/۱۰۵ | ۲/۸ | ۱۳/۱ | ۱۲۶/۰۴ | ۳/۵* | ۲۳-۳۶ | ۳/۰۷ | ۲/۱ | ۶/۶ | ۲۶/۳۸۷ | AZ |
| ۲۲/۱** | ۲۰-۵۹ | ۲۷/۹۰۷ | ۳/۹ | ۱۸/۲ | ۱۲۶/۶۵ | ۵/۱** | ۲۰-۳۳ | ۲/۹۲ | ۲ | ۶/۵ | ۲۶/۳۵۳ | EMS |
| ۱ | ۲۵-۳۲ | ۵/۴۴۴ | ۱ | ۴/۷ | ۱۰۴/۲۲ | ۱ | ۲۷-۲۹ | ۰/۷۹۹ | ۱ | ۳/۲ | ۲۸/۱۱۱ | شاهد |
| طول دانه | | | | | | عرض دانه | | | | | | |
| ۸** | ۹/۲۵-۱۰/۵۳ | ۰/۰۵۶ | ۳ | ۲/۴ | ۹/۸۵۰۹ | ۳ ^{ns} | ۱/۷۶-۲/۰۵ | ۰/۰۰۳ | ۱/۶ | ۲/۷ | ۱/۸۷۹۷ | AZ |
| ۲۱/۳** | ۸/۸۲-۱۱/۴۲ | ۰/۱۴۹ | ۴/۹ | ۳/۹ | ۹/۷۹۰۳ | ۵* | ۱/۶-۲/۱ | ۰/۰۰۵ | ۲/۱ | ۳/۶ | ۱/۸۸۱۹ | EMS |
| ۱ | ۱۰-۱۰/۲۴ | ۰/۰۰۷ | ۱ | ۰/۸ | ۱۰/۱۴۱۱ | ۱ | ۱/۹-۲ | ۰/۰۰۱ | ۱ | ۱/۷ | ۱/۹۵۶ | شاهد |
| | | | | | | وزن ۱۰۰ دانه | | | | | | |
| | | | | | | ۵/۵** | ۱/۹۲-۳/۰۴ | ۰/۰۲۲ | ۲/۶ | ۶/۳ | ۲/۳۴ | AZ |
| | | | | | | ۸** | ۱/۷۳-۲/۸۴ | ۰/۰۳۲ | ۳/۲ | ۷/۷ | ۲/۳ | EMS |
| | | | | | | ۱ | ۲/۵۵-۲/۷۵ | ۰/۰۰۴ | ۱ | ۲/۴ | ۲/۶۳ | شاهد |

*، ** معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns: عدم معنی داری.

انتخاب آنها از طریق فنوتیپ امکان پذیر خواهد بود زیرا بخش عمده ریخته ارثی این صفات قابل انتقال به نسل‌های بعدی می‌باشد. هم چنین بالا بودن پیشرفت ژنتیکی در صفات تعداد دانه پر، ارتفاع و تعداد پنجه در تیمار اتیل متان سولفونات نسبت به سدیم آزید بیانگر بهبود این صفات نسبت به شاهد و تاثیر مفید بیشتر تیمار EMS نسبت به AZ می باشد (جداول ۶ و ۷). افزایش وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی در صفت تعداد دانه و ۱۰۰ دانه در تیمار سدیم آزید توسط منشا و اوبادونی نیز گزارش شده است (۱۶).

در تیمار موتاژنی اتیل متان سولفونات نیز لاین‌های ۲ و ۵۳ با توجه به مطلوب بودن صفات مهم اقتصادی نسبت به شاهد به عنوان لاین‌های برتر این موتاژن انتخاب شدند. مطابق جداول ۶ و ۷ تیمار موتاژنی اتیل متان سولفونات در مورد صفات طول دانه، وزن ۱۰۰ دانه، ارتفاع، تعداد پنجه، تعداد دانه پر و قطر دانه به ترتیب بیشترین وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی را نسبت به تیمار موتاژنی سدیم آزید نشان داده است. بالا بودن میزان وراثت‌پذیری در صفات نامبرده نشان دهنده این است که این صفات به میزان زیادی تحت تاثیر عوامل ژنتیکی بوده و

جدول ۶- ضریب تنوع فنوتیپی % (CVP)، ضریب تنوع ژنوتیپی % (CVG)، وراثت‌پذیری عمومی % (H^2_b) و پیشرفت

ژنتیکی (GA) % در ژنوتیپ‌های برنج تحت تاثیر تیمار EMS

| ارتفاع | تعداد پنجه | طول خوشه | تعداد دانه پر | قطر دانه | طول دانه | ۱۰۰ دانه | |
|--------|------------|----------|---------------|----------|----------|----------|---------------|
| ۴/۷۹۴ | ۲۸/۴۷۶ | ۶/۵۶۵ | ۱۹/۲۱ | ۳/۷۷ | ۳/۹۶۱ | ۷/۸ | % (CVP) |
| ۴/۰۴۵ | ۲۳/۳۴۴ | ۴/۳۹۱ | ۱۵/۳۹ | ۲/۹۲ | ۳/۵۱ | ۷/۱۶۹ | % (CVG) |
| ۷۱/۲ | ۶۷/۲ | ۴۴/۷ | ۶۴/۲۲ | ۶۰ | ۷۸/۵ | ۸۴/۳ | % (H^2_b) |
| ۹۷/۱۴ | ۷۲۰/۶ | ۱۵۸/۶ | ۳۱۸۸/۲۶ | ۸/۷ | ۶۲/۴ | ۳۱ | % (GA) |

جدول ۷- ضریب تنوع فنوتیپی % (CVP)، ضریب تنوع ژنوتیپی % (CVG)، وراثت‌پذیری عمومی % (H^2_b) و پیشرفت

ژنتیکی (GA) % در ژنوتیپ‌های برنج تحت تاثیر تیمار AZ

| ارتفاع | تعداد پنجه | طول خوشه | تعداد دانه پر | قطر دانه | طول دانه | ۱۰۰ دانه | |
|--------|------------|----------|---------------|----------|----------|----------|---------------|
| ۴/۷۶۸ | ۲۸/۳۲۳ | ۶/۶۷۶ | ۱۳/۲۰۵ | ۲/۳۷۷ | ۲/۳۸ | ۶/۳۱۴ | % (CVP) |
| ۳/۹۳۵ | ۲۲/۷۹۳ | ۴/۶۲ | ۹/۰۹۱ | ۱/۶۸۱ | ۲/۰۲۹ | ۵/۳۸۴ | % (CVG) |
| ۶۸/۱ | ۶۴/۷ | ۴۷/۹ | ۴۷/۳ | ۵۰ | ۷۲/۷ | ۷۲/۷ | % (H^2_b) |
| ۹۲۹/۷ | ۵۷۵/۵ | ۱۷۴ | ۱۶۱۷/۶ | ۴/۵ | ۳۵/۱ | ۲۲/۲ | % (GA) |

اهمیت زیادی می‌باشد بویژه در طارم محلی که به دلیل ارتفاع زیاد دچار ورس می‌شود که با کاهش ارتفاع می‌توان این مشکل را برطرف و ظرفیت کودپذیری را افزایش داد. کاهش ارتفاع

طبق مقایسات انجام گرفته برای ارزیابی صفات رویشی و زایشی در لاین‌های آزمایشی نسبت به شاهد مشخص گردید که ارتفاع بوته در همه موارد کاهش یافت. کاهش ارتفاع بوته دارای

نبوده در حالی که در مطالعه حاضر تعداد پنجه در رقم برنج طارم محلی تحت تاثیر ۲ Mm AZ در مقایسه با شاهد کاهش معنی داری را نشان داد. این نتایج نشان می دهد که تاثیر موتاژن در ارقام مختلف و دزهای متفاوت، نتایج متفاوتی را نشان می دهد. تعداد دانه کل نیز در همه موارد افزایش یافت که افزایش تعداد دانه در خوشه تحت تاثیر موتاژن توسط خادامیان و همکاران (۱۱)، بالوچ و همکاران (۳) و منشا و اوبادونی (۱۶) گزارش شده است.

تشکر و قدردانی

از مسئولین آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به دلیل همکاری بسیار صمیمانه و در اختیار قرار دادن امکانات آزمایشگاهی کمال تشکر را داریم.

بوته توسط منشا و اوبادونی (۱۶)، محمود و آل توانی (۱۵)، ربین اسکی و همکاران (۲۰)، آکوئیل سیدیکویی و همکاران (۱) و پادما وردی (۱۸) گزارش شده است. تعداد پنجه در تیمار EMS افزایش یافت، از طریق افزایش پنجه تا حد متعادل، می توان به محصول بیشتر و عملکرد بالاتری دست یافت. البته تعداد پنجه زیاد با ایجاد مشکلاتی نظیر افزایش جمعیت آفات و بیماری ها و هم چنین افزایش تعداد پنجه های نازا و مصرف محصول فتوسنتزی گیاه باعث کاهش عملکرد خواهد شد. افزایش تعداد پنجه تحت تاثیر موتاژن توسط خادامیان و همکاران (۱۱) و منشا و اوبادونی (۱۶) نیز گزارش شده است. اما در مطالعه ای که مونتانلوان و آندو (۱۷) در بررسی موتاژن ۰/۵ Mm AZ روی برنج رقم IAC-1246 داشتند تعداد پنجه تحت تاثیر این موتاژن دارای واریانس و میانگین معنی داری

منابع

1. Aquil Siddiqui, M., I. Ahmad Khan and A. Khatri. 2009. Induced quantitative variability by gamma rays and ethylmethane sulphonate alone and in combination in rapeseed (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Botany, 41(3): 1189-1195.
2. Bradley, J.T., J. Cooper, T.H. Tai, P. Colowit, E.A. Greene, S. Henikoff and L. Comai. 2007. Discovery of chemically induced mutations in rice by TILLING. BioMed Central (BMC Plant Biology). doi:10.1186/1471-2229. 7(19): 1-12.
3. Balooch, A.W., A.M. Soomro, M.H. Naqvi, H.R. Bughio and M.S. Bughio. 2006. Sustainable enhancement of rice (*Oryza sativa* L.) production through the use of mutation breeding. Plant Mutation Reports, 1(1): 40-42.
4. Domingo, C., F. Andrés and M. Talón. 2007. Rice cv. Bahia mutagenized population: a new resource for rice breeding in the Mediterranean basin. Spanish Journal of Agriculture Research, 5(3): 341-347.
5. Fotokian, M. 1993. Study of gamma ray and DMS on some Iranian science (*oryza sativa*) cultivars. MSc Thesis. University of Tabriz, Iran.

6. Francis, T.R. and L.W. Kannenberg. 1978. Yield stability studies in short- season maize descriptive method for genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 58: 1029-1034.
7. Javed, M.A., M.A. Siddiqui, M.K.R. Khan, A. Khatri, L.A. Khan, N.A. Dahar, M.H. Khannzada and R. Khan. 2003. Development of high yielding mutants of *Brassica campestris* L. cv. Toria selection through gamma rays irradiation. Asian Journal of Plant Sciences, 2(2): 192-195.
8. Jeng, T.L., T.H. Tseng, C.S. Wang, C.L. Chen and G.M. Sung. 2003. Starch biosynthesizing enzymes in developing grains of rice cultivar tainung 67 and its sodium azide-induced rice mutant. Field Crops Research, 84: 261-269.
9. Jeng, T.L., T.H. Tseng, C.S. Wang, C.L. Cheng and J.M. Sung. 2006. Yield and grain uniformity in contrasting rice gene type's suitable for different growth environments. Field Crop Research, 99: 59-66.
10. Jia, Y., J. Xie and J.N. Rutger. 2006. Development and characterization of katy deletion mutant populations for functional genomics of host-parasite interactions and rice improvement. Plant Mutation Report, 1(1): 43-47.
11. Khademian, R. 2004. Comparison study of physical (Gamma rays) and chemical (EMS) mutagen effect on agronomic characteristic of some Iranian rice (*Oryza sativa* L.) cultivar. thesis Master of Science, Sari Agricultural Sciences and Natural University, 118 pp.
12. IAEA. Mutant varieties database (MVD). 2010.
13. Khan, S., F. AL-Quraniny and F. Anwar. 2009. Sodium azide a chemical mutagen for enhancement of agronomic traits of crop plant. Environ We Int. Journal Sciences Technology, 4: 1-21.
14. Khatri, A., I. Ahmadkhan, M.A. Siddiqui, S. Raza and G.S. Nizamani. 2005. Evaluation of high yielding mutants of *Brassica juncea* cv. S-9 developed through gamma rays and EMS. Pakistan Journal of Biological Sciences, 37(2): 279-284.
15. Mahmoud, A.A. and N. Al-Twaty. 2006. Effect of gamma irradiation and sodium azide on some economic traits in tomato. Saudi Journal of Biological Sciences, 13(1): 44-49.
16. Menshah, J.K. and B. Obadoni. 2007. Effects of sodium azide on yield parameters of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). African Journal of Biotechnology, 6(6): 668-671.
17. Montalvan, R. and A. Ando. 1998. Effect of gamma-radiation and sodium azide on quantitative character in rice. Genetic and Molecular Biology, 12(1): 244-251.
18. Padma, A. and G.M. Raddy. 1977. Genetic behavior of five induced dwarf mutation in an indica rice cultivar. Crop Science, 17: 860-863.
19. Yilmaz, A. and C. Boydak. 2006. The effect of cobalt-60 application yield components of cotton (*Gossypium barbadense* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 9(15): 2761-2769.
20. Rybinski, W., S. Pietruszewski and K. Kornarzynski. 2003. Influence of magnetic field with chemutagen and gamma rays on the variability of yielding parameters in barley. Int. Agrophysics, 17: 85-91.
21. Stoskof, C.N., T. Tomes and B.R. Christie. 1978. Plant breeding theory and Practice. West View Prees, Boulder. SAN Francisco. Oxford, 373-393 pp.

Study of Induced Variation by Ethyl Methane Sulphonate and Sodium Azide on Tarrom Mahali Rice Cultivar

Zahra Majidi¹, Nadali Babaeian-Jelodar², Gholamali Ranjbar³ and Nadali Bagheri⁴

1- Former M.Sc. Student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: z.h.majidi@gmail.com)

2, 3 and 4- Professor, Associate Professor and Assistant Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Received: August 29, 2011 Accepted: May 22, 2013

Abstract

One of the most important role of mutation breeding is the creation of genetic variability in quantitative traits in various crop plants. The variability, thus created and enhanced for selection of new genotypes with desired characteristics. In present study role of two chemical mutagens, Ethyl Methane Sulphonate (140 Mili molar), Sodium Azide (2 Mili molar) for creating variability in Tarrom Mahali cultivar have been investigated. The measured agronomic characters were: Plant height, tiller number, panicle length, number of filled seeds per panicle, length and width of seed (Milimeter) and 100-grain weight (gr). Results indicated that plant height, number of filled seed per panicle and tiller number showed the best response to these mutagens because plant height decreased in all mutagen treatments compared with control and number of filled seeds was increased in the most lines in two mutagens in compared with control. Maximum heritability and genetic advances were belonged to treatment EMS in most traits, therefore it is indicated that the effects of this mutagen is higher than that of Sodium Azide mutagen. Maximum variability advances were belonged to both mutagen treatments in number of tiller and filled seeds that effects of EMS was higher than AZ.

Keywords: Mutation, Ethyl Methane Sulphonate, Sodium Azide, Genetic variation, Rice