مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

ایجاد تنوع و القاء زودرسی در پنبه توسط پرتو گاما

کامران مظفری*[۱]، مسعود رحیمی[۱]، علی اکبر اسدی[۲] و حمیدرضا مهری[۱]
۱- پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، گروه اصلاح نباتات
۲- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات دانشگاه تبریز
*kmozaffari@nrcam.org

چکیده: به منظور بررسی تاثیر پرتو گاما در ایجاد تنوع ژنتیکی و القاء صفت زودرسی در پنبه ، بذور هشت رقم و نتاج F1 (حاصل از تلاقی والدینی)در دزهای ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ گری توسط اشعه گاما پرتوتابی شدند. انتخاب تک بوته از M2 آغاز شده و آزمون نتاج در نسل M_3 وآزمون مقدماتی عملکرد در نسل‌های M_4 و M_5 انجام گرفت. القاء موتاسیون و گزینش در نسلهای موتاسیون با موفقیت انجام شده و اکثر تیمارهای والدینی غیر از رقم بختگان و تلاقی A-Sh2× Seailand موتانتهای زودرس تولید نمودند . آزمون مقدماتی برای برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد، زودرسی و خصوصیات کیفی موتانتها اانجام شد. از نظر صفات عملکردی موتانت‌های ۱۳۰۳ و ۱۳۲۱ حاصل از تلاقی ۸۱۸×۳۱۲ برتری داشتند. در بین موتانت‌های رویال از نظر صفات عملکردی موتانتهای ۱۳۷۷ و ۱۳۷۵ بهتر بودند. در بین موتانت‌های تلاقی A-Sh2 × Seailand از نظر صفات عملکردی موتانت‌های ۱۴۰۳، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۴ برتر بودند. در رقم تاشکند هر سه لاین موتانت بدست آمده دارای برتری عملکرد بودند. در رقم شیرپان موتانت ۱۶۷۶ برتری عملکرد داشت. در رقم بختگان موتانت ۱۶۶۴ عملکرد برتری دارد. در تلاقی ساحل × پلی ایزوار موتانت ۱۳۴۴ برتری محسوس دارد.

واژگان کلیدی: تنوع ژنی ،موتانت، زودرسی ، پنبه

Investigation of genetic diversity in cotton mutants

Kamran Mozaffari*[1], Masoud Rahimi[1], Ali Asadi[2] and Hamidreza Mehri[1]
1- Nuclear Agriculture Research School, Karaj
2- Ph.D. Student of plant breeding in Tabriz University
*kmozaffari@nrcam.org

Abstract: In order to investigation the effect of gamma ray for genetic variation and induction early in cotton genotypes, the seeds of eight varieties and F1progenies were irradiated with 150, 200 and 250 gray of gamma ray. The selection operations started from M2 and progeny test was done in M3 and preliminary test of proceeds accomplished in M4 and M5 generations. Induce mutation and selection in the mutation generations completed successfully and the most of treatments were product some early mutants except of Bakhtegan variety and A-Sh2× Seailand cross. Preliminary test for some morphological, functional and quality traits, yield and earliness were done in the mutants. For the functional traits, 1303 and 1321 mutants from 312*818 cross were dominant .Among Royal mutants ,the 1377 and 1375 mutants were better for the functional traits. Among mutants from Seailand* A-sh2 cross, the 1403, 1392 and 1394 mutants have better yield than other mutants. All of three mutants of Tashkand variety have better yield than others. The 1676 mutant of Shirpan variety has more yield than others. Among mutants of Bakhtegan variety, the 1664 mutant is the best for the yield trait. Among mutants from the cross of Sahel *Polyisoar, the 1344 mutant has more yield than others.

Keywords: Gene diversity, mutant, earliness, cotton.

مقدمه

پنبه که به حق طلای سفید نام گرفته است بی اغراق از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین گیاهان لیفی به شمار می‌رود و از نظر صنعت نساجی و غذایی بسیار حائز اهمیت است، به طوری که در بازار جهانی در میان پنج دانه روغنی مهم پنبه دانه در مقام دوم قراردارد [۱]. پنبه گیاهی گرما دوست بوده و برای تولید بذر به یک دوره طولانی ۲۰۰ روزه نیاز دارد. لذا طولانی بودن دوره رشد یکی از مهم ترین عوامل کاهش رغبت کشاورزان برای کاشت این محصول در ایران محسوب می‌گردد. به همین دلیل تولید واریته هایی با دوره رشد کمتر در تحقیقات کشاورزی پنبه ضروری به نظر می‌رسد [۲]. زودرسی در هر یک از مراحل رشدی پنبه نظیر جوانه زدن بذر، استقرار گیاه، آغاز غنچه‌دهی، آغاز گلدهی، سرعت گلدهی، حفظ غوزه، دوره رسیدن غوزه و زمان رسیدن محصول از نظر برنامه‌های اصلاحی مهم و موثر است [۱]. یکی از روشهای اصلاحی موثر در زمان بن بست تکنیکی و عملیاتی ایجاد تنوع ژنتیکی است و در پنجاه سال گذشته روش موتاسیون بریدینگ روشی بوده که محققین با آن به بیش از دو هزار رقم جدید بطور مستقیم یا غیر مستقیم دست یافته‌اند[۳]. زودرسی از آن دسته صفاتی بوده که به طور تجربی مزیت و موفقیت بالایی داشته و از طریق آن موتانت‌های زودگل یا زودرس زیادی بدست آمده است[۴]. تلاش‌های زیادی برای ایجاد زودرسی با استفاده از تکنیک القاء موتاسیون در گیاهان زراعی انجام گرفته است. در پنبه با استفاده از این تکنیک علاوه بر زودرسی خصوصیات دیگری مانند عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی را نیز تحت تاثیر قرار داده اند. به عنوان مثال می‌توان به کوشش های انجام گرفته در هند، چین، پاکستان و مصر اشاره کرد. Raut و همکاران نشان دادند که ژنوتیپ‌های پنبه می‌توانند بین ۱۲ لی۲/۵ ماه زودرسی از خود نشان دهند. آن‌ها با پرتو گاما از یک رقم پنبه هندی موتانتی با همین مدت زودرسی بدست آوردند که ترکیبی از صفات مطلوب را نیز دارا بود [۵]. در کشور چین تا سال ۱۹۹۰، ۳۲۵ رقم موتانت بدست آمد که شش رقم آن از موتانت‌های پنبه بود و مثلا رقم پنبه Lumian no.1 موتانتی بود که ۴۵ درصد برتری عملکرد نسبت به ارقام تجاری منطقه داشت[۶]. در پاکستان نیز از روش موتاسیون بریدینگ موتانت‌های پنبه با صفاتی نظیر زودرسی، مقاومت به آفات و امراض و عملکرد بالا بدست آمده است. Abo-Heghazi و همکاران پیشنهاد کردند که بهترین روش برای پاسخگوئی به زودرسی استفاده از روش موتاسیون بریدینگ می‌باشد.در چین و پاکستان در زمانی که هیبریدهای پنبه را مورد پرتوتابی قرار دادند نتایج بهتری حاصل گردید[۷].

Xanthopoulos و Kechagia با پرتوتابی دو رقم پنبه به نام‌های Eva و Zeta-2 با اشعه گاما در دز ۳۰۰ گری دریافتند که پس از سلکسیون زودرسی تا نسل M3 بر اساس صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی سه لاین موتانت زودرس از رقم Eva و پنج لاین زودرس از رقم Zeta-2 بدست آمد. سپس این لاین‌ها در سال‌های بعد برای زودرسی، عملکرد، کیفیت بذر و الیاف در سه مکان مجزا مورد ارزیابی قرار گرفتند. از بین موتانت‌های رقم Eva در سه منطقه فقط یک موتانت زودرس شناسایی شد و از بین موتانت‌های رقم Zeta-2 در سه مکان نیز فقط یکی زودرس‌تر بود [۸].

Aslam و همکاران گزارش کردند که با استفاده از گرده‌های پرتوتابی شده با دزهای ۵، ۱۰، و ۲۰ گری در تلاقی واریته های مختلف در نسل M_3 لاین‌های موتانت با پتانسیل عملکردی بالایی بدست آمد که علاوه بر اندازه بزرگتر غوزه و زودرسی ، مقاوم به بیماری پیچیدگی برگ پنبه CLCU نیز بودند [۹].

با توجه به تحقیقات موفق انجام گرفته شده در این زمینه و وجود امکانات بالقوه القاء مصنوعی موتاسیون در کشور و لزوم ایجاد واریته‌های زودرس‌تر و پر محصول در پنبه پژوهش پیش رو در پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای انجام گرفت.

مواد و روش ها

به منظور دستیابی به لاین‌های زودرس پنبه، بذور هشت رقم و نتاج F_1 حاصل از کراس‌های ۳۱۲ × ۸۱۸، ورامین × قرمز ۱۴، ساحل × Z ۲، رویال، سندوز، تاشکند، ساحل × پلی ایزوار و A-Sh2 × Seailand که توسط موسسه تحقیقات پنبه ورامین معرفی شده بودند به همراه دو رقم شیرپان و بختگان همراه با لاین‌های موتانت حاصل از آن‌ها پس از تنظیم رطوبت به میزان ۱۳ الی ۱۴ درصد، با اشعه گاما ساطع از چشمه کبالت ۶۰ با دزهای ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ گری پرتوتابی گردیدند. بذور پرتوتابی شده بعنوان بذور M_0 در مزرعه موسسه تحقیقات پنبه در ورامین کشت گردید و از جمعیت M1 در مزرعه در سال اول بذرگیری تک بوته صورت گرفت. پس از عملیات جداسازی بذر از وش، بذور حاصله در سال بعد بر روی یک خط ۲۰ متری کاشته شده که جمعیتM_2 را تشکیل داد. سلکسیون و انتخاب تک بوته از این نسل آغاز گردید. ملاک انتخاب در نسل‌های موتاسیون علاوه بر زودرسی شامل انتخاب بوته‌هایی با برگ‌های کوچک، حجم بوته کمتر، کوتاهی شاخه‌های جانبی، پاکوتاهی و کیفیت برتر الیاف بود. در سال سوم موتانت‌های انتخابی همراه با ارقام شاهد وارد آزمون نتاج برای اندازه-گیری صفات مورد نظر شدند تا قابلیت موتانت‌ها نسبت به ارقام شاهد مشخص شود. پنج صفت مورد نظر در آزمون عبارت بودند از ارتفاع، قطر غوزه، قطر ساقه، تعداد غوزه و وزن وش. آزمون نتاج و ارزیابی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و پنج مشاهده تصادفی در هر کرت آزمایشی در مرکز تحقیقات پنبه ورامین در سال ۱۳۸۳ اجرا شد. سپس موتانت‌های انتخاب شده از آزمون نتاج همراه با ارقام والدی در دو سال مورد بررسی قرار گرفت. طرح مورد استفاده، طرح بلوک ناقص (لاتیس مربع) ۷×۷ با دو تکرار بود. (به دلیل زیاد بودن تعداد تیمارها و عدم وجود شرایط لازم از تجزیه مرکب آزمایش ها صرف نظر شد) هر کرت آزمایشی دارای چهار ردیف سه متری با فواصل ۶۰ سانتی متر از هم و فاصله بین بوته ای ۳۰ سانتی متری بود. در هر کرت پنج بوته تصادفی انتخاب و علامت گذاری شد و عملیات ارزیابی صفات بر روی این پنج بوته انجام گرفت. صفات مورد نظر برای زودرسی عبارت بودند از: تعداد غوزه باز شده در چین اول ، دوم و کل (تعداد در واحد ۵ بوته)، عملکرد چین اول و دوم (گرم در واحد ۵ بوته) و روز تا ۵۰ درصد رسیدگی غوزه . برای تعین زودرسی در موتانت‌های مورد مطالعه پس از مشاهده اولین غوزه‌های باز شده در آزمایش در فواصل زمانی تقریبا یکسان (یک هفته) اقدام به شمارش غوزه‌های باز شده شد و تعداد غوزه‌های باز شده در طول دوره رشد مشخص شد. همچنین ضریب زودرسی از تقسیم درصد وزنی چین اول به کل محصول وش برای هر کرت و سپس برای هر تیمار محاسبه شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و SAS انجام شد. در تجزیه واریانس و مقایسات میانگین در بعضی از حالات برای متعادل کردن ضریب تغییرات از روش های تبدیل داده مانند $\sqrt{0.5}$ و یا $\sqrt{X+0.5}$استفاده شد.

نتایج و بحث:

پس از طی چندین نسل گزینش و انتخاب در آزمون نتاج از تلاقی ۸۱۸ × ۳۱۲ هشت موتانت به شماره ۱۳۰۳، ۱۳۱۵، ۱۳۲۱، ۱۳۳۰، ۱۳۳۵، ۱۳۳۶، ۱۳۳۹ و ۱۳۳۱، از رقم رویال هفت موتانت به شماره ۱۳۷۶، ۱۳۶۱، ۱۳۶۶، ۱۳۷۲، ۱۳۷۳، ۱۳۷۵ و ۱۳۷۶، از تلاقی A-Sh2×Seailand ده موتانت به شماره ۱۳۷۹ ، ۱۳۹۵، ۱۴۰۳، ۱۴۰۴، ۱۴۰۶، ۱۴۰۷، ۱۳۹۴، ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۴۱۲، از رقم تاشکند سه موتانت به شماره ۱۶۵۱، ۱۶۵۲ و ۱۴۴۸، از تلاقی ساحل × Z_2 دو موتانت به شماره ۱۳۴۵ و ۱۳۵۵ و از تلاقی ساحل × پلی ایزوار سه موتانت به شماره ۱۳۴۴، ۱۴۲۵ و ۱۶۳۸ انتخاب شدند. این موتانت ها همراه با موتانت‌های موجود گذشته از ارقام شیرپان (۱۶۷۴، ۱۶۷۶ و ۱۶۷۳) و بختگان (۱۶۵۹، و ۱۶۶۴) که در سال‌های گذشته به دست آمده بودند وارد آزمایشات مقایسات عملکرد شدند. اطلاعات حاصل از تجزیه واریانس در دو سال ۱۳۸۴ در جدول‌های ضمیمه موجود می باشند.

لاین ۲۱۳×۸۱۸

در سال اول موتانت ۱۳۰۳ از نظر ضریب زودرسی، دارای بیشترین ضریب زودرسی نسبت به والد مادری بود. موتانت‌های ۱۳۰۳ و ۱۳۱۵ دارای کم‌ترین تعداد روز تا مرحله ۵۰ درصد رسیدگی بودند. ولی این موتانت‌ها در کل اختلاف معنی‌داری را با والد مادری نشان نمی‌دادند.

در سال دوم موتانت‌های ۱۳۰۳، ۱۳۲۱، ۱۳۳۰، ۱۳۳۵، ۱۳۳۶ و ۱۳۳۹ نسبت به میانگین والد مادری، ضریب زودرسی بالاتری را نشان دادند و موتانت‌های ۱۳۲۱ و۱۳۳۶ از نظر تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی غوزه ، دارای کمترین تعداد روز بودند و نسبت به والد مادری در مرتبه پایین تری از نظر تعداد روز تا رسیدگی قرار داشتند.

رویال

در سال اول اکثر موتانت‌های حاصل دارای ضریب زودرسی بالاتری نسبت به والد مادری بودند.

در سال دوم موتانت‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۳ دارای ضریب زودرسی بیشتری نسبت به والد مادری بودند که این مهم را می‌توان به برداشت بیشتر غوزه‌ها و زودرس بودن غوزه‌های این موتانت‌ها در چین اول نسبت داد. به نظر می‌رسد که از نظر صفات مرتبط با عملکرد موتانتهای ۱۳۷۷ و ۱۳۷۵ در هر دو سال آزمایش از بقیه موتانت‌های این رقم بهتر بوده و موتانت ۱۳۷۷ در هر دو سال بیشترین تعداد غوزه برداشت شده را نشان داد.

A-Sh2×Seailand

در سال اول از نظر روز تا ۵۰ درصد رسیدگی تمامی موتانت‌های مورد مطالعه تعداد روز برابر یا بیشتر از والد مادری را داشتند ولی در مجموع در این ژنوتیپ موتانت زودرسی نسبت به رقم والد مادری حاصل نگردید.

در سال دوم موتانت های ۱۳۷۹، ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴ دارای ضریب زودرسی بالاتری نسبت به والد مادری بودند.

تاشکند

در سال اول از نظر ضریب زودرسی به ترتیب موتانت‌های ۱۶۵۱ و ۱۶۵۲ با ضرا ئب ۵۷/۹۸ و۵۷/۲۶ نسبت به والد مادری با ضریب ۳۷/۹۲ اختلاف معنی‌داری داشته و نسبت به آن زودرس‌تر بودند. از نظر تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدن نیز این دو موتانت تعداد روز کمتری نسبت به والد مادری نیاز داشتند.

در سال دوم نیز موتانت ۱۶۵۱با ضریب ۷۰/۱۳ از والد مادری با ضریب ۴۸/۶۷ برتر بود.

شیرپان

در سال اول از نظر ضریب زودرسی والد مادری نسبت به موتانت‌ها دارای ضریب زودرسی بیشتری بود و لذا نسبت به بقیه زودرس‌تر بود. در کل از نظر ضریب زودرسی لاین موتانت ۱۶۷۶ در هر دو سال نسبت به سایر موتانتها برتر و هم ارز لاین مادری بود.

بختگان

در سال اول بین والد مادری وموتانت ۱۶۶۴ از نظر ضریب زودرسی و تعداد روز تا ۵۰درصد رسیدن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی موتانت ۱۶۵۹ دارای کمترین ضریب زودرسی و بیشترین روز تا رسیدن به ۵۰درصد رسیدگی بود. در سال دوم نیز از نظر ضریب زودرسی دو موتانت اخیر نسبت به والد مادری دارای ضریب زودرسی کمتری بودند.

ساحل × Z_2

در سال اول از نظر ضریب زودرسی موتانت ۱۳۴۵ نزدیک به والد مادری بود در حالی که موتانت ۱۳۵۵ دارای ضریب زودرسی کمتری بوده و دیررس تر بود.

از نظر ضریب زودرسی در هر دو سال آزمایش موتانت های حاصل دارای ضریب زودرسی کمتری بودند ولی موتانت ۱۳۴۵ از نظر مدت زمان تا ۵۰ درصد رسیدن با والد مادری اختلاف داشت و مدت آن بیشتر بود.

ساحل× پلی ایزوار

در سال اول موتانت‌های ۱۳۴۴و ۱۶۳۸ به ترتیب با ضریب زودرسی ۵۷/۳ و ۵۴/۳۹ ، و موتانت حاصل از تلاقی با ضریب ۴۶/۰۵ نسبت به والد مادری با ضریب ۳۳/۰۴ زودرس تر بودند. به نظر می رسد که در این رقم موتانت های ایجاد شده تفاوت معنی‌داری در تعداد روز تا رسیدگی کامل نسبت به والد مادری داشتند و اکثراً زودرس‌تر بودند.

در سال دوم ضریب زودرسی موتانت ۱۶۳۸ با میزان ۶۴/۶۲، موتانت حاصل از تلاقی با ضریب ۵۴/۶ و موتانت ۱۳۴۴ با ضریب ۴۷/۴۷ دارای ضریب زودرسی بالاتری نسبت به والد مادری با ضریب ۴۳/۰۴ بودند.

با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق نظر محققین دیگر را درباره موفقیت آمیز بودن استفاده از موتاسیون در القاء زودرسی در اقام زراعی و باغی را اثبات می‌کند . بررسی و مطالعه سازگاری و تست زودرسی لاین‌های موتانت انتخابی احتیاج به انجام آزمایشات اضافی در مناطقی دارد که ارقام والد مربوطه کشت غالب آن مناطق می‌باشند. به این منظور تحقیق دیگری در پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای با همکاری مرکز تحقیقات پنبه کشور در حال انجام است تا لاین‌های موتانت امیدبخش شناسایی شوند و به کشاورزان معرفی گردند.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سال اول آزمون

ضریب زودرسی	٪۵۰ زودرسی	مجموع غوزه در دو چین	مجموع عملکرد	تعداد غوزه درچین دوم	عملکرد چین دوم	تعداد غوزه درچین اول	عملکرد چین اول	درجه آزادی	
۹۵/٦۵	۱۳۰/۳	۱۰۲۰/۵	۱۵۲۸۱۷/٦۱	۷/٦٦	٤۰/۲	۳/۸۸	۱۱/۵	۱	تکرار
۲٦۱/۳**	۷٤/۹	۷۹۱/۳۸	٤۰٤۱۰/۱ ns	۳۱/۹ ns	۱۵/۱۱ ns	۳/۹۸*	۲۱/۹٦*	٤۸	تیمار تصحیح نشده
۳۲۸/۹**	۹۵/٦**	۹۱۳/۵	----------	۳۸/۸ ns	-----	٤/۵۲**	۲٤/۵*	٤۸	تیمار تصحیح شده
۲۱۳/۳۰۸	۷۱/۸۱	۷۲۷/۳	۳۹۸۳۷/٦۳	٤۲/۰۲		۲/۸۵	۱۷/۷	۱۲	بلوک*تکرار
۱۰۲/۵٦	٤۱/۵	٤۸٦/۹	----------	۲٦/۳	-----	۱/۹۸	۱۳/۳۹	۳٦	اشتباه موثر
۱۲۰/۵۲	٤۵/۷	۵۱٤/٦	٤۷٦۹۲/۵۷	۲۸/۳	۱۱/۹٦	۲/۰۸	۱۳/۷	٤۸	اشتباه
۸۹/۵۹	۳۷/۱	٤٤۳/۷٤	۵۰۳۱۰/۸۹	۲۳/۸	۱۳/۱٤	۱/۸۲	۱۲/٤	۳٦	اشتباه بین بلوک
۱۸۹/۹۱	٦۱/۱	٦۵٦/۷۹	٤۵۱۷۲/٦٦	۲۹/۹	۱۳/۸۱	۱/۰۳	۱۷/۹		کل
۱۹/۸	۳/۹	۳۲/٦٦	۳۲/۸٤	۲۹/۹	۲۱	۲۱/۳	۲۲/۳		CV
۱۱۷/٤۹	۱۱۰/۱۱	۱۰۵/٦۷	LE	۱۰۷/۵	LE	۱۰٤/۷	۱۰۲/۹		ضریب سودمندی نسبی
۲۰/۵٤	۱۳/۱	٤٤/۷٦	٤۳۹/۰۹	۱۰/٤	٦/۹	۲/۸٦	۷/٤		LSD 5%
۲۷/۵٤	۱۷/۵	٦۰/۰۱	۵۸۵/۷٦	۱۳/۹	۹/۲۸	۳/۸۳	۹/۹		LSD 1%

**:معنی دار در سطح ۰/۰۱ *:معنی دار در سطح۰/۰۵ ns: غیرمعنی دار ۱- ضریب تغییرات LE : بلوک کامل

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سال دوم آزمون

ضریب زودرسی	٪۵۰ زودرسی	مجموع غوزه‌در دو چین	مجموع عملکرد	تعداد غوزه درچین دوم	عملکرد چین دوم	تعداد غوزه در چین اول	عملکرد چین اول	درجه آزادی	
۲۹۱/۱	۱۰۵۸	۸۵۸۰/۵	۵٤۹٤٦/۱	۱٤۸۱/۲	۵٤/۱	۲۹۳۱/۵۹۲	۵۸۱۱/۳	۱	تکرار
۱۷۳/۱ ns	۱۷۲/۳ ns	۲۰۵/۷ ns	۵٦۲۷/۲۹ ns	۹۸/۸ ns	۵/٤ ns	۸۱/۸۲۳ ns	۲۸۵۳/۸ ns	٤۸	تیمار تصحیح نشده
۱۸۳ ns	۱۸۹/۲ ns	۲۵۷/۸*	٦۰۰۲/۹ ns	۱۲۷/۹*	٦/۳ ns	۹۲/۹۸۲ ns	۲۸۵۵/۷ ns	٤۸	تیمار تصحیح شده
۱۷٤/۲	۲۱٤/٦	۳۰۲/٦۲	٦۵۹۹/۲	۱۷٤/۹	۷/۲	۱۲۷/۳٤۲	۲۲۸۵/۸	۱۲	بلوک*تکرار
۱۲۷/۷	۱۵۳/۷	۱۵۵/۵	٤٤٦٦/٤	۷٦/۱٤	٤/۱	٦٤/۹۰۹	۲۲۲۱/۳	۳٦	اشتباه موثر
۱۳۲/۲	۱۵۹/۹	۱۷۸/۲۵	٤۷۰۷/۵	۹۳/۱	٤/۵	۷٤/٦۱۳	۲۲۳/۱۳	٤۸	اشتباه
۱۱۸/۲	۱٤۱/۷	۱۳٦/۸	٤۰۷٦/۹	٦۵/۹	۳/٦	۵۷/۰۳٦	۲۲۰۰/۹	۳٦	اشتباه بین بلوک
۱۵٤/۰۹	۱۷۵/۳٤	۲۷۸/٤	۵٦۸۰/۵	۱۱۰/۲	۵/٤	۱۰۷/٦۳٤	۲۵۷۱/۷		کل
۱۹/۷۳۲	٦/۳	۲۳/۷۲	۲۳/۵۸	۳۳/۵	۱۸/٦	۳۰/۳۹	۲۹/۱		CV
۱۰۳/۵۳	۱۰٤	۱۱٤/٦۱	۱۰۵/٤	۱۲۲/۳۲	۱۱۱/۳۱	۱۱٤/۹۵	۱۰۰/۰٤		ضریب سودمندی نسبی
۲۲/۹۲	۲۵/۱	۲۵/۲۹	۱۳۵/۵	۱۷/٦۹۷	٤/۱	۱٦/۳۳۹	۹۵/6		LSD 5%
۳۰/۷۳	۳۳/۷۲	۳۳/۹۱	۱۸۱/۷	۲۳/۷۳	۵/٤۸	۲۱/۹۱	۱۲۸/2		LSD 1%

**:معنی دار در سطح ۰/۰۱ *:معنی دار در سطح۰/۰۵ ns: غیرمعنی دار ۱- ضریب تغییرات LE : بلوک کامل

منابع:

۱- آر. جی. کهل و سی. اف. لوئیس، مترجم فرشته ناصری "پنبه" نشر معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی. ۳٤٦-۳۰٦ (۱۳۷٤).

۲- ن. خدابنده، "زراعت گیاهان صنعتی" مرکز نشر سپهر. ۳۰-۱۷.(۱۳۷٤).

۳- ه. کریمی، گیاهان زراعی، انتشارات دانشگاه تهران. ۱۸۱-۱۵۷ (۱۳۷۵).

4- A. Muthusamy, K. Vasanth and N. Jayabalan, "Induced high yielding mutants in cotton" (*Gossypium hirsutum L.*). Mutation Breeding Newsletter and Reviews. 1, 6-7. (2005).

5- R. N. Raut, R. S. Panwar and H. K. Jain, "Mutation breeding in cotton, Report of the Genetics Division", Indian Agricultural Research institute, New Delhi. (1973).

6- R. M. Saeed Iqbal and M. B. Chaudhry, "Economic and agricultural impact of mutation breeding in cotton in Pakistan", Mutation breeding for Crop improvement Vol: 1 .proceedings of a symposium Vienna. (1990).

7- A. M. T. Abo-Hegazi, A. M. Shaheen, A. E. El-Agamy and A. M. A. Okaz, "Use of mutations to improve cotton plants as an oil and protein source without affecting the seed cotton yield", Plant Mutation breeding for Crop improvement Vol: 2 .proceedings of a symposium Vienna. (1990).

8- F. P. Xanthopoulos and U. E. Kechagia, "Improvement of two locally adapted cotton cultivars in earliness by induced mutations", Australian journal of Agriculture research. 52 (4):523-527 (1998).

9- M. Aslam, N. Iqbal, A. A. Bandesha, and M.A. Haq, "Induction of mutations through crosses gamma irradiated pollen in cotton", Nuclear Institute for Agriculture and Biology. 6(5): 894-897 (2004).