بررسی کالوس‌زایی و باززایی چند رقم برنج با استفاده از کشت جنین

حامد صالحیان آقبلاغ*[1]، نادعلی بابائیان جلودار[2]، غلامعلی رنجبر[2] ، نادعلی باقری[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

hamed.salehian@yahoo.com*

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی کالوس‌زایی و باززایی چهار رقم برنج به نام‌های طارم جلودار، طارم دانش، سنگ طارم و ندا انجام گرفته است. محیط کشت کالوس‌زایی محیط پایه‌ی MS حاوی سه سطح ۲/۰، ۲/۵ و ۳/۰ میلی‌گرم در لیتر از هورمون 2,4-D بود. محیط کشت باززایی، محیط MS حاوی سطوح مختلف از هورمون‌های BAP، NAA و Kin بوده است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشکده‌ی علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. نتایج نشان داد که رقم طارم دانش بیشترین ($\bar{X}$ = ۸۱/۹۲)، و رقم طارم جلودار کمترین ($\bar{X}$ = ۲۳/۸۲) درصد کالوس‌زایی را در بین ارقام مورد مطالعه داشتند. به طور کلی واکنش ارقام برای کالوس‌زایی در غلظت‌های ۲/۰ و ۲/۵ میلی گرم در لیتر 2,4-D بیش از غلظت ۳ میلی گرم در لیتر بوده است. اثر متقابل غلظت‌های 2,4-D و ارقام نشان داد که رقم طارم دانش در هر سه سطح 2,4-D و رقم ندا در دو سطح ۲/۰ و ۲/۵ میلی گرم در لیتر بیشترین میزان کالوس‌زایی را داشته‌اند. ارزیابی باززایی ارقام نیز نشان داد که رقم دانش در تیمار با هورمون BAP بیشترین باززایی ($\bar{X}$ = ۱۶/۷) و رقم ندا در تیمار با هورمون Kin بیشترین باززایی ($\bar{X}$ = ۱۶/۷) را در بین ارقام داشتند.

کلمات کلیدی: کالوس‌زایی، باززایی، جنین، برنج

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) گیاهی علفی و یک ساله متعلق به خانواده‌ی گرامینه می‌باشد. برنج بعد از گندم و ذرت یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی جهان است که غذای اصلی حدود نیمی از جمعیت جهان را تأمین می‌کند (Morel *et al*. 1951). تقریباً ۹۰ درصد برنج جهان در آسیا تولید و مصرف می‌شود. برنج یک منبع مهم کربوهیدرات برای مصارف انسانی بوده و همچنین به عنوان غذا و علوفه‌ی دام مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیش‌بینی می‌شود جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به حدود ۱۰

میلیارد نفر برسد، بنابراین نیاز به بهبود عملکرد ارقام و واریته‌های محلی وجود دارد، زیرا کمبود تولید مخصوصاً در کشورهای در حال توسعه می‌تواند منجر به گرسنگی و قحطی شود (Bano *et al*., 2005). افزایش عملکرد برنج از طریق اصلاح کلاسیک و اصلاح مولکولی امکان پذیر است. در گذشته پیشرفت قابل توجهی در افزایش عملکرد برنج از طریق اصلاح سنتی برنج انجام شده اما امروزه با توجه به رشد روز افزون جمعیت نیاز مبرم به روش‌های اصلاح مولکولی احساس می‌شود. اصلاح برنج، پیشرفت معنی‌داری در جهت افزایش عملکرد، بهبود کیفیت، مقاومت به بیماری‌ها و سایر ویژگی مهم زراعی ایجاد کرده و هنوز نقش مهمی را بازی می‌کند (Monirul *et al*., 2005). این افزایش عملکرد ممکن است از طریق دست‌کاری ژنتیکی به دست آید. یکی از راه‌های ممکن افزایش عملکرد از طریق کشت بافت (تنوع سوماکلونال) است که بدون دخالت زیاد دست‌کاری ژنتیکی افراد صورت می‌گیرد (Bano *et al*., 2005).

برنج یک گیاه مدل برای بیشتر تک لپه‌ای‌های مهم زراعی می‌باشد (Zaidi *et al*., 2006). کشت ریزنمونه که برای بهبود گیاهان زراعی استفاده شده است، روشی سریع برای باززایی از ژنوتیپ‌های مطلوب را مهیا کرده است (Xiu-hong *et al*., 2005). در طول چند دهه‌ی اخیر تکنیک‌های کشت بافت، مانند کشت بساک، امتزاج پروتوپلاست، کشت برگ، کشت ریشه و کشت بذور بدون پوسته در اصلاح برنج برای بهره‌گیری از تنوع سوماکلونال برای تولید واریته‌های جدید برنج به کار گرفته شده است. کشت بذور بدون پوسته روش مهمی برای بهره‌گیری از تنوع سوماکلونال می‌باشد ولی کاربرد این روش با عوامل زیادی که بر کارایی کشت اثر می‌گذارند مانند ژنوتیپ گیاهی، روش‌های کشت، محیط کشت و شرایط کشت محدود شده است. در گیاهان زراعی تولید کالوس و باززایی متعاقب آن اولین قدم برای دست‌کاری با وسایل بیوتکنولوژیکی و برای استفاده از تنوع سوماکلونال می‌باشد (Monirul *et al*., 2005). برای این کار نیاز به توسعه‌ی یک روش مؤثر می‌باشد تا برای باززایی گیاه از کالوس مورد استفاده قرار گیرد.

میدا (۱۹۶۵) تولید کالوس را در سلول‌های برنج روی محیط پایه حاوی 2,4-D القا کرد. کاواتا و ایشی‌هارا (۱۹۶۸) و نیشی و همکاران (۱۹۶۸)، از ریشه‌های برنج روی محیط LS حاوی 2,4-D وIAA کالوس به دست آوردند. وانگ و همکاران (۱۹۸۷)، باززایی در برنج را از طریق جنین‌زایی سوماتیکی مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها مشاهده کردند که برنج دو نوع کالوس جنین‌زا و غیرجنین‌زا تولید می‌کند. کالوس‌های جنین‌زا که در ناحیه‌ی سطحی تولید می‌شوند، سریع‌تر رشد می‌کنند و اجازه‌ی رشد سریع از طریق جنین‌زایی سوماتیکی را به گیاهچه می‌دهد. ظفر و همکاران (۱۹۹۲)، بیشترین درصد تشکیل کالوس را در برنج Basmati-370 روی محیط کشت MS با ۲ میلی گرم در لیتر

2,4-D به دست آوردند. با این حال، جنین‌زایی سوماتیکی روی هر دو محیط N6 و MS با ۲ میلی گرم از هر دو هورمون 2,4-D و Kin به دست آمده بود. همچنین آن‌ها بیان داشتند که جنین‌زایی سوماتیکی و باززایی زمانی که پرولین یا تریپتوفان همراه با 2,4-D به محیط کشت اضافه شد، افزایش یافت. به سبب مداخله‌ی عوامل زنده و غیرزنده‌ی مختلف، تنوع نامنظم در محیط قابل ملاحظه بوده است. بنابراین نیاز امروز، اصلاح واریته‌های مقاوم و با عملکرد بالا می‌باشد. با توجه به موارد مطرح شده هدف از این آزمایش تعیین مناسب‌ترین غلظت 2,4-D برای کالوس‌زایی از برخی ارقام برنج و شناسایی بهترین ژنوتیپ از لحاظ درصد کالوس‌زایی و همچنین ارزیابی پتانسیل باززایی ژنوتیپ‌ها و تعیین مناسب‌ترین ترکیب هورمونی برای باززایی ارقام برنج مورد مطالعه درنظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

مواد آزمایشی

بذور چهار رقم برنج به نام‌های طارم جلودار، طارم دانش، سنگ طارم و ندا از آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشکده‌ی علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تهیه شد. بعد از جدا کردن پوسته‌ی این بذور، بذوری که ظاهر سالمی داشتند برای ضدعفونی و کشت انتخاب شدند. ضدعفونی با قرار دادن بذور در الکل ۷۰ درصد به مدت ۱ دقیقه و سپس شستشوی بذور با آب مقطر استریل آغاز شد. سپس بذور در زیر محفظه‌ی استریل هود در محلول هیپوکلریت سدیم ۴۵ درصد حجمی (۱/۲۵ درصد ماده‌ی مؤثره) همراه با ۱ قطره توین ۸۰ به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند. در مرحله‌ی آخر این بذور سه بار متوالی به مدت ۱، ۵ و ۱۵ دقیقه با آب مقطر استریل شستشو داده شدند. سپس بذور ضدعفونی شده روی کاغذ صافی استریل قرار داده شد تا آب سطحی آن کاملاً خشک شود. این بذور به طور مستقیم روی محیط کشت MS با سطوح مختلف از هورمون 2,4-D (غلظت‌های ۲/۰، ۲/۵ و ۳/۰ میلی گرم در لیتر) کشت داده شدند. در هر پتری‌دیش که حاوی ۲۰ میلی لیتر از محیط کشت بود، تعداد ۱۰ بذر کشت گردید. سپس درب ظروف با پارافیلم بسته شد. نمونه‌ها جهت کالوس‌زایی در شرایط تاریکی و دمای ۱±۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲ هفته قرار داده شدند. بعد از این مدت تعداد کالوس‌های تولید شده در هر پتری‌دیش شمارش شده و درصد کالوس-زایی برای هر رقم و هر تیمار به طور جداگانه محاسبه شد. سپس کالوس‌های تولید شده جهت رشد و تکثیر به محیط کشت مشابهی واکشت شدند. بعد از گذشت ۲ هفته، کالوس‌ها برای باززایی گیاه به محیط باززایی انتقال داده شدند. محیط کشت استفاده شده برای باززایی، محیط پایه‌ی MS با سطوح مختلف از هورمون‌های BAP (۱/۰، ۲/۰ و ۳/۰ میلی گرم در لیتر)، NAA (۰/۵، ۱/۰ و ۲/۰ میلی گرم در لیتر) و Kin (۰/۵، ۱/۰ و ۲/۰ میلی گرم در لیتر) بود. بعد از کشت کالوس‌ها در محیط باززایی، ابتدا

نمونه‌ها به مدت ۱ هفته در شرایط تاریکی و دمای ۱±۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد تیمار گردیدند. بعد از این مدت نمونه‌ها تحت تیمار ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در دمای ۱±۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفتند. حدود ۴ هفته بعد از کشت در محیط باززایی، نمونه‌ها شروع به باززایی نمودند که با سبز شدن نمونه‌ها آغاز شد. سپس کالوس‌های تغییر رنگ داده به لوله‌های آزمایش با محیط کشت مشابه منتقل شدند و رشد گیاهچه در حد مناسب انجام شد.

تجزیه‌ی آماری

در این آزمایش برای بررسی درصد کالوس‌زایی ارقام، آزمایشی به صورت فاکتوریل (دو عامل رقم در چهار سطح و 2,4-D در سه سطح) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت و برای بررسی درصد باززایی از آزمایش فاکتوریل (دو عامل رقم در چهار سطح و هر کدام از هورمون‌های BAP، NAA و Kin هر یک در سه سطح به طور جداگانه) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری Genstat انجام گرفت. به دلیل اینکه داده‌ها به صورت درصد بوده و از توزیع نرمال برخوردار نبودند. از تبدیل داده‌ی $\text{ArcSin}\sqrt{x+0.4}$ برای نرمال کردن داده‌ها استفاده شد (باقری و همکاران، ۲۰۰۸).

نتایج و بحث

کالوس‌زایی

تجزیه واریانس اثر غلظت‌های 2,4-D (۲/۰، ۲/۵ و ۳/۰ میلی گرم در لیتر) بر کالوس‌زایی ارقام مختلف برنج نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف 2,4-D، ارقام و اثر متقابل غلظت‌های 2,4-D و ارقام معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به این نتایج به نظر می‌رسد که کالوس‌زایی بسته به ژنوتیپ و غلظت 2,4-D متفاوت باشد که با نتایج سایر محققین نیز مطابقت دارد (قربان‌پور و همکاران، ۱۳۸۱؛ سونیرول و همکاران، ۲۰۰۵). نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان کالوس‌زایی مربوط به رقم طارم دانش (۸۱/۹۲ $=\bar{X}$) و کمترین میزان کالوس‌زایی مربوط به رقم طارم جلودار (۲۳/۸۲ $=\bar{X}$) است (نمودار ۱). همچنین در سطوح مختلف هورمون 2,4-D، بیشترین میزان کالوس‌زایی مربوط به سطوح ۲/۰ (۵۳/۹۲ $=\bar{X}$) و ۲/۵ (۵۹/۹۷ $=\bar{X}$) میلی گرم در لیتر است (نمودار ۲). با توجه به نمودار ۳ بیشترین میزان کالوس‌زایی در رقم طارم دانش در سطوح ۲/۰، ۲/۵ و ۳/۰ و در رقم ندا در سطوح ۲/۰ و ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر 2,4-D حاصل شد. همچنین کمترین میزان کالوس‌زایی متعلق به رقم طارم جلودار در سطوح ۲/۰ و ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر 2,4-D بود. در رقم طارم دانش با تغییر سطوح هورمون 2,4-D از ۲ به ۳ میلی گرم در لیتر تغییر معنی‌داری در کالوس‌زایی ایجاد نشد و بیشترین درصد کالوس‌زایی نیز مربوط به این رقم بود. ولی در رقم طارم جلودار با افزایش غلظت 2,4-D از ۲/۵ به ۳/۰ افزایش معنی‌داری در

میزان کالوس‌زایی حاصل شد. در رقم ندا برعکس رقم طارم جلودار، افزایش غلظت هورمون از ۲/۵ به ۳/ منجر به کاهش معنی‌داری در میزان کالوس‌زایی شد. در رقم سنگ طارم با افزایش غلظت 2,4-D از ۲/۰ به ۲/۵ افزایش معنی‌دار و با افزایش آن از ۲/۵ به ۳/۰ کاهش معنی‌داری در میزان کالوس‌زایی حاصل شد (نمودار ۳).

باززایی

تجزیه واریانس اثر غلظت هورمون‌های مختلف بر باززایی ارقام مورد مطالعه نشان داد که اثر رقم، غلظت هورمون و اثر متقابل آن‌ها در هورمون‌های BAP و Kin معنی‌دار بود. اما در هورمون NAA فقط اثر غلظت هورمون معنی‌دار شد (جدول ۲). در سطوح مختلف هورمون BAP، بیشترین میزان باززایی مربوط به رقم طارم دانش ($\bar{X}$ = ۱۶/۷) و کمترین میزان باززایی مربوط به رقم طارم جلودار ($\bar{X}$ = ۰) بود (نمودار ۴). همچنین در سطوح مختلف BAP، بیشترین میزان باززایی مربوط به سطح ۳/۰ میلی گرم در لیتر و کمترین میزان باززایی مربوط به سطح ۱/۰ میلی گرم در لیتر بود (نمودار ۵). بیشترین میزان باززایی در ارقام طارم دانش و ندا در سطح ۳/۰ میلی گرم در لیتر هورمون BAP دیده شد. همچنین در رقم طارم دانش در سطوح ۲/۰ و ۳/۰ میلی گرم در لیتر، در رقم ندا در سطح ۳/۰ میلی گرم در لیتر و در رقم سنگ طارم در سطح ۲/۰ میلی گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری از نظر باززایی مشاهده نشد. در رقم ندا با افزایش غلظت هورمون BAP از ۲/۰ به ۳/۰ میلی گرم در لیتر افزایش معنی‌داری در میزان باززایی صورت گرفت اما در رقم سنگ طارم با افزایش آن از ۲/۰ به ۳/۰ میلی گرم در لیتر کاهش معنی‌داری در میزان باززایی دیده شد. رقم طارم جلودار تا ۴ هفته پس از کشت در محیط باززایی، در هیچ یک از سطوح BAP قادر به باززایی نبود.

در سطوح مختلف هورمون Kin، بیشترین میزان باززایی مربوط به رقم ندا ($\bar{X}$ = ۱۶/۷) و کمترین میزان باززایی مربوط به رقم طارم جلودار ($\bar{X}$ = ۰) بود (نمودار ۷). در سطوح مختلف Kin، بیشترین میزان باززایی مربوط به سطح ۲/۰ میلی گرم در لیتر و کمترین میزان باززایی مربوط به ۰/۵ میلی گرم در لیتر بود (نمودار ۸). در اثر متقابل هورمون Kin و ارقام مورد مطالعه مشاهده شد که رقم ندا در سطح هورمونی ۲/۰ میلی گرم در لیتر بیشترین میزان باززایی را داشت. در رقم ندا بین سطوح ۱/۰ و ۲/۰ میلی گرم در لیتر Kin اختلاف معنی‌داری از نظر باززایی وجود داشت اما در ارقام طارم دانش و سنگ طارم بین سطوح مذکور اختلاف معنی‌داری از نظر باززایی مشاهده نشد. رقم طارم جلودار در این تیمار هورمونی نیز قادر به باززایی نبود (نمودار ۹). در مورد هورمون NAA، اثر رقم و اثر متقابل رقم در غلظت هورمون غیرمعنی‌دار شد و فقط اثر ساده‌ی هورمون معنی‌دار گردید. در سطوح مختلف این هورمون، بیشترین میزان باززایی مربوط به سطح ۱/۰ میلی گرم در لیتر و کمترین میزان باززایی مربوط به سطح ۲/۰ میلی گرم در لیتر بود (نمودار ۱۰).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه روی ۴ رقم برنج و سطوح هورمونی مختلف حاکی از تأثیر مهم ژنوتیپ، غلظت هورمون و اثر متقابل آن‌ها در کالوس‌زایی و باززایی گیاه می‌باشد. با توجه به اهمیت تنوع در کارهای اصلاحی و گزارش‌های متعدد مبنی بر ایجاد تنوع سوماکلونال در طی روند کشت بافت و باززایی گیاهچه از کالوس، پیشنهاد می‌شود تنوع سوماکلونال گیاهان باززایی شده با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی و مولکولی مورد بررسی و شناسایی قرار گیرد تا در صورت مفید بودن در کارهای اصلاحی بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از زحمات آقایان صداقتی، سلیمانی، روح‌رضی و یعقوبیان کمال تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع

۱. باقری، ع. و صفاری، م. ۱۳۸۷. مبانی کشت بافت‌های گیاهی. ترجمه. چاپ چهارم، دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۰۶ صفحه.

۲. فارسی، م. و ذوالعلی، ج. ۱۳۸۸. اصول بیوتکنولوژی گیاهی. ترجمه. چاپ چهارم، دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۹۵ صفحه.

۳. عارفی، ح. ا.، م. نوروزی و ن. باقری. ۱۳۸۳. ارزیابی کالوس‌زایی و باززایی ژنوتیپ‌های برنج از طریق کشت بساک. مجله‌ی علوم کشاورزی ایران. جلد سی و پنجم. شماره‌ی دوم. صفحات ۲۹۳-۲۹۹.

۴. قربانپور، ک.، ن. بابائیان جلودار، و م. ولی‌زاده. ۱۳۸۱. مطالعه‌ی کالوس‌زایی و باززایی گیاه از طریق کشت جنین رسیده در ارقام مختلف برنج. مجله‌ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۹(۱): ۸۰-۷۱.

۵. نوری دلاور، م. ز. و ا. ارزانی. ۱۳۷۹. بررسی کالوس‌زایی و باززایی از کشت جنین نارس ارقام برنج. مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴(۴): ۷۱-۵۷.

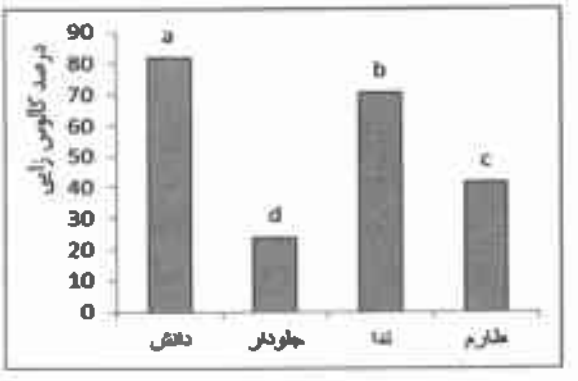
6. Bagheri, N., N. Babaeian Jelodar and A. Ghanbari. 2008. Diallel analysis study of yield and yield-related traits in rice genotypes. *International Journal Of Agricultural Research*. 3(6): 386-396.
7. Bano, S., M. Musarrat., F. Rahim. and I. Ilahi. 2005. Callus induction and regeneration in seed explants of rice (*Oryza sativa* cv. SWAT-II). *Pakistan Journal of Botany*. 37(3): 829-836.

8. Kawata, S. I. and A. Ishihara. 1968. The regeneration of rice plant (*Oryza sativa* L.) in the callus derived from seminal root. *Proceedings of the Japan Academy*. 44: 549-553.
9. Maeda, E. 1965. Callus formation and isolation of single cells from rice seedlings. *Proceedings of the Crop Science Society of Japan*. 34: 139-147.
10. Monirul, I., A. Mahatlat and M. Debabrata. 2005. *In vitro* callus induction and plant regeneration in seeds explants of rice (*Oryza sativa* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 1(1): 72-75.
11. Morel, G. and R. H. Wetmore. 1951. Tissue culture of monocotyledons. *American Journal of Botany*. 38: 138-140.
12. Nishi, T., Y. Yamada. and E. Takahashi. 1968. Organ redifferentiation and plant restoration in rice callus. Nature (London). 219: 508-509.
13. Rashid, H., M. A. Fida. and Q. Azra. 2003. Plant regeneration from seed derived callus of three varieties of Basmati rice. *Plant Tissue Culture*. 13(1): 75-79.
14. Xiu-hong, W., S. Xiang-yuan. and W. Xian-jun. 2005. Tissue culture responses different explants of rice. *Rice Science*. 12(3): 229-232.
15. Wang, M. S., F. J. Zapaa. and D. C. De Castro. 1987. Plant regeneration through somatic embryogenesis from mature seed and young inflorescence of wild rice (*Oryza perennis*). *Plant Cell Report*. 6: 294-296.
16. Zafar. Y., A. Wajid, K.A. Malik and O.L. Gamborg. 1992. Establishment of regenerating calli and cell suspension line of Basmati rice (*Oryza sativa* L. cv. B. 370). *Pakistan Journal of Botany*. 24(1): 64-71.
17. Zaidi, M. A., M. Narayanan., R. Sardana., I. Taga., S. Postel., R. Johns., M. McNulty., Y. Mottiar., J. Mao., E. Loit and I. Altosaar. 2006. Optimizing tissue culture media for efficient transformation of different indica rice genotypes. *Agronomy Research*. 4(2): 563-575.

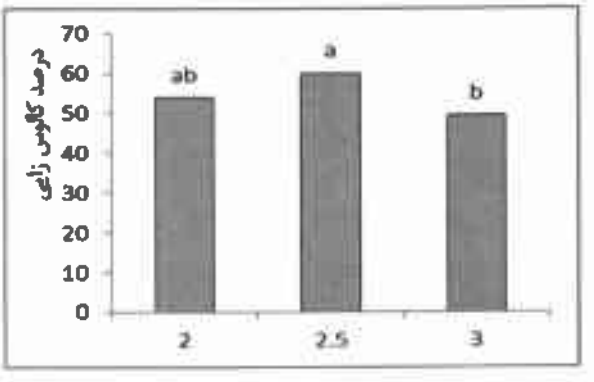
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف 2,4-D بر کالوس‌زایی ارقام مختلف برنج

منابع تغییر	درجه آزادی	واریانس
2,4-D	۲	۴۵۵/۰۲*
رقم	۳	۸۴۲۴/۱۸**
2,4-D × رقم	۶	۸۶۲/۷۷**
خطای آزمایش	۳۶	۸۸/۸۱
ضریب تغییرات		۱۷/۳

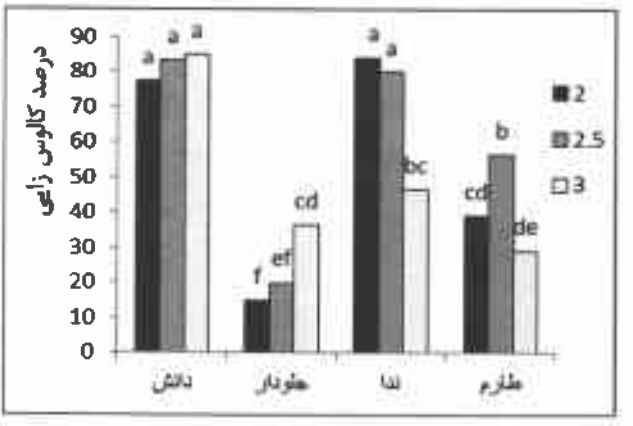
* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



نمودار ۱- مقایسه‌ی میانگین درصد کالوس‌زایی ارقام برنج مورد مطالعه



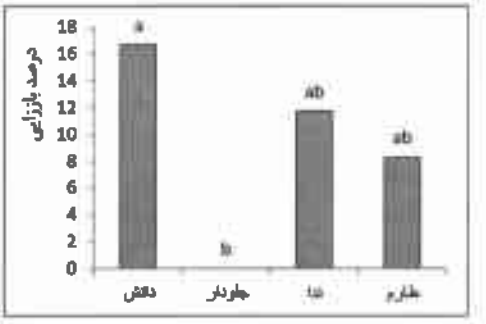
نمودار ۲- مقایسه‌ی درصد کالوس‌زایی ارقام برنج در غلظت‌های مختلف هورمون 2,4-D



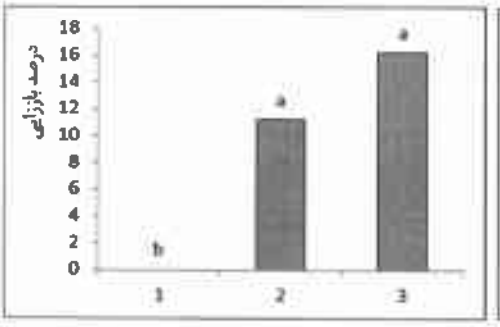
جدول۲- تجزیه واریانس اثر غلظت هورمون‌های مختلف بر باززایی ارقام برنج مورد مطالعه

منابع تغیرات	درجه آزادی	M.S		
		BAP	NAA	Kin
رقم	۳	۰/۱۲*	۰/۴۸ns	۰/۰۱**
غلظت هورمون	۲	۰/۲۱**	۰/۰۸*	۰/۲۵**
رقم × غلظت هورمون	۶	۰/۰۸*	۰/۰۱ns	۰/۰۶**
خطای آزمایش	۳۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱

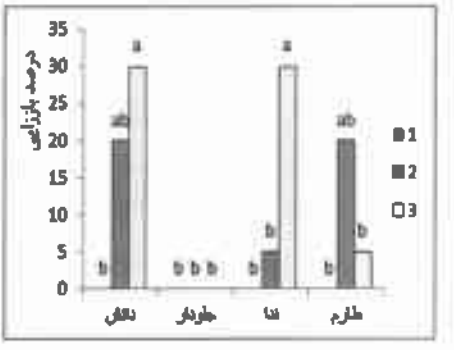
نمودار ۳- مقایسه‌ی میانگین درصد کالوس‌زایی ارقام مختلف برنج در سطوح مختلف غلظت هورمون 2,4-D



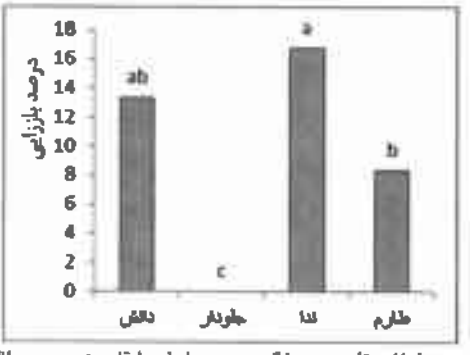
نمودار ۴- مقایسه‌ی میانگین درصد باززایی ارقام برنج مورد مطالعه در محیط کشت باززایی حاوی هورمون BAP



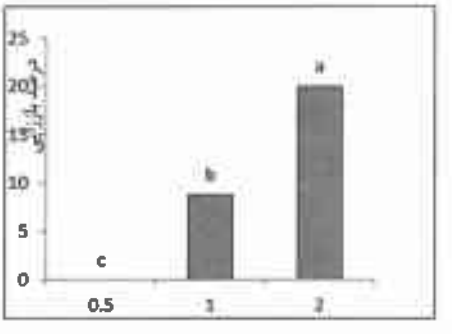
نمودار ۵- مقایسه‌ی درصد باززایی ارقام برنج در غلظت‌های مختلف (۱، ۲ و ۳ میلی گرم در لیتر) هورمون BAP



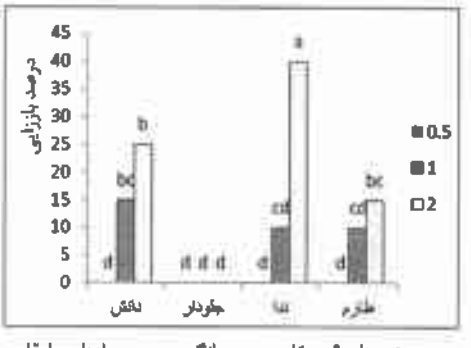
نمودار ۶- مقایسه‌ی میانگین درصد باززایی ارقام مختلف برنج در سطوح مختلف غلظت هورمون BAP



نمودار ۷- مقایسه‌ی میانگین درصد باززایی ارقام برنج مورد مطالعه در محیط کشت باززایی حاوی هرمون Kin



نمودار ۸- مقایسه‌ی درصد باززایی ارقام برنج در غلظت‌های مختلف (۰/۵، ۱ و ۲ میلی گرم در لیتر) هورمون Kin



نمودار ۹- مقایسه‌ی میانگین درصد باززایی ارقام مختلف برنج در سطوح مختلف غلظت هورمون Kin