بررسی جوانه‌زنی بذور دو رقم توت‌فرنگی کاماروزا و پاروس (*Fragaria ananassa* cv. Camarosa and Paros) تحت تاثیر خراش‌دهی با اسیدسولفوریک و نوع محیط کشت در شرایط درون‌شیشه‌ای

رحمان یوسفی[۱]، موسی موسوی[۲]*، نوراله معلمی[۳] و محمد هادی غفاریان مقرب[۴]

۱- کارشناس ارشد گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

۲*- **نویسنده مسؤول:** استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز(mousa_mousawi@yahoo.com)

۳- دانشیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

۴- دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۲

چکیده

جوانه‌زنی بذور دو رقم توت‌فرنگی پاروس و کاماروزا در دو نوع محیط کشت درون‌شیشه‌ای MS و B5 و محیط کاغذ صافی مرطوب[۱](W) تحت تاثیر ٤ غلظت اسیدسولفوریک (۱، ۱۲، ۲٤ و ۳٦ نرمالیته)، در سال ۱۳۹۰ در دانشگاه شهید چمران اهواز به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در پنج تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نمونه بذرهای تیمار شده با ٤ غلظت اسیدسولفوریک، در محیط کشت MS و محیط B5 بدون ویتامین و تنظیم‌کننده‌های رشد و همچنین بر روی محیط کاغذ صافی مرطوب به منظور بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی کاشته شدند. شاخص‌های جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی نهایی، میانگین طول ریشه‌چه و همچنین میانگین طول ساقه‌چه (دو هفته پس از شروع جوانه‌زنی) ملاک تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که بذرهایی که خراش‌دهی نشدند و همچنین بذرهایی که با غلظت های ۱، ۱۲و ۲٤ نرمالیته اسیدسولفوریک خراش‌دهی شدند در هر سه محیط MS، B5 و محیط کاغذ صافی مرطوب در هر دو رقم کاماروزا و پاروس تا پایان دوره آزمایش (٤۰ روز) هیچ گونه نشانه‌ای از جوانه‌زنی بروز ندادند، در حالیکه بذرهای هر دو رقم خراش‌دهی شده با اسیدسولفوریک ۳٦ نرمال، در هر سه محیط ذکر شده جوانه‌زنی خود را بروز دادند، به طوریکه بیشترین شاخص‌های جوانه‌زنی بذر در محیط B5 و کمترین شاخص‌های جوانه‌زنی در محیط کاغذصافی مرطوب مشاهده گردید.

کلید واژه‌ها: توت‌فرنگی،جوانه‌زنی، خراش‌دهی، شرایط درون‌شیشه‌ای

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی *Fragaria ananassa* Duch. متعلق به تیره روزاسه [۲] می‌باشد. این گیاه دارای گونه‌های طبیعی از جمله توت‌فرنگی وحشی[۳] بوده که از طرف اصلاح‌گران به لحاظ ژنتیکی، یک گونه پایه‌ای برای سایر گونه‌های موجود در دنیا معرفی شده است (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۶). توت‌فرنگی گیاهی دولپه و چندساله علفی بوده که به طور متوسط ۳ تا ۵ سال عمر می‌کند (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۶). توت‌فرنگی آناناسی[۴] به عنوان یک گونه اکتاپلوئید دارای اهمیت زیادی در

1- Wet filter paper
2- *Rosaceae*
3- *Fragaria vesca*.
4- *Fragaria ananassa* Duch.

سرتاسر جهان به عنوان یک ریزمیوه می‌باشد (گردکانه و همکاران[1]، ۲۰۰۹). توت‌فرنگی آناناس هیبریدی بین توت‌فرنگی ویرجینیایی[2] و توت‌فرنگی شیلیایی[3] می‌باشد (دبنات و همکاران[4]، ۲۰۰۷). تکثیر توت‌فرنگی در مقیاس تجارتی با استفاده از بافت‌ها و اندام‌های مختلف مانند کشت مریستم و جوانه انتهایی، قطعاتی از برگ و غیره در محیط کشت درون‌شیشه‌ای انجام می‌شود ولی ایجاد تنوع ژنتیکی به استثنای جهش در سلول‌های بدنی امکان‌پذیر نبوده و بنابراین از بذرهای حاصل از تلاقی استفاده می‌شود (ریاضی[5]، ۲۰۰۴). در برنامه های اصلاحی، یکنواختی و سرعت جوانه‌زنی بذرها امر بسیار مهمی است و از آنجا که جوانه‌زنی بذرهای توت‌فرنگی طولانی و غیریکنواخت می‌باشند، بنابراین حداکثر جوانه‌زنی در توده‌های بذری متفاوت می‌باشد (میلر و همکاران[6]، ۱۹۹۲؛ لیس[7]، ۱۹۹۰). فرآیند جوانه‌زنی و به دنبال آن رشد دانهال های توت‌فرنگی ممکن است از ۱۰ روز تا ۱۴۰ روز بعد از کاشت طول بکشد (هنری[8]، ۱۹۳۵).کوتاه کردن زمان جوانه‌زنی بذور توت‌فرنگی و رسیدن به درصد و سرعت جوانه‌زنی بالا این اجازه را به اصلاحگران می‌دهد که به راحتی بتوانند منابع ژنتیکی توت‌فرنگی را مورد ارزیابی قرار دهند. تیمارهای مختلفی برای تاثیرگذاری بر فرآیند جوانه زنی و بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذرهای توت فرنگی گزارش گردیده که از جمله آنها می‌توان به خراش دهی بذور با اسید (اسکوت و اینک[9]، ۱۹۵۵؛ اسکوت و اینک، ۱۹۴۸؛ ۱۹۴۸؛ نیگی و ساین[10]، ۱۹۷۲)، سرمادهی و استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اسید جیبرلیک (تامسون[11]، ۱۹۶۶) و دیگر تیمارها اشاره کرد. میلر و همکاران (۱۹۹۲) محیط‌های کشت مختلف از جمله محیط کشت بدون‌خاک، کاغذ صافی مرطوب و محیط کشت موراشیگ و اسکوگ حاوی تنظیم کننده های رشد متفاوت را برای جوانه‌زنی بذور توت‌فرنگی مورد مقایسه قرار دادند و با کشت بذور کامل توت‌فرنگی بر روی این محیط‌ها، مدت زمان جوانه‌زنی را بین ۲ تا ۳ ماه بسته به نوع تیمار به کار برده شده، گزارش داده‌اند. زمانی که بذور به وسیله ماشین یا به صورت دستی، خراش‌دهی شده و بر روی محیط کاغذ صافی مرطوب و یا روی محیط کشت موراشیگ و اسکوگ که عاری از تنظیم‌کننده‌های رشد بود کشت گردیدند، مدت زمان فوق کمی کاهش پیدا کرد. حمدونی و همکاران[12] (۲۰۰۱)، گزارشی از جوانه‌زنی درون شیشه‌ای فندقه-های[13] (بذور) توت‌فرنگی آناناسی رقم‌های چاندلر و تیودلا ارائه دادند که در این تحقیق فندقه های توت-فرنگی به وسیله غلظت‌های متفاوت اسیدسولفوریک و یا هیدروژن‌پروکسید تیمار و شاخص‌های جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد که خراش‌دهی بذور با اسیدسولفوریک غلیظ، باعث جوانه‌زنی بالا در هر دو رقم شد. البته در همین آزمایش اثر کشت فندقه‌های بریده شده و جنین‌های جداشده[14] نیز بررسی شد که در مقایسه با سایر تیمارها، کشت جنین‌های جداشده پس از ۸ روز باعث دستیابی به ۱۰۰٪ و ۸۵٪ جوانه‌زنی نهایی به ترتیب در رقم‌های چاندلر و تیودلا گردید. هونگ‌زیانگ و همکاران[15] (۲۰۰۱)، اثرات کشت درون‌شیشه‌ای را بر روی جوانه‌زنی بذور توت‌فرنگی مورد مطالعه قرار دادند که نتایج نشان داد درصد جوانه‌زنی فندقه‌های برش‌داده‌شده افزایش یافت و حداکثر جوانه‌زنی ۱۰ روز بعد از کشت به دست آمد و همچنین محیط‌هایی با غلظت هورمونی متفاوت اثر

1- Gerdakaneh *et al.*
2- *Fragaria virginiana* Duch.
3- *Fragaria chiloensis* Duch.
4- Debnath *et al.*
5- Riazi
6- Miller *et al.*
7- Lis
8- Henry
9- Scott & Ink
10- Negi & singh
11- Thompson
12- Hamdouni *et al.*
13- Achens
14- Isolated embryos
15- Hongxiang *et al.*

معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی بذور گذاشت و همچنین درصد جوانه‌زنی درون‌شیشه‌ای با ژنوتیپ توت‌فرنگی همبستگی داشت و از فندقه‌هایی که ۲۱ روز پس از گلدهی برداشت شدند، ۱۰۰ ٪ جوانه‌زنی حاصل گردید. پژوهشگران و محققان به طور مداوم در حال تحقیق به منظور دستیابی به سایر روش‌ها و تیمارها برای بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی بذور توت‌فرنگی می‌باشند. هدف از این بررسی و تحقیق، ارزیابی اثر خراش‌دهی بذور با ۴ غلظت متفاوت اسیدسولفوریک، بر روی جوانه‌زنی بذور توت‌فرنگی ارقام کاماروزا و پاروس و کشت آنها بر روی محیط کشت‌های MS و B5 (شرایط درون‌شیشه‌ای) و محیط کاغذصافی مرطوب (شرایط آزمایشگاهی) می‌باشد تا در نهایت با استفاده از نتایج این پژوهش بتوان با افزایش یکنواختی، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور توت فرنگی، به دستورالعملی مؤثر جهت جوانه‌زنی بذور این گیاه برای انجام کارهای اصلاحی، بیوتکنولوژی و انتقال ژن به توت‌فرنگی دست پیدا کرد .

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر روی بذور دو رقم توت‌فرنگی کاماروزا و پاروس (*Fragaria ananassa* c.v. Camarosa and Paros)، در آزمایشگاه کشت بافت گروه باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال ۱۳۹۰ به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی به اجرا درآمد. برای تهیه بذور، میوه‌های توت‌فرنگی را له کرده و با جریان آب شستشو داده تا گوشت میوه از بذر آنها جدا شود. سپس در ظرف محتوی آب بذرهای سالم ته‌نشین و بذرهای پوک و ناسالم در سطح آب شناور ماندند. بذرهای سالم در درجه حرارت اتاق برای مدت ۲۴ ساعت خشک و در دمای یخچال (۵ درجه سانتی‌گراد) تا زمان انجام آزمایش نگه‌داری شدند. در یک آزمایش مقدماتی، بذرهای توت‌فرنگی ضدعفونی‌شده با هیپوکلریت‌سدیم تجاری ۲۰٪ و توین ۲۰ (۱ قطره به ازای هر ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ضدعفونی)، بر روی محیط کشت پایه MS، B5 و همچنین محیط کاغذصافی مرطوب به منظور بررسی شاخص‌های جوانه-زنی کشت شدند. سپس در آزمایش اصلی تاثیر خراش-دهی بذور با اسیدسولفوریک در ۴ سطح مورد بررسی قرار گرفت. در آزمایش اصلی غلظت اسیدسولفوریک در ۴ سطح (۱، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ نرمالیته)، نوع محیط کشت بذر در سه سطح (MS، B5 و محیط کاغذصافی مرطوب) و نوع رقم در دو سطح (پاروس و کاماروزا) مورد بررسی قرار گرفت.

برای هر تیمار ۵ تکرار و در هر تکرار ۲۰ عدد بذر در هر پتری‌دیش و در مجموع ۱۰۰ عدد بذر برای هر تیمار مورد استفاده قرار گرفت. پتری‌دیش‌ها در فیتوترون با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شدند. شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده از زمان شروع جوانه‌زنی تا پایان دوره آزمایش که ۴۰ روز بود ادامه پیدا کرد. شاخص‌های مورد ارزیابی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی نهایی، میانگین طول ریشه‌چه و میانگین طول ساقه‌چه (دو هفته پس از شروع جوانه‌زنی) بودند. بذوری که طول ریشه‌چه در آنها ۲ میلی‌متر بود به عنوان بذور جوانه‌زده محسوب می‌شدند. درصد جوانه‌زنی[1] از تقسیم تعداد بذور جوانه زده بر تعداد کل بذور ضربدر ۱۰۰ محاسبه گردید (کامبراتو و مکارتی[2]، ۱۹۹۹).

$$GP\% = \frac{\sum G}{\mathrm{N}} * 100$$

GP%: درصد جوانه‌زنی

G: تعداد بذور جوانه‌زده

N: تعداد کل بذور

1- Germination Percentage
2- Camberato & Mccarty

سرعت جوانه‌زنی[1] بر حسب تعداد بذر جوانه‌زده در روز طبق فرمول ماگویر[2] (۱۹۶۲) و ایشی[3] (۱۹۹۴) محاسبه گردید.

$$GR = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$$

GR: سرعت جوانه‌زنی

S_i: تعداد بذور جوانه‌زده درهر شمارش

D_i:تعداد روز تا شمارش n ام

n: دفعات شمارش

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بر حسب میلی‌متر با استفاده از خط‌کش میلی‌متری اندازه گیری شد. در پایان آزمایش داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید. برای رسم جداول و نمودارها نیز به ترتیب از نرم افزارهای Word 2007 و Excel 2007 استفاده شده است.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه ملاک جوانه‌زنی ظهور ریشه‌چه از بذر در حال جوانه‌زنی به طول ۲ میلی‌متر بوده است، بذر-هایی که با اسیدسولفوریک خراش‌دهی نشدند (در آزمایش مقدماتی) و همچنین بذرهایی که در آزمایش اصلی با اسیدسولفوریک ۱، ۱۲و ۲۴ نرمال خراش‌دهی شدند، در هر دو رقم توت‌فرنگی کاماروزا و پاروس با کشت بر روی هر سه محیط MS، B5 و کاغذصافی مرطوب، تا پایان دوره آزمایش (۴۰ روز) هیچ گونه نشانه‌ای از جوانه‌زنی بروز ندادند. این در حالی است که بذور هر دو رقم کاماروزا و پاروس خراش‌دهی شده با اسیدسولفوریک ۳۶ نرمال، با کشت بر روی هر سه محیط ذکرشده جوانه‌زنی خود را نشان دادند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که به لحاظ شاخص درصد جوانه‌زنی بذور، اثر اصلی محیط کشت، اثر اصلی غلظت اسیدسولفوریک، اثر متقابل محیط کشت در غلظت اسیدسولفوریک و همچنین اثر متقابل غلظت اسیدسولفوریک در رقم در سطح احتمال آماری کمتر از ۱٪ معنی‌دار شد. درمورد این شاخص، اثر اصلی رقم در سطح احتمال آماری ۵٪ معنی‌دار شد و اثر متقابل محیط کشت در رقم و همچنین اثر متقابل سه‌جانبه محیط کشت در غلظت اسیدسولفوریک در رقم در هیچ‌یک از سطوح احتمال آماری ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار نگردید. مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش درمورد شاخص درصد جوانه‌زنی بذور در نمودار ۱ دیده می-شود.

درمورد شاخص سرعت جوانه‌زنی بذور، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثرات اصلی و اثرات متقابل دوجانبه و سه‌جانبه فاکتورهای آزمایشی در سطح احتمال آماری کمتر از ۱٪ معنی دار شد. مقایسه میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی در نمودار ۲ ارائه شده است.

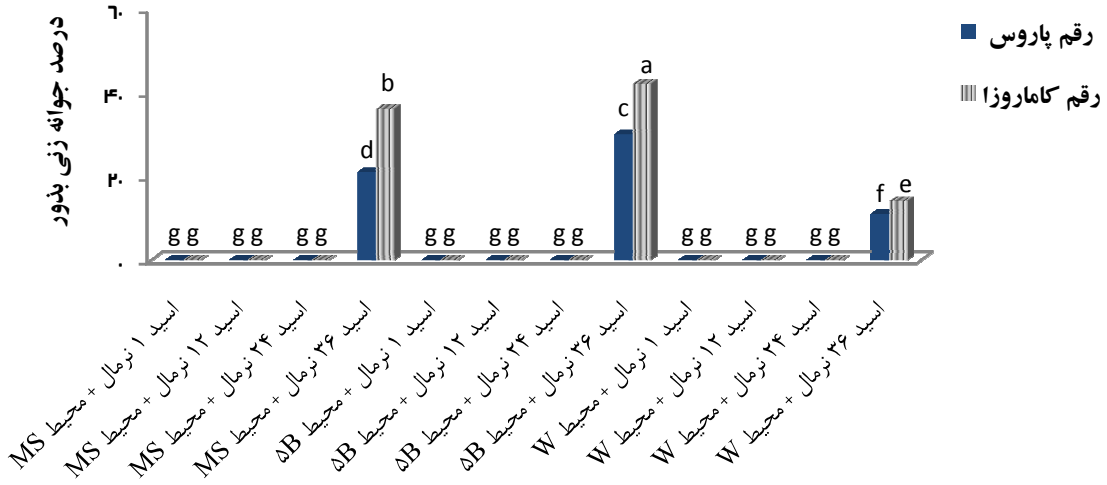
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها پیرامون شاخص زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی نهایی بذور نشان داد که اثرات اصلی محیط کشت، غلظت اسیدسولفوریک، اثرات متقابل دوجانبه محیط کشت در رقم و محیط کشت در غلظت اسیدسولفوریک و همچنین اثر متقابل سه‌جانبه محیط کشت در رقم در غلظت اسیدسولفوریک در سطح احتمال آماری کمتر از ۱٪ معنی‌دار گردید، اما اثر اصلی رقم و همچنین اثر متقابل غلظت اسیدسولفوریک در رقم در هیچ‌یک از سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی نهایی در نمودار ۳ دیده می‌شود.

1- Germination Rate
2- Maguirw
3- Esechie

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های جوانه‌زنی بذور توت‌فرنگی تحت تاثیر نوع محیط کشت، اسید-سولفوریک و نوع رقم

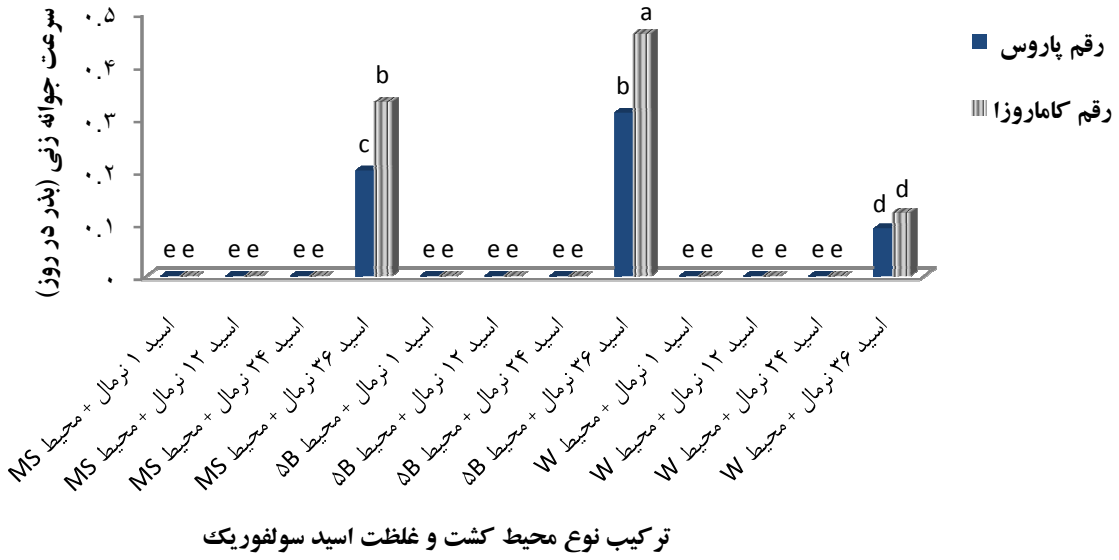
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه زنی نهایی	طول ساقه‌چه دو هفته پس از شروع جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه دو هفته پس از شروع جوانه زنی
محیط کشت	۲	۸/۷۴۹ **	۰/۰۵۰ **	۵/۶۳۳**	۱۴/۴۹**	۱۴/۵۸ **
اسیدسولفوریک	۳	۵۶۷۰۶/۵۶۶**	۰/۴۷۳ **	۳۳۱۸/۰۰۸**	۲۶۷/۶۹**	۲۰۰/۸۵**
محیط کشت*اسیدسولفوریک	۶	۸/۷۴۹ **	۰/۰۵۰ **	۵/۶۳۳**	۱۴/۴۹**	۱۴/۵۸ **
رقم	۱	۲/۴۷۷*	۰/۰۲۰ **	ns ۰/۰۰۸	۶/۸۴ **	۳/۳۳**
محیط کشت*رقم	۲	ns ۰/۱۵۸	۰/۰۰۲ **	۷/۶۳۳ **	۱/۶۵ **	۰/۴۱ **
اسیدسولفوریک*رقم	۳	۲/۴۷۷ **	۰/۰۲۰ **	ns ۰/۰۰۸	۶/۸۴ **	۳/۳۳**
محیط کشت*اسیدسولفوریک*رقم	۶	ns ۰/۱۵۸	۰/۰۰۲ **	۴۵/۸۰۰ **	۱/۶۵ **	۰/۴۱**
خطا	۹۶	۰/۵۰	۰/۰۰۰۰۴	۰/۱۹۵	۰/۰۲۱	۰/۰۱۷
ضریب تغییرات (٪)	-	۳/۲۶	۱۱/۱۱	۸/۴۱	۹/۷۲	۱۰/۲۶

ns، * و ** به تریب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

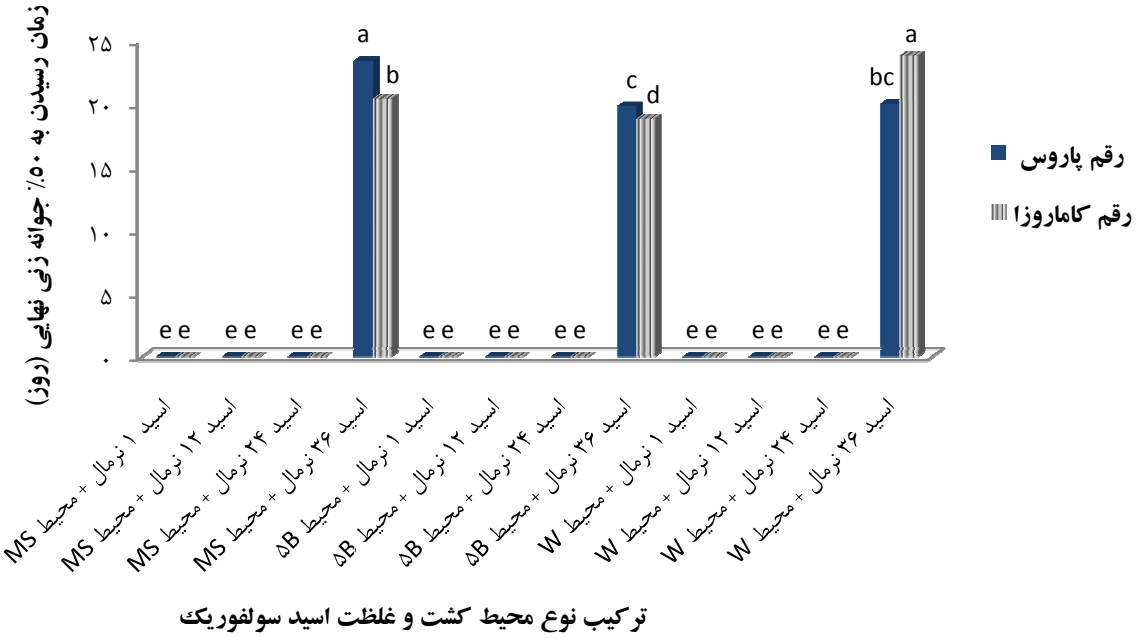


ترکیب نوع محیط کشت و غلظت اسید سولفوریک

نمودار ۱- اثر متقابل سه جانبه نوع محیط کشت، غلظت اسید سولفوریک و رقم بر روی شاخص درصد جوانه زنی بذور توت فرنگی

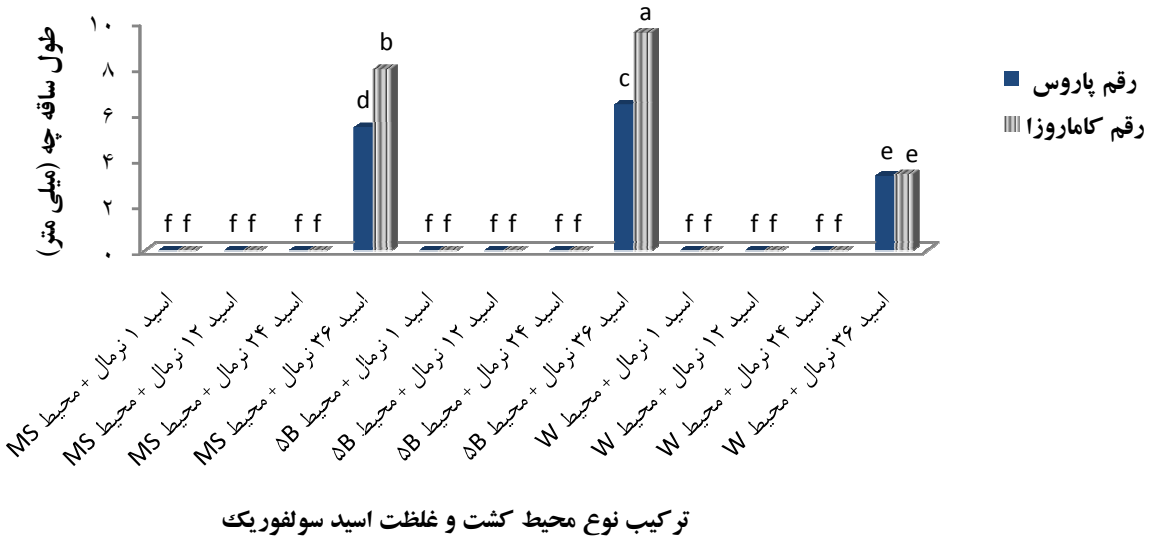


نمودار ۲- اثر متقابل سه جانبه نوع محیط کشت، غلظت اسید سولفوریک و رقم بر روی شاخص سرعت جوانه زنی بذور توت فرنگی

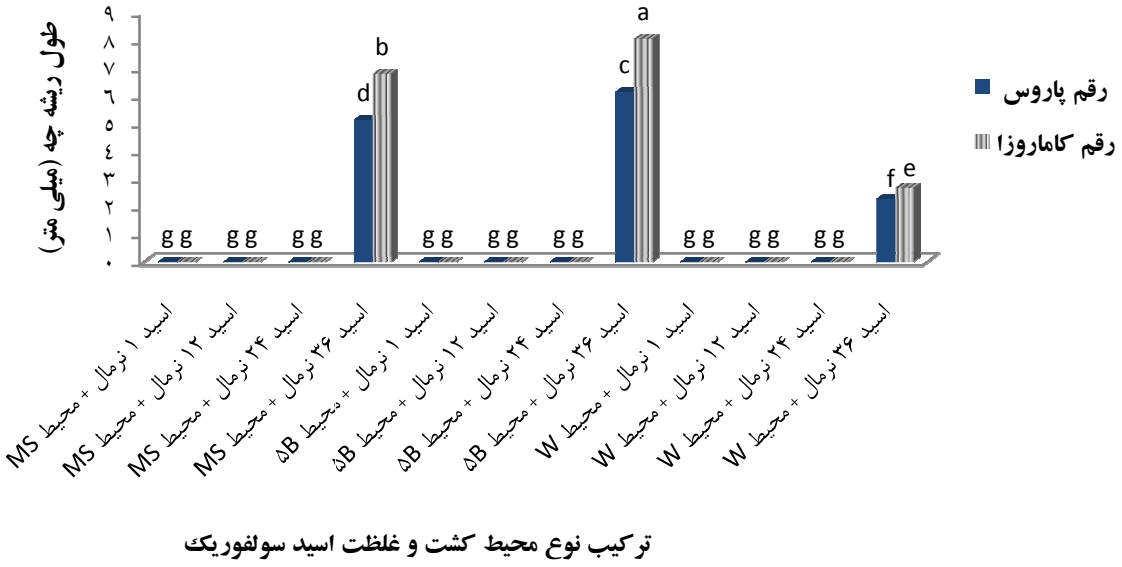


نمودار ۳- اثر متقابل سه جانبه نوع محیط کشت، غلظت اسید سولفوریک و رقم بر روی زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه زنی نهایی بذور توت فرنگی

در مورد شاخص‌های جوانه‌زنی طول ساقه‌چه و همچنین طول ریشه‌چه دو هفته پس از شروع جوانه‌زنی، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثرات اصلی، اثرات متقابل دوجانبه و همچنین اثر متقابل سه‌جانبه فاکتورهای آزمایشی بر روی هر دو صفت در سطح احتمال آماری ۱٪ اثر معنی‌دار داشتند. مقایسه میانگین‌های طول ساقه‌چه در نمودار ۴ و طول ریشه‌چه در نمودار ۵ دیده می‌شود.



نمودار ٤- اثر متقابل سه جانبه نوع محیط کشت، غلظت اسید سولفوریک و رقم بر روی طول ساقه‌چه دو هفته پس از شروع جوانه زنی بذور توت فرنگی



نمودار ٥- اثر متقابل سه جانبه نوع محیط کشت، غلظت اسید سولفوریک و رقم بر روی طول ریشه‌چه دو هفته پس از شروع جوانه زنی بذور توت فرنگی

بهترین مقادیر شاخص‌های جوانه‌زنی در بذور خراش‌دهی شده با اسیدسولفوریک ۳۶ نرمال که بر روی محیط کشت B5 کشت گردیدند مشاهده شد به طوریکه در بذور رقم کاماروزا که بر روی محیط B5 کشت گردیدند، مقادیر این شاخص‌ها برابر با ۴۲٪ جوانه‌زنی، با سرعت جوانه‌زنی ۰/۴۶ بذر در روز بود که پس از ۱۸/۸ روز ۵۰٪ جوانه‌زنی نهایی، بذور جوانه زدند و میانگین طول ساقه‌چه و میانگین طول ریشه‌چه (دو هفته پس از شروع جوانه‌زنی) به ترتیب به مقدارهای ۹/۵۳ و ۸/۰۶ میلی‌متر مشاهده گردید که این مقادیر در بین تمامی تیمارهای این آزمایش بهترین مقادیر بودند. در بذور رقم پاروس کشت شده بر روی محیط B5 نیز از لحاظ شاخص های درصد جوانه‌زنی مقدار ۳۰٪، سرعت جوانه‌زنی مقدار ۰/۳۱ بذر در روز ، زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی نهایی ۸/ ۱۹روز، میانگین طول ساقه‌چه (دو هفته پس از شروع جوانه‌زنی) مقدار ۶/۳۹ میلی متر و میانگین طول ریشه‌چه (دو هفته پس از شروع جوانه‌زنی) مقدار ۶/۱۳ میلی‌متر به دست آمده است. در میان بذر-های خراش‌دهی شده با اسیدسولفوریک ۳۶ نرمال ضعیف ترین شاخص‌های جوانه‌زنی، در بذرهای مستقر شده بر روی کاغذصافی مرطوب بوده است که مقادیر آن برای درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه زنی نهایی، میانگین طول ساقه‌چه و میانگین طول ریشه‌چه (دو هفته پس از شروع جوانه‌زنی) به ترتیب ۱۱٪، ۰/۰۹ بذر در روز، ۲۰ روز، ۳/۲۶ میلی‌متر و ۲/۲۶ میلی‌متر برای رقم پاروس و پس از آن برای بذور رقم کاماروزای کشت شده روی کاغذصافی مرطوب بوده است که مقادیر آن برای درصد جوانه زنی ۱۴٪، سرعت جوانه‌زنی ۰/۱۲ بذر در روز، زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی نهایی ۲۳/۸ روز، میانگین طول ساقه‌چه ۳/۳۳ و میانگین طول ریشه‌چه ۲/۶۶ میلی‌متر به دست آمده است. در این تحقیق خراش‌دهی بذور با اسیدسولفوریک توانست تا حدودی رکود بذرهای توت‌فرنگی هر دو رقم کاماروزا و پاروس را برطرف کند که البته این امر به غلظت اسیدسولفوریک مورد استفاده برای خراش‌دهی بذور، نوع رقم کشت شده و همچنین محیط کشتی که بذرها پس از خراش‌دهی بر روی آن کشت می‌شوند بستگی دارد. . نتایج این تحقیق با نتایج ارائه‌شده توسط حمدونی و همکاران[1] (۲۰۰۱) درمورد جوانه‌زنی درون شیشه‌ای فندقه‌های توت فرنگی آناناسی رقم‌های چاندلر و تیودلا بر روی محیط MS که بیان داشت خراش‌دهی با اسیدسولفوریک غلیظ نسبت به سایر غلظت‌های پایین‌تر، باعث جوانه‌زنی بالا در هر دو رقم شد و همچنین با نتایج پیکوک و هیومر[2] (۱۹۹۶) که اثر نیتروژن مایع و اسیدسولفوریک را بر روی جوانه‌زنی شش گونه *Rubus* مطالعه و نتایج آنها نشان داد که در حالیکه نیتروژن مایع نتوانست اثر معنی‌داری نسبت به شاهد داشته باشد، اسیدسولفوریک به طور معنی‌داری توانست باعث افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی بذور در ۴ تا از گونه‌های *Rubus* شود، مطابقت دارد. خراش‌دهی با اسیدسولفوریک، جوانه‌زنی بذور را افزایش می‌دهد و این برای بسیاری از گونه‌ها با بذرهای نفوذناپذیر گزارش شده است. نتایج بلوچی و همکاران[3] در سال ۲۰۰۶ در خصوص شکستن رکود بذور جنس *Medicago* و جوانه‌زنی بذور نشان داد که برای جوانه‌زنی بذور *M. polymorpha* و *M. regidula* کاربرد اسیدسولفوریک ۹۶٪ به مدت ۱۰ دقیقه مؤثر بوده است. تیمار بذور *Sesbania rostrata* با اسیدسولفوریک غلیظ برای مدت ۳۰ دقیقه جوانه‌زنی را از ۱۲٪ به ۹۴٪ افزایش داده است (سارکر و همکاران[4]، ۲۰۰۰). المنایی و همکاران[5] (۲۰۱۰) در مورد جوانه‌زنی بذور جنس *Cassia* به این نتیجه دست یافتند که خراش‌دهی بذور با اسیدسولفوریک به مدت ۴۵ دقیقه تاثیر بهتری بر روی جوانه‌زنی بذور داشته است. اثر

1- Hamdouni *et al.*
2- peacock & Hummer
3- Baloch *et al.*
4- Sarker *et a.l*
5- Al- menaie *et al.*

اسیدسولفوریک بر جوانه‌زنی بذور را می‌توان این گونه توضیح داد که اسید با نرم کردن و خراش پوشش سخت بذر توت‌فرنگی، باعث تسهیل نفوذ آب، اکسیژن و سایر مواد غذایی به درون بذر می‌شود که به دنبال آن رکود بذر مرتفع و مکانیسم‌های فیزیولوژیکی جوانه‌زنی بذر شروع می‌گردد. البته پس از تسهیل نفوذ آب و مواد، نوع مواد و عناصری که در محیط کشت وجود دارند باعث بروز شاخص‌های جوانه‌زنی متفاوتی خواهند شد، همان‌گونه که در نتایج حاصل از این آزمایش نیز مشاهده گردید که محیط کشت B5 نسبت به محیط‌های کشت دیگر تاثیر بهتری بر روی جوانه‌زنی بذور داشته است. به طور کلی می توان از نتایج این آزمایش انتظار داشت که بهترین تیمار مورد استفاده برای خراش‌دهی بذر توت‌فرنگی رقم کاماروزا و پاروس با توجه به شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی نهایی، میانگین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، از بین تیمارهای مورد استفاده شده در این آزمایش،تیمار خراش‌دهی بذور به مدت ۵ دقیقه با اسیدسولفوریک ۳۶ نرمال و به دنبال آن کشت بذور خراش‌دهی شده بر روی محیط کشت B5 می‌باشد.

سپاس گزاری

بدین‌وسیله از زحمات همه پرسنل و دانشجویان گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهیدچمران اهواز که در انجام این پژوهش مساعدت نمودند تشکر و قدردانی خویش را اعلام می‌داریم.

منابع

۱. جلیلی مرندی، ر.۱۳۸۶. میوه های ریز. چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۲۹۷ ص.

2. Al-menaie, H.S., Al-ragam, O., Al-shatti, A., Mathew, M., and Suresh, N. 2010. The effect of different treatments on seed germination of the *Cassia fistula* L. and *Cassia nodosa* Buch.-Ham. Ex Roxb. In Kuwait. African Journal of Agricultural Research, 5(3): 230-235.

3. Balouchi, H.R., and Modarres Sanavy, S.A.M. 2006. Effect of gibberellic acid, prechilling, sulfuric acid and potassium nitrate on seed germination and dormancy of annual *Medics*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9(15): 2875-2880.

4. Camberato, J., and Mccarty, B. 1999. Irrigation water quality: part I. Salinity. South Carolina Turfgrass Foundation New, 6(2): 6-8.

5. Debnath, S.C., Teixeira da Silva, J.A. 2007. Strawberry culture *in vitro*: applications in genetic transformation and biotechnology. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology, 1(1): 1-12.

6. Esechie, H. 1994. Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. Journal of Agronomy and Crop Science, 172: 194-199.

7. Gerdakaneh, M., Mozafarin, A.A., Khalighi, A., and Sioseh-mardah, A. 2009. The effects of carbohydrate source and concentration on somatic embryogenesis of strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch). American-Eurasian Journal of Agriculture Environment Sciences, 6(1): 76-80.

8. Hamdouni, E.M.E., Lamarti, A., and Badoc, A. 2001. *In vitro* germination of the achenes of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) Cvs. Chandler and Tudla. Bull. Society of Pharmacy of Bordeaux, 140: 31-42.

9. Henry, E.M. 1935. The germination of strawberry seeds and technique of handling seedlings Proc. Journal of the American Society for Horticultural Science. 2: 431-433.

10. Hongxiang, M., Guihong, Y., Weimin, W., Xiulan, C. 2001. Effects of achene *In vitro* culture on seed germination percentage of strawberry. Journal of Agriculture Science, Abstract, page: 1

11. Lis, E.K. 1990. *In vitro* clonal propagation of strawberry from immature achenes. ActaHorticulturae, 280:147-149.

12. Maguirw, I.D. 1962. Speed germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2: 176-177.

13. Miller, A.R., Scheerens, J.C., Erb, P.S., Chandler, C.D. 1992. Enhanced strawberry seed germination trough *in vitro* culture of cut achenes. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117(2): 313-316.

14. Negi, S.P., and Singh, R. 1972. Effect of different chemicals on germination of strawberry seeds. Indian Jornal of Horticulture, 29 (3/4): 265-268.

15. Peacock, D.N., and Hummer, K.E. 1996. Pregermination studies with liquid nitrogen and sulfuric acid on several *Rubus* species. Horticultural Science, 31(2): 238-239.

16. Riazi, Gh. 2004. Study of achenes germination of different strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) under mist and *in vitro* conditions. Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources Spring, 8(1): 60-70.

17. Sarker, P.C., Hossain, S.M.A., Bhuiya M.S.U., and Salim, M. 2000. Breaking seed dormancy in *Sesbania rostrata*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3: 1801-1802.

18. Scott, D.H., and Ink, D. P. 1955. Treatment to hasten the emergence of seedlings of blueberry and strawberry. Proc. Journal of the American Society for Horticultural Science, 66: 237-242.

19. Scott, D.H., and Ink, D.P. 1948. Germination of strawberry seed as affected by scarification treatments with sulfuric acid. Proc. Journal of the American Society for Horticultural Science, 51: 299-300.

20. Thompson, P.A. 1969. The use of chillig chemical treatments to promote rapid germination of strawberry achenes. Journal of Horticultural Science, 44: 201 – 210.