Arshive of SID

پژوهش در میوه‌کاری
دوره دوم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۶ (۴۴-۳۱)

اثر غلظت‌های مختلف عناصر غذایی محیط کشت بر جوانه‌زنی درون شیشه‌ای دانه گرده ارقام مختلف خرما (*Phoenix dactylifera* L.)

مریم بروجردنیا*

استادیار پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز

(تاریخ دریافت: ۹۶/۴/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۷)

چکیده

جوانه‌زنی درون شیشه‌ای تکنیکی موثر برای درک جنبه‌های اساسی و کاربردی بیولوژی دانه گرده محسوب می‌شود. در این آزمایش، اثر غلظت‌های مختلف اسید بوریک (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، نیترات‌کلسیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، سولفات منیزیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نیترات‌پتاسیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) روی جوانه‌زنی درون شیشه‌ای ۴ رقم خرما (غنامی قرمز، نر پاکوتاه، سبز پرک و وردی) ارزیابی گردید. نتایج نشان داد اثر غلظت عناصر محیط کشت بر درصد جوانه‌زنی دانه گرده ارقام نر مورد آزمایش معنی‌داری بود. جوانه‌زنی دانه گرده ارقام خرما با افزایش غلظت نیترات‌کلسیم در محیط کشت تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت، در صورتی که در غلظت‌های مختلف اسید بوریک و نیترات‌پتاسیم، جوانه‌زنی تا غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش و به تدریج در غلظت‌های بالاتر تا ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب کاهش نشان داد. جوانه‌زنی دانه گرده به‌طور معنی‌داری در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات منیزیم نسبت به سایر غلظت‌ها بالاتر بود. بین ارقام مختلف از نظر جوانه‌زنی دانه‌گرده در محیط‌های کشت مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در غلظت‌های بهینه بر، کلسیم، منیزیم و پتاسیم بیشترین جوانه‌زنی دانه گرده در رقم نر پاکوتاه بدست آمد.

کلمات کلیدی: جوانه‌زنی درون شیشه‌ای دانه گرده، خرما، رقم، عناصر غذایی

* نویسنده مسئول: Email: Boroujerdnia@gmail.com

www.SID.ir

Arshive of SID

مقدمه

نخل خرما با نام علمی *Phoenix dactylifera* L. یکی از محصولات مهم و استراتژیک ایران محسوب می‌شود که در ۱۳ استان کشور کشت می‌گردد. در این میان استان بوشهر، خوزستان، سیستان و بلوچستان، کرمان، فارس و هرمزگان با بیش از ۹۹ درصد سطح زیر کشت و تولید از مهمترین مناطق کشت خرما به شمار می‌روند. بر اساس آمارنامه سال ۱۳۹۴ سطح زیرکشت نخیلات در استان خوزستان بیش از ۳۲۳۴۰ هکتار و تولید آن حدود ۱۳۸۴۸۷ تن می‌باشد که به ترتیب از نظر سطح زیر کشت ۱۴ درصد و از نظر تولید ۱۳ درصد از کل کشور را شامل می‌گردد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۴).

نخل خرما گیاهی دوپایه است که گل‌های نر و ماده آن روی دوپایه جداگانه تشکیل می‌شود، از این رو جهت تلقیح گل‌های ماده و در نتیجه تشکیل میوه انتقال دانه گرده کافی و مناسب از گل‌های نر به گل‌های ماده ضروری است. کیفیت و کمیت گرده در پایه‌های نر متفاوت بوده و تأثیر بسزایی روی عملکرد و همچنین کیفیت خرما دارد. دانه گرده اثر مستقیم بر روی خصوصیات فیزیکی (طول، قطر، وزن میوه و بذر) میوه و زمان رسیدن میوه دارد (سلیمان و عثمان[1]، ۲۰۰۱).

جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده مرحله‌ای ضروری در باروری گیاهان محسوب می‌شود، که در آن عوامل درونی و بیرونی نقش مهمی ایفا می‌کنند. جوانه‌زنی درون شیشه‌ای دانه گرده تکنیکی است که غالبا برای مطالعه قدرت جوانه‌زنی دانه‌گرده مورد استفاده قرار می‌گیرد (مورا و همکاران[2]، ۲۰۱۵). محیطی که برای جوانه‌زنی دانه گرده در شرایط درون شیشه‌ای، بکار می‌رود در بین گونه‌های گیاهی متفاوت می‌باشد. دانه گرده بعضی گونه‌های گیاهی به محیط کشت پیچیده‌تری برای جوانه‌زنی نیاز دارد. محیط کشت بروباکر و کواک[3] (۱۹۶۳) بیشترین کاربرد را در بین گونه‌های گیاهی دارد. محیط مورد نیاز برای جوانه‌زنی دانه گرده به عوامل ژنتیکی، میزان و ترکیب مواد غذایی دانه گرده بستگی دارد (دان و همکاران[4]، ۲۰۰۴).

مطالعات نشان می‌دهد که نیترات‌کلسیم، سولفات منیزیم و نیترات‌پتاسیم در جوانه‌زنی دانه گرده نقش دارند (چودهوری و همکاران[5]، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳; دوتامودی و موندال[6]، ۲۰۱۴). عنصر بر به‌طور مستقیم در سنتز پکتین و بطور غیرمستقیم در نمو غشای لوله‌گرده نقش ایفا می‌کند (پال و موندال[7]، ۲۰۱۶).

تحقیقات بسیاری نشان می‌دهد که کلسیم نقش

1. Soliman and Osman

2. Moura *et al.*
3. Brewbaker and kwack
4. Dane *et al.*
5. Choudhury *et al.*
6. Dutta Mudi and Mondal
7. Pal and Mondel

www.SID.ir

Arshive of SID

ضروری در جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده دارد و به نفوذپذیری غشا و استحکام آن کمک می‌کند (استاین‌هورست و کودلا[1]، ۲۰۱۳). ساختار سلول به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر غلظت کلسیم قرار می‌گیرد و سیگنال‌های Ca^{2+} نقش مهمی در رشد و نمو گیاه از جمله رشد لوله گرده و تلقیح ایفا می‌کنند. سیگنال‌های Ca^{2+} به طور وسیعی توسط کانال‌ها و پمپ‌ها کنترل می‌گردند (اسچیوت و همکاران[2]، ۲۰۰۴). شرایط بهینه برای جوانه‌زنی دانه‌گرده و رشد لوله‌گرده فقط در تعداد کمی از گونه‌های گیاهی مشخص شده است (ساها و همکاران[3]، ۲۰۱۶؛ سرکار و همکاران[4]، ۲۰۱۶). آسف و همکاران[5] (۱۹۸۳) نشان دادند که بیشترین جوانه‌زنی دانه گرده خرما در محیط کشت حاوی اسید بوریک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر وجود دارد. مرتضوی و همکاران[6] (۲۰۱۰) بیان کردند در سه رقم خرمای غیبانی، سمسماوی و غنامی بهترین جوانه‌زنی دانه گرده در محیط کشت حاوی ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید بوریک، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات‌کلسیم و ساکاروز ۱۵ درصد بدست می‌آید. کاوند[7] و همکاران (۲۰۱۴) در سه رقم جارویس، فرد و بریم بیشترین جوانه‌زنی دانه گرده را در محیط کشت حاوی ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات‌کلسیم بدست آوردند. هدف از این مطالعه بررسی اثر غلظت‌های مواد شیمیایی مختلف در محیط کشت بر روی جوانه‌زنی درون شیشه‌ای دانه گرده در ارقام مختلف خرما می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه ژنتیک و بهنژادی پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری در سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. برای این منظور از ۴ رقم نر استان خوزستان شامل غنامی‌قرمز، سبزپرک، وردی و نر پاکوتاه استفاده شد. در طول فصل گلدهی، درختان روزانه مورد بررسی قرار گرفتند و غلاف‌های رسیده پس از جدا شدن از درخت به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از شکاف غلاف ها، رشته‌های هر خوشه به آرامی جدا شدند و به مدت ۲ روز در دمای محیط قرار گرفتند و سپس به فریزر با دمای ۲۱- درجه سانتی‌گراد منتقل شدند.

اثر غلظت‌های مختلف اسید بوریک (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، نیترات‌کلسیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، نیترات‌پتاسیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و سولفات‌منیزیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر جوانه‌زنی درون شیشه‌ای دانه‌های گرده ۴ رقم خرما (سبزپرک، غنامی

1. Steinhorst and Kudla
2. Schiott *et al*.
3. Saha *et al*.
4. Sarkar *et al*.
5. Aseif *et al*.
6. Mortazavi *et al*.
7. Kavand *et al*.

www.SID.ir

Arshive of SID

قرمز، نر پاکوتاه و وردی) در طی ۴ آزمایش مجزا مورد بررسی قرار گرفت. در هر آزمایش از محیط کشت پایه بروباکر و کواک (۱۹۶۳) به همراه ۶ درصد ساکارز استفاده شد. پس از قرار دادن محیط کشت در پتری، مقداری دانه‌های گرده بر روی محیط کشت پاشیده شد. سپس پتری‌ها درون انکوباتور با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت قرار گرفتند. در مرحله بعد، میزان جوانه‌زنی دانه‌های گرده در زیر میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰ برابر در ۶ میدان دید که به صورت تصادفی انتخاب می‌شدند، مورد شمارش قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار (SAS) انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به تیمارهای مختلف بر روی جوانه‌زنی دانه گرده خرما

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات درصد جوانه‌زنی			
		بر	کلسیم	پتاسیم	منیزیم
ژنوتیپ	۳	۲۱۰/۳۸ **	۳۳۱/۸۹ **	۵۴۳/۱۰ **	۸۴/۲۵**
سطح تیمار	۳	۷۰۱۱/۰۰ **	۳۸۶۸/۶۸ **	۷۳۷۱/۴۹ **	۱۸۱۷/۴۴ **
ژنوتیپ × سطح تیمار	۹	۲۵۳/۶۰ **	۸۹/۳۷ **	۱۵۹/۹۸ **	۱۶۹/۲۲ **
خطا	۳۰	۱۳/۳۷	۱۹/۸۳	۱۴/۴۸	۱۷/۳۹
ضریب تغییرات(CV%)		۸/۰۷	۸/۴۶	۸/۷۰	۷/۵۴

**،*،ns: معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ و غیر معنی‌دار

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر غلظت‌های مختلف بر، کلسیم، پتاسیم و منیزیم بر جوانه‌زنی دانه گرده ارقام مختلف خرما در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در بین غلظت‌های مختلف اسید بوریک، بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۷۵/۱۱٪) و کمترین آن در تیمار محیط فاقد اسید بوریک (۱۵/۹۵٪) مشاهده گردید. اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های ۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر وجود نداشت (جدول۲). ارقام مختلف از نظر درصد جوانه‌زنی در غلظت‌های مختلف بر با هم اختلاف داشتند. بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب در رقم نر پاکوتاه (۵۰/۱۰٪) و غنامی‌قرمز (۳۹/۹۷٪) وجود داشت و همچنین بین ارقام وردی و سبز پرک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که رقم نر پاکوتاه در محیط کشت حاوی ۱۰۰ و۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدبوریک بیشترین میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده را در بین ارقام نشان داد (نمودارa-۱). در محیط فاقد اسیدبوریک میزان جوانه‌زنی دانه گرده در همه ارقام به شدت کاهش

www.SID.ir

Arshive of SID

یافت، به‌طوری‌که کمترین میزان جوانه‌زنی در رقم وردی با ۷/۶۷٪ و بیشترین آن در رقم نر پاکوتاه با ۲۴/۱۷٪ مشاهده گردید. بین ارقام غنامی‌قرمز و سبزپرک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

با افزایش غلظت اسید بوریک در غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر میزان جوانه دانه گرده افزایش یافت. در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات‌پتاسیم، ارقام سبزپرک، وردی و غنامی‌قرمز نسبت به رقم نر پاکوتاه عکس‌العمل بهتری نشان دادند و جوانه‌زنی آن‌ها افزایش بیشتری داشت. در صورتی که در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدبوریک میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده به‌طور معنی‌داری نسبت به غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت و این میزان افزایش در رقم نر پاکوتاه بسیار قابل ملاحظه بود و پس از آن رقم وردی قرار داشت. ارقام سبزپرک و غنامی قرمز نسبت به ارقام نرپاکوتاه و وردی واکنش کمتری نشان دادند و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت. در ارقام مختلف، با افزایش سطح اسیدبوریک از ۱۰۰ به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر میزان جوانه‌زنی دانه گرده کاهش معنی‌داری داشت، این میزان کاهش در ارقام غنامی‌قرمز و سبزپرک به ترتیب با ۳۵/۶٪ و ۳۶/۲۲٪ بیشتر بود. بیشترین میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده در این سطح در ارقام وردی (۵۴/۸۷٪) و نر پاکوتاه (۵۷/۷٪) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند.

نتایج نشان داد افزایش غلظت کلسیم در محیط کشت باعث افزایش درصد جوانه‌زنی دانه‌گرده گردید. در

جدول ۲- مقایسه میانگین مربوط به اثر سطوح تیمارهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی

تیمار	درصد جوانه‌زنی			
	بر	کلسیم	پتاسیم	منیزیم
۱	۱۵/۹۵ c	۳۴/۷۹ d	۱۹/۸۲ d	۴۱/۲۹ c
۲	۴۳/۹۲ b	۴۱/۱۶ c	۷۵/۶۳ a	۵۴/۳۰ b
۳	۷۵/۱۱ a	۶۰/۶۲ b	۵۰/۱۹ b	۷۱/۳۰ a
۴	۴۶/۱۰ b	۷۳/۹۳ a	۲۹/۱۸ c	۵۴/۲۵ b

تیمار ۱: ۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار ۲: عنصر بر ۵۰ میلی‌گرم در لیتر؛ کلسیم، پتاسیم و منیزیم ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تیمار ۳: عنصر بر ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر؛ کلسیم، پتاسیم و منیزیم ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر؛ تیمار ۴: عنصر بر ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر؛ کلسیم، پتاسیم و منیزیم ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر رقم بر درصد جوانه‌زنی دانه گرده خرما

ارقام	درصد جوانه زنی			
	بر	کلسیم	پتاسیم	منیزیم
وردی	۴۶/۲۵ b	۵۴/۹۲ b	۵۴/۴۹ a	۵۸/۸۱ a
غنامی قرمز	۳۹/۹۷ c	۴۸/۳۳ c	۴۵/۶۶ b	۵۲/۷۵ b
سبز پرک	۴۴/۷۶ b	۴۸/۲۸ c	۳۴/۴۵ c	۵۳/۸۷ b
نر پاکوتاه	۵۰/۱۰ a	۵۸/۹۷ a	۴۴/۲۳ b	۵۵/۷۱ ab

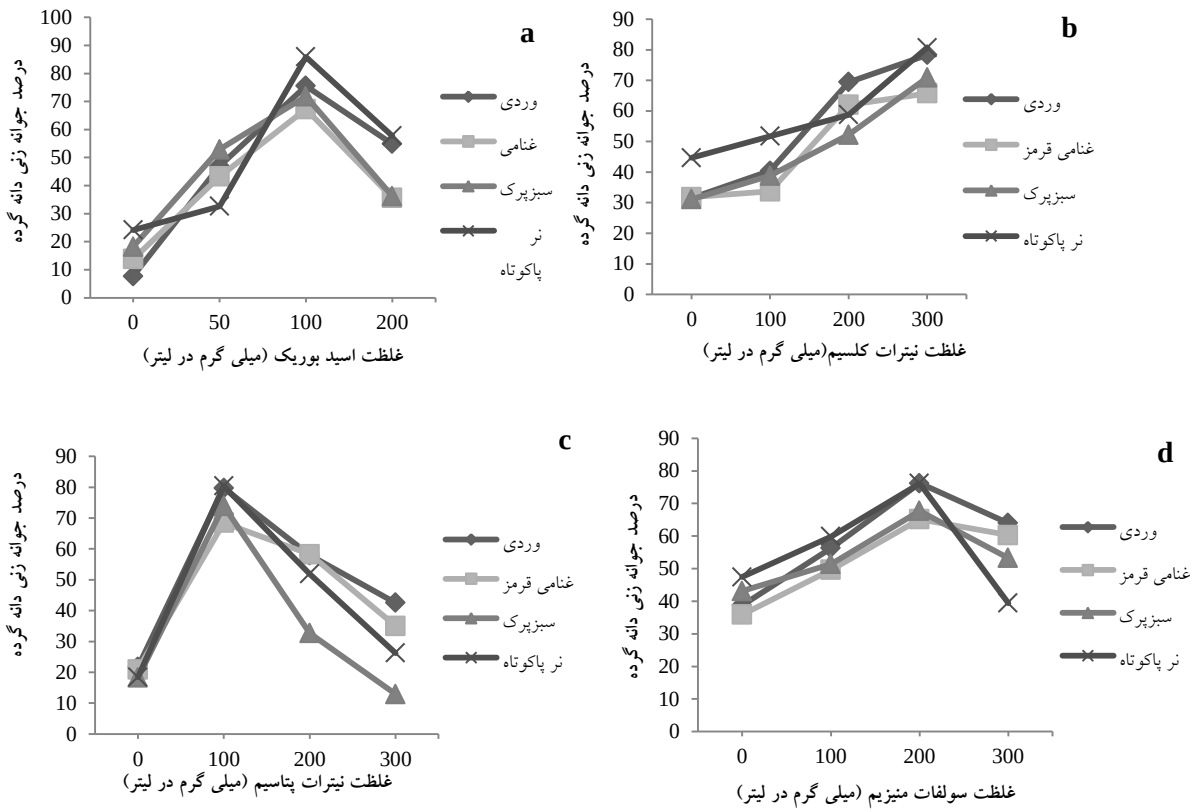
در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

بین غلظت‌های مختلف کلسیم در محیط کشت، بیشترین (۷۳/۹۳٪) و کمترین (۳۴/۷۹٪) درصد جوانه‌زنی به ترتیب در تیمار ۳۰۰ و ۰ میلی‌گرم در لیتر نشان داده شد (جدول۲). در بین ارقام مورد مطالعه، بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده مربوط به غنامی‌قرمز (۵۸/۹۷٪) و بعد از آن ۵۴/۹۲٪ مربوط به رقم وردی بود. کمترین جوانه‌زنی دانه گرده در ارقام غنامی قرمز (۴۸/۳۳٪) و سبزپرک (۴۸/۲۸٪) مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول۳). اثر متقابل رقم و غلظت نیترات‌کلسیم در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. در بین غلظت‌های مختلف نیترات کلسیم محیط کشت، بهترین جوانه‌زنی دانه گرده در همه ارقام در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد و بعد از آن به ترتیب مربوط به غلظت ۲۰۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (نمودارb-۱). در محیط فاقد نیترات کلسیم رقم نرپاکوتاه (۴۴/۷٪) نسبت به سایر ارقام بطور معنی‌داری بیشترین میزان جوانه‌زنی دانه گرده را به خود اختصاص داد، در صورتی که بین سایر ارقام وردی (۳۱/۵٪)، غنامی‌قرمز (۳۱/۸۳٪) و سبزپرک (۳۱/۱٪) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات‌کلسیم، رقم نر پاکوتاه (۵۱/۷۶٪) برتری خود را نسبت به سایر ارقام حفظ نمود ولی در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، به ترتیب رقم وردی (۶۹/۴۷٪) و غنامی‌قرمز (۶۲٪) به‌طور معنی‌داری میزان جوانه‌زنی بالاتری نسبت به ارقام نر پاکوتاه و سبزپرک داشتند. در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات‌کلسیم رقم نر پاکوتاه (۸۰/۶۸٪) و پس از آن در رقم وردی (۷۸/۳۵٪) بیشترین میزان جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند و بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

در بین غلظت‌های مختلف پتاسیم در محیط کشت، تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده (۷۵/۶۳٪) را به خود اختصاص داد (جدول۲).

www.SID.ir

Arshive of SID



نمودار۱- اثر غلظت اسید بوریک (a)، نیترات‌کلسیم (b)، نیترات‌پتاسیم (c) و سولفات منیزیم (d) بر میزان جوانه‌زنی دانه گرده ۴ رقم خرما

کمترین میزان جوانه‌زنی دانه گرده (۱۹/۸۲٪) در غلظت ۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات‌پتاسیم مشاهده شد. همچنین افزایش غلظت پتاسیم بیش از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش میزان جوانه‌زنی به ترتیب در تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر گردید. بررسی اثر غلظت پتاسیم بر درصد جوانه‌زنی ارقام مورد آزمایش نشان داد که رقم وردی با ۵۴/۴۹٪ برتری معنی‌داری نسبت به سایر ارقام دارد ولی ارقام غنامی‌قرمز و نر پاکوتاه به ترتیب با ۴۵/۶۶٪ و ۴۴/۲۳٪ درصد جوانه‌زنی دانه گرده تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. کمترین میزان درصد جوانه‌زنی در رقم سبزپرک با میانگین ۳۴/۴۵٪ جوانه‌زنی دانه گرده مشاهده گردید (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم و غلظت پتاسیم نشان داد که میزان جوانه‌زنی دانه گرده در ۴ رقم مورد بررسی در محیط فاقد نیترات‌پتاسیم بسیار پایین و بین ۱۸/۴۱ تا ۲۱/۷۴ درصد بود که ارقام وردی و غنامی‌قرمز در این شرایط جوانه‌زنی بالاتری نسبت به ارقام سبزپرک و نر پاکوتاه داشتند (نمودارc-۱). با افزایش نیترات پتاسیم به محیط کشت میزان جوانه‌زنی دانه گرده به‌طور معنی‌داری بین ۴۷/۶۲ تا ۶۲ درصد نسبت به محیط

www.SID.ir

Arshive of SID

فاقد نیترات‌پتاسیم در ارقام مختلف افزایش نشان داد. این میزان افزایش جوانه‌زنی دانه‌گرده در ارقام نر پاکوتاه و وردی به ترتیب با ۸۰/۴۳٪ و ۷۹/۷۲٪ بیشتر بود. بین این دو رقم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. رقم غنامی‌قرمز با ۶۸/۴۹٪، کمترین میزان جوانه‌زنی دانه گرده در این غلظت را به خود اختصاص داد. با افزایش غلظت نیترات‌پتاسیم از ۱۰۰ به ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در محیط کشت از جوانه‌زنی دانه‌گرده به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، میزان جوانه‌زنی دانه گرده در رقم سبزپرک با شتاب بیشتری نسبت به سایر ارقام کاهش یافت و به ۳۲/۶۸٪ رسید. رقم غنامی‌قرمز با جوانه‌زنی ۵۸/۲۷٪ میزان کاهش کمتری نسبت به سایر ارقام نشان داد. اگرچه، بین ارقام غنامی‌قرمز، وردی و نر پاکوتاه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. رقم سبزپرک در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات‌پتاسیم کمترین میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده را با ۱۲/۹۴٪ به خود اختصاص داد. در صورتی که رقم وردی با ۴۲/۵۵٪، نسبت به افزایش غلظت نیترات‌پتاسیم دامنه تغییرات کمتری داشت و بیشترین میزان جوانه‌زنی دانه گرده در این غلظت را نشان داد.

با افزایش غلظت منیزیم در محیط کشت، میزان جوانه‌زنی دانه گرده تا سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت اما در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر از میزان جوانه‌زنی دانه گرده کاسته شد. بین غلظت‌های ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۲). جدول ۳ نشان می‌دهد که رقم وردی با میانگین ۵۸/۸۱٪ درصد جوانه‌زنی دانه گرده برتری معنی‌داری نسبت به ارقام غنامی‌قرمز (۵۲/۷۵٪) و سبزپرک (۵۳/۸۷٪) داشت ولی بین ارقام غنامی و سبزپرک تفاوت معنی‌داری دیده نشد. اثرمتقابل رقم و غلظت سولفات منیزیم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در محیط فاقد سولفات‌منیزیم، میزان جوانه‌زنی دانه گرده بین ۳۵/۸۸٪ در رقم غنامی‌قرمز تا ۴۷/۴۵٪ در رقم نرپاکوتاه بود. جوانه‌زنی دانه‌گرده به‌صورت معنی‌داری با افزایش سولفات‌منیزیم به محیط کشت تا غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت. در صورتی که از غلظت ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات‌منیزیم، میزان جوانه‌زنی دانه گرده ارقام مورد بررسی سیر نزولی و کاهشی نشان داد. بین ارقام از نظر میزان کاهش اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین میزان کاهش جوانه‌زنی در رقم نر پاکوتاه با ۳۷ درصد کاهش نسبت به غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. کمترین میزان تغییرات با افزایش غلظت در رقم غنامی‌قرمز با ۵ درصد کاهش بدست آمد (نمودارd-۱).

جوانه‌زنی و رشد لوله گرده تحت تأثیر عوامل درونی و بیرونی قرار می‌گیرد و عوامل موثر در جوانه‌زنی دانه گرده از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت می‌باشد (تیلور و

www.SID.ir

Arshive of SID

هاپلر[1]، ۱۹۹۷). نتایج نشان داد در ارقام مورد بررسی میزان جوانه‌زنی دانه گرده در محیط کشت فاقد عناصر بر و پتاسیم به میزان بیشتری نسبت به کلسیم و منیزیم کاهش یافت. میزان کاهش جوانه‌زنی در غیاب عنصر بر حدود ۷۳-۹۲ درصد بود که نشان می‌دهد جوانه‌زنی دانه‌گرده به شدت تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد و بر عنصر کلیدی در تحریک جوانه‌زنی دانه گرده می‌باشد. اثرات مطلوب اسیدبوریک یا براکس در جوانه‌زنی دانه گرده توسط محققین بسیاری ثابت شده است (نیومورا[2] و همکاران، ۲۰۰۰; وانگ[3] و همکاران، ۲۰۰۳). غلظت مطلوب بر برای جوانه‌زنی در گونه‌های گیاهی مختلف متفاوت است و در غلظت‌های بالاتر از حد مطلوب باعث ایجاد سمیت و جلوگیری از جوانه‌زنی و رشد لوله گرده می‌گردد (واسیل[4]،۱۹۶۳). همچنین کمبود بر در گیاهان باعث تجمع کربوهیدرات‌ها در کلروپلاست می‌گردد که ممکن است باعث کاهش سرعت سیکل کربس و تسریع سیکل پنتوز فسفات گردد (سومیترا و ماندل[5]، ۲۰۱۶). مطالعات نشان می‌دهد بر روی کنترل رشد، نفوذپذیری غشاء، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، RNA و ایندول‌استیک اسید، انتقال قند و فعال‌سازی چندین آنزیم نقش دارد (پال و موندال[6]، ۲۰۱۶). بر همچنین اثر حفاظتی اعمال می‌کند و از پلیمریزاسیون بیش از حد قندها در مکان‌های مربوط به متابولیسم قند جلوگیری می‌کند. بر همچنین برای گسترش دیواره سلولی همچنین لازم می‌باشد (فلیسچر[7] و همکاران، ۱۹۹۸) و بر خصوصیات مکانیکی دیواره لوله گرده اثر می‌گذارد و لوله گرده را نسبت به محرک‌ها حساس می‌کند (استیر و همکاران[8]، ۱۹۸۹).

میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده در غیاب کلسیم ۵۵-۶۹ درصد کاهش یافت. کلسیم موجود در محیط کشت بر چندین خصوصیات فیزیولوژیکی از قبیل کاهش حساسیت دانه گرده و لوله گرده به تغییرات محیط کشت پایه، نفوذپذیری کمتر، رشد خطی و ظاهر سفت لوله‌گرده اثر می‌گذارد (سوآرز[9]، ۲۰۰۸). رشد لوله‌گرده به شیب یون کلسیم وابسته می‌باشد، یون‌های کلسیم خارج سلولی در ترکیب با یون‌های داخلی این شیب غلظت را ایجاد می‌کنند (استاین‌هورست و کودل[10]، ۲۰۱۳). کلسیم همچنین نقش انتقال‌دهنده سیگنال در جوانه‌زنی دانه گرده دارد و در سنتز پکتین و تنظیم اسمزی نقش ایفا می‌کند (زانگ و همکاران[11]، ۲۰۰۷). یون کلسیم مسئول عملکرد مناسب یون پتاسیم و کانال‌های پتاسیم/ سدیم می‌باشد (اختر و همکاران[12]،

1. Taylor and Hepler
2. Nyomora
3. Wang
4. Vasil
5. Soumitra and Mondal
6. Pal and Mondal
7. Fleischer
8. Steer *et al.*
9. Soares
10. Stainhorst and Kudla
11. Zhang *et al.*
12. Akhtar *et al.*

www.SID.ir

Arshive of SID

۲۰۱۳). غلظت مناسب کلسیم برای جوانه‌زنی دانه گرده در گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد. به‌طور مشابه در بسیاری از گونه‌های مورد مطالعه، غلظت‌های پائین یا بالا کلسیم باعث کاهش جوانه‌زنی شده است (لی و همکاران[1]، ۲۰۰۲؛ ویتزیت و همکاران[2]، ۲۰۰۲). با افزایش غلظت کلسیم، موازنه شیب کلسیم در انتهای لوله گرده از بین می‌رود و رشد لوله گرده متوقف می‌شود (لی و همکاران، ۲۰۰۹). در صورت عدم کلسیم در محیط کشت، نفوذپذیری غشای لوله گرده افزایش می‌یابد و باعث رهاسازی متابولیت‌های داخلی به محیط بیرون می‌گردد (سوآرز و همکاران[3]، ۲۰۰۸).

جوانه‌زنی و رشد لوله گرده به‌طور معنی‌داری با انتقال یون‌های معدنی مانند کلسیم و پتاسیم در سرتاسر غشاء پلاسمایی دانه‌گرده و یا لوله‌گرده تنظیم می‌شود (تیلور و هپلر[4]، ۱۹۹۷). در بسیاری از گونه‌های گیاهی، پتاسیم برای جوانه‌زنی بهینه دانه‌گرده در شرایط درون شیشه‌ای مورد نیاز می‌باشد و احتمالاً در حفظ پتانسیل اسمزی نقش دارد (قنتا و ماندل[5]، ۲۰۱۶). در جوانه‌زنی دانه‌های گرده خرما، پتاسیم می‌تواند نقش مهمی ایفا نماید و ۷۸ -۸۱ درصد جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار دهد. به نظر می‌رسد یون پتاسیم باعث افزایش مشارکت یون کلسیم در دیواره سلولی می‌گردد (قنتا و ماندل، ۲۰۱۳). فان و همکاران[6] (۲۰۰۱) نشان دادند که ذخیره بیرونی یون پتاسیم، سرعت جوانه‌زنی دانه گرده در *Arabidopsis* را افزایش می‌دهد. بروبکر و کواک[7] در سال ۱۹۶۳ دریافتند یون‌های منیزیم باعث افزایش اثرات یون‌های کلسیم می‌شوند و در نتیجه رشد لوله گرده تقویت می‌گردد. اگرچه وجود عنصر منیزیم بر روی بهبود جوانه‌زنی دانه گرده ارقام خرما نقش دارد اما در غیاب آن، نسبت به سایر عناصر جوانه‌زنی به میزان کمتری (۵۲-۶۴ درصد) کاهش می‌یابد.

اهمیت غلظت عناصر غذایی در جوانه‌زنی دانه گرده گونه‌های گیاهی مختلف در مطالعات بسیاری مورد ارزیابی قرار گرفته است و با نتایج بدست آمده مطابقت دارد (مرتضوی و همکاران، ۲۰۰۷؛ چودهوری و ماندل[8]، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳؛ قنتا و ماندل، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۶).

نتیجه‌گیری کلی

قدرت دانه گرده در جوانه‌زنی تحت تأثیر ژنوتیپ، دما، رطوبت محیط، نوع محیط کشت و مرحله فیزیولوژیکی گل‌های نر قرار می‌گیرد. نمک‌هایی مانند نیترات‌کلسیم، نیترات‌پتاسیم و سولفات‌منیزیم در جوانه‌زنی دانه گرده موثر می‌باشند. نقش‌های ضروری و

1. Lee *et al.*
2. Voyiatzis *et al.*
3. Soares *et al.*
4. Taylor and Hepler
5. Ghanta and Mondal
6. Fan *et al.*
7. Brewbaker and Kwack.
8. Choudhury and Mondal.

www.SID.ir

Arshive of SID

مکمل این عناصر در جوانه‌زنی دانه گرده تحت شرایط درون شیشه‌ای و مزرعه‌ای مشخص شده است (وانگ و همکارن[1]، ۲۰۰۳؛ لی و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج نشان می‌دهد، در محیط کشت‌های فاقد عناصر غذایی (کلسیم، منیزیم، پتاسیم و بر) جوانه‌زنی دانه گرده به‌ندرت صورت می‌گیرد. همچنین در غلظت‌های بالای عناصر غذایی جوانه‌زنی کاهش می‌یابد، بنابراین غلظت بهینه مورد استفاده اهمیت بسزایی دارد. سوآرز و همکاران (۲۰۰۸) بیان کرد که بین گونه‌های گیاهی و ارقام مربوط به گونه‌های گیاهی از نظر محیط کشت مورد نیاز برای جوانه‌زنی دانه گرده تفاوت وجود دارد. در این بررسی میزان جوانه‌زنی دانه گرده در ارقام مختلف خرما با هم اختلاف داشت و تحت تأثیر غلظت عناصر غذایی محیط کشت قرار گرفت. در جوانه‌زنی دانه گرده بین کلسیم و بر اثر متقابل مثبت وجود دارد. تعدادی از محققین کاهش در جوانه‌زنی دانه گرده توسط بر در غیاب کلسیم را گزارش کرده‌اند که ممکن است به افزایش ترکیب شدن بر با رمناگالاکتورونان در دیواره لوله گرده نسبت داده شود، که در نتیجه آن دیواره سلولی دانه گرده استحکام می‌یابد (کانکو و همکاران[2]، ۱۹۹۷). بنابراین کاربرد یون‌های پتاسیم، کلسیم، منیزیم و بر به صورت خارجی در محیط کشت باعث بهبود جوانه‌زنی دانه گرده خرما می‌گردد.

1. Lee *et al.*
2. Kaneko *et al.*

www.SID.ir

Arshive of SID

منابع

احمدی، ک.، قلی‌زاده، ح.، عبادراد، ح.ف.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر.، کاظمی‌فرد، ر.، عبدشاه، ه. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی. محصولات باغی. جلد سوم. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

Asif, M. I., Al-Tahir, O. A. and Farah, A. F. 1983. The effects of some chemicals and growth substances on pollen germination and tube growth of date palm. Horticulture Science, 18: 479-480.

Akhtar, N., Hossain, F. and Karim, A. 2013. Influence of calcium on water relation of two cultivars of wheat under salt stress. International Journal of Environment, 2: 1-8.

Brewbaker, J. and Kwack, B. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. American Journal of Botany, 50: 859–865.

Bruyn, J. D. 1966. The in vitro germination of pollen of *Setaria sphacelata*. Physiolgia Plantarum, 19(2): 322-327.

Moura, C. R. F., Machado, C. D. A. and Ledo, A. D. S. 2015. *In vitro* germination and viability of pollen grain of coconut accessions. Revista Ciência Agronomica, 46(2): 421-427.

Choudhury, S., Mondal, S. and Mandal, S. 2012. Studies on *in vitro* pollen germination of *Rauvolfia serpntina* (L.) Benth. Ex. Murz. In: Bose, D and Roy, S. (Eds.) Biology of Plans and Microbes. LevantBooks. Kolkata, 156-161.

Choudhury, S. and Mondal, S. 2013. Studies on in vitro pollen germination of *Carissa carandus* Linn. Science and Culture, 79(1-2):128-130.

Dane, F., Olgun, G. and Dalg, O. 2004. *In vitro* pollen germination of some plant species in basic culture medium. Journal of Cell and Molecular Biology, 3: 71-76.

Dutta Mudi, M. and Mondal S. 2014. Studies on in vitro pollen germination of *Phyllanthus reticulates* Poir. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 4 (3): 367-373.

Fan, L., Wang, Y. Wang, H. and Wu, W. 2001. *In vitro Arabidopsis* pollen germination an characterization of inward potassium currents in *Arabidopsis* pollen grain protoplasts. Journal of Experimental Botany, 52(361): 1603-1614.

Fleischer, A., Titel, C. and Ehwald, R. 1998. The boron requirement and cell wall properties of growing and stationary suspension-cultured *Chenopodium album* L. cells. Plant Physiology, 117(4): 1401–1410.

Ghanta, R. and Mondal, S. 2013. Effect of some nutrients on in vitro pollen germination of *Crescentia cujete* L. Cibtech Journal of Bio-Protocols, 2(1): 2319-3840.

Ghanta, R. and Mondal, S. 2016. *In vitro* studies on pollen germination of *Aloe barbadensis* Mill. International Journal of Current Science, 19(2): 146-153.

Kaneko, S. T., Ishii, T. and Matsunaga, T. 1997. A boron rhamnogalacturonan II complex from bamboo shoot cell walls. Photochemistry, 44(2): 243–248.

Kavand, A. R., Ebadi, A., Dehghani Shuraki, Y. and Abdosi, V. 2014. Effect of calcium nitrate and boric acid on pollen germination of some date palm male cultivars. European Journal of Experimental Biology, 4(3):10-14.

Lee, S. H., Kim, W. S. and Han, T. H. 2009. Effects of post-harvest foliar boron and calcium applications on subsequent season's pollen germination and pollen tube growth of pear (*Pyrus pyrifolia*). Scientia Horticulturae, 122(1): 77-82.

Mortazavi, M. H., Arzani, K. and Moeini, A. 2007. The effect of different concentrations of several chemical compounds on *in vitro* germination of three cultivar of date palm (in Persian). Scientific Journal of Agriculture, 30(4): 1-8.

www.SID.ir

Arshive of SID

Nyomora, A. M. S., Brown, P. H., Pinney, K. and Polito, V. S. 2000. Foliar application of boron to almond trees affects pollen quality. Journal of the American Society for Horticultural Science, 125(2): 265–270.

Pal, P. and Mondal, S. 2016. An investigation on *in vitro* pollen germination and tube development of *Jacquinia ruscifolia* Jacq. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences, 3(9): 71-77.

Saha, H., Mondal, S. and Mandal, S. 2016. Studies on *in vitro* pollen germination and tube development of *Borassus Flabellifer* L. International Journal of Recent Scientific Research Research, 7(6): 11985-11989.

Sarkar, N. R., Mondal, S. and Mandal, S. 2016. Studies in vitro pollen germination of *Holmskioldia Sanguinea* Retz. International Journal of Current Advanced Research, 5(7):1062-1065.

Schiott, M., Romanowsky, S. M., Baekgaard, L., Jakobsen, M. K. and Palmgren, M. G. 2004. A Plant Plasma Membrane Ca^{2+} pump is required for Normal Pollen Tube Growth and Fertilization. Plant Biology, 101: 9502-9507.

Soares, T. L., Silva, S. D. O., Costa, M. A. P. C. and *et al*. 2008. In vitro germination and viability of pollen grains of banana diploids. Crop Breeding and Applied Biotechnology, 8: 111-118.

Soliman, S. and Osman, M. 2001. Yield and fruit quality of bartamoda and malkabi dates as affected by different pollen types under south El-Wady condition. Journal of Agricultural Sciences, 26: 3819-3829.

Soumitra, P. and Mondal, S. 2016. An investigation on *in vitro* pollen germination and tube development of *Jacquinia ruscifolia* Jacq. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences, 3(9): 71-77.

Steer, M. W. and Steer, J. M. 1989. Pollen tube tip growth. New Physiologist. 111(3): 323–358.

Steinhorst, L. and Kudla, J. 2013. Calcium-A central regulator of pollen germination and tube growth. Biochimica et Biophysica Acta, 1833(7): 1573-1581.

Taylor, L. P. and Hepler, P. K. 1997. Pollen germination and tube growth. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 48: 461-491.

Vasil, K. 1963. Effect of Boron on pollen germination and pollen tube growth. In: Pollen Physiology and Fertilization. Ed. H. F. Linskens. North Holland Publishing Company. Amsterdam.

Voyiatzis, D. G. and Paraskevopoulou-Paroussi, G. 2002. Factors affecting the quality and in vitro germination capacity of strawberry pollen. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77(2): 200–203.

Wang, Q., Lu, L., Wu, X., Li, Y. and Lin, J. 2003. Boron influences pollen germination and pollen tube growth in *Picea meyeri*. Tree Physiology, 23(5): 345-351.

Zhang, J., Liu, J., Chen, Z. and Lin, J. 2007. In vitro germination and growth of lily pollen tubes is affected by calcium inhibitor with reference to calcium distribution. Flora, 202(7): 581-588.

www.SID.ir

Arshive of SID

Research in Pomology, Vol. 2, No. 1, Spring and Summer 2017

Effect of different concentrations of medium nutrients on *In Vitro* pollen germination in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) different cultivars

Maryam Boroujerdnia*

Assistant Professor of Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahwaz, Iran.

(Received: Jul. 3, 2017 - Accepted: Aug. 29, 2017)

Abstract

In vitro pollen germination is an effective technique for understanding the basic and applied aspects of pollen biology. In this experiment, effect of different concentrations of boric acid (0, 50,100, 200 mg l^{-1}), calcium nitrate (0, 100, 200, 300 mg l^{-1}), magnesium sulphate (0, 100, 200, 300 mg l^{-1}) and potassium nitrate (0, 100, 200, 300 mg l^{-1}) were examined on *in vitro* pollen germination of 4 date cultivars (Ghanami Ghermez, Nar Pakhotah, Sabz Parak and Vardi). The results showed that type and levels of treatment significantly affected the pollen germination rate in all examined male cultivars. It was found that pollen germination in all cultivars was decreased by increasing calcium nitrate concentration up to 300 mg l^{-1} while germination was increased with increase in boric acid and potassium nitrate levels up to 100 mg l^{-1} and then gradually decreased up to 200 and 300 mg l^{-1}, respectively. The pollen germination was significantly higher at 200 mg l^{-1} of MgSO4 than other concentrations. Significant differences in germination rate were found among cultivars in different culture media. With optimum concentrations of B, Ca, Mg and K, the highest pollen germination was obtained for Nar Pakotah cultivar.

Key words: Cultivar, Date Palm, *In Vitro* germination of pollen, Nutrient elements

*Corresponding author: Email: Boroujerdnia@gmail.com

www.SID.ir