

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

مریم بروجر دنیا*

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)، نیترات کلسیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، سولفات منیزیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نیترات پتاسیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) روی جوانه‌زنی درون شیشه‌ای ۴ رقم خرما (غنمی 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 نیترات کلسیم در محیط کشت تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت، در صورتی که در غلظت‌های مختلف اسید بوریک و نیترات پتاسیم، 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

مقدمه

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 غالباً برای مطالعه قدرت جوانه‌زنی دانه‌گرده مورد استفاده قرار می‌گیرد (مورا و همکاران^۲، 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^۳ (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^۴، ۲۰۰۴).

مطالعات نشان می‌دهد که نیترات کلسیم، سولفات منیزیم و نیترات پتاسیم در جوانه‌زنی دانه گرده نقش دارند (چودهوری و همکاران^۵، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳؛ دوتامودی و موندال^۶، ۲۰۱۴). عنصر بر به‌طور مستقیم در سنتز پکتین و بطور غیرمستقیم در نمو غشای لوله‌گرده نقش ایفا می‌کند (پال و موندال^۷، ۲۰۱۶).

تحقیقات بسیاری نشان می‌دهد که کلسیم نقش

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^۱، ۲۰۰۱).

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

1. Soliman and Osman

جوانه‌زنی دانه‌گرده را در محیط کشت حاوی ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات کلسیم بدست آوردند. هدف از این مطالعه بررسی اثر غلظت‌های مواد شیمیایی مختلف در محیط کشت بر روی جوانه‌زنی درون شیشه‌ای دانه‌گرده 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 غنمی‌قرمز، 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 غلاف‌ها، 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)، نیترات کلسیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، نیترات پتاسیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و سولفات منیزیم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر جوانه‌زنی درون شیشه‌ای دانه‌های گرده ۴ رقم خرما (سبزپرک، غنمی

ضروری در جوانه‌زنی دانه‌گرده و رشد لوله‌گرده دارد و به نفوذپذیری غشا و استحکام آن کمک می‌کند (استاین‌هورست و کودلا^۱، 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 لوله‌گرده و تلقیح ایفا می‌کنند. سیگنال‌های Ca^{2+} به‌طور وسیعی توسط کانال‌ها و پمپ‌ها کنترل می‌گردند (اسچیت و همکاران^۲، ۲۰۰۴). شرایط بهینه برای جوانه‌زنی دانه‌گرده و رشد لوله‌گرده فقط در تعداد کمی از گونه‌های گیاهی مشخص شده است (سها و همکاران^۳، ۲۰۱۶؛ سرکار و همکاران^۴، ۲۰۱۶). آسف و همکاران^۵ (۱۹۸۳) نشان دادند که بیشترین جوانه‌زنی دانه‌گرده خرما در محیط کشت حاوی اسید بوریک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر وجود دارد. مرتضوی و همکاران^۶ (۲۰۱۰) بیان کردند در سه رقم خرما غیبانی، سمسماوی و غنمی بهترین جوانه‌زنی دانه‌گرده در محیط کشت حاوی ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات کلسیم و ساکاروز ۱۵ درصد بدست می‌آید. کاوند^۷ و همکاران (۲۰۱۴) در سه رقم جارویس، فرد و بریم بیشترین

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.*

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.

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

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

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

NS, *, **؛ معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ و غیر معنی‌دار

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی در غلظت‌های مختلف بر با هم اختلاف داشتند. بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب در رقم نر پاکوتاه (۵۰/۱۰٪) و غنمی‌قرمز (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 و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدبوریک بیشترین میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده را در بین ارقام نشان داد (نمودار ۱-۱). در محیط فاقد اسیدبوریک میزان جوانه‌زنی دانه گرده در همه ارقام به شدت کاهش

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 (جدول ۲). ارقام مختلف از نظر

ملاحظه بود و پس از آن رقم وردی قرار داشت. ارقام سبزپرک و غنمی قرمز نسبت به ارقام نرپاکوتاه و وردی واکنش کمتری نشان دادند و اختلاف معنی داری بین آن‌ها وجود نداشت. در ارقام مختلف، با افزایش سطح اسیدبوریک از ۱۰۰ به ۲۰۰ میلی گرم در لیتر میزان جوانه زنی دانه گرده کاهش معنی داری داشت، این میزان کاهش در ارقام غنمی قرمز و سبزپرک به ترتیب با ۳۵/۶٪ و ۳۶/۲۲٪ بیشتر بود. بیشترین میزان جوانه زنی دانه گرده در این سطح در ارقام وردی (۵۴/۸۷٪) و نرپاکوتاه (۵۷/۷٪) مشاهده شد که اختلاف معنی داری با هم نداشتند.

نتایج نشان داد افزایش غلظت کلسیم در محیط کشت باعث افزایش درصد جوانه زنی دانه گرده گردید. در

یافت، به طوری که کمترین میزان جوانه زنی در رقم وردی با ۷/۶۷٪ و بیشترین آن در رقم نرپاکوتاه با ۲۴/۱۷٪ مشاهده گردید. بین ارقام غنمی قرمز و سبزپرک اختلاف معنی داری وجود نداشت.

با افزایش غلظت اسید بوریک در غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر میزان جوانه دانه گرده افزایش یافت. در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر نیتراپتاسیم، ارقام سبزپرک، وردی و غنمی قرمز نسبت به رقم نرپاکوتاه عکس العمل بهتری نشان دادند و جوانه زنی آن‌ها افزایش بیشتری داشت. در صورتی که در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدبوریک میزان جوانه زنی دانه گرده به طور معنی داری نسبت به غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر افزایش یافت و این میزان افزایش در رقم نرپاکوتاه بسیار قابل

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

درصد جوانه زنی				
تیمار	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 میلی گرم در لیتر، تیمار ۲: عصار بر ۵۰ میلی گرم در لیتر؛ کلسیم، پتاسیم و منیزیم ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، تیمار ۳: عصار بر ۱۰۰ میلی گرم در لیتر؛ کلسیم، پتاسیم و منیزیم ۲۰۰ میلی گرم در لیتر؛ تیمار ۴: عصار بر ۲۰۰ میلی گرم در لیتر؛ کلسیم، پتاسیم و منیزیم ۳۰۰ میلی گرم در لیتر در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

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

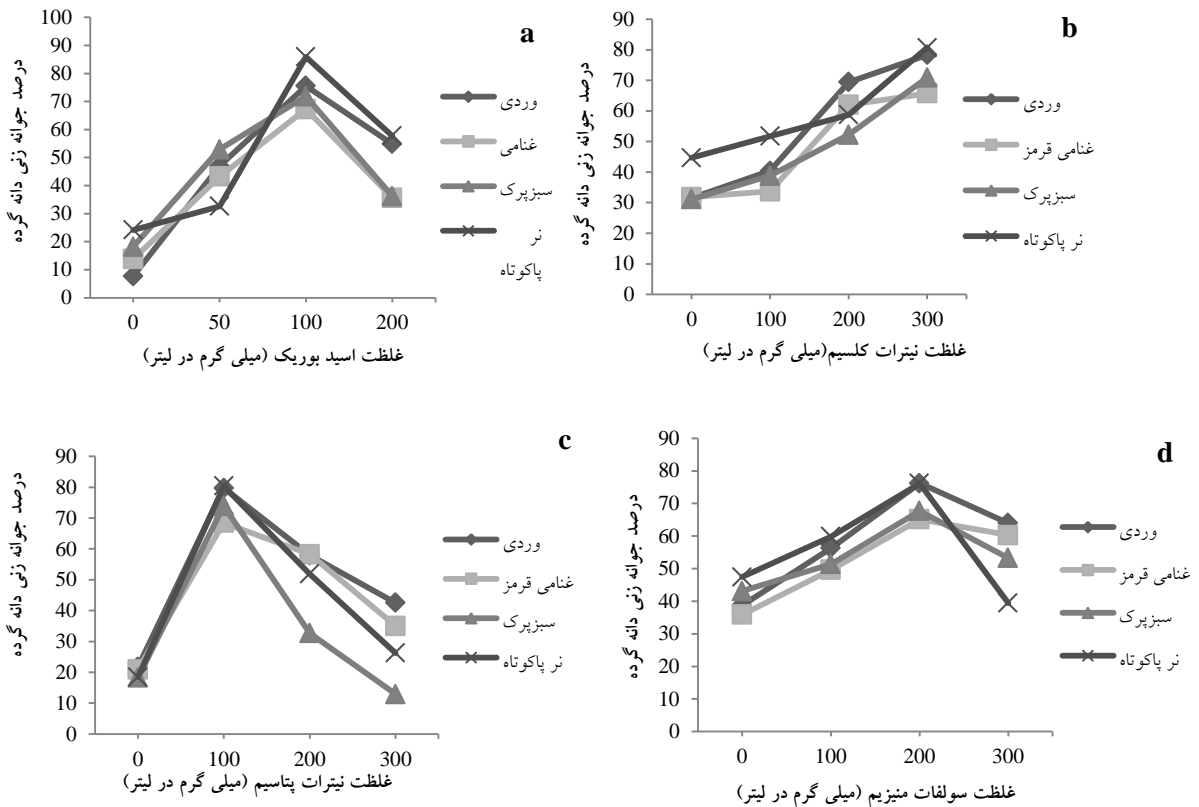
درصد جوانه زنی				
ارقام	بر	کلسیم	پتاسیم	منیزیم
وردی	۴۶/۲۵ ^b	۵۴/۹۲ ^b	۵۴/۴۹ ^a	۵۸/۸۱ ^a
غنمای قرمز	۳۹/۹۷ ^c	۴۸/۳۳ ^c	۴۵/۶۶ ^b	۵۲/۷۵ ^b
سبز پرک	۴۴/۷۶ ^b	۴۸/۲۸ ^c	۳۴/۴۵ ^c	۵۳/۸۷ ^b
نر پاکوتاه	۵۰/۱۰ ^a	۵۸/۹۷ ^a	۴۴/۲۳ ^b	۵۵/۷۱ ^{ab}

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

بیشترین میزان جوانه‌زنی دانه گرده را به خود اختصاص داد، در صورتی که بین سایر ارقام وردی (۳۱/۵٪)، غنمای قرمز (۳۱/۸۳٪) و سبزپرک (۳۱/۱٪) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات کلسیم، 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 غنمای قرمز (۶۲٪) به‌طور معنی‌داری میزان جوانه‌زنی بالاتری نسبت به ارقام نر پاکوتاه و سبزپرک داشتند. در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات کلسیم 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 (جدول ۲).

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 (جدول ۲). در بین ارقام مورد مطالعه، بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده مربوط به غنمای قرمز (۵۸/۹۷٪) و بعد از آن ۵۴/۹۲٪ مربوط به رقم وردی بود. کمترین جوانه‌زنی دانه گرده در ارقام غنمای قرمز (۴۸/۳۳٪) و سبزپرک (۴۸/۲۸٪) مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۳). اثر متقابل رقم و غلظت نیترات کلسیم 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 (نمودار b-1). در محیط فاقد نیترات کلسیم رقم نر پاکوتاه (۴۴/۷٪) نسبت به سایر ارقام بطور معنی‌داری



نمودار ۱- اثر غلظت اسید بوریک (a)، نیترات کلسیم (b)، نیترات پتاسیم (c) و سولفات منیزیم (d) بر میزان جوانه‌زنی دانه گرده ۴ رقم خرما

جوانه‌زنی در رقم سبزیپرک 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 نیترات پتاسیم بسیار پایین و بین

۱۸/۴۱ تا ۲۱/۷۴ درصد بود که ارقام وردی و غنামী قرمز

در این شرایط جوانه‌زنی بالاتری نسبت به ارقام سبزیپرک

و نر پاکوتاه داشتند (نمودار ۱- c). با افزایش نیترات

پتاسیم به محیط کشت میزان جوانه‌زنی دانه گرده به‌طور

معنی‌داری بین ۴۷/۶۲ تا ۶۲ درصد نسبت به محیط

کمترین میزان جوانه‌زنی دانه گرده (۱۹/۸۲٪) در غلظت

۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات پتاسیم 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 غنামী قرمز و نر پاکوتاه به

ترتیب با ۴۵/۶۶٪ و ۴۴/۲۳٪ درصد جوانه‌زنی دانه گرده

تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. کمترین میزان درصد

۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). جدول ۳ نشان می‌دهد که رقم وردی با میانگین $0.58/81$ درصد جوانه‌زنی دانه‌گرده برتری معنی‌داری نسبت به ارقام غنمی‌قرمز ($0.52/75$) و سبزیپرک ($0.53/87$) داشت ولی بین ارقام غنمی و سبزیپرک تفاوت معنی‌داری دیده نشد. اثر متقابل رقم و غلظت سولفات منیزیم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در محیط فاقد سولفات منیزیم، میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده بین $0.35/88$ در رقم غنمی‌قرمز تا $0.47/45$ در رقم نرپاکوتاه بود. جوانه‌زنی دانه‌گرده به‌صورت معنی‌داری با افزایش سولفات منیزیم به محیط کشت تا غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت. در صورتی که از غلظت ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات منیزیم، میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده 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 نرپاکوتاه با ۳۷ درصد کاهش نسبت به غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. کمترین میزان تغییرات با افزایش غلظت در رقم غنمی‌قرمز با ۵ درصد کاهش بدست آمد (نمودار d-1).

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

فاقد نیتراپتاسیم در ارقام مختلف افزایش نشان داد. این میزان افزایش جوانه‌زنی دانه‌گرده در ارقام نرپاکوتاه و وردی به ترتیب با $0.80/43$ و $0.79/72$ بیشتر بود. بین این دو رقم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. رقم غنمی‌قرمز با $0.68/49$ ، کمترین میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده در این غلظت را به خود اختصاص داد. با افزایش غلظت نیتراپتاسیم 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 دانه‌گرده در رقم سبزیپرک با شتاب بیشتری نسبت به سایر ارقام کاهش یافت و به $0.32/68$ رسید. رقم غنمی‌قرمز با جوانه‌زنی $0.58/27$ میزان کاهش کمتری نسبت به سایر ارقام نشان داد. اگرچه، بین ارقام غنمی‌قرمز، وردی و نرپاکوتاه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. رقم سبزیپرک در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتراپتاسیم کمترین میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده را با $0.12/94$ به خود اختصاص داد. در صورتی که رقم وردی با $0.42/55$ ، نسبت به افزایش غلظت نیتراپتاسیم دامنه تغییرات کمتری داشت و بیشترین میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده در این غلظت را نشان داد.

با افزایش غلظت منیزیم در محیط کشت، میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده تا سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت اما در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر از میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده کاسته شد. بین غلظت‌های

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^۷ و همکاران، ۱۹۹۸) و بر خصوصیات مکانیکی دیواره لوله‌گرده اثر می‌گذارد و لوله‌گرده را نسبت به محرک‌ها حساس می‌کند (استیر و همکاران^۸، 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 دانه‌گرده و لوله‌گرده به تغییرات محیط کشت پایه، نفوذپذیری کمتر، رشد خطی و ظاهر سفت لوله‌گرده اثر می‌گذارد (سوارز^۹، 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^{۱۰}، ۲۰۱۳). کلسیم همچنین نقش انتقال‌دهنده سیگنال در جوانه‌زنی دانه‌گرده دارد و در سنتز پکتین و تنظیم اسمزی نقش ایفا می‌کند (زانگ و همکاران^{۱۱}، ۲۰۰۷). یون کلسیم مسئول عملکرد مناسب یون پتاسیم و کانال‌های پتاسیم/ سدیم می‌باشد (اختر و همکاران^{۱۲}،

هایپر^۱، ۱۹۹۷). نتایج نشان داد در ارقام مورد بررسی میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده 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 دانه‌گرده می‌باشد. اثرات مطلوب اسیدبوریک یا براکس در جوانه‌زنی دانه‌گرده توسط محققین بسیاری ثابت شده است (نیومورا^۲ و همکاران، ۲۰۰۰؛ وانگ^۳ 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 لوله‌گرده می‌گردد (واسیل^۴، 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^۵، ۲۰۱۶). مطالعات نشان می‌دهد بر روی کنترل رشد، نفوذپذیری غشاء، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، RNA و ایندول استیک اسید، انتقال قند و فعال‌سازی چندین آنزیم نقش دارد (پال و موندال^۶، ۲۰۱۶). بر همچنین اثر حفاظتی اعمال

7. Fleischer
8. Steer *et al.*
9. Soares
10. Stainhorst and Kudla
11. Zhang *et al.*
12. Akhtar *et al.*

1. Taylor and Hepler
2. Nyomora
3. Wang
4. Vasil
5. Soumitra and Mondal
6. Pal and Mondal

کلسیم در دیواره سلولی می‌گردد (قنتا و ماندل، ۲۰۱۳). فان و همکاران^۶ (۲۰۰۱) نشان دادند که ذخیره بیرونی یون پتاسیم، سرعت جوانه‌زنی دانه گرده در *Arabidopsis* را افزایش می‌دهد. بروبکر و کواک^۷ 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^۸، 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 نترات کلسیم، نترات پتاسیم و سولفات منیزیم در جوانه‌زنی دانه گرده موثر می‌باشند. نقش‌های ضروری و

(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^۱، ۲۰۰۲؛ ویتزیت و همکاران^۲، 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 (سوارز و همکاران^۳، 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^۴، 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^۵، 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

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.

و بر به صورت خارجی در محیط کشت باعث بهبود جوانه‌زنی دانه‌گرده خرما می‌گردد.

مکمل این عناصر در جوانه‌زنی دانه‌گرده تحت شرایط درون شیشه‌ای و مزرعه‌ای مشخص شده است (وانگ و همکاران^۱، ۲۰۰۳؛ لی و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج نشان می‌دهد، در محیط کشت‌های فاقد عناصر غذایی (کلسیم، منیزیم، پتاسیم و بر) جوانه‌زنی دانه‌گرده به‌ندرت صورت می‌گیرد. همچنین در غلظت‌های بالای عناصر غذایی جوانه‌زنی کاهش می‌یابد، بنابراین غلظت بهینه مورد استفاده اهمیت بسزایی دارد. سوارز و همکاران (۲۰۰۸) بیان کرد که بین گونه‌های گیاهی و ارقام مربوط به گونه‌های گیاهی از نظر محیط کشت مورد نیاز برای جوانه‌زنی دانه‌گرده تفاوت وجود دارد. در این بررسی میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده در ارقام مختلف خرما با هم اختلاف داشت و تحت تأثیر غلظت عناصر غذایی محیط کشت قرار گرفت. در جوانه‌زنی دانه‌گرده بین کلسیم و بر اثر متقابل مثبت وجود دارد. تعدادی از محققین کاهش در جوانه‌زنی دانه‌گرده توسط بر در غیاب کلسیم را گزارش کرده‌اند که ممکن است به افزایش ترکیب شدن بر با رمن‌گالاکتورونان در دیواره لوله‌گرده نسبت داده شود، که در نتیجه آن دیواره سلولی دانه‌گرده استحکام می‌یابد (کانکو و همکاران^۲، ۱۹۹۷). بنابراین کاربرد یون‌های پتاسیم، کلسیم، منیزیم

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

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 *Rauwolfia serpentina* (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 reticulatus* 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.

- 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.

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