Archive of SID

# اثر pH محیط کشت و غلظت ساکارز بر جوانه‌زنی درون شیشه‌ای دانه گرده ارقام مختلف خرما (*Phoenix dactylifera* L.)

مریم بروجردنیا[1]* و سیدسمیح مرعشی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۱۶- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۵/۱۶)

**چکیده**

جوانه‌زنی درون شیشه‌ای برای تعیین قدرت جوانه‌زنی دانه گرده به‌کار می‌رود. در این مطالعه طی دو آزمایش مجزا، اثر سطوح مختلف pH (۴/۷، ۵/۷، ۶/۷ و ۷/۷) و ساکارز (صفر، ۶، ۱۰ و ۱۴ درصد) محیط کشت بر جوانه‌زنی درون شیشه‌ای دانه گرده در چهار رقم خرما (غنامی قرمز، سبزپرک، وردی و نر پاکوتاه) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی دانه‌گرده ارقام مختلف خرما با افزایش pH محیط کشت از ۴/۷ تا ۶/۷ افزایش می‌یابد، در صورتی‌که با قلیایی شدن محیط کشت (pH برابر ۷/۷) میزان جوانه‌زنی کاهش یافت. بیشترین و کمترین جوانه‌زنی دانه گرده به ترتیب در ارقام غنامی قرمز (۷۶/۶٪) و سبزپرک (۵۷/۳٪) تحت شرایط pH بهینه (۶/۷) مشاهده شد. اثر غلظت ساکارز محیط کشت بر جوانه‌زنی دانه گرده معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده در غلظت شش درصد مشاهده شد و در ساکارز ۱۰ و ۱۴ درصد، جوانه‌زنی دانه گرده در ارقام مختلف کاهش یافت. در بین ارقام مورد مطالعه، رقم نر پاکوتاه بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده را در محیط ساکارز شش درصد نشان داد.

**کلمات کلیدی:** جوانه‌زنی دانه گرده، خرما، کشت درون شیشه‌ای

۱- استادیار پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز
۲- استادیار پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز
* پست الکترونیک: Boroujerdnia@gmail.com


www.SID.ir

Archive of SID

**مقدمه**

نخل خرما (*Phoenix dactylifera* L.) گیاهی تک‌لپه، دو پایه و چندساله می‌باشد که به خانواده نخل (Arecaceae) تعلق دارد. در حال حاضر کشورهای مصر، ایران، امارات متحده عربی، عربستان سعودی، عراق، پاکستان، الجزایر، عمان، سودان، لیبی، تونس و مراکش مهمترین کشورهای تولیدکننده خرما به شمار می روند. بر اساس آمارنامه کشاورزی محصولات باغبانی در سال ۱۳۹۵، سطح زیر کشت خرما در ایران ۲۵۰۱۳۷/۳ هکتار و میزان تولید آن ۱۱۶۳۴۹۴/۸ تن برآورد شده است که از این میزان استان خوزستان از نظر سطح زیر کشت ۱۴ درصد و از نظر تولید ۱۳ درصد از کل کشور را شامل می‌شود (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶).

مرحله گرده‌افشانی نقش مهمی در میوه‌دهی و عملکرد مطلوب خرما دارد (فتاحی[1] و همکاران، ۲۰۱۴). تحقیقات نشان داده است که اختلافات مورفولوژیکی بین خصوصیات رویشی نخل‌های نر و اسپات‌های آن‌ها وجود دارد و دانه‌های گرده آن‌ها از نظر قطر و شکل با هم اختلاف دارند (اقبال[2] و همکارن، ۲۰۱۲). کیفیت و کمیت گرده در پایه‌های نر متفاوت بوده و تأثیر بسزایی روی عملکرد و همچنین کیفیت خرما دارد (حافظ[3] و همکارن، ۲۰۱۴).

دانه گرده نقش مهمی در تولید مثل و میوه‌دهی گیاه ایفا می‌کند. موفقیت در لقاح به قدرت باروری و زنده‌مانی دانه‌های گرده بستگی دارد (سرکار[4] و همکاران، ۲۰۱۶). در شرایط طبیعی مطالعه جنبه‌های مختلف جوانه‌زنی دانه‌گرده دشوار می‌باشد، بنابراین از تکنیک جوانه‌زنی درون شیشه‌ای برای بررسی مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی جوانه‌زنی دانه‌گرده و رشد لوله گرده استفاده می‌کنند. جوانه‌زنی دانه‌گرده در شرایط درون‌شیشه‌ای روشی بسیار مهم و کاربردی برای تعیین بهترین گرده‌افشان برای مرحله گرده‌افشانی می‌باشد. شرایط بهینه برای جوانه‌زنی دانه‌گرده و رشد لوله‌گرده فقط در تعداد کمی از گونه‌های گیاهی مشخص شده است. وجود قند به ویژه ساکارز برای جوانه‌زنی دانه گرده در محیط کشت ضروری می‌باشد. در طی جوانه‌زنی، قند به عنوان سوبستریت در طی تنفس سلولی برای سنتز سریع مواد دیواره سلولی و طویل شدن آن مصرف می‌شود (درکسون[5] و همکاران، ۱۹۹۵). میزان ساکارز محیط کشت به گونه گیاهی و ذخایر غذایی دانه گرده بستگی دارد (مرتضوی[6] و همکاران، ۲۰۰۷). ساکارز عموما دو نقش مهم را ایفا می‌کند: ۱) به عنوان منبع انرژی بستری برای متابولیسم دانه گرده را فراهم می‌کند. ۲) به عنوان تنظیم کننده اسمزی باعث نگهداری فشار اسمزی می‌گردد (شیوانا[7] و همکاران، ۱۹۸۹). در گونه‌های گیاهی مختلف از ساکارز با غلظت‌های متفاوتی برای جوانه‌زنی دانه گرده استفاده شده است. جوانه‌زنی دانه‌گرده و رشد لوله گرده تحت تأثیر pH محیط کشت نیز قرار می‌گیرد. معمولا pH مناسب برای جوانه‌زنی دانه گرده در بسیاری از گونه‌های گیاهی بین ۷-۵ می‌باشد. فرایندهای متابولیکی گیاهی تحت تأثیر pH سیتوپلاسمی قرار می‌گیرند (هپلر[8] و همکاران، ۲۰۰۶). وجود پروتون و رادیکال‌های یونی برای قطب‌دهی به رشد لوله گرده لازم می‌باشند (هپلر و همکاران، ۲۰۰۶؛ میکاچارد[9] و همکاران، ۲۰۰۸). اسیدی شدن محیط منجر به شل شدن غشا سلولی می‌گردد که شرایط را برای جوانه‌زنی و رشد لوله گرده فراهم می‌سازد (فرانکلین تونگ[10]، ۱۹۹۹). این مطالعه به منظور بررسی اثر سطوح مختلف ساکارز و pH محیط کشت بر جوانه‌زنی درون شیشه‌ای ارقام مختلف خرما انجام گرفت.

**مواد و روش‌ها**

این آزمایش در گروه ژنتیک و به‌نژادی پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری در سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. به این منظور اسپات‌ها از ۴ رقم خرمای نر استان خوزستان موجود در کلکسیون نخیلات پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری اهواز تهیه گردید. در فصل گلدهی ارقام مورد نظر، اسپات‌های رسیده از درخت جدا شدند و به آزمایشگاه

1. Fattahi
2. Iqbal
3. Hafez
4. Sarkar
5. Derksen
6. Mortazavi
7. Shivanna
8. Hepler
9. Michard
10. Franklin-Tong


www.SID.ir

Archive of SID

ژنتیک و بهنژادی انتقال یافتند. پس از باز شدن اسپات‌ها، رشته‌های خوشه جدا شده و در دمای محیط خشک شدند. سپس در فریزر با دمای ۲۱- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

این مطالعه به صورت دو آزمایش جداگانه و هریک به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای بررسی شده در آزمایش اول غلظت‌های مختلف ساکارز در ۴ سطح (۰، ۶، ۱۰و ۱۴ درصد) و رقم نر خرما در ۴ سطح (سبزپرک، غنامی قرمز، وردی و نر پاکوتاه) و در آزمایش دوم، pHهای مختلف محیط کشت در ۴ سطح (۴/۷، ۵/۷، ۶/۷ و ۷/۷) و رقم نر خرما در ۴ سطح (سبزپرک، غنامی قرمز، وردی و نر پاکوتاه) بودند.

آزمون جوانه‌زنی دانه‌های گرده در محیط کشت پایه بریوبکر و کواک[1] (۱۹۶۳) حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات پتاسیم، ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات کلسیم، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات منیزیم و۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک انجام گرفت. برای این منظور ۱۰ میلی‌لیتر از محیط کشت در پتری‌هایی با قطر ۸ سانتی‌متر قرار گرفت و مقداری گرده به آرامی بر روی محیط کشت پاشیده شد. سپس پتری ها 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. برای تجزیه آماری داده ها از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون دانکن انجام گرفت.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی دانه‌گرده نشان داد که بین تیمار غلظت‌های مختلف ساکارز، pH محیط کشت و رقم تفاوت بسیار معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۱).

در ارقام مختلف مورد مطالعه، تیمار ۶ درصد ساکارز نسبت به دیگر تیمارها برتری معنی‌داری داشته است و پس از آن تیمارهای ۱۰ درصد و ۱۴ درصد قرار داشت. میزان جوانه‌زنی دانه گرده در ۴ رقم مورد بررسی در محیط فاقد ساکارز بسیار پایین و بین ۲/۵۷ تا ۸/۵۷ درصد بود (جدول۲). با افزایش ساکارز به محیط کشت میزان جوانه‌زنی دانه گرده به‌طور معنی‌داری نسبت به محیط فاقد ساکارز در ارقام مختلف افزایش نشان داد. این میزان افزایش جوانه‌زنی دانه گرده در رقم نر پاکوتاه با میانگین ۸۶/۹ درصد در غلظت ۶ درصد ساکاروز نسبت به سایر ارقام بیشتر بود. رقم غنامی‌قرمز با ۶۸/۴۹٪، کمترین میزان جوانه‌زنی دانه گرده در این غلظت را به خود اختصاص داد. با افزایش غلظت ساکارز از ۶ به ۱۰ درصد در محیط کشت، جوانه‌زنی دانه گرده ارقام غنامی‌قرمز، سبزپرک و نر پاکوتاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در رقم وردی بین غلظت ۶ و ۱۰ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در غلظت ۱۴ درصد ساکارز، میزان جوانه‌زنی دانه گرده در رقم سبزپرک با شتاب بیشتری نسبت به سایر ارقام کاهش یافت و به ۴۶٪ رسید. رقم وردی و نر پاکوتاه به ترتیب با جوانه‌زنی ۶۵/۷ و ۶۶/۶ درصد میزان کاهش کمتری نسبت به سایر ارقام نشان دادند. ساکارز در تنظیم پتانسیل اسمزی در دانه گرده نقش دارد. همچنین به عنوان منبع تغذیه‌ای و انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در غلظت مناسب ساکارز، تعادل بین فشار اسمزی بیرون و درون دانه گرده حفظ می‌گردد، بنابراین قدرت زنده‌مانی دانه گرده افزایش می‌یابد. تحقیقات نشان داده است که غلظت بهینه مورد نیاز برای جوانه‌زنی دانه گرده در بین گونه‌های گیاهی مختلف با هم فرق دارد (باتاچاریا[2] و همکاران، ۲۰۰۰). چایوهان و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه بر روی ارقام سیب نشان دادند که در همه ارقام ساکارز ۱۰ درصد میزان جوانه‌زنی بالاتری نسبت به ۱۵ و ۲۰ درصد دارند و در بسیاری از ارقام غلظت‌های ساکارز بالاتر از ۱۰ درصد منجر به کاهش جوانه‌زنی می‌گردد. استون[3] (۲۰۰۳) گزارش نمود که غلظت بالای ساکارز بسته به نوع گونه گیاهی می‌تواند باعث کاهش جذب آب و جوانه‌زنی دانه گرده گردد. سلیمان[4] و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر غلظت‌های

1. Brewbaker and Kwack

2. Bhattacharya
3. Stones
4. Soliman


www.SID.ir

Archive of SID

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

| | | درصد جوانه‌زنی | |
|---|---|---|---|
| منابع تغییرات | درجه آزادی | pH | ساکارز |
| تکرار | ۲ | ۳/۹۲ ns | ۱۵/۳۲ ns |
| رقم | ۳ | ۲۴۸/۶۶** | ۴۹۱/۳۳** |
| تیمار | ۳ | ۹۵۴۷/۴۳** | ۱۲۳۱۵/۹۷** |
| رقم × تیمار | ۹ | ۳۴/۶۶** | ۷۰/۰۹** |
| خطا | ۳۰ | ۹/۸۲ | ۱۲/۴۲ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۷/۵۶ | ۶/۷۲ |

ns، * و **: غیر معنی‌دار، معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

**جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف ساکارز و رقم بر میزان جوانه‌زنی دانه گرده خرما**

| رقم | غلظت ساکاروز | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ٪۰ | ٪۶ | ٪۱۰ | ٪۱۴ |
| **وردی** | ۵/۸۷ g | ۷۶/۹۹b | ۷۵/۱۷b | ۶۵/۶۶d |
| **غنامی قرمز** | ۲/۵۷ g | ۶۸/۴۹ cd | ۵۷/۹ e | ۵۴/۵۸ e |
| **سبزپرک** | ۵/۶۵ g | ۷۲/۶۸bc | ۶۸/۶۸cd | ۴۶/۰۹ f |
| **نرپاکوتاه** | ۸/۵۷ g | ۸۶/۸۹a | ۷۶/۱۲b | ۶۶/۵۶cd |

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون دانکن ندارند.

مختلف ساکارز بر جوانه‌زنی دانه گرده ۸ رقم خرما دریافتند که بهترین غلظت ساکارز، ۸ درصد می‌باشد.

در بین pHهای مختلف محیط کشت نیز تفاوت معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی دانه گرده ارقام مختلف وجود داشت. بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده به ترتیب در pH معادل ۶/۷ و۷/۷ بدست آمد. با افزایش pH محیط کشت از ۴/۷ تا ۶/۷ میزان جوانه‌زنی دانه گرده افزایش یافت اما با قلیایی‌تر شدن محیط در pH معادل ۷/۷ از جوانه‌زنی دانه گرده به شدت کاسته شد. در این میان رقم غنامی‌قرمز با ۷۳/۵۶ درصد بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده را در pH معادل ۶/۷ به خود اختصاص داد.

در pH برابر ۴/۷، رقم غنامی قرمز با میانگین ۵۵ درصد نسبت به سایر ارقام جوانه‌زنی بالاتری داشت و این برتری را در pH برابر ۵/۷ و ۶/۷ حفظ نمود. در pH محیط کشت ۴/۷، کمترین میزان جوانه‌زنی دانه گرده در رقم سبزپرک با میانگین ۴۴/۶۷٪ مشاهده شد.

در محیط کشت با pH اسیدی ۴/۷، رقم غنامی‌قرمز نسبت به سایر ارقام جوانه‌زنی مطلوب‌تری داشت. با افزایش pH محیط به ۵/۷ و ۶/۷ میزان جوانه‌زنی دانه گرده به صورت معنی‌داری در بین ارقام مختلف افزایش نشان داد، بیشترین افزایش جوانه‌زنی دانه گرده در رقم غنامی‌قرمز و کمترین تغییرات در رقم نر پاکوتاه مشاهده شد. در محیط کشت با pH قلیایی معادل ۷/۷ دانه‌های گرده ارقام مختلف قادر به جوانه‌زنی نبودند (جدول ۳). این نتایج با نتایج بدست آمده توسط اسماعیل و زهیر (۲۰۱۳) بر روی دو رقم خرما مطابقت داشت. بورک[1] و همکاران (۲۰۰۴) اثر pH در محدوده ۶ تا ۸ را بر جوانه‌زنی درون شیشه‌ای پنبه مورد بررسی قرار داد و اختلاف معنی‌داری در بین pHهای مختلف مشاهده نکردند (بورک و همکارن، ۲۰۰۴).

1. Burke


www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۳ – مقایسه میانگین اثرات متقابل pH محیط کشت و رقم بر میزان جوانه زنی دانه گرده خرما.**

| رقم | pH محیط کشت | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ۴/۷ | ۵/۷ | ۶/۷ | ۷/۷ |
| وردی | ۴۶/۹۱ gh | ۵۳/۶۳ def | ۶۱/۴۳ bc | ۰ i |
| غنامی قرمز | ۵۵/۰۱ de | ۶۳/۴۲ b | ۷۳/۵۶ a | ۰ i |
| سبزپرک | ۴۴/۶۶ h | ۴۸/۲۴ fgh | ۵۷/۳۵ cd | ۰ i |
| نرپاکوتاه | ۴۸/۴۵ fgh | ۵۱/۶۱ efg | ۵۸/۵۲ bcd | ۰ i |

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون دانکن ندارند.

سالز و همکاران (۲۰۰۶) در ۳ رقم *Citrus* تفاوت معنی‌داری بین مقادیر pH در محدوده ۶/۵-۳/۵ بدست آورند همچنین اثر متقابل رقم و سطح pH بر جوانه زنی درون شیشه‌ای معنی‌دار بود (سالز[1] و همکاران، ۲۰۰۶). آسر و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که در گونه‌های *Pistacia* بیشترین و کمترین جوانه‌زنی دانه گرده در pH برابر ۶ و ۳ بدست آمد.

pH محیط کشت بر میزان یونیزاسیون اسیدها و اسیدهای آمینه اثر می‌گذارد و همچنین عامل ثبات آنزیم‌ها می‌باشد. اسیدی یا قلیایی شدن محیط کشت می‌تواند جوانه‌زنی دانه گرده را به مقدار قابل توجهی تحت تأثیر قرار دهد. تحقیقات نشان می‌دهد که تغییر pH محیط کشت بر غلظت یون‌ها اثر می‌گذارد که در نتیجه آن فعالیت آنزیم‌های دیواره سلولی (پکتیناز) و غشای سلولی (سلولز سنتتاز) تغییر می‌کند و جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده تحت تأثیر قرار می‌گیرد (هپلر و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین فرایندهای متابولیکی گیاه به pH سیتوپلاسمی وابسته هستند (توپی[2]، ۱۹۸۴). بعضی مطالعات گزارش کرده‌اند که شیب پروتون و یون‌ها برای رشد لوله گرده در قطبیت رشد لوله گرده نقش ایفا می‌کند (هپلر و همکاران، ۲۰۰۶؛ میچارد و همکاران، ۲۰۰۸). تعیین pH مطلوب در فرایندهای فیزیولوژیکی دانه گرده اهمیت دارد که منجر به افزایش جوانه‌زنی دانه گرده و تلقیح می‌گردد. همچنین pH بر روی دسترسی عناصر غذایی، تنظیم‌کننده‌های رشد و درجه سفتی آگار اثر می‌گذارد (سوآرز[3] و همکاران، ۲۰۰۸).

تحقیقات نشان داده است که اختلاف در جوانه‌زنی دانه گرده، نتیجه اثر متقابل پیچیده بین مورفولوژی و فیزیولوژی دانه گرده و اجزای محیط کشت می‌باشد (گواتا[4] و همکاران، ۲۰۰۳). کاکانی[5] و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که بین ۱۲ رقم پنبه از نظر جوانه‌زنی دانه گرده اختلاف وجود دارد که نشان‌دهنده تنوع بین ارقام می‌باشد (کاکانی و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین، فرازون[6] و همکاران (۲۰۰۵) بیان کرد که بین گونه‌های گیاهی و ارقام مربوط به گونه‌های گیاهی از نظر شرایط مورد نیاز برای جوانه‌زنی دانه گرده تفاوت وجود دارد.

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که pH و غلظت ساکارز محیط کشت بر جوانه‌زنی دانه گرده تأثیر بسزایی دارند. pH مناسب باعث افزایش جوانه‌زنی دانه گرده و در نتیجه افزایش تلقیح و بهبود میوه‌نشینی می‌گردد که در نهایت می‌تواند به افزایش عملکرد در شرایط مزرعه منجر شود. در این مطالعه بهترین جوانه‌زنی دانه گرده در ارقام مختلف در pH بین ۵/۷ تا ۶/۷ مشاهده شد، کاهش جوانه‌زنی دانه گرده در محیط اسیدی یا قلیایی می‌تواند به علت دسترسی بیشتر یا کمتر عناصر غذایی و یا بهم خوردن تعادل اسمزی در محیط کشت باشد. بیشترین جوانه‌زنی دانه گرده در غلظت ۶ درصد ساکارز و در رقم نر پاکوتاه بدست آمد. دانه گرده از قند به عنوان سوبسترای تنفسی برای سنتز مواد دیواره سلولی و طویل شدن لوله گرده استفاده می‌کند، بنابراین وجود قند برای

1. Salles
2. Tupy
3. Soares
4. Gwata
5. Kakani
6. Frazon


www.SID.ir

Archive of SID

جوانه‌زنی بهینه دانه گرده ضروری می‌باشد. علاوه بر آن میزان قند مورد نیاز به گونه گیاهی و ذخیره غذایی دانه‌گرده بستگی دارد. در بین ارقام از نظر واکنش به pH محیط کشت و غلظت ساکارز اختلاف وجود داشت که نشان دهنده میزان حساسیت ارقام به تغییرات ناشی از محیط کشت می‌باشد. جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده فرایندی ضروری برای باروری گیاهان محسوب می‌شود. فرایند پیچیده‌ای که در آن عوامل درونی و بیرونی نقش ایفا می‌کنند. بنابراین شناخت شرایط بهینه برای جوانه‌زنی دانه گرده ارقام خرما اهمیت بسزایی دارد.

**منابع**


احمدی، ک.، قلی‌زاده، ح.، عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر.، عبدشاه، ه.، رضایی، م. م. و فضلی استبرق، م. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۴-۹۵ محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، جلد ۳، ۲۳۱ ص.

Acar, I., Arpacil, S. and Eti, S. 2010. Pollen susceptibility of *Pistacia* species to different pH medium. African Journal of Agricultural Research, 5(14): 1830-1836.

Bhattacharya, A., Mondal, S. and Mandal, S. 1997. *In vitro* pollen germination of *Delonix regia* (Boj.) RAF.Science and Culture, 63(5-6): 143-144.

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.

Burke, J.J., Velten, J. and Oliver, M.J. 2004. *In vitro* analysis of cotton pollen germination. Agronomy Journal, 96: 359-368.

Chauhan, A., Sharma, G., and Jindal, K.K. 2008. Studies on flowering, pollination and fruit set in some apple cultivars. ENVIS Bulletin: Himalayan Ecology, 16(1): 33-36.

Derksen, J., Rutten, T., Van Amstel, T., de Win, A., Doris, F. and Steer, M. 1995. Regulation of pollen tube growth. Acta Botanica Neerlandica, 44(2): 93-119.

Fattahi, R., Mohammadzedeha, M. and Khadivi-Khub, A. 2014. Influence of different pollen sources on nut and kernel characteristics of hazelnut. Scientia Horticulturae, 173: 15-19.

Frazon, R.C., Corrêa, E.R. and Raseira, M.C.B. 2005. *In vitro* pollen germination of feijoa (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). Crop Breeding and Applied Biotechnology, 5: 229-233.

Franklin-Tong, V.E. 1999. Signaling and the modulation of pollen tube growth. The Plant Cell, 11(4): 727-738.

Gwata, E.T., Wofford, D.S., Pfahler, P.L. and Boote, K.J. 2003. Pollen morphology and *in vitro* germination characteristics of nodulating and non-nodulating soybean (*Glicine max* L.) genotypes. Theoretical and Applied Genetics, 106: 837-839.

Hafez, O.M., Saleh, M.A., Mostafa, E.A.M., Naguib, M.M. and Ashour, N.E. 2014. Effect of pollen grain sources on yield and fruit quality of samany date palm. International Journal of Agricultural Research, 9(3): 164-168.

Hepler P.K., Lovy-Wheeler, A., McKenna, S.T. and Kunkel, J.G. 2006. Ions and pollen tube growth. Plant Cell Monogr, 3: 47-69.

Iqbal, M., Niamatullah, M. and Munir, M. 2012. Effect of various dactylifera males pollinizer on phonological traits and economical yield index of cv's shakri, zahidi and dhakki date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Journal of Animal and Plant Science, 22(2): 376-383.

Ismail, O.M. and Zohair, M.M. 2013. Date palm pollen germination and growth susceptibility to different pH medium. Journal of Agriculture and Food Technology, 3(12): 26-30.

Kakani, V.G., Reddy, K.R., Wallace, T.P, Prasad, P.V., Reddy, V.R. and Zhao, D. 2005. Differences *invitro* pollen germination and pollen tube growth of cotton cultivars in response to high temperature. Annals of Botany, 96: 59-67.



www.SID.ir

Archive of SID

Michard, E., Dias, P. and Feijó, J.A. 2008. Tobacco pollen tubes as cellular models for ion dynamics: improved spatial and temporal resolution of extracellular flux and free cytosolic concentration of calcium and protons using pH luorin and YC3.1 Ca Meleon. Sexual Plant Reproduction, 21(3): 169-181.

Mortazavi, M.H., Arzani, K., 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.

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.

Salles, L.A., Ramos, J.D., Pasqual, M., Junqueira, K.P. and Silva, A.B. 2006. Sacarose e pH na germinação *in vitro* de grãos de pólen de citros. Ciência e Agrotecnologia, 30: 170-174.

Shivanna, R., Johri, B.M. 1989. The angiosperm pollen structure and function. Willey Eastern Ltd. New Delhi.

Soliman, S.S. Al-Saif, A.M., Al-Obeed, R.S. 2016. Evaluation of pollen germination of some palm males and pollination impact on bunch weight and fruit quality in Kadary date palm cultivar (*Phoenix dactylifera* L.). Journal of Environmental Biology, 37: 141-147.

Soares, T.L., Silva, S.D.O., Costa, M.A.P.C. Santos-Serejo, J.A., da Silva Souza, A., Lino, L.S., Souza, E.H. and Jesus, O.N. 2008. In vitro germination and viability of pollen grains of banana diploids. Crop Breeding and Applied Biotechnology, 8: 111-118.

Tupy, J. and Rhova, L. 1984. Changes and growth effect of pH in pollen tube culture. Journal of Plant Physiology, 115(1): 1-10.


www.SID.ir