علوم و تحقیقات بذر ایران
سال چهارم/ شماره سوم/ ۱۳۹۶ (۷۵ - ۶۳)

DOI: 10.22124/jms.2017.2508

اثر مدت‌زمان پیش‌تیمار بذر با سطوح مختلف کلریدکلسیم بر جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه حاصل از بذور با وزن‌های مختلف در بادام‌زمینی (*Arachishypogaea*L.) رقم نورث کارولینا ۲ (NC2)

سیده فاطمه نورحسینی[۱]*، پروانه راهداری[۲] و بابک باباخانی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات وزن بذر، مقدار کلریدکلسیم و مدت‌زمان پیش‌تیمار بذر بر ویژگی‌های مرتبط به جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه بادام‌زمینی رقم نورث کارولینا ۲ (NC2) آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه علوم گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن انجام گرفت. آزمون پیش‌تیمار اسمزی با استفاده از آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول وزن بذر با دو سطح متوسط و درشت، عامل دوم غلظت کلریدکلسیم در چهار سطح (۰، ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ درصد) و عامل سوم مدت‌زمان پیش‌تیمار بذر در چهار سطح (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه) بودند. نتایج نشان داد که بذرهای درشت دارای بیش‌ترین میانگین‌ها از لحاظ درصد جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه بودند. افزایش غلظت کلریدکلسیم به ۰/۳ باعث افزایش شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، شاخص بنیه وزنی و طولی گیاهچه گردید. همچنین بیش‌ترین مقادیر سرعت جوانه‌زنی، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی و وزن خشک کوتیلدون در غلظت ۰/۶ درصد کلریدکلسیم مشاهده گردید. بیش‌ترین میانگین سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی در بذرهای متوسط تیمار شده در کلریدکلسیم ۰/۹ درصد به‌دست آمد. اثر مدت زمان پیش‌تیمار نیز حاکی از آن بود که مدت ۹۰ دقیقه پیش‌تیمار بیش‌ترین میانگین سرعت جوانه‌زنی و ضریب یکنواختی جوانه‌زنی و مدت‌زمان ۱۲۰ دقیقه پیش‌تیمار بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، میانگین سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، شاخص بنیه طولی و وزنی گیاهچه را به همراه داشت.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ بذر، رشد گیاهچه، کیفیت بذر، مؤلفه‌های جوانه‌زنی

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران
۲- استادیار گروه علوم گیاهی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
* نویسنده مسئول: sf_noorhosseini@yahoo.com

مقدمه

بادام‌زمینی (*Arachishypogaea* L.) یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین دانه‌های روغنی در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است که بیشتر به‌منظور تولید روغن و پروتئین کشت می‌شود (Maiti and Ebeling, 2002). سالانه ۲۵/۷ میلیون تن بادام‌زمینی در سطح جهان از ۲۱ میلیون هکتار زمین زراعی تولید می‌شود که آسیا با داشتن ۱۷/۹ میلیون تن بادام‌زمینی حدود ۷۰ درصد از تولید این محصول را به خود اختصاص داده است. در ایران نیز حدود ۳ هزار هکتار سطح زیر کشت این گیاه می‌باشد (FAO, 2010).

امروزه به‌دلیل وجود تنش‌های محیطی درصد ظهور گیاهچه در بسیاری از گیاهان کاهش می‌یابد. تولید بذر مناسب در بادام‌زمینی مستلزم آن است که به عوامل گیاهی و خاکی در منطقه تشکیل غلاف‌ها در خاک توجه شود. تولید بذرهایی که از نظر وجود بعضی از عناصر نظیر کلسیم در حد پایینی باشد، باعث می‌شود درصد جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه کاهش پیدا کند (Smartt, 1994). به‌طوری‌که وقتی کلسیم موجود در بذرهای بادام‌زمینی بیش‌تر از ۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد، ۱۰۰ درصد بذرها جوانه خواهند زد و درصد بقاء گیاهچه نیز حدود ۹۸ درصد خواهد بود. اما زمانی‌که مقدار کلسیم موجود در بذرها به کم‌تر از ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد، جوانه‌زنی بذرها به ۲۳ درصد کاهش خواهد یافت (Smartt, 1994).

پیش‌تیمار بذر یکی از رایج‌ترین تکنیک‌ها برای بهبود جوانه‌زنی بذرها در گیاهان می‌باشد (Heydecker and Coolbear, 1978). استفاده از پیش‌تیمار باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی در دامنه وسیعی از شرایط محیطی می‌شود. علاوه بر آن بنیه و رشد گیاهچه نیز بهبود می‌یابد. یکی از ساده‌ترین پیش‌تیمارهای بذر استفاده از آب می‌باشد. این روش شامل خیساندن یا مرطوب کردن بذر با آب و خشک کردن مجدد آن‌ها قبل از تکمیل جوانه‌زنی و خروج ریشه‌چه است (Souhani, 2010). گزارش‌ها نیز حاکی از آن است که خیساندن بذرهای بادام‌زمینی در آب باعث افزایش قوه‌نامیه آن‌ها می‌شود. علاوه بر این بوته‌های حاصل از بذرهای پیش‌تیمار شده بادام‌زمینی مقدار عملکرد بیش‌تری نسبت به بذرهای عادی خواهند داشت (Maiti and Ebeling, 2002). نکته قابل توجه دیگر این است که درصد جوانه‌زنی بذرهای بادام‌زمینی حاصل از این بوته‌ها پس از انبارداری نیز درصد جوانه‌زنی بیش‌تری را نشان می‌دهند (Ponnuswamy and Karivaratharaju, 1993). با این حال یک عیب این روش آن است که بذرها گاهی اوقات به‌طور یکنواخت آب جذب نمی‌کنند که نتیجه آن عدم فعال شدن همزمان فرایندهای فیزیولوژیک لازم برای جوانه‌زنی بذر است. علاوه بر این کنترل سرعت جذب آب مشکل است. اگر سرعت جذب خیلی بالا باشد، برخی از انواع بذور نمی‌توانند آسیب‌های ناشی از جذب سریع آب را تحمل کنند. لذا استفاده از پرایمینگ اسمزی می‌تواند تا حدودی این مشکل را رفع نماید (Souhani, 2010). پرایمینگ اسمزی فرایند خیساندن بذور در محلول‌های اسمزی با پتانسیل آبی پایین همراه با هوادهی است که به‌منظور کنترل مقدار آب ورودی به بذر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Souhani, 2010). براین اساس، کلسیم برای تیمار کردن بذرهای بادام‌زمینی از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌طوری‌که استفاده از محلول‌های حاوی کلسیم، علاوه براین‌که با افزایش کلسیم بذرهای بادام‌زمینی همراه خواهد بود، به‌عنوان یک پیش‌تیمار اسمزی نیز عمل می‌نماید (Maiti and Ebeling, 2002).

امیدی و همکاران (Omidi *et al.*, 2005) گزارش دادند که تکنیک اسموپرایمینگ اثر معنی‌داری بر پارامترهای طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و مدت‌زمان جوانه‌زنی در بذر کلزا داشت. رانگاسوامی و همکاران (Rangaswamy *et al.*, 1993)؛ نارایاناسوامی و چانرایاپا (Narayanaswamy and Channrayappa, 1997) گزارش دادند که بذرهای بادام‌زمینی خیس‌خورده در کلریدکلسیم باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شد. داتا و همکاران (Datta *et al.*, 1990) نتیجه گرفتند که علاوه بر افزایش درصد جوانه‌زنی، تغییرات قابل توجهی در بسیاری از خصوصیات گیاهچه‌های جوانه زده در محلول‌های حاوی کلریدکلسیم مشاهده می‌شود که می‌توان به تغییرپذیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک و تر ریشه‌چه، ساقه‌چه و لپه‌ها اشاره کرد. موبشار و همکاران (Mubshar *et al.*, 2006) مشاهده کردند که بهبود ناشی از پیش‌تیمار تحت تأثیر مدت‌زمان آن قرار می‌گیرد. رمضانی و رضایی (Ramzani and Rezayi, 2011) اعلام کردند که افزایش مدت‌زمان

اسموپرایمینگ با کلریدپتاسیم باعث افزایش بنیه گیاهچه برنج شد. بیات و همکاران (Bayat *et al.*, 2014) نیز گزارش نمودند که با افزایش مدت‌زمان پیش‌تیمار بذر یک گیاه دارویی سرخارگل، تأثیر مثبت پیش‌تیمار بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بیشتر شد. در این راستا علاوه بر اهمیت پیش-تیمار بادام‌زمینی با محلول‌های حاوی کلسیم مقدار مصرف و مدت زمان پیش‌تیمار نیز ضرورت می‌یابد. لذا تحقیق حاضر با هدف تعیین بهترین مقدار کلریدکلسیم و مدت-زمان پیش‌تیمار بذر بادام‌زمینی رقم نورث کارولینا ۲ (NC2) صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه علوم گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن انجام گرفت. در این مطالعه به‌منظور پرایمینگ اسمزی بذر بادام‌زمینی از مقادیر مختلف کلریدکلسیم استفاده شد. از آن‌جایی‌که بیش‌ترین سطح زیر کشت بادام‌زمینی در کشور به رقم نورث کارولینا ۲ (NC_2) تعلق دارد، بنابراین از این رقم برای آزمون پیش‌تیمار و جوانه‌زنی استفاده شد. شایان ذکر است که این رقم در سال ۱۳۵۶ توسط بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در ایستگاه لشت نشای گیلان از بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی شناسایی و گزینش شد (Ahmadi, 1983). تحقیق حاضر با استفاده از آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. عامل اول وزن بذر با دو سطح متوسط (بذرهای کوچک‌تر از یک گرم) و بزرگ (بذرهای بزرگ‌تر از یک گرم) که مبنای تفکیک دو سطح وزنی مورد مطالعه از یک توده بذر، وزن تک بذرها بودند. برای این منظور ابتدا با استفاده از غربالی با اندازه ۹ میلی‌متر، بذرهای درشت از بذرهای کوچک تفکیک شدند. برای گزینش بذرهای بزرگ‌تر از یک گرم از بذرهای بالای غربال و برای جدا کردن بذرهای کوچک‌تر از یک گرم از بذرهای پایین غربال استفاده شد. سپس وزن تک تک بذرها در هر گروه با استفاده از ترازوی با دقت ده هزارم گرم اندازه‌گیری شد تا بذرهای با وزن‌های مطرح شده انتخاب گردند. همچنین در انتها برای جلوگیری از خطای احتمالی، مقدار رطوبت هر دسته از بذرها اندازه-گیری شد، عامل دوم غلظت کلریدکلسیم در چهار سطح (۰، ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ درصد) و عامل سوم نیز چهار زمان پیش‌تیمار بذر (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه) بودند. این آزمون با تعداد ۱۵۰ عدد بذر از هر تیمار آزمایشی به صورت سه تکرار ۵۰ بذری انجام گرفت. قبل از انجام پیش‌تیمار بذر، ضدعفونی بذرهای بادام‌زمینی با استفاده از کلریدجیوه یک درصد صورت گرفت (Nautiyal, 2009). مدت زمان خشک کردن بذرهای بادام‌زمینی پس از پیش-تیمار آنها نیم‌ساعت بود. بعد از اعمال هر یک تیمارها جهت آزمون جوانه‌زنی استاندارد به‌طور همزمان در بستر کشت قرار گرفتند. برای انجام آزمون جوانه‌زنی استاندارد، هر یک از تیمارها برای مدت ۱۰ روز در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد درون دستگاه جوانه‌زنی در شرایط جوانه‌زنی قرار گرفتند. جهت انجام این آزمون از روش جوانه‌زنی بین کاغذ مرطوب استفاده شد. ظرف‌های در نظر گرفته شده با هیپوکلریت سدیم ۱۵ درصد ضدعفونی شدند (Hampton and TeKrony, 1995). شناسایی و شمارش گیاهچه‌های عادی و غیرعادی براساس دستورالعمل انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) از روز ۵ تا ۱۰ صورت گرفت (ISTA, 2011; Don, 2009).

در آزمون فوق درصد جوانه‌زنی نهایی[1] با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد:

$$FGP=\sum \frac{n}{N}\times 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه n تعداد بذرهای جوانه‌زده عادی و N تعداد کل بذرها می‌باشد.

شاخص‌های سرعت جوانه‌زنی[2]، میانگین سرعت جوانه-زنی[3]، ضریب سرعت جوانه‌زنی[4]، متوسط زمان جوانه‌زنی[5]، متوسط جوانه‌زنی روزانه[6] و ضریب یکنواختی جوانه‌زنی[7] با استفاده از رابطه‌های ۲ تا ۷ محاسبه شد:

رابطه (۲) سرعت جوانه‌زنی (GS)(Souhani, 2010):

$$GS=\sum\left(\frac{n}{t}\right)$$

[1] Final Germination Percentage
[2] Germination Speed
[3] Mean Germination Speed
[4] Coefficient of Germination Speed
[5] Mean Germination Time
[6] Mean daily Germination
[7] Coefficient of Uniformity of Germination

رابطه (۳) میانگین سرعت جوانه‌زنی (MGS)(Souhani, 2010):

$$MGS = \frac{\sum (nt)}{\sum n}$$

رابطه (۴) ضریب سرعت جوانه‌زنی (CGS)(Souhani, 2010):

$$CGS = \frac{\sum n.100}{\sum (nt)}$$

رابطه (۵) متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT)(Sadeghi *et al*., 2011):

$$MGT = \frac{\sum Dn}{N}$$

رابطه (۶) متوسط جوانه‌زنی روزانه(MDG)(Parmoon*et al*., 2013):

$$MDG = \frac{FGP}{D}$$

رابطه (۷) ضریب یکنواختی جوانه‌زنی (CUG)(Bewley and Black, 1994):

$$CUG = \frac{FGP}{MGT}$$

در این رابطه‌ها n تعداد بذر جوانه‌زده تا روز، t تعداد روز پس از شروع آزمایش، D تعداد روزها از شروع جوانه-زنی و N تعداد کل بذر جوانه‌زده می‌باشند.

در آخرین روز این آزمون، در هر واحد آزمایشی از بین گیاهچه‌ها تعداد ۱۰ گیاهچه عادی به‌طور تصادفی انتخاب شدند و صفات طول ریشه‌چه، طول هیپوکوتیل، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک هیپوکوتیل، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک برگ‌های لپه‌ای (کوتیلدون‌ها)، وزن خشک گیاهچه، بیوماس کل گیاهچه (کوتیلدون‌ها+ گیاهچه) و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه اندازه-گیری شدند. در انتها میانگین‌های این ۱۰ نمونه برای هر واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. صفات طولی اجزای گیاهچه‌ها توسط خط‌کش با دقت در حد میلی‌متر اندازه-گیری شدند. جهت اندازه‌گیری وزن خشک نیز گیاهچه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت درون آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند (Maiti and Ebeling, 2002). سپس جهت اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه‌ها از ترازویی با دقت هزارم گرم استفاده شد. در این مطالعه پس از اندازگیری صفات مذکور شاخص‌های طولی بنیه گیاهچه[8] و وزنی بنیه گیاهچه[9] نیز با استفاده از رابطه‌های ۸ و ۹ محاسبه شد:

رابطه (۸) شاخص طولی بنیه گیاهچه (SLVI)(Sharma *et al*., 2013):

$$SLVI = FGP \times SL$$

رابطه (۹) شاخص وزنی بنیه گیاهچه (SWVI)(Sharma *et al*., 2013):

$$SWVI = FGP \times SDW$$

در این رابطه‌ها SL طول گیاهچه و SDW وزن خشک گیاهچه می‌باشند.

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین داده‌ها، از آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی وزن بذر بادام‌زمینی بر درصد جوانه‌زنی نهایی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، شاخص‌های بنیه گیاهچه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک هیپوکوتیل، وزن خشک کوتیلدون، وزن خشک گیاهچه (در سطح احتمال یک درصد)، طول گیاهچه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه-چه (در سطح احتمال پنج درصد) معنی‌دار بود. نتایج پیش‌تیمار بذر با غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نهایی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، شاخص‌های بنیه طول و وزنی گیاهچه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه (در سطح احتمال یک درصد)، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک هیپوکوتیل (در سطح احتمال پنج درصد) داشت. اثر اصلی مدت‌زمان پیش‌تیمار بذر بر میانگین سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک هیپوکوتیل، وزن خشک کوتیلدون (در سطح

[8] Seedling Vigor Length Index

[9] Seedling Vigour Weight Index

احتمال یک درصد)، شاخص بنیه وزنی گیاهچه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه (در سطح احتمال پنج درصد) معنی‌دار بود. اثر متقابل وزن بذر با غلظت کلریدکلسیم بر وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه (در سطح احتمال یک درصد) معنی‌دار بود. اثر متقابل وزن بذر با مدت‌زمان پیش‌تیمار بذر بر ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، شاخص طولی بنیه گیاهچه (در سطح احتمال پنج درصد)، طول ریشه‌چه، طول هیپوکوتیل، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک هیپوکوتیل، وزن خشک کوتیلدون و وزن خشک گیاهچه (در سطح احتمال یک درصد) معنی‌دار بود. اثر متقابل غلظت کلریدکلسیم و مدت‌زمان پیش‌تیمار بذر بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول هیپوکوتیل، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک هیپوکوتیل، وزن خشک گیاهچه، نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه (در سطح احتمال یک درصد)، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک کوتیلدون (در سطح احتمال پنج درصد) معنی‌دار شد. اثر سه‌گانه وزن بذر، غلظت کلریدکلسیم و مدت‌زمان پیش‌تیمار بذر بر سرعت جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، شاخص وزنی بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه (در سطح احتمال یک درصد)، طول هیپوکوتیل، وزن خشک هیپوکوتیل و وزن خشک کوتیلدون (در سطح احتمال پنج درصد) معنی‌دار شد (جدول ۱).

در این مطالعه در مورد صفاتی که اثرات متقابل وزن بذر × غلظت کلرید کلسیم × مدت‌زمان پیش‌تیمار بذر معنی‌دار بودند، مقایسه بین سطوح مختلف وزن بذر در غلظت کلریدکلسیم و در هر سطح زمان انجام گرفت. برای سایر اجزای رشد هترتروفیک و شاخص‌هایی که اثر سه‌گانه آن‌ها معنی‌دار نبود به‌ترتیب اولویت مقایسه میانگین اثرات دوگانه و اثرات ساده با توجه به معنی‌داری آن‌ها انجام گرفت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین مقادیر درصد جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، شاخص طولی بنیه گیاهچه و طول گیاهچه در تیمار کلریدکلسیم ۰/۳ درصد با مدت‌زمان ۱۲۰ دقیقه به‌دست آمد. همچنین بیش‌ترین وزن خشک ریشه‌چه و نسبت آن به ساقه‌چه (۵۴/۴۴ میلی‌گرم) در تیمار ۳۰ دقیقه پیش‌تیمار با آب مقطر به‌دست آمد. بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه (۲۴۳/۱۸ میلی‌گرم) در تیمار ۹۰ دقیقه پیش‌تیمار در آب مقطر وجود داشت (جدول ۳). در بررسی اثر وزن بذر نیز بیش‌ترین مقادیر درصد جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، شاخص طولی بنیه گیاهچه، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه در بذرهای درشت مشاهده شد (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر سه‌گانه نیز نشان داد که بیش‌ترین مقادیر سرعت جوانه‌زنی و ضریب یکنواختی جوانه‌زنی در بذرهای درشت با تیمار کلریدکلسیم ۰/۶ درصد و مدت‌زمان ۹۰ دقیقه به‌دست آمد. بیش‌ترین میانگین سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی در بذرهای متوسط با تیمار کلریدکلسیم ۰/۹ درصد و مدت‌زمان ۹۰ دقیقه مشاهده شد. همچنین بیش‌ترین مقادیر طول ریشه‌چه (۴/۴۳ سانتی‌متر)، طول هیپوکوتیل (۲/۹۷ سانتی‌متر) و وزن خشک ساقه‌چه (۱۰۸/۱۴ میلی‌گرم) و وزن خشک هیپوکوتیل (۱۲۴/۱۷ میلی‌گرم) متعلق به بذرهای متوسط و به‌ترتیب ۳۰ دقیقه در غلظت کلریدکلسیم ۰/۳ درصد، ۳۰ و ۹۰ دقیقه پیش‌تیمار با آب مقطر و ۹۰ دقیقه در غلظت کلریدکلسیم ۰/۶ درصد بودند. همچنین بیش‌ترین طول ساقه‌چه (۶/۱۰ سانتی‌متر) در بذرهای درشت با تیمار کلریدکلسیم ۰/۳ درصد و مدت‌زمان ۱۲۰ دقیقه و بیش‌ترین وزن خشک کوتیلدون (۸۴۰/۳۶ میلی‌گرم) در بذرهای درشت با تیمار کلریدکلسیم ۰/۶ درصد و مدت‌زمان ۳۰ دقیقه مشاهده شد (جدول ۴).

بحث

به‌طورکلی در تحقیق حاضر بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در تیمار کلریدکلسیم ۰/۳ درصد با مدت‌زمان ۱۲۰ دقیقه به‌دست آمد. رانگاسوامی و همکاران (Rangaswamy *et al.*, 1993)؛ نارایاناسوامی و چانرایاپا (Narayanaswamy and Channrayappa, 1997) نیز بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی بذرهای بادام‌زمینی را به‌ترتیب در غلظت‌های تقریباً مشابه کلریدکلسیم (۰/۴ و ۰/۵ درصد) گزارش کردند. همچنین در تحقیق حاضر اثر پیش تیمار با کلریدکلسیم بر اکثر شاخص‌های جوانه‌زنی مورد

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر وزن بذر، غلظت کلریدکلسیم و مدت زمان پیش‌تیمار بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه بادام‌زمینی

Table 1. Analysis of variance effect of seed weight, $CaCl_2$ concentration and priming duration on germination indexes and seedling vigour of peanut

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	میانگین سرعت جوانه‌زنی Mean Germination Speed	ضریب سرعت جوانه‌زنی Coefficient of Germination Speed	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean Germination Time	متوسط جوانه‌زنی روزانه Mean daily Germination	ضریب یکنواختی جوانه‌زنی Coefficient of Uniformity of Germination	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling Vigour Length Index	شاخص بنیه وزنی گیاهچه Seedling Vigour Weight Index
		میانگین مربعات Mean Square								
تکرار Replication	2	869.130**	2.304**	0.472**	8.470ns	0.472**	6.034**	4.794ns	150233.676**	43.410**
وزن بذر Seed Weight	1	2501.46**	16.466**	1.688**	0.080ns	1.688**	17.369**	89.701**	430586.313**	284.006**
غلظت کلرید کلسیم $CaCl_2$ Concentration	3	577.880**	3.026**	0.747**	20.656ns	0.747**	4.012**	15.615**	82079.210**	54.468**
وزن بذر× غلظت کلرید کلسیم Seed Weight× $CaCl_2$Concentration	3	56.598ns	0.099ns	0.025ns	9.064ns	0.025ns	0.393ns	0.207ns	19652.700ns	18.512ns
مدت زمان پیش‌تیمار Priming Duration	3	222.578ns	0.549ns	0.322**	40.133**	0.322**	1.545ns	1.224ns	15224.373ns	19.120ns
وزن بذر× مدت زمان پیش‌تیمار Seed Weight× Priming Duration	3	199.499ns	1.044ns	0.138ns	22.222ns	0.138ns	1.385ns	6.187*	57876.802*	17.423ns
غلظت کلرید کلسیم × مدت زمان پیش‌تیمار $CaCl_2$ Concentration × Priming Duration	9	455.506**	1.816**	0.131ns	31.147**	0.131ns	3.163**	7.323**	115762.776**	41.368**
وزن بذر× غلظت کلرید کلسیم× مدت زمان پیش‌تیمار Seed Weight × $CaCl_2$ Concentration × Priming Duration	9	174.428ns	1.039**	0.359**	28.30**	0.359**	1.211ns	4.422**	39255.629ns	19.711**
خطاء Error	62	91.316	0.405	0.071	9.978	0.071	0.634	1.802	20209.414	7.268
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		12.55	12.99	3.33	18.53	6.63	12.55	14.06	18.05	16.07

ns عدم معنی‌داری، * معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

ns non-significant, *significant at P<0.05 and **significant at P<0.01

ادامه جدول ۱- تجزیه واریانس اثر وزن بذر، غلظت کلریدکلسیم و مدت زمان پیش‌تیمار بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه بادام‌زمینی

Continued Table 1. Analysis of variance effect of seed weight, $CaCl_2$ concentration and priming duration on germination indexes and seedling vigor of peanut

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	طول ریشه‌چه Radicle Length	طول هیپوکوتیل Hypocotyl Length	طول ساقه‌چه Plumule Length	طول گیاهچه Seedling Length	نسبت طولریشه‌چه به ساقه‌چه RL/PL	وزن خشک ریشه‌چه Radicle Dry Weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule Dry Weight	وزن خشک هیپوکوتیل Hypocotyl Dry Weight	وزن خشک کوتیلدون Cotyledon Dry Weight	وزن خشک گیاهچه Seedling Dry Weight	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه RDW/PDW
		میانگین مربعات Mean Square										
تکرار Replication	2	0.013^{ns}	0.039^{ns}	0.878^{ns}	0.863^{ns}	0.043^{ns}	10.204^{ns}	11.220^{ns}	0.490^{ns}	38.015^{ns}	30.738^{ns}	0.002^{ns}
وزن بذر Seed Weight	1	0.007^{ns}	0.013^{ns}	4.507**	4.726*	0.092*	16.008^{ns}	2686.241**	982.445**	612007.773**	7599.283**	0.062^{ns}
غلظت کلرید کلسیم $CaCl_2$ Concentration	3	1.520**	0.053^{ns}	0.656^{ns}	2.292^{ns}	0.076*	251.438*	1101.272**	242.504*	12.38.923^{ns}	2330.781**	0.048^{ns}
وزن بذر× غلظت کلرید کلسیم Seed Weight× $CaCl_2$ Concentration	3	0.173^{ns}	0.089^{ns}	1.143^{ns}	1.341^{ns}	0.017^{ns}	47.455^{ns}	873.336**	91.212^{ns}	1272.032^{ns}	1667.836**	0.025^{ns}
مدت زمان پیش‌تیمار Priming Duration	3	1.045*	0.043^{ns}	0.841^{ns}	1.729^{ns}	0.097**	260.723*	278.073^{ns}	505.469**	6107.264**	881.180^{ns}	0.085*
وزن بذر× مدت زمان پیش‌تیمار Seed Weight× Priming Duration	3	3.10^{2**}	0.207**	0.832^{ns}	7.456**	0.115**	249.937^{ns}	176.056^{ns}	624.333**	2278.094**	2487.707**	0.028^{ns}
غلظت کلرید کلسیم × مدت زمان پیش‌تیمار $CaCl_2$ Concentration × Priming Duration	9	0.869**	0.267**	1.280**	3.688**	0.047*	193.178*	636.552**	225.397**	1070.742*	1108.192**	0.090**
وزن بذر× غلظت کلرید کلسیم× مدت زمان پیش‌تیمار Seed Weight× $CaCl_2$ Concentration × Priming Duration	9	1.562**	0123*	1.167**	2.306^{ns}	0.141**	97.905^{ns}	346.396**	184.066*	1212.507*	714.911^{ns}	0.042^{ns}
خطاء Error	62	0.322	0.055	0.433	1.164	0.020	94.362	119.600	77.403	508.612	384.026	0.025
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		17.94	9.97	13.78	10.51	21.00	29.27	13.17	8.61	3.13	8.97	38.21

^{ns} عدم معنی‌داری، * معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

^{ns} non-significant, *significant at P<0.05 and **significant at P<0.01

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر وزن بذر بر تعدادی از شاخص‌های جوانه‌زنی و خصوصیات گیاهچه‌های بادام‌زمینی

Table 2. Mean comparison of seed weight effect on germination indexes and seedlings characteristics of peanut

وزن بذر Seed Weight	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	متوسط جوانه‌زنی روزانه Mean Germination Time	شاخص طولی بنیه گیاهچه SeedlingVigourLengthIndex	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling Length (cm)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling Dry Weight (mg)
بذرهای متوسط Medium Seeds	71.4[b]	5.92[b]	720.69[b]	10.04[b]	209.54[b]
بذرهای درشت Large Seeds	81.25[a]	6.77[a]	854.63[a]	10.49[a]	227.33[a]

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند.

Means within a columns followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to LSD test.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای غلظت کلرید کلسیم در مدت زمان پیش‌تیمار بذر بر تعدادی از شاخص‌های جوانه‌زنی و خصوصیات گیاهچه‌های بادام زمینی

Table 3. Mean comparison of treatments effect of $CaCl_2$ concentration × priming duration on germination indexes and seedlings characteristics of peanut

غلظت کلرید کلسیم (درصد) $CaCl_2$ Concentration (%)	مدت زمان پیش‌تیمار (دقیقه) Priming Duration (Minute)	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	متوسط جوانه‌زنی روزانه Mean Germination Time	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling VigourLength Index	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling Length (cm)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) Radicle Dry Weight (mg)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling Dry Weight (mg)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه RDW/PDW
0	30	73.34[d-g]	6.11[d-g]	746.72[b-f]	10.03[cd]	54.44[a]	216.43[b-f]	0.81[a]
	60	71.67[d-h]	5.97[d-h]	756.12[b-f]	10.55[b-d]	31.77[b]	220.50[b-d]	0.36[b]
	90	77.22[b-f]	6.44[b-f]	868.60[b-d]	11.20[a-c]	34.27[b]	243.18[a]	0.33[b]
	120	65.00[gh]	5.42[gh]	649.27[f]	9.95[d]	31.61[b]	224.83[a-c]	0.36[b]
0.3	30	71.67[d-h]	5.97[d-h]	821.89[b-e]	11.43[ab]	33.28[b]	234.91[ab]	0.35[b]
	60	82.22[a-d]	6.85[a-d]	841.47[b-d]	10.05[cd]	30.47[b]	219.07[b-e]	0.36[b]
	90	70.00[e-h]	5.83[e-h]	666.85[ef]	9.42[d]	28.12[b]	200.07[d-f]	0.44[b]
	120	91.67[a]	7.64[a]	1085.29[a]	11.80[a]	33.81[b]	235.77[ab]	0.36[b]
0.6	30	85.00[a-c]	7.08[a-c]	894.74[bc]	10.55[b-d]	30.95[b]	221.67[a-d]	0.34[b]
	60	80.00[b-e]	6.67[b-e]	779.50[b-f]	9.60[d]	31.03[b]	206.57[c-f]	0.41[b]
	90	86.67[ab]	7.22[ab]	857.23[b-d]	9.85[d]	32.23[b]	232.16[ab]	0.42[b]
	120	75.00[c-g]	6.25[c-g]	736.16[c-f]	9.77[d]	31.19[b]	223.68[a-c]	0.36[b]
0.9	30	61.67[h]	5.14[h]	632.45[f]	10.42[b-d]	33.49[b]	194.36[f]	0.49[b]
	60	74.99[c-g]	6.25[c-g]	729.18[d-f]	9.62[d]	31.81[b]	196.61[ef]	0.47[b]
	90	85.56[a-c]	7.13[a-c]	908.95[b]	10.60[a-d]	35.20[b]	222.69[a-c]	0.47[b]
	120	66.67[f-h]	5.56[f-h]	628.18[f]	9.38[d]	27.33[b]	202.43[c-f]	0.35[b]
LSD		11.030	0.919	164.100	1.245	11.210	22.620	0.183

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند

Means within a columns followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to LSD test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای وزن بذر×مقدار کلرید کلسیم× مدت‌زمان پیش‌تیمار بذر بر تعدادی از شاخص‌های جوانه‌زنی و خصوصیات گیاهچه‌های بادام‌زمینی

Table 4. Mean comparison of treatments effect of seed weight× $CaCl_2$ concentration × priming duration on germination indexes and seedlings characteristics of peanut

وزن بذر Seed Weight	غلظت کلرید کلسیم (درصد) CaCl2 Concentration (%)	مدت‌زمان پیش‌تیمار (دقیقه) Priming Duration (Minute)	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	میانگین سرعت جوانه‌زنی Mean Germination Speed	ضریب سرعت جوانه‌زنی Coefficient of Germination Speed	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean Germination Time	ضریب یکنواختی جوانه‌زنی Coefficient of Uniformity of Germination	شاخص بنیه وزنی گیاهچه Seedling VigourWeightIndex	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle Length (cm)	طول هیپوکوتیل (سانتی‌متر) Hypocotyl Length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule Length (cm)	نسبت طولریشه- چه به ساقه‌چه RL/PL	وزن خشک ساقه- چه (میلی‌گرم) Plumule Dry Weight (mg)	وزن خشک هیپوکوتیل (میلی‌گرم) Hypocotyl Dry Weight (mg)	وزن خشک کوتیلدون (میلی‌گرم) Cotyledon Dry Weight (mg)
بذرهای متوسط Medium Seeds	0	30	4.39^{f-k}	8.11^{a-i}	25.06^{a}	4.11^{a-i}	8.48^{f-i}	15.39^{f-m}	4.07^{a-d}	2.97^{a}	4.10^{g-k}	0.98^{a}	66.21^{j-l}	82.39^{j}	656.17^{h-j}
		60	4.62^{d-i}	7.73^{h-m}	17.13^{d-i}	3.73^{h-m}	9.38^{e-h}	14.57^{h-m}	3.17^{d-i}	2.23^{d-g}	4.83^{c-i}	0.66^{d-i}	81.44^{e-j}	97.83^{d-i}	662.78^{hi}
		90	4.5^{e-j}	8.09^{b-i}	16.03^{e-i}	4.09^{b-i}	8.64^{f-i}	16.52^{d-k}	2.60^{g-k}	2.40^{c-f}	4.93^{b-i}	0.53^{f-k}	108.14^{a}	107.45^{b-f}	615.33^{k-m}
		120	4.02^{i-k}	8.13^{a-h}	15.47^{e-i}	4.13.$^{a-h}$	7.85^{h-j}	12.92^{j-n}	2.80^{f-k}	2.30^{d-g}	4.67^{c-j}	0.61^{e-k}	75.35^{g-k}	99.51^{c-i}	612.63^{lm}
	0.3	30	4.31^{g-k}	7.95^{e-k}	18.95^{b-f}	3.95^{e-k}	8.49^{f-i}	14.80^{h-m}	4.43^{a}	2.40^{c-f}	4.53^{c-j}	0.97^{ab}	84.12^{d-i}	105.13^{c-h}	622.20^{j-m}
		60	5.24^{b-h}	8.00^{e-j}	15.23^{f-i}	4.00^{e-j}	10.14^{c-g}	16.15^{e-l}	2.27^{i-k}	2.43^{c-e}	4.50^{c-j}	0.51^{g-k}	74.73^{g-k}	95.18^{f-j}	640.03^{h-m}
		90	3.35^{k}	8.36^{a-f}	13.26^{hi}	4.36^{a-f}	6.11^{j}	9.28^{n}	3.50^{b-g}	2.10^{e-g}	3.60^{jk}	0.95^{a-c}	50.07^{l}	92.15^{g-j}	654.15^{h-j}
		120	5.28^{b-h}	8.45^{a-d}	15.50^{e-i}	4.45^{a-d}	9.74^{c-h}	18.92^{b-h}	3.60^{a-f}	2.70^{a-c}	5.00^{b-i}	0.73^{c-g}	85.74^{d-h}	101.67^{c-h}	647.74^{h-l}
	0.6	30	5.82^{a-c}	7.68^{i-m}	18.44^{b-g}	3.68^{i-m}	11.74^{a-d}	20.73^{a-d}	2.63^{g-k}	2.53^{b-d}	5.57^{a-c}	0.47^{h-k}	96.32^{a-e}	104.92^{c-h}	632.77^{i-m}
		60	5.08^{c-h}	8.02^{d-j}	17.40^{d-i}	4.02^{d-j}	9.90^{c-h}	15.19^{h-m}	2.67^{g-k}	2.10^{e-g}	4.00^{h-k}	0.73^{c-g}	67.64^{i-l}	91.89^{g-j}	650.03^{h-k}
		90	4.43^{e-j}	8.50^{a-c}	20.42^{a-e}	4.50^{a-c}	8.15^{g-j}	17.21^{c-j}	3.43^{b-g}	2.30^{d-g}	3.97^{i-k}	0.87^{a-d}	71.48^{h-k}	124.17^{a}	624.86^{j-m}
		120	4.26^{h-k}	8.07^{c-i}	13.49^{g-i}	4.07^{c-i}	8.20^{g-j}	14.11i-m	2.27^{i-k}	2.10^{e-g}	4.90^{b-i}	0.46^{i-k}	84.40d^{-i}	97.95^{d-i}	648.20^{h-l}
	0.9	30	3.56^{jk}	8.13^{a-h}	14.92^{f-i}	4.13^{a-h}	6.89^{ij}	11.07^{mn}	4.27^{ab}	2.07^{e-g}	4.93^{b-i}	0.86^{a-d}	71.19^{h-k}	91.94^{g-j}	672.98^{h}
		60	3.82^{i-k}	8.52^{ab}	22.63^{a-c}	4.52^{ab}	6.99^{ij}	11.22^{mn}	3.17^{d-i}	2.20^{d-g}	3.37^{k}	0.94^{a-c}	62.00^{kl}	83.36^{j}	642.92^{h-m}
		90	5.15c^{-h}	8.38^{a-e}	15.59^{e-i}	4.38^{a-e}	9.61^{d-h}	20.93^{a-c}	3.73^{a-e}	2.90^{ab}	5.10^{a-g}	0.75^{b-f}	86.96^{c-h}	121.55^{ab}	632.03^{i-m}
		120	3.82^{i-k}	8.53^{a}	12.74^{i}	4.53^{a}	6.99^{ij}	11.85^{l-n}	1.90^{k}	2.00^{g}	4.93^{b-i}	0.38^{k}	78.21^{f-k}	87.00^{ij}	608.16^{m}
بذرهای درشت Large Seeds	0	30	5.23^{b-h}	7.53^{k-m}	17.27^{d-i}	3.53^{k-m}	10.86^{b-e}	16.72^{c-k}	2.77^{f-k}	2.03^{fg}	4.13^{f-k}	0.68^{d-i}	75.07^{g-k}	100.30^{c-i}	818.82^{a-d}
		60	4.57^{e-j}	8.25^{a-g}	15.31^{e-i}	4.25^{a-g}	8.63^{f-i}	17.08^{c-k}	3.50^{b-g}	2.40^{c-f}	5.07^{a-h}	0.69^{d-h}	95.70^{a-f}	102.49^{c-h}	789.72^{c-f}
		90	5.79^{a-c}	7.52^{k-m}	16.47^{e-i}	3.52^{k-m}	11.92^{a-c}	20.25^{a-e}	4.13^{a-c}	2.40^{c-f}	5.97^{ab}	0.69^{d-h}	100.88^{a-d}	101.33^{c-i}	804.85^{a-d}
		120	4.59^{e-j}	7.50^{lm}	17.95^{c-h}	3.50^{lm}	9.75^{c-h}	16.40^{d-k}	2.97^{e-j}	2.30^{d-g}	5.00^{b-i}	0.59^{e-k}	101.27^{a-d}	110.31^{a-e}	743.33^{g}
	0.3	30	5.27^{b-h}	7.50^{lm}	14.20^{f-i}	3.50^{lm}	10.90^{b-e}	18.87^{b-h}	3.63^{a-f}	2.33^{c-g}	5.50^{a-d}	0.67^{d-i}	105.58^{ab}	108.42^{b-f}	799.92^{b-d}
		60	5.28^{b-h}	8.20^{a-g}	14.56^{f-i}	4.20^{a-g}	9.90^{c-h}	20.27^{a-e}	4.07^{a-d}	2.43^{c-e}	4.47^{d-j}	0.94^{a-c}	94.71^{a-f}	112.57^{a-c}	794.30^{c-e}
		90	5.25^{b-h}	8.45^{a-d}	16.42^{e-i}	4.45^{a-d}	9.78^{c-h}	19.70^{b-f}	2.07^{jk}	2.20^{d-g}	5.40^{a-d}	0.39^{jk}	95.61^{a-f}	106.07^{c-g}	795.82^{c-e}
		120	6.24^{ab}	7.92^{g-m}	17.96^{c-h}	3.92^{g-m}	12.36^{ab}	24.51^{a}	3.73^{a-e}	2.53^{b-d}	6.10^{a}	0.61^{e-j}	104.56^{a-c}	111.96^{a-d}	753.58^{fg}
	0.6	30	5.36^{b-f}	8.07^{c-i}	23.36^{ab}	4.07^{c-i}	10.24^{b-g}	17.22^{c-j}	2.77^{f-k}	2.37^{c-g}	5.23^{a-e}	0.53^{f-k}	84.22^{d-h}	95.99^{e-j}	840.36^{a}
		60	5.45^{b-e}	7.49^{m}	18.31^{b-h}	3.49^{m}	11.44^{b-e}	18.03^{c-i}	3.00^{e-i}	2.37^{c-g}	5.17^{a-g}	0.58^{e-k}	85.00^{d-h}	106.56^{c-f}	822.86^{a-c}
		90	6.77^{a}	7.42^{j-m}	15.07^{f-i}	3.62^{j-m}	13.87^{a}	23.10^{ab}	2.43^{h-k}	2.33^{c-g}	5.20^{a-f}	0.47^{h-k}	93.90^{a-f}	110.32^{a-e}	784.90^{d-f}
		120	5.41^{b-f}	7.93^{f-l}	16.24^{e-i}	3.93^{f-l}	10.61^{b-f}	19.64^{b-g}	3.33^{c-h}	2.23^{d-g}	4.73^{c-i}	0.70^{d-h}	89.66^{b-g}	112.97^{a-c}	759.49^{e-g}
	0.9	30	4.31^{g-k}	8.07^{c-i}	16.33^{e-i}	4.07^{c-i}	8.20^{g-j}	12.77^{k-n}	3.13^{e-i}	2.20^{d-g}	4.23^{e-k}	0.79^{a-e}	67.17^{i-l}	91.44^{h-j}	837.17^{a}
		60	5.64^{b-d}	7.92^{g-m}	17.98^{c-h}	3.92^{g-m}	11.07^{b-e}	18.84^{b-h}	3.03^{e-i}	2.50^{cd}	4.97^{b-i}	0.63^{e-i}	75.49^{g-k}	108.75^{b-f}	794.78^{c-e}
		90	5.33^{b-g}	8.29^{a-g}	21.63^{a-d}	4.29^{a-g}	10.09^{c-g}	17.24^{c-j}	3.00^{e-i}	2.53^{b-d}	4.00^{h-k}	0.75^{a-f}	64.71^{j-l}	101.76^{c-h}	833.24^{ab}
		120	4.46^{e-j}	8.14^{a-h}	14.12^{f-i}	4.14^{a-h}	8.62^{f-i}	15.25^{g-m}	3.20^{d-h}	2.20^{d-g}	4.70^{c-i}	0.68^{d-i}	79.76^{e-k}	105.24^{c-h}	804.86^{a-d}
LSD			1.039	0.435	5.156	0.435	2.191	4.400	0.926	0.383	1.074	0.231	17.850	14.360	36.810

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند.

Means within a columns followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to LSD test.

مطالعه معنی‌دار بود. مسرت و همکاران (Massarat *et al.*, 2013) نیز گزارش کردند که درصدجوانه‌زنی و همچنین دیگر شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تأثیر تیمار پرایمینگ قرار گرفتند و دارای اختلاف معنی‌دار بودند. استفاده از کلریدکلسیم با غلظت ۰/۳ درصد بیش‌ترین بنیه-های طولی گیاهچه و غلظت ۰/۶ درصد بیش‌ترین بنیه وزنی گیاهچه بادام‌زمینی را سبب شد. فو و همکاران (Fu *et al.*, 1993) نیز گزارش کردند که پرایمینگ بادام زمینی با کلسیم افزایش بنیه گیاهچه‌ها را به‌همراه دارد. پیش‌تیمار اسمزی باعث کنترل جذب آب، بهبودی غشای پلاسمایی، کاهش اتلاف الکترولیت‌ها، بهبود قوه‌نامیه و بنیه بذرها می-شود (Koocheki and Sarmadnia, 2007).

در این مطالعه طویل‌ترین ریشه‌چه با پیش‌تیمار بذرهای بادام‌زمینی در ۰/۳ درصد کلریدکلسیم به‌دست آمد. در نتایج داتا و همکاران (Datta *et al.*, 1990) نیز پرایمینگ بذرهای بادام‌زمینی با کلریدکلسیم افزایش طول ریشه‌چه را سبب شد. در تحقیق حاضر کم‌ترین نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در تیمار بذرهای متوسط پیش-تیمار شده با کلریدکلسیم ۰/۹ درصد به مدت‌زمان ۱۲۰ دقیقه و بیش‌ترین نسبت در بذرهای متوسط پرایمنگ شده به مدت‌زمان ۳۰ دقیقه در آب مقطر به‌دست آمد. رانگاسوامی و همکاران (Rangaswamy *et al.*, 1993) نیز بالاترین نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه را در کلریدکلسیم ۰/۳ درصد گزارش کردند. در تحقیق حاضر افزایش غلظت کلریدکلسیم و افزایش مدت‌زمان پیش‌تیمار باعث کاهش وزن خشک ریشه‌چه گردید. درحالی‌که سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 1991)؛ داتا و همکاران (Datta *et al.*, 1990) به‌ترتیب گزارش کردند که هیدروکسید کلسیم و کلریدکلسیم باعث افزایش وزن خشک ریشه‌چه بادام-زمینی شد. همچنین در مطالعه حاضر بیش‌ترین وزن خشک ساقه‌چه در بذرهای بزرگ تیمارشده با کلریدکلسیم ۰/۳ درصد حاصل شد. رانگاسوامی و همکاران (Rangaswamy *et al.*, 1993)؛ سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 1991)؛ داتا و همکاران (Datta *et al.*, 1990) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند. در ادامه مطالعه حاضر با افزایش غلظت کلریدکلسیم تا ۰/۶ درصد، وزن خشک هیپوکوتیل افزایش یافت. اما استفاده از مقادیر بیشتر کلرید کلسیم مجدداً کاهش وزن خشک هیپوکوتیل را به‌همراه داشت. از این لحاظ با نتایج مطالعات سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 1991)؛ داتا و همکاران (Datta *et al.*, 1990) هم‌سو بود. مایتی و ابلینگ (Maiti and Ebeling, 2002) نیز با مروری بر مطالعات انجام شده اثر کلریدکلسیم بر وزن خشک هیپوکوتیل را تأیید کرد.

در این مطالعه، بذرهای درشت تیمارشده در کلرید کلسیم ۰/۳ درصد بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه نشان دادند. در مطالعات پیشین نیز گزارش شده است که کلریدکلسیم علاوه بر اینکه باعث افزایش کلسیم بذر می-شود، رشد برتر گیاهچه‌ها را نیز به‌همراه دارد که عمدتاً به‌دلیل اثر مثبت برروی انتقال مجدد مواد ذخیره شده در بذر می‌باشد (Maiti and Ebeling, 2002).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج نشان داد که بذرهای درشت دارای بیش‌ترین میانگین‌ها از لحاظ صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک هیپوکوتیل، وزن خشک کوتیلدون، وزن خشک گیاهچه و بیوماس کل گیاهچه بودند. پیش‌تیمار با کلرید کلسیم باعث افزایش شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه-زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، وزن خشک هیپوکوتیل و شاخص‌های بنیه گیاهچه گردید. در عین حال برخی صفات مورد بررسی در غلظت‌های کمتر بیش‌ترین میانگین را داشتند. اثر مدت‌زمان پرایمینگ نیز حاکی از آن بود که مدت ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه پیش‌تیمار بذر بیش-ترین سرعت جوانه‌زنی، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، میانگین سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه و وزن خشک هیپوکوتیل را حاصل نمود.

منابع

Ahmadi, M. R. 1983. Evaluation of peanut. A Project Report. Seed and Plant Improvement Research Institut, Oilseeds sector, Karaj, Iran. **(Project)**

Bayat, M., Rahmani, A., Amirnia. R. and Alavi-Siney, S. M. 2014. Determine the best method and time of priming of *Echinacea purpurea* seed in vitro and pot conditions. Iranian of Seed Sciences and Research, 1(1):1-15. (In Persian)**(Journal)**

Bewley, J. D. and Black, M. 1994. Seeds: Physiology of development and germination. Plenum Press, New York. 445pp. **(Book)**

Datta, K. S., Jai-Dayal, R. C. H. and Dayal, J. 1990. Germination and early seedling growth of some kharif crops as affected by salmity. Haryana Agriculture University Journal of Research, 20 (3): 172-181. **(Journal)**

Don, R. 2009. ISTA Handbook on Seedling Evaluation.3rd Edition. Published by: The International Seed Testing Assemblage (ISTA). Bassersdorf, CH- Switzerland. **(HandBook)**

Fu, J. R., Huang, S. Z., Li, H. J., Come, D. and Corbineau, F. 1993. Seed vigor in relation to the synthesis and degradation of storage protein in peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. Processing Fourth International Workshop on Seeds: Basic and Applied Aspects of Seed Biological. (D. Come, ed.), 3: 811-816. **(Conference)**

Hampton, J. G. and TeKrony, D. M. 1995. Handbook of Vigour Test Methods. 3nd edition. Published by: International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland, 117p. **(HandBook)**

Heydecker, W. and Coolbear, P. 1979. Seed treatment for improved performance: Survey and attempted prognosis. Seed Science and Technology, 4: 444-384. **(Journal)**

ISTA (International Seed Testing Association). 2011. International Rules for Seed Testing, the Germination Test. Chapter 5: 1-57. Published by: International Seed Testing Assemblage, Bassersdorf, Switzerland. **(HandBook)**

Koocheki, A. and Sarmadnia, G. 2007. Physiology of crop plants (translate). Mashhad University Jihad Publication. Thirteenth Printing. 400p. (In Persian)**(Book)**

Maiti, R. and Ebeling, P. W. 2002. The Peanut (*Arachis hypogaea*). Crop Science Publishers, Inc. 376p. **(Book)**

Massarat, N., Siadat, A., Sharafizadeh, M. and Habibi khaniani, B. 2013. The effect of hydropriming and halopriming on seed germination and early growth of maize seedling hybrid SC 704 cultivar under drought and salinity tension. Crop Physiology, 5(19): 49-59. **(Journal)**

Mubshar, H., Farooq, M., Basra, S. M. A. and Ahmad, N. 2006. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid Sunflower. International Journal of Agriculture and Biology, 2(6): 63-62. **(Journal)**

Narayanaswamy, S. and Channrayappa, S. 1997. Effect of pre-sowing treatment on seed germination and yield in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Seed Research, 24: 166-168. **(Journal)**

Nautiyal, P. C. 2009. Seed and seedling vigour traits in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Seed Science and Technology, 37: 721-735. **(Journal)**

Omidi, H., Soroushzadeh, A., Salehi, A. and Ghezeli, F. A. D. 2015. Rapeseed germination as affected by osmopriming pretreatment. Agricultural Sciences and Technology, 19(2): 125-136. (In Persian)**(Journal)**

Parameswaran, M., Subhash, N., Shukla, Y. M. and Chakraborty, M. K. 1990. Relationship between groundnut seed leachate characteristics and its germination potential. Processing International Congress of Plant Physiological India, 2: 1302-1305. **(Conference)**

Parmoon, Gh., Ebadi, A., Ghaviazm, A. and Miri, M. 2013. Effect of seed priming on germination and seedling growth of Chamomile under salinity. Electronic Journal of Crop Production, 6 (3): 145-164. **(Journal)**

Ponnuswamy, A. S. and Karivaratharaju, T. V. 1993. New seed management technique for maximizing yield in groundnut. Madras Agriculture Journal, 80: 712-713. **(Journal)**

Ramezani M. and Rezaei SokhtAbandani R. 2012. He impact of seed priming and is period on germination components and the seedline growth of rice in Tarom Deilamani variety. Journal of Biology Science, 5(4): 93-107. (In Persian)**(Journal)**

Rangaswamy, A., Purushothaman, S. and Devasenapathy, P. 1993. Seed hardening in relation to seedling quality characters of crops. Madras Agriculture Journal, 80: 535-537. **(Journal)**

Sadeghi, H., Khazaei, F., Yari, L. and Sheidaei, S. 2011. Effect of seed osmopriming on seed germination behavior and vigor of soybean (*Glycine max* L.). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 6(1): 39-43. (In Persian)**(Journal)**

Sharma, P., Sardana, V. and Kandhola, S. S. 2013. Effect of sowing dates and harvesting dates on germination and seedling vigor of groundnut (*Arachis hypogaea*) cultivars. Research Journal of Seed Sciences, 6(1): 1-15. **(Journal)**

Singh, B. G., Shankar, A. S. and Hiremath, S. M. 1991. Effect of hot Ca $(OH)_2$ seed treatment on germination and seedling growth of groundnut. Journal of Maharashtra Agriculture University, 16(3): 335-337. **(Journal)**

Smartt, J. 1994. The Groundnut Crop. A Scientific Basis for Improvement. Chapman and Hall Publishing, 756p. **(Book)**

Souhani, M. M. 2010. Seed Technology. Guilan University Press, Third Edition, 287 p. (In Persian)**(Book)**

Effect of seed priming duration with different levels of calcium chloride on germination and seedling vigour from the seeds with different weights in Peanut (*Arachis hypogaea* L.), variety North Carolina 2 (NC_2)

Seyyedeh Fatemeh Noorhosseini[1*], Parvaneh Rahdari[2] and Babak Babakhani[2]

Received: May 9, 2016 Accepted: March 31, 2016

Abstract

The effect of seed weight, $CaCl_2$ concentration, and priming duration on germination index and seed vigour of peanut variety North Carolina 2 (NC2) were evaluated in the laboratory of Plant Sciences of Islamic Azad University, Tonkabon branch in 2014. Osmotic priming was performed in a factorial experiment in the form of a randomized complete block design with 3 replications. The first factor was seed weight with 2 levels (large and medium), second factor $CaCl_2$ was in 4 concentration (0, 0.3, 0.6, 0.9 %) and third factor of priming time was in 4 levels (30, 60, 90 and 120 minutes). Results showed that large seeds had the maximum mean germination percentage and seedling vigour. Increasing concentration of $CaCl_2$ to 0.3% increased germination percentage, mean daily germination and seedling vigour indexes (length and weight). The maximum germination rate, the coefficient of uniformity of germination and cotyledon dry weight was measured in 0.6% $CaCl_2$ concentration. The maximum means of germination rate and germination time was in medium seed size treated with $CaCl_2$0.9%. Effect of priming duration showed that maximum mean germination rate and coefficient of uniformity of germination was in 90 minutes. The maximum germination percentage, mean daily germination, mean germination rate, mean germination time and seedling vigor indexes were obtained in 120 minutes priming.

Key words: Germination components; Seedling growth; Seed priming; Seed quality

How to cite this article

Noorhosseini, S.F., Rahdari, P. and Babakhani, B. 2017. Effect of seed priming duration with different levels of calcium chloride on germination and seedling vigour from the seeds with different weights in Peanut (*Arachis hypogaea* L.), variety North Carolina 2 (NC_2). Iranian Journal of Seed Science and Research, 4(3): 63-75. (In Persian)**(Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2017.2508

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1- Young Researchers and Elite Club, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

2- Department of Plant Sciences, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran

*Corresponding Author: sf_noorhosseini@yahoo.com