"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد سوم، شماره ۱، بهار و تابستان ۹۳
شماره صفحه: ۱۲۱-۱۰۹

تأثیر تیمارهای پرایمینگ بذر بر بهبود پارامترهای جوانه‌زنی نخودفرنگی (*Pisum sativum L.*)

الهام یوسفی[۱] و سیف‌اله فلاح[۲*]

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف و مدت پرایمینگ بذر بر بهبودپارامترهای جوانه‌زنی در نخودفرنگی(*Pisum sativum L.*)، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل انواع پرایمینگ (اسموپرایمینگ، هالوپرایمینگ و هیدروپرایمینگ) و مدت زمان پرایمینگ (۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت) بودند. نتایجنشان دادکه تیمارهای مختلف پرایمینگ اثر معنی‌داری روی طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، جوانه‌زنی نسبی و شاخص‌های بنیه بذر داشتند. علاوه بر این زمان‌های مختلف پرایمینگ روی کلیه صفات فوق‌الذکر به جز سرعت جوانه‌زنی اثر معنی‌داری داشتند.بیشترین طول ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی، جوانه‌زنی نسبی و شاخص ویگور ۱ مربوط به غلظت ۱/۱ مگاپاسکال پلی‌اتیلن‌گلایکول و زمان ۲۴ ساعت بود.بیشترین میزان طول ساقه‌چه و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به تیمار آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت و غلظت ۰/۷ مگاپاسکال پلی‌اتیلن‌گلایکول در زمان ۲۴ ساعت بود.کمترین میزان صفات اندازه گیری شده در غلظت ۱/۲ مگاپاسکال نیترات پتاسیم و زمان ۳۶ ساعت مشاهده شد. به‌طورکلی نتیجه‌گیری می‌شود غلظت بالای پلی‌اتیلن‌گلایکول با زمان ۲۴ ساعت برای بهبود جوانه‌زنی بذرهای نخودفرنگی مفید می‌باشد.

کلمات کلیدی: اسموپرایمینگ، نیترات پتاسیم،بنیه بذر، هیدروپرایمینگ.

مقدمه

استفاده از گیاهان به عنوان کودسبزدرتناوب باعث افزایش کربن وماده آلی، نیتروژن کل وحاصلخیزی خاک شده که این پدیده از طریق بهبود و یا حفظ فرآیندهای میکروبیولوژیکی در خاک منجر به آزادسازی تدریجی عناصر غذایی برای گیاهان نیز می‌شود (Talgre *et al.,* 2009). در این ارتباط گیاه نخودفرنگی به دلیل تولید مقادیر زیاد ماده خشک و نیتروژن که برای محصول بعدی قابل دسترس است، به عنوان گیاه پوششی و کود سبز حائز اهمیت می‌باشد. ریشه‌ی اصلی این گیاه با نفوذ در خاک‌های فشرده و سنگین (Steenwerth and Belina, 2008)، در بهبود ساختمان خاک وتشدید فعالیت ریز جانداران ریزوسفر (Stenwerth and belina, 2008)، کاهش فرسایش خاک و آبشویی عناصر غذایی مؤثر است (Komi *et al.,* 2013). گیاه نخودفرنگی با نام علمی (*Pisum sativum L.*) متعلق به تیره نیامدارن (*Leguminosae*) به دلیل توانایی تثبیت نیتروژن می‌تواند در طراحی تناوب زراعی با غلات پاییزه مانند گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو

نویسنده مسئول : سیف اله فلاح، شهر کرد-گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
E-mail: Falah1357@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۱۸
تاریخ تصویب: ۹۲/۹/۱۱

(*Hordeumvulgare* L.) که ۸/۳ میلیون در هکتار از سطح زیر کشت کشور را به خود اختصاص داده‌اند (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۱)نقش کلیدی داشته باشد و از این طریق علاوه بر افزایش باروری خاک، مشکل علف‌های هرز، بیماری‌ها و آفات را نیز کاهش‌دهد (Bellido*et al.*,2005).کشت گیاهان کود سبز پاییزه به دلیل اهمیت کمتر در مقایسه با گیاهان نقدی بعد از اتمام عملیات کاشت غلات پاییزه انجام می‌شود و این امر منجر به مواجه شدن جوانه‌زنی گیاه کود سبز با دماهای پایین می‌گردد. همچنین عدم اولویت آبیاری یا انجام آبیاری محدود نیز می‌تواند با ایجاد تنش خشکی مشکل جوانه‌زنی این قبیل گیاهان را بیشتر نماید. جوانه زنی بذر یک فرآیند فیزیولوژیک پیچیده است که در واقع پاسخی به سیگنال های محیطی مثل دما، پتانسیل آبی، نور، نیترات و دیگر عامل‌ها می‌باشد. بنابراین شرایط نامطلوب محیطی برای جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، از عوامل اصلی ظهور نامناسب و استقرار ضعیف گیاهچه‌ها به‌شمار می‌رود (Bradford, 1986).

سرعت و یکنواختی ظاهر شدن گیاهچه در مزرعه لازمه رسیدن به عملکرد بالا با رعایت کیفیت و کمیت در گیاهان یکساله است (Subedi and Ma, 2005). استقرار سریع گیاهچه موجب افزایش توان آن برای مقابله باشرایط نامساعد محیطی ومشکلات ناشی ازآفات و بیماری‌ها می‌شود (Akramian*et al.,* 2007). علاوه بر این، مراحل اولیه رشد گیاه شامل مرحله جوانه‌زنی، رشد و استقرار گیاهچه‌ها در پویایی گیاهان نقش مهمی را به عهده دارد (Fernandez *et al.,* 2008; Song *etal.,* 2008). یکی از روش‌های ساده‌ای که بنیه و استقرار گیاهچه‌ها و در نتیجه کارایی گیاه را در مزارع بهبود می‌بخشد، پرایمینگ بذر می‌باشد. این روش به تیمارهای خاصی گفته می‌شود که برای افزایش درصد و یکنواختی جوانه‌زنی بذر و بهبود رشدگیاهچه‌ها و شاخص‌های بنیه بذر به کار گرفته می‌شود (Ansari andSharifzadeh, 2012). مطالعات زیادی درباره‌ی تأثیرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پرایمینگ بر روی بذرهای مختلف حبوبات از جمله بذرهای یونجه (*Medicagosativa*)، لوبیا چشم بلبلی (*Vignaradiata* L.)، نخود (*Cicerarietinum*) و عدس (*Lensculinaris*) انجام شده و نشان داده است که تیمار پرایمینگ قادر به بهبود فرآیند جوانه‌زنی و ایجاد مقاومت تحت شرایط تنش‌است(Hu*etal.,* 2006; Posmyk and janas,2007).

همچنین پرایمینگ بذرهای لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و خصوصیات گیاهچه‌ها را در مقایسه با بذور شاهد تحت شرایط تنش دمای پایین و بهینه بهبود بخشید (Gharib and Hegazi, 2010). اسموپرایمینگ بذر ماش سبز (*Vignaradiata*) نیز در نمک پتاسیم بنیه بذر را بهبود بخشید (Umair *et al.,* 2010).

از آنجا که نخود فرنگی یکی از گیاهان کود سبز ارزشمند است، کشت آن در تناوب با غلات علاوه بر تنوع می‌تواند در تثبیت زیستی نیتروژن و در نتیجه کاهش مصرف کودهای شیمیایی مؤثر باشد. این در حالی است که به دلیل اهمیت بیشتر غلات و هم‌چنین محدودیت منابع آب قابل دسترس کشاورزان کشور، وقوع تنش خشکی طی مراحل جوانه‌زنی و استقرار این گیاه در پاییز قابل پیش‌بینی است. از طرفی، برخی کشاورزان ممکن است جوانه‌زنی آن را به فراهمی آب حاصل از بارندگی موکول نمایند که این امر نیز به علت نوسانات و تأخیر در بارندگی، وقوع تنش

خشکی و تنش سرما را طی دوره جوانه‌زنی این محصول محتمل می‌نماید. بنابراین این مطالعه با هدف، بررسی اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر نخود فرتگی برای کشت در شرایط نسبتاً سخت (خشکی و پایین بودن دما) اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی بذر نخودفرنگی در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۲ انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل شاهد (بدون پرایم)، آب مقطر (هیدروپرایم)، دو سطح پتانسیل اسمزی پتاسیم نیترات (۰/۶و ۱/۲ مگاپاسکال)، با سه سطح پلی‌اتیلن گلایکول (۰/۷، ۰/۹ و ۱/۱ مگاپاسکال) به عنوان فاکتور اول و سه زمان مختلف پرایمینگ ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت به عنوان فاکتور دوم بودند. به منظور تهیه پتانسیل‌های مورد نظر، مقادیر پلی اتیلن (PEG_{6000}) با استفاده از معادله (Michel and Kaufman 1973) محاسبه شد:

$$\Psi_s = -C(1.18 \times 10^{-2}) - C^2 (1.18 \times 10^{-4}) + CT (1)(2.67 \times 10^{-4}) + C^2T (8.39 \times 10^{-7})$$

Ψ_s =پتانسیل اسمزی (بار)

C =غلظت (گرم بر لیتر)

T =دما (درجه سانتی‌گراد)

و مقادیر پتاسیم نیترات مورد نیاز با استفاده از معادله‌ی وانت هف محاسبه شد (Siebert and Richardson, 2002):

$$\Psi_s = -miRT \quad (۲)$$

Ψ_s = پتانسیل اسمزی (مگاپاسکال)

m =مولالیته محلول (مول محلول بر ۱۰۰۰ گرم آب)

i = ضریب یونی (برابر است با ۲ برای نمک حل شده در آب)

R =مقدار ثابت گاز (۰/۰۰۸۳۱ لیتر مگاپاسکال بر مول کلوین)

T = دما (درجه کلوین)

محلول‌های مورد نظر در آب مقطر تهیه شدند. به منظور پرایمینگ، بذرها را پس از ضدعفونی در پتری دیش‌های ۹ سانتی‌متری ریخته و به هر ظرف پتری ۱۵ میلی‌لیتر از محلول‌های مورد نظر تهیه شده، اضافه شد و در نهایت ظرف های پتری در شرایط تاریکی و در دمای ۱۵ درجه‌سانتی‌گراد در ژرمیناتور قرار گرفتند. پس از سپری شدن زمان‌های مورد نظر پرایمینگ، بذرهای پرایم شده را چندین مرتبه با آب مقطر شست و شو داده به گونه‌ای که مواد موجود در سطح بذرها کاملا شسته شود و به منظور خشک کردن، بذرها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند. پس از خشک نمودن بذرها، ۲۵ عدد بذر پرایم شده در ظرف های پتری ۹ سانتی‌متری روی ۲ لایه کاغذ صافی واتمن کشت شد و به هر ظرف پتری ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و به منظور جلوگیری از تبخیر آب موجود در ظرف پتری دور هر ظرف پتری چند لایه پارافیلم کشیده شد. در نهایت ظرف های پتری به ژرمیناتور انتقال داده شدند و به مدت ۸ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در شرایط تاریکی نگهداری شدند (Anonymous, 2009). جوانه‌زنی هر ۲۴ ساعت ثبت شد. مبنای جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر بود (Anonymous, 2009). در طول اجرای آزمایش بر حسب نیاز ۵-۳ میلی‌لیتر آب مقطر به هر ظرف پتری اضافه شد.

پس از ۸ روز پارامترهای مورد بررسی به‌صورت زیر اندازه‌گیری شدند:

از هر ظرف پتری۱۰ گیاهچه به طور تصادفی انتخاب شد و طول ریشه‌چه و ساقچه آن‌ها با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد، سپس وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با استفاده از ترازوی ۴ صفرپس از خشک شدن نمونه‌ها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد (Ya-jing*et al.,* 2009).

درصد جوانه زنی از رابطه ۳ محاسبه شد (Ikic*et al.,* 2012):

(رابطه۳): GP = (number of germinated seeds / total number of seeds) × 100

که در آن =GP درصد جوانه‌زنی می‌باشد.

شاخص یا سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۴ محاسبه شد (Kalsa and Abebie, 2012):

(رابطه۴): $GR = \Sigma (Gt / Dt)$

GR= شاخص یا سرعت جوانه‌زنی؛Gt= تعداد بذور جوانه‌زده در روز t ام؛Dt= زمان پس از کاشت مرتبط با Gt برحسب روز.

جوانه‌زنی نسبی از رابطه ۵ محاسبه شد (Rho and Kil, 1986):

(رابطه۵): $RG = (TGS / CGS) \times 100$

RG =جوانه زنی نسبی؛ =TGS تعداد بذرهای جوانه‌زده تیمار؛ =CGS تعداد بذرهای جوانه زده شاهد

شاخص‌های بنیه بذر نیز از روابط ۶ و ۷ محاسبه شدند(Kalsa and Abebie, 2012):

(رابطه۶): Vigor Index-I = Standard Germination (%) × Seedling Root length (cm)

(رابطه۷): Vigor Index-II = Standard Germination (%) × Seedling dry weight (mg)

VI= شاخص بنیه بذر؛SG=درصد جوانه‌زنی استاندارد؛ = SRLطول ریشه‌چه (سانتی‌متر)؛ SDW =وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)

داده‌ها به‌وسیله نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین نیز با نرم افزار MSTAT یا آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. رسم شکل‌ها نیز توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که بین تیمارهای مختلف پرایمینگ در کلیه‌ی صفات اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. همچنین بین زمان‌های مختلف پرایمینگ در تمامی صفات به استثنای سرعت جوانه‌زنی اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (جداول۱ و ۲). اثر متقابل نوع پرایمینگ و مدت زمان پرایمینگ نیز برای کلیه‌ی پارامترهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود (جداول ۱ و ۲).

درصد و سرعت جوانه‌زنی

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر نوع و مدت زمان پرایمینگ قرار گرفت، در حالی‌که سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری در زمان‌های مختلف نشان نداد و تنها تحت تأثیر نوع پرایمینگ قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که درصد جوانه‌زنی در شرایط هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ به مدت ۱۲ تا ۳۶ ساعت و همچنین هالوپرایمینگ (۰/۶ مگاپاسکال) به مدت ۱۲ ساعت تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان ندادند ولی سایر تیمارهای هالوپرایمینگ موجب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی شدند (شکل ۱). پاسخ سرعت جوانه‌زنی به نوع و زمان پرایمینگ نیز تا

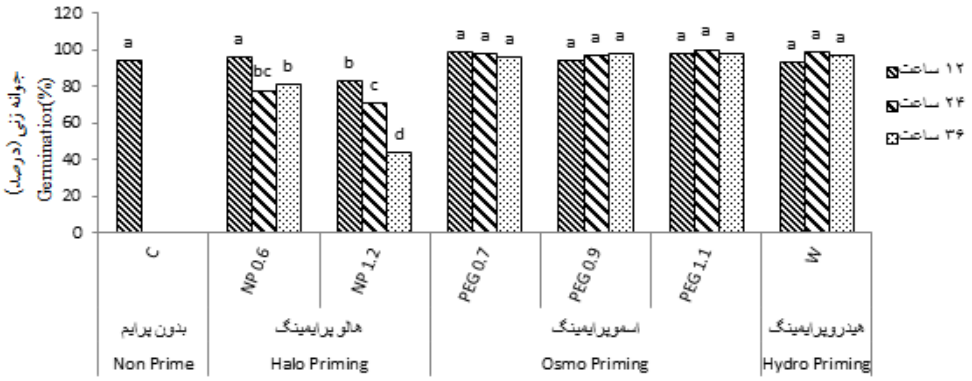
حدودی مشابه درصد جوانه‌زنی بود (شکل ۲). به‌طوری‌که سرعت جوانه‌زنی تیمارهای نیترات پتاسیم ۱/۲ مگاپاسکال با زمان ۲۴ و ۳۶ ساعت و همچنین نیترات پتاسیم ۰/۶ مگاپاسکال با زمان ۲۴ ساعت در مقایسه با دیگر تیمارها دارای کمترین سرعت جوانه‌زنی بودند (شکل ۲). این کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار با نیترات پتاسیم می‌تواند به علت اثر سمیت نمک مورد استفاده باشد (Bradford*et al.,* 1990)، زیرا همان‌طور که در شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود قرار گرفتن بذرهای نخودفرنگی طی مدت زمان بیشتر (۲۴ ساعت یا بیشتر) و یا تغلیظ محلول مورد استفاده حتی با زمانی کمتر (۱۲ ساعت) این اثر سمیت را ایجاد نموده است. در آماده سازی بذرهای نخودفرنگی با پلی‌اتیلن‌گلایکول توسط سیوری تب و دورادو (Sivritepe and Dourado,1995) افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها مشاهده شد. همچنین پرز و همکاران (Perez *et al.,* 1995) در بررسی آماده سازی بذرهای کرفس تسریع جوانه‌زنی را مشاهده کردند ولی تأثیری بر مقدار جوانه‌زنی مشاهده نشد. یوسل و ییلماز (Yucel and Yilmaz, 2009) نیز گزارش کردند که غلظت‌های پایین کلرید سدیم و نیترات پتاسیم بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را ایجاد می‌کنند.

جدول ۱- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) اثرات نوع و مدت پرایمینگ بر سرعت ودرصدجوانه‌زنی وجوانه‌زنی نسبی بذر نخودفرنگی.

Table 1. Analysis of variance (Mean squares)for priming type and time effects on germination rate and percentage and relative germination of pea.

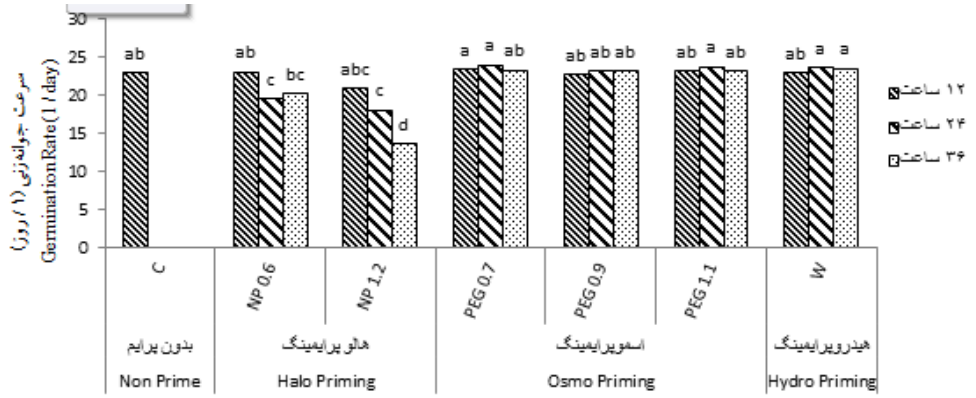
میانگین مربعات				
جوانه‌زنی نسبی (Relative germination)	سرعت جوانه‌زنی (Germination rate)	درصد جوانه‌زنی (Germination percentage)	درجه آزادی (df)	منبع تغییرات S.O.V
1883**	58.31**	1649**	6	نوع پرایمینگ (P) (Priming type)
614.5**	10.94ns	329.3**	2	زمان پرایمینگ(T) (Priming time)
318.8**	9.72*	287.6**	12	P × T
48.1	4.73	41.8	63	خطای آزمایشی(Error)
7.14	9.81	7.14		درصد CV(%)

ns، * و **به ترتیب غیرمعنی دار، معنی داردرسطح احتمال ۵ و ۱ درصد..* p≤0.05; ** p≤0.01; ns, non-significant



شکل ۱- اثر متقابل تیمارهای مختلف پرایمینگ و زمان پرایمینگ بر درصد جوانه‌زنی بذر های نخودفرنگی.C، W، NP وPEG به‌ترتیب بیانگر شاهد، آب مقطر، نیترات پتاسیم و پلی‌اتیلن گلایکول می‌باشند. میانگین‌های‌دارای حروف مشابهبر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Fig 1. Interaction of different priming treatmentsbypriming time forgermination percentage of pea seeds.C, W, NP and PEG are indicatedcontrol, distilled water, potassium nitrate and polyethyleneglycol, respectively.Means with similar letters are not significant different (p≤0.05) based on LSD test.

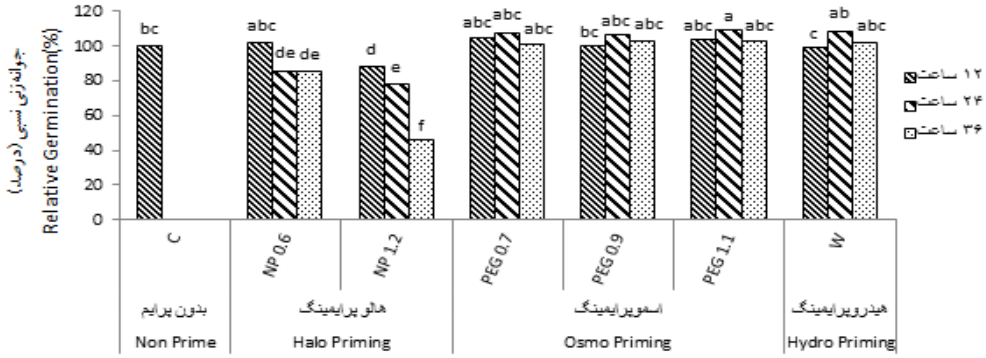


شکل ۲- اثر متقابل تیمارهای مختلف پرایمینگ و زمان پرایمینگ بر سرعت جوانه‌زنی بذور گیاه نخودفرنگی.C، W، NP و PEG به‌ترتیب بیانگر شاهد، آب مقطر، نیترات پتاسیم و پلی‌اتیلن گلایکول می‌باشند. میانگین‌هایدارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSDدر سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Fig 2. Interaction of different priming treatments by priming time for germination rate of pea seeds. C, W, NP and PEG are indicated control, distilled water, potassium nitrate and polyethyleneglycol, respectively. Columns with similar letters are not significant different ($p \leq 0.05$) based on LSD test.

جوانه‌زنی نسبی

نتایج تجزیه واریانس حاکی است که جوانه‌زنی نسبی تحت تأثیر اثر متقابل نوع و مدت زمان پرایمینگ قرار گرفت (جدول ۱). همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود بیشترین میزان جوانه‌زنی نسبی مربوط به تیمار ۱/۱ مگاپاسکال پلی‌اتیلن گلایکول و مدت زمان ۲۴ ساعت بود و اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان داد به‌طوری‌که باعث افزایش ۱۰ درصدی‌این صفت در مقایسه با شاهد گردید. کمترین درصد جوانه‌زنی نسبی نیز مربوط به تیمار ۱/۲ مگاپاسکال پتاسیم نیترات و مدت زمان ۳۶ ساعت بود(۴۶/۳۱)، به گونه‌ای که این صفت را نسبت به شاهد به میزان ۵۳ درصد کاهش داد (شکل ۳).



شکل ۳- اثر متقابل تیمارهای مختلف پرایمینگ و مدت پرایمینگ بر جوانه‌زنی نسبی بذرهای نخودفرنگی.C، W، NP و PEG به‌ترتیب بیانگر شاهد، آب مقطر، نیترات پتاسیم و پلی‌اتیلن گلایکول می‌باشند. میانگین‌هایدارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSDدر سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Fig 3. Interaction of different priming treatments by priming time for relative germination of pea seeds. C, W, NP and PEG are indicated control, distilled water, potassium nitrate and polyethyleneglycol, respectively. Columns with similar letters are not significant different ($p \leq 0.05$) based on LSD test.

همان طور که ذکر شد این کاهش احتمالاً به علت اثر سمیت این نمک بر جنین بذر در غلظت‌های بالا می‌باشد. بنابراین محلول مورد استفاده در این تیمار ممکن است آسیب‌هایی در بذر ایجاد کرده

باشد (Artola *et al.,* 2003). افزایش در میزان جوانه‌زنی نسبی در تیمار پلی‌اتیلن‌گلایکول ۱/۱ مگاپاسکال با زمان ۲۴ ساعت در مقایسه با شاهد می‌تواند به علت تحریک فعالیت‌های متابولیکی در داخل جنین باشد. برای مثال در هنگام جذب آب همانند سازی DNA (Jaap *et al.,*1996)، تحریک فعالیت RNA و در نتیجه پروتئین سازی (Davison *et al.,* 1991)، ترمیم غشای سلولی و افزایش غلظت هورمون‌های محرک جوانه‌زنی از جمله اتیلن (Chojnowski and Come, 1997) صورت گرفته که مجموعه این عوامل مقدمات جوانه‌زنی را فراهم می‌آورند و زمانی که این بذور تیمار شده تحت شرایط جوانه‌زنی قرار می‌گیرند در مقایسه با شاهد پیشی می‌گیرند.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

همان‌طور که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده می‌شود پاسخ طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به نوع و مدت زمان پرایمینگ و اثر متقابل این دو عامل معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول ریشه‌چه مربوط به تیمار ۱/۱ پلی‌اتیلن‌گلایکول و مدت زمان ۱۲ و ۲۴ ساعت بود و اختلاف این دو تیمار با سایر تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (شکل ۴ الف). پیش تیمار ۱/۱ مگاپاسکال پلی‌اتیلن‌گلایکول با زمان‌های ۲۴ و ۱۲ ساعت به ترتیب منجر به افزایش ۴۸ و ۴۷ درصدی طول ریشه‌چه نسبت به شاهد گردید. کمترین میزان طول ریشه‌چه در تیمار ۱/۲ مگاپاسکال پتاسیم نیترات به مدت ۳۶ ساعت مشاهده شده که با همین تیمار و مدت زمان ۲۴ ساعت فاقد اختلاف معنی‌داری بود (شکل ۴ الف).

همانگونه که در شکل ۴ ب نشان داده شده است بیشترین میانگین طول ساقه‌چه مربوط به هیدروپرایمینگ به مدت ۲۴ ساعت بود ولی با سطوح مختلف پلی‌اتیلن‌گلایکول ۰/۷ و ۱/۱ مگاپاسکال به مدت ۲۴ ساعت اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. هیدروپرایمینگ بذور نخودفرنگی به مدت ۲۴ ساعت باعث افزایش ۴۱ درصدی طول ساقه‌چه نسبت به شاهد گردید. کمترین مقدار طول ساقه‌چه از تیمار ۱/۲ مگاپاسکال پتاسیم نیترات و مدت زمان ۳۶ ساعت حاصل شد به گونه‌ای که باعث کاهش چشم‌گیری در طول ساقه‌چه نسبت به شاهد و سایر تیمارها در زمان‌های متفاوت گردید (شکل ۴ ب).

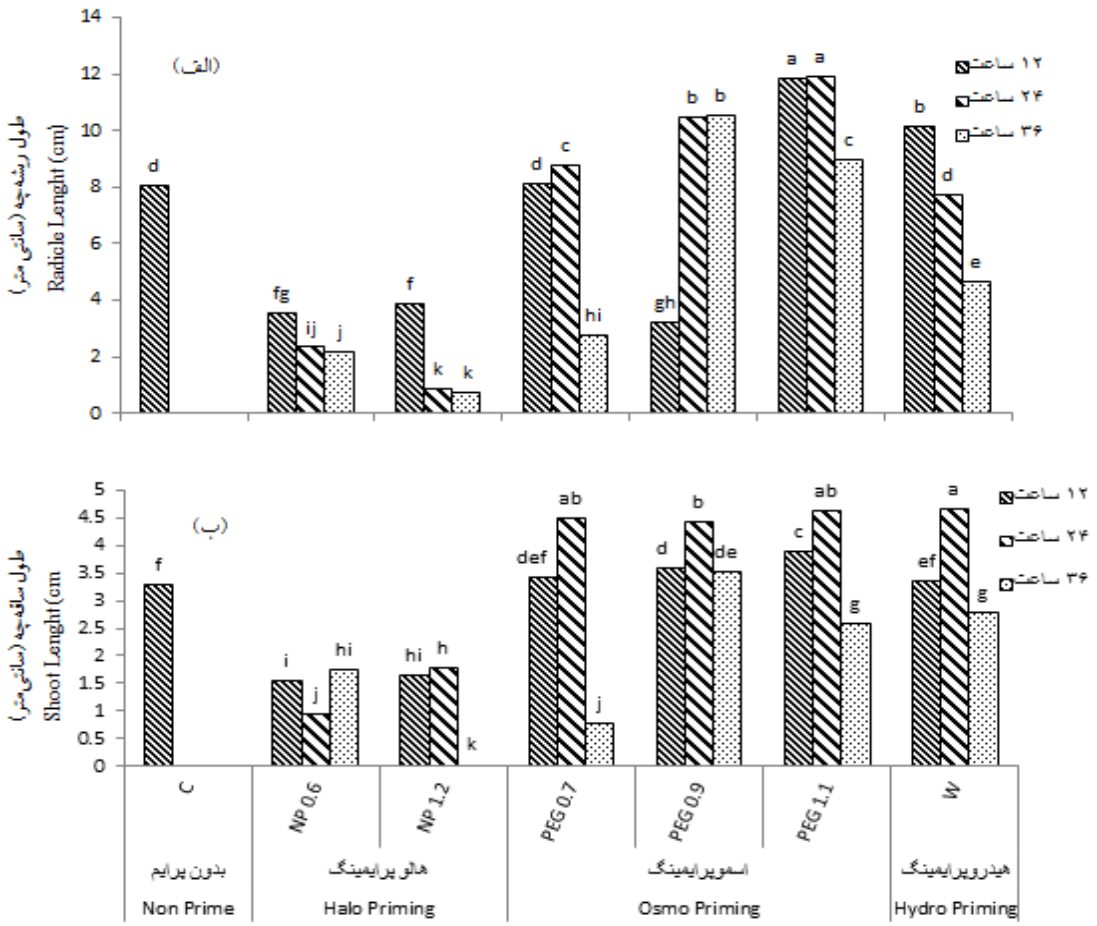
جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات نوع و زمان پرایمینگ بر پارامترهای جوانه‌زنی گیاه نخودفرنگی.

Table 2. Analysis of variance (Mean squares) for priming type and time effects on germination parameters of pea.

منبع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (df)	طول ریشه‌چه Radicle) (lenght	طول ساقه‌چه Radicle) (lenght	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry) (weight	وزن خشک ساقه‌چه (Shoot dry weight)	شاخص بنیه بذر ۱ (Vigor index 1)	شاخص بنیه ۲ (Vigor index 2)
نوع پرایمینگ (P) (Priming type)	6	123.3**	14.89**	33.13**	85.02**	1282489**	2531024**
زمان پرایمینگ(T) (Priming time)	2	29.6**	13.41**	42.59**	101**	274545**	2369658**
P × T	12	23.6**	2.47**	34.22**	35.97**	225886**	1001442**
خطای آزمایشی(Error)	63	0.127	0.025	0.158	0.239	2296	9913
CV (%)		5.51	5.61	5.78	5.77	7.74	6.92

ns، * و **به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار درسطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* p≤0.05; ** p≤0.01; ns, non-significant.



شکل ۴- اثر متقابل تیمارهای مختلف پرایمینگ و زمان پرایمینگ بر طول ریشه‌چه (الف) و طول ساقه‌چه (ب) بذور گیاه نخودفرنگی.C، W، NP و PEG به‌ترتیب بیانگر شاهد، آب مقطر، نیترات پتاسیم و پلی‌اتیلن گلایکول می‌باشند. میانگین‌هایدارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Fig 4. Interaction of different priming treatments by priming time for radicle length (a) and shoot length (b) of pea seeds. C, W, NP and PEG are indicated control, distilled water, potassium nitrate and polyethyleneglycol, respectively. Columns with similar letters are not significant different ($p \leq 0.05$) based on LSD test.

فاروق و همکاران (Farooq *et al.*, 2007) بیان نمودند افزایش غلظت نمک نیترات پتاسیم موجب کاهش اثر بهبود دهندگی پرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی در خربزه شد. این محققین دلیل محتمل این اتفاق را افزایش غلظت یون در داخل بذر طی پرایمینگ با غلظت‌های بالای نمک و تأثیر نامطلوب بر جابه‌جایی و پویایی اندوخته‌های غذایی محلول در آندوسپرم دانسته‌اند. کاهش پویایی اندوخته‌های غذایی موجب به تأخیر افتادن رشد جنین طی جوانه‌زنی شده و طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه را تحت تأثیر قرار دهد. نتایج به‌دست آمده بیانگر آن است که پلی‌اتیلن‌گلایکول ۱/۱ مگاپاسکال با ایجاد پتانسیل اسمزی مقدمات رشد ریشه‌چه را فراهم نموده است و در این شرایط بذر آمادگی لازم را برای مواجه با کم آبی حاصل نموده است ولی هیدروپرایمینگ می‌تواند با انتقال رطوبت رشد ساقه‌چه را در اولویت قرار دهد در حالی‌که رشد ریشه‌چه این تیمار نسبت به شاهد تغییری نداشته است.

روحی و همکاران (Rohi *et al.*, 2011) با بررسی تأثیر پیش‌تیمارهای متفاوت بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و گیاهچه ارقام مختلف نخود دریافتند که اسموپرایمینگ با پلی‌اتیلن‌گلایکول بیشترین اثر را بر طول ریشه‌چه ارقام قزوین و ILC3279 و طول ساقه‌چه رقم ILC3279 داشت و موجب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در این ارقام نسبت به سایر تیمارهای پرایمینگ گردید. در صورتی‌که بذر رقم ILC3279 تیمار شده با کلرید پتاسیم کمترین طول ریشه‌چه را داشت. علت کاهش رشد ریشه‌چه و یا ساقه‌چه در برخی از تیمارها نسبت به شاهد احتمالاً آسیب دیدن پروتئین‌های LEA در اثر افزایش طول دوره پرایمینگ و نیز افزایش زیاد پتانسیل (بالاتر از پتانسیل بحرانی جوانه‌زنی) می‌باشد (Capron *et al.*, 2000).

آزمایش‌های مختلف نشان‌دهنده‌ی افزایش طول ریشه‌چه در تنش‌های جزئی و کم است چرا که اولین تغییرات جهت مقابله با تنش خشکی افزایش رشد ریشه‌چه می‌باشد که به منظور جذب حداکثر رطوبت صورت می‌گیرد.

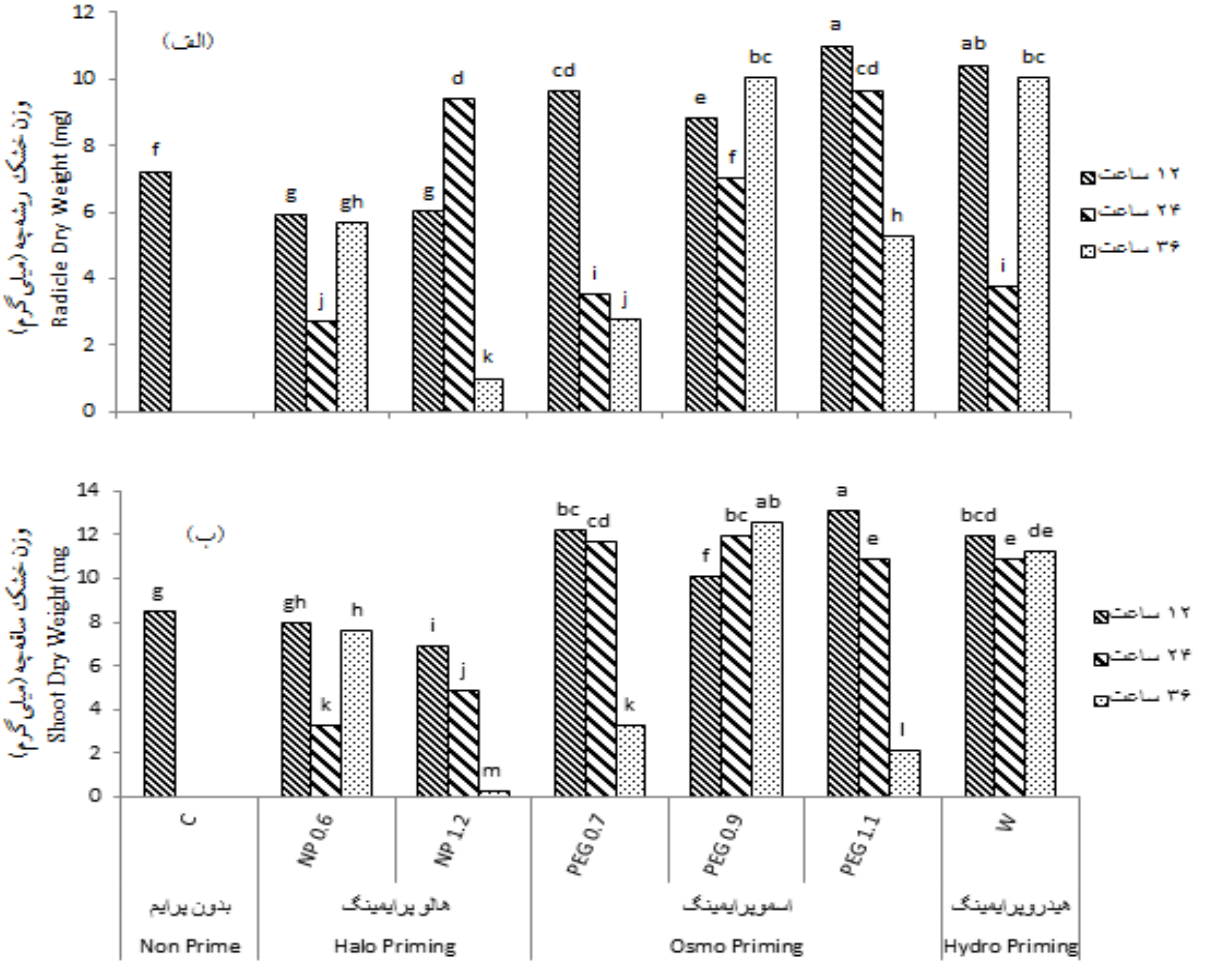
وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تأثیر نوع پرایمینگ، مدت زمان پرایمینگ و اثر متقابل این دو پارامتر قرار گرفتند (جدول ۲). بررسی مقایسه میانگین‌ها در شکل ۵ (الف و ب) بیانگر آن است که بیشترین میزان وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تأثیر پیش تیمار ۱/۱ مگاپاسکال پلی‌اتیلن‌گلایکول به مدت ۱۲ ساعت می‌باشد به گونه‌ای که وزن خشک ریشه‌چه را به میزان ۵۲ درصد و وزن خشک ساقه‌چه را به میزان ۵۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد، با این حال با تیمار هیدروپرایمینگ به مدت ۱۲ ساعت و تیمار ۰/۹ مگاپاسکال پلی‌اتیلن‌گلایکول به مدت ۳۶ ساعت به ترتیب از لحاظ وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار ۱/۲ مگاپاسکال پتاسیم نیترات به مدت ۳۶ ساعت مشاهده گردید به گونه‌ای که وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را به ترتیب به میزان ۸۶/۲ و ۹۷ درصد نسبت به شاهد کاهش داد (شکل ۵ الف و ب).

اگرچه پیش تیمار هالوپرایمینگ به‌طورکلی وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نخودفرنگی را نسبت به شاهد کاهش داده است، در تیمار اسموپرایمینگ طولانی شدن مدت پرایمینگ منجر به کاهش معنی‌دار این پارامترها شده است. علاوه بر این، در تیمارهایی که رشد طولی ریشه‌چه و یا ساقه‌چه بیشتری داشتند احتمالاً فرصت کمتری برای رشد قطری و در نتیجه افزایش وزن وجود داشته است. یکی از دلایل عمده که می‌تواند کاهش وزن خشک ساقه‌چه را در پتانسیل‌های بالا توجیه کند تحرک مواد غذایی و انتقال آن‌ها از لپه‌ها به محور رویانی است. بررسی پرایمینگ روی گوجه‌فرنگی نشان داد، پرایمینگ سبب افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (Arin and Kiyak, 2003).

هیدروپرایمینگ در جو یکسری شرایط متابولیکی مناسبی را در بذر بوجود می‌آورد که مجموعه‌ی این شرایط علاوه بر تسریع جوانه‌زنی، توسعه بهتر اندام‌های زیرزمینی و هوایی را هم موجب می‌شوند که نتیجه آن استقرار بهتر و زودتر گیاهچه‌ها می‌باشد. بنابراین این تیمار زمان جوانه‌زنی تا استقرار کامل گیاهچه‌ها را کاهش می‌دهد که از این خصوصیت می‌توان در شرایط نامساعد رشدی استفاده کرد که پیامد آن می‌تواند تحمل شرایط نامطلوب رطوبتی و

دمایی در اوایل فصل رشد و رقابت بهتر با علف‌های هرز باشد(Judi and Sharifzadeh, 2006).



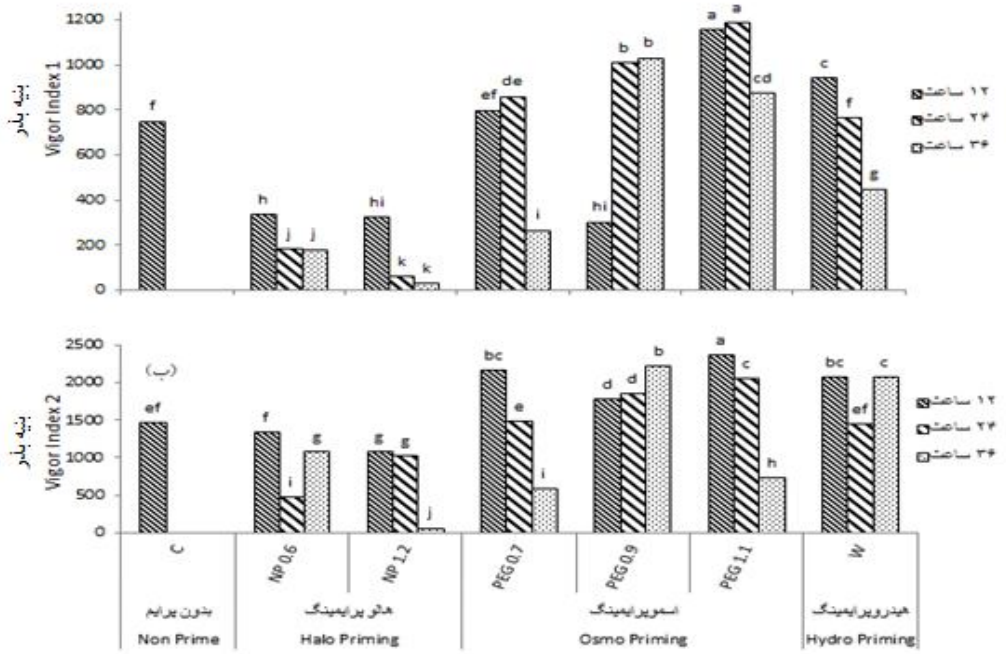
شکل ۵- اثر متقابل تیمارهای مختلف پرایمینگ و زمان پرایمینگ بر وزن خشک ریشه‌چه (الف) و وزن خشک ساقه‌چه (ب) بذور گیاه نخودفرنگی.C، W، NP و PEG به‌ترتیب بیانگر شاهد، آب مقطر، نیترات پتاسیم و پلی‌اتیلن گلایکول می‌باشند. میانگین‌هایدارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Fig 5. Interaction of different priming treatments by priming time for radicle dry weight (a) and shoot dry weight (b) of pea seeds. C, W, NP and PEG are indicated control, distilled water, potassium nitrate and polyethyleneglycol, respectively. Columns with similar letters are not significant different ($p \leq 0.05$) based on LSD test.

شاخص‌های بنیه بذر

شاخص‌های بنیه بذر را می‌توان به عنوان صفاتی در نظر گرفت که با توجه به نحوه محاسبه آن‌ها دارای ارزش بیشتری در مطالعات جوانه‌زنی هستند و بیش از دیگر صفات بیانگر شرایط توده بذری می‌باشند.بیشترین شاخص بنیه بذر ۱مربوط به تیمار ۱/۱ مگاپاسکال پلی‌اتیلن گلایکول با زمان ۲۴ ساعت بودکه نسبت به شاهد افزایش ۵۸/۶ درصدی را نشان داد ولی با بذرهای که به مدت ۱۲ ساعت تحت همین محلول تیمار شده بودند اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۶ الف). کمترین میزان شاخص بنیه بذر ۱ مربوط به تیمار ۱/۲ مگاپاسکال پتاسیم نیترات با زمان ۳۶ ساعت بودکه با همین تیمار به مدت ۲۴ ساعت اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۶ الف).همان

طور که در شکل ۶ ب نیز مشاهده می‌شود بیشترین مقدار شاخص بنیه بذر ۲ با تیمار ۱/۱ مگاپاسکال پلی‌اتیلن‌گلایکول و مدت زمان ۱۲ ساعت حاصل شد و برتری آن در مقایسه با شاهد ۶۱/۲ درصد بود این در حالی است که کمترین میزان این پارامتربا تیمار ۱/۲ مگاپاسکال و زمان ۳۶ ساعت به‌دست آمد.



شکل ۶- اثر متقابل تیمارهای مختلف پرایمینگ و زمان پرایمینگ بر شاخص‌های بنیه بذر (الف و ب)بذور گیاه نخودفرنگی.C، W، NP و PEG به‌ترتیب بیانگر شاهد، آب مقطر، نیترات پتاسیم و پلی‌اتیلن‌گلایکول می‌باشند. میانگین‌هایدارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Fig 6. Interaction of different priming treatments by priming time for vigor indexs (a and b) ofpea seeds. C, W, NP and PEG are indicated control, distilled water, potassium nitrate and polyethyleneglycol, respectively. Columns with similar letters are not significant different ($p \leq 0.05$) based on LSD test.

اگرچه سطح مطلوب شاخص‌های بنیه بذر به‌دست آمده با تیمار اسموپرایمینگ مربوط به افزایش دو جزء مهم شاخص بنیه بذر یعنی طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی بوده است ولی نقش طول گیاهچه در برتری این شاخص‌ها به مراتب بیشتر از درصد جوانه‌زنی بوده است و با توجه به این‌که در تیمار پلی‌اتیلن‌گلایکول ۱/۱ مگاپاسکال و زمان ۱۲ ساعت هر دو شاخص وضعیت برتری داشته‌اند می‌توان اظهار نمود که نقش این تیمار بارزتر از سایر تیمارها بوده است. بسرا و همکاران (Basra *et al.,* 2003; Basra *et al.,* 2005) عنوان نمودند که با افزایش پتانسیل اسمزی محلول‌های پرایمینگ با نمک پتاسیم نیترات بنیه گیاهچه و میزان جوانه‌زنی در برنج کاهش می‌یابد که این امر ممکن است بر اثر ایجاد تنش و سمیت در محلول‌های مورد استفاده باشد. اگرچه جودی و شریف‌زاده (Judi and Sharifzadeh, 2006) نیز اثر مثبت هیدروپرایمینگ را روی بنیه بذر جو گزارش دادند ولی در آزمایش حاضر بنیه بذر تحت تیمار هیدروپرایمینگ نسبت به تیمار پلی‌اتیلن‌گلایکول ۱/۱ مگاپاسکال با ۱۲ ساعت در رتبه پایین‌تری قرار داشت (شکل ۶ الف و ب).

نتیجه‌گیری

به طورکلی نه تنها نوع پرایمینگ بذر برای بهبود پارامترهایج وانه‌زنی بذرگیاه نخودفرنگی مؤثر بود بلکه طول دوره آماده‌سازی بذر نیز می‌تواند تشدید کننده یا تضعیف کننده اثر پرایمینگ باشد. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش پرایم کردن بذرهای نخودفرنگی با پلی‌اتیلن گلایکول (۱/۱ مگاپاسکال) به مدت ۲۴ ساعت نه‌تنها باعث تقویت پارامترهای جوانه‌زنی این گیاه می‌گردد بلکه با افزایش رشد طولی ریشه‌چه و تقویت شاخص بنیه بذر امکان استقرار بهتر این گیاه در شرایط متغیر محیطی را فراهم می‌نماید که این امر می‌تواند در افزایش پتانسیل تولید این گیاه به عنوان کود سبز در مناطق معتدل و سرد کشور مفید باشد.

سپاسگزاری

از مساعدت مالی دانشگاه شهرکرد در اجرای این پژوهش قدردانی می‌گردد.

منابع

Akramian, M., Hosseini, H. Kazerooni Monfared A. and RezvaniMoghaddam, P. 2007. Effect of seed osmopriming on germination and seedling development of fenel (*Foeniculumvulgare*Mill.). Iranian J. Field Crops Res, 5(1):37-46.

Anonymous. 2009. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

Ansari, O., and F. Sharifzadeh, 2012. Osmo and hydro priming mediated germination improvement under cold stress conditions in mountain rye (*Secalemontanum*). CercetăriAgronomiceîn Moldova. 3(151):53-62.

Arin, L.E., and D.Y. Kiyak, 2003. The effect of pre-sowing treatments on emergence and seedlinggrowth of tomato seed (*Liycopersiconesculentum*Mill.) under several stress conditions. Pakistan J. Biolo. Sci, 6(11):990-994.

Artola, A., Carrilla-Castaneda G. and Santos, G.D.L 2003. Hydropriming: strategy to increase*Lotuscorniculatus* L. seed vigor. Seed Scie Technol, 31:455-463.

Basra, S.M.A., Farooq M. and Khaliq, A. 2003. Comparative study of pre-sowing seedenhancement treatments in India rice (*Oryza sativa* L.). Pakistan J. Life Social Scie, 1: 5-9.

Basra, S.M.A., Farooq, M. Tabassum R. and Ahmad, N. 2005. Physiological andbiochemical aspects of seed vigor enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.) Seed Scie Technol, 33:623-628.

Bellido, F.J.L., Bellido L.L. and Bellido, R.J.L. 2005. Competition growth and yield of faba bean (*Viciafaba* L.). European J. Agron. 23:359-378.

Bradford, K.J., 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Horticultural Science, 21:1105-1111.

Bradford, K.J., Steiner J.J. and Trawatha, S.E. 1990. Seed priming influence on germination andemergence of pepper seedlots. Crop Science, 30(3):718-721.

Capron, I., Corbineau, F.F. Dacher, C. Come D. and Job, D. 2000. Sugar beet seed priming: Effects ofpriming conditions on germination, solubilization of I-S globulin and accumulation of LEA proteins. Scientia Research, 10:243-254.

Chojnowski, F.C., and Come, D. 1997. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsent drying, storage and aging. Seed Science and Research, 7:323-331.

Davison, P.A., Taylor R.M. and Bray, C.M. 1991. Changes in ribosomal RNA integrity in leek (*Allium porrum* L.) seeds during osmopriming and drying osmopriming and drying-bak treatments. Seed Sciences Research, 1:37-44.

Farooq, M., Basra, S.M.A. Rehman, H. Ahmad N. and Saleem, B.A. 2007. Osmopriming improve the germination and early seedling growth of melons (*Cucumis melon* L.), Pakistan Journal of Agricultural Science, 44(3):529-536.

Fernandez, C., Voiriot, S. Me´vy, J. Vila, B. Ormen, O.E. Dupouyet S. and BousquetMe´lou, A. 2008. Regeneration failure of *Pinushalepensis*Mill. The role of autotoxicity and some abiotic environmental parameters. Forest Ecology and Management, 93:165-184.

Gharib, F.A., and Hegazi, A.Z. 2010. Salicylic acid ameliorates germination, seedling growth, phytohormone and enzymes activity in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under cold stress. Journal of American Science, 6(10):675-683.

Hu, J., X.J. Xie, Wang Z.F. and Song, W.J. 2006. Sand priming improves alfalfagermination under high-salt concentration stress. Seed Science and Technology, 34:199-204.

Ikic, I., Maricevic, M. Tomasovic, S. Gunjaca, J. Atovic Z.S. and Arcevic, H.S. 2012. The effect of germination temperature on seed dormancy in Croatian-grown winter wheats. Euphytica, 188:25-34.

Jaap, G.V.P., Groot, S.P.C Kraak, H.L. Bergervoet J.H.U. and Bino, R.J. 1996. Effects of pre-storage hydration treatments on germination performance, moisture content, DNA synthesis and controlled deterioration tolerance of tomato (*Lycopersiconesculentum* Mill.) seeds. Seed Science and Research, 6:57-63.

Judi, M., and Sharifzadeh, F. 2006. The effect of different barley cultivars Hydro priming. Biaban Journal, 11:99-109.

Kalsa, K.K., and Abebie, B. 2012. Influence of seed priming on seed germination and vigor traits of *Viciavillosa ssp*. dasycarpa (Ten.). African Journal of Agricultural Research, 7(21):3202-3208.

Komi, A., Fritz, S. AgbékoKodjo, T. Manuele T. and Stefan, V. 2013. The effect of leguminous cover crops and cowpea planted as border rows on maize ear borers with special reference to MussidianigrivenellaRagonot (*Lepidoptera pyralidae*). Crop Protection, 43:72-78.

Michel, B.E., and Kaufmann, M.R. 1973. The Osmotic potential of Polyethylene Glycol 6000. Plant Physiology, 51:914-916.

Perez, G.F., Pita, J.M. Gonzalez B.M.E. and Irinob, J.M. 1995. Effects of light, temperature and seed priming on germination of celery seeds (*Apiumgravolense* L.). Seed Science and Technology, 23(2):189-197.

Posmyk, M.M., and Janas, K.M. 2007. Effects of seed hydropriming in presence of exogenousproline on chilling injury limitation in *Vignaradiata* L. seedlings. ActaPhysiologiaPlantarum. 25:326-328.

Rho, B.J., and. Kil, B.S 1986. Influence of phytotoxinPinusrigida on the selected plants. Journal Natural Science Wankwang university, Japan.

Rohi, A., Tajbakhsh, M. Bernosi, E. Saedi M.R. and Nikzad, P. 2011. Investigation of different pre-treatments effects on seed germination and seedling traits of various chickpea (*Cicerarietinum* L.) cultivars, Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 90:1-8.

Siebert, E.T., and Richardson, M.D. 2002. Effects of osmopriming on bermudagrass germination and establishment. Horticultural Studies, AAES Research Series, 506:36-38.

Sivritepe, H.O., and Dourado, A.M. 1995. The effect of priming treatments on the viability and accumulation of chromosomal damage in aged pea seeds. Annals of Botany, 75:165-171.

Song, J., Fan, H. Zhao, Y. Jia, Y. Du X. and Wang, B. 2008. Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyteSuaeda salsa in an intertidal zone and on saline inland. Aquatic Botany, 88:331-337.

Steenwerth, K., and Belina, K.M. 2008. Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. Applied Soil Ecology, 40:359-369.

Subedi, K.D., and Ma, B.L. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. Agronomy Journal, 97:211-218.

Talgre, L., Lauringson, E.. Roostalu H and Astover, A. 2009. The effects of green manures on yields and yieldquality of spring wheat. Agronomy Research, 7(1):125-132.

Umair, A., Ali, S. Bashir K. and Hussain, S. 2010. Evaluation of different seed priming techniques in mung bean (*Vigna radiate*). Soil & Environment, 29:181-186.

Ya-jing, G., Jin, H. Xian-Ju W. and Chen-xia, S. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. Journal of Zhejiang University Science B, 10(6):427-433.

Yucel, E., and Yilmaz, G. 2009. Effects of Different Alkaline Metal Salts (Nacl, KNO3), Acid Concentrations (H_2SO_4) and Growth Regulator (GA_3) on the Germination of *Salvia cyanescens*Boiss.G.U.Journal of Science, 22:123-127.