

تأثیر پیش تیمار بذر با سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های گیاهچه و قابلیت جوانه‌زنی بذرهای پیر شده سنبليله (*Trigonella foenum-graecum*)

سینا سیاوش مقدم^{۱*}، امیر رحیمی^۲، سیدعلی نورحسینی^۳، امید محمدی^۴، ویدا محمد قاسمی^۵

^۱استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

^۲استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

^۳باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، ایران.

^۴دانشجوی کارشناسی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

^۵دانشجوی کارشناسی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۴

چکیده

به منظور بررسی اثر پیش تیمار بذر با سالیسیلیک اسید بر خصوصیات گیاهچه و قابلیت جوانه‌زنی بذرهای پیر شده سنبليله، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه زراعت و تکنولوژی بذر دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۴ انجام گرفت. تیمارها شامل سطوح مختلف پیری تسریع شده (بدون پیری، ۲۴ و ۴۸ ساعت) در رطوبت نسبی ۹۵ درصد و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد و پرایمینگ با هورمون سالیسیلیک اسید (شاهد، ۱۷۰۰ و ۲۸۰۰ میکرومولار) بودند. نتایج نشان داد تیمار ۴۸ ساعت پیری در شرایط بدون پرایمینگ باعث کاهش معنی دار شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، بنيه طولی گیاهچه، بنيه وزنی گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی، حداکثر میانگین جوانه‌زنی روزانه و ارزش جوانه‌زنی گردید. زمانی که بذرهای پیر شده در شرایط پرایمینگ سالیسیلیک اسید ۲۸۰۰ میکرومولار قرار داده شد، این شاخص‌ها به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد، به طوری که درصد جوانه‌زنی از ۴۱ درصد به ۱۰۰ درصد رسید. در این مطالعه پرایمینگ با سالیسیلیک اسید ۲۸۰۰ میکرومولار درصد آب بافت گیاهچه را در شرایط ۴۸ ساعت پیری به ۹۴/۴۸ درصد رساند. پیری تسریع شده به مدت ۴۸ ساعت به طور معنی‌داری باعث کاهش صفات طولی و وزنی گیاهچه گردید. بیشترین میانگین صفات طول گیاهچه، وزن خشک ساقچه و گیاهچه در بذرهای تیمار شده با سالیسیلیک اسید ۲۸۰۰ میکرومولار مشاهده شد. به طور کلی توصیه می‌شود برای افزایش کیفیت بذر سنبليله، بایستی بذر در شرایط مطلوب (دما و رطوبت مناسب) نگهداری گردد. پرایمینگ با سالیسیلیک اسید نیز می‌تواند کیفیت بذر را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، پیری تسریع شده، سالیسیلیک اسید، شاخص‌های جوانه‌زنی، بنيه گیاهچه.

گیاهان دارویی به عنوان جز کلیدی در نظام‌های بهداشتی در سراسر جهان شناخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) گیاهی علفی و یکساله متعلق به خانواده بقولات است، که برگ و بذر آن ارزش دارویی دارد و در ایران برگ‌های آن به صورت تازه و یا خشک مورد مصرف قرار می‌گیرد (Omidbaigi, 2004). این گیاه دارای ارزش غذایی بالایی است و مواد با ارزشی چون کلسیم، فسفر، آهن، کاروتن، ویتامین C و پروتئین در برگ شنبلیله وجود دارد (Nazar et al., 2007; Ebubekir et al., 2005). بذرهای شنبلیله حاوی موادی نظیر آلکالوئید، تریگونلین، کولین و ساپونین‌های استروئیدی است که مهم‌ترین اثرات دارویی آن‌ها کاهش قند خون می‌باشد (Sandor et al., 2004; Omidbaigi, 2004).

پیش‌تیمار بذر از مهمترین روش‌های افزایش دهنده قدرت جوانه‌زنی بذر می‌باشد (Farooq et al., 2006). پرایمینگ باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی (Asgedom and Becker, 2001) و بهبود استقرار پوشش گیاهی می‌گردد، همچنین باعث کاهش غیریکنواختی فیزیولوژیک طبیعی و ذاتی جوانه‌زنی (Rowse, 1995) می‌شود. اسید سالیسیلیک از مواد استفاده شده مهم در پیش‌تیمار بذر می‌باشد که از ترکیبات فنلی بوده و توسط گیاهان تولید می‌شود. این گروه از ترکیبات می‌توانند به عنوان تنظیم کننده رشد عمل کنند (Raskin, 1992). سالیسیلیک اسید به عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در واکنش‌های گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sairam et al., 1997). کاربرد اسید سالیسیلیک ممکن است روی بسیاری از فرآیندهای گیاهان مانند جوانه‌زنی بذر، نفوذپذیری غشاها و سرعت رشد اثر داشته باشد (Khan et al., 2003).

جوانه‌زنی و سبز شدن به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی به ویژه رطوبت خاک و فرسودگی بذر است (De Figueiredo et al., 2003). قدرت بذر در زمان رسیدگی فیزیولوژیک در اغلب محصولات حداکثر است. با فرسودگی بذر، قدرت بذر اولین جز از کیفیت بذر است که کاهش می‌یابد و دنبال آن ظرفیت جوانه‌زنی و قوه نامیه نیز کاهش می‌یابد (Basra et al., 2003). از روش‌های اعمال فرسودگی بذر پیری تسریع شده می‌باشد. آزمون تسریع پیری بسیاری از صفات مرتبط با آزمون قدرت را در بر می‌گیرد (Moosavi and Nabavi Kalat, 2011). در این آزمون بذر در یک دوره کوتاه تحت تأثیر دو متغیر محیطی که سبب فرسودگی بذر می‌گردند، یعنی دمای بالا و رطوبت نسبی زیاد قرار می‌گیرد. توده بذری که دارای قدرت بیشتری هستند در برابر شرایط تنش‌زا آرام‌تر از بذر دارای قدرت ضعیف فرسوده می‌شوند (Gharniyeh et al., 2008).

مطالعات زیادی نشان داده‌اند، زوال بذر به طور معنی‌داری جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد گیاهچه را کاهش می‌دهد و پرایمینگ می‌تواند این کاهش را تا حدودی جبران نماید. Moosavi و Nabavi Kalat (2011) گزارش کردند که با افزایش دمای پیری، شاخص‌های درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت که شدت آن در بذرهای مرطوب بیشتر بود. Hsu et al. (2003) در مطالعه خود بر روی کدوی تلخ نشان دادند که پیری باعث کاهش جوانه‌زنی و افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی بذر گردید و پرایمینگ باعث کاهش اثر پیری شد. Parmoon et al. (2014) با مطالعه بر روی گیاه دارویی مارتیغال گزارش کردند که پیری تسریع شده سبب کاهش درصد جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، شاخص‌های رشد گیاهچه، شاخص‌های قدرت و کارایی استفاده از ذخایر پویا شده، کسر ذخایر و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و افزایش و میزان استفاده از ذخایر شد. در ادامه این مطالعه پرایمینگ با سالیسیلیک اسید در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر موجب کاهش تأثیر پیری شد. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر پیری تسریع شده بر

جوانه‌زنی، رشد گیاهچه، قدرت بذر و تعیین بهترین غلظت سالیسیلیک اسید در کاهش اثر پیری تسریع شده در بذر گیاه شنبلیله بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه زراعت و تکنولوژی بذر (دانشکده کشاورزی) دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۴ انجام گرفت. عامل اول، سطوح مختلف پیری تسریع شده (بدون پیری، ۲۴ و ۴۸ ساعت) در رطوبت نسبی ۹۵ درصد و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد انتخاب شد. عامل دوم شامل پرایمینگ با هورمون سالیسیلیک اسید با مقادیر ۱۷۰۰ و ۲۸۰۰ میکرومولار و عدم پرایمینگ به عنوان شاهد بود. برای اعمال پیری تسریع شده، بذر در درون توری‌هایی قرار داده شد و سپس در درون ظروف دارای رطوبت مورد نظر قرار گرفتند و به آن با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. بذرهای مورد استفاده از بخش خدمات کشاورزی شهرستان ارومیه تهیه شد. بذرهای مورد استفاده از یک توده بذری یکنواخت تهیه شد. برای پرایمینگ بذرها، تعداد بذر مورد نظر را در درون دو لایه کاغذ صافی قرار داده و سپس محلول‌های هورمونی مورد استفاده برای پرایمینگ را بر آن افزوده و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در تاریکی به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. برای آزمون جوانه‌زنی، بذرها با هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت پنج دقیقه ضدعفونی شدند و سپس ۵۰ عدد بذر در هر پتری دیش با قطر دهانه ۱۲ سانتی‌متر دارای ۲ لایه کاغذ صافی قرار گرفته و برای جوانه‌زنی به ژرminatور با دمای ثابت ۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. طبق دستورالعمل انجمن بین‌المللی بذر (ایستا) شمارش بذرهای جوانه‌زده شنبلیله از روز ۵ الی ۱۴ انجام شد (Ghassemi-Golezani and Dalil, 2012). شمارش بذر جوانه‌زده با مشاهده ریشه‌چه به قطر دو میلی‌متر در هر ۲۴ ساعت ثبت شد (Moosavi and Nabavi Kalat, 2011). در آخرین روز آزمون‌های جوانه‌زنی، گیاهچه‌ها به مدت ۲۴ ساعت درون آن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند.

جهت اندازه‌گیری وزن و طول گیاهچه‌ها به ترتیب از ترازویی با دقت هزارم گرم و خط‌کش با دقت در حد میلی‌متر استفاده شدند. در انتها میانگین وزن و طول تعداد ۱۰ گیاهچه عادی برای هر واحد آزمایشی محاسبه شد. سپس با استفاده از شمارش‌های صورت گرفته و اندازه‌گیری‌های انجام شده؛ شاخص‌های جوانه‌زنی با استفاده از رابطه‌های ۱ تا ۱۵ محاسبه شدند. در این رابطه‌ها در این رابطه‌ها؛ $N =$ تعداد کل بذرهای کاشته شده، $t =$ تعداد روز پس از شروع آزمایش (پس از زمان کاشت)، $T =$ طول دوره‌ی جوانه‌زنی (روز)، $D =$ تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی، $MCGP =$ حداکثر درصد جوانه‌زنی تجمعی، $SFW =$ وزن تر گیاهچه (گرم)، $SDW =$ وزن خشک گیاهچه (گرم)، $SL =$ طول گیاهچه (گرم)، $PL =$ طول ساقچه (سانتی‌متر) و $RL =$ طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) می‌باشند (Kotowski, 1926; Nichlos & Heydecker, 1968).

(۱) درصد جوانه‌زنی

$$FGP = \sum n / N \times 100$$

(۲) بینه طولی گیاهچه

$$SLV = FGP \times SL$$

(۳) بینه وزنی گیاهچه

$$SWV = FGP \times SDW$$

(۴) سرعت جوانه‌زنی

$$GS = \sum (n / t)$$

(۵) میانگین سرعت جوانه‌زنی

$$MGS = \sum (nt) / \sum n$$

$CVG = \sum n.100 / \sum (nt)$	(۶) ضریب سرعت جوانه‌زنی
$MGT = \sum Dn / \sum n$	(۷) متوسط زمان جوانه‌زنی
$MDG = FGP / T$	(۸) میانگین جوانه‌زنی روزانه
$CUG = FGP / MGT$	(۹) ضریب یکنواختی جوانه‌زنی
$GE = MCGP/N \times 100$	(۱۰) انرژی جوانه‌زنی
$DGS = 1/MDG$	(۱۱) سرعت جوانه‌زنی روزانه
$PV (Peak Value) = MCGP/D$	(۱۲) حداکثر میانگین جوانه‌زنی روزانه
$GV = MDG \times PV$	(۱۳) ارزش جوانه‌زنی
$STWP = SFW - SDW / SFW \times 100$	(۱۴) درصد آب بافت گیاهچه
$AC = PL/RL$	(۱۵) ضریب آلومتری

داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه آماری قرار گرفت. علاوه بر تجزیه واریانس از مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD استفاده شد.

نتایج

شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شنبلیله: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی پیری تسریع شده بر کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی، بنیه طولی گیاهچه، بنیه وزنی گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی روزانه، حداکثر میانگین جوانه‌زنی روزانه و ارزش جوانه‌زنی (در سطح احتمال یک درصد) معنی‌دار بود. اثر اصلی پرایمینگ با سالیسیلیک اسید نیز بر اکثریت شاخص‌های ذکر شده (به غیر از میانگین سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی و ضریب یکنواختی جوانه‌زنی) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل پیری تسریع شده در پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر (در سطح احتمال ۱ درصد) معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تیمار ۴۸ ساعت پیری و بدون پرایمینگ کمترین میانگین شاخص‌های درصد جوانه‌زنی (۴۱ درصد)، بنیه طولی گیاهچه (۲/۴۳۰)، بنیه وزنی گیاهچه (۰/۸۰۵)، سرعت جوانه‌زنی (۳/۲۰۲)، ضریب سرعت جوانه‌زنی (۱۵/۴۸۲)، متوسط جوانه‌زنی روزانه (۴/۱۰)، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی (۱۶/۶۱۰)، انرژی جوانه‌زنی (۰/۸۲)، حداکثر میانگین جوانه‌زنی روزانه (۱۰/۹۱۷) و ارزش جوانه‌زنی (۵۰/۲۳۳) وجود داشت. اما زمانی که بذرهای پیر شده در شرایط پرایمینگ قرار داده شدند، این شاخص‌ها افزایش پیدا کرد. به طوری که درصد جوانه‌زنی در این تیمار به ۱۰۰ درصد رسید. همچنین در مقابل این شاخص‌ها، بیشترین مقادیر سرعت جوانه‌زنی روزانه (۶/۴۶۷)، متوسط زمان جوانه‌زنی (۲/۴۶۷) و میانگین سرعت جوانه‌زنی (۰/۲۹۳) در تیمار ۴۸ ساعت پیری و بدون پرایمینگ مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۱: میانگین مربعات اثر پیری تسریع شده و پرایمیگ با سالیسیلیک اسید بر شاخص های جوانه زنی و بنیه گیاهچه شبلیله

منابع تغییرات	درجه آزادی	جوانه زنی	بنیه طولی گیاهچه	بنیه وزنی گیاهچه	سرعت جوانه زنی	میانگین		ضرب سرعت جوانه زنی	متوسط زمان جوانه زنی	ضرب متوسط زمان جوانه زنی	ضرب یکپارختی جوانه زنی	انرژی جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	حداکثر میانگین جوانه زنی روزانه	ارزش زنی
						سرعت جوانه زنی	سرعت جوانه زنی								
پیری	۲	۵۷۲۸/۴۴۴**	۵۹/۳۳۲**	۹/۳۷۷**	۴۸/۴۶۴**	۰/۶۶۹**	۵/۴۸۰**	۵۷/۲۸۴**	۲۶۴۸/۸۰۶**	۰/۲۹۱**	۰/۴۰۷**	۱۰۱۷/۶۹۴**	۱۰۱۷/۶۹۴**	۲۹/۶۶۷ ^{bc}	۱۵۲۸۸/۹۵۲**
پرایمیگ	۲	۱۴۶۹/۷۷۸**	۲۷/۴۹۰**	۵/۴۴۸**	۷/۶۵۷**	۰/۲۱۰ ^{ns}	۰/۲۷۷ ^{ns}	۱۴/۶۹۸**	۸۸۷/۳۱۵ ^{ns}	۰/۵۸۸**	۰/۱۰۳**	۱۴۴/۶۹۹**	۱۴۴/۶۹۹**	۳۳/۳۳۳ ^{bc}	۲۴۴۸۴/۲۹۷**
پیری x پرایمیگ	۴	۱۵۱۱/۱۱۱**	۱۱/۴۰۰**	۲/۰۳۸**	۱۳/۰۶۸**	۰/۳۳۶**	۲/۸۸۶**	۱۵/۱۱۱**	۸۵۰/۷۰۶**	۰/۶۰۴**	۰/۰۱۳**	۵۲۹/۶۸۷**	۵۲۹/۶۸۷**	۲۷/۰۸۳ ^c	۷۲۲۳۸/۱۴۷**
خطاه	۲۷	۴۴/۲۹۶	۲/۰۲۹	۰/۳۸۳	۰/۳۳۰	۰/۰۵۳	۰/۴۳۱	۰/۴۴۳	۵۴/۷۷۱	۰/۰۱۸	۰/۰۰۳	۳۰/۱۳۲	۳۰/۱۳۲	۲۷/۰۸۳ ^c	۳۰۵۵/۴۰۴
ضرب تغییرات (درصد)	۷/۶۹	۱۹/۲۳۳	۲۲/۷۷۴	۷/۸۸	۳/۷۹	۳/۹۷	۱۱/۱۲	۷/۶۹	۱۶/۸۲	۱۷/۹۸	۱۷/۹۸	۱۸/۳۷	۱۸/۳۷	۳۳/۰۰۰ ^{bc}	۳۳۶/۸۰۰ ^{bc}

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

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر تیمارهای پیری تسریع شده در پرایمیگ با سالیسیلیک اسید بر شاخص های جوانه زنی و بنیه گیاهچه شبلیله

پیری تسریع شده	پرایمیگ با سالیسیلیک اسید	درصد جوانه زنی	بنیه طولی گیاهچه	بنیه وزنی گیاهچه	سرعت جوانه زنی	میانگین سرعت جوانه زنی	ضرب سرعت جوانه زنی	متوسط زمان جوانه زنی	ضرب متوسط زمان جوانه زنی	ضرب یکپارختی جوانه زنی	انرژی جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	حداکثر میانگین جوانه زنی روزانه	ارزش زنی
شاهد (بدون پرایمیگ)	۹۹/۰۰ ^a	۹/۴۶۸ ^a	۳/۹۰۳ ^a	۸/۳۳۵ ^{ab}	۶/۰۶۹ ^{bc}	۱۶/۵۰۳ ^c	۲/۰۶۹ ^{bc}	۹/۹۰۰ ^a	۴۸/۴۲۵ ^{bc}	۱/۹۹۰ ^a	۰/۱۰ ^b	۲۹/۶۶۷ ^{bc}	۲۹/۶۶۷ ^{bc}	۲۷۰/۸۳۳ ^c
شاهد (بدون پیری)	۱۰۰/۰۰ ^a	۹/۰۲۵ ^{ab}	۳/۰۷۵ ^{ab}	۸/۴۴۵ ^{ab}	۵/۹۷۰ ^{cd}	۱۶/۷۵۴ ^{bc}	۱/۹۷۰ ^{cd}	۱۰/۰۰۰ ^a	۵۰/۸۶۲ ^{bc}	۲/۰۰۰ ^a	۰/۱۰۰ ^b	۳۳/۳۳۳ ^{bc}	۳۳/۳۳۳ ^{bc}	۲۷۰/۸۳۳ ^c
۲۸۰۰ میکرومولار	۱۰۰/۰۰ ^a	۸/۶۲۰ ^{ab}	۳/۴۷۵ ^{ab}	۸/۰۸۴ ^b	۶/۲۷۰ ^{abc}	۱۵/۹۶۳ ^{cd}	۲/۲۷۰ ^{abc}	۱۰/۰۰۰ ^a	۴۴/۳۳۷ ^c	۲/۰۰۰ ^a	۰/۱۰۰ ^b	۲۷/۰۸۳ ^c	۲۷/۰۸۳ ^c	۲۷۰/۸۳۳ ^c
شاهد (بدون پرایمیگ)	۹۹/۰۰ ^a	۹/۱۴۳ ^{ab}	۳/۱۴۳ ^{ab}	۸/۰۱۶ ^b	۶/۲۰۳ ^{abc}	۱۶/۱۳۰ ^{cd}	۲/۲۰۳ ^{abc}	۹/۹۰۰ ^a	۴۵/۱۳۰ ^c	۱/۹۸۰ ^a	۰/۱۰ ^b	۳۳/۰۰۰ ^{bc}	۳۳/۰۰۰ ^{bc}	۳۳۶/۸۰۰ ^{bc}
۱۷۰۰ میکرومولار	۹۹/۰۰ ^a	۷/۱۲۸ ^b	۲/۸۶۵ ^b	۸/۷۹۷ ^{ab}	۵/۷۳۴ ^d	۱۷/۴۹۰ ^{ab}	۱/۷۳۴ ^{de}	۹/۹۰۰ ^a	۵۸/۸۲۱ ^{ab}	۱/۹۸۰ ^a	۰/۱۰ ^b	۳۵/۰۸۳ ^b	۳۵/۰۸۳ ^b	۳۴۷/۶۳۳ ^{bc}
۲۸۰۰ میکرومولار	۹۸/۰۰ ^a	۸/۶۸۳ ^{ab}	۲/۷۷۶ ^b	۸/۹۶۷ ^a	۵/۵۱۰ ^c	۱۸/۱۸۸ ^a	۱/۵۰۹ ^c	۹/۸۰۰ ^a	۶۶/۹۶۶ ^a	۱/۹۶۰ ^a	۰/۱۰ ^b	۴۹/۰۰۰ ^a	۴۹/۰۰۰ ^a	۴۸۰/۸۰۰ ^a
شاهد (بدون پرایمیگ)	۴۱/۰۰ ^b	۲/۴۳۰ ^{ab}	۰/۸۰۵ ^c	۳/۲۰۳ ^c	۶/۴۶۷ ^a	۱۵/۴۸۲ ^d	۲/۴۶۷ ^a	۴/۱۰ ^b	۱۶/۶۱۰ ^d	۰/۸۲ ^b	۰/۲۹ ^{bc}	۱۰/۹۱۷ ^d	۱۰/۹۱۷ ^d	۵۰/۳۳۳ ^d
۱۷۰۰ میکرومولار	۴۳/۰۰ ^b	۳/۴۶۸ ^c	۱/۰۰۳ ^c	۳/۴۴۱ ^c	۶/۳۱۳ ^{ab}	۱۵/۸۵۱ ^{cd}	۲/۳۱۳ ^{ab}	۴/۳۰ ^b	۱۸/۸۹۱ ^d	۰/۸۶ ^b	۰/۲۳ ^{bc}	۱۳/۴۱۷ ^d	۱۳/۴۱۷ ^d	۵۸۸/۶۷ ^d
۲۸۰۰ میکرومولار	۱۰۰/۰۰ ^a	۸/۶۹۵ ^{ab}	۳/۴۵۰ ^{ab}	۸/۲۶۵ ^{ab}	۶/۰۷۰ ^{bc}	۱۶/۴۷۷ ^c	۲/۰۷۰ ^{bc}	۱۰/۰۰۰ ^a	۴۸/۳۷۷ ^{bc}	۲/۰۰۰ ^a	۰/۱۰۰ ^b	۳۷/۵۰۰ ^b	۳۷/۵۰۰ ^b	۳۷۵/۰۰۰ ^b

در هر ستون میانگین های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون توکی معنی دار نمی باشد.

جدول ۳: میانگین مربعات اثر پیروی تسریع شده و پرایمیگ با سالیسیلیک اسید بر صفات طولی و وزنی گیاهچه شبلیله

درصد آب بافت گیاهچه	ضریب آلومتزی	نسبت وزن ریشه/چه/ساقه- چه	نسبت طول ریشه/چه/ساقه- چه	وزن خشک		وزن تر		وزن تر		طول		منابع تغییرات
				وزن خشک (میلی گرم)	وزن تر (میلی گرم)	وزن تر (میلی گرم)	وزن تر (میلی گرم)	طول (میلی متر)	طول (میلی متر)	طول (میلی متر)	طول (میلی متر)	
۰/۸۴ ^{NS}	۰/۷۰۰ ^{NS}	۰/۰۹۰ ^{**}	۰/۰۰۳ ^{NS}	۶۷/۵۸۳ ^{**}	۸۷۰/۸۳ ^{NS}	۱۳۸۴۹/۳۶۱ ^{NS}	۲۹۰/۱۹۴ ^{NS}	۱۰۳۹۵/۰۸۳ [*]	۷/۹۶۳ [*]	۰/۹۱۰ [*]	۳/۰۳۹ ^{NS}	۲
۱۵/۵۳۰ ^{NS}	۰/۴۶۶ ^{NS}	۰/۰۱۱ ^{NS}	۰/۰۰۱ ^{NS}	۱۵۶/۳۳۳ [*]	۱۶۰۰۸/۴۴۴ [*]	۱۲۷۱/۳۶۱ ^{NS}	۱۱۸۳۸/۵۸۳ [*]	۱۱/۲۳۴ ^{**}	۰/۶۷۰ ^{NS}	۴/۱۷۴ ^{NS}	۲	
۳۳/۰۰۱ [*]	۱/۲۱۰ ^{NS}	۰/۰۰۵ ^{NS}	۰/۰۱۴ ^{NS}	۰/۳۳۳ ^{NS}	۱۷۵۳/۷۷۸ ^{**}	۱۲۵۳/۳۱۹ [*]	۱۱۱۲۲/۴۱۷ [*]	۲/۶۹۹ ^{NS}	۰/۳۸۵ ^{NS}	۱/۳۰۸ ^{NS}	۴	
۱۰/۴۲۱	۱/۰۸۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۲	۳/۷۲۲	۴۴۹۹/۶۴۸	۴۵۱/۶۴۸	۳۲۱۰/۸۱۵	۲/۰۱۸	۰/۲۷۶	۱/۳۲۹	۲۷	
۳/۵۵	۲۶/۱۷	۲۸/۰۷	۲۸/۵۴	۲۲/۸۷	۱۸۸/۵	۱۹/۹۴	۱۷/۹۸	۱۷/۰۸	۲۲/۸۲	۱۸/۶۴	(درصد)	

ضریب تغییرات (درصد) ^{NS} معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد و ^{**} معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد.

صفات طولی و وزنی گیاهچه شنبلیله: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی پیری تسریع شده بذر شنبلیله بر صفات طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر ساقه‌چه (در سطح احتمال ۵ درصد)، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک گیاهچه و نسبت وزن ریشه‌چه/ساقه‌چه (در سطح احتمال ۱ درصد) معنی‌دار بود. اثر اصلی پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر صفات طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه (در سطح احتمال ۱ درصد)، وزن تر ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه (در سطح احتمال ۵ درصد) معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل پیری تسریع شده در پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر صفات وزن تر گیاهچه (در سطح احتمال ۱ درصد)، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و درصد آب بافت گیاهچه (در سطح احتمال ۵ درصد) معنی‌دار بود (جدول ۳).

در این مطالعه پس از انجام تجزیه واریانس، در مورد صفاتی که اثرات متقابل آنها معنی‌دار بودند، مقایسه بین سطوح مختلف آنها انجام گرفت. برای سایر صفات که اثرات متقابل آنها معنی‌دار نبودند، مقایسه میانگین اثرات اصلی آنها انجام گرفت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد کمترین میانگین صفات وزن تر ساقه‌چه (۲۰۵/۲۵ میلی‌متر)، وزن تر گیاهچه (۲۳۰/۰۰ میلی‌متر) و درصد آب بافت گیاهچه (۸۶/۶۰ درصد) متعلق به بذرهایی بود که به مدت ۴۸ ساعت در شرایط پیری قرار گرفته و با سالیسیلیک اسید ۱۷۰۰ میکرومولار پرایمینگ شده بودند. درحالی‌که پرایمینگ با سالیسیلیک اسید ۲۸۰۰ میکرومولار درصد آب بافت گیاهچه را در شرایط ۴۸ ساعت پیری به ۹۴/۴۸ درصد رساند. همچنین بیشترین وزن تر ریشه‌چه (۶۱/۷۵) و وزن تر گیاهچه (۴۱۰/۵۰) نیز در تیمار شاهد (بدون پیری و پرایمینگ) مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر اصلی پیری تسریع شده نشان داد که کمترین میانگین صفات طول ریشه‌چه (۲/۰۲۲ سانتی‌متر)، طول گیاهچه (۷/۴۴۹ سانتی‌متر)، وزن خشک ریشه‌چه (۱/۹۱۷ میلی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (۲۶/۵۰۰ میلی‌متر) و نسبت وزن ریشه‌چه/ساقه‌چه (۰/۱۰۳) در تیمار ۴۸ ساعت پیری تسریع شده وجود داشت. به عبارت دیگر با افزایش مدت زمان پیری میانگین این صفات کاهش پیدا کرد (جدول ۵). بیشترین میانگین صفات طول گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه و گیاهچه در بذرهایی این تیمار شده با سالیسیلیک اسید ۲۸۰۰ میکرومولار مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر تیمارهای پیری تسریع شده در پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر برخی صفات طولی و وزنی گیاهچه شنبلیله

پیری تسریع شده	پرایمینگ با سالیسیلیک اسید	وزن تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم)	درصد آب بافت گیاهچه
	شاهد (بدون پرایمینگ)	۳۴۸/۷۵۰ab	۶۱/۷۵۰a	۴۱۰/۵۰۰a	۹۰/۲۸۰abc
شاهد	۱۷۰۰ میکرومولار	۳۷۱/۰۰۰a	۶۵/۰۰۰a	۴۳۶/۰۰۰a	۹۲/۹۲۲ab
	۲۸۰۰ میکرومولار	۳۲۷/۰۰۰ab	۱۵/۵۰۰c	۳۴۲/۵۰۰ab	۸۹/۵۸۶bc
	شاهد (بدون پرایمینگ)	۳۱۰/۰۰۰ab	۴۶/۲۵۰abc	۳۵۶/۲۵۰ab	۹۰/۹۰۹abc
۲۴ ساعت	۱۷۰۰ میکرومولار	۲۶۹/۰۰۰bc	۳۸/۵۰۰abc	۳۰۷/۵۰۰bc	۹۰/۴۷۲abc
	۲۸۰۰ میکرومولار	۳۲۶/۲۵۰ab	۴۳/۲۵۰abc	۳۶۹/۵۰۰ab	۹۲/۷۱۶ab
	شاهد (بدون پرایمینگ)	۳۷۳/۵۰۰a	۵۰/۲۵۰ab	۴۲۳/۷۵۰a	۹۱/۵۷۳ab
۴۸ ساعت	۱۷۰۰ میکرومولار	۲۰۵/۲۵۰c	۲۴/۷۵۰bc	۲۳۰/۰۰۰c	۸۶/۶۰۵c
	۲۸۰۰ میکرومولار	۳۰۵/۷۰۵ab	۳۷/۷۵۰abc	۳۴۳/۵۰۰ab	۹۴/۴۸۴a

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون توکی معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر اصلی پیری تسریع شده بر برخی صفات طولی و وزنی گیاهچه شنبلیله

تیمارهای پیری تسریع شده	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)	نسبت وزن ریشه‌چه / ساقه‌چه
شاهد (بدون پیری)	۲/۵۷۳a	۹/۰۶۷a	۵/۳۳۳a	۳۵/۰۰۰a	۰/۱۸۴ab
۲۴ ساعت پیری	۲/۳۰۵ab	۸/۴۲۷ab	۶/۲۵۰a	۲۹/۵۸۳ab	۰/۲۷۶a
۴۸ ساعت پیری	۲/۰۲۳b	۷/۴۴۹b	۱/۹۱۷b	۲۶/۵۰۰b	۰/۱۰۳b

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون توکی معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۶: مقایسه میانگین اثر اصلی پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر برخی صفات طولی و وزنی گیاهچه شنبلیله

تیمارهای پرایمینگ با سالیسیلیک اسید	طول گیاهچه (میلی‌متر)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)
شاهد (بدون پرایمینگ)	۸/۵۱۶ ^a	۲۴/۴۱۷b	۲۷/۲۵۰b
سالیسیلیک اسید ۱۷۰۰ میکرومولار	۷/۲۶۲b	۲۴/۵۸۳b	۲۸/۵۸۳b
سالیسیلیک اسید ۲۸۰۰ میکرومولار	۹/۱۶۵a	۳۰/۷۵۰a	۳۵/۲۵۰a

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون توکی معنی‌دار نمی‌باشند.

بحث

در این مطالعه افزایش مدت زمان پیری تسریع شده به‌طور معنی‌داری شاخص‌های جوانه‌زنی را تحت‌قرار داد و در مجموع باعث کاهش کیفیت بذر گردید. در عین حال پیش‌تیمار بذر با سالیسیلیک اسید باعث از کاهش کیفیت بذرها در شرایط پیری جلوگیری نمود. نتایج مشابهی نیز توسط بسیاری از محققین گزارش شده است. در مطالعه Hsu et al., (2003) نیز پیری باعث کاهش جوانه‌زنی و افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی بذر گردید و پرایمینگ باعث کاهش اثر پیری شد. در مطالعه Moosavi و Nabavi Kalat (2011) نیز با افزایش دمای پیری، جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت که شدت آن در بذرهای مرطوب بیشتر بود. در نتایج Parmoon et al., (2014) نیز پیری تسریع‌شده سبب کاهش درصد جوانه‌زنی و شاخص‌های رشد گیاهچه گیاه دارویی مارتیغال شد. در مطالعه Mohssen Nasab et al. (2010) میزان درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، و سرعت جوانه‌زنی در محیط پیر شده به مراتب کمتر از محیط نرمال بود. Soltani et al., (2009) با بررسی زوال بذر در زمان‌های صفر، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۴۴ ساعت در دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد نتیجه‌گرفتند که میزان بنیه و جوانه‌زنی و رشد گندم با افزایش دوره پیری تسریع‌شده بطور خطی در تمام شرایط محیطی کاهش می‌یابد. Ansari و Sharifzadeh (2012) با بررسی بر روی گیاه چاودار کوهی گزارش کردند که با افزایش دوره پیری، شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و تیمار کاهش تدریجی رطوبت به بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی در طی پیری کمک کرد. در مطالعه آنها بالاترین درصد جوانه‌زنی مربوط به بذرهای پرایمینگ شده با سالیسیلیک و جیبرلین بدون تیمار پیری بود. همچنین گزارش شده است که کاهش در سرعت جوانه‌زنی احتمالاً به دلیل وقفه‌ای است که در شروع فرایند در بذرهای پیر شده ایجاد می‌شود. علت وقفه ایجاد شده احتمالاً این است که بذرها برای جبران خسارت‌های وارد شده به غشاء و دیگر قسمت‌های سلول، همچنین آغاز مجدد فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی و جلوگیری از بروز

تنش اکسیداتیو نیاز به زمان دارد. جبران این خسارت‌ها نیز فقط پس از جذب آب توسط بذر امکان‌پذیر است. بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای پیر افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی است (Bailly et al., 2000). در یکی از گزارشات بیان شده است که پرایمینگ سبب افزایش شاخص جوانه‌زنی می‌شود و با افزایش پیری کاهش می‌یابد و تیمارهای پس از پرایمینگ از قبیل کاهش تدریجی رطوبت با افزایش پیری، شاخص جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (Chavoshinasab et al., 2010). در گیاهان مختلف نیز چنین نتایجی نشان می‌دهد که پرایمینگ سبب افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی می‌گردد (Demir kaya et al., 2006; Murungu et al., 2003; Ansari et al., 2012; Maurmicale, 1996; Kang et al., 2007).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج بدست آمده از این آزمایش به خوبی نشان داد که با افزایش دوره‌ی پیری، شاخص‌های جوانه‌زنی در بذرهای شاهد نسبت به بذرهای پرایم شده با سالیسیلیک اسید کاهش بیشتری می‌یابد. افزایش مقادیر سالیسیلیک اسید تا ۲۸۰۰ میکرومولار سبب بهبود جوانه‌زنی و صفات مرتبط با بنیه گیاهچه گردید. نتایج این آزمایش نشان داد که اگر بذرهای شنبلیله در انبارهایی که احتمال به وجود آمدن شرایط پیری هست ذخیره گردند، می‌توان با استفاده از پرایمینگ قبل از انبارداری مانع کاهش کیفیت آن‌ها شد.

Reference

- Ansari, O., Chogazardi, H.R. Sharifzadeh, F. and Nazarli, H. 2012.** Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (*Secale montanum*) as affected by drought stress. *Cresetari Aronomic in Moldova*. 2(150).
- Ansari, O., and Sharifzadeh, F. 2012.** Improving germination characteristics of mountain rye (*secale montanum*) primed seeds under slow moisture reduction and accelerated aging conditions. *Seed Research (Journal of Seed Science and Technology)*. 2(2): 68-76.
- Asgedom, H. and Becker, M. 2001.** Effects of Seed Priming with Different Nutrient Solutions on Germination, Seedling Growth and Weed Competitiveness of Cereals in Eritrea, in Proc. Deutscher Tropentag. University of Bonn and ATSAF, Margraf Publishers Press, Weickersheim, 282p.
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F., and Come, D. 2000.** Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. *Seed Science Research*. 10: 35-42.
- Basra, S.M.A., Ahmad, N., Khan, M.M., Iqbal, N. and Cheema, M.A. 2003,** Assessment of cottonseed deterioration during accelerated aging. *Seed Science and Technology*. 31: 531-540.
- Chavoshinasab, S., SharifZadeh, F. and Abbasi, A. 2010.** The effect of post-priming treatments on seed longevity of *Vicia dasycrapa* and *V. ervillia* primed seeds. The requirements for degree of Master of Science (M. Sc.) in Seed Science and Technology.
- De Figueiredo, E., Albuquerque, M.C. and De Carvalho, N.M. 2003.** Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthusannus* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea Mays* L.) seeds with different levels of vigor. *Seed Science and Technology*. 31: 465-479.
- Demir Kaya, M., Okçu, G., Atak, M., Çikili, Y. and Kolsarici, O. 2006.** Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal Agronomy*. 24: 291- 295.
- Ebubekir, A., Engin, O. and Faruk, T. 2005.** Some physical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) seeds. *Journal of Food Engineering*. 71: 37-43.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Warraich, E.A. and Khaliq, A. 2006.** Optimization of hydro priming techniques for rice seed invigoration. *Seed Science and Technology*. 34: 529- 534.
- Gharniyeh, M., Hosseini, F., Abdolmahdi, B., Fathi, Gh. and Shirin, M. 2008.** Effects of seed deterioration on seedling establishment and yield of five canola cultivars (*Brassica napus* L) in Ahvaz weather conditions. National Conference of Seed Science and Technology of Iran.

- Ghassemi-Golezani, K. and Dalil, B. 2012.** Seed Germination and Vigour Test. Jihad Daneshgahi Publication of Mashhad. First Edition. 104 p.
- Hsu, C.C., Chen, C.L., Chen, J.J., and Sung, J.M. 2003.** Accelerated aging enhanced lipid peroxidation in bitter melon seeds and effects of priming and hot water soaking treatments. *Science of Horticulture*. 98: 201-212.
- Kang, G.Z., Wang, Z.X., Xia, K.F. and Sun, G.C. 2007.** Protection of ultrastructure in chilling-stressed banana leaves by salicylic acid. *Journal of Zhejiang University Science B*. 8: 277-282.
- Khan, W., Prithviraj, B. and Smith, D. 2003.** Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Plant Physiology*. 160: 485-492.
- Kotows, F. 1926.** Temperature relation to germination of vegetable seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 23: 176- 184.
- Maurmical, G. and Cavallaro, V. 1996.** Effect of seed osmopriming on germination of three herbage grasses at low temperatures. *Seed Science and Technology*. 24: 331-338.
- Mohssen Nasab, F., Sharafi Zadeh, M. and Siadat, A. 2010.** Study the effect of aging acceleration test on germination and seedling growth of wheat cultivars in controlled conditions (in vitro). *Crop Physiology*, 2(3): 59-77.
- Moosavi, S.J. and Nabavi Kalat, S.M. 2011.** Study the effects of seed aging on germination indices of Fenugreek (*Trigonella foenum-graeum*). National Conference of Seed Science and Technology of Iran.
- Murungu, F.S., Nyamugafata, P., Chiduzi, C., Clark, L.J. and Whalley, W.R. 2003.** Effects of seed priming aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and Maize (*Zea mays* L.). *Soil and Till Research*. 74: 161- 168.
- Nazar, A.N. and Tinay, A.H. 2007.** Functional properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graeum*) protein concentration. *Journal of Food Chemistry*. 103: 582-589.
- Nicholas, M.A. and Heydecker, W. 1968.** Two approaches to the study of germination data. . *International Seed Testing Association*, 33:531-540.
- Omid Baigi, R. 2004.** Production and processing of medicinal plants. Astane Ghodse Razavi Publication. 149(3): 397.
- Parmoon, Gh., Ebadi, A., Jahanbakhsh Godahkahriz, S. and Davari, M. 2014.** Effect of seed priming by salicylic acid on the physiological and biochemical traits of aging milk thistle (*Silybum marianum*) seeds. *Electrical Journal of Crop Production*, 7(4): 223-234.
- Raskin, I. 1992.** Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology*. 43: 168-160.
- Rowse, H.R. 1995. Drum priming: A non-osmotic method of priming seeds. *Seed Science and Technology*. 24: 281-294.
- Sairam, P.K., Deshmukh, P.S. and Shukla, D.S. 1997.** Tolerance of drought and temperature stress in relation to increased antioxidant enzyme activity in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 178: 171- 178.
- Sandor, P. and Kismanyoky, A. 2004.** Comparative test of fenugreek (*Trigonella foenum-graeum* L.). *Journal of Central European Agriculture*. 4: 259-262.
- Soltani E., Kamkar B., Galeshi S.A. and Akram Ghaderi F. 2009.** The effect of seed aging on wheat emergence on the response of environmental stress. *Electronic Journal of Crop Production*. 2(2): 43-58.