تأثیر بیوپرایمینگ با تریکودرما و سودوموناس بر جوانه‌زنی و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی بذرهای زوال‌یافته کتان (*Linum usitatissimum* L.) رقم نورمن

منا بخیت[1]، علی مرادی*[1] و محمدعبداللهی[2]

[1]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، [2]گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

(تاریخ دریافت: ١٣٩٤/١١/٢٦، تاریخ پذیرش نهایی: ١٣٩٥/٠٣/١٩)

چکیده :

زوال بذر به عنوان یک پدیده فیزیولوژیکی برگشت‌ناپذیر، تأثیر معنی‌داری بر کیفیت بذر می‌گذارد. افزایش بنیه بذور زوال یافته و حفظ آن با استفاده از روش‌هایی مانند پرایمینگ زیستی دارای اهمیت می‌باشد. به این منظور آزمایشی سه عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهارتکرار بر روی یک رقم کتان (رقم نورمن) در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ٩٤ اجرا شد. عامل اول شامل طول دوره انبارداری (٣١، ٥٣، ٩٣ و ١٣٠روز)، عامل دوم شرایط انبارداری شامل دو ترکیب رطوبتی- دمایی (دمای ١٥ °C، محتوای رطوبت بذر ١٧ درصد (شرایط ملایم) و دمای ٣٥ °C، محتوای رطوبت بذر ٩ درصد(شرایط سخت)) و عامل سوم پنج سطح پرایمینگ شامل پرایمینگ با جدایه‌های T٣٦ و T٤٠ قارچ *Trichoderma harzianum* و جدایه‌های CHA0 و P.F(٢) باکتری *Pseudomonas fluorescens*، یک سطح بذور پرایم نشده (شاهد) بودند. تلقیح بذرها با سوسپانسیون باکتریایی و قارچی قبل یا بعد از بیرون آوردن از انبار انجام شد. طی دوره انبارداری از ٣٠ تا ١٣٠ روز شاخص‌های جوانه‌زنی، گیاهچه‌ای و نیز فعالیت آنزیم پراکسیداز روندی کاهشی داشتند، در طی همین دوره نشت الکترولیت‌ها، محتوای قند محلول و محتوای مالون‌دی‌آلدهید بذر افزایش یافت. در دوره‌های انبارداری ٣١، ٥٣ روز و در سطح شرایط ملایم، بیوپرایمینگ باT٤٠، P.F(٢) و CHA0 توانستند این شاخص‌ها را نسبت به بذور پرایم نشده افزایش دهند. در دوره‌های انبارداری ٩٣ و ١٣٠ روز تیمار T٤٠ جوانه‌زنی را نسبت به سایر تیمارها بهبود داد. بر مبنای نتایج آزمایش حاضر استفاده از تیمارهای زیستی در بهبود جوانه‌زنی و حفظ کیفیت نسبی بذرهای کتان طی انبارداری پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: انبارداری، بیوپرایمینگ، جوانه‌زنی، زوال، کتان.

مقدمه:

کتان با نام علمی *Linum usitatissimum* L. گیاهی است علفی، یکساله که میزان روغن آن ٥٠-٣٠ درصد است (ایران-نژاد و حسینی، ١٣٨٤). مشابه سایر گیاهان روغنی فرایند زوال در بذرهای روغنی نسبت به سایر بذور دیگر از اهمیت خاصی برخورداراست. زوال بذر یکی از عوامل کاهش یکپارچگی غشاء، تغییر ساختمان مولکولی اسیدهای نوکلئیک، کاهش فعالیت‌های آنزیمی، کاهش‌دهنده کیفیت بذر و محدودکننده جوانه‌زنی می‌باشد. در طی دوره انبارداری عوامل متعددی بر کیفیت فیزیولوژیک بذرها تأثیر دارند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان درجه حرارت و رطوبت‌نسبی محیط انبار را نام برد. با پیشرفت فرایند زوال و کاهش فعالیت آنزیم‌های پالاینده

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: amoradi@yu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

اکسیژن فعال، میزان رادیکال‌های آزاد افزایش یافته و منجر به خسارت به اسیدهای چرب غیر اشباع غشاهای سلولی شده، در نهایت، به اختلال در عملکرد غشا، افزایش ویسکوزیته غشا، افزایش نفوذپذیری و نشت مواد از بذر طی آبگیری می‌شوند (Priestley, 1986). همراه با زوال بذر تنفس به تدریج ضعیف‌تر می‌شود و سرانجام منجر به تلفات بذر می‌گردد (محمدی و همکاران،۱۳۸۷).

کیفیت بالای بذر نتیجه انجام صحیح عملیات تولید و تأمین شرایط مناسب نگهداری و زنده‌مانی در انبارها می‌باشد. پرایمینگ بذر تکنیکی است که در طی آن اجازه داده می‌شود بذرها مقداری آب جذب کنند به طوری که مراحل اولیه جوانه‌زنی انجام شود اما ریشه‌چه خارج نشود (Basra *et al*, 2004). بیوپرایمینگ به عنوان یکی از روش‌های پرایمینگ با ادغام دو جنبه زیستی (تلقیح بذر با موجودات زنده مفید) و فیزیولوژیکی (آبنوشی بذر) باعث بهبود کیفیت بذر می‌شود (Reddy, 2013). در تحقیقی بر روی بذر ذرت گزارش شد که تلقیح بذرها با سویه‌های باکتری سودوموناس فلوروسنت باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر و تلقیح با باکتری آزوسپیریلیوم لیپوفروم اثر مثبت بر طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه داشت (Pacome Noumavo *et al*, 2013) . افزایش طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه در تلقیح بذرهای ذرت با باکتری‌های *Lysinibacillus sphaericus*، *Paenibacillus alvei*، *Stenotrophomonas* sp و *Bacillus sp* نیز گزارش شده است (Rudolph *et al*., 2015).

هورمون‌های گیاهی مانند ایندول-۳-استیک اسید (IAA)، سیتوکنین و جیبرلین‌ها که توسط باکتری‌های محرک رشد گیاه تولید می‌شوند باعث تحریک جوانه‌زنی، رشد و تولید مثل و محافظت گیاهان در مقابل تنش‌های مختلف می‌شوند (Ma *et al*., 2011). استفاده از هورمون جیبرلین که از هورمون‌های گیاهی محسوب می‌شود، می‌تواند خسارت فرسوده‌شدن بذر را کاهش دهد و پتانسیل رشد جنینی را در بذرهای فرسوده شده افزایش دهد. عالیوند و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی جیبرلیک اسید، سالسیلیک اسید و اسید آسکوربیک بر بهبود خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای زوال‌یافته کلزا با رطوبت‌های ۵، ۹، ۱۳ و ۱۷ درصد و دماهای ۵ ، ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ٤٥ درجه سلسیوس به مدت سه ماه انبارداری نتیجه گرفتند که تیمارهای هورمونی توانستند به میزان زیادی اثرات زوال را بهبود دهند.

اگر چه تحقیقاتی درباره اثرات بیوپرایمینگ در بهبود جوانه‌زنی بذر گیاهان مختلف انجام شده است (Pacome Noumavo *et al*, 2013، Rudolph *et al*, 2015) ولی تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با اثرات بیوپرایمینگ در کنترل زوال و یا بهبود اثرات زوال بذر کتان انجام نشده است. این در حالی است که افزایش بنیه بذر کتان و حفظ آن با استفاده از روش‌های پرایمینگ در شرایط انبارداری مختلف می‌تواند به کشاورز جهت نگهداری بذر در مدت زمان‌های مختلف با فراهم بودن مکان‌های مناسب برای داشتن یک بذر با کیفیت بالا کمک کند. لذا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر تیمارهای بیوپرایمینگ در کنترل زوال و بهبود کیفیت بذرهای زوال‌یافته کتان انجام شد.

مواد و روش‌ها :

این پژوهش در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۹٤ به صورت سه عاملی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهارتکرار انجام شد. برای این مطالعه از بذرهای کتان رقم نورمن استفاده شد. عامل اول شامل طول دوره انبارداری (۳۱، ۵۳، ۹۳ و ۱۳۰روز)، عامل دوم شرایط انبارداری در دو ترکیب رطوبتی- دمایی ((دمای ۱۵ °C، محتوای رطوبت بذر ۱۷ درصد (شرایط ملایم) و دمای ۳۵ °C، محتوای رطوبت بذر ۹ درصد(شرایط سخت)) و عامل سوم پنج سطح پرایمینگ شامل پرایمینگ با جدایه‌های T۳٦ و T٤٠ قارچ *Trichoderma. harzianum* و جدایه‌های CHA0 و P.F(۲) باکتری *Pseudomonas fluorescens* و یک سطح بذور پرایم نشده (شاهد) بودند.

تلقیح بذرها با سوسپانسیون باکتریایی و قارچی قبل شروع از انبارداری (تلقیح قبل از انبارداری) و یا بعد از بیرون آوردن از انبار (تلقیح بعد از انبارداری) انجام شد. بدین منظور ابتدا بذور استریل‌شده به مدت یک ساعت در دمای اتاق (۲۵-۲۰

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

درجه سلسیوس)، در ۲۰ میلی‌لیتر سوسپانسیون قارچی یا باکتریایی (برای تلقیح قبل از انبارداری) فرو برده شدند. برای تعیین غلظت سوسپانسیون اسپور قارچ از لام گلبول شمار(هموسیتومتر) استفاده شد و غلظت سوسپانسیون باکتریایی برای دستیابی به تراکم مایه تلقیح 10^8 واحد تشکیل‌دهنده کلونی بر میلی‌لیتر که میزان جذب آن در طول موج ۶۰۰ نانومتر روی ۰/۵ تنظیم و تهیه شد.

برای ایجاد محتوای رطوبت بذر از روش Hampton and Tekrony(۱۹۹۵) استفاده شد. بذرهای تلقیح شده یا تلقیح نشده با سوسپانسیون قارچی و باکتریایی را درون پاکت‌های فویل آلومینیوم قرار داده و سپس مقدار رطوبت‌های مورد نظر براساس وزن بذرها برای هر یک از محتوای رطوبت بذر ۹ یا ۱۷ درصد آب به پاکت‌ها اضافه و برای اطمینان از عدم تبادل رطوبت با بیرون، درب آن‌ها را بسته و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۵ °C قرار داده تا بذرها هم رطوبت گردیدند (ISTA, 2010). پس از ۲۴ ساعت پاکت‌ها را جهت انبارداری به دستگاه انکوباتور با دماهای ۱۵ °C یا ۳۵°C منتقل شدند. نمونه‌برداری در فواصل تقریباً ۳۰ روزه انجام شده و آزمون جوانه‌زنی استاندارد به مدت ۷ روز در دمای متناوب ۳۰-۲۰ درجه سلسیوس به روش روی کاغذ (TP)، در پنج تکرار ۳۰ بذری انجام شد (ISTA, 2010). بدین منظور تعداد بذور جوانه‌زده به صورت روزانه شمارش شد. در پایان آزمایش، از هر پتری‌دیش ۱۰ گیاهچه به تصادف انتخاب و طول و وزن گیاهچه و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت درصد جوانه‌زنی و شاخص‌های مرتبط با گیاهچه‌ای محاسبه گردید. صفات ارزیابی شده شامل درصد جوانه‌زنی (رابطه ۱)، سرعت جوانه‌زنی (رابطه ۲)، شاخص بنیه گیاهچه (رابطه ۳)، وزن خشک گیاهچه، نشت الکترولیت‌ها از بذر، محتوای پروتئین محلول بذر فعالیت آنزیم پراکسیداز، محتوای قندهای محلول و محتوای مالون دی‌آلدهید بذر بودند.

رابطه ۱: (Reddy and Khan, 2001):

$$\text{درصد جوانه زنی(GP)} = \frac{\text{تعداد بذرهای جوانه زده}}{\text{تعدادکل بذرها}} \times ۱۰۰$$

رابطه ۲: سرعت جوانه‌زنی (Verma *et al*, 2005):

$$GR=\Sigma\frac{Ni}{Ti}$$

Ni: تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز، Ti: روز از زمان شروع آزمایش

رابطه ۳: شاخص بنیه طولی گیاهچه (Reddy and Khan, 2001):

=شاخص بنیه گیاهچه طولی

۱۰۰/ (طول گیاهچه (سانتی‌متر) × جوانه‌زنی استاندارد)

در هر مرحله نمونه‌برداری به منظور اندازه‌گیری نشت الکترولیت‌ها از بذر، ابتدا ۱۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ °C نگهداری شد. سپس چهار نمونه ۲۵ بذری به دقت وزن شده و درون لیوان‌های پلاستیکی حاوی ۱۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰°C قرار داده شدند. پس از طی این مدت زمان میزان هدایت الکتریکی آب درون هر لیوان حاوی بذر و لیوان آب مقطر بدون بذر (به عنوان شاهد) برحسب میکروزیمنس بر سانتی‌متر به وسیله دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شد و با تقسیم آن بر وزن توده بذر، میزان نشت الکترولیت‌ها بر حسب میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم وزن بذر محاسبه وگزارش شد (Hampton and Tekrony,1995).

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز ابتدا پروتئین محلول بذر به روش Kar and Mishra (۱۹۷۶) استخراج شد. سپس برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز از روش Upadhyaya و همکاران (۱۹۸۵) استفاده شد. مخلوط واکنش شامل ۲/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار با pH =۷ حاوی یک میلی‌لیتر گایاکول یک درصد، یک میلی‌لیتر H_2O_2 یک درصد و ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره پروتئینی استخراج شده بود. فعالیت آنزیم پراکسیداز به صورت افزایش در جذب گایاگول اکسید شده طی یک دقیقه در طول‌موج ۴۲۰ نانومتر محاسبه شد ($۲۶/۶\ m\ M^{-1}\ cm^{-1}$ = ضریب خاموشی). برای اندازه‌گیری محتوای قند محلول از روش Irigoyen و همکاران (۱۹۹۲) استفاده شد. بدین منظور ابتدا ۰/۵ گرم از بذر وزن شده و در هاون کاملاً ساییده شد، سپس ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد به آن اضافه و به لوله آزمایش درب‌دار منتقل شد و به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس (به شدت تکان داده) شد. سپس مایع روئی جدا

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

و به لوله درب‌دار به حجم ۲۰ میلی‌لیتر منتقل شد. سپس دو مرتبه و هر بار ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد به بخش جامد باقی‌مانده اضافه و کاملاً شستشو و دوباره ورتکس گردید. سپس بخش مایع روئی به لوله آزمایش منتقل شد. در نهایت ۱۵ میلی‌لیتر از عصاره به دست آمده در دمای پایین با ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و فاز مایع بالایی به دقت جدا و به دمای ٤°C منتقل گردید. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره الکلی برداشته و داخل لوله‌های آزمایشی ریخته شد که درون حمام آب یخ قرارگرفته بودند. سپس سه میلی‌لیتر آنترون تازه تهیه شده به آن اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد و بعد از خارج کردن نمونه‌ها آن‌ها را در یخ قرار داده تا سرد شوند. پس از خنک شدن نمونه‌ها میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ٦۲۵ نانومتر با اسپکتروفتومتر قرائت گردید.

به منظور اندازه‌گیری محتوای مالون‌دی‌آلدهید (MDA) بذر، ابتدا نمونه‌های منجمد و یا تازه به میزان ۰/۲ گرم در ۳ میلی‌لیتر TCA (تری‌کلرواستیک‌اسید) ۰/۱ درصد عصاره‌گیری شدند و در لوله‌های آزمایش درب‌دار به حجم ۱۰ سی‌سی ریخته و سپس در دمای ٤ درجه به مدت ۳۰ دقیقه و با دور ۱۳۰۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. بعد از خارج کردن نمونه‌ها از دستگاه به یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون صاف شده یک میلی‌لیتر TBA (تیوباربی‌توریک‌اسید) ۰/۵ درصد که در آن TCA ۲۰ درصد حل شده بود، اضافه شد و در حمام آب گرم ۱۰۰°C به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت. پس از گذشت ۳۰ دقیقه، لوله‌ها از محلول آب گرم خارج شده و بلافاصله در حمام یخ قرار داده تا سرد شود و در صورت نیاز دوباره نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شد تا محلول کاملاً شفاف گردید. سپس میزان مالون‌دی‌آلدهید نمونه‌ها با اندازه‌گیری جذب در طول‌موج‌های ۵۳۲ و ٦۰۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر و با استفاده از ضریب خاموشی ($۱۵۵mM^{-1}.\ cm^{-1}$) محاسبه شد (Heath and Packer,1986). سپس مطابق فرمول زیر برای محاسبه MDA طول موج ۵۳۲ از ٦۰۰ کم شد. محتوای MDA بر اساس میکرومول بر گرم وزن بذر گزارش شد.

رابطه ٤:

محتوای مالون دی آلدهید بذر=

((A ۵۳۲nm/۱۵۵) /۰/۲) - ((A۶۰۰nm/۱۵۵) /۰/۲))

در این رابطه A ۵۳۲ : جذب در طول موج ۵۳۲ نانومتر، ٦۰۰ A: جذب در طول موج ٦۰۰ نانومتر،۰/۲: گرم وزن بذر، ۱۵۵: ضریب خاموشی می‌باشد.

تجزیه داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد. مقایسه میانگین اثرات اصلی با آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد و در صورت معنی‌دار بودن اثرات متقابل، برش‌دهی برهمکنش اثر بیوپرایمینگ و شرایط انبارداری در هر دوره انبارداری انجام و میانگین‌ها با استفاده از رویه‌ی L.S.means در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث:

نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده، برهمکنش دوگانه و سه گانه طول دوره انبارداری، شرایط انبارداری و بیوپرایمینگ بذر برای صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه طولی گیاهچه (جدول ۱) و نشت الکترولیت‌ها (جدول ۲) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. برش‌دهی اثر تیمارهای بیوپرایمینگ و شرایط انبارداری در هر دوره انبارداری انجام شد. نتایج حاصل از برش‌دهی نشان داد که برهمکنش اثر تیمارهای بیوپرایمینگ و شرایط انبارداری در هر چهار دوره انبارداری (۳۱، ۵۳، ۹۳ و ۱۳۰ روز) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (نتایج برش‌دهی نشان داده نشده است).

مقایسه میانگین برهمکنش اثر تیمارهای بیوپرایمینگ و شرایط انبارداری برای صفت درصد جوانه‌زنی نشان داد که در طی ۳۱ روز انبارداری و در سطح شرایط ملایم (دمای ۱۵ °C، محتوای رطوبت بذر ۱۷ درصد) تلقیح بذرها با سویه‌های T۳٦ وT٤۰ و سویه‌های P.F(۲) و CHA0 قبل و بعد از انبارداری جوانه‌زنی بیشتری نسبت به عدم تلقیح نشان دادند، حداکثر جوانه‌زنی با مقدار ۸۱/٦٦ درصد در تلقیح بعد از انبارداری با تیمارT٤۰ مشاهده شد. در همین دوره انبارداری و در سطح شرایط سخت (دمای ۳۵ °C، محتوای رطوبت بذر ۹ درصد)

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

جدول۱-تجزیه واریانس اثر طول دوره انبارداری، شرایط انبارداری و بیوپرایمینگ برای برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذور کتان رقم نورمن

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	وزن خشک گیاهچه	شاخص بنیه گیاهچه طولی
طول دوره انبارداری (A)	۳	۱۱۶۹۳/۵۵**	۲۱/۶۷**	۰/۰۰۰۳۰**	۱۸/۶۹**
شرایط انبارداری (B)	۱	۴۳۴۴۳/۹۰**	۶۹/۲۹**	۰/۰۰۱۰**	۴۱/۴۵**
بیوپرایمینگ (C)	۱۲	۳۹۰/۰۱**	۰/۶۳**	۰/۰۰۰۰۲۷**	۰/۷۶**
A×B	۳	۵۵۷۳/۷۲**	۱۲/۴۶**	۰/۰۰۰۱۴۲**	۱۴/۵۱**
A×C	۳۶	۳۰۹/۹۵**	۰/۵۲**	۰/۰۰۰۰۱۴**	۰/۴۴**
B×C	۱۲	۵۱۹/۶۲**	۰/۵۶**	۰/۰۰۰۰۲۲**	۰/۵۵**
A×B×C	۳۶	۱۶۶/۹۴**	۰/۵۱**	۰/۰۰۰۰۱۳**	۰/۴۱**
خطا	۳۱۲	۱۵/۷۸	۰/۰۲۵	۰/۰۰۰۰۰۰۳۹	۰/۰۱۷
ضریب تغییرات	-	۲۷/۰۸	۱۲/۴۵	۲۷/۴۶	۱۱/۹۸

****نشانگر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد**

بیوپرایمینگ با T۴۰ و T۳۶ در تلقیح بعد از انبارداری و P.F(۲) در تلقیح قبل از انبارداری بیشترین جوانه‌زنی را در مقایسه با سایر تیمارهای بیوپرایمینگ داشتند (جدول ۲). در انتهای زمان دوم انبارداری (۵۳ روز)، پرایم کردن بذرها با سویه‌های CHA0، T۳۶ و T۴۰ بعد از انبارداری بیشترین جوانه‌زنی را در سطح شرایط ملایم نشان دادند. حداکثر جوانه‌زنی پس از ۹۳ و ۱۳۰روز انبارداری بذرها در تلقیح بذر با سویه T۴۰ قارچ تریکودرما در تلقیح قبل از انبارداری در شرایط ملایم مشاهده شد. بذرهای انبارشده در شرایط شرایط سخت پس از ۳۱ روز به طور قابلیت حیات خود را از دست دادند و هیچ گونه جوانه‌زنی از خود نشان ندادند. مطالعات انجام شده توسط Basra و همکاران (۲۰۰۳) بر روی بذر پنبه نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذور در دمای بالا و رطوبت بالا نسبت به شاهد (بذر در شرایط استاندارد جوانه‌زنی) کاهش یافت که از دلایل آن به پراکسیداسیون چربی‌ها، خسارت به غشاهای سلولی، آسیب به فرایند سنتز RNA، تخریب DNA، رسوب و غیر فعال کردن آنزیم‌ها اشاره کردند (Lehner *et al.*, 2008). به نظر می‌رسد بیوپرایمینگ با فعال کردن برخی هورمون‌ها از جمله اکسین و جیبرلین سبب بهبود خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای زوال‌یافته می‌شود. در تحقیق Siadat و همکاران (۲۰۱۱) پرایمینگ هورمونی بذور ذرت با اسید جیبرلیک اثر مثبتی بر جوانه‌زنی بذور زوال یافته داشت و موجب بهبود خصوصیات جوانه‌زنی شد.

مقایسه میانگین برهمکنش بیوپرایمینگ و شرایط انبارداری (جدول ۲) نشان داد که پس از ۳۱ روز نگهداری بذرها در شرایط ملایم، اغلب تیمارهای بیوپرایمینگ سرعت جوانه‌زنی بالاتری نسبت به تیمار پرایم نشده نشان دادند، به طوری که سرعت جوانه‌زنی بذرها در تلقیح با سویه P.F(۲) قبل از انبارداری دو برابر بذرهای تلقیح نشده بود. در این دوره انبارداری و در سطح شرایط سخت حداکثر سرعت جوانه‌زنی در بذرهای پرایم‌شده با T۴۰ و T۳۶ و در تلقیح بعد از انبارداری مشاهده شد.

پس از ۵۳ روز انبارداری و در سطح شرایط ملایم حداکثر سرعت جوانه‌زنی در تلقیح بذرها با سویه‌های T۴۰ و T۳۶ و CHA0 بعد از انبارداری بدست آمد. در طی این دوره انبارداری فرایند زوال با کاهش سرعت جوانه‌زنی بذرها در تیمارهای پرایم نشده در شرایط ملایم به خوبی دیده شد و تلقیح بذرها با سویه T۴۰ قبل از انبارداری توانست طی ۱۳۰ روز انبارداری این کاهش سرعت را تا حدی کنترل کند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

جدول۲- مقایسه میانگین برهمکنش اثر بیوپرایمینگ و شرایط انبارداری در طی دوره انبارداری ۳۱ و ۵۳ روز برای مولفه‌های جوانه‌زنی بذر کتان رقم نورمن

طول دوره انبارداری	شرایط انبارداری	بیوپرایمینگ+زمان تلقیح		جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	شاخص بنیه گیاهچه
۳۱ روز	شرایط ملایم	پرایم نشده		۳۸/۳۳^{e}	٦/٦۲^{de}	۰/۰۰۲^{h}	۱/٥٤^{f}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	٥٤/۱٦^{d}	٦/۳۱^{e}	۰/۰۰۹^{cd}	٦/۲۳^{e}
			T٤۰	۷٤/۱٦^{ab}	۷/۸۱^{cd}	۰/۰۱۱^{b}	۸/۸۰^{bc}
			CHA0	٥۹/۱٦^{d}	۹/۰۳^{bc}	۰/۰۰۸^{de}	٦/۹۹^{de}
			P.F(۲)	۷۷/٥^{ab}	۱۳/۸۳^{a}	۰/۰۰٦^{fg}	۱۲/٥۱^{a}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	٥۸/۳۳^{d}	۸/٤۳^{bc}	۰/۰۰۹^{c}	۹/۳۱^{bc}
			T٤۰	۸۱/٦٦^{a}	۸/۲۹^{bc}	۰/۰۰۷^{ef}	۹/۲۹^{bc}
			CHA0	٦۳/۳۳^{cd}	۸/۷^{bc}	۰/۰۰٦^{fg}	۷/۸۰^{cd}
			P.F(۲)	۷۰/۸۳^{bc}	۹/٤٥^{b}	۰/۰۱۳^{a}	۱۰/۱۹^{b}
	شرایط سخت	پرایم نشده		۰^{i}	۰^{j}	۰^{i}	۰^{g}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	٥/۸۳^{h}	۰/٥h^{i}	۰/۰۰۱^{i}	۰/۰٥۲^{g}
			T٤۰	۱/٦٦^{i}	۰/۱۷^{ij}	۰/۰۰۰٥^{i}	۰/۰۱٤^{g}
			CHA0	۰/۸۳^{i}	۰/۰۸^{ij}	۰/۰۰۰۲^{i}	۰/۰۰٦^{g}
			P.F(۲)	۱۰^{h}	۰/۸^{h}	۰/۰۰۱^{i}	۰/۰۷۷^{g}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	۱۲/٥^{fg}	۱/٥٦^{g}	۰/۰۰٥^{g}	۰/۹۸^{f}
			T٤۰	۱۸/۳۳^{f}	۲/۸۹^{f}	۰/۰۰٥^{g}	۱/۱۲^{f}
			CHA0	۰^{i}	۰^{j}	۰^{i}	۰^{g}
			P.F(۲)	۰^{i}	۰^{i}	۰^{i}	۰^{i}
۵۳ روز	شرایط ملایم	پرایم نشده		۱۷/٥^{d}	۱/٤۷^{de}	۰/۰۰۲^{d}	۰/۰۲٤^{de}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	۱۱/٦٦^{e}	۱/۳۰^{e}	۰/۰۰۲^{d}	۰/۱۹^{e}
			T٤۰	٤۳/۳۳^{c}	٤/۹٦^{c}	۰/۰۰۸^{ab}	۲/۸۱^{b}
			CHA0	۲۷/٥^{c}	۳/۹۸^{d}	۰/۰۰۷^{b}	۱/۳۱^{c}
			P.F(۲)	۱۸/۳۳^{d}	۲/٤۷^{de}	۰/۰۰٥^{c}	۰/٦۷^{cd}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	٤٥/۸۳^{b}	٦/٤۱^{b}	۰/۰۰۹^{a}	٤/٦۹^{a}
			T٤۰	٤٥^{b}	۸/۳^{a}	۰/۰۰۹^{a}	٤/۸۰^{a}
			CHA0	۷۷/٥^{a}	٦/٥۱^{b}	۰/۰۰٥^{c}	٤/۰۹^{a}
			P.F(۲)	۲۰^{d}	۲/۳٦^{d}	۰/۰۰٤^{c}	۰/۷^{cd}
	شرایط سخت	پرایم نشده		۰^{f}	۰^{f}	۰^{d}	۰^{e}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	۰^{f}	۰^{f}	۰^{d}	۰^{e}
			T٤۰	۰^{f}	۰^{f}	۰^{d}	۰^{e}
			CHA0	۰^{f}	۰^{f}	۰^{d}	۰^{e}
			P.F(۲)	۰^{f}	۰^{f}	۰^{d}	۰^{e}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	۰^{f}	۰^{f}	۰^{d}	۰^{e}
			T٤۰	۰^{f}	۰^{f}	۰^{d}	۰^{e}
			CHA0	۰^{f}	۰^{f}	۰^{d}	۰^{e}
			P.F(۲)	۰^{f}	۰^{f}	۰^{d}	۰^{e}

مقایسه میانگین با آزمون L.s.means انجام شده و در هر دوره انبارداری ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

ادامه جدول-۲

طول دوره انبارداری	شرایط انبارداری	بیوپرایمینگ+زمان تلقیح		جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	شاخص بنیه گیاهچه
۹۳ روز	شرایط ملایم	پرایم نشده		۵/۸۳^{de}	۰/۶۶^{c}	۰/۰۰۱^{cd}	۰/۰۸۸^{cd}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳۶	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{d}
			T۴۰	۲۹/۱۶^{a}	۴/۰۳^{a}	۰/۰۷^{a}	۲/۱۲^{a}
			CHA0	۱۹/۱۶^{b}	۱/۹۴^{b}	۰/۰۰۲^{bc}	۰/۶۲^{b}
			P.F(۲)	۳/۳۳^{e}	۰/۲۳^{d}	۰/۰۰۰۵^{e}	۰/۰۱۱^{d}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳۶	۰^{f}	۰^{e}	۰/۰۰۰۲^{e}	۰^{d}
			T۴۰	۳/۳۳^{e}	۰/۳^{d}	۰/۰۰۰۷^{de}	۰/۰۱۱^{d}
			CHA0	۹/۱۶^{cd}	۰/۷۴^{c}	۰/۰۰۲^{b}	۰/۱۱۱^{c}
			P.F(۲)	۱۰^{c}	۰/۶۷^{c}	۰/۰۰۲^{bc}	۰/۱^{c}
	شرایط سخت	پرایم نشده		۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{d}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳۶	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{d}
			T۴۰	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{d}
			CHA0	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{d}
			P.F(۲)	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{d}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳۶	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{d}
			T۴۰	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{d}
			CHA0	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{d}
			P.F(۲)	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{d}
۱۳۰ روز	شرایط ملایم	پرایم نشده		۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳۶	۱/۶۶^{bc}	۰/۱۶^{b}	۰/۰۰۰۵^{b}	۰/۰۲۷^{b}
			T۴۰	۲۲/۵^{a}	۱/۹۴^{a}	۰/۰۰۲^{a}	۰/۴۸^{a}
			CHA0	۱/۶۶^{bc}	۰/۱۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
			P.F(۲)	۰/۸۳^{bc}	۰/۰۶^{b}	۰^{b}	۰^{b}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳۶	۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
			T۴۰	۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
			CHA0	۲/۵^{bc}	۰/۲۲^{b}	۰/۰۰۰۲^{b}	۰/۰۰۰۶^{b}
			P.F(۲)	۲/۵^{b}	۰/۱۷^{b}	۰/۰۰۰۲^{b}	۰/۰۰۹^{b}
	شرایط سخت	پرایم نشده		۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳۶	۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
			T۴۰	۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
			CHA0	۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
			P.F(۲)	۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳۶	۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
			T۴۰	۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
			CHA0	۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}
			P.F(۲)	۰^{c}	۰^{b}	۰^{b}	۰^{b}

مقایسه میانگین با آزمون L.s.means انجام شده و در هر دوره انبارداری ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

پرایمینگ می‌تواند اثر زوال را تا حدودی برطرف کند، در این رابطه بلدی (۱۳۹۳) در تحقیقات خود بر روی بهبود بذور زوال‌یافته کتان با استفاده از پرایمینگ، گزارش کردند که پرایم‌کردن بذرهای پیرشده با اسکوربیک اسید و اسموپرایمینگ، سرعت جوانه‌زنی را نسبت به بذرهای پرایم نشده افزایش داد.

نتایج مقایسه میانگین صفت وزن خشک گیاهچه نشان داد که پس از ۳۱ روز انبارداری و در سطح شرایط ملایم وزن خشک گیاهچه در تلقیح بذرها با سویه‌های قارچ و باکتری افزایش یافت، در این شرایط حداکثر وزن خشک گیاهچه در پرایم کردن بذرها با سویه P.F(۲) بعد از انبارداری به‌دست آمد. در همین دوره، در سطح شرایط سخت تیمارهای قارچی T۳٦ و T٤۰ در تلقیح بعد از انبارداری بیشترین تأثیر را در افزایش وزن خشک گیاهچه داشتند. در زمان دوم انبارداری و در سطح شرایط ملایم نیز تیمارهای بیوپرایمینگ مشابه دوره قبل باعث افزایش وزن خشک گیاهچه شدند. پس از ۹۳ و ۱۳۰ روز انبارداری، تلقیح بذرها با سویه‌های T٤۰ قبل از انبارداری در سطح شرایط ملایم، حداکثر وزن خشک را نشان دادند (شکل۳). این تیمار توانست تا حدودی سرعت زوال را کنترل کند. به نظر می‌رسد کاهش وزن خشک گیاهچه با افزایش دوره انبارداری، می‌تواند به علت کاهش میزان پویایی ذخایر بذر یا کاهش تبدیل ذخایر پویا باشد (Soltani *et al*, 2001). مطابق گزارش‌های موجود با زوال بذر در گندم میزان فعالیت آلفا و بتا آمیلاز که از آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرایند جوانه‌زنی است، کاهش می‌یابد که می‌تواند روی جزء اول رشد هتروتروفیک (پویایی ذخایر بذر) مؤثر باشد. Krishnan و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که فرسودگی بذر باعث افزایش تنفس در گیاهچه‌های گندم شد و همچنین میزان DNA سنتتاز و سنتز پروتئین نیز در اثر فرسودگی بذر کاهش یافت که می‌تواند بر روی جزء دوم هتروتروفیک (کاهش تبدیل ذخایر بذر) مؤثر باشد. به نظر می‌رسد بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد در طی انبارداری باعث تولید هورمون جیبرلین شده که این هورمون علاوه بر تقسیم سلولی باعث تحریک آنزیم‌های مؤثر در جوانه‌زنی (آلفا –آمیلاز) شده که می‌تواند سبب تجزیه نشاسته شود و کاهش پویایی ذخایر بذر را جبران کند. غلامی تیله‌بنی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان تأثیر پرایمینگ و زوال بذر بر تغییرات خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برنج به این نتیجه رسیدند با افزایش فرایند زوال، وزن خشک گیاهچه برنج کاهش یافت، اما میزان این کاهش برای بذرهای هیدروپرایمینگ شده کمتر بود. مقایسه میانگین برهمکنش بیوپرایمینگ و شرایط انبارداری برای صفت شاخص بنیه گیاهچه (جدول ۲) نشان داد که در طول ۳۱ روز انبارداری و در سطح شرایط ملایم تیمار بذور با P.F(۲) در هر دو حالت تلقیح بیشترین مقدار بنیه طولی را نشان داد. در همین دوره و در سطح شرایط سخت تأثیر تیمارهای بیوپرایمینگ بر روی بذرهای زوال‌یافته کمتر بود و افزایش بنیه طولی در پرایم کردن بذرها با تیمارهای قارچی در حالت تلقیح بعد از انبارداری مشاهده شد. در انتهای۵۳، ۹۳ و۱۳۰ روز انبارداری، در سطح شرایط ملایم تیمارT٤۰ در تلقیح قبل از انبارداری بیشترین مقدار بنیه را نسبت به سایر تیمارها داشتند. کاهش شاخص بنیه طولی گیاهچه ناشی از کاهش اجزا آن یعنی درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه است که هردو در شرایط زوال کاهش یافتند. Basraو همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که با افزایش طول دوره پیری زودرس طول گیاهچه و وزن‌تر آن کاهش می‌یابد. گزارش شده است که بیوپرایمینگ با سویه‌های باکتریایی می‌تواند از طریق ترشح هورمون‌های رشدی مانند اکسین طول گیاهچه و در نتیجه شاخص بنیه بذر را بهبود دهد (Rudolph *et al*, 2015).

اثر متقابل سه‌گانه زمان انبارداری، شرایط انبارداری و بیوپرایمینگ برای صفت نشت الکترولیت‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در مقایسه با صفات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای روند تغییرات نشت الکترولیت‌ها با طول دوره انبارداری و زوال بذر روندی مخالف نشان داد. در همه دوره‌های انبارداری بیشترین نشت الکترولیت در بذور پرایم‌نشده مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که پس

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

جدول ۳-تجزیه واریانس اثر طول دوره انبارداری، شرایط انبارداری و بیوپرایمینگ برای شاخص نشت الکترولیت بذر کتان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات نشت الکترولیت‌ها
زمان انبارداری (A)	۳	۲۱۰٤٤/۰۳**
شرایط انبارداری (B)	۱	۱۲۳٦۸/۳٤**
بیوپرایمینگ (C)	٤	۷۸٤٥/۷۲**
A×B	۳	۱۱۲۸/۹٤**
A×C	۱۲	۱٤٦۱/۱٦**
B×C	٤	۲۳۳٦/۸۳**
A×B×C	۱۲	۱٤۰٤/۱۹**
خطا	۱۲۰	۷۲/۳۸
ضریب تغییرات	-	٦/٤۷

****نشانگر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد**

جدول ٤-مقایسه میانگین برهمکنش اثر تیمارهای بیوپرایمینگ و شرایط انبارداری در طی دوره انبارداری (۳۰، ۵۳، ۹۳ و۱۳۰ روز) برای شاخص نشت الکترولیت (میکروزیمنس بر سانتی متر بر گرم) بذر کتان رقم نورمن

شرایط انبارداری	بیوپرایمینگ	طول دوره انبارداری ۳۱ روز	۵۳ روز	۹۳ روز	۱۳۰ روز
شرایط ملایم	پرایم نشده	۱۲۱/۲٤^{b}	۱۳۹/۰٦^{bc}	۱۵۵/۱۵^{b}	۱۷٦/۱۸^{c}
	T۳٦	۱۰۷/۱۷^{c}	۱۱۱/۵۵^{c}	۱۲۸/٦۸^{cd}	۱۲۰/۳۲^{fg}
	T٤۰	۹۹/۵۷^{cd}	۱۱۰^{c}	۱۲٤/٤۲^{cd}	۱۳۰/٦۸^{f}
	CHA0	۸۵/۳۸^{e}	۱۱۱/۹۸^{c}	۱۲۸/۲۸^{cd}	۱٤٦/۹۱^{e}
	P.F(۲)	۸۳/۲۷^{e}	۹٤/٤۵^{d}	۱۲٦/٦۲^{cd}	۱۱٦/۳۰^{g}
شرایط سخت	پرایم نشده	۱۳۸/۰٤^{a}	۱۵۹/٤۳^{a}	۱۷۷/۲۳^{a}	۲۰۳/۳۳^{a}
	T۳٦	۱۱۰/۲۱^{c}	۱۰۷/۲۳^{cd}	۹۷/۰٦^{e}	۱۵٦/۱۸^{de}
	T٤۰	۹۰/٦۱^{d}	۱۱۱/۳۱^{c}	۱۱۸/۹٦^{d}	۱۵٦/۸۳^{de}
	CHA0	۱۰۸/۲۷^{c}	۱٤٤/۷۱^{b}	۱٤۰/٤۲^{c}	۱۹۰/۸۷^{b}
	P.F(۲)	۸۹/۰۱^{de}	۱۵۲/۷۰^{ab}	۱۲۸/۹۵^{cd}	۱۵۹/۱۱^{d}

مقایسه میانگین‌ها با آزمون L.s.means انجام شده و در هر دوره انبارداری ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

از ۳۱ روز انبارداری در سطح شرایط ملایم کمترین مقدار نشت مواد از بذرها در تلقیح بذرها با سویه‌های CHA0 و P.F(۲) مشاهده شد (جدول ٤). در همین دوره در سطح شرایط سخت، سویه‌های T٤۰ و P.F(۲) حداقل مقدار نشت را داشتند. پس از ۵۳ روز انبارداری بذرها در سطح شرایط ملایم، کمترین میزان نشت مواد از بذرها با مقدار ۹٤/٤۵ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم بذر در پرایم کردن بذرها با سویه P.F(۲) مشاهده شد و در همین دوره در شرایط سخت کمترین

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر طول دوره انبارداری، شرایط انبارداری و بیوپرایمینگ برای برخی شاخص‌های بیوشیمیایی بذور کتان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		فعالیت پراکسیداز	محتوای قند محلول	محتوای مالون دی آلدهید
زمان انبارداری (A)	۳	۰/۳۵٦۲**	۱۰۰/٦۸**	۰/۲۱۵٦**
شرایط انبارداری (B)	۱	۰/۰٦۲۳*	۱۱/۱٦ns	۰/۰۰۷۷**
بیوپرایمینگ (C)	٦	۰/۱۷۰۷**	۱۱۷/٤۱**	۰/۰۰۳۳**
A×B	۳	۰/۲۱٤۰**	۱٦/۷۰**	۰/۰۰۱٤**
A×C	۱۸	۰/۲۱۸٤**	۲۵/۰۲**	۰/۰۰۲۲**
B×C	٦	۰/۰٦٤۷**	۹۲/۸٦**	۰/۰۰۱۵*
A×B×C	۱۸	۰/۱۷۰۱**	۱۹/٤۳**	۰/۰۰۲۰**
خطا	۱۲۲	۰/۰۰۹۲	۳/۲۰	۰/۰۰۰٦
ضریب تغییرات	-	۱٦/۸۱	۱۲/۲٤	۱۹/۵۰

****و * به ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد**

نشت مواد در پرایم‌کردن بذرها با سویه‌های T۳٦ و T٤۰ قارچ تریکودرما به‌دست دادند و بین تیمارهای بیوپرایمینگ در سطح شرایط ملایم تفاوت معنی‌داری دیده نشد. سرعت میزان نشت مواد در تیمارهای پرایم نشده در دوره‌های اول و دوم کمتر از دوره‌های سوم و چهارم بود و افزایش سرعت نشت به طور چشمگیر در دوره سوم و چهارم قابل مشاهده بود.مطالعات انجام شده توسط طهماسبی و همکاران (۱۳۹٤) نشان داد که در طول دوره انبارداری افزایش میزان اسیدهای چرب آزاد منجر به افزایش هیدروپراکسیدها در بذرهای زوال‌یافته آفتابگردان شده و در نتیجه منجر به تخریب غشاهای سلولی شد که شاهد افزایش هدایت الکتریکی در بذرهای آفتابگردان بود. بهبود توانایی جوانه‌زنی بذور پرایم شده تا حدودی می‌تواند به‌دلیل اثرات ترمیمی این تیمارها برای غشاهای صدمه دیده باشد که از نشت مواد به بیرون بذر جلوگیری نموده و با کنترل آبگیری به فرایندهای جوانه‌زنی کمک می‌نماید.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش سه گانه طول دوره انبارداری، شرایط انبارداری و بیوپرایمینگ بذر برای فعالیت آنزیم پراکسیداز، محتوای قند محلول و غلظت مالون‌دی‌آلدهید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). نتایج حاصل از برش‌دهی نشان داد که برهمکنش اثر تیمارهای بیوپرایمینگ و شرایط انبارداری برای هر دو رقم طی دوره انبارداری (۳۱، ۵۳، ۹۳ و ۱۳۰ روز) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین حاصل از برش‌دهی (جدول٦) نشان داد که پس از ۳۱ روز انبارداری و در سطح شرایط ملایم بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تلقیح بذرها با سویه T۳٦ قبل از انبارداری و کمترین میزان فعالیت آنزیم در همین سطح در پرایمینگ بذرها با تیمار CHA0 بعد از انبارداری به‌دست آمد، در همین دوره انبارداری و در سطح شرایط سخت، تلقیح با باکتری CHA0 بعد از انبارداری حداکثر فعالیت آنزیم را نشان داد.در دوره دوم انبارداری (۵۳ روز) در هر دو سطح زوال بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار پرایم نشده مشاهده شد و کمترین میزان فعالیت آنزیم در سطح شرایط ملایم در پرایمینگ بذرها با CHA0 قبل از انبارداری و در سطح شرایط سخت در تیمار T۳۹ در تلقیح قبل از انبارداری و P.F(۲) در تلقیح بعد از انبارداری مشاهده شد. پس از ۹۳ روز انبارداری در سطح شرایط ملایم حداکثر فعالیت آنزیم در پرایم‌کردن بذرها با تیمار T۳٦ قبل از انبارداری و حداقل در تیمارCHA0 در تلقیح قبل از انبارداری بود. در همین دوره در سطح شرایط سخت، تیمار T٤۰ در تلقیح قبل از انبارداری و P.F(۲) در تلقیح بعد از انبارداری بیشترین فعالیت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

آنزیمی را نشان دادند. روند مشابهی در دوره انبارداری ۱۲۰ روز مشاهده شد. هماهنگ با فعالیت جوانه‌زنی، بیشتر بودن فعالیت این آنزیم در بذرهای بیوپرایم‌شده در مقایسه با بذور پرایم نشده می‌تواند حاکی از نقش مثبت پراکسیداز در کنترل زوال بذر و نیز بهبود جوانه‌زنی باشد. Bernal و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که در بذور ذرت فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذور پیر شده پایین‌تر بود. مقایسه میانگین برهمکنش اثر بیوپرایمینگ و شرایط انبارداری (جدول ٦) برای صفت محتوای قند محلول بذر نشان داد که پس از ۳۱ روز انبارداری در شرایط شرایط ملایم (محتوای رطوبت ۱۷ درصد و دمای ۱۵ درجه سلسیوس) حداکثر محتوای قند محلول در تلقیح قبل از انبارداری بذرها با سویه‌های T٤٠ و P.F(۲) به دست آمد و در شرایط شرایط سخت (محتوای رطوبت ۹ درصد و دمای ۳۵ درجه سلسیوس) حداکثر مقدار این ترکیب درتیمارهای P.F (۲) و T۳٦ در تلقیح قبل از انبارداری به دست آمد. حداکثر مقدار قند محلول در پایان ۵۳ روز انبارداری در شرایط شرایط ملایم به ترتیب در تیمارهای تلقیح قبل از انبارداری با CHA0 و T٤٠ و در شرایط شرایط سخت به ترتیب در CHA0 و T٤٠ و P.F (۲) به‌دست آمد. در دوره سوم نگهداری بذرها، در سطح شرایط ملایم و شدید به ترتیب T٤٠ وCHA0 بیشترین مقدار قند را داشتند. در ۱۳۰ روز پس از شروع انبارداری تلقیح بذرها با P.F (۲) قبل از انبارداری بیشترین میزان محتوای قند محلول را داشتند و تلقیح بعد از انبارداری محتوای قند محلول را نسبت به بذور تیمار نشده کاهش داد.

به‌نظر می‌رسد افزایش قندهای محلول (عمدتاً الیگوساکاریدها) ناشی از تیمارهای بیوپرایمینگ می‌توانند در شرایط مواجهه با تنش مانع از تغییر فاز سیالیت غشاء و در نتیجه از هم گسیختن ساختمان دو لایه غشاء فسفولیپیدی طی زوال شوند (Bernal- Lugo and Leopld, 1992).این در حالی است افزایش قندهای محلول از نوع مونو و دی ساکاریدها طی انبارداری و در طی زوال بذر می‌توانند نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب بذر و افزایش تنفس بذر و نیز تجزیه ذخایر بذری باشند. روند معکوس تغییرات جوانه‌زنی و نیز محتوای قند محلول با افزایش طول دوره انبارداری می‌تواند شاهدی بر این ادعا باشد. چرا که تیمارهایی که محتوای قند محلول بالاتری داشتند معمولاً جوانه‌زنی پایین‌تری از خود نشان دادند. غلامی تیله بنی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان بررسی رشد هتروتروفیک گیاهچه برنج و تغییرات غلت پرولین و قندهای محلول تحت سطوح فرسودگی بذر به این نتیجه رسیدند که با افزایش زوال بذربرنج ، مقدار قند محلول افزایش یافت.

روند تغییرات محتوای مالون دی آلدهید (MDA) با زمان انبارداری و شدت زوال از الگوی مشابه با محتوای قند تبعیت کرد. مقدار این صفت در طی انبارداری با شیب بسیار زیادی در بذرها افزایش یافت. مقایسه میانگین حاصل از برش‌دهی نشان داد که پس از ۳۱ روز انبارداری، در سطح شرایط ملایم و شدید به ترتیب بیشترین محتوای مالون دی‌آلدهید در تلقیح بذرها با T٤٠ و P.F(۲) قبل از انبارداری به‌دست آمد. در پایان دوره دوم انبارداری و در سطح شرایط ملایم افزایش در MDA در تیمارهای بیوپرایمینگ به خوبی مشاهده شد و کمترین مقدار MDA در همین دوره در سطح شرایط سخت در پرایم‌کردن بذرها بعد از انبارداری با تیمارهای باکتریایی به‌دست آمد (جدول ٦). در دوره سوم انبارداری کاهش در مقدار MDA در تیمارهای بیوپرایمینگ در هر دو سطح زوال اتفاق افتاد و حداقل مقدار MDA در تیمار T۳٦ و CHA0 در تلقیح قبل از انبارداری در سطح شرایط ملایم مشاهده شد. مقدار این شاخص در پایان دوره چهارم انبارداری به بیش از دو برابر دوره سوم افزایش پیدا کرد. در این دوره کمترین مقدار MDA در پرایمینگ بذرها با T٤٠ و CHA0 قبل از انبارداری در سطح شرایط ملایم مشاهده شد و در سطح شرایط سخت تیمارهای باکتریایی در دو حالت تلقیح کاهش مقدار مالون‌دی‌آلدهید را نشان دادند. به نظر می‌رسد شرایط زوال بذر سبب پراکسیداسیون لیپیدها و در نتیجه افزایش میزان MDA شده است و تیمارهای باکتریایی با کنترل سرعت پراکسیداسون از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت تا حدودی توانستند مقدار مالون‌دی‌آلدهید را کاهش دهند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

جدول٦- مقایسه میانگین برهمکنش اثر بیوپرایمینگ و شرایط انبارداری در دوره انبارداری برای برخی مولفه‌های بیوشیمیایی بذر کتان رقم نورمن.

طول دوره انبارداری	شرایط انبارداری	بیوپرایمینگ		فعالیت آنزیم پراکسیداز (میکرومول بر دقیقه بر گرم وزن‌تر بذر)	محتوای قند محلول (میلی گرم بر گرم وزن‌تر بذر)	محتوای مالون دی‌آلدئید (میکرومول بر گرم وزن‌تر بذر)
۳۱ روز	شرایط ملایم	پرایم نشده		٦/۷٦^{cd}	۱۰/۷۵^{cd}	۰/۰۰۱۷^{cd}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	۱۰/۹۳^{a}	۱۱/۷۲$^{a-c}$	۰/۰۰۲۰^{cd}
			T٤۰	۱/۵۵^{de}	۱٦/٦۳^{ab}	۰/۰۱۵۱^{cd}
			CHA0	۷/۲۵$^{b-d}$	۱۰/۳۰^{cd}	۰/۰۰۳۰^{cd}
			P.F(۲)	۰/۷۵^{ef}	۱۲/٤۷$^{a-c}$	۰/۰۰۸۱^{b}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	.	.	.
			T٤۰	.	.	.
			CHA0	. /۳۰^{f}	۸/۸۳^{de}	۰/۰۰۳۵^{cd}
			P.F(۲)	۵/۷۵^{cd}	٦/٦۲^{ef}	۰/۰۰۳۹^{cd}
	شرایط سخت	پرایم نشده		۳/۲۵$^{a-c}$	۸/۸۹^{de}	۰/۰۰۳۹^{cd}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	۲/۵۰$^{b-d}$	۱۷/۹۰^{a}	۰/۰۰۲۷^{cd}
			T٤۰	۰/۷۵^{ef}	۱٤/۱۸$^{b-d}$	۰/۰۰۳۹^{cd}
			CHA0	۳/۲۵$^{a-c}$	۸/۵^{de}	۰/۰۰٤۵^{cd}
			P.F(۲)	۱/۲۵$^{b-d}$	۱۳/۷۵$^{a-c}$	۰/۰۱٤۱^{a}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	.	.	.
			T٤۰	.	.	.
			CHA0	۳/۷۵^{ab}	۸/٤۹^{f}	۰/۰۰۲۳^{cd}
			P.F(۲)	۰/۵۰^{f}	٦/٦۹^{ef}	۰/۰۰٤۹^{bc}
۵۳ روز	شرایط ملایم	پرایم نشده		٤/۷٦^{a}	۱۲/۵٦^{de}	۰/۰۰۳۸$^{c-e}$
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	۲/۲۵^{c}	۱۲/۳۲$^{e-h}$	۰/۰۰۵۱^{cd}
			T٤۰	۳/۵۰^{ab}	۱۷/۸۵^{a}	۰/۰۰٦۸$^{a-c}$
			CHA0	۰/۵۰^{e}	۱٦/٤۳^{ab}	۰/۰۰٦۱$^{b-d}$
			P.F(۲)	۱^{cd}	٦/۸٦^{i}	۰/۰۰٦۹$^{b-d}$
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	.	.	.
			T٤۰	.	.	.
			CHA0	۰/۷۵^{de}	۱۳/۰۱$^{c-g}$	۰/۰۰۷۰$^{a-c}$
			P.F(۲)	۲/۵۰^{c}	۱۱/۸۵$^{f-h}$	۰/۰۰۹۵$^{a-c}$
	شرایط سخت	پرایم نشده		۲/۷۵$^{a-c}$	۱۲/۹۵$^{c-g}$	۰/۰۰۸۰$^{a-c}$
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	۰/۵۰^{e}	۱۰/۵۵^{gh}	۰/۰۰۷۲$^{a-e}$
			T٤۰	۰/۷۵^{e}	۱۵/۲٦$^{a-e}$	۰/۰۱۰٦^{a}
			CHA0	۱/۵۰^{bc}	۱۵/۹٦$^{a-c}$	۰/۰۰۵٦$^{b-d}$
			P.F(۲)	۲^{cd}	۱۵/۵٤$^{a-d}$	۰/۰۰۹۹^{ab}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	.	.	.
			T٤۰	.	.	.
			CHA0	۱/۲۵^{cd}	۹/۸٦^{hi}	۰/۰۰۲٤^{cd}
			P.F(۲)	۰/۵۰^{e}	۱۳/۷۲$^{b-f}$	۰/۰۰٦۱$^{b-d}$

مقایسه میانگین‌ها با آزمون L.s.means انجام شده و در هر دوره انبارداری ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

جدول٦- ادامه

طول دوره انبارداری	شرایط انبارداری	بیوپرایمینگ		فعالیت آنزیم پراکسیداز (میکرومول بر دقیقه بر گرم وزن‌تر بذر)	محتوای قند محلول (میلی گرم بر گرم وزن‌تر بذر)	محتوای مالون دی‌آلدئید (میکرومول بر گرم وزن‌تر بذر)
۹۳ روز	شرایط ملایم	پرایم نشده		۳/۲۵^{ab}	۱٤/٥۳^{fg}	۰/۰۲۲^{ab}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	٤/۲٦^{a}	۱٤/۹۷^{ef}	۰/۰۱۱^{d}
			T٤۰	۳/۲٥^{a}	۱۹/٦۹^{b}	۰/۰۲۲^{ab}
			CHA0	۰/٥۰^{c}	۱۷/۱۲^{cd}	۰/۰۱۳^{cd}
			P.F(۲)	۳/۹۸^{ab}	۱۲/۰۷^{g}	۰/۰۲۰$^{a-c}$
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	.	.	.
			T٤۰	.	.	.
			CHA0	۳/٥۰^{ab}	۱٦/٤۸$^{c-e}$	۰/۰۲۲^{ab}
			P.F(۲)	۱/٥۰^{bc}	۹/٥۱^{h}	۰/۰۲۲^{ab}
	شرایط سخت	پرایم نشده		۱/۷٥$^{a-c}$	۱۷/۱۷^{cd}	۰/۰۲٤^{a}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	۳/۷٥^{bc}	۱٥/۰٦$^{d-f}$	۰/۰۲۱^{ab}
			T٤۰	٤/۷٦^{ab}	۱۷/٦٥^{bc}	۰/۰۱٥$^{b-d}$
			CHA0	۱/۷٥$^{a-c}$	۲٦/۲۰^{a}	۰/۰۰۹^{d}
			P.F(۲)	۱^{bc}	۱٥/۹۰$^{c-e}$	۰/۰۱۰^{d}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	.	.	.
			T٤۰	.	.	.
			CHA0	۳/۲۱^{bc}	۹/۱۸^{hi}	۰/۰۰۸^{d}
			P.F(۲)	٤/۲٥^{ab}	۷/۳۳^{i}	۰/۰۰۸^{d}
۱۳۰ روز	شرایط ملایم	پرایم نشده		۰/۲٥^{c}	۱۷^{e}	۰/۰٥۸$^{b-d}$
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	۱^{bc}	۱۹/۷۹^{b}	۰/۰٦۳^{bc}
			T٤۰	۱/۷٥^{bc}	۱۹/۸۲^{b}	۰/۰٤۲$^{c-e}$
			CHA0	۱/٥^{bc}	۱۸/٥۸^{bc}	۰/۰۳۸^{de}
			P.F(۲)	۲/٥^{c}	۱٥/۸۳^{d}	۰/۰۷۱^{ab}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	.	.	.
			T٤۰	.	.	.
			CHA0	۰/٥^{cd}	۱۹/٦۰^{b}	۰/۰٥۹$^{b-d}$
			P.F(۲)	۰/۲٥^{c}	۱۸/٤۸^{bc}	۰/۰٥٤$^{b-d}$
	شرایط سخت	پرایم نشده		۰/٥^{c}	۲۰/۷۲^{ab}	۰/۰٦۳^{bc}
		تلقیح قبل از انبارداری	T۳٦	۰/٥^{c}	۱۹/۳۰^{b}	۰/۰۷٥^{a}
			T٤۰	۹/٥^{a}	۱٤/٤۳^{de}	۰/۰٥٥$^{b-d}$
			CHA0	۱/٥^{bc}	۱٦/٦٤^{cd}	۰/۰٤۳$^{c-e}$
			P.F(۲)	٤/۲٦^{b}	۲۲/٥٦^{a}	۰/۰۲٦^{ef}
		تلقیح بعد از انبارداری	T۳٦	.	.	.
			T٤۰	.	.	.
			CHA0	۰/٥^{cd}	۷/۳۸^{f}	۰/۰۳۳^{de}
			P.F(۲)	۱^{bc}	۷/٥۸^{f}	۰/۰٤۸$^{b-e}$

مقایسه میانگین‌ها با آزمون L.s.means انجام شده و در هر دوره انبارداری ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

روند معکوس تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز و محتوای MDA با افزایش طول دوره انبارداری و بیوپرایمیگ می‌تواند شاهدی بر این ادعا باشد. طهماسبی و همکاران (۱۳۹٤) گزارش کردند با افزایش فرایند زوال در بذرهای آفتابگردان، مقدار مالون‌دی‌آلدهید افزایش یافت.

نتیجه‌گیری:

بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کتان (رقم نورمن) نشان داد که در طی دوره انبارداری شاخص‌های جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای این گیاه دچار افت شده و به ترتیب پس از۵۳ و ۹۳ روز انبارداری در شرایط ملایم (دمای ۱۵ °C، محتوای رطوبت بذر ۱۷ درصد) و شرایط سخت(دمای ۳۵ °C، محتوای رطوبت بذر ۹ درصد) به صفر رسید. روند تغییرات شاخص‌های میزان نشت الکترولیت، محتوای قند محلول و محتوای مالون دی آلدهید با زمان انبارداری و سطح زوال افزایشی بود. تیمارهای بیوپرایمینگ با قارچ *Trichoderma harzianum* و باکتری *Pseudomonas fluorescens* توانستند حدود ٤۰ درصد اثرات منفی زوال بذر طی ۳۱ و ۵۳ روز انبارداری نامناسب را کاهش دهند. به طور کلی، میزان تأثیرگذاری سویه‌های T36 و T40 تریکودرما در حالت تلقیح قبل از انبارداری و سویه‌های CHA0 و P.F (2) سودوموناس در حالت تلقیح بعد از انبارداری بیشتر بود. نتایج کلی پژوهش حاضر نشان‌دهنده این موضوع است، که پرایمینگ بذرها با تیمارهای زیستی می‌تواند روشی برای کنترل سرعت فرایند زوال بذرها طی دوره انبارداری و بهبود اثرات آن پس از انبارداری باشد.

منابع:

ایران نژاد، ح. و حسینی مزینانی، م. (۱۳۸٤) بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه سه رقم کتان روغنی در ورامین، مجله علوم کشاورزی ۱۱: ۱۱۹-۱۱۱.

بلدی، س. (۱۳۹۳) بررسی طول عمر و ظرایب حیات بذرور دو رقم کتان روغنی (*Linum usitatissimum* L.) و یک رقم بالنگو (*Lallemantia royleana*) در شرایط انبارداری متفاوت و اثر پرایمینگ درترمیم زوال ناشی از آن. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یاسوج، ایران.

طهماسبی ، ب.، قاردی‌فر، ف. صادقی‌پور، ح. ر. و گالشی، س. (۱۳۹٤) تأثیر زوال تسریع‌شده بر پارامترهای جوانه‌زنی، اسیدهای چرب و هیدروکسیدهای لیپیدی بذرهای آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، مجله فرایند و کارکرد گیاهی ٤: ۸۳-۷٤.

عالیوند، ر.، توکل افشاری، ر. و شریف زاده، ف.(۱۳۹۲) بررسی روند جوانه‌زنی بذر کلزا، مجله علوم گیاهان زراعی ایران ٤٤: ۸۳-٦۹.

غلامی تیله بنی، ح.، بابائیان، م. موسوی نیک، س. م. و احمدیان، ا. (۱۳۸۹) بررسی رشد هتروتروفیک گیاهچه برنج و تغییرات غلت پرولین و قندهای محلول تحت سطوح فرسودگی بذر. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان (اصفهان).

محمدی، ه.، سلطانی، ا. و صادقی پور، ح. ر.(۱۳۸۷) تأثیر زوال بذر بررشد رویشی سویا، مجله علوم کشاورزی گرگان ۱۱۸:۱۵-۱۱۲.

Basra, S. M., Ahmad, N. Khaw, M. Iqbal, M. N. and Cheema, M. N. (2003) Assessment of cotton seed deterioration during accelerated aging. Seed Science and Technology 31: 531-540.

Basra, S. M., Ashraf, A. M. Iqbal, N. Khaliq, A. and Ahmad, R. (2004) Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cotton seed. Seed Science and Technology 32:765- 774.

Bernal- Lugo, I and Leopld, A.C. (1992) Changes in Soluble Carbohydrates during seed storage. Plant Physiology 98: 1207-1210.

Bernal, L., A. Camacho and Carballo, A. (2000) Effect of seed aging on the enzymic antioxidant system of maize cultivars. In: The Biology of Seeds (ed. Black, M., Bradford, K. J. and Vazqez-Ramos, J.) Pp. 157-160. CABI publishing, UK.

Hampton, J. G and Tekrony, D.M. (1995) Handbook of vigor test methods. (ed. Zurich: ISTA) Pp117.

Heath, R. L. and Packer, L. (1968) Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics 125:189-198.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

ISTA. (2010) International rules for seed testing. The International seed testing Association (ISTA).

Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. and Sanchesdiaze, M. (1992) Water stress induces changes in concentration of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa plant. Physiologial Plantarum 84: 55-60.

Kar, M. and Mishra, D. (1976) Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. Plant Physiology 57:315-319.

Krishnan, P., Nagarajan, S. and Moharir, A. V. (2003) Thermodynamic characterization of seed deterioration during storage under accelerated aging conditions. Biosystems Engineering 89: 425-433.

Lehner, A., Mamadou, N., Poels, P., Come,D., Bailly, C. and Corbineau, F.(2008) Changes in soluble carbohydrates, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in the embryo during ageing in wheat grains. Journal of Cereal Science 47:555-565.

Ma, Y., Prasad , M. N. V., Rajkumar, M. and Freitas, H. 2011 Plant growth promoting rhizobacteria and endophytes accelerate phytoremediation of metalliferous soils. Biotechnology Advances, 29: 248-258.

Pacome Noumavo A., Emeric, K., Yedeou Didagbe, O., Adolphe, Marcellin, A., Rachidatou, S., Emma Gachomo, W., Simeon Kotchoni, O. and Lamine, B. M (2013) ination and Seedling Development. American Journal of Plant Sciences 4: 1013-1021.

Priestley, D. A. (1986) Seed ageing. Cornell University Press, Ithaca, New York.

Reddy, P. P. (2013) Recent advances in crop protection. springer, Pp 259.

Reddy, Y. T. N and Khan, M. M. 2001 Effect of osmopriming on germination, seedling growth and vigour of khirni (*Mimusops hexandra*) seeds. Seed Research 29: 24-27.

Rudolph, N., Labuschagne, N. and Aveling, T.A.S. (2015) The effect of plant growth promoting rhizobacteria on seed germination and seedling growth of maize. Seed Science and Technolology 43: 1-12.

Siadat, A., Moosavi, S. A. M, Sharafi Zadeh, Fotouhi, F. and Zirezadeh, M. 2011 Effects of halo and phytohormone seed priming on germination and seedling growth of maize under different duration of accelerated ageing treatment. African Journal of Agricultural Research 6: 6453-6462.

Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S. and Latifi, N. (2001) Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran. Seed Science and Technology, 29:653-662.

Upadhyaya, A., Sankhla Davis, N. and Smith, B. N. (1985) Effect of paclobutrazol on the activities of some enzymes of activated oxygen metabolism and lipid peroxidation in senescing soybean leaves. Plant Physiology 121: 453-461.

Verma, S. K., Bjpai, G. C. Tewari, S. K. and Singh, J. 2005. Seedling index and yield as influenced by seed size in pigeon pea. Legume Research 28: 143-145.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2023-10-02]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.15.7]