

مقاله پژوهشی

## اثر پیش تیمارهای مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی و ناهنجاری‌های کروموزومی بذرهای فرسوده پیاز (*Allium cepa*)

فائقه جنگ‌جو<sup>۱</sup>، مهدی تاج بخش شیشوان<sup>۲\*</sup>

چکیده مبسوط

مقدمه: زوال بذر پدیده فیزیولوژیکی است که تمامی خصوصیات جوانه‌زنی، بیوشیمیایی، سیتولوژی و رشدی گیاهان را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. از این رو استفاده از روش‌های تقویت بنبه بذر در رفع این مشکلات ضروری است. از جمله این روش‌ها کاربرد روش پیش تیمار بذر یا پرایمینگ بذر در جهت کاهش آثار زوال می‌باشد. لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر پیش تیمارهای مختلف بذر با استفاده از نانو روی، اسید آسکوربیک، اسید هیومیک، جیبرلین و نیترات پتاسیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی و ناهنجاری‌های کروموزومی بذر فرسوده پیاز اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صدتایی در دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه صورت گرفت. فاکتور اول شامل فرسودگی با چهار سطح (شاهد، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت) و فاکتور دوم شامل پیش تیمار بذر با شش سطح (شاهد، نانو روی ۳۰ میلی‌گرم، اسید آسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم، اسید هیومیک ۱۵۰ میلی‌گرم، جیبرلین ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و نیترات پتاسیم ۰/۱ درصد) بودند. با توجه به این که جوانه‌زنی در سطوح مختلف فرسودگی یکسان نبود، جوانه‌زنی بذرهای فرسودگی سطح شاهد و ۱۲ ساعت پس از ۶ روز، در فرسودگی ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب پس از ۸ و ۹ روز ثابت گردید، لذا صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، گیاهچه طبیعی، متوسط زمان جوانه‌زنی، بنبه بذر پس از گذشت زمان‌های مذکور بررسی شد. ناهنجاری‌های کروموزومی نیز مورد آزمایش قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج این آزمایش نشان داد که برهمکنش فرسودگی و پیش تیمار بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی از جمله درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، گیاهچه طبیعی، متوسط زمان جوانه‌زنی و بنبه بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش دوره فرسودگی، تمام ویژگی‌های جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در سطوح ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت فرسودگی در اثر کاربرد نانو روی به ترتیب (۸۰، ۷۰ و ۵۰ درصد) و (۵/۳۵۰، ۳/۳۱۶ و ۱/۵۲۵ بذر در روز) به دست آمد. پیش تیمار نانو روی و جیبرلین بیش‌ترین بنبه بذر و گیاهچه طبیعی را به خود اختصاص دادند. بنبه گیاهچه در اثر استفاده از نانو روی و جیبرلین در سطوح فرسودگی ۱۲ ساعت (۱۱۳۳، ۹۳۳/۹)، ۲۴ ساعت (۷۴۲/۹، ۶۹۲) و ۴۸ ساعت (۳۶۹/۹، ۲۲۳/۳) افزایش چشمگیری داشت. ناهنجاری کروموزومی در اثر کاربرد پیش تیمار کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: در این تحقیق مؤثرترین پیش تیمار برای بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و کاهش ناهنجاری کروموزومی، جیبرلین ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و نانو روی ۳۰ میلی‌گرم بود؛ بنابراین می‌توان بیان کرد که استفاده از نانو روی و جیبرلین به عنوان پیش تیمار بذر می‌تواند آثار زوال را در بذر پیاز به شدت کاهش داده و مؤثر واقع گردد.

واژه‌های کلیدی: اسید آسکوربیک، پیری تسریع شده، جیبرلین، شاخص‌های جوانه‌زنی، نانو روی، ناهنجاری کروموزومی

جنبه‌های نوآوری:

- ۱- تیمار نانو روی و جیبرلین مؤثرترین پیش تیمار بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد بذر پیاز فرسوده بود.
- ۲- پیش تیمار درصد ناهنجاری‌های کروموزومی پیاز را کاهش داد و بیش‌ترین تأثیر با استفاده از نانو روی و جیبرلین به دست آمد.



## مقدمه

کروموزوم‌ها و تغییرات در اندازه هسته آن است (یوتی و مالیک<sup>۱۱</sup>، ۲۰۱۳). آسیب DNA می‌تواند به دلیل تخریب کنترل نشده آن پس از اکسیداسیون گسترده DNA باشد (اسلوفوگ<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۳). اختر<sup>۱۳</sup> و همکاران (۱۹۹۲) مشاهده کردند که کاهش میزان تقسیم سلولی منظم و افزایش میزان سلول‌های غیرطبیعی به پیری مرتبط است. چاندراشکار<sup>۱۴</sup> (۲۰۱۱) گزارش دادند که قابلیت حیات بذور در طول دوره انبارداری می‌تواند از طریق کاهش در مجموع کربوهیدرات‌ها و افزایش پراکسیداسیون لیپیدی تحت تأثیر قرار بگیرد.

پیش‌تیمار بذر روشی است که اجازه جذب آب به صورت کنترل شده به بذر قبل از کشت داده می‌شود که فعالیت‌های اولیه جوانه‌زنی مثل فعال شدن هورمون‌ها، آنزیم‌ها و محلول شدن مواد ذخیره شده در بذر شروع گردد، اما از خروج ریشه‌چه جلوگیری شود و سپس بذر خشک می‌گردد که تا زمان کاشت قابلیت نگهداری را دارا باشد (مک دونالد<sup>۱۵</sup>، ۲۰۰۰). از فواید این روش، خروج یکنواخت‌تر و سریع‌تر گیاهچه‌ها، پیشرفت بلوغ، دامنه دمایی وسیع‌تر برای جوانه‌زنی، بازسازی سلول‌های آسیب دیده، کاهش موانع رشد جنین، افزایش کمی و کیفی سنتز پروتئین‌ها، از بین رفتن خواب بذر، افزایش تحمل به تنش‌های محیطی هنگام کاشت و افزایش قدرت نمو و رشد گیاه است (قاسمی گل‌عزانی<sup>۱۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). در تحقیق سیادت<sup>۱۷</sup> و همکاران (۲۰۱۱) درباره بذر زوال یافته ذرت، پرایمینگ هورمونی بذرها با اسید جیبرلیک ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اثر مثبت بر جوانه‌زنی بذر موردنظر داشت و موجب بهبود خصوصیات جوانه‌زنی شد. خان<sup>۱۸</sup> و همکاران (۲۰۱۱)، گزارش کردند که استفاده از جیبرلین و کینتین باعث کاهش مدت زمان سبز شدن و جوانه‌زنی بذرها گندم می‌شود. هورمون پرایمینگ با سیتوکنین، اکسین و

پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) یکی از مهم‌ترین سبزیجات متعلق به تیره Alliaceae است. پیاز گیاهی تک‌لپه، دگرگرده‌افشان با تعداد کروموزوم ( $2n=2x=16$ ) از خانواده آلیاسه است (باست<sup>۱</sup>، ۱۹۸۶). بذرها پیاز معمولاً دارای کیفیت پایینی بوده در نتیجه جوانه‌زنی آن آهسته و غیریکنواخت صورت می‌گیرد. در شرایط تنش به خصوص بعد از کاشت در اوایل بهار تعداد گیاهچه‌های غیرطبیعی زیادی تولید می‌کنند (بروسکی و میشلک<sup>۲</sup>، ۲۰۰۶). پیری تسریع شده یک روش کارآمد برای ارزیابی بنیه بذر در گونه‌های مختلف است (ابرو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۳؛ اولسون<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰). پیری تسریع شده همچنین تغییرات بیوشیمیایی، سیتولوژیکی و فیزیولوژیکی را در بذرها تحت فرایند تخریب و زوال فراهم می‌کند (شیباتا<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). زوال پدیده‌ای فیزیولوژیکی است که پس از رسیدگی فیزیولوژیکی بذر و در دوره پس از برداشت در شرایط بالا بودن دما، رطوبت و فشار اکسیژن محیط نگهداری بذر به تدریج آغاز شده و موجب تخریب ساختار DNA و RNA ریپوزومی (راجو و دبوچون<sup>۶</sup>، ۲۰۰۸)، کاهش فعالیت آنزیمی، کاهش تنفس، تغییر در ساختار غشا سلولی و افزایش نشت متابولیت‌ها می‌شود که باعث کاهش قوه نامیه، بنیه بذر و گیاهچه (تیلبنی و گلپایگانی<sup>۷</sup>، ۲۰۱۱)، جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد گیاهچه (دفیگوردو<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۳)، افزایش حساسیت به تنش‌های محیطی (سالووچی و برندر<sup>۹</sup>، ۲۰۰۴) و در نهایت سبب کاهش عملکرد محصول می‌شود (همپتون<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۳).

یکی دیگر از تغییرات مرتبط با پیری بذر، ناهنجاری کروموزوم‌ها است و گاهی این ناهنجاری به اثرات جهش مربوط می‌شود. برخی تغییرات کروموزوم در بذرها شامل تکه تکه شدن، تشکیل پل، امتزاج، تشکیل حلقه از

<sup>1</sup> Bassett

<sup>2</sup> Borowski and Michalek

<sup>3</sup> Abreu

<sup>4</sup> Ohlson

<sup>5</sup> Shibata

<sup>6</sup> Rajjou and Debeaujon

<sup>7</sup> Tilebeni and Golpayegani

<sup>8</sup> Defigueiredo

<sup>9</sup> Salvucci and Crafts-Brander

<sup>10</sup> Hampton

<sup>11</sup> Yoti and Malik

<sup>12</sup> Slupphaug

<sup>13</sup> Akhter

<sup>14</sup> Chandrashekar

<sup>15</sup> McDonald

<sup>16</sup> Ghasemi-Golazani

<sup>17</sup> Siadat

<sup>18</sup> Khan

سلسیوس منتقل و پس از گذشت زمان‌های لازم (۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت) بذرها از دسیکاتورها خارج شدند (فرهادی<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). به منظور کاهش رطوبت مازاد بذرها در هوای آزاد به مدت ۱۸ ساعت خشک گردیدند. پس از آن بذرها به مدت دو دقیقه با هیپوکلریت سدیم ۵٪ ضدعفونی و با آب مقطر طی چند مرحله آبشویی شدند. تیمار شاهد شامل سطح عدم فرسودگی و عدم پرایمینگ بود. برای پرایم کردن، بذور از هر سطح فرسودگی در پیش‌تیمارهای (جیبرلین ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسید هیومیک ۱۵۰ میلی‌گرم، اسید آسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم، نانو روی ۳۰ میلی‌گرم و نیترات پتاسیم ۰/۱ درصد در لیتر) قرار گرفتند. پس از اعمال پیش‌تیمارهای مذکور، بذرها از محلول‌ها خارج و آبشویی شدند و در هوای آزاد در شرایط سایه به مدت ۱۸ ساعت خشک گردیدند.

#### آزمون جوانه‌زنی استاندارد

برای انجام آزمون جوانه‌زنی استاندارد از هر سطح تیماری، سه تکرار صدتایی بذر پیاز جدا شد و در پتری‌هایی با قطر ۹ سانتی‌متر به صورت روی کاغذ قرار گرفتند. از آب مقطر برای تأمین رطوبت مورد نیاز برای جوانه‌زنی بذرها استفاده شد. ظروف پتری به ژرمیناتور با دمای  $25 \pm 1$  درجه سلسیوس منتقل شدند. شمارش بذرها در طول مطالعه به صورت روزانه انجام گرفت. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به میزان دو میلی‌متر بود (ایستا<sup>۶</sup>، ۲۰۰۷). در پایان آزمون جوانه‌زنی، تعداد جوانه‌های غیرطبیعی شمارش شد. درصد جوانه‌زنی نهایی (GP)، درصد جوانه‌های طبیعی (NS)، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی (MGT)، سرعت جوانه‌زنی (GR) و بنیه بذر (SVI) محاسبه گردید. سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۱ به دست آمد (مگوایر<sup>۷</sup>، ۱۹۶۲):

$$GR = \sum \frac{ni}{Ti}$$

که در آن  $ni$ : تعداد بذر جوانه‌زده در روز  $i$  ام،  $Ti$ :

تعداد روز تا شمارش  $i$  ام می باشد.

جیبرلین در غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی بروموس زوال یافته سبب افزایش صفات مختلف جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گردید (عیسوند<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). روش پرایمینگ اجازه رونویسی زود هنگام DNA، افزایش RNA و پروتئین سنتاز را به بذر داده و رشد رویان را ارتقاء می‌بخشد. علاوه بر این، بخش‌های آسیب دیده بذرها را ترمیم و ترشحات متابولیت‌ها را کاهش می‌دهد که می‌تواند بر میزان و یکنواختی جوانه‌زنی بذرها و ظهور گیاهچه‌ها اثر مثبت گذاشته و باعث بهبود آن شود (امیدی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۵).

علت تسریع جوانه‌زنی در بذرها پرایم شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده مثل آلفا-آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی، در قالب افزایش میزان ATP، افزایش سنتز RNA و DNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری‌ها باشد (افضل<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). کاهش معنی‌دار گیاهچه‌های غیرطبیعی در بذرها پرایم شده از نتایج مهم افزایش واکنش‌های ترمیمی می‌باشد. رفع صدمات وارد شده به اسیدهای نوکلئیک و DNA در اثر وقوع واکنش‌های فوق در این زمینه بیشترین اثر را دارند (انصاری و شریف‌زاده<sup>۴</sup>، ۲۰۱۲). تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر پرایمینگ بر جوانه‌زنی و رشد بذر زوال‌یافته پیاز تحت آزمون پیری تسریع شده انجام گرفت.

#### مواد و روش‌ها

این مطالعه در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار صد عددی بذر پیاز به اجرا درآمد. فاکتورهای اعمال شده فرسودگی با چهار سطح (۰، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت) و پیش‌تیمارهای مختلف (شاهد، جیبرلین، نانو روی، اسید آسکوربیک، نیترات پتاسیم) بودند. برای انجام پیری تسریع شده، بذرها در دسیکاتورهای حاوی آب مقطر با رطوبت نسبی ۱۰۰٪ قرار گرفتند و به آن با دمای  $45 \pm 1$  درجه

<sup>1</sup>Eisvand

<sup>2</sup>Omidi

<sup>3</sup>Afzal

<sup>4</sup>Ansari and Sharifzadeh

<sup>5</sup> Farhadi

<sup>6</sup> ISTA

<sup>7</sup> Maguire

۱۰۰ مشاهده و بر اساس درصد بیان شد (با کمی تغییر از گورا و سوزا<sup>۶</sup>، ۲۰۰۲). این آزمون به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی (CRD) انجام شد. تجزیه آماری با استفاده از MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۱ صورت گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان داد که اثر ساده پرایمینگ و فرسودگی و همچنین برهمکنش پرایمینگ در زوال بذر روی صفت‌های درصد جوانه‌زنی، گیاهچه‌های نرمال، سرعت جوانه‌زنی، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد.

### درصد جوانه‌زنی

همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد کاربرد نانو روی و جیبرلین باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شدند که اثر نانو روی بیش‌تر از جیبرلین بود. اسید آسکوربیک نیز در مقایسه با شاهد درصد جوانه‌زنی را افزایش داد ولی در یک گروه آماری با شاهد قرار گرفت. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۹۰/۶۷ درصد) در اثر استفاده از نانو روی در سطح عدم فرسودگی مشاهده شد. در فرسودگی ۱۲ ساعت نانو روی و جیبرلین درصد جوانه‌زنی را به ترتیب ۸۰ و ۷۴ درصد در مقایسه با شاهد همان سطح (۷۱ درصد) افزایش دادند. در فرسودگی ۲۴ و ۴۸ ساعت نیز تیمار نانو روی و جیبرلین به ترتیب با ۷۰ و ۶۹ درصد و ۵۰ و ۴۵ درصد در مقایسه با شاهد هم‌سطح خود افزایش دادند. براساس نتایج به دست آمده پرایمینگ توانست درصد جوانه‌زنی بذر پیاز را بهبود بخشد که در این میان نانو روی و جیبرلین بیش‌ترین اثر داشتند. علت کاهش درصد جوانه‌زنی می‌تواند به اثر فرسودگی بر غشاء و از بین رفت نفوذپذیری غشا و افزایش تنفس بذر و هدر رفت انرژی اولیه برای جوانه‌زنی مربوط باشد. فدا<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۸)، بیان کردند که درصد جوانه‌زنی

شاخص بنیه گیاهچه با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (عبدل باکی و آندرسون<sup>۱</sup>، ۱۹۷۰).  
رابطه ۲:  
طول گیاهچه × درصد نهایی جوانه‌زنی = شاخص بنیه گیاهچه  
برای محاسبه متوسط زمان جوانه‌زنی از رابطه ۳ استفاده شد (الیس و رابرتز<sup>۲</sup>، ۱۹۸۱).  
رابطه ۳:

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

D: تعداد روزهای شمارش شده از اولین جوانه‌زنی، n: تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز D

### درصد ناهنجاری کروموزومی

به منظور بررسی درصد ناهنجاری کروموزومی در بذر زوال یافته پیاز، از هر تیمار ۲۵ بذر انتخاب و آزمون جوانه‌زنی استاندارد روی آن‌ها انجام شد. از نوک ریشه‌چه ۳-۴ میلی‌متر توسط اسکالپل جدا گردید. برای مشخص کردن ناهنجاری کروموزومی سه مرحله تثبیت<sup>۳</sup>، آگیری<sup>۴</sup> و رنگ‌آمیزی<sup>۵</sup> وجود دارد. برای تثبیت، از ریشه‌های جدا شده در محلول استوالکل (اسید استیک: اتانول به نسبت ۳:۱) به مدت ۲۴ ساعت استفاده شد. پس از آن ریشه‌ها به مدت یک شب در اتانول ۷۰٪ با هدف آگیری نگه‌داری شدند. در پایان نمونه ریشه‌ها برای رنگ‌آمیزی آماده هستند. برای رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها، نمونه‌های ریشه تهیه شده به مدت ۴۸ ساعت در داخل محلول استو اورسئین در شرایط تاریکی قرار گرفتند. در پایان ۰/۵ میلی‌متر از انتهای ریشه‌های رنگ‌گرفته توسط اسکالپل جدا و روی لام قرار گرفته و یک قطره استیک اسید ۴۵٪ روی آن‌ها ریخته شد. بلافاصله لام روی نمونه گذاشته و عمل اسکوواش انجام شد تا نمونه ریشه به صورت یک لکه صورتی رنگ درآید. تعداد ناهنجاری‌های کروموزومی در ۱۰۰ سلول آنافاز به وسیله میکروسکوپ با بزرگنمایی

<sup>1</sup> Abdel-Baki and Anderson

<sup>2</sup> Ellis and Roberts

<sup>3</sup> Fixation

<sup>4</sup> Dehydration

<sup>5</sup> Staining

<sup>6</sup> Guerra and Souza

<sup>7</sup> Feda

بروز تنش اکسیداتیو نیاز به زمان دارند و تعمیر این خسارات فقط پس از جذب آب توسط بذر امکان پذیر است. بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل فرآیندهای جوانه‌زنی در بذره‌های پیر شده افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش شاخص جوانه‌زنی است (بایلی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۰).

### گیاهچه‌های طبیعی

گیاهچه‌های طبیعی گیاهچه‌هایی هستند که در صورت کشت بذرها در شرایط مطلوب (رطوبت، دما و نور) با احتمال بالایی بتوانند گیاهچه‌های کامل و قوی ایجاد کنند و گیاهچه‌های غیرعادی گیاهچه‌هایی را شامل می‌شوند که حتی در شرایط مناسب توانایی تبدیل شدن به گیاهچه کامل در مزرعه را ندارند. مقایسه میانگین‌های برهمکنش فرسودگی و پرایمینگ نشان داد که تیمارهای پیش از کاشت باعث افزایش درصد گیاهچه‌های طبیعی شد. با افزایش سطوح فرسودگی از میزان گیاهچه‌های طبیعی کاسته شد به گونه‌ای که بیش‌ترین درصد گیاهچه طبیعی در سطح عدم فرسودگی (۰٪) و کم‌ترین آن در سطح فرسودگی ۴۸ ساعت (۲۰٪) مشاهده شد. اعمال پرایمینگ باعث بهبود این صفت گردید. نانو روی، جیبرلین و اسید آسکوربیک تأثیر مثبتی بر درصد گیاهچه‌های طبیعی در کلیه سطوح فرسودگی و عدم فرسودگی داشت اما با کاربرد نانو روی و جیبرلین در مقایسه با اسید آسکوربیک تعداد گیاهچه طبیعی بیشتری حاصل شد، شکل (۳). شکاری<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۵) با کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد روی بذره‌های فرسوده گندم گزارش کردند که جیبرلین (GA<sub>3</sub>) درصد جوانه‌زنی و تعداد گیاهچه‌های طبیعی را در مقایسه با اسید سالسیلیک و پاکلوبوترازول افزایش داد.

### متوسط زمان جوانه‌زنی

مقایسه متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی نشان داد، با افزایش مدت زمان زوال میانگین مدت زمان جوانه‌زنی افزایش یافت. استفاده از تیمارهای پیش از کاشت روی

بذر با افزایش مدت زمان پیری به تدریج کاهش پیدا می‌کند. به گونه‌ای که درصد جوانه‌زنی در گونه (Arka) *Arka* (kirthiman) از ۹۹ به ۴۵ درصد و در گونه (Arka) *Kalyan* از ۹۸ به ۴۴ درصد رسید. استرادا-اوربینا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که بذره‌های پوشش‌دار شده با نانو ذرات اکسید روی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذره‌های فرسوده ذرت از ۶۸ به ۹۰ درصد شد. یکی از دلایل افزایش درصد جوانه‌زنی بذر تیمار شده، افزایش سوخت و ساز نشاسته و انتقال آن به جنین می‌باشد (افضل و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به اینکه جوانه‌زنی در سه مرحله انجام می‌گیرد، این احتمال می‌رود پرایمینگ بذر با سرعت بخشیدن به فاز دوم (فاز تأخیری) جوانه‌زنی فرصت بیش‌تری را در اختیار بذر قرار می‌دهد که مراحل پیش جوانه‌زنی مثل بازسازی و سنتز نوکلئیک اسید، پروتئین‌ها و غشای سلولی را به اتمام برساند (انصاری و همکاران، ۲۰۱۲).

### سرعت جوانه‌زنی

فرسودگی بذر سرعت جوانه‌زنی بذر را کاهش داد و در مقابل کاربرد هورموپرایمینگ باعث افزایش این صفت گردید. بیش‌ترین افزایش سرعت جوانه‌زنی در سطح عدم فرسودگی با استفاده از اسید آسکوربیک، نانو روی، نیترات پتاسیم و جیبرلین به دست آمد و کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر فرسودگی ۴۸ ساعت مشاهده گردید. شکل ۲ نشان می‌دهد که نانو روی، جیبرلین و اسید آسکوربیک با بیش‌ترین تأثیر سرعت جوانه‌زنی را در فرسودگی ۱۲ ساعت به ترتیب به میزان ۳/۴۲۷ و ۳/۵۳۹، ۳/۴۲۷ و ۳/۴۲۷ بذر در روز در فرسودگی ۲۴ ساعت به ترتیب به میزان ۳/۳۱۶، ۳/۴۶۴ و ۳/۱۰۷ day<sup>-1</sup> و در فرسودگی ۴۸ ساعت به ترتیب به میزان ۱/۵۲۵، ۱/۲۴ و ۱/۱۸۴ بذر در روز در مقایسه با شاهد سطح خود افزایش دادند. علت کاهش سرعت جوانه‌زنی، احتمالاً به دلیل وقفه‌ای است که در شروع فرآیند در بذره‌های پیر شده ایجاد می‌شود. علت وقفه ایجاد شده احتمالاً این است که بذرها برای تعمیر خسارت‌های وارد شده به غشا و دیگر قسمت‌های سلول و هم چنین آغاز مجدد فعالیت سیستم آنتی اکسیداتیو و جلوگیری از

<sup>2</sup> Bailly

<sup>3</sup> Shekari

<sup>1</sup> Estrada-Urbina

تیل<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). بذرها در زمان رسیدگی فیزیولوژیک دارای بالاترین میزان بنیه بذر هستند و نگه‌داری طولانی مدت آنها در شرایط طبیعی منجر به کاهش تدریجی بنیه آنها می‌شود (گل و شارون<sup>۶</sup>، ۲۰۰۳).

در مورد علت کاهش بنیه گیاهچه در طی انبارداری و پیری تسریع شده دلایل مختلفی عنوان شده که مهم‌ترین آن‌ها افزایش پراکسیداسیون چربی بر اثر حمله رادیکال‌های آزاد است که باعث برهم خوردن ساختار غشاهای سلولی می‌شوند (بایلی و همکاران، ۲۰۰۴). می‌توان چنین بیان کرد که زوال بذر بیش‌تر روی بنیه بذر اثر معنی‌دار دارد و ممکن است بذر درصد جوانه‌زنی مطلوبی داشته باشد، ولی از بنیه ضعیفی برخوردار باشد که پس از قرار گرفتن در شرایط مزرعه ممکن است از استقرار گیاهچه مناسبی برخوردار نبوده و سبب سبزی نامطلوب مزرعه گردد.

بذرهای زوال یافته و سالم (غیرفسوده) بر متوسط زمان جوانه‌زنی مثبت بود به گونه‌ای که کم‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی در بذرهای سالم که پرایم شده‌اند مشاهده گردید (شکل ۴). این نتایج با یافته‌های تحقیقات آزادی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۳) و الیس و رابرتز (۱۹۸۱) در بذرهای سورگوم و بذرهای ارتودوکس مطابقت داشت. همپتون و تکرونی<sup>۲</sup> (۱۹۹۵) کاهش میانگین جوانه‌زنی بذر پیر شده را ناشی از تغییرات در فیزیولوژی سلولی بذر دانسته‌اند. کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی منجر به کوتاه شدن فاز تأخیری در طول فرآیند پرایمینگ می‌شود (خان و همکاران، ۲۰۰۹). پرایمینگ باعث کاهش  $T_{50}$  جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی گردید و بهبود انرژی جوانه‌زنی، جوانه‌زنی نهایی، سبزی مزرعه و عملکرد بذر می‌شود. علاوه بر آن اثر مطلوب پرایمینگ بذر به سنتز پروتئین، ترمیم غشا (نشت پایین یون) و بستر جوانه‌زنی (افزایش محتوای قند) برای گیاهچه و محصول دهی زودتر است (لامیچانی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۸).

### بنیه گیاهچه

در بررسی برهمکنش پیش‌تیمار در فرسودگی، تمام پیش‌تیمارها به جز نیترات‌پتاسیم سبب افزایش شاخص بنیه گیاهچه شد. در ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت فرسودگی، بهترین تیمار نانو روی (۱۱۳۳، ۷۴۲/۹ و ۳۶۹/۹) و جیبرلین (۹۳۳/۹، ۶۹۲ و ۳۲۳/۳) در مقایسه با بذرهای بدون پرایم همان سطح (۶۵۷، ۴۷۵ و ۱۹۱/۶) بود (شکل ۵). استرادا-اوربینا و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که بنیه گیاهچه در اثر پوشش‌دار کردن بذرهای ذرت افزایش یافت به طوری که بیش‌ترین طول ریشه و ساقه عبارتی بیش‌ترین طول گیاهچه در بذرهای فرسوده پوشش‌دار شده با ZnO (NP<sub>s</sub>) در مقایسه با بذرهای فرسوده بدون پوشش<sup>۴</sup> به دست آمد. علت این امر می‌تواند به فعالیت روی به عنوان یک پیش‌ماده جهت تولید اکسین که گروهی از تنظیم‌کننده‌های رشد است، افزایش طول گیاهچه و تقسیم سلولی را سبب شود

<sup>1</sup> Azadi

<sup>2</sup> Hampton and Tekrony

<sup>3</sup> Lamichaney

<sup>4</sup> Uncoated

<sup>5</sup> Teale

<sup>6</sup> Goel and Sheoran

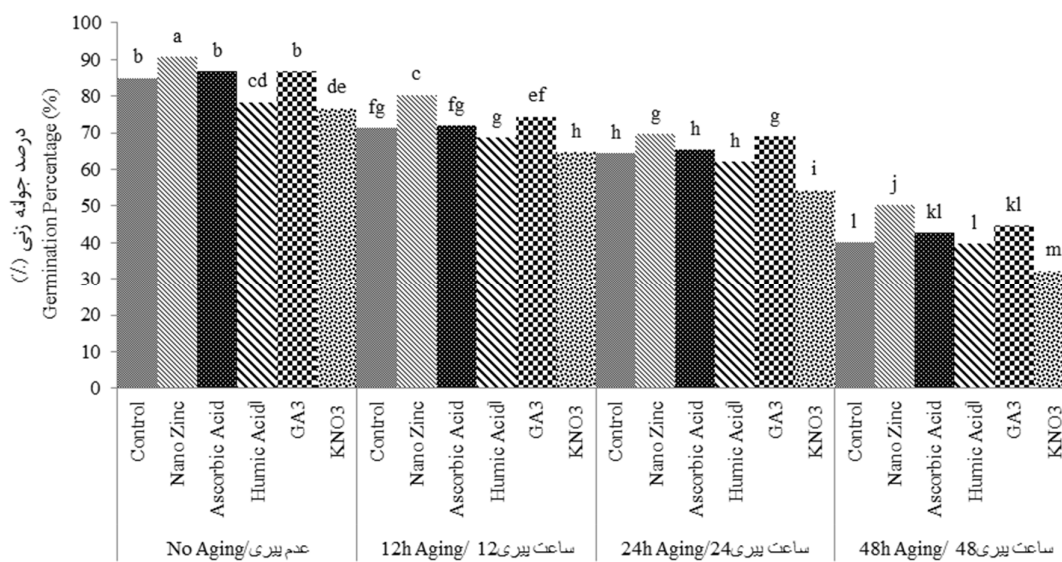
جدول ۱. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر پیش تیمارهای مختلف و فرسودگی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر پیاز

**Table 1.** Mean square obtained from the analysis of variance for the effect of different seed treatments and aging on germination indices of onion seeds (*Allium cepa* L.)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (GP)	گیاهچه طبیعی Normal seedling (NS)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (GR)	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time (MGT)	بنیه گیاهچه Seedling vigor index (SVI)
فرسودگی Aging (A)	3	5733.829**	7153.495**	42.163**	6.032**	496310.059**
تیمار Treatment (B)	5	353.681**	557.614**	3.596**	0.401**	343866.609**
برهمکنش A×B	15	6.318**	11.784**	0.698**	0.078**	18392.043**
خطا Error	48	2.181	4.625	0.038	0.008	1658.980
ضریب تغییرات (درصد) CV%	-	2.26	4.05	6.43	2.93	5.28

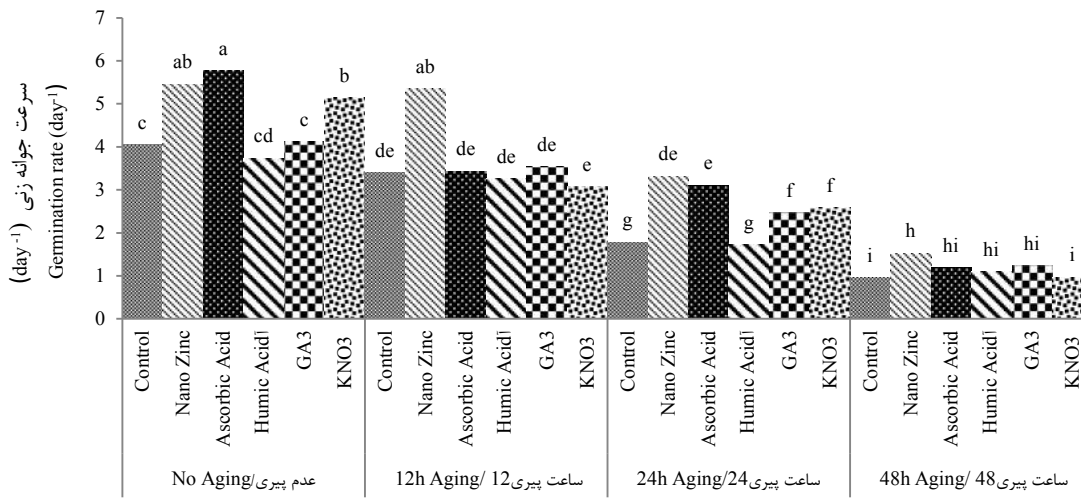
\* و \*\* به ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار

\* and \*\* significant at 5% and 1% probability levels respectively



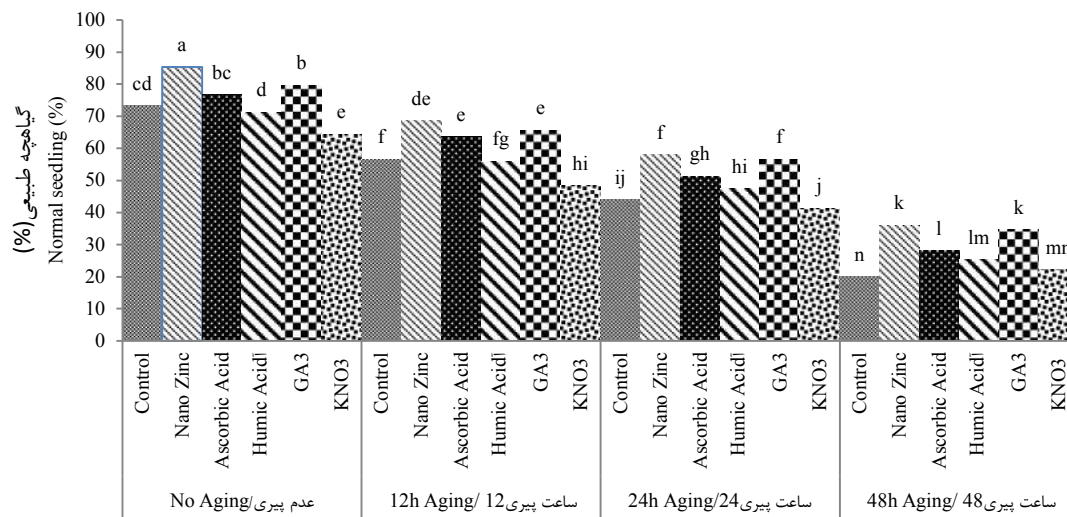
شکل ۱. مقایسه میانگین برهمکنش فرسودگی و پرایمینگ برای درصد جوانه‌زنی بذر پیاز. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

**Fig. 1.** Mean comparison of interaction of aging and priming for germination percentage of onion seed. Means with the same letters have no statistically significant differences based on the Duncan's Multiple Range test at 0.05 level of probability.



شکل ۲. مقایسه میانگین برهمکنش فرسودگی و پرایمینگ برای سرعت جوانه‌زنی بذر پیاز. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

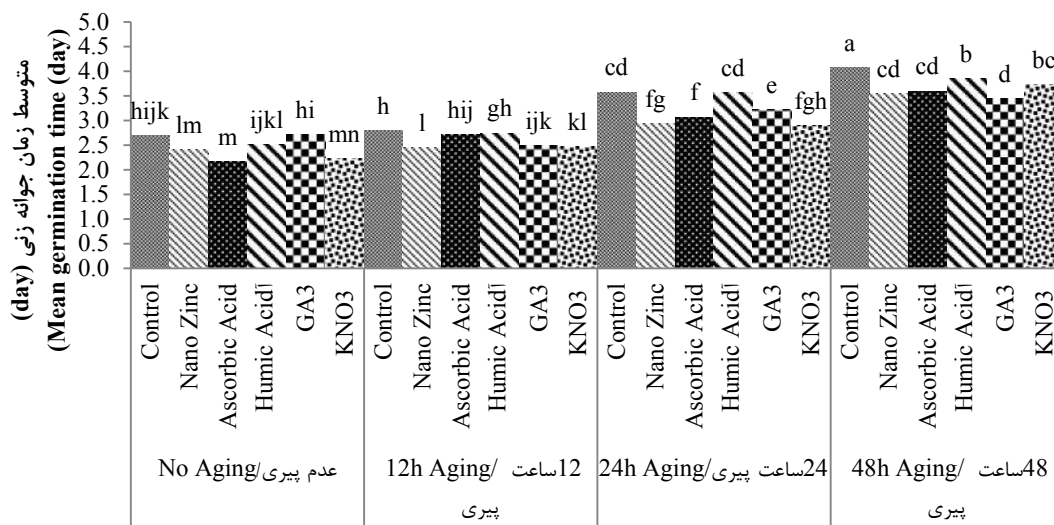
**Fig. 2.** Mean comparison of interaction of aging and priming for germination speed of onion seed. Means with the same letters have no statistically significant differences based on the Duncan's Multiple Range test at 0.05 level of probability.



شکل ۳. مقایسه میانگین برهمکنش فرسودگی و پرایمینگ برای گیاهچه‌های طبیعی بذر پیاز. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

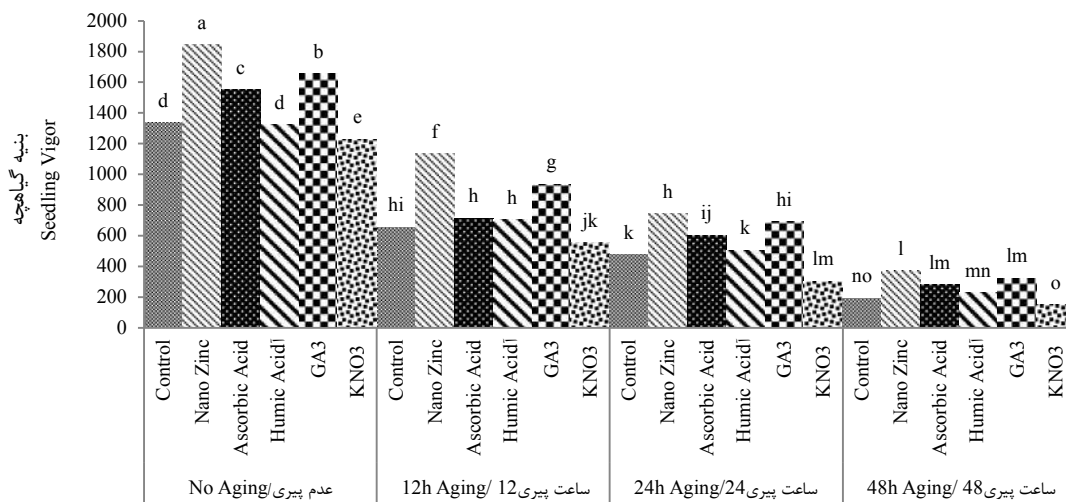
**Fig. 3.** Mean comparison of interaction of aging and priming for normal seedling of onion seed. Means with the same letters have no statistically significant differences based on the Duncan's Multiple Range test at 0.05 level of probability.





شکل ۴. مقایسه میانگین برهمکنش فرسودگی و پرایمینگ برای متوسط زمان جوانه‌زنی بذر پیاز. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

Fig. 4. Mean comparison of interaction of aging and priming for mean germination time of onion seed. Means with the same letters have no statistically significant differences based on the Duncan's Multiple Range test at 0.05 level of probability.



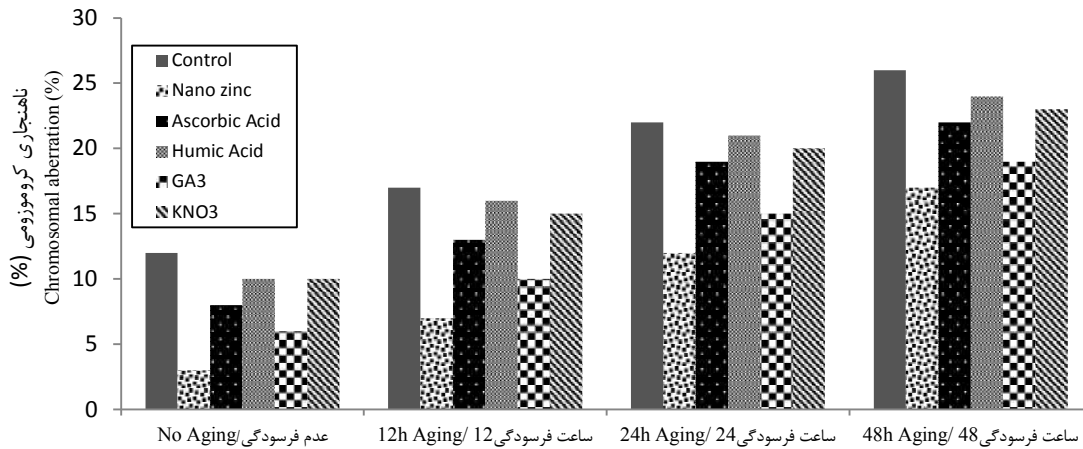
شکل ۵. مقایسه میانگین برهمکنش فرسودگی و پرایمینگ برای بنیه گیاهچه بذر پیاز. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

Fig. 5. Mean comparison of interaction of aging and priming for seedling vigor of onion seed. Means with the same letters have no statistically significant differences based on the Duncan's Multiple Range test at 0.05 level of probability.

### ناهنجاری کروموزومی

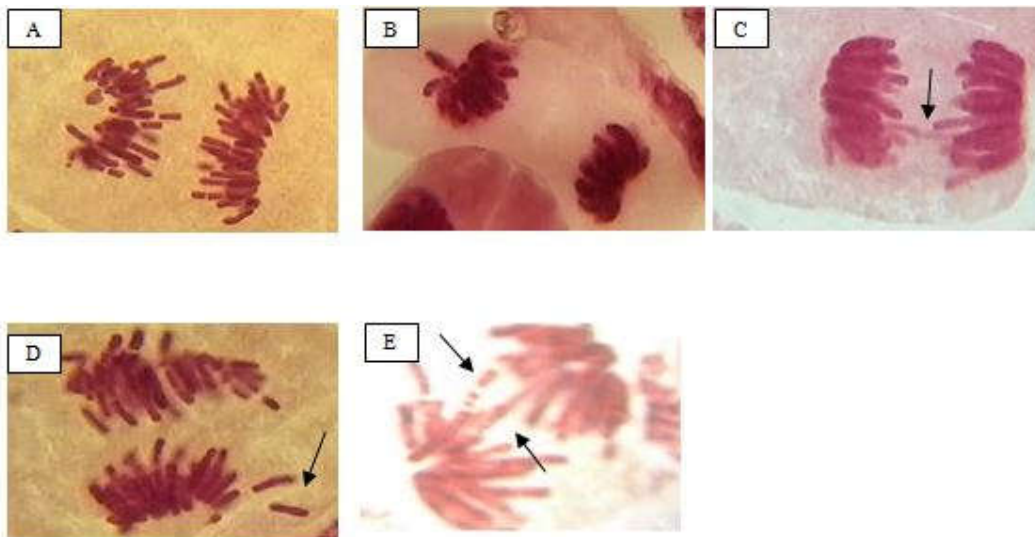
سطوح فرسودگی کم‌ترین درصد ناهنجاری کروموزومی در عدم فرسودگی (۱۲ درصد) بود که با افزایش مدت زوال تا ۴۸ ساعت به (۲۶ درصد) رسید. تیمار نانو روی، جیبرلین و اسید آسکوربیک بیش‌ترین اثر را داشتند به

ناهنجاری و آسیب‌های کروموزومی با افزایش مدت زمان فرسودگی افزایش یافت. در مقابل پرایمینگ سبب بهبود و کاهش ناهنجاری‌های کروموزومی شد. در



شکل ۶. میانگین برهمکنش فرسودگی و پرایمینگ بر ناهنجاری کروموزومی بذر پیاز

Fig. 6. Mean of interaction of aging and priming on chromosomal aberration of onion seed



شکل ۷. A, B) Normal anaphase C) Single bridge D) Double fragment E) Double bridge

Fig.7. A, B) Normal anaphase C) Single bridge D) Double fragment E) Double bridge

مصنوعی نیز تحت تأثیر قرار گرفتند. با افزایش مدت زوال، کاهش تقسیم سلولی مشاهده شد. ناهنجاری‌های کروموزومی در سلول‌های میتوزی بذرهای زوال یافته به وسیله ایجاد میکرونوکلئ (ریزه‌ستک)، شکستگی کروموزوم و پل‌ها شناسایی می‌شوند. کاهش درصد جوانه‌زنی با ناهنجاری‌های کروموزومی که در شرایط انبارداری طولانی مدت اتفاق می‌افتد مرتبط است. کاهش درصد جوانه‌زنی بذرهای پیر شده می‌تواند به

نحوی که در عدم فرسودگی به ترتیب ۳، ۶ و ۸ درصد، در فرسودگی ۱۲ ساعت ۷، ۱۰ و ۱۳ درصد، در فرسودگی ۲۴ ساعت ۱۲، ۱۵ و ۱۹ درصد و ۴۸ ساعت فرسودگی ۱۷، ۱۹ و ۲۲ درصد باعث کاهش ناهنجاری کروموزومی شدند (شکل‌های ۶ و ۷).

طبق نتایج منزس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۴) شاخص بنیه و شاخص میتوزی در اثر فرآیند تخریب ناشی از پیری

<sup>1</sup> Menezes

شکستگی کروماتیدها و پل‌های کروموزومی مشاهده گردید (شکل‌های ۶ و ۷).

#### نتیجه‌گیری

از بین پیش‌تیمارهای مختلف مورد استفاده در آزمایش، نانو روی، جیبرلین، اسید آسکوربیک و اسید هیومیک باعث افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و فیزیولوژیک گیاهچه پیاز شدند. استفاده از پیش تیمار توانست آثار مخرب زوال بذر را تعدیل و تا حدودی بهبود بخشد. در مقابل پرایمینگ موجب بهبود کارایی بذر در شرایط تنش‌زا و غیرتنش گردید.

علت کاهش فعالیت آلفا آمیلاز و محتویات کربوهیدرات باشد (بایلی و همکاران، ۲۰۰۴). در شرایط تنش DNA دچار ناهنجاری‌های کروموزومی می‌گردد. بنابراین تغییرات ساختاری در ساختمان نوکلئوتیدهای DNA اتفاق می‌افتد. نوکلئوتیدها در این شرایط رفتار غیرعادی از خود نشان می‌دهند و جهت بقای خود ممکن است موجب تغییرات ژنتیکی در گیاه شود. بنابراین تغییر در کیفیت و کمیت پروتئین ایجاد می‌گردد.

با افزایش مدت زمان زوال، شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و فیزیولوژیکی گیاهچه پیاز کاهش قابل توجهی پیدا کرد. با افزایش زمان زوال، درصد ناهنجاری‌های کروموزومی در مرحله آنافاز افزایش یافت. نمونه‌هایی از ناهنجاری‌های یک پلی، دو پلی، چند پلی و جمع شدگی کروموزوم‌ها، شکستگی کروماتیدها و ترکیبی از

#### منابع

- Abdel-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1970. Viability and leaching sugars from germinating barley. *Crop Sciences*, 10(1): 31-34. <https://doi.org/10.2135/cropsci1970.0011183X001000010012x>
- Abreu, L.A.S., Carvalho, M.L., Pinto, C.A.G., Kataoka, V.Y. and Silva, T.T.A. 2013. Deterioration of sunflower seeds during storage. *Journal of Seed Science*, 35(2): 240-247. <https://doi.org/10.1590/S2317-15372013000200015>
- Afzal, A., Aslam, N., Mahmood, F., Hameed, A., Irfan, S. and ahmad, G. 2004. Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. *Caderno de Pesquisa Biology*, 16(1): 19-34.
- Afzal, I., Mukhtar, K., Qasim, M., Basra, S.M.A., Shahid, M. and Haq, Z. 2012. Magnetic stimulation of marigold seed. *International Agrophysics*, 26(4): 335-339. <https://doi.org/10.2478/v10247-012-0047-1>
- Akhter, F.N., Kabir, G., Mannan, M.A. and Shaheen, N.N. 1992. Aging effect of wheat and barley seeds upon germination mitotic index and chromosomal damage. *Journal of Islamic Academy of Sciences*, 5: 44-48.
- Ansari, O. and Sharif-Zadeh, F. 2012. Osmo and hydropriming improvement germination characteristics and enzyme activity of mountain Rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 8(4): 253-261.
- Ansari, O., Chogazardi, H.R., Sharifzadeh, F. and Nazarli, H. 2012. Seed reseve utilization and seedling growth of treted seeds of mountain rye as affected by drought stress. *Cercetari Agronomic in Moldova*, 2(150): 43-48. <https://doi.org/10.2478/v10298-012-0013-x>
- Azadi, M.S., Tabatabaei, S.A., Younesi, E., Rostami, M.R. and Mombeni, M. 2013. Hormone priming improves germination characteristics and enzyme activity of sorghum seeds (*Sorghum bicolor* L.) under accelerated aging. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 46(3): 49-56. <https://doi.org/10.2478/v10298-012-0092-8>
- 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(1): 35-42. <https://doi.org/10.1017/S0960258500000040>

- Bassett, M.J. 1986. *Breeding Vegetable Crops*. AVI Publishing Co, USA. 584p.
- Borowski, E. and Michalek, S. 2006. The effect of seed conditioning on the emergence and early growth of onion and carrot seedlings. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio EEE Horticultura (Poland)*, 16: 119-129.
- Chandrashekar, K.R. 2011. Biochemical changes during the storage of seeds of *Hopea ponga* (Dennst.) mabblerly; An endemic species of western Ghats. *Research Journal of Seed Science*, 4(2): 106-116. <https://doi.org/10.3923/RJSS.2011.106.116>
- Defigueiredo, E., Albuquerque, M.C. and Decarvalho, N.M. 2003. Effect of type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annuus* L.) soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seed with different levels of vigor. *Seed Science and Technology*, 31(2): 465-479. <https://doi.org/10.15258/sst.2003.31.2.23>
- Eisvand, H.R., Tavakkol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Maddah Arefi, H. and Hesamzadeh Hejazi, S.M. 2010. Effects of hormonal priming and drought stress on activity and isozyme profiles of antioxidant enzymes in deteriorated seed of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum* Host). *Seed Science and Technology*, 38(2): 280-297. <https://doi.org/10.15258/sst.2010.38.2.02>
- Ellis, R.A. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9(2): 373-409.
- Estrada-Urbina, J., Cruz-Alonso, A., Santander-Gonzalez, M., Mendez-Albores, A. and Vazquez-Duran, A. 2018. Nanoscale zinc oxide particles for improving the physiological and sanitary quality of a Mexican landrace of red maize. *Nanomaterials*, 8(4): 1-12. <https://doi.org/10.3390/nano8040247>
- Farhadi, R., Rahmani, M.R., Salehi-Balashahri, M. and Sadeghi, M. 2012. The effect of artificial ageing on germination component and seedling growth of Basil (*Ocimum basilicum* L.) seeds. *Journal of Agriculture and Food Technology*, 2(4): 69-72.
- Feda, N., Paramesh, Rafi, B. and Ahmad, A. 2018. Influence of accelerated ageing test on seed quality of onion (*Allium cepa* L.). *International Journal of Multidisciplinary Education and Research*, 3(3): 1-4.
- Ghasemi-Golazani, K., Ghadordooz-Jeddi, A., Nasrolahzadeh, S. and Moghadam, M. 2010. Effect of hydropriming duration on seedling vigor and grain yield of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1): 109-113. <https://doi.org/10.15835/nbha3813475>
- Goel, A. and Sheoran, I.S. 2003. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes in cotton seeds under natural ageing. *Biologia Plantarum*, 46(3): 429-434. <https://doi.org/10.1023/A:1024398724076>
- Guerra, M. and Souza, M.J. 2002. Como observar cromossomos – Um guia detécnicas em citogenética vegetal, animal e humana. Ribeirão Preto: FUNCEP. 201.
- Hampton, J.G. 2003. Methods of viability and vigor testing: a critical and appraisal. In: Basra, A.S. (eds.). *Seed Quality, Basic Mechanisms and Agricultural Implications*. CBS Publishers and Distributors, New Delhi, India, 81-118.
- Hampton, J.G. and Tekrony, D.M. 1995. *Handbook of vigor Test Methods*, 3rd Edition, International Seed Testing Association. 117p.
- ISTA. 2007. *International Rules for Seed Testing*. *Seed Science Technology*, 13: 299-520.
- Khan, H.A., Ayub, C.M., Perver, M.A., Bilal, R.M., Shahid, M.A. and Ziaf, K. 2009. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annum* L.) at seedling stage. *Soil Environment*, 28(1):81-87.

- Khan, M.A., Gurchani, M.A., Hussain, M., Freed, S. and Mahmood, K. 2011. Wheat seed enhancement by vitamin and hormonal priming. *Pakistan Journal of Botany*, 43(3): 1495-1499.
- Lamichaney, A., Kumar, V. and Katiyar, P.K. 2018. Effect of seed priming induced metabolic changes on germination and field emergence of chickpea. *Journal of Environmental Biology*, 39(4): 522-528. <https://doi.org/10.22438/jeb/39/4/MRN-688>
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2: 176-177.
- McDonald, M.B. 2000. Seed priming. In: Black, M. and Bewley, J.D. (eds.). *Seed Technology and its Biological Basis*. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK, 287-325.
- Menezes, V.O., Lopes, S.J., Tedesco, S.B., Hening, F.A., Zen, H.D. and Mertz, L.M. 2014. Cytogenetic analysis of wheat seeds submitted to artificial aging stress. *Journal of Seed Science*, 36(1):71-78. <https://doi.org/10.1590/S2317-15372014000100009>
- Ohlson, O.C., Krzyzanowski, F.C., Caieiro, J.T. and Panobianco, M. 2010. Accelerated ageing test for seed wheat evaluation. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(4): 118-124. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000400013>
- Omidi, H., Soroushzadeh, A., Salehi, A. and Ghezeli, F.D. 2005. Rapeseed germination as affected by osmopriming pre-treatment. *Agricultural Sciences and Technology Journal*, 19(2): 125-136.
- Rajjou, L. and Debeaujon, I. 2008. Seed longevity: survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. *Comptes Rendus Biologies*, 331(10): 796-805. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2008.07.021>
- Salvucci, M.E. and Crafts Brandner, S.J. 2004. Inhibition of photosynthesis by heat stress: the activation state of Rubisco as a limiting factor in photosynthesis. *Physiologia Plantarum*, 120(2): 179-186. <https://doi.org/10.1111/j.0031-9317.2004.0173.x>
- Shekari, F., Abbasi, A. and Mostafavi, S.H. 2015. Effect of gibberellic acid, salicylic acid and paclobutrazol on oxidative stress in wheat seed under accelerated ageing. *Crop Research*, 50 (1 to 3): 25-32.
- Shibata, M., Coelho, C.M.M., Oliveira, L.M. and Garcia, C. 2012. Accelerated aging of ipê seeds (*Handroanthus albus*) under controlled conditions of storage. *Revista Brasileira de Sementes*, 34(2): 247-254. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000200009>
- Siadat, A., Moosavi, S.A., Sharafi Zadeh, M., 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(31): 6453-6462. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.920>
- Slupphaug, G., Kavli, B. and H.E. 2003. The interaction pathway for prevention and repair of oxidative DNA damage. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 531: 231-251. <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2003.06.002>
- Teale, W.D., Paponov, I.A. and Palme, K. 2006. Auxin in action: Signalling, transport and the control of plant growth and development *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 7(11): 847-859. <https://doi.org/10.1038/nrm2020>
- Tilebeni, G.H. and Golpayegani, A. 2011. Effect of seed ageing on physiological and biochemical changes in rice seed (*Oryza sativa* L.). *International Journal of AgriScience*, 1(3): 138-143.
- Yoti, J. and Malik, C.P. 2013. Seed deterioration: a review. *International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research, India*, 2(3): 374- 385.

Research Article

## Effect of Different Pre-Treatments on Germination Indices and Chromosomal Aberrations of Aged Onion Seeds (*Allium cepa*)

Faegheh Jangjoo<sup>1</sup>, Mehdi Tajbakhsh-Shishvan<sup>2,\*</sup>

### Extended abstract

**Introduction:** Seed deterioration is a physiological phenomenon that affects all germination, biochemical, cytological, and growth characteristics of plants. So it is necessary to use seed vigor enhancement methods to resolve these problems. One of these methods is the application of seed priming techniques to reduce deterioration effects. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of different pre-treatments by using Nano-zinc, ascorbic acid, humic acid, gibberellin and KNO<sub>3</sub> on germination indices and chromosomal aberration of aged onion seeds.

**Material and Methods:** This experiment was performed as factorial based on a completely randomized design with 3 replications (100 seeds per replicate) in the faculty of agriculture at Urmia University. The first factor was the level of aging at 4 levels (control, 12h, 24h, and 48h) and the second factor was seed pre-treatments at 6 levels (control, Nano-zinc (30 mg), ascorbic acid (100 mg), humic acid (150 mg), gibberellin (200 mg/l) and KNO<sub>3</sub> (0.1%). Given that the germination was not similar at different levels of aging, the seeds were germinated at control and 12h of aging after 6 days, at 24 and 48h of aging after 8 and 9 days, respectively. Hence, germination percentage, germination rate, normal seedling, mean germination time, and seed vigor were evaluated after the mentioned times. Chromosomal aberrations were also examined.

**Results and Discussion:** The results showed that the interaction effect of aging and seed pre-treatments on germination indices were significant at %1 probability level. By increasing the period of aging, all germination characters decreased significantly. The highest germination percentage (80%, 70%, 50%) and germination rate (5.350, 3.316, 1.525 seed/day) were obtained by using Nano-zinc At 12h, 24h and 48h ageing levels. Nano-zinc and gibberellin had the highest effect on seedling vigor and normal seedlings. Seedling vigor increased significantly by using Nano-zinc and gibberellin at 12h (1133, 933.9), 24h (742.9, 692), and 48h (369.9, 323.3). The chromosomal aberration was reduced by using pre-treatment.

**Conclusion:** In this study, the most effective pre-treatments to improve germination characteristics and reduce chromosomal aberrations were gibberellin (200 mg/l) and Nano-zinc (30 mg). Therefore, it can be stated that the use of Nano-zinc and gibberellin as seed pre-treatments can significantly reduce the effects of deterioration on onion seeds.

**Keywords:** *Ascorbic acid, Accelerated aging, Gibberellin, Germination indices, Nano-zinc, Chromosomal aberration*

### Highlights:

- 1- Nano-Zinc and gibberellin were the most effective priming treatments on seed germination and growth characteristics of the aged onion seeds.
- 2- Priming treatment reduced the percentage of chromosomal aberration in the onion and the highest effect was obtained using Nano-zinc and gibberellin.

<sup>1</sup>M.Sc. Graduated Student of Seed Sciences and Technology, Urmia University, Urmia, Iran

<sup>2</sup>Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Urmia University, Urmia, Iran

\*Corresponding author, E-mail: [m.tajbakhsh@urmia.ac.ir](mailto:m.tajbakhsh@urmia.ac.ir)

