



## به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۰ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۷  
صفحه‌های ۱۴۵-۱۵۹

# اثر تنش خشکی در زمان تشکیل بذر بر بنیه، پراکسیداسیون غشاء و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گونه‌های مختلف بالنگو (*Lallemantia sp*)

آرزو پراور<sup>۱</sup>، سعیده ملکی فراهانی<sup>۲\*</sup>، علیرضا رضازاده<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.  
۲. استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۲۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۱۹

### چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر پیری کنترل شده بر پارامترهای جوانه‌زنی، پراکسیداسیون غشاء و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بذرهای تنش‌دیده بالنگو، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل چهار عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه شاهد اجرا شد. بالنگو شهری (*Lallemantia iberica*) و شیرازی (*Lallemantia royleana*)، در سه سطح تنش رطوبتی (شاهد، ملایم و شدید) در زمان تشکیل بذر قرار گرفتند و برای بررسی بنیه بذر، آزمون پیری کنترل‌شده روی بذرهای حاصل در زمان‌های مختلف (۲۴ و ۴۸ ساعت) و رطوبت‌های متفاوت بذر (۵، ۱۵ و ۲۵ درصد) انجام شد. اثر متقابل گونه، تنش رطوبتی در زمان تشکیل بذر، مدت زمان و رطوبت اعمال شده به‌منظور فرسودگی کنترل شده بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، پراکسیداسیون غشاء و فعالیت آنزیم کاتالاز معنادار بود. افزایش درصد، سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی، فعالیت آنزیم کاتالاز و کاهش پراکسیداسیون غشاء در بذرهای تنش‌دیده بالنگو شیرازی و افزایش پراکسیداسیون غشاء، درصد و سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم کاتالاز در بذرهای تنش‌دیده بالنگو شهری مشاهده شد. بذرهای حاصل از پایه مادری تنش‌دیده بالنگو شهری نسبت به بذرهای حاصل از پایه مادری تنش‌دیده بالنگو شیرازی بیشتر تحت تأثیر آثار منفی پیری قرار گرفت.

کلیدواژه‌ها: بالنگو، پایه مادری، تنش خشکی، جوانه‌زنی بذر، مالون دآلدئید

## ۱. مقدمه

سبز شدن، یکی از مهم ترین مراحل فنولوژیک گیاه، به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی مثل رطوبت خاک، کیفیت، قابلیت حیات و بنيه بذر قرار می‌گیرد [۷]. بذر حاصل شده از گیاه مادری، آغازی برای نسل جدید است و چنانچه در شرایط مساعد محیطی قرار بگیرد شروع به رشد و نمو می‌کند [۲]. گزارش شده است شرایط رطوبتی نامناسب در زمان کشت گیاه مادری، منجر به کاهش جوانه زنی و بنيه بذرهای حاصل شده از گیاه مادری شد [۲۳]. همچنین محیط رشد گیاه مادری که تحت شوری و خشکی بوده است بر درصد جوانه‌زنی دو توده بذری بالارونده مونپلیه<sup>۱</sup> تأثیرگذار بود و محیط گیاه مادری عامل مهمی است در تعیین ویژگی‌های بذر و گیاهانی که در آینده تولید خواهند شد [۶]. گیاه مادری جو که در شرایط تنش شدید خشکی رشد یافته، بذرهایی تولید می‌کند که نسبت به بذرهای رشد یافته در شرایط معمول بنيه قوی تری دارند [۲۹]. بذرهای بالنگو دارای موسیلاژ و روغن است که در درمان اختلالات گوناگون نظیر برخی اختلالات عصبی، کبدی و بیماری‌های کلیوی به کار می‌روند [۳]. بالنگو شهری به این دلیل کاشته می‌شود که از دانه‌های روغن استخراج می‌شود. بیش از ۳۰ درصد وزن خشک دانه را روغن تشکیل می‌دهد که بیش از ۶۸ درصد روغن این گیاه، لینولینیک اسید است [۳۶]. محتوای بالای لیپید بذرهای بالنگو می‌تواند منجر به پراکسیداسیون لیپید در نتیجه فرسودگی بذر شود که این امر استفاده گسترده از این گیاه را به‌عنوان دارو یا بذر محدود می‌سازد. مکانیسم‌های پیری در بذرهای بالنگو شهری و شیرازی در مطالعات دیگر، بررسی نشده است. هدف از این آزمایش بررسی اثر پیری کنترل شده بر پراکسیداسیون غشاء و فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی بذرهای تنش دیده بالنگو شهری و شیرازی است.

بنیه بذر با پیر کردن بذرهای، کاهش می‌یابد [۱۶]. بنیه بذر مجموعه‌ای از ویژگی‌های بذر اعم از سرعت و یکنواختی جوانه زنی و رشد گیاهچه، توانایی خروج بذر در شرایط نامساعد محیطی است [۲۱]. بذرهای با انبارداری نامناسب دچار فرسودگی می‌شوند [۱۵]. فرسودگی بذر در طول ذخیره‌سازی، قوه نامیه بذر را کاهش می‌دهد که مشکلی عمده برای تولید و بهره‌وری محصولات کشاورزی است. روند فرسودگی بذر به رطوبت بذر، درجه حرارت و سطح اکسیژنی که در بذرهای ذخیره می‌شوند، بستگی دارد [۱۸]. شرایط نگهداری بذرهای بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه بذر اثرگذار است [۲۸].

موفقیت در جوانه‌زنی به مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه که به هنگام جوانه زنی فعال هستند، بستگی فراوانی دارد [۴۲]. فرسودگی بذر به تجمع گونه‌های فعال اکسیژن می‌انجامد و میتوکندری، منبع اصلی تولید گونه‌های فعال اکسیژن در سلول‌های گیاهی است [۱۳]. تغییر روند اکسیداسیون و میزان رادیکال‌های اکسیداتیو از جمله وقایع مشترک تنش‌های محیطی و فرایند پیری محسوب می‌شود. مشاهده‌های انجام شده در گونه‌های مختلف نشان می‌دهد که آسیب اکسیداتیو، همزمان با افزایش سن بذر، اثر بخشی دفاع آنتی‌اکسیدان سلولی را کاهش داده و از طرفی رادیکال‌های آزاد پیری را افزایش می‌دهد [۲۷]. تولید پراکسید هیدروژن میتوکندری شدیداً توسط سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی کنترل می‌شود [۳۰]. یکی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان، آنزیم کاتالاز است که برای حذف هیدروژن سمی ناشی از پراکسید هیدروژن ضروری است [۳۲].

تجمع پراکسید هیدروژن افزایش یافته، به‌طور غیرمستقیم باعث افزایش پراکسیداسیون لیپید می‌شود. پراکسیداسیون لیپید به اتوکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع میتوکندری توسط رادیکال‌های آزاد اشاره دارد [۲۲].

1. *Cynanchum actum* L.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۱.۲. مواد گیاهی

بذرهای دو گونه بالنگو شهری و شیرازی، در اسفند ۱۳۹۳، در مزرعه تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد کشت شدند. از زمان کشت تا آغاز رشد زایشی، گیاهان به طور مرتب براساس نیاز گیاه آبیاری شدند. از زمان شروع رشد زایشی، تیمارهای کم آبیاری بر روی پایه های مادری اعمال شد. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری پس از ۲۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده خاک (شاهد)، آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده خاک (تنش متوسط) و آبیاری پس از ۶۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده خاک (تنش شدید) بود [۳]. برای محاسبه درصد تخلیه آب قابل استفاده خاک در منطقه مؤثر توسعه ریشه، از رابطه مارتین و همکاران [۳۱] استفاده شد. در این رابطه با استفاده از درصد رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم و همچنین اندازه‌گیری رطوبت خاک در هر زمان، درصد تخلیه آب قابل استفاده محاسبه شد. نقطه ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم با صفحات فشاری در مؤسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی کرج اندازه‌گیری شد. به این ترتیب برای هر یک از تیمارهای ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد آب قابل استفاده، رطوبت مشخصی به دست آمد که با اندازه‌گیری‌های روزانه درصد رطوبت خاک، زمان اعمال آبیاری هر یک از تیمارها مشخص شد و مقدار آب مورد نیاز برای هر تیمار پس از رسیدن به درصد تخلیه آب مطلوب محاسبه شد.

در پایان دوره رشد بذرهای حاصل برداشت شدند و میزان درصد موسیلاژی بذرهای تنش‌دیده و تنش‌ندیده گونه شهری و شیرازی اندازه‌گیری شد [۲۴]. در این روش یک گرم بذر خشک با ۱۰ میلی لیتر اسیدکلریدریک یک درصد نرمال تا زمانی که در پوست دانه تغییر رنگ به وجود آید، حرارت داده و پس از مشاهده این وضعیت محلول

موسیلاژی اولیه به دست آمده را به ظرف دیگر انتقال داده و سپس بذرهای باقی مانده در ظرف نخست را دوباره با پنج میلی لیتر آب جوش شستشو داده و به محلول موسیلاژی اولیه اضافه شد. آنگاه ۶۰ میلی لیتر الکل اتیلیک ۹۶ درصد به محلول موسیلاژ به دست آمده اضافه شد و به مدت پنج ساعت در یخچال نگهداری شد. رسوب حاصل پس از صاف کردن در آون ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ ساعت قرار داده شد. پس از این مراحل موسیلاژ به صورت درصد ثبت شد به طوری که درصد موسیلاژ اندازه‌گیری شده بذرهای گونه شهری در شرایط شاهد (۴/۳۳ درصد)، تنش رطوبتی ملایم (۴/۸۰ درصد) و تنش رطوبتی شدید (۵/۴۰ درصد) بود. همچنین بذرهای گونه شیرازی در شرایط شاهد (۶/۴۰ درصد)، تنش رطوبتی ملایم (۷/۶۶ درصد) و تنش رطوبتی شدید (۹/۰۳ درصد) موسیلاژ بذر داشت.

### ۲.۲. زوال بذر

به منظور بررسی بنیه بذرها، مدت زمان های مختلف پیری و درصد های مختلف رطوبت بذر به بذرهای برداشت شده بالنگو اعمال شد و آزمایش به صورت فاکتوریل چهار عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد اجرا شد که در آن فاکتورهای مورد مطالعه عبارت بودند از: بذر ۲ گونه بالنگو شهری (*Lallementia iberica*) و شیرازی (*Lallementia royleana*)، ۳ سطح تنش رطوبتی خاک (شاهد، متوسط و شدید)، ۳ سطح رطوبت بذر (۵، ۱۵ و ۲۵ درصد) و ۳ مدت زمان پیری (صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت). نخست رطوبت بذر تا حدود ۵، ۱۵ و ۲۵ درصد افزایش داده شد به همین منظور، نخست رطوبت اولیه هر نمونه بذری تعیین شد. بخشی از نمونه بذری به خوبی مخلوط شد و سه تکرار حداقل ۴۰۰ بذری

شده و پیر نشده بالنگو شهری و شیرازی، میزان تولید مالون دآلدئید<sup>۲</sup> در کل بذر اندازه گیری شد تا عملکرد سلول ها از نظر پراکسیداسیون غشاء بررسی شود. در این روش حدود ۰/۲۰۰ میلی گرم بذر خشک را با ۰/۵ میلی لیتر از تریکلرو استیک اسید<sup>۳</sup> ۵ درصد در دمای ۴ درجه کوبیده و به مدت ۱۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور سانتیفریژ شدند. سپس از مایع شفاف به دست آمده، به منظور سنجش مالون دآلدئید استفاده شد [۲۰].

#### ۴.۲. اندازه گیری فعالیت آنزیم کاتالاز<sup>۴</sup>

فعالیت آنزیم آنتی اکسیدان کاتالاز بذرهای پیر شده و پیر نشده دو گونه بالنگو شهری و شیرازی سنجیده شد تا مکانسیم هایی که مسئول حفاظت از گیاه در مقابل تنش اکسیداتیو هستند، مشخص شود. بدین منظور، مخلوط واکنشی محتوی ۰/۶ میلی لیتر از آنزیم استخراج شده، ۰/۱ میلی لیتر از پراکسید هیدروژن<sup>۵</sup> (۱۰ میلی مول برلیتر) و ۲ میلی لیتر بافر پتاسیم فسفات (۳۰ میلی مول بر لیتر و pH=7) است. جذب در ۲۴۰ نانومتر قرائت شد [۹]. میزان پروتئین بذرهای پیر شده و پیر نشده دو گونه بالنگو شهری و شیرازی، طبق روش برادفورد [۱۲] سنجیده شد. ۵۰ میکرولیتر از هر عصاره به حجم ۱۰۰ میکرولیتر رسانده و سپس ۵ میلی لیتر محلول برادفورد به آن اضافه شد و بعد از ورتکس کردن و گذشت ۱۵ دقیقه، جذب محلول در طول موج ۵۹۵ نانومتر خوانده شد.

تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS 9.3.1 و رسم نمودار با استفاده از نرم افزار Excel و مقایسات میانگین با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

به طور تصادفی از نمونه خالص جدا شد. سپس مقدار آب لازم برای رسیدن به هریک از سطوح رطوبت بذر (۵، ۱۵ و ۲۵ درصد) محاسبه شد و به تکرارها افزوده شد. برای ایجاد رطوبت های مورد نظر از رابطه  $w2 = \frac{w1(A-B)}{1-A}$  استفاده شد که A درصد رطوبت مورد نظر، B درصد رطوبت اولیه بذر، W1 جرم اولیه توده بذر (g) و W2 جرم آب مقطر (g) است [۱۹].

سپس بذرهای هر تکرار، در داخل پاکت های آلومینیومی قرار گرفتند و پس از بستن کامل پاکت ها برای مدت ۲۴ ساعت در یخچالی با دمای ۱۰ درجه قرار داده شدند تا به رطوبت مورد نظر برسند [۲۱]. سپس با همان رطوبت ثابت در داخل پاکت های آلومینیومی فویلی سر بسته برای ۲۴ و ۴۸ ساعت در آن، با دمای ۴۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. در این شرایط بذرها فرسوده شدند. به منظور بررسی بنیه بذرها پس از پیری، بذرهای تیمار شده در پتری های استریل قرار داده شد و به هر ظرف پتری حدود ۱۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده شد. بذرها در دمای ۱۰ درجه سلسیوس، ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی و ۷۵ درصد رطوبت نسبی هوا برای جوانه زنی در ژرمیناتور قرار داده شدند. طول دوره جوانه زنی ۱۴ روز در نظر گرفته شد. در هر تیمار، ۲۵ بذر داخل ظرف های پتری روی کاغذ واتمن شماره ۱ قرار داده شد. سپس طول و وزن خشک گیاهچه ها در آن با دمای ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. برای محاسبه درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و متوسط زمان جوانه زنی از برنامه Germin<sup>۱</sup> استفاده شد [۱].

#### ۳.۲. سنجش میزان پراکسیداسیون غشاء<sup>۱</sup>

به منظور برآورد میزان پراکسیداسیون غشاء در بذرهای پیر

1. Membrane peroxidation

2. Malondialdehyde  
3. Trichloroacetic acid  
4. Catalase activity  
5. H2O2

### ۳. نتایج و بحث

افزایش درصد جوانه زنی بذر شد [۸]. بذره‌های بالنگو دارای موسیلاژ است [۳۶]. بیشترین میزان موسیلاژ در بذره‌های تنش دیده بالنگو شیرازی (۹/۰۳ درصد) مشاهده شده است. مطالعات نشان داده است که بذره‌های موسیلاژدار درمنه در مقایسه با بذره‌های بدون موسیلاژ تنش خشکی را بهتر تحمل می‌کند و از درصد جوانه زنی بیشتری برخوردار است [۴۱]. مشاهده شد که میزان جوانه زنی بذره‌های بالنگو با کم شدن مدت زمان پیری و رطوبت بذر افزایش یافت (جدول ۲).

**درصد جوانه زنی:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل گونه، تنش رطوبتی در مرحله تشکیل بذر، مدت زمان پیر کردن و درصد رطوبت بذرها بر میزان جوانه زنی معنادار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد تنش رطوبتی ملایم اعمال شده بر پایه مادری در زمان تشکیل بذر باعث افزایش معنادار درصد جوانه زنی در بذره‌های تنش دیده بالنگو شد (جدول ۳). گزارش شده است اعمال تنش رطوبتی بر پایه مادری مارتیغال سبب تحریک جوانه زنی و

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر گونه، مدت زمان فرسودگی و درصد رطوبت بذر بر شاخص‌های جوانه زنی و بیوشیمیایی بالنگو

میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	متوسط زمان جوانه زنی	پراکسیداسیون غشاء	فعالیت کاتالاز
S	۱	۱۰۷/۸۰**	۰/۱×۱۰ <sup>-۲**</sup>	۱۰۴۵۷**	۴۹۲۴۲۸**	۰/۲×۱۰ <sup>-۵**</sup>
WS	۲	۲۰/۷۷**	۰/۳×۱۰ <sup>-۳**</sup>	۱۱۶۰**	۵۵۹۸**	۰/۵×۱۰ <sup>-۶**</sup>
HD	۱	۲۹/۱۴**	۰/۹×۱۰ <sup>-۳**</sup>	۶۱۶۹**	۱۳۵۱**	۰/۱×۱۰ <sup>-۵**</sup>
MC	۲	۷۶/۹۰**	۰/۵×۱۰ <sup>-۴**</sup>	۱۱۲/۲۰**	۸۴۱۱**	۰/۸×۱۰ <sup>-۶**</sup>
S×WS	۲	۱۳۱/۳۵**	۰/۴×۱۰ <sup>-۳**</sup>	۱۰۴۹**	۳۰۵۸**	۰/۱×۱۰ <sup>-۴**</sup>
S×HD	۱	۳/۷۴ <sup>n.s</sup>	۰/۴×۱۰ <sup>-۳**</sup>	۲۴۹۲**	۸۸۸/۴**	۰/۲×۱۰ <sup>-۵**</sup>
S×MC	۲	۵/۱۳ <sup>n.s</sup>	۰/۶×۱۰ <sup>-۴**</sup>	۳۶۹/۹۹**	۲۲۴۰/۳۲**	۰/۴×۱۰ <sup>-۵**</sup>
WS×HD	۲	۶۴/۹۶**	۰/۹×۱۰ <sup>-۴**</sup>	۲۹۷/۳۲**	۱۷۷۸**	۰/۲×۱۰ <sup>-۵**</sup>
WS×MC	۴	۱۴۶/۷۰**	۰/۱×۱۰ <sup>-۴<sup>n.s</sup></sup>	۴۷۳/۵۵**	۵۵۷۸**	۰/۳×۱۰ <sup>-۵**</sup>
HD×MC	۲	۴۴/۳۲**	۰/۷×۱۰ <sup>-۴**</sup>	۴۹۴/۷۱**	۱۶۰۰**	۰/۴×۱۰ <sup>-۵**</sup>
S×WS×HD	۲	۲۵/۵۶**	۰/۱×۱۰ <sup>-۳**</sup>	۱۹۴/۰۲**	۵۴۹۰**	۰/۸×۱۰ <sup>-۶**</sup>
S×WS×MC	۴	۳۳/۲۷**	۰/۵×۱۰ <sup>-۳**</sup>	۳۵۵/۰۸**	۱۱۲۸**	۰/۲×۱۰ <sup>-۵**</sup>
MC×WS×HD	۴	۳/۱۷ <sup>n.s</sup>	۰/۲×۱۰ <sup>-۴**</sup>	۵۱۰/۸۶**	۶۰۰۹**	۰/۱×۱۰ <sup>-۵**</sup>
MC×WS×HD×S	۷	۶۹/۳۷**	۰/۴×۱۰ <sup>-۴**</sup>	۴۷۶/۰۴**	۳۴۹۶**	۰/۸×۱۰ <sup>-۶**</sup>
خطا	۷۱	۲/۱۰۹	۰/۶×۱۰ <sup>-۵</sup>	۱۵/۹۸	۷/۶۵	۰/۴×۱۰ <sup>-۷</sup>
ضریب تغییرات		۳/۴۶	۱۴/۲۹	۶/۶۰	۱/۴۶	۶/۳۵

ns \* و \*\* به ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد (S) گونه، (WS) تنش رطوبتی، (HD) مدت زمان پیری، (MC) رطوبت بذر

جدول ۲. اثر گونه، تنش رطوبتی در زمان تشکیل بذر، مدت زمان فرسودگی و رطوبت بذر بر شاخص‌های

جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بالنگو

تیمار	جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (در ساعت)	متوسط زمان جوانه‌زنی (ساعت)	پراکسیداسیون غشاء (نانو مول لیتر)	فعالیت آنزیم کاتالاز (میکروگرم پروتئین بر میلی لیتر)	گونه
شهری	۴۲/۳۹b	۰/۰۲۴a	۵۰/۶۹b	۲۵۶/۴۹a	۰/۰۶۶b	گونه شیرازی
شیرازی	۴۴/۳۹a	۰/۰۱۳b	۷۰/۳۷a	۱۲۱/۴۴b	۰/۰۷۴a	
شاهد	۴۲/۶۱c	۰/۰۲۰a	۵۴/۲۶c	۱۹۰/۲۰b	۰/۰۵۸b	تنش رطوبتی
ملایم	۴۴/۴۰a	۰/۰۱۵b	۶۲/۰۲b	۱۷۵/۹۲c	۰/۰۹۹a	
شدید	۴۳/۴۴b	۰/۰۱۴b	۶۵/۳۲a	۲۰/۷۷a	۰/۰۵۴c	
زمان پیری ۱ روز	۴۳/۹۱a	۰/۰۲۰a	۵۲/۹۷b	۱۸۵/۴۳b	۰/۰۸۷a	زمان پیری ۲ روز
۲ روز	۴۲/۷۸b	۰/۰۱۴b	۶۸/۰۹a	۱۹۲/۵۰a	۰/۰۵۳b	
۵	۴۱/۸۵c	۰/۰۱۷a	۶۰/۹۷b	۱۹۰/۳۳b	۰/۰۶۵c	رطوبت بذر
۱۵	۴۴/۷۶a	۰/۰۱۶b	۶۲/۰۴a	۱۷۱/۳۳c	۰/۰۷۵a	
۲۵	۴۳/۵۶b	۰/۰۱۵c	۵۷/۰۹c	۱۹۸/۲۸a	۰/۰۷۱b	

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت آماری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد هستند.

شرایط استرس شدید وجود دارد [۱۴]. به نظر می‌رسد که موسیلاژ می‌تواند باعث تعدیل آثار پیری در بذر بالنگو به‌خصوص بالنگو شیرازی شود. علت کاهش جوانه‌زنی بذرهای پیر شده بالنگو شهری نسبت به بذرهای بالنگو شیرازی به دلیل این است که بالنگو شهری بیشترین میزان اسید چرب لینوئیک اسید را به میزان ۶۸ درصد دارد [۳۶].

**سرعت جوانه زنی:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل گونه، تنش رطوبتی در مرحله تشکیل بذر، مدت زمان پیر کردن و درصد رطوبت بذرهای بر سرعت جوانه زنی معنادار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد تنش رطوبتی اعمال شده بر پایه مادری در زمان تشکیل بذر باعث کاهش معنادار سرعت جوانه‌زنی هر دو گونه بالنگو شد (جدول ۳).

محققان در بررسی خود، تأثیر فرسودگی بذر بر کاهش جوانه زنی بذرهای آفتاب گردان<sup>۱</sup> را با افزایش مدت زمان پیر کردن و درصد رطوبت نشان دادند [۵].

بذرهای تنش دیده بالنگو شیرازی در تنش رطوبتی ملایم و مدت زمان یک روز پیری و رطوبت ۱۵ درصد، بیشترین میزان جوانه‌زنی را نسبت به بذرهای تنش دیده بالنگو شهری داشت (جدول ۳). به طور کلی بالا بودن جوانه زنی بذرهای تنش دیده بالنگو شیرازی، می‌تواند به این دلیل باشد که موسیلاژ درون سلولی بذر به عنوان مخزن هیدرولیک است که منجر به انتقال مجدد املاح در شرایط اسمزی می‌شود. بنابراین امکان جذب مؤثرتری در

1. *Helianthus annuus* L

تأثیر میکوریزا و کودهای شیمیایی و ارگانیک بر رشد رویشی گیاه توتون

جدول ۳. اثر گونه، تنش رطوبتی در زمان تشکیل بذر، مدت زمان فرسودگی و رطوبت بذر بر شاخص های جوانه زنی و پوشش پالم بالگو شهری

فعالیت آنزیم کاتالاز (میکروگرم پروتئین بر میلی لیتر)	پراکسیداسیون غشاه (نانو مول لیتر)	متوسط زمان جوانه زنی (ساعت)	سرعت جوانه زنی (یک بر ساعت)	جوانه زنی (درصد)	زمان پیری	تنش رطوبتی	گونه
۰/۰۵۲j	۲۲۰/۰۰g	۳۲/۰۰m	۴۰/۳۲f	۵درصد			
۰/۰۷۴i	۱۹۸/۰۰h	۳۵/۰۰l	۴۲/۳۳e	۱۵ درصد	۱ روز		
۰/۰۶۳k	۲۲۵/۰۰f	۳۰/۰۰n	۳۹/۲۰g	۲۵ درصد		شاهد	شهری
۰/۰۴۳k	۳۳۰/۰۰f	۳۶/۳۲l	۳۵/۶۶h	۵درصد			
۰/۰۷۴k	۲۲۵/۰۰f	۴۰/۲۰k	۳۸/۷۰g	۱۵ درصد	۲ روز		
۰/۰۵۳l	۲۴۰/۰۰e	۳۲/۰۰m	۳۱/۰۰i	۲۵ درصد			
۰/۰۹۳m	۱۷۵/۰۰i	۵۴/۰۰j	۲۶/۳۳d	۵درصد			
۰/۱۳۴k	۱۶۰/۰۰k	۵۸/۰۰h	۲۹/۶۳c	۱۵ درصد	۱ روز		
۰/۰۷۳l	۱۷۰/۰۰j	۵۲/۰۰j	۳۹/۳۶g	۲۵ درصد		ملائم	شهری
۰/۰۷۰n	۱۸۰/۰۰i	۵۷/۰۰h	۳۵/۸۳h	۵درصد			
۰/۰۷۸k	۱۷۴/۰۰i	۶۲/۰۰g	۲۶/۳۰d	۱۵ درصد	۲ روز		
۰/۰۶۸m	۲۰۰/۰۰h	۵۵/۰۰i	۳۴/۰۰h	۲۵ درصد			
۰/۰۳۰o	۲۶۰/۰۰c	۶۴/۰۰f	۲۶/۳۳d	۵درصد			
۰/۰۴۵n	۲۵۰/۰۰d	۶۸/۰۰c	۲۷/۳۳c	۱۵ درصد	۱ روز		
۰/۰۳۹o	۳۷۹/۰۰b	۶۰/۰۰g	۲۴/۳۳e	۲۵ درصد		شدید	شهری
۰/۰۳۰o	۲۸۰/۰۰b	۵۷/۰۰h	۲۲/۳۳e	۵درصد			
۰/۰۴۵n	۲۵۷/۰۰c	۶۶/۰۰e	۲۴/۳۳e	۱۵ درصد	۲ روز		
۰/۰۳۹o	۳۰۰/۰۰a	۷۰/۰۰b	۳۵/۶۶h	۲۵ درصد			

ادامه جدول ۳ اثرگونه، تنش رطوبتی در زمان تشکیل بذر، مدت زمان فرسودگی و رطوبت بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بالنگو شهری

فعالیت آنزیم کاتالاز (میکروگرم پروتئین بر میلی‌لیتر)	پراکسیداسیون غشاه (نانو مول لیتر)	متوسط زمان جوانه‌زنی (ساعت)	سرعت جوانه‌زنی (یک بر ساعت)	جوانه‌زنی (درصد)		تیمار
				رطوبت بذر	زمان پیری	
۰/۱۶۱b	۱۴/۵۰m	۵۰/۰۰j	۰/۰۲۱d	۴۴/۸۶e	هدرصد	
۰/۱۸۰a	۱۳/۵۰n	۶۰/۰۰g	۰/۰۱۸e	۴۹/۰۰c	۱۵ درصد	۱ روز
۰/۱۷۵c	۱۵/۰۰l	۵۳/۰۰i	۰/۰۱۷f	۴۰/۴۴c	۲۵ درصد	
۰/۱۸۳d	۱۶/۰۰k	۵۴/۰۰i	۰/۰۱۷f	۳۶/۸۳e	هدرصد	
۰/۱۷۶b	۱۵/۵۰l	۵۸/۰۰g	۰/۰۱۶g	۴۴/۸۰c	۱۵ درصد	۳ روز
۰/۱۶۲c	۱۷/۳۰j	۵۷/۰۰h	۰/۰۱۵g	۳۵/۰۰g	۲۵ درصد	
۰/۱۹۲e	۱۱/۰۰j	۵۷/۰۰h	۰/۰۱۴h	۴۶/۸۵d	هدرصد	
۰/۱۳۰c	۱۰/۸۱p	۶۳/۰۰f	۰/۰۱۱j	۵۵/۰۰a	۱۵ درصد	۱ روز
۰/۱۸۵d	۱۳/۰۱o	۶۱/۰۰g	۰/۰۱۰l	۴۴/۹۰e	۲۵ درصد	
۰/۱۷۳f	۱۳/۳۰n	۶۴/۰۰f	۰/۰۱۵g	۴۳/۶۶e	هدرصد	
۰/۱۹۲d	۱۲/۲۰o	۷۰/۰۰b	۰/۰۱۳i	۴۷/۳۳d	۱۵ درصد	۲ روز
۰/۱۸۰e	۱۴/۰۰m	۶۷/۰۰d	۰/۰۱۲j	۴۱/۶۰f	۲۵ درصد	
۰/۱۴۳g	۱۸/۰۰i	۵۶/۰۰i	۰/۰۱۶g	۴۰/۰۰g	هدرصد	
۰/۱۶۲e	۱۷/۰۰j	۷۰/۲۰b	۰/۰۱۴h	۵۰/۵۶b	۱۵ درصد	۱ روز
۰/۱۵۰f	۲۰۰/۰۰h	۶۳/۰۰f	۰/۰۱۱k	۳۹/۴۰g	۲۵ درصد	
۰/۱۳۲h	۲۳/۰۰f	۶۵/۵۰c	۰/۰۱۳i	۴۳/۷۰e	هدرصد	
۰/۱۵۲f	۲۰۰/۰۰h	۷۰/۰۰b	۰/۰۱۳i	۴۴/۷۰e	۱۵ درصد	۲ روز
۰/۱۴۰g	۲۵/۰۰d	۹۰/۰۰a	۰/۰۱۲j	۴۰/۰۰g	۲۵ درصد	

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح هدرصد هستند.



بذر باعث افزایش معنادار متوسط زمان جوانه زنی هر دو گونه بالنگو شد (جدول ۲). این امر می تواند به علت افزایش درصد موسیلاژ بذر با افزایش شدت تنش خشکی بر پایه مادری باشد. گزارش شده است که با افزایش تنش خشکی متوسط زمان جوانه زنی بذرهای کلزا کاهش یافت [۲۶]. در مطالعات فوق همچنین بیشترین سرعت جوانه زنی در بذرهای تنش دیده بالنگو شهری مشاهده شد. نتایج نشان داد که با افزایش مدت زمان پیری و با کم شدن رطوبت بذر متوسط زمان جوانه زنی کاهش یافت (جدول ۲). بذرهای بالنگو شهری کمترین متوسط زمان جوانه زنی را نسبت به بذرهای بالنگو شیرازی در شرایط بدون تنش رطوبتی به مدت یک روز پیری با رطوبت بذر ۲۵ درصد داشت (جدول ۳).

مطالعات نشان داده است که علت وقفه در زمان جوانه زنی بذرهای آفتاب گردان به علت این است که بذر برای تعمیر خسارت های وارد شده به غشاء و دیگر قسمت های سلول و همچنین آغاز مجدد فعالیت سیستم آنتی اکسیدانسی و جلوگیری از بروز تنش اکسیداتیو نیاز به زمان دارد و ترمیم این خسارت ها فقط پس از جذب آب توسط بذر امکان پذیر است. در نتیجه مدت زمان لازم برای تکمیل فرایند جوانه زنی در بذرهای زوال یافته افزایش می یابد [۱۰]. علت اینکه بذرهای پیر شده و پیر نشده بالنگو شیرازی در شرایط فرسودگی بیشترین متوسط جوانه زنی را داشتند، بالا بودن میزان موسیلاژ بذر بالنگو شیرازی نسبت به بالنگو شهری است.

**پراکسیداسیون غشاء:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل گونه، تنش رطوبتی در مرحله تشکیل بذر، مدت زمان پیر کردن و درصد رطوبت بذرها بر پراکسیداسیون غشاء معنادار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تنش رطوبتی اعمال شده بر پایه مادری در مرحله تشکیل بذر باعث افزایش پراکسیداسیون لیپید در هر دو

مطالعات نشان داده است که بیشتر شدن تنش خشکی در بذرهای کلزا باعث کاهش سرعت جوانه زنی شد. در نتیجه گیاه بهتر توانسته کیفیت و بنیه خود را حفظ کند [۴]. بررسی شده است که بیشترین درصد موسیلاژ را بذرهای تنش دیده بالنگو شیرازی (۹/۰۳ درصد) دارد. محققان نشان داده اند که سرعت جوانه زنی بذرهای موسیلاژدار و بذرهایی که موسیلاژ کمی دارند، به طور معناداری با افزایش تنش رطوبتی کاهش می یابد [۱۷]. همچنین میزان جوانه زنی بذرهای بالنگو با کم شدن مدت زمان پیری و رطوبت بذر افزایش یافت (جدول ۲).

نتایج نشان داد که میزان سرعت جوانه زنی در بذرهای تنش دیده با افزایش مدت زمان پیری و رطوبت بذر کاهش یافت (جدول ۲). علت وقفه ایجاد شده، احتمالاً این است که بذرها برای تعمیر خسارت های وارد شده به غشاء، نیاز به زمان دارند و تعمیر این خسارت ها فقط پس از جذب آب توسط بذر امکان پذیر است [۵]. کاهش سرعت جوانه زنی بذرهای پیر شده در مدت زمان بالاتر احتمالاً به دلیل وقفه ای است که در شروع فرایند در بذرهای پیر شده ایجاد می شود. مشاهده شد که سرعت جوانه زنی بذرهای تنش دیده بالنگو با افزایش تنش رطوبتی، مدت زمان پیری و رطوبت بذر کاهش یافت و بیشترین سرعت جوانه زنی در بذرهای تنش دیده بالنگو شهری در شرایط بدون تنش رطوبتی با کم شدن مدت زمان پیری و زیاد شدن رطوبت بذر افزایش یافت (جدول ۳). پیری بذر نه تنها سبب کاهش قوه نامیه، بلکه موجب کاهش سرعت جوانه زنی، بنیه بذر و کاهش استقرار گیاه می شود [۳۵].

**متوسط زمان جوانه زنی:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل گونه، تنش رطوبتی در مرحله تشکیل بذر، مدت زمان پیر کردن و درصد رطوبت بذرها بر متوسط زمان جوانه زنی معنادار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد تنش رطوبتی اعمال شده بر پایه مادری در زمان تشکیل

۵ درصد به ۲۵ درصد، در بذره‌های بالنگو شهری و شیرازی باعث تبدیل فاز سیتوپلاسمی از حالت شیشه‌ای به سیال شده و در نتیجه این حالت به راحتی به ساختار میتوکندری آسیب رسانده است [۳۸].

**فعالیت آنزیم کاتالاز:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل گونه، تنش رطوبتی در مرحله تشکیل بذر، مدت زمان پیر کردن و درصد رطوبت بذرها بر فعالیت آنزیم کاتالاز معنادار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با بیشتر شدن تنش رطوبتی در مرحله تشکیل بذر باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز شد (جدول ۲). مشاهده شد که با افزایش مدت زمان پیری و رطوبت بذر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در بذره‌های بالنگو کاهش یافت (جدول ۲). میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در بذره‌های تنش ملایم دیده بالنگو شیرازی نسبت به بذره‌های تنش ملایم دیده بالنگو شهری که به مدت یک روز با رطوبت بذر ۱۵ درصد پیر شدند افزایش یافت (جدول ۳).

با توجه به نتایج قبلی که کمترین درصد جوانه‌زنی در بذره‌های تنش دیده بالنگو شهری بود و از طرفی بیشترین پراکسیداسیون غشاء در بذره‌های تنش دیده بالنگو شهری مشاهده شد. این نتایج بیان‌کننده این است که بذره‌های تنش دیده بالنگو شهری، احتمالاً به دلیل کاهش میزان فعالیت سیستم دفاعی آنزیمی بیشتر از بذره‌های تنش دیده بالنگو شیرازی دچار زوال شده اند. گزارش شده است که در بعضی از گونه‌های گیاهی *Genus avena* میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در شرایط تنش خشکی نسبت به دیگر گونه‌های *Genus avena* افزایش یافت و بیان‌کننده این است که گونه‌هایی که فعالیت آنزیم کاتالاز بالایی دارند، نشان دهنده مقاومت آن گونه به شرایط تنش خشکی است [۳۷]. همچنین در راستای این نتایج، محققان در بررسی فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در شرایط فرسودگی نشان

گونه شد (جدول ۲). بیشترین مقدار اسید چرب غیراشباع بالنگو شهری لینولنیک اسید است [۳۶]. تجمع رادیکال‌های آزاد اکسیژن تحت تنش رطوبتی باعث اکسیداسیون اسیدهای چرب در غشاء پلاسمایی می‌شود [۲۵]. در بذره‌های بالنگو مشاهده شد با افزایش مدت زمان پیری و رطوبت بذر، پراکسیداسیون غشاء افزایش یافت (جدول ۲). مقدار پراکسیداسیون غشاء در بذره‌های تنش دیده بالنگو شهری با افزایش تنش رطوبتی، مدت زمان پیری و رطوبت بذر نسبت به بذره‌های تنش دیده بالنگو شیرازی افزایش یافت (جدول ۳). بیش از ۳۰ درصد وزن خشک دانه بالنگو شهری را روغن تشکیل می‌دهد [۳۶]. بنابراین، افزایش تنش رطوبتی و شرایط پیری، آثار مخربی بر غشاء سلولی بذره‌های پیر شده بالنگو شهری دارد.

افزایش پراکسیداسیون غشاء در بذره‌های تنش دیده بالنگو شهری که تحت تیمار پیری قرار گرفته‌اند، مشاهده شد. در راستای نتایج گزارش شده است که در اثر افزایش تنش رطوبتی و کمبود آب میزان پراکسیداسیون غشاء افزایش می‌یابد [۳۹]. در حالی که میزان پراکسیداسیون غشاء در بذره‌های تنش دیده بالنگو شیرازی که در شرایط پیری قرار گرفته بودند، کمتر بود. این نتایج با مطالعات محققان روی بذره‌های ذرت<sup>۱</sup> [۳۳] و لوبیا چیتی<sup>۲</sup> [۳۴] هم‌خوانی دارند که نشان دادند پایین بودن پراکسیداسیون غشاء نشان دهنده مقاومت این گیاهان به تنش رطوبتی است. این مطالعه افزایش پراکسیداسیون غشاء را در بذره‌های رطوبت دیده نسبت به بذره‌های خشک (۵ درصد) نشان داد. در توجیه این نتایج می‌توان گفت سیتوپلاسم در بذره‌های خشک بیانگر تحرک مولکولی کم و پایداری بالا است [۱۱] که به محافظت از ساختار میتوکندری در طی روند پیری کمک می‌کند [۳۹]. در واقع، افزایش رطوبت از

1. *Zea mays*  
2. *Vigna unguiculata*

#### منابع

۱. سلطانی ا و مداح و (۱۳۸۹) برنامه‌های کاربردی ساده برای آموزش و پژوهش در زراعت. انتشارات انجمن علمی بوم‌شناختی شهید بهشتی.
۲. سلیمانی م ر، کافی م، ضیایی س م، شباهنگ ج و داوری ا (۱۳۸۸) تأثیر کم آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی بذر دو توده بومی گیاه شورزیست کوشیا (*Kochia scoparia L. Sachard*) در شرایط آبیاری با آب شور. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵(۵): ۱-۱۰.
۳. عبدالهی م، ملکی فراهانی س، فتوکیان م ح و حسن‌زاده قورت تپه ع (۱۳۹۲) بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب بالنگو شهری و شیرازی تحت شرایط خشکی برای مدیریت آبیاری. مدیریت آب و آبیاری. ۳(۲): ۱۰۳-۱۲۰.
۴. عطاردی ه، ایرانزاد ح، شیرانی راد ا، امیری ر و اکبری غ (۱۳۹۰) بررسی اثرات تنش خشکی و تاریخ کشت حاکم بر گیاه مادری بر میزان هدایت الکتریکی بذرهای حاصل از آن، پژوهش‌های زراعی ایران. ۴(۲): ۲۴۲-۲۴۷.
۵. طهماسبی ب، قادری فر ف، صادقی پور ح ر و گالشی س (۱۳۹۴) تأثیر زوال تسریع شده بر پارامترهای جوانه زنی، اسیدهای چرب و هیدروپراکسیدهای لیپیدی بذرهای آفتاب‌گردان، فرایند و کارکردهای گیاهی. ۴(۱۲): ۷۳-۸۳.
۶. گل زردی ف، وزان س، موسوی نیاح و توحیدلوق (۱۳۹۱) تأثیر محیط مادری بر مقاومت خشکی و شوری در مرحله جوانه زنی و رشد گیاهچه عقب بالارونده مونپلیه (*Cynanchum acutum L.*) پژوهش علف‌های هرز. ۴(۱): ۲۵-۴۱.

دادند که فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان با افزایش مدت زمان پیری و افزایش دما به‌طور چشمگیری کاهش یافت [۳۹].

#### ۴. نتیجه‌گیری

مطالعات در سایر گیاهان موسیلاژی همچون درمنه نشان داده است موسیلاژی که رطوبت و شبنم را در بذر جذب کرد توانست با بازسازی DNA منجر به افزایش قابلیت حیات بذر شود [۴۰]. لذا براساس نتایج این تحقیق نیز می‌توان چنین مکانیزمی را در بالنگو شیرازی به دلیل بالاتر بودن موسیلاژ محتمل دانست. بذرهای تنش دیده بالنگو شهری به دلیل بالابودن میزان اسیدهای چرب غیراشباع در شرایط پیری نسبت به بذرهای پیر شده بالنگو شیرازی، بیشتر تحت تأثیر مدت زمان پیری و رطوبت قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بذرهای تنش دیده بالنگو شیرازی، میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز با مدت یک روز پیری و رطوبت ۱۵ درصد افزایش یافت، در حالی که میزان پراکسیداسیون غشاء کاهش یافت. که به حفظ سیالیت غشاء و استحکام پروتئین‌های ناپایدار می‌انجامد. می‌توان گفت که زیاد شدن فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدان در شرایط رطوبتی در مرحله تشکیل بذر و پیرکردن بذرها منجر به تحریک رشد و بیشتر شدن درصد جوانه زنی شد. بنابراین، مشخص شد که تنش خشکی در زمان تشکیل بذر در گونه‌های مختلف بالنگو، آثار متفاوتی بر بذرهای در حال تشکیل می‌گذارد. به طوری که بذرهای تنش دیده بالنگو شهری نسبت به بذرهای تنش دیده بالنگو شیرازی بیشتر تحت تأثیر آثار منفی افزایش رطوبت بذر و مدت زمان پیری قرار گرفتند و مکانیزم‌های بازسازی از زوال بذر در بالنگو شیرازی فعال‌تر هستند که می‌توان با مطالعات بیشتر به چگونگی این مکانیزم‌ها پی برد.

15. Escandon JM, Silva RS, Granja AA, Alves MC and Pompelli MF (2013) Germination responses of *Jatropha curcas* L. seeds to storage and aging. *Industrial Crops and Products*. 44: 684-690
16. Ghassemi-Golezani K, Ghadordoz-Jedi A and Zehtab-Salmasi S (2014) Effects of seed size and aging on field performance of lentil (*Lens culinaris Medik.*) under different irrigation treatments. *Acta Agriculturae Slovenica*. 103(2): 158-166
17. Gorai M, Elaloui W, Yang X and Neffati M (2014) Toward understanding the ecological role of mucilage in seed germination of a desert shrub *Henophytondeserti*: interactive effects of temperature, salinity and osmotic stress. *Plant and Soil*. 374:727-738
18. Groot SPC, Surki AA, de Vos RCH and Kodde J (2012) Seed storage at elevated partial pressure of oxygen, a fast method for analysing seed ageing under dry conditions. *Annual Botany*. 110: 1149-1159
19. Hampton JG and TecKrony DM (1995) Handbook of vigor test methods. The International Seed Testing Association. Zurich. 117p.
20. Heath RL and Packer L (1968) Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 125: 189-198.
21. International Seed Testing Association (2010) international rules for seed testing, International Seed Testing.
22. Jacoby RP, Li L, Huang S, Lee CP, Millar AH Taylor NL (2012) Mitochondrial composition, function and stress response in plants. *Journal Integrative Plant Biology*. 54: 887-906.
۷. نجفی‌نوبی ه، نوری‌نیاع س، غلامی تیله‌بنی ح و اسلامی ه (۱۳۹۴) تأثیر زوال بذر بر سبز شدن و میزان پراکسیداسیون لیپید آفتاب‌گردان تحت شرایط تنش‌های خشکی و شوری. گیاهان دانه روغنی ایران. ۴(۱): ۳۳-۴۶.
۸. یزدانی بیوکی ی، رضوانی مقدم پ، خزاعی ح، قربانی ر و آستارایی ع (۱۳۸۹) اثرات تنش‌های شوری و خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر مارتیغال. پژوهش‌های زراعی ایران. ۸(۱): ۱۲-۱۹.
9. Aebi H (1984) Catalase in vitro. *Methods Enzymol*. 105: 121-126.
10. Bailly C (2004) Active oxygen species and antioxidants in seed biology, *Seed Science Research*. 14:93-107.
11. Bewley JD, Bradford KJ, Hilhorst HWM and Nonogaki H (2013) *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*, third ed. Springer Press. New York. pp. 341-374.
12. Bradford M (1976) A Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. 72: 248-254
13. Chen HY, Osuna D, Colville L, Lorenzo O, Graeber K, Küster H, Leubner Metzger G and Kranner I (2013) Transcriptome-Wide mapping of pea seed ageing reveals a pivotal role for genes related to oxidative stress and programmed cell death. *Plos One*. 8:1-15.
14. Clifford SC, Arndt SK, Popp M and Jones HG (2002) Mucilage and polysaccharides in *Ziziphus* species: Localization, composition and physiological roles during drought stress. *Journal of Experimental Botany*. 53: 131- 138.

23. Jafarnejad A, Taher Q and Rahchaman AA (2008) Tolerance to drought stress during seed germination wheat genotypes. Environmental Stresses in Agricultural Science. 2(1): 73-8.
24. Kalyanasundaram NK, Patel PB and Dalal KC (1982) Nitrogen need of plantago avena forsk, In relation to the available nitrogen in soil. Indian Journal of Agricultural Sciences . 52 (4): 240-242.
25. Khan MH and Panda SK (2008) Alternations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. Acta Physiologia Plantarum. 30: 81-89.
26. Khodarahmpour Z (2013) Evaluation of forage sorghum [ *Sorghum bicolor* (L.) Moench] lines for drought tolerance at germination stage. International Journal of Bioscience. 3(9): 16-22.
27. Kibinza S, Vinel D, Côme D, Bailly C and Corbineau F (2006) Sunflower seed deterioration as related to moisture content during ageing, energy metabolism and active oxygen species scavenging. Physiologia Plantarum. 128: 496-506.
28. Macdonald CM, Floyd CD and Waniska RD (2004) Effect of accelerated aging on maize, Sorghum and sorghum. Journal Cereal Science. 39: 351-301.
29. Maleki Farehai S, Mazaheri M, Chichi R, Tavakol Afshari R and Savaghebi G (2010) Effect of seed vigour on stress tolerance of barely (*Hordeum vulgare*) seed at germination stage. Seed Science and Technology. 38: 494-507.
30. Marshal A and Lewis DN (2004) Influence of seed storage conditions on seedling emergence, seedling growth and dry matter production of temperate forage grasses. Seed Science and Technology. 32: 493-501.
31. Martin DL, Stegman EC and Freres E (1990) Irrigation scheduling principles. In: Hoffman GL, Howell TA, Solomon, KH (Eds.), Management of Farm Irrigation Systems. American Society of Agricultural Engineers Monograph. pp. 155-372
32. Minibayeva F, Dmitrieva S, Ponomareva A and Ryabovol V (2012) Oxidative stress induced autophagy in plants: the role of mitochondria. Plant Physiology and Biochemistry. 59: 11-19.
33. Moussa H and Abdel-Aziz SM (2008) comparative response of drought tolerant and drought sensitive maize genotypes to water stress. Australian Journal Crop Science. 1: 31-36.
34. Nair AS, Abraham TK and Jaya DS (2008) Studies on the changes in lipid peroxidation and antioxidants in drought stress induced cowpea (*Vigna unguiculata* L.) varieties. Journal of Environmental Biology. 29: 689-691.
35. Nash MJ (198) The conservation and storage of dry cereal grains, In: Nash MJ (Eds.), Crop Conservation and Storage. Pergamon press, London. 286 p.
36. Ntanose DA and Koutroubas SA (2002) Dry matter and N accumulation and translocation for indica and japonica rice under mediterranean conditions. Field Crops Research. 74: 93-101.
37. Pandey HC, Baig MJ, Chandra A and Bhatt RK (2010) Drought stress induced changes in lipid peroxidation and antioxidant system in genus Avena. Journal of Environmental Biology. 31: 435-440.
38. Xia F, Chen L, Sun, Y and Mao P (2015) Relationships between ultrastructure of embryo cells and biochemical variations during ageing of oat (*Avena sativa* L.) seeds with different moisture content. Acta Physiologiae Plantarum . 37(89): 1-11.

39. Xia F, Wang X, Li M and Mao P (2015) Mitochondrial structural and antioxidant system responses to ageing in oat (*Avena sativa* L.) seeds with different moisture contents. *Plant Physiology and Biochemistry*. 94:122-129.
40. Yang X, Zhang W, Dong M, Boubriak I and Huang Z (2011) The achene mucilage hydrated in desert dew assists seed cells in maintaining DNA integrity: adaptive strategy of desert plant *Artemisia sphaerocephala*. *PLOS/ONE*. 6 (9): e24346
41. Yang X, Baskin JM, Baskin CC and Huang Z (2012) More than just a coating: ecological importance, taxonomic occurrence and phylogenetic relationships of seed coat mucilage. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 14:434-442.
42. Yao Z, Liu L, Gao F and Rampitschi C (2012) Development and seed aging mediated regulation of antioxidative genes and differential expression of proteins during pre and post-germinative phases in pea. *Journal of Plant Physiology*. 169: 1477-1488.
41. Yang X, Baskin JM, Baskin CC and Huang Z



# Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 20 ■ No. 1 ■ Spring 2018

## Effect of drought stress during seed development on seed vigour, membrane peroxidation and antioxidant activity in different species of Balangu (*Lallemantia* sp.)

Arezoo Paravar<sup>1</sup>, Saideh Maleki Farahan<sup>2\*</sup>, Alireza Rezazadeh<sup>2</sup>

1. M.Sc. Student, Seed Science and Technology, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran  
2. Assistant Professor, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran

Received: April 8, 2017

Accepted: June 11, 2017

### Abstract

In order to effect controlled ageing on parameters germination, membrane peroxidation and antioxidant activity the stressed seeds of Balangu (*Lallemantia* sp), a four- factor factorial study in a completely randomized design with three replications was conducted in Laboratory Seed Science and Technology Shahed University in 2015. Dragons' head (*Lallemantia iberica*) and Lady's mantle (*Lallemantia royleana*) were imposed three drought stress level (control, mild and severe) during seed development and the produced seeds were aged at different seed moisture content (5, 15 and 25% for 24 and 48 hours duration). Analysis of variance showed that the interaction effect of species, moisture stress during seed development, duration of aging and seed moisture content on germination percentage, germination rate, mean germination time, membrane peroxidation and catalase activity was significant. It was observed increasing germination percentage and rate germination, mean germination time and catalase activity in the Lady's mantle stressed seeds and reduced membrane peroxidation and increasing membrane peroxidation and reduced germination percentage and rate germination, mean germination and catalase activity in the Dragons' head stressed seeds. Impressed Dragons' head stressed seed from maternal by more aging were affected by negative effect of aging more than stressed seeds of Lady's mantle from maternal.

**Keywords:** Balangu, drought stress, manternal plant, membrane peroxidation, seed germination.