Archive of SID

دو فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران
جلد ۱۹، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۳۵۸-۳٤٥ (۱۳۹۰)

اثر تنش آبی و پیری زودرس بر برخی صفات فیزیولوژیکی بذر کاج بروسیا

فاطمه احمدلو[۱]، مسعود طبری[*۲] و بهزاد بهتری[۳]

۱- کارشناس ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور
۲*- نویسنده مسئول مکاتبات، دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور،
پست الکترونیک: masoudtabari@yahoo.com
۳- کارشناس‌ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۳/۲۹

چکیده

بمنظور بررسی اثر تنش آبی و پیری زودرس بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی بذر کاج بروسیا (Ten. *Pinus brutia*) شامل درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه، بذرها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار و ۵ تیمار تنش آبی و ۵ تیمار پیری زودرس در ظرف‌های پتری قرار گرفتند. پتانسیل‌های آبی ۰، ۲-، ٤-، ٦- و ۸- بار با استفاده از محلول پلی‌اتیلن گلایکول ٦۰۰۰ (PEG-6000) و تیمار پیری زودرس به مدت ۰، ۲٤ ساعت، ٤۸ ساعت، ۷۲ ساعت و ۹٦ ساعت در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد بر بذرها اعمال شد. بعد بذرها به مدت ۳۷ روز در ژرمیناتور در شرایط استاندارد جوانه‌زنی ۱٦ ساعت روشنایی با شدت ۱۰۰۰ لوکس نوری و دمای ۵ ± ۲۰ درجه سانتی-گراد نگهداری شدند. هدایت الکتریکی محلول نیز پس از قرار دادن ۳ تکرار ۵۰ عددی بذرهای هر یک از تیمارهای مختلف پیری زودرس پس از گذشت ۲٤ ساعت در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تنش آبی و پیری زودرس بر خصوصیات فیزیولوژیکی بذر اثر گذاشتند و با کاهش توان جذب آب (از صفر تا ۸- بار) و افزایش طول دوره پیری زودرس اندازه صفات فوق کاهش معنی‌داری یافت. همچنین میزان هدایت الکتریکی در شاهد کمترین و در همه تیمارهای پیری زودرس بیشترین بود. همین‌طور شاخص بنیه بذر بیشتر از درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر تیمارهای تنش آبی و پیری زودرس قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: پلی‌اتیلن گلایکول٦۰۰۰، پیری زودرس، جوانه‌زنی بذر، شاخص بنیه بذر، هدایت الکتریکی.

مقدمه

جوانه‌زنی عبارت است از فعال شدن متابولیکی بذر و بیرون آمدن ریشه‌چه و ساقه‌چه که در نهایت منجر به تولید گیاهچه می‌شود و حساس‌ترین مرحله زندگی و استقرار یک گیاه است. جنین سالم یک بذر خشک در ابتدا دارای جریان‌های متابولیزمی حداقل می‌باشد و زمانی شروع به جوانه‌زنی می‌کند که شرایط مناسب ازجمله رطوبت، دما و انرژی لازم به صورت آدنوزین تری فسفات (ATP) برای انجام فعالیت‌های متابولیکی آنزیم‌های هیدرولیز کننده موجود در جنین بذر فراهم

www.SID.ir

Archive of SID

گـردد (Sarmadnia, 1996). رفتـار فیزیکـی جـذب آب منجر به فعال شدن فرایندهای متابولیکی درون بذر شده و بـدنبال آبگیـری بـذر، جوانـه‌زنـی بـه‌وقـوع مـی‌پیونـدد (Muscolo *et al*., 2007). هنگامی که پتانسیل جـذب آب کاهش می‌یابد، جوانه‌زنی بذر انجـام نشـده یـا بـه تـأخیر مـی‌افتـد (Zhu *et al*., 2006). تقریبـاً کلیـه واکـنش‌هـای متابولیکی و هورمونی سلول تحت تأثیر کمبـود آب قـرار گرفته و تولید و فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه سنتز پـروتئین کاهش و حتی در تنش‌های شدید متوقـف مـی‌شـود و در نهایت بر رشد سلول تأثیر می‌گـذارد (Kafi & Mahdavi-Damghani, 2002). تـنش آبـی مـی‌توانـد آنـاتومی، مورفولوژی، فیزیولوژی و بیوشیمی گیاهان و نیـز رشـد و نمو جنین بذر را تحت تأثیر قـرار دهـد و همچنـین روی جنبه‌های مختلف جوانه‌زنی مانند قدرت جذب آب توسط بذرها (Lopez *et al*., 2000)، درصد جوانه‌زنی و سـرعت جوانـه‌زنـی (Falleri, 1994)، میـانگین زمـان جوانـه‌زنـی (Boydak *et al*., 2003)، قدرت جوانـه‌زنـی (Tavakkol Afshari *et al*., 2009) و بنیه بذر (Lo´pez *et al*., 2009) تأثیر بگذارد. به‌دلیل اطمینان از یکنواخـت بـودن پتانسـیل جذب آب در اطراف جنین بذرهای مختلف و نیـز امکـان سطح تماس یکسان بین بذر و محیط در شرایط آزمایشگاه می‌توان تنش خشکی را با استفاده از محلول‌هایی مصنوعی ازجمله پلی‌اتیلن گلایکول (PEG) ایجاد کـرد (Gholami *et al*., 2010). بـه طـوری کـه میـزان جـذب آب توسـط اثرهای منفی محلول آبی رطوبتی پتانسیل اسـمزی (PEG) کنترل می‌گردد و به عبارتی قابلیت دسترسی به آب کاهش می‌یابد. پلی‌اتیلن گلایکول با وجود محلول بودن در آب و میل ترکیبی کم با محـیط، بـه‌دلیـل بزرگـی مولکـول آن و توانایی ایجاد فشـار اسـمزی منفـی، روش مناسـبی بـرای القـای مصـنوعی و یکنواخـت خشـکی در شـرایط آزمایشـگاهی اسـت. از ایـن رو در آزمـایش‌هـای تـنش رطوبتی و به‌دلیل پتانسیل منفی رطوبتی در آماده‌سازی بذر و آزمایش‌های جوانه‌زنی و بنیـه بـذر گونـه‌هـای جنگلـی بـه‌کـار مـی‌رود (Rodriguez *et al*., 2004). پلـی‌اتـیلن گلایکول از لحاظ اسمزی فعال اما از لحاظ فیزیولـوژیکی ماده‌ای بی‌اثر و غیر یونی است و قادر به نفـوذ در پوشـش بذر به‌دلیل جرم مولکولی زیاد نیسـت و نقشـی در تغذیـه بافت‌ها ندارد (Sarmadnia, 1996).

یکی از مشکلات در احیاء و تکثیر بذرهای نگهـداری شده در بانک‌های ژن، ضعف بنیه بذرهای پیـر شـده و در نتیجه ضعیف بودن استقرار گیاهچه‌های تولیدی می‌باشـد. پیر شدن بـذر در طـی انبـارداری یکـی از عوامـل اصـلی کاهش بنیه بذر است و باعث تأخیر در جوانـه‌زنـی، رشـد کندتر و حساسیت به تنش‌های محیطی شـده و در نهایـت منجر به کاهش بنیه بـذر مـی‌شـود (Black *et al*., 2000). برای بررسی قدرت بذر می‌توان از یک آزمون تـنش مثـل آزمون پیـری تسـریع شـده (Accelerated Ageing Test) استفاده کرد. بذرهایی که پس از خـارج سـازی از شـرایط تنش در شرایط مطلوب، کاهش شدید جوانـه‌زنـی داشـته باشند از قدرت پـایینی برخـوردار بـوده و در عرصـه نیـز میزان درصـد سـبز کـردن آنهـا کـم اسـت. آزمـون پیـری زودرس روشی است که می‌تواند برای ارزیابی بنیه بـذر و قابلیت انبارداری بـذرها اسـتفاده شـود (El-Kassaby & Edwards, 1998). تکنیک پیری زودرس به‌عنوان روشـی که در مدت کوتاهی اطلاعاتی در مورد بنیه بذر در اختیـار قرار می‌دهد به فراوانـی در خصـوص مطالعـه گونـه‌هـای درختی مورد استفاده قرار گرفتـه اسـت (Krakowski & El-Kassaby, 2003 در مـورد *Pseudotsuga* (Mirb.

www.SID.ir

Archive of SID

menziesii و EL-Kassaby & Edward, 1998 روی *Tsuga diversifolia*). با این روش، تغییرات سلولی که در مدت نگهداری طولانی مدت در بذر اتفاق می‌افتند، از طریق قرار دادن کوتاه مدت بذر در معرض دمای بالا (٤٥-٤٠ درجه سانتی‌گراد) همراه با رطوبت زیاد (رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد) که سبب تسریع در متابولیزم بذر و زوال سریع بذر شوند، قابل شبیه سازی است (Delouche & Baskin, 1973). پیری بذر فرایندیست که در ابتدا کیفیت فیزیولوژیک بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به‌گونه‌ای که افت قوه نامیه و عوامل مرتبط با بنیه بذر از خصوصیات بذرهای پیر شده بشمار می‌روند (Wilson & Mc Donald, 1986). پیری زودرس باعث تجزیه غشاء و غیر فعال شدن سیستم‌های آنزیمی در نتیجه پراکسیداسیون چربی و افزایش اسیدیته چربی‌های آزاد می‌شود (Wilson & Mc Donald, 1986) و نتیجه آن افزایش نفوذپذیری غشاء، کاهش فعالیت تنفسی و افزایش تراوش الکترولیت‌ها از غشاء خواهد بود (Kaplana & Madhavarao, 1995). از طرفی آزمون هدایت الکتریکی به طور غیرمستقیم غلظت الکترولیت‌های آزاد شده از بذر را در طی فرایند جذب آب ارزیابی می‌کند (Dias *et al*., 1997). این آزمون به منظور برآورد بنیه بذر و بررسی فرسودگی بذر ایجاد شده در اثر پیری انجام می‌شود.

امروزه عملیات جنگل‌کاری به‌ویژه با سوزنی‌برگان در مناطق مختلف کشور بسیار توسعه یافته است. ازجمله گونه‌های سوزنی‌برگ می‌توان به کاج بروسیا (*P. brutia*) اشاره داشت که به طور گسترده‌ای در جنگل‌کاری‌ها و طراحی فضای سبز شهری در مناطق خشک و نیمه‌خشک تا نیمه مرطوب کشور استفاده می‌شود. با توجه به آنکه بذر این گونه در طول مدت نگهداری پیر شده و قابلیت جوانه‌زنی را از دست می‌دهد، تحقیق در خصوص سازوکار رفتار بذر آن ضروریست. در ارزیابی تحمل به خشکی و انبارداری گونه‌ها، بیشتر از صفات کیفی فیزیولوژیکی ازجمله سرعت جوانه‌زنی که از شاخص‌های مهم تأثیرگذار بر میزان جوانه‌زنی بذر، و میانگین زمان جوانه‌زنی که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی و مؤثر در ارزیابی زمان ظهور نهال‌ها، و آزمون بنیه بذر که مؤثر در تعیین ماهیت زوال بذر و رشد آن می‌باشد، استفاده می‌شود (Sarmadnia, 1996). با توجه به نقش رطوبت به‌عنوان یک عامل محیطی مهم در کنترل جوانه‌زنی بذر و پیری بذر به‌عنوان عامل مؤثر در کاهش کیفیت بذر، کسب آگاهی در خصوص بردباری بذرهای گونه مورد مطالعه به تنش رطوبتی و حرارتی، در تکثیر، تولید و استقرار موفقیت‌آمیز آنها برای مناطق مختلف جنگل‌کاری امری ضروریست. بنابراین در این تحقیق تأثیر تنش رطوبتی و پیری بذر بر برخی صفات فیزیولوژیکی بذرهای گونه سوزنی‌برگ *P. brutia* در شرایط آزمایشگاه مطالعه شد.

مواد و روشها

بذرهای *P. brutia* از مرکز بذر جنگلی خزر آمل با مشخصات مبدأ خرم‌آباد، قوه نامیه ۸۹٪ خلوص ۹۹/۸ و رطوبت ۵/۳ درصد و وزن هزار دانه ٤۷/۳ گرم و تعداد ۲۰۸۷۲ در کیلوگرم با یکنواختی در اندازه و وزن تهیه گردید. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار و ۵ سطح عامل تنش آبی و ۵ سطح پیری بذر در آزمایشگاه مطالعات بذر دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس انجام گردید. پتانسیل‌های آبی محیط جوانه‌زنی ۰ (شاهد)، ۲-، ٤-، ٦- و ۸- بار بودند که طبق جدول ۱ با استفاده از محلول پلی‌اتیلن گلایکول ٦۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

(PEG-6000) و با استفاده از رابطه ۱ و مطابق روش Hardegree & Emmerich (1990) تهیه گردیدند.

$$Q = M.I.R.T \quad [۱]$$

در این رابطه Q: فشار اسمزی بر حسب بار، M: تعداد گرم‌های ماده حل شده به وزن مولکولی ماده پلی‌اتیلن گلایکول، I: ضریب ثابت یونیزاسیون (۱)، R: ضریب ثابت گاز (۰/۰۸۳)، T: دما بر حسب کلوین (۲۹۳ درجه سانتی‌گراد) است.

همچنین برای اندازه‌گیری دقیق پتانسیل اسمزی محلول از دستگاه اسمومتر (Wescor-5520 USA) استفاده شد. برای اعمال تنش اسموتیک‌ها بترتیب ۵/۲۳، ۱۰/٤٦، ۱۵/٦۹ و ۲۰/۹۲ گرم پلی‌اتیلن گلایکول ٦۰۰۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استفاده شد. ابتدا مجموعه ظرف‌های پتری و بستر کشت بذر (کاغذ واتمن) در اتوکلاو، سترون شدند. بذرها با قارچ‌کش Carboxin tiram (۲ در هزار) ضد عفونی و بعد با آب مقطر شسته شدند. تعداد ۵۰ بذر در ظرف‌های پتری با قطر ۹ سانتی‌متر و بر روی دو لایه کاغذ صافی واتمن قرار داده شد. به منظور تطبیق شرایط با واقعیت موجود در طبیعت، تیمار رطوبتی ٦۰ ساعت بعد از قرار دادن بذر در ظرف‌های پتری اعمال گردید (Michel & Kaufmann, 1973). بعد محلول‌های تهیه شده با پتانسیل آبی مختلف برای هر ظرف پتری به میزان ۱۰ میلی‌لیتر هر ٤۸ ساعت یک‌بار به تیمارها اضافه شدند (Boydak *et al.*, 2003). بذرها به مدت ۳۷ روز در ژرمیناتور با ۱٦ ساعت روشنایی با شدت نور ۱۰۰۰ لوکس و دمای ۵ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (ISTA, 2009). در طی دوره آزمایش به منظور یکنواخت شدن پتانسیل آبی، کاغذهای صافی هر ۳ روز یک‌بار بمنظور ممانعت از تجمع محلول در محیط بذر و ثابت ماندن پتانسیل رطوبتی در طول دوره آزمایش تعویض گردیدند (Boydak *et al.*, 2003). همچنین برای اعمال تیمار پیری زودرس، از یک آون و دستگاه دسیکاتور استفاده شد. دمای آون در ۲±٤۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و در کف دسیکاتور تا زیر صفحه مشبک، آب ریخته شد. بعد بذرها به مدت ۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت بر روی صفحه مشبک و در دسیکاتور قرار داده شدند (Alvaninejad *et al.*, 2008). روی دسیکاتور با ورقه آلومینیوم پوشانیده شد تا در صورت چکه کردن احتمالی آب از سقف آون بر روی ظرف‌ها از نفوذ به درون و افزایش میزان رطوبت بذر جلوگیری نماید. درصد رطوبت بذر در هر سطح تیمار به صورت وزنی اندازه‌گیری شد. بعد از هر سطح تیمار، ۱۵ عدد بذر (۵ تکرار ۳ تایی) وزن گردید (وزن تر) و پس از بسته‌بندی در ورقه‌های نازک آلومینیومی به مدت ۱۸ ساعت درون آون با دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت که تعیین میزان آن بر اساس رابطه ۲ انجام شد (Anonymus, 1993).

$$\text{رطوبت بذر} = ۱۰۰ \times [\text{وزن تر} / (\text{وزن خشک} - \text{وزن تر})] \quad [۲]$$

برای آزمون هدایت الکتریکی ۳ تکرار ۵۰ عددی بذر از تیمارهای پیری زودرس انتخاب و با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند. بذرها در ظرف‌های پلاستیکی حاوی ۵۰ میلی لیتر آب مقطر ریخته شدند و برای مدت ۲٤ ساعت در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از صاف نمودن محلول حاوی بذر، هدایت الکتریکی محلول با استفاده از دستگاه هدایت الکتریکی HQ_{40} ساخت شرکت Hatch آمریکا اندازه‌گیری شد و بر حسب دسی‌زیمنس بر متر محاسبه

www.SID.ir

Archive of SID

شد (Black *et al*., 2000). آماده‌سازی بذرها و بعد قرار دادن آنها در ظرف پتری مشابه آزمایش فوق انجام گرفت. شمارش بذرهای جوانه‌زده با مشاهده اولین بذر جوانه‌زده آغاز شد و هر ۳ روز یک‌بار تا سبز شدن تمامی بذرهای واجد قوه‌نامیه ادامه یافت. معیار جوانه‌زنی بذر، خروج ریشه‌چه به طول حداقل ۲ میلی‌متر بود (Sidari *et al*., 2008). برای اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از هر ظرف پتری به طور تصادفی ۷ نمونه برداشت شد و بعد قسمت هوایی و ریشه‌چه از هم جدا شدند و با خط‌کش بر حسب میلی‌متر محاسبه گردیدند. آنگاه با استفاده از روابط ارائه شده توسط محققان (جدول ۱) مقادیر شاخص‌های جوانه‌زنی تعیین شدند. نمودار درصد تجمعی جوانه‌زنی بذرها در تیمارهای پتانسیل آبی و در تیمارهای پیری زودرس در دوره ۳۷ روزه و با اطمینان از تمام شدن جوانه‌زنی بذرها ترسیم گردید.

جدول ۱- روابط محاسباتی شاخص‌های جوانه‌زنی مورد بررسی

شماره رابطه	شاخص	رابطه	منابع مورد استفاده
[۳]	درصد جوانه‌زنی	$GR= n/N\times100$	(Panwar & Bhardwaj, 2005)
[٤]	میانگین زمان جوانه‌زنی	$MGT= \sum (n_i .t_i) / \sum n$	(Kulkarni *et al*., 2007)
[٥]	سرعت جوانه‌زنی	$GS= \sum(n_i/t_i)$	(Kulkarni *et al*., 2007)
[٦]	قدرت جوانه‌زنی	$GE= Mcgr/N \times100$	(Panwar & Bhardwaj, 2005)
[۷]	شاخص بنیه بذر	$SVI= GR \times Mean\ (Sl+Rl)/100$	(ISTA, 2009)

n= تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در طی دوره، n_i = تعداد بذرهای جوانه‌زده در یک فاصله زمانی مشخص t_i (در این تحقیق هر ۳ روز)
N = تعداد بذرهای کاشته شده (در این تحقیق ۵۰ بذر) Mcgr = حد اکثر درصد تجمعی بذرهای جوانه‌زده
t_i = تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی، Sl= طول ساقه‌چه و Rl= طول ریشه‌چه

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Ver. 15) صورت گرفت. ابتدا شرط نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و همگنی واریانس داده‌ها به وسیله آزمون لون (Levene) آزمون گردید. برای تعیین اختلاف آماری داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها در صورت همگنی واریانس‌ها از آزمون حداقل میانگین مربعات (LSD) به‌دلیل دارا بودن نمونه شاهد و در صورت عدم همگنی واریانس‌ها از آزمون دانت تی ۳ (Dunnett's T3) و برای تعیین رابطه بین سطوح مختلف تنش و درصد جوانه‌زنی از رگرسیون خطی استفاده گردید.

نتایج

اثر تنش آبی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار تنش آبی روی کلیه صفات جوانه‌زنی مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوری که در این تیمار بیشترین میانگین همه شاخص‌های جوانه‌زنی بجز میانگین زمان جوانه‌زنی در شاهد مشاهده شد و بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی

www.SID.ir

Archive of SID

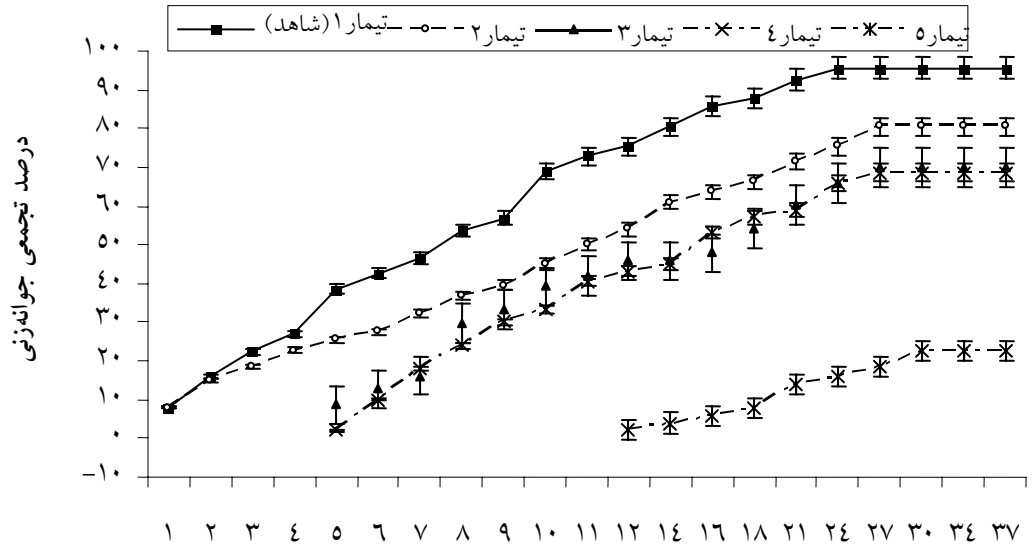
در تیمار پتانسیل آبی ۸- بار وجود داشت (جدول ۲). به طور کلی با افزایش میزان تنش و غلظت پلی‌اتیلن گلایکول از میزان جوانه‌زنی کاسته شد، بنحوی‌که بیشترین میزان جوانه‌زنی متعلق به شاهد بود (جدول ۲). همچنین میزان جوانه‌زنی در هر یک از تیمارهای تنش آبی یک روند افزایشی را در طول زمان نشان داد و در شاهد جوانه‌زنی زودتر آغاز گردید (شکل ۱).

جدول ۲- نتایج میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی و تجزیه واریانس در تیمارهای تنش آبی

تیمار تنش رطوبتی	شاهد	تیمار ۱ (۲- بار)	تیمار ۲ (٤- بار)	تیمار۳ (٦- بار)	تیمار٤ (۸- بار)	F
درصد جوانه‌زنی	۸۵/٤(۲/٤۳)a	۵۹/٦(۵/۰۷)bc	٦۵/۷(۸/۸۲)b	٤٤/۹(۷/۸٤)c	۱۰/۱(۲/۹۷)d	۲۵/۰۳۳*
میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	۸/۲(۱/۲٦)c	۱۱ (۰/۸۹)bc	۱۳/۱(۰/۹۸)b	۱۳/٦(۰/٦٤)b	۱۹/۷(۱/٦۵)a	۳/۸۳۷*
سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	۸/۹(۲/۲۹)a	۵/۳(۱/٦۱)ab	۳/٤(۰/٦۷)bc	۲/۱(۰/٤٤)bc	۰/۵۲(۰/۲)c	۱۰/۲۰۲*
قدرت جوانه‌زنی	۵۲/۳(۸/۵۸)a	۱۸/۵(۲/۸۱)b	۱۹/۱(۲/۹۷)b	۱۲/٤(۱/۹۵)b	۹(۲/۷۵)b	۲۰/۰۵۱*
شاخص بنیه بذر	۸۰/۹(۵/۲۸)a	۲۰/۹(۲/۰٦)b	۲۱/٤(۳/۳۸)b	۱۲/۹(۲/۳۷)b	۰/۲٦(۰/۰۰)c	۹۸/٤٦*

اعداد داخل پرانتز اشتباه معیار هستند. حروف مختلف کوچک در ردیف مربوط به هر شاخص مبین معنی‌دار بودن میانگین در سطح ۰/۰۵ با استفاده از آزمون حداقل میانگین مربعات است و در میانگین زمان جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر به‌دلیل عدم همگنی واریانس‌ها از آزمون دانت تی ۳ استفاده گردید.

*: معرف معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها است.



شکل ۱ - روند درصد تجمعی جوانه‌زنی بذرهای کاج بروسیا در تیمارهای تنش آبی

www.SID.ir

Archive of SID

اثر پیری زودرس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار پیری زودرس روی کلیه صفات جوانه‌زنی مورد مطالعه، میانگین هدایت الکتریکی و درصد رطوبت بذر معنی‌دار بود (جدول ۳). در تیمار پیری زودرس بیشترین میانگین همه شاخص‌های جوانه‌زنی بجز میانگین زمان جوانه‌زنی و درصد رطوبت بذر در شاهد مشاهده شد و بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تیمار ۲ (٤٨ ساعت) وجود داشت (جدول ۳). میزان هدایت الکتریکی در شاهد کمترین و در همه تیمارهای پیری زودرس بیشترین بود. همچنین میزان رطوبت بذر از شاهد تا تیمار ٤ (٩٦ ساعت) کاهش یافت (جدول ۳). در تیمار پیری زودرس تقریباً کلیه تیمارهای پیری زودرس نسبت به شاهد تأخیر در جوانه‌زنی را نشان دادند و بعد با روند بسیار کندتری تعداد بذرهای جوانه‌زده افزایش یافت (شکل ۲).

جدول ۳ – میانگین و تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی و میزان هدایت الکتریکی در تیمار پیری زودرس

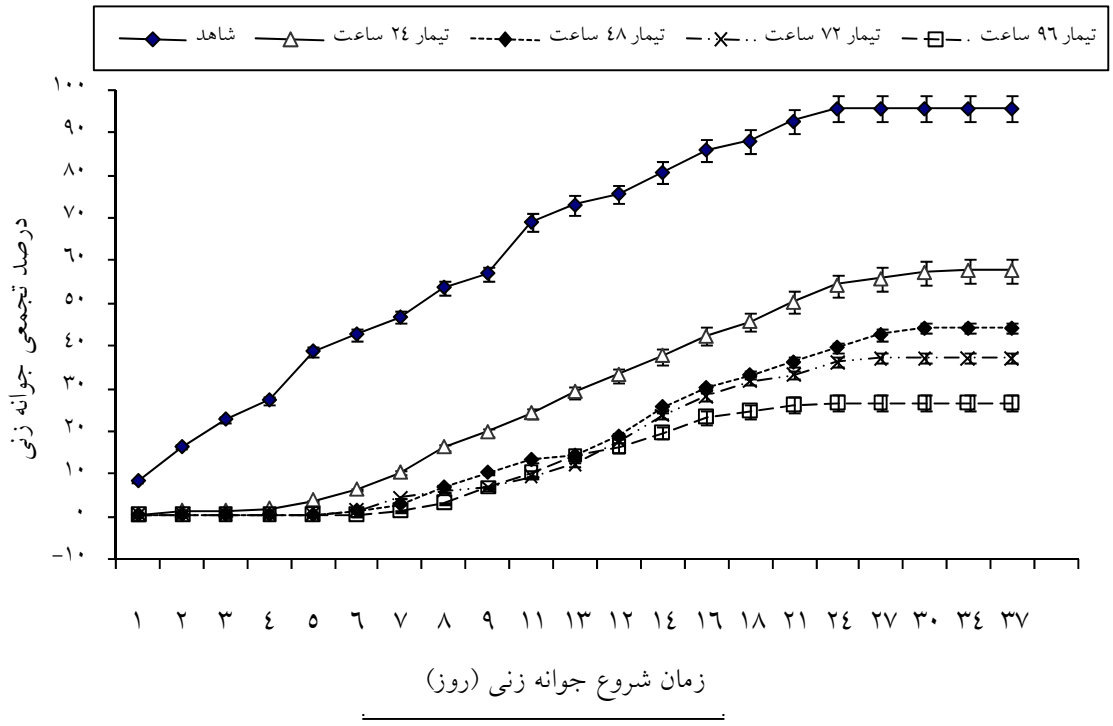
تیمار پیری زودرس	شاهد	تیمار ۱ (۲٤ ساعت)	تیمار ۲ (٤٨ ساعت)	تیمار ۳ (۷۲ ساعت)	تیمار ٤ (٩٦ ساعت)	F
درصد جوانه‌زنی	۸۵/٤(۲/٤۳)a	۵۷/۵(۱/٦٤)b	٤٤(۲/۱٦)c	۳۷(۲/۰۸)cd	۲٦/۵(۱/۵۷)d	۳٦/۸۷*
میانگین زمان جوانه‌زنی	۸/۲(۱/۲٦)b	۱۳/۷(۰/۲۸)a	۱۵/۲(۰/۵۲)a	۱٤/۱(۰/۹۳)a	۱۲/۸(۰/۸٤)a	۱۰/۳۸*
سرعت جوانه‌زنی	۸/۹(۲/۲۹)a	۲/۸(۰/۲۲)b	۱/۷(۰/۱٦)b	۱/۵(۰/۱۲)b	۱/۲(۰/۱۷)b	۹/۷۷*
قدرت جوانه‌زنی	۵۲/۳(۲/۵۸)a	٤٤/۵(۱/۸۹)a	۲۹/۵(۱/۲۵)b	۲۷/۵(۲/۰٦)bc	۱٦/۵(۲/۲۱)c	۱۱/۵۵*
شاخص بنیه بذر	۸۰/۹(۲/۲۸)a	۳۸/۲(۱/۸۷)b	۱۹(۱/۳۲)c	۷/۲(۰/٦۳)cd	۷/۱(۰/۹٤)c	۹۲/۹٤*
میانگین هدایت الکتریکی	۱/٦(۰/٤)b	۵/۹(۲/۲٦)a	٦/٦(۲/۱۷)a	٦/۷(۲/٦۷)a	۷/٦(۲/۰۳)a	٤۵/۳۸*
درصد رطوبت بذر	۵/۳(۰/۰۵)a	۳/۲(۰/٦۵)ab	۲/۸(۰/۳۵)ab	۱/۵(۰/۰۵)b	۱/٤(۰/۰۸)b	۲۲/۵۸*

اعداد داخل پرانتز اشتباه معیار هستند. *: معرف معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌هاست.

حروف مختلف کوچک در ردیف مربوط به هر شاخص مبین معنی‌دار بودن میانگین در سطح ۰/۰۵ با استفاده از آزمون حداقل میانگین مربعات است و در میانگین زمان جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و رطوبت بذر به‌دلیل عدم همگنی واریانس‌ها از آزمون دانت تی ۳ استفاده گردید. (واحد هدایت الکتریکی بر حسب دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- روند درصد تجمعی جوانه‌زنی بذرهای کاج بروسیا در تیمارهای پیری زودرس

معادلات رگرسیونی تیمارها

معادله رگرسیونی رابطه بین سطوح مختلف تنش و درصد جوانه‌زنی را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که ضرایب پارامترها و همچنین ضریب تعیین چندگانه (R^2) مدل برای تیمارهای تنش آبی و پیری زودرس معنی‌دار بودند (جدول ٤).

جدول ٤- پارامترها و ضریب تعیین چندگانه برای تعیین درصد جوانه‌زنی بذرهای کاج بروسیا در سطوح مختلف تیمارهای تنش آبی و پیری زودرس

تنش آبی					پیری زودرس			
پارامترهای مدل	مقدار	خطای استاندارد	سطح احتمال	معادله	مقدار	خطای استاندارد	سطح احتمال	معادله
a	۸٦/۲	۹/۲۵	۰/۰۰۳*	Y=۸٦/۲+۸/۲۷X	۷۷/۷٤	۵/۵۵	۰/۰۰۱*	Y=۷۷/۷٤-۰/۵۸X
b	۸/۲۷	۱/۸۹	۰/۰۲۲*		-۰/۵۸	۰/۰۹٤	۰/۰۰۹*	
R^2	۰/۸۷	-	۰/۰۲۲*		۰/۹۳	-	۰/۰۰۹*	

*: معرف معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌هاست.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

اثر تنش آبی

اعمال تیمارهای تنش رطوبتی در تحقیق حاضر باعث کاهش معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر و افزایش معنی‌داری در میانگین زمان جوانه‌زنی نسبت به شاهد گردید که با نتایج تحقیقات Boydak و همکاران (۲۰۰۳) روی *P. brutia*، Muscolo و همکاران (۲۰۰۷) روی *P. pinea* و Sidari *et al*., (2008) روی *P. pinea* مطابقت دارد. کاهش درصد جوانه‌زنی با افزایش پتانسیل منفی آب احتمالاً بنا به نتایج حاضر می‌تواند بیانگر حساسیت کاج بروسیا به تنش خشکی باشد. به طور کلی، فرایند فیزیکی جذب آب باعث افزایش فعالیت‌های متابولیکی درون بذر، سنتز پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، هیدراته شدن بذر و افزایش میزان جوانه‌زنی بذر می‌گردد (Zhu *et al*., 2006). در تحقیقی Falleri و همکاران (۲۰۰٤) دریافتند که اثرهای مستقیم ناشی از تجزیه کندتر آندوسپرم یا انتقال کندتر مواد تجزیه شده به گیاهچه‌ها، از عوامل کاهنده درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش آبی می‌باشد و کاهش مقدار رطوبت در دسترس بذرها بدلیل توان اسمزی، فعالیت آنزیم‌های α آمیلاز، پروتئاز و لیپاز که مسئول هیدرولیز کردن ذخایر کوتیلدون و وظیفه تأمین انرژی لازم در مراحل اولیه رشد بذرها را دارند، کاهش می‌یابد. همچنین می‌توان کاهش جوانه‌زنی را بدلیل منفی بودن پتانسیل آب در محیط اطراف بذر بیان نمود که باعث کاهش آب قابل دسترس در پایین‌تر از حد بهینه برای جوانه‌زنی بذرها شده است (Caruso *et al*., 2002). در تحقیق دیگری Van Gastel و همکاران (۱۹۹٦) سخت شدن دیواره سلولی را علت کاهش یا عدم جذب آب توسط پوسته بذر در محیط‌های تنش اسمزی معرفی کرده‌اند. در آزمایش حاضر درصد جوانه‌زنی در پتانسیل ۲- بار کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. در این راستا، Falusi و همکاران (۱۹۸۳) روی *P. halepensis* در تنش آبی ۲- بار، Falleri (1994) روی *Pinus pinaster* Ait در تنش ۸- بار، Boydak و همکاران (۲۰۰۳) روی *P. brutia* در تنش ٦- بار، و Zhu و همکاران (۲۰۰٦) روی *P. sylvestris* در تنش ٤- بار کاهش معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی مشاهده نمودند. در تحقیق حاضر، سرعت جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی بذر در تیمار تنش آبی کاهش یافتند که این کاهش می‌تواند نتیجه زوال بذر و تخریب غشاء سلولی باشد (Falleri, 1994). سرعت جوانه‌زنی از شاخص‌های کیفیت بذر می‌باشد و هر چه بذر بتواند در مدت زمان کمتر درصد جوانه‌زنی بالاتری داشته باشد موجب می‌گردد که گیاهچه زودتر مستقر شده و از منابع و شرایط محیط بیشتر استفاده نماید و دارای کیفیت مطلوب و بنیه بالاتری باشد. به طور مشابه، Zhu و همکاران (۲۰۰٦) نیز گزارش کرده‌اند که با افزایش غلظت اسمزی، سرعت و قدرت جوانه‌زنی بذرها کاهش می‌یابد. آنها همچنین دریافتند که با افزایش غلظت اسمزی مدت جوانه‌زنی بیشتر می‌شود و در غلظت ۱/۳۵- مگاپاسکال کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی در گونه *P. sylvestris* متوقف گردید و احتمالاً کاهش سرعت فعالیت‌های متابولیکی، آنزیمی و هیدرولیز ذخایر بذر به علت تأخیر زمان جوانه‌زنی بوده است. در این راستا، Adams (۱۹۹۹) و Boydak و همکاران (۲۰۰۳) نیز نتیجه گرفتند که هر چقدر پتانسیل آب بذر نسبت به میزان بهینه رطوبت، کاهش یابد مدت زمان لازم برای ظهور ریشه‌چه افزایش می‌یابد و اگر بذر مدت زمان رطوبتی معین را از

www.SID.ir

Archive of SID

محیط دریافت نماید، جوانه‌زنی آغاز خواهد شد. یکی دیگر از دلایل اصلی تأخیر جوانه‌زنی افزایش مدت زمان بین جذب آب تا رشد ریشه‌چه می‌باشد بدلیل آنکه میزان جذب رطوبت به‌تدریج توسط بذر در طی دوره جوانه‌زنی در تیمارهای تحت تنش‌های اسموتیک صورت می‌گیرد و در آب خالص میزان رشد ریشه‌چه به‌دلیل اشباع آب سریعتر است، اما در پتانسیل اسمزی میزان جذب آب به تدریج افزایش می‌یابد (Gholami *et al*., 2010).

در تحقیق حاضر، شاخص بنیه بذر نسبت به سایر صفات واکنش بیشتری به کاهش میزان رطوبت ناشی از افزایش میزان غلظت پلی‌اتیلن گلایکول نشان داد، طوری که در تنش‌های رطوبتی مشخص (۸- بار) طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. در تحقیق دیگری Lo´pez و همکاران (۲۰۰۹) نیز ضمن حصول نتایج مشابه روی بذر *Pinus* canariensis C. Sm.، عنوان کردند که احتمالاً رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه در مقایسه با فرایند جوانه‌زنی به فشار تورژسانس بیشتری نیاز دارند. در همین خصوص Gholami و همکاران (۲۰۱۰) نیز کاهش میزان رشد ریشه‌چه تحت پتانسیل رطوبتی را روی ٤ گونه از جنس بادام نتیجه گرفتند. در ضمن کاهش شاخص بنیه بذر نیز به علت کاهش میزان رطوبت در دسترس بذر است که موجب می‌شود تا فعالیت آنزیم‌ها در انتقال ذخایر آندوسپرم به شکل قابل استفاده برای رشد محورهای جنینی و سنتز ترکیبات بذر دچار اشکال شود (Van Gastel *et al*., 1996). رشد اندام‌ها نیز به سرعت تولید سلول‌های جدید و سرعت بزرگ شدن این سلول‌ها بستگی دارد و هر دو فرایند به آماس سلولی حساس هستند، اما میزان این حساسیت احتمالاً به بافت، گونه یا شدت تنش بستگی دارد. به طوری که وقتی بذرها در معرض خشکی قرار می‌گیرند انعطاف‌پذیری دیواره سلول‌های در حال رشد کم شده و توسعه سلول و در نتیجه رشد اندام کاهش می‌یابد (Kafi & Mahdavi Damghani, 2002). در تحقیق حاضر آشکار شد که میزان جوانه‌زنی، سرعت و قدرت جوانه‌زنی *P. brutia* در تنش ۸- بار کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته اما متوقف نشده است و شاخص بنیه بذر آن در تنش ۸- بار بسیار نزدیک به آستانه توقف می‌باشد. بنابراین بذرها تا فشار اسمزی ٦- بار را می‌توانند تحمل کنند. البته می‌توان انتظار داشت که واکنش گونه‌ها نسبت به تنش اسمزی مربوط به کیفیت درخت مادری و تأثیر آن بر بذردهی، عوامل ژنتیکی، مدت و شرایط نگهداری بذر و اختلاف در مقاومت به تنش خشکی نیز باشد (Beardmore *et al*., 2008).

اثر پیری زودرس

در این راستا اعمال تیمار پیری زودرس نیز باعث کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی بجز میانگین زمان جوانه‌زنی گردید و بیشترین میانگین درصد جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده شدند که Black و همکاران (۲۰۰۰) نیز بیان داشته‌اند که کیفیت پایین بذر و پیری آن به شدت روی درصد جوانه‌زنی بذرها مؤثر است. پیری بذر پدیده‌ای فیزیولوژیک است که در شرایط افزایش دما، رطوبت و فشار اکسیژن محیط، زوال بذر به تدریج آغاز می‌شود و موجب تخریب ساختار DNA و RNA ریبوزومی و منجر به کاهش قوه‌نامیه، بنیه بذر و زوال سریع آن می‌گردد (Hampton, 2003). همچنین Black و همکاران (۲۰۰۰) علت کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی در تیمار پیری زودرس را بدلیل کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز می‌دانند. در این آزمایش با توجه به جدول ٤ و شکل ۲، قرار

www.SID.ir

Archive of SID

دادن بذرها به مدت زمان بیشتری در دما و رطوبت بالا باعث کاهش قابل توجهی در میزان درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی و تأخیر در زمان جوانه‌زنی گردید که با نتایج تحقیقات Krakowski & El-Kassaby (2003) روی گونه *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) همخوانی دارد. کاهش میزان رطوبت بذر در این تحقیق از شاهد تا تیمار ۹۶ ساعت نیز دلیل دیگری بر کاهش میزان جوانه‌زنی می‌باشد که انتقال مواد تجزیه شده از بافت ذخیره‌ای به محور جنین و ساختن ترکیبات شیمیایی جنین کند انجام می‌گیرد. اگر مدت زمانی که بذرها در دما و رطوبت بالا قرار می‌گیرند افزایش یابد به تبع آن سرعت پیری نیز افزایش خواهد یافت و در این شرایط، درصد، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر کاهش می‌یابد و همچنین در اثر این فرایند گیاهچه‌های غیرعادی تولید شده و طول ریشه و ساقه گیاهچه‌ها کاهش پیدا می‌کند (Eisvand & Maddah Arefi, 2007) و احتمال دارد که نابودی بذر در نتیجه پیری ناشی از تغییرات در فیزیولوژی سلولی بذر باشد (Hampton & Tekrony, 1995). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که شاخص بنیه بذر بیشتر از درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر پیری زودرس قرار گرفته و کاهش شدیدی نسبت به شاهد نشان داده است که با نتایج تحقیقات Eisvand & Alizadeh (2002) همسو است. همچنین پیری زودرس تراوش مواد محلول از سلول را افزایش و فعالیت تنفسی را کاهش می‌دهد (Bonner, 1998). افزایش تراوش الکترولیت‌ها از سلول ناشی از افزایش نفوذپذیری غشاهای سلولی است و احتمالاً پیری بر روی چربیهای غشاء نیز تأثیر می‌گذارد (Wilson & Mc Donald, 1986). از طرفی افزایش میزان هدایت الکتریکی در بذرهای پیر شده ناشی از افزایش تراوش مواد محلول می‌باشد و نشان می‌دهد که دیواره آنها خاصیت تراوایی خود را از دست داده و مواد داخل سلول به راحتی به بیرون نشت می‌کند (Bonner, 1998). آزمون هدایت الکتریکی بر اساس میزان نفوذ آب به داخل سلول‌های بذر و در نتیجه میزان خروج مواد محلول از دیواره آنها صورت می‌گیرد. هر چه هدایت الکتریکی آب حاوی بذر بیشتر باشد، تعداد بیشتری از سلول‌های از بین رفته درون بذر را مشخص می‌کند که در تحقیق حاضر افزایش میزان هدایت الکتریکی در تیمارهای پیری زودرس نسبت به شاهد نیز مؤید این مطلب است. با توجه به نگهداری بذر کاج بروسیا حداکثر به مدت سه سال در مراکز بذر بمنظور کاشت در نهالستان‌ها و همچنین نظر به کاهش مقادیر شاخص‌های جوانه‌زنی در طی انبارداری بذر آن منتج از نتایج این تحقیق، بهتر است بذرها به مدت کمتری انبار و زودتر کشت شوند تا عملکرد بهتری حاصل گردد. از طرفی مدل رگرسیونی در جدول ۵ برای تیمارهای تنش آبی میزان ۸۷ درصد و برای تیمارهای پیری زودرس به میزان ۹۳ درصد قادر به پیش‌بینی مقادیر واقعی جوانه‌زنی است و باقی‌مانده آنها به پارامترهای دیگری بستگی دارد که در صورت شناخت و ورود چنین داده‌هایی توانایی این مدل‌ها در برآورد جوانه-زنی در شرایط تحت تنش افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، از این تحقیق استنتاج می‌شود از آنجایی که کاهش قوه‌نامیه، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر از علائم زوال بذر است بنابراین برای جوانه‌زنی بهینه و به موقع بذر این گونه در نهالستان تولید نهال جنگلی نیز باید رطوبت مطلوب بذر حفظ گردد. همچنین زمان نگهداری بذر طولانی نگردد و انبار نگهداری بذر از لحاظ رطوبت

www.SID.ir

Archive of SID

و حرارت مناسب باشد وگرنه جوانه‌زنی و بنیه بذر دچار خسارت و فساد خواهد شد.

منابع مورد استفاده

- Adams, R., 1999. Germination of Callitris seeds in relation to temperature, water stress, priming, and hydration-dehydration cycles. Journal of Arid Environments, 43: 437–448.
- Alvaninejad, S., Tabari, M., Taghvae, M., Espahbodi, K. and Hamzepour M., 2008. Effect of desiccation on germination and vigor of manna oak (*Quercus brantii* Lindl.) acorns. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16 : 574-582.
- Anonymus, 1993. International Seed Testing Association (ISTA). International rules for seed testing. Seed Science Technology, 258 p.
- Beardmore, T., Wang, B.S.P., Penner, M. and Scheer, G., 2008. Effects of seed water content and storage temperature on the germination parameters of white spruce, black spruce and lodgepole pine seed. New Forests, 36:171–185.
- Black, M., Bradford, K. J. and Vázquez-Ramos, J., 2000. Seed Biology. Advances and Applications, CABI Publishing, 508 pp.
- Bonner, F.T., 1998. Testing tree seed for vigor. A review. Seed Technology, 20: 5-17.
- Boydak, M., Duruk, H., Tulku, F. and Alikoulu, M., 2003. Effects of water stress on germination in six provenances of *Pinus brutia* seeds from different bioclimatic zones in Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27: 91-97.
- Caruso, A., Morabito, D., Delmotte, F., Kahlem, G. and Carpin, S. 2002. Dehydrin induction during drought and osmotic stress in *Populus*. Plant Physiology and Biochemistry, 40: 1033-1042.
- Deloche, J.C. and Baskin, C.C., 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, 1: 427-452.
- Dias, D.C.F.S., Marcos-Filho, J. and Carmello, Q.A.C., 1996. Potassium leakage test for the evaluation of vigour in soybean seeds. Seed Science and Technology, 25: 7-18.
- Eisvand, H. R. and Alizadeh M. A., 2002. Evaluation some physiological quality characters (percentages of germination, speed of germination & vigor index) of *Dracocephalum moldavica* L., by accelerated ageing test. Iranian Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 11: 249-256.
- Eisvand, H. R. and Maddah Arefi, H., 2007. Effects of some plant growth regulators on physiological quality of *Bromus* aged seeds. Iranian Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 15: 159-171.
- El-Kassaby, Y.A. and Edwards, D.G.W., 1998. Genetic control of germination and the effects of accelerated aging in mountain hemlock seeds and its relevance to gene conservation. Forest Ecology and Management, 112: 203-211.
- Falleri, E., 1994. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. Seed Science Technology, 22: 591-599.
- Falleri, E., Muller, C. and Laroppe, E., 2004. Effect of water stress on germination of beechnuts treated before and after storage. Canadian Journal of Forest Research, 34: 1204-1209.
- Falusi, M., Calamassi, R. and Tocci, A., 1983. Sensitivity of seed germination and seedling root growth to moisture stress in four provenances of *Pinus halepensis* Mill. Silvae Genetica, 32 : 4-9.
- Gholami, M., Rahemi, M. and Kholdebarin, B., 2010. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol on seed germination of four wild almond species. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4: 785-791.
- Hampton, J.G. and Tekrony, D.M., 1995. Handbook of vigor test methods (3rd ED.). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Swirztland.
- Hardegree, S.P. and Emmerich, W.E., 1990. Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution-saturated filter paper. Plant Physiology, 92: 462-466.
- International Seed Testing Association, 2009. International Rules for Seed Testing. Annexes. Seed Science and Technology Journal, 37: 21-36.
- Kafi, M. and Mahdavi Damghani, A., 2002. Mechanisms of resistance to environmental stresses in plants (translate). University of Mashhad Press, 467p.
- Kaplana, R. and Madhavarao, R.V., 1995. On the ageing mechanism in pegeon pea (*Cojanus cajan* L.Mill sp.). Seed Science and Technology Journal, 23: 1-9.
- Krakowski, J. and El-Kassaby, Y. A., 2003. Effects of stratification and simulated aging on germination of douglas-fir seed from a clonal seed orchard. Forest Genetics, 10: 65-70.
- Kulkarni, M.G., Street, R.A. and Staden, J.V., 2007. Germination and seedling growth requirements for propagation of *Diosscorea dregeana* (Kunth) Dur. and Schinz-A tuberous medicinal plant. South African Journal of Botany, 33: 131-137.
- Lo´pez, R., Rodrı´guez-Calcerrada, J. and Gil, L., 2009. Physiological and morphological response to water deficit in seedlings of five provenances of *Pinus canariensis*: potential to detect variation in drought-tolerance. Trees, 23:509–519.

www.SID.ir

Archive of SID

- Sarmadnia, G.H.M., 1996. Seed technology (translate). Iranian Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Mashhad, 288p.
- Sidari, M., Mallamaci, C. and Muscolo, A., 2008. Drought, salinity and heat differently affect seed germination of *Pinus pinea*. Journal of Forest Research, 13:326–330.
- Tavakkol Afshari, R., Abbasi Surki, A. and Ghasemi, E., 2009. Seed technology and its biological basis (translate). University of Tehran Press, 515p.
- Van Gastel, A.J.G., Pagnotta, M.A. and Porceddu, E., 1996. Seed Science and Technology, ICARDA, 311p.
- Wilson, D.O.Jr. and Mc Donald, M.B.Jr., 1986. The lipid peroxidation model of seed aging. Seed Science and Technology Journal, 14: 269-300.
- Zhu, J., Kang, H., Tan, H. and Xu, M., 2006. Effects of drought stresses induced by polyethylene glycol on germination of *Pinus sylvestris* var. Mongolia seeds from natural and plantation forests on sandy land. Journal of Forest Research, 11: 319–328.
- Lopez, M., Humara, J.M., Casares, A. and Majada, J., 2000. The effect of temperature and water stress on laboratory germination of *Eucalyptus globulus* Labill. seeds of different sizes. Annals of Forest Science, 57: 245-250.
- Michel, B.E. and Kaufmann, M.R., 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51: 914-916.
- Muscolo, A., Sidari, M., Mallamaci, C. and Attin, E. 2007. Changes in germination and glyoxylate and respiratory enzymes of *Pinus pinea* seeds under various abiotic stresses. Journal of Plant Interactions, 2: 273 – 279.
- Panwar, P. and Bhardwaj, S.D., 2005. Handbook of practical forestry. Agrobios (INDIA), 191p.
- Rodriguez, G., Cantusilva, I., Meza, G. and Lozano, R., 2004. Plant water relations of thornscrub shrub species, north-eastern Mexico. Journal of Arid Environments, 58: 483-503.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of water stress and accelerated ageing on some physiological characteristics of *Pinus brutia* Ten. seeds

F. Ahmadloo[1], M. Tabari[*2] and B. Behtari[3]

1- M.Sc., Forestry, Department of Natural Resources Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran
2* - Corresponding author, Asso. Prof., Department of Natural Resources Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran
Email: masoudtabari@yahoo.com
3- M.Sc., Rangeland Management, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran

Received: 17.10.2010 Accepted: 19.06.2011

Abstract

The research was carried out for considering the effect of water stress and accelerated ageing on several physiological characteristics of *pinus brutia* seeds including germination percent, mean germination time, germination speed, germination energy and vigor index. Seeds were arranged in petri dishes with 4 replications in completely randomized design with five levels of water potential and five levels of accelerated ageing factor. Water potentials of the germination substrates (0, -2, -4, -6 and -8 bars) were produced using PEG-6000 solutions and seeds involving accelerated ageing treatment were exposed to 40 °C and relative humidity of 100 percent for zero, 24, 48, 72 and 96 hours. Then seeds were kept for 37 days in germinator (16 h photoperiod at 1000 lux and at 20 ± 0.5°C). For measuring Electrical Conductivity (EC) test, seeds selected from all of accelerated age treatments exposed to 25 °C in incubator for 24 hours. The results indicated that water stress and accelerated ageing had significant effect on seed physiological characteristics. Decreasing water absorption potential from 0 to -8 bars and increasing ageing period significantly reduced most of the seed physiological characteristics. The EC values were the least and highest in control samples and accelerated ageing treatments, respectively. Vigor index was more affecting water stress and accelerated ageing than germination percent.

Key word: Polyethylene glycol 6000, Accelerated ageing, Seed germination, Seed Vigor Index, Electric conductivity.

www.SID.ir