علوم و تحقیقات بذر ایران
سال هفتم/ شماره دوم/ ۱۳۹۹ (۲۴۰ - ۲۲۹)

DOI: 10.22124/jms.2020.4574

تاثیر پرایمینگ بذر بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی، فعالیت آنزیمی و برخی خصوصیات بیوشیمیایی کرفس کوهی (*Kelussia odoratissima* L.) و کاپاریس اسپینوسا (*Capparis spinosa*)

لمیا وجودی مهربانی[۱]، رعنا ولیزاده کامران[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۳

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر تیمارهای پرایمینگ بذر (جیبرلین، نیترات پتاسیم، دما و خیساندن) بر جوانه‌زنی و برخی فعالیت‌های فیزیولوژیک و آنزیمی لگجی و کرفس کوهی دو آزمایش جداگانه بر مبنای طرح کاملا تصادفی انجام شد. نتایج نشان‌دهنده تاثیرمعنی‌دار تیمارهای مورد استفاده بر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، محتوای آنزیم آلفا آمیلاز و پروتئین در هر دو گیاه بود. تیمارهای یک و دو میلی‌گرم در لیتر جیبرلین موجب افزایش طول ریشه‌چه و تیمار ۲ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین موجب افزایش طول ساقه‌چه در لگجی و کرفس کوهی گردید. تیمارهای ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر نیترات پتاسیم تاثیر مثبت بر محتوای پروتئین هر دو گیاه داشت در کرفس کوهی همچنین تیمار خیساندن بذر و نگهدای آن در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ و ۶۰ روز موجب افزایش محتوای پروتئین گردید. بیش‌ترین میزان آنزیم آلفا آمیلاز در کرفس کوهی در دمایی ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز و تیمارخیساندن و نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز و در گیاه کور در دمای ۶ درجه سلسیوس و نگهداری به‌مدت ۶۰ روز مشاهده شد. خیساندن بذر و نگهداری بذرها در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ روز بهترین تیمار برای درصد جوانه‌زنی بذر کرفس کوهی و به‌مدت ۳۰ و ۶۰ روز برای کور بود. تیمار دمای ۴ و ۶ درجه به‌مدت ۹۰ روز موجب افزایش محتوای آنزیم کاتالاز شد. تیمار ۲ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین و تیمار خیساندن و نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز موجب افزایش محتوای پرولین در کرفس کوهی گردید. در کل چنین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که پرایمینگ بذر با جیبرلین و خیساندن در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ و ۶۰ روز تاثیر مثبت بر صفات مورد بررسی در بذر کرفس کوهی و لگجی دارد.

واژه‌های کلیدی: آلفا آمیلاز، پراکسیداز، پروتئین، کاتالاز

۱- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
۲- استادیار، گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول: rana.valizadeh@gmail.com

مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت جهان تامین منابع غذایی مورد نیاز آن‌ها از اولویت‌های اساسی هر کشوری می‌باشد. گیاهان مرتعی از جمله گیاهان مورد توجه برای تامین نیازهای غذایی بشر می‌باشد. هر یک از این گیاهان دارای قابلیت‌های گوناگون برای کاربردهای خوراکی، دارویی، صنعتی و علوفه‌ای می‌باشند. لگجی با نام علمی کاپاریس ایسپینوسا (*Capparis spinose*) گیاهی از تیره کبریان (Capparacea) می‌باشد. لگجی یکی از بوته‌های دائمی در معرض انقراض در اغلب کشورهای مدیترانه ای می‌باشد (Abu-khalaf and Arafeh, 2015). این گیاهان به‌خوبی با مناطقی که بارندگی سالیانه آن‌ها کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد و در مناطق صخره‌ای با تابش بالای نور خورشید که اکثر گیاهان در چنین شرایطی قادر به تولید محصول اقتصادی نمی‌باشند محصول تولید می‌کند (Sultan and Çelik, 2009). گیاه دارویی لگجی کاربرد گسترده‌ای در طب سنتی و صنایع داروسازی دارد (Abu-khalaf and Arafeh, 2015). از این گیاه همچنین در درمان بسیاری از بیماری‌ها نظیر بیماری‌های کلیه، کبد، طحال، پوستی، کم‌خونی، اعصاب، نقرس، دیابت و روماتیسم استفاده می‌شود (Abu-khalaf and Arafeh, 2015). لگجی غنی از ترکیبات دارویی نظیر فلاونوئیدها، ساپونین‌ها، پکتین‌ها، اسانس‌ها و به‌ویژه گلیکوزیدها و گلیکوزینولات‌ها می‌باشد. این گیاه همچنین دارای اثرات ضد قارچی، آنتی‌اکسیدانت و ضد التهابی می‌باشد (Abu-khalaf and Arafeh, 2015 Sultan and Çelik, 2009;). کرفس کوهی (*Kelussia odoratissima* L.) با نام فارسی کلوس، گیاهی چندساله و معطر از تیره چتریان از گونه‌های با ارزش دارویی در منطقه زاگرس بوده که دارای اهمیت اکولوژیک و اقتصادی می‌باشد (Razeghi *et al*., 2015). تحقیقات نشان داده که به دلیل فلاونوئید و Z- لگوستلید موجود در کرفس کوهی، این گیاه دارای اثرات ضد التهاب، آرام‌بخش، ضد سرفه، ضد دیابت، ضد سرطان، ضد آسم می‌باشد (Saeedi and Omidbaigi, 2009; Razeghi *et al*., 2015). این گونه نیز همانند بسیاری از گونه‌های دارویی ایران در طی سال‌های اخیر به‌دلیل برداشت بی‌رویه، شخم اراضی مرتعی به‌منظور کشت دیم در معرض خطر انقراض قرار گرفته است (AmoAghaei *et al*., 2008). بذرهای این گیاهان همانند بذر گونه‌های دیگر گیاهان خانواده چتریان و کبریان که الگوی مختلفی از خواب فیزیولوژیک را نشان می‌دهدT دارای خواب می‌باشد که موجب کاهش جوانه‌زنی بذر می‌شود. خواب بذر یکی از عوامل اصلی بقای بذر تحت شرایط نامساعد محیطی می‌باشد. خواب در بذر تحت تاثیر وجود پوسته ضخیم، عدم تعادل هورمونی و عدم تکامل جنین حادث می‌شود. پرایمینگ بذر روش موثر در کاهش مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچه می‌باشد که موجب بهبود کارآیی بذر می‌شود. در بررسی‌های انجام‌شده توسط سایر محققین مشخص شد که پرایمینگ بذر موجب افزایش بیوسنتز پروتئین (McDonald, 1999)، افزایش فعالیت آنزیم آلفا امیلاز (Ghahramani *et al*., 2015)، افزایش بیوسنتز DNA میتوکندری و RNA ریبوزومی (Bradford, 1986) می‌شود. سرمادهی بذر به‌دلیل افزایش نفوذپذیری پوسته بذر و تحریک تولید اسید جیبرلیک توسط جنین، تحریک تولید آنزیم آلفا آمیلاز (موجب مصرف ذخایر آندوسپرم و کاهش مقاومت مکانیکی سلول‌های آندوسپرم) موجب تسریع و بهبود جوانه‌زنی می‌شود (Baskin *et al*., 1992). استفاده از تیمارهای سرما و پرایمینگ بذر روش موثری در حذف خواب درونی گیاهان می‌باشد. آمو اقایی و همکاران (AmoAghaei *et al*., 2008) عنوان نمودند که سه‌هفته سرمادهی مرطوب بذر کرفس کوهی جهت فعال‌شدن جنین لازم می‌باشد و بعد از مدت ذکرشده استفاده از اسموپرایمینگ پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ با پتانسیل اسمزی ۱۰- بار تاثیر مثبت بر جوانه‌زنی بذر داشت. در بررسی‌های انجام‌شده توسط اعتمادی و همکاران (Etemadi *et al*., 2010) مشخص شد که کرفس کوهی بهترین رشد را در مناطقی با دمای کم‌تر از ۲۰ درجه سلسیوس و در مناطقی با ۱۲۷ روز دمای صفر درجه سلسیوس انجام می‌دهد. در بررسی انجام‌شده در گیاه لگجی مشخص شد که تیمار بذرها با اسید سولفوریک به‌مدت ۱۵ دقیقه و کاربرد اسیدجیبرلیک به‌مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه موجب افزایش جوانه‌زنی بذر تا ۷۵ درصد شد (Labbafi *et al*., 2018). در تحقیق انجام‌شده توسط حیدریان و همکاران (Heydarian *et al*., 2014) درگیاه لگجی مشخص شده که پیش‌تیمار بذرها با استیل سالسلیک اسید موجب افزایش جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش خشکی می‌شود.گیاه لگجی و کرفس کوهی از

گیاهان مهم دارویی و مرتعی ایران می‌باشد که نقش مهمی در حفاظت از منابع خاکی کشور در مناطق مرتعی و شیب‌دار را برعهده دارد، با توجه به برداشت بی‌رویه این گیاهان ارزشمند از مراتع و طبیعت مناطق محلی، جمعیت این گیاه به‌شدت در رویشگاه‌های طبیعی آن رو به کاهش می‌باشد که لزوم توجه بیش‌تر به این امر را می‌طلبد. به‌نظر می‌رسد که در صورت عدم توجه به رفع مشکل جوانه‌زنی و استقرار مجدد این گیاهان در زیستگاه طبیعی آن‌ها نسل آن‌ها از طبیعت ایران منقرض خواهد شد، لذا هدف از بررسی حاضر ارزیابی سریع‌ترین روش حذف خواب از گیاهان فوق‌الذکر و تسریع در جوانه‌زنی آن‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

بذرهای کرفس کوهی مورد استفاده در پژوهش حاضر از استان اصفهان (طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی) و بذر لگجی مورد استفاده در پژوهش حاضر از شهرستان ورزقان (سی و هشت درجه و چهل و دو دقیقه عرض شمالی و چهل و هفت درجه و هفده ثانیه طول شرقی) در طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۵ تهیه گردید. به‌منظور بررسی تیمارهای مورد استفاده بر جوانه‌زنی بذر لگجی و کرفس کوهی دو آزمایش جداگانه بر مبنای طرح کاملا تصادفی در سه تکرار طراحی شد. ۱۵ بذر در هر ظرف کشت گردید. بذرهای ضدعفونی‌شده در محیط کشت موراشینگ و اسکوگ (MS) بدون هورمون، کشت و به‌منظور اعمال تیمارهای سرمایی (۰، ۴ و ۶ درجه سلسیوس) برای مدت‌های تعیین‌شده (۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز) در یخچال قرار گرفت. لازم به ذکر می‌باشد که در تیمارهای مربوط به پیش‌خیساندن، بذرها به مدت ۱۲ ساعت در آب مقطر استریل قرار گرفت. به‌منظور اعمال تیمارهای جیبرلین و نیترات پتاسیم بعد از تهیه غلظت‌های مورد نظر از ترکیبات فوق بذور ضدعفونی‌شده به‌مدت ۱۲ ساعت در تیمارهای فوق قرار گرفت، سپس به محیط کشت MS منتقل گردیدند و بعد از ۳۰ روز یادداشت‌برداری از تیمارها انجام شد. لازم به ذکر می‌باشد که از دمای ۲۰ درجه سلسیوس به‌عنوان شاهد برای جوانه‌زنی بذور استفاده شد. اما به‌دلیل این‌که در دمای فوق هیچ گونه جوانه‌زنی بعد از گذشت ۹ ماه مشاهده نشد، به‌همین دلیل از گزارش نتایج مربوط به آن خودداری گردید.

بعد از جوانه‌زنی بذرها صفات مورد مطالعه شامل، درصد جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه و ساقچه (به کمک کولیس) اندازه‌گیری شد. به‌منظور محاسبه درصد جوانه‌زنی ۱۰۰ عدد بذر ضدعفونی‌شده در ظروف کاشت حاوی محیط MS قرار گرفت لازم به ذکر است که درصدجوانه‌زنی از طریق شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز آخر هر تیمار محاسبه شد. نمونه‌برداری از گیاهان در روز آخر هر تیمار (۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز) به‌منظور بررسی محتوای آنزیمی، پروتئین و پرولین انجام شد.

محتوای پرولین

۰/۱ گرم بافت گیاهی در ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالسیلیک ۳/۳ درصد سائیده شد و با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد. در لوله جداگانه دیگری به ۲ میلی‌لیتر از عصاره حاصل ۲ میلی‌لیتر معرف ناین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال خالص اضافه شدو به‌مدت یک ساعت در بن‌ماری در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار گرفت سپس با اضافه‌کردن ۴ میلی‌لیتر تولوئن به هرکدام از لوله‌ها به‌مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه ورتکس شد. پس از تشکیل دو فاز جداگانه فاز بالایی رنگی با دقت جدا و مقدار جذب در دستگاه اسپکتروفتومتر (T80^{+} China) با طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. از تولوئن به‌عنوان استاندارد به‌منظور ارزیابی محتوای پرولین استفاده شد (Bates *et al*., 1973).

محتوای پروتئین

به‌منظور تعیین محتوای پروتئین به‌روش برادفورد (Bradford, 1986) ابتدا یک میلی‌لیتر از محلول برادفورد به‌همراه ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره آنزیمی پس از مخلوط‌شدن کامل در دستگاه طیف‌سنج قرار گرفت و جذب محلول در طول موج ۵۹۵ نانومتر ثبت شد. غلظت پروتئین بر حسب میلی‌گرم در لیتر بافت تازه با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد.

محتوای آنزیم کاتالاز و پراکسیداز

برای این منظور ۰/۱ گرم از بافت گیاه بعد از انجماد در نیتروژن مایع داخل هاون چینی روی یخ سائیده شد و با افزودن یک میلی‌لیتر از بافر استخراج هموژنیزه شد. عصاره حاصل در داخل سانتریفوژ یخچالدار در دمای ۴

درجه سلسیوس به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. برای اندازه‌گیری آنزیم پراکسیداز از ۲۵ میلی‌مولار بافر فسفات با اسیدیته ۶/۸، گایاکول ۲۰ میلی-مولار، آب اکسیژنه ۴۰ میلی‌مولار و ۱۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی استفاده شد. فعالیت آنزیم در طول موج ۴۷۰ نانومتر (مدت زمان سه دقیقه با فاصله زمانی ۲۰ ثانیه) قرائت شد. به منظور اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز به ۲/۸ میلی‌لیتر بافر فسفات منوسدیک با pH حدود ۶/۸ عصاره آنزیمی (۱۰۰ میکرولیتر) اضافه و روی آن ۱۵ میلی‌مولار آب اکسیژنه افزوده شد (فعالیت آنزیمی با اضافه‌کردن آب اکسیژنه شروع شد) از ۲/۹ میلی‌لیتر بافرفسفات منوسدیک ۲۵ میلی‌مولار با pH ۱/۸ و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی به‌عنوان شاهد استفاده شد. کاهش میزان جذب نور در طول موج ۲۴۰ نانومتر (مدت زمان یک دقیقه با فاصله زمانی ۵ ثانیه) بعد از افزودن آب اکسیژنه اندازه‌گیری گردید. فعالیت آنزیم بر مبنای میکرو مول بر گرم وزن‌تر بر دقیقه بیان شد (Kar and Mishra, 1976).

محتوای آنزیم α -آمیلاز

۲۰ روز بعد از جوانه‌زنی بذر، از یک گرم بافت گیاهی برای اندازه‌گیری آلفا آمیلاز استفاده شد. ابتدا ۵ میلی‌لیتر محلول ۶۰ میلی‌مولار بافر فسفات با pH حدود ۶/۸ به نمونه اضافه و به‌مدت ۱۵ دقیقه در ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. در لوله آزمایش جداگانه ابتدا ۰/۵ میلی-لیتر محلول نشاسته اضافه و روی آن ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره تهیه‌شده در بالا اضافه گردید و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سلسیوس نگهداری و به‌منظور توقف واکنش روی آن یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال افزوده شد. در مرحله آخر روی مخلوط حاصل یک میلی-لیتر ید اضافه شد و در نهایت حجم نمونه با آب مقطر به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد و جذب نمونه به کمک اسپکتروفتومتر (T80 ساخت چین) در طول موج ۶۲۰ نانومتر قرائت شد (Xiao *et al*., 2006).

برای محاسبات آماری از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر در کرفس کوهی بر روی تمامی صفات اندازه گیری‌شده به‌جزء آنزیم پراکسیداز و در کور به‌جزء آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و پرولین معنی‌دار بود (جدول ۱و ۲). تیمار خیساندن بذر به‌مدت ۱۲ ساعت و سپس نگهداری آن‌ها در محیط کشت MS در دمای ۴ درجه سلسیوس تاثیر مثبت بر جوانه‌زنی بذر کرفس کوهی و لگجی داشت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که پرایمینگ بذر با اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم تاثیر کمی بر جوانه‌زنی بذر داشت (جدول ۳ و ۴).

درصد جوانه‌زنی بذر: نتایج حاصل از جدول یک نشان داد که تیمار پیش‌خیساندن بذر به‌مدت ۱۲ ساعت و نگه-داری بذرها در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ روز بهترین تیمار برای جوانه‌زنی بذر کرفس کوهی (۸۶ درصد) بود و کم‌ترین (۲۹ درصد) میزان جوانه‌زنی بذر در تیمار ۲ میلی‌گرم در لیتر نیترات پتاسیم مشاهده شد که نشان‌دهنده کاهش ۳۳ درصدی نسبت به بهترین تیمار بود. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی بذر لگجی در تیمار خیساندن به‌مدت ۱۲ ساعت و سپس نگه‌داری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ و ۶۰ روز حاصل شد (جدول ۲).

طول ریشه‌چه و محور زیر لپه: تیمارهای یک و دو میلی‌گرم در لیتر جیبرلین موجب افزایش طول ریشه‌چه در لگجی و کرفس کوهی گردید. همچنین مشخص شد که تیمار خیساندن و سپس نگه‌داری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز موجب افزایش طول ریشه‌چه به میزان ۲۱ میلی‌متر در گیاه لگجی گردید. طول محور زیر لپه هر دو گیاه تحت تاثیر تیمارهای ۲ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین قرار گرفت (جدول ۱ و ۲).

محتوای پروتئین: تیمارهای یک (۴۱ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) و دو میلی‌گرم (۴۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در لیتر نیترات پتاسیم تاثیر مثبت بر محتوای پروتئین لگجی داشت و کم‌ترین میزان آن در تیماری نگه‌داری در دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز مشاهده شد که نشان-دهنده کاهش تقریبا ۵۲ درصد نسبت به تیمار برتر بود. تیمارهای ۱و۲ میلی‌گرم در لیتر نیترات پتاسیم و تیمار خیساندن بذر و نگهدای آن در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز موجب افزایش محتوای پروتئین در کرفس کوهی گردید. تفاوت فاحشی میان سایر تیمارها از نظر محتوای پروتئین مشاهده نشد (جدول ۳).

محتوای آنزیم آلفا آمیلاز: نتایج بررسی انجام‌شده در کرفس کوهی و لگجی نشان داد که تیمار سرما تاثیر مثبت در افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در هر دو گیاه داشت (جدول ۳ و ۴). تیمار دمایی ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز موجب افزایش محتوای آنزیم آلفا آمیلاز (۱۲ نانومول بر گرم بذر بر دقیقه) در لگجی شد و کم‌ترین میزان این آنزیم در تیمار دمای صفر درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز حاصل شد که نشان‌دهنده کاهش ۶۶ درصدی نسبت به تیمار دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز بود (جدول ۴). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از جدول ۳ مشخص شد که بیش‌ترین میزان آنزیم آلفا آمیلاز در کرفس کوهی در تیمار دمایی ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز و تیمار پیش‌خیساندن و قرار دادن در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز حاصل شد.

محتوای آنزیم کاتالاز: با افزایش مدت زمان قرارگیری نمونه‌ها در دمای صفر درجه سلسیوس تا ۹۰ روز (۱/۰۶ میکرومول بر گرم وزن تر بر دقیقه) و دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز (۱/۳ میکرومول بر گرم بر دقیقه) بر محتوای آنزیم کاتالاز در کرفس کوهی افزوده شد. (جدول ۳). تیمارهای مورد استفاده در بررسی حاضر تاثیری بر محتوای کاتالاز لگجی نداشت (جدول ۴).

محتوای پرولین: محتوی پرولین تحت تاثیر تیمارهای ۲ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین (۰/۶۷ میکرومول بر گرم وزن تر) قرار گرفت و خیساندن بذر و نگهداری آن در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز موجب افزایش محتوای پرولین (۰/۶۲ میکرومول بر گرم وزن تر) در کرفس کوهی شد که نشان‌دهنده افزایش ۵۱ درصدی نسبت به تیمار دمای صفر درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز بود (جدول ۳). محتوای پرولین در گیاه لگجی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۴).

آنزیم پراکسیداز: محتوای آنزیم پراکسیداز در کرفس کوهی و لگجی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۱و ۲).

بحث

مشابه با نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش توسط آمواقایی و همکاران (AmoAghaei *et al*., 2008) در خصوص عدم تاثیر استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد و نیترات پتاسیم در شکستن خواب کرفس گزارش شده است، ایشان عنوان نمودند که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد و نیترات پتاسیم تاثیر مثبت بر پارامترهای رشدی گیاه داشت و بیش‌ترین طول ساقه و وزن‌تر گیاه در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین حاصل شد. در بررسی انجام‌شده در کرفس کوهی توسط اعتمادی و همکاران (Etemadi *et al*., 2010) مشخص شد که سرمادهی مرطوب در مدت ۴۵ روز موجب افزایش جوانه‌زنی بذر شد و استفاده از اسید جیبرلیک تاثیری بر جوانه‌زنی بذر نداشت. در تحقیق حاضر مشخص شد که استفاده از تیمار جیبرلین تاثیر مثبت بر طول ریشه‌چه و محور زیر لپه داشت نتایج حاصل از بررسی‌های قهرمانی و همکاران (Ghahramani *et al*., 2015) نشان داد که پرایمینگ بذر با اسید جیبرلیک تاثیر مثبت بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه داشت و نتایج بررسی محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2013) نشان داد که اسید جیبرلیک تاثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی بذر دارد. در تحقیق انجام‌شده توسط آموآقایی و همکاران (AmoAghaei *et al*., 2008) مشخص شد که هفت هفته سرمادهی مرطوب موجب افزایش درصد جوانه‌زنی بذر به‌دلیل کاهش بازدارنده‌های موجود در پوسته بذرکرفس کوهی می‌شود. افزایش مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی بذر موجب ایجاد تغییرات بیوشمیایی و فیزیولوژیک در بذر می‌شود. کاهش سرعت جوانه‌زنی به‌دلیل افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت می‌باشد. پرایمینگ بذر با اسید جیبرلیک تاثیر مثبت بر درصد جوانه‌زنی بذر به‌دلیل فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، بهبود بیان ژن‌های مرتبط با جوانه‌زنی بذر داشته و می‌تواند موجب بهبود جوانه‌زنی بذر شود (Ghahramani *et al*., 2015).

محتوای آنزیم آلفا آمیلاز

فرهودی و ملک‌زاده تفتی (Farhoudi and Makizadeh Tafti, 2014) بیان کردند که بهترین تیمار جهت حذف خواب بذر کرفس کوهی ۸ تا ۱۰ هفته سرمادهی مداوم به‌همراه ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک بود که با نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش یعنی تاثیر مثبت تیمار سرما در افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در هر دو گیاه، مطابقت دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر پرایمینگ بذر بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی، محتوای آنزیم و برخی صفات فیزیولوژیک کرفس کوهی

Table 1. ANOVA for the effects of seed priming on some germination index, enzymatic activity and some physiological characteristics of *Kelussia odoratissima* L.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول ریشه‌چه Radical length	طول محور زیر لپه Hypocotyl length	آنزیم α –آمیلاز α -amylase enzyme	آنزیم کاتالاز Catalase enzyme	آنزیم پراکسیداز H_2O_2 enzyme	محتوای پرولین Proline content	محتوای پروتئین Protein content
تیمار Treatment	18	783**	47**	113**	25**	0.14**	0.036ns	0.035*	79**
اشتباه آزمایشی Error	38	12	2.5	5	2.7	0.02	0.025	0.015	33
ضریب تغییرات CV(%)		6	8	10	3.10	15	16	20	10.3

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱و ۵ درصد و ns ،غیر معنی‌دار

ns, *, **: no significant, and significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, respectively

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر پرایمینگ بذر بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی، محتوای آنزیم و برخی صفات فیزیولوژیک لگجی

Table 2. ANOVA for the effects of seed priming on some germination index, enzymatic activity and some physiological characteristics of *Capparis spinosa* L.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول ریشه‌چه Radical length	طول محور زیر لپه Hypocotyl length	آنزیم α –آمیلاز α -amylase enzyme	آنزیم کاتالاز Catalase enzyme	آنزیم پراکسیداز H_2O_2 enzyme	محتوای پرولین Proline content	محتوای پروتئین Protein content
تیمار Treatment	18	443**	28**	78**	19**	0.04ns	0.031ns	0.030 ns	49**
اشتباه آزمایشی Error	38	8	2.8	5.5	1.9	0.02	0.027	0.075	29
ضریب تغییرات CV(%)		9	11	10	15	15	16	13	11

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱و ۵ درصد و ns ،غیر معنی‌دار

ns, *, **: no significant, and significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر پرایمینگ بذر بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی، محتوای آنزیم و برخی صفات فیزیولوژیک کرفس کوهی

Table 3. Mean comparison for the effects of seed priming on germination index, enzymatic activity and some physiological traits of *Kelussia odoratissima* L.

تیمار Treatments	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Radical length (mm)	طول محور زیر لپه (میلی‌متر) Hypocotyl length (mm)	آنزیم α -آمیلاز(نانومول بر گرم بذر بر دقیقه) α - amylase enzyme (nmol g-1)	آنزیم کاتالاز (میکرو مول بر گرم وزن تر بر دقیقه) Catalase enzyme (µmolg-1FWt)	محتوای پرولین (میکرو مول بر گرم وزن تر) Proline content (µmolg-1FWt)	محتوای پروتئین (میلی- گرم بر گرم وزن تر) Protein content (mg g-1 FWt)
جیبرلین (۱میلی‌گرم در لیتر) GA3 (1mg L^{-1})	38.2fg	24a	18efgh	6.7efg	0.44d	0.44d	29.9ce
جیبرلین (۲ میلی‌گرم در لیتر) GA3 (2 mg L^{-1})	45ef	21a	30a	7defg	0.64cd	0.67a	31.6c
دمای صفر سلسیوس درجه به‌مدت ۳۰ روز (0°c for 30 days)	41ef	14fg	17fghi	8cdefg	0.84bc	0.5bcd	33c
دمای صفر درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز (0^0c for 60 days)	42ef	14.3efg	18efgh	6.2efg	0.9bc	0.47cd	32c
دمای صفر درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز (0^0c for 90 days)	61c	15.3defg	23de	9.6bcdef	1.06ab	0.34e	35.3c
دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ روز (4°c for 30 days)	32fg	17.6cdef	21.6defg	6.3efg	0.74bcd	0.5bcd	32.3c
دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز (4^0c for 60 days)	36fg	16cdef	26cd	7defg	0.94bc	0.54bcd	37bc
دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز (4^0c for 90 days)	75d	17cdef	24.6cd	12.3ab	0.9bc	0.59bc	31c
دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ روز (6^0c for 30 days)	49de	15defg	21.6defg	9.3bcdef	0.8bc	0.54bcd	34.3c
دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز (6^0c for 60 days)	54cd	18cdef	28.6bc	11abcd	0.94b	0.47cd	33c
دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز (6^0c for 90 days)	75b	14defg	22.7bc	6.5efg	1.3a	0.5bcd	32.3c
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ روز (Soaking than keeping at 4^0c for 30 days)	39fg	19bc	17.7efghi	14.6a	0.9b	0.54bcd	36bc
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز (Soaking than keeping at 4^0c for 60 days)	86a	19bc	22.6def	1.3abc	0.8bc	0.54bcd	41abc
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز (Soaking than keeping at 4^0c for 90 days)	59c	18cdef	22.6def	13.3ab	0.6cd	0.51bcd	41abc
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ روز (Soaking than keeping at 6^0c for 30 days)	71b	12.6g	16.3gi	4.6g	0.57cd	0.62a	36bc
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز (Soaking than keeping at 6^0c for 60 days)	31d	17cdef	15gi	6efg	0.36d	0.40d	33c
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز (Soaking than keeping at 6^0c for 90 days)	34c	13efg	17fghi	5.3efg	0.54bcd	0.46bcd	28d
نیترات پتاسیم (۱ میلی‌گرم در لیتر) KNO_3 (1 mg L^{-1})	35c	15defg	19efgh	7def	0.8bc	0.38e	32c
نیترات پتاسیم (۲ میلی‌گرم در لیتر) KNO_3 (2 mg L^{-1})	43ef	12.6efg	12.3i	5.6fg	0.8bc	0.55bcd	40.6abc

در هر ستون، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد است.

Different letters indicate a significant difference at $p \leq 0.01$ (Duncan test).

جدول ۴- مقایسه میانگین تاثیر پرایمینگ بذر بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی، محتوای آنزیم و برخی صفات فیزیولوژیک لگجی

Table 4. Mean comparison for the effects of seed priming on germination index, enzymatic activity and some physiological traits of *Capparis spinosa* L.

تیمار Treatments	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Radical length (mm)	طول محور زیر لپه (میلی‌متر) Hypocotyl length (mm)	آنزیم α -آمیلاز (نانومول بر گرم بذر بر دقیقه) α -amylase enzyme (nmol g^{-1})	محتوای پروتئین (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) Protein content (mg g^{-1} FWt)
جیبرلین (۱میلی‌گرم در لیتر) GA3 (1mg L^{-1})	36f	19a	21bc	4.7g	29.9bc
جیبرلین (۲ میلی‌گرم در لیتر) GA3 (2 mg L^{-1})	41e	20a	32a	5.7de	36a
دمای صفر سلسیوس درجه به‌مدت ۳۰ روز (0°c for 30 days)	41e	10i	15d	6.9cde	23bc
دمای صفر درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز (0^0c for 60 days)	47de	11.3gi	14d	4f	32b
دمای صفر درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز (0^0c for 90 days)	52d	16.3d	10gi	6cde	29bc
دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ روز (4°c for 30 days)	28fg	17c	20b	6.3cd	30.3bc
دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز (4^0c for 60 days)	33fg	17c	26b	6.8cd	32bc
دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز (4^0c for 90 days)	55d	16d	25b	10b	24bc
دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ روز (6^0c for 30 days)	50d	12fg	11.6e	9bc	28.3bc
دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز (6^0c for 60 days)	42e	17c	18.6c	12a	31b
دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز (6^0c for 90 days)	61c	15f	20bc	5.5de	21bcd
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ روز (Soaking than keeping at 4^0c for 30 days)	91a	19b	13de	10b	32b
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز (Soaking than keeping at 4^0c for 60 days)	85a	13g	21bc	9.3bc	30b
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز (Soaking than keeping at 4^0c for 90 days)	70b	21a	22b	10.3b	31b
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ روز (Soaking than keeping at 6^0c for 30 days)	41e	16d	13e	6de	33c
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۶ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز (Soaking than keeping at 6^0c for 60 days)	38f	11h	13e	5.9de	24d
خیساندن و نگه‌داری در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۹۰ روز (Soaking than keeping at 6^0c for 90 days)	38f	10i	20bc	5.7de	29bc
نیترات پتاسیم (۱ میلی‌گرم در لیتر) KNO_3 (1 mg L^{-1})	33f	13.6g	10.5gi	7c	41a
نیترات پتاسیم (۲ میلی‌گرم در لیتر) KNO_3 (2 mg L^{-1})	30f	10.7i	12f	7.4c	43a

در هر ستون، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد است.

Different letters indicate a significant difference at $p \leq 0.01$ (Duncan test).

جوانه‌زنی بذر کرفس کوهی در محیط MS	جوانه‌زنی بذر کور در محیط MS

شکل ۱- جوانه‌زنی بذر کرفس کوهی و بذر کور در محیط MS

Figure 1. Germination of *Klussin odoratissima* and *Capparis spinosa* seeds in MS medium

همچنین نتایج نشان داد که بیش‌ترین طول ریشه و ساقه‌چه و محتوای آنزیم آلفا آمیلاز در تیمار فوق مشاهده شد. آنزیم آلفا آمیلاز از آنزیم‌های کلیدی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها بوده و فعالیت آن بستگی به عوامل محیطی و وجود اسید جیبرلیک دارد. بررسی‌ها نشان داده که افزودن اسیدجیبرلیک به محیط رشد برنج موجب افزایش رونویسی از ژن‌های دخیل در بیوسنتز آلفا آمیلاز گردید (Kaneko *et al*., 2002). چنین به نظر می‌رسد که تیمار سرما با تحریک تولید اسید جیبرلین نقش مهمی در جوانه‌زنی بذر و توسعه گیاه بازی می‌کند. نقش اصلی جیبرلین در جوانه‌زنی بذر فعال‌کردن بیوسنتز mRNA-های کدکننده آنزیم‌های دخیل در جوانه‌زنی مخصوصا آنزیم آلفا آمیلاز می‌باشد. اسید جیبرلیک با فعال‌کردن آنزیم‌های ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز و آنزیم روبیسکو که از آنزیم‌های مهم فتوسنتزی هستند موجب رشد گیاه می‌شود.

محتوای پرولین

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش مدت زمان قرارگیری بذر در دمای ۴ درجه سلسیوس بر محتوای پرولین کرفس کوهی افزوده شد (جدول ۳). چنین به‌نظر می‌رسد که با افزایش مدت‌زمان قرارگیری بذر در محیط کشت به‌دلیل فرسوده‌شدن بذر بر محتوای پرولین افزوده شد. نتایج حاصل از بررسی قهرمانی و همکاران (Ghahramani *et al*., 2015) نشان داد که پرایمینگ بذر موجب کاهش بیوسنتز پرولین شده و بیش‌ترین میزان این ترکیب در بذرهای فرسوده مشاهده شد. در تحقیق انجام‌شده در کدوی تخم‌کاغذی مشخص شد که فرسودگی بذر در طی انبارمانی موجب کاهش درصد و سرعت جوانه-زنی بذر می‌شود و در اثر این عارضه محتوای آنزیم پراکسیداز و محتوای پرولین بذر افزایش یافت.

محتوای آنزیم کاتالاز

در بررسی حاضر مشخص شد که با افزایش مدت زمان قرارگیری نمونه‌های بذر کرفس کوهی در محیط کشت بر محتوای آنزیم کاتالاز افزوده شد (جدول ۳). قهرمانی و همکاران (Ghahramani *et al*., 2015) عنوان نمودند که با افزایش مدت انبارمانی بذر به‌دلیل فرسودگی بذر کدوی تخم‌کاغذی محتوای آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در بذر افزایش یافت. سنتز کاتالاز به‌عنوان پاسخ دفاعی گیاه در برابر تنش اکسیداتیو می‌باشد که به حفظ هموستازی اکسیژن فعال در زمان تنش کمک می‌کند (Magbanua *et al*., 2007). افزایش مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی بذر موجب تخریب DNA شده که موجب ایجاد اختلال در فرایند نسخه‌برداری و عدم بیوسنتز آنزیم‌های ضروری جوانه‌زنی مانند آمیلازها و آنتی-اکسیدانت‌ها می‌شود، عدم فعالیت مناسب این آنزیم‌ها (آلفا آمیلاز) موجب عدم تجزیه مناسب ذخایر بذر شده در نهایت به‌دلیل عدم دسترسی بذر به انرژی کافی، جوانه‌زنی بذر اتفاق نمی‌افتد همچنین با طولانی‌شدن مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی بذر غشای سلولی به‌دلیل افزایش سطح اسیدهای چرب آزاد و تولید رادیکال‌های آزاد از طریق پراکسیداسیون چربی‌های غشای سلولی دچار آسیب می‌شود و در ادامه این فرایند محتویات سیتوپلاسمی به فضای بین سلولی راه می‌یابند که نهایتا موجب از بین‌رفتن بذر می‌شود (Al-Maskri *et al*., 2004).

محتوای پروتئین

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که در هر دو گیاه تیمار نیترات پتاسیم موجب افزایش محتوای پروتئین گردید (جدول ۳ و ۴). در کرفس کوهی همچنین تیمار خیساندن بذر و نگهدای آن در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ و ۶۰ روز موجب افزایش محتوای پروتئین

گردید. در بررسی انجام‌شده توسط شرما و همکاران (Sharma *et al*., 2006)، شریعتی و اسمانه (Shariati and Asmaneh, 2002) مشخص شد که تیمار نیترات پتاسیم تاثیر مثبت در رفع خواب و جوانه‌زنی بذور بومادران و گیاهان دارویی منطقه پرداش هند دارد. کوپلند و همکاران (Copland and McDonald, 2012) عنوان نمودند که نیترات پتاسیم به‌عنوان کوفاکتور کمکی برای فیتوکروم عمل کرده و موجب افزایش فتوسنتز در گیاه می‌شود چنین به نظر می‌رسد که افزایش فتوسنتز تاثیر مثبت بر بیوسنتز پروتئین دارد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به وجود بازدارنده‌های جوانه‌زنی در بذور لگجی و کرفس کوهی (وجود خواب مکانیکی و فیزیولوژیک)، جوانه‌زنی آن‌ها اغلب با مشکل مواجه می‌شود که مانع از جایگزینی طبیعی آن‌ها در طبیعت می‌شود. چنین به‌نظر می‌رسد که خواب و جوانه‌زنی بذر در گیاهان به عوامل ژنتیکی و شرایط محیطی موثر بر رشد و نمو گیاهان مادری و شرایط پس از برداشت آن‌ها بستگی دارد و به‌همین دلیل در ژنوتیپ‌های مختلف و تحت شرایط مختلف نتایج متفاوتی از تیمارهای برطرف‌کننده خواب حاصل می‌شود. در بررسی حاضر مشخص شد که تیمار خیساندن و سپس قراردادن در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز موجب تسریع در جوانه‌زنی بذر هر دو گیاه شد و تیمار نیترات پتاسیم دو میلی گرم در لیتر در هر دو گیاه موجب افزایش محتوای پروتئین گردید.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئولین دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abu-khalaf, G.H. and Arafeh, R. 2015. In vitro root induction and culture of the medicinal plant *capparisspinosa* L. http//WWW. Researchgate. Net/publication/267961652. (**Conference**)

Al-Maskri, A.Y., Khan, M.M., JavedIqbal, M. and Abbas, M. 2004. Germinability, vigour and electrical conductivity changes in accelerated aged watermelon (*Citrulluslanatus* L.) seeds. Journal of Food, Agriculture and Environment, 3: 100-103. (**Journal**)

AmoAghaei, R., Modarres Hashemi, M. and Valivand, M. 2008. The study of dormancy breaking and seed priming on germination of wild celery seeds. MSC thesis, Shahrekord University. Iran. (In Persian)(**Thesis**)

Baskin, C.C., Baskin, J.M. and Hoffman, G.R. 1992. Seed dormancy in the prairie forb *Echinacea angustifolia* (Asteraceae): afterripening pattern during cold stratification. International Journal of Plant Science, 153(2): 239–243. (**Journal**)

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free Proline for water stress studies. Plant soil, 39: 205-208. (**Journal**)

Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germinationunder stress conditions. Horticultural Science, 21:1105-1111. (**Journal**)

Copeland, L.O. and McDonald, M.F. 2012. Principles of seed science and technology. Springer Science and Business Media. (**Book**)

Etemadi, N., Haghighi, M., Nikbakht, A. and Zamani, Z. 2010. Methods to promote germination of *Kelussia Odoratissima* Mozaff. an Iranian endemic medicinal plant. Herba Polonica, 56(2): 21-28. (**Journal**)

Farhoudi, R. and Makizdeh Tafti, M. 2014. Evalution Kelussia odoratissma seed dormancy breaking under gibberellin acid and stratification. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 3(2): 241-249. (In Persian)(**Journal**)

Ghahramani S, Sedghi, M. and Tavakoli, H. 2015. The effects of GA_3 and Salicylic acid on germination traits and antioxidant enzymes of *cucurbeta pepo* seeds. Seed Research Periodical, 5(2): 20-29. (In Persian)(**Journal**)

Heydarian, M., Basirani, N., Sharifi Rad, M., Khammari, I. and Rafat Poor, S. 2014. Effect of seed priming on germination and seedling growth of the caper (*Capparis spinosa*) under drought stress. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(8): 2381-2389. (**Journal**)

Kaneko, M., Itoh, H., Ueguchi-Tanaka, M., Ashikari, M. and Matsuoka, M. 2002. The α-amylase induction in endosperm during rice seed germination is caused by gibberellin synthesized in epithelium. Plant Physiology, 128(4): 1264–1270. (**Journal**)

Kar, M. and Mishra, D. 1976. Catalase, peroxidase and polyphenol oxidase activities during rice leaf senescence. Plant Physiology, 578: 315-319. (**Journal**)

Labbofi, M.R., Mehrafarin, A., NaghdiBadi, H., Ghorbani Nohooji, M. and Tavakoli, M. 2018. Improve germination of caper (*Capparis spinosa* L.) seeds by different induction treatments of seed dormancy breaking. Trakia Journal of Sciences, 1: 70-74. (**Journal**)

Magbanua, Z.V., Moraes, C.M.D., Brooks, T.D., Williams, W.P. and Luthe, D.S. 2007. Is catalase activity ane of the factors associated with maize resistance to *Aspergillusflavus*. Molecular Plant Microbe Interact, 20(6): 697–706. (**Journal**)

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology, 27:177-237. (**Journal**)

Mohammadi, O., Mortazavi, S., Mohammadi, J. and Angourani, H. 2013. The effect of gibberllic acid and bed substrate on seed germination and Seedling characteristics of Persian Cyclamen (*C.persicum*). Journal of Plant Productions (Agronomy, Breeding and Horticulture), 36(3), 25-33. (In Persian)(**Journal**)

Razeghi, L., Azizi, M., Ziaratnia, S., Bagheri, A. and Nemati, S. 2015. Impact of hormonal combination on callus induction of Kelussia odoratissimia Mozaff. and evaluating its growth in broth. Iranaian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30(6), 943-953. (In Persian)(**Journal**)

Saeedi, K. and Omidbaigi, R. 2009. Evaluation of content and composition of fatty acids, total phenolic and essential oil content of *Kelussia Odoratissima* Mozaff. seed. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(1): 113-119. (In Persian)(**Journal**)

Shariati, M. and Asmaneh, T. 2002. The effects of different treatments on breaking of seed dormancy of *Achillea millefolium*. Research Periodical of Agricultural Jahad Ministry. (In Persian)(**Journal**)

Sharma, K., Sharma. S. and Sharma, S.S. 2006. Seed germination behaviour of some medicinal plants of Lahaul and Spiti cold desert (Himachal Pradesh): implications for conservation and cultivation. Current science, 25:1113-1118. (**Journal**)

Sultan, A.O. and Çelik, T.A. 2009. Genotoxic and anti-mutagenic effects of *Capparis spinosa* L. on the *Allium cepa* L. root tip meristem cells. Caryologia, 62(2):114-123. (**Journal**)

Xiao, Z., Storms, R. and Tsang, A. 2006. A quantitative starch-iodine method for measuring alpha-amylase andglucoamylase activities. Analytical Biochemistry, 351: 146-148. (**Journal**)

The effects of seed priming on some germination index, enzymatic activity and some biochemical traits of *Capparis spinosa* and *Kelussia odoratissima*

Lamia Vojodi Mehrabani[1], Rana Valizadeh Kamran[2*]

Received: December 31, 2018 Accepted: April 23, 2019

Abstract

In order to study the effects of seed priming (GA_3, KNO_3, temperature and soaking) on seed germination and some physiological characteristics (protein content and prolin cantent) and enzymitc activity (catalase, peroxidase, α-amilaze) of *Capparis spinosa* and *Kelussia odoratissima*, two Separate experiment were conducted as completely randomized design. Treatments used in this experiment had significant effects on seed germination percentage, shoot and root length, protein content and α-amylase enzyme content in both plants. The results showed that 1 and 2 mg L^{-1} GA_3 increased root length and 2 mg L^{-1} GA_3 increased shoot length in both plants. 1 and 2 mg L^{-1} KNO_3 had positive effects on protein content. one and 2 mg L^{-1} KNO_3, soaking and keeping at 40^c for 30 and 60 days increased protein content in *Capparis spinosa*. The highest amount of α-amilaze enzyme in *Capparis spinosa* was obtained from keeping seeds at 60^c for 60 days and in *Kelussia odoratissima*, the highest data was recorded at maintenance at 40^c for 90 days and soaking and keeping at 40^c for 30, 60 and 90 days. The top quantities of seed germination percentage were obtained from soaking, then maintenance at 40^c for 30 days in *Kelussia odoratissima* and for 30 and 60 days in C. spinosa. In *Kelussia odoratissima*, the highest data for Catalase enzyme was recorded at 40^c and 60^c after 90 days. The highest data for Proline content was obtained from 2 mg L^{-1} GA_3 and soaking and keeping at 40^c for 90 days. Finally, our results showed that seed priming with GA_3 and soaking, then maintenance at 40^c for 30 and 60 days had positive effects on seed germinations in both studied plants.

Keywords: α-amylase; Catalase; Protein; Peroxidase

How to cite this article

Vojodi Mehrabani, L. and Valizadeh Kamran, R. 2020. The effects of seed priming on some germination index, enzymatic activity and some physiological traits of *Capparis spinose* and *Kelussia odoratissima*. Iranian Journal of Seed Science and Research, 7(2): 229-240. (In Persian)(**Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2020.4574

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
2. Assistant Professor, Department of Agricultural Biotechnology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
*Corresponding author: rana.valizadeh@gmail.com