



مقاله کوتاه

اثر پرایمینگ بذر با سدیم اسکوربات بر جوانه‌زنی و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی کنجد (*Sesamum indicum*) در دماهای مختلف

پیام تیزفهم^۱، علی عبادی^۲، حوریه توکلی^{۳*} و نصیبه توکلی^۳

چکیده

به منظور بررسی تاثیر اسکوربات و دما بر میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و شاخص‌های جوانه‌زنی کنجد آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح اسکوربات (شاهد، ۵ و ۱۰ میلی‌مولار) و دماهای مختلف جوانه‌زنی (۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سلسیوس) بودند. صفات اندازه‌گیری عبارت از شاخص‌های جوانه‌زنی، میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پرولین و پروتئین بودند. نتایج نشان داد که کاربرد اسکوربات منجر به افزایش پرولین و کاهش میزان آنزیم‌ها گردید، و در دمای ۱۵ درجه سلسیوس نسبت به دماهای ۲۵ و ۳۵ درجه سلسیوس میزان آنزیم‌ها افزایش یافت. همچنین، کاربرد اسکوربات موجب کاهش تخریب پروتئین‌ها گردید. از آنجایی که کنجد گیاهی گرمادوست است به نظر می‌رسد افزایش میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در دمای ۱۵ درجه سلسیوس به دلیل افزایش تولید رادیکال‌های آزاد در این دما می‌باشد. همبستگی مثبت و معنی‌دار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان رابطه مستقیم این صفات را نشان می‌دهد. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص‌های جوانه‌زنی مشاهده شد. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش به نظر می‌رسد کاربرد اسکوربات آسیب‌های ناشی از دماهای نامطلوب را کاهش می‌دهد و تاثیر مثبتی نیز بر شاخص‌های جوانه‌زنی دارد. همچنین، خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسکوربات نیاز به فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان را کاهش داده و به رشد گیاهچه‌های کنجد کمک می‌کند.

واژگان کلیدی: پراکسیداز، پروتئین، سدیم اسکوربات، کاتالاز، کنجد.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۳

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۲۰

۳- دانشجوی دکتری رشته فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی

huriehtavakoli@gmail.com

(* نگارنده‌ی مسئول)

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum*) از دانه‌های روغنی مناطق گرم و نیمه‌گرم می‌باشد، اما کشت ارقام جدید آن به مناطق معتدل نیز گسترش یافته است. این گیاه دارای ارقام محلی زیادی بوده و در اغلب کشورها توسط کشاورزان کم‌بضاعت به صورت سنتی کشت و کار می‌شود (Weise, 2000). کنگد به‌طور طبیعی برای تولید حداکثر عملکرد به شرایط گرم نیاز دارد و برای رشد آن در حدود ۱۵۰ روز عاری از سرما و یخبندان لازم است (Naseri, 1991). دمای گیاهان تابع دمای محیط می‌باشد و تغییر دمای محیط گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به همین دلیل تغییرات دمایی موجب ایجاد مشکلات متعددی در گیاهان می‌شود. بسیاری از گیاهچه‌های تولید شده از بذور بومی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری نسبت به دماهای پایین حساس می‌باشند و کاهش دما باعث کوتاه‌شدن فصل رشد و محدودیت توزیع جغرافیایی این محصولات می‌گردد (Posmyk and Janas, 2007). جوانه‌زنی فرایندی است که به‌شدت تحت تاثیر عوامل محیطی به‌ویژه دما و رطوبت خاک قرار می‌گیرد (Soltani et al., 2006). اما تاثیر دما بیشتر از رطوبت می‌باشد به‌طوری که حتی زمانی که شرایط رطوبتی مناسب باشد دما موجب محدودیت در جوانه‌زنی می‌شود (Jordan et al., 1989). واکنش جوانه‌زنی نسبت به دما به عوامل متعددی از جمله گونه گیاهی، رقم، منطقه رویش، کیفیت بذر و مدت زمان پس از برداشت بستگی دارد (Copeland and McDonald, 1995). پرایمینگ فرایندی است که در طی آن عمل آب‌گیری بذر اتفاق می‌افتد. این فرایند یکی از ارزان‌ترین راه‌های بهبود استقرار گیاهچه محسوب می‌شود. کاربرد پرایمینگ در کشورهای در حال توسعه ممکن است خطر از دست رفتن محصول را در شرایط نامساعد به حداقل رسانده و در مواردی

باعث افزایش محصول گردد (Haris, 2003). گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر می‌گردد (Demir Kaya, et al., 2006). از جمله پاسخ‌های گیاهان به انواع تنش‌های زنده و غیرزنده، می‌توان به افزایش انواع اکسیژن فعال^۱ اشاره کرد که از احیای ناقص اکسیژن در طی فرایندهای حیاتی سلول مانند فتوسنتز، تنفس و تنفس‌نوری به‌وجود می‌آیند (Mittler, 2002). رادیکال‌های آزاد منجر به تخریب ماکرومولکول‌ها، پروتئین‌ها و نشاسته شده و به‌وسیله پراکسیداسیون لیپیدی، پایداری غشا را کاهش می‌دهند. همچنین، با افزایش نشت الکترولیت‌ها از غشاء موجب کاهش جوانه‌زنی گیاه می‌شوند (Turkan, 2011). گیاهان برای مهار کردن انواع اکسیژن فعال، دارای دو نوع مکانیزم (سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی) می‌باشند (Singh Gill and Tuteja, 2010). مکانیزم آنتی‌اکسیدانی غیرآنزیمی شامل کارتنوئیدها، -توکوفرول، آسکوربات و گلوتاتیون آنتوسیانین‌ها و ترکیبات فنولیک مانند فلاونوئیدها بوده و مکانیزم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی شامل سوپراکسید دسیموتاز، کاتالاز، پراکسیدازها، گلوتاتیون رداکتاز و سایر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌باشد (Gould et al., 2009). آسکوربات یکی از مهم‌ترین ویتامین‌هایی است که در گیاه سنتز می‌شود و علاوه بر نقشی که در تقسیم سلولی و فرایندهای سوخت و سازی ایفا می‌کند، به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی، پروکسید هیدروژن را مهار می‌کند. آسکوربات در کلروپلاست‌ها، سیتوزول، واکوئل و فضای آپوپلاست سلول‌های برگ، با غلظت زیاد وجود دارد (Anjum et al., 2010) و

۱- Reactive Oxygen Species (ROS)

فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح سدیم آسکوربات (شاهد، ۵، ۱۰ میلی مولار) و دماهای مختلف جوانه زنی (۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سلسیوس) بود. بذرهای کنجد با توجه به توصیه های (ISTA, 2010) پس از ضد عفونی با هیپوکلرید سدیم ۱۰٪ به مدت ۵ دقیقه و اتانول ۷۰٪ به مدت یک دقیقه، درون محلول هایی با غلظت های (۰، ۵ و ۱۰ میلی مولار) سدیم آسکوربات به مدت ۲۴ ساعت خیسانده شد و سپس بذرها به مدت یک روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند تا خشک گردد در ادامه بذرهای پرایمینگ شده به روش بین کاغذ^۲ درون پتری دیش های ۱۴ سانتی متری کشت شده و به ژرمیناتورهای دارای دماهای ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سلسیوس منتقل شدند. دوره رشد ۱۰ روز بود و شمارش روزانه تعداد بذرهای جوانه زده از روز دوم کاشت آغاز شده و به طور مرتب تا روز دهم ادامه پیدا کرد (ISTA, 2010).

شمارش تعداد بذرهای جوانه زده بر اساس خروج جوانه دو میلی متری به صورت روزانه و به طور مرتب تا ۱۰ روز ادامه پیدا کرد. سرعت جوانه زنی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Scott et al., 1984).

$$\bar{D} = \sum_{t=2}^{t=14} \frac{n}{t}$$

\bar{D} سرعت جوانه زنی، n تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز و t تعداد روزها پس از قرار دادن بذرها در پتری دیش می باشد. درصد جوانه زنی با استفاده از فرمول $(N_G/N_T) \times 100 = G_p$ محاسبه شد که در آن G_p درصد جوانه زنی، N_G تعداد بذرهای جوانه زده و N_T تعداد کل بذرها می باشد.

تنظیم آسکوربات با تشکیل زنازانتین^۱ مرتبط می باشد (Neubauer and Yamamoto., 1994) و این مکانیسم قدرتمندی جهت حفاظت از اکسیداسیون نوری به حساب می آید (Arora et al., 2002). مهار H_2O_2 توسط کاتالاز، پراکسیداز و مسیر آسکوربات-گلوتاتیون به نام چرخه هالیول-آسادا شناخته شده است که در این چرخه ۴ آنزیم مهم فعال هستند (Cosio and Durand, 2009).

آزمایش های مختلف نشان دهنده افزایش درصد جوانه زنی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه (Alivand et al., 2012)، پرولین و فعالیت آنزیم های کاتالاز، پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز (Dolatabadian et al., 2010) در اثر کاربرد آسکوربات بود. دولت آبادیان و همکاران (Dolatabadian et al., 2010) مشاهده کردند که میزان پروتئین در اثر کاربرد آسکوربات کاهش می یابد. تغییرات دمایی یکی از علل کاهش توزیع گیاهان در مناطق مختلف می باشد و جوانه زنی نیز یکی از مراحل حساس به تنش دما شناخته شده است همچنین کنجد گیاهی گرمادوست می باشد، و صفر فیزیولوژیک کنجد ۲۰ درجه سلسیوس و دمای مطلوب رشد آن ۲۷ درجه می باشد، از این رو در این تحقیق دماهای بالاتر و پایین تر از دمای مطلوب انتخاب شد. تا میزان تحمل گیاه کنجد به کمک آسکوربیک اسید به دماهای متفاوت مشخص شود. در این پژوهش تغییرات آنزیم های آنتی اکسیدان و میزان جوانه زنی بذور کنجد بررسی شد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر آسکوربات و دما بر میزان آنزیم های آنتی اکسیدان و درصد جوانه زنی آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در دانشگاه محقق اردبیلی به صورت

در پایان دوره جوانه‌زنی (۱۰ روز) طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه‌ها اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک گیاهچه، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و با استفاده از ترازوی دقیق (۰/۰۰۰۱ گرم) وزن خشک گیاهچه‌ها به‌دست آمد (ISTA, 2010).

نمونه‌برداری برای سنجش تغییرات بیوشیمیایی گیاهچه در روز دهم (روز پایان دوره جوانه‌زنی بر اساس توصیه ایستا، ۲۰۱۰) انجام شد. نمونه‌های برداشت شده در داخل فویل قرار گرفت و سریعاً به یخچال ۷۰- درجه سلسیوس انتقال یافت. جهت اندازه‌گیری میزان پروتئین کل، ابتدا ۰/۲ گرم نمونه‌تر برگی در هاون چینی در مجاورت نیتروژن مایع ساییده شد و با ۰/۶ میلی‌لیتر بافر استخراج همگن گردید. مخلوط حاصل به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۱۵۰۰ دور در دقیقه و دمای ۴ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شده و روشناور درون لوله‌های جدید به مدت ۲۰ دقیقه در ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد (Damerval *et al.*, 1986). برای اندازه‌گیری میزان پروتئین ۱۰ میکرولیتر از عصاره حاصل را به ۵ میلی‌لیتر محلول برادفورد و ۲۹۰ میکرولیتر بافر استخراج افزوده و میزان جذب در طول موج ۵۹۵ نانومتر خوانده شد (Bradford, 1976). برای سنجش مقدار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان ابتدا ۰/۵ گرم نمونه‌تر گیاهچه در هاون چینی در مجاورت نیتروژن مایع به تدریج ساییده شده و با ۳ میلی‌لیتر بافر تریس-کلریدریک ۰/۵ مولار با pH=۷/۵ همگن گردید. همگنای حاصل به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه و دمای ۴ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد و روشناور برای اندازه‌گیری میزان آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز مورد استفاده قرار گرفت (Sudhakar *et al.*, 2001). به‌منظور

اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز محلول واکنش شامل ۲/۵ میلی‌لیتر بافر تریس (۵۰ میلی‌مولار، pH=۷) و ۰/۳ میلی‌لیتر آب اکسیژنه (۵ میلی‌مولار) تهیه شده و ۶۰ میکرو لیتر عصاره آنزیمی به آن اضافه نموده و منحنی جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر قرائت شد (Kar and Mishra, 1976). برای مقایسه آنزیم نیز یک نمونه به‌عنوان شاهد استفاده شده که در این نمونه به‌جای ۶۰ میکرو لیتر عصاره آنزیمی از بافر تریس- کلریدریک ۰/۵ مولار استفاده شد. سنجش آنزیم بر اساس میزان تغییرات جذب در میلی‌گرم پروتئین بر دقیقه محاسبه گردید. اندازه‌گیری آنزیم پراکسیداز نیز به روش میشر و کار (Mishra and Kar, 1976) انجام گرفت. به‌طوری‌که ۵۰ میکرو لیتر عصاره آنزیمی به ۲/۵ میلی‌لیتر محلول واکنش شامل تریس- کلریدریک ۱۰۰ میلی‌مولار، آب اکسیژنه ۵ میلی‌مولار و پیروگالل ۱۰ میلی‌مولار اضافه شد و منحنی جذب تغییرات در طول موج ۴۲۵ نانومتر قرائت شد. برای مقایسه آنزیم نیز یک نمونه به‌عنوان شاهد استفاده شده که در این نمونه به جای ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی از بافر تریس-کلریدریک ۰/۵ مولار استفاده شد. سنجش آنزیم بر اساس میزان تغییرات جذب در میلی‌گرم پروتئین بر دقیقه محاسبه گردید. (ضریب خاموشی ۲/۴۷ میلی‌مولار بر سانتی‌متر در دقیقه به ازای یک میلی‌گرم پروتئین).

آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز نیز با روش کار و میشر و (Kar and Mishra, 1976) بررسی شد. برای این منظور ۱/۵ میلی لیتر بافر تریس با ۰/۴ میلی‌لیتر پیروگالل و ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره آنزیمی خوب مخلوط و به مدت ۵ دقیقه در بن‌ماری ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفت، منحنی تغییرات جذب در طول موج ۴۲۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. سرانجام میزان آنزیم بر حسب تغییرات واحد جذب در دقیقه به ازای هر میلی‌گرم پروتئین محاسبه

پژوهش‌های پیشین نیز تاثیر پرایمینگ در بهبود جوانه‌زنی را تحت شرایط دماهای پایین نشان می‌دهد (Finch-Savage, 2004; Basra, 2003). جوانه‌زنی سریع، یکنواخت و کامل بذرها، موجب سبز شدن مطلوب و رشد اولیه سریع گیاهان می‌شود که رشد اولیه مطلوب نیز منجر به دریافت بیشتر نور خورشید و افزایش عملکرد می‌گردد (Rabie and Bayat, 2010). یئونگ و استاسولا (Yeung and Stasolla, 2001) بیان کردند که در مرحله آب‌گیری سنتز و متابولیسم آسکورات اتفاق افتاده و دهیدروکسی آسکورات کاهش می‌یابد در نتیجه سطح آسکورات افزایش پیدا می‌کند. افزایش سطح آسکورات برای فعالیت مرستمی جنین در جوانه‌زنی ضروری می‌باشد. افزایش جوانه‌زنی ممکن است منجر به تشدید تنفس شود و در طی این فرایند میزان تولید پراکسید هیدروژن بیشتر می‌گردد (Mittler, 2002). افزایش سطح آسکورات منجر به بالا رفتن فعالیت آسکورات پراکسیداز شده که این آنزیم منجر به سم‌زدایی پراکسید هیدروژن تولید شده در فرایندهای اکسایشی می‌شود (Stasolla and Yeung, 2001). با وجود این که دمای پایین با کاهش فعالیت آنزیم‌ها منجر به کاهش جوانه‌زنی می‌گردد اما آسکورات به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی عمل کرده و جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد بنابراین افزایش درصد جوانه‌زنی در دمای ۱۵ درجه سلسیوس به کمک آسکورات ممکن است به دلیل نقش محافظتی این آنتی‌اکسیدان بوده باشد. نتایج ایزدی‌دربندی و همکاران (Izadi Darbandi et al., 2012) نشان داد که درصد جوانه‌زنی در گیاه کنجد تحت تاثیر دمای ۱۵ درجه سلسیوس کاهش می‌یابد.

سرعت جوانه‌زنی: دما تاثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی داشت (جدول ۱) و افزایش دما منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید (شکل ۲). از نظر

گردید. میزان آنزیم‌ها از روی معادله استاندارد، گراف مربوط به نمونه‌ها ترسیم شد. برای اندازه‌گیری میزان پرولین یک گرم بافت برگی را در ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۳/۳٪ ساییده و همگانی حاصل از کاغذ صافی عبور داده شد و با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید و سپس به دو میلی‌لیتر از عصاره حاصل، دو میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین و دو میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال خالص اضافه گردید. لوله‌ها به مدت یک ساعت در بن‌ماری قرار گرفته و سپس چهار میلی‌لیتر تولوئن به هر یک از لوله‌ها اضافه و به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه ورتکس گردید. پس از تشکیل دو فاز جداگانه، فاز بالایی رنگی، با دقت جدا و جذب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد (Bates et al., 1973).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ و رسم شکل‌ها با استفاده از Excel انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی استاندارد: نتایج نشان داد که اثر متقابل سدیم آسکورات و دما بر آزمون جوانه‌زنی استاندارد معنی‌دار بود (جدول ۱، $F=1$). بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۹/۲٪) در اثر کاربرد ۵ میلی‌مولار آسکورات در دمای ۱۵ درجه سلسیوس مشاهده شد. در حالی که کمترین درصد جوانه‌زنی (۸۵/۷٪) مربوط به بذره‌های تیمار نشده با سدیم آسکورات در دمای ۳۵ درجه سلسیوس بود. یافته‌های این پژوهش نشان داد که پرایمینگ بذر با سدیم آسکورات می‌تواند منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی در دماهای ۱۵ و ۲۵ و ۳۵ درجه سلسیوس گردد (شکل ۱). به نظر می‌رسد تکنیک پرایمینگ، درصد جوانه‌زنی را تحت تنش‌های دمایی و شرایط مساعد افزایش می‌دهد.

به کاهش وزن خشک می‌گردد. در این پژوهش افزایش طول ساقه‌چه در اثر کاربرد آسکوربات مشاهده شد که این افزایش در رشد ممکن است منجر به افزایش وزن خشک گیاهچه شود.

طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه: طول ریشه‌چه تحت تاثیر دماهای مختلف قرار گرفت (جدول ۱). مقایسات میانگین نیز نشان داد که بیشترین طول ریشه‌چه (۹/۴ سانتی‌متر) در دمای ۳۵ درجه سلسیوس به‌دست آمد. افزایش طول ریشه‌چه در دماهای بالا بیشتر از دماهای پایین بود که ممکن است به دلیل گرمادوست بودن کنگد باشد. کمترین طول ریشه‌چه (۱/۷۵ سانتی‌متر) در دمای ۱۵ درجه سلسیوس مشاهده شد (شکل ۵). اثر متقابل دماهای مختلف و سطوح مختلف پرایمینگ با آسکوربات بر طول ساقه‌چه معنی‌دار شد (جدول ۱). پرایمینگ بذر با آسکوربات منجر به افزایش طول ساقه‌چه شده و بیشترین طول ساقه‌چه (۸ سانتی‌متر) در پرایمینگ ۱۰ میلی‌مولار آسکوربات در دماهای ۳۵، ۲۵ و ۱۵ درجه سلسیوس مشاهده شد. همچنین کمترین میزان طول ساقه‌چه (۰/۸۶ سانتی‌متر) مربوط به عدم پرایمینگ آسکوربات در دماهای ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سلسیوس بود (شکل ۴). پژوهش‌های یئونگ و استاسولا (Yeung and Stasolla, 2001) نشان داد که کاربرد آسکوربات برخلاف تاثیر مثبتی که بر رشد ساقه دارد تاثیر چندانی بر رشد ریشه ندارد.

میزان آنزیم کاتالاز: طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر متقابل آسکوربات و دما از نظر میزان آنزیم کاتالاز تفاوت معنی‌داری داشت. معنی‌دار بودن اثر متقابل تیمارهای آزمایشی را می‌توان به متفاوت بودن واکنش آسکوربات در دماهای مختلف نسبت داد. همان‌گونه که شکل ۶ نشان می‌دهد میزان آنزیم کاتالاز در اثر افزایش دما و کاربرد آسکوربات کاهش یافته است (شکل ۶). بسیاری از فرایندهای

موردوج و کبریاب (Murdoch and Kebreab, 2000) افزایش سرعت جوانه‌زنی در گیاهان در دامنه خاصی از دماها رخ می‌دهد و در پایین‌تر و بالاتر از این دامنه دمایی سرعت جوانه‌زنی به طور ناگهانی کاهش می‌یابد. همچنین، سرعت جوانه‌زنی با افزایش دما تا دمای مطلوب جوانه‌زنی افزایش و بعد از آن کاهش نشان می‌دهد که با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. با توجه به اینکه جوانه‌زنی فرایند فیزیولوژیکی و وابسته به فعالیت آنزیم‌هاست، بنابراین با افزایش دما تا حد مطلوب برای جوانه‌زنی، گیاه می‌تواند سرعت فرایندهای آنزیمی و به دنبال آن درصد و سرعت جوانه‌زنی را افزایش دهد (Green *et al.*, 1994). پژوهش‌های ایزدی‌دربندی و همکاران (Izadi Darbandi *et al.*, 2012) نشان داد که سرعت جوانه‌زنی در گیاه کنگد در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بیشتر از سایر دماها بود و کمترین سرعت جوانه‌زنی در دمای ۱۵ درجه سلسیوس مشاهده شد.

وزن خشک گیاهچه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل آسکوربات و دماهای مختلف بر میزان وزن خشک گیاهچه‌ها معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که افزایش دما از ۱۵ به ۲۵ درجه سلسیوس منجر به افزایش وزن خشک گیاهچه‌ها شد و کاربرد آسکوربات در دمای مختلف تاثیر بیشتری بر افزایش وزن خشک گیاهچه‌ها داشت به طوری که در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و کاربرد ۱۰ میلی‌مولار آسکوربات بیشترین وزن خشک مشاهده شد (شکل ۳). از عوامل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین گزارش شده است، علاوه بر آن، کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه شامل ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (Kaffi *et al.*, 2005) و کاهش رشد در نهایت منجر

آن جایی که کنگد گرمادوست است، دماهای پایین موجب آسیب به گیاهچه آن می‌شود. بنابراین افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌تواند از خسارت‌های ناشی از تنش بکاهد. آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز به عنوان اصلی‌ترین آنزیم‌های مهارکننده H_2O_2 شناخته شده‌اند (Turkan, 2011) که در مرحله جوانه‌زنی خسارت ناشی از انواع اکسیژن فعال را خنثی می‌کنند (Bradford and Nonogaki, 2007). آسکورات به‌عنوان دهنده الکترون برای واکنش پراکسیداز، شناسایی شده است (Foyer and Halliwell, 1976) و تولید آسکورات در داخل کلروپلاست، مکانیسم رایجی جهت تنظیم انتقال الکترون است (Anjum et al., 2010). این کاهش فعالیت آنزیم در گیاهان تنش دیده را می‌توان به اثر آنتی‌اکسیدانی اسید آسکوربیک در خنثی‌سازی مستقیم رادیکال سوپراکسید نسبت داد (Noctor and Foyer., 1998).

میزان آنزیم پلی‌فنل اکسیداز: نتایج تجزیه
 واریانس نشان داد که اثرات اصلی دما و آسکورات بر میزان آنزیم پلی‌فنل اکسیداز معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان این آنزیم (۷۰/۸۷ تغییرات در جذب در دقیقه) مربوط به دمای ۱۵ درجه سلسیوس بود و در اثر کاربرد ۱۰ میلی‌مولار آسکورات کمترین میزان پلی‌فنل اکسیداز (۴۸/۹۹ تغییرات در جذب در دقیقه) مشاهده شد. (شکل ۸). نتایج دولت‌آبادیان و همکاران (Dolatabadian et al., 2010) نیز نشان‌دهنده کاهش آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز در اثر کاربرد اسید آسکوربیک بود. به نظر می‌رسد که گیاه مصرف اسید آسکوربیک را به عنوان مهارکننده رادیکال‌های آزاد بر افزایش فعالیت آنزیم‌ها در برابر تنش ترجیح داده است و این ماده به طور غیرمستقیم سبب کاهش فعالیت این آنزیم‌ها و

زیستی و حیاتی سلول موجب تولید انواع اکسیژن فعال می‌شود. اولین رادیکال تولید شده رادیکال سوپراکسید می‌باشد که توسط سوپراکسید دیسموتاز به پراکسید هیدروژن تبدیل می‌گردد (Turkan, 2011). کاتالاز آنزیمی است که در اندامک پراکسی‌زوم فعالیت کرده و پراکسید هیدروژن را به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند (Mittler, 2002). احتمالاً در شرایط بدون تنش به دلیل عدم تولید بیش از حد انواع اکسیژن فعال تولید پراکسید هیدروژن ناشی از یون سوپراکسید کاهش یافته و در نتیجه میزان آنزیم کاتالاز کاهش می‌یابد. آسکورات نیز به دلیل خنثی‌سازی و از بین بردن رادیکال سوپراکسید در پاک‌سازی این رادیکال مخرب نقش داشته و در نتیجه سبب کاهش تولید پراکسید هیدروژن و در پی آن کاهش میزان آنزیم کاتالاز شده است (Turkan, 2011).

میزان آنزیم پراکسیداز: نتایج تجزیه واریانس
 نشان داد که اثر متقابل آسکورات و دما بر میزان آنزیم پراکسیداز معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های مربوط به تیمارهای آزمایشی نشان داد که حداکثر میزان پراکسیداز در دمای ۱۵ درجه سلسیوس و کاربرد ۱۰ میلی‌مولار آسکورات مشاهده شد و حداقل مقدار پراکسیداز به کاربرد ۱۰ میلی‌مولار آسکورات در دمای ۳۵ درجه سلسیوس اختصاص یافت (شکل ۷). افزایش میزان پراکسیداز در دمای پایین ($15^{\circ}C$) ممکن است منجر به کاهش اثرات نامطلوب و خسارت‌های ناشی از دمای پایین شود. از آن جایی که میزان انواع اکسیژن فعال در سلول‌ها، تحت تاثیر میزان فعالیت پراکسیداز قرار می‌گیرد (Quiroga et al., 2000) و این آنزیم در شرایط تنش افزایش می‌یابد (Turkan, 2011). می‌توان بیان کرد که افزایش میزان این آنزیم موجب جوانه‌زنی بهتر کنگد در دماهای پایین می‌شود. از

پروتئین: اثر متقابل دما و اسکوریات تاثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین کل داشت (جدول ۱). به طوری که کاهش میزان پروتئین کل در اثر افزایش دما قابل مشاهده بود. کاربرد ۵ میلی‌مولار اسکوریات در دمای ۱۵ درجه سلسیوس بیشترین میزان پروتئین کل (۴۱/۵۸) را نشان داد و کمترین میزان پروتئین کل (۱۷/۶) در دمای ۳۵ درجه سلسیوس و پرایمینگ با آب مشاهده شد (شکل ۱۰). پروتئین‌ها و سایر ماکرومولکول‌ها توسط انواع اکسیژن فعال اکسید می‌شوند اما آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان از اکسایش پروتئین‌ها جلوگیری (Mittler *et al.*, 2004). جاب و همکاران (Job *et al.*, 2005) آسیب‌های ناشی از تولید انواع اکسیژن فعال بر پروتئین‌های بذر را در طی جوانه‌زنی مشاهده کردند. در حالی که پیش تیمار سبب افزایش DNA و اسیدهای آمینه شده و سرعت خروج ریشه‌چه از تمامی توده‌های بذری را افزایش داده و جوانه‌زنی را بهبود می‌بخشد (Levitt, 1982) Perry, 1980). همچنین، مشخص شده‌است که پیش تیمار سبب القای ژن ویژه تقسیم یاخته و ژن‌های کد کننده آنزیم ایزوسیترات لیاز و مالات سنتتاز می‌شود (Tozlu *et al.*, 2000).

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه این پژوهش نشان داد که کاربرد اسکوریات منجر به کاهش میزان آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز گردید و در دمای ۱۵ درجه سلسیوس نسبت به دماهای ۲۵ و ۳۵ درجه سلسیوس جوانه‌زنی بذر بیشتر شد. از آنجایی که کنگد گیاهی گرمادوست است به نظر می‌رسد افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در دمای ۱۵ درجه به دلیل افزایش تولید رادیکال‌های آزاد در این دما باشد. همبستگی مثبت و معنی‌دار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان رابطه مستقیم این صفات را نشان می‌دهد. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص‌های

بهبود شرایط رشد گیاه گردیده است (Dolatabadian *et al.*, 2010).

پرولین: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل اسکوریات و دما بر میزان پرولین معنی‌دار بود (جدول ۱). افزایش غلظت اسکوریات منجر به افزایش غلظت درون سلولی پرولین شد. بیشترین میزان این اسمولیت در اثر کاربرد ۱۰ میلی‌مولار اسکوریات در دمای ۳۵ درجه سلسیوس مشاهده شد و کمترین میزان آن مربوط به کاربرد اسکوریات در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بود (شکل ۹). نتایج دولت‌آبادیان و همکاران (Dolatabadian *et al.*, 2010) نیز نشان داد که کاربرد اسید اسکوربیک از کاهش پرولین تحت تاثیر تنش وارد شده جلوگیری می‌کند. پرولین اسمولیتی خنثی می‌باشد که ساختارهای سلولی، ماکرومولکول‌ها و غشاهای سلولی را در برابر تنش‌های مختلف محافظت کرده و منجر به پایداری آنزیم‌ها می‌شود (KaviKishor *et al.*, 2005). همبستگی بین آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز با پرولین مثبت و معنی‌دار بود که نشان‌دهنده تاثیر مثبت پرولین بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان است. تورکان (Turkan, 2011) بیان داشت که سنتز پرولین فرایندی است که منجر به مصرف NADPH که یکی از احیاکنندگان قوی در کلروپلاست می‌باشد می‌شود. و از این طریق علاوه بر کاهش میزان انواع اکسیژن فعال به حفظ چرخه انتقال الکترون در جریان فتوسنتز کمک می‌کند (Turkan, 2011). بنابراین با تجمع پرولین در برابر تنش ایجاد شده مقاومت نشان داده و منجر به بهبود رشد در طی تنش‌های محیطی می‌شود. در مجموع می‌توان گفت که نقش اسمولیت‌هایی مانند پرولین محافظت از پروتئین‌ها، غشا و آنزیم‌ها از خسارت‌های ناشی از تنش‌های محیطی است (Ashraf and Foolad, 2007).

آسکوربات با ایفای نقش آنتی‌اکسیدانی، نیاز گیاه به آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در کنگد را کاهش می‌دهد و منجر به افزایش رشد آن در برابر تنش دمایی می‌شود.

جوانه‌زنی مشاهده شد. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش به نظر می‌رسد کاربرد آسکوربات تاثیر مثبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی داشته باشد همچنین،

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس سدیم آسکوربات و دما بر صفات اندازه‌گیری شده

Table 1- Analysis of variance for sodium ascorbate and temperature on parameters

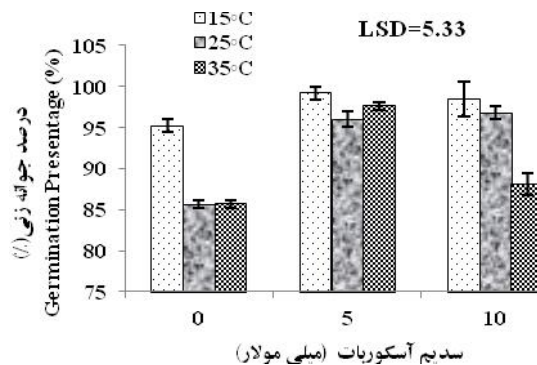
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df.	پروترین Proline	پلی‌فنل اکسیداز Polyphenol oxidase	پراکسیداز Peroxidase	کاتالاز Catalase	پروتئین Protein
سدیم آسکوربات Sodium Ascorbate	2	0.3*	1117**	48589**	5037**	297**
دما Temperature	2	0.58**	1078**	10080**	2550**	34.3 ^{ns}
دما × پروترین Proline × Temperature	4	1.11**	159 ^{ns}	2305**	1772**	117.64*
خطا Error	18	0.05	105	171	99.64	36.7
ضریب تغییرات CV (%)	-	12.39	17.13	9.24	18.91	19.55

ادامه جدول ۱

Table 1- Continued

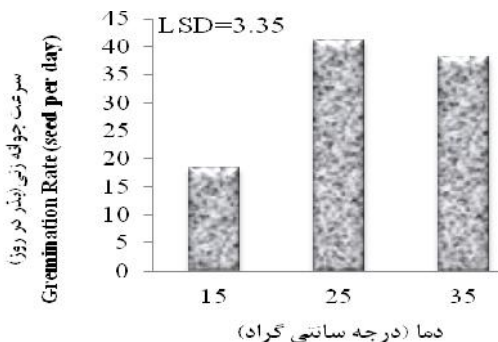
منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df.	طول ساقچه Plumule length	طول ریشه- چه Radical length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	سرعت جوانه- زنی Germination rate	درصد جوانه- زنی Germination percentage
سدیم آسکوربات Sodium Ascorbate	2	0.8 ^{ns}	0.455 ^{ns}	0.45 ^{ns}	26.75 ^{ns}	119**
دما Temperature	2	95.5**	132.8**	132.86**	1401**	175**
دما × پروترین Proline × Temperature	4	1*	1.98 ^{ns}	1.98 ^{ns}	17 ^{ns}	35.91*
خطا Error	18	0.34	105	1.14	11.45	9.66
ضریب تغییرات CV (%)	-	14	17.13	18.99	10.39	3.31

***، * و NS به ترتیب معنی دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی دار



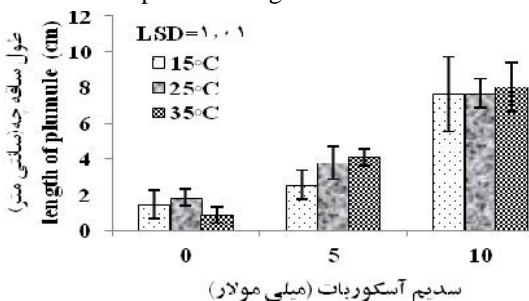
شکل ۱- تاثیر سدیم آسکوربات و دما بر درصد جوانه‌زنی بذر کنگد

Figure 1- Effect of Sodium Ascorbate and temperature on germination percentage



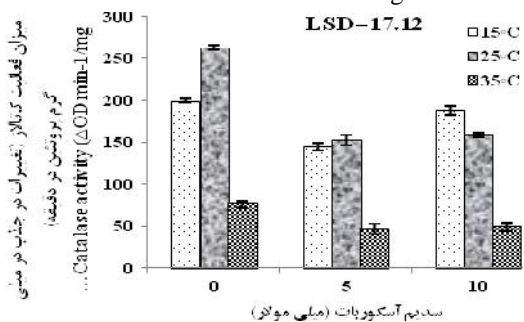
شکل ۲- تاثیر دما بر سرعت جوانه‌زنی

Figure 2- Effect of Sodium Ascorbate and temperature on germination rate



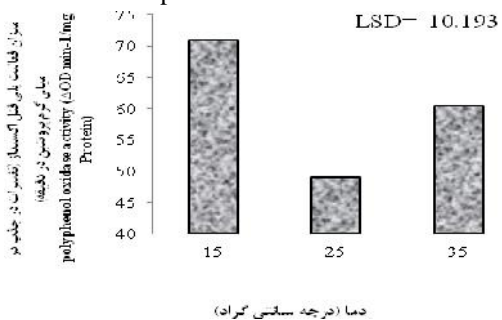
شکل ۴- تاثیر دما و اسکوربات بر طول ساقچه

Figure 4- Effect of temperature and Sodium Ascorbate on Plumule length



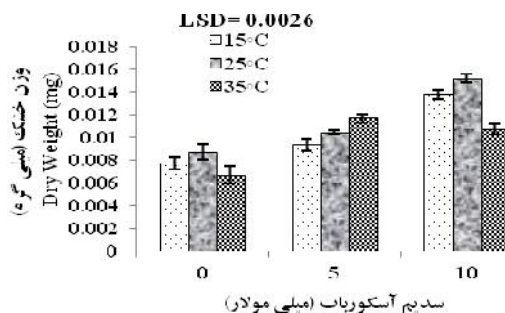
شکل ۶- برهمکنش دما و اسکوربات بر میزان آنزیم کاتالاز

Figure 6- Effect of Sodium Ascorbate and temperature on the Catalase



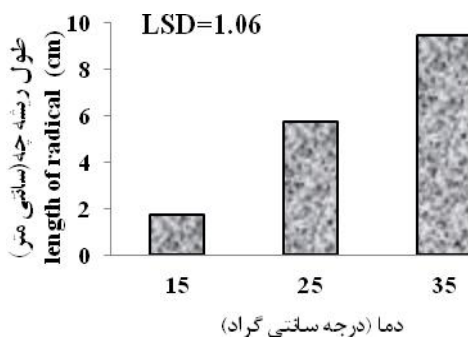
شکل ۸- a: تاثیر دما بر میزان پلی فنل اکسیداز b: تاثیر سدیم اسکوربات بر آنزیم پلی فنل اکسیداز

Figure 8- a- Effect of temperature on the polyphenol oxides b- Effect of Sodium Ascorbate on the polyphenol oxides



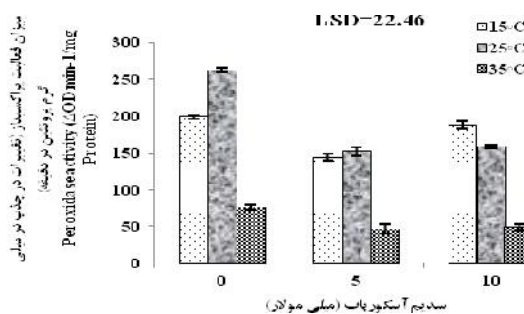
شکل ۳- اثر اسکوربات بر وزن خشک گیاهچه تحت تاثیر دماهای مختلف

Figure 3- Effect of Sodium Ascorbate and seedling dry weight under deferent temperature



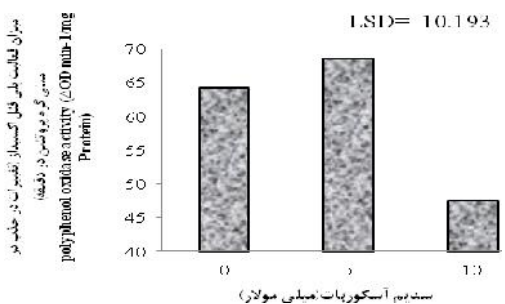
شکل ۵- اثر دما بر طول ریشه‌چه

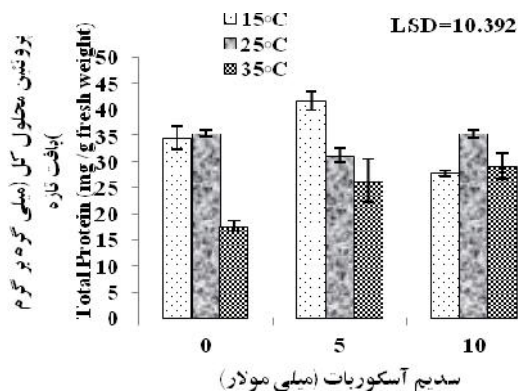
Figure 5- Effect of temperature on radical length



شکل ۷- تاثیر اسکوربات بر میزان آنزیم پراکسیداز در شرایط دماهای مختلف

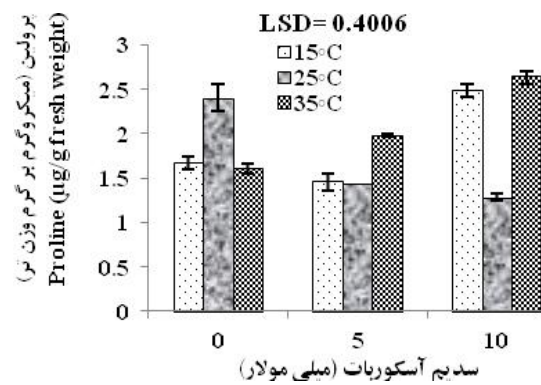
Figure 7- Effect of Sodium Ascorbate on the peroxidase enzyme under deferent temperature





شکل ۱۰- تغییرات پروتئین کل در اثر دما و آسکوربات

Figure 10- Effect of Ascorbate on the total protein under different temperature



شکل ۹- تاثیر آسکوربات و دما بر میزان پرولین

Figure 9- Effect of Ascorbate and temperature on the proline

References

منابع مورد استفاده

- Alivand, R., R. Tavakol Afshari, and F. SharifZadeh. 2012. Effect of Gibberellin, Salicylic acid and Ascorbic acid for improvement of germination qualification in Deteriorated seed of Oil-seed Rape. *Journal of Iranian Crop Plant Science*. 43(4): 561-571 (In Persian).
- Anjum, N.A., S. Umar, and M.T. Chan. 2010. Ascorbate-Glutathione Pathway and Stress Tolerance in Plants. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. 462p
- Arora, A., R.K. Sairam, and G.C. Srivastava. 2002. Oxidative stress and antioxidative system in plants. *Current science*. 82(10): 1227-1238
- Arrigo, A.P. 1998. Small stress proteins: chaperones that act as regulators of intracellular redox state and programmed cell death. *Biological Chemistry*. 379, 19-26.
- Ashraf, M, and M.R. Foolad. 2007. Roles of glycinebetaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental Experiment of Botany*. 59: 206-216.
- Basra, S.M., A.M, Farooq, and A. Khaliq. 2003. Comparative study of presowing seed enhancement treatments in indica rice (*Oryza sativa* L.), *Pakistan Journal of Life and Societe Science*. 1, 5-9.
- Bates, L.S., R.P. Waldren, and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant soil*. 39: 205-208.
- Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Annual Biochemistry*. 72: 248-254.
- Bradford, K.J., and H, Nonogaki. 2007. Seed Development, Dormancy and Germination. Blackwell Publishing Ltd. 389P.
- Copeland, L.O, and M.B. McDonald. 1995. Principles of Seed Science and Technology. Pub. Chapman and Hall.USA. 488p.

- Cosio, C., and Ch. Durand. 2009. Specific functions of individual class III peroxidase genes. *Journal of Experimental Botany*. 60:391-408
- Damerval, C, D. Vienne, M. Zivy, and H. Thiellement. 1986. Technical improvements in two-dimensional electrophoresis increase the level of genetic variation detected in wheat-seedling proteins. *Electrophoresis*. 7: 52-54.
- Demir Kaya, M., G. Okçu, M. Atak, Y. Çikili, and Ö. Kolsarici. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Europe Journal of Agronomy*. 24, 291-295.
- Diamant, S., N. Eliahu, D. Rosenthal, and P. Goloubinoff. 2001. Chemical chaperones regulate molecular chaperones in vitro and in cells under combined salt and heat stresses. *Journal of Biological Chemistry*. 276, 39586-39591.
- Dolatabadian, A., S.A.M. Modarresi Sanavy, and K.S. Asilan. 2010. Effect of ascorbic acid foliar application on yield, yield component and several morphological traits of grain corn under water deficit stress conditions. *Notulae Scientia Biologicae*. 2: 45-50. (In Persian).
- Finch-Savage, W.E., K.C. Dent, and L.J. Clark. 2004. Soak conditions and temperature following sowing influence the response of maize (*Zea mays* L.) seeds to on-farm priming (pre-sowing seed soak). *Field Crop Research*. 90, 361-374.
- Foyer, C.H., and B. Halliwell. 1976. The presence of glutathione and glutathione reductase in chloroplasts: a proposed role in ascorbic acid metabolism. *Planta* 133:21-25
- Gould, K., K. Davies, and Ch. Winefield. 2009, Anthocyanins (Biosynthesis, Functions, and Applications). Springer Science + Business Media, LLC. 345p
- Green, B., M. Grevers, and G. Lafond. 1994. Soil temperature and crop emergence under conventional and direct seeding. Farm Facts. Canada-Saskatchewan Agreement on Soil Conservation. 400 pp.
- Harris, D. 2003. Reducing risk and increasing yields from rain fed crops in Africa using on farm seed priming. 87-88. in Abstracts: Harnessing crop technologies to alleviate hunger and poverty in Africa. 6th Biennial Conference of the Africa Crop Science Society, Hilton Nairobi, Kenya. 12-16th October. pp: 87-88.
- Izadi Darbandi, A., M. Mohammadian., A. Yang., H. Zarghani. 2012. Effect of temperature and salt on germination parameters and seed growth in Seaman (*Sesamum indicum*) population. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 10(2): 335-345. (In Persian)
- Job, C., L. Rajjou, Y. Lovigny., M. Belghazi, and D. Job. 2005. Patterns of protein oxidation in *Arabidopsis* seeds and during germination. *Plant Physiology* 138: 790-802.
- Jordan, G.L., and M.R. Haferkamp. 1989. Temperature responses and calculated heat units for germination of several range grasses and shrubs. *Journal of Range Management*. 42:41-45.
- Kaffi, M, A. Nezami, H. Hosseini, and A. Masoumi. 2005. Physiological effect of drought stress due Poly etilen glycol on the lentil genotypes germination. *Iranian journal of crop research*. 81: 3-69. (In Persian)
- Kar, M., and D. Mishra. 1976. Catalase, peroxidase and polyphenol oxidase activities during rice leaf senescence. *Plant Physiology*. 578: 315-319.

- KaviKishor, P.B., S. Sangam, R. N. Amrutha, P. Sri Laxmi, K.R. Naidu, and K. Rao. 2005. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. *Current Science*. 88(3): 424-438.
- Kebreab, E., and A.J. Murdoch. 2000. The effect of water stress on the temperature range for germination of *Orobanches aegyptiaca* seeds. *Seed Science Research*. 10: 127-133.
- Levitt, J. 1982. Stress terminology. In: N.C.Turner., P. J. Kramer (eds). *Adaptation of plants to water and high temperature and stress*. Wiley-Interscience, New York, PP: 7-20
- Maestri, E., N. Klueva, C. Perrotta, M. Gulli, H.T. Hguyen, and N. Marmiroli. 2002. Molecular genetics of heat tolerance and heat shock proteins in cereals. *Plant molecular Biol*. 48: 667-81.
- Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science* 7: 405-410
- Mittler, R., S. Vanderauwera, M. Gollery, and F. Van Breusegem. 2004. Reactive oxygen gene network of plants. *Trends Plant Science*. 9(10): 490-498.
- Naseri, F. 1991. Oil seeds. Publishing of Astan Quds Razavi cultural deputysip. 832Pp
- Neubauer, C., and H.Y. Yamamoto. 1994. Membrane barriers and Mehler-peroxidase reaction limit the ascorbate availability for violaxanthin de-epoxidase activity in intact chloroplasts. *Photosynthetic Research*. 39:137-147
- Noctor G, and CH., Foyer. 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annual Review of Plant Physiology Plant Molecular Biology* 49:249-279
- Nollen, E.A.A., and R.I. Morimoto. 2002. Chaperoning signaling pathways: molecular chaperones as stress-sensing 'heat shock' proteins. *Journal of Cell Science* 115:2809-2816.
- Panchuk, I.I., R.A. Volkov, and F. Schoffl. 2002. Heat stress and heat shock transcription factor-dependent expression and activity of ascorbate peroxidase in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 129, 838-853.
- Perry, D.A. 1980. The concept of seed vigor and its relevance to seed production techniques. *Seed Production*. Butter worth's. London. 585-591.
- Posmyk, M.M., and K.M. Janas. 2007. Effects of seed hydropriming in presence of exogenous proline on chilling injury limitation in *Vigna radiata* L. seedlings. *Acta Physiology Plant*
- Quiroga, M., C. Guerrero, M.A. Botella, A. Barcelo, I. Amaya, M.I. Medina, F.J. Alonso, S.M. De Forchetti, H. Tigier, and V. Valpuesta. 2000. A tomato peroxidase involved in the synthesis of lignin and suberin. *Plant Physiology*. 122: 1119-1127.
- Rabie, B., and M. Bayat. 2009. Study parameters of seed germination and seedling growth canola cultivars (*Brassica napus* L.) by using seed vigor tests. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 40(1):93-104. (In Persian)
- Scott, S.J., R.A. Jones, and W.A. Williams, 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*. 24: 1192-1199.

- Singh Gill, S., and N. Tuteja, 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants: A Review. *Plant Physiology and Biochemistry*. 48: 909-930.
- Soltani, A., M. Gholipour, and E. Zeinali. 2006. Seed reserve utilization and seedling of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*. 55: 195-200
- Stasolla, C., and E.C. Yeung, 2001. Ascorbic acid metabolism during white spruce somatic embryo maturation and germination. *Physiology Plant*. 111:196-205
- Sudhakar, C., A. Lakshmi, and K.S. Giridara, 2001. Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under NaCl salinity. *Plant Science*. 167:613-619
- Tozlu, I., G.A. Moore, and C.L. Guy. 2000. Effect of increasing NaCl concentration on stem elongation, dry mass production and macro-nutrient accumulation in *Poncirus trifoliata*. *Australian Journal of Plant Physiology* 27: 35-42.
- Turkan, I. 2011. Plant responses to drought and salinity stress, Development in a post-Genomic era. *Advances in Botanical Research*. 593p.
- Weise, E.A. 2000. Oil seed crops. Blackwell Sci. Ltd Oxford, UK. 364 P.
- Zand, B., A. Soroushzhadeh, F. Ghanati, and F. Moradi. 2010. Effect of foliar application of zinc (Zn) and auxin (IBA) on the activity of some antioxidant enzymes in the corn. *Iran Journal of Plant Biology*. 2:48-35. (In Persian)

Short Article**Effect of Seed Priming with Sodium-Ascorbate on Germination and some of Physiological Characteristics of Sesame (*Seamum indicum*) under Different Temperatures****Tizfahm, P.¹, A. Ebadi², H. Tavakoli^{3*}, and N. Tavakoli³***Received: October 2013, Accepted: 11 November 2015***Abstract**

To study the effects of ascorbate and temperature on antioxidant enzymes and germination indexes, a factorial experimental based on completely randomized block design with three replications was conducted at the Agricultural Research Laboratory of Mohaghegh Ardabili University in 2014. Treatments were three levels of ascorbate (control, 5 and 10 mM) and three levels of temperatures (15, 25 and 35 °C). Parameters under study were germination indices, production rates of antioxidant enzymes, proline and protein. The results of experiment indicated that ascorbate application that of raised proline content. Application of ascorbate resulted in enzymes reduction at 15°C more than 25° and 35° temperatures. Its application also reduced protein denaturation. Since sesame is a warm season plant, it seems that increasing antioxidant enzymes at 15°C is due to higher production of free radicals. The positive and significant correlation between antioxidant enzymes and germination indices represents their direct relationships. According to the results of this experiment, it seems that the application of ascorbate had positive effect on germination indices and reduced the effects of improper temperatures; it also benefited seedling growth of sesame.

Key word: Peroxidase, Protein, Sesame, Sodium Ascorbate.

1- M.Sc. of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2- Associate Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3- Ph.D. Student of Crop Physiology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

* **Corresponding Author:** huriehtavakoli@gmail.com

