

اثر هورمون سالیسیک اسید و خراش دهی بر ویژگیهای جوانه زنی و محتوی پرولین، پروتئین و کربوهیدرات محلول گیاهچه کهورک (*Prosopis farcta L.*) در شرایط شوری

حشمت امیدی^{۱*}، فرهاد موحدی پویا^۲ و شادی موحدی پویا^۲

۱- استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران، پست الکترونیک: heshmatomidi@yahoo.com

۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شاهد و دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۰۹

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۲/۲۶

چکیده

به منظور بررسی واکنش بذرهای بسیار سخت گونه دائمی کهورک از خانواده لگومها در مرحله جوانه زدن و رشد گیاهچه، آزمایشی به صورت فاکتوریل (ABC) در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در شرایط شوری اجرا گردید. هورمون سالیسیک اسید در سه سطح (صفر، ۰/۳ و ۰/۶ میلی مولار) و نمک طعام (NaCl) در چهار سطح (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) بر جوانه زنی بذرهای کهورک در شرایط تیمار خراش دهی (کشت غلاف سالم و سخت حاوی بذرهای کهورک، کشت بذرهای سالم و سخت بدون غلاف کهورک و کشت بذرهای سالم خراش داده شده کهورک با تیغه استاندارد خراش بذر) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شوری تأثیر معنی داری بر میزان جوانه زنی نداشت و این نشان از تحمل بالای این گیاه نسبت به مقادیر بالاتر نمک است. البته در شرایط کشت غلاف و بذر بدون خراش جوانه زنی مشاهده نشد. بیشترین میزان خصوصیات کیفی نظیر محتوی پرولین، پروتئین و کربوهیدرات در تیمار اسید ۰/۳ میلی مولار، شوری ۱۰ دسی‌زیمنس و شکستن غلاف و خراش بذرهای داخل آن حاصل شد. بطور کلی این تحقیق نشان داد که گیاهچه کهورک برای حصول درصد جوانه زنی بالا نیازمند حذف مانع فیزیکی و ترکیبات بازدارنده موجود در غلاف و پوسته می‌باشد؛ از طرفی تحمل به شوری این گیاه تا شوری ۱۵ (ds/m^2) به اثبات رسیده است که می‌تواند به عنوان یکی از مهمترین گونه‌های لگومی تثبیت کننده نیتروژن در مناطق بیابانی و نیمه بیابانی جهت رفع بیابان‌زایی در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، جوانه زنی، کهورک، اسید سالیسیک، خراش دهی، محتوی پرولین.

مقدمه

نیتروژن هوا می‌تواند باعث ذخیره مقادیر متناهی از نیتروژن در خاک شده و در نتیجه سبب کاهش مصرف کود نیتروژنه و کمک به سلامت محیط زیست گردند، بنابراین قرارداد آن‌ها در تناوب زراعی به پایداری سیستم‌های زراعی کمک می‌کند (Toky et al., 1992).

لگوم‌ها یکی از مهمترین منابع گیاهی غنی از پروتئین می‌باشند که نقش بسیار مؤثری در تأمین نیازهای تغذیه‌ای انسان دارند (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). این گروه از گیاهان به علت همزیستی با باکتریهای ریزوبیوم تثبیت کننده

جوانه‌زنی و تناوب‌های نوری و دمایی اشاره نمود (قاسمی پیریلوطی و همکاران، ۱۳۸۶). مطالعه نصیری و عیسوند (۱۳۸۰) حکایت از کاهش خواب بذر و در نتیجه افزایش درصد جوانه‌زنی در بذرهای شب‌خسب تحت تیمار اسید سولفوریک دارد. همچنین نصیری (۱۳۸۷) عامل کاهش خواب بذر گیاه مرتعی یکم را استراتیغیکاسیون اعلام کرد. طویلی و همکاران (۱۳۸۷) بهترین راه برای کاهش خواب پوسته بذر گیاه بیابانی دم‌گاو را خراش‌دهی بذر دانستند. پوسته بذر به‌عنوان غشاء نیمه‌تراوا نسبت به آب و مواد محلول نفوذپذیر و نسبت به بقیه مواد غیرقابل نفوذ است (Bradford, 2002). پوسته بذر در بسیاری از گونه‌ها کاملاً نفوذپذیر است (Alvarado & Bradford, 2005)، حال آنکه در برخی گونه‌ها نفوذناپذیر شدید است. نفوذناپذیری بدلیل وجود چربی‌ها، تانن‌ها و مواد پکتیک پوسته بذر است (Betty et al., 2000).

اسید سالیسیلیک یا ارتوهیدروکسی بنزویک اسید (SA) از ترکیبات فنولی است که در دامنه وسیعی از گونه‌های گیاهی وجود دارد (Bezrukova et al., 2001) که توسط ریشه تولید و در تنظیم فرآیندهای رشد، تکامل، جذب یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی نقش دارد (Hayat & Ahmad, 2007 و El-Tayeb, 2005).

محققان نشان دادند که اسید سالیسیلیک در شکستن خواب و افزایش جوانه زنی نقش دارد (Rajasekaran et al., 2002; Shakirova et al., 2003; El-Tayeb, 2005).

شوری به‌عنوان یکی از مهمترین تنش‌های غیرزیستی نقش مهمی در کاهش تولید محصولات زراعی دارد (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴). البته گزارش‌های متعددی از اثرهای منفی شوری و کم‌آبی بر ویژگیهای زراعی گیاهان بیان شده است (Turk et al., 2004; Milthrope, 1995).

در ایران سه گونه بومی از جنس کهور به اسامی کهور ایرانی (*Prosodies cineraria*)، کهور درختچه‌ای (*Prosopis koelziana*) و کهورک یا جغجغه (*Prosopis farcta*) وجود دارد. جنجروس، کهورک و یا کهور، گونه‌ای بوته‌ای چندساله از خانواده لگوم با قدرت تثبیت نیتروژن نسبتاً بالا در سال می‌باشد و از مهمترین گونه‌های مقاوم به خشکی و شوری است که از پتانسیل تحمل به شوری بالایی برخوردار است (Toky et al., 1992). این گونه‌ها کم‌توقع و برای کشت در نظام‌های زراعی کم‌نهاده مطلوب هستند (ثابتی، ۱۳۷۳) (Toky et al., 1992). کهورک علاوه بر دارابودن ویژگیهای یک گیاه پوششی برای اراضی، دارای خواص دارویی متعدد بوده و باید آنرا از خانواده‌ی گیاهان دارویی بحساب آورد (Toky et al., 1992). قسمت گوشتی بین دانه‌های غلاف میوه کهورک مصرف خوراکی و دارویی دارد و در درمان برونشیت، آسم، لکه‌های پوستی، رماتیسم و عقرب‌زدگی کاربرد دارد (Toky et al., 1992).

خواب بذر یکی از مهمترین مکانیزم‌های بقاء گیاهان بخصوص کهورک است که مانع جوانه‌زنی شده و عملیات کاشت را با مشکل مواجه می‌سازد، نوع خواب ممکن است بواسطه جنین، پوسته و یا تلفیقی از آنها باشد. بنابراین شکستن خواب بذر امری ضروریست (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴). انجمن بین‌المللی آزمون بذر^۱ روشهای مختلفی را جهت شکستن خواب و تحریک جوانه‌زنی بذر گیاهان ارائه کرده است. از مهم‌ترین روشهای شکستن خواب می‌توان به استراتیغیکاسیون^۲، خراش‌دهی^۳ (مکانیکی و شیمیایی)، استفاده از هورمون‌ها و محلول‌های تحریک کننده

1- Internationa Seed Testing Asociaation (ISTA)

2- Stratification

3-Scarification

مواد و روشها

به منظور بررسی پاسخ بذرهای بسیار سخت کهورک در مرحله گیاهچه در شرایط شوری مطالعه‌ای بصورت فاکتوریل در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. ماده آزمایشی، پتری دیش حاوی بذرهای کهورک بود که تحت تأثیر عوامل پتانسیل اسمزی شوری (E)، شکستن خواب بذر (K) و اسید سالیسیلیک (A) قرار گرفت. قبل از شروع آزمایش ابتدا بذر با کربوکسین تیرام ضد عفونی شدند. به طوری که تنش شوری شامل پتانسیل اسمزی با نمک طعام در سطوح کنترل، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر ($ds.m^{-1}$)، و ترکیب هورمونی سالیسیلیک اسید شامل غلظت صفر، ۰/۳ و ۰/۶ میلی‌مولار بود. تیمار شکستن بذر شامل سطوح (۱) کشت غلاف سالم و سخت حاوی بذرهای کهورک، (۲) کشت بذرهای سالم و سخت بدون غلاف کهورک و (۳) کشت بذرهای سالم خراش داده شده کهورک توسط تیغه استاندارد خراش) بود. جوانه‌زنی بذر (۲۰ عدد) در پتری دیش‌های ۹ سانتی‌متری صورت گرفت. حسب تیمار به پتری دیشها از محلول پتانسیل اسمزی مورد آزمایش، اضافه و بعد داخل انکوباتور در شرایط حرارت ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه انجام شد. صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، ضریب جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر محاسبه شد. سپس از هر پتری دیش ۱۰ گیاهچه بطور تصادفی انتخاب و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و برگ گیاهچه‌ها و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (R/S) اندازه‌گیری شد. خشک کردن نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه

در تیپ جهش‌یافته آرابیدوبسیس اسید سالیسیلیک به‌عنوان مانع آسیب اکسیداتیو طی جوانه‌زنی بذر معرفی شده است (Metwally *et al.*, 2003). این ماده سبب مقاومت به شوری در گیاهچه گندم (Shakirova & Bezrukova, 1997) و خشکی گیاهچه آرابیدوبسیس تالیانا از تیره شب‌بو گردید (Borsani *et al.*, 2001).

گزارش‌هایی از نقش اسید سالیسیلیک در شرایط کم‌آبی بر افزایش عملکرد دانه سویا (Khaled *et al.*, 2007) و توت روباه (*Sanguisorba minor L.*) اعلام شده است (زارع و همکاران، ۱۳۸۹). اسید سالیسیلیک و مشتقات آن در غلظت کم، علامت مهمی برای پاسخ گیاهان در برابر تنش‌های محیطی معرفی شده هستند (Raskin, 1992; Senaranta *et al.*, 2002; Bezrukova & Sakhabutdinova, 2001). این ماده در مقاومت گوجه‌فرنگی به درجه حرارت بالا و پایین (Senaranta *et al.*, 2002)، ذرت به سرمازدگی (Janda *et al.*, 1999)، مینای چمنی به پاتوژن‌ها (خاوری‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۲) و دولپه‌ای‌ها به شوری نقش دارد (Borsani *et al.*, 2001). به‌علاوه اینکه اسید سالیسیلیک از تغییرات ایجاد شده فیتوهورمونهای گیاهی تحت شوری ممانعت نموده و از طریق جلوگیری از کاهش مقدار هورمون‌های اکسین و سیتوکینین از کاهش رشد ناشی از شوری جلوگیری می‌کند (Shakirova *et al.*, 2003).

از آنجا که بین گونه‌ها و حتی ارقام مختلف از نظر حساسیت به خواب و تحمل شوری اختلاف وجود دارد، بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و تیمار خراش بذر بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و بیوسنتز ماکرومولکولهای پروتئین، پرولین و کربوهیدرات محلول کهورک تحت تنش شوری می‌باشد.

(عدم جوانه‌زنی) مربوط به تیمار کشت غلاف کهورک و کشت بذر بدون غلاف بود (جدول ۲). به عبارت دیگر، تیمار کشت غلاف بیشترین تأثیر بازدارندگی بر جوانه‌زنی بذرهای گیاه را داشت. با افزایش شوری از صفر (شاهد) تا $15 \text{ (ds.m}^{-1}\text{)}$ ، درصد جوانه‌زنی کهورک بطور معنی‌داری $15 \text{ (ds.m}^{-1}\text{)}$ تغییر یافت (جدول ۱). به طوری که میزان جوانه‌زنی کهورک به ترتیب از ۹۲/۷۷ درصد در تیمار شاهد به ۹۸/۳۳ درصد در تیمار $15 \text{ (ds.m}^{-1}\text{)}$ افزایش یافت (جدول ۲). البته روند تغییرات درصد جوانه‌زنی یکسان نبود.

اثر متقابل شوری و تیمار غلاف کهورک معنی‌دار ($P \leq 0.001$) شد (جدولهای ۱ و ۲). بیشترین درصد جوانه‌زنی به میزان ۸۰ درصد مربوط به تیمار کشت بذر خراش داده شده بدون غلاف و کاربرد 0.6 میلی‌مولار اسید و شوری $10 \text{ (ds.m}^{-1}\text{)}$ و کمترین آن مربوط به تیمار کشت غلاف کهورک و کشت بذر بدون غلاف بود (جدولهای ۱ و ۲). درصد جوانه‌زنی بین سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما تمامی سطوح نسبت به شاهد تفاوت نشان دادند، زیرا در شاهد از آب مقطر استفاده شده است و آب مقطر فاقد عناصر مورد نیاز برای جوانه‌زنی است.

۲- طول ساقه‌چه و ریشه‌چه

تیمار اسید سالیسیلیک و تنش شوری بر طول ساقه‌چه تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.001$) داشت (جدولهای ۱ و ۲). به طوری که با افزایش اسید تا 0.3 میلی‌مولار این صفات افزایش و پس از آن کاهش یافت. همچنین با افزایش شوری از صفر به $15 \text{ (ds.m}^{-1}\text{)}$ ، طول ساقه‌چه گیاه کاهش و طول ریشه‌چه تغییر معنی‌داری نداشت و در نتیجه کمترین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در گیاه در شوری $15 \text{ (ds.m}^{-1}\text{)}$ مشاهده شد (جدولهای ۲ و ۳).

سانتیگراد و به مدت ۴۸ ساعت انجام شد. میزان جوانه‌زنی $(GP)^1$ ، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی $(MGT)^2$ ، درصد جوانه‌زنی $(GC)^3$ و شاخص بنیه بذر $(SV)^4$ ، براساس روابط ۱ تا ۳ برآورد شدند (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۸).

$$MGT = \frac{\sum NiDi}{\sum Ni} \text{ (رابطه ۱)}$$

$$GC = \frac{1}{MGT} * 100 \text{ (رابطه ۲)}$$

$$SVI = GC * GP * SL \text{ (رابطه ۳)}$$

Ni و Di به ترتیب تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز i م و GP ، GC و SL به ترتیب درصد جوانه‌زنی، میزان جوانه‌زنی و طول گیاهچه می‌باشد.

اندازه‌گیری خصوصیات کیفی شامل محتوی پرولین (Bates et al., 1973)، محتوی پروتئین‌های محلول برگ (Bradford, 1976) و محتوی قندهای محلول (Fales, 1951) بود.

پس از اتمام مطالعه، داده‌های مورد نظر جهت تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS آنالیز شدند.

نتایج

۱- درصد جوانه‌زنی بذر

تأثیر اسید سالیسیلیک و خراش‌دهی غلاف کهورک بر درصد جوانه‌زنی بطور معنی‌داری ($P \leq 0.001$) متفاوت بود (جدول ۱). بیشترین درصد جوانه‌زنی (96.77 درصد) مربوط به تیمار کشت بذر بدون غلاف و خراش‌دار و کمترین آن

-
- 1- Germination Percent
 - 2- Mean Germination Time
 - 3- Germination of Coefficient
 - 4- Seed Vigour Index

وزن خشک اندام گیاهچه، مربوط به کشت بذر خراش دار و بدون غلاف و تیمار غلاف سالم بود (جدولهای ۱ و ۲).
اثر متقابل شوری، تیمار غلاف و اسید بر وزن خشک گیاهچه از نظر آماری معنی دار ($P \leq 0.001$) بود (جدول ۱) و بیشترین اثر بازدارندگی مربوط به تیمار کشت غلاف سالم و کشت بذر سالم بدون غلاف در کلیه سطوح اسید و تنش بود (جدولهای ۲ و ۳).

۴- نسبت طول ریشه چه به ساقه چه

غلظت های تیمار اسید سالیسیلیک، تنش شوری و تیمار خراش غلاف کهورک بر نسبت طول ریشه چه به ساقه چه گیاه تأثیر معنی داری ($P \leq 0.001$) داشت (جدولهای ۱ و ۲). به طوری که بیشترین نسبت طول ریشه چه به ساقه چه گیاه مربوط به غلظت اسید سالیسیلیک $0/6$ میلی مولار و کمترین آنها مربوط به غلظت $0/3$ بود (جدولهای ۲ و ۳). همچنین بیشترین و کمترین نسبت به ترتیب در تیمار شوری $15 (ds.m^{-1})$ و شاهد حاصل شد.

تیمار غلاف بر نسبت طول ریشه چه به ساقه چه گیاه بطور معنی داری ($P \leq 0.001$) اثر متفاوت داشتند (جدولهای ۱ و ۲). اگرچه کمترین نسبت در کشت غلاف سالم کهورک و کشت بذر بدون غلاف مشاهده شد، ولی به هر حال کمترین و بیشترین اثر بازدارندگی در گیاه با توجه به نسبت طول ریشه چه به ساقه چه گیاهچه ها، مربوط به کشت بذر خراش دار و بدون غلاف و تیمار غلاف سالم بود (جدولهای ۲ و ۳).

اثر متقابل تنش شوری و تیمار اندام غلاف و اسید بر نسبت فوق از نظر آماری معنی دار ($P \leq 0.001$) بود (جدول ۱) و بیشترین اثر بازدارندگی مربوط به تیمار کشت غلاف سالم

تیمار خراش دهی غلاف کهورک بطور معنی داری ($P \leq 0.001$) تأثیر متفاوت بر طول ساقه چه و ریشه چه گیاه داشتند (جدولهای ۱ و ۲). به نحوی که کمترین و بیشترین اثر بازدارندگی به ترتیب مربوط به تیمار کشت بذر خراش داده شده بدون غلاف و کشت غلاف سالم کهورک و کشت بذر بدون غلاف بود (جدولهای ۲ و ۳).

اثر متقابل خراش دهی غلاف و تنش شوری و اسید سالیسیلیک بر طول ساقه چه از نظر آماری معنی دار ($P \leq 0.001$) شد (جدول ۱) و کمترین طول ساقه چه در تیمار کشت غلاف سالم و کشت بذر بدون غلاف در کلیه سطوح تنش شوری و اسید مشاهده گردید (جدولهای ۱ و ۲). به عبارت دیگر بیشترین اثر بازدارندگی مربوط به تیمار غلاف با هر سطح تنش و اسید سالیسیلیک بود.

۳- وزن خشک ریشه چه، ساقه چه و برگ

تیمار اسید، شوری و اندام غلاف کهورک بر وزن خشک اندام های ریشه چه، ساقه چه و برگ گیاه تأثیر معنی داری ($P \leq 0.001$) داشت (جدولهای ۱ و ۲). به طوری که بیشترین وزن خشک اندام های گیاه مربوط به غلظت اسید سالیسیلیک $0/3$ میلی مولار و کمترین آنها مربوط به غلظت $0/6$ یا شاهد بود (جدولهای ۲ و ۳).

تیمار خراش غلاف بر وزن خشک اندام های گیاه بطور معنی داری ($P \leq 0.001$) اثر متفاوت داشتند (جدولهای ۱ و ۲). اگرچه کمترین وزن خشک اندام های گیاه در کشت غلاف سالم و کشت بذر بدون غلاف مشاهده شد، ولی بیشترین وزن خشک اندام های ریشه چه، ساقه چه و برگ گیاه در تیمار کشت بذر خراش خورده و بدون غلاف مشاهده گردید. به هر حال، کمترین و بیشترین اثر بازدارندگی در گیاه با توجه به

کهورک و کشت بذر بدون غلاف در کلیه سطوح اسید و تنش بود (جدولهای ۲ و ۳).

۵- شاخص بنیه بذر

برتری بنیه بذر در مقایسه با قوه نامیه در محاسبه مدت زمان جوانه‌زنی و میزان جوانه‌نی می‌باشد. تیمار ساده اسید و خراش غلاف به همراه اثر برهم‌کنش سه‌گانه آنها بر بنیه بذر تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.001$) داشت (جدول ۱)، به‌طوری‌که بالاترین بنیه بذر مربوط به اثر ساده سطح کنترل اسید، شوری ۱۰ ($ds.m^{-1}$) و تیمار مربوط به کشت بذر خراش داده شده فاقد غلاف بود (به ترتیب بخش بالا، میانی و پایینی جدول ۲). بیشترین بنیه بذر مربوط به برهم‌کنش کشت بذر فاقد غلاف و خراش داده شده با عدم شوری و کنترل اسید بود و کمترین شاخص بنیه بذر مربوط به برهم‌کنش کشت غلاف سالم و کشت بذر بدون غلاف در سطوح اسید و شوری بود (جدولهای ۲ و ۳).

۶- سرعت جوانه‌زنی

عکس میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بذر کهورک در تیمار اسید و تیمار غلاف بذر بطور معنی‌داری ($P \leq 0.001$) متفاوت بود و بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار اسید ۰/۶ میلی‌مولار بود (جدولهای ۲ و ۳). به‌طوری‌که کمترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در تیمار کشت غلاف سالم کهورک و کشت بذر بدون غلاف بود (جدولهای ۱ و ۲).

اثر برهم‌کنش اسید سالیسیلیک و تیمار اندام غلاف بر سرعت جوانه‌زنی از نظر آماری معنی‌دار ($P \leq 0.001$) بود (جدولهای ۱ و ۲). به‌نحوی‌که کمترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار کشت غلاف سالم و بذر بدون خراش در سطح ۰/۶ میلی‌مولار اسید مشاهده شد (جدولهای ۲ و ۳). البته مقدار بالای آن در بعضی تیمارها، نشان از تعداد بیشتر بذر جوانه زده

در واحد زمان نیست؛ بلکه به عبارت دیگر مقادیر بیشتر از ۱۰۰ درصد آن قابل قبول نیست، زیرا این مسئله ناشی از پایین بودن تعداد بذر جوانه‌زده می‌باشد (داده‌ها نشان داده نشده است).

۷- ضرایب همبستگی

ضرایب همبستگی صفات در جدول ۴ نشان داده شده است. وزن خشک برگ با کلیه صفات کمی و کیفی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین ویژگیهای کیفی با همدیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند (جدول ۴).

۸- خصوصیات کیفی گیاهچه

تیمارهای بذری بر مؤلفه‌های کیفیت (شامل پروتئین، پرولین و کربوهیدرات) ($P \leq 0.001$) تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۴). همچنین نتایج تحقیق نشان داد که:

- بیشترین میزان ویژگیهای کیفی جوانه‌زنی در تیمار بذر خراش داده شده بدون غلاف و کمترین میزان در دیگر تیمارها حاصل شده است (جدول ۲).

- بیشترین میزان پروتئین، پرولین و کربوهیدرات (ترکیب بیوشیمیایی بذر) در تیمار برهم‌کنش حذف مکانیکی غلاف بذر، تیمار شوری ۱۰ ($ds.m^{-1}$) و اسید سالیسیلیک ۰/۳ میلی‌مولار بدست‌آمده است (جدول ۲). از طرف دیگر، تیمارهای کشت غلاف سالم کهورک و کشت بذر بدون غلاف بر کلیه ویژگیهای بذر و گیاهچه تأثیر منفی و یکسانی داشته‌اند (جدول ۲). به‌طور کلی نتایج تحقیق نشان داد که: اول آنکه تیمارهای بذری بر کیفیت گیاهچه کهورک تأثیر معنی‌داری داشته‌اند، دوم آنکه اسید مصرفی بر کیفیت ترکیبات تولیدی تا سطح ۰/۳ میلی‌مولار تأثیر مثبت داشته است.

جدول ۱- میانگین مربعات تجزیه واریانس عوامل جوانه زنی بذر کهورک تحت تأثیر شوری، اسید سالیسیلیک و تیمار یذر

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	طول ساقه چه	طول ریشه چه	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه (R/L)	ریشه به	شاخص بنبه بذر	سرعت جوانه زنی	میزان پروتئین	میزان پرولین	میزان کربوهیدرات
اسید سالیسیلیک (A)	۲	۳/۱۱۱ ^{ns}	۱۹/۷۹۹ ^{***}	۷/۱۰۴ ^{ns}	۷۲۸/۴۸۳ ^{***}	۸۸۳/۱۷ ^{***}	۱۲۵۳۵/۶۸۶ ^{***}	۰/۲۶۵ ^{***}	۱۳۳۸۸/۰۳ ^{***}	۱۷۵۱۵۳/۱۰ ^{***}	۰/۷۷۱۲۷ ^{***}	۰/۰۱۴۹ ^{***}	۰/۰۱۹۱۵ ^{***}	
شوری (E)	۳	۱۴/۶۱۷ ^{**}	۱۳/۰۵۴ ^{***}	۱/۹۹۴ ^{ns}	۱۱۱/۸۶ ^{ns}	۲۰۷/۱۷ ^{***}	۴۶۴۴/۰۳ [*]	۰/۱۶۹ ^{***}	۲۰۰۳/۲۳ ^{ns}	۷۲/۵۳ ^{ns}	۰/۰۱۲۲۵ ^{***}	۰/۰۲۵۷ ^{***}	۰/۰۵۷۳۵ ^{***}	
خراش دهی (K)	۲	۷۱۷۶۵/۳۳۳ ^{***}	۱۵۱۶/۰۵۱ ^{***}	۲۵۵۸/۳۱ ^{***}	۳۸۷۴۳/۷۴ ^{***}	۴۴۰۱۰/۷۷ ^{***}	۱۲۰۱۹۴۸/۶۳ ^{***}	۲۳/۱۱۰ ^{***}	۶۳۳۴۶۳/۶۴ ^{***}	۶۵۷۸۳۴۰/۴۷ ^{***}	۰/۸۸۸۳۵۲ ^{***}	۱/۴۰۶۷ ^{***}	۲/۷۵۶۱۷ ^{***}	
(A*E)	۶	۴/۰۹۸ ^{ns}	۱۰/۲۵۹ ^{***}	۴/۳۲ ^{ns}	۶۹۹/۸۹ ^{***}	۱۵۰/۸۱ ^{***}	۵۵۶۸/۶۲ ^{**}	۰/۱۱۸ ^{***}	۲۰۲۸/۹۶ [*]	۹۷۵۸/۶۹ ^{ns}	۰/۰۳۳۹۴ ^{***}	۰/۰۰۶۸ ^{***}	۰/۰۳۲۰۷ ^{***}	
(A*K)	۴	۳/۱۱۱ ^{ns}	۱۹/۷۹۹ ^{***}	۷/۱۰۴ [*]	۷۲۸/۴۸ ^{***}	۸۸۳/۱۷ ^{***}	۱۲۵۳۵/۶۹ ^{***}	۰/۲۶۴۷ ^{***}	۱۳۳۸۸/۰۳ ^{***}	۱۷۵۱۵۳/۱۰ ^{***}	۰/۷۷۱۲۷ ^{***}	۰/۰۱۴۹ ^{***}	۰/۰۱۹۱۵ ^{***}	
(E*K)	۶	۱۴/۶۱۷ ^{***}	۱۳/۰۵۳۴ ^{***}	۱/۹۹ ^{ns}	۱۱۱/۸۶۰ ^{ns}	۲۰۷/۱۶۵ ^{***}	۴۶۴۴/۰۳۱ ^{**}	۰/۱۶۸۹ ^{***}	۲۰۰۳/۲۳ [*]	۲۵۷۷۳/۷۲ ^{ns}	۰/۰۱۲۲۵ ^{***}	۰/۰۲۵۷ ^{***}	۰/۰۵۷۳۵ ^{***}	
(A*E*K)	۱۲	۴/۰۹۸ ^{ns}	۱۰/۲۵۸ ^{***}	۴/۳۲ ^{ns}	۶۹۹/۸۹ ^{***}	۱۵۰/۸۰۵ ^{***}	۵۵۶۸/۶۲ ^{***}	۰/۱۱۸۳ ^{***}	۲۰۲۸/۹۶ [*]	۹۷۵۸/۶۹ ^{ns}	۰/۰۳۳۹۴ ^{***}	۰/۰۰۶۸ ^{***}	۰/۰۳۲۰۷ ^{***}	
خطا	۷۲	۳/۱۱۱	۰/۸۹۳	۲/۳۱۷	۶۰/۴۵	۲۳/۰۳	۱۳۹۸/۹۶	۰/۰۰۶	۸۶۳/۵۳	۲۰۶۱۳/۹۵	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۶	
CV		۶/۸۴۲	۲۵/۲۲۷	۳۱/۲۸	۴۱/۰۵۰	۲۳/۷۷	۳۵/۴۵	۱۷/۶۵	۳۸/۳۷	۵۸/۱۷	۳/۳۷۳۵۱۸	۱۲/۴۷۱۹	۵/۰۰۷۴۶	

ns، *، ** و *** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، و معنی دار در سطح احتمال ۱، ۵ و ۰/۰۱ درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین عوامل جوانه‌زنی بذر کهورک تحت تأثیر سطوح مختلف اثرات اصلی اسید سالیسیلیک، شوری و خراش دهی

کربوهیدرات (µg/g)	پرولین (µg/g)	پروتئین (µg/g)	طول ریشه به ساقه (R/L)	سرعت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	وزن خشک برگ (mg)	وزن خشک ریشه‌چه (mg)	طول ریشه‌چه (cm)	وزن خشک ساقه‌چه (mg)	طول ساقه‌چه (cm)	جوانه‌زنی (%)	اثر اصلی / صفت
۱۵۰/۱۹۴ b	۱۲۷/۶۱۱ a	۶۴/۴۱۷ b	۴/۳۰۳ b	۱۶۷/۵۱ b	۹۶/۲۰۲ a	۹۰/۱۹۸ b	۱۸/۶۳۵ b	۴/۳۹۶ b	۱۶/۰۴۰ b	۳,۹۳۵۶ a	۹۵/۴۲ a	اسید سالیسیلیک (Mm)
۱۸۶/۰۵۶ a	۱۲۴/۰۸۳ a	۱۴۴/۱۳۹ a	۳/۹۷۷ b	۲۷۴/۲۱ a	۷۵/۹۰۵ b	۱۲۶/۲۸۶ a	۲۵/۷۳۰ a	۵/۲۷۸ a	۲۴/۱۲۲ a	۴,۳۷۵۶ a	۹۷/۰۸ a	۰,۳
۱۴۳/۰۰ c	۹۰/۶۹۴ B	۶۳/۵۲۸ b	۵/۵۹۸ a	۲۹۸/۶۸ a	۵۷/۶۵۱ c	۱۰۰/۰۰۱ b	۱۶/۱۹۶ c	۴/۹۲۸ ab	۱۶/۶۵۹ b	۲,۹۲۸۹ b	۹۷/۵۰ a	۰,۶
۱۰۴/۶۳۰ d	۷۲/۶۶۷ d	۸۱/۰۷۴ c	۳/۹۶۷ b	۲۳۱/۱۷ a	۸۳/۹۸۰ a	۹۳/۶۸ b	۱۸/۸۰۴ b	۴/۹۲۴ a	۱۸/۵۶۱ ab	۴,۴۹۴۸ a	۹۲/۷۸ b	شوری (ds.m-1)
۱۴۴/۶۳۰ c	۱۱۰/۱۱۱ c	۹۳/۰۳۷ b	۴/۳۸۶ b	۲۹۰/۶۹ a	۷۴/۸۸۹ ab	۹۶/۱۲ b	۲۱/۹۰۴ a	۵/۱۹۷ a	۱۹/۹۹۰ ab	۳,۹۹۷ ab	۹۸/۸۹ a	۵
۲۱۲/۷۴۱ a	۱۴۳/۶۳۰ a	۹۶/۷۴۱ a	۴/۳۷۴ b	۲۲۰/۵۶ a	۸۲/۳۶۳ a	۱۲۱/۷۵ a	۲۳/۰۲۸ a	۴/۸۰۴ a	۲۰/۹۴۶ a	۳,۶۵۳۳ b	۹۶/۶۷ a	۱۰
۱۷۷/۰۰ b	۱۳۰/۱۱۱ b	۹۱/۹۲۶ b	۵/۷۷۶ a	۲۴۴/۷۸ a	۶۵/۱۱۲ b	۱۱۰/۴۲ ab	۱۷/۰۱۱ b	۴/۵۴۲ a	۱۶/۲۶۴ b	۲,۸۴۱۵ c	۹۸/۳۳ a	۱۵
۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	کشت غلاف سالم کهورک
۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	۰ b	کشت بذر بدون غلاف
۴۷۹/۲۵۰ a	۳۴۲/۳۸۹ a	۲۷۲/۰۸۳ a	۱۳/۸۷۷ a	۷۴۰/۴۰ a	۲۲۹,۷۵۸ a	۳۱۶,۴۸۴ a	۶۰/۵۶۰ a	۱۴/۶۰۱ a	۵۶/۸۲۱ a	a۱۱/۲۴۰۰	۹۶/۶۸ a	کشت بذر بدون غلاف و خراش- دار

در هر ستون میانگین دارای حروف مشترک بر مبنای آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین سه طرفه عوامل جوانه زنی بذر کهورک تحت تأثیر سطوح مختلف برهم کنش اسید سالیسیلیک، شوری و خراش دهی

تیمار بذر	اسید سالیسیلیک (Mm)	شوری (ds/m-1)	جوانه زنی (%)	طول ساقه چه (cm)	طول ریشه چه (cm)	وزن خشک ریشه چه (mg)	وزن خشک ساقه چه (mg)	وزن خشک برگ (mg)	شاخص بنیه بذر	سرعت جوانه زنی	طول ریشه به ساقه (mm)	پروتئین (mg/g)	پرولین (mg/g)	کربوهیدرات (mg/g)
۰/۳۲۱۳ i		۰	۷۴/۶۷cd	۱۹/۲۷a	۱۴/۸۵bcd	۵۳/۹۰d	۶۲/۳۸b	۲۷۰/۵۷cd	۳۷۳/۹۸ a	۵۱۱/۵ cd	۷/۷۳ h	۰/۲۲۷۷ e	۰/۲۸۹۰ f	۰/۳۲۱۳ i
۰/۴۵۲۳ e		۵	۷۸/۶۷ab	۱۱/۸۷cd	۱۱/۸۹ef	۵۷/۹۰d	۵۴ bc	۲۷۲/۸۶ cd	۲۸۷/۷۱ b	۵۱۵/۶ cd	۹/۰۸ g	۰/۱۶۶۳ i	bc ۰/۴۳۶۷	۰/۴۵۲۳ e
۰/۷۳۵۰ b		۱۰	۷۶ bc	۱۰/۴۸de	۱۴/۴۸bcde	۷۱/۱۴c	۴۷/۴۳c	۲۶۲/۴۸ d	۲۸۳/۲۷ bc	۵۰۸/۷ cd	۱۳/۹۴ c	۰/۱۸۵۳ h	۰/۴۲۶۷ c	۰/۷۳۵۰ b
۰/۲۹۳۷ j		۱۵	۷۶ bc	۵/۶۵g	۱۱/۵۲f	۴۰/۶۶e	۲۸/۶۶e	۲۷۶/۴۸ dc	۲۰۹/۴۶ de	۴۷۴/۳ d	۲۰/۸۹ a	۰/۱۹۳۷ g	۰/۳۷۹۰ d	۰/۲۹۳۷ j
۰/۲۰۸۷ k		۰	کشت بذر	۱۲/۲۴c	۱۳/۵۷cdef	۵۸/۸۱d	۵۸/۸۶bc	۲۳۷/۴۳ d	۲۰۴/۰۸ de	۷۵۸/۹ bc	۱۰/۴۸ f	۰/۳۰۸۰ d	۰/۱۵۹۳ i	۰/۲۰۸۷ k
۰/۴۹۲۰ d		۵	بدون غلاف	۷۸/۶۷ab	۱۴/۴۰b	۹۷/۴۳a	۹۲/۴۸a	۲۳۵/۲۴ bc	۲۰۰/۴۸ de	۱۰۶۵/۸ a	۱۲/۴۰ de	۰/۴۶۳۳ c	۰/۳۰۸۷ f	۰/۴۹۲۰ d
۰/۸۰۰ a	۰/۳	۱۰	و خراش داده شده	۷۶ bc	۱۳/۲۰ bc	۸۲/۶۶b	۴۹/۰۸bc	۴۷۹/۵۲ a	۲۷۲/۶۹ bc	۶۱۶/۱ bcd	۱۱/۴۷ ef	۰/۴۸۷۷ a	۰/۵۶۸۰ a	۰/۸۰۰ a
۰/۷۳۲۰ b		۱۵		۸۰ a	۱۲/۶۷c	۷۰/۸۶c	۸۹/۰۵a	۴۶۳/۲۴ a	۲۳۳/۶۱ cd	۸۴۹/۷ ab	۱۳/۳۷ cd	۰/۴۷۰۷ b	۰/۴۵۳۰ b	۰/۷۳۲۰ b
۰/۴۱۲۷ f		۰		۷۲ d	۸/۹۹e	۵۷/۵۲d	۴۵/۸۱cd	۳۳۵/۱۳ bc	۱۷۷/۷۶ ef	۸۱۰/۱ ab	۱۷/۴۹ b	۰/۱۹۴۰g	۰/۲۰۵۷ h	۰/۴۱۲۷ f
۰/۳۵۷۳ h		۵		۸۰ a	۹/۷۱e	۴۱/۸۰e	۳۳/۴۴de	۲۵۷ d	۱۸۵/۸۱ ef	۱۰۳۴/۹ a	۱۷/۹۹ b	۰/۲۰۷۷ f	۰/۲۴۵۷ g	۰/۳۵۷۳ h
۰/۳۷۹۷ g	۰/۶	۱۰		۸۰ a	۹/۲۰e	۵۳/۴۵d	۹۱/۹۹a	۳۵۳/۷۶ b	def ۱۸۵/۳۱	۸۶۰/۲ ab	۱۳/۹۶ c	۰/۱۹۷۷ g	۰/۲۹۸۰ f	۰/۳۷۹۷ g
۰/۵۶۷۳c		۱۵		۸۰ a	۷/۲۵f	۴۱/۵۸e	۲۸/۶۶e	۲۵۴/۱۱ d	۱۴۲/۶۴ f	۸۷۹/۱ ab	۱۷/۷۳ b	۰/۱۶۳۰ i	۰/۳۳۹۰ e	۰/۵۶۷۳c
۰۱		۰		۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱
۰۱		۵		۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱
۰۱		۱۰		۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱
۰۱		۱۵	کشت غلاف	۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱
۰۱		۰	سالم کهورک یا	۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱
۰۱	۰/۳	۵		۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱
۰۱		۱۰		۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱
۰۱		۱۵	کشت بذر	۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱
۰۱		۰	بدون غلاف	۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱
۰۱	۰/۳	۵		۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱
۰۱		۱۰		۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱
۰۱	۰/۶	۱۵		۰e	۰g	۰f	۰f	۰g	۰h	۰e	۰i	۰j	۰l	۰۱

در هر ستون میانگین دارای حروف مشترک بر مبنای آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی دار نمی‌باشد.

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی کهورک تحت پیش تیمار اسید سالیسیلیک و خراش بذر در شرایط تنش شوری

صفات	وزن خشک برگ	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	طول ریشه	طول ساقه	پروتئین	پرولین	کربوهیدرات
وزن خشک ریشه	۰/۹۳۳۱۵***	۱						
وزن خشک ساقه	۰/۸۸۹۲۱***	۰/۹۰۱۵۱***	۱					
طول ریشه	۰/۹۳۱۹۴***	۰/۹۵۴۱۰***	۰/۸۷۲۱۳***	۱				
طول ساقه	۰/۸۸۹۹۱**	۰/۹۲۹۸۰***	۰/۸۹۳۶۳**	۰/۹۲۷۳۴***	۱			
پروتئین	۰/۹۲۵۴۹***	۰/۹۴۲۱۷***	۰/۸۸۱۸۵**	۰/۸۹۶۱۴***	۰/۸۸۹۸۸***	۱		
پرولین	۰/۹۳۶۴۹***	۰/۹۱۴۲۹**	۰/۸۲۰۵۲***	۰/۸۹۲۷۱***	۰/۸۶۸۷۷***	۰/۸۷۸۶۶***	۱	
کربوهیدرات	۰/۹۲۸۸۱**	۰/۹۲۴۹۸***	۰/۸۱۵۱۴***	۰/۸۹۸۱۴***	۰/۸۴۹۲۳***	۰/۸۸۸۸۵***	۰/۹۶۴۰۵***	۱
طول ریشه به ساقه	۰/۸۷۷۹۸***	۰/۸۴۱۸۹**	۰/۷۵۵۸۵***	۰/۹۲۰۰۳***	۰/۷۷۸۰۶**	۰/۷۷۸۳۱***	۰/۸۵۸۴۹***	۰/۸۴۴۰۵***

ns، *، ** و *** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، و معنی دار در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۰۱ درصد.

بحث

نتایج نشان داد که شکستن غلاف و خراش بذر، تیمار اسید سالیسیلیک و شوری بر کلیه ویژگیهای جوانه‌زنی کهورک معنی‌دار بود (جدولهای ۱ و ۲). این امر بیانگر نقش مناسب خراش بذر بر جوانه‌زنی است، به طوری که کشت غلاف سالم و سخت حاوی بذرهای کهورک اثر بازدارندگی بیشتری بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای گیاه داشت که نشان از وجود مانع فیزیکی برای جذب آب مورد نیاز جوانه‌زنی است. بطور کلی خواب بذر و عدم استقرار مناسب گیاهچه می‌تواند بدلیل عدم جذب آب توسط بذرها و بدلیل مانع فیزیکی پوسته چوبی سخت و خواب بذر (Toky et al., 1992) باشد (Ali-Rachedi et al., 2004). البته اغلب پوسته بذرهای لگومها و بخصوص کهورک دارای موانع فیزیکی و مواد بازدارنده محدودکننده است که با شکستن، حذف، خراش دهی و آبشویی پوسته از بین می‌روند.

ورود آب به بذر، بشدت تحت تأثیر ماهیت فرابر پوسته بذر قرار دارد (Bradford, 1990). به نحوی که اختلاف نفوذپذیری پوسته بذر ممکن است به دلیل یونیزه شدن گروه‌های اسیدی و بازی چربی‌های غشا باشد (Tewari et al., 2000; Cadman et al., 2006). اگرچه خواب بذر تا حد زیادی ارثی است، اما اثر محیط در تکامل و رسیدگی آن دخالت دارد. مؤید این مطلب عدم جوانه‌زنی بذرهای تحت تأثیر تیمار کشت غلاف سالم و سخت بذرها و کشت بذرهای کهورک این مطالعه می‌باشد (جدول ۲). در آزمایشی خراش دادن یا سوراخ نمودن پوسته بذر گونه‌ای کهور سبب شکستن خواب بذر آن شد (Tewari et al., 2000).

تنش شوری اثر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه نداشت که نشان می‌دهد سطوح پتانسیل بکاررفته در این آزمایش از آستانه جوانه‌زنی آن کمتر بوده است. واکنش‌های متفاوت ارقام مختلف به تنش شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی توسط سایر محققان نیز به اثبات رسیده است (Almasouri, 2001).

با افزایش شوری، میزان جوانه‌زنی بذر بطور معنی‌داری تغییر یافت (جدولهای ۱ و ۲). البته فرایند جوانه‌زنی بذرهای بیش از دوازده مرحله می‌باشد و اولین فرایند آن جذب آب و آماس بذر است و آخرین مرحله تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلولهاست که خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه بذر را باعث می‌شود (Baskin & Baskin, 2005). با کاهش رطوبت قابل جذب برای بذر به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی (افزایش غلظت) محلول اطراف بذر، تقسیم سلولی کاهش و رشد گیاهچه با اختلال مواجه می‌شود. بنابراین اثر بازدارندگی تنش شوری را می‌توان به کاهش قدرت استفاده جنین از اندام ذخیره‌ای، قدرت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نسبت داد (Khaled et al., 2007). همچنین طی مرحله جوانه‌زنی، پس از جذب آب و آماس، ترشح هورمون جیبرلین توسط جنین بذر و سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیکی صورت می‌گیرد که با فعالیت آنزیم‌های لیپاز و پروتئاز، مواد ذخیره‌ای به مواد قابل انتقال (ساکارز و گلوکز) تبدیل و تجزیه و به جنین انتقال می‌یابد و عامل رشد جنین تلقی می‌گردند (Omid, 2010). عامل اصلی انتقال ترکیبات محلول، (Kumar, 1997). عامل اصلی انتقال ترکیبات محلول، حلالیت آنها در آب است که با کاهش میزان رطوبت قابل دسترس بدلیل شوری، انتقال آنها به جنین میسر نمی‌شود (Bradford, 1990). به هر حال، بدلیل تغییر یا عدم کفایت عوامل مورد نیاز جوانه‌زنی مانند کمبود آب یا اکسیژن، فعالیت آنزیم‌ها کاهش و سایر فعالیت‌های متابولیکی با مشکل مواجه

جوانه‌زنی) و ساقه‌چه به‌ترتیب دیرتر آغاز گردیده‌است (Alvarado & Bradford, 2005) و درنهایت رشد گیاهچه (ساقه‌چه و ریشه‌چه) کاهش یافته‌است (Omidi, 2010).

افزایش مقدار ریشه به ساقه بیانگر کاهش رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه است، به‌عبارت دیگر رشد ساقه‌چه به تنش حساسیت بیشتری داشت (داده‌ها نشان داده نشده است). نتایج مشابهی برای بذره‌های بروموس (Bair et al., 2006)، علف هفت‌بند (Batlla & Benech- Arnold, 2006) و گیاهان مرتعی (Benech-Arnold, 2004) گزارش شده است. به‌طوری‌که بیشترین میزان کاهش رشد اجزای گیاهچه در شرایط کشت غلاف سالم مشاهده شد (جدولهای ۲ و ۳). شوری وزن خشک ساقه را در مقایسه با شاهد کاهش داد (جدول ۲). اما بر وزن خشک ریشه تأثیر معنی‌دار نداشت (جدولهای ۲ و ۳).

جدول ۲ و ۳ نشان داد که با افزایش غلظت شوری، رشد ساقه‌چه در مقایسه با ریشه‌چه بسیار بیشتر کاهش یافته‌است که بیانگر حساسیت بالاتر ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه بوده‌است. این مسئله ممکن است به‌دلیل ارتباط غیرمستقیم ساقه‌چه نسبت به منبع تنش از لحاظ مکانی و زمانی باشد، بدین صورت که برای یک منبع محدود مانند رطوبت، اندام دورتر (ساقه‌چه) تحت تأثیر و حساسیت بیشتری خواهد بود (Delachiava & De-pinho, 2003). نقدی بادی و همکاران، (۱۳۸۸). این نتایج با یافته‌های (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴) مطابقت دارد.

سرعت جوانه‌زنی در صورتی قابل استناد است که تعداد بذره‌های جوانه‌زده در بازه زمانی یکسان باشد. در غیر این صورت با کاهش تعداد بذره‌های جوانه‌زده در یک دوره زمانی، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی کاهش خواهد یافت که این عامل، نشان‌دهنده کیفیت بذرها نخواهد بود. به‌عبارت دیگر

می‌شود. بنابراین در شوری بالاتر، رطوبت قابل دسترس بذر کاهش یافته و سبب اختلال در فعل و انفعالات متابولیکی قبل از فرایند جوانه‌زنی شده و همانند غلاف و بذره‌های کشت شده بدون غلاف (وجود مانع فیزیکی بذر)، جوانه‌زنی کاهش یافته است (Omidi, 2010; Metwally et al., 2003). به‌طوری‌که کاهش اجزاء جوانه‌زنی مورد مطالعه را می‌توان به اثرهای منفی پتانسیل اسمزی پایین و سمیت یون‌های سدیم و کلر بر فرایندهای بیوشیمیایی مراحل کاتابولیک و آنابولیک جوانه‌زنی نسبت داد (Okcu et al., 2005).

این تحقیق نشان داد که تیمارخراش‌دهی غلاف گیاه بر رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه تأثیر معنی‌داری داشته است و بیشترین خاصیت بازدارندگی رشد گیاهچه مربوط به تیمار غلاف سالم و عدم خراش بذر بوده است. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که پوسته بذر دارای مانع فیزیکی و ترکیبات بازدارنده رشد هستند (Okcu et al., 2005; El-Tayeb, 2005).

اثر برهم‌کنش شوری و تیمار اندام غلاف و اسید سالیسیلیک نیز بر نسبت ریشه به ساقه معنی‌دار بود. به‌طوری‌که شوری $15 \text{ (ds.m}^{-1}\text{)}$ و تیمار شکستن غلاف و خراش بذر داخل آن اندام بیشترین اثر تسریع‌کنندگی را داشته است. بنابراین با افزایش شوری، میزان اسید و تیمار خراش موجود در محیط جوانه‌زنی بیشتر سبب تسریع بیشتر در رشد ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه شده‌است. از طرف دیگر به دلیل بوجود آمدن پتانسیل اسمزی منفی‌تر در محیط جوانه‌زنی، میزان جذب آب توسط بذر کاهش و در نتیجه انجام فعالیت‌های متابولیک مانند تجزیه ترکیبات بزرگتر مانند نشاسته و پروتئین‌ها (Bradford, 1990) به مواد حد واسط و نقل و انتقال آنها به محل مصرف (جنین) کاهش و در نتیجه پارگی پوسته بذر و خروج ریشه‌چه (به‌عنوان آخرین مرحله

و کیفیت آن در واحد سطح، حذف مکانیکی غلاف (دستگاه مکانیکی) به تنهایی یا انجام توأم آن با مقادیر مطلوب اسید سالیسیلیک (حداکثر نصف مقدار ذکر شده در تحقیق) توصیه می شود. مهم تر آنکه، ترکیب حذف مکانیکی غلاف به همراه تیمار اسید، نویدبخش بیابان زدایی در شرایط شوری و کشاورزی پایدار در آینده می باشد.

سپاسگزاری

از همکاری مسئولان محترم دانشکده علوم پایه دانشگاه شاهد در بخش آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی که ما را در انجام آزمایش یاری دادند تشکر و قدردانی می نمایم.

منابع مورد استفاده

- امید، ح.، سروش زاده، ع.، صالحی، ا. و دین قزلی، ف.، ۱۳۸۴. بررسی پیش تیمار اسموپرایمینگ بر جوانه زنی بذر کلزا. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۱۹، شماره ۲، سال ۱۳۸۴.
- ثابتی، ح.ا.، ۱۳۷۳. جنگلها، درختان و گونه های درختچه ای ایران. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه یزد، ۸۷۵ صفحه.
- خاوری نژاد، ر.ع.، مهراییان، ص. و اسدی، ا.، ۱۳۸۲. بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر میزان ساپونین های تری ترپنوئیدی گیاه دارویی مینای چمنی (*Bellis perennis* L.) آلوده به قارچ و باکتری. نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، ۳(۱): ۱۸۱-۱۹۰.
- زارع، س.، طویلی، ع.، شهبازی، ع. و ریاحی، ا.، ۱۳۸۹. بررسی تأثیر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک بر بهبود مؤلفه های جوانه زنی گیاه توت روبا (*Sanguisorba minor* L.) تحت تنش شوری و خشکی. مجله مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، ۶۳(۱): ۲۹-۳۶.
- طویلی، ع.، صابری، م.، ناصری، ح.ر. و اعتماد، و.، ۱۳۸۷. مقایسه تأثیر روشهای مختلف شکست خواب بر جوانه زنی بذر گیاه دم گاوی. مجله مرتع، ۲(۴): ۴۰۲-۴۱۰.

این مطالعه نشان داد در بعضی از تیمارها که قدرت بازدارندگی تیمار غلاف شدید بوده است میزان جوانه زنی (درصد بذرهای جوانه زده) پایین بوده و ضریب سرعت جوانه زنی نیز کاهش یافته است. زیرا هم میزان جوانه زنی کمتر بود و هم طول دوره زمانی جوانه زدن بذرها کاهش یافته است. بنابراین، در صورتی که میزان جوانه زنی بذر بالا باشد میانگین مدت زمان جوانه زنی، عامل مناسبی برای بیان کیفیت بذر می باشد و اگر میزان جوانه زنی کم باشد نمی توان آنرا به عنوان شاخصی از کیفیت بذر بیان نمود (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴).

طبق تعریف، عکس رابطه میانگین مدت زمان جوانه زنی را نرخ جوانه زنی می گویند. گاهی اوقات نرخ جوانه زنی را در عدد ۱۰۰ ضرب می کنند و به آن ضریب جوانه زنی (GC) گفته می شود. معمولاً میانگین مدت زمان جوانه زنی و نرخ جوانه زنی همبستگی بسیار بالایی با کیفیت بذر دارند. به طوری که هر چه قدر مقدار عددی میانگین مدت زمان جوانه زنی کوچکتر باشد نرخ آن بزرگتر و کیفیت بذر بهتر خواهد بود (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴؛ نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۸).

این تحقیق نشان داد با هدف کاهش بیابان و افزایش درصد استقرار گیاهچه گونه های دائمی مانند کهورک در مناطق خشک و نیمه خشک بیابانی می توان راهبرد متفاوتی از جمله اتخاذ شیوه صحیح حذف مکانیکی غلاف بذر (به عنوان مانع فیزیکی عامل خواب بذر)، استفاده بهینه از ترکیبات هورمونی و خراش مناسب بذر در راستای کشاورزی پایدار در نظر گرفت. همچنین نتایج نشان داد که حذف غلاف و خراش بذر کهورک تأثیر معنی داری بر عملکرد کمی و کیفی گیاهچه کهورک در شرایط شوری داشته است و جهت حصول حداکثر عملکرد ماده خشک

- Batlla, D. and Benech-Arnold, R.L., 2006. The role of fluctuations in soil water content on the regulation of dormancy changes in buried seeds of *Polygonum aviculare* L. *Seed Science Research* 16: 47-59.
- Benech-Arnold, R.L., 2004. Inception, maintenance, and termination of dormancy in grain crops: Physiology, genetics, and environmental control. In: Benech-Arnold R.L., Sanchez R.A. *Handbook of seed physiology: applications to agriculture*. New York, NY, USA: Food Product Press and the Haworth Reference Press, 169-198.
- Bettey, M., Finch-Savage, W.E., King, G.J. and Lynn, J.R., 2000. Quantitative genetic analysis of seed vigour and pre-emergence seedling growth traits in *Brassica oleracea*. *New Phytologist* 148: 277-286.
- Bezrukova, M., Sakhabutdinova, V., Fatkhutdinova, R., Kyldiarova, R.A., Shakirova, I. and Sakhabutdinova, F.A.R., 2001. The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. *Agrochemiya (Russ)*, 2, 51-54.
- Borsani, O., Valpuesta, V. and Botella, M.A., 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. *Plant Physiol.* 126:1024-1030.
- Bradford, K.J., 1990. A water relations analysis of seed germination rates. *Plant Physiology* 94: 840-849.
- Bradford, K.J., 2002. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. *Weed Science* 50: 248-260.
- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein- dye binding. *Anal. Biochem.* 72: 248-254.
- Cadman, C.S.C., Toorop, P.E., Hilhorst, H.W.M. and Finch-Savage, W.E., 2006. Gene expression profiles of *Arabidopsis* Cvi seed during cycling through dormant and non-dormant states indicate a common underlying dormancy control mechanism. *Plant Journal*. 46: 805-822.
- Delachiava, M.E.A. and De-Pinho, S.Z., 2003. Germination of senna occidentalis link: seed at different osmotic potential levels. *Brazilian Journal of Biology and Technology*. 46:163-166.
- El-Tayeb, M.A., 2005. Response of barley Grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*. 45: 215-225.
- Fales, F.W., 1951. The assimilation and degradation of carbohydrates by yeast cells. *J Biol Chem*; 193:113-24.
- Hayat, S. and Ahmad, A., 2007. Salicylic Acid: A Plant Hormone.
- قاسمی پیربلوطی، ع.، گلپرور، ا.ر.، ریاحی دهکردی، م. و نوید، ع.ر.، ۱۳۸۶. بررسی اثر تیمارهای مختلف در شکستن خواب و تحریک جوانه‌زنی بذر پنج گونه گیاه دارویی منطقه چهارم‌حال و بختیاری. پژوهش و سازندگی، ۷۴ (۱).
- مجنون حسینی، ن.، ۱۳۷۲. حبوبات در ایران، جهاد دانشگاهی، دانشگاه تهران.
- نصیری، م. و عیسوند ح.ر.، ۱۳۸۰. بررسی اثر اسید سولفوریک بر شکستن خواب و جوانه‌زنی بذره‌های شب‌خسب (*Albizia julibrissin* Durazz) و خرنوب (*Cerantonia siliqua* L.). تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۸ (۸): ۹۵-۱۱۱.
- نصیری، م.، ۱۳۸۷. تعیین تیمار مطلوب جهت شکستن خواب و افزایش جوانه‌زنی بذر کیکم (*Acer monosperulanum* L.). مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۱۶ (۱): ۹۴-۱۰۵.
- نقدی بادی، ح.، امید، ح.، شمس، ه. و کیان، ی.، ۱۳۸۸. اثرات بازدارنده عصاره آبی گیاه دارویی اسپند (*Peganum Harmala* L.) بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه خرفه (*Portulaca oleracea* L.) و سلمه‌تره (*Chenopodium Album* L.). فصلنامه گیاهان دارویی، ۸ (۳۰).
- Ali-Rachedi, S., Bouinot, D., Wagner, M.H., Bonnet, M., Sotta, B., Grappin, P. and Jullien, M., 2004. Changes in endogenous abscisic acid levels during dormancy release and maintenance of mature seeds: studies with the Cape Verde Islands ecotype, the dormant model of *Arabidopsis thaliana*. *Planta*. 219:479-488.
- Alma souri, M., Kinet, J.M. and Lutts, S., 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf). *Plant and Soil*. 231:243-254.
- Alvarado, V. and Bradford, K.J., 2005. Hydrothermal time analysis of seed dormancy in true (botanical) potato seeds. *Seed Science Research* 15: 77-88.
- Bair, N.B., Meyer, S.E. and Allen, P.S., 2006. A hydrothermal after-ripening time model for seed dormancy loss in *Bromus tectorum* L. *Seed Science Research* 16: 17-28.
- Baskin, C.C. and Baskin, J.M., 2005. Underdeveloped embryos in dwarf seeds and implications for assignment to dormancy class. *Seed Science Research* 15: 357-360.
- Bates, L.E., Waldren, R.P. and Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil* 39, 205-207.

- regimes on germination and the role of salicylates in promoting germination at low temperatures. Canadian Journal of Plant science. 82: 443-450.
- Raskin, I., 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant physiology. Plant Mol. Biol. 43: 439-463.
 - Senaranta, T., Touchell, D., Bumm, E. and Dixon, k., 2002. Acetylsalicylic (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation. 30: 157-161.
 - Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A. and Fatkhutdinova, D.R., 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant science 164:317-322.
 - Shakirova, F.M. and Bezrukova, M.V., 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid Biology Bulletin, 24, 109–112.
 - Tewari, J.C., Harris, P.J.C., Harsh, L.N., Cadoret, K. and Pasiecznik, N.M., 2000. Managing Prosopis juliflora (Vilayati Babul): A Technical Manual. CAZRI, Jodhpur, India and HDRA, Coventry, UK. 94p. (English and Hindi versions).
 - Toky, O.P., Arya, S. and Bisht, R.P., 1992. Ecological perspective of *Prosopis cineraria* (L.) Duce in Arid and Semi-Arid India. R.W. Dutton & al., eds, pp. 301-309.
 - Turk, M.A., Tahawa, A.R.M. and Lee, K.D., 2004. Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moisture stress. Asian Journal of Plant Sciences. 3: 394-397.
 - Janda, T., Szalai, G., Tari, I. and Paldi, E., 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta 208:175-180.
 - Khaled Tawaha, Feras Q. Alali, Mohammad Gharaibeh. and Mohammad Mohammad, Tamam El-Elimat., 2007. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. Food Chemistry 104:1372–1378.
 - Kumar, P., 1997. Effect of Salicylic acid on flowering, pod formation and yield of pea (*Pisum sativum* L.). In Abst National Seminar on Plant Physiology for sustainable Agriculture. March 19-21 1997, IARI, New Dehli, PP. 69.
 - Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M. And Dietz, K-J., 2003. Salicylic acid alleviates the Cadmium Toxicity in Barley seedlings Physiology and Biochemistry of Plant. 132: 272-281.
 - Milthrope, F.L., 1995. Change in the drought resistance of wheat seedling during germination. Annals of Botany, 14; 79-86.
 - Okcu, G., Kaya, M.D. and Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkian J. Agric. For. 29: 237-242.
 - Omidi, H., 2010. Changes of Proline Content and Activity of Antioxidative Enzymes in Two Canola Genotype under Drought Stress. American Journal of Plant Physiology, 5: 338-349.
 - Rajasekaran, L.R., Stiles, A., Surette, M.A., Sturz, A.V., Blake, T.J., Caldwell, C. And Nowak, J., 2002. Stand Establishment Technologies for Processing Carrots: Effects of various temperature

The effect of salicylic acid and scarification on germination characteristics and proline, protein and soluble carbohydrate content of *Prosopis* (*Prosopis farcta L.*) seedling under salt stress

Omidi, H.^{1*}, Movahadi Pouya, F.² and Movahadi Pouya, SH.³

1- Corresponding Author, Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran,
Email: heshmatomidi@yahoo.com

2-MSc Student, Shahed University

3- MSc Student, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

Received: 16.05.2010

Accepted: 28.02.2011

Abstract

To investigate the response of extremely hard seeds of *Prosopis* species from Fabaceae family in germination phase and growth seedling under saline stress, a factorial experiment (ABC) was conducted on the basis of Completely Randomized Design (CRD) with three replications at Seed technology laboratory of Collage of Agriculture, Shahed University. Salicylic acid Hormone at three levels (0, 0.3 and 0.6 mM) and salinity stress (NaCl) at four levels (0, 5, 10 and 15ds.m⁻¹) were applied to study seed germination of *Prosopis* under scarification treatments. The results of the study showed that salinity had no significant effects ($P \leq 0.05$) on germination rate which indicates high salt tolerance of the species. No seed germination was recorded for Pods and seeds cultivated under no scratch treatment. Proline, protein and carbohydrates content were highest in the treatment of 0.3 mM salicylic acid, 10 ds.m⁻¹ salinity and broken pods containing scratched seeds. Generally speaking, the results showed that *Prosopis* seedling needs to get rid of physical barriers and inhibitory components within pod and seed coat in order to obtain high seed germination. Moreover, salinity tolerance of this plant was 15 ds.m⁻¹ considered as one of the most important legume species which stabilizes nitrogen in desert and semi- desert regions for combat desertification.

Key words: Salinity stress, Germination, *Prosopis*, Salicylic Acid, Scarification and Proline content