فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۱۸، شمارهٔ ٤، صفحهٔ ٦٢٣-٦٠٨ (۱۳۹۰)

اثر هورمون سالسیلیک‌اسید و خراش‌دهی بر ویژگیهای جوانه‌زنی و محتوی پرولین، پروتئین و کربوهیدرات محلول گیاهچه کهورک (*Prosopis farcta L.*) در شرایط شوری

حشمت امیدی[1*]، فرهاد موحدی پویا[2] و شادی موحدی پویا[2]

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

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

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۲/۲٦ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۰۹

چکیده

به‌منظور بررسی واکنش بذرهای بسیار سخت گونه دائمی کهورک از خانواده لگوم‌ها در مرحله جوانه‌زدن و رشد گیاهچه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل (ABC) در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در شرایط شوری اجرا گردید. هورمون سالسیلیک اسید در سه سطح (صفر، ۰/۳ و ۰/٦ میلی‌مولار) و نمک طعام (NaCl) در چهار سطح (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) بر جوانه‌زنی بذرهای کهورک در شرایط تیمار خراش‌دهی (کشت غلاف سالم و سخت حاوی بذرهای کهورک، کشت بذرهای سالم و سخت بدون غلاف کهورک و کشت بذرهای سالم خراش‌داده شده کهورک با تیغه استاندارد خراش بذر) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شوری تأثیر معنی‌داری بر میزان جوانه‌زنی نداشت و این نشان از تحمل بالای این گیاه نسبت به مقادیر بالاتر نمک است. البته در شرایط کشت غلاف و بذر بدون خراش جوانه‌زنی مشاهده نشد. بیشترین میزان خصوصیات کیفی نظیر محتوی پرولین، پروتئین و کربوهیدرات در تیمار اسید ۰/۳ میلی‌مولار، شوری ۱۰ دسی‌زیمنس و شکستن غلاف و خراش بذرهای داخل آن حاصل شد. بطورکلی این تحقیق نشان داد که گیاهچه کهورک برای حصول درصد جوانه‌زنی 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^{-1}) به اثبات رسیده است که می‌تواند به‌عنوان یکی از مهمترین گونه‌های لگومی تثبیت‌کننده نیتروژن در مناطق بیابانی و نیمه‌بیابانی جهت رفع بیابان‌زایی در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، جوانه‌زنی، کهورک، اسید سالسیلیک، خراش‌دهی، محتوی پرولین.

مقدمه

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 به‌علت همزیستی با باکتریهای ریزوبیوم تثبیت‌کننده نیتروژن هوا می‌توانند باعث ذخیره مقادیر متنابهی از نیتروژن در خاک شده و در نتیجه سبب کاهش مصرف کود نیتروژنه و کمک به سلامت محیط زیست گردند، بنابراین قراردادن آنها در تناوب زراعی به پایداری سیستم‌های زراعی کمک می‌کند (Toky *et al.*, 1992).

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 کم نهاده 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، ۱۳۸٤). انجمن بین‌المللی آزمون بذر[1] روشهای مختلفی را جهت شکستن خواب و تحریک جوانه‌زنی بذر گیاهان ارائه کرده است. از مهم‌ترین روشهای شکستن خواب می‌توان به استراتیفیکاسیون[2]، خراش‌دهی[3] (مکانیکی و شیمیایی)، استفاده از هورمونها و محلول‌های تحریک کننده جوانه‌زنی و تناوب‌های نوری و دمایی اشاره نمود (قاسمی پیربلوطی و همکاران، ۱۳۸٦). 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 کیکم را استراتیفیکاسیون اعلام کرد. طویلی و همکاران (۱۳۸۷) بهترین راه برای کاهش خواب پوسته بذر گیاه بیابانی دم‌گاوی 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 (Bettey *et al.*, 2000).

اسید سالیسیلیک یا ارتوهیدروکسی بنزوییک 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، ۱۳۸٤). البته گزارش‌های متعددی از اثرهای منفی شوری و کم‌آبی بر ویژگیهای زراعی گیاهان بیان شده است (Turk *et al.*, 2004; Milthrope, 1995).

1- Internationa Seed Testing Asociaation (ISTA)
2- Stratification
3-Scarification

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 بذری بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و بیوسنتز ماکرومولکولهای پروتئین، پرولین و کربوهیدرات محلول کهورک تحت تنش شوری می‌باشد.

مواد و روشها

به‌منظور 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. مادهٔ آزمایشی، پتری‌دیش 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 بذرها با کربوکسین تیرام ضدعفونی شدند. به‌طوری‌که تنش شوری شامل پتانسیل اسمزی با نمک طعام در سطوح کنترل، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر ($ds.m^{-1}$)، و ترکیب هورمونی سالسیلیک 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 بذرها (۲۰ عدد) در پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری صورت گرفت. حسب تیمار به پتری‌دیشها 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 بذرها محاسبه شد. سپس از هر پتری‌دیش 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

سانتیگراد و به‌مدت ٤٨ 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).

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

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

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

Ni و Di به‌ترتیب تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز iام و GC، GP و SL به‌ترتیب 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 سالسیلیک و خراش‌دهی غلاف کهورک بر درصد جوانه‌زنی بطور معنی‌داری ($P \leq 0.001$) متفاوت بود (جدول ۱). بیشترین درصد جوانه‌زنی (٩٦/٦٧ درصد) مربوط به تیمار کشت بذر بدون غلاف و خراش‌دار و کمترین آن (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 ۱۵ ($ds.m^{-1}$)، درصد جوانه‌زنی کهورک بطور معنی‌داری ($P \leq 0.001$) تغییر یافت (جدول ۱). به‌طوری‌که میزان جوانه‌زنی کهورک به‌ترتیب از ۹۲/۷۷ درصد در تیمار شاهد به ۹۸/۳۳ درصد در تیمار ۱۵ ($ds.m^{-1}$) 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 خراش‌داده شده بدون غلاف و کاربرد ۰/٦ میلی‌مولار اسید و شوری ۱۰ ($ds.m^{-1}$) 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 آب‌مقطر استفاده شده است و آب‌مقطر 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). به‌طوری‌که با افزایش اسید تا ۰/۳ میلی‌مولار این صفات افزایش و پس از آن کاهش یافت. همچنین با افزایش شوری از صفر به ۱۵ ($ds.m^{-1}$)، طول ساقه‌چه گیاه کاهش و طول ریشه‌چه تغییر معنی‌داری نداشت و در نتیجه کمترین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در گیاه در شوری ۱۵ ($ds.m^{-1}$) مشاهده شد (جدولهای ۲ و ۳).

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

تیمار خراش‌دهی غلاف کهورک بطور معنی‌داری (P≤0.001) تأثیر متفاوت بر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه گیاه داشتند (جدولهای۱ و ۲). به‌نحوی‌که کمترین و بیشترین اثر بازدارندگی به‌ترتیب 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 خراش‌دهی غلاف و تنش شوری و اسید سالیسیلیک بر طول ساقه‌چه از نظر آماری معنی دار (P≤0.001) شد (جدول ۱) و کمترین طول ساقه‌چه در تیمار کشت غلاف سالم و کشت بذر بدون غلاف در کلیه سطوح تنش شوری و اسید مشاهده گردید (جدولهای ۱ و ۲). به‌عبارت دیگر بیشترین اثر بازدارندگی مربوط به تیمار غلاف با هر سطح تنش و اسید سالیسیلیک بود.

۳- وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و برگ

تیمار اسید، شوری و اندام غلاف کهورک بر وزن خشک اندام‌های ریشه‌چه، ساقه‌چه و برگ گیاه تأثیر معنی‌داری (P≤0.001) داشت (جدولهای۱ و ۲). به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک اندام‌های گیاه مربوط به غلاظت اسید سالیسیلیک ۰/۳ میلی‌مولار و کمترین آنها مربوط به غلاظت ۰/۶ یا شاهد بود (جدولهای ۲ و ۳).

تیمار خراش غلاف بر وزن خشک اندام‌های گیاه بطور معنی‌داری (P≤0.001) اثر متفاوت داشتند (جدولهای ۱ و ۲). اگرچه کمترین وزن خشک اندام‌های گیاه در کشت غلاف سالم و کشت بذر بدون غلاف مشاهده شد، ولی بیشترین وزن خشک اندام‌های ریشه‌چه، ساقه‌چه 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 وزن خشک اندام گیاهچه، مربوط به کشت بذر خراش‌دار و بدون غلاف و تیمار غلاف سالم بود (جدولهای ۱ و۲).

اثر متقابل شوری، تیمار غلاف و اسید بر وزن خشک گیاهچه از نظر آماری معنی‌دار (P≤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).

٤- نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه

غلظت‌های تیمار اسید سالیسیلیک، تنش شوری و تیمار خراش غلاف کهورک بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه گیاه تأثیر معنی‌داری (P≤0.001) داشت (جدولهای ۱ و ۲). به‌طوری‌که بیشترین نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه گیاه مربوط به غلاظت اسید سالیسیلیک ۰/٦ میلی‌مولار و کمترین آنها مربوط به غلاظت ۰/۳ بود (جدولهای ۲ و ۳). همچنین بیشترین و کمترین نسبت به‌ترتیب در تیمار شوری ۱۵ ($ds.m^{-1}$) و شاهد حاصل شد.

تیمار غلاف بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه گیاه بطور معنی‌داری (P≤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 ریشه‌چه به ساقه‌چه گیاهچه‌ها، مربوط به کشت بذر خراش‌دار 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 معنی‌دار (P≤0.001) بود (جدول ۱) و بیشترین اثر بازدارندگی مربوط به تیمار کشت غلاف سالم

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 به‌همراه اثر برهم‌کنش سه‌گانه آنها بر بنیه بذر تأثیر معنی‌داری ($P\leq0.001$) 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 (به‌ترتیب بخش بالا، میانی و پایینی جدول ۲). بیشترین بنیه بذر مربوط به برهم‌کنش کشت بذر فاقد غلاف و خراش‌داده 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).

٦- سرعت جوانه‌زنی

عکس میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بذر کهورک در تیمار اسید و تیمار غلاف بذر بطور معنی‌داری ($P\leq0.001$) متفاوت بود و بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار اسید ۰/٦ میلی‌مولار بود (جدولهای ۲ و ۳). به‌طوری‌که کمترین سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب 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 ($P\leq0.001$) بود (جدولهای ۱ و ۲). به‌نحوی‌که کمترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار کشت غلاف سالم و بذر بدون خراش در سطح ۰/٦ 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 به‌عبارت دیگر مقادیر بیشتر از ۱۰۰ درصد آن قابل قبول نیست، زیرا این مسئله ناشی از پایین بودن تعداد بذر جوانه‌زده می باشد (داده‌ها نشان داده نشده است).

۷- ضرایب همبستگی

ضرایب همبستگی صفات در جدول ٤ 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 ٤).

۸- خصوصیات کیفی گیاهچه

تیمارهای بذری بر مؤلفه‌های کیفیت (شامل پروتئین، پرولین و کربوهیدرات) ($P\leq0.001$) تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ٤). همچنین نتایج تحقیق نشان داد که:

- بیشترین میزان ویژگیهای کیفی جوانه‌زنی در تیمار بذر خراش‌داده 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 شوری۱۰ ($ds.m^{-1}$) 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 جوانه‌زنی بذر کهورک تحت تأثیر شوری، اسید سالسیلیک و تیمار یذر

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک برگ	طول ریشه به ساقه (R/L)	شاخص بنیه بذر	سرعت جوانه‌زنی	میزان پروتئین	میزان پرولین	میزان کربوهیدرات
اسید سالسیلیک (A)	۲	۳/۱۱۱^{ns}	۱۹/۷۹۹***	۷/۱۰٤^{ns}	۷۲۸/٤۸۳***	۸۸۳/۱۷***	۱۲۵۳۵/٦۸٦***	۰/۲٦۵***	۱۳۳۸۸/۰۳***	۱۷۵۱۵۳/۱۰***	۰/۷۷۱۲۷***	۰/۰۱٤۹***	۰/۰۱۹۱۵***
شوری (E)	۳	۱٤/٦۱۷**	۱۳/۰۵٤***	۱/۹۹٤^{ns}	۱۱۱/۸٦^{ns}	۲۰۷/۱۷***	٤٦٤٤/۰۳*	۰/۱٦۹***	۲۰۰۳/۲۳^{ns}	۷۲/۵۳^{ns}	۰/۰۰۱۲۲۵***	۰/۰۲۵۷***	۰/۰۵۷۳۵***
خراش‌دهی (K)	۲	۷۱۷٦۵/۳۳۳***	۱۵۱٦/۰۵۱***	۲۵۵۸/۳۱***	۳۸۷٤۳/۷٤***	٤٤۰۱۰/۷۷***	۱۲۰۱۹٤۸/٦۳***	۲۳/۱۱۰***	٦۳۳٤٦۳/٦٤***	٦۵۷۸۳٤۰/٤۷***	۰/۸۸۸۳۵۲***	۱/٤۰٦۷***	۲/۷۵٦۱۷***
(A*E)	٦	٤/۰۹۸^{ns}	۱۰/۲۵۹***	٤/۳۲^{ns}	٦۹۹/۸۹***	۱۵۰/۸۱***	۵۵٦۸/٦۲**	۰/۱۱۸***	۲۰۲۸/۹٦*	۹۷۵۸/٦۹^{ns}	۰/۰۰۳۳۹٤***	۰/۰۰٦۸***	۰/۰۳۲۰۷***
(A*K)	٤	۳/۱۱۱^{ns}	۱۹/۷۹۹***	۷/۱۰٤*	۷۲۸/٤۸***	۸۸۳/۱۷***	۱۲۵۳۵/٦۹***	۰/۲٦٤۷***	۱۳۳۸۸/۰۳***	۱۷۵۱۵۳/۱۰***	۰/۰۷۷۱۲۷***	۰/۰۱٤۹***	۰/۰۱۹۱۵***
(E*K)	٦	۱٤/٦۱۷***	۱۳/۰۵۳٤***	۱/۹۹^{ns}	۱۱۱/۸٦۰^{ns}	۲۰۷/۱٦۵***	٤٦٤٤/۰۳۱**	۰/۱٦۸۹***	۲۰۰۳/۲۳*	۲۵۷۷۳/۷۲^{ns}	۰/۰۰۱۲۲۵***	۰/۰۲۵۷***	۰/۰۵۷۳۵***
(A*E*K)	۱۲	٤/۰۹۸^{ns}	۱۰/۲۵۸***	٤/۳۲^{ns}	٦۹۹/۸۹***	۱۵۰/۸۰۵***	۵۵٦۸/٦۲***	۰/۱۱۸۳***	۲۰۲۸/۹٦*	۹۷۵۸/٦۹^{ns}	۰/۰۰۳۳۹٤***	۰/۰۰٦۸***	۰/۰۳۲۰۷***
خطا	۷۲	۳/۱۱۱	۰/۸۹۳	۲/۳۱۷	٦۰/٤۵	۲۳/۰۳	۱۳۹۸/۹٦	۰/۰۰٦	۸٦۳/۵۳	۲۰٦۱۳/۹۵	۰/۰۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰٦
CV		٦/۸٤۲	۲۵/۲۲۷	۳۱/۲۸	٤۱/۰۵۰	۲۳/۷۷	۳۵/٤۵	۱۷/٦۵	۳۸/۳۷	۵۸/۱۷	۳/۳۷۳۵۱۸	۱۲/٤۷۱۹	۵/۰۰۷٤٦

ns ، *، ** و ***به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، و معنی‌دار در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۰۱ درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین عوامل جوانه‌زنی بذر کهورک تحت تأثیر سطوح مختلف اثرات اصلی اسید سالسیلیک، شوری و خراش‌دهی

اثر اصلی/ صفت	جوانه‌زنی (٪)	طول ساقه‌چه (cm)	وزن خشک ساقه‌چه(mg)	طول ریشه‌چه (cm)	وزن خشک ریشه‌چه (mg)	وزن خشک برگ (mg)	شاخص بنیه بذر	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه به ساقه(R/L)	پروتئین (µg/g)	پرولین (µg/g)	کربوهیدرات (µg/g)
اسید سالسیلیک (Mm)	٩٥/٤٢ a	٣,٩٣٥٦ a	١٦/٠٤٠b	٤/٣٩٦b	١٨/٦٣٥b	٩٠/١٩٨b	٩٦/٢٠٢a	١٦٧/٥١b	٤/٣٠٣ b	٦٤/٤١٧ b	١٢٧/٦١١a	١٥٠/١٩٤ b
٠,٣	٩٧/٠٨ a	٤,٣٧٥٦ a	٢٤/١٢٢ a	٥/٢٧٨ a	٢٥/٧٣٠a	١٢٦/٢٨٦a	٧٥/٩٠٥b	٢٧٤/٢١a	٣/٩٧٧b	١٤٤/١٣٩ a	١٢٤/٠٨٣a	١٨٦/٠٥٦a
٠,٦	٩٧/٥٠ a	٢,٩٢٨٩ b	١٦/٦٥٩ b	٤/٩٢٨ab	١٦/١٩٦c	١٠٠/٠٠١b	٥٧/٦٥١ c	٢٩٨/٦٨a	٥/٥٩٨a	٦٣/٥٢٨ b	٩٠/٦٩٤B	١٤٣/٠٠c
شوری ٠(ds.m-1)	٩٢/٧٨ b	٤,٤٩٤٨ a	١٨/٥٦١ab	٤/٩٢٤ a	١٨/٨٠٤b	٩٣/٦٨b	٨٣/٩٨٠a	٢٣١/١٧a	٣/٩٦٧ b	٨١/٠٧٤c	٧٢/٦٦٧d	١٠٤/٦٣٠d
٥	٩٨/٨٩ a	٣,٩٩٧ ab	١٩/٩٩٠ab	٥/١٩٧a	٢١/٩٠٤a	٩٦/١٢b	٧٤/٨٨٩ab	٢٩٠/٦٩a	٤/٣٨٦ b	٩٣/٠٣٧b	١١٠/١١١c	١٤٤/٦٣٠c
١٠	٩٦/٦٧ a	٣,٦٥٣٣ b	٢٠/٩٤٦a	٤/٨٠٤ a	٢٣/٠٢٨a	١٢١/٧٥a	٨٢/٣٦٣a	٢٢٠/٥٦a	٤/٣٧٤ b	٩٦/٧٤١a	١٤٣/٦٣٠a	٢١٢/٧٤١a
١٥	٩٨/٣٣ a	٢,٨٤١٥ c	١٦/٢٦٤b	٤/٥٤٢ a	١٧/٠١١b	١١٠/٤٢ab	٦٥/١١٢b	٢٤٤/٧٨a	٥/٧٧٦ a	٩١/٩٢٦b	١٣٠/١١١b	١٧٧/٠٠b
کشت غلاف سالم کهورک	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b
کشت بذر بدون غلاف	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b	٠ b
کشت بذر بدون غلاف و خراش-دار	٩٦/٦٨ a	a١١/٢٤٠٠	٥٦/٨٢١a	١٤/٦٠١a	٦٠/٥٦٠a	٣١٦,٤٨٤ a	٢٢٩,٧٥٨ a	٧٤٠/٤٠a	١٣/٨٧٧a	٢٧٢/٠٨٣a	٣٤٢/٣٨٩a	٤٧٩/٢٥٠a

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 جوانه‌زنی بذر کهورک تحت تأثیر سطوح مختلف برهم‌کنش اسید سالسیلیک، شوری و خراش‌دهی

تیمار بذر	اسیدسالیسیلیک (Mm)	شوری (ds/m-1)	جوانه زنی (٪)	طول ساقه‌چه(cm)	طول ریشه‌چه(cm)	وزن خشک ریشه‌چه(mg)	وزن خشک ساقه‌چه (mg)	وزن‌خشک برگ(mg)	شاخص بنیه بذر	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه به ساقه(mm)	پروتئین (mg/g)	پرولین (mg/g)	کربوهیدرات (mg/g)
کشت بذر بدون غلاف و خراش‌داده شده	۰	۰	۷٤/٦۷cd	۱۹/۲۷a	۱٤/۸۵bcd	۵۳/۹۰d	٦۲/۳۸b	۲۷۰/۵۷cd	۳۷۳/۹۸ a	۵۱۱/۵ cd	۷/۷۳ h	۰/۲۲۷۷ e	۰/۲۸۹۰ f	۰/۳۲۱۳ i
		۵	۷۸/٦۷ab	۱۱/۸۷cd	۱۱/۸۹ef	۵۷/۹۰d	۵٤ bc	۲۷۲/۸٦ cd	۲۸۷/۷۱ b	۵۱۵/٦ cd	۹/۰۸ g	۰/۱٦٦۳ i	bc ۰/٤۳٦۷	۰/٤۵۲۳ e
		۱۰	۷٦ bc	۱۰/٤۸de	۱٤/٤۸bcde	۷۱/۱٤c	٤۷/٤۳c	۲٦۲/٤۸ d	۲۸۳/۲۷ bc	۵۰۸/۷ cd	۱۳/۹٤ c	۰/۱۸۵۳ h	۰/٤۲٦۷ c	۰/۷۳۵۰ b
		۱۵	۷٦ bc	۵/٦۵g	۱۱/۵۲f	٤۰/٦٦e	۲۸/٦٦e	۲۷٦/٤۸ dc	۲۰۹/٤٦ de	٤۷٤/۳ d	۲۰/۸۹ a	۰/۱۹۳۷ g	۰/۳۷۹۰ d	۰/۲۹۳۷ j
	۰/۳	۰	۷٦ bc	۱۲/۲٤c	۱۳/۵۷cdef	۵۷/۸۱d	۵۸/۸٦bc	۲۳۷/٤۳ d	۲۰٤/۰۸ de	۷۵۸/۹ bc	۱۰/٤۸ f	۰/۳۰۸۰ d	۰/۱۵۹۳ i	۰/۲۰۸۷ k
		۵	۷۸/٦۷ab	۱٤/٤۰b	۱۷/۸٤a	۹۷/٤۳a	۹۲/٤۸a	۲۳۵/۲٤ bc	۲۰۰/٤۸ de	۱۰٦۵/۸ a	۱۲/٤۰ de	۰/٤٦۳۳ c	۰/۳۰۸۷ f	۰/٤۹۲۰ d
		۱۰	۷٦ bc	۱۳/۲۰ bc	۱۵/۱۵abcd	۸۲/٦٦b	٤۹/۰۸bc	٤۷۹/۵۲ a	۲۷۲/٦۹ bc	٦۱٦/۱ bcd	۱۱/٤۷ ef	۰/٤۸۷۷ a	۰/۵٦۸۰ a	۰/۸۰۰ a
		۱۵	۸۰ a	۱۲/٦۷c	۱٦/۷۷ab	۷۰/۸٦c	۸۹/۰۵a	٤٦۳/۲٤ a	۲۳۳/٦۱ cd	۸٤۹/۷ ab	۱۳/۳۷ cd	۰/٤۷۰۷ b	۰/٤۵۳۰ b	۰/۷۳۲۰ b
	۰/٦	۰	۷۲ d	۸/۹۹e	۱۵/۸۹abc	۵۷/۵۲d	٤۵/۸۱cd	۳۳۵/۱۳ bc	۱۷۷/۷٦ ef	۸۱۰/۱ ab	۱۷/٤۹ b	۰/۱۹٤۰g	۰/۲۰۵۷ h	۰/٤۱۲۷ f
		۵	۸۰ a	۹/۷۱e	۱۷/۰٤ab	٤۱/۸۰e	۳۳/٤٤de	۲۵۷ d	۱۸۵/۸۱ ef	۱۰۳٤/۹ a	۱۷/۹۹ b	۰/۲۰۷۷ f	۰,۲٤۵۷ g	۰/۳۵۷۳ h
		۱۰	۸۰ a	۹/۲۰e	۱۳/٦۱cdef	۵۳/٤۵d	۹۱/۹۹a	۳۵۳/۷٦ b	def ۱۸۵/۳۱	۸٦۰/۲ ab	۱۳/۹٦ c	۰/۱۹۷۷ g	۰/۲۹۸۰ f	۰/۳۷۹۷ g
		۱۵	۸۰ a	۷/۲۵f	۱۲/۵۹def	٤۱/۵۸e	۲۸/٦٦e	۲۵٤/۱۱ d	۱٤۲/٦٤ f	۸۷۹/۱ ab	۱۷/۷۳ b	۰/۱٦۳۰ i	۰,۳۳۹۰ e	۰/۵٦۷۳c
کشت غلاف سالم کهورک یا کشت بذر بدون غلاف	۰	۰	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l
		۵	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l
		۱۰	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l
		۱۵	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l
	۰/۳	۰	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l
		۵	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l
		۱۰	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l
		۱۵	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l
	۰/٦	۰	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l
		۵	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l
		۱۰	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l
		۱۵	۰e	۰h	۰g	۰f	۰f	۰e	۰g	۰e	۰i	۰j	۰j	۰l

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

جدول ٤- ضرایب همبستگی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی کهورک تحت پیش‌تیمار 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	۰/۹۳۱۹٤***	۰/۹٥٤۱۰***	۰/۸۷۲۱۳***	۱				
طول ساقه	۰/۸۸۹۹۱**	۰/۹۲۹۸۰***	۰/۸۹۳٦۳**	۰/۹۲۷۳٤***	۱			
پروتئین	۰/۹۲٥٤۹***	۰/۹٤۲۱۷***	۰/۸۸۱۸٥**	۰/۸۹٦۱٤***	۰/۸۸۹۸۸***	۱		
پرولین	۰/۹۳٦٤۹***	۰/۹۱٤۲۹**	۰/۸۲۰٥۲***	۰/۸۹۲۷۱***	۰/۸٦۸۷۷***	۰/۸۷۸٦٦***	۱	
کربوهیدرات	۰/۹۲۸۸۱**	۰/۹۲٤۹۸***	۰/۸۱٥۱٤***	۰/۸۹۸۱٤***	۰/۸٤۹۲۳***	۰/۸۸۸۸٥***	۰/۹٦٤۰٥***	۱
طول ریشه به ساقه	۰/۸۷۷۹۸***	۰/۸٤۱۸۹**	۰/۷٥٥۸٥***	۰/۹۲۰۰۳***	۰/۷۷۸۰٦**	۰/۷۷۸۳۱***	۰/۸٥۸٤۹***	۰/۸٤٤۰٥***

ns ، *، ** و ***به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، و معنی‌دار در سطح احتمال ٥، ۱ و ۰/۰۱ درصد.

بحث

نتایج نشان داد که شکستن غلاف و خراش بذر، تیمار اسید سالسیلیک و شوری بر کلیه ویژگیهای جوانه‌زنی کهورک معنی‌دار بود (جدولهای۱ و ۲). این امر بیانگر نقش مناسب خراش بذر بر جوانه‌زنی است، به‌طوری‌که 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، خراش‌دهی و آبشویی پوسته از بین می‌روند.

ورود آب به بذر، بشدت تحت تأثیر ماهیت فرابر پوسته بذر قرار دارد (Bradford, 1990). به‌نحوی‌که اختلاف نفوذپذیری پوسته بذر ممکن است به‌دلیل 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 خراش‌دادن 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 بذرها 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 به‌دلیل 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 می‌یابند و عامل رشد جنین تلقی می‌گردند (Omidi, 2010 ;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 هرحال، بدلیل تغییر یا عدم کفایت عوامل مورد نیاز جوانه‌زنی مانند کمبود آب یا اکسیژن، فعالیت آنزیم‌ها کاهش و سایر فعالیت‌های متابولیکی با مشکل مواجه

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 بذرهای 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 ۱۵ ($ds.m^{-1}$) 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 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 بذرهای 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، ۱۳۸٤) مطابقت دارد.

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

ایـن مطالعـه نشـان داد در بعضـی از تیمارهـا کـه قـدرت بازدارندگی تیمار غلاف شدید بوده اسـت میـزان جوانـه‌زنـی (درصد بذرهای جوانـه زده) پـایین بـوده و ضـریب سـرعت جوانه‌زنی نیز کاهش یافته‌است. زیرا هم میزان جوانه‌زنی کمتـر بود و هم طول دوره زمـانی جوانـه زدن بـذرها کـاهش یافتـه است. بنابراین، در صورتی که میزان جوانه‌زنی بذر بـالا باشـد میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، عامل مناسبی برای بیان کیفیـت بذر می‌باشد و اگر میزان جوانه‌زنی کـم باشـد نمـی‌تـوان آنـرا به‌عنوان شاخصی از کیفیت بذر بیان نمود (امیدی و همکاران، ۱۳۸٤).

طبق تعریف، عکس رابطه میانگین مدت زمان جوانه‌زنی را نرخ جوانه‌زنی می‌گویند. گاهی اوقات نرخ جوانه‌زنی را در عدد ۱۰۰ ضرب می‌کنند و به آن ضریب جوانه‌زنی (GC) گفته می‌شود. معمولاً میانگین مدت زمان جوانه‌زنی و نرخ جوانه‌زنی همبستگی بسیار بالایی با کیفیت بذر دارند. به‌طوری‌که هر چقدر مقدار عددی میانگین مدت زمان جوانه‌زنی کوچکتر باشد نرخ آن بزرگتر و کیفیت بذر بهتر خواهد بود (امیدی و همکاران، ۱۳۸٤؛ نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۸).

این تحقیق نشان داد با هدف کاهش بیابـان و افـزایش درصد استقرار گیاهچه گونه‌های دائمی ماننـد کهـورک در مناطق خشک و نیمه‌خشک بیابانی می‌توان راهبرد متفاوتی ازجمله اتخاذ شیوه صحیح حـذف مکـانیکی غـلاف بـذر (به‌عنوان مانع فیزیکی عامل خواب بذر)، استفاده بهینـه از ترکیبـات هورمـونی و خـراش مناسـب بـذر در راسـتای کشاورزی پایدار در نظر گرفت. همچنین نتـایج نشـان داد که حذف غلاف و خراش بذر کهورک تأثیر معنی‌داری بـر عملکرد کمی و کیفی گیاهچه کهورک در شـرایط شـوری داشته است و جهت حصول حداکثر عملکرد ماده خشـک و کیفیـت آن در واحـد سـطح، حـذف مکـانیکی غـلاف (دستگاه مکانیکی) به‌تنهایی یـا انجـام تـوأم آن بـا مقـادیر مطلوب اسید سالیسیلیک (حداکثر نصف مقدار ذکـر شـده در تحقیق) توصیه می‌شود. مهم‌تـر آنکـه، ترکیـب حـذف مکـانیکی غـلاف بـه همـراه تیمـار اسـید، نویـدبخش بیابان‌زدایی در شرایط شوری و کشاورزی پایدار در آینـده می‌باشد.

سپاسگزاری

از همکـاری مسـئولان محتـرم دانشـکده علـوم پایـه دانشگاه شاهد در بخش آزمایشگاه فیزیولوژی گیـاهی کـه ما را در انجـام آزمـایش یـاری دادنـد تشـکر و قـدردانی می‌نماییم.

منابع مورد استفاده

- امیدی، ح.، سروش‌زاده، ع.، صالحی، ا. و دیـن قزلـی، ف.، ۱۳۸٤. بررسی پیش تیمار اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر کلـزا. مجلـه علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۱۹ ، شماره ۲، سال ۱۳۸٤.
- ثابتی، ح.ا.، ۱۳۷۳. جنگلها، درختان و گونه‌های درختچه‌ای ایـران. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه یزد، ۸۷۵ صفحه.
- خاوری‌نژاد، ر.ع.، مهرابیـان، ص. و اسـدی، ا.، ۱۳۸۲. بررسـی اثـر سالیسیلیک اسید بر میـزان سـاپونین‌هـای تـری‌ترپنوئیـدی گیـاه دارویی مینـای چمنـی (*Bellis perennis* L.) آلـوده بـه قـارچ و باکتری. نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم.۳(۱): ۱۸۱-۱۹۰.
- زارع، س.، طویلی، ع.، شـهبازی، ع. و ریـاحی، ا.، ۱۳۸۹. بررسـی تأثیر سطوح مختلـف اسـید سالیسـیلیک بـر بهبـود مؤلفـه‌هـای جوانه‌زنی گیاه توت‌روباه (*Sanguisorba minor* L.) تحت تـنش شوری و خشکی. مجله مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایـران)، ۶۳(۱):۲۹-۳۶.
- طویلی، ع.، صابری، م.، ناصری، ح.ر. و اعتماد، و.، ۱۳۸۷. مقایسـه تأثیر روشهای مختلف شکست خواب بر جوانه‌زنی بذر گیـاه دم گاوی. مجله مرتع. ۲(٤): ٤۰۲-٤۱۰.

- قاسمی پیربلوطی، ع.، گلپرور، ا.ر.، ریاحی دهکردی، م. و نوید، ع.ر.، ۱۳۸٦. بررسی اثر تیمارهای مختلف در شکستن خواب و تحریک جوانه‌زنی بذر پنج گونه گیاه دارویی منطقه چهارمحال و بختیاری. پژوهش و سازندگی،۷٤ (۱).
- مجنون‌حسینی، 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 بذرهای شب‌خسب (*Albizia julibrissin* Durazz) و خرنوب (*Ceratonia siliqua* L.). تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، (۸): ۹۵-۱۱۱.
- نصیری، م.، ۱۳۸۷. تعیین تیمار مطلوب جهت شکستن خواب و افزایش جوانه‌زنی بذر کیکم(*Acer monospessulanum* L.) . مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۱٦(۱): ۹٤-۱۰۵.
- نقدی بادی، ح.، امیدی، 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, KJ., 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, PS., 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.
- Batlla, D. and Benech-Arnold, RL., 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 RL, Sanchez RA. 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, JR., 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, FW., 1951. The assimilation and degradation of carbohydratesby yeast cells. J Biol Chem; 193:113–24.
- Hayat, S. and Ahmad, A., 2007. Salicylic Acid: A Plant Hormone.

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. Acetylaslicylic (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