نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۱۱۰-۹۷، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 97-110

اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد و برخی از صفات فیزیولوژیک ارقام عدس تحت تنش شوری (*Lens culinaris* Medik)

راضیه کایدنظامی[1]، حمیدرضا بلوچی[2*]، علیرضا یدوی[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۲/۲۷

چکیده

عدس، یکی از گیاهان حساس به شوری است و تنش شوری در طول دورهٔ رشد این گیاه، اثرات نامطلوبی بر رشد و عملکرد آن می‌گذارد. به‌منظور تعدیل تنش شوری و مطالعهٔ اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر برخی صفات فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه عدس تحت تنش شوری در شرایط گلخانه‌ای، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتور اول، شامل سه رقم عدس (کیمیا، کرمانشاه و گچساران)، فاکتور دوم شامل سه سطح شوری (۰، ۶۰ و۱۲۰میلی‌مولار کلرید سدیم) و فاکتور سوم، محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک شامل سه سطح (۰، ۰/۲ و ۰/۵میلی‌مولار) بودند. نتایج نشان داد که عملکرد دانهٔ تودهٔ محلی کرمانشاه در شرایط بدون تنش و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار و نیز میزان آن در شرایط تنش شوری (۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار) به‌ترتیب با دو تیمار اسید سالیسیلیک ۰/۲ و ۰/۵میلی‌مولار نسبت به دو رقم دیگر، بیشتر بود. تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف که دو جزء مهم عملکرد هستند، در تودهٔ محلی کرمانشاه، بیشتر از دو رقم دیگر بود. همچنین، برهمکنش کلیهٔ عامل‌ها روی تعداد شاخهٔ فرعی، وزن ۱۰۰دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، مالون‌دی‌آلدهید اسید و پرولین، معنی‌دار بود. اثر اسید سالیسیلیک بر بهبود رشد و افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش شوری معنی‌دار بود و باعث افزایش عملکرد دانه گردید. در کل، تودهٔ محلی کرمانشاه در شرایط شوری۶۰ و ۱۲۰میلی مولار، به‌ترتیب با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک ۰/۲ و ۰/۵میلی مولار نسبت به دو رقم دیگر، از نظر اکثر صفات مورد بررسی، نتیجهٔ بهتری را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: وزن دانه، تعداد غلاف، حبوبات، تنش اسمزی، ارتوهیدروکسی‌بنزوئیک اسید

مقدمه

دانهٔ عدس با ۲۳ تا ۲۷درصد پروتئین، از نظر غذایی بسیار باارزش و از هضم‌پذیرترین حبوبات می‌باشد. بالابودن مقدار پروتئین عدس و از طرفی مقاومت عدس به خشکی که امکان کشت دیم آن را فراهم می‌سازد، آن را در ردیف گیاهان زراعی مهم قرار داده است. یکی از مشکلات اساسی کشاورزی، کمبود منابع آب شیرین و باکیفیت جهت آبیاری است. با توجه به توسعهٔ کشاورزی فاریاب و اجتناب‌ناپذیری استفاده از منابع آبی با کیفیت پایین و شور، تخریب اراضی زراعی مرغوب و گرایش به‌سمت شور و قلیایی‌شدن خاک، مسئله‌ساز خواهد بود (Kafi *et al*., 2003). شوری، پس از خشکی، مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش محیطی در سطح جهان از جمله ایران است. در میان حبوبات، عدس همانند بسیاری از بقولات به شوری آب و خاک حساس بوده و معمولاً در خاک‌هایی حتی با شوری اندک، از عملکرد پایینی برخوردار است (Tiwari & Vyas, 1994). ارزیابی تحمل به شوری نسبی تعدادی از گیاهان زراعی نشان می‌دهد که معمولاً عملکرد اکثر گیاهان تا حد معینی از شوری کاهش نمی‌یابد؛ سپس با افزایش شوری، عملکرد تقریباً به‌صورت خطی کاهش می‌یابد (Feizi, 2002). در عین حال، واکنش گیاه به شوری، پیچیده بوده و به مدت زمان تنش، نوع شوری، مرحلهٔ رشد گیاه و زمانی که گیاه در معرض تنش شوری قرار دارد و نیز بسیاری از عامل‌های دیگر وابسته است (Cramer *et al*., 2001)؛ با این حال، تحمل به تنش، بین ژنوتیپ‌های مختلف ممکن است در مراحل مختلف رشد، بروز کند (El-Hendawy *et al*., 2005).

* **نویسنده مسئول:** یاسوج، دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح‌نباتات، کد پستی: ۳۵۳-۷۵۹۱۴، همراه: ۰۹۱۷۱۸۹۲۰۴۰، نمابر: ۰۷۴۱۲۲۲۴۸۴۰، balouchi@yu.ac.ir

اسیدسالیسیلیک یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید به‌وسیلهٔ سلول‌های ریشه تولید می‌شود و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، فتوسنتز و جوانه‌زنی ایفا می‌کند. محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک روی ساقه‌های سویا باعث افزایش رشد ساقه‌ها و ریشه‌ها در شرایط مزرعه و گلخانه شد (Coronado *et al*., 1998). محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک سرعت فتوسنتز را در گیاهان زراعی مختلف، همانند ذرت (Khodary, 2004) و کلزا (Nazir *et al*., 2001) افزایش داد. Senaranta *et al*, (2002) بیان کردند که اسیدسالیسیلیک، یک مولکول علامتی مهم برای ایجاد پاسخ‌های گیاهان در برابر تنش‌های محیطی است. بررسی ایشان نشان داد که اسیدسالیسیلیک موجب جلوگیری از صدمه به اسیدهای چرب غیراشباع، کاهش نفوذپذیری غشاء و حفاظت از غشای تیلاکوئیدی در زمان تنش شوری در گیاه لوبیا و گوجه‌فرنگی می‌شود. تیمار یک میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک در گیاه جو باعث کاهش مالون‌دی‌آلدهید تولیدشده در برگ‌ها و ریشه‌ها تحت تنش شوری شد (El-Tayeb, 2005). (1998) Gutierrez-Coronado *et al*, مشاهده کردند که اسیدسالیسیلیک باعث افزایش طول ریشه و ساقه و ارتفاع گیاه می‌شود. کاربرد اسید سالیسیلیک در گونه‌هایی از گیاهان زراعی اثرات مطلوبی را روی عملکرد و اجزای عملکرد نشان داد. عملکرد، وزن و تعداد دانه در گیاه ذرت توسط کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط بدون کاربرد اسیدسالیسیلیک و تنش شوری افزایش یافت (Gunes *et al*., 2005). اثرات مفید اسیدسالیسیلیک روی عملکرد دانه شاید در رابطه با انتقال بیشتر مواد آسیمیلات فتوسنتز به دانه‌ها در طول پُرشدن دانه‌ها باشد که در نتیجه، باعث افزایش وزن دانه‌ها می‌شود (Gunes *et al*., 2005).

یکی از سازوکارهای گیاهان در برابر تنش شوری، تجمع پرولین در سلول است. نقش پرولین در تنظیم اسمزی، تثبیت غشاء و دفع مسمومیت یون‌های مضرّ در گیاهان تحت تنش شوری است (Ashraf & Foolad, 2007). یک افزایش قابل‌توجه در سطوح پرولین گیاه عدس در هر دو تیمار اسیدسالیسیلیک و شوری مشاهده شد که به استراتژی سازگاری توسط گیاهان زراعی در شرایط تنش نسبت داده شده است (Misra & Saxena, 2009).

از آنجا که عدس، گونه‌ای نسبتاً حساس به نمک می‌باشد، به‌منظور افزایش تحمل این گیاه به شوری و بررسی چگونگی نقش محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در کاهش اثرات مضر شوری و مشاهدهٔ تفاوت‌های بین عوامل در ارقام مختلف عدس، این تحقیق در شرایط گلخانه روی سه رقم عدس صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانهٔ دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه یاسوج اجرا گردید. فاکتور اول شامل سه رقم عدس (کیمیا، کرمانشاه و گچساران)، فاکتور دوم شامل سه سطح شوری (۰، ۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار نمک طعام به‌ترتیب معادل ۰، ۴/۷ و ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتور سوم، محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک شامل سه سطح (۰، ۰/۲ و ۰/۵میلی‌مولار) بودند. واحدهای آزمایش، شامل گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۲۰ و ارتفاع ۱۷ سانتی‌متر بود. خاک با نسبت دو به یک از ماسه و رُس، پُر شده بودند. درون هر گلدان، تعداد شش عدد بذر در عمق سه‌سانتی‌متری کاشته شد که بعد از سبزشدن، تنک شده و به چهار بوته در هر گلدان رسید. گلدان‌ها از مرحلهٔ کاشت تا جوانه‌زنی، با آب‌مقطر آبیاری شده و پس از آن، گلدان‌ها با محلول نیم‌هوگلند (Hoagland & Arnon, 1950) آبیاری شدند. در مرحلهٔ چهار برگی، افزودن تدریجی کلریدسدیم شروع شد، به‌نحوی‌که ابتدا در هر نوبت آبیاری با ۵۰میلی‌مولار نمک طعام در محلول هوگلند اعمال شد. در نوبت‌های بعدی، این مقادیر، افزایش پیدا کرد و در نهایت به سطوح شوری موردنظر (۰،۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار محلول نمک طعام) رسید. هر هفته، گلدان‌ها برای جلوگیری از تجمع نمک، یک‌نوبت با آب‌مقطر، آبیاری شدند. اِعمال تیمارهای شوری، تا پایان مرحلهٔ رسیدگی ادامه داشت. محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک، ۳۰روز بعد از کاشت بذر انجام شد که با مه‌پاش و به‌میزان ۳۰میلی‌لیتر در هر گلدان صورت گرفت؛ به‌صورتی‌که سطح گیاه را کاملاً پوشانده و از آن چکه کند. نمونه‌برداری از برگ‌های جوان گیاه برای اندازه‌گیری پرولین و مالون‌دی‌آلدهید، ۲۰روز بعد از محلول‌پاشی صورت گرفت.

رقم گچساران، با تیپ بوته‌ای نیمه‌ایستاده و میانگین عملکرد ۱۷۱۲کیلوگرم در هکتار، رقم برتر مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری دیم می‌باشد. این رقم پس از ارزیابی در آزمایشات مقدماتی، A test، B test، با میانگین ۲۲۷۴کیلوگرم در هکتار و ۳/۲۴درصد عملکرد بیشتر نسبت به تودهٔ بومی کرمانشاه، تولید گردید. خصوصیت بارز آن، زودرسی است؛ به‌طوری‌که ۹۳روز پس از کشت، اولین گلدر آن ظاهر شده و پس از ۱۳۷روز، به مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیک می‌رسد؛ درصورتی‌که تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی تودهٔ محلی

کرمانشاه، به‌ترتیب ۹۹ و ۱۴۰روز می‌باشد. وزن ۱۰۰دانهٔ این رقم، ۴/۷گرم و وزن ۱۰۰دانهٔ تودهٔ محلی کرمانشاه، ۲ گرم می‌باشد. پروتئین این رقم، ۲۸/۳درصد و رقم محلی کرمانشاه، ۲۱درصد می‌باشد. رقم کیمیا با میانگین عملکرد ۱۲۲۱کیلوگرم در هکتار، مشابه رقم گچساران، زودرس و مقاوم به بیماری برق‌زدگی است.

اندازه‌گیری پرولین طبق روش (Paquine & Lechasseur, 1979) و قرائت میزان جذب نور نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اجرا گردید. سپس با رسم منحنی کالیبراسیون استاندارد پرولین، میزان پرولین آزاد نمونه‌ها بر اساس میکرومول بر گرم وزن تر برگ محاسبه گردید.

اندازه‌گیری اسید مالون‌دی‌آلدهید (MDA) به‌عنوان فراوردهٔ نهایی پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء بر اساس روش (Heath & Pacher, 1969) انجام شد.

پس از رسیدگی فیزیولوژیک و قهوه‌ای‌شدن ۷۵درصد از غلاف‌های گیاه، تمامی بوته‌های هر گلدان (چهار عدد) برداشت و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه در آنها تعیین گردید. برای اندازه‌گیری وزن‌خشک اندام‌های هر گلدان (عملکرد بیولوژیک)، هر چهار بوتهٔ موجود در گلدان در مرحلهٔ رسیدگی، از محل طوقه، قطع و برای خشک‌شدن به‌مدت حداقل۲۴ساعت در دمای ۷۵درجه سانتی‌گراد داخل آون گذاشته شدند و بعد از توزین، وزن‌خشک اندام هوایی برای هر گلدان تعیین شد. همچنین دانه‌ها در زمان برداشت، توزین و عملکرد دانه و شاخص برداشت آنها تعیین گردید. در پایان، به‌منظور تجزیه واریانس داده‌های خام، از نرم‌افزار SAS و برای مقایسهٔ میانگین بین صفات مورد مطالعه از روش LSD در سطح احتمال ۵درصد استفاده شد. نمودارها و شکل‌های مربوطه، با استفاده از نرم‌افزار آماری Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر شوری و رقم بر ارتفاع گیاه، معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به رقم گچساران و کمترین آن مربوط به رقم کیمیا بود. بین دو رقم کرمانشاه و گچساران، از نظر ارتفاع گیاه، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). با افزایش شوری، ارتفاع گیاه کاهش یافت که بین سطوح مختلف شوری از نظر این صفت، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد؛ به‌طوری‌که در تیمار ۱۲۰میلی‌مولار کلرید سدیم نسبت به تیمار بدون شوری، ارتفاع گیاه ۲۶درصد کاهش یافت (جدول ۲). محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک، اثر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه نداشت (جدول۱). تحت تنش شوری، عدم آماس مناسب و تخصیص بیشتر مواد سنتزشده جهت مقابله با تنش، کوتاه‌شدن دورهٔ رشد گیاه و مکانیسم‌های فرار از تنش، همگی می‌توانند مانع از توسعهٔ عادی سلول‌ها و در نتیجه، کاهش ارتفاع گیاه شوند (Jose, 2002). کاهش ارتفاع بوته، همگام با افزایش شوری نیز با توجه به اثر شوری بر کاهش جذب آب و در نتیجه، کاهش تقسیم، طویل‌شدن و تمایز سلولی، امری کاملاً بدیهی است (Mir Mohammad Maybodi & Ghare Yazi, 2002). کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه در اثر تنش شوری، در ریحان (Hassani, 2003) و نیشکر(Hussain *et al*., 2004) گزارش شده است.

نتایج، نشانگر اثر معنی‌دار برهمکنش رقم، شوری و محلول‌پاشی بر تعداد شاخهٔ فرعی در سطح احتمال یک‌درصد بود (جدول ۱). با افزایش سطوح شوری، در هر سه رقم مورد مطالعه از تعداد شاخهٔ فرعی کاسته شده است که احتمالاً به‌دلیل افزایش غلظت نمک و جلوگیری از رشد گیاه می‌باشد. در شرایط بدون شوری، تعداد شاخهٔ فرعی در رقم گچساران و محلول‌پاشی با آب‌مقطر با تعداد ۵/۶۷شاخه نسبت به دو رقم دیگر، بیشتر بود. با افزایش غلظت نمک به ۶۰میلی‌مولار، رقم کیمیا و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۵درصد با پنج شاخهٔ فرعی، دارای بیشترین تعداد شاخه فرعی بود. در شوری ۱۲۰میلی‌مولار کلرید سدیم و محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک ۰/۲میلی‌مولار، تعداد شاخهٔ فرعی در رقم گچساران نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود که نشان‌دهندهٔ اثر تیمار اسیدسالیسیلیک در این سطح شوری می‌باشد که البته این مقدار در رقم گچساران و کرمانشاه با تیمار شاهد بدون اسیدسالیسیلیک، اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل۱، الف).

با افزایش شوری خاک، پتانسیل اسمزی و در نتیجه انرژی آزاد آب، کاهش یافته و گیاه برای جذب آب با مشکل مواجه می‌شود؛ به‌همین دلیل، تنش نمک را نوعی خشکی فیزیولوژیک می‌دانند (Heydare Sheriff Abad, 2001). شاخه‌دهی زیاد در شرایط تنش، یک صفت نامطلوب به‌حساب می‌آید؛ زیرا باعث افزایش سطح تعرق‌کننده و اتلاف آب می‌گردد.

از نظر طول غلاف، اثر محلول‌پاشی و رقم در سطح احتمال پنج‌درصد، معنی‌دار بود؛ درحالی‌که شوری و اثر متقابل رقم، شوری و محلول‌پاشی، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۱). نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول غلاف، در تودهٔ محلی کرمانشاه و مربوط به محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار بود که با رقم گچساران در تمامی تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل۱، ب).

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام عدس تحت تیمار شوری و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک

Table 1. Variance analysis of some morphological and physiological traits in lentil cultivars under salt stress and foliar application by salicylic acid

منابع تغییرات S.O.V		درجهٔ آزادی Degree of freedom	تعداد شاخه فرعی Number of branches	ارتفاع گیاه Plant height	طول غلاف Pod length	اسید مالون‌دی‌آلدهید MDA	پرولین Proline
تکرار	Replication	2	2.83	44.50	0.049	0.49	0.089
محلول‌پاشی (۱)	Foliar application (A)	2	1.12 *	13.26 ns	0.028 ns	4.86 **	93.85 **
شوری (۲)	Salt (B)	2	14.16 **	460.33 **	0.009 ns	44.54**	937.11 **
رقم (۳)	Cultivars (C)	2	4.97 **	43.16 *	0.22 **	3.68*	6.66 **
۱×۲	A×B	4	0.83 ns	5.03 ns	0.059 ns	0.58 ns	44.58 **
۱ × ۳	A×C	4	0.53 ns	5.56 ns	0.11 *	3.68**	89.03 **
۲ × ۳	B×C	4	0.84 ns	13.64 ns	0.021 ns	1.04 ns	13.08 **
۱ × ۲ × ۳	A×B×C	8	0.98 **	17.01 ns	0.046 ns	2.31 **	48.20**
خطای آزمایش	Error	52	0.34	10.47	0.039	0.75	5.59
ضریب تغییرات	CV	٪	**15.48**	**12.06**	**16.19**	**24.09**	**13.4**

ns، * و **، به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵درصد و ۱درصد می‌باشد.

ns, * and ** indicating non significant and significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین ارتفاع گیاه و تعداد دانه در غلاف عدس تحت تأثیر سطوح مختلف شوری

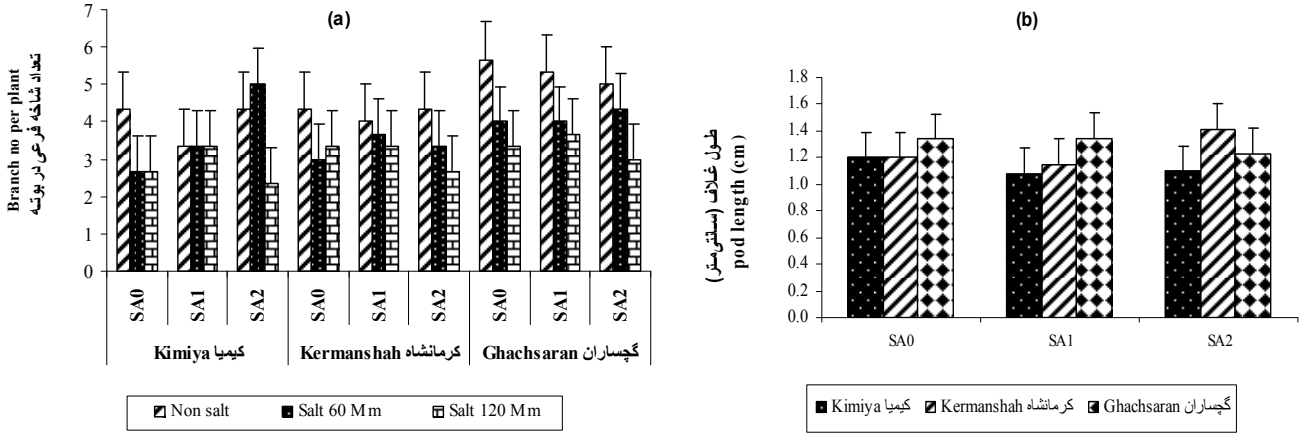
Table 2. Mean comparison of plant height and seeds per pods in lentil under different levels of salt stress

شوری (میلی‌مولار) Salt (mM)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد دانه در غلاف Seeds per pods
0	31.15 a	2.11 a
60	26.41 b	1.92 a
120	22.92 c	1.55 b
LSD	**1.77**	**0.24**

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵درصد، فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

Means within each column with at least a same letter are not signification different at α=0.05 in method LSD.

برهمکنش بین ارقام، سطوح محلول‌پاشی و شوری، اثر معنی‌داری بر میزان پرولین گیاه در سطح احتمال یک‌درصد داشت (جدول ۱). با افزایش شوری در همهٔ تیمارها، میزان پرولین افزایش یافت. در شرایط بدون شوری، بیشترین مقدار پرولین مربوط به تودهٔ محلی کرمانشاه و محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک ۰/۲میلی‌مولار بود. همچنین با افزایش شوری به غلظت‌های ۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار، بیشترین مقدار پرولین در رقم گچساران و تیمار اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار مشاهده شد که نسبت به شاهد بدون اسید سالیسیلیک، افزایش نشان داد (شکل۲، الف). در تودهٔ محلی کرمانشاه، با کاربرد ۰/۲میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک در غلظت ۶۰میلی‌مولار شوری، کاهش میزان پرولین دیده شد که می‌تواند نشان از بی‌اثری یا سازگاری گیاه به این سطح از شوری باشد (شکل۲، الف). افزایش غلظت پرولین با زیادشدن شوری توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Keshta *et al*., 1999). به‌نظر می‌رسد که افزایش غلظت پرولین، به‌عنوان اثر تنش شوری می‌باشد و نه علتی برای تحمل تنش شوری، که نتایج این آزمایش با نتایج (Lacerda *et al*., 2003) مطابقت دارد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش بین محلول‌پاشی، رقم و شوری در مورد میزان مالون‌دی‌آلدهید در سطح احتمال یک‌درصد، تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱).



شکل ۱- برهمکنش شوری، محلول‌پاشی و رقم بر (a) تعداد شاخهٔ فرعی (LSD= 0.95، α=0.05) و (b) طول غلاف (LSD= 0.19، α=0.05)

(SA0، SA1 وSA2، به‌ترتیب محلول‌پاشی با آب‌مقطر، اسیدسالیسیلیک ۰/۲ و ۰/۵۰میلی‌مولار است).

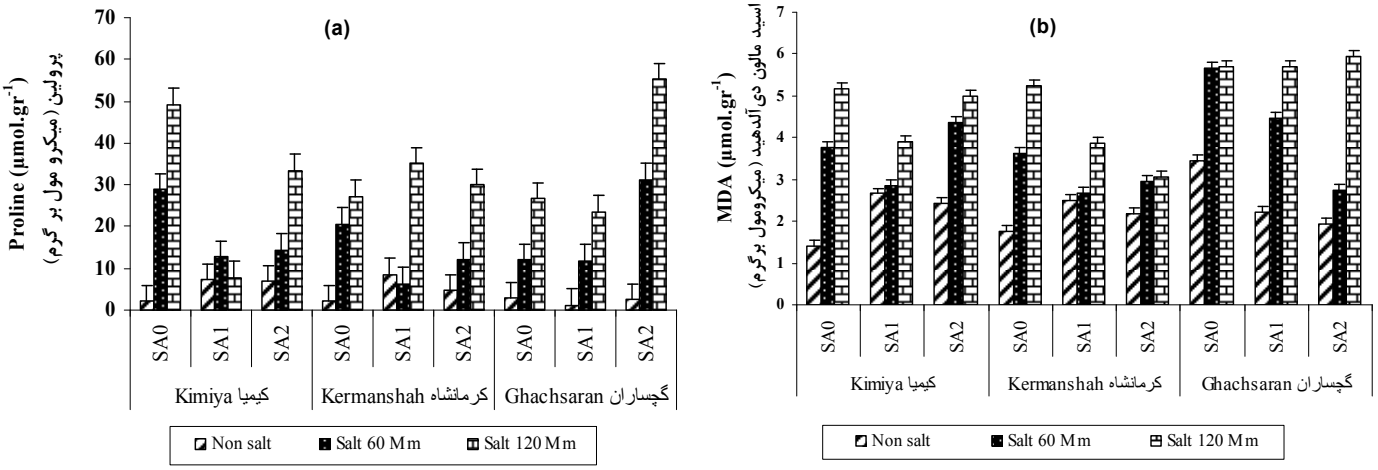
Fig. 1. Effect of salt, foliar application and cultivars interactions on (a) number of branches (LSD=0.95, α=0.05) and (b) pod length (LSD=0.19, α=0.05)

SA0, SA1 and SA2, foliar application by distilled water, salicylic acid (0.2, 0.5 mM), respectively.

در تیمار بدون تنش شوری، کمترین مقدار مالون‌دی‌آلدهید، مربوط به رقم کیمیا و بدون محلول‌پاشی بود؛ اما با افزایش غلظت شوری به ۶۰میلی‌مولار، محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۲میلی‌مولار در رقم کرمانشاه و ۰/۵میلی‌مولار در رقم گچساران، کمترین میزان مالون‌دی‌آلدهید اسید را نشان دادند؛ درحالی‌که بیشترین مقدار مالون‌دی‌آلدهید، در رقم گچساران و کرمانشاه و بدون کاربرد اسید سالیسیلیک بود که می‌توان چنین برداشت کرد که اسیدسالیسیلیک، موجب کاهش محتوای مالون‌دی‌آلدهید در گیاهان تنش دیده می‌شود. همچنین وقتی که شوری به ۱۲۰میلی‌مولار رسید، کمترین مقدار مالون‌دی‌آلدهید مربوط به رقم کرمانشاه و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار بود (شکل۲، ب). با افزایش تنش شوری، مقدار مالون‌دی‌آلدهید حاصل از تنش اکسیداتیو در گیاهچه‌های گندم افزایش یافت؛ اما کاربرد ۰/۵میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک، سبب کاهش محتوای مالون‌دی‌آلدهید در بذرهای تنش‌دیده شد (Doulatabadian *et al*., 2008). تنش شوری، سبب کاهش یکپارچگی غشاء سلولی و آزادشدن الکترولیت‌ها و مواد درون سلول و افزایش پراکسیداسیون لیپیدهای غشا سلول می‌شود (Bor *et al*., 2003) این گونه به‌نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک، با پاکسازی رادیکال‌های آزاد، از پراکسیداسیون چربی‌ها جلوگیری نموده و مانع افزایش مالون‌دی‌آلدهید می‌گردد.

نتایج تجزیه واریانس تعداد غلاف در بوته، نشانگر اثر معنی‌دار برهمکنش رقم، شوری و محلول‌پاشی بر این صفت در سطح احتمال یک‌درصد بود (جدول ۳). نتایج آزمایش نشان داد که شوری، منجر به کاهش تعداد غلاف گردید؛ به‌طوری‌که بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته در شرایط بدون تنش، به‌ترتیب به رقم کرمانشاه و گچساران در تیمار ۰/۵میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود. همچنین در شوری ۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار، بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به رقم کرمانشاه و محلول‌پاشی ۰/۲میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود؛ درحالی‌که کمترین تعداد غلاف در بوته در رقم کیمیا و شوری ۱۲۰میلی‌مولار و محلول‌پاشی توسط آب مقطر مشاهده شد (شکل ۳). در هر سه رقم مورد مطالعه و در شرایط تنش و بدون تنش شوری، محلول‌پاشی با غلظت ۰/۲میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک، تعداد غلاف در بوته را افزایش داد. با توجه به این‌که میزان مالون دی‌آلدهید یا به عبارت دیگر پراکسیداسیون چربی‌های غشای سلول (شکل۲، ب) در شرایط شوری ۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار در رقم کرمانشاه نسبت به دو رقم دیگر کمتر بود و با توجه به سازگاری گیاه به شوری در این شرایط در اثر تیمار با اسیدسالیسیلیک، می‌توان چنین نتیجه گرفت که تودهٔ محلی کرمانشاه با استفاده از کاربرد اسید سالیسیلیک، مقاومت یا سازگاری بیشتری به شوری نشان داد و دارای تعداد غلاف بیشتری در بوته می‌باشد (شکل ۳).

کاهش تعداد غلاف‌ها، احتمالاً از افزایش هورمون اسیدآبسیزیک در شرایط تنش اسمزی ناشی شده باشد که زیادی این هورمون می‌تواند سبب مرگ دانه‌های گرده شده و لذا تعداد گل‌های تلقیح‌شده و تعداد غلاف‌ها را کاهش می‌دهد (Li *et al*., 2005). البته در گیاهان رشدنامحدود از قبیل عدس و کلزا، زمان تولید گل نیز سرنوشت آن را تعیین می‌کند و از آنجا که تنش ایجادشده از یک‌طرف باعث تسریع در گلدهی و کاهش دورهٔ گلدهی می‌شود و از طرف دیگر باعث رشد رویشی کمتر و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی کمتر شده، تحت این شرایط، گیاه بقای خود را به هزینهٔ کاهش تعداد غلاف، تضمین می‌نماید.



شکل ۲- برهمکنش شوری، محلول‌پاشی و رقم بر (a) میزان پرولین (LSD= 3.87، α=0.05) و (b) مالون‌دی‌آلدهیداسید (LSD= 0.14، α=0.05)

(SA0، SA1 وSA2، به‌ترتیب محلول‌پاشی با آب‌مقطر، اسیدسالیسیلیک ۰/۲و ۰/۵۰ میلی‌مولار است).

Fig. 2. Effect of salt, foliar application and cultivar interactions on proline content, LSD=3.87; and MDA, LSD=0.14, α=0.05

SA0, SA1 and SA2 foliar application by distilled water, salicylic acid (0.2, 0.5 mM), respectively.

نتایج نشان داد که اثر شوری و رقم بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود؛ درحالی‌که اثر متقابل رقم، شوری و محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). افزایش غلظت شوری تا۶۰میلی‌مولار، کاهش معنی‌داری در تعداد دانه در غلاف ایجاد نکرد؛ ولی در غلظت۱۲۰میلی‌مولار از نمک، تعداد دانه در غلاف به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در غلاف، مربوط به تودهٔ محلی کرمانشاه و کمترین مقدار آن مربوط به رقم کیمیا بود (جدول ۴). تعداد دانه در غلاف نیز از عوامل تعیین‌کنندهٔ عملکرد گیاه است. تعداد دانه در واقع میزان مخزن گیاه را مشخص می‌کند؛ به عبارتی هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای مخزن بزرگ‌تری برای آسیمیلات تولیدشده است و هر عاملی که این مشخصه را افزایش دهد عملکرد را نیز افزایش می‌دهد (Hanson *et al*., 2001). کاهش تعداد دانه در هر غلاف ممکن است هم نتیجهٔ کاهش تعداد غلاف در هر بوته و هم ناشی از عقیمی گلچه‌های موجود در هر غلاف باشد. از طرف دیگر، اختلال در متابولیسم کربوهیدرات‌ها به‌واسطهٔ افزایش شوری که از کاهش غلظت قند برگ‌ها نتیجه می‌شود، می‌تواند به کاهش مقدار کربوهیدرات‌های قابل‌دسترس برای ارسال به اعضای ذخیره‌کننده، منجر شده که در نتیجه، مقدار سقط جنین افزایش و تعداد دانهٔ تشکیل‌شده، کاهش می‌یابد (Francois, 1994). به‌نظر می‌رسد یکی از علل کاهش تعداد دانه در غلاف در اثر شوری، کاهش اندازهٔ غلاف‌ها باشد.

برهمکنش رقم، شوری و محلول‌پاشی در سطح ۱درصد بر وزن۱۰۰دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که با افزایش شوری در همهٔ رقم‌ها و تیمارها وزن۱۰۰دانه کاهش یافت. در کل، رقم کرمانشاه بین سه رقم، دارای کمترین و رقم گچساران بیشترین وزن۱۰۰دانه را دارا بودند که کمترین وزن۱۰۰دانه ۱/۸گرم و مربوط به رقم کرمانشاه در سطح شوری ۱۲۰میلی‌مولار و تیمار۰/۲میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود. در شرایط بدون تنش و تنش بالا (۱۲۰میلی‌مولار) بیشترین وزن۱۰۰دانه در رقم گچساران و محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار بود (شکل۴، الف). با توجه به

نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت که در رقم کرمانشاه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بیشتری نسبت به دو رقم دیگر وجود داشت؛ اما به‌خاطر تسهیم اسیمیلات کم تولیدشده در شرایط تنش بین دانه‌ها و غلاف‌های این رقم، افزایش وزن۱۰۰دانهٔ بذرها در رقم کرمانشاه نسبت به دو رقم دیگر کمتر بود.

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام عدس تحت تیمار شوری و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک
Table 3. Variance analysis of yield and yield components in lentil cultivars under salt stress and foliar application of salicylic acid

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	تعداد غلاف در بوته Pods per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds per pod	وزن۱۰۰دانه 100 seeds weight	درجهٔ آزادی df	منابع تغییرات S.O.V	
17.15	0.011	2.80	9.12	0.53	0.21	2	**Replication**	تکرار
67.66 **	0.013 *	0.069 ns	40.34 **	0.16 ns	0.79 ns	2	**Foliar application (A)**	محلول‌پاشی (۱)
5402.4 **	6.50 **	253.70 **	1066.16 **	2.16 **	32.09 **	2	**Salt (B)**	شوری (۲)
658.37 **	0.249 **	7.96 **	96.64 **	7.27 **	12.77 **	2	**Cultivars (C)**	رقم (۳)
45.64 **	0.012 *	1.43 *	3.18 *	0.38 ns	1.76 **	4	**A×B**	۲×۱
26.54 **	0.016**	0.92 ns	4.16 **	0.049 ns	0.43 ns	4	**A×C**	۳×۱
204.31 **	0.036 **	1.66 **	9.31 **	0.105 ns	1.97 **	4	**B×C**	۳×۲
110.57 **	0.037 **	2.62 **	9.97 **	0.105 ns	0.93 **	8	**A×B×C**	۳×۲×۱
7.09	00.34	0.43	1.21	0.197	0.29	52	**Error**	خطای آزمایش
8.79	**11.88**	**12.26**	**9.99**	**23.84**	**16.17**	**%**	**CV**	ضریب تغییرات

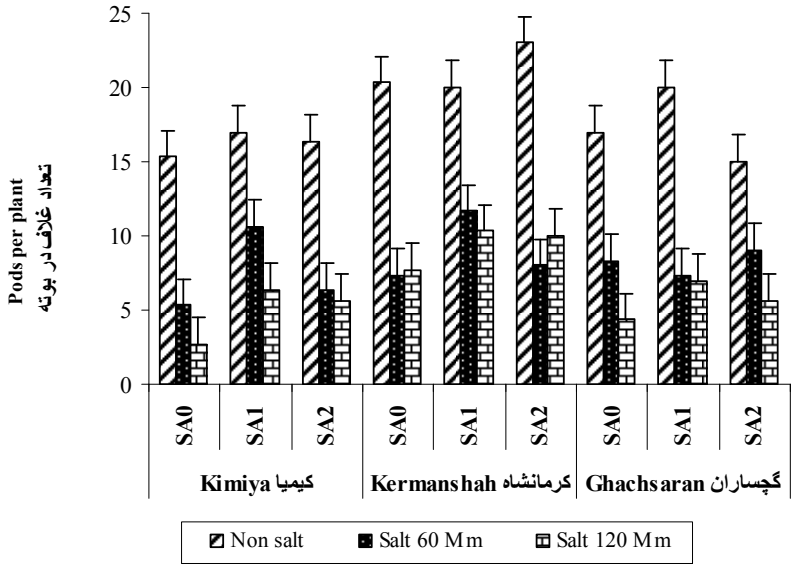
ns، * و **، به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵درصد و ۱درصد می‌باشد.
ns, * and ** indicating non significant and significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

Francois (1994) اظهار داشت که شوری، وزن دانه را از راه کوتاه‌کردن دورهٔ پُرشدن دانه و تسریع در بلوغ دانه‌ها کاهش می‌دهد. تأثیر تنش شوری بر وزن دانهٔ ذرت، به زمان اِعمال تنش و غلظت نمک در محیط رشد بستگی دارد؛ چون تیمارهایی که در فاز رویشی تحت تنش قرار می‌گیرند، کمترین خسارت را از نظر وزن دانه می‌بینند. Nabizadrh Marvdast *et al*, (2003) علت کاهش وزن دانه را تغییر در مسیر مواد فتوسنتزی و مواد پرورده به‌منظور مقابله با اثرات تنش شوری بیان کردند. وزن۱۰۰دانهٔ گیاه ذرت توسط اسید سالیسیلیک و تحت شرایط بدون شوری، افزایش یافت و عملکرد دانه، وزن دانه و تعداد دانه توسط کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط بدون کاربرد اسید سالیسیلیک و تنش شوری افزایش یافت (Gunes *et al*., 2005). اثرات مفید اسید سالیسیلیک روی عملکرد دانه شاید در رابطه با انتقال بیشتر مواد آسیمیلات فتوسنتز به دانه‌ها در طول پُرشدن دانه‌ها باشد که در نتیجه، باعث افزایش وزن دانه می‌شود (Gunes *et al*., 2005). Zhou *et al*, (1999) گزارش کردند که تزریق اسید سالیسیلیک به ساقهٔ گیاه ذرت، وزن دانه را ۹درصد نسبت به تیمارهای دیگر افزایش داد.

عملکرد و اجزای عملکرد هر گیاه زراعی، تحت تأثیر ژنوتیپ، محیط و مدیریت زراعی قرار می‌گیرد. نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه، مشخص‌کنندهٔ اثر معنی‌داری بین محلول‌پاشی، شوری و رقم بر این صفت در سطح احتمال ۱درصد بود (جدول ۳). با افزایش شوری، همانند دیگر صفات مورد مطالعه، عملکرد دانه نیز کاهش یافت. در شرایط بدون تنش، بیشترین عملکرد به تودهٔ محلی کرمانشاه و سطح ۰/۵میلی‌مولار اسید سالیسیلیک تعلق داشت که نسبت به شاهد، ۰/۱۱گرم در بوته بیشتر بود. با افزایش تنش شوری در غلظت ۶۰میلی‌مولار، بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تودهٔ محلی کرمانشاه و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۲میلی‌مولار بود که نسبت به شاهد، ۰/۱۳گرم در بوته بیشتر بود.

کمترین مقدار عملکرد در این شرایط به رقم کیمیا و در حالت بدون استفاده از محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک تعلق داشت. رقم کرمانشاه در شرایط شورتر (۱۲۰میلی‌مولار) نیز با محلول‌پاشی ۰/۵میلی‌مولار اسید سالیسیلیک توده محلی کرمانشاه بیشترین عملکرد را دارا بود که نسبت به شاهد، ۱۰گرم در مترمربع بیشتر بود (شکل۴، ب). با توجه به این‌که تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در رقم کرمانشاه

نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود (جدول ۴ و شکل ۳)، عملکرد دانه در این رقم نیز بیشتر تحت تأثیر ایـن دو جـزء از عملکـرد قرار داشت که نسبت به دو رقم دیگر، بیشتر بود.



شکل ۳- برهمکنش شوری، محلول‌پاشی و رقم بر تعداد غلاف دربوته (LSD= 1.8، α=0.05)

(SA0، SA1 وSA2، به‌ترتیب محلول‌پاشی با آب‌مقطر، اسیدسالیسیلیک ۰/۲و ۰/۵۰ میلی‌مولار است).

Fig. 3. Effect of salt, foliar application and cultivars interactions on pods per plant (LSD=1.8, α=0.05)

SA0, SA1 and SA2, foliar application by distilled water, salicylic acid (0.2, 0.5 mM), respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین ارتفاع گیاه و تعداد دانه در غلاف درارقام مختلف عدس

Table 4. Mean comparison of plant height and seeds per pods for different lentil cultivars

رقم Cultivar		ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) plant height (cm)	تعداد دانه در غلاف seeds per pods
کیمیا	Kimiya	25.37 b	1.44 c
کرمانشاه	Kermanshah	27.49 a	2.44 a
گچساران	Ghachsaran	27.62 a	1.70 b

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵درصد، فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

Means within each column with at least a same letter are not signification different at α=0.05 in method LSD.

در واقع، شوری که موجب کاهش عملکـرد دانـه و اجـزای آن می‌شود، در رقم کرمانشاه کمتر از دو رقم دیگر اثرگذار بـود و علاوه بر این، در شوری‌های با غلظت بالا، اثر اسیدسالیسیلیک موجب کاهش اثرات مضر شوری روی عملکرد و اجزای عملکرد در این رقم شد. برخی از محققان گـزارش کردنـد کـه عملکـرد عدس با تولید انشعابات فرعی، تعداد گل و غلاف در هـر گیـاه، تعداد دانه در هر غلاف و گاهی ارتفاع گیـاه و روزهـای لازم تـا گلـدهی، همبسـتگی مثبـت دارد (Tiwari & Vyas, 1994). کاهش عملکرد و اجزای آن با افزایش شوری توسط محققان در کلـزا (Ahmadi & Neyazi Ardakani, 2004) و کنجـد (Mahmood *et al.*, 2003) نیز گـزارش شـده اسـت. ارتبـاط بالای عملکرد دانه با اجزای عملکرد از طرفـی و کـاهش مقـدار این اجزاء در اثر شوری نشـان داد کـه کـاهش عملکـرد، امـری منطقی می‌باشد و به‌نظر می‌رسد با توجه بـه ایـن‌کـه گیاهـان،

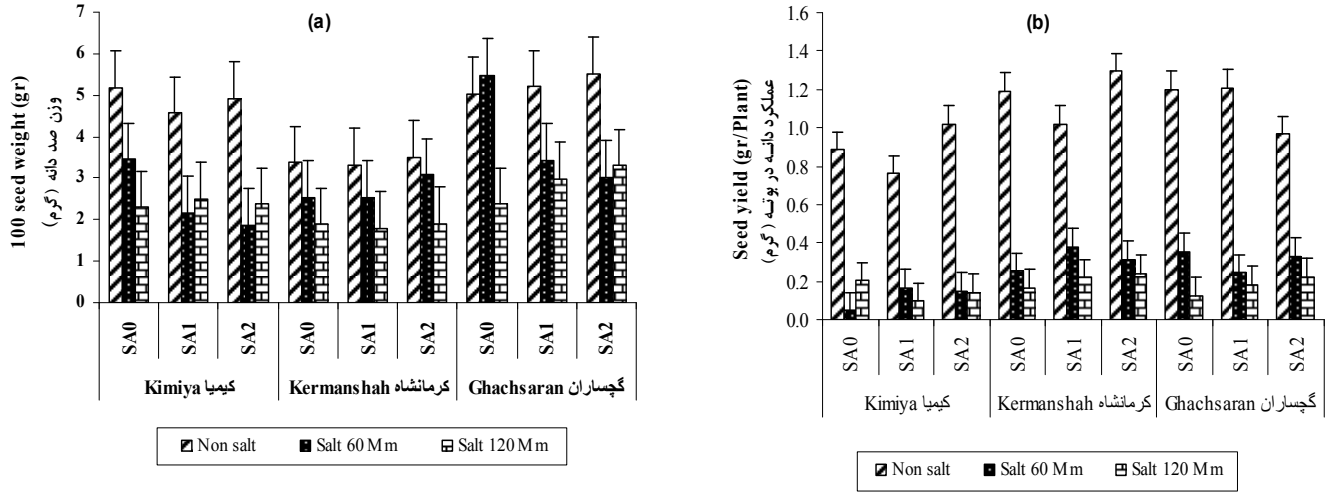
بخش عمده‌ای از دورهٔ رشد خود را در معرض شوری گذرانده‌اند و میزان یون‌های سمّی کلر و سدیم به‌طور طبیعی در برگ‌ها با افزایش شوری افزایش می‌یابد، بنابراین شاید بتوان کاهش عملکرد را به تجمع زیاد یون‌ها در داخل گیاه نسبت داد. کاهش عملکرد در بوته با افزایش سطح شوری توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Eivazi *et al*., 2005). همچنین محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک می‌تواند با افزایش سرعت فتوسنتز (Khodary, 2004)، جلوگیری از آسیب‌های شوری به سلول گیاهی (El-Tayeb, 2005) و انتقال بیشتر مواد آسیمیلات به دانه‌ها باعث افزایش وزن دانه و عملکرد دانه گیاه گردد (Gunes *et al*., 2005).

برهمکنش محلول‌پاشی، شوری و رقم در سطح احتمال ۱درصد، اثر معنی‌داری نیز بر عملکرد بیولوژیک نشان داد (جدول ۳). آبیاری با آب‌مقطر در هر سه رقم باعث ایجاد عملکرد بیولوژیک بالا شد و با افزایش غلظت نمک، مقدار آن کاهش یافت. بیشترین عملکرد بیولوژیک، در شرایط بدون تنش مربوط به رقم گچساران و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۲میلی‌مولار بود. در شوری ۶۰میلی‌مولار نیز رقم گچساران در محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار با اختلاف ۰/۳۳گرم در بوته نسبت به شاهد، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. با رسیدن غلظت نمک به ۱۲۰میلی‌مولار، بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک مربوط به رقم کرمانشاه و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۲ میلی‌مولار بود (شکل۵، الف). افزایش عملکرد بیولوژیک در رقم گچساران را می‌توان به بالابودن ارتفاع گیاه و تعداد شاخه فرعی در این رقم نسبت به دو رقم دیگر دانست. همچنین با افزایش شوری در ۱۲۰میلی‌مولار، تعداد شاخه فرعی بیشتری در رقم کرمانشاه نسبت به دو رقم دیگر دیده شد.

عملکرد بیولوژیک، حاصل تجمع مواد فتوسنتزی در قسمت‌های مختلف گیاه می‌باشد. در گیاهان زراعی عواملی نظیر موادغذایی خاک، رقم و اقلیم، بر وزن خشک نهایی بوته‌ها تأثیر دارند و هرگاه فتوسنتز گیاه در اثر بروز عوامل نامساعد محیطی با کمبود مواد غذایی محدود گردد، اثر آن روی وزن‌خشک کل تظاهر می‌یابد (Salehi *et al*., 2008). عملکرد بیولوژیک به‌میزان زیادی بستگی به مقدار رشد و تولید مادهٔخشک پیش از گلدهی دارد. افزایش شوری باعث کاهش شدید عملکرد بیولوژیک شد (Goudarzi & Pakniyat, 2008).

محققان (Depascale *et al*., Heydari Sharif Abad, 2001; 2005) اظهار داشتند که کاهش عملکرد بیولوژیک گیاه تحت تنش شوری بسته به ترکیب نمک، غلظت نمک، گونهٔ گیاهی و مرحلهٔ رشدی گیاه، متغیر است و با افزایش شوری، عملکرد بیولوژیک گیاه کاهش می‌یابد. نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده که مقدار کاهش عملکرد بیولوژیک با افزایش سطح شوری در ارقام مختلف گیاهی، متفاوت بوده و ارقام مقاوم به شوری نسبت به ارقام حساس، از کاهش وزن کمتری در شرایط تنش برخوردار هستند (Homey, 2002).

در ارتباط با شاخص برداشت که تخمینی از تبدیل مؤثر مادهٔخشک به عملکرد دانه است، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش بین ارقام، شوری و محلول‌پاشی، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد از نظر شاخص برداشت دارند (جدول ۳). با افزایش شوری، مانند دیگر صفات، شاخص‌برداشت نیز کاهش یافت. بیشترین مقدار شاخص‌برداشت مربوط به رقم کرمانشاه و اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار بود که به‌میزان ۳درصد بیشتر از شاهد بود. با افزایش شوری به ۶۰میلی‌مولار نیز رقم کرمانشاه در محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار، دارای بیشترین شاخص برداشت بود که به میزان ۸/۷درصد نسبت به شاهد بیشتر بود. وقتی غلظت شوری به ۱۲۰میلی‌مولار رسید، بیشترین مقدار شاخص برداشت مربوط به رقم کیمیا و بدون استفاده از اسید سالیسیلیک بود (شکل۵، ب). شوری، تسهیم مواد پرورده در گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و شاخص‌برداشت به تنش‌های محیطی حساس می‌باشد (Gorham *et al*., 1994). کارآیی تولید دانه در گیاهان زراعی، بر حسب شاخص برداشت، قابل‌مطالعه است (Fathali, 1999). Mendham *et al*., (1990) معتقدند که تمام تأثیرات آب‌وهوا و عوامل درونی روی گیاهان، در شاخص برداشت منعکس می‌شود. Zhang & Shannon (2000) کاهش شاخص برداشت برنج را در سطوح شوری بالاتر از حد آستانه گزارش کرده و دلیل آن در تیمارهای شوری ذکر کردند؛ به‌طوری‌که در شرایط شور، اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه کمتر صورت گرفته و یا این‌که در مرحلهٔ پُرشدن دانه، میزان فتوسنتز به‌اندازهٔ نیاز پُرشدن دانه‌ها نبوده، در نتیجه سبب کاهش شاخص برداشت شده است.

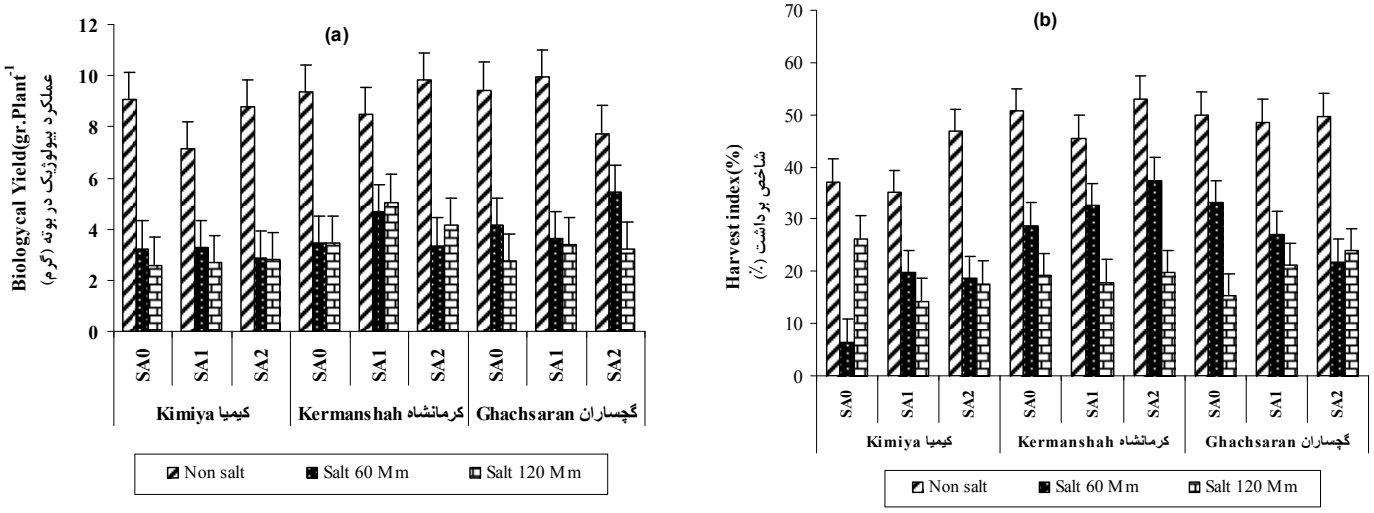


شکل ۴- برهمکنش شوری، محلول‌پاشی و رقم (a) بر وزن۱۰۰دانه (LSD= 0.879، α=0.05) و (b) عملکرد گیاه (LSD= 0.096، α=0.05)

(SA0، SA1 وSA2، به‌ترتیب محلول‌پاشی با آب‌مقطر، اسیدسالیسیلیک ۰/۲و ۰/۵۰ میلی‌مولار است).

Fig. 4. Effect of salt, foliar application and cultivar interactions on (a) 100 seeds weight, LSD= 0.897 and (b) seed yield, LSD= 0.096; α= 0.05

SA0, SA1 and SA2, foliar application by distilled water, salicylic acid (0.2, 0.5 mM), respectively.



شکل ۵- برهمکنش شوری، محلول‌پاشی و رقم بر (a) عملکرد بیولوژیک، LSD= 1.07 و (b) شاخص برداشت LSD= 4.36

(SA0، SA1 وSA2، به‌ترتیب محلول‌پاشی با آب‌مقطر، اسیدسالیسیلیک ۰/۲و ۰/۵۰ میلی‌مولار است).

Fig. 5. Effect of salt, foliar application and cultivar interactions on (a) biological yield, LSD=1.07 and (b) Harvest Index, LSD= 4.36

SA0, SA1 and SA2, foliar application by distilled water, salicylic acid (0.2, 0.5 mM), respectively.

اثر تنش شوری (۰/۶، ۴/۵ و ۸/۴دسی‌زیمنس بر متر) بر شاخص برداشت در هیچ‌یک از ارقام گندم مورد مطالعه معنی‌دار نبود که این نتیجه می‌تواند به‌دلیل محافظت شاخص‌برداشت و عملکرد دانه از طریق مکانیسم‌هایی از جمله انتقال مجدد باشد (Puatini & Zehtab Salmasi, 1997). مطالعات مختلف نشان دادند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک، رشد ساقه‌ها و ریشه‌ها (Coronado *et al*., 1998) و سرعت فتوسنتز را در گیاهان زراعی مختلف، همانند ذرت (Khodary, 2004) و کلزا (Nazir *et al*., 2001) افزایش می‌دهد. Senaranta *et al*, (2002) نشان داد که اسید سالیسیلیک موجب جلوگیری از صدمه به اسیدهای چرب غیراشباع، کاهش نفوذپذیری غشاء و حفاظت از غشای تیلاکوئیدی در زمان تنش شوری در گیاه لوبیا و گوجه‌فرنگی می‌شود. عملکرد، وزن و تعداد دانه در گیاه ذرت، با کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط بدون کاربرد آن و تنش شوری افزایش یافت (Gunes *et al*., 2005). اثرات مفید اسید سالیسیلیک روی عملکرد دانه شاید در رابطه با انتقال بیشتر مواد آسیمیلات فتوسنتز به دانه‌ها در طول پُرشدن دانه‌ها باشد که در نتیجه، باعث افزایش وزن دانه‌ها می‌شود (Gunes *et al*., 2005).

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اثر متقابل محیط و رقم، باعث تغییرات متفاوتی در عملکرد دانه در بوته و اجزای عملکرد آن می‌شود. اِعمال تنش شوری منجر به کاهش ارتفاع گیاه، تعداد غلاف و در نهایت وزن دانه در بوته می‌گردد. بنابراین، انتظار می‌رود که با افزایش میزان شوری از میزان دانه در بوته کاسته شود؛ اما انتخاب یک رقم مناسب که علاوه بر مقاومت و سازگاری به تنش شوری، قابلیت تولید دانهٔ بالاتری نیز داشته باشد، می‌تواند این کاهش را جبران نماید. به‌نظر می‌رسد که رقم کرمانشاه در شرایط افزایش تنش شوری، با بیشترین مقدار صفات (تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک)، بیشترین میزان تطابق با شرایط شور را در میان رقم‌های مورد بررسی داشته باشد. از طرف دیگر، اسیدسالیسیلیک، نقش مهمی در رشد گیاه دارد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، می‌توان گفت که محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک، اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه عدس داشته است و اسید سالیسیلیک در غلظت ۰/۲ و ۰/۵میلی‌مولار، به‌ترتیب در سطوح پایین و بالای تنش، در رفع آسیب آن، نقش داشته و قادر است به‌طور مؤثرتری باعث افزایش عملکرد شود. در بین ارقام مورد مطالعه، رقم کرمانشاه به‌دلیل داشتن تعداد غلاف و دانهٔ بیشتر در بوته نسبت به دو رقم دیگر در شرایط تنش شوری، دارای برتری بود که این ارجحیت، بخشی به‌دلیل پتانسیل ژنتیکی این رقم و بخشی دیگر در اثر محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک می‌باشد که از این نظر، در سطوح پایین تنش، غلظت ۰/۲میلی‌مولار و در سطح ۱۲۰میلی‌مولار شوری، غلظت ۰/۵میلی‌مولار اسید سالیسیلیک اثر بیشتری بر عملکرد و اجزای آن در این رقم داشت. رقم گچساران نیز بعد از رقم کرمانشاه، دارای برتری عملکرد بود که این مزیت، بیشتر مربوط به افزایش وزن دانه می‌باشد. در این رقم نیز اسید سالیسیلیک، اثری مشابه رقم کرمانشاه نشان داد.

سپاسگزاری

از همکاری صمیمانهٔ مرکز تحقیقات سرارود کرمانشاه و به‌ویژه آقای مهندس اکبر شعبانی که در تهیهٔ ارقام مورد استفاده، ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

1. Ahmadi, S.M., and Niyazi Ardakani, J. 2004. Assesses the salt tolerance of different varieties of Canola using a computer model of SALT. (Abstract) Second Student Conference on Water and Soil Resources Department of Agriculture, Shiraz University. (In Persian).
2. Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycinebetaine and proline in improving plant a biotic stress resistance. Environmental and Experimental Journal of Botany 59: 206-216.
3. Baker, R.J., and Gebeyehou, G. 1982. Comparative growth analysis of two spring wheat and one spring barley. Crop Science 22: 1225-1229.
4. Bor, M., Zdemir, O.F., and Tu Rkan, I. 2003. The effect of salt stress on lipid per oxidation and antioxidants in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L. and wild beet *Beta maritime* L. Plant Science 164: 77-84.
5. Coronado, M.A.G., Lopes, C.T., and Saavedra, A.L. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology Biochemical 8: 563-575.

6. Cramer, G.R., Schmidt, C.L., and Bidart, C. 2001. Analysis of cell hardening and wall enzymes of salt stressed maize (*Zea mays*) leaves. Australian Journal of Plant Physiology 28: 101-109.
7. Depascale, S., Maggio, A., Angelino, G., and Graziani, G. 2005. Effect of salt stress on water relation and antioxidant activity in tomato. Acted Horticultural 613: 124-136.
8. Doulatabadian, A., Modarres Sanavy, A.M., and Etemadi, F. 2008. Effect of pretreatment of salicylic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed germination under salt stress. Iranian Journal of Biology 4: 692-702. (In Persian).
9. Eivazi, A., Abdolahi, SH., Hosseini Salkandeh, GH., Majidi Hervan, A., Mohamadi, A., and Pirayeshfar, B. 2005. Effect of drought and salinity stresses on quality related traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. Journal of Agricultural Sciences 7: 252-268. (In Persian).
10. El-Hendawy, S.E., Hua, Y., Yakout, G.M., Awad, A.M., Hafez, S.H., and Schmidhalter, U. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. European Journal of Agronomy 22: 243-253.
11. El-Tayeb, M.A. 2005 .Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.
12. Fathali, B. 1999. Evaluation of morphological and yield components different autumn canola in stigma. Research Report to the Oilseeds Crop. The Company Planted the Seeds of Oil. (In Persian).
13. Feizi, M. 2002. Effects of salinity irrigation water on wheat yield. Journal of Science and Soil Water 16: 133-140. (In Persian).
14. Francois, E.L. 1994. Growth seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. Agronomy Journal 86: 233-237.
15. Gorham, R.G., Papa, R., and Aloy-Leonard, M. 1994. Varietal differences in Na uptake in barley cultivars exposed to soil salinity or salt spray. Journal of Experimental Botany 45: 895-901.
16. Goudarzi, M., and Pakniyat, H. 2008. Evaluation of wheat cultivars under salinity stress based on some agronomic and physiological traits. Journal of Agriculture and Social Science 4: 35-38. (In Persian).
17. Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Cicek, N., Guneri, E., Eraslan, F., and Guzelordu, T. 2005. Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). Archives of Agronomy and Soil Science 51: 687-695.
18. Gutierrez-Coronado, M.A., Trejo-Lopez, C., and Larque-Saavedra, A. 1998. Effect of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology Biochemical 36: 563-565.
19. Hanson, B.K., Eriksmoen, E.D., Henson, R., Carr, P.M., and Mckay, K.R. 2001. Response to various management factors in canola production. Dickinson Research. Extension Center Annual Report 7: 126-137.
20. Hassani, A. 2003. The effect of drought and salinity due to sodium chloride and some morphological and physiological plant basil varieties Kshkny Lulu. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture Tarbiat Modarres University. (In Persian).
21. Haydare Sheriff Abad, H. 2001. Plants and Salinity. Forest and Meadows Research Institute.
22. Heath, R.L., and Pacher, L. 1969. Photo per oxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid per oxidation. Arcg. Biochemical. Biopsychology 125: 189-198.
23. Hoagland, D.R., and Arnon, D.I. 1950. The water- culture for growing plants without soil. California Agricultural Experiment State. Circ 347: 32.
24. Homey, M. 2002. Plants Response to Salinity. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage.
25. Hussain, A.Z., Khan, I., Ashraf, M., Rashid, M.H., and Akhtar, M.S. 2004. Effect of salt stress on some growth attributes of sugarcane cultivars CP-77-400 and Coj-84 Int. Journal of Agriculture and Biology 6: 188-191.
26. Jose, A.I. 2002. Package of Practices Recommendations: Crops. 12th Edition. Kerala Agricultural University, Trichur, Kerala, India. 278p.
27. Kafi, M., Kamkar, B., and Mahdavi Damghani, A.M., 2003. Responses of Crops to Grow. Ferdowsi Mashhad University Press. (In Persian).
28. Keshta, M.M., Hammad, K.M., and Sorour, W.A.I. 1999. Evaluation of rape seed genotypes in saline soil. Proceedings of the 10th International Rape Seed Congress. Canberra, Australia.
29. Khodary, S.E.A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants, Int. Journal of Agricultural and Biology 6: 5-8.
30. Lacerda, C.F.D., Cambraia, J., Olive, M.A., Ruiz H.A., and Prisco, J.T. 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environmental and Experimental of Botany 49: 107-120.

31. Li, J., Inanage, S., Li, Z., and Eneji, E. 2005. Optimizing irrigation scheduling for winter wheat in the North China Plain. Agricultural Water Management 79: 8-23.
32. Mahmoode, S., Iran, S., and Athar, H.R. 2003. Intraspecific variability in sesame (*Sesamum indicom*) for various quantitative and qualities attributes under differential salt regimes. Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan Pakistan 14: 177-186.
33. Mendham, N.J., Russell, J., and Jarosz, N.K. 1990. Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oil seed (*Brassica napus*). Journal of Agricultural Science 114: 275-283.
34. Mir Mohammad Maybodi, S.A., and Ghare Yazi, B. 2002. Eugenics and physiological aspects of plant salinity stress. Publishing Center, Isfahan University of Technology.
35. Misra, N., and Saxena, P. 2009. Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentil grown under salinity stress. Plant Science 177: 181-189.
36. Nabizadeh Marvdast, M.R., Kafi, M., and Rashed Mohasel, M.H. 2003. Effect of salinity on growth, yield, collection of mineral and percentage of green cumin essence. Journal of Agricultural Sciences 138: 53-60. (In Persian).
37. Nazir, N., Ashraf, M., and Ejaz, R. 2001. Genomic relationships in oilseed Brassicas with respect to salt tolerance-photosynthetic capacity and ion relations. Pakistan Journal of Botany 33: 483-501.
38. Paquine, R., and Lechasseur, P. 1979. Observations surd rune method dosage la Libra dens les de planets. Canadian Journal of Botany 57: 1851-1854.
39. Poustini, K., and Siosemardeh, A. 2004. Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. Field Crops Research 85: 125-133.
40. Puatini, K., and Zehtab Salmasi, S. 1997. Effect of salinity on production and remobilization of dry material in two types of wheat. Iran Agricultural Science 29: 11-17.
41. Salehi, M., Akbari, R., and Khorshidi, M.B. 2008. Effect yield and yield components of red beans cultivars to the delay in sowing in Miyaneh Region. Journal Sciences and Natural Resources 43: 115-105. (In Persian).
42. 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.
43. Tiwari, R.J., and Vyas, M.D. 1994. Effect of soil moisture content on the field emergence and yield of lentil. Lens Newsletter 21: 20-21.
44. Zhang, L., and Shannon, M.C. 2000. Effects of salinity on grain yield and yield components of rice at different seeding densities. Agronomy Journal 92: 418-423.
45. Zhou, X.M., Mackenzie, A.F., Madramootoo, C.A., and Smith, D.L. 1999. Effects of stem-injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field grown corn plants. Journal of Agronomy and Crop Science 183: 103-110.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 97-110

Effect of foliar application of Salicylic Acid on yield and yield components and some physiological traits of Lentil (*Lens culinaris* Medik) varieties under salt stress

Kayednezami[1], R., Balouchi[2*], H.R. & Yadavi [2], A.

1- M.Sc. Student of Agronomy, Agronomy and Plant Breeding Department, Yasouj University
2-Assistant Professor in Agronomy and Plant Breeding Department, Yasouj University

Received: 26 December 2011
Accepted: 16 May 2012

Abstract

Lentil is considered as salinity sensitive species and is adversely affected in response to the salt stress in terms of growth and yield. This pot experiment was conducted to determine the effect of exogenous salicylic acid (SA) application on physiology, growth, yield and yield components of lentil grown under salt stress in greenhouse conditions, in a factorial arrangement based on Randomized Completely Block Design with three replications. The first factor was cultivars of lens (Kimiya, Ghachsaran and Kermanshah) and the second factor was three levels of salinity (0, 60 and 120 mM NaCl) and the last one was foliar application by distilled water and two levels of salicylic acid (0.2, 0.5 mM). The results showed that seed yield of Kermanshah cultivar in non-salt conditions and foliar application of 0.5 Mm salicylic acid was 168/88 g/m^2 and in salinity condition (60 & 120 mM) Kermanshah cultivar produced more yield than two other cultivars in both levels of salicylic acid foliar applications at 0.2 and 0.5 mM, respectively. The pod number per plant and seed number per pod are two important yield components that were higher in Kermanshah cultivar than that in two other cultivars. Also, the results of variance analysis showed that the interactions of all factor on the number of branches, number of pods per plant, seed weight, seed yield, biological yield, harvest index, malondialdehyde MDA and proline was significant. Salicylic acid effect on growth, seed yield and yield components under salinity stress was due to significant increase in growth rate. In consequence, Kermanshah cultivar in application of 0.2 and 0.5 mM of salicylic acid with 0.2 and 0.5 mM under salt conditions 60 and 120 Mm showed a better performance in most considerable traits rather than two other cultivars.

Key words: Number of Pod, Ortohydroxybanzoic acid, Osmotic stress, Pulses, Seed weight

* **Corresponding Author:** balouchi@yu.ac.ir, Mobile: 09171892040