بررسی تاثیر جیبرلین (GA_3) بر رشد و ترکیب شیمیایی برگ گیاهچه کنار (*Ziziphus spina-christi*) تحت تنش شوری

فرزین عبدالهی*، لیلا جعفری و شهره گردی تختی

گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۱/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۲/۰۳/۱۱)

چکیده:

به‌منظور بررسی تاثیر هورمون جیبرلین (GA_3) بر رشد و ترکیبات بیوشیمیایی برگ گیاهچه کنار در شرایط تنش شوری، در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گروه باغبانی دانشگاه هرمزگان و نهالستان اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان هرمزگان واقع در منطقه باغو بندرعباس انجام‌شد. فاکتورهای آزمایش شامل سطوح مختلف شوری(غلظت‌های صفر، ۱۶۰۰، ۳۲۰۰، ۶۴۰۰ و ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید سدیم) و جیبرلین (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند. ۷ هفته پس از اعمال تیمارهای جیبرلین، تعداد و سطح برگ، وزن خشک کل گیاه، میزان سدیم، پتاسیم، نسبت پتاسیم به سدیم و پرولین برگ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت کلریدسدیم موجب افزایش میزان پرولین و سدیم برگ و کاهش میانگین سایر صفات به‌طور معنی‌دار شد. محلول‌پاشی جیبرلین اثرات منفی شوری را کاهش‌داد، به‌طوری که در شرایط تنش شوری، محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، موجب افزایش سطح و تعداد برگ، وزن خشک گیاه، میزان پرولین و پتاسیم برگ کنار گردید. جیبرلین موجب کاهش سدیم و افزایش پتاسیم برگ و درنتیجه موجب افزایش نسبت پتاسیم به سدیم برگ شد. چنین به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی جیبرلین از طریق کاهش جذب یون سدیم و افزایش پتاسیم و پرولین در برگ باعث افزایش سازگاری کنار در شرایط تنش شوری شده باشد.

کلمات کلیدی: پرولین، تنش شوری، جیبرلین، کنار (*Ziziphus spina-christi*)

مقدمه:

جنس *Ziziphus* متعلق به تیره *Rhamnaceae* با نام های فارسی تنگرس، سنجد تلخ یا خولان است. این جنس حدود ۱۰۰ گونه درختی یا درختچه ای برگ ریز و همیشه سبز دارد که در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان پراکنده شده است (عصاره، ۱۳۸۷). گونه‌های جنس *Ziziphus* دارای ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک سازگار با محیط‌های بیابانی می‌باشند. این گیاهان دارای سیستم ریشه‌ای گسترده و عمیق هستند که سبب بهره‌برداری آنها از منابع آب خاک، نگهداری آب کافی و جذب مواد معدنی در دوره های طولانی به هنگام خشک شدن لایه‌های بالایی خاک می‌شود (عصاره، ۱۳۸۷).

کنار یا سدر (*Ziziphus spina-christi* L.) درخت میوه چند منظوره است که در نواحی خشک و نیمه خشک آسیا

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی:farzin.abdollahi@yahoo.com

از جمله ایران و آفریقا دیده می‌شود. میوه، برگ، پوست و چوب این درخت به‌طور گسترده توسط روستاییان استفاده می‌شود. میوه‌ها عمدتاً به‌صورت خام مصرف می‌شوند در حالی که برگ‌ها و شاخه‌های کوچک به منظور تغذیه گوسفند و بز مورد استفاده قرار می‌گیرند (Sudhersan and Hussain, 2003; Verinumbe, 1993). این گیاه به خوبی با اقلیم گرم و خشک سازگار است بنابراین این قبیل ویژگی‌ها باعث شده‌است کنار گونه‌ای مناسب برای احیاء پوشش زمین‌های تخریب شده، مطرح شود (Saied *et al.*, 2008). از طرف دیگر برخی مطالعات حاکی است که کنار به شرایط شوری نیز سازگار است و بنابراین می‌تواند گونه مناسبی برای احیاء پوشش گیاهی زمین‌های شور باشد (Sohiel *et al.*, 2009).

حدود ۹۳۰ میلیون هکتار (۷٪) از زمین‌های دنیا تحت تاثیر شوری می‌باشد و حدود ۵۰ درصد از اراضی کشاورزی ایران به نوعی تحت شوری قرار دارند (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). پاسخ گیاهان به شوری متفاوت است. برخی از این پاسخ‌ها عبارت از کاهش سریع سطح و تعداد برگ در بوته، کاهش وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه، کاهش ارتفاع بوته (نسبت ریشه به ساقه)، کاهش سطح فعال ریشه گیاه در حجم خاک می‌باشد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). گیاهان راهکارهای مختلف بیوشیمیایی و مولکولی برای مقابله با شوری دارند. مسیرهای بیوشیمیایی که منجر به بهبود تحمل به شوری می‌شود به صورت افزایشی و همزمان عمل می‌کنند. تجمع و خروج انتخابی یون‌ها، کنترل جذب یون‌ها از ریشه و انتقال آن به برگ‌ها، جایگزینی ویژه یون‌ها در سلول و کل گیاه، سنتز مواد سازگار، تغییر در مسیر فتوسنتزی، تغییر در ساختار غشایی، تولید آنزیم های آنتی اکسیدان و تولید هورمون‌های گیاهی از جمله راهکارهای سازگاری به شوری می‌باشد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸).

اثرات زیان‌آور شوری بر گیاه در همه سطوح از کاهش تولید تا از بین رفتن آن‌ها می‌تواند باشد. توقف رشد در همه گیاهان رخ می‌دهد، اما سطوح تحمل و میزان کاهش رشد در غلظت‌های خیلی زیاد نمک در گونه‌های مختلف گیاهی تفاوت‌های زیادی با هم دارند. تغییر وضعیت آبی گیاه باعث توقف رشد، جلوگیری از تقسیم و طویل شدن سلولی و مرگ سلولی می‌شود. تنش نمک بر همه فرآیندهای اصلی شامل رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین و متابولیسم چربی و انرژی اثر دارد (Ma, 2004). گیاهان شورزیست از طریق جای دادن نمک (سدیم) در واکوئل و یا بافت های پیرتر می توانند شوری را تحمل نمایند (Kafi *et al.*, 2007) تنش شوری موجب کاهش پتانسیل اسمزی می‌شود. شوری بر روابط آبی و روابط یونی گیاه نیز تاثیر دارد. تنظیم اسمزی در گیاهان یکی از مهمترین راهکارهای اجتناب از تنش‌های خشکی در محیط‌های شور می‌باشد. افزایش پرولین نشان دهنده نقش این اسید آمینه در تنظیم پتانسیل اسمزی به عنوان یک اسمولیت سازگار می‌باشد. (Bajji *et al.*, 2001). علاوه بر تنظیم اسمزی، پرولین به عنوان یک محافظ در برابر تنش عمل می‌کند، بدین ترتیب که به‌طور مستقیم با ملکول‌های درشت برهمکنش کرده و از این طریق به حفظ شکل و ساختار طبیعی آنها در شرایط تنش کمک می‌کند (Kuznetsov and Shevyakova, 1999).

برخی پژوهشگران کاهش سطح برگ گیاه بر اثر تنش شوری را دلیل اصلی کاهش رشد گیاهان گزارش کرده‌اند (Greenway and Munns 1980; Yeo *et al.*, 1991). گیاهان تحت تنش شوری ابتدا تنش آبی را تجربه کرده که این عمل به کاهش توسعه برگ‌ها می‌انجامد و در صورتی‌که گیاه مدت زمان طولانی در معرض تنش شوری قرار گیرد، تنش یونی را نیز که باعث پیری زودرس برگ‌های بالغ و بنابراین کاهش سطح فتوسنتزی می‌گردد، تجربه می‌کند (Sultana *et al.*, 1999 ؛ Kafi *et al.*, 2007). کاهش فتوسنتز در نتیجه اشغال شدن مکان‌های کلسیمی توسط سدیم در سلول گیاهی است.

در رابطه با تاثیر تنش شوری بر گیاه کنار مطالعات کمی وجود دارد. در مطالعه‌ای Guptta و همکاران (۲۰۰۲) اثر کلرید سدیم (با هدایت الکتریکی صفر، ۵، ۱۰، ۱۵و ۲۰ دسی زیمنس بر متر) روی رشد، تبادل گازی و جذب یونی

در دو گونه *Z. rotundifolia* و *Z. nummularia* را بررسی کرده‌اند. نامبردگان ۳۰ و ۴۵ روز پس از اعمال شوری مشخص کرده‌اند که با افزایش کلرید سدیم، انگیزش اولین برگ، وزن خشک ساقه و برگ ها، فتوسنتز خالص و تنفس کاهش و پرولین افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار سدیم در ریشه های گونه *Z. rotundifolia* و در برگ‌های گونه *Z. nummularia* گزارش شده است. مقدار پتاسیم در ریشه‌های هر دو گونه تفاوت زیادی نداشت اما میزان آن در برگ‌های گونه *Z. rotundifoli* بیشتر از گونه دیگر بود. بنابراین هر دو گونه تحمل به شوری نشان داده‌اند. برای ارزیابی اثرات شوری خاک روی ظهور، رشد، محتوای آب، محتوای پرولین و تجمع مواد معدنی نهال *Z. nummularia*، Bhat و همکاران (۲۰۰۸) در یک آزمایش گلخانه‌ای محلول کلرید سدیم با هدایت الکتریکی ۰/۳، ۳/۹، ۶، ۷/۹، ۱۰و ۱۱/۹ دسی زیمنس بر متر به‌کار بردند. نتایج آزمایش آنها نشان‌داده است که با افزایش شوری خاک، طول ریشه و ساقه، سطح برگ و تجمع ماده خشک در گیاهچه‌ها کاهش ولی میزان پرولین افزایش می‌یابد. در آزمایشی مشابه، Bhat و همکاران (۲۰۰۹) واکنش ده واریته *Ziziphus* به مقادیر مختلف نمک را در کویت مورد ارزیابی قراردادند. گیاهان آزمایشی با محلول غذایی با هدایت الکتریکی ۵ ، ۱۰ یا ۲۰ دسی زیمنس بر متر آبیاری شدند. نتایج آزمایش آن‌ها نشان داده است که تمام واریته‌های کنار قابلیت رشد با آب شور را دارند.

کاربرد خارجی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به عنوان راهکاری موثر برای بهبود مقاومت به شوری در گیاهان مطرح است (کافی و همکاران ۱۳۸۸). برخی محققین کاربرد خارجی هورمون‌های گیاهی مانند جیبرلین را برای کاهش اثرات منفی شوری بر رشد و نمو گیاهان مفید گزارش‌کرده‌اند (Ghorbani *et al*., 2011). بیوسنتز جیبرلین از طریق محرک‌های نموی و محیطی کنترل می‌شود (Yamaguchi and Kamiya, 2000; Olszewski *et al*., 2002). برخی مطالعات نشان داده‌اند که در شرایط وقوع تنش‌های زیستی و غیر زیستی، سنتز و تجمع جیبرلین در گیاه افزایش می‌یابد (قربانی جاوید و همکاران ۲۰۱۱). در حالی‌که در برخی مطالعات مشاهده‌شده است که تنش شوری از طریق کاهش میزان و فعالیت جیبرلین موجب کاهش رشد رویشی گیاه می‌گردد (Ungar, 1978). در آزمایشی مشاهده‌گردید که جیبرلین موجب افزایش رشد برنج و گندم در شرایط تنش شوری می‌گردد (Parasher and Varma, 1988; Prakash and Prathapasenan, 1990). در مطالعه‌ای که توسط Gomathi و Thandapan (۲۰۰۵) انجام شده‌است، شوری به میزان ۷ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش ارتفاع بوته و رشد برگ نیشکر (*Saccharum officinarum* L) می‌شود در حالی‌که کاربرد برگی ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلین اثرات منفی تنش شوری را در نیشکر به طور معنی‌دار کاهش می‌دهد. برخی مطالعات نشان داده است که کاربرد خارجی جیبرلین در شرایط شوری از طریق تحریک سنتز آنزیم کاتالاز اثرات منفی تنش شوری را کاهش داده و موجب بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه کنف (*Hibiscus sabdariffa* L.) می‌گردد (Ali *et al*., 2012). با توجه به اهمیت گیاه کنار در استان هرمزگان و شور بودن اراضی این استان هدف از این پژوهش بررسی امکان افزایش تحمل به شوری کنار با استفاده از هورمون گیاهی جیبرلین می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

به منظور بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف هورمون جیبرلین (GA_3) بر رشد و ترکیب شیمیایی برگ نهال کنار در شرایط شوری، پژوهشی در گروه باغبانی دانشگاه هرمزگان و نهالستان اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان هرمزگان واقع در منطقه باغو بندرعباس در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام‌شد. فاکتورهای آزمایش شامل شوری ایجاد شده توسط کلریدسدیم در پنج سطح (صفر، ۱۶۰۰، ۳۲۰۰، ۶۴۰۰ و ۱۲۸۰۰ پی‌پی‌ام) و جیبرلین در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند. برای انجام این پژوهش از نهال‌های بذری کنار (وحشی) ۳ ماهه به طول

۵۰-۳۰ سانتی متر استفاده شد. جهت اعمال تیمارهای مورد نظر نهال‌ها به نهالستان باغو منتقل شده و تعداد ۶ نهال در گلدان‌های ۲۰ لیتری محتوی ۱۰ کیلوگرم مخلوط ۱:۱ پرلیت و خاک سترون کشت شدند. پس از استقرار نهال‌ها، به مدت ۱۰ ماه، آبیاری با مخلوط کودی شامل کود کامل (۱/۵ گرم در لیتر) و نیترات کلسیم (۰/۵ گرم در لیتر) وسپس تیمارهای شوری (کلرید سدیم) در غلظت‌های صفر، ۱۶۰۰، ۳۲۰۰، ۶۴۰۰ و ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر (به ترتیب معادل با EC صفر، ۲/۵، ۴/۷، ۹/۱ و ۱۷/۶ دسی‌زیمنس بر متر) اعمال‌شد. برای تهیه محلول نمک از پودر خالص این ترکیب با نام تجاری کلرید سدیم ساخت شرکت مرک (Merck) استفاده شد. به منظور جلوگیری از تنش ناگهانی شوری بر گیاهان، غلظت‌های مختلف کلریدسدیم طی سه نوبت همراه با آب آبیاری و به مدت سه هفته به گلدان‌های زهکش‌دار داده‌شد. برای تهیه محلول‌های جیبرلین از پودر خالص جیبرلین محصول شرکت سیگما (Sigma) استفاده شد. غلظت های صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر از محلول جیبرلین تهیه و به صورت محلول پاشی در دو مرحله شامل یک هفته قبل و دو هفته پس از اعمال تیمار شوری به‌کار رفت. پس از گذشت ۷ هفته از اعمال تیمار جیبرلین تعداد، سطح و وزن خشک کل، میزان سدیم، پتاسیم، نسبت پتاسیم به سدیم و پرولین برگ اندازه‌گیری شد.

برای تعیین سطح برگ، از سطح سنج الکترونی مدلADC Bio Scientific Ltd. Area Meter AM 200 ساخت کشور تایوان استفاده شد. در هر تکرار ۱۰ برگ از قسمت‌های مختلف انتخاب و میانگین نهایی سطح برگ محاسبه‌گردید. تعداد برگ کلیه نهال‌ها نیز شمارش گردید. برای محاسبه وزن خشک کل، به‌طور تصادفی از هر گلدان ۲ نهال همراه با ریشه انتخاب شد. نمونه‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتالی آزمایشگاهی قابل حمل با دقت یک صدم گرم، وزن خشک کل محاسبه‌شد. سدیم و پتاسیم اندام هوایی و ریشه با استفاده از روش هضم سوزاندن نمونه خشک گیاهی در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت و واکنش با اسیدکلریدریک ۲ مولار و به کمک دستگاه شعله‌سنجی محاسبه‌گردید (Chapman and Pratt, 1961). برای اندازه‌گیری میزان پرولین آزاد، روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) بکار رفت. در این روش نمونه‌ها پس از عصاره‌گیری با اسید سولفوسالیسیلیک ۳ درصد و آماده‌سازی هم‌زمان با نمونه‌های استاندارد در دستگاه اسپکتروفتومتر قرار گرفتند و جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت‌شد. غلظت پرولین بر حسب میکرومول بر گرم بافت تازه برگ با استفاده از منحنی استاندارد تعیین‌گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده با کمک نرم افزار آماری SAS انجام شد. جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد استفاده‌شد.

نتایج و بحث:

تعداد و سطح برگ: نتایج مربوط به تاثیر کلرید سدیم و جیبرلین بر میانگین تعداد برگ کنار در جدول ۱ نشان داده شده‌است. همان‌طوری‌که ملاحظه می‌شود با افزایش غلظت کلرید سدیم محیط ریشه، تعداد برگ به طور معنی‌دار کاهش‌یافت. به نظر می‌رسد این موضوع به دلیل تشدید ریزش برگ در در شرایط تنش شوری و یا کاهش تولید برگ‌های جدید در شرایط شوری باشد. بیشترین کاهش تعداد برگ در مقایسه با شاهد در غلظت ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلریدسدیم مشاهده‌شد. نتایج برخی پژوهش‌ها نیز حاکی است که غلظت‌های بالای کلرید سدیم (۸۰ و۱۶۰ میلی مولار کلرید سدیم) موجب وارد آمدن آسیب‌های شدید به شاخ و برگ(کلروسیس و بافت مردگی) کنار و در نتیجه منجر به ریزش برگ و کاهش سطح برگ آن شد (Gupta *et al.*,2002).

محلول‌پاشی با جیبرلین موجب افزایش میانگین تعداد برگ کنار گردید. در اغلب موارد این افزایش در سطح ۵٪ معنی‌دار بود به طوری که با افزایش غلظت جیبرلین از صفر به ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، تعداد برگ از ۶۲/۵

جدول ۱- اثر کلرید سدیم و جیبرلین بر میانگین تعداد برگ در هر نهال کنار

سطوح کلرید سدیم (میلی‌گرم در لیتر)	جیبرلین (میلی‌گرم در لیتر)			میانگین
	۰	۱۰۰	۲۰۰	
	تعداد برگ			
۰	۸۱/۷^{b}	۹۲/۷^{ab}	۱۰۲/۰^{a}	۹۴/۴ ^{A}
۱۶۰۰	۷۵/۶^{cd}	۸۸/۳^{b}	۸۹/۷^{b}	۸۲/۷ ^{B}
۳۲۰۰	۶۴/۰^{de}	۷۹/۷^{bc}	۸۱/۷^{b}	۶۹/۴ ^{C}
۶۴۰۰	۵۸/۰^{e}	۷۲/۳^{cd}	۷۵/۷^{cd}	۶۲/۰ ^{C}
۱۲۸۰۰	۳۵/۷^{e}	۶۶/۷^{cde}	۷۱/۳^{cde}	۵۴/۱ ^{D}
میانگین	۶۲/۵ ^{B}	۷۲/۹ ^{A}	۷۸/۱ ^{A}	

میانگین‌های دارای حروف مشابه، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند (٪۵ = LSD).

به ترتیب به ۷۲/۹ و ۷۸/۱ افزایش یافت اما تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده‌نشد (جدول ۱). بیشترین تعداد برگ در تیمار بدون تنش شوری و کاربرد جیبرلین به میزان ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده‌شد که با اغلب تیمارها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری نشان داد. در شرایط بدون کاربرد جیبرلین، غلظت ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلریدسدیم موجب کاهش تعداد برگ کنار به میزان ۵۶/۳ درصد شد در حالی‌که با محلول پاشی ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین، این کاهش به ترتیب ۲۸ و ۳۰/۱ درصد بود (جدول ۱). قربانی جاوید و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کرده‌اند که کاربرد جیبرلین موجب کاهش اثرات منفی تنش شوری در گیاهان می‌گردد.

در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد که غلظت‌های بیشتر از ۱۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلریدسدیم موجب کاهش معنی‌دار سطح برگ در مقایسه با شاهد می‌شود. بیشترین (۱۱/۴۳ سانتی‌متر مربع) و کمترین (۷/۲۹ سانتی‌متر مربع) سطح برگ به ترتیب در غلظت صفر و ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده‌شد. کاهش سطح برگ می‌تواند به دلیل افزایش ریزش برگ، کاهش تولید برگ‌های جدید و یا تولید برگ‌های کوچک‌تر باشد. به‌نظر می‌رسد که سلول‌های برگ در شرایط تنش شوری به حداکثر رشد خود نمی‌رسند. تنش‌های محیطی از طریق کاهش فتوسنتز و نیز کاهش تجمع مواد پرورده در گیاه تاثیر منفی بر رشد و نمو گیاهان می‌گذارند. این تنش‌ها از طریق کاهش فشار تورژسانس سلول‌های گیاهی موجب کاهش رشد و تقسیم سلول‌ها می‌گردند (Ma, 2004). برخی مطالعات نشان داده‌اند که سلول‌های برگ اولین اندام گیاه است که بلافاصله بعد از وقوع تنش تحت تاثیر قرار گرفته و رشد آن کاهش می‌یابد.

بنابراین کاهش سطح برگ یکی از اولین علائم ظهور تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری می‌باشد (کافی و همکاران ۱۳۸۸). در این پژوهش با افزایش شوری، سطح برگ و تعداد برگ کاهش یافت (جدول‌های ۱ و ۲) و غلظت‌های بالای کلرید سدیم باعث ایجاد علائم خشکیدگی و بافت مردگی و ریزش برگ شد. سایر پژوهشگران نیز اعلام کردند که گیاهان تحت تیمارهای شوری سطح برگ کمتری نسبت به تیمار شاهد دارند و تنش شوری باعث کاهش سطح برگ می‌شود (Therios and Misopolinos, 1988; Gupta *et al.*,2002; Bhat *et al.*,2008).

با افزایش غلظت جیبرلین در هر غلظت کلریدسدیم، سطح برگ افزایش یافت و در اغلب موارد این افزایش در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار بود. بیشترین سطح برگ (۱۹/۸۸ سانتی‌متر مربع) درشرایط بدون تنش شوری و با محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین مشاهده‌شد. با

جدول۲- اثر کلرید سدیم و جیبرلین بر میانگین سطح برگ کنار.

سطوح کلرید سدیم (میلی‌گرم در لیتر)	جیبرلین (میلی‌گرم در لیتر)			میانگین
	۰	۱۰۰	۲۰۰	
	سطح برگ (سانتی متر مربع)			
۰	۱۶/۱۶^{bc}	۱۷/۴۶^{b}	۱۹/۸۸^{a}	۱۷/۸۳ ^{A}
۱۶۰۰	۱۳/۶۱^{def}	۱۵/۳۵^{bcd}	۱۷/۳۲^{b}	۱۵/۴۳ ^{B}
۳۲۰۰	۱۱/۴۰$^{f-i}$	۱۲/۸۴$^{e-h}$	۱۴/۲۴^{cde}	۱۲/۸۵ ^{C}
۶۴۰۰	۱۰/۶۷^{hi}	۱۲/۱۶$^{e-i}$	۱۳/۱۴$^{d-g}$	۱۲/۰۰ ^{C}
۱۲۸۰۰	۱۰/۲۰^{i}	۱۱/۰۰$^{f-i}$	۱۲/۳۹$^{e-h}$	۱۱/۲۰ ^{C}
میانگین	۱۲/۴۱ ^{B}	۱۳/۷۶ ^{AB}	۱۵/۳۹ ^{A}	

میانگین‌های دارای حروف مشابه، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند (۵٪ = LSD).

جدول۳- اثر کلرید سدیم و جیبرلین بر میانگین وزن خشک کنار.

سطوح کلرید سدیم (میلی‌گرم در لیتر)	جیبرلین (میلی‌گرم در لیتر)			میانگین
	۰	۱۰۰	۲۰۰	
	وزن خشک (گرم در هر گیاهچه)			
۰	۱۸/۰۲^{ab}	۲۰/۱۷^{a}	۲۰/۷۱^{a}	۱۹/۶۳^{A}
۱۶۰۰	۱۴/۸۷^{cd}	۱۵/۶۱^{cd}	۱۶/۷۱^{bc}	۱۵/۷۵^{B}
۳۲۰۰	۱۲/۴۶^{ef}	۱۳/۶۰^{de}	۱۴/۳۵^{de}	۱۳/۴۷^{C}
۶۴۰۰	۱۰/۴۲$^{f-i}$	۱۱/۲۳^{fgh}	۱۲/۴۵^{efg}	۱۱/۴۰^{CD}
۱۲۸۰۰	۸/۴۱^{i}	۹/۲۲^{hi}	۱۰/۱۶^{ghi}	۹/۲۶^{D}
میانگین	۱۲/۸۴^{B}	۱۳/۹۷^{A}	۱۴/۸۸^{A}	

میانگین‌های دارای حروف مشابه، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند (۵٪ = LSD).

افزایش غلظت جیبرلین سطح برگ به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۲). برخی مطالعات نشان داده‌است که جیبرلین از طریق تحریک رشد و نمو موجب افزایش سطح برگ گیاهان شده‌است (Ghorbani *et al*., 2011).

وزن خشک کل گیاه: تمام غلظت‌های کلریدسدیم موجب کاهش معنی‌دار وزن خشک کل کنار گردید (جدول ۳). بیشترین (۱۹/۶۳) و کمترین (۹/۲۶ گرم) وزن خشک به ترتیب در شرایط بدون تنش و غلظت ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید سدیم مشاهده‌گردید. با افزایش غلظت کلرید سدیم از صفر به ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر، وزن خشک کل به میزان ۵۳٪ کاهش یافت. بطور کلی سمیت یونی و کاهش جذب عناصر غذایی ضروری در اثر تنش شوری و کاهش جذب آب، رشد گیاه را محدود کرده که کاهش وزن خشک گیاه را به دنبال دارد (Curtis and Lauchli 1986). بدون در نظر گرفتن شرایط شوری، کاربرد جیبرلین موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک در مقایسه با شاهد شد هرچند تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین مشاهده‌نشد (جدول ۳). برخی مطالعات نشان داده‌است که جیبرلین از طریق تحریک رشد رویشی موجب افزایش وزن خشک گیاه می‌گردد (Ghorbani *et al*., 2011).

در هر سطح شوری با افزایش غلظت جیبرلین وزن

جدول۴- اثر کلرید سدیم و جیبرلین بر میزان سدیم برگ کنار

سطوح کلرید سدیم (میلی‌گرم در لیتر)	جیبرلین (میلی‌گرم در لیتر)			میانگین
	۰	۱۰۰	۲۰۰	
	سدیم برگ (میلی‌گرم درگرم وزن خشک)			
۰	۱/۰۰^{d}	۰/۹۵^{d}	۱/۰۴^{d}	۱/۰۰^{D}
۱۶۰۰	۷/۶۸^{c}	۷/۳۲^{c}	۶/۸۳^{c}	۷/۲۸^{C}
۳۲۰۰	۱۰/۲۲^{b}	۱۰/۲۲^{b}	۱۰/۰۰^{b}	۱۰/۱۸^{B}
۶۴۰۰	۱۴/۵۶^{a}	۱۳/۷۷^{a}	۱۳/۶۸^{a}	۱۴/۰۱^{A}
۱۲۸۰۰	۱۵/۶۱^{a}	۱۵/۰۲^{a}	۱۴/۳۴^{a}	۱۵/۰۰^{A}
میانگین	۹/۷۰^{A}	۹/۴۶^{A}	۹/۱۹^{A}	

میانگین‌های دارای حروف مشابه، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند (۵٪ = LSD).

خشک کنار افزایش یافت (جدول۳). این موضوع به دلیل تحریک رشد رویشی توسط جیبرلین در شرایط تنش شوری بود. در تایید این نتایج، Ashraf و همکاران (۲۰۰۲) و Gomathi و Thandapan (۲۰۰۵) نشان دادند که با افزایش غلظت جیبرلین اثرات منفی شوری بر وزن خشک اندام هوایی گندم و نیشکر کاهش می‌یابد. همچنین جیبرلین از طریق تحریک سنتز آنزیم‌های کربنیک انهیدراز و کاتالاز، کاهش آب نسبی و افزایش کلروفیل برگ موجب تحریک رشد رویشی گیاهان در شرایط تنش گردید (Ali *et al*., 2012).

میزان سدیم برگ: نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که با افزایش شوری، میزان سدیم برگ به‌طور معنی‌دار در مقایسه با شرایط بدون تنش شوری افزایش یافت. به‌طوری‌که با افزایش غلظت کلریدسدیم از صفر به ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر سدیم برگ ۱۵ برابر افزایش یافت. تاثیر سطوح شوری ۶۴۰۰ و ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر سدیم برگ یکسان بود. پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که با افزایش غلظت کلریدسدیم محیط ریشه، میزان سدیم برگ گیاهان از جمله کنار افزایش می‌یابد (کافی و همکاران ۱۳۸۸؛ Bhat *et al.*,2008, 2009; Shimose and Hayashi 1983). محلول‌پاشی جیبرلین موجب کاهش سدیم برگ کنار شد ولی این کاهش معنی‌دار نبود و غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین تاثیر مشابهی بر سدیم برگ داشتند. این نتایج برخلاف نتایج Ashraf و همکاران (۲۰۰۲) بود که نشان‌داده‌اند با افزایش غلظت جیبرلین محلول‌پاشی شده، غلظت سدیم برگ گندم افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از اثر متقابل کلریدسدیم و جیبرلین بر سدیم برگ نشان داد که در شرایط تنش شوری کاربرد هورمون جیبرلین موجب کاهش تجمع سدیم در برگ کنار گردید هرچند که این کاهش معنی‌دار نبود (جدول ۴). Iqbal و Ashraf (۲۰۱۰) نشان داده‌اند که پرایمینگ بذر گندم با هورمون جیبرلین موجب کاهش سدیم اندام هوایی گندم در شرایط شوری گردید.

میزان پتاسیم برگ: در هر غلظت جیبرلین، با افزایش میزان کلریدسدیم، پتاسیم برگ در مقایسه با شاهد بدون تنش شوری کاهش‌یافت (جدول ۵). کمترین میزان پتاسیم (۱۰/۰۹ در غلظت ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلریدسدیم و بدون محلول‌پاشی جیبرلین مشاهده‌شد. برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بین غلظت پتاسیم برگ و شوری در بیشتر گیاهان از جمله کنار رابطه معکوس وجود دارد که این موضوع به دلیل افزایش جذب سدیم و جایگزینی آن با پتاسیم است (Bhat *et al.*, 2008; Bhat *et al.*, 2009). در واقع یون سدیم مانع جذب پتاسیم توسط گیاه می‌شود(کافی و همکاران ۱۳۸۸). محلول‌پاشی جیبرلین موجب افزایش پتاسیم برگ گردید هرچند این افزای در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار نبود (جدول ۵).

جدول۵- اثر کلرید سدیم و جیبرلین بر میزان پتاسیم برگ کنار.

سطوح کلرید سدیم (میلی‌گرم در لیتر)	جیبرلین (میلی‌گرم در لیتر)			میانگین
	۰	۱۰۰	۲۰۰	
	پتاسیم برگ (میلی‌گرم درگرم وزن خشک)			
۰	۱۲/۷۱^{a}	۱۳/۴۰^{a}	۱۳/۹۲^{a}	۱۳/۳۴^{A}
۱۶۰۰	۱۲/۶۶^{a}	۱۲/۹۰^{a}	۱۳/۴۴^{a}	۱۳/۰۰^{A}
۳۲۰۰	۱۲/۱۸^{a}	۱۲/۳۳^{a}	۱۲/۶۹^{a}	۱۲/۴۰^{A}
۶۴۰۰	۱۲/۰۰^{a}	۱۲/۱۲^{a}	۱۲/۱۸^{a}	۱۲/۰۰^{A}
۱۲۸۰۰	۱۰/۰۹^{a}	۱۰/۹۳^{a}	۱۲/۱۳^{a}	۱۱/۰۵^{A}
میانگین	۱۲/۰۹^{A}	۱۲/۳۴^{A}	۱۲/۸۷^{A}	

میانگین‌های دارای حروف مشابه، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند (۵٪ = LSD).

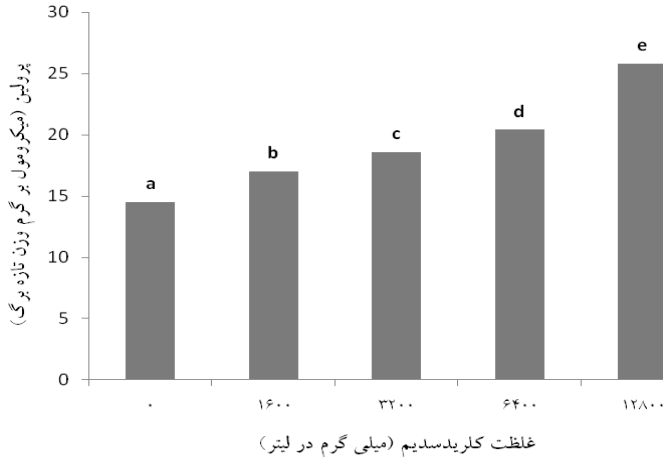
جدول۶- اثر کلرید سدیم و جیبرلین بر نسبت پتاسیم به سدیم برگ کنار .

سطوح کلرید سدیم (میلی‌گرم در لیتر)	جیبرلین (میلی‌گرم در لیتر)			میانگین
	۰	۱۰۰	۲۰۰	
	نسبت پتاسیم به سدیم برگ			
۰	۱۲/۸۰^{a}	۱۳/۴۰^{a}	۱۴/۲۳^{a}	۱۳/۴۸^{A}
۱۶۰۰	۱/۶۶^{bc}	۱/۷۹^{b}	۱/۹۰^{b}	۱/۸۰^{B}
۳۲۰۰	۱/۴۵^{bc}	۱/۲۱^{bc}	۱/۲۷b^{c}	۱/۳۱^{B}
۶۴۰۰	۰/۸۳^{c}	۰/۸۸^{c}	۰/۹۰^{c}	۰/۸۷^{B}
۱۲۸۰۰	۰/۷۱^{c}	۰/۷۳^{c}	۰/۷۶^{c}	۰/۷۳^{B}
میانگین	۳/۵۰^{A}	۳/۶۰^{A}	۳/۸۱^{A}	

میانگین‌های دارای حروف مشابه، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند (۵٪ = LSD).

این موضوع ممکن است به دلیل نقش جیبرلین در تحریک جذب و تجمع پتاسیم در اندام هوایی گیاه باشد. در هرسطح شوری با افزایش غلظت جیبرلین، میزان پتاسیم برگ افزایش یافت اما این افزایش در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار نبود (جدول ۵). Iqbal و Ashraf(۲۰۱۰) مشابه این نتایج، نشان داده‌اند که در شرایط تنش شوری کاربرد جیبرلین موجب افزایش غلظت پتاسیم در اندام هوایی گندم از طریق نقش جیبرلین در تسهیم پتاسیم و سدیم بین اندام هوایی و ریشه گیاهان می‌شود.

نسبت پتاسیم به سدیم (K^+/Na^+) برگ: تنش شوری موجب کاهش معنی‌دار نسبت پتاسیم به سدیم برگ شد (جدول ۶). این موضوع به دلیل وجود مقدار زیاد یون سدیم در محیط و جایگزین‌شدن این یون با یون پتاسیم می‌باشد. برخی مطالعات نشان‌داده‌اند که در شرایط شوری یون سدیم با سایر عناصر غذایی به ویژه پتاسیم رقابت کرده و جذب پتاسیم را کاهش می‌دهند (کافی و همکاران ۱۳۸۸؛ Bhat *et al.*, 2008, 2009; Shimose and Hayashi 1983). بیشترین و کمترین نسبت پتاسیم به سدیم برگ به ترتیب در شرایط بدون تنش و غلظت کلریدسدیم معادل با



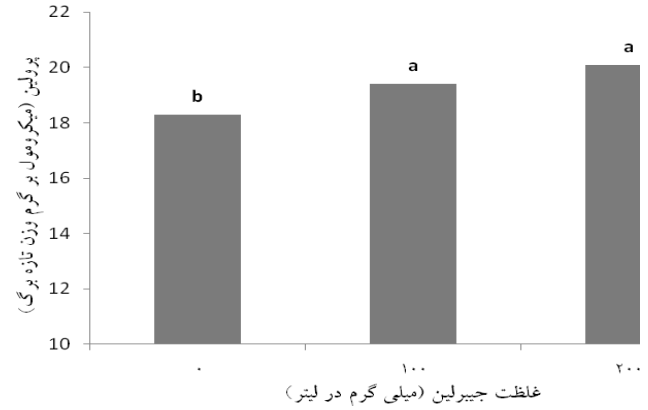
شکل ۱- اثر سطوح مختلف کلریدسدیم بر میزان پرولین برگ کنار. ستون‌های دارای حروف مشابه، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD = ٪۵).

۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده‌شد (جدول ۶). این نسبت در شرایط بدون تنش ۱۳/۴۸ بود اما در غلظت‌های ۱۶۰۰، ۳۲۰۰، ۶۴۰۰ و ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر این نسبت به ترتیب ۱/۷۸، ۱/۳۱، ۰/۸۷ و ۰/۷۳ بود.

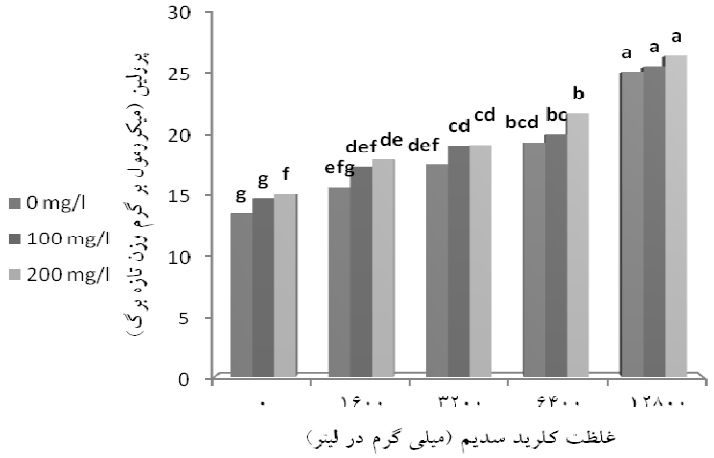
مقایسه سطوح مختلف محلول‌پاشی جیبرلین نشان داد که کاربرد خارجی جیبرلین می‌تواند نسبت پتاسیم به سدیم برگ را افزایش‌دهد ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۶). برخی مطالعات نشان داده‌اند که جیبرلین از طریق تاثیر بر تقسیم یونی موجب تجمع جزئی پتاسیم در اندام هوایی به ویژه برگ شده و انتقال سدیم به سایر اندام‌های گیاه از جمله ریشه را تحریک می‌کند (Ashraf *et al*., 2002).

محلول‌پاشی جیبرلین در شرایط تنش شوری موجب افزایش نسبت پتاسیم به سدیم برگ شد (جدول ۶). بیشترین میزان این نسبت در شرایط بدون تنش و کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین مشاهده‌شد. در شرایط تنش شوری یکی از مهمترین سازوکارهای فیزیولوژیک در برخی گیاهان بالا نگه‌داشتن نسبت پتاسیم به سدیم است (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). به‌طوری که میزان مقاومت گیاهان به شوری با غلظت سدیم برگ همبستگی منفی و با غلظت پتاسیم برگ همبستگی مثبت دارد (Omeielan *et al*., 1991). در پژوهشی که توسط Ashraf و McNeily (۱۹۹۰) انجام شده است، گیاهان متحمل شوری در هنگام مواجه با شرایط شور دارای غلظت سدیم کمتر و پتاسیم بیشتری در اندام هوایی خود بوده و بالا بودن نسبت پتاسیم به سدیم یکی از معیارهای تعیین کننده تحمل به شوری است. از طرف دیگر در شرایط تنش شوری کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی از جمله جیبرلین موجب بهبود و تداوم جذب یون پتاسیم و افزایش نسبت پتاسیم به سدیم در برگ شود که این موضوع موجب حفظ غلظت پتاسیم در سلول‌های محافظ روزنه و در نتیجه ثبات هدایت روزنه‌ای و تداوم ورود گاز دی اکسید کربن به سلول‌های مزوفیل برگ شود (Garg *et al*., 2005; Nandini and Subhendu, 2002).

میزان پرولین برگ: تنش شوری موجب افزایش معنی‌دار پرولین برگ شد (شکل ۱). افزایش غلظت کلریدسدیم از صفر به ۱۶۰۰، ۳۲۰۰، ۶۴۰۰ و ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش پرولین برگ کنار به ترتیب به میزان ۱۷/۲، ۲۸/۳، ۴۰/۷ و ۷۷/۹ درصد شد. در شرایط تنش‌های محیطی به‌ویژه تنش شوری سنتز پرولین به عنوان یکی از اسمولیت‌های سازگار تحریک می‌گردد (کافی و همکاران ۱۳۸۸؛ Aziz *et a*l., 1998; Filiz *et al*., 2004). از طرف دیگر Sohiel و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کرده‌اند



شکل ۲- اثر سطوح مختلف جیبرلین بر میزان پرولین برگ کنار. ستون‌های دارای حروف مشابه، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD = ٪۵).



شکل ۳- اثر سطوح مختلف جیبرلین (میلی‌گرم در لیتر) و کلریدسدیم (میلی‌گرم در لیتر) بر میزان پرولین برگ کنار. ستون‌های دارای حروف مشابه، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD = ٪۵).

که تجمع پرولین در سلول‌های برگ کنار در غلبه بر تنش اکسایشی ناشی از تنش شوری موثر است و پرولین در سیتوپلاسم سلول بدون ایجاد اختلال در فعالیت آنزیم‌ها تجمع می‌یابد.

افزایش غلظت جیبرلین موجب افزایش تجمع پرولین برگ گردید (شکل ۲). محلول‌پاشی ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین موجب افزایش معنی‌دار پرولین برگ کنار در مقایسه با عدم کاربرد جیبرلین شد اما تفاوت معنی‌داری بین دو غلظت جیبرلین مشاهده‌نگردید. برخی نتایج نیز نشان داده‌اند که کاربرد خارجی جیبرلین باعث تحریک تجمع پرولین در گیاهان می‌گردد (Ghorbani *et al*., 2011; Stewart and Lee, 1974; Samanas *et al*., 1995).

اگرچه محلول‌پاشی جیبرلین در شرایط تنش شوری موجب افزایش پرولین برگ کنار گردید اما این افزایش معنی‌دار نبود (شکل ۳). مشابه این نتایج Stewart و Lee (۱۹۷۴) نشان دادند که کاربرد جیبرلین در شرایط تنش شوری از طریق افزایش تبدیل گلوتامات به پرولین در اثر تحریک آنزیم سنتز کننده پرولین موجب افزایش پرولین برگ می‌شود.

نتیجه‌گیری:

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزایش میزان شوری موجب کاهش سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک کنار گردید. محلول‌پاشی جیبرلین توانست اثرات منفی ناشی از تنش شوری بر این صفات را تعدیل کند. در اثر تنش شوری، میزان پتاسیم برگ کاهش و میزان سدیم برگ و در نتیجه نسبت پتاسیم به سدیم به عنوان یکی از معیارهای مهم در تحمل به شوری کاهش یافت. کاهش این نسبت بیشتر به علت افزایش تجمع سدیم در شرایط تنش شوری بود در حالی‌که با مصرف جیبرلین میزان پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم افزایش یافت. با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق مشخص گردید که با کاربرد جیبرلین در شرایط تنش شوری، میزان پرولین برگ افزایش می‌یابد. به طور کلی مشخص شد که با محلول‌پاشی جیبرلین تحمل گیاه کنار در شرایط تنش شوری افزایش می یابد.

سپاسگزاری:

بودجه این تحقیق از محل اعتبار طرح پژوهشی با شماره قرار داد ۹۰/۲۰۰/۴۶۱ مورخ ۱۳۹۰/۱۰/۶ معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه هرمزگان تامین‌شد که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع:

عصاره، م. ح. (۱۳۸۷) ویژگی های زیستی درختان کنار در ایران و معرفی سایر گونه های جنس *Ziziphus* موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور، تهران.

کافی، م. برزوئی، ا. صالحی، م. کمندی، ع. معصومی، ع و نباتی، ج. (۱۳۸۸) فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان. جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد.

Ali, H. M., Siddiqui, M. H., Basalah, M. O., Al-Whaibi, M. H., Sakran, A. M. and Al-Amri, A. (2012) Effect of gibberellic acid on growth and photosynthetic pigments of *Hibiscus sabdariffa* L. African Journal of Biotechnology 11: 800-804.

Ashraf M. and McNeilly T. (1990) Responses of four Brassica species to sodium chloride. Environmental and Experimental Botany 30: 475-487.

Ashraf, M., Fakhra, K. and Rasoul, E. (2002) Interactive effects of gibberellic acid (GA_3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. Plant Growth Regulation 36: 49-59.

Aziz, A., Martin-Tanguy, J. and Larher, F. (1998) Stress-induced changes in polyamine and tyramine levels can regulate proline accumulation in tomato leaf discs treated with sodium chloride. Physiologia Plantarum. 104: 195–202.

Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, F. D. (1973) Rapid determination of free proline from water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

Bajji, M., Lutts, S. and Kinet, J. M. (2001) Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions. Plant Science 160: 669-681.

Bhat, J. M., Patel, D. A., Bhatti, M. P. and Pandey, A. N. (2008) Effect of soil salinity on growth, water status and nutrient accumulation in seedlings of *Ziziphus mauritiana (Rhamnaceae*). Journal of Fruit and Ornamental Plant 16: 383-401.

Bhat, N. R., Suleiman, M. K. and Abdal, M. (2009) Selection of Crops for Sustainable Utilization of Land and Water Resources in Kuwait. World Journal of Agricultural Sciences 5: 201-206.

Chapman, H. D. and Pratt, P. F. (1961) *Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters*. University of California, Riverside, p.309.

Curtis, P. S. and Lauchli, A. (1986) The role of leaf area development and photosynthetic capacity in determining growth of Kenaf under moderate salt stress. Australian Journal of Plant Physiology 13: 553-565.

Filiz, O., Melike, B., Tijun, D. and Ismail, T. (2004) Effects of 24-epibrassinolide on seed germination, seedling growth, lipid peroxidation, proline content and antioxidative system of rice (*Oryza sativa* L.) under salinity stress. Plant Growth Regulation Journal 42: 203-211.

Garg, B.K., Kathju S. and Vyas, S.P. (2005) Salinity fertility interaction on growth, photosynthesis and nitrate reductase activity in sesame. Indian Journal of Plant Physiology 10: 162-167.

Ghorbani Javid, M., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Modarres Sanavy S. A. M. and Allahdadi. I. (2011) The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Australian Journal of Crop Science 5: 726-734.

Gomathi, R. and Thandapani, V. (2005) Role of gibberellins and polyamines in realation to salt tol-

Saied, A. S., Gebauer, J., Hammer, K. and Buerkert, A. (2008) *Ziziphus spina-christi* (L.) *Willd*.: a multipurpose fruit tree. Genetic Resources and Crop Evolution 55: 929–937.

Samanas, Y., Bresson, R. A., Casonka, L. N., Garcia-Rios, M.G., Paino, D. Urzo, M. and Rhodes. (1995) Proline accumulation during drought and salinity. Environment and Plant Metabolism In: Flexibility and Acclimation (ed. Simrnoff, N.) pp.161-187. Bios Scientific Publishers. Oxford. UK.

Shimose, N. and Hayashi. N. (1983) Salt tolerance of Parsley, Welsh onion, radish and cabbage. Scientific Reports of the Faculty of Agriculture-Okayama University 62: 25–30.

Sohail, M., Saied, A. S., Gebauer, J. and Buerkert, A. (2009). Effect of NaCl salinity on growth and mineral composition of *Ziziphus spina-christi* (L.) Willd. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics 110: 107–114.

Stewart, G. R. and Lee, J. A. (1974) The role of proline accumulation in halophytes. Planta.120: 279-289.

Sudhersan, C. and Hussain, J. (2003) Invitro clonal propagation of a multipurpose tree, *Ziziphus spina-christi (L.)* Desf. Turkish Journal of Botany 27:167-171.

Sultana, N., Ikeda, T. and Itoh, R. (1999). Effect of Nacl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. Environmental and Experimental Botany 42: 211-220.

Therios, I. N. and Misopolinos, N. D. (1988) Genotypic response to sodium chloride salinity of four major olive cultivars (*Olea europea* L.). Plant and Soil 106:105–111.

Ungar, I. A. (1978) The effects of salinity and hormonal treatments on the growth and ionuptake of *Salicornia europaea*. Bulletin de la Socie& te & Botanique de France, Actualites Botanique 3-4:95-104.

Verinumbe, I. (1993). Soil and *Leucaena leucocephala* L. growth variability under *Faidherbia albida* Del. and *Ziziphus spina-christi* L. Desf. Agroforestry Systems 21:287–292.

Yamaguchi, S. and Kamiya, Y. (2000) Gibberellin biosynthesis, its regulation by endogenous and environmental signals. Plant Cell Physiology 41: 251-257.

erance of sugarcane genotypes (*Saccharum officianarum* L.). Plant Archives 5: 293-296.

Greenway, H. and R. Munns. (1980) Mechanism of salt tolerance in non–halophytes. Annual Review of Plant Physiology 31: 141-190.

Gupta, N. K., Meena, S. K., Gupta, S. and Khandelwal, S. K. (2002) Gas exchange, membrane permeability and ion uptake in two species of Indian *jujube* differing in salt tolerance. Photosynthetica. 40: 535–539.

Iqbal, M. and Ashraf, M (2010) Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: Growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. Environmental and Experimental Botany 86: 76 - 85

Kafi, M., Griphiths, H., Nazemi, A., Kazaie, H. R. and Sharif, A. (2007) Effects of salinity on carbon isotope discrimination of shoot and grain of salt tolerant and salt-sensitive wheat cultivars. Asian Journal of plant science 1166-1173.

Kuznetsov, V. V. and Shevyakova, N. I. (1999). Prolin under stress: Biological role, metabolism and regulation. Russian Journal of Plant Physiology 46: 274-287.

Ma, J. F. (2004) Role of silicon in enhancing the resistance of plant to biotic and abiotic stresses. Soil Science and Plant Nutrition 50: 11-18.

Nandini, C. and Subhendu, M. (2002). Growth regulator mediated change in leaf area and metabolic activity in mungbean under salt stress condition. Indian Journal of Plant Physiology 7: 256-263.

Olszewski, N., Sun, T. P. and Gubler, F. (2002) Gibberellin signaling, biosynthesis, catabolism, and response pathways. The Plant Cell 14: 561-580.

Omielan, J. A., Epstein, E. and Dvorak, P.(1991) Salt tolerance and ionic relations of *Lophopyrum elangatum.* Genome 34: 961-974.

Parasher, A. and Varma, S. K. (1988) Effect of presowing seed soaking in gibberellic acid on growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different saline conditions. Indian Journal of Biological Science 26: 473-475

Prakash, L. and Prathapasenan, G. (1990) NaCl and gibberellic acid induced changes in the content of auxin, the activity of cellulose and pectin lyase during leaf growth in rice (*Oryza sativ*a). Annals of Botany 365: 251-257.

Effect of GA_3 on growth and chemical composition of jujube leaf (*Ziziphus spina-christi*) under salinity condition

Farzin Abdollahi*, Leila Jafari and Shohre Gordi Takhti
Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Hormozgan University
(Received: 6 April 2013; Accepted: 1 June 2013).

Abstract:

In order to study the effects of GA_3 on growth and the biochemical compositions of jujube (*Ziziphus spina-christi*) leaves, this experiment was conducted in 2011-2012, in the department of horticultural science of faculty of agriculture Hormozgan University, Bandar abbas and nursery of Major Natural Recourses Office of Hormozgan province, as a factorial basis on completely randomized design with three replications. Experimental factors included 5 salinity levels (0, 1600, 3200 and 12800 ppm NaCl solutions) and 3 different concentrations of GA_3 (0, 100 and 200 mg l^{-1}). Seven weeks after GA_3 application, leaf number and area, plant total dry weight, leaf Na^+ and K^+ concentrations, K^+/Na^+ and proline content were measured. Results indicated that with increasing NaCl concentrations leaf proline and Na^+ were increased while other traits under study were decreased, significantly. Foliar application of GA_3 alleviated the negative effects of salinity, so that under salinity conditions with foliar spray of GA_3 (200 mg l^{-1}) leaf number and area, total dry weight per plant, leaf K^+ concentration and proline content were increased. GA_3 reduced Na^+ and increased K^+ in the leaves which resulted in an increase in leaf K^+/Na^+. Results of this study revealed that foliar application of GA_3 might increase jujube plants adoptation to saline conditions via either reduction in Na^+ absorption or by accumulation of K^+ and proline in leaves.

Keywords: GA_3, Jujube (*Ziziphus spina-christi*), Proline, Salt stress.

*** Corresponding author: farzin.abdollahi@yahoo.com**