تأثیر تنش شوری بر فاکتورهای رویشی، پرولین، رنگیزه‌های گیاهی و جذب عناصر در اندام هوایی چهار گونه بادام وحشی

حسن جهانبازی گوجانی[1*]، سید محمد حسینی نصر[1]، خسرو ثاقب طالبی[2] و سید محمد حجتی[1]

[1] ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[2] تهران، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۷

چکیده

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که موجب خسارت شدید به محصولات باغی و زراعی و همچنین کاهش تنوع زیستی گیاهی می‌گردد. جنگل‌کاری با گونه‌های مقاوم، یکی از روش‌های مقابله با پدیده شوری منابع آب و خاک است، ازاین‌رو شناسایی گونه‌های مقاوم به شوری برای انجام این مهم اجتناب‌ناپذیر است. شرایط رویشگاهی گونه‌های گیاهی می‌تواند بر مقاومت گیاه در مواجهه با تنش‌های محیطی تأثیرگذار باشد. برای تعیین اثر عامل ارتفاع از سطح دریا بر مقاومت به شوری گونه-های بادام وحشی، بذر چهار گونه شامل *Amygdalus scoparia, A. Arabica, A. elaegnifolia, A. haussknechtii* از سه طبقه ارتفاعی در رویشگاه کره بس چهارمحال و بختیاری جمع‌آوری و پس از تولید نهال، نهال‌های ۲ ماهه با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار (هر تکرار ۵ نهال) تحت تنش شوری ناشی از آبیاری با محلول سدیم‌کلراید با غلظت-های مختلف شامل شاهد، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مول قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت نمک مقادیر فاکتورهای رویشی، رنگیزه‌های گیاهی و زی‌توده گیاه کاهش و تجمع پرولین افزایش یافت. گونه *A. arabica* مقاوم‌ترین گونه در میان این چهار گونه به تنش شوری بود. با افزایش ارتفاع از سطح دریا از میزان رویش، زی‌توده، رنگیزه‌های گیاهی کاسته و بر غلظت پرولین افزوده شد. افزایش تنش شوری موجب کاهش جذب مس، روی، آهن، منگنز و پتاسیم و افزایش جذب منیزیم، سدیم، کلر، نیتروژن، فسفر و کلسیم گردید.

واژه‌های کلیدی: پرولین، عناصر غذایی، سدیم کلراید، ارتفاع از سطح دریا، بادام وحشی.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۸۱۳۳۳۴۷۶۰ ، پست الکترونیکی: Jahanbazy_Hassan@yahoo.com

مقدمه

تنش‌های غیر زنده، بطور ویژه خشکی و شوری از تنش-های اصلی و مهم هستند که سبب کاهش تولیدات زراعی در سراسر دنیا می‌شوند (۱۹). تنش شوری یکی از عوامل محیطی محدودکننده رشد و نمو گیاهان است و بر روی فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان اثر منفی دارد (۱۰). اثرات زیان‌آور شوری بر گیاهان به شیوه‌های مختلف از قبیل مرگ و یا کاهش تولید گیاه نمایان می‌شود (۲۹). برخی از گونه‌های گیاهی نسبت به سایر گونه‌ها بطور کاملا مشهود در محیط‌های شور قابل انعطاف هستند (۳۳). دستیابی به این گونه‌ها با توجه به گسترش شوری به امری اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است و در کشورهای مختلف هر ساله مقاومت به شوری گونه‌های مختلف زراعی، باغی، مرتعی و جنگلی با اهداف مختلف بررسی می‌گردد.

سدیم‌کلراید فروانترین نمکی است که موجب شوری خاک می‌شود (۲۱). همچنین شوری زیاد موجب آسیب شدید به گیاهان شامل جلوگیری از رویش، تخریب سوخت و

ساز، بافت مردگی و کاهش تولید و کیفیت می‌گردد(۳۵). علاوه بر این سمیت ناشی از یون‌ها و تنش اسمزی سبب عدم تعادل مواد غذایی در گیاهان می‌شود (۱۲ و ۳۷). راه-های مختلفی برای اصلاح و احیاء مناطقی که تحت تأثیر نمک هستند وجود دارد، این روش‌ها شامل زهکشی آب-های سطحی و زیر سطحی، تغییر در فعالیت‌های کشاورزی و در نهایت جنگل‌کاری با کاشت درختان و درختچه‌هاست (۳۴). استفاده از درختان و گیاهان چند ساله از موضوعاتی است که مورد توجه قرار گرفته است (۲۵).

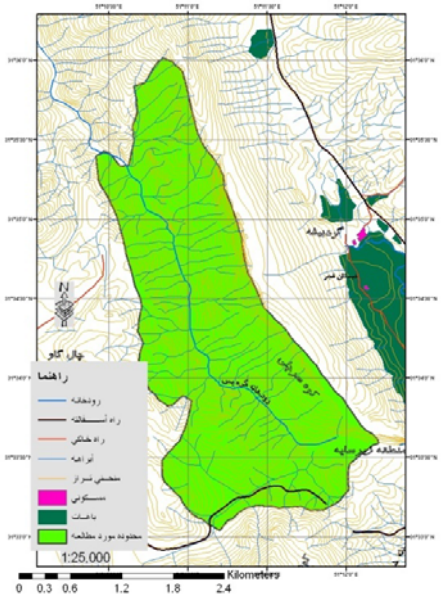
بنابراین به نظر می‌رسد با توجه به تنوع اقلیمی و غنای گونه‌ای مناطق مختلف اکولوژیک ایران، امکان دستیابی به گونه‌های مقاوم برای توسعه جنگل‌کاری و مقابله با پدیده شوری در مناطق مختلف کشور وجود داشته باشد. وضعیت نامناسب اکوسیستم جنگلی زاگرس (۵) و شور شدن آب برخی از چاه‌های این منطقه رویشی (۷) و همچنین خشکیدگی بعضی از گونه‌های درختی و درختچه‌ای در سال‌های اخیر (۶) موجب نگرانی شدید گردیده و امکان دارد تنش‌های زنده و یا غیر زنده نظیر شوری یا خشکی باعث وقوع این پدیده شده باشد. بررسی مقاومت درختان و درختچه‌های بومی در مواجه با تنش‌ها، ضمن افزایش دانش کارشناسان، امکان استفاده بیشتر از گونه‌های مقاوم را در برابر تنش‌ها ازجمله شوری فراهم می‌نماید. از طرف دیگر مقایسه میزان خشکیدگی گونه‌ها و بررسی مقاومت آنها به افزایش غلظت یون‌های سمی نظیر سدیم و کلر و آگاهی از میزان این عناصر در منابع آب و خاک، اطلاعات کافی در خصوص تأثیر تنش شوری بر خشکیدگی گونه‌های درختی و درختچه‌ای ازجمله بادام وحشی را فراهم می‌نماید.

در سال‌های گذشته و اخیر مطالعه و تحقیق با هدف بررسی تحمل به شوری گونه‌های درختی و درختچه‌ای انجام شده است که از آن جمله می‌توان **به بررسی** درختان جنگلی گونه مانگرو (۲۳)، آتریپلکس (۳۲)، زیتون (۲۰ و ۳۶) حرا (۳۸)، توت (۴۰)، بادام اهلی (۳)، کاج تهران (۸)، پسته (۲)، آکاسیا (۱۷)، بنه و خنجوک، اکالیپتوس (۲۸) و موارد بی‌شمار دیگر در داخل و خارج از کشور اشاره کرد. بادام وحشی در ایران دارای دامنه اکولوژیک وسیع است و در مناطق مختلف رویشی ازجمله زاگرس، ارسباران، ایران- تورانی و حتی در منطقه خلیج و عمانی رویش دارد. هدف از اجرای این تحقیق انتخاب بهترین گونه مقاوم بادام وحشی در منطقه چهارمحال و بختیاری و بررسی عامل ارتفاع از سطح دریا بر میزان مقاومت به تنش شوری است. بی‌تردید با نتایج حاصل از این تحقیق بهترین گونه و مناسبترین شرایط رویشگاهی از نظر ارتفاع از سطح دریا برای جمع‌آوری بذر و تولید نهال و یا جنگل‌کاری در مناطق در خطر شوری در استان چهارمحال و بختیاری مشخص می‌گردد.

مواد و روشها

بذر چهار گونه بادام وحشی شامل *Amygdalus scoparia, A. arabica, A. haussknechtii, A. elaeagnifolia* به‌منظور مقایسه تنش شوری و بررسی اثر عامل ارتفاع از سطح دریا بر مقاومت به شوری، از سه طبقه ارتفاعی شامل ۱۶۰۰-۱۸۰۰، ۱۸۰۰-۲۰۰۰ و بالای ۲۰۰۰ متر از سطح دریا در رویشگاه بادام کره‌بس استان چهارمحال و بختیاری جمع‌آوری گردید. این رویشگاه واقع در جنوب غرب مرکز استان و در کیلومتر ۵۰ جاده بروجن- لردگان به مساحت تقریبی ۷۰۰ هکتار در حدفاصل طول شرقی ″۲۰ ′۱۰ °۵۱ تا ″۱۵ ′۱۲ °۵۱ و عرض شمالی ″۳۱ ′۳۶ °۳۱ تا ″۵۵ ′۳۳ °۳۱ واقع شده است (شکل ۱). حضور انواع بادام وحشی به‌عنوان جامعه غالب و سایر گونه‌های درختی، درختچه‌ای و علفی موجب غنای گونه‌ای این رویشگاه شده است. برای جمع‌آوری بذر این چهار گونه، در ابتدای تیر ماه سال ۱۳۹۰ به رویشگاه مراجعه و برای هر گونه در هر موقعیت رویشگاهی از نظر ارتفاع از سطح دریا، تعداد ۱۰ اصله پایه سالم و شاداب انتخاب و از هر پایه تعداد ۱۰۰ عدد بذر (از هر جهت تاج ۲۵ عدد) و

در مجموع ۱۰۰۰ عدد جمع‌آوری شد. بذرها با آب ژاول ۵٪ به مدت سه دقیقه ضدعفونی و پس از شستشوی کامل با آب مقطر در ظروف حاوی ماسه به مدت ۴۵ روز در دمای ۲ درجه سانتیگراد مورد رطوبت‌دهی هفتگی قرار گرفتند (۱۱). پس از تیمار سرما-رطوبت، بذرها در کیسه های پلاستیکی ۳۰×۱۰ سانتی‌متری حاوی خاک، کود و ماسه به نسبت ۱:۱:۱ در گلخانه کاشته شدند و به مدت ۲ ماه آبیاری و یک مرتبه نیز با محلول غذایی هوگلند تغذیه شدند. پس از تولید نهال‌ها، برای هر تیمار سه تکرار و در هر تکرار ۵ نهال سالم انتخاب و نهال‌ها با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی تحت تنش شوری ناشی از محلول سدیم‌کلراید (Nacl) با نسبت‌های مختلف قرار گرفتند. پنج سطح شوری شامل شاهد (بدون اضافه کردن نمک به آب آبیاری)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مول نمک برای این آزمایش در نظر گرفته شد. به طور هفتگی رویش ارتفاعی نهال‌ها اندازه‌گیری گردید. پس از پایان دوره تنش شوری، نهال‌ها با دقت و از طریق شستشوی خاک از گلدان‌ها خارج و با اندازه‌گیری طول نهال (از نوک ریشه تا نوک اندام هوایی)، طول ریشه و طول اندام هوایی، وزن تر اندام‌هوایی و ریشه، عملا نهال‌ها برای سایر بررسی‌ها آماده شدند. با قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت تحت دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد، وزن خشک اندام هوایی و ریشه اندازه‌گیری شد (۴). تعیین میزان کلروفیل a، b و کاروتن روش آرنون (Arnon, 1949)، پرولین به روش فتومتریک (Troll & Lindsley, 1954) و عناصر میکرو و ماکرو به روش پیشنهادی مؤسسه تحقیقات آب و خاک (۴) در اندام‌هوایی گیاه از اقدامات دیگر این پژوهش برای تعیین اثر تنش شوری با شدت‌های مختلف تحت عامل ارتفاع از سطح دریا بر روی این چهار گونه بادام وحشی محسوب می‌شود. آنالیز واریانس داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و آزمون نرمال بودن داده‌ها با آزمون کای مربع انجام شده است.



شکل ۱– نقشه رویشگاه بادام کره‌بس استان چهارمحال و بختیاری

نتایج

اثر ارتفاع از سطح دریا و تنش شوری بر پارامترهای رویشی و زی‌توده گیاه: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ارتفاع از سطح دریا و اثر سطوح شوری بر تمامی فاکتورهای رویشی و زی‌توده اندام هوایی در سطح یک-درصد معنی‌دار بود و مقادیر طول گیاه، طول اندام هوایی، رویش ارتفاعی و زی‌توده ریشه و اندام هوایی در بین گونه‌ها در سطح یک‌درصد نیز معنی‌دار شد (جدول۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش ارتفاع از سطح دریا از مقادیر شاخص‌های رویشی کاسته شد، به‌طوری‌که بیشترین مقادیر طول نهال، طول اندام هوایی و رویش ارتفاعی مربوط به نهال‌های حاصل از طبقه ارتفاعی پائین (۱۶۰۰-۱۸۰۰ متر از سطح دریا) و کمترین مقادیر رویشی مربوط به نهال‌های حاصل از طبقه ارتفاعی فوقانی بود. به‌طوری‌که با افزایش غلظت سدیم‌کلراید در آب آبیاری از میزان شاخص‌های رویشی کاسته شد، بیشترین مقادیر طول نهال، طول اندام هوایی و رویش ارتفاعی به‌ترتیب به میزان ۷۲/۷۵، ۳۸/۴ و ۱۴/۰۹ سانتی‌متر مربوط به نهال‌های شاهد و در مقابل کمترین مقادیر این شاخص‌ها به نهال‌های تحت تنش بالا (۱۰۰ میلی‌مول) تعلق گرفته است (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین مربعات فاکتورهای رویشی و زی‌توده

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول گیاه	طول اندام هوایی	رویش ارتفاعی	وزن تر اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه
شوری	۴	۹۲۱/۰۳**	۹۷۵/۲۳**	۶۷۲/۵۵**	۲/۲۸**	۱۴/۱۴**	۰/۴۵**	۰/۰۳۵^{ns}
گونه	۳	۷۹۳۶/۸۸**	۷۵۰۴/۴۷**	۶۰۲/۷۶**	۵/۶۲**	۵/۵۰**	۰/۳۱**	۰/۳۳۳**
ارتفاع از سطح دریا	۲	۶۲۴۰/۷۵**	۳۱۴۲/۹۵**	۷۳۲/۶۱**	۹/۱۸**	۲/۶۶*	۱/۵۸**	۰/۳۲۶**
شوری× گونه	۱۲	۲۹۸/۷۹^{ns}	۱۸۴/۵۹^{ns}	۷۷/۴۹^{ns}	۰/۷۸^{ns}	۱/۴۱^{ns}	۰/۱۳**	۰/۰۴۱^{ns}
شوری× ارتفاع از سطح دریا	۸	۴۰۴/۸۲^{ns}	۱۰۲/۹۸^{ns}	۴۹/۵۹^{ns}	۱/۳۱**	۲/۳۸**	۰/۱۱*	۰/۰۶۹**
گونه × ارتفاع از سطح دریا	۶	۲۰۵/۱۶^{ns}	۲۱۳/۸۵^{ns}	۳۱/۸۴^{ns}	۰/۹۵*	۱/۸۷*	۰/۱۳*	۰/۰۶۲*
شوری× گونه× ارتفاع از سطح	۲۴	۳۴۷/۹۸*	۱۹۷/۰۸*	۱۲۵/۲۵**	۰/۷۷*	۰/۵۰^{ns}	۰/۰۸*	۰/۰۲۴^{ns}

**: معنی‌دار در سطح یک درصد، *: معنی‌دار در سطح پنج درصد و ns: معنی‌دار نیست

جدول ۲- مقایسه میانگین فاکتورهای رویشی و زی‌توده با استفاده از آزمون دانکن (**واحد** طول و رویش به سانتیمتر و وزن به گرم است)

سطوح خشکی	تعداد	طول نهال	طول اندام هوایی	رویش ارتفاعی	وزن تر اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه
شاهد	۷۲	۷۲/۷۵^{a}	۳۸/۴^{a}	۱۴/۰۹^{a}	۱/۹۵^{a}	۱/۰۴^{b}	۰/۶۱^{a}	۰/۳۲^{a}
۲۵ میلی‌مول	۷۲	۷۲/۱۶^{a}	۳۸/۳^{a}	۱۵/۲۲^{a}	۱/۸۴^{a}	۱/۲۷^{b}	۰/۶۳^{a}	۰/۳۵^{a}
۵۰ میلی‌مول	۷۲	۶۷/۶۲^{ab}	۳۲/۰۹^{b}	۹/۹۲^{b}	۱/۷۵^{ab}	۲/۰۳^{a}	۰/۵۰^{b}	۰/۳۴^{a}
۷۵ میلی‌مول	۷۲	۶۶/۳۵^{b}	۳۱/۷۶^{b}	۸/۷۴^{b}	۱/۵۷^{b}	۱/۰۶^{b}	۰/۴۷^{b}	۰/۳۰^{a}
۱۰۰ میلی‌مول	۷۲	۶۴/۶۸^{b}	۳۰/۹۹^{b}	۸/۸۹^{b}	۱/۵۳^{b}	۱/۷۶^{a}	۰/۴۶^{b}	۰/۳۱^{a}
A. arabica	۹۰	۸۲/۶۱^{a}	۴۷/۴۳^{a}	۱۵/۲۴^{a}	۲/۰۶^{a}	۱/۵۷^{ab}	۰/۶۱^{a}	۰/۳۱^{b}
A.scoparia	۹۰	۶۵/۵۶^{b}	۳۳/۳۶^{b}	۱۰/۳۸^{b}	۱/۴۹^{c}	۱/۱۴^{c}	۰/۴۸^{b}	۰/۲۴^{c}
A.eleagnifolia	۹۰	۶۴/۷۰^{b}	۲۹/۰۶^{c}	۹/۷۶^{b}	۱/۵۹^{bc}	۱/۳۳^{bc}	۰/۴۹^{b}	۰/۳۶^{ab}
A.haussknechtii	۹۰	۶۱/۹۸^{b}	۲۷/۲۸^{c}	۱۰/۱۱^{b}	۱/۷۶^{b}	۱/۷^{a}	۰/۵۴^{ab}	۰/۳۸^{a}
طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰-۱۶۰۰	۱۲۰	۷۶/۱۵^{a}	۳۹/۲۷^{a}	۱۳/۸۷^{a}	۱/۹۸^{a}	۱/۶۱^{a}	۰/۶۲^{a}	۰/۳۸^{a}
طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰-۱۸۰۰	۱۲۰	۶۸/۲۴^{b}	۳۴/۵۳^{b}	۱۱/۳۱^{b}	۱/۷۵^{b}	۱/۳۴^{b}	۰/۵۵^{b}	۰/۳۲^{b}
طبقه ارتفاعی بالای ۲۰۰۰	۱۲۰	۶۱/۷۵^{c}	۲۹/۰۵^{c}	۸/۹۳^{c}	۱/۴۴^{c}	۱/۳۶^{b}	۰/۴۲^{c}	۰/۲۷^{c}

در میان گونه‌های بادام وحشی مورد مطالعه *A. arabica* با طول نهال ۸۲/۶۱ سانتی‌متر، طول اندام هوایی ۴۷/۴۳ سانتی‌متر و رویش ارتفاعی ۱۵/۲۴ سانتی‌متر، بیشترین مقادیر شاخص‌های رویشی را تحت تنش شوری در اختیار دارد و در مقابل *A.haussknechtii* کمترین مقدار طول نهال و طول اندام هوایی و *A. elaeagnifolia* کمترین مقدار رویش ارتفاعی را داشت. بیشترین و کمترین زی‌توده اندام هوایی به‌ترتیب به نهال‌های شاهد و تیمار ۱۰۰ میلی-مول اختصاص یافت و بیشترین زی‌توده ریشه به نهال‌های تحت تنش ۵۰ میلی‌مول نمک سدیم کلراید تعلق گرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین زی‌توده گیاهی در تمامی طبقه‌ها اختلاف معنی‌دار وجود داشت، بیشترین زی‌توده تر و خشک اندام هوایی و ریشه متعلق به نهال‌های طبقه ارتفاعی پائین (۱۶۰۰–۱۸۰۰ متر از سطح دریا) و کمترین مقادیر این شاخص‌ها مربوط به طبقه ارتفاعی بالای ۲۰۰۰ متر از سطح دریا بود (جدول۲).

اثر ارتفاع از سطح دریا و سطوح مختلف شوری بر پرولین و رنگیزه‌های گیاهی: نتایج نشان داد که اثر ارتفاع از سطح دریا و سطوح مختلف شوری بر اسید آمینه پرولین، کاروتن و کلروفیل a و b در سطح یک درصد معنی‌دار بود و در بین گونه‌ها مقادیر کلیه رنگیزه‌های گیاهی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۳). در میان سطوح مختلف شوری کمترین میزان پرولین متعلق به نهال‌های شاهد بود و با افزایش میزان غلظت سدیم کلراید بر مقدار این اسیدآمینه اضافه گردید، به طوری که میزان پرولین تحت تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مول به سه برابر مقدار آن نسبت به نهال‌های شاهد رسید.

جدول۳- مقایسه میانگین مربعات پرولین و رنگیزه‌های گیاهی

منابع تغییرات	درجه آزادی	پرولین (میلی‌گرم بر گرم)	کاروتن (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم)
شوری	۴	۷۱۱۶۰/۲۱**	۲/۸۷**	۶۶/۵۵**	۷۶/۰۸**
گونه	۳	۱۷۳/۲۶ ^{ns}	۴/۵۷**	۱۶۶/۰۴**	۱۹۰/۱۹**
ارتفاع از سطح دریا	۲	۱۹۲۵/۱۹**	۶/۰۳**	۶۵/۸۹**	۵۵/۸۵**
شوری× گونه	۱۲	۳۰۱/۲۰**	۲/۳۱**	۵۱/۸۰**	۲۴/۹۰**
شوری× ارتفاع از سطح دریا	۸	۶۷۲/۵۳**	۱/۵۳**	۱۱/۸۹ ^{ns}	۱۲/۹۳*
گونه × ارتفاع از سطح دریا	۶	۶۴۲/۱۴**	۴/۲۳**	۱۷۵/۸۷**	۱۲۸/۳۱**
شوری× گونه× ارتفاع از سطح دریا	۲۴	۳۲۳/۹۵**	۳/۱۶**	۶۷/۵۷**	۳۹/۹۰**

**: معنی‌دار در سطح یک درصد، *: معنی‌دار در سطح پنج درصد و ns: معنی‌دار نیست

در بین نهال‌های طبقه‌های ارتفاعی مختلف، بیشترین میزان پرولین به نهال‌های ارتفاع میانی و فوقانی و کمترین میزان این اسید آمینه به نهال‌های طبقه ارتفاعی پائین (۱۶۰۰–۱۸۰۰ متر از سطح دریا) تعلق گرفت. در میان گونه‌های بادام بیشترین مقدار پرولین به *A. haussknechtii* اختصاص یافت و با مقدار پرولین سه گونه دیگر دارای اختلاف معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقادیر هر سه رنگیزه گیاهی در نهال‌های حاصل از ارتفاع پائین بیشترین مقدار و در نهال‌های ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر از سطح دریا کمترین میزان بود. مقایسه میانگین رنگیزه‌های گیاهی در اثر اعمال سطوح مختلف شوری نشان داد که بیشترین مقدار رنگیزه‌ها به نهال‌های شاهد تعلق گرفت و با

افزایش غلظت سدیم‌کلراید از مقادیر آنها کاسته شد، به‌طوری‌که کمترین میزان رنگیزه‌های گیاهی در نهال‌های تحت تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مول اندازه‌گیری شد (جدول۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین پرولین و رنگیزه‌های گیاهی با استفاده از آزمون دانکن

سطوح شوری	تعداد	پرولین (میلی‌گرم بر گرم)	کاروتن (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم)
شاهد	۷۲	۳۹^{e}	۴/۴۳^{a}	۱۹/۹۷^{a}	۹/۵۹^{a}
۲۵ میلی‌مول	۷۲	۵۴/۷۷^{d}	۴/۳۳^{a}	۱۸/۴۳^{b}	۸/۰۱^{b}
۵۰ میلی‌مول	۷۲	۷۴/۵۳^{c}	۴/۰۱^{b}	۱۷/۵۰^{b}	۷/۲۲^{b}
۷۵ میلی‌مول	۷۲	۹۴/۳۳^{b}	۴/۰۵^{b}	۱۸/۱۵^{b}	۷/۰۷^{b}
۱۰۰ میلی‌مول	۷۲	۱۱۸/۳۸^{a}	۴/۰۱^{b}	۱۷/۸۱^{b}	۷/۴۵^{b}
A. arabica	۹۰	۷۵/۱۸^{ab}	۴/۴۶^{a}	۱۹/۵۸^{a}	۸/۵۲^{b}
A. scoparia	۹۰	۷۴/۸۹^{b}	۳/۹۷^{b}	۱۶/۹۸^{b}	۶/۵۵^{c}
A. eleagnifolia	۹۰	۷۶/۹۹^{ab}	۴/۲۲^{ab}	۱۹/۴۹^{a}	۹/۶^{a}
A. haussknechtii	۹۰	۷۷/۷۵^{a}	۴/۰۱^{b}	۱۷/۴۳^{b}	۶/۷۹^{c}
طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰-۱۶۰۰	۱۲۰	۷۱/۶۰^{b}	۴/۴۰^{a}	۱۹/۲۳^{a}	۸/۴۶^{a}
طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰-۱۸۰۰	۱۲۰	۷۸/۸۸^{a}	۴/۱۲^{b}	۱۷/۹۰^{b}	۸/۰۱^{a}
طبقه ارتفاعی بالای ۲۰۰۰ متر	۱۲۰	۷۸/۱۳^{a}	۳/۹۷^{b}	۱۷/۹۷^{b}	۷/۱۲^{b}

اثر ارتفاع از سطح دریا و سطوح مختلف شوری بر جذب عناصر میکرو و ماکرو در اندام هوایی: آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر شوری بر جذب تمامی عناصر میکرو و ماکرو شامل منیزیم، مس، روی، آهن، سدیم، کلر، منگنز، نیتروژن، فسفر، کلسیم و پتاسیم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. جذب عناصر مس، کلر، سدیم، منگنز، روی، نیتروژن، فسفر، کلسیم و پتاسیم در سطح یک درصد و منیزیم و آهن در سطح پنج درصد در بین گونه‌ها معنی‌دار شد. همچنین اثر عامل رویشگاهی ارتفاع از سطح دریا بر جذب منیزیم، روی، منگنز، پتاسیم، فسفر و نیتروژن در سطح یک درصد و سدیم در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۵).

نتایج نشان داد که افزایش تنش شوری موجب کاهش جذب مس، روی، آهن، منگنز و پتاسیم و افزایش جذب منیزیم، سدیم، کلر، نیتروژن، فسفر و کلسیم شده است،

همچنین جذب عناصر شامل منیزیم، منگنز، روی، مس، کلر، سدیم، فسفر و پتاسیم و تقریبا آهن با افزایش ارتفاع از سطح دریا بیشتر شد، به‌نحوی‌که کمترین مقادیر این عناصر در نهال‌های حاصل از طبقه ارتفاعی تحتانی رویشگاه و بیشترین مقدار توسط نهال‌های طبقه ارتفاعی بالای ۲۰۰۰ متر از سطح دریا جذب شد (جدول ۶).

جذب عناصر میکرو در گونه‌ها دارای اندازه مختلف و در برخی موارد موجب اختلاف معنی‌دار شد و هر گونه با توجه به توانایی ژنتیک مقادیر مختلفی از عناصر میکرو را جذب نمود، نکته قابل توجه جذب کمتر عناصر سمی سدیم و کلر توسط گونه *A. arabica* نسبت به سایر گونه‌ها بود، البته این گونه رویش بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها تحت تنش شوری داشت (جدول ۶).

جدول۵- مقایسه میانگین مربعات عناصر میکرو و ماکرو اندام هوایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	منیزیم	کلر	مس	سدیم	روی	آهن	منگنز	کلسیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن
شوری	۴	۰/۳۹۴**	۲/۲۲**	۳۲۹/۴۳**	۲/۵۹۳**	۱۳۰۰۴/۸۵**	۱۵۷۳۸/۸۲**	۱۴۸۱۹/۱۳**	۳/۲۱**	۱/۱۳۱**	۰/۰۲۱**	۸/۲۴**
گونه	۳	۰/۰۰۴*	۰/۰۱**	۲۳/۶۰**	۰/۰۰۶**	۲۰/۰۱**	۴۸۲/۵۴*	۶۱/۲۳**	۰/۰۹۸**	۲/۳۷۶**	۰/۰۲۵**	۰/۰۸۴**
ارتفاع از سطح دریا	۲	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۰۹ ns	۷/۲۸ ns	۰/۰۰۴*	۲۳/۷۱**	۱۳۹/۵۰ ns	۱۴۴/۲۵**	۰/۰۳۹۸ ns	۴/۱۴**	۰/۰۲۲**	۰/۰۵۸**
شوری× گونه	۱۲	۰/۰۰۱۶**	۰/۰۰۲**	۶/۹۵**	۰/۰۰۳**	۵۲/۵۸**	۶۷۷/۰۱**	۶۶/۲۶**	۰/۰۵۴**	۱/۵۵۶**	۰/۰۱۲**	۰/۰۷۲**
شوری× ارتفاع از سطح دریا	۸	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۴**	۳/۴۳ ns	۰/۰۰۲*	۲۱/۱۵**	۲۹۸/۵۹*	۲۹/۸۰*	۰/۰۸۸**	۰/۹۰۱**	۰/۰۱۴**	۰/۰۴۲**
گونه ×ارتفاع از سطح دریا	۶	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۲*	۹/۱۰**	۰/۰۰۲۸**	۳۰/۱۱**	۳۹۷/۵۳**	۴۷/۴۵**	۰/۱۱۷**	۰/۷۲۹**	۰/۰۱۲**	۰/۰۳۷**
شوری× گونه× ارتفاع از سطح	۲۴	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۵**	۹/۱۰**	۰/۰۰۲**	۶۱/۹۰**	۵۹۹/۸۶**	۴۲/۳۳**	۰/۱۲۳**	۰/۶۵۵**	۰/۰۰۸**	۰/۰۷۹**

**: معنی دار در سطح یک درصد و *: معنی دار در سطح پنج درصد و ns: معنی دار نیست

جدول ۶- مقایسه میانگین عناصر میکرو و ماکرو اندام هوایی با استفاده از آزمون دانکن (واحد کلسیم، پتاسیم، فسفر، منیزیم و نیتروژن درصد و واحد منگنز، مس، روی، آهن میلی گرم بر کیلو گرم است)

سطوح شوری	تعداد	منیزیم	مس	روی	آهن	سدیم	کلر	منگنز	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم
شاهد	۷۲	۰/۳۱۶ c	۱۵/۸۵ a	۵۳/۵۹ a	۹۰/۷۲ a	۰/۳۸ c	۰/۲۶ c	۵۴/۲۵ a	۲/۳۹ c	۰/۱۹ c	۳/۳۲ a	۱/۹۶ c
۲۵ میلی مول	۷۲	۰/۳۳۴ d	۱۵/۲۷ b	۵۱/۲۵ b	۹۳/۸۷ a	۰/۵۱ d	۰/۳۸ d	۵۴/۸۰ a	۲/۷۱ d	۰/۲۳ ab	۳/۰۹ b	۲/۱۱ d
۵۰ میلی مول	۷۲	۰/۴۰ c	۱۳/۷۴ c	۳۷/۸۰ c	۶۸/۵۵ c	۰/۶۸ c	۰/۴۷ c	۳۸/۴۵ b	۲/۹۷ c	۰/۲۳ ab	۳/۰۸ b	۳/۲۹ c
۷۵ میلی مول	۷۲	۰/۴۲ b	۱۱/۵۷ d	۳۰/۳۱ d	۷۶/۰۸ b	۰/۷۶ b	۰/۵۷ b	۳۱/۱۱ c	۳/۱۲ b	۰/۲۳ ab	۳/۰۶ b	۲/۳۷ b
۱۰۰ میلی مول	۷۲	۰/۴۹ a	۱۱/۰۷ e	۲۲/۱۹ e	۵۸/۸۱ d	۰/۸۵ a	۰/۷۹ a	۲۲/۱۲ d	۳/۲۳ a	۰/۲۴ a	۲/۹۹ b	۲/۴۹ a
A. arabica	۹۰	۰/۴۹۰ b	۱۳/۸۵ d	۳۹/۶۱ a	۷۷/۵۱ ab	۰/۶۳ b	۰/۴۷ b	۴۰/۴۵ a	۲/۹۰ a	۰/۲۱ b	۲/۸۷ b	۲/۲۸ a
A. scoparia	۹۰	۰/۴۹۸ a	۱۲/۷۵ b	۳۹/۲۲ a	۷۷/۸۵ ab	۰/۶۵ a	۰/۴۹ a	۴۰/۴۰ a	۲/۹۱ a	۰/۲۴ a	۳/۱۹ a	۳/۲۰ b
A. eleagnifolia	۹۰	۰/۴۸۹ b	۱۳/۷۷ a	۳۸/۶۳ a	۷۴/۷۱ b	۰/۶۳ b	۰/۴۷ b	۳۸/۹۴ b	۲/۸۴ b	۰/۲۱ b	۳/۲۰ a	۳/۲۶ a
A. hausskinechtii	۹۰	۰/۴۹۵ ab	۱۳/۶۳ a	۳۸/۶۷ a	۸۰/۳۷ a	۰/۶۳ b	۰/۴۸ b	۴۰/۸۰ a	۲/۸۸ a	۰/۲۳ a	۳/۱۸ a	۳/۲۴ ab
طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰-۱۶۰۰	۱۲۰	۰/۴۸۸ b	۱۳/۴۶ b	۳۸/۵۴ b	۷۶/۹۴ a	۰/۶۲۹ b	۰/۴۷۹ a	۳۹/۲۶ b	۲/۸۷ b	۰/۲۱ b	۲/۹۳ c	۲/۲۵ a
طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰-۱۸۰۰	۱۲۰	۰/۴۹۲ b	۱۳/۲۷ b	۳۹/۴۰ a	۷۸/۸۵ a	۰/۶۳۷ ab	۰/۴۷۹ a	۳۹/۸۱ b	۲/۹۰ a	۰/۲۳ a	۳/۱۱ b	۲/۲۶ a
طبقه ارتفاعی بالای ۲۰۰۰ متر	۱۲۰	۰/۴۹۹ a	۱۳/۷۷ a	۳۹/۱۵ ab	۷۷/۰۳ a	۰/۶۴۱ a	۰/۴۸۱ a	۴۱/۳۷ a	۲/۸۷ b	۰/۲۳ a	۳/۳۰ a	۲/۲۳ a

بحث

در این پژوهش مشخص شد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا از اندازه فاکتورهای رویشی و زی‌توده گیاه کاسته می شود. بالا بودن رویش ارتفاعی و زی‌توده اندام هوایی از اختصاصات نهال‌های ارتفاعات پائین نسبت به نهال‌های ارتفاعات بالاتر است (۱)، که به دلیل رویش بیشتر این نهال‌ها در مقایسه با نهال‌های ارتفاع بالاتر است، موضوعی که در این تحقیق به ثبت رسید. البته با افزایش غلظت سدیم‌کلراید از میزان پارامترهای رویشی کاسته می‌شود، به‌طوری‌که شوری به عنوان یکی از تنش‌های محیطی تأثیرگذار، ابتدا موجب کاهش رویش و تولید گیاهان می گردد (۲۹). کاهش رویش و زی‌توده گیاه در اثر افزایش تنش شوری در سایر گونه‌های درختی و درختچه-ای قبلا گزارش شده است (۱۴، ۳۰ و ۳۲). در بین گونه-های مورد مطالعه، *A. arabica* بیشترین اندازه پارامترهای رویشی و زی‌توده اندام هوایی را تحت تنش شوری در اختیار داشت، به نظر می‌رسد که این گونه در مواجه با تنش شوری بیشترین مقاومت را دارد.

همچنین بیشترین زی‌توده ریشه مربوط به گونه *A. haussknechtii* بود، این گونه کمترین رویش اندام هوایی را داشت و به نظر می‌رسد که توسعه بیشتر ریشه نوعی سازگاری با شرایط تنش باشد. با افزایش غلظت سدیم‌کلراید بر مقدار پرولین اضافه گردید، پرولین ترکیبی است که در پاسخ به تنش شوری تمایل به افزایش دارد(۱۳). البته این مسئله برای تنظیم و تعدیل فشار اسمزی در گیاهان تحت تنش بسیار مهم است (۱۶و ۲۴). گیاه در غلظت‌های متوسط و بالای سدیم کلراید، به‌ترتیب از تجمع مواد اسمزی آلی گلایسین بتائین و پرولین برای تنظیم فشار اسمزی استفاده می‌کند (۹).

افزایش میزان پرولین در گیاهان تحت تنش شوری قبلا گزارش شده است (۱۵، ۱۸، ۲۷ و ۳۱). همچنین با افزایش ارتفاع از سطح دریا بر غلظت پرولین افزوده شد، به‌نحوی‌که افزایش غلظت پرولین فرایندی طبیعی برای مقابله با تنش شوری است. نتایج نشان داد که نهال‌های ارتفاع پائین، رویش بیشتری داشته‌اند و نهال‌های ارتفاع فوقانی دارای کمترین رویش، پس افزایش غلظت پرولین در نهال‌های ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر نسبت به دو طبقه ارتفاعی دیگر، حساسیت بیشتر نهال‌های این طبقه ارتفاعی را به شوری نشان داده است. در میان گونه‌های بادام بیشترین مقدار پرولین به *A. haussknechtii* اختصاص یافت، این گونه کمترین رویش را داشت و افزایش غلظت پرولین در این گونه نسبت به سه گونه دیگر، نشان از حساسیت بیشتر دارد. با افزایش غلظت سدیم‌کلراید و همچنین افزایش ارتفاع از سطح دریا از میزان رنگیزه‌های گیاهی کاسته شد. البته کاهش میزان رنگیزه گیاهی ناشی از تنش شوری نیز قبلا گزارش شده است(۴۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش تنش شوری موجب کاهش جذب مس، روی، آهن، منگنز و پتاسیم و افزایش جذب منیزیم، سدیم، کلر، نیتروژن، فسفر و کلسیم شد. افزایش جذب سدیم و کلر موجب کاهش جذب عناصر ضروری و القای سم به گیاه می‌گردد (۲۶ و ۳۹)، بنابراین به نظر می‌رسد که کاهش جذب عناصر ضروری نظیر مس، روی، آهن، منگنز و پتاسیم به همین دلیل باشد. افزایش جذب منیزیم، کلر، سدیم و کلسیم و کاهش جذب پتاسیم ناشی از تنش شوری قبلا گزارش شده است (۱۵). افزایش جذب فسفر در برگ گیاه تحت تنش شوری باعث افزایش پایداری گیاه در برابر این تنش می‌گردد (۴۱). همچنین اعلام شده که کلسیم اثرهای سدیم‌کلراید را بر تروواش غشائی کنترل و خنثی می‌نماید(۲۲). جذب عناصر میکرو شامل منیزیم، منگنز، روی، مس، کلر، سدیم و تقریبا آهن با افزایش ارتفاع از سطح دریا افزایش یافت. افزایش جذب کلر و سدیم در نهال‌های حاصل از پایه‌های ارتفاعات فوقانی رویشگاه نسبت به ارتفاعات پائین نشان از حساسیت بیشتر این نهال‌ها به تنش شوری دارد؛ در بررسی رویش نهال‌ها، نتایج نشان داد که نهال‌های حاصل از

ارتفاعات پائین دارای رویش بیشتر و در نتیجه مقاومت بالاتر هستند و تجمع عناصر سمی کلر و سدیم در نهال-های ارتفاع بالای رویشگاه نشان از حساسیت بیشتر آنها به شوری دارد. جذب عناصر در گونه‌ها دارای مقادیر مختلف و در برخی موارد موجب اختلاف معنی‌دار شد و هر گونه با توجه به توانایی ژنتیک، مقادیر مختلفی از عناصر غذایی را جذب نموده است، نکته قابل توجه جذب کمتر عناصر سمی سدیم و کلر توسط گونه *A. arabica* نسبت به سایر گونه‌ها بود، این گونه رویش بیشتری تحت تنش شوری داشت. همانطور که اشاره شد، در گیاهان تحت تنش میزان جذب پتاسیم برای نگهداری و بازسازی دیواره سلولی زیاد می‌شود، به‌طوری‌که غلظت کمتر این عنصر در گونه *A. arabica* نسبت به سایر گونه‌ها به دلیل مقاومت بیشتر این گونه در مواجه با تنش شوری است.

منابع

۱ – اسپهبدی، ک.، میزائی ندوشن، ح.، طبری، م.، اکبری نیا، م. و دهقان شورکی، ی.، ۱۳۸۵. اثر ارتفاع از سطح دریا مبداء بذر بر رویاندن بذر بارانک، مجله منابع طبیعی ایران. ۵۹(۱): ۱۰۳–۱۱۳.

۲ – اسکندری، س. و مظفری، و.، ۱۳۹۰. اثر شوری و مس بر برخی خصوصیات رشد و ترکیب شیمیائی دو رقم پسته، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۶(۶۰): ۱۹۹–۲۱۴.

۳ – اورعی، م.، طبا طبائی، س. ج.، فلاحی، ا. و ایمانی، ع.، ۱۳۸۸. اثر تنش شوری و پایه بر رشد، شدت فتوسنتز، غلظت عناصر غذائی و سدیم درخت بادام، نشریه علوم باغبانی،۲۳(۲):۱۴۰–۱۳۱.

۴– امامی، ع.، ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب، جلد اول، ۱۲۶ صفحه.

۵ – جهانبازی، ح. جلیلی، ع و طالبی، م.، ۱۳۸۱. بررسی اکوسیستم جنگلی استان چهارمحال و بختیاری، گزارش نهائی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری. ۸۰ صفحه.

۶ – جهانبازی گوجانی، ح. و شیرمردی، ح.، ۱۳۹۱. پهنه‌بندی زوال گونه‌های جنگلی و مرتعی استان چهارمحال و بختیاری.، طرح مطالعاتی و تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری. ۱۰۵ صفحه.

۷ – جلیل، م.، ۱۳۷۹. خشک شدن ۱۳ حلقه چاه تامین کننده آب آشامیدنی شهرستان لردگان، سایت اخبار روستا، www. Roostanews.ir.

۸ – صادقی، ح.، خاوری نژاد، ر.، فهیمی،ح.، فلاحیان، ف. و ایمانی پور، و.، ۱۳۸۶. تاثیر شوری کلریدسدیمی بر رشد و جذب عناصر معدنی در کاج تهران. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۸(۳): ۱۹۹–۲۱۲.

۹ – علیزاده، ز.، رضوی، خ.، ملبوبی، م. ع.، قناتی، ف.، کاشانی نیا، ع. و هدایتی ، و.، ۱۳۹۱. بررسی تاثیر سازگار کننده‌های معدنی و آلی مهم در تحمل به شوری گیاه هالوفیت آلوروپوس لگوپویدیس. مجله زیست شناسی ایران، ۲۵(۳): ۳۲۹–۳۳۹.

۱۰ – نوح پیشه، ز. و منوچهری کلانتری، خ.، ۱۳۹۰. اثرات کاربرد متقابل اسپرمیدین و تنش شوری در گیاه فلفل. مجله زیست شناسی ایران، ۲۴ (۶): ۸۴۸–۸۵۷.

۱۱ – یدالهی، ع.، ارزانی، ک و عبادی، ع.، ۱۳۸۸. شناسائی نشانگرهای مورفولوژیک مرتبط با مقاومت به خشکی در بادام (*prunus dulcis* Mill) ، مجله علوم باغبانی ایران، ۴۰(۱).

12-Cavagnaro, J. B., Ponce, M. T., Guzman, J. and Cirrincione, M. A., 2006, Argentinean of cultivars of Vitis vinifera grow better than European ones when cultured in vitro under salinity. Biocell, 30(1): 1-7.

13- Cushman, J. C., 2001. Osmoregolation in plants: lmplications for agriculture . American Zoologist, 41(4): 758-769.

14- Da Silva, E. C., odio Nogueira, R. J. M. C., de Ara´ujo, F. P., de Melo, N. F. and de Azevedo Neto, A. D., 2008. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. Environmental and Experimental Botany 63:147–157.

15- Dejampour, J., Aliasgarzad, N., Zeinalabedini, M., Rohani niya, M. and Majidi Hervan, E., 2012. Evaluation of salt tolerance in almond [*Prunus dulcis* (L.) Batsch] rootstocks. African Journal of Biotechnology,11(56):11907-11912.

16- Di martino, C., Sebastiano, D., Pizzuto, R., Loreto, F. and Fuggel, A., 1991. Free amino acid and glycine betaine in leaf osmoregulation of spinach responding to increasing salt stress. New phytologist, 158(3): 455-463.

17- El Nour, M., Khalil, A. A. M. and Abdelmajid, E., 2006. Effect of salinity on seed germination characteristics of five arid zone tree specie. University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences,14(1), 23-31.

18-Hardikar, S. A. and Pandey, A. N., 2011. Growth, water status and nutrient accumulation of seedlings of *Cassia fistula* L. in response to soil salinity. Anales de Biologia, 33: 1-11.

19- Hong-Bo, S., Zong Suo, L. and Ming-An, S., 2006. Osmotic regulation of 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes at soil water deficits. Colloids and surfaces B: Biointerfaces Journal, 47(2): 132-139.

20- Karimi, E., Abdolzadeh, A. and Sadeghipour, H. R., 2009. Increasing salt tolerance in Olive, *Olea europaea* L. plants by supplemental potassium nutrition involves changes in ion accumulation and anatomical attributes. International Journal of Plant Production, 3(4): 49-60.

21-Koca, H., Bor, M., Özdemir, F. and Turkan, I., 2007. The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. Enviromental and Experimental Botany, 60(3): 344-351.

22- Kozlowski, T. T., 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. Tree Physiology Monograph, 1:1-29.

23- Li, N., Chen, S., Zhou, X., Li, C., Shao, J., Wang,R., Fritz,E., Hu¨ttermann, A. and Polle, A., 2008. Effect of NaCl on photosynthesis, salt accumulation and ion compartmentation in two mangrove species, Kandelia candel and Bruguiera gymnorhiza. Aquatic Botany, 88: 303–310.

24- Mademba, F., Boucherea, U. R., 2003. Proline accumulation in cultivated citrus and its relationship with salt tolerance. Journal of Horticultural Scince and Biotechnology, 78(5): 617-623.

25-Malcolm, C. V., 1986. Production from salt affected soils. Reclam. Reveg. Res, 5, 343-361.

26-Munns, R., 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. Plant Cell Environment. 16: 15-24.

27-Najafian, S. H., Rahemi, M. and Tavallai, V., 2008. Effect of salinity on tolerance of two bitter almond rootstocks. American Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science, 3(2): 264-268.

28- Nasim, M., Qureshi, R. H., Aziz, T., Saqib, M., Nawaz, S., Sahi, S. T. and Pervaiz, S., 2007. Screening trees for salinity tolerance: A case-study with ten Eucalyptus species. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 44(3): 385-396.

29-Parida, A.K., Das, A.B., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 324-349.

30-Percival, G. C., 2005. Identification of foliar salt tolerance of woody perennials using chlorophyll fluorescence. Horticutural science, 40(6): 1892-1897.

31- Sadeghi, H., 2011. Differential response to salinity in two Iranian barley (Hordeum vulgare L.) cultivars. Romanian Agricultural Research, 28:57-64.

32- Sai Kachout, S., Ben Mansoura, A., Jaffel, K., Lecierc, J. C., Rejed, M. N. and Ouerghi, Z., 2009. The effect of salinity on the growth of the halophyte Atriplex hortensis (Chenopodia ceae). Appled Ecology and Environmental Research, 7(4): 319-332.

33- Shanker, A. K. and Venkateswarlu, B., 2011. Abiotic Stress in Plants – Mechanisms and Adaptations. Published by InTech. 428pp.

34- Schofield, N. J., 1990. Determining reforestation area and distribution for salinity control. Hydrolopcal Science, 35(1):1-19.

35-Sivritepe, N. and Eris, A., 1999. Determination of salt tolerance in some grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) under in vitro conditions. Turkish Journal of Biology, 23(4):473-485.

36- Soleimani, A. Zamani, Z., Talaei, A. R. and Naghavi, M. R., 2006. Molecular characterization of unknown potentially salt tolerant olive genotypes using RAPD markers. Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran.,17(2): 107-112.

37-Song, W.Y., Zhang, Z. B., Shao, H. B., Guo, X. L., Cao, H. X., Zhao, H. B., FU, Z. Y. and HU, X. J., 2008. Relationship between calcium decoding elements and plant abiotic-stress resistance. International Journal of Biological Sciences, 4(2): 116-125.

38- Suárez, N. and Medina, E ., 2008. Salinity effects on leaf ion composition and salt secretion rate in *Avicennia germinans* (L.) L. Journal of the Brazilian Society of Plant Physiology, 20(2):131-140.

39- Tester, M. and Davenport, R., 2003. Na tolerance and Na transport in higher plants. Annals of Botany, 91(5): 503-527.

40- Vijayan, K., 2009. Approaches for enhancing salt tolerance in mulberry (*Morus* L). Plant Omics Journal, 2(1):41-59.

41- Uygur, V. and Yetisir, H., 2006. Phosphorous uptake of gourds species and watermelon under different salt stress. Journal of Agronomy, 5(3): 466-470.

42- Dhanapackiam S. and Muhammad Ilyas M.H., 2010. Leaf area and ion contents of Sesbania grandiflora under NaCl and Na_2SO_4 salinity. Indian Journal of Science and Technology, 3(5): 561-563.

Effect of salinity stress on growth factors, proline, pigments and absorption of elements in shoot of four wild almond

Jahanbazy Goujani H.[1], Hosseini Nasr S. M.[1], Sagheb-Talebi Kh.[2] and Hojjati S.M.[1]

[1] Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, I.R. of Iran

[2] Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. of Iran

Abstract

Salinity is one of major environmental stresses that causes severe damage to crops and horticultural crops and also reduces plant biodiversity. Plantation of resistant species is one of the activities to cope with soil and water salinity. Therefore, the identification of salt tolerant species is inevitable. Site conditions of species can affect plant resistance against environmental stresses. Seeds of four species of wild almond (*Amygdalus scoparia, A. arabica, A. elaegnifolia, A. haussknechtii*) of three height classes were collected in Karebas site to determine the effect of altitude on the salinity tolerance of wild almond species. Factorial experiment in a completely randomized design with three replications (5 plants per replication) were chosen to determine the salinity tolerance of two-month almond seedlings under salt stress after irrigation with different concentrations of sodium chloride solution with five concentrations (control, 25, 50, 75 and 100 mmol). The results showed that vegetative plant, pigments and plant biomass decreased and accumulation of proline increased by increasing the salt concentration. *Amygdalus arabica* was the most resistant species to salinity among the four species. By increasing the altitude, biomass, growth rate and plant pigments have decreased and concentration of proline has increased. By increasing the salinity, the absorption of copper, zinc, iron, manganese, potassium have decreased and absorption of magnesium, sodium, chlorine, nitrogen, phosphorus, and calcium increased.

Key words: Proline, Nutrient elements, Sodium chloride, Altitude, Wild almond