نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۴۱۹-۴۱۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 2, Summer. 2015, p. 411-419

بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان پرولین هشت توده بومی شنبلیله (*Trigonella foenum - graecum* L.)

حسن فرهادی[۱]- مجید عزیزی[۲*]- سید حسین نعمتی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۰۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان پرولین هشت توده بومی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) و شناسایی بهترین توده‌ها آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به‌صورت گلدانی در فضای باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل هشت توده بومی شنبلیله (اصفهان، تبریز، همدان، ساری، چالوس، آمل، مشهد و یاسوج) و چهار سطح شوری (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و۱۸۰ میلی‌مولار) بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که از نظر ارتفاع بوته، تعداد انشعاب در بوته، تعداد گره، فاصله میانگره، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن تازه میوه، وزن خشک میوه و میزان پرولین بین تمام سطوح شوری اختلاف معنی‌دار وجود داشت و صفات مذکور در سطح شوری ۱۸۰ میلی‌مولار به‌ترتیب ۱۶/۷۲، ۳۰/۴۴، ۱۸/۲۲، ۴۹/۴۵، ۱۱/۹۵، ۱۳، ۴۸/۴۴، ۵۷/۹۰، ۵۹/۵۶ و ۵۴/۱۱ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان دادند. میزان پرولین در بالاترین سطح شوری نسبت به شاهد ۴۴/۵۷ درصد افزایش نشان داد. از نظر صفت عملکرد اندام رویشی بیشترین میزان از گروه شاهد (شوری صفر) به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، تنش شوری، توده بومی، شنبلیله، گیاه دارویی

مقدمه

امروزه گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی هستند که به‌صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن صنعتی مورد استفاده و بهره‌وری قرار می‌گیرند (۳۱). شوری خاک و آب از جمله عوامل تنش‌زای محیطی می‌باشد که علاوه بر اختلال و کاهش قابلیت جذب آب توسط ریشه‌ها، گیاهان را نیز از نظر تغذیه‌ای و فرآیندهای متابولیکی دچار مشکل می‌نماید (۲۹). قسمت عمده‌ای از زمین‌های شور در مناطقی وجود دارند که از انرژی خورشیدی فوق‌العاده‌ای بهره‌مند هستند و این انرژی توسط گیاهان قابل بهره‌برداری می‌باشد. بنابراین باید با برنامه‌ریزی دقیق، انتخاب یا اصلاح گیاهان متحمل به شوری، از چنین موقعیت مناسب استفاده بهینه نمود. علاوه بر این شناسایی محصولات و ارقام متحمل به شوری و میزان عملکرد آنها در اثر استفاده از آب‌های شور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در ایران، شوری یک مسئله فراگیر و محدودکننده تولید پایدار کشاورزی است به‌طوری‌که قسمت‌های زیادی از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، به‌ویژه فلات مرکزی، دشت‌های ساحلی جنوب و دشت خوزستان، مبتلا به سطوح مختلف شوری‌اند. برخلاف بزرگی و گستردگی مسئله شوری، تاکنون برنامه جامعی برای مهار آن صورت نگرفته است. در نیم قرن گذشته تحقیقات زیادی در زمینه شوری خاک اراضی کشاورزی کشور انجام شده است. نخستین بررسی‌ها از اواخر دهۀ ۱۳۳۰ خورشیدی توسط مؤسسه خاکشناسی ایران با همکاری سازمان خوار و بار جهانی در قالب یک پروژۀ حاصلخیزی خاک انجام شد (۱۷).

تنش شوری به‌عنوان اولین تنش شیمیایی که موجودات زنده در طول تکامل خود با آن مواجه شده‌اند (۳) و از مهمترین تنش‌های غیر زیستی، خصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آید. در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تورژسانس مناسب سلول‌ها و تخصیص بیشتر مواد سنتز شده جهت مقابله با تنش، کوتاه شدن دورۀ رشد گیاه و نیز مکانیسم‌های فرار از تنش همگی می‌توانند مانع از

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: azizi@um.ac.ir)
۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

توسعه عادی سلول‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه شوند (۲۲). در نتیجه تنش شوری، تنش‌های ثانویه نظیر تنش اکسیداتیو نیز ممکن است بروز کنند که در این حالت، تولید و تجمع رادیکال‌های فعال به اکسید شدن پروتئین‌ها و لیپیدها و در نتیجه مرگ سلول منجر می‌شود (۳۲).

یکی از روش‌های متابولیسمی بارز دیگر تجمع پرولین در واکنش به تنش اسمزی است (۱۱). که مکانیسم احتمالی افزایش تولید آن توسط پژوهشگران مشخص شده است (۲۳). در جریان تنظیم اسمزی افزایش غلظت پرولین فراوان‌ترین واکنشی است که ملاحظه می‌شود (۱۲). اگرچه پرولین در تمام اندام‌های گیاه در طی دوره تنش تجمع می‌یابد ولی سریع‌ترین و وسیع‌ترین انباشت را در برگ‌ها دارد، البته انباشت پرولین با کاهش پتانسیل آب برگ یا سلول آغاز می‌شود. غلظت پرولین آزاد در هر زمان از برگ‌های گیاه، تابعی از طول دوره قرار گرفتن گیاه در شرایط تنش، پتانسیل آبی برگ‌ها و مقدار انتقال یافته پرولین از برگ‌ها به اندام‌های دیگر می‌باشد. پرولین به سرعت تغییرات محیط آبی سلول را تنظیم می‌کند و از طریق تنظیم اسمزی از تلفات آب برگ‌ها جلوگیری می‌کند (۳۴).

در آزمایشی که به‌منظور بررسی تأثیر تنش شوری بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه مرزه (*Satureia hortensis* L.) انجام گرفت، نجفی و همکاران (۷) گزارش کردند که با افزایش شوری تمامی پارامترهای رشد کاهش پیدا کرد. همچنین، خراسانی‌نژاد و همکاران (۲۷) با بررسی تأثیر تنش شوری بر برخی خصوصیات رشدی نعنا نشان دادند که با افزایش شوری طول ساقه، طول ریشه، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، طول میانگره و بیوماس کل کاهش می‌یابد. صراحی نوبر و همکاران (۴) نیز در آزمایشی با بررسی تأثیر تنش شوری بر وزن تر و خشک و میزان پرولین چهار توده بومی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) در شرایط کشت بافت گزارش کردند که با افزایش غلظت نمک وزن تر و خشک هر چهار توده کاهش یافت در حالی‌که محتوای پرولین با افزایش شوری در تمامی توده‌ها افزایش یافت.

شنبلیله یکی از گیاهان دارویی است که در طب سنتی ایران و ملل مختلف سابقه مصرف دیرینه داشته و خواص درمانی چشمگیری برای آن ذکر شده است. بذر و قسمت‌های هوایی گیاه قرن‌ها به‌عنوان منبع ارزشمندی از پروتئین در تغذیه انسان و دام، همچنین در طب سنتی نیز به همان قدمت، برای درمان کورک، دیابت، سلولیتیس و سل مورد مصرف بوده است. شنبلیله گیاه علفی و یکساله است که ارتفاع آن به ۵۰ سانتی‌متر می‌رسد. ساقه آن به‌صورت منفرد غالباً خوابیده، با انشعابات کم، بدون کرک یا کرک‌های پراکنده است. برگ‌ها متناوب سه برگچه‌ای، بیضی شکل و دندانه‌دار بوده و برگچه‌ها از یک نقطه منشعب می‌شوند. گل‌ها به رنگ زرد روشن و گاهی بنفش مایل به سفید به قطر ۱/۸– ۰/۸ سانتی‌متر بوده و گرده‌افشانی توسط حشرات انجام می‌گیرد. میوه‌ها به‌صورت نیام، خمیده و به طول ۱۱– ۳ سانتی‌متر و محتوی ۲۰– ۵ دانه زاویه‌دار به طول ۶– ۴ میلی‌متر است. بذور تخم‌مرغی شکل سخت با بویی قوی و طعمی تلخ هستند که رنگ آنها از زرد حنایی تا قهوه‌ای تغییر می‌کند (۲).

با توجه به این‌که شنبلیله یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی خانواده بقولات[1] است و شوری آب و خاک در بیشتر مناطق باعث کاهش پتانسیل عملکرد این گیاه می‌شود در نتیجه تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات تنش شوری بر برخی صفات رشدی گیاه دارویی شنبلیله در شرایط آب و هوایی مشهد و تعیین متحمل‌ترین توده‌ها به شوری به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر رشد شنبلیله، بذرهای هشت توده بومی از این گیاه شامل (اصفهان، تبریز، همدان، ساری، چالوس، آمل، مشهد و یاسوج) برای کشت استفاده گردید. برای انجام این پژوهش، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار سطح شوری (صفر، ۶۰، ۱۲۰و ۱۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) که به‌ترتیب دارای هدایت الکتریکی معادل ۰/۷، ۲/۴۰، ۴/۴۷ و ۶/۴۰ دسی‌زیمنس بر متر بودند، با سه تکرار به‌صورت گلدانی در بهار ۱۳۹۲ در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد. لازم به ذکر است که سطوح شوری براساس آستانه تحمل گیاه شنبلیله به نمک کلرید سدیم انتخاب شدند (۳۶). سطوح شوری با استفاده از کلرورسدیم ۹۷ درصد اعمال گردید و تیمار شاهد با آب شهری مشهد آبیاری شد. خاک گلدان‌ها شامل ۳۰ درصد خاک زراعی (بافت خاک لوم رسی با pH معادل ۷/۶)، ۳۰ درصد ماسه، ۳۰ درصد خاک برگ و ۱۰ درصد کود دامی بود. بذرها درگلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۷ سانتی‌متر کشت شدند. تیمارهای شوری نیز برای جلوگیری از شوک اسمزی به‌تدریج از کمترین مقدار (۳۰ میلی‌مولار کلرور سدیم) شروع شده و غلظت‌های بیشتر به‌تدریج در طی چند روز (هر روز ۳۰ میلی‌مولار کلرور سدیم) به گلدان‌ها اضافه شد. جهت جلوگیری از تجمع نمک، گلدان‌ها هفته‌ای یکبار با آب فراوان آبشویی شدند. آبیاری بر حسب نیاز گیاه (یک روز در میان ۷۵۰ سی‌سی) و تغذیه گیاه با کودهای (N:P:K) از مرحله ۱۰ برگی هر دو هفته یک بار انجام شد. در طی فصل رشد یکسری صفات مورفولوژیک مانند تعداد انشعاب در بوته، تعداد گره و فاصله میانگره اندازه‌گیری شد. در تاریخ ۲۲ تیر گیاهان به آزمایشگاه منتقل شدند و صفات ارتفاع بوته، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه،

1- Fabaceae

وزن تازه میوه، وزن خشک میوه و میزان پرولین در برگ اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون و دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. مقدار پرولین با استفاده از روش رنگ‌سنجی (۱۲) اندازه‌گیری شد.

برای آنالیز داده‌ها از نرم افزار SAS و برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد. به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تغییرات ارتفاع بوته شنبلیله تحت تأثیر توده و شوری معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) شد، ولی در مورد اثر متقابل توده در شوری تفاوت معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) مشاهده نشد (جدول ۱). از بین توده‌های مورد مطالعه، توده‌های مشهد و چالوس با میانگین ۳۳/۴۷ و ۱۷/۱۶ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را نشان دادند (جدول ۲). در مقایسه بین سطوح مختلف شوری از لحاظ این صفت، سطوح صفر و ۶۰ میلی‌مولار بیشترین میانگین ارتفاع را به‌خود اختصاص دادند و از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۳). این اختلاف ناچیز و غیر معنی‌دار بین تیمارهای صفر و ۶۰ میلی‌مولار می‌تواند ناشی از خطای آزمایش باشد. به‌تدریج، با افزایش شوری، میزان این صفت کاهش یافت. به‌طوری‌که کمترین میانگین ارتفاع مربوط به شوری ۱۸۰ میلی‌مولار به میزان ۲۱/۱۶ سانتی‌متر بود. به‌عنوان مثال یزدی (۸) گزارش کرد که ارتفاع گیاه یکی از خصوصیات مورفولوژیکی است که شدیداً تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تورژسانس مناسب سلول‌ها و تخصیص بیشتر مواد سنتز شده جهت مقابله با تنش، کوتاه شدن دوره رشد گیاه و نیز مکانیزم‌های فرار از تنش همگی می‌توانند مانع از توسعه عادی سلول‌ها و درنتیجه کاهش ارتفاع گیاه شوند.

تعداد انشعاب در بوته

براساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) تعداد انشعاب در بوته تحت تأثیر توده و شوری معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) شد ولی در مورد اثر متقابل توده در شوری اختلاف معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) مشاهده نشد (جدول ۱). در این بررسی تعداد انشعاب در بوته در توده‌های شنبلیله اختلاف معنی‌دار نشان داد به‌طوری‌که توده‌های چالوس و تبریز با میانگین ۵/۱۲ و ۳/۸۳ به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین این صفت را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۲). با افزایش غلظت شوری یک روند کاهشی از نظر این صفت وجود داشت به‌طوری‌که تیمار شاهد با ۵/۴۲ و تیمار شوری غلظت ۱۸۰ میلی‌مولار با ۳/۷۷ به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد انشعاب در بوته را نشان دادند (جدول ۳). در مطالعات پیشین نیز کاهش ساقه‌های جانبی در سطوح بالای تنش شوری گزارش شده است (۳۵) تنش شوری همچنین سبب کاهش ارتفاع و ظهور سریع‌تر گل آذین و درنتیجه تولید کمتر شاخه‌های جانبی می‌گردد (۲۶).

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات تأثیر شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان پرولین هشت توده بومی شنبلیله

صفات	خطا	توده بومی (A)	شوری (B)	A×B
ارتفاع بوته	۲/۹۴	۳۰۳/۰۸**	۸۵/۲۴**	۳/۹۷^{ns}
تعداد انشعاب	۰/۱۷	۲/۲۲**	۱۱/۵۲**	۰/۰۴^{ns}
تعداد گره	۰/۲۷	۲/۳۲**	۶/۴۶**	۰/۰۰۴^{ns}
فاصله میانگره	۰/۰۱	۰/۰۹**	۰/۰۹**	۰/۰۰۰۷^{ns}
طول ریشه	۲/۸۷	۵۹/۶۷**	۲۹/۸۳**	۰/۳۲^{ns}
طول ساقه	۱/۲۶	۵۴۶/۸۶**	۳۸/۵۳**	۱/۲۵^{ns}
وزن خشک ریشه	۰/۰۳	۲۷/۲۰**	۱۲/۲۵**	۰/۵۳**
وزن خشک اندام هوایی	۰/۱۵	۱۴۳/۵۴**	۹۲/۲۰**	۲/۵۵**
وزن تازه میوه	۰/۰۳	۰/۳۷**	۱۸/۰۸**	۰/۰۰۵^{ns}
وزن خشک میوه	۰/۰۰۳	۰/۰۸**	۱/۰۱**	۰/۰۰۱^{ns}
پرولین	۱/۱۵	۳۸/۰۲**	۹۶/۸۱**	۰/۶۸^{ns}
درجه آزادی	۶۴	۷	۳	۲۱

* و **؛ به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱درصد و ۵ درصد و ns عدم معنی‌داری آماری را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مقایسه اثرات ساده توده‌های مختلف از نظر میانگین صفات مورفولوژیک و میزان پرولین در هشت توده بومی شنبلیله

توده بومی	اصفهان	تبریز	همدان	ساری	چالوس	آمل	مشهد	یاسوج
ارتفاع بوته (cm)	۲۵/۷۷	۲۱/۷۰d	۱۸/۴۴e	۲۴/۷۵bc	۱۷/۱۶e	۲۴/۹۵bc	۳۳/۴۷a	۲۳/۷۸c
تعداد انشعاب	۴/۷۶b	۳/۸۳e	۴/۰۹de	۴/۳۷cd	۵/۱۲a	۴/۵۶bc	۴/۸۹ab	۴/۲۳cd
تعداد گره	۶/۳۷a	۵/۷۰cd	۵/۳۷de	۶/۰۶a–c	۵/۲۵e	۶/۱۵ab	۶/۴۵a	۵/۹۱bc
فاصله میانگره (cm)	۱/۴۰ab	۱/۲۵d–f	۱/۲۱ef	۱/۳۱b–d	۱/۱۸f	۱/۳۶a–c	۱/۴۳a	۱/۲۹c–e
طول ریشه (cm)	۱۹/۰۹cd	۱۵/۳۲f	۲۱/۲۲ab	۲۰/۹۷ab	۱۷/۱۲e	۲۰/۲۵bc	۱۸/۸۳d	۲۱/۸۷a
طول ساقه (cm)	۱۸/۹۳b	۱۵/۳۵d	۱۵/۰۲d	۱۷/۵۲c	۱۱/۰۲e	۱۸/۸۵b	۲۳/۷۷a	۱۵/۸۷d
وزن خشک ریشه (g)	۲/۶۵c	۰/۸۰f	۱/۳۳e	۲/۲۵d	۴/۲۴b	۲/۵۵c	۴/۶۸a	۰/۵۴g
وزن خشک اندام هوایی (g)	۵/۴۲c	۲/۶۶g	۳/۱۵f	۴/۰۶e	۱۱/۹۳a	۴/۷۳d	۹/۹۵b	۲/۹۸fg
وزن تازه میوه (g)	۲/۲۵a–c	۱/۸۳f	۲/۰۵de	۲/۱۱cd	۲/۳۴ a	۲/۱۹b–d	۲/۲۸ab	۱/۹۵ef
وزن خشک میوه (g)	۰/۶۶bc	۰/۴۸e	۰/۵۵d	۰/۵۸d	۰/۷۲a	۰/۶۳c	۰/۶۸ab	۰/۵۴d
پرولین ($\mu mol\ gdw^{-1}$)	۸/۸۸c	۵/۹۸e	۷/۱۹d	۷/۲۳d	۱۱/۲۶a	۸/۳۶c	۱۰/۱۴b	۶/۸۹d

برمبنای آزمون LSD، در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۳- اثرات ساده غلظت‌های مختلف شوری بر میانگین صفات صفات مورفولوژیک و میزان پرولین در هشت توده بومی شنبلیله

غلظت شوری (mM)	۰	۶۰	۱۲۰	۱۸۰
ارتفاع بوته (cm)	۲۵/۴۱a	۲۴/۸۴a	۲۳/۶۰b	۲۱/۱۶c
تعداد انشعاب	۵/۴۲a	۴/۵۰b	۴/۲۳c	۳/۷۷c
تعداد گره	۶/۴۲a	۶/۲۰a	۵/۷۶b	۵/۲۵c
فاصله میانگره (cm)	۱/۸۲a	۱/۳۵b	۱/۱۳c	۰/۹۲d
طول ریشه (cm)	۲۰/۷۵a	۱۹/۶۷a	۱۸/۶۴b	۱۸/۲۷c
طول ساقه (cm)	۱۹/۵۳a	۱۹/۲۱a	۱۷/۴۳b	۱۶/۹۹b
وزن خشک ریشه (g)	۳/۲۲a	۲/۷۱b	۱/۹۳c	۱/۶۶d
وزن خشک اندام هوایی (g)	۷/۳۴a	۶/۹۷b	۵/۰۴c	۳/۰۹d
وزن تازه میوه (g)	۳/۲۴a	۲/۳۶b	۱/۵۹c	۱/۳۱d
وزن خشک میوه (g)	۰/۸۴a	۰/۷۱b	۰/۴۸c	۰/۴۰d
پرولین ($\mu mol\ gdw^{-1}$)	۵/۸۲d	۷/۵۷c	۹/۰۸b	۱۰/۵۰a

بر مبنای آزمون LSD، در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

تعداد گره در ساقه

در مورد صفت تعداد گره درساقه، اثرهای ساده توده و شوری در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد، ولی در مورد اثر متقابل توده در شوری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). توده مشهد با میانگین ۶/۴۵ بیشترین و توده چالوس با میانگین ۵/۲۵ کمترین تعداد گره را نشان دادند (جدول ۲). مقایسه بین سطوح مختلف شوری نیز نشان داد که با افزایش غلظت شوری، تعداد گره کاهش می‌یابد. بین سطح ۶۰ میلی‌مولار و صفر (شاهد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی مقایسه میانگین تعداد گره در غلظت‌های مختلف شوری (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار) نشان داد که با افزایش شوری این صفت کاهش می‌یابد. بیشترین کاهش تعداد گره در سطح شوری ۱۸۰ میلی‌مولار دیده شد به‌طوری‌که کاهش آن نسبت به شاهد ۱۸/۲۲ درصد بود (جدول ۳). خان و همکاران (۲۸) نشان دادند که تعداد گره‌های فعال و فعالیت نیترات ریداکتاز در ارقام یونجه[1] با افزایش شوری کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد. آنتراپر و دوبیس (۱۰) نشان دادند که تنش شوری باعث توقف رشد گیاه، کاهش فتوسنتز و کاهش گره‌زایی می‌شود.

فاصله میانگره

براساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) فاصله میانگره تحت تأثیر توده و شوری معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) شد ولی در مورد اثر متقابل توده در شوری اختلاف معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) مشاهده نشد. از بین توده‌های مورد مطالعه، توده مشهد با میانگین ۱/۴۳ (سانتی‌متر) بیشترین و توده چالوس با میانگین ۱/۱۸ (سانتی‌متر) کمترین فاصله

1- *Medicago sativa*

میانگره را نشان دادند. مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که با افزایش شوری، فاصله میانگره کاهش یافت به‌طوری‌که این صفت در آخرین سطح شوری (۱۸۰ میلی‌مولار) نسبت به شاهد (صفر میلی‌مولار) ۴۹/۴۵ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). طی آزمایشی اقبال و اشرف (۲۱) گزارش کردند که علت کاهش فاصله میانگره و تعداد انشعاب با افزایش شوری ممکن است به‌دلیل کاهش پتانسیل بالقوه گیاه و بسته شدن مسیر متابولیکی آن باشد که این نیرو جهت طویل شدن سلولی الزامی است.

طول ریشه

از نظر طول ریشه اندازه‌گیری‌ها حاکی از اختلاف معنی‌دار ($P\leq۰/۰۱$) بین توده‌ها و غلظت‌های مختلف شوری بود (جدول ۱) ولی اثر متقابل توده در شوری در مورد این صفت معنی‌دار ($P\leq۰/۰۱$) نگردید. توده‌های یاسوج و تبریز به‌ترتیب با میانگین ۲۱/۸۷ و ۱۵/۳۲ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار طول ریشه را نشان دادند (جدول ۲). بین سطح ۶۰ میلی‌مولار و صفر (شاهد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی با افزایش غلظت شوری یک روند کاهشی از نظر طول ریشه وجود داشت به‌طوری‌که تیمار شاهد با ۲۵/۷۵ سانتی‌متر و تیمار شوری غلظت ۱۸۰ میلی‌مولار با ۱۸/۲۷ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول ریشه را دارا بودند (جدول ۳). طول ریشه و شوری باهم رابطه عکس دارند، هرگونه اختلال در سیستم جذب و انتقال ریشه در اثر مسمومیت با یون سدیم سبب پاسخ ریشه با مکانیسم‌های اجتناب شده که در این صورت باید نمک در سیتوپلاسم در حد پایین نگاه داشته شود، که این عمل باعث عدم توسعه ریشه، چوب پنبه‌ای شدن و کاهش در رشد و طول آن می‌شود (۱۵).

طول ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که طول ساقه همانند طول ریشه تحت تأثیر توده و شوری معنی‌دار ($P\leq۰/۰۱$) شد ولی در مورد اثر متقابل توده در شوری تفاوت معنی‌داری ($P\leq۰/۰۱$) مشاهده نشد. طول ساقه با افزایش غلظت شوری در توده‌های مختلف با احتمال ($P\leq۰/۰۱$) به‌طور معنی‌دار کاهش پیدا کرد که بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب با میانگین ۳۳/۷۷ و ۱۱/۰۲ سانتی‌متر مربوط به توده‌های مشهد و چالوس بود (جدول ۲). بین سطح ۶۰ میلی‌مولار و صفر (شاهد) و ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی مقایسه میانگین طول ساقه در سطوح مختلف تیمار شوری (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار) نشان داد که با افزایش شوری طول ساقه همانند طول ریشه کاهش می‌یابد. بیشترین کاهش طول ساقه در سطح شوری ۱۸۰ میلی‌مولار دیده شد به‌طوری‌که کاهش آن نسبت به شاهد ۱۳ درصد بود (جدول ۳). کاهش رشد گیاهان در اثر شوری معمولاً به‌دلیل تأثیر شوری بر فتوسنتز و فرآیندهای جانبی آن می‌باشد که برحسب رقم و شرایط محیطی متفاوت است. به‌نظر می‌رسد کاهش طول ساقه در اثر شوری به‌دلیل کاهش فتوسنتز باشد (۱۶). در گیاهان زراعی امام و نیک نژاد (۱) و پوستینی و زهتاب سلمانی (۳۳) کاهش رشد در اثر شوری را در گیاهان تأیید کردند.

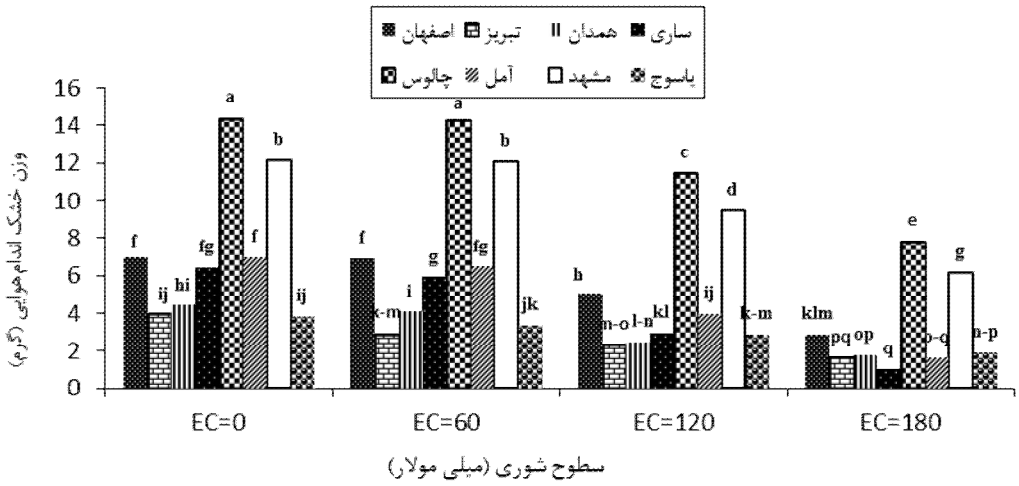
وزن خشک ریشه

اثرات ساده و متقابل کلیه تیمارها از نظر وزن خشک ریشه اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد (جدول ۱). در بررسی اثر متقابل توده و شوری در مورد وزن خشک ریشه نیز روندی مشابه وزن خشک ساقه مشاهده شد. میزان کاهش وزن خشک ریشه توده‌های بومی شنبلیله اصفهان، تبریز، همدان، ساری، چالوس، آمل، مشهد و یاسوج در سطح آخر شوری (۱۸۰ میلی‌مولار) نسبت به شاهد به‌ترتیب ۴۸، ۲۳/۲۹، ۶۱/۲۷، ۶۵/۴۷، ۴۸/۲۲، ۵۸/۹۰، ۴۶/۷۴ و ۶۲/۳۵ درصد بود (شکل ۲). همانطور که مشاهده می‌شود توده‌های ساری و تبریز به‌ترتیب بیشترین و کمترین کاهش را در آخرین سطح شوری نسبت به شاهد (صفر) از نظر این صفت نشان دادند. در این بررسی وزن خشک ریشه در توده‌های شنبلیله اختلاف معنی‌دار نشان داد. به‌طوری‌که وزن خشک ریشه توده مشهد با میانگین ۴/۶۸ (گرم در بوته) بیشترین میانگین صفت را به‌خود اختصاص داد، در حالی‌که کمترین میزان وزن خشک ریشه با میانگین ۲/۶۶ گرم در بوته در توده یاسوج تولید شد (جدول ۲). با افزایش غلظت شوری یک روند کاهشی از نظر وزن خشک ریشه وجود داشت به‌طوری‌که تیمار شاهد با میانگین ۳/۲۲ (گرم در بوته) و تیمار شوری غلظت ۱۸۰ میلی‌مولار با میانگین ۱/۶۶ (گرم در بوته) به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک ریشه را دارا بودند (جدول ۳). در آزمایشی علیزاده (۵) نیز گزارش کرد که غلظت زیاد نمک رشد ریشه را کند و یا متوقف نموده و تکامل گیاه را به تأخیر می‌اندازد. تأثیر بازدارنده نمک بر رشد و توسعه سیستم ریشه‌ای، باعث کاهش رشد و توسعه ریشه‌های موئین و نفوذ کمتر ریشه می‌گردد (۳ و ۶). نتایج پژوهشگران نیز نشان داده است که در گیاهان مختلف با افزایش شوری وزن خشک ریشه نسبت به گیاهان شاهد افت معنی‌داری نشان می‌دهد (۱۹).

وزن خشک اندام هوایی

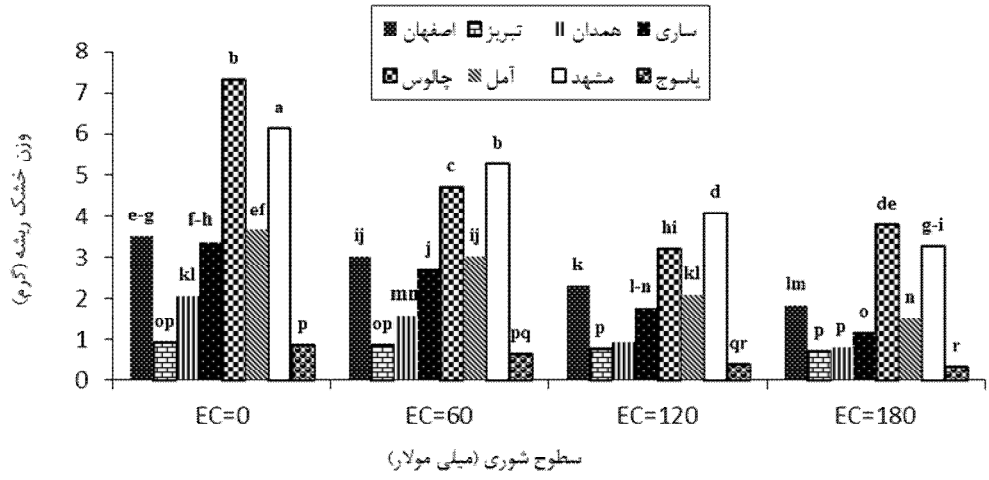
طبق نتایج تجزیه واریانس، تمامی اثرهای ساده و متقابل در مورد وزن خشک اندام هوایی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل توده با شوری نشان داد که بیشترین و کمترین میزان کاهش وزن خشک اندام هوایی در آخرین

سطح شوری (۱۸۰ میلی‌مولار) نسبت به شاهد (صفر میلی‌مولار) به‌ترتیب در توده‌های ساری و چالوس با میانگین ۴۵/۵۹ درصد و ۸۳/۷۲ درصد مشاهده شد (شکل ۱). توده چالوس با میانگین ۱۱/۹۳ (گرم در بوته) بیشترین میانگین صفت را به‌خود اختصاص داد، در حالی‌که کمترین میزان وزن خشک اندام هوایی در توده تبریز با میانگین ۲/۶۶ (گرم در بوته) مشاهده شد (جدول ۲). با توجه به جدول (۳) مشاهده شد، صفت وزن خشک اندام هوایی در سطح شاهد (صفر میلی‌مولار) بیشتر بوده است، در صورتی‌که با افزایش شوری این صفت کاهش پیدا کرد. در سطوح ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌دار از نظر وزن خشک اندام هوایی مشاهده شد. کاهش وزن خشک اندام هوایی گیاه در شرایط تنش شوری همراه با کاهش سطح برگ و فتوسنتز در این شرایط می‌باشد. این کاهش احتمالاً به‌علت اثرات زیانبار تنش شوری بر میزان رشد و کاهش سطح فتوسنتزکننده گیاه است که می‌تواند کل ماده خشک گیاه را کاهش دهد. در ضمن بخشی از مواد تولید شده جهت تأمین شرایط اسمزی مورد نیاز گیاه استفاده می‌شود. کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی گیاهان در محیط شور در سایر مطالعات نیز گزارش شده است (۹).



شکل ۱- بررسی اثر متقابل توده و شوری بر وزن خشک اندام هوایی در هشت توده بومی شنبلیله

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۲- بررسی اثر متقابل توده و شوری بر وزن خشک ریشه در هشت توده بومی شنبلیله

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

وزن تازه میوه

در این تحقیق، اختلاف بین توده‌ها و غلظت‌های مختلف شوری از نظر وزن تازه میوه ($P\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود ولی اثر متقابل توده و شوری بر روی این صفت معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد توده چالوس با ۲/۳۴ (گرم در بوته) و توده تبریز با ۱/۸۳ (گرم در بوته) به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن تازه میوه را دارا بودند. (جدول ۲). مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری نشان داد، تیمار شاهد نسبت به سایر سطوح شوری بیشترین وزن تازه میوه را دارد و اختلاف آن با سطوح ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار معنی‌دار بود. در بین چهار سطح شوری بعد از تیمار شاهد بیشترین مقدار وزن تازه میوه ۲/۳۶ (گرم در بوته) متعلق به سطح ۶۰ میلی‌مولار و کمترین میزان این صفت با ۱/۳۱ (گرم در بوته) به سطح آخر شوری (۱۸۰ میلی‌مولار) اختصاص داشت (جدول ۳). کایا و همکاران (۲۵) نیز گزارش کردند که در شرایط شوری وزن تر میوه کاهش می‌یابد.

وزن خشک میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که وزن خشک میوه همانند وزن تازه میوه تحت تأثیر توده و شوری معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) شد ولی در مورد اثر متقابل توده در شوری تفاوت معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) مشاهده نشد. وزن خشک میوه با افزایش غلظت شوری در توده‌های مختلف با احتمال ($P\leq ۰/۰۱$) به‌طور معنی‌دار کاهش پیدا کرد که بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب با میانگین ۰/۷۲ (گرم در بوته) و ۰/۴۸ (گرم در بوته) مربوط به توده‌های چالوس و تبریز بود (جدول ۲). بین تمام سطوح شوری اختلاف معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) مشاهده شد و میانگین وزن خشک میوه در سطوح مختلف شوری (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار) نشان داد که با افزایش شوری وزن خشک میوه همانند وزن تازه میوه کاهش می‌یابد. بیشترین کاهش این صفت در سطح شوری ۱۸۰ میلی‌مولار دیده شد به‌طوری‌که کاهش آن نسبت به شاهد ۵۲/۶۵ درصد بود (جدول ۳). کایا و همکاران (۲۴) دریافتند که شوری باعث کاهش وزن خشک در میوه گیاه می‌شود.

پرولین

در این آزمایش، اختلاف بین توده‌ها و غلظت‌های مختلف شوری از نظر میزان پرولین در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی در مورد اثر متقابل توده و شوری بر روی این صفت تفاوت معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) مشاهده نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد توده چالوس با میانگین ۱۱/۲۶ ($\mu mol\ gdw^{-1}$) و توده تبریز با میانگین ۷/۱۹ ($\mu mol\ gdw^{-1}$) به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان پرولین را در بین سایر توده‌ها دارا می‌باشند. (جدول ۲). افزایش شوری باعث افزایش انباشت پرولین شد به‌طوری‌که سطح آخر شوری (۱۸۰ میلی‌مولار) نسبت به تمام سطوح شوری بیشترین میزان پرولین را داشته است و اختلاف آن با سطوح صفر، ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار معنی‌دار بود. در بین چهار سطح شوری بعد از تیمار شاهد کمترین میزان پرولین ۷/۵۷ ($\mu mol\ gdw^{-1}$) متعلق به سطح ۶۰ میلی‌مولار بود و بیشترین میزان این صفت با ۱۰/۵۰ ($\mu mol\ gdw^{-1}$) به سطح آخر شوری (۱۸۰ میلی‌مولار) اختصاص داشت (جدول ۳). اشرف و همکاران (۱۳) نقش پرولین را در تحمل به شوری (*Ammi majus* L.) در بخش‌های مختلف این گیاه نشان دادند و سایر محققین نیز این اثر را تأیید نمودند (۱۸ و ۳۰). افزایش پرولین در گیاهان دارویی تحت تنش شوری در زیره سیاه[1] (۲۰)، انیسون[2] و گشنیز[3] (۳۷) گزارش شده است.

همبستگی صفات مورد بررسی

ضرایب همبستگی نشان‌دهنده میزان تغییرات مشترک دو صفت می‌باشد. ضرایب همبستگی ساده صفات مورد ارزیابی در جدول ۴ درج شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود وزن خشک میوه بیشترین همبستگی مثبت را با وزن تازه میوه (۹۲ درصد) داشت. همچنین بین وزن خشک اندام هوایی با وزن خشک ریشه همبستگی مثبت و معنی‌دار (۹۰ درصد) مشاهده شد. وزن خشک اندام هوایی با صفات طول ریشه، طول ساقه و ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. به‌نظر می‌رسد صفات طول ریشه، طول ساقه و ارتفاع بوته بیشتر تحت تأثیر توده و همبستگی زیادی با وزن خشک اندام هوایی ندارند.

نتیجه‌گیری

با بررسی کلیه صفات اندازه‌گیری شده می‌توان نتیجه گرفت که سطوح مختلف شوری آثار منفی معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) بر ارتفاع بوته، تعداد انشعاب در بوته، تعداد گره، فاصله میانگره، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن تازه میوه و وزن خشک میوه شنبلیله دارد و توده‌های اصفهان، مشهد و چالوس به‌واسطه مقادیر بالا در اکثر این صفات به‌عنوان توده‌های متحمل به شوری ارزیابی شدند.

1- *Bunium persicum*
2- *Pimpinella anisum*
3- *Coriandrum sativum*

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیک و میزان پرولین در هشت توده بومی شنبلیله

صفات	۱ ارتفاع بوته	۲ تعداد انشعاب	۳ تعداد گره	٤ فاصله میانگره	٥ طول ریشه	٦ طول ساقه	۷ وزن خشک ریشه	۸ وزن خشک اندام هوایی	۹ وزن تازه میوه	۱۰ وزن خشک میوه	۱۱ پرولین
۱	۱										
۲	۰/۱۳ ns	۱									
۳	۰/۱۴ ns	۰/۷۲**	۱								
۴	۰/۲۴**	۰/۷۴**	۰/۵۹**	۱							
۵	۰/۵۸**	۰/۲۴**	۰/۲۴**	۰/۲۹**	۱						
۶	۰/۸۵**	۰/۰۳ ns	۰/۰۶ ns	۰/۱۳	۰/۴۰**	۱					
۷	۰/۰۳ ns	۰/۶۶**	۰/۶۶**	۰/۴۹**	-۰/۰۳ ns	۰/۰۱ ns	۱				
۸	-۰/۰۹ ns	۰/۶۷**	۰/۶۷**	۰/۴۸**	-۰/۰۸ ns	-۰/۱۶ ns	۰/۹۰**	۱			
۹	۰/۲۳**	۰/۷۹**	۰/۶۱**	۰/۹۱**	۰/۳۶**	۰/۱۴ ns	۰/۵۳**	۰/۵۴**	۱		
۱۰	۰/۱۹*	۰/۷۸**	۰/۷۶**	۰/۸۸**	۰/۲۹**	۰/۰۸ ns	۰/۶۷**	۰/۶۸**	۰/۹۲**	۱	
۱۱	-۰/۳۸**	-۰/۱۹ ns	-۰/۰۰۳ ns	-۰/۵۳	-۰/۳۲**	-۰/۳۱**	۰/۲۷**	۰/۲۳*	-۰/۵۲**	-۰/۳۲**	۱

* و **؛ به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱درصد و ۵ درصد و ns عدم معنی‌داری آماری را نشان می‌دهد.

توده‌های تبریز، همدان و یاسوج نیز به‌دلیل داشتن عکس‌العمل نسبتاً ضعیف در برابر شوری، به‌عنوان توده‌های حساس به شوری و توده‌های آمل و ساری به‌عنوان توده‌های نیمه‌حساس به شوری ارزیابی شدند. اثر متقابل توده و شوری در مورد وزن خشک اندام هوایی تا سطح ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم نشان داد که در بیشتر توده‌ها تحمل نسبی به شوری مشاهده می‌شود ولی از سطح ۶۰ میلی‌مولار به بالا در تمامی توده‌ها کاهش معنی‌داری در مورد این صفت نسبت به شاهد مشاهده شد. در بررسی اثر متقابل توده و شوری در مورد وزن خشک ریشه کاهش معنی‌داری در تمامی سطوح شوری در بیشتر توده‌ها مشاهده شد. در رابطه با اثرات ساده شوری در سطح دوم شوری (۶۰ میلی‌مولار)، در تمام صفات مورد بررسی به‌جز ارتفاع بوته، تعداد گره، طول ریشه و ساقه روند معنی‌داری مشاهده شد و با افزایش غلظت نمک کلرید سدیم اثرات منفی معنی‌داری در سطح آخر شوری (۱۸۰ میلی‌مولار) نسبت به شاهد (صفر میلی‌مولار) در تمام صفات مورد بررسی به‌جز پرولین مشاهده گردید.

منابع

۱- امام، ی. و م. نیک نژاد. ۱۳۵۲. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی گیاهان زراعی. مرکز نشر، انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۶ صفحه

۲- امید بیگی، ر. ۱۳۸۳. تولید و فرآوری گیاهان دارویی، ج ۳، چاپ سوم. انتشارات آستان قدس رضوی. ۲۷۵ صفحه.

۳- حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. ۱۵۳ صفحه.

۴- صراحی نوبر، م.، و. نیکنام، و ب. مرادی. ۱۳۸۹. اثر تنش شوری بر محتوای پروتئین، رنگیزه‌ها، قندها و ترکیبات فنلی در کشت بافت چند گونه از شنبلیله‌های ایران. مجله علوم دانشگاه تهران ۳۶ (۲): ۵۹-۵۳.

۵- علیزاده، ا. ۱۳۸۶. روابط آب و خاک در گیاه. انتشارات امام رضا. مشهد. ۷۹۵ صفحه.

۶- گالشی، س. ۱۳۸۰. تأثیر تنش شوری بر کارائی تثبیت بیولوژیکی ازت در یونجه (*Medicago sativa*) مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱ (۲): ۱۲-۳.

۷- نجفی، ح و م. میرمعصومی. ۱۳۷۸. بررسی عکس العمل‌های فیزیولوژیکی سویا در شرایط تنش شوری. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱: ۳۴-۳۹.

۸- یزدی، م. ۱۳۸۳. ارزیابی تحمل به شوری ارقام گلرنگ با استفاده از آب شور. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد.

9- Amin, I. S. and M. A. A. wahab. 1998. Effect of chemical fertilization on (*Cuminum Cyminum* L). Plant under North Sinai conditions. Desert institute Bulletin 48 (1):1-19.

10- Anthraper, A. and J. D. Dubois. 2003. The effect of NaCl on growth, N2 fixation acetylene reduction and

percentage of total nitrogen in (*Leucaena leucocephala*) (*Leguminosae*). Var. K. 81. Journal of Botany 90 (5): 683-692.
11- Arshi, A., M. Z. Abdin, and M. Iqbal. 2002. Growth and metabolism of senna as affected by salt stress. Biologica Plantarum 45: 295-298.
12- Aspinall, D. and L. G. Paleg. 1981. Phsiology and biochemistry of drought and salinity resistances in plant. American Press. New York. PP. 386.
13- Asraf, M., N. Mukhtar, S. Rehman, and E. S. RHA. 2004. Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). Photosynthetica 42 (4): 543-550.
14- Bates, L. S., R. P. Waldern, and D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.
15- Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. (CRC Press: Boca Raton, FL).
16- Bohnert, H. J. and R. G. Jensen. 1996. Metabolic engineering for increased salt tolerance the next step. Aust. Plant Physiology 59: 661-667.
17- FAO. 1972. Soil Institute and associated pilot development project: water management and soil reclamation. Technical Report 3, FAO, Rome, 70 p.
18- Gadallah, M. A. A. 1999. Effects of proline and glycinebetaine on *Vicia faba* responses to salt stress. Biologia Plantarum 42: 249-257.
19- Grieve, C. M., S. M. Lesch, L. E. Francoise, and E.V. Mass. 1992. Analysis of main spike yield components in salt stressed wheat. Crop Science 32 (3): 697-703.
20- Hajar, A. S., M. A. Zidan, and H. S. AlZahrani. 1996. Effect of salinity stress on the germination, growth and some physiological activities of black cumin (*Nigella sativa* L.). Arab Gulf Journal of Scientific Research 14: 445-454.
21- Iqbal, M., and M. Ashraf. 2005. Changes in growth photosynthetic activity and ionic relations in spring wheat. Plant Growth Regulators 60: 41-52.
22- Jose, A. I. 2002. Package of Practices Recommendations: Crops. 12th Edition. Kerala Agricultural University, Trichur, Kerala, India. 278p.
23- Kandpal, R. P., and N. A. Rao. 1982. Water stress induced alternations in the properties of ornithine aminotransferase from ragi (*Eleusine coracanal*) leaves. International Journal of Biochemistry 5: 297-302.
24- Kaya, C., H. Kirnak, and D. Higgs. 2001. Enhancement of growth potassium and phosphprus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. Journal of Plant Nutrition 24: 357-367.
25- Kaya, C., H. Kirnak, D. Higgs, and K. Saltali. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth at fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. Scientia Horticulturae 93: 65-74.
26- Khan, A. N., R. H. Qurashi, N. Ahmad, and A. Rashid. 1995. Response of cotton cultivars to salinity at various growth development stages. Sarhad Journal of Agriculture 11: 729-31.
27- Khorasaninejad, S., A. Mousavi, H. Soltanloo, Kh. Hemmati, and A. Khalighi. 2010. The Effect of Salinity Stress on Growth Parameters, Essential oil Yield and Constituent of eppermint (*Mentha piperita* L). World Applied Sciences Journal 11 (11): 1403-1407.
28- Khan, M. G., M. Silberbush, and S. H. Lips. 1998. Response of alfalfa to potassium, calcium and nitrogen under stress induced by sodium chloride. Biologica Plantarum 40: 251-259.
29- Levitt, J. 1980. Salt and ion stresses in: Responses of plant to environmental stress. Academic Press, INC.
30- Mansour, M. M. F. 1998. Protection of plasma membrane of onion epidermal cells by glycinebetaine and proline against NaCl stress. Plant Physiology and Biochemistry 36: 767-772.
31- Mollafilabi, A. 2000. Production seed technology and thick propagation of medicinal plants. Centre for Scientific and Industrial Research Organization, Khorasan, Iran.
32- Molassiotis, A., T. Sotiropoulos, G. Tanou, G. Diamantidis, and I. Therios. 2006. Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple ootstock EM9 (*Malus domestica Borkh*). Environmental and Experimental Botany 56 (1): 54-62.
33- Postini, K., and S. Zahtab Salmani. 1977. The effect of salinity on production and dry matter remobilization of two wheat cultivars. Iranian Journal of Agricultural Sciences 29: 16-11.
34- Rajagopal, V., V. Balasubramanian, and K. Sinha. 1997. Diurnal fluctuations in relative water cntent nitrate reductase and proline content in water stressed and non stressed wheat. Plant Physiology 40: 69-71.
35- Salehi, M., M. Kafi, and A. Kiani. 2009. Growth analysis of kochia (*Kochia scoparia* L.) schrad irrigated with saline water in summer cropping. Pakistan Journal of Botany 41: 1861-1870.
36- Stepien, P., and N. G. Johnson. 2009. Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte arabidopsis and the halophyte thellungiella: Role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink. Plant Physiology 149: 1154-1165.
37- Udagawa, Y., T. Ito, F. Tognoni, A. Nukaya, and T. Maruo. 1995. Some responses of dill (*Anethum graveolens*) and thyme (*Thymus vulgaris* L), grown in hydroponics to the concentration of nutrient solution. Acta Horticulturae 396: 203-210.
38- Zhu, J. K. 2001. Plant salt tolerance. TRENDS in plant Science 6 (2): 66-71.