

اثر تنش شوری و زمان برداشت بر خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه مورد (*Myrtus communis*)

زینب وفادار^۱، مهدی رحیم ملک^{۱*}، محمد رضا سبزیعلیان^۱ و علی نیکبخت^۲

^۱گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱، اصفهان، ایران

^۲گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۲۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۰۹/۲۴)

چکیده

گیاه مورد با نام علمی *Myrtus communis* یک گونه دیپلوئید از خانواده میرتاسه (*Myrtaceae*) بوده و از جمله گیاهان مهم دارویی و زینتی محسوب می‌شود. مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر سطوح مختلف تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه مورد انجام گرفت. این آزمایش در قالب یک آزمایش اسپلیت پلات در زمان بر پایه بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار و در چهار سطح شوری سه زمان برداشت (اوایل بهار، اوایل تابستان و اوایل پاییز) انجام شد. با توجه به نتایج مورفولوژیک بدست آمده در هر سه زمان برداشت، تمامی صفات اندازه‌گیری شده به جز تعداد شاخه فرعی و گلدهی در گیاه مورد تحت تنش شوری کاهش پیدا کرد. بیشترین میانگین طول برگ (۱/۶۹ سانتی متر) مربوط به تیمار شاهد در زمان برداشت تابستان و کمترین میانگین در سطح بالای تنش (۱/۲۸ سانتی متر) بود که در زمان برداشت پاییز مشاهده گردید. در بین صفات فیزیولوژیک نیز کلروفیل و محتوای رطوبت نسبی برگ گیاه مورد تحت تنش شوری کاهش و میزان پرولین و کاروتنوئید (در زمان برداشت بهار و تابستان) افزایش یافت. در زمان برداشت اول، دوم و سوم به ترتیب ۲۷/۹۶٪، ۴۰/۹۸٪ و ۵۱/۷۴٪ افزایش پرولین در تیمار سطح ۶ دسی زیمنس نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید. بیشترین میانگین کاروتنوئید در زمان برداشت تابستان با ۶/۷۴ میلی گرم بر گرم برگ و کمترین میانگین با ۲/۵۰ در پاییز مشاهده شد. طور کلی، به منظور دستیابی به بالاترین عملکرد گیاه مورد تحت تنش شوری، زمان برداشت بهار و تابستان به عنوان بهترین مرحله برداشت و با سطح تنش شوری حداکثر چهار دسی زیمنس معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، زمان برداشت، فیزیولوژیک، مورد، مورفولوژی

مقدمه

در درمان انسان با گیاه دارد به این ترکیبات خاص که نقش مؤثری در بهبود، درمان یا پیشگیری از بیماری‌ها داشته باشند ماده مؤثره گفته می‌شود (امیدبیگی، ۱۳۷۹).
با توجه به اهمیت گیاهان دارویی، امروزه پژوهش‌های بسیاری از محققان علوم گیاهی معطوف به جنبه‌های مختلف کاربردی

ایران دارای منابع با ارزشی از گیاهان دارویی و زینتی می‌باشد. گیاهان دارویی به آن گروه از گیاهانی گفته می‌شود که در جهت مصارف پزشکی، درمانی و داروسازی برای پیشگیری قرار بگیرند. وجود ترکیبات ثانویه در این گیاهان نقش مهمی

*نویسنده مسؤول، نشانی پست الکترونیکی: mrahimmalek@cc.iut.ac.ir

یک آزمایش گلخانه‌ای، اثر تنش شوری روی رشد و میزان انباشت یون‌ها در گیاه دارویی زنیان مطالعه شد. نتایج نشان داد که افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی‌داری در وزن تر و خشک ریشه و ساقه، میزان کلسیم و پتاسیم و افزایش میزان سدیم در اندام هوایی و ریشه گردید (Ashraf et al., 2004).

در مطالعه‌ای دیگر اثر تنش شوری بر برخی پارامترهای فیزیولوژیک گیاه مرزه بررسی شد (Najafi et al., 2010). نجفی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که با افزایش شوری، پارامترهای رشد و سرعت فتوسنتز کاهش پیدا می‌کند و مقدار کاهش رشد گیاه در شرایط شوری بسته به نوع نمک، غلظت نمک، مرحله فیزیولوژیکی گیاه، مدت زمانی که در معرض شوری قرار می‌گیرد و همچنین گونه گیاهی مورد مطالعه متفاوت است.

طی مطالعه‌ای Antolin و همکاران (۱۹۹۳)، گزارش کردند که تجمع قندهای محلول واکنش سریعی نسبت به تغییرات میزان محتوای نسبی آب و پتانسیل آب برگها می‌باشد. در پی پژوهشی، Kaya و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که شوری رشد رویشی و زایشی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شوری موجب کاهش وزن خشک و عملکرد گیاه می‌شود (باقری و حیدری شریف آباد، ۱۳۸۸). در یک آزمایش گلخانه‌ای، Ashraf و همکاران (۲۰۰۴) اثر تنش شوری روی رشد و میزان انباشت یون‌ها در گیاه دارویی زنیان مطالعه کردند. در مطالعه‌ای دیگر نبی‌زاده (۱۳۸۱)، افزایش میزان تنظیم‌کننده‌های اسمزی مثل پرولین را در زیره سبز در شرایط تنش شوری گزارش کرد.

مطالعه بر اساس هدف بررسی اثر تنش شوری و زمان برداشت بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه مورد به منظور دستیابی به بالاترین عملکرد گیاه تحت تنش شوری و زمان برداشت مناسب انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت. مواد گیاهی مورد مطالعه در این آزمایش شامل یک ژنوتیپ گیاه مورد از توده محلی دزفول بود. این

این گیاهان شده است. گیاهان در خلال دوره‌های رشد و نمو خود ممکن است با تنش روبرو شوند. تنش‌های آبی و شوری یکی از مشکلات تولید فرآورده‌های کشاورزی در بسیاری از نقاط دنیا است. به‌نژادی ارقام مقاوم به شوری، یکی از مهمترین روش‌های موثر در بهره‌برداری از خاک و آب شور به منظور افزایش عملکرد محسوب می‌شود (Mirmohammady, 2002).

اگرچه میزان رشد و نمو و همچنین سن بافت (Benhamou, 1996) بر روی کمیت و کیفیت مواد موثر گیاهان دارویی تأثیرگذار می‌باشد، لیکن عوامل محیطی مانند سرما، گرما، میزان رطوبت نسبی و غیره نیز بر روی میزان این ترکیبات تأثیر دارد. از سویی دیگر زمان برداشت گیاهان دارویی بر میزان ماده مؤثره تأثیر گذار می‌باشد و در نهایت باعث افزایش کیفیت، کمیت و بالا رفتن عملکرد آن می‌شود. لذا بررسی زمان برداشت بر روی ترکیبات ماده‌ی مؤثره گیاهان دارویی حائز اهمیت است.

گیاه مورد با نام علمی *Myrtus communis* L. گیاهی است درختچه‌ای، همیشه سبز و از خانواده میرتاسه (*Myrtaceae*)، که گل‌های این گیاه سفید و معطر می‌باشد و در رده دولپه‌ای قرار دارد (زرگری، ۱۳۷۰). محل رویش آن در اروپای جنوبی و آسیا، بخصوص ایران و در دامنه‌های رشته کوه‌های زاگرس است. پراکندگی جغرافیایی این گونه در ایران نسبتاً وسیع بوده و اغلب در استان‌های گرمسیری جنوب و مرکز ایران رشد می‌کند. علاوه بر ایران، در افغانستان، پاکستان و مناطق مدیترانه‌ای و خاورمیانه نیز می‌روید (Bruna et al., 2007). گیاه مورد از قدیم‌الایام مورد شناسایی ایرانیان بوده و از آن به عنوان ماده ضد عفونی‌کننده، قابض، ضد التهاب، ضد درد، ضد ویروس و ضد باکتری استفاده شده و داروهای متعددی از اسانس و عصاره‌ی آن تهیه می‌شود. این گیاه در فارسی به نام های مورد و مورت شناخته می‌شود و نام انگلیسی آن Myrtle می‌باشد.

بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژیک گیاهان دارویی در مطالعات پیشین آمده است. در

جدول ۱- مشخصات خاک مورد استفاده

اندازه گیری شده در پایان آزمایش EC(dS/m)					خصوصیات خاک اندازه گیری شده قبل از آزمایش				
بافت	مواد آلی (درصد)	شن (درصد)	رس (درصد)	اسیدیته	EC (dS/m)	تیما [*] ر	سطح کم	سطح متوسط	سطح شدید
لوم-شنی	۰/۷	۱۴٪	۶۴٪	۷/۹	۲/۴	شاهد	تنش	تنش	تنش
						۳/۱	۴/۸	۶	۸/۵

* منظور از سطوح کم، متوسط و شدید تنش شوری به ترتیب، همان غلظت‌های ۰.۲، ۰.۴ و ۰.۶ دسی زیمنس می‌باشد.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در زمان (پلات اصلی تنش شوری و پلات فرعی زمان برداشت) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و در چهار سطح شوری و سه زمان برداشت اوایل بهار (۲۰ فروردین ماه)، اوایل تابستان (۱۴ تیر ماه) و اوایل پائیز (۱ مهرماه) انجام شد به منظور انجام این پژوهش ۴۸ عدد قلمه‌های ریشه دار شده یک اندازه از شرکت باریج اسانس تحویل گرفته شد و ۲۵ بهمن ماه در گلدانهای پلاستیکی بزرگ ۱۷ لیتری که درون خاک قرار گرفته بودند مستقر شدند. اندازه‌گیری شاخص‌های مورد نظر نیز در آزمایشگاه‌های گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی این دانشگاه صورت پذیرفت. شوری خاک علاوه بر این که قبل از شروع آزمایش سنجیده شد، پس از اتمام انجام آزمایش نیز توسط EC متر اندازه‌گیری گردید و همراه با مشخصات خاک زراعی استفاده شده در گلدان‌ها در جدول (۱) آورده شده است. در هر سه زمان برداشت از قسمت برگ‌های گیاه استفاده گردید. تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش شامل شاهد (آب شهر) و شوری به غلظت ۰.۲، ۰.۴ و ۰.۶ دسی زیمنس بر متر بود. برای تهیه تیمارهای شوری از نمک کلرید سدیم با درجه خلوص ۹۹/۹ درصد استفاده شد. طول اعمال تنش برای هر زمان برداشت ۳۰ روز ادامه داشت و در انتهای هر برداشت، دو هفته آبیاری (آبیاری با آب شهر) برای گیاه صورت گرفت. تمامی شاخص‌های اندازه‌گیری شده در سه زمان برداشت و پس از اعمال تنش شوری صورت گرفت. شاخص‌های مورفولوژیک اندازه‌گیری شده شامل؛ ارتفاع گیاه، طول برگ، عرض برگ، تعداد شاخه فرعی، روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا ۱۰۰ درصد گلدهی بود. شاخص‌های فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده نیز شامل محتوای نسبی آب

برگ، پرولین، کاروتنوئید و کلروفیل بود.

اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC): برای تعیین محتوای نسبی آب برگ طبق روش ریتیچی (Ritchie and Nguyen, 1990). ۲/ گرم برگ از گیاهان چیده شد و سریعاً در یخ قرار داده شد و بعد از انتقال به آزمایشگاه برگها توزین شد و درون لوله‌های آزمایش قرار گرفت و درون لوله‌ها را با آب مقطر پر شده و بلافاصله با کیسه‌های پلاستیکی مشکی پوشانده شد و پس از مدت ۲۴ ساعت وزن تورژسانس برگ اندازه‌گیری شد و سپس برگ‌ها درون پاکت‌های کاغذی قرار گرفته و به منظور اندازه‌گیری وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در آن با دمای ۷۵-۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند، پس از طی ۴۸ ساعت برگ‌های فوق به منظور وزن خشک دوباره توزین شدند. محتوای نسبی آب از طریق رابطه زیر بدست آمد:

$$\text{محتوای نسبی برگ (\%)} = \left[\frac{\text{وزن تر} - \text{وزن خشک}}{\text{وزن خشک}} \right] \times 100$$

اندازه‌گیری غلظت کاروتنوئیدها، کلروفیل و پرولین: اندازه‌گیری میزان کلروفیل‌های a, b و کل و همچنین کاروتنوئیدها، در هر سه زمان برداشت و سه هفته بعد از اتمام دوره اعمال تنش از قسمت برگ گیاه به روش آرنون انجام گرفت (Arnon, 1949). بدین منظور از هر گلدان به میزان ۱ گرم نمونه برگی جوان برداشت گردید و سپس در هاون چینی قرار داده شد و با ازت مایع پودر گردید، سپس ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰٪ به نمونه اضافه گردید تا کلروفیل حل شود و سپس قرائت جذب نوری در طول موجهای (به ترتیب ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر) صورت گرفت.

سپس میزان کلروفیل از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

معنی داری برای اکثر صفات مورد مطالعه بین تیمارهای شوری، نظیر ارتفاع گیاه، طول برگ، عرض برگ در سطح یک درصد مشاهده شد. در حالیکه برای صفات شاخه فرعی و روز تا ۵۰ درصد گلدهی اختلاف معنی داری مشاهده نشد. نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نیز نشان دادند که صفات طول برگ، عرض برگ، تعداد شاخه فرعی، روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا ۱۰۰ درصد گلدهی بین زمان‌های برداشت مختلف در سطح یک درصد اختلاف معنی داری را دارند و بقیه صفات تفاوتی در زمان‌های برداشت نشان ندادند.

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین صفات، ارتفاع گیاه در بین تیمارها معنی دار شد و بیشترین میانگین متعلق به تیمار شاهد با ۴۰/۵ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع با ۳۱/۵ در سطح بالای تنش زمان برداشت تابستان مشاهده شد. ارتفاع گیاه در هر سه زمان برداشت با افزایش شوری کاهش پیدا کرد. در زمان برداشت اول سطح بالای تنش نسبت به شاهد ۶۳٪ کاهش ارتفاع داشت و در زمان برداشت دوم به کاهش ۲۲/۲۲ درصدی رسید. در زمان برداشت سوم کاهش ارتفاع در اثر تنش شوری ۴/۸۶٪ ارزیابی گردید.

بیشترین میانگین طول برگ مربوط به تیمار شاهد ۱/۶۹ سانتی‌متر در زمان برداشت تابستان و کمترین میانگین در سطح بالای تنش (۶ دسی‌زیمنس) ۱/۲۸ سانتی‌متر بودند که در زمان برداشت سوم یعنی فصل پاییز مشاهده گردید. تنش شوری باعث کاهش طول برگ گیاه گردیده است به طوری که این کاهش در زمان برداشت دوم و سوم بیشتر از زمان برداشت بهار می‌باشد. در زمان برداشت‌های مختلف بیشترین و کمترین میانگین عرض برگ اندازه‌گیری شده به ترتیب در فصل بهار و پاییز با میانگین ۰/۷۶ و ۰/۴۱ سانتی‌متر ارزیابی شد در اثر تنش شوری ۲۰/۷۸٪ کاهش عرض برگ در زمان برداشت بهار مشاهده گردید. با افزایش سطوح تنش شوری و همچنین زمان اعمال تنش از عرض برگ گیاه مورد کاهش یافته است و این مبنی بر واکنش گیاه بر جذب آب شور می‌باشد. بیشترین میزان شاخه فرعی با زمان گلدهی یعنی بهار مصادف شد و کمترین تعداد شاخه‌های جانبی در زمان بذردهی یعنی پاییز مشاهده

$Chl a (mg/g.f.w) = [12.7(abs 663) - 2.69(645)] \times v / 1000 \times w.$
 $chl b (mg/g.f.w) = [22.9(abs 645) - 4.69(663)] \times v / 1000 \times w.$
 $chl a+b (mg/g.f.w) = [20.2(abs 645) + 8.02(663)] \times v / 1000 \times w.$
 $carotenoid (mg/g.f.w) = 1000(abs 470) - 1.8(chlo a) - 85.02(chlo b) / 198.$ (Arnon, 1949)
 $chl =$ کلروفیل، $C =$ غلظت، $V =$ حجم عصاره صاف شده، $W =$ وزن نمونه

سنجش پرولین گیاه نیز سه هفته پس از اعمال تنش شوری و در هر سه زمان برداشت به کمک روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) صورت گرفت. در این روش ۳ گرم از برگ تازه گیاه را برداشت کرده و با ازت مایع پودر گردید. مقدار جذب پرولین در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد و مقدار پرولین با استفاده از منحنی استاندارد آن بدست آمد.

$$Y = 42.281X + 4.6698 \text{ (جذب)}$$

اندازه‌گیری وزن تر و خشک ریشه: پس از اتمام پژوهش گیاهان از گلدها خارج گردیدند، سپس بخش هوایی و ریشه‌ها از محل طوقه تفکیک شدند. به منظور اندازه‌گیری وزن تر ریشه، پس از شستشوی آنها، ریشه‌ها توزین گردیدند و در نهایت ریشه‌ها به مدت ۴۸ ساعت درون آون ۷۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند و سپس وزن شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: پس از ثبت داده‌ها، تجزیه واریانس داده مطابق طرح بلوک و آزمون مقایسه میانگین داده با روش LSD بر روی صفات انجام شد. کلیه تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای SAS و SPSS صورت گرفت. برای انجام محاسبات و رسم شکل‌ها نیز از نرم افزار اکسل (Excel) استفاده گردید.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات صفات مورفولوژیک تحت تنش شوری و زمان برداشت: نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و مقایسات میانگین این صفات تحت تنش شوری و زمان برداشت در جدول (۲) و (۳) آورده شده است. مطابق نتایج بدست آمده، اختلاف

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک گیاه مورد تنش شوری و زمان برداشت

میانگین مربعات صفات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	طول برگ	عرض برگ	تعداد شاخه فرعی	روزتا ۵۰٪ گلدهی	روزتا ۱۰۰٪ گلدهی
بلوک	۳	۳۲/۰**	۰/۲**	۰/۱**	۰/۳ ^{n.s}	۳۲۴/۲ ^{n.s}	۸۹۷/۱ ^{n.s}
تنش شوری	۳	۴۹/۴**	۰/۱**	۰/۱**	۲/۸ ^{n.s}	۱۲۶۷/۰ ^{n.s}	۲۳۸۹/۲ ^{n.s}
خطای اول	۹	۳/۱	۰/۱	۰/۱	۲۲/۳	۱۲۳۴/۱	۳۴۲۵/۱
زمان برداشت	۲	۹/۴ ^{n.s}	۰/۰**	۰/۰**	۳/۴**	۴۵۳۸/۲**	۱۳۱۰/۰**
زمان برداشت × تیمار	۶	۷/۳ ^{n.s}	۰/۹**	۰/۲**	۳/۳*	۲۴۴۵/۱ ^{n.s}	۱۲۳۴/۱ ^{n.s}
خطای دوم	۲۴	۲/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۲۱	۱۵۴۳/۲	۲۱۳۴/۰
ضریب تغییرات (%)		۴/۳	۵/۱	۳/۴	۲۰/۱	۳۰/۱	۱۵/۳

*, **, و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی دار بودن در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم معنی دار بودن می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک مورد مطالعه تحت تنش شوری و زمان برداشت

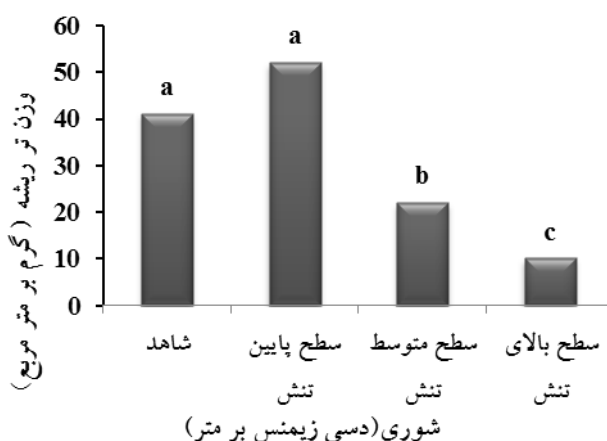
زمان برداشت / سطوح شوری	ارتفاع گیاه (سانتی متر)			طول برگ (سانتی متر)			عرض برگ (سانتی متر)		
	بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	پاییز
شاهد	۳۹/۵۰ ^a	۴۰/۵۰ ^a	۳۷/۷۵ ^a	۱/۶۷ ^a	۱/۶۹ ^a	۱/۶۷ ^a	۰/۷۱ ^a	۰/۷۳ ^a	۰/۷۱ ^a
۲دسی زیمنس	۳۶/۲۵ ^{ab}	۳۵/۷۵ ^b	۳۷ ^a	۱/۶۶ ^a	۱/۶۴ ^{ab}	۱/۶۶ ^a	۰/۶۳ ^b	۰/۶۹ ^a	۰/۶۳ ^b
۴دسی زیمنس	۳۶/۲۵ ^{ab}	۳۵/۵۰ ^b	۳۶/۵۰ ^b	۱/۶۵ ^a	۱/۵۵ ^b	۱/۶۵ ^a	۰/۶۱ ^b	۰/۶۱ ^b	۰/۶۱ ^b
۶دسی زیمنس	۳۵/۲۵ ^b	۳۱/۵۰ ^b	۳۶ ^b	۱/۶۱ ^b	۱/۴۴ ^c	۱/۶۱ ^b	۰/۴۱ ^c	۰/۵۰ ^c	۰/۴۱ ^c
میانگین	۳۶/۸۱	۳۵/۸۱	۳۶/۸۱	۱/۶۵	۱/۵۸	۱/۶۵	۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۵۹
LSD	۴/۱۴	۴/۷۱	۱/۱۳	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۴

حروف مشترک در هر سطر براساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

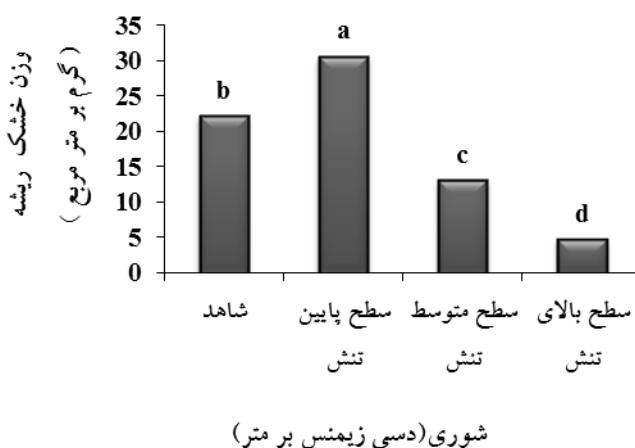
ادامه جدول ۳-

زمان برداشت / سطوح شوری	تعداد شاخه فرعی			روز تا ۵۰٪ گلدهی			روز تا ۱۰۰٪ گلدهی		
	بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	پاییز
شاهد	۵/۷۵ ^a	۶/۰۰ ^a	۲/۵۰ ^c	۰/۰۰ ^b	۰/۰۰ ^a	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰ ^b	۰/۰۰
۲دسی زیمنس	۶/۲۵ ^a	۶/۷۵ ^a	۲/۷۵ ^{bc}	۹۰/۷۵ ^a	۰/۰۰ ^a	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۱/۰۰ ^a	۰/۰۰
۴دسی زیمنس	۴/۷۵ ^a	۵/۰۰ ^a	۴/۰۰ ^{ab}	۵۹/۰۰ ^b	۳۳/۰۰ ^a	۰/۰۰	۰/۰۰	۶۸/۷۵ ^b	۰/۰۰
۶دسی زیمنس	۵/۵۰ ^a	۶/۵۰ ^a	۴/۲۵ ^a	۶۱/۰۰ ^b	۳۲/۲۵ ^a	۰/۰۰	۰/۰۰	۶۷/۲۵ ^b	۰/۰۰
میانگین	۵/۵۶	۶/۰۶	۳/۳۷	۷۰/۲۵	۱۳۰/۵۰	-	-	۸۹/۸۳	-
LSD	۱/۸۵	۲/۵۰	۱/۲۷	۱۰۳/۴۹	۶۰/۲۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۴/۶۳	۰/۰۰

حروف مشترک در هر سطر براساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح شوری بر وزن تر ریشه. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد با آزمون LSD می باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح شوری بر وزن خشک ریشه. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد با آزمون LSD می باشد.

خشک ریشه با افزایش غلظت شوری بود. این کاهش در صفات مورفولوژیک در زمان برداشت پاییز بیشتر مشاهده شد و می توان دلیل این اتفاق را افزایش زمان تنش دانست و بیان کرد که گیاه مورد در زمان برداشت بهار تحمل بالاتری نسبت به تنش شوری دارد. نتایج بدست آمده از صفات مورفولوژیک نشان دادند که مقاومت گیاه مورد نسبت به تنش شوری در زمان برداشت بهار و تابستان بالاتر از زمان برداشت پاییز می باشد. همچنین این نتایج بیانگر این است که گیاه مورد شوری بالاتر از ۶ دسی زیمنس را در پاییز نمی تواند تحمل کند، در حالیکه در زمان برداشت بهار و تابستان مقاومت گیاه به تنش شوری بیشتر می باشد.

گردید. زمان برداشت سوم نسبت به بهار ۳۹/۳۸٪ کاهش در تعداد شاخه فرعی نشان داد.

بیشترین میانگین وزن تر ریشه متعلق به سطح پایین تنش با ۵۲/۱۲ گرم و کمترین مقدار آن نیز مربوط به سطح بالای تنش با ۱۰/۱۵ گرم وزن تر ریشه بود که دارای تفاوت معنی داری بودند. در اثر تنش شوری وزن تر ریشه کاهش یافت (شکل ۱). طبق نتایج، بیشترین میانگین وزن خشک ریشه در سطح پایین تنش (۲ دسی زیمنس) با ۳۰/۴۸ گرم وزن مشاهده گردید و کمترین میانگین نیز متعلق به سطح بالای تنش (۶ دسی زیمنس) با ۴/۵۷ گرم وزن بود (شکل ۲). همچنین نتایج حاصل حاکی از کاهش ارتفاع گیاه، طول برگ، عرض برگ، وزن تر و

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک گیاه مورد تنش شوری و زمان برداشت

میانگین مربعات صفات							منابع تغییرات
ا+b	کلروفیل b	کلروفیل a	کاروتنوئید	پرولین	محتوای نسبی آب برگ	درجه آزادی	
۰/۰ ^{n.s}	۰/۳ ^{n.s}	۰/۱ ^{n.s}	۰/۱ ^{n.s}	۰/۲ ^{n.s}	۲۱/۱ ^{n.s}	۳	بلوک
۰/۱ ^{**}	۰/۲ ^{**}	۰/۳ ^{**}	۱/۲ ^{**}	۰/۲ ^{**}	۵۴۳۱/۰ ^{**}	۳	تنش شوری
۰/۲	۰/۲	۰/۱	۱۵/۲	۰/۱	۳۴۵/۴	۹	خطای اول
۰/۴ ^{**}	۰/۲ ^{**}	۰/۴ ^{**}	۵/۲ ^{**}	۰/۵ ^{**}	۲۱۴/۶ ^{**}	۲	زمان برداشت
۰/۰ ^{**}	۰/۱ ^{**}	۰/۰ ^{**}	۷/۵ ^{**}	۰/۰ ^{**}	۱۳۳/۶ [*]	۶	زمان برداشت × تیمار
۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۴	۰/۱	۲۳/۱	۲۴	خطای دوم
۹/۱	۱۰/۰	۲۲/۰	۹/۳	۵/۳	۳۴/۲		ضرب تغییرات (%)

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم معنی دار بودن می باشد.

سطح یک درصد وجود دارد و از مقایسه میانگین داده‌ها این نتیجه استنباط شد که فصل پاییز دارای بیشترین میانگین پرولین با ۱/۴۳ و زمان برداشت تابستان دارای کمترین میانگین پرولین با ۰/۶۶ میکرو مول بر گرم برگ در تیمار شاهد بود. با افزایش تنش شوری از تیمار شاهد به سطوح بالای تنش میزان پرولین به طور معنی داری افزایش یافت. در زمان برداشت اول، دوم و سوم به ترتیب ۰/۲۷/۹۶، ۰/۴۰/۹۸ و ۰/۵۱/۷۴٪ افزایش پرولین در تیمار سطح بالای تنش نسبت به تیمار شاهد ارزیابی گردید. در زمان برداشت دوم و سوم میزان پرولین از زمان برداشت اول (بهار) بیشتر بود.

کاروتنوئیدها: مقایسه میانگین داده‌ها نشان دادند که تفاوت بین کمترین و بیشترین میانگین کاروتنوئید چشمگیر نمی باشد، در زمان برداشت تابستان بیشترین میانگین با ۶/۷۴ و در زمان برداشت سوم یعنی پاییز کمترین میانگین با ۲/۵۰ میلی گرم بر گرم برگ در سطح ۶ دسی زیمنس مشاهده شد. کاروتنوئید در زمان برداشت اول و دوم با افزایش تنش شوری افزایش داشته است در حالیکه در زمان برداشت سوم با افزایش سطوح تنش شوری از میزان کاروتنوئید کاسته شده است.

کلروفیل a: اثر متقابل بین سه زمان برداشت و تیمارهای شوری در سطح یک درصد اختلاف معنی داری نشان دادند. در زمان برداشت اول (بهار) بیشترین میانگین با ۰/۴۲ و در زمان

صفات فیزیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس و مقایسات میانگین صفات فیزیولوژیک و مطالعه اثر زمان برداشت بر این صفات در جدول (۴) و (۵) آورده شده است. مطابق نتایج بدست آمده، اختلاف معنی داری برای تمامی صفات مورد بین تیمارهای شوری مورد مطالعه، نظیر محتوای نسبی آب برگ، غلظت پرولین، کاروتنوئیدها و کلروفیل در سطح یک درصد مشاهده شد. نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نیز نشان دادند که تمامی صفات فیزیولوژیک اندازه گیری شده بین زمان های برداشت مختلف در سطح یک درصد اختلاف معنی داری را داشته‌اند.

درصد محتوای نسبی آب برگ: مقایسه میانگین داده‌ها برای صفات فیزیولوژیک نشان دادند که در بین سه زمان برداشت مذکور بالاترین میانگین متعلق به زمان برداشت اول (بهار) با ۶۶ درصد و کمترین میانگین به زمان برداشت سوم (پاییز) با ۳۶/۵۳ درصد تعلق داشت. میزان محتوای نسبی آب برگ در اثر تنش شوری کاهش قابل تأملی داشت به طوری که بیشترین محتوای نسبی برگ در هر سه زمان برداشت در تیمار شاهد مشاهده گردید و با افزایش سطوح تنش از میزان آن کاسته شد.

پرولین: با توجه به نتایج تجزیه واریانس بدست آمده بین تیمارهای شوری و زمان‌های برداشت تفاوت معنی داری در

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه تحت تنش شوری و زمان برداشت

زمان برداشت سطوح شوری	محتوای نسبی آب برگ (درصد/%)		پروپین (میکرومول بر گرم برگ)		کاروتنوئید (میلی گرم بر گرم برگ)	
	بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	بهار
شاهد	۷۳/۴۰ ^a	۷۳/۴۰ ^a	۰/۶۶ ^c	۰/۷۴ ^c	۰/۶۶ ^c	۰/۹۰ ^a
۲دسی زیمنس	۵۴/۲۵ ^b	۵۴/۲۵ ^b	۰/۹۰ ^b	۰/۷۴ ^c	۰/۹۰ ^b	۶/۴۸ ^a
۴دسی زیمنس	۳۲/۴۷ ^c	۳۲/۴۷ ^c	۱/۰۵ ^a	۰/۸۹ ^b	۱/۰۵ ^a	۶/۶۷ ^a
۶دسی زیمنس	۲۳/۸۹ ^c	۲۳/۸۹ ^c	۱/۱۲ ^a	۱/۰۳ ^a	۱/۱۲ ^a	۶/۷۴ ^a
میانگین	۴۶/۰۰	۴۶/۰۰	۰/۹۳	۰/۸۵	۰/۹۳	۶/۴۵
LSD	۱۰/۵۴	۱۰/۵۴	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۱/۰۰

حروف مشترک در هر سطر براساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

ادامه جدول ۵-

زمان برداشت سطوح شوری	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم برگ)		کلروفیل b (میلی گرم بر گرم برگ)		کلروفیل a+b (میلی گرم بر گرم برگ)	
	بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	پاییز
شاهد	۰/۴۲ ^a	۰/۳۹ ^a	۰/۲۴ ^c	۰/۳ ^a	۰/۶۷ ^a	۰/۶۸ ^a
۲دسی زیمنس	۰/۳۹ ^{ab}	۰/۲۴ ^b	۰/۲۸ ^b	۰/۲۴ ^b	۰/۶۱ ^a	۰/۴۲ ^b
۴دسی زیمنس	۰/۲۷ ^{bc}	۰/۲۱ ^b	۰/۱۷ ^c	۰/۱۶ ^c	۰/۶۳ ^a	۰/۳۱ ^b
۶دسی زیمنس	۰/۲۵ ^c	۰/۱۰ ^c	۰/۰۹ ^c	۰/۰۸ ^d	۰/۶۵ ^a	۰/۲۱ ^c
میانگین	۰/۳۲	۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۳۳	۰/۶۵	۰/۴۰
LSD	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۱۴

حروف مشترک در هر سطر براساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

برداشت سوم با ۰/۰۹ میلی گرم بر گرم برگ کمترین میانگین وجود دارد. در هر سه زمان برداشت میزان کلروفیل a کاهش یافته است.

کلروفیل b: با توجه به شدت، مدت و مرحله رشدی و زمان برداشت، تأثیر تنش بر هر کدام از مقادیر کلروفیل های a و b در گیاهان متفاوت خواهد بود. در این آزمایش با تنش شوری و زمان برداشت های مختلف از میزان کلروفیل a و b در زمان برداشت دوم و سوم کاسته شد و در زمان برداشت اول یعنی بهار با افزایش شوری افزایش یافت.

کلروفیل a+b: در زمان برداشت اول (بهار) بالاترین میانگین کلروفیل a+b، ۰/۷۱ میلی گرم بر گرم برگ محاسبه شد و

کمترین میانگین صفت در زمان برداشت پاییز با ۰/۲۱ بدست آمد.

بحث

با توجه به نتایج بدست آمده از صفات مورفولوژیک در هر سه زمان برداشت اول (بهار)، دوم (تابستان) و سوم (پاییز)، رشد رویشی به جز تعداد شاخه فرعی و گلدهی گیاه مورد تحت تنش شوری کاهش پیدا کرده است و میزان کاهش در زمان برداشت پاییز به نسبت دو زمان برداشت دیگر بیشتر بود. همچنین تعداد شاخه فرعی و گلدهی در اثر تنش افزایش یافت. در زمان برداشت بهار و تابستان تعداد شاخه های جانبی

از علل دیگر کاهش رشد و عملکرد گیاه در اثر شوری بالا رفتن مصرف انرژی در گیاه برای خروج یون‌های سدیم مهاجم که در محیط به مقدار وفور وجود دارند و در نتیجه مصرف مقدار زیادی از انرژی سلولی برای سازش و مقابله با تنش شوری است که به این ترتیب رشد و عملکرد گیاه در نهایت کاهش می‌یابد (کاظم زاده حقیقی، ۱۳۸۹).

در این پژوهش افزایش سطوح تنش شوری، باعث کاهش در شاخص‌های رشدی مانند ارتفاع گیاه، عرض برگ، طول برگ، رطوبت نسبی برگ، وزن تر و خشک ریشه در گیاه مورد گردیده است. همچنین در زمان برداشت پاییز کاهش میزان صفات مورفولوژیک بیشتر مشاهده شد. بر اساس داده‌های حاصل از این پژوهش، پارامترهای رشد (ارتفاع گیاه، عرض برگ، طول برگ، درصد محتوای نسبی آب برگ، وزن تر ریشه و وزن تر خشک ریشه) می‌توان بیان کرد که گیاه مورد نسبت به سطوح پایین و متوسط تنش شوری در زمان برداشت بهار و تابستان مقاوم‌تر عمل کرده است. کاهش رشد در غلظت‌های بالای شوری می‌تواند به دو دلیل باشد: کاهش انرژی مورد نیاز برای رشد و یا از بین رفتن تورژسانس. کاهش انرژی می‌تواند نتیجه انحراف مواد فتوسنتزی به سمت انتقال فعال و جذب یون‌ها باشد (Munns and Termant, 1986).

یکی از واکنش‌های سازگاری گیاه به تنش شوری ساخت و تجمع ترکیبات آلی با وزن مولکولی پائین در درون سیتوسل و اندامک‌هاست (Levitt, 1980). یکی از مهم‌ترین کارکردهای مواد محلول سازگار، جلوگیری از تنش اسمزی از طریق تنظیم اسمزی می‌باشد. مواد محلول سازگار که با تنش شوری تحت تأثیر قرار می‌گیرند شامل قندهای ساده (گلوکز، فروکتوز)، دی‌ساکاریدها (ساکاروز تری هالوز)، الکل‌های قندی یا پلیول‌ها (سوربیتول، مانیتول،...)، اسیدهای آمینه (پرولین)، مشتقات اسیدهای آمینه چهارتایی (گلابسین-بتائین، پرولین-بتائین، تریگونلین) و ترکیبات سولفونیوم هستند (Lee and Duncan, 2004). پرولین فراوان‌ترین ماده محلول سازگار تجمع یافته در گیاهان تحت تنش شوری گزارش شده است (Gorham et al., 1985). اهمیت فیزیولوژیکی پرولین بحث

بیشتر از زمان برداشت سوم بود. تنش شوری نیز باعث تسریع در گلدهی شد. در رابطه با صفات فیزیولوژیک، به طور کلی کلروفیل، سبزیگی و محتوای رطوبت نسبی برگ گیاه مورد تحت تنش شوری کاهش و میزان پرولین و کاروتنوئید (در زمان برداشت بهار و تابستان) افزایش می‌یابد.

از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که گیاه مورد در اثر شوری دچار کاهش عملکرد شده است. بر اساس نتایج حاصل از پژوهش، گیاه مورد نتوانست سطح بالای تنش شوری اعمال شده را تحمل کند. گیاه در مقابله با تنش شوری با کاهش طول برگ، عرض برگ و ارتفاع گیاه از میزان خسارت وارد شده می‌کاهد.

با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود، در نتیجه مقدار انرژی که گیاه باید صرف جذب آب از خاک نماید، افزایش می‌یابد که این عمل باعث کاهش جذب آب، افزایش تنفس و کاهش ارتفاع و عملکرد گیاه می‌شود. تنش شوری باعث از بین رفتن تعادل اسمزی و در نتیجه خروج آب از برگ‌ها و در نهایت از بین رفتن در آماس سلولی می‌شود (دادرس و همکاران، ۱۳۹۱).

(سلامی و همکاران، ۱۳۸۵) گزارش کرده‌اند که در دو گیاه دارویی سنبل الطیب و زیره سبز با افزایش سطح شوری، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه کاهش یافته است. (محمد خانی و همکاران، ۱۳۹۱)، نیز گزارش کردند که تنش شوری باعث کاهش ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و تعداد برگ در گیاه شنبلیله شده است. ریشه اولین اندامی است که به دلیل جذب عناصر به طور مستقیم با تنش مواجه می‌شود و به همین دلیل از توسعه بیشتر آن در شرایط تنش شوری جلوگیری می‌کند. کاهش رشد رویشی و وزن خشک به دلیل کاهش آماس سلول‌ها در شرایط شوری، متأثر از فرآیندهای اسمزی است (اعتصامی و گالشی، ۱۳۸۷). افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی داری در وزن تر و خشک ریشه و ساقه، میزان کلسیم و پتاسیم و افزایش میزان سدیم در اندام هوایی و ریشه می‌گردد (Ashraf et al., 2004)

افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن در سلول می‌باشد. این رادیکال‌های آزاد سبب پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگریزه می‌شوند. با کاهش میزان کلروفیل تغییرات زیادی در مقدار تولید در گیاهان بوجود می‌آید. نتایج حاصل از میزان کلروفیل نشان می‌دهد که با افزایش تنش شوری در هر سه زمان برداشت میزان کلروفیل a کاهش می‌یابد. در رابطه با کلروفیل b در زمان برداشت بهار با افزایش تنش میزان آن هم افزایش یافت، در حالیکه در زمان برداشت تابستان و پاییز کلروفیل b کاهش یافت. دلیل افزایش کلروفیل b در زمان برداشت بهار می‌تواند کاهش عرض برگ در اثر تنش باشد. طبق نتایج Silveira و همکاران (۲۰۰۹)، با توجه به اینکه تعداد مولکول کلروفیل در واحد سطح ثابت است با کاهش سطح برگ میزان کلروفیل افزایش می‌یابد. اما در شوری‌های بالاتر به دلیل تخریب کلروفیل، از میزان آن کاسته می‌شود. کلروفیل b و کارتنوئید به عنوان رنگدانه‌های کمکی و حفاظتی کلروفیل a، واقع در فتوسیستم‌های کلروپلاست عمل کرده و در جذب و انتقال انرژی نورانی دریافتی به کلروفیل a نقش موثری دارند. در زمان برداشت اول و دوم میزان کاروتنوئید تحت تنش افزایش یافت ولی در زمان برداشت پاییز در اثر تنش کاهش داشت.

نتایج اثر شوری بر روی گیاه سیاه‌دانه که تحت تنش شوری قرار گرفته بودند نشان داد که، کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید کاهش محتوا داشته‌اند (قربانلی و همکاران، ۱۳۸۹). کاروتنوئیدها رنگدانه‌هایی هستند که نقش مهمی در حمایت گیاهان در برابر فرآیندهای اکسیداتیو دارند که می‌توانند به عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدان با اکسیژن منفرد و رادیکال پراکسید واکنش دهند (Stahli and Sies, 2003). کاروتنوئیدها از طریق مکانیسمی که چرخه گزانتوفیل نامیده می‌شود باعث مصرف اکسیژن و حفاظت از کلروفیل در مقابل فتواکسیداسیون می‌شوند (علیزاده بناب و همکاران، ۱۳۸۶). بنابراین با توجه به نقش حفاظتی کاروتنوئیدها نتایج تحقیق حاضر که افزایش معنی دار مقدار کاروتنوئیدها در تنش شوری در دو زمان برداشت بهار و تابستان را توجیه می‌کند. گیاه مورد با افزایش

برانگیز است زیرا برخی گزارش کرده‌اند که این محلول نشان‌دهنده نوعی آسیب‌دیدگی است در حالیکه گروهی دیگر پیشنهاد کرده‌اند که پرولین به صورت یک ماده محلول سازگار عمل می‌کند (Alshammary et al., 2004). در شرایط طبیعی میزان ترکیب‌هایی مانند پرولین در سلول بسیار ناچیز است. به طور معمول غلظت‌های مختلف شوری باعث افزایش بیوستنز پرولین و تجمع آن در سیتوپلاسم سلول می‌شود (Kerepesi and Galiba, 2000; Wang and Han, 2009) در این رابطه نبی‌زاده (۱۳۸۱)، افزایش میزان تنظیم‌کننده‌های اسمزی مثل پرولین را در زیره سبز در شرایط تنش شوری گزارش کرده است. عدم تأثیر معنی‌دار نوع محلول غذایی بر محتوای پرولین و کلروفیل نیز می‌تواند به علت پایین بودن سطح شوری کاربردی در این آزمایش باشد (نبی‌زاده، ۱۳۸۱). البته کاهش محتوای کلروفیل در سطوح بالای شوری را می‌توان به دلیل تخریب کلروپلاست دانست (Silveira et al., 2009).

در زمان وقوع تنش، گیاه با افزایش زیست‌ساخت اسیدهای آمینه‌ای مثل پرولین باعث حفظ فشار آماس و ادامه رشد سلول می‌گردد (McKersie and Leshem, 1994). تجمع پرولین و قندهای محلول نیز در ارتباط با تنظیم اسمزی فعال طی تنش‌هایی مانند شوری می‌باشد (Gulzar and Khan, 2001). تجمع پرولین در شرایط تنش شوری، بیش از سایر اسیدهای آمینه صورت می‌گیرد که می‌تواند در تنظیم اسمزی و احتمالاً حفظ فعالیت آنزیمی گیاه نقش داشته باشد (Ashraf et al., 2004).

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش شوری میزان پرولین در هر سه زمان برداشت افزایش می‌یابد، به طوری که بیشترین میزان پرولین در بالاترین سطح شوری تولید شده است. بالاترین میزان پرولین نیز در سطح بالای تنش در زمان برداشت پاییز مشاهده شد. همچنین نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج تحقیقات مشابه مطابقت داشت.

میزان کلروفیل در گیاهان زنده یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی به شمار می‌رود. کاهش میزان کلروفیل a در اثر تنش شوری مربوط به

یافت می‌شوند. وظیفه این رنگدانه‌ها جمع‌آوری انرژی و محافظت نوری از مولکول کلروفیل می‌باشد (Ahmadi et al., 2007).

نتیجه‌گیری کلی:

در نهایت، نتایج پژوهش حاکی از این است؛ که گیاه مورد شوری بالاتر از ۶ دسی زیمنس را در پاییز نمی‌تواند تحمل کند، در حالیکه در زمان برداشت بهار و تابستان مقاومت گیاه به تنش شوری به نسبت بیشتر می‌باشد. همچنین می‌توان نتیجه گرفت که تنش شوری در گیاه مورد باعث کاهش عملکرد شده است. به طور کلی، به منظور دستیابی به بالاترین عملکرد گیاه مورد در رابطه با صفات فیزیولوژیک و تسریع در گلدهی، گیاه تحت تنش شوری در بین زمان‌های برداشت مذکور، زمان برداشت بهار و تابستان به عنوان بهترین مرحله برداشت و با سطح تنش شوری حداکثر چهار دسی زیمنس پیشنهاد می‌گردد.

میزان کاروتنوئید از خسارت اکسیداتیو ناشی از تنش کاسته و مقاومت گیاه را افزایش یافته است. در زمان برداشت پاییز میزان کاروتنوئید کاهش یافته است که با نتایج قربانلی و همکاران (۱۳۸۹) مطابقت دارد. گیاهان برای مقابله با تأثیر مضر اکسیداسیون نوری از کاروتنوئیدها و فلاونوئیدها به منظور کاهش خسارت اکسیداسیون مواد زیستی بهره می‌برند و باعث حفاظت از کلروفیل در مقابل فتواکسیداسیون می‌شوند. علیرغم این که گیاهان در میزان تحمل به شوری متفاوت می‌باشند، اما در نهایت شوری سبب کاهش رشد آنها خواهد شد. این کاهش به طور عمده در ارتباط با افت ظرفیت فتوسنتزی بوده که خود میتواند معلول کاهش در محتوای کلروفیل باشد (Viera Santos, 2004). مهمترین علت این موضوع به ویژه در شرایط تنش شدید، کاهش فعالیت آنزیم های دهیدروژناز) و تولید آن (ALA- موثر در سنتز کلروفیل میباشد (Viera Santos, 2004). کلروپلاستها حاوی رنگدانه کلروفیل و مقادیر زیادی از کاروتنوئیدها و زانتوفیلها میباشد. کاروتنوئیدها گروهی از رنگدانه های نارنجی و زرد هستند که محلول در چربی بوده و در غشاء تیلاکوئیدهای کلروپلاست

منابع

- امید بیگی، ر. (۱۳۷۹) رهیافتهای تولید و فراوری گیاهان دارویی، جلد دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ص ۴۲۰
- اعتصامی، م. و گالشی، س. ا. (۱۳۸۷) ارزیابی واکنش ده ژنوتیپ جو در مرحله جوانه زنی و رشد گیاهیچه . مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۵: ۴۳-۳۴.
- باقری، ع. و حیدری شریف آباد، ح. (۱۳۸۸) بررسی رابطه بین عملکرد و اجزاء آن و شاخص‌های غلبه بر تنش با میزان تولید کربوهیدرات‌های محلول در شرایط تنش شوری در گیاه جو بدون پوشینه. اکوفیزیولوژی گیاهی ۲: ۱۳-۱.
- دادرس، ن. بشارتی، ح. و کتابچی، س. (۱۳۹۱) اثرات تنش شوری ناشی از کلرید سدیم بر رشد و تثبیت بیولوژیک نیتروژن در سه رقم سویا. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب) ۲: ۱۷۴-۱۶۵.
- زرگری، ع. (۱۳۷۰) گیاهان دارویی، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۰۶-۳۰۲.
- سلامی، م. صفرنژاد، ا. و حمیدی، ح. (۱۳۸۵) اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی سنبل الطیب و زیره سبز. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی ۳: ۷۷-۸۳.
- علیزاده بناب، ق. قاسمی گلعدانی، ک. تقی زاده، ص. (۱۳۸۶) بررسی تأثیر شوری و دما بر جوانه زنی رشد گیاهیچه و روابط یونی در ارزن پروسو. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۱: ۱۱۵-۱۲۲.

- قربانلی، م. ادیب هاشمی، ن. و پیوندی، م. (۱۳۸۹) بررسی اثر شوری و اسید آسکوربیک بر برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی در گیاه سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳: ۳۷۰-۳۸۸.
- کاظم زاده حقیقی، ع. (۱۳۸۹) ارزیابی تحمل به شوری بر اساس جوانه زنی در ۹ رقم سورگوم علوفه‌ای. پژوهش‌های علوم گیاهی ۳: ۷۴-۸۱.
- محمدخانی، ع. ا. ارچنگی، ا. و خدامباشی، م. (۱۳۹۱) تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در گیاه تحت شرایط کشت هیدروپونیک (*Trigonella foenum-gracum*) دارویی شنبلیله. مجله علوم و فنون کشت-های گلخانه‌ای ۱۰: ۳۳-۴۰.
- نبی‌زاده، م. ر. (۱۳۸۱) اثر سطوح مختلف شوری بر رشد و عملکرد زیره سبز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.
- احمدی، ع. جباری، ف. و احسان‌زاده، پ. (۱۳۸۸) مقدمه‌ای بر فیزیولوژی گیاهی. جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- Alshammery, S.F., Qian, Y. L. and Wallner, S. J. (2004) Growth response of four turfgrass species to salinity. *Agricultural Water Management* 66: 97-111
- Antolin, M. C. and Sanches, D. M. (1993) Effects of temporary drought on photosynthesis of alfalfa plants. *Journal of Experimental Botany* 44: 1341-1349.
- Arnon, D. I. (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology* 24: 1-150.
- Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S. and Rha, E. S. (2004) Salt induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). *Photosynthetica* 42: 543-550.
- Bates, L. S., Waldern, R. P. and Teare, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
- Benhamou, N. (1996) Elicitor-induced plant defense pathways. *Trends Plant Science* 17: 233-240.
- Bruna, S., Portis, E., Cervelli, C., De-Benedetti, L., Schiva, T., and Mercuri, A. (2007) Genetic characterization of *Myrtus communis* L. wild genotypes using AFLP markers. *Scientia Horticulturae* 113: 370-375
- Gorham, J., R. G. W. Jones and McDonald, E. M. (1985) Some mechanisms of salt tolerance in crop plant. *Plant and Soil* 89: 15-40.
- Gulzar, S. and Khan, M. A. (2001) Seed germination of a halophytic grass *Aeluropus langopoides*. *Annals of Botany* 87: 319-324.
- Kaya, C., Higgs, D. and Kirnak, H. (2001) The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *Bulg. Journal of Plant Physiology* 27: 47-59.
- Kerepesi, I. and Galiba, G. (2000) Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. *Crop Science* 40: 482-487.
- Lee, J. G., Carrow, R. N. and Duncan, R. R. (2004) Growth and water relation response in halophytic seashore paspalum ecotypes. *Scientia Horticulturae*. 104: 221-236.
- Levitt, J. (1980) Response of plant to environmental stresses, Academic Press. 1: 2.
- McKersie, B. D. and Leshem, Y. Y. (1994) Stress and stress coping in cultivated plants. *Biologia Plantarum* 37: 380.
- Mirmohammady Meibody, S. A. M. and Ghareyazie, B. (2002) Physiological aspects and breeding for salinity stress in plants. Isfahan University Press. (In Persian).
- Munns, R. and Termant, A. (1986) Whole plant response to salinity. *Aust. Journal of Plant Physiology*. 13: 143-160.
- Najafi, F., Khavari-Nejad, R. A. and Siah Ali, M. (2010) The effects of salt stress on physiological parameters in summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Plant Physiology and Biochemistry* 6: 14-21.
- Ritchie, S.W., and Nguyen, H. T. (1990) Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science* 30: 105-111
- Silveira, J. A. G., Araújo, S. A. M. J., Lima, P. M. S. and Viegas, R. A. (2009) Roots and leaves display contrasting osmotic adjustment mechanisms in response to NaCl-salinity in *Atriplex nummularia*. *Environmental and Experimental Botany* 66: 1-8.
- Stahli, W. and Sies, H. (2003) Antioxidant activity of carotenoids. *Journal of Molecular Medicine* 24: 345-351.
- Viera Santos, C. (2004) Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. *Scientia Horticulturae* 103: 93-99.
- Wang, X. S. and Han, J. G. (2009) Changes of Proline Content, Activity, and Active Isoforms of Antioxidative Enzymes in Two Alfalfa Cultivars under Salt Stress. *Journal of Agriculture Science* 8: 431-440.

Effect of salt stress and harvesting time on morphological and physiological characteristics of Myrtle (*Myrthus communis*)

Zeinab Vafadar¹, Mehdi Rahimmalek^{1*}, Mohammad Reza Sabzalian¹, and Ali Nikbakht²

¹Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156 83111, Iran

²Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156 83111, Iran

(Received: 13/07/2016, Accepted: 14/12/2016)

Abstract

Myrtle (*Myrtus communis* L.) is a diploid plant which belongs to the family of Myrtaceae and is considered as one of the important medicinal and ornamental plants. The present research was performed to investigate the effect of salinity stress on morphological and physiological traits in myrtle. This study was conducted in an experiment of split plot in time according to a randomized complete block design with four replicates and four salinity levels including control and 2, 4 and 6 dS and three harvest times (early spring, early summer and early fall). According to the results of morphological characteristics, during all three periods, vegetative growth except secondary branches and flowering time, was reduced under salinity stress. The highest leaf length mean was observed in control treatment in summer (1.69 cm) and the lowest leaf length was obtained in high salinity in fall season (1.28 cm). Chlorophyll and leaf relative water content (RWC) were decreased and proline and carotenoids (at the time of spring and summer) increased under salinity stress treatments. For proline, in the first, second and third harvest times 27.96%, 40.98% and 51.74% elevation was observed in proline content at 6dS m⁻¹ as compared to the control treatment, respectively. The highest carotenoids content was observed in summer (6.74 mg/g) and the lowest ones were obtained in fall (2.50 mg/g). Finally, in order to achieve the highest yield, spring and summer harvest time and 4 dS m⁻¹ stress condition are introduced as the best conditions for myrtle growth.

Key words: Harvest time, Myrtle, Morphological, Physiological, Salinity stress

*Corresponding author: mrahimmalek@cc.iut.ac.ir

