

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

زینب وفادار<sup>۱</sup>، مهدی رحیم ملک<sup>\*۲</sup>، محمد رضا سبزعلیان<sup>۱</sup> و علی نیکبخت<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱، ایران

<sup>۲</sup>گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱، 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 زیستی 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 بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و در چهار سطح شوری سه زمان برداشت (اوایل بهار، اوایل تابستان و اوایل پائیز) 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 کاروتونئید (در زمان برداشت بهار و تابستان) افزایش یافت. در زمان برداشت اول، دوم و سوم به ترتیب ۴۰/۹۸٪، ۵۱/۷۴٪ و ۴۰/۹۶٪ افزایش پرولین در تیمار سطح آدسی زیمنس نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید. بیشترین میانگین کاروتونئید 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 حداقل 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 زیستی 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

یک آزمایش گلخانه‌ای، اثر تنش شوری روی رشد و میزان انباشت یون‌ها در گیاه دارویی زینان 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 فتوستتر 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 زینان مطالعه کردند. در مطالعه‌ای دیگر نبی‌زاده (۱۳۸۱)، افزایش میزان تنظیم کننده‌های 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 ۱۳۹۲-۱۳۹۳ در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت. مواد گیاهی مورد مطالعه در این آزمایش شامل یک ژنتوتیپ گیاه مورد از توده محلی دزفول بود. این

این گیاهان شده است. گیاهان در خلال دوره‌های رشد و نمو خود ممکن است با تنش روپرو 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 Mirmohammady منظور افزایش عملکرد محسوب می‌شود (Meibody and Ghareyazie, 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 وغیره نیز بر روی میزان این ترکیبات تأثیر دارد. از سویی دیگر زمان برداشت گیاهان دارویی بر میزان ماده مؤثره تأثیرگذار می‌باشد و در نهایت باعث افزایش کیفیت، کمیت و بالا رفتن عملکرد آن می‌شود. لذا بررسی زمان برداشت بر روی ترکیبات ماده‌ی موثره گیاهان دارویی حائز اهمیت است.

گیاه مورد با نام علمی *Myrtus communis* L. گیاهی است درختچه‌ای، همیشه سبز و از خانواده میرتسه (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 قدیم الایام مورد شناسایی ایرانیان بوده و از آن به عنوان ماده ضد عفونی کننده، قابض، ضد التهاب، ضد درد، ضد ویروس و ضد باکتری استفاده شده و داروهای متعددی از انسانس 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

بافت	مواد آلی (درصد)	شن (درصد)	رس (درصد)	اسیدیته	سطح متسط	تیمار	* سطح کم	شاهد	تشن	تشن	اندازه گیری شده در پایان آزمایش (dS/m)
لوم-شنی	۰/۷	٪ ۶۴	٪ ۱۴	٪ ۷/۹	۲/۴	۳/۱	۴/۸	۶	۸/۵	۶	۸/۵

\* منظور از سطوح کم، متسط و شدید تنش شوری به ترتیب، همان غلظت‌های ۶، ۴ و ۲ دسی زیمنس می‌باشد.

برگ، پرولین، کاروتونوئید و کلروفیل بود.

اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC): برای تعیین محتوای نسبی آب برگ طبق روش ریچی and Ritchie and Nguyen, 1990، 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 بالافاصله با کیسه‌های پلاستیکی مشکی پوشانده شد و پس از مدت ۲۴ ساعت وزن تورژسانس برگ اندازه گیری شد و سپس برگها درون پاکت‌های کاغذی قرار گرفته و به منظور اندازه گیری وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰-۷۵ درجه سانتی گراد 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:

$$\text{محتوای نسبی برگ} (\%) = \frac{\text{وزن تر - وزن خشک}}{\text{وزن تورژسانس}} \times 100$$

اندازه گیری غلظت کاروتونوئیدها، کلروفیل و پرولین: اندازه گیری میزان کلروفیلهای a, b و کل و همچنین کاروتونوئیدها، 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 هاوون 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 ۶۴۵، ۶۶۳ و ۷۰۰ نانومتر) صورت گرفت.

سپس میزان کلروفیل از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در زمان (پلات اصلی تنش شوری و پلات فرعی زمان برداشت) و در قالب طرح بلوك‌های 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 انسانس تحویل گرفته شد و ۲۵ بهمن ماه در گلدانهای پلاستیکی بزرگ ۱۷ لیتری که درون خاک قرار گرفته بودند مستقر شدند. اندازه گیری 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 اندازه گیری 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 ۲، ۴ و 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 آ بشویی (آبیاری با آب شهر) برای گیاه صورت گرفت. تمامی شاخص‌های اندازه گیری شده در سه زمان برداشت و پس از اعمال تنش شوری صورت گرفت. شاخص‌های مورفولوژیک اندازه گیری شده شامل؛ ارتفاع گیاه، طول برگ، عرض برگ، تعداد شانه فرعی، روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا ۱۰۰ درصد گلدهی بود. شاخص‌های فیزیولوژیک اندازه گیری شده نیز شامل محتوای نسبی آب

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 زمان های برداشت مختلف در سطح یک درصد اختلاف معنی داری را دارند و بقیه صفات تفاوتی در زمان های 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 سانتی متر 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 سانتی متر در زمان برداشت تابستان و کمترین میانگین در سطح بالای تنش (۶ دسی زیمنس) ۱/۲۸ سانتی متر 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 می باشد. در زمان برداشت های مختلف بیشترین و کمترین میانگین عرض برگ اندازه گیری شده به ترتیب در فصل بهار و پاییز با میانگین ۰/۷۶ و ۰/۴۱ سانتی متر 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 تنش از عرض برگ گیاه مورد کاهش یافته است و این اعمال تنش بر واکنش گیاه بر جذب آب شور می باشد. بیشترین میزان شاخه فرعی با زمان گلدهی یعنی بهار مصادف شد و کمترین تعداد شاخه های جانبی در زمان بذردهی یعنی پاییز مشاهده

$$\text{Chl a (mg/g.f.w)} = [12.7(\text{abs } 663) - 2.69(645)] \times V / 1000 \times W$$

$$\text{chl b (mg/g.f.w)} = [22.9(\text{abs } 645) - 4.69(663)] \times V / 1000 \times W$$

$$\text{chl a+b (mg/g.f.w)} = [20.2(\text{abs } 645) + 8.02(663)] \times V / 1000 \times W$$

$$\text{carotenoid (mg/g.f.w)} = 1000(\text{abs } 470) - 1.8(\text{chl a}) - 85.02(\text{chl b}) / 198. \quad (\text{Arnon, 1949})$$

$$\text{W} = \text{کلروفیل}, \text{V} = \text{غلظت}, \text{C} = \text{حجم عصاره صاف شده}, \text{W} = \text{وزن نمونه}$$

سنجرش 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 ۳/۰۳ گرم از برگ تازه گیاه 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.

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

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

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

## نتایج

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات صفات مورفوЛОژیک تحت تنش شوری و زمان برداشت: نتایج تجزیه واریانس صفات مورفوLOژیک 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 تحت تنش شوری و زمان برداشت

میانگین مربuat صفات								منابع تغییرات
روزتا ۱۰۰٪	روزتا ۵۰٪	تعداد شاخه	عرض برگ	طول برگ	ارتفاع گیاه	درجه آزادی		
گلدهی	گلدهی	فرعی						
۸۹۷/۱ n.s	۳۲۴/۷ n.s	۰/۳ n.s	۰/۱ **	۰/۲ **	۳۲/۰ **	۳	بلوک	
۲۳۸۹/۲ n.s	۱۲۶۷/۰ n.s	۲/۸ n.s	۰/۱ **	۰/۱ **	۴۹/۴ **	۳	تنش شوری	
۳۴۲۵/۱	۱۲۲۴/۱	۲۲/۳	۰/۱	۰/۱	۳/۱	۹	خطای اول	
۱۳۱۰/۰ **	۴۵۳۸/۲ **	۳/۴ **	۰/۰ **	۰/۰ **	۹/۴ n.s	۲	زمان برداشت	
۱۲۳۴/۱ n.s	۲۴۴۵/۱ n.s	۳/۳ *	۰/۲ **	۰/۹ **	۷/۳ n.s	۶	زمان برداشت × تیمار	
۲۱۳۴/۰	۱۵۴۳/۲	۰/۲۱	۰/۱	۰/۳	۲/۱	۲۴	خطای دوم	
۱۵/۳	۳۰/۱	۲۰/۱	۳/۴	۵/۱	۴/۳		ضریب تغییرات (%)	

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

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

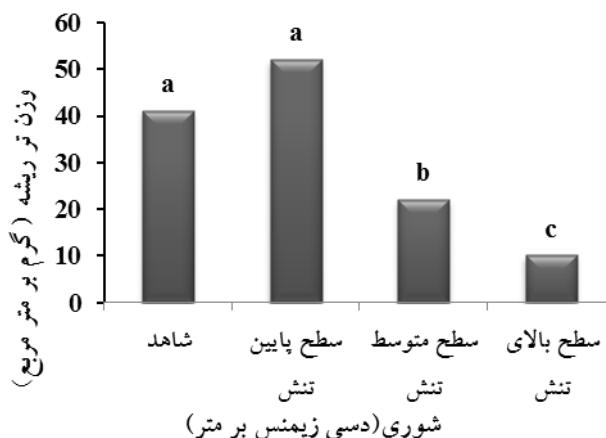
عرض برگ (سانتی متر)		ارتفاع گیاه (سانتی متر)		زمان برداشت				سطح شوری	
پاییز	تابستان	بهار	پاییز	تابستان	بهار	پاییز	تابستان	بهار	
۰/۷۱ <sup>a</sup>	۰/۷۳ <sup>a</sup>	۰/۷۶ <sup>a</sup>	۱/۶۷ <sup>a</sup>	۱/۶۹ <sup>a</sup>	۱/۶۷ <sup>a</sup>	۳۷/۷۵ <sup>a</sup>	۴۰/۵۰ <sup>a</sup>	۳۹/۵۰ <sup>a</sup>	شاهد
۰/۶۳ <sup>b</sup>	۰/۶۹ <sup>a</sup>	۰/۷۴ <sup>a</sup>	۱/۵۸ <sup>b</sup>	۱/۶۴ <sup>ab</sup>	۱/۶۶ <sup>a</sup>	۳۷ <sup>a</sup>	۳۵/۷۵ <sup>b</sup>	۳۶/۲۵ <sup>ab</sup>	۲دسى زيمنس
۰/۶۱ <sup>b</sup>	۰/۶۱ <sup>b</sup>	۰/۶۴ <sup>b</sup>	۱/۴۸ <sup>c</sup>	۱/۵۵ <sup>b</sup>	۱/۶۵ <sup>a</sup>	۳۶/۵۰ <sup>b</sup>	۳۵/۵۰ <sup>b</sup>	۳۶/۲۵ <sup>ab</sup>	۴دسى زيمنس
۰/۴۱ <sup>c</sup>	۰/۵۰ <sup>c</sup>	۰/۶۰ <sup>b</sup>	۱/۲۸ <sup>d</sup>	۱/۴۴ <sup>c</sup>	۱/۶۱ <sup>b</sup>	۳۶ <sup>b</sup>	۳۱/۵۰ <sup>b</sup>	۳۵/۲۵ <sup>b</sup>	۶دسى زيمنس
۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۶۸	۱/۵۰	۱/۵۸	۱/۶۵	۳۶/۸۱	۳۵/۸۱	۳۶/۸۱	ميانگين
۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۲	۱/۱۳	۴/۷۱	۴/۱۴	LSD

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

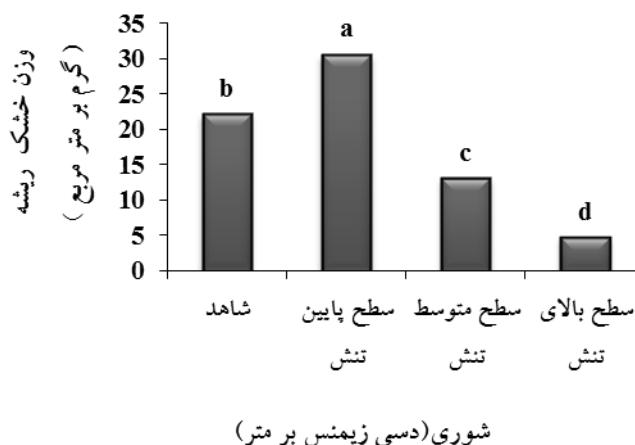
ادامه جدول ۳-

روز تا ۱۰۰٪/گلدهی		روز تا ۵۰٪/گلدهی		تعداد شاخه فرعی				زمان برداشت			
پاییز	تابستان	بهار	پاییز	تابستان	بهار	پاییز	تابستان	بهار	تابستان	بهار	سطح شوری
۰/۰۰	۰/۰۰ <sup>b</sup>	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰ <sup>a</sup>	۰/۰۰ <sup>b</sup>	۲/۵۰ <sup>c</sup>	۶/۰۰ <sup>a</sup>	۵/۷۵ <sup>a</sup>	شاهد		
۰/۰۰	۱۰۱/۰۰ <sup>a</sup>	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰ <sup>a</sup>	۹۰/۷۵ <sup>a</sup>	۲/۷۵ <sup>bc</sup>	۶/۷۵ <sup>a</sup>	۶/۲۵ <sup>a</sup>	۲دسى زيمنس		
۰/۰۰	۷۸/۷۵ <sup>b</sup>	۰/۰۰	۰/۰۰	۳۳/۰۰ <sup>a</sup>	۵۹/۰۰ <sup>b</sup>	۴/۰۰ <sup>ab</sup>	۵/۰۰ <sup>a</sup>	۴/۷۵ <sup>a</sup>	۴دسى زيمنس		
۰/۰۰	۶۷/۲۵ <sup>b</sup>	۰/۰۰	۰/۰۰	۳۲/۲۵ <sup>a</sup>	۶۱/۰۰ <sup>b</sup>	۴/۲۵ <sup>a</sup>	۶/۵۰ <sup>a</sup>	۵/۵۰ <sup>a</sup>	۶دسى زيمنس		
-	۸۹/۸۳	-	-	۱۳۰/۵۰	۷۰/۲۵	۳/۳۷	۷/۰۶	۵/۵۶	ميانگين		
۰/۰۰	۱۰۴/۶۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۶۰/۲۶	۱۰۳/۴۹	۱/۲۷	۲/۵۰	۱/۸۵	LSD		

حروف مشترک در هر سطر براساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری 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 تحت تنش شوری و زمان برداشت

منابع تغییرات	آزادی برگ	درجه	محتوای نسبی آب	پرولین	کاروتونئید	کلروفیل a	کلروفیل b	میانگین مریعات صفات
بلوک	۳		۲۱/۱ <sup>n.s</sup>	۰/۷ <sup>n.s</sup>	۰/۱ <sup>n.s</sup>	۰/۱ <sup>n.s</sup>	۰/۰ <sup>n.s</sup>	۰/۳ <sup>n.s</sup>
تنش شوری	۳		۵۴۳۱/۰ <sup>**</sup>	۰/۲ <sup>**</sup>	۱/۲ <sup>**</sup>	۰/۳ <sup>**</sup>	۰/۱ <sup>**</sup>	۰/۱ <sup>**</sup>
خطای اول	۹		۳۴۵/۴	۰/۱	۱۵/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۲
زمان برداشت	۲		۲۱۴/۶ <sup>**</sup>	۰/۵ <sup>**</sup>	۵/۲ <sup>**</sup>	۰/۴ <sup>**</sup>	۰/۲ <sup>**</sup>	۰/۲ <sup>**</sup>
زمان برداشت × تیمار	۶		۱۳۳/۶ <sup>*</sup>	۰/۰ <sup>**</sup>	۷/۵ <sup>**</sup>	۰/۰ <sup>**</sup>	۰/۰ <sup>**</sup>	۰/۰ <sup>**</sup>
خطای دوم	۲۴		۲۲/۱	۰/۱	۰/۴	۰/۱	۰/۱	۰/۱
ضریب تغییرات (%)			۳۴/۲	۵/۳	۹/۳	۲۲/۰	۱۰/۰	۹/۱

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

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 سطح بالای تنش میزان پرولین به طور معنی‌داری افزایش یافت. در زمان برداشت اول، دوم و سوم به ترتیب ۴۰/۹۸٪، ۴۷/۹۶٪ و 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.

**کاروتونئیدها:** مقایسه میانگین داده‌ها نشان دادند که تفاوت بین کمترین و بیشترین میانگین کاروتونئید چشمگیر نمی‌باشد، 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. کاروتونئید در زمان برداشت اول و دوم با افزایش تنش شوری افزایش داشته است در حالیکه در زمان برداشت سوم با افزایش سطح تنش شوری از میزان کاروتونئید کاسته شده است.

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

صفات فیزیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک و مطالعه اثر زمان برداشت بر این صفات در جدول (۴) و (۵) آورده شده است. مطابق نتایج بدست آمده، اختلاف معنی‌داری برای تمامی صفات مورد بین تیمارهای شوری مورد مطالعه، نظری محتوای نسبی آب برگ، غلظت پرولین، کاروتونئیدها و کلروفیل در سطح یک درصد مشاهده شد. نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نیز نشان دادند که تمامی صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده بین زمان‌های برداشت مختلف در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری 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 ۴۶ 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 تأمیل 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 معنی‌داری در

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

		پرولین (میکرومول بر گرم برگ)		کاروتینوئید (میلی گرم بر گرم برگ)		محتوای نسبی آب برگ (درصد٪)				زمان برداشت	
		تابستان	بهار	پاییز	تابستان	بهار	پاییز	تابستان	بهار	سطوح شوری	
۵/۹۰ <sup>a</sup>	۵/۰۸ <sup>b</sup>	۰/۶۹ <sup>d</sup>	۰/۶۶ <sup>c</sup>	۰/۷۴ <sup>c</sup>	۶۸/۶۳ <sup>a</sup>	۷۶/۸۲ <sup>a</sup>	۷۳/۴۰ <sup>a</sup>	۷۳/۴۰ <sup>a</sup>	۷۳/۴۰ <sup>a</sup>	شاهد	
۶/۴۸ <sup>a</sup>	۶/۰۵ <sup>a</sup>	۱/۰۲ <sup>c</sup>	۰/۹۰ <sup>b</sup>	۰/۷۴ <sup>c</sup>	۲۶/۸۶ <sup>b</sup>	۳۴/۰۶ <sup>b</sup>	۵۴/۲۵ <sup>b</sup>	۵۴/۲۵ <sup>b</sup>	۵۴/۲۵ <sup>b</sup>	۲دسى زيمنس	
۶/۶۷ <sup>a</sup>	۶/۲۶ <sup>a</sup>	۱/۱۹ <sup>b</sup>	۱/۰۵ <sup>a</sup>	۰/۸۹ <sup>b</sup>	۲۲/۹۲ <sup>b</sup>	۲۶/۷۵ <sup>bc</sup>	۳۲/۴۷ <sup>c</sup>	۳۲/۴۷ <sup>c</sup>	۳۲/۴۷ <sup>c</sup>	۴دسى زيمنس	
۶/۷۴ <sup>a</sup>	۶/۳۲ <sup>a</sup>	۱/۴۳ <sup>a</sup>	۱/۱۲ <sup>a</sup>	۱/۰۳ <sup>a</sup>	۲۷/۷۰ <sup>b</sup>	۱۸/۳۲ <sup>c</sup>	۲۳/۸۹ <sup>c</sup>	۲۳/۸۹ <sup>c</sup>	۲۳/۸۹ <sup>c</sup>	۶دسى زيمنس	
۶/۴۵	۵/۹۳	۱/۰۸	۰/۹۳	۰/۸۵	۳۶/۵۳	۳۸/۹۹	۴۶/۰۰	۴۶/۰۰	۴۶/۰۰	ميانگين	
۱/۰۰	۰/۵۹	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۰	۶/۹۶	۱۱/۹۰	۱۰/۵۴	۱۰/۵۴	۱۰/۵۴	LSD	

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

ادامه جدول ۵

		کلروفیل a (میلی گرم بر گرم برگ) a+b		کلروفیل b (میلی گرم بر گرم برگ) b		کلروفیل a (میلی گرم بر گرم برگ) a+b				زمان برداشت	
		تابستان	بهار	پاییز	تابستان	بهار	پاییز	تابستان	بهار	تابستان	بهار
۰/۷۸ <sup>a</sup>	۰/۶۷ <sup>a</sup>	۰/۷۱ <sup>a</sup>	۰/۲۲ <sup>a</sup>	۰/۳ <sup>a</sup>	۰/۲۴ <sup>c</sup>	۰/۴۷ <sup>a</sup>	۰/۳۹ <sup>a</sup>	۰/۴۲ <sup>a</sup>	۰/۴۲ <sup>a</sup>	شاهد	
۰/۴۲ <sup>b</sup>	۰/۵۷ <sup>b</sup>	۰/۶۱ <sup>a</sup>	۰/۱۵ <sup>b</sup>	۰/۲۴ <sup>b</sup>	۰/۳۳ <sup>b</sup>	۰/۲۸ <sup>b</sup>	۰/۲۴ <sup>b</sup>	۰/۳۹ <sup>ab</sup>	۰/۴۲ <sup>b</sup>	۲دسى زيمنس	
۰/۳۱ <sup>b</sup>	۰/۴۲ <sup>c</sup>	۰/۶۳ <sup>a</sup>	۰/۰۹ <sup>c</sup>	۰/۱۶ <sup>c</sup>	۰/۳۷ <sup>a</sup>	۰/۱۷ <sup>c</sup>	۰/۲۱ <sup>b</sup>	۰/۲۷ <sup>bc</sup>	۰/۴۲ <sup>c</sup>	۴دسى زيمنس	
۰/۲۱ <sup>c</sup>	۰/۳۲ <sup>d</sup>	۰/۶۵ <sup>a</sup>	۰/۰۶ <sup>c</sup>	۰/۰۸ <sup>d</sup>	۰/۳۸ <sup>a</sup>	۰/۰۹ <sup>c</sup>	۰/۱۰ <sup>c</sup>	۰/۲۵ <sup>c</sup>	۰/۴۲ <sup>c</sup>	۶دسى زيمنس	
۰/۴۰	۰/۴۹	۰/۶۵	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۳۳	۰/۳۷	۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۴۰	ميانگين	
۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۷	LSD	

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

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

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.

### 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

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 b, ۰/۷۱ میلی گرم بر گرم برگ محاسبه شد و

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 تنفس شوری است که به این ترتیب رشد و عملکرد گیاه در نهایت کاهش می‌یابد (کاظم زاده حقیقی، ۱۳۸۹).

در این پژوهش افزایش سطوح تنفس 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 مورفوLOژیک 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 تنفس شوری در زمان برداشت بهار و تابستان مقاوم‌تر عمل کرده است. کاهش رشد در غلاظت‌های 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 فوستزی به سمت انتقال فعل و جذب یون‌ها باشد (Munns and Terman, 1986).

یکی از واکنش‌های سازگاری گیاه به تنفس 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 تنفس اسمزی از طریق تنظیم اسمزی می‌باشد. مواد محلول سازگار که با تنفس شوری تحت تأثیر قرار می‌گیرند شامل قندهای ساده (گلوكز، فروکتوز)، دی‌ساکاریدها (ساکارزو تری هالوز)، الكلهای قندی یا پلیول‌ها (سوربیتول، مانیتول،...)، اسیدهای آمینه (پرولین)، مشتقان اسیدهای آمینه چهارتایی (گلایسین-بتائین، پرولین- بتائین، تریگونولین) و ترکیبات سولفونیوم هستند (Lee and Duncan, 2004). پرولین فراوان‌ترین ماده محلول سازگار تجمع یافته در گیاهان تحت تنفس شوری گزارش شده است (Gorham *et al.*, 1985). اهمیت فیزیولوژیکی پرولین بحث

بیشتر از زمان برداشت سوم بود. تنفس شوری نیز باعث تسريع در گلدهی شد. در رابطه با صفات فیزیولوژیک، به طور کلی کلروفیل، سبزینگی و محتوای رطوبت نسبی برگ گیاه مورد تحت تنفس شوری کاهش و میزان پرولین و کاروتینوئید (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 تنفس شوری اعمال شده را تحمل کند. گیاه در مقابله با تنفس شوری با کاهش طول برگ، عرض برگ و ارتفاع گیاه از میزان خسارت وارد شده می‌کاهد.

با افزایش غلاظت 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. تنفس 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 سبل 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 کرده‌اند که تنفس شوری باعث کاهش ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و تعداد برگ در گیاه شبیله شده است. ریشه اولین اندامی است که به دلیل جذب عناصر به طور مستقیم با تنفس مواجه می‌شود و به همین دلیل از توسعه بیشتر آن در شرایط تنفس 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 تنفس شوری در هر سه زمان برداشت میزان کلروفیل a کاهش می‌یابد. در رابطه با کلروفیل b در زمان برداشت بهار با افزایش تنفس 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 دراثر تنفس 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 کاروتونئید 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 کاروتونئید تحت تنفس افزایش یافت ولی در زمان برداشت پاییز در اثر تنفس کاهش داشت.

نتایج اثر شوری بر روی گیاه سیاه‌دانه که تحت تنفس شوری قرار گرفته بودند نشان داد که، کلروفیل a, b, کلروفیل کل و کاروتونئید کاهش محتوا داشته اند (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹). کاروتونئیدها 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). کاروتونئیدها از طریق مکانیسمی که چرخه گزانتوفیل نامیده می‌شود باعث مصرف اکسیژن و حفاظت از کلروفیل در مقابل فتوکسیداسیون می‌شوند (علیزاده بناب و همکاران، ۱۳۸۶). بنابراین با توجه به نقش حفاظتی کاروتونئیدها نتایج تحقیق حاضر که افزایش معنی دار مقدار کاروتونئیدها در تنفس شوری در دو زمان برداشت بهار و تابستان را توجیه می‌کند. گیاه مورد با افزایش

برانگیز است زیرا برخی گزارش کرده اند 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 بیوستز پرولین و تجمع آن در سیتوپلاسم سلول می‌شود (Kerepesi and Galiba, 2000; Wang and Han, 2009) در این رابطه نبی‌زاده (۱۳۸۱)، افزایش میزان تنظیم کننده‌های اسمزی مثل پرولین را در زیره سبز در شرایط تنفس 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 تنفس، گیاه با افزایش زیست ساخت 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 تنفس‌هایی مانند شوری می‌باشد (Gulzar and Khan, 2001). تجمع پرولین در شرایط تنفس 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 تنفس 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 فتوستزی به شمار می‌رود. کاهش میزان کلروفیل a در اثر تنفس 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 حداقل چهار دسی زیمنس پیشنهاد می‌گردد.

میزان کاروتونوئید از خسارت اکسیداتیو ناشی از تنش کاسته و مقاومت گیاه را افزایش یافته است. در زمان برداشت پاییز میزان کاروتونوئید کاهش یافته است که با نتایج قربانی و همکاران (۱۳۸۹) مطابقت دارد. گیاهان برای مقابله با تأثیر مضر اکسیداسیون نوری از کاروتونوئیدها 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 فتوستتری 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 آنزیم‌های دهیدروژناز) و تولید آن-ALA (Viera Santos, 2004) موثر در سنتز کلروفیل می‌باشد. کلروپلاستها حاوی رنگدانه کلروفیل و مقادیر زیادی از کاروتونوئیدها و زانتوفیلها می‌باشند. کاروتونوئیدها گروهی از رنگدانه‌های 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 ۴۰-۴۲۰  
اعتصامی، م. و گالشی، س. ا. (۱۳۸۷) ارزیابی واکنش ده ژنوتیپ جو در مرحله جوانه زنی و رشد گیاهچه . مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۵: ۴۳-۴۳
- 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: ۱۳-۱۳
- 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 ۶-۳۰۶
- 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 گیاهچه و روابط یونی در ارزن پروسو . پژوهش و سازندگی در زراعت و باگبانی ۱: ۱۲۲-۱۱۵

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: ۳۸۸-۳۷۰.

کاظم زاده حقیقی، ع. (۱۳۸۹) ارزیابی تحمل به شوری بر اساس جوانه زنی در ۹ رقم سورگوم علوفه‌ای. *پژوهش‌های علوم گیاهی* ۳: ۸۱-۷۴.

محمدخانی، ع. ارجمنگی، او خدامباشی، م. (۱۳۹۱) تأثیر تنفس شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در گیاه تحت شرایط کشت هیدروپونیک (*Trigonella foenum gracum*) دارویی شبکلیه. *مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه ای* ۱۰: ۴۰-۳۳.

نبی‌زاده، م. ر. (۱۳۸۱) اثر سطوح مختلف شوری بر رشد و عملکرد زیره سبز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

احمدی، ع. جباری، ف. و احسان‌زاده، پ. (۱۳۸۸) مقدمه‌ای بر فیزیولوژی گیاهی. جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

Alshammary, 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 prolin 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 *Aeluropuslangopoides*. *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 Terman, 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 Vafadar<sup>1</sup>, Mehdi Rahimmalek<sup>1\*</sup>, Mohammad Reza Sabzalian<sup>1</sup>, and Ali Nikbakht<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Department 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  $6\text{dS m}^{-1}$  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  $\text{dS m}^{-1}$  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

