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

زینب وفادار[۱]، مهدی رحیم ملک*[۱]، محمد رضا سبزعلیان[۱] و علی نیکبخت[۲]

[۱]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان،۸٤۱٥٦۸۳۱۱۱، ایران

[۲]گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان،۸٤۱٥٦۸۳۱۱۱، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹٥/۰٤/۲۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹٥/۰۹/۲٤)

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 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(۱/٦۹ 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 ۲۷/۹٦٪ ، ٤۰/۹۸ ٪ و ٥۱/۷٤ ٪ افزایش پرولین در تیمار سطح ٦دسی زیمنس نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید. بیشترین میانگین کاروتنوئید در زمان برداشت تابستان با ٦/۷٤ میلی گرم بر گرم برگ و کمترین میانگین با۵۰/ ۲ 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

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 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

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

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 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 تأثیر گذار 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 میرتاسه (*Myrtaceae*)، که گل‌های این گیاه سفید و معطر می‌باشد و در رده دولپه ای 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 اسانس و عصاره ی آن تهیه می‌شود. این گیاه در فارسی به نام های مورد و مورت شناخته می شود و نام انگلیسی آن Myrtle می‌باشد.

بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژیک گیاهان دارویی در مطالعات پیشین آمده است. در یک آزمایش گلخانه‌ای، اثر تنش شوری روی رشد و میزان انباشت یون ها 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 درشرایط شوری بسته به نوع نمک، غلظت نمک، مرحله فیزیولوژیکی گیاه، مدت زمانی که در معرض شوری قرار می گیرد 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 (۲۰۰٤) اثر تنش شوری روی رشد و میزان انباشت یون‌ها در گیاه دارویی زنیان مطالعه کردند. درمطالعه‌ای 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 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

جدول ۱- مشخصات خاک مورد استفاده

خصوصیات خاک اندازه گیری شده قبل از آزمایش					اندازه گیری شده در پایان آزمایش EC*(dS/m)*			
بافت	مواد آلی (درصد)	شن(درصد)	رس(درصد)	اسیدیته	EC *(dS/m)*	تیمار شاهد	*سطح کم تنش	سطح متوسط تنش	سطح شدید تنش
لوم-شنی	۰/۷	٪۱٤	٪٦٤	۷/۹	۲/٤	۳/۱	٤/۸	٦	۸/۵

***منظور از سطوح کم، متوسط و شدید تنش شوری به ترتیب، همان غلظت‌های۲،٤ و ٦ دسی زیمنس می‌باشد.**

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در زمان (پلات اصلی تنش شوری و پلات فرعی زمان برداشت) و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار و در چهار سطح شوری و سه زمان برداشت اوایل بهار (۲۰ فروردین ماه)، اوایل تابستان (١٤ تیر ماه) و اوایل پائیز (۱ مهرماه) انجام شد به منظور انجام این پژوهش ٤٨ 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 واصلاح 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 ۲ ،٤ و٦ 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 آبشویی(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 اندازه گیری شده شامل؛ ارتفاع گیاه، طول برگ، عرض برگ، تعداد شاخه فرعی، روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا۱۰۰ درصد گلدهی بود. شاخص‌های فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده نیز شامل محتوای نسبی آب برگ، پرولین، کاروتنوئید و کلروفیل بود.

اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC): برای تعیین **محتوای نسبی آب** برگ طبق روش ریتچی (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 ٢٤ ساعت وزن تورژسانس برگ اندازه گیری شد و سپس برگ‌ها درون پاکت‌های کاغذی قرار گرفته و به منظور اندازه‌گیری وزن خشک به مدت٤٨ ساعت در آون با دمای ۷۵-۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند، پس از طی ٤٨ ساعت برگ‌های فوق به منظور وزن خشک دوباره توزین شدند. محتوای نسبی آب از طریق رابطه زیر بدست آمد:

محتوای نسبی برگ(٪)= [وزن تر- وزن خشک /وزن خشک- وزن تورژسانس] ×۱۰۰

اندازه گیری غلظت کاروتنوئیدها، کلروفیل و پرولین: اندازه‌گیری میزان کلروفیلهای a, b و کل و همچنین کاروتنوئید ها، 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 ٦٦٣،٦٤٥ و ٤٧٠ نانومتر) صورت گرفت .

سپس میزان کلروفیل از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

Chl a (mg⁄g.f.w) = [12.7(abs 663) - 2.69(645)]×v⁄ 1000×w.
chl b (mg⁄g.f.w)= [22.9(abs 645)- 4.69(663)] ×v⁄ 1000×w.
chl a+b (mg⁄g.f.w)= [20.2(abs 645)+ 8.02(663)] ×v⁄ 1000×w.
carotenoid (mg⁄g.f.w)= 1000(abs470)-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 ۰/۳ 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 (جذب) +4.6698

اندازه گیری وزن تر و خشک ریشه: پس از اتمام پژوهش گیاهان از گلدان‌ها خارج گردیدند، سپس بخش هوایی و ریشه ها از محل طوقه تفکیک شدند. به منظور اندازه گیری وزن تر ریشه، پس از شستشوی آنها، ریشه‌ها توزین گردیدند و در نهایت ریشه‌ها به مدت ٤٨ 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 افزارهایSAS 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 معنی‌داری 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 معنی‌داری 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 معنی‌داری 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 معنی‌دار شد و بیشترین میانگین متعلق به تیمار شاهد با ٤۰/۵ سانتی‌متر وکمترین ارتفاع با ۳۱/۵ در سطح بالای تنش زمان برداشت تابستان مشاهده شد. ارتفاع گیاه درهر سه زمان برداشت با افزایش شوری کاهش پیدا کرد. در زمان برداشت اول سطح بالای تنش نسبت به شاهد ٦۳٪ کاهش ارتفاع داشت و در زمان برداشت دوم به کاهش۲۲/۲۲ درصدی رسید. در زمان برداشت سوم کاهش ارتفاع در اثر تنش شوری ٤/۸٦٪ ارزیابی گردید.

بیشترین میانگین طول برگ مربوط به تیمار شاهد ۱/٦۹ سانتی‌متر در زمان برداشت تابستان و کمترین میانگین در سطح بالای تنش (٦ دسی زیمنس) 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 وسوم 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 ۰/۷٦ و ۰/٤۱ 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 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

جدول۲- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک گیاه مورد تحت تنش شوری و زمان برداشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات					
		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$^{n.s}$	۳۲٤/۲$^{n.s}$	۸۹۷/۱ $^{n.s}$
تنش شوری	۳	٤۹/٤**	۰/۱**	۰/۱**	۲/۸$^{n.s}$	۱۲٦۷/۰$^{n.s}$	۲۳۸۹/۲ $^{n.s}$
خطای اول	۹	۳/۱	۰/۱	۰/۱	۲۲/۳	۱۲۳٤/۱	۳٤۲۵/۱
زمان برداشت	۲	۹/٤$^{n.s}$	۰/۰**	۰/۰**	۳/٤**	٤۵۳۸/۲**	۱۳۱۰/۰**
زمان برداشت × تیمار	٦	۷/۳$^{n.s}$	۰/۹**	۰/۲**	۳/۳*	۲٤٤۵/۱$^{n.s}$	۱۲۳٤/۱$^{n.s}$
خطای دوم	۲٤	۲/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۲۱	۱۵٤۳/۲	۲۱۳٤/۰
ضریب تغییرات (٪)		٤/۳	۵/۱	۳/٤	۲۰/۱	۳۰/۱	۱۵/۳

***، ** وns 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

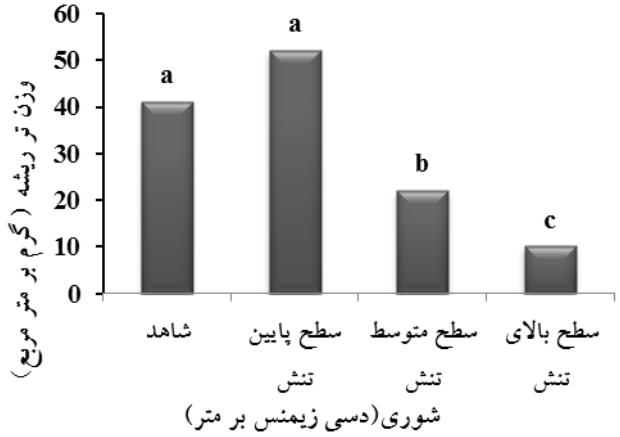
زمان برداشت / سطوح شوری	ارتفاع گیاه (سانتی متر)			طول برگ (سانتی متر)			عرض برگ (سانتی متر)		
	بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	پاییز
شاهد	۳۹/۵۰^{a}	٤۰/۵۰^{a}	۳۷/۷۵^{a}	۱/٦۷^{a}	۱/٦۹^{a}	۱/٦۷^{a}	۰/۷٦^{a}	۰/۷۳^{a}	۰/۷۱^{a}
۲دسی زیمنس	۳٦/۲۵^{ab}	۳۵/۷۵^{b}	۳۷^{a}	۱/٦٦^{a}	۱/٦٤^{ab}	۱/۵۸^{b}	۰/۷٤^{a}	۰/٦۹^{a}	۰/٦۳^{b}
٤دسی زیمنس	۳٦/۲۵^{ab}	۳۵/۵۰^{b}	۳٦/۵۰^{b}	۱/٦۵^{a}	۱/۵۵^{b}	۱/٤۸^{c}	۰/٦٤^{b}	۰/٦۱^{b}	۰/٦۱^{b}
٦دسی زیمنس	۳۵/۲۵^{b}	۳۱/۵۰^{b}	۳٦^{b}	۱/٦۱^{b}	۱/٤٤^{c}	۱/۲۸^{d}	۰/٦۰^{b}	۰/۵۰^{c}	۰/٤۱^{c}
میانگین	۳٦/۸۱	۳۵/۸۱	۳٦/۸۱	۱/٦۵	۱/۵۸	۱/۵۰	۰/٦۸	۰/٦۳	۰/۵۹
LSD	٤/۱٤	٤/۷۱	۱/۱۳	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰٦	۰/۰٤

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

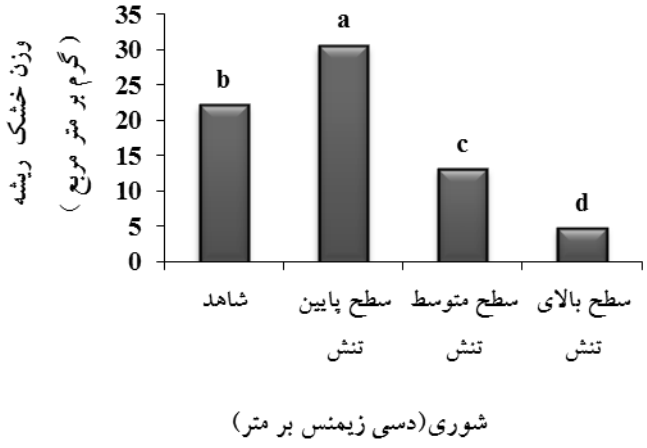
ادامه جدول ۳-

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}	٦/۰۰^{a}	۲/۵۰^{c}	۰/۰۰^{b}	۰/۰۰^{a}	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰^{b}	۰/۰۰
۲دسی زیمنس	٦/۲۵^{a}	٦/۷۵^{a}	۲/۷۵^{bc}	۹۰/۷۵^{a}	۰/۰۰^{a}	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۱/۰۰^{a}	۰/۰۰
٤دسی زیمنس	٤/۷۵^{a}	۵/۰۰^{a}	٤/۰۰^{ab}	۵۹/۰۰^{b}	۳۳/۰۰^{a}	۰/۰۰	۰/۰۰	٦۸/۷۵^{b}	۰/۰۰
٦دسی زیمنس	۵/۵۰^{a}	٦/۵۰^{a}	٤/۲۵^{a}	٦۱/۰۰^{b}	۳۲/۲۵^{a}	۰/۰۰	۰/۰۰	٦۷/۲۵^{b}	۰/۰۰
میانگین	۵/۵٦	٦/۰٦	۳/۳۷	۷۰/۲۵	۱۳۰/۵۰	–	–	۸۹/۸۳	–
LSD	۱/۸۵	۲/۵۰	۱/۲۷	۱۰۳/٤۹	٦۰/۲٦	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰٤/٦۳	۰/۰۰

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



شکل۱- مقایسه میانگین اثر سطوح شوری بر وزن تر ریشه. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد با آزمون LSD می‌باشد.



شکل۲- مقایسه میانگین اثر سطوح شوری بر وزن خشک ریشه. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد با آزمون LSD می‌باشد.

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 معنی‌داری بودند. در اثر تنش شوری وزن تر ریشه کاهش یافت (شکل۱). طبق نتایج، بیشترین میانگین وزن خشک ریشه در سطح پایین تنش (۲ دسی زیمنس) با ۳۰/٤۸ گرم وزن مشاهده گردید و کمترین میانگین نیز متعلق به سطح بالای تنش(٦ دسی زیمنس) با ٤/۵۷ گرم وزن بود (شکل۲). همچنین نتایج حاصل حاکی از کاهش ارتفاع گیاه ، طول برگ، عرض برگ، وزن تر و خشک ریشه با افزایش غلظت شوری بود. این کاهش در صفات مورفولوژیک در زمان برداشت پاییز بیشتر مشاهده شد و می‌توان 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 وتابستان بالاتر از زمان برداشت پاییز می‌باشد. همچنین این نتایج بیانگر این است که گیاه مورد شوری بالاتر از ٦ دسی زیمنس را در پاییز نمی‌تواند تحمل کند، در حالیکه در زمان برداشت بهار و تابستان مقاومت گیاه به تنش شوری بیشتر می‌باشد.

جدول٤- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک گیاه مورد تحت تنش شوری و زمان برداشت

		میانگین مربعات صفات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای نسبی آب برگ	پرولین	کاروتنوئید	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل a+b
بلوک	۳	۲۱/۱$^{n.s}$	۰/۲$^{n.s}$	۰/۱$^{n.s}$	۰/۱$^{n.s}$	۰/۳$^{n.s}$	۰/۰$^{n.s}$
تنش شوری	۳	٥٤٣١/٠**	۰/۲**	۱/۲**	۰/۳**	۰/۲**	۰/۱**
خطای اول	۹	۳٤٥/٤	۰/۱	۱٥/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۲
زمان برداشت	۲	۲۱٤/٦**	۰/٥**	٥/۲**	۰/٤**	۰/۲**	۰/٤**
زمان برداشت × تیمار	٦	۱۳۳/٦*	۰/۰**	۷/٥**	۰/۰**	۰/۱**	۰/۰**
خطای دوم	۲٤	۲۳/۱	۰/۱	۰/٤	۰/۱	۰/۱	۰/۲
ضریب تغییرات (٪)		۳٤/۲	٥/۳	۹/۳	۲۲/۰	۱۰/۰	۹/۱

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

صفات فیزیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس و مقایسات میانگین صفات فیزیولوژیک و مطالعه اثر زمان برداشت بر این صفات در جدول (٤) و (٥) آورده شده است. مطابق نتایج بدست آمده، اختلاف معنی‌داری برای تمامی صفات مورد بین تیمارهای شوری مورد مطالعه، نظیر محتوای نسبی آب برگ، غلظت پرولین، کارتنوئیدها وکلروفیل در سطح یک درصد مشاهده شد. نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نیز نشان دادند که تمامی صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده بین زمان های 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 ٤٦درصد وکمترین میانگین به زمان برداشت سوم(پاییز) با ۳٦/٥۳ 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 معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد و از مقایسه میانگین داده‌ها این نتیجه استنباط شد که فصل پاییز دارای بیشترین میانگین پرولین با ۱/٤۳ و زمان برداشت تابستان دارای کمترین میانگین پرولین با ۰/٦٦ میکرو مول بر گرم برگ در تیمار شاهد بود. با افزایش تنش شوری از تیمار شاهد به سطوح بالای تنش میزان پرولین به طور معنی‌داری افزایش یافت. در زمان برداشت اول، دوم و سوم به ترتیب ۲۷/۹٦٪، ٤۰/۹۸ ٪و ٥۱/۷٤ ٪ افزایش پرولین در تیمار سطح بالای تنش نسبت به تیمار شاهد ارزیابی گردید. در زمان برداشت دوم وسوم میزان پرولین از زمان برداشت اول (بهار) بیشتر بود.

کاروتنوئیدها: مقایسه میانگین داده‌ها نشان دادند که تفاوت بین کمترین و بیشترین میانگین کاروتنوئید چشمگیر نمی‌باشد، در زمان برداشت تابستان بیشترین میانگین با ٦/۷٤ و در زمان برداشت سوم یعنی پاییز کمترین میانگین با۵۰/ ۲ میلی گرم بر گرم برگ در سطح ٦ 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 معنی‌داری نشان دادند. در زمان برداشت اول (بهار) بیشترین میانگین با ۰/٤۲ و در زمان

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

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

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

ادامه جدول ۵-

	کلروفیلa (میلی گرم بر گرم برگ)			کلروفیل b (میلی گرم بر گرم برگ)			کلروفیل a+b (میلی گرم بر گرم برگ)		
زمان برداشت / سطوح شوری	بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	پاییز
شاهد	۰/۴۲^{a}	۰/۳۹^{a}	۰/۴۷^{a}	۰/۲۴^{c}	۰/۳^{a}	۰/۲۲^{a}	۰/۷۱^{a}	۰/۶۷^{a}	۰/۶۸^{a}
۲دسی زیمنس	۰/۳۹^{ab}	۰/۲۴^{b}	۰/۲۸^{b}	۰/۳۳^{b}	۰/۲۴^{b}	۰/۱۵^{b}	۰/۶۱^{a}	۰/۵۷^{b}	۰/۴۲^{b}
۴دسی زیمنس	۰/۲۷^{bc}	۰/۲۱^{b}	۰/۱۷^{c}	۰/۳۷^{a}	۰/۱۶^{c}	۰/۰۹^{c}	۰/۶۳^{a}	۰/۴۲^{c}	۰/۳۱^{b}
۶دسی زیمنس	۰/۲۵^{c}	۰/۱۰^{c}	۰/۰۹^{c}	۰/۳۸^{a}	۰/۰۸^{d}	۰/۰۶^{c}	۰/۶۵^{a}	۰/۳۲^{d}	۰/۲۱^{c}
میانگین	۰/۳۲	۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۳۳	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۶۵	۰/۴۹	۰/۴۰
LSD	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۵۳	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۱۴

حروف مشترک در هر سطر براساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری 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 برداشت‌های مختلف از میزان کلروفیل a و b در زمان برداشت دوم وسوم 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 کمترین میانگین صفت در زمان برداشت پاییز با ۰/۲۱ بدست آمد.

بحث

با توجه به نتایج بدست آمده از صفات مورفولوژیک درهرسه 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 شاخه‌های جانبی

بیشتر از زمان برداشت سوم بود. تنش شوری نیز باعث تسریع در گلدهی شد. در رابطه با صفات فیزیولوژیک، به طور کلی کلروفیل، سبزینگی 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 می کاهد.

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 ازتوسعه بیشتر آن در شرایط تنش شوری جلوگیری می‌کند. کاهش رشد رویشی و وزن خشک به دلیل کاهش آماس سلول ها 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)

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 وخشک 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 وتابستان 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 ازطریق تنظیم اسمزی می‌باشد. مواد محلول سازگار که با تنش شوری تحت تأثیر قرار می‌گیرند شامل قندهای ساده (گلوکز، فروکتوز)، دی‌ساکاریدها (ساکارزو تری هالوز)، الکل‌های قندی یا پلیول‌ها (سوربیتول، مانیتول،...)، اسیدهای آمینه (پرولین)، مشتقات اسیدهای آمینه چهارتایی (گلایسین–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

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 بیوسنتز 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 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 (نبی زاده، ۱۳۸۱). البته کاهش محتوای کلروفیل درسطوح بالای شوری را می‌توان به دلیل تخریب کلروپلاست دانست Silveira *et al*., (2009).

در زمان وقوع تنش، 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 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 احتمالا 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 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 دراثر 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 کلروفیلa ، واقع در فتوسیستم های کلروپلاست عمل کرده و در جذب و انتقال انرژی نورانی دریافتی به کلروفیلa 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،bکلروفیل کل و کاروتنوئید کاهش محتوا داشته اند (قربانلی و همکاران، ۱۳۸۹). کاروتنوئیدها رنگدانه‌هایی هستند که نقش مهمی در حمایت گیاهان در برابر فرآیندهای اکسیداتیو دارندکه 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 می شود باعث مصرف اکسیژن و حفاظت از کلروفیل در مقابل فتواکسیداسیون می‌شوند (علیزاده بناب و همکاران، ۱۳۸٦). بنابراین با توجه به نقش حفاظتی کاروتنوئید ها 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

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 میباشند. کاروتنوئیدها گروهی از رنگدانه های نارنجی و زرد هستند که محلول در چربی بوده و در غشاء تیلاکوئیدهای کلروپلاست 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 ٦ 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.

منابع

امید بیگی، ر. (۱۳۷۹) رهیافتهای تولید و فراوری گیاهان دارویی، جلد دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ص۴۲۰

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: ۴۳-۳٤.

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: ۱۷٤-۱٦۵.

زرگری، ع .(۱۳۷۰) گیاهان دارویی، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۰٦-۳۰۲.

سلامی، م .صفرنژاد، ا. وحمیدی، 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 گلعذانی، ک. تقی زاده، ص.(۱۳۸٦) بررسی تأثیر شوری و دما بر جوانه زنی رشد گیاهچه و روابط یونی در ارزن پروسو . پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی 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 علوفه ای. پژوهش‌های علوم گیاهی ۳: ۸۱-۷٤.

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 وفنون کشت-های گلخانه ایی ۱۰: ٤۰-۳۳.

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) مقدمه ای 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 Manangement 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. Polyphennoloxidase 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 halophtic seashor paspalum ecotyps. 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 respnse 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 mechan isms 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[1], Mehdi Rahimmalek[1]*, Mohammad Reza Sabzalian[1], and Ali Nikbakht[2]

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