

اثر تنش خشکی بر تجمع ماده خشک، غلظت عناصر غذایی و قندهای محلول در گیاه دارویی مریم‌گلی لوله‌ای (*Salvia macrosiphon* Boiss)

۱- حمید سودایی‌زاده، استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

hsodaie@yazduni.ac.ir

۲- فاطمه منصوری، دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق خشک، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۱۹

پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۱۵

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر تجمع ماده خشک، غلظت برخی عناصر غذایی گیاه و همچنین میزان قند محلول گیاه دارویی *Salvia macrosiphon* Boiss، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یزد در سال ۱۳۹۱ اجرا گردید. در این آزمایش، سطوح مختلف تنش خشکی (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) بر روی گیاه مورد نظر اعمال و صفات مورد نظر اندازه‌گیری گردید. نتایج آنالیز واریانس مشاهدات نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بر میزان جذب پتاس، کلسیم، منیزیم، ازت، فسفر، سدیم، روی، آهن، مس و همچنین غلظت قند محلول دارد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با افزایش تنش خشکی، میزان تجمع ماده خشک (مجموع وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی) و غلظت عناصر پتاس، کلسیم، منیزیم، ازت و فسفر کاهش یافته، درحالی‌که غلظت عناصر سدیم، کلر، روی، آهن و مس و همچنین قند محلول افزایش یافته است.

واژگان کلیدی: مریم‌گلی؛ تنش خشکی؛ عناصر میکرو و ماکرو؛ قند محلول؛ جذب عناصر غذایی.

مقدمه

مختلف سازمانی تحت تاثیر قرار می دهد. خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده عملکرد محصولات، بر روی همه فرآیندهای رشد گیاه تأثیرگذار است [۲۹]. در شرایط تنش خشکی کاهش تجمع ماده خشک گزارش شده است که می‌تواند بر میزان مقاومت گیاه به تنش خشکی، نقش داشته باشد [۳۲]. پژوهشگران با بررسی مقاومت به خشکی در سه گونه مرتعی *Stipa Agropyron cristatum* و *Agropyron desertorum* به این نتیجه رسیدند که با افزایش زمان تنش از مقدار وزن خشک اندام‌های هوایی گونه‌ها کاسته شده و وزن خشک ریشه و نسبت ریشه به اندام هوایی در گونه *Stipa barbata* نسبت به دو گونه دیگر در سطح پایین‌تری قرار دارد [۳۴]. بررسی‌های انجام شده توسط [۱۹]، بر روی گونه *Salvia*

مریم‌گلی لوله‌ای با نام علمی *Salvia macrosiphon* Boiss از گونه‌های جنس سالویا و متعلق به تیره نعناع *lamiacea* است. در ایران ۵۷ گونه از این جنس در مناطق مختلف رویش دارند [۵]. مریم‌گلی لوله‌ای به علت دارا بودن موسیلاژ فراوان در برطرف کردن خارش‌های گلو و سرفه در ترکیب چهار تخم استفاده سنتی دارد [۲]. با توجه به خواص دارویی مناسب مریم‌گلی لوله‌ای، ضروری است که تحقیقات کافی در مورد چگونگی واکنش این گیاه به عوامل محیطی به ویژه تنش‌های غیر زنده محیطی صورت پذیرد. خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که اثر محدودکننده‌ای بر تولید بسیاری از گیاهان، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، دارد. بر اساس نظریه [۶]، خشکی یک تنش چند بعدی است که گیاهان را در سطوح

multiorrhiza نشان دهنده کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی این گیاه در اثر افزایش تنش خشکی است. در طی بروز تنش خشکی، گیاهان با ذخیره مواد تنظیم کننده اسمزی همانند اسیدهای آمینه، قندها، برخی از یون‌های معدنی، هورمون‌ها و پروتئین‌ها سعی در مقابله با تنش دارند [۲۵]. در این بین قندهای محلول به‌عنوان تنظیم کننده‌های اسمزی، ثبات دهنده غشاهای سلولی و حفظ کننده تورژسانس سلول‌ها، عمل می‌کنند. در حقیقت، در گیاهانی که قندهای محلول در پاسخ به تنش خشکی تجمع می‌یابند، تنظیم اسمزی بهتر صورت می‌گیرد [۳۰].

یکی از زیان‌بارترین اثرات تنش خشکی، اختلال در روند، جذب و تجمع عناصر غذایی است که باعث کاهش عملکرد دانه و علوفه می‌گردد [۹ و ۱۴]. مکانیسم‌های جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاهان، مانند جریان توده‌ای، انتشار و یا جذب و انتقال به وسیله پدیده اسمز همگی، تابعی از مقدار رطوبت موجود در خاک و ریشه است و در صورت کاهش رطوبت، شدت و مقدار جذب عناصر غذایی دستخوش تغییر و تحول می‌گردد [۳۱]. برخی از سیستم‌های انتقالی عناصر مانند انتشار، به مقدار رطوبت کمتری جهت جذب عناصر غذایی نیازمند بوده و حتی با کاهش رطوبت تا آستانه بحرانی نیز روند جذب و انتقال بعضی از عناصر غذایی در این سیستم ادامه می‌یابد. مکانیسم‌های دیگر جذب از جمله جریان توده‌ای، وابستگی زیادی به مقدار رطوبت دارند و در صورت کاهش رطوبت، عناصری که به‌وسیله این جریان انتقال می‌یابند، روند جذب منفی خواهند داشت [۳۱]. پژوهشگران با مطالعه تأثیر تنش خشکی بر جذب مواد غذایی (سدیم، فسفر و پتاسیم) گزارش کردند که دلیل کاهش جذب مواد توسط ریشه گیاهان در خاک خشک دسترسی کمتر گیاه به عناصر غذایی است [۱۱]. نتایج تحقیقات بر روی تنش خشکی بر میزان جذب بعضی عناصر غذایی نشان داد که دو عامل مهم در محدود کردن تولید ذرت در دنیا، تنش آب و کمبود نیتروژن است [۱۵]. هر چه مقدار رطوبت خاک افزایش یابد، نیتروژن بیشتری به وسیله گیاه جذب شده و همچنین جذب سایر عناصر مانند فسفر، پتاسیم، آهن، روی ارتباط نزدیکی با میزان رطوبت قابل دسترس گیاه

دارد [۱۵]. با توجه به اهمیت دارویی گیاه مریم‌گلی‌لوله‌ای، بررسی و شناخت مجموعه خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مؤثر در بهبود تحمل به خشکی این گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر اساس بررسی به‌عمل آمده تاکنون مطالعه‌ای بر روی اثر تنش خشکی بر تجمع ماده خشک و جذب عناصر غذایی در مریم‌گلی‌لوله‌ای صورت نگرفته است. بنابراین، آزمایش مذکور با هدف مطالعه تغییرات رشد و میزان جذب عناصر ماکرو و میکرو در گیاه تخم مرو تحت شرایط تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذر گیاهان مورد بررسی از زیستگاه طبیعی گیاه واقع در ارتفاعات شیرکوه یزد در تیرماه ۱۳۹۱ جمع‌آوری گردید. به منظور تولید نشاء در آذر ماه ۱۳۹۱ اقدام به کشت بذرها در محیط آزمایشگاهی در پتری‌دیش شد. پس از جوانه‌زنی بذرها، جوانه‌ها به محیط کشت منتقل و بعد از یک هفته به گلدان‌های دارای زهکش مناسب با قطر دهانه ۲۴ و ارتفاع ۲۱ سانتیمتر که حاوی خاک مرکب شامل دو واحد کود برگ و یک واحد ماسه بود، منتقل گردید. مشخصات شیمیایی و فیزیکی خاک مورد استفاده به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در گلدان‌ها

هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته خاک (pH)	کربن آلی (%)	بافت خاک
۲/۴	۶/۹۹	۵/۱۵	شنی

گلدان‌های مورد نظر در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یزد قرار داده شد. در این تحقیق اثر تنش خشکی با ۴ سطح شامل ۱۰۰ (شاهد)؛ ۷۵ (تنش ملایم)؛ ۵۰ (تنش متوسط)؛ و ۲۵ (تنش شدید) درصد ظرفیت زراعی بر خصوصیات فیزیولوژیکی و جذب عناصر غذایی گونه *S. macrosiphon Boiss* به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار بررسی گردید. پس از عبور گیاه از مرحله ۱۰ برگ‌چه‌ای تیمارهای خشکی بر اساس نقشه طرح بر روی گیاهان اعمال شد. با بررسی میزان وزن گلدان‌ها و آب تبخیری دور آبیاری برای هر تیمار مشخص و آبیاری

موج ۴۸۵ نانومتر خوانده شد. در مرحله بعد با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز، غلظت قندهای محلول برحسب میلی گرم بر گرم وزن خشک ارزیابی گردید [۱۸]. جهت تجزیه آماری مشاهدات، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از روش تجزیه واریانس و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تنش خشکی اثر معنی داری بر غلظت عناصر ماکرو شامل پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر و ازت ($P \leq 0.01$) و تجمع ماده خشک ($P \leq 0.05$) در گیاه مورد بررسی، داشته است (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۲) نشان داد که میزان تجمع ماده خشک با افزایش تنش کاهش می‌یابد. بیشترین ماده خشک در بخش هوایی مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (۱/۹۶۷ گرم) و در حدود ۲/۹ برابر تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی (۰/۶۸۶۷ گرم) بود. بیشترین مقدار ریشه مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با ۵/۸۵ گرم وزن خشک و کمترین آن مربوط به تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی با ۳/۹۹ گرم بود. بین تیمارهای ۷۵ و ۵۰٪ ظرفیت زراعی از نظر وزن خشک قسمت‌های هوایی و ریشه تفاوت معنی داری مشاهده نشد. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر غلظت عنصر پتاسیم، بین تمام تیمارها اختلاف معنی دار وجود دارد. به طوری که بیشترین غلظت پتاسیم در تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی با میانگین ۶۲/۱ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک و کمترین میزان آن در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۲/۷ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک بود.

صورت پذیرفت. با رسیدن گیاه به اوج مرحله رویشی فعال، بوته‌ها از روی سطح خاک قطع و صفات مهم و بارز مورفولوژیکی مانند میزان تجمع ماده خشک و فیزیولوژیکی گیاه مانند قند محلول و عناصر موجود در گیاه اندازه‌گیری شد. به این منظور، نخست اندام هوایی گیاه را در آون در دمای 78°C به مدت ۴۸ ساعت جهت خشک شدن، قرار داده شد. سپس وزن خشک اندام هوایی و ریشه و در پایان غلظت عناصر مورد نظر محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری ازت کل بعد از هضم نمونه با اسید سولفوریک، اسید سالسیلیک و آب اکسیژنه، میزان ازت برگ با استفاده از روش کج‌دال تعیین گردید. به منظور اندازه‌گیری سایر عناصر، ابتدا قسمتی از نمونه‌های گیاهی در کوره الکتریکی در درجه حرارت 550°C به خاکستر تبدیل شده و در مرحله بعد با اسید کلریدریک ۲ نرمال هضم و با استفاده از عصاره به‌دست آمده غلظت عناصر آهن، روی و مس با استفاده از دستگاه جذب اتمی؛ پتاسیم و سدیم به وسیله دستگاه فلیم‌فتومتر؛ فسفر به روش کالریمتری با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۸۸۰ نانومتر؛ و در نهایت کلسیم و منیزیم با استفاده از روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد [۱۰].

قند محلول

اندازه‌گیری قند محلول با روش اسید سولفوریک - فنل صورت گرفت. در این روش ۰/۱ گرم از ماده خشک در ۱۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد مخلوط شده و به مدت یک هفته در یخچال نگهداری و هر روز به هم زده شد. پس از یک هفته به ۱ میلی‌لیتر از نمونه ۱ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ افزوده شد و نیم ساعت به حال خود رها گردید. سپس جذب در طول

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر غلظت عناصر ماکرو در گونه *S. macrosiphon* Boiss

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک		میانگین مربعات		
		وزن خشک اندام هوایی	ریشه	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
تنش خشکی	۳	۲/۳۶*	۲/۳۶*	۱۳/۳۳۲**	۱۲/۸۸**	۱۹/۸۹**
خطا	۸	۰/۴۱	۰/۱۹۵	۰/۱۴۷	۰/۱۴۶	۰/۳۱۸
CV%		۲۰/۶۵	۱۱/۹	۱۰/۸	۵/۹۸	۱۰/۳۸

*: معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد * : معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد n.s: عدم تفاوت معنی دار

غلظت فسفر کاهش یافته است. به طوری که بیشترین و کمترین میزان آن به ترتیب در تیمار ۱۰۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده می‌شود (جدول ۳). میزان ازت گیاه تخم‌مرو نیز تحت تأثیر تنش قرار گرفته، به طوری که با افزایش تنش غلظت ازت به طور معنی‌داری کاهش یافته است (جدول ۳).

غلظت عنصر کلسیم نیز با افزایش تنش کاهش یافت، به طوری که تنش ۲۵ درصد ظرفیت زراعی باعث کاهش معنی‌دار غلظت کلسیم نسبت به شاهد بود. تیمار ۵۰٪ ظرفیت زراعی منجر به کاهش معنی‌دار میزان منیزیم بافت‌های گیاهی شد. همچنین بین تنش ۲۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تنش خشکی،

جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت عناصر غذایی ماکرو تحت تنش خشکی در گونه *S. macrosiphon* Boiss

پتاسیم (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)	ازت (%)	فسفر (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)	منیزیم (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)	کلسیم (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)	وزن خشک اندام هوایی (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	سطوح خشکی
۶۲/۱a	۰/۱۸۲۰a	۲/۱۹۵۳a	۷/۶۷a	۶/۲۳۴a	۱/۹۶۶۷ a	۵/۸۵۶۷a	٪ ۱۰۰ Fc
۲۵/۶b	۰/۱۶۰۳b	۰/۹۴۷۰b	۴/۱۴b	۵/۲۱۴a	۱/۸۴۳ab	۴/۹۹b	٪ ۷۵ Fc
۱۲/۹c	۰/۰۹۶۷c	۰/۸۳۸۰b	۳/۳۳c	۳/۱۸b	۱/۱۹۷bc	۴/۸۴b	٪ ۵۰ Fc
۲/۷d	۰/۰۷۵۱d	۰/۴۲۸۳c	۳/۰۴۶c	۲/۹۵b	۰/۶۸۶۷c	۳/۹۹c	٪ ۲۵ Fc

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

کمترین آن (۰/۸۲۵ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود. غلظت عنصر روی نیز با افزایش تنش افزایش یافت، به طوری که تنش ۲۵ درصد باعث افزایش معنی‌دار غلظت روی نسبت به سایر تیمارها شد.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که تنش خشکی اثر معنی‌داری بر غلظت عناصر میکرو شامل سدیم، روی، آهن و مس در گیاه مورد بررسی داشته است ($P \leq 0/01$). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین غلظت سدیم (۷/۵۶ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) مربوط به تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر غلظت عناصر میکرو در گونه *S. macrosiphon* Boiss

میانگین مربعات					درجه آزادی	منبع تغییرات
قند محلول	مس	آهن	روی	سدیم		
۵۵۲۱۸۴/۵۸۲**	۲۳۲۱/۶۶۶**	۷۵۱۴۲/۳**	۲۵۰۱/۹۷۰**	۲۹/۹۱**	۳	تنش خشکی
۵۴۲۵/۵۷۵	۱۴/۴۶	۳/۸۳	۳/۰۴۷	۰/۱۵۹	۸	خطا
۶/۶	۱۸/۸۷	۵/۳۵	۳/۶	۸/۲۸		CV%

** : معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد * : معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد N.S: عدم تفاوت معنی‌دار

عنصر به ترتیب با میانگین ۹/۲ و ۶/۳۹۷ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی دیده شد (جدول ۵).

همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر غلظت عنصر آهن و مس، بین تمام تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. به طوری که بیشترین غلظت آهن و مس به ترتیب با میانگین ۲۵/۴۴ و ۲۶/۸۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و کمترین میزان این دو

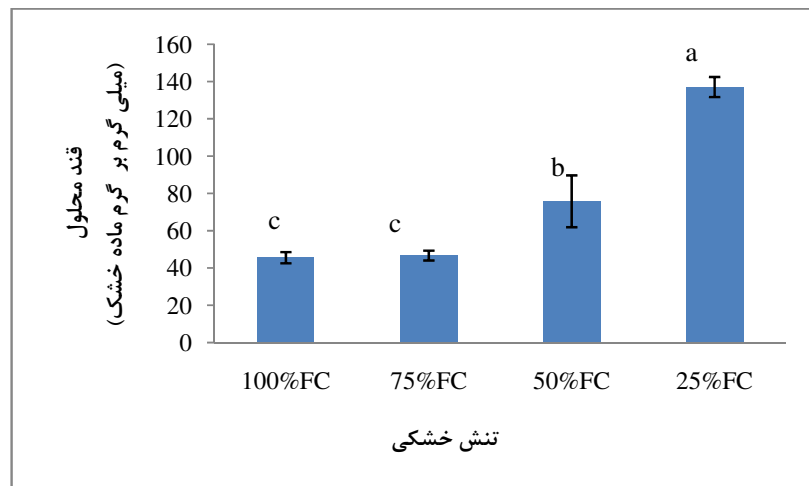
جدول ۵- مقایسه میانگین غلظت عناصر غذایی میکرو تحت تنش خشکی در گونه *S. macrosiphon* Boiss

مس	آهن	روی	سدیم	سطوح تنش خشکی
(میلیگرم در کیلوگرم)	(میلیگرم در کیلوگرم)	(میلیگرم در کیلوگرم)	(گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)	
۶۳/۹۷ c	۹۲/۰ d	۱۷/۸۳ d	۰/۸۲۵ c	۱۰۰ Fc
۱۲۴/۶ bc	۱۶۰/۰۳ c	۲۵/۷۵ c	۱/۵۳ c	۷۵ Fc
۱۹۲/۰۲ b	۱۹۹/۷ b	۴۵/۶۵ b	۵/۱۲ b	۵۰ Fc
۲۶۸/۴ a	۲۵۴/۴ a	۸۲/۵۴ a	۷/۵۶ a	۲۵ Fc

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

یابد، به طوری که تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی منجر به افزایش ۳ برابر میزان قند در در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت شده است (شکل ۱).

نتایج نشان داد که تأثیر تنش خشکی بر میزان قند محلول معنی‌دار است ($P \leq 0.01$) (جدول ۴). با افزایش تنش خشکی تجمع قند محلول در برگ‌ها افزایش می‌-



شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف خشکی بر روی میزان قند محلول گونه *S. macrosiphon* Boiss میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

بحث

(مجموع ماده خشک تولید شده) کاهش یافت و از مقدار ۷/۸۲ گرم به ۴/۶۸ گرم رسید. در واقع خشکی باعث کاهش آماس و رشد سلولی و در نتیجه کاهش رشد می‌شود. از سوی دیگر، با پیشرفت تنش خشکی همچنان که فتوسنتز برگ کاهش پیدا می‌کند، احتیاجات قندی برای تنظیم اسمزی در گیاهان افزایش و به دنبال آن رشد ریشه به طور اجتناب ناپذیری متوقف می‌گردد [۲۰]. یافته‌های به دست آمده در این مطالعه با نتایج به دست آمده در مورد گیاه بادرشبو [۳] و همچنین در مورد گونه *Vigna subterranean* [۳۶] مطابقت دارد. با افزایش تنش جذب عنصر پتاسیم نیز به شدت کاهش یافت، به طوری

تنش خشکی افزون بر این که رشد و نمو را در گیاهان کاهش می‌دهد، باعث تغییر در مسیر برخی از فرآیندهای متابولیسم نیز می‌گردد. این تغییرات می‌تواند گیاه را در مقابل تنش مقاوم سازد. سازش با خشکی به واکنش‌هایی وابسته است تا از طریق آن فرآیندهای متابولیسمی اولیه ادامه پیدا نموده و گیاه را برای مقابله با آن آماده سازد [۲۵]. گونه *S. macrosiphon* Boiss نیز مشابه سایر گیاهان در مواجهه با تنش خشکی از خود واکنش نشان داده و با تغییر در ویژگی‌های فیزیولوژیکی و تغییر در میزان جذب عناصر با سطوحی از تنش مقابله کرده است. بررسی‌ها نشان داد که با بروز پدیده تنش عملکرد گیاه

یکی از روش‌های بررسی میزان تحمل بافت‌ها، میزان عناصر موجود در آن‌ها به خصوص غلظت سدیم است [۸]. همچنین میزان سدیم جذب شده را به دلیل اینکه کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد یکی از بهترین عامل‌های بررسی میزان تحمل یاد شده است [۲۳]. تجمع سدیم در بافت بیشتر به علت جذب بیشتر توسط ریشه و تخلیه بیشتر از آوند چوب به برگ است. در واقع گیاه با جذب سدیم بیشتر تعادل اسمزی را انجام می‌دهد که باعث می‌شود گیاه آب بیشتری را جذب نماید [۲۳].

در این مطالعه نیز با افزایش تنش خشکی میزان جذب سدیم افزایش یافته‌است. به طوری که بیشترین میزان سدیم در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی (۷/۵۶ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) و کمترین میزان آن در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (۰/۸۲۵ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) بود. بررسی انجام شده بر روی گیاه گندم ثابت نمود که افزایش تنش باعث افزایش تجمع سدیم در برگ می‌شود [۴]. در این مطالعه در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی میزان جذب روی، مس و آهن به ترتیب ۱۷/۸۳، ۶/۳۹۷ و ۹/۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که با افزایش تنش در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب به ۸۲/۵۵، ۲۶/۸۳ و ۲۵/۴۴ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. نتایج این تحقیق با نتایج شرایط گلدانی بر روی گیاه ذرت، مطابقت [۱، ۲۲] دارد. نتایج این تحقیقات نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی جذب آهن، مس و روی افزایش می‌یابد. قندهای محلول نیز گروهی از اسمولیت‌های سازگارند که در شرایط خشکی تجمع یافته و به عنوان عامل یا محافظ اسمزی عمل می‌نمایند. افزایش قندها در اثر تنش با تنظیم اسمزی و نگهداری تورژسانس و همچنین با پایدار کردن غشاها و پروتئین‌ها در ارتباط است [۷]. در این بررسی، با افزایش تنش میزان قند محلول افزایش یافت، به طوری که از مقدار ۴۵۵/۶۷ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به مقدار ۱۳۷۱/۴ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی رسید. در مجموع افزایش قندهای محلول در زمان تنش را می‌توان به علت تجزیه پلی‌ساکاریدها نظیر نشاسته، ساخته شدن قندها از مسیر غیر فتوسنتزی، عدم تبدیل این ترکیبات به محصولات

که در شرایط تنش شدید مقدار آن ۹۵/۶ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. کاهش پتاسیم در این شرایط در ارتباط با کاهش آب خاک است که منجر به کاهش جریان این عنصر به همراه برخی دیگر از عناصر از خاک به گیاه شده و جذب آن‌ها کاسته شده است [۱۳]. کاهش میزان پتاسیم در گیاه مریم‌گلی لوله‌ای با نتایج آزمایش بر روی گیاه سیاه‌دانه [۱۳] و همچنین با نتایج بر روی گیاه بارهنگ [۱۶] مطابقت دارد. همچنین در تنش شدید میزان جذب عناصر کلسیم و منیزیم به ترتیب به میزان ۵۲/۶۷ و ۶۰/۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. با کاهش رطوبت خاک، حرکت کلسیم از خاک به سطح ریشه کاهش می‌یابد، همچنین جذب کلسیم توسط گیاه به مقدار زیادی به سرعت تعرق بستگی دارد که در شرایط تنش خشکی، محدود شدن سرعت تعرق سبب کاهش جذب کلسیم می‌شود [۲۸]. کاهش میزان کلسیم در شرایط تنش خشکی در گیاه ذرت گزارش شده است [۱۷]. کاهش میزان منیزیم در گونه مریم‌گلی لوله‌ای نیز با نتایج آزمایش بر روی گیاه سیاه‌دانه مطابقت دارد [۱۳]. بر اساس نتایج این تحقیق، با دسترسی بیشتر به آب، افزایش میزان جذب ازت و فسفر در گیاه مشاهده شد، به طوری که بیشترین و کمترین مقدار ازت و فسفر به ترتیب مربوط به تیمار ۱۰۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی بود. هر چه مقدار رطوبت خاک افزایش یابد، نیتروژن بیشتری به وسیله گیاه جذب می‌شود و با کاهش رطوبت میزان نیتروژن جذب شده کاهش می‌یابد [۱۵]. در شرایط تنش خشکی، سرعت انتشار فسفر از خاک به سطح ریشه نسبت به سایر عناصر غذایی کاهش بیشتری یافته، چرا که یون فسفات به ذرات رس چسبیده و کمتر در دسترس ریشه گیاه قرار می‌گیرد [۲۱]. بررسی واکنش گیاه لوبیا به خشکی نشان داد که در شرایط تنش توانایی جذب فسفر توسط ریشه‌های این گیاه ضعیف است. دلیل این موضوع کاهش قابلیت تحرک فسفر در خاک‌هایی با محتوای پایین آب است، چرا که محتوای آب خاک بر واکنش‌های تجزیه‌ای و فعالیت‌های بیولوژیکی آن تأثیر گذار است [۱۲]. نتایج به دست آمده در مورد گونه ذرت رقم ۷۰۴ نیز نشان از کاهش میزان ازت و فسفر در نتیجه افزایش تنش خشکی است [۱].

افزایش تنش افزایش می یابد [۲۵]. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که گیاه مریم گلی لوله ای از طریق افزایش تجمع قند و همچنین یون هایی مانند سدیم در برابر تنش خشکی مقابله می کند و به این وسیله میزان تولید بیوماس خود را در حد قابل ملاحظه ای حفظ می کند. با این حال پیشنهاد می گردد که تحقیقات تکمیل کننده در این زمینه در شرایط مزرعه نیز انجام شود.

دیگر، کاهش انتقال از برگ به دیگر اندامها و یا توقف رشد که باعث افزایش قندهای محلول نیز می شود، بیان کرد [۲۵].

بررسی اثر تنش خشکی بر روی گیاه نوروبزک نشان داد که افزایش سطوح تنش خشکی، باعث افزایش معنی دار قند محلول در ریشه و برگ شده است [۳۳]. همچنین در بررسی اثر تنش خشکی بر روی گیاه سویا رقم ۳ گرگان مشخص شد که میزان قند محلول در برگ و ساقه با

References

- [1]. Alizadeh, A., Majidi, A., & Noormohammadi, Gh. (2008). Effects of drought and soil nitrogen on nutrient uptake by of corn varieties 704. *Journal of Agricultural Sciences*, 4(1), 51-59, (in Farsi).
- [2]. Amin, G. H. (2005). The most common of traditional medicinal plants. pp: 114, (in Farsi).
- [3]. Ardakani, M., Abbaszade, B., Sharifi Ashorabadi, A., Lebaschi, M., & Paknejad, F. (2007). Effect of water deficit on quantity and quality of *Melissa officinalis*. *Medicinal and Aromatic Plants Research of the Quarterly Iran*, 23(2), 251-261, (in Farsi).
- [4]. Bagheri, A. (2009). Effect of drought stress on yield, yield components and ion content in wheat cultivars. *Journal of Plant Ecophysiology*, 1(3), 16-30, (in Farsi).
- [5]. Bakhshi Khaniki, G. H., & Moghsemi, A. (2010). Anatomical and morphological study of medicinal plant *Salvia macrosiphon*. *Journal of Medicinal Plants*, 4(1), 15-24, (in Farsi).
- [6]. Blum, A. (1996). Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regulation*, 20, 135-148.
- [7]. Bohnert, K. H., Nelson, D. E., & Jensen, R.G. (1995). Adaptations to environment stresses. *Plant Cell*, 7, 1099-1111.
- [8]. Bremner, J., & Mulvaney, C. (1982). Nitrogen – total In: A. L., Page., R.H., Miller, and O. R., Keeney (eds) *Methods of soil analysis Part 2* 2nd ed. Agronomy Monograph 9. pp 595 – 624. ASA and SSSA, Madison.
- [9]. Chogan, R. (2004). Corn breeding for drought tolerance and nitrogen from theory to practice (Translation). Publications of the Ministry of Agriculture. pp:96, (in Farsi).
- [10]. Emami, A. (1996). *Methods of plant analysis*. Soil and Water Research Institute. Current Issue 982p, (in Farsi).
- [11]. Fatemy, F., & Evans, K. (1986). Effects of *Globodera rostochiensis* and water stress on shoot and root growth and nutrient uptake of potatoes. *Revune Nematol*, 9, 181-184.
- [12]. Hadidi, N. (1999). Germination and early growth of two common bean cultivars as affected by water stress and seed size. *DIRASAT. Agricultural Sciences*, 26 (1), 23-35.
- [13]. Heidari, M., & Rezapour, A. (2011). Effects of water stress on yield and sulfur, chlorophyll and nutrient concentrations in *Nigella sativa*. *Journal of Crop Production Products*, 1(1), 81-90, (in Farsi).
- [14]. Irannejad, H. (1991). Increase the quality and quantity of food corn product. *Olive Magazines* pp: 16-19, (in Farsi).
- [15]. Jones, H. (1980). Interaction and integration of adaptive response to water stress. Royal Science Society of London, Series B 273, 193-205.
- [16]. Kyoro, H. W. (2006) Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte (*Plantago coronopus* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 56, 136-146.
- [17]. Kaya, C., Levant, J., & David, H. (2006). Effect of silicon and plant growth and mineral nutrition of maize grown under water stress conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 29, 1469-1480.
- [18]. Kochert, G. (1978). Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method In: Helebust J. A. and Craig, J. S.

- (ed.): Hand book of phycologia method: 56-97. Cambridge University Press. Cambridge.
- [19]. Liu, H., Wang, X., Wang, D., Zou, Z., & Liang, Z. (2011). Effect of drought stress on growth and accumulation of active constituents in *Salvia miltiorrhiza* Bunge. *Journal of Industrial Crops and Products*, 33, 84-88.
- [20]. Lu, Z., & Neumann, P. M. (1998). Water stressed maize, barley and rice seedling shoe species specific diversity in mechanisms of leaf growth inhibition. *Journal of Experimental Botany*, 49, 1945-1952.
- [21]. Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition, Academic Press. Ltd., London, 862p.
- [22]. Martins, A. L., Batagha, O. C., Camargo, O. A., & Contarella, H. (2003). Corn yield and uptake of Cu, Fe, Mn and Zn from sewage sludge-amend soil with and without liming. *Revista -Basilica- Deciencia*, 27, 563-574.
- [23]. Munns, R., & James, R. (2003). Screening methods for salinity tolerance: A case study with tetraploid wheat. *Plant & Soil*, 253, 201-218.
- [24]. Munns, R. (1993). Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environment*, 16, 15-24.
- [25]. Nyakan, M., & Ghorbanly, M. (2007). Effects of drought stress on growth, photosynthetic parameters, protein and ionic content of the air and ground soya cultivars. *Journal Rostaniha.*, 8(1), 17-32, (in Farsi).
- [26]. Reddy, A., Chaitanya, K., & Vivekanandan, M. (2004). Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161, 1189-1202.
- [27]. Sajedi, N., & Rejali, F. (2011). Effects of drought stress on absorption of zinc and micro nutrients inoculated with mycorrhiza in corn. *Research Journal of Soil Science (Soil and Water)*, 25 (2), 83-92 (in Farsi).
- [28]. Setayeshmehr, Z., & Ganjali, A. (2013). Effects of water stress on growth and physiological characteristics *Anethum graveolens* L. *Journal of Horticultural Science (Agricultural Sciences and Technology)*, 27 (1), 27-35, (in Farsi).
- [29]. Siddique, M., Hamid, A., & Islam, M. (1999). Drought stress effects on photosynthetic rate and leaf gas exchange of wheat. *Botanical Bulletin Academia Sinica*, 40, 141-145.
- [30]. Slama, I., Ghnaya, T., Hessini, K., Messedi, D., Savoure, A., & Abdelly, C. (2007). Comparative study of the effects of mannitol and PEG osmotic stress on growth and solute accumulation in *Sesuvium portulacastrum*. *Environmental and Experimental Botany*, 61, 10-17
- [31]. Taiz, L., & Zeiger, H. (1998). *Plant Physiology* (2nd ed). Sinaye Associates Inc. Publisher. Sonderland Massachusetts, 757p.
- [32]. Tajamolian, M., Irannejad Parizi, M., Maleki Nejad, H., Rad, M., & Sodaiezhade, H. (2011). Effect of different levels of water stress on some morphological characteristics *Fortuynia bungei* Boiss. *Journal of Range*, (4), 294-303 (in Farsi).
- [33]. Tarahomi, G., Lahoty, M., & Abbasi, F. (2010). Effects of drought stress on the changes in soluble sugars, chlorophyll content and potassium *Salvia leriifolia* Benth. *Journal of Sciences, Islamic Azad University, Zanjan*. 3 (2), 1-7 (in Farsi).
- [34]. Tavili, A., Jafari, M., Heydarisharifabad, H., & Arzani, H. (2000). Study of drought resistance *Stipa barbata*, *Agropyron cristatum*. *Iranian Journal of Natural Resources*, 53(3), 227-236, (in Farsi).
- [35]. Yu, X., Du, X., & Song, L. (2007). Effects of water stress on the growth and ecophysiology of seedlings of the *Rhus typhina*. *Scientia Silvae Sinicae*, 43, 57-61.
- [36]. Vurayai, R., Emongor, V., & Moseki, B. (2011). Effect of water stress imposed at different growth and development stages on morphological traits and yield of bambara groundnuts (*Vignasubt erranean* L.Verdc). *American Journal of plant Physiology*, 6(1), 17-27.

Effects of drought stress on dry matter accumulation, nutrient concentration and soluble carbohydrate of *Salvia macrosiphon* as a medicinal plant

- 1- H. Sodaiezhadeh, Assistant professor, Faculty of Natural Resources, Yazd University
hsodaie@yazduni.ac.ir
- 2- F. Mansouri, MSc Student, of Desert Management, Faculty of Natural Resources, Yazd University

Received: 10 Dec 2013

Accepted: 05 May 2014

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of water stress on dry matter and carbohydrate accumulation as well as nutrient status of *Salvia macrosiphon*. A completely randomized design with three replications was used in an experimental greenhouse at Yazd University. Different levels of drought stress including 100, 75, 50 and 25% of field capacity were considered as treatments. Results showed that absorption of potassium, calcium, magnesium, nitrogen, phosphorus, sodium, zinc, iron and copper as well as, dry matter accumulation were significantly affected by drought stress. Result also indicated that water stress has significant ($P \leq 0.01$) effect on soluble carbohydrate. Mean comparison test showed that the dry matter accumulation rate (total dry weight of root and shoot dry weight) and concentration of potassium, calcium, magnesium, nitrogen and phosphorus decreased by increasing drought stress, whereas concentration of sodium, zinc, iron, copper and solution carbohydrate was increased in response to deficiency of water.

Keywords: *Salvia macrosiphon*; Drought stress; Micro and macro elements; Soluble carbohydrate; Nutrient status.