فصلنامه علوم زیستی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان
شماره پیاپی۹، جلد ۳، شماره ۲، بهار ۸۹، صفحه ۱ تا صفحه ۷

بررسی اثرات ناشی از تنش خشکی بر روی تغییرات قندهای محلول، میزان کلروفیل و پتاسیم در گیاه نوروزک *(Salvia leriifolia Benth.)*

گلناز ترحمی[۱]، **مهرداد لاهوتی**[۲]، فروغ عباسی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.
۲- استاد گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد. **M.Lahoty@yahoo.com**
۳- استادیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۲

چکیده

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل بازدارنده رشد و نمو در محیط است، لذا به منظور بررسی اثر سطوح مختلف تنش خشکی در گیاه نوروزک *(Salvia leriifolia Benth.)* آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار به صورت گلدانی و شرایط گلخانه انجام گرفت. سطوح خشکی مورد آزمایش شامل ۰، ۲-، ٤-، ٦-، ۸- بار بود که برای اعمال آن ابتدا با استفاده از دستگاه صفحات فشاری درصد رطوبت خاک در پتانسیل‌های مختلف آب تعیین و سپس با توجه به وزن گلدان‌ها، میزان آبیاری مشخص شد، کنترل سطوح خشکی روزانه و به صورت وزنی انجام گرفت. پس از طی شش هفته از اعمال تنش تغییرات کلروفیل، قندهای محلول، پتاسیم، وزن‌تر و خشک ریشه و بخش هوایی و طول بخش هوایی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان دادند که با افزایش سطوح تنش خشکی به طور معنی‌داری از غلظت کلروفیل a و b و خام، وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی و رشد طولی بخش هوایی کاسته می‌شود. میزان قندهای محلول در ریشه و برگ و مقدار پتاسیم در بخش هوایی افزایش می‌یابد که این امر به دلیل نقش این دو در تنظیم اسمزی می‌باشد. به طور کلی افزایش در میزان قندهای محلول و پتاسیم بخش هوایی می‌تواند نوعی مکانیسم مقاومت به تنش خشکی در این گیاه باشد.

کلید واژه: تنش خشکی، نوروزک، قندهای محلول، کلروفیل، پتاسیم.

مقدمه

با وجود این که آب از فراوان‌ترین ترکیبات روی زمین بوده و دو سوم از سطح زمین را آب فراگرفته، اما در بخش عمده‌ای از جهان کمبود آب، عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی شناخته می‌شود(۱۶). تنش خشکی یک پدیده طبیعی است که در گیاهان به وجود می‌آید. علت اصلی تنش آب در گیاه افزایش میزان تلفات آب، یا کافی نبودن میزان جذب آب و یا ترکیبی از هر دو عامل است که بر اثر آن میزان تلفات آب ناشی از تعرق بر میزان جذب آن توسط ریشه‌ها پیشی گرفته و میزان تنش افزایش می‌یابد(۲). در چنین شرایطی گیاه به منظور ادامه جذب آب از طریق تجمع ترکیبات اسمزی از جمله پرولین و کربوهیدرات‌های محلول، پتانسیل اسمزی خود را کاهش می‌دهد (۱۸،۲۸). در شرایط محیطی متفاوت، مواد محلول با وزن مولکولی کم، که مواد محلول سازگار نامیده می‌شوند، در گیاهان تجمع پیدا می‌کنند(۳). این روش از طریق جذب یون‌های معدنی (مانند افزایش میزان تجمع پتاسیم در اندام‌های هوایی) و یا از طریق سنتز زیاد مواد حل شونده سازگار که به عنوان اسمولیت عمل می‌کنند، صورت می‌گیرد(۱). قندهای محلول نیز گروهی از اسمولیت‌های سازگارند که در شرایط خشکی تجمع یافته و به عنوان عامل یا محافظات اسمزی عمل می‌نمایند و افزایش قندها در اثر تنش با تنظیم اسمزی و نگهداری

www.SID.ir

تورژسانس و هم چنین با پایدار کردن غشاءها و پروتئین‌ها در ارتباط است(۹). نتایج تحقیقات بر روی دو گونه *Ocimum americanum* و *Ocimum basilicum* نشان داده که با افزایش سطح تنش رطوبتی خاک، غلظت قندهای محلول نیز افزایش می‌یابد(۱۵). هم چنین بررسی اثر تنش خشکی بر روی گیاه سویا رقم گرگان ۳ نیز مشخص نمود که در ریشه میزان قندهای محلول هم در تنش ملایم و هم در تنش شدید افزایش معنی‌داری پیدا کرده ولی در برگ و ساقه میزان قندهای محلول تنها در تنش شدید افزایش می‌یابد(۳).

فتوسنتز که یکی از فرآیندهای مهم فیزیولوژیکی گیاه است، شدت آن درکمبود آب کاهش می‌یابد(۱۲). دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنش از جمله شاخص‌های فیزیولوژیکی مقاومت به تنش است. تنش خشکی باعث تولید اکسیژن فعال همراه با کاهش و تجزیه کلروفیل می‌شود. در طی تنش، کلروفیل‌ها در کلروپلاست تجزیه و ساختارهای تیلاکوئید ناپدید می‌گردند(۲۵). نتایج تحقیقات نشان داده که تنش خشکی ملایم بر روی مقدار کلروفیل در دو گیاه سردسیری Festuca و*Poa pratensis* اثری نداشته ولی خشکی شدید مقدار کلروفیل را در این دو گیاه کاهش می‌دهد(۱۳). همین طور مقدار کلروفیل در گیاه توتون همراه با کاهش پتانسیل آب خاک تحت تنش کاهش می‌یابد(۲۲).طی تنش خشکی تعداد روزنه‌ها کاهش و این امر بر میزان سنتز ماده خشک در اندام هوایی تاثیر گذاشته و باعث کاهش وزن خشک گیاهان می‌شود(۲). ایجاد تنش خشکی توسط پلی اتیلن گلایکول در سطوح خشکی ۲- تا ۸-بار برروی گیاهچه نخود موجب کاهش وزن تر و وزن خشک با افزایش سطوح خشکی می‌شود(۲۱). افزایش سطح تنش خشکی از ۰/۵- تا ۳- مگاپاسکال برروی ۲۷ رقم برنج، موجب کاهش سطح برگ و وزن تر ساقه در کلیه ارقام شده است(۱۰). گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia* Benth) متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) بومی مناطق سرد و نیمه خشک تا سرد و خشک استان‌های خراسان و سمنان است (۲۴). نوروزک از جمله گونه‌های با ارزش مناطق کویری و بیابانی ایران بوده که دارای خواص دارویی متعدد با ارزش از جمله خواص آنتی اکسیدانی، ضد باکتری، ضد قارچی و ضد درد است. تاثیر عصاره آبی و الکلی برگ نوروزک در جلوگیری از ایجاد توسعه زخم‌های معده مشابه با داروی سوکلرافت گزارش شده است (۴). باتوجه به خواص دارویی و صنعتی و نقش آن در کشاورزی نوروزک به عنوان گیاهی چند منظوره معرفی می‌شود. از این رو لازم است که تحقیقات کاملی از جهات گوناگون بر روی این گونه گیاهی صورت گیرد. هدف از انجام این پژوهش بررسی اثرات ناشی از تنش خشکی بر روی تغییرات میزان کلروفیل، قندهای محلول، پتاسیم و برخی از پارامترهای رشدی بوده تا پاسخ‌های گیاه در مقابله با تنش خشکی ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه تحقیقات علوم گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد در سال ۱۳۸۸ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. ابتدا تعدادی بذر همگن انتخاب و پس از ضد عفونی با هیپوکلریت سدیم ۱۵٪ و آب‌شویی با آب مقطر، جهت از بین بردن خفتگی دانه‌ها، بذرها شکافته و به گلدان منتقل شدند. هر تکرار شامل سه گلدان و هر گلدان حاوی هشت عدد بذر جوانه زده بود که در عمق ۱۰سانتی متر خاک کاشته شده بودند. به هر گلدان مقدار یک کیلوگرم خاک سبک با نسبت‌های ۲: ۱: ۱ از خاک باغچه، ماسه بادی و کوکوپیت پرلایت اضافه گردید. گلدان‌ها در شرایط گلخانه و با درجه حرارت ۲±۲۲ سانتی گراد و روشنایی ۳۵۰۰لوکس و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ساعت تاریکی قرارداشتند. سطوح تنش خشکی شامل (۰، ۲-، ۴- ، ۶- و ۸- بار) بود که برای اعمال تنش خشکی نمونه‌هایی از خاک موردنظر انتخاب و با استفاده از دستگاه صفحات فشاری درصد رطوبت وزنی خاک در فشارهای موردنظر، توسط منحنی رطوبت خاک اندازه‌گیری و باتوجه به

Archive of SID

www.SID.ir

درصد وزنی رطوبت، میزان آبیاری برای هر سطح تنش تعیین شد. دانه رست‌ها تا رسیدن به مرحله دو برگی هر روز با تمام ظرفیت زراعی آبیاری و پس از ایجاد برگ سوم، اعمال تنش خشکی به مدت چهار هفته برروی آن‌ها صورت گرفت.گلدان‌ها روزانه توسط ترازوی دیجیتال مدل Plateau، وزن و کنترل سطوح خشکی روزانه به صورت وزنی انجام و برخی از گلدان‌ها هم به عنوان شاهد هر روز در حد ظرفیت زراعی آبیاری شدند. در طول مدت تنش، برای کاهش خطای آزمایش و نیز یکنواخت نمودن شرایط رویش برای تمامی گیاهان، گلدان‌های هر تیمار به طور تصادفی جابجا می شدند.جهت اندازه گیری وزن تر ریشه و اندام‌های هوایی از هر تکرار تعداد سه بوته به طور تصادفی انتخاب و پس از جدا کردن ریشه و اندام هوایی از یکدیگر، توزین هریک به منظور بدست آوردن وزن تر اندام‌ها توسط ترازوی آزمایشگاهی مدل Sartorius TE214S با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم انجام و رشد طولی اندام هوایی با خط کش میلی متری اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌ها، بافت تر را به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای ۷۰درجه سانتی گراد قرار داده و سپس با ترازوی آزمایشگاهی توزین شدند (۱). برای تعیین میزان عنصر پتاسیم، به ۰/۵ گرم از پودر بافت خشک هر اندام به طور جداگانه، ۱۰میلی لیتر اسیدنیتریک غلیظ اضافه شد. پس از گذشت ۴۸ ساعت، شیشه‌های حاوی پودر گیاهی و اسیدنیتریک غلیظ روی حرارت ملایم اجاق برقی (Electric heater maulte) در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا بخار قهوه‌ای رنگ به آرامی خارج شود و سپس محتویات داخل شیشه که همان عصاره گیاهی است را با آب دیونیزه در داخل بالن ژوژه به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده و در نهایت محلول خاکسترتر چند بار صاف و از آن برای سنجش مقدارپتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر استفاده گردید(۱). برای سنجش کلروفیل از بافت تازه برگی استفاده شد. ۰/۲ گرم از بافت برگ را با استن ۸۰٪ به تدریج ساییده تا کلروفیل وارد محلول استنی شده و در نهایت حجم محلول با استن ۸۰٪ توسط بالن ژوژه به ۲۵میلی لیتر رسید. محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در ۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ و سپس جذب نوری محلول رویی در طول موج‌های ۶۴۵، ۶۵۲ و ۶۶۳ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر مدل ۱۱۰۰ uv اندازه‌گیری شد. مقدار کلروفیل طبق فرمول‌های آرنون و مکینی به ترتیب برای تخمین میزان کلروفیل خام و کلروفیل a و b به دست آمد.

فرمول آرنون (۶)

میلی‌گرم کلروفیل در گرم آب = $A(۲۵۶) /۳۴/۵ \times \frac{V}{W}$

فرمول مکینی (۵)

میلی‌گرم کلروفیل a در گرم برگ = $[۱۲/۷ (A\ ۶۶۳) - ۲/۶۹ (A\ ۶۴۵)] \times \frac{V}{W} \times ۱۰۰۰$

میلی‌گرم کلروفیل b در گرم برگ = $[۲۲/۹ (A\ ۶۴۵) - ۴/۶۸ (A\ ۶۶۳)] \times \frac{V}{W} \times ۱۰۰۰$

برای سنجش قندهای محلول ریشه و برگ، بر روی ۰/۱ گرم از بافت خشک اندام‌ها به طور جداگانه ۱۰میلی لیتر اتانول ۷۰٪ اضافه و به مدت یک هفته در یخچال نگهداری شدند، پس از آن از محلول رویی نمونه‌ها برای برگ ۰/۵ میلی لیتر و ریشه ۱ میلی لیتر برداشته و به حجم ۲ میلی لیتر رسانده و سپس ۱ میلی لیتر فنل ۵٪ و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ به آن اضافه گردید. شدت رنگ محلول زرد به دست آمده را با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر خوانده و مقادیر قند نمونه‌ها با استفاده از منحنی استاندارد براساس میلی گرم بر گرم وزن خشک ارزیابی شد (۱۹).تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از تست دانکن در سطح کمتر از ۵٪ وترسیم نمودارها با استفاده از برنامه EXCEL صورت گرفت.

نتایج

مقایسه میانگین کلروفیل a وb و خام با یکدیگر نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی اختلاف کاملاً معنی داری بین سطوح آن به وجود می‌آید. هم چنین مقدار قندهای محلول در ریشه و برگ به شدت تحت تاثیر تنش

Archive of SID

www.SID.ir

خشکی قرار گرفته و کمترین مقدار آن‌مربوط‌به‌شاهدو بیشترین‌مقدار آن مربوط‌به‌پتانسیل ۸-بار بود (جدول ۱).

افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش معنی‌داری در پتاسیم ریشه و افزایش پتاسیم در بخش هوایی می گردد (جدول ۱) و نتایج حاصل از مقایسه میانگین وزن خشک ریشه و بخش هوایی نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به شاهد و کمترین مقدار مربوط به پتانسیل ۸-بار است (جدول ۲). مقایسه میانگین وزن تر ریشه در سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد که با افزایش آن به تدریج وزن تر ریشه کاهش و این کاهش در تمامی‌سطوح نسبت به شاهد معنی دار می‌باشد. کاهش کاملاً معنی داری در وزن تر بخش هوایی در سطوح مختلف تنش خشکی با یکدیگر به دست آمد. تحت تنش خشکی رشد طولی اندام هوایی به شدت تحت تاثیر قرار گرفته است. بیشترین رشد در گیاهان شاهد و کمترین آن مربوط به پتانسیل ۸-بار است و سطوح شاهد و ۲-بار نسبت به بقیه سطوح تنش

جدول ۱- مقایسه میانگین و انحراف از معیارشاخص‌های رشدی در سطوح مختلف تنش خشکی

سطوح تنش	کلروفیل a (میلی‌گرم بر وزن برگ)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر وزن برگ)	کلروفیل خام (میلی‌گرم بر وزن برگ)	قندهای محلول ریشه	قندهای محلول برگ
شاهد	۱/۶۵۵±۰/۰۲۶ a	۰/۶۸۷±۰/۰۳۲ a	۲/۴۳۵±۰/۰۴۲ a	۱۹/۰۱۷±۰/۷۸۳ a	۱۴/۴۵۲±۰/۹۴۴ a
۲- بار	۱/۲۳۷±۰/۰۰۶ b	۰/۵۱۷±۰/۰۰۹ b	۱/۷۱±۰/۰۱۵ b	۲۳/۵۳۷±۱/۲۳۶ b	۲۱/۱۱۵±۱/۱۸۷ b
۴-بار	۰/۸۳۷±۰/۰۱۱ c	۰/۳۴۷±۰/۰۲۱ c	۱/۳۱۲±۰/۰۲۲ c	۴۱/۸۸۲±۱/۰۸۱ c	۳۲/۷۴±۰/۸۲۷ c
۶-بار	۰/۶۳۲±۰/۰۱۱ d	۰/۱۵۷±۰/۰۱۶ d	۰/۸۱±۰/۰۲۳ d	۵۲/۴۷۹±۱/۰۱۵ d	۴۶/۲۹۲±۰/۹۶۳ d
۸-بار	۰/۱۹۵±۰/۰۱۳ e	۰/۰۹۵±۰/۰۰۶ e	۰/۳±۰/۱۹۶ e	۶۶/۰۷±۰/۶۲۱ e	۵۴/۶±۱/۰۶۱ e

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنا داری ندارند

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف تنش خشکی

سطوح تنش	وزن تر ریشه (گرم)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	طول ساقه (میلی متر)	پتاسیم در ریشه (میلی گرم بر میلی لیتر)	پتاسیم در ساقه (میلی گرم بر میلی لیتر)
شاهد	۰/۶۲۵±۰/۰۸۵۴ a	۴/۳۳۵±۰/۱۳۱ a	۰/۱۱۸±۰/۰۱۹ a	۰/۴۴۲±۰/۱۰۸ a	۳/۲۲۵±۰/۱۶۵ a	۲۷/۵±۰/۶۴۵ a	۱۹/۵±۰/۶۴۵ a
۲- بار	۰/۴۱۲±۰/۰۴۲۷ b	۳/۵۴۲±۰/۰۹۵ b	۰/۱۱۵±۰/۰۱۴ a	۰/۴۰۷±۰/۰۴۹ a	۲/۹±۰/۱۰۸ a	۲۳/۵±۰/۶۴۵ b	۲۴/۵±۰/۶۴۵ b
٤-بار	۰/۳۵±۰/۰۶۴۵ b	۲/۵۷±۰/۰۴۴ c	۰/۰۸۶۴±۰/۰۰۵ ab	۰/۳۷۴±۰/۰۳۴ a	۲/۳۷۵±۰/۰۸۵ b	۱۹±۱/۴۷۲ c	۳۳/۵±۰/۶۴۵c
٦-بار	۰/۳±۰/۰۷۳۶ b	۲/۰۰۵±۰/۰۷۰۳ d	۰/۰۷۸۶±۰/۰۰۸ ab	۰/۲۶۱±۰/۰۸ ab	۲/۱۲±۰/۰۸۳ b	۱۴±۰/۹۱۳ d	۳۷/۵±۰/۶۴۵ d
۸-بار	۰/۲۱۲±۰/۰۴۲ b	۱/۶۰۵±۰/۰۴۱۹ c	۰/۰۵۰۲±۰/۰۰۹ b	۰/۱۲۱±۰۰۴ b	۱/۵۴۵±۰/۱۱۱ c	۹/۵±۰/۶۴۵ e	۴۲±۰/۹۱۳e

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنا داری ندارند

www.SID.ir

اختلاف معنی داری را نشان می‌دهند (جدول ۲).

بحث

تنش خشکی علاوه بر این که رشد و نمو را در گیاهان کاهش می دهد، باعث تغییردر مسیر برخی از فرآیندهای متابولیسمی نیز می گردد. این تغییرات می تواند گیاه را در مقابل استرس 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 (۳). نتایج افزایش سطوح خشکی در این بررسی مشخص نمودکه تنش خشکی موجب کاهش معنی داری در مقدار کلروفیل a و b و کل گونه نوروزک می‌شود. نتایج فعالیت‌های پژوهشی پژوهش گران در این رابطه نشان داده است که با کاهش پتانسیل آب برگ در گندم فعالیت کلروفیلاز به طور ناگهانی زیاد می شود که خود موید این مسئله است (۱۹).هم چنین با افزایش مقدار برخی از مواد تنظیم کننده رشد نظیر اتیلن و اسیدآبسزیک در اثر تنش خشکی فعالیت کلروفیلاز تحریک(۱۱) و با تجزیه کلروفیل، کلروفیلید آزاد و در مراحل بعدی با باز شدن حلقه‌های پورفیرینی این محصولات به صورت فعال به واکوئل منتقل می‌شوند (۲۵). از طرفی دیگر تنش خشکی باعث ایجاد اختلال در سیستم‌های آنزیمی کاهش دهنده فعالیت اکسیژن فعال و افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و در نتیجه خسارت به غشای سلولی و تخریب رنگدانه‌ها نیز می‌گردد(۸). کاهش غلظت کلروفیل aوb تحت تنش خشکی در گیاه *Phragmites australis* (۲۳) و *Aeluropus lagopoides* (۲۰) نیز گزارش شده است. قندهای محلول به عنوان محافظت کننده‌های اسمزی در تنظیم اسمزی سلول نقش دارند و در پاسخ به تنش‌های محیطی تجمع می‌یابند و تعیین میزان قندهای محلول ممکن است روشی مفید در انتخاب گونه‌های مقاوم به شوری و خشکی باشد(۲۳). افزایش سطوح تنش خشکی، باعث افزایش معنی‌داری در میزان قندهای محلول در ریشه و برگ نوروزک در مقایسه با گیاهان شاهد شده است. از آن جایی که در گیاهان پتانسیل اسمزی بستگی به تعداد مولکول‌های ماده محلول نیز دارد، تنظیم اسمزی از مسیر تبدیل پلی ساکاریدهایی نامحلول مانند نشاسته و فروکتان به قندهای محلول مانند اولیگوساکاریدها، ساکارز و گلوکز تنظیم می‌شود (۱۴). از مهم‌ترین منبع مواد محلول، ترکیبات فتوسنتزی هستند که یا به طور مستقیم و یا غیرمستقیم از هیدرولیز ترکیباتی مانند فروکتان حاصل می‌شود. فتوسنتز و رشد گیاه هر دو تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد اما رشد گیاه بیشتر تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفته و با توقف رشد میزان محصولات فتوسنتزی افزایش می‌یابد (۱۷). در مجموع افزایش قندهای محلول در زمان تنش را می توان به علت توقف رشد یا سنتز این ترکیبات از مسیرهای غیر فتوسنتزی و هم چنین تخریب قندهای نامحلول که باعث افزایش قندهای محلول نیز می شود، بیان کرد (۳). نتایج تحقیقات برروی نخود (۲۷) و *Aeluropus lagopoides* (۲۰) نیز مشخص نمود که با افزایش اعمال تنش خشکی، بر میزان قندهای محلول نیز افزوده می‌شود که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.هم چنین نتایج حاصل از این پژوهش روند صعودی در افزایش میزان پتاسیم در اندام‌های هوایی و کاهش آن را در ریشه نشان می‌دهد که با نتایج به دست آمده از اثر تنش خشکی بر تغییرات عناصر در یونجه‌های یزدی، نیک‌شهری و رنجر هم سویی داشته و مشخص نموده که با کاهش پتانسیل آب از میزان پتاسیم ریشه کاسته می شود این امر را می‌توان به انتقال یون‌های پتاسیم به برگ و افزایش پتانسیل اسمزی سلول‌های آن برای حفظ فشار تورژسانس مربوط دانست (۱). پتاسیم یکی از عناصر مهم در متابولیسم گیاه می‌باشد، این عنصر چندین آنزیم را که در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها مشارکت دارند فعال و کاهش پتاسیم برروی فعالیت فتوسنتز نیز تاثیرگذار است. باز و بسته شدن روزنه‌ها نقش مهمی در تنظیم اسمزی گیاه تحت شرایط خشکی دارد وپتاسیم در مکانیسم کنترل روزنه نقش دارد، به همین لحاظ گیاهانی که پتاسیم بیشتری دارند، سازگاری بیشتری با کمبود آب نشان داده و در ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی،

Archive of SID

www.SID.ir

در زمان تنش افزایش پتاسیم در اندام‌های هوایی مشهود است (۷).با افزایش سطوح تنش خشکی از ۲- به ۸- بار، روند نزولی معنی داری در میزان وزن تر و خشک ریشه و اندام‌های هوایی به دست آمده، زیرا کاهش در محتوای کلروفیل گیاهان در طی تنش باعث کاهش وزن خشک نیز می شود (۱۵). در بررسی وزن تر و خشک دو گونه *Ocimum americanum* و *Ocimum basilicum* با افزایش سطح تنش خشکی به ۱۲۵٪، رطوبت نسبی به ۵۰٪ کاهش یافته است (۱۵) و نیز در بررسی ارقام مختلف یونجه مشاهده شد که با کاهش پتانسیل آب وزن خشک آن‌ها نیز کاهش می یابد (۲). سایر نتایج نیز نشان می‌دهد که با افزایش سطح تنش خشکی در *Aeluropus lagopoides* وزن تر ریشه و ساقه نسبت به گیاهان شاهد کاهش پیدا می کند (۱۷). در طی تنش خشکی کاهش محتوی نسبی آب گیاه باعث کاهش آماس سلول‌ها و در نتیجه کاهش رشد و توسعه آن‌ها شده و برهمین اساس طول ساقه کاهش می یابد (۲۶). Ahmad و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که تنش خشکی ناشی از به کار بردن پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ بر روی ۶ گونه هیبرید *Hellanthus aunulus* با افزایش سطوح خشکی از ۰/۳- مگاپاسکال به ۱/۶۲- مگاپاسکال طول اندام هوایی در آن کاهش می یابد (۵). هم چنین Okca و همکاران (۲۰۰۴) با اعمال سطوح خشکی برروی سه گونه از گیاه نخود، کاهش در طول اندام هوایی را گزارش کردند که با نتایج بدست آمده در این پژوهش مطابقت دارد (۲۱). در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که گیاه نوروزک نسبت به تنش خشکی پاسخ‌های سازشی مناسبی را نشان می‌دهد تا از صدمات ناشی از تنش محفوظ بماند.

منابع

۱- آخوندی، مهدی.، صفرنژاد، عباس.، لاهوتی، مهرداد. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی بر تجمع پرولین و تغییرات عناصر در یونجه‌های یزدی، نیکشهری ورنجر.مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.۱۰: ۱۷۴-۱۷۴.

۲-حاجبی، عبدالحمید.، حیدری شریف‌آباد، حسین. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر خشکی بر روی رشد و گره زایی سه گونه شبدر. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۶۶: ۲۱-۱۳.

۳- قربانلی، مه لقا.، نیاکان، مریم. ۱۳۸۴. بررسی اثرتنش خشکی بر روی میزان قندهای محلول، پروتئین، پرولین، ترکیبات فنلی و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز گیاه سویا رقم گرگان۳. نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم.۵: ۵۴۹-۵۳۷.

٤- مدرس، معصومه.، ابریشم چی، پروانه.، اجتمادی، حمید.، رمضانی، علی. ۱۳۸۶. تکثیر گیاه نوروزک با استفاده از کشت رویان.فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران.۱۵: ۱۴۱-۱۲۹.

5.Ahmad, S., Ahmad, R., Ashraf, My., ,Waraich, E.A. (2006). Sunflower *(Hellanthus aunulus.)* response to drought stress at germination and seedliny growth stages. Pak. J.Bot, 41(2),647-654.

6.Arnon, D.I. (1994). Copper enzymes in lsolated chloroplasts, polyphenol oxidas in *Beta vulgaris*.Plant Physiol, 24,1-15.

7.Ashraf, My., Ala, S.A., Bhatti, As.(1998). Hutritional imbalance in Wheat genotypes growth at soil water stress. Plant Physiol, 20,307-310.

8.Bowler, C., Van Montagu, M., Inze, D. (1992). Superoxide dismutaze and stress tolerance. Plant Physiology, 43,83-116.

9.Bohnert, K.H., Nelson, D.E., Jensen, R.G. (1995). Adaptations to environment stresses.Plant Cell,7,1099-1111.

10. Cabuslay, G.V., Ito, O., Alejar, A. (2002) Physiological evaluation of responses of rice to water deficit.Plant Science, 263, 815-827.

11. Draikewicz M. (1994). Chlorophylase occurrence functions , mechanism of action, effect of extra and internal factors. Phtosyth, 30, 321-337.

12. Gusegnova, I.M., Suleymanov, Sy.,

Archive of SID

www.SID.ir

Aliyev, J.A. (2006). Protein composition and native state of pigments of thylakoid membrane of Wheat genotypes differently tolerant to water stress. Biochemistry, 71,223-228.

13. Hauny, B. (2001). Involvement of antioxidants and lipid peroxidantion in the adaptation two season grasses to localized drought stress. Enviromental and Experimental Botany, 45,105-114.

14. Hendry, G.(1993). Evolutionary origins and natural functions of fructanc.New Phytologist,123,3-14.

15. Khalid, K.H.A. (2006). Influence of water stress on growth, essential oil and chemical composition of Herb *(Ocimum sp)*. Agrophysics, 20, 289-296.

16. Khajeh hosseini, M., Powell. A. (2003). The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of *Soybean* seed.Seed Sci and Technol,1,715 – 725.

17. Kriedemann, P.E.(1980). Stomatal and photosynthetic limitations to leaf growth. Plant Physiol,13,15-31.

18. Martin, M., Micell, F., Morgan, J.A., Scalet M., Zebi, G. (1993). Synthesis of osmotically active substancec in winter Wheat leaves as related to drought resistance of different genotypes. Journal of Agronomy and Crop Science, 171, 176 – 184.

19. Mihalovic,N.,Lazarevic,M.,Dzeletoric, Z.,Vuckoric, M., Durde, Vic. M. (1997). Chlorophyllas activity in Wheat leaves during drought and its dependence on the nitrogen ion from applied.Plant Sci.,129,141-146.

20. Mohsenzade, S., Malboobi, M.A., Razavi, K., Farrahi Aschtiani, S. (2006). Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (poaceas)to water deficit.Environmental and Experimental Botany, 56,374-322.

21. Okcu, G., Kaya, M.D., Atak M. (2004). Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of Pea *(Pisum sativum L.)* Agric, 29,237 -242.

22. Pastori, G.M., Trippi, V.S. (1993). Cross resistance between water and oxidative stress in Wheat leaves. Agri Sci, 20,289-294.

23. Pagter, M., Bragato, C., Brix, H. (2005). Tolerance and physiological responses of phragmites australis to water deficit. Aquatic Botany, 81,285-299.

24. Rechinger, Kh. (1982). Flora Iranica. N150, Academishe Druk. u.verlag sustalt Gratz, pp439.

25. Sairam, R.K., Deshmukh, P.S., Saxna, D.C. (1998). Role of antioxidant systemes in Wheat genotype tolerance to water stress. Biologia Plantrum, 41(3),387-394.

26. Sanchez, F.J., Manzanares, M., Andres, E.F., Ternorio, J.L., Ayerbo, L., Deandles, E.F. (1998). Turgor maitenance ,osmotic adjustment and soluble sugar and proline accmulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field Crop Research, 59,225-235.

27. Schubert, S., Serraj, R., Balzer, P.E. (1995). Effect of drought stress on growth, sugar concentrations and amino acid accumulation in N-2-fixiy alfalfa. Journal of plant physiology, 146(4),541-546.

28.zhang, J., Nguyen, H.T., Blum, A. (1999). Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. Journal of Experimental Botany, 50, 291-302.

Archive of SID

www.SID.ir