اثر شوری در شدت‌های مختلف نور بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه سیاه‌تاغ (*Haloxylon ammodendron*)

حسین علی‌پور[۱]، اصغر مصلح آرانی[۲*]، آفاق تابنده ساروی[۱] و حسن دشتی[۳]

[۱]گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، [۲]گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، [۳]کارشناس ارشد بیابان‌زدایی، اداره کل منابع طبیعی یزد

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۵/۰۹، تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۰۹)

چکیده

در این پژوهش اثر شوری (شاهد، شوری ۸ و ۲۴ دسی‌زیمنس بر متر) در شدت‌های مختلف نور (نور کامل برابر با شدت $۱۰^{۲}\times$ ۱۱۰۹ لوکس، نور متوسط با شدت $۱۰^{۲}\times$۴۵۴ لوکس و نور ضعیف با شدت $۱۰^{۲}\times$ ۱۷۵ لوکس) روی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و جذب عناصر گیاه سیاه‌تاغ به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار بررسی شد. نتایج نشان داد که مقدار پرولین در نور ضعیف و متوسط به‌طور معنی‌داری کمتر از نور کامل بود. مقدار پرولین در نور کامل برابر با ۰/۴۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر ساقه و در نور ضعیف برابر با ۰/۱۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر ساقه بود. شوری نیز به‌طور معنی‌داری باعث افزایش مقدار پرولین و قندهای محلول شد. بیشترین مقدار کلروفیل a، b و کل، مقدار پتاسیم در نور ضعیف و متوسط و کمترین آن در نور کامل مشاهده شد. مقدار فسفر در نور ضعیف به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد و نور متوسط بود. بر خلاف سایر عناصر مقدار سدیم در نور کامل به‌طور معنی‌داری نسبت به نور ضعیف و متوسط بیشتر بود. مقدار کلروفیل a، b و کل با افزایش شوری کاهش یافت. مقدار نیتروژن و پتاسیم نیز با افزایش شوری کاهش یافت به‌طوریکه مقدار پتاسیم در شوری ۲۴ دسی‌یمنس بر متر برابر با ۴۸/۸ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک و در شاهد برابر با ۷۱ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک اندازه‌گیری شد. بر خلاف پتاسیم، مقدار سدیم با افزایش شوری در گیاه افزایش یافت. نسبت پتاسیم به سدیم در ساقه سیاه‌تاغ نیز با افزایش شوری کاهش یافت. نتایج بررسی برهم‌کنش نور و شوری نشان داد کاهش شدت نور همچنین موجب افزایش محتوای نسبی آب در شوری ۸ و ۲۴ دسی‌زیمنس بر متر و بهبود جذب کلسیم در شوری ۲۴ دسی‌زیمنس بر متر شد. نور متوسط هم سبب بهبود جذب منیزیم در شوری ۸ و ۲۴ دسی‌زیمنس بر متر شد. در کل و تحت شرایط این آزمایش، کاهش شدت نور شرایط بهتری را برای رشد نهال‌های سیاه‌تاغ فراهم می‌کند.

کلمات کلیدی: سیاه‌تاغ، شدت نور، شوری

مقدمه

شوری بعد از خشکی مهمترین تنش محیطی است که به‌طور جدی با کاهش رشد و عملکرد گیاه همراه است. نمک‌های محلول در محیط رشد، پتانسیل آب را کاهش می‌دهد و در نتیجه، جذب و انتقال آب و مواد غذایی در گیاه مختل می‌شود. تنش شوری همچنین موجب اختلال در فتوسنتز و فرآیندهای

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: amosleh@yazd.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]

آنزیمی و بیوشیمیایی و بهم‌خوردن توازن متابولیسمی می‌شود (Grattan and Grieve, 1999).

یکی از راهکارهای مناسب گیاهان در پاسخ به تنش شوری افزایش اسمولیت‌های سازگار در اندام‌های مختلف گیاه می‌باشد. این اسمولیت‌های سازگار (مانند اسید آمینه‌های پرولین و گلیسین بتائین و یا قندهای محلول) کارکردهایی از جمله تنظیم اسمزی، حفاظت از ساختار درون سلولی، کاهش خسارت اکسیداتیو به‌واسطه تولید رادیکال‌های آزاد در پاسخ به تنش خشکی و شوری را به عهده دارند (De Lacerda *et al.*, 2005). در بین مواد محلول سازگار شناخته شده، احتمالاً پرولین گسترده‌ترین نوع آن‌ها می‌باشد و به نظر می‌رسد تجمع آن در فرآیند سازگاری به تنش شوری در بسیاری از شیرین رست‌ها دخالت دارد (Sudhakar *et al.*, 1993). سدیم، کاتیونی قابل حل در بسیاری از خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک است. بیشتر گیاهان به ویژه شیرین‌رست‌ها به غلظت بالای سدیم حساس هستند، چرا که پایداری یون‌های داخل سلول را بر هم می‌زند و موجب عملکرد ضعیف دیواره و تضعیف واکنش‌های سوخت و ساز درون سلولی می‌شود. از طرف دیگر در بسیاری از گیاهان شوررست، سدیم با ورود به داخل واکوئل‌ها نقش عمده‌ای در تنظیم تعادل اسمزی بر عهده دارد. بیشتر گیاهان، افزایش موقتی سدیم را در آپوپلاست از راه افزایش مقدار آب سلول‌های مزوفیل (مانند مقدار آب واکوئل) تحمل می‌کنند، لذا نمک‌ها رقیق‌تر شده و ظرفیت خود را برای جذب نمک از محلول آپوپلاست بالاتر می‌برند (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۷۹). پتاسیم، عنصر غذایی پر مصرف و اصلی دیگری است که نقش عمده آن در گیاهان، تنظیم اسمزی است (Barker *et al.*, 1993). به علت نقش پتاسیم در تنظیم اسمزی و نیز اثر رقابتی آن با سدیم اغلب به‌عنوان یک عنصر مهم در شرایط شوری می‌باشد. این عنصر در فعالیت آنزیم و کوآنزیم‌ها، خنثی‌سازی یون‌های باردار شده غیرقابل انتشار و پلاریزاسیون غشا نقش مهمی ایفا می‌کند (Wei *et al.*, 2017). به همین دلیل تصور می‌شود که غلظت اندک سدیم و به‌عبارت بهتر نسبت کم سدیم به پتاسیم در برگ ها، رابطه‌ای نزدیک با مقاومت به شوری دارد (Schachtman *et al.*, 1991).

شدت نور نیز از دیگر تنش‌های محیطی است که تاثیر زیادی بر رشد گیاهان در مناطق خشک دارد. اثر نور روی گیاهان مختلفی گزارش شده است (Kwak *et al.*, 2011; Wadhwa *et al.*, 2010; Aldesuquy and Ibrahim, 2001؛ امینی، ۱۳۹۳). به‌عنوان نمونه، امینی (۱۳۹۳) با بررسی اثر نور بر نهال بنه (*Pistacia atlantica*) به این نتیجه رسید که با کاهش شدت نور، میزان وزن تر و خشک ریشه، نیتروژن و فسفر برگ افزایش ولی میزان ارتفاع، قطر، وزن تر و خشک ساقه، کاهش یافت.

با این حال نتایج تاثیر توام شوری و شدت نور روی گیاهان ممکن است با نتایج تاثیر هر کدام از این تنش‌ها به تنهایی متفاوت باشد. نتایج نشان می‌دهد که رشد گیاهان در تنش شوری و شدت نور زیاد بیشتر از نور کم کاهش می‌یابد (Pessarakli, 1994). مطالعات Backhausen و همکاران (۲۰۰۵) نشان می‌دهد که در شدت نور بالا، میزان تبخیر و تعرق افزایش می‌یابد که منجر به افزایش مقدار سدیم و کلرید و صدمات وارده به گیاه می‌شود. از سوی دیگر، در گیاهانی که در معرض شوری خاک قرار دارند، به‌دلیل کاهش هدایت روزنه‌ای و کاهش فشار دی‌اکسیدکربن در فضای زیر روزنه‌ای، متابولیسم کربن محدود می‌شود و اثر شدت نور در آن‌ها کاهش می‌یابد. در شرایط تابش نور شدید در فصول گرم، فتوسیستم II در کلروپلاست بر اثر بازدارندگی نوری غیرفعال و تخریب می‌شود و زنجیره انتقال الکترون دچار مشکل می‌گردد که منجر به تولید گونه‌های فعال اکسیژن رادیکالی و افزایش صدمات اکسیداتیو در گیاهان خواهد شد (Remorini *et al.*, 2009; Christian, 2005). نتایج آزمایش روی گیاه ترخون فرانسوی (*Artemisia dracunculus* L.) پرورش یافته در شرایط شور (نمک کلرید سدیم) و شدت‌های متفاوت نور نشان داد که گیاهان پرورش یافته با شدت نور بالاتر در شرایط شور نسبت به گیاهان در شدت نور کمتر، دارای وزن تر و خشک و نیز نیتروژن، فسفر و کلسیم بیشتر و سدیم و کلرید کمتر بودند (گویلی کیلانه و همکاران، ۱۳۹۳)). مطالعات روی گیاه *Aloe vera* نیز نشان داد که مقدار کلروفیل با افزایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]

شدت نور و تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت در حالیکه بیشترین مقدار آنتوسیانین در نور کامل و تنش خشکی ۸۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد (حضرتی و همکاران، ۲۰۱٦). مطالعات روی گیاه *Scenedesma* Sp. نشان داد که کاهش شدت نور باعث کاهش مقدار کلروفیل و افزایش مقدار کارتنوییدها شد. اما افزایش شدت نور و شوری به‌طور همزمان باعث افزایش مضاعف کارتنوییدها شد (ابوآ و همکاران، ۲۰۱۵).

سیاه‌تاغ (*Haloxylon aphyllum*) گونه‌ای متعلق به تیره اسفناجیان (Chenopodiaceae) به‌عنوان یک گیاه مفید و مؤثر بیابانی با نیاز آبی کم، تحمل شرایط سخت اقلیمی و قدرت سازگاری مناسب در مناطق خشک توانسته است نقش اساسی در امر بیابان‌زدایی داشته باشد. با توجه به اینکه سیاه‌تاغ در بیشتر نقاط مرکزی ایران با مشکل تجدید حیات طبیعی مواجه بوده و همچنین عوامل نامساعد اقلیمی مانند مقدار کم بارش، گرما، تابش مستقیم نور و شوری خاک مانع از جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاه می‌شود، لذا احیای این گیاه از طریق نهال-کاری یکی از راه‌های عمده ایجاد پوشش گیاهی در مناطق بیابانی به شمار می رود (مهدی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).نتایج بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی سیاه‌تاغ نشان داد که درصد جوانه‌زنی آن بیشتر از اشنان، سفید تاغ، پرند، سیاه‌شور، قیچ و آتریپلکس بود (انواری و همکاران، ۱۳۸۸). بررسی برهم‌کنش نور، دما و شوری بر جوانه‌زنی بذر سیاه‌تاغ نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه با افزایش دما از ۵ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد افزایش ولی در دمای ۳۰ درجه کاهش یافت. افزایش شوری هم تاثیر معنی داری بر درصد جوانه‌زنی داشت (قائدی و همکاران، ۱۳۸۸).

تولید نهال سیاه‌تاغ جهت احیای اراضی شنی در مناطق خشک و کویری اغلب با مصرف آب زیادی همراه است. با توجه به کاهش آب مطلوب در مناطق خشک، استفاده از آبهای شور اهمیت به‌سزایی پیدا می‌کند. این تحقیق اثر شدت نور بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیک سیاه‌تاغ در شرایط آبیاری با آب شور را مورد بررسی قرار می‌هد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار و تابستان ۱۳۹٤ در دانشگاه یزد به اجرا درآمد. در این آزمایش، ابتدا تعداد ۹۰ نهال گلدانی از گونه سیاه‌تاغ در نهالستان دانشکده منابع طبیعی یزد در قالب طرح کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار طراحی و اجرا شد. خاک گلدان‌ها با ماسه، کود حیوانی و خاک زراعی به‌طور مساوی پر شد. نهال های تولید شده در شرایط رویشی و مورفولوژیک مشابه بودند. آمار هواشناسی محل اجرای طرح در جدول (۱) آمده است. تیمارهای آزمایش شامل عامل نور در سه سطح (نور کامل برابر با شدت $۱۰^{۲}\times$ ۱۱۰۹ لوکس، نور متوسط با شدت $۱۰^{۲}\times$٤٥٤ لوکس حاصل از پوشش گیاهان با یک لایه تور پلاستیکی و نور ضعیف با شدت $۱۰^{۲}\times$ ۱۷۵ لوکس حاصل از پوشش گیاهان با دو لایه تور پلاستیکی) به عنوان کرت اصلی و عامل شوری در سه سطح (آب شرب با شوری ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر(شاهد)، آب با شوری ۸ و ۲٤ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شده بود. برای اندازه‌گیری شدت نور از دستگاه نور سنج (Light Meter) مدل (LX-1108 UK :) استفاده شد. آبیاری نهال‌ها به فاصله چهار روز در میان به میزان ۱۰۰ میلی-لیتر صورت گرفت. برای جلوگیری از انباشته شدن نمک در نهال‌های تحت تیمار شوری بعد از سه دوره آبیاری، یک دوره نیز آبشویی با آب معمولی صورت گرفت. تیمارهای مورد نظر به مدت چهار ماه روی نهال های دو ماهه اعمال شد. بعد از اتمام این دوره، محتوای نسبی آب، پرولین، قندهای محلول، کلروفیل‌های a و b، کلروفیل کل، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سدیم اندازه‌گیری شد.

به منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب (RWC): ساقه نهال های سیاه‌تاغ در سه تکرار برداشت و پس از اندازه‌گیری وزن تر توسط ترازوی دقیق دیجیتالی، به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده و وزن خشک آن اندازه گیری شد. سپس با استفاده از رابطه (۱) محتوای نسبی آب برگ بر حسب درصد محاسبه گردید (Ritchie and Nguyen, 1990).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]

جدول ۱- آمار هواشناسی محل رویش سیاه تاغ در نهالستان دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

ماه	درجه حرارت (سلسیوس)				رطوبت نسبی (درصد)			بارندگی (میلی‌متر)	تبخیر (میلی-متر)	ساعات آفتابی
	متوسط کمینه	متوسط بیشینه	کمینه مطلق	بیشینه مطلق	میانگین	متوسط کمینه	متوسط بیشینه	میانگین			
فروردین	۱۳/۹	۲۶/٤	۵/۷	۳۳/۸	۲۰/۲	۱۵	٤۷	۳۱	۱٤/۵	۲۷۷	۲٤۵
اردیبهشت	۱۹/٤	۳۲/۳	۱۲	۳۷/٤	۲۵/۸	۱۰	۳۲	۲۱	۸/۳	۳۵۸	۲۸۵
خرداد	۲٤/۷	۳۸/۵	۱۹/۷	٤۲/۲	۳۱/٦	٦	۱۷	۱۲	۰	٤۳٤	۳٤٤
تیر	۲٦/٤	٤۰	۲۰/۸	٤۳/۳	۳۳/۲	۷	۱۷	۱۲	۰/۱	۵۰۳	۳٤۷
مرداد	۲۳/۳	۳۷/۸	۱۹/٦	٤۰/۳	۳۰/٦	٦	۱۷	۱۲	۰	٤٤۷	۳٦۲
شهریور	۲۱/۲	۳٤/۹	۱۲/۷	٤۱/۵	۲۹/۲	۱۰	۲۷	۱۹	۰	۳٤٦	۳۲۹

رابطه (۱) $M_{water}=[m_w-m_d)/m_w]\times100$

در این رابطه: m_{water} محتوای نسبی آب برگ، m_w وزن تر و m_d وزن خشک هستند.

اندازه‌گیری میزان پرولین: مقدار ۰/۵ گرم از بافت تر ساقه را در ۱۰ میلی‌لیتر محلول سه درصد اسیدسولفاسیلیک ساییده و مخلوط یکنواختی تهیه گردید. سپس عصاره حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره دو صاف شد. سپس دو میلی‌لیتر از محلول رویی را برداشته و دو میلی لیتر معرف نین هیدرین و دو میلی‌لیتر اسیداستیک خالص به آن اضافه و مخلوط کرده و به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بن ماری (حمام آب گرم) قرار داده و سپس لوله‌های آزمایش به مدت ۰/۵ ساعت در حمام یخ قرار گرفتند. پس از آن به هر لوله آزمایش چهار میلی‌لیتر تولوئن افزوده و لوله‌ها به شدت تکان داده شد. با ثابت نگه داشتن لوله‌ها به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه، دو لایه کاملا مجزا در آن ها تشکیل شد و میزان جذب لایه رنگی فوقانی که حاوی تولوئن و پرولین بود با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت و مقدار آن از رابطه (۲) بدست آمد (Bates *et al.*,1973).

رابطه **Error! No text of specified style in document.**(۲)

$$Y=\frac{M\times T}{W}$$

در این رابطه: Y غلظت پرولین در نمونه های گیاهی، M عدد قرائت شده با دستگاه اسپکتروفتومتر، T حجم تولوئن مورد استفاده (چهار میلی لیتر) و W وزن نمونه‌برگی مورد استفاده (برای ۰/۵ گرم) هستند.

سنجش قندهای محلول: ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد را به ۰/۵ گرم از ماده خشک گیاهی (ساقه) اضافه و به مدت یک هفته در یخچال نگهداری شد. پس از گذشت یک هفته، یک میلی‌لیتر از محلول رویی نمونه را برداشته و سپس یک میلی‌لیتر فنل پنج درصد به آن اضافه کرده و خوب هم‌زده و پس از آن پنج میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ اضافه شد، محلول زرد رنگی به‌دست آمد که به مرور زمان تغییر رنگ داده و به قهوه‌ای روشن تمایل پیدا کرد پس از گذشت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ٤۸۵ نانومتر، میزان جذب تعیین شده و با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز، بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک با استفاده رابطه ۳ ارزیابی گردید (Kochert, 1987).

رابطه (۱) $$Y=\frac{M\times T}{W}\times10$$

در این رابطه: Y مقدار قند محلول در نمونه‌های گیاهی، M عدد قرائت شده با دستگاه اسپکتروفتومتر، T محلول شاهد (هفت میلی‌لیتر) و W وزن نمونه برگی مورد استفاده (۰/۵ گرم) می‌باشد.

اندازه‌گیری کلروفیل: ۰/۵ گرم بافت تازه ساقه را با ۱۰

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]

میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد داخل هاون به خوبی سائیده سپس محلول حاصل به وسیله کاغذ صافی، صاف گردید. بعد از آن نمونه‌ها در سانتریفیوژ ۳۰۰۰ دور قرار داده شدند و سپس شدت جذب آن در طول موج‌های ٦٦٣/٢، ٦٦٤/٨ و ٤٧٠ نانومتر با استفاده از اسپکتوفتومتر خوانده شد. غلظت رنگریزه های کلروفیل a، b، کل و کارتنوئیدها با استفاده از روابط ٤ محاسبه گردید (Lichtenthaler, 1987).

رابطه (٤)

کلروفیل a = $12/5(A_{663.2}) - 2/79(A_{646.8})$

کلروفیل b = $21/5(A_{646.8}) - 5/1(A_{663.2})$

کلروفیل کل = کلروفیل a + کلروفیل b

A در روابط بالا مقدار عدد قرائت شده دستگاه اسپکتوفتومتر برای کلروفیل a و b می‌باشد.

نیتروژن گیاه: مقدار ۰/۲ گرم از نمونه خشک شده گیاه مذکور را در یک بالن کجلدال ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته و مقدار یک گرم نمک کاتالیزور و پنج میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به ان اضافه شد. سپس لوله‌های آزمایش در دستگاه هضم به مدت دو ساعت قرار داده شد. بعد از خنک شدن نمونه‌ها، آن ها را در دستگاه تقطیر به مدت پنج دقیقه قرار داده و در این مرحله اسیدبوریک ۲۰درصد و سود ۱۰ نرمال اضافه شد (از پیش ۲۰ گرم اسیدبوریک و ٤۰۰ گرم سود را به حجم ۱۰۰ رسانده و آماده شده است). در مرحله تیتراسیون با اسیدسولفوریک ۰/۰۱ نرمال به رنگ صورتی تمایل پیدا کرد و در نهایت با استفاده از رابطه ۵ درصد نیتروژن محاسبه گردید (غازان شاهی،١٣٧٦).

رابطه (**Error! No text of specified style in document.۵**)

$$\%N=(V\times N\times 1.4)/S$$

در رابطه بالا: N مقدار نیتروژن در نمونه های گیاهی، V حجم اسید مصرفی در تیتراسیون ، N نرمالیته اسیدسولفوریک و S وزن خشک می‌باشد.

فسفر گیاه: مقدار یک گرم ماده خشک شده ساقه را در بوته‌های چینی ریخته و در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت چهار ساعت قرار داده شد. بعد از سرد شدن بوته‌ها را خارج کرده و ۱۰ میلی لیتر اسیدهیدروکلریدریک را به هر کدام از بوته‌ها اضافه کرده و آنها را روی صفحه حرارتی هیتر قرار داده تا دو سوم آن بخار شد. سپس دو میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه تا اسید رقیق شود. در پایان محلول داخل بوته چینی را صاف نموده و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. بعد از تهیه عصاره میزان فسفر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۸۷۰ نانو متر قرائت گردید (Waling *et al.*, 1989).

تهیه عصاره برای اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم به روش تهیه عصاره برای فسفر انجام شد و سپس با استفاده از دستگاه فلیم فتومتری اندازه‌گیری شد (غازان‌شاهی، ١٣٧٦).

جهت تجزیه و تحلیل نتایج، ابتدا نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کلموگروف اسمیرنوف بررسی شد، سپس جهت بررسی اختلاف بین سطوح مختلف تیمار، تجزیه و تحلیل واریانس از نظر کلیه شاخص‌ها مورد بررسی انجام شد و در نهایت میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن (DMRT) دسته‌بندی گردید. تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۲۱ انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار نور بر تمامی شاخص‌ها به‌جز قندهای محلول، مقدار نیتروژن و نسبت پتاسیم به سدیم معنی‌دار بود. اثر شوری نیز بر تمامی شاخص-ها به‌جز فسفر و منیزیم معنی‌دار بود. برهمکنش نور و شوری فقط بر محتوای نسبی آب برگ، کلسیم و منیزیم معنی‌دار بود(جدول ۲).

مقدار پرولین در نور ضعیف و متوسط به‌طور معنی‌داری کمتر از نور کامل اندازه‌گیری شد. مقدار پرولین در نور کامل برابر با ۰/٤۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر ساقه و در نور ضعیف برابر با ۰/۱۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود. بیشترین مقدار کلروفیل a، b و کل و مقدار پتاسیم در نور ضعیف و متوسط و کمترین آن در نور کامل مشاهده شد. به‌طوریکه مقدار کلروفیل کل در نور ضعیف برابر با ۰/٤۲۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر ساقه و در نور کامل برابر با ۰/١٦٩ میلی‌گرم بر گرم وزن تر ساقه اندازه گیری شد. مقدار فسفر در نور ضعیف به‌طور معنی‌داری بیشتر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]

از شاهد و نور متوسط بود. بر خلاف سایر عناصر مقدار سدیم

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی در سیاه‌تاغ

منابع تغییرات	درجه آزادی	RWC	پرولین	قند	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
نور	۲	۱۹۷/٤۰**	۰/۵۷۰۰**	۰/۰۰۰۰٤۸^{ns}	۰/۱۲۰۰**	۰/۰۰۷۰**	۰/۱۹۰۰**
خطای ۱	۲۷	۳/۲٦	۰/۰۱۱۰	۰/۰۰۰۰۲۵	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰٤۰
شوری	۲	٤۷/۱۲**	۰/۱۰۰۰**	۰/۰۰۲۰۰۰**	۰/۰۳۰۰**	۰/۰۰۲۰**	۰/۰٤۰۰**
نور × شوری	٤	۱۱/۷۹**	۰/۰۰۰٦^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۰^{ns}	۰/۰۰۳۰^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۳٦^{ns}
خطای ۲	٥٤	۲/۱۰	۰/۰۰۸۸	۰/۰۰۰۰٤٦	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۳٥
ضریب تغیرات		۱/۷	۱٥/۳	۲/۱	۱٦/۸	۲۹/۸۰	۱۸/٤

***- اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ **- اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ ns- عدم وجود اختلاف معنی‌دار**

ادامه جدول ۲-

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیترون	فسفر	پتاسیم	سدیم	پتاسیم به سدیم	کلسیم	منیزیم
نور	۲	۰/۰۰۸۰۰^{ns}	۰/٦۱۱**	۰/۰۰۰۰۸**	۰/۰۰۰۰۰۷*	۰/۰۵۷^{ns}	۰/۰۷**	۸۳۱٤/٤۸**
خطای ۱	۲۷	۰/۰۰۲۰۰	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۲۰	۰/۰۰۸	۲۹۷/۳۲
شوری	۲	۰/۰٤۰۰۰**	۰/۰۸۲^{ns}	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰٤**	۰/۵۱۵**	۰/۳۹**	٥٦۰/۷^{ns}
نور × شوری	٤	۰/۰۰۲۰۰^{ns}	۰/۰۲۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰٤۲^{ns}	۰/۰٦**	۷۹۸۰/۳٦**
خطای ۲	٥٤	۰/۰۰۰۹۸	۰/۰٦۹	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۰٤	۰/۰٤۷	۰/۰۰۹	۲۱۹/۹۳
ضریب تغیرات		۱/۹	۱٥/٥	۱۰/۳	٥/۸	۳۱/۷	٦/۹	۱٦/۹

***- اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ **- اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ ns- عدم وجود اختلاف معنی‌دار**

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های مورد بررسی تحت تیمار نور

شاخص‌ها	شدت‌های مختلف نور		
	شاهد (نور کامل)	نور متوسط (۱۰۲×٤٥٤ لوکس)	نور ضعیف (۱۰۲× ۱۷٥ لوکس)
پرولین ($mg\ g^{-1}\ fw$)	۰/۳۲ ^{a}	۰/۲۰ ^{b}	۰/۱۷ ^{b}
کلروفیل a ($mg\ g^{-1}\ fw$)	۰/۱٤۹ ^{c}	۰/۳۰۲ ^{b}	۰/۳٥۷ ^{a}
کلروفیل b ($mg\ g^{-1}\ fw$)	۰/۰۲۰ ^{c}	۰/۰٥۳ ^{b}	۰/۰۷۲ ^{a}
کلروفیل کل ($mg\ g^{-1}\ fw$)	۰/۱٦۹ ^{c}	۰/۳٥٥ ^{b}	۰/٤۲۹ ^{a}
فسفر ($mg\ g^{-1}$)	۱/٤۷ ^{b}	۱/۷ ^{b}	۲/۸ ^{a}
پتاسیم ($mg\ g^{-1}$)	٥۰/٦ ^{c}	٥۹/۸ ^{b}	۱۹٦ ^{a}
سدیم ($mg\ g^{-1}$)	۹۷/٥ ^{a}	۸۹/۳ ^{b}	۷۰/۱ ^{c}

حروف متفاوت در ردیف نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

در نور کامل به‌طور معنی‌داری نسبت به نور ضعیف و متوسط بیشتر بود(جدول ۳).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

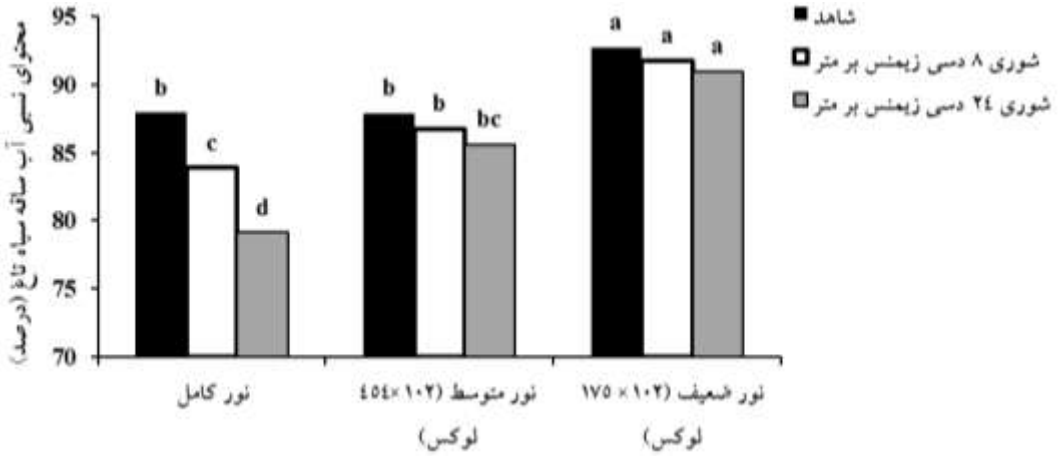
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]

شوری به‌طور معنی‌داری باعث افزایش مقدار پرولین و قندهای محلول شد به‌طوریکه مقدار پرولین در شوری ۲٤

جدول ۳- مقایسات میانگین شاخص‌های مورد بررسی تحت تیمار شوری

شاخص‌ها	غلظت‌های مختلف شوری		
	شاهد (آب معمولی)	۸ دسی زیمنس بر متر	۲٤ دسی زیمنس بر متر
پرولین ($mg\ g^{-1}$ fw)	۰/۱۲ b	۰/۲۳ a	۰/۳۲ a
قندهای محلول ($mg\ g^{-1}$ wd)	۰/۳۱۲ c	۰/۳۳۱ b	۰/۳۳۸ a
کلروفیل a ($mg\ g^{-1}$ fw)	۰/۳٤۱ a	۰/۲٤٥ b	۰/۲۳۸ b
کلروفیل b ($mg\ g^{-1}$ fw)	۰/۰٦٥ a	۰/۰٤٥ b	۰/۰۳۹ b
کلروفیل کل ($mg\ g^{-1}$ fw)	۰/٤۰٦ a	۰/۲۹۰ b	۰/۲۷۷ b
نیتروژن (٪)	۲/۹۳ a	۲/۷۰ b	۲/٥٦ c
پتاسیم ($mg\ g^{-1}$)	۷۱/۲۳a	٥۹/٥۳ b	٤۸/۸۰ c
سدیم ($mg\ g^{-1}$)	۷٦/٥۹ c	۸۷/۳٦ b	۱۰٦/۹۲ a
نسبت پتاسیم به سدیم	۰/۹۱ a	۰/٦۱ b	۰/٥۳ b

حروف متفاوت در ردیف نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۱- برهمکنش نور*شوری بر مقدار محتوای نسبی آب برگ. حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

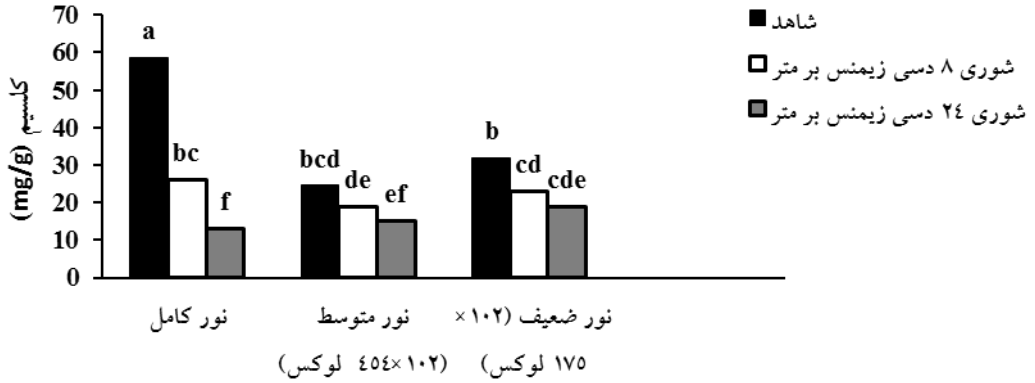
دسی‌زیمنس برابر با ۰/۳۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر ساقه اندازه گیری شد که سه برابر مقدار آن در شاهد بود (جدول ٤). مقدار کلروفیل a، b و کل با افزایش شوری کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری بین دو شوری ۸ و ۲٤ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد. مقدار نیتروژن و پتاسیم نیز با افزایش شوری کاهش یافت به‌طوریکه مقدار پتاسیم در شوری ۲٤ دسی‌یمنس بر متر برابر با ٤۸/۸ و در شاهد برابر با ۷۱ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری شد. بر خلاف پتاسیم، مقدار سدیم با افزایش شوری در گیاه افزایش یافت به‌طوریکه مقدار سدیم در شوری ۲٤ برابر با ۱۰٦ میلی‌گرم بر گرم و در شاهد برابر با ۷٦ میلی گرم بر گرم اندازه‌گیری شد. نسبت پتاسیم به سدیم در ساقه سیاه‌تاغ نیز با افزایش شوری کاهش یافت (جدول ٤).

نتایج بررسی برهمکنش نور و شوری نشان داد که بیشترین مقدار رطوبت نسبی در دو تیمار ۸ و ۲٤ با شدت نور ضعیف بدست آمد (شکل ۱).

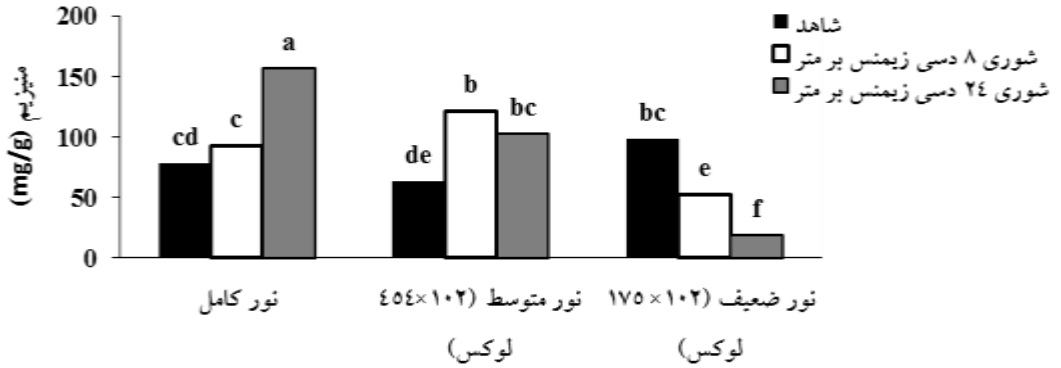
برهمکنش نور و شوری نشان داد که بیشترین مقدار جذب

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]

کلسیم در نمونه شاهد برابر با ۵۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک ساقه و کمترین آن در شوری ۲٤ دسی‌زیمنس بر متر در نور کامل مشاهده شد (شکل ۲). نور ضعیف و متوسط باعث بهبود جذب کلسیم در شوری ۲٤ دسی‌زیمنس بر متر شد.



شکل ۲- برهمکنش نور*شوری بر مقدار کلسیم در ساقه نهال سیاه تاغ. حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد



شکل ۳- برهمکنش نور*شوری بر مقدار منیزیم در ساقه نهال سیاه تاغ. حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

برهمکنش نور و شوری نشان داد که بیشترین مقدار جذب منیزیم در شوری ۲٤ دسی‌زیمنس بر متر در نور کامل برابر با ۱۵٦ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک ساقه و کمترین آن در شوری ۲٤ دسی‌زیمنس بر متر در نور ضعیف مشاهده شد (شکل ۲). نور متوسط باعث بهبود جذب منیزیم در شوری ۸ و ۲٤ دسی‌زیمنس بر متر شد.

بحث

افزایش شوری باعث کاهش مقدار نیتروژن شد. مطالعات نشان می‌دهند که شوری تجمع نیتروژن در گیاهان را کاهش داده است (به‌عنوان نمونه، اورعی و همکاران، ۱۳۸۸). این امر به‌این خاطر است که کلرید با افزایش جذب نیترات (NO_3) رقابت می‌کند (Silberbush and Ben-Asher, 1987). کاهش ناشی از شوری در غلظت نیترات معمولاً با کاهش در فعالیت آنزیم نیترات‌ردوکتاز (NR) که مسئول کاهش NO_3^- است، همراه می‌باشد (Garg *et al.*, 1990).

افزایش شوری باعث افزایش مقدار سدیم در سیاه‌تاغ شد. پاسخ رشدی گیاهان به سدیم در بین گونه‌های مختلف متفاوت است. بسیاری از شوررست‌ها پاسخ رشدی مثبتی به سدیم نشان داده‌اند و این در حالی است که سدیم برای شیرین‌رست‌ها مرگ‌آور است. آزمایش‌ها نشان می‌دهند که سدیم اضافی در بیشتر شوررست‌ها در واکوئل جمع می‌شوند و بدین وسیله ضمن ممانعت از سمیت اندامک‌های سیتوپلاسمی، موجب تنظیم اسمزی نیز می‌گردد (Hedari-Sharifabad and Mirzaie-

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]

Nodoushan, 2006). مشابه این تحقیق، مطالعه Wang و همکاران (۲۰۰٤) روی گیاه سیاه‌تاغ نشان داد که این گیاه مقدار زیادی سدیم (نه پتاسیم) را جذب و در بافت‌های هوایی انباشته می‌کند.

از طرف دیگر مقدار فسفر و پتاسیم که از عناصر درشت مغذی و ضروری برای رشد گیاهان می‌باشد، در شدت‌های نور کمتر، بیشتر از نور متوسط و نور کامل بودند. این موضوع نشان می‌دهد، نور کمتر موجب شرایط بهتر رطوبتی هم در سطح ریشه و هم در سطح اندام هوایی شده و در نتیجه سبب جذب بیشتر این عناصر شده است. در شرایط نامناسب رطوبتی، در خاک فسفر یونی است که بیشتر از سایر یون ها برای گیاه غیرقابل دسترس است، چون این یون کاملا به ذرات رس چسبیده است، بنابراین بخش کوچکی از کل فسفات در خاک محلول است (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۷۹).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاهش شدت نور باعث افزایش میزان کلروفیل (a، b و کل) شد. در شدت‌های نوری ضعیف، گیاه برای افزایش عمل فتوسنتز مقدار رنگیزه‌های کلروفیلی خود را افزایش می‌دهد تا بتواند جذب نور بیشتری داشته باشد. مشابه نتایج این تحقیق، امینی (۱۳۹۳) با بررسی اثر نور و دور آبیاری بر روی بنه؛ Yang, و همکاران (۲۰۰٦) با بررسی اثر تنش خشکی و نور بر روی گونه *Picea asperata*؛ Kwak و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تأثیر شدت‌های آبی و نوری مختلف بر روی بلوط چوب‌پنبه‌ای (*Quercus suber* L.) و Wadhwa و همکاران (۲۰۱۰) با مطالعه اثر نور بر گیاه جاتروفا (*Jatropha curcus*)، افزایش محتوای کلروفیل را با کاهش میزان نور دریافتی گزارش کردند. میزان کلروفیل (a، b و کل) با افزایش میزان شوری کاهش یافت. با افزایش غلظت نمک در محیط رشد، کاهش محتوای کلروفیل می‌تواند به واسطه اثر کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نتیجه تجزیه کلروفیل باشد (Oraei *et al.*, 2009). تحقیقات عصاره و شریعت (۱۳۸۷) روی چهار گونه اکالیپتوس (*Eucalyptus* sp.)، عبدالهی و همکاران (۱۳۹۰) روی نهال چهار گونه درختی، عصاره و همکاران (۱۳۸۵) روی چند گونه اکالیپتوس و زمانی (۱۳۹۲) روی سرو با تحقیق حاضر، همسو می‌باشد.

نتایج نشان داد که افزایش شوری، میزان پرولین گیاه را افزایش داد. افزایش پرولین در گیاهان تحت تنش شوری در واقع نوعی واکنش از طرف گیاه به کاهش پتانسیل آب در محیط ریشه است. در این زمان پرولین با کم کردن پتانسیل اسمزی سلول‌های ریشه، شرایط لازم برای جذب آب و عناصر غذایی را فراهم می‌کند (Caveierl, 1983). همچنین Chaindlerو Thorpe (۱۹۸۷) نشان دادند که پرولین به عنوان یک محافظ آنزیمی پایدار کننده ساختمان درشت مولکول‌ها و منبع انرژی و نیتروژن در مقابل شوری به کار می‌رود. نتایج این تحقیق نشان داد که با کاهش میزان نور از میزان پرولین گیاه نیز کاسته شد که نشان می‌دهد تغییرات محتوای پرولین از نظر مقدار در گیاهان واقع در نور کامل وسیع‌تر از گیاهان تحت نور کمتر می‌باشد. محتوای پرولین کم در گیاهان تحت سایه را می‌توان ناشی از عوامل مختلف از جمله تعرق کم دانست، از این رو تنش آب کاهش یافته و میزان پرولین پایین باقی می‌ماند (Wadhwa, *et al.*, 2010). Aldesuquy و Ibrahim (۲۰۰۱) دریافتند که همبستگی منفی و معنی‌داری بین غلظت پرولین و آب ساقه (به عنوان درصدی از وزن تر ساقه) برای هفت ژنوتیپ گندم بهاره وجود دارد. انطباق افزایش پرولین با کاهش محتوای نسبی آب در تاغ نشان دهنده کاهش اشباع آب و فشار اسمزی شیره سلولی می‌باشد. انواع سایه‌بان از راه تأثیر بر وضعیت آب گیاهان منجر به کاهش تجمع پرولین در اندام‌های فتوسنتزی می‌شوند (Aldesuquy and Ibrahim, 2001). در پژوهشی، Wadhwa و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر رژیم‌های مختلف نوری را بر گونه جاتروفا بررسی و به این نتیجه رسیدند که پرولین در برگ‌های واقع در سایه کمتر از برگ‌های موجود در نور کامل بود که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که افزایش میزان شوری منجر به افزایش معنی‌داری در میزان قندهای محلول شد. افزایش قندهای محلول در سلول‌های گیاهی سبب کاهش پتانسیل اسمزی و و به دنبال آن پتانسیل آبی شده و جذب آب به داخل سلول‌ها را آسان می‌کند. افزایش قندهای محلول در پی افزایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]

غلظت شوری نشان دهنده پاسخ گیاه به این است که شوری باعث به هم خوردن متابولیسم فتوسنتز شده است. بنابراین اگر قند محلول زیاد شده باشد دو حالت رخ می‌دهد: ۱- فتوسنتز زیاد شده ۲- قندهای بزرگ (نشاسته) شکسته شده و به قندهای کوچک (گلوکز) تبدیل می‌شوند (Nilsen and orcutt, 1996). از آنجا که با افزایش شوری مقدار کلروفیل تاغ کاهش پیدا کرد، افزایش مقدار قندهای محلول می‌تواند بیشتر با شکسته شدن قندهای بزرگ در این تحقیق مرتبط باشد.

نتایج بررسی برهمکنش نور و شوری نشان داد که بیشترین مقدار محتوای نسبی آب در دو تیمار ۸ و ۲٤ با شدت نور ضعیف بدست آمد. بالا بودن محتوای نسبی آب می‌تواند به پتانسیل منفی‌تر آب در این تیمارها مربوط باشد که باعث جذب بیشتر آب از طریق ریشه‌ها شده است. بخشی دیگر نیز می‌تواند به علت سازگاری های حفظ آب از طریق روزنه‌ها (بسته شدن روزنه‌ها) و یا عوامل دیگر باشد. افزایش مقدار سدیم در سیاه‌تاغ در شوری بالاتر در این آزمایش (ایجاد پتانسیل منفی‌تر آب) از یک طرف و شرایط رطوبتی خاک (دسترسی آب بیشتر) در تیمارهای با شدت نور کمتر از طرف دیگر سبب شده است تا اندازه این شاخص در بررسی برهمکنش نور× شوری در دو تیمار فوق افزایش نشان دهد. هر چه محتوای نسبی آب (و عوامل تنظیم‌کننده اسمزی) در گیاهی بیشتر باشد، پتانسیل آماس نیز بیشتر می‌شود. از آنجا که سلول‌های گیاهی فقط در شرایط آماس، تقسیم میتوز انجام داده و رشد و نمو گیاهان اتفاق می‌افتد لذا، محتوای نسبی آب بالاتر شرایط بهتری را برای رشد فراهم می‌کند.

نور ضعیف و متوسط باعث بهبود جذب کلسیم در شوری ۲٤ دسی‌زیمنس بر متر شد. مطالعات نشان می‌دهد که کلسیم برای حفظ تمامیت غشائ گیاهی ضروری است، و جایگزینی سدیم به‌جای کلسیم در غشاها منجر به اختلال در اعمال حیاتی غشائ می‌گردد (Wei *et al.*, 2017). کلسیم رشد گیاهان شورزیست که تحت شوری رشدشان مختل شده است را بهبود می‌بخشد که این اثر دارای همبستگی با کاهش جذب سدیم در گیاه می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در کل نتایج این مطالعه نشان می دهد که در شرایط این آزمایش کاهش شدت نور باعث افزایش مقدار کلروفیل، افزایش جذب فسفر و پتاسیم شد. کاهش شدت نور همچنین باعث افزایش محتوای نسبی آب در شوری ۸ و ۲٤ دسی-زیمنس بر متر و بهبود جذب کلسیم در شوری ۲٤ دسی-زیمنس بر متر شد. نور متوسط باعث بهبود جذب منیزیم در شوری ۸ و ۲٤ دسی‌زیمنس بر متر شد. بر این اساس و در شرایط این آزمایش، کاهش نور شرایط بهتری را برای رشد نهال های سیاه‌تاغ فراهم می‌کند.

منابع

امینی، ب. (۱۳۹۳) بررسی برخی از خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نهال‌های بنه در سطوح مختلف نور و آبیاری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد، یزد.

اورعی، م.، طباطبایی، س. ج.، فلاحی، ا. و ایمانی، ع. (۱۳۸۸) اثرات تنش شوری و پایه بر رشد، شدت فتوسنتز، غلظت عناصر غذایی و سدیم درخت بادام. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۳: ۱٤۰-۱۳۱.

حیدری شریف‌آباد، ح. (۱۳۷۹). گیاه، خشکی و خشکسالی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.

زمانی، م. (۱۳۹۲). بررسی تنش شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی کاج الدار و سروناز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه یزد.

عبدالهی، پ.، سلطانی، ع. و بیگی هرچقانی، ح. (۱۳۹۰). بررسی مقاومت به شوری در نهال چهار گونه درختی مناسب جنگلداری شهری، فصلنامه‌ی علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۱۹: ۲۸۲-۲٦۵.

عصاره، م.ح.، رستمی شاهراجی، ت.، شریعت، آ. و رفیعی، ف. (۱۳۸۵). بررسی تحمل شوری در چند گونه از اکالیپتوس در شرایط

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]

آزمایشگاهی. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ٤١: ٥٢٣- ٤١٣.

عصاره، م. ح. و شریعت، آ. (۱۳۸۷). بررسی مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد رویشی در چهار گونه از اکالیپتوس. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۵ :۳۵-۲۸.

غازانشاهی، ج. (۱۳۷٦). آنالیز خاک و گیاه، انتشارات مترجم تهران.

کافی، م. و مهدوی دامغانی، ع. (۱۳۷۹). مکانیسم‌های مقاومت به تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات دانشگاه مشهد، ص ٤٦٧.

گویلی کیلانه، م.، طباطبایی، س ج. و بلندنظر، ص ع. (۱۳۹۳). تأثیر شدت نور و شوری کلرید سدیم بر رشد شاخ و برگ و جذب برخی عناصر ترخون فرانسوی (*Artemisia dracunculus* L.). نشریه دانش آب و خاک ٢٤: ١٥٩-١٤٧.

مهدی‌زاده، م.، گلکاریان، ع. و ناصری، ک. (۱۳۹۳). سیاه‌تاغ و احیاء مراتع بیابانی. دومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، انجمن حمایت از طبیعت ایران، تهران، مهر ۱۳۹۳.

Aldesuquy, H. S. and Ibrahim, A. H. (2001) Water relation, abscisic acid and yield of water plants in relation to the interactive effect of seawater and growth bioregulators. Journal of Agronomy and Crop Science 187: 97-104.

Backhausen, J. E., Klein, M., Klocke, M., Jung, S. and Scheibe, R. (2005) Salt tolerance of potato (*Solanum tuberosum* L. var. Desiree) plants depends on light intensity and air humidity. Plant Science 169: 229-237.

Barker, D. J., Sullivan, C. Y. and Moser, L. E. (1993) Water deficit effect on osmotic potential, cell wall elasticity & proline in five forage grasses. Agronomy Journal 85: 270-275.

Bates, L. S., Waldren, R. P., and Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and soil 39(1): 205-207.

Caveierl A. J. (1983) Proline and glycin-betain accumulation by spartina alterniflora loisel, In response to NaCl and nitrogen in a controlled environment, Oecologia 57: 20-24.

Chaindler S. F. and Thorpe T. (1987) A characterization of growth water ralations and proline accumulation in sodium sulfate tolerant callus of *Brassica nupus* L. cv wester (canola) plant physiology 84:106-111.

Christian, R. (2005) Interactive effects of salinity and irradiance on photoprotection in acclimated seedling of two sympatric mangroves. Trees 19: 596-606.

De Lacerda, C. F., Cambraia, J., Oliva, M. A. and Ruiz, H. A. (2005). Changes in growth and in solute concentrations in Sorghum leaves and roots during salt stress recovery. Environmental and Experimental Botany 54:69-76.

Garg, B. K., Kathju, S., Vyas, S. P. and Lahiri, A. N. (1990) Effect of saline water irrigation on tolerant and sensitive wheat varieties under disparate soil fertility conditions. Annals of Arid Zone (India) 29(3): 179-189.

Gill, P. K., Sharma, A. D., Singh, P. and Bhullar, S. S. (2001). Effect of various abiotic stresses on the growth, soluble sugars and water relations of sorghum seedlings grown in light and darkness. Bulgarian Journal of Plant Physiology 27: 72-84.

Grattan, S. R. and Grieve, C. M. (1999) Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. Handbook of plant and crop stress 2nd ED. Pp. 203-229, Marcel Dekker, Inc., New York.

Heidari-Shariabad, H. and Mirzaie-Nodoushan, H. (2006) Salinity-induced growth and some metabolic changes in three salsola species. Journal of Arid Environments 67: 715-720.

Kochert, G. (1978) Carbohydrate determination by the phenol-sulfuric acid method. Handbook of Phycological Methods2: 95-97.

Kwak, M. J., Lee, S. H. and Woo, S. Y. (2011) Physiological and biochemical traits of different water and light intensities on cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings. African Journal of Biotechnology 10(68): 15305-15319.

Lichentaler, H. K. (1987) Chlorophylls and carotenoids: pigments photosynthetic membrans. Methods in Enzymology 148: 350-382.

Nilsen, E. T. and orcutt D. M. (1996) Physiology of plant under stress abiotic factor, John wiley and sons, Inc., New York.

Oraei, M, Tabatabaei, S. J., Fallahi, E. and Imani, A. (2009) The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentrations of almond. Journal of Horticulture Science and Biotechnology 23:131-140.

Pessarakli, M. (1994) Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker, New York.

Remorini, D., Melgar, J. C., Guidi, L., Degl'Innocenti, E., Castelli, S., Traverse. M. L., Massai, R. and Tattini, M. (2009) Intraction of root zone salinity and solar irradiance on the physiology and biochemistry of *Olea europaea*. Environmental Experimental Botany 65: 210-219.

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.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]

Schachtman, D. P., Munns, R. and Whitecross, M. I. (1991) Variation in sodium exclusion and salt tolerance in *Tiriticum tauschii*. Crop Science 31: 992-997.

Silberbush, M. and Ben-Asher, J. (1987) The effect of salinity on parameters of potassium and nitrate uptake of cotton. Communications in Soil Science and Plant Analysis 18(1): 65-81.

Sudhakar, C., Reddy, P.S. and Veeranjaneyulu, K. (1993) Effect of salt stress on enzymes of proline synthesis and oxidation in green gram (*Phseolus aureus*) seedlings. Journal of Plant Physiology 141: 621-623.

Wadhwa, R., Kumari, N. and Sharma, V. (2010) Varying light regimes in naturally growing *Jatropha curcus*: pigment, proline and photosynthetic performance. Journal of Stress Physiology and Biochemistry 6(4): 66-80.

Waling, I., Vark, W. V., Houba, V. J. G. and Vanderlee, J. J. (1989) Soil and Plant Analysis, a Seris of Syllabi. Wageningen Agriculture University, the Netherlands. Pp. 211.

Wang, S., Wan, Ch., Wang, Ya, Chen, H., Zhou, Z., Fu, H. and Sosebee, R. E. (2004) The characteristics of Na, K and free proline distribution in several drought-resistant plants of Alexa desert, China. Journal of Arid Environment 56: 525-539.

Wei, D., Wen, Zh., Wang, C., Meng, Q., Li, G., Chen, T. and Yang, X. (2017) Genetic engineering of the biosynthesis of glycinebetaine leads to alleviate salt-induced potassium efflux and enhance salt tolerance in Tomato plants. Plant Science 257: 74-83

Yang, Y., Liu, Q., Han, C., Qiao, Y. Z., Yao, X. Q. and Yin, H. J. (2006) Influence of water stress and low irradiance on morphological and physiological characteristics of *Picea asperata* seedlings. Photosynthetica 45(4): 613-619.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.8.7]