فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۲، شماره ۴، صفحه ۷۷۷-۷۶۸ (۱۳۹۴)

توانمندی‌های ژنتیکی سیاه‌تاغ (*Haloxylon aphyllum*) در مقابله با تنش رطوبتی در مرحله نونهالی

حسین میرزایی‌ندوشن[۱*]، حسن روحی‌پور[۲]، زینب زارع[۳]، فرشته اسدی کرم[۳] و سلمان زارع[۴]

۱*- نویسنده مسئول، استاد پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیک: mirzaie@rifr-ac.ir
۲- دانشیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
۳- کارشناس ارشد پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
۴- استادیار، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۲۲

چکیده

این تحقیق با تکیه بر تنوع ژنتیکی موجود در جمعیتی از سیاه‌تاغ به‌دنبال یافتن تفاوت‌های احتمالی بین پایه‌های مختلف از یک جمعیت از این گونه در مقابله با سطوح متفاوتی از تنش خشکی بود. به این منظور چهار سطح تنش رطوبتی شامل: رطوبت در حد ظرفیت زراعی به‌عنوان شاهد، تنش‌های متفاوت خشکی به میزان ۲۰، ۵۰ و ۸۰ درصد از آب قابل استفاده برای گیاه، بر روی نتاج متعددی از چهار ژنوتیپ سیاه‌تاغ با استفاده از مدل آماری فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. تعداد و طول شاخه‌ها، قطر تنه؛ قطر تاج به صورت فشرده؛ میزان کلروفیل و توان اسمزی برگ به‌عنوان صفات و مبنای مقایسه در طول و انتهای فصل رویش اندازه‌گیری شدند. نتایج بررسی دو عامل ژنوتیپ و تنش رطوبتی در این پژوهش نشان داد که از نظر تمامی صفات مورد مطالعه، ژنوتیپ‌ها با هم اختلاف معنی‌داری داشتند که حکایت از تنوع ژنتیکی کافی در درون جمعیت گیاهی مورد نظر داشت؛ در حالی که اثر تنش خشکی بر صفات مورد مطالعه در این پژوهش معنی‌دار نبود. بنابراین به نظر می‌رسد در گیاهانی مانند تاغ که سریع‌الرشد نیستند، با وجود تنوع درون‌جمعیتی، نمی‌توان اثرات تنش‌های خشکی بر ویژگی‌های مورفولوژیک را در یک دوره کوتاه‌مدت مشاهده کرد. البته از نظر میزان کلروفیل برگ‌ها ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند. همبستگی ویژگی‌های مرفولوژیک با یکدیگر قابل توجه بود. همبستگی منفی و معنی‌دار میزان کلروفیل برگ با تعداد شاخه و قطر تنه نیز حکایت از این داشت که در گیاهان بیابانی نظیر تاغ میزان کمتر کلروفیل موجب کمرنگ‌تر شدن سطح اندام‌های رویشی شده و به این دلیل میزان جذب گرما کاهش یافته، در نتیجه مقادیر کمتری از آب موجود در گیاه از دست می‌رود.

واژه‌های کلیدی: تاغ، تنش رطوبتی، ویژگی‌های مرفولوژیک، کلروفیل.

مقدمه

گونه‌های مختلف تاغ (*Haloxylon* spp) در عرصه‌های وسیعی از کشور ما به‌صورت طبیعی و دست‌کاشت رویش دارند. این گونه‌ها به‌دلیل ویژگی‌های منحصر به‌فرد، ازجمله مقاومت به خشکی، اهمیت خاصی داشته و به‌دلیل همین ویژگی‌هاست که قابلیت گسترش در عرصه‌های وسیع‌تری از ماسه‌زارهای مناطق خشک و لم‌یزرع کشور را دارند. نظر به اهمیتی که گونه‌های مختلف تاغ در تثبیت بیولوژیک ماسه‌زارهای بیابانی و جلوگیری از فرسایش بادی دارند، نه تنها در کشور ما بلکه در بسیاری از مناطق خشک و بیابانی

Archive of SID
www.SID.ir

سایر کشورها از جنبه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته‌اند (Rahbar, 1987).

در زمینه مقاومت به خشکی گونه‌های مختلف تاغ و تأثیر تنش خشکی بر تاغ مطالعات و گزارش‌هایی در سطح بین‌المللی موجود است (Liu *et al.*, 2003 و Song *et al.*, 2006) که حکایت از تأثیرات تنش خشکی بر برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی این گونه دارد. در کشور ما نیز تحقیقاتی که توسط Rad و همکاران (2008a, 2008b, 2009) در استان یزد و بوسیله لایسیمتر وزنی انجام شده نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار تنش خشکی بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک این گیاه است.

تنش رطوبتی ناشی از خشکی محیط بر گونه‌های مختلف تاغ نیز مثل سایر گونه‌ها، مانع از رشد رویشی و زایشی کافی می‌شود. در گونه‌های مختلف گیاهی مقاومت به خشکی تابع مجموعه‌ای از سازوکارهای پیچیده است. مجموعه این سازوکارها است که گیاه را قادر می‌کند تا دوره‌های طولانی خشکی را پشت سر گذاشته و در برابر این تنش عمده محیطی دوام بیاورد. مجموعه عوامل فیزیولوژیکی نظیر کاهش توان آب در برگ گیاه، کنترل روزنه‌ای، تطابق روزنه‌ای از طریق ساختن یا جذب مواد محلول از خاک، حفظ تورژسانس، بهبود مقاومت پرتوپلاسمی (Turner *et al.*, 1986 و Alizadeh, 2004) و عوامل متعدد مرفولوژیک نظیر مقدار بیوماس، وزن و شکل تاج پوشش، شکل و ابعاد برگ و تنه و مختصات ریشه گیاه می‌توانند بر میزان مقاومت گیاه به تنش خشکی نقش داشته باشند (Thomas & Gausling, 2000).

تجزیه داده‌های حاصل از تحقیق Rad و همکاران (۲۰۰۸a)، نشان داد که توان اسمزی برگ و ریشه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای رطوبتی بودند. اندازه‌گیری توان آب در اوقات صبح و بعد از ظهر در تحقیق مذکور نشان داده که زمان‌های مختلف اندازه‌گیری نیز اثر معنی‌داری بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه داشته است. بررسی یادشده نشان داد که یکی از دلایل مقاومت گیاه به‌شرایط خشک رویشگاهی، توان آب برگ در کمیت‌های منفی زیادی است که خود ناشی از افزایش توان اسمزی برگهاست و به آسانی تحت تأثیر تبخیر و تعرق قرار نگرفته و برگها به سختی آب از دست می‌دهند. Rad و همکاران (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند که میزان رطوبت خاک بر ارتفاع، حجم تاج‌پوشش و تعداد گره در واحد طول برگ اثر معنی‌داری نداشت. در حالی‌که بر وزن خشک اندام هوایی، قطر تاج‌پوشش و طول برگ مؤثر بود.

توانمندی ژنتیکی تاغ از نظر ویژگی‌های مختلف مرفولوژیکی نیز در کشورمان مورد مطالعات متعددی قرار گرفته است (Mirhosseini *et al.*, 2007; Safarnejad & Kashki, 2004; Salar *et al.*, 2005; Pourmaidani *et al.*, 2005 و Pourmaidani & Mirzaie-Nodoushan, 2004) که همگی حکایت از وجود تنوع ژنتیکی گسترده در درون و بین جمعیت‌های گونه‌های مختلف تاغ داشته است.

ضرورت مطالعات ژنتیکی از نظر تنوع و بکارگیری آن توسط Mirzaie-Nodoushan و همکاران (۲۰۰۱) تبیین شد. در ضمن Pourmaidani و Mirzaie-Nodoushan، (۲۰۰۴) در مطالعه ۳۰ ژنوتیپ از چهار جمعیت تاغ که از چهار استان مختلف کشور جمع‌آوری شده بودند مشاهده کردند که جمعیت‌های مورد مطالعه بر مبنای ویژگی‌های مورفولوژیکی، تنوع ژنتیکی قابل توجهی داشته و بر اساس تجزیه خوشه‌ای در دستجات متفاوتی قرار گرفتند. در استان سمنان نیز Salar و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه ۲۹ ژنوتیپ از چهار استان کشور در قالب یک طرح آزمایشی مزرعه‌ای، تعداد زیادی از صفات مرفولوژیکی را بر روی پایه‌های مورد نظر مطالعه کرده و با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و نیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، ضمن ارزیابی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و دسته‌بندی آنها تعدادی از ژنوتیپ‌های برتر را از بین تعداد زیادی از پایه‌های مورد مطالعه شناسایی و معرفی کردند. در مطالعه نتاج حاصل از ۲۵ پایه سیاه‌تاغ نیز Mirzaie-Nodoushan و همکاران (۲۰۰۸)، تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری تعدادی از صفات و ویژگی‌های مرفولوژیک، بخش عمده‌ای از منابع تغییر در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار بود. البته دامنه تغییرات نیز در صفات مورد مطالعه

Archive of SID

www.SID.ir

بسیار گسترده بود. مجموعه نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان پایه‌هایی را در مناطق مورد مطالعه یافت و با استفاده از نُتاج حاصل از آنها سرعت رشد را افزایش داد. تحقیق حاضر با تکیه بر تنوع ژنتیکی موجود در درون جمعیتی از سیاه‌تاغ به‌دنبال یافتن تفاوت‌های احتمالی بین ژنوتیپ‌های مختلف از این گونه در یک جمعیت در مقابله با تنش خشکی است. از این‌رو با استفاده از ژنوتیپ‌هایی از یک جمعیت ثابت؛ تفاوت‌های احتمالی این ژنوتیپ‌ها در مقابله با تنش خشکی بررسی شد و اثر سطوح مختلف این نوع تنش در سنین جوانی ژنوتیپ‌ها مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

با انتخاب جمعیتی از سیاه‌تاغ در استان یزد، بذرهای مورد نیاز از چهار تک‌پایه از این جمعیت جمع‌آوری شد. از آنجا که تاغ دارای تنوع ژنتیکی قابل توجهی در درون و بین جمعیت‌های مختلف خود می‌باشد (Mirhosseini *et al.*, 2007; Salar *et al.*, 2011 و Pourmaidani *et al.*, 2005) بررسی اثر تنش‌های محیطی نظیر خشکی مستلزم تفکیک اثرات تنوع ژنتیکی، محیطی و اثرات متقابل آنها است تا بتوان اثر تنش را به تنهایی و بدون ادغام شدن با سایر اثرات بررسی کرد. بنابراین هریک از تک‌پایه‌ها به‌عنوان یک ژنوتیپ محسوب شد و نتاج حاصل از آنها به‌عنوان نتاج تنی (Full-sib) قلمداد شدند. از این‌رو، اگرچه بین نتاج یک پایه نیز تنوع وجود دارد که ممکن است به‌عنوان واریانس درون پلات قلمداد شوند ولی مقدار آن به حداقل ممکن خواهد رسید. به‌طوری‌که اجرای این پژوهش در محل گلخانه‌های تحقیقاتی گروه زیست‌فناوری مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، واقع در تهران انجام شد.

آزمایش در قالب مدل آماری فاکتوریل با در نظر گرفتن عوامل ژنوتیپ در چهار سطح و تنش رطوبتی نیز در چهار سطح مختلف به‌شرح زیر بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۱ اجرا شد.

در هر واحد آزمایشی سه گلدان پلاستیکی با ارتفاع ۳۰ و قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر، برای هر ژنوتیپ مورد مطالعه قرار گرفت. به‌عبارت دیگر با احتساب چهار سطح تنش رطوبتی بر روی چهار ژنوتیپ سیاه‌تاغ (هر کدام سه نهال) و در سه تکرار، درمجموع ۱۴۴ نهال مورد اندازه‌گیری صفات ذکر شده قرار گرفتند. اندازه‌گیری صفات مورد نظر طبق جدولهای زمانی انجام و از میانگین ستاده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات در تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد.

سطوح تنش: به‌منظور تعیین سطوح تنش و تیمارهای رطوبتی، ابتدا میزان آب قابل استفاده خاک گلدان‌ها از طریق محاسبه اختلاف رطوبت نگهداشت آب (ظرفیت زراعی) و رطوبت خاک در نقطه پژمردگی با استفاده از منحنی خصوصیات رطوبتی خاک برآورد شد. سپس خاک مورد استفاده در گلدان‌ها از نوع ماسه‌بادی منطقه کاشان انتخاب شد. تیمارهای تنش رطوبتی عبارت بودند از: بدون تنش خشکی به‌عنوان شاهد (رطوبت در حد ظرفیت مزرعه)، تنش ۲۰٪ آب قابل استفاده؛ تنش۵۰٪ آب قابل استفاده و تنش۸۰٪ که در کلیه گلدان‌های حاوی تاغ اعمال گردید.

در آبیاری گلدان‌ها؛ بر اساس منحنی رطوبتی از دستگاه TDR برای تنظیم رطوبت مورد نظر و اعمال تنش‌ها استفاده شد. قبل از انجام آزمایش با اندازه‌گیری رطوبت وزنی ماسه در کمیت‌های مختلف و مقایسه آن با رطوبت اندازه‌گیری شده توسط دستگاه TDR نسبت به کالیبره کردن دستگاه اقدام شد. کنترل رطوبت گلدان‌ها به‌منظور اعمال تنشهای مورد نظر و تصمیم در مورد زمان آبیاری مجدد به صورت روزانه مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه بستر کاشت از ماسه خالص بود از محلول هوگلند نیز برای تغذیه نهال‌ها استفاده شد.

صفات مورد مطالعه عبارت بودند از:

– طول شاخه اصلی، در چهار نوبت به فواصل یک ماه طول بلندترین شاخه بوته‌ها به سانتی‌متر اندازه‌گیری شد و میانگین چهار نوبت داده‌برداری از همه نهال‌های هر پلات در تجزیه داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

– تعداد شاخه، در چهار نوبت به فواصل یک ماه تعداد شاخه‌های حاصل از رویش بوته‌ها شمارش شد و میانگین چهار نوبت داده‌برداری از همه نهال‌های هر پلات در تجزیه داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

– قطر تنه، در چهار نوبت به فواصل یک ماه قطر تنه در محل یقه گیاه یا تنه اصلی به میلی‌متر اندازه‌گیری شده و میانگین چهار نوبت داده‌برداری از همه نهال‌های هر پلات در تجزیه داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

– قطر تاج در حالت فشرده، در چهار نوبت به فواصل یک ماه قطر تاج گیاه به سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. از آنجایی که زاویه بین شاخه‌های متعدد نونهال‌های تاغ در هر گلدان بسیار متفاوت است؛ برای جلوگیری از خطای اندازه‌گیری این صفت؛ تاج گیاه در یک دست جمع شده و قطر آن اندازه‌گیری شد. در این صفت نیز میانگین چهار نوبت داده‌برداری از همه نهال‌های هر پلات در تجزیه داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت

– میزان کلروفیل برگ، کلروفیل برگ نیز با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج اندازه‌گیری شد.

– توان اسمزی برگ، از آنجا که به‌دلیل ویژگی‌های خاص برگ تاغ اندازه‌گیری توان آبی به‌وسیله اطاقک فشار میسر نشد، از روش غوطه‌ورسازی در مایع با توان اسمزی مشخص و اندازه‌گیری تغییر وزن اندام رویشی و برگ در اثر تبادل رطوبت استفاده شد (Alizadeh, 2004).

نتایج

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر طول شاخه با هم اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند (جدول ۱). اثر تکرار نیز در سطح ۵٪ معنی‌دار بود که می‌توانست ناشی از اثرات حاشیه‌ای تابش نور از سطوح جانبی گلخانه باشد. البته اثر سطوح تنش‌های اعمال شده بر ژنوتیپ‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. اثر متقابل ژنوتیپ و تنش نیز در این صفت معنی‌دار نشد. میانگین طول شاخه ژنوتیپ‌ها در چهار دسته متفاوت قرار گرفتند. دامنه این صفت در میانگین اندازه‌گیری‌ها بین ۳۲/۲ تا ۴۱/۸ سانتی‌متر متغیر بود (جدول ۲). از آنجا که اثر تنش خشکی بر صفت طول شاخه در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار نشد، بنابراین میانگین‌های اثر این عامل نیز دسته‌بندی نشدند. با این حال دامنه اثر سطوح تنش بر این صفت بین ۰/۳۶ تا ۳۶/۴ سانتی‌متر متغیر بود (جدول ۳).

تعداد شاخه: در مورد این صفت تا اندازه‌ای تفاوت در روند و سطح معنی‌داری اختلافات بین سطوح عوامل یا فاکتورها نسبت به صفت قبلی مشاهده شد. به این صورت که ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت مثل صفت قبلی در سطح یک‌درصد با هم اختلاف نشان دادند. البته اثر تکرار معنی‌دار نشد. ولی اثر تنش در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). با توجه به اینکه اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در سطح یک‌درصد معنی‌دار شده بود، دسته‌بندی میانگین ژنوتیپ‌ها بر اساس روش دانکن نیز انجام شد که میانگین‌ها را در دسته‌های متفاوتی قرار داد؛ به‌نحوی که میانگین‌های ژنوتیپ‌ها در سه دسته قرار گرفتند (جدول ۲). نکته قابل توجه در این مورد تفاوت زیاد میانگین این صفت در ژنوتیپ شماره ۲ با سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود. البته دامنه این صفت در بین ۵/۱ تا ۸ شاخه متغیر بود. میانگین اثر تیمارهای تنش خشکی بر تعداد شاخه بین ۵/۸ در سطح اول تنش تا ۷/۲ شاخه در سطح دوم تنش متغیر بود.

جدول ۱– میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به طول، تعداد و قطر تنه، قطر تاج، توان اسمزی برگ و میزان کلروفیل برگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول شاخه	تعداد شاخه	قطر تاج	قطر تنه	توان اسمزی	کلروفیل برگ
تکرار	۲	۵۱/۶*	۰/۳ ns	۰/۰۴ ns	۰/۳۵*	۰/۰ ns	۰/۱۰ ns
ژنوتیپ	۳	۲۳۷/۰**	۱۷/۰**	۲/۷۵**	۵/۰۲**	۳۴۱/۴**	۰/۲۶**
تنش	۳	۰/۵ns	۴/۰*	۰/۲۵ ns	۰/۰۳ ns	۳۴/۰ ns	۰/۰۳ ns
ژنوتیپ ❋ تنش	۹	۲۶/۷ ns	۱/۸ ns	۰/۳۵ ns	۰/۱۹ ns	۱۷/۳ ns	۰/۰۷ ns
خطا	۳۰	۱۴/۵	۱/۳	۰/۲۰	۰/۱۱	۶۸/۷	۰/۰۴

*، ** و ns: به‌ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و غیرمعنی‌دار است.

Archive of SID

www.SID.ir

قطر تاج‌پوشش: در این مورد نیز اثر ژنوتیپ در سطح یک درصد معنی‌دار گردید که حکایت از وجود تفاوت و تنوع در ویژگی مورد مطالعه داشت. اثر تکرار، تنش و اثر متقابل در این صفت نیز معنی‌دار نشد (جدول ۱). میانگین‌های قطر تاج گیاه نیز در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس روش دانکن به دو دسته تقسیم شدند. به‌طوری‌که میانگین قطر تاج در بین ژنوتیپ‌های مختلف بین ۳/۷ تا ۴/۶ سانتی‌متر متغیر بودند (جدول ۲).

قطر تنه در محل یقه: از نظر قطر تنه نیز ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری از خود نشان دادند. اثر تکرار نیز در سطح ۵٪ معنی‌دار شد ولی اثر تنش‌های خشکی و اثر متقابل عوامل مورد مطالعه معنی‌دار نشدند (جدول ۱). در دسته‌بندی میانگین ژنوتیپ‌ها نیز با توجه به معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سه دسته قرار گرفتند (جدول ۲). دامنه این صفت در ژنوتیپ‌های چهارگانه بین ۳/۷ میلی‌متر در ژنوتیپ چهارم تا ۵/۲ میلی‌متر در ژنوتیپ دوم متغیر بود. با توجه به معنی‌دار نشدن اثر تنش‌ها بر این صفت، میانگین‌های اثر تنش‌ها بر این صفت دسته‌بندی نشدند.

توان اسمزی برگ: در تجزیه داده‌های مربوط به این صفت نیز تنها اثر ژنوتیپ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. سایر اثرات موجود در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار نشدند (جدول ۱). در دسته‌بندی میانگین ژنوتیپ‌ها به روش دانکن، ژنوتیپ‌ها در دو دسته که با هم همپوشانی داشتند قرار گرفتند. به‌عبارت دیگر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر این صفت نیز تنوع کافی از خود نشان دادند. دامنه این صفت بین ۱۵/۲- تا ۲۸/۱- بار متغیر بود. میانگین تنش‌های وارد شده در یک دسته قرار گرفتند.

جدول ۲- دسته‌بندی میانگین صفات مختلف در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به روش دانکن

ژنوتیپ‌ها	طول شاخه (cm)	تعداد شاخه	قطر تاج (cm)	قطر تنه (mm)	توان اسمزی (بار)	کلروفیل برگ ($\mu g/cm^2$)
ژنوتیپ شماره ۱	۳۷/۶b	۶/۸ b	۴/۶ a	۴/۸ b	-۱۵/۲ a	۵/۰ a
ژنوتیپ شماره ۲	۳۳/۰c	۸/۰ a	۴/۶ a	۵/۲ a	-۲۲/۴ ab	۴/۷ b
ژنوتیپ شماره ۳	۴۱/۸a	۶/۶ b	۳/۸ b	۴/۹ b	-۲۸/۱b	۴/۹ a
ژنوتیپ شماره ۴	۳۲/۲c	۵/۱ c	۳/۷ b	۳/۷ c	-۲۰/۰ a	۵/۰ a

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در یک دسته قرار گرفته و از نظر آماری با هم تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- میانگین صفات مختلف در سطوح تنش مورد مطالعه

سطوح تنش	طول شاخه (cm)	تعداد شاخه	قطر تاج (cm)	قطر تنه (mm)	توان اسمزی (بار)	کلروفیل برگ ($\mu g/cm^2$)
شاهد	۳۶/۱ a	۶/۷ ab	۴/۳ a	۴/۷ a	-۲۰/۴ a	۴/۸ a
سطح اول تنش	۳۶/۰ a	۵/۸ b	۴/۰ a	۴/۶ a	-۱۹/۷ a	۴/۹ a
سطح دوم تنش	۳۶/۰ a	۷/۲ a	۴/۰ a	۴/۶ a	-۲۲/۵ a	۴/۹ a
سطح سوم تنش	۳۶/۴ a	۶/۷ ab	۴/۳ a	۴/۷ a	-۲۳/۲ a	۴/۹ a

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در یک دسته قرار گرفته و از نظر آماری با هم تفاوت معنی‌داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- ضرایب همبستگی دوگانه بین صفات مورد مطالعه

صفات	طول شاخه	تعداد شاخه	قطر تاج	قطر تنه	توان اسمزی	کلروفیل برگ
طول شاخه	۱					
تعداد شاخه	۰/۱۹ ns	۱				
قطر تاج	۰/۰۳ ns	۰/۴۱ **	۱			
قطر تنه	۰/۴۱ **	۰/۵۹ **	۰/۶۸ **	۱		
توان اسمزی	-۰/۰۵ ns	-۰/۲۴ ns	۰/۲۸ *	-۰/۰۸ ns	۱	
کلروفیل برگ	۰/۰۵ ns	-۰/۳۲ *	-۰/۲۵ ns	-۰/۳۷ **	۰/۲۳ns	۱

*، ** و ns: به‌ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و غیرمعنی‌دار است.

میزان کلروفیل برگ: در این صفت نیز اثر ژنوتیپ معنی‌دار شد که حکایت از تفاوت ماهوی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه داشت. اثر تکرار، تنش و اثر متقابل در این صفت نیز معنی‌دار نشد (جدول ۱). با توجه به معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ‌ها در جدول تجزیه واریانس، میانگین‌های ژنوتیپ‌ها نیز بر اساس نتایج دسته‌بندی به روش دانکن، به دسته‌های مختلف تقسیم شدند (جدول ۲). به‌نحوی‌که ژنوتیپ‌های ۱، ۳ و ۴ در دسته a قرار گرفتند، در حالی‌که ژنوتیپ شماره ۲ در دسته جداگانه‌ای قرار گرفت. دامنه این صفت بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بین ۴/۷ میکروگرم بر سانتی‌متر مربع در ژنوتیپ شماره ۲ تا ۰/۵ میکروگرم بر سانتی‌متر مربع در ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۴ متغیر بود. به‌نحوی‌که اثر تیمارهای تنش رطوبتی بر گیاهان مورد مطالعه همگی در یک دسته قرار گرفتند و دامنه این صفت در اثر تنش‌ها بین ۴/۸ تا ۴/۹ میکروگرم بر سانتی‌متر مربع متغیر بود که تفاوت زیادی بین سطوح مختلف تنش از نظر این صفت محسوب نشد (جدول ۳).

بحث

به‌طور کلی مطالعه دو عامل ژنوتیپ و تنش رطوبتی در این آزمایش نشان داد که سطوح عامل اول، یعنی ژنوتیپ‌ها، در همه صفات مورد مطالعه، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند. ولی سطوح عامل دوم، تنش رطوبتی، بجز در مورد صفت تعداد ساقه که تنها در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید در سایر صفات اساسا تفاوتی بین سطوح این عامل مشاهده نشد. به‌عبارت دیگر، اگرچه از نظر تمامی صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌ها با هم اختلاف معنی‌داری داشتند که حکایت از تنوع ژنتیکی کافی در درون جمعیت گیاهی مورد مطالعه بود ولی اثر تنش بر این صفات در دوره مطالعه این تحقیق معنی‌دار نبود. البته این وضع ممکن است به‌دلیل دوره کوتاه آزمایش باشد. بدیهی است در صورتی که آزمایش ادامه می‌یافت تنش‌ها اثرات معنی‌داری می‌گذاشتند. در تحقیقات دیگر هم به این نتیجه رسیدند که از گونه‌هایی نظیر تاغ که سرشت‌شان مقاومت در برابر تنش‌های آبی است انتظار می‌رود که در برابر این سطوح تنش تفاوتی از خود نشان ندهند (Rad *et al.*, 2009). بنابراین می‌توان گفت اگرچه اختلاف مشهودی بین تیمارهای مختلف تنش رطوبتی بر صفات مورد مطالعه مرفولوژیک مشاهده شد ولی در سطح آماری معنی‌دار نبودند.

در مطالعه‌ای که توسط Rad و همکاران (۲۰۰۹) نیز انجام شد تنش‌های اعمال شده بر ویژگی‌هایی مانند ارتفاع، حجم تاج‌پوشش و تعداد گره در واحد طول برگ اثر معنی‌داری نداشتند. بنا بر اعتقاد برخی از محققان (Thomas & Gausling, 2000) ویژگی‌های مورفولوژیک نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان مقاومت گیاه به تنش خشکی دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

با این حال در گیاهانی مانند تاغ که سریع‌الرشد نیستند و با وجود تنوع درون جمعیتی، اثرات تنش بر ویژگی‌های مورفولوژیک در یک دوره کوتاه‌مدت ظاهر نمی‌شود. ازجمله ویژگی‌های مرفولوژیک که نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش مصرف آب توسط گیاه و در نتیجه مقاومت بهتر به تنش آبی دارد سازوکاری است که بوسیله آن گیاه با کاهش سطح برگ و یا حتی با شکل قرار گرفتن برگ در مقابل نور خورشید، کاهش جذب تشعشع، کاهش حرارت برگ و کاهش سرعت تعرق را به‌دنبال دارد، بنابراین در مصرف آب صرفه‌جویی می‌کند (Alizadeh، 2004). در تاغ کوتاه شدن برگ‌ها و افزایش تعداد گره در واحد طول برگ و کاهش زاویه انشعاب شاخه‌ها نسبت به تنه اصلی و افزایش نسبت ارتفاع به قطر درخت از سازوکارهای مقابله با تنش خشکی در این گونه می‌باشد (Rad *et al*., 2009). البته این ویژگی‌ها که در تاغ عمومیت دارد در فرایندی با مقیاس تکاملی در این گونه ایجاد شده است.

تنش‌های محیطی و حتی ویژگی‌های رویشگاهی در درازمدت اثر زیادی بر ویژگی‌های مرفولوژیک می‌گذارند. این امر توسط محققان متعددی مورد تأکید قرار گرفته است (Liu *et al*.,2003 و Song *et al*., 2006). نمونه‌های هم‌سن تاغ دارای اختلاف زیادی در شاخص‌های گیاهی هستند و خصوصیات فیزیکی بافت خاک و خصوصیات شیمیایی خاک نظیر ماده آلی، فسفر قابل جذب، ظرفیت تبادل کاتیونی، شوری و درصد آهک و درصد گچ بیشترین اثر را بر شاخص‌های گیاهی زرد تاغ دارند (Mohammadi *et al*., 2009). تنش‌های رطوبتی درازمدت به طریق اولی بر شاخص‌های مرفولوژیک اثر می‌گذارند.

نکته قابل توجه در مورد تاج‌پوشش گیاه تاغ در شرایط تنش رطوبتی، این است که بر اساس مشاهدات این تحقیق پایه‌هایی که در معرض تنش هستند بسیار سریع گل می‌دهند. نمونه‌ای از گیاهان در شرایط گلخانه و در گلدان در سال دوم رویش در شکل ۱ ارائه شده است.

شکل ۱- نمونه‌ای از گلدان‌های مورد استفاده در اجرای این طرح در شرایط گلخانه‌ای

از نظر میزان کلروفیل هم ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند و میانگین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر این صفت در دامنه ۴/۷ تا ۵ واحد، در دو دسته متفاوت قرار گرفتند (جدول ۲). این امر حکایت از تفاوت ذاتی ژنوتیپ‌ها با یکدیگر داشت. اثر تنش‌ها بر این صفت ناچیز بود، به‌طوری‌که دامنه این صفت در چهار سطح تنش اعمال شده بین ۴/۸ تا ۴/۹ میکروگرم بر سانتی‌متر مربع تقلیل یافت و تیمار شاهد میزان کمتری کلروفیل از همه سطوح تنش

www.SID.ir

رطوبتی از خود نشان داد که با توجه به معنی‌دار نشدن این اختلاف در تجزیه آماری داده‌ها، این اختلاف ناشی از اشتباهات آزمایشی محسوب شد.

همبستگی ویژگی‌های مرفولوژیک مورد مطالعه در این تحقیق با یکدیگر قابل توجه بود (جدول ۴). همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد شاخه با صفات قطر تاج گیاه و قطر تنه در محل یقه در سطح یک‌درصد و یا همبستگی مثبت و معنی‌دار قطر تاج و قطر تنه در سطح یک‌درصد از مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد. نکته قابل توجه، همبستگی منفی توان اسمزی برگ در این گیاه با صفات طول شاخه، تعداد شاخه و قطر تنه است؛ اگرچه معنی‌دار نشد و باید در سطح صفر و یا فاقد همبستگی محسوب شود ولی منفی شدن این همبستگی‌ها ایجاب می‌کند که در مطالعات آینده به این موضوع نیز توجه شود. لازم به یادآوری است که مفهوم این نوع همبستگی در صورت معنی‌دار شدن از نظر آماری این است که با منفی‌تر شدن توان اسمزی در برگ، رشد طولی و قطری تنه و نیز تعداد شاخه افزایش می‌یابد. همبستگی منفی و معنی‌دار میزان کلروفیل برگ با تعداد شاخه و قطر تنه نیز حکایت از همین امر دارد. این موضوع نیز به این صورت قابل توجیه است که در گیاهان بیابانی نظیر تاغ میزان کمتر کلروفیل موجب کمرنگ‌تر شدن سطح اندام‌های رویشی شده و به این دلیل میزان جذب گرما کاهش یافته و مقادیر کمتر از آب موجود در گیاه از دست رفته است.

منابع مورد استفاده

-Alizadeh, A., 2004. Relationship of soil, water and plant. Imam Reza University, Mashhad, Iran, 470p.

-Kramer, A. W. and Boyer, J. S., 1995. Water relations of plants and soil. Academic Press. California USA.

-Liu F., Wu Y., Su J. and Mingwu, D., 2003. Effects of water stress on *Haloxylon ammodendron* seedlings in the desert region of Heihe inland river watershed, Gansu Province, China. Journal of Forestry Research, 14(3):197-201.

-Mirhosseini, A., Mirzaie-Nodoushan, H., Baghestani-Meibodi, N. and Zarezade, A., 2007. Investigation of morphologic characteristics of black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) genotypes in Yazd ecologic conditions. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 15(1): 21-41.

-Mirzaie-Nodoushan, H., Mirhosseini, A., Maddah-Arefi, H. and Asadi-Corom, F., 2008. Heritability estimation of several vegetative traits of black saxaul in Yazd province. Pajoohesh & Sazandegi, 21(3): 130-135.

-Mirzaie-Nodoushan, H., Shariat, A. and Asadi-Corom, F., 2001. Investigation of genetic variation in *Haloxylon* spp. using SDS-PAGE electrophoresis. Iranian Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 7: 99-117.

-Mohammadi, H., Karimzadeh, H. R. and Khajeddin, S. J., 2009. Relationship between *Haloxylon persicum* growth parameters and edaphic properties in planted habitat of Choupanan, Naein. Journal of Range and Watershed Management, 62(1):125-136.

-Pourmaidani, A., Adnani, S. M. and Ostovari, A., 2005. Assessment of black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) genotypes for reclamation of desert areas of Ghom province. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 13(4): 329-344.

-Pourmaidani, A. and Mirzaie-Nodoushan, H., 2004. Investigation of genetic variation and cluster analysis of black saxaul (*Haloxylon aphyllum*). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 12(1): 1-15.

-Rad, M. H., Meshkat, M. A. and Soltani, M., 2009. Drought stress effects on some morphologic characteristics of black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) plants. Iranian Pasture and Desert Research, 16(1): 16-43.

-Rad, M. H., Mirhosseini, S. R. and Meshkat, M. A., 2008a. Water stress effects on some physiologic characteristics of black saxaul (*Haloxylon aphyllum*). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16(1): 75-93.

-Rad, M. H., Mirhosseini, S. R., Meshkat, M. A. and Soltani, M., 2008b. Investigation of soil moisture on root development of black saxaul (*Haloxylon aphyllum*). Iranian Forests and Poplar Research, 16(1): 112-123.

-Rahbar, E., 1987. Joint effects of physical soil characteristics, density and rain on growth of *Haloxylon.* Research Institute of Forests and Rangelands of Iran. Tehran, 50. 260p.

-Safarnejad, A. and Kashki, M. T., 2004. Assessment of various black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) genotypes for reclamation of the black saxaul plantations. Iranian Journal of Natural Resources, 57(1): 169-176.

-Salar, N., Mirzaie-Nodoushan, H. and Jafari, A. A., 2005. Investigation of morphologic characteristics of

Archive of SID

www.SID.ir

black saxaul (*Haloxylon aphyllum*). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 13(3): 271-283.

-Salar, N., Mirzaie-Nodoushan, H. and Jafari, A. A., 2011. Selection of superior genotypes of black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) in Semnan climatic conditions. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 19(2): 359-368.

-Song, J., Feng, G., Tian C. Y. and Zhang, F. S., 2006. Osmotic adjustment traits of *Suaeda physophora*, *Haloxylon ammodendron* and *Haloxylon persicum* in field or controlled conditions. Plant Science, 170(1):113-119.

-Thomas, M. T. and Gausling, T., 2000. Morphological and physiological responses of oak (*Quercus petraea* and *Q. robur*) to moderate drought. Annals of Forest Science, 57: 325-333.

Turner, N. C., 1986. Adaptation to water deficit, a changing perspective. Australian Journal of Plant Physiology, 13(1): 90-175.

Archive of SID

www.SID.ir

Genetic potentials of *Haloxylon aphyllum* on coping drought stress at seedling stage

H. Mirzaie Nodoushan[1*], H. Rouhipour[2], Z. Zare[3], F. Asadi Korom[3] and S. Zare[4]

1*-Corresponding author, Professor, Biotechnology Research Group, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, Email: mirzaie@rifr-ac.ir

2-Associate Professor, Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3-Senior Research Expert, Biotechnology Research Group, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4-Assistant Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received:11/4/2013 Accepted:9/13/2014

Abstract

The research was conducted based on genetic variation of a black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) plant population to find possible differences between the genotypes of the population, confronting various levels of water stress. A great number of progenies of four genotypes of the species were studied under four levels of water stress, field capacity, 20, 50, and 80% of available water by the plant, using a factorial statistical model based on randomized complete block design. Branch number and length, main-stem and crown diameter, leaf chlorophyll content and leaf osmotic potential were recorded during and at the end of growing season. Studies on genotype and water stress factors revealed, although there were significant differences between the genotypes based on the studied characters, water stress levels were not significantly different based on the short duration of the research. Species such as *Haloxylon*, which is not fast growing species, would not respond to the stress levels during a short period of time. The genotypes were significantly different based on leaf chlorophyll content. Correlation coefficients between the morphologic characteristics were also noticeable. Negative significant correlation between leaf chlorophyll with branch number and trunk diameter implied that desert plant species such as the species under study would take advantage of light color of less chlorophyll content to cope with high temperature and sun light of their habitats.

Keywords: *Haloxylon aphyllum*, Morphologic characteristics, Chlorophyll, Water stress.

Archive of SID

www.SID.ir