Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 20:13 +0330 on Thursday February 22nd 2018

مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان
سال ششم، شماره چهاردهم، بهار ۱۳۹۶، صفحه ۱ـ۱۰

بررسی تنوع رنگدانه‌ای، پرولین، قندهای محلول و محتوای یونی در سه جمعیت سیاه‌تاغ (*Haloxylon ammodendron*)

فاطمه فلاحی‌فر[۱]، اصغر مصلح آرانی*[۲]، آفاق تابنده ساروی[۳]، حسن دشتی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۱۴

چکیده:

در این تحقیق، تنوع رنگدانه‌ای، پرولین، قندهای محلول و محتوای یونی در سه جمعیت سیاه‌تاغ در استان یزد مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، نهال‌های یک‌ساله و هم‌اندازه از این جمعیت‌ها تهیه شد. نمونه‌برداری در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۵ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که مقدار کلروفیل *a* و کلروفیل کل در جمعیت سبزرنگ، به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو جمعیت دیگر بود. بیشترین مقدار کلروفیل a به مقدار(mg/gfw) ۳/۲۷ در جمعیت سبزرنگ و کمترین آن به مقدار (mg/gfw)۰/۱۰ در جمعیت صورتی مشاهده شد. برخلاف کلروفیل، مقدار کاروتنوئیدها در جمعیت قرمزرنگ به‌طور معنی‌داری بیشتر از جمعیت سبزرنگ بود، به‌طوری‌که مقدار آن سه برابر جمعیت سبزرنگ اندازه‌گیری شد. مقدار آنتوسیانین‌ها، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها در جمعیت صورتی، به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو جمعیت دیگر بود. بیشترین مقدار فلاونوئید به مقدار (mg/gfw) ۳/۳۴ در جمعیت صورتی‌رنگ و کمترین آن به مقدار (mg/gfw) ۱/۶۵ در جمعیت سبزرنگ مشاهده شد. مقدار قندهای محلول در دو جمعیت صورتی‌رنگ و قرمزرنگ تاغ به‌طور معنی‌داری، بیشتر از جمعیت سبزرنگ بود. بیشترین مقدار نیتروژن و فسفر نیز در جمعیت صورتی‌رنگ مشاهده شد. بنابراین به‌نظر می‌رسد افزایش محتوای رنگدانه‌ای در جمعیت قرمزرنگ و صورتی‌رنگ تاغ، باعث افزایش توان آنتی‌اکسیدانی آن شود.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، آنتی‌اکسیدان، رنگدانه، سیاه‌تاغ، جمعیت.

---

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت بیابان، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
۲. دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد/ amosleh@yazd.ac.ir
۳. استادیار، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
۴. کارشناس ارشد، ادارهٔ کل منابع طبیعی استان یزد

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 20:13 +0330 on Thursday February 22nd 2018

مقدمه

گیاهان در مناطق خشک با مجموعه‌ای از تنش‌های محیطی روبه‌رو هستند. در این میان، گیاهانی زنده می‌مانند که خود را با شرایط چنین محیط‌های سختی سازگار کرده باشند. سازگاری به تنش‌های محیطی، با توجه به نوع تنش ممکن است به دو صورت انجام شود: گیاه فنولوژی، ساختمان یا متابولیسم خود را برای کاهش اثرات تنش تغییر داده و این تغییرات در عرض چند ثانیه یا کم‌کم انجام می‌شود یا حتی در طول یک فصل رویش رخ می‌دهد و با از بین رفتن تنش، شرایط ایجادشده در گیاه نیز به حالت اول باز می‌گردد. در نوع دوم، سازگاری تنش‌های ایجادشده در محیط می‌تواند باعث ایجاد جهش‌هایی در گیاه شده و جهش سازگار با محیط باقی‌مانده و مابقی از بین برود، بدین ترتیب گیاهانی با ژنوتیپ‌های جدید ایجاد شود (بسرا و بسرا[1]، ۲۰۰۱).

گونهٔ سیاه تاغ یکی از گونه‌های سازگار در مناطق خشک و بیابانی است که علاوه بر تثبیت بسیار خوب ماسه‌های روان، سازگاری مناسبی با اراضی بسیار شور دارد. مطالعات صحرایی در استان یزد روی گونهٔ تاغ نشان می‌دهد که بعضی از جمعیت‌های گونهٔ سیاه‌تاغ، در مناطق خشک تغییر رنگ داده و ساقه‌های آن به رنگ قرمز و صورتی درآمده‌اند، به‌طوری‌که به‌وضوح جمعیت‌های قرمزرنگ و جمعیت‌های صورتی‌رنگ از جمعیت‌های سبزرنگ تفکیک‌پذیرند (علیپور و همکاران، ۲۰۱۵).

تغییرات محتوای رنگدانه‌ای در گیاهان می‌تواند از نشانه‌های سازگاری آن‌ها به شرایط تنش‌زای محیط باشد. چالکر-اسکات[2] (۱۹۹۹) نشان داد که گیاهان، رنگدانهٔ‌آنتوسیانین را به‌طور طبیعی طی دورهٔ رشد خود، به‌منظور مقاومت در برابر شرایط تنشی مانند شدت نور بالا و دمای کم انباشته می‌کنند. آنتوسیانین‌ها در بافت‌های گیاهی به‌عنوان رقیق‌کنندهٔ نوری عمل کرده و با جذب طول موج‌های پرانرژی آبی- سبز، لایه‌های سلولی زیرین را از تابش شدید محافظت می‌کند (گولد[3]، ۲۰۰۴). فلاونوئیدها نیز از رنگدانه‌های مؤثر در پاسخ گیاهان به گسترهٔ وسیعی از عوامل محیطی بوده و به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های نموی نیز شناخته شده‌اند (استافورد[4]، ۱۹۹۱). یاماساکی[5] و همکاران (۱۹۹۹) نیز نشان دادند که تجمع فلاونوئیدها یک نوع مکانیسم حفاظتی گیاه در مواجهه با H_2O_2 است.

مطالعات همچنین نشان می‌دهد که تنش‌های محیطی میزان کاروتنوئیدها را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد؛ این فرایند همزمان با کاهش کلروفیل در گیاه و برای حفاظت از گیاه (سیستم دفاعی گیاه) در برابر آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد که این موضوع می‌تواند عملکرد کلروفیل را افزایش دهد. برای مثال، کازونلی[6] (۲۰۱۱) نشان داد که افزایش میزان کاروتنوئید تحت تنش سرما می‌تواند ناشی از نقش حفاظتی این رنگیزه باشد. کاروتنوئیدها همچنین نور جذب‌شده را به کلروفیل‌ها منتقل کرده و باعث افزایش کارایی کلروفیل‌ها می‌شود.

گیاهان همچنین ترکیبات فنلی را در پاسخ به برخی ترکیبات پیام‌رسان که نقش دفاعی مهمی دارند، آزاد می‌کنند. در تحقیقی، کل فنل‌ها و تانن‌های موجود در دانهٔ واریتهٔ قرمزرنگ سورگوم و واریتهٔ سفیدرنگ سورگوم اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که مقدار ترکیبات فنلی در واریتهٔ قرمزرنگ سورگوم، به‌مراتب بیشتر از واریتهٔ سفیدرنگ سورگوم است (خادمبی[7]، ۲۰۰۷). مطالعه بر روی میزان کل فنل‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سیب‌زمینی زرد و ارغوانی نشان داد که ارقام ارغوانی‌رنگ، فنل بیشتری نسبت به ارقام زردرنگ داشتند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها نیز دو برابر ارقام زردرنگ بود (لاچمند[8] و همکاران، ۲۰۰۸).

متابولیت‌های سازگار نیز نقش مهمی در سازش گیاهان به تنش‌های محیطی، به‌ویژه خشکی و شوری ایفا می‌کنند. طی این تنش‌ها انتقال مواد به‌دلیل کاهش آب قابل دسترس، موجب تغییر غلظت برخی از متابولیت‌ها می‌شود. از سوی دیگر، مقدار محلول‌های سازگار همانند قندهای محلول و اسیدهای آمینه (از قبیل پرولین، گلیسین و بتائین) افزایش یافته (دورینگ[9]، ۱۹۹۲) و جذب برخی از عناصر معدنی بیشتر می‌شود (بوهنرت[10] و

1. Basra and Basra
2. Chalker-Scott
3. Gould
4. Stafford
5. Yamasaki
6. Cazzonelli
7. Khadambi
8. Lachman
9. During
10. Bohnert

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 20:13 +0330 on Thursday February 22nd 2018

همکاران، ۱۹۹۹). بررسی‌های متعددی در زمینهٔ نقش این مواد تحت شرایط تنش‌های گوناگون صورت پذیرفته است و همگی بر نقش ترکیبات مذکور در تنظیم اسمزی دلالت دارند (دلاسردا[1] و همکاران، ۲۰۰۵). مصلح آرانی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی تأثیر تنش خشکی در سه گونهٔ کهور (*Prosopis koelzian Prosopis cineraria*, *Prosopis Juliflora*) در مراحل جوانه‌زنی، دانه‌رست و بلوغ پرداختند. نتایج حاصل از مقایسهٔ پرولین و قند در فصول مختلف نشان داد که میزان هر دوی این مواد در هر سه گونهٔ کهور، در تابستان به‌طور معنی‌داری از فصول دیگر بیشتر است. میزان قند در زمستان و میزان پرولین در پاییز، در هر سه گونه به‌طور معنی‌داری از فصول دیگر کمتر و مقدار آن‌ها در فصل تابستان از همه بیشتر است.

ویژگی‌های مطلوب گیاه تاغ و سازگاری بالای آن در مناطق خشک باعث شده که هر روزه بر دامنه کشت آن افزوده شود. متأسفانه کاهش بارندگی و افت آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر، باعث خشکیدگی تعداد زیادی از پایه‌های تاغ شده است. بنابراین، شناخت جمعیت‌های برتر به‌منظور حفظ، توسعه و رشد آن‌ها بسیار حائز اهمیت است. هدف اصلی از انجام این تحقیق، بررسی تنوع رنگدانه‌ای، پرولین و قندهای محلول و محتوای یونی جمعیت‌های قرمزرنگ، صورتی‌رنگ و سبزرنگ تاغ در فصل تابستان در شرایط اقلیم یزد است. ازآنجاکه رنگدانه‌ها نقش آنتی‌اکسیدانی در گیاهان ایفا می‌کنند، این تحقیق می‌تواند اطلاعات مفیدی راجع به جمعیت‌های برتر در اختیار ما قرار دهد.

مواد و روش‌ها

بذر سه جمعیت تاغ با ساقه‌های قرمزرنگ، صورتی‌رنگ و سبزرنگ (از این به بعد جمعیت قرمز، صورتی و سبز) تهیه شد. بذرها در نهالستان منابع طبیعی یزد در فضای باز و خاک مشابه کاشته شدند. آبیاری دو بار در هفته انجام شد. بعد از پنج ماه، نهال‌هایی از هر جمعیت که از لحاظ رویشی و مورفولوژیک شرایط مشابهی داشتند، انتخاب شد. در این تحقیق، رنگدانه‌های کلروفیل a و b، کلروفیل کل، کاروتنوئیدها، آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها، پرولین و قندهای محلول عناصر معدنی نیتروژن، پتاسیم، فسفر، منیزیم و کلسیم در جمعیت قرمزرنگ،صورتی‌رنگ و سبزرنگ تاغ در فصل تابستان ۱۳۹۳و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار از هر جمعیت مورد بررسی قرار گرفت.

سنجش کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها: ۰/۲ گرم وزن تر هر نمونه برگی با ۱۰ میلی‌لیتر استن خالص در هاون همگن گردید. عصارهٔ حاصل بعد از ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ در ۳۵۰۰ دور صاف شد. رسوب با ۵ میلی‌لیتر استن خالص شست‌وشو شد و کار تکرار گردید. در طول موج‌های ۶۴۶، ۶۶۳ و ۴۷۰ نانومتر، میزان جذب مایع رویی در دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (لیچتنتالر[2]، ۱۹۸۷).

سنجش آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها: ۰/۲ گرم وزن تر هر نمونه برگی با ۱۰ میلی‌لیتر حلال (متانول: ۷۹، آب‌مقطر: ۲۰، HCl: ۱) ساییده شد. محلول به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای صفر درجهٔ یخچال قرار داده شده و بعد در ۴۰۰ دور به‌مدت ۲۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. پس از صاف کردن، جذب عصاره در طول موج‌های ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر اندازه‌گیری و از رابطهٔ $A_{530} - ۰/۲۴A_{657}$ برای به دست آوردن مقادیر جذب ویژه آنتوسیانین‌ها استفاده شد. از ضریب تصحیح $۳۰\ cm^{-1}mM^{-1}$ برای محاسبهٔ مقدار آنتوسیانین‌ها براساس مول بر گرم وزن تر برگ استفاده به عمل آمد (موری و هاکت[3]، ۱۹۹۱). میزان فلاونوئیدها براساس جذب در ۳۱۵ نانومتر گزارش شد.

سنجش ترکیبات فنولی: طبق روش رنگ‌سنجی فولین-سیوکالتیو و برحسب منحنی استاندارد اسیدگالیک، ۰/۲ گرم از نمونه برگی تر با ۳ میلی‌لیتر متانول در هاون همگن و ۱۵ دقیقه در دمای اتاق نگه داشته شد. محلول به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۵۰۰۰ دور ساتریفیوژ شد، مایع رویی آن با قبلی مخلوط و برای سنجش ترکیبات فنولی استفاده شد (سینگلتون و روسی[4]، ۱۹۶۵).

سنجش مقدار قندهای محلول: ۰/۵گرم از مادهٔ خشک گیاهی (برگ) در ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد با هم در لوله‌های آزمایش ریخته و به‌مدت یک هفته در یخچال نگهداری شد. بعد از یک هفته، ۱ سی‌سی از محلول رویی نمونه برداشته

1. De Lacerda

2. Lichtenthaler
3. Murray and Hackett
4. Singleton and Rossi

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 20:13 +0330 on Thursday February 22nd 2018

و سپس به روی آن، ۱ سی‌سی فنل ۵ درصد اضافه کرده و با هم مخلوط شدند و پس از آن، ۵ سی‌سی سولفوریک اسید غلیظ اضافه شد. محلول زردرنگی به‌دست آمد که به‌مرور زمان، تغییر رنگ داده و به قهوه‌ای روشن تمایل پیدا کرد. پس از ۳۰ دقیقه جذب آن با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ nm قرائت شد و با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز، میزان تغییرات قندها برای گونهٔ سیاه‌تاغ برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک ارزیابی گردید (کوچرت[1]، ۱۹۷۸).

اندازه‌گیری مقدار پرولین: مقدار ۰/۵ گرم از بافت تر را با ۱۰ سی‌سی اسیدسولفوسالسیلیک ساییده و همگن کرده و با کاغذ واتمن شمارهٔ ۲ صاف شد. بعد ۲ سی‌سی از مایع رویی را با ۲ سی‌سی معرف نین هیدرین و ۲ سی‌سی اسیداستیک خالص مخلوط شد و یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد حمام آب گرم قرار گرفت. بعد از این مدت، برای قطع انجام همهٔ واکنش‌ها، لوله‌های محتوی مخلوط در حمام آب یخ سرد گردید، سپس ۴ سی‌سی تولوئن به مخلوط اضافه شد و لوله‌ها به‌خوبی تکان داده شد. لوله‌ها به‌مدت ۱۵-۲۰ ثانیه ثابت نگه داشته شد. دو لایهٔ کاملاً مجزا در آن‌ها تشکیل شد. از لایهٔ رنگی فوقانی که حاوی تولوئن و پرولین بود، برای اندازه‌گیری غلظت پرولین استفاده شد. جذب مقدار مشخصی از این مادهٔ رنگی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ nm قرائت شد (بیتس[2] و همکاران، ۱۹۷۳).

میزان عناصر نیتروژن (با استفاده از روش کجلدال)، فسفر (با روش اولسن)، پتاسیم (با روش فلیم فتومتری)، کلسیم و منیزیم توسط دستگاه شعله‌سنجی اندازه‌گیری شد (AOAC, 1990).

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا نرمال بودن توزیع آن‌ها توسط آزمون کلموگروف اسمیرنوف بررسی شد، سپس برای بررسی اختلاف بین سطوح مختلف تیمار، تجزیه و تحلیل واریانس از نظر همهٔ صفات مورد بررسی انجام شد و در نهایت، میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن دسته‌بندی گردید. همهٔ تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد.

1. Kochert
2. Bates

نتایج

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس، اثر جمعیت بر صفات کلروفیل a، کلروفیل کل، آنتوسیانین، ترکیبات فنلی، فلاونوئید، قندهای محلول، نیتروژن و فسفر معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج نشان داد که مقدار کلروفیل a و کلروفیل کل در جمعیت سبزرنگ تاغ، به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو جمعیت دیگر بود. بیشترین مقدار کلروفیل a به مقدار ۳/۲۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در جمعیت سبزرنگ و کمترین آن به مقدار ۰/۱۰ در جمعیت صورتی‌رنگ مشاهده شد. مقدار کلروفیل a در جمعیت سبزرنگ، سه برابر جمعیت قرمزرنگ و بیش از سی برابر جمعیت صورتی‌رنگ اندازه‌گیری شد. مقدار کلروفیل کل نیز حدود سه برابر جمعیت قرمزرنگ و هفت برابر جمعیت صورتی‌رنگ بود. تغییر معنی‌داری در مقدار کلروفیل a و کلروفیل کل بین دو جمعیت قرمزرنگ و صورتی‌رنگ مشاهده نشد (جدول ۲).

برخلاف کلروفیل، مقدار کاروتنوئیدها در جمعیت قرمزرنگ تاغ، به‌طور معنی‌داری بیشتر از جمعیت سبزرنگ بود، به‌طوری‌که مقدار آن به بیش از سه برابر نسبت به جمعیت سبزرنگ رسید. مقدار کاروتنوئیدها در جمعیت قرمزرنگ، بیشتر از جمعیت صورتی‌رنگ بود ولی این تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۲).

مقدار آنتوسیانین‌ها در جمعیت صورتی‌رنگ، به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو جمعیت دیگر بود، به‌طوری‌که مقدار آن در جمعیت صورتی‌رنگ، بیش از دو برابر مقدار آن در دو جمعیت دیگر اندازه‌گیری شد.

مقدار فلاونوئیدها نیز در جمعیت صورتی‌رنگ، به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو جمعیت دیگر بود. بیشترین مقدار فلاونوئید به مقدار ۳/۳۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در جمعیت صورتی‌رنگ و کمترین آن به مقدار ۱/۶۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در جمعیت سبزرنگ مشاهده شد. مقدار این رنگدانه در جمعیت صورتی‌رنگ، حدود سه برابر جمعیت سبزرنگ اندازه‌گیری شد. مقدار فلاونوئیدها در جمعیت قرمزرنگ نیز به‌طور معنی‌داری، بیشتر از جمعیت صورتی‌رنگ بود.

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 20:13 +0330 on Thursday February 22nd 2018

ترکیبات فنولی در جمعیت صورتی‌رنگ، به‌طور معنی‌داری نسبت به دو جمعیت دیگر بیشتر بود، به‌طوری‌که مقدار آن به بیش از یک‌ونیم برابر رسید. اختلافی در مقدار ترکیبات فنلی بین دو جمعیت سبزرنگ و قرمزرنگ مشاهده نشد (جدول ۲).

مقدار قندهای محلول در دو جمعیت صورتی‌رنگ و قرمزرنگ تاغ‌های مورد مطالعه، به‌طور معنی‌داری بیشتر از جمعیت سبزرنگ بود. از طرف دیگر، بین دو جمعیت قرمزرنگ و صورتی‌رنگ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

بیشترین مقدار نیتروژن و فسفر نیز در جمعیت صورتی‌رنگ مشاهده شد. مقدار این دو عنصر در جمعیت صورتی‌رنگ حدود دو برابر میزان آن در دو جمعیت دیگر بود.

جدول (۱): تجزیه و تحلیل واریانس اثر جمعیت رنگ تاغ بر صفات مورد مطالعه در فصل تابستان

صفات	منابع تغییر	درجهٔ آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F	P
کلروفیل a	رنگ	۲	۲۵/۹۰۴	۱۲/۹۵۲	۱۹/۴۶	۰/۰۰۰۲
	خطا	۱۲	۷/۹۸۸	۱۲/۹۵۲		
کلروفیل b	رنگ	۲	۰/۵۲۰	۰/۲۶۰	۱/۰۲	۰/۳۹۱۳
	خطا	۱۲	۳/۰۷۳	۰/۲۵۶		
کلروفیل کل	رنگ	۲	۳۲/۳۳۲	۱۶/۱۶۶	۱۹/۰۴	۰/۰۰۰۲
	خطا	۱۲	۱۰/۱۸۶	۰/۸۴۸		
کاروتنوئید	رنگ	۲	۱/۶۰۴	۰/۸۰۲	۲/۸۶	۰/۰۹۶۲
	خطا	۱۲	۳/۳۶۱	۰/۲۸۰		
آنتوسیانین	رنگ	۲	۸/۲۷۵	۴/۱۳۷	۴/۱۴	۰/۰۴۲۹
	خطا	۱۲	۱۱/۹۸۶	۰/۹۹۸		
فلاونوئید	رنگ	۲	۷/۵۱۳	۳/۷۵۶	۴۱/۳۹	۰/۰۰۰۱
	خطا	۱۲	۱/۰۸۹	۰/۰۹۰		
ترکیبات فنولی	رنگ	۲	۸۸۴/۵۱۷	۴۴۲/۲۵۸	۸/۹۹	۰/۰۰۴۱
	خطا	۱۲	۵۹۰/۳۱۰	۴۹/۱۹۲		
پرولین	رنگ	۲	۳۲/۴۵۸	۱۶/۲۲۹	۰/۶۶	۰/۷۸۸۴
	خطا	۱۲	۲۹۴/۶۱۷	۲۴/۵۵۱		
قندهای محلول	رنگ	۲	۰/۰۶۸	۰/۰۳۴	۶/۶۴	۰/۰۱۱۴
	خطا	۱۲	۰/۰۶۱	۰/۰۰۵		
نیتروژن (N)	رنگ	۲	۰/۹۷۶	۰/۴۸۸	۶/۳۵	۰/۰۱۳۱
	خطا	۱۲	۰/۹۲۲	۰/۰۷۶		
فسفر (P)	رنگ	۲	۲۱۵/۸۲۹	۱۰۷/۹۱۴	۱۴/۳۹	۰/۰۰۰۶
	خطا	۱۲	۸۹/۹۸۴	۷/۴۹۸		
پتاسیم (K)	رنگ	۲	۵۲۸۵/۷۰۰	۲۶۴۲/۸۵۰	۰/۴۶	۰/۶۴۱۲
	خطا	۱۲	۶۸۷۶۳/۱۷۴	۵۷۳۰/۲۶۴		
کلسیم (Ca)	رنگ	۲	۲۳۳۳/۳۳۳	۱۱۶۶/۶۶۶	۰/۳۸	۰/۶۹۲۹
	خطا	۱۲	۳۷۰۰۰/۰۰۰	۳۰۸۳/۳۳۳		
منیزیم (Mg)	رنگ	۲	۹۳/۲۶۹	۴۶/۶۳۴	۴/۱۷	۰/۰۴۲۱
	خطا	۱۲	۱۳۴/۰۸۰	۱۱/۱۷۳		
رطوبت نسبی برگ (RWC)	رنگ	۲	۲۹۲/۳۰۲	۱۴۶/۱۵۱	۳/۸۶	۰/۰۵۰۹
	خطا	۱۲	۴۵۴/۸۳۶	۳۷/۹۰۳		

مقدار منیزیم نیز در دو جمعیت صورتی‌رنگ و قرمزرنگ، به‌طور معنی‌داری بیشتر از جمعیت سبزرنگ بود. تفاوت معنی‌داری در مقدار پرولین، پتاسیم و کلسیم بین سه جمعیت مورد مطالعه مشاهده نشد.

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 20:13 +0330 on Thursday February 22nd 2018

جدول (۲): دسته‌بندی میانگین‌های جمعیت‌های مختلف تاغ از نظر صفات مورد مطالعه براساس روش دانکن

صفات مورد مطالعه	جمعیت سبزرنگ	جمعیت قرمزرنگ	جمعیت صورتی‌رنگ
کلروفیل a ($mg\ g^{-1}fw$)	a۳/۲۷	b۱/۲۲	b۰/۱۰
کلروفیل b ($mg\ g^{-1}fw$)	a۰/۲۰	a۰/۶۶	a۰/۴۵
کلروفیل کل ($mg\ g^{-1}fw$)	a۳/۹۷	b۱/۲۱	b۰/۵۹
کاروتنوئید ($mg\ g^{-1}fw$)	b۰/۳۷	a۱/۱۷	ab۰/۸۴
آنتوسیانین ($mg\ g^{-1}fw$)	b۱/۳۲	b۱/۰۶	a۲/۷۵
فلاونوئید ($mg\ g^{-1}fw$)	c۱/۶۵	b۲/۸۴	a۳/۳۴
ترکیبات فنلی ($mg\ g^{-1}fw$)	b۲۲/۱۲	b۲۲/۸۹	a۳۸/۷۸
پرولین ($mg\ g^{-1}fw$)	a۲/۷۷	a۳/۰۸	a۲/۷۲
قندهای محلول ($mg\ g^{-1}fw$)	b۰/۱۳	a۰/۲۵	a۰/۲۹
نیتروژن ($mg\ g^{-1}fw$)	b۱/۵۱	b۱/۴۷	a۲/۰۳
فسفر ($mg\ g^{-1}fw$)	b۸/۹۶	b۷/۶	a۱۶/۲۴
پتاسیم ($mg\ g^{-1}fw$)	a۲۲۷/۶۱	a۲۰۰/۹۵	a۲۴۶/۷۲
کلسیم ($mg\ g^{-1}fw$)	a۱۲۰/۰۰	a۱۱۰/۰۰	a۹۰/۰۰
منیزیم ($mg\ g^{-1}fw$)	b۱۱/۷۶	a۱۷/۵۲	a۱۶/۴۰

* حروف متفاوت در ردیف، نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌هاست.

بحث

در این تحقیق، میزان کلروفیل a و کلروفیل کل در جمعیت سبزرنگ، به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو جمعیت تاغ قرمزرنگ و صورتی‌رنگ بود، اما مقدار کلروفیل b تفاوت معنی‌داری نشان نداد. اندازه‌گیری کلروفیل شاخه‌های تاغ در فصل تابستان که گیاه در شرایط رشد و نموی مطلوبی قرار داشت، اندازه‌گیری شد. مطالعات نشان می‌هد که میزان کلروفیل a کاملاً با رشد و نمو گیاه رابطهٔ مستقیم دارد؛ به‌عبارتی هرچه رشد و نمو گیاه به‌صورت مطلوب و در شرایط بهتر صورت گیرد، میزان کلروفیل a نیز به همان میزان افزایش می‌یابد (سی–ا– سمارده[1]، ۲۰۰۳؛ لفسرود[2] و همکاران، ۲۰۰۷). دلیل کاهش مقدار کلروفیل در جمعیت‌های دیگر می‌تواند نوعی سازگاری آن‌ها به شرایط شدت نور باشد. در شدت‌های نوری بیش از ظرفیت فتوسنتزی، سایر رنگدانه‌ها، برگ را از بازدارندگی نوری و آسیب به فتوسیستم‌ها محافظت می‌کند (هیوغز و اسمیت[3]، ۲۰۰۷). اگرچه تاغ دارای ظرفیت اشباع نوری نسبتاً بالایی است، در جمعیت قرمزرنگ و صورتی‌رنگ که مقدار کلروفیل کمتری دارند، ممکن است ویژگی رقیق‌سازی نوری سایر رنگدانه‌ها برای این جمعیت‌ها اتفاق افتاده باشد که می‌تواند نوعی سازگاری آن‌ها در تنظیم نور دریافتی باشد. برای مثال، بازدارندگی نوری به‌سرعت در برگ‌های جوان گیاه عشقه اتفاق می‌افتد و رقیق‌سازی نوری آنتوسیانین‌ها برای این برگ‌ها از نظر تنظیم نور دریافتی بسیار مؤثر است (هافلاچر و بار[4]، ۱۹۸۳).

برخلاف کلروفیل، مقدار کاروتنوئیدها در جمعیت قرمزرنگ تاغ، به‌طور معنی‌داری نسبت به جمعیت سبزرنگ بیشتر بود، درحالی‌که بین این دو جمعیت تفاوت معنی‌داری در مقدار آنتوسیانین‌ها مشاهده نشد. مهم‌ترین رنگدانهٔ جذب‌کنندهٔ نور در غشای تیلاکوئیدی، کاروتنوئیدها هستند. رنگدانه‌های کاروتنوئیدی نور را در طول‌موجی جذب می‌کنند که توسط کلروفیل‌ها جذب نمی‌شود و بنابراین، گیرنده‌های نوری مکمل هستند (هاپکینز[5]، ۱۹۹۹). به‌طور معمول، افزایش یا کاهش کاروتنوئید و کلروفیل با هم رابطهٔ مستقیم دارد. اما گاهی برای حفاظت از گیاه در برابر شرایط محیطی سازش‌هایی رخ می‌دهد که این رابطه را دچار تغییر می‌کند. با توجه به نکات ذکرشده،

1. Si – o – Semardeh
2. Lefsrud
3. Hughes and Smith
4. Hoflacher and Bauer
5. Hopkins

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 20:13 +0330 on Thursday February 22nd 2018

گاهی اوقات در اثر تنش‌های محیطی میزان کاروتنوئیدها به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد؛ این فرایند هم‌زمان با کاهش کلروفیل در گیاه و برای حفاظت از گیاه (سیستم دفاعی گیاه) در برابر اکسیدان‌هاست که این امر می‌تواند عملکرد کلروفیل را افزایش دهد.

مقدار آنتوسیانین‌ها در جمعیت صورتی‌رنگ، به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو جمعیت دیگر بود. تجمع آنتوسیانین به‌عنوان یک رنگیزهٔ مهم در برگ، تحت‌تأثیر متغیرهای مختلفی نظیر مواد غذایی، دما، دسترسی به آب و به‌ویژه نور است. به‌دلیل ویژگی جذب نور فرابنفش، سبز یا آبی در این رنگیزه‌ها، تجمع آن‌ها ممکن است سازوکاری حفاظتی در برابر سطوح مضر نور باشد (ولف[1]، ۱۹۶۳).

ازآنجاکه تفاوت معنی‌داری در میزان آنتوسیانین‌ها در دو جمعیت قرمزرنگ و سبزرنگ مشاهده نشد، احتمال می‌رود که کاروتنوئید طی واکنش‌هایی جایگزین آنتوسیانین شده است. حضور و افزایش تدریجی کاروتنوئیدها با افزایش ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی برگ، باعث کاهش رادیکال‌های آزاد تولیدشده در برگ شده و از این طریق آسیب مراکز واکنشی و غشاها کاهش می‌یابد. از طرفی، کاروتنوئیدها ازجمله سیستم‌های دفاعی هستند که به‌تدریج و با بلوغ برگ، جایگزین سیستم دفاعی آنتوسیانینی برگ جوان می‌شوند. افزایش میزان کاروتنوئید تحت تنش سرما می‌تواند ناشی از نقش حفاظتی این رنگیزه‌ها باشد. کاروتنوئیدها همچنین نور جذب‌شده را به کلروفیل‌ها منتقل کرده و باعث افزایش کارایی کلروفیل‌ها می‌شوند (کازونلی، ۲۰۱۱).

نتایج نشان داد که مقدار فلاونوئید در جمعیت قرمزرنگ و صورتی‌رنگ تاغ، به‌طور معنی‌داری از جمعیت سبزرنگ بیشتر بود. تجمع فلاونوئید را می‌توان مکانیسم حفاظتی در مقابل نور شدید، رادیکال‌های فعال اکسیژن و یا تنش‌هایی مانند خشکی دانست. برای مثال، در سیب‌زمینی (واتکینسون[2] و همکاران، ۲۰۰۶) نشان داده شده که با افزایش تنش خشکی، مقدار این رنگدانه افزایش یافته است. ازآنجاکه مسیر اصلی تولید فلاونوئید منجر به تولید آنتوسیانین می‌شود (همان) و آنتوسیانین و فلاونوئید مشترکاً در گیاه وجود دارند، رنگ قرمز و صورتی در جمعیت قرمز و صورتی می‌تواند ناشی از وجود هر دو رنگدانه باشد.

ترکیبات فنلی در جمعیت صورتی‌رنگ، به‌طور معنی‌داری نسبت‌به دو جمعیت دیگر بیشتر بود. گیاهان ترکیبات فنلی را در پاسخ به برخی ترکیبات پیام‌رسان که نقش دفاعی مهمی دارند، آزاد می‌کنند. ترکیبات فنلی به‌خصوص فلاونوئیدها به‌دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی، قادر به به دام انداختن رادیکال‌های آزاد و کاهش تنش اکسیداتیو هستند (شرافتی چالشتری و همکاران، ۱۳۸۷). کل فنل‌ها و تانن‌های موجود در دانهٔ واریتهٔ قرمزرنگ سورگوم و واریتهٔ سفیدرنگ سورگوم اندازه‌گیری و نشان داده شد که مقدار ترکیبات فنلی در واریتهٔ قرمزرنگ سورگوم، به‌مراتب بیشتر از واریتهٔ سفید سورگوم است (کادمبی، ۲۰۰۷). میزان کل فنل‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سیب‌زمینی زرد و ارغوانی‌رنگ اندازه‌گیری و نشان داده شد که ارقام ارغوانی‌رنگ، فنل بیشتری نسبت‌به ارقام زردرنگ داشتند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها نیز دو برابر ارقام زردرنگ بود (لاچمند و همکاران، ۲۰۰۸).

نتایج نشان داد که مقدار قندهای محلول به‌طور معنی‌داری در جمعیت قرمزرنگ و صورتی‌رنگ، بیشتر از جمعیت سبزرنگ بود. درحالی‌که مقدار پرولین تفاوت معنی‌داری را بین جمعیت‌های مورد مطالعه نشان نداد. بررسی‌های متعددی در زمینهٔ نقش این مواد تحت شرایط تنش‌های گوناگون صورت گرفته است و همگی بر نقش ترکیبات مذکور در تنظیم اسمزی دلالت دارند (دلاسردا و همکاران، ۲۰۰۵). پاسخ گیاهان مختلف به تنش‌های محیطی متفاوت است. برخی از گیاهان ممکن است فقط یکی از مواد پرولین یا قند را در برابر تنش در خود تجمع دهند. گهلت[3] و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که انباشت قندهای محلول واکنش سریعی نسبت‌به تغییرات میزان محتوای نسبی آب (RWC) و پتانسیل آب برگ‌هاست. افزایش در غلظت ساکارز و سطح قندهای محلول تحت شرایط تنش شوری احتمالاً در سازگاری و ایجاد تحمل به شوری نقش دارد و از بین ترکیبات آلی مختلف، قندها بیش از ۵۰ درصد مجموع مواد متشکلهٔ پتانسیل اسمزی را تشکیل می‌دهند.

1. Wolf
2. Watkinson
3. Geholt

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 20:13 +0330 on Thursday February 22nd 2018

نتیجهٔ مطالعات نشان داد کـه بـا افـزایش تـنش خشـکی در شرایط آزمایشگاهی، میزان پرولین در سه رقم زیتون بومی ایـران افزایش می‌یابد (ارجی و ارزانی، ۲۰۰۳). در تحقیقـی بـا بررسـی مقاومت به خشکی در سه گونهٔ درختی *Myrica faya*، *Persica indica* و *Laurus azorica* به این نتیجه رسیدند که ایـن گیاهـان پاسخ‌های متفاوتی به تنش خشکی می‌دهند. از بین این سه گیـاه، تنها *Laurus azorica* با افـزایش پـرولین و قنـدهای محلـول در برابر تنش خشکی مقاومت بیشتری از خود بروز می‌دهد، بعضی از گیاهان ممکن است فقط یکی از مواد پـرولین و یـا قنـد را در برابر تنش خشکی در خود تجمع دهند. بـرای مثـال، در بررسـی مقاومت به خشکی گیاه *Manihot esculenta* نشان داده شـد کـه تنش خشکی موجب افزایش پرولین و کاهش قنـدهای محلـول شد (آلوز و ستر[1]، ۲۰۰۴).

در کل، می‌توان چنین ارزیابی کرد که جمعیت قرمزرنگ کـه دارای رنگ ظاهری متفاوتی از جمعیت سبزرنگ اسـت، از نظـر محتوای رنگدانه‌ای نیز متفاوت می‌باشد و به‌نظر می‌رسد افـزایش محتوای رنگدانه‌ای در جمعیت قرمزرنگ و صـورتی‌رنـگ تـاغ، باعث افزایش توان آنتی‌اکسیدانی آن گردد که باید بـا آزمایشـات بعدی مورد سنجش قرار گیرد.

منابع

1. Alipour, H., Mosleh Arany, A., Tabandeh Saravi, A., Dashti, H., 2015. The effect of salinity and light intensity on some morphological and physiological characteristics of *Haloxylon aphyllum*. M.Sc thesis, Yazd University, 102 pp.
2. Alves, A.A.C., Setter, T.L., 2004. Ascisic acid accumulation and osmotic adjustment in cassava under water deficit. Environmental and Experimental Botany 51, 259- 271.
3. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association on Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
4. Arji, I., Arzani, K., 2003. Evaluation of the growth responses and proline accumulation of three Iranian native olive cultivars under drought stress. Journal of Agriculture.Science and Natural.Resourcccs 2, 10 91-101.
5. Basra, A.S., Basra, R.K., (translated by Kaffi, M. and Mahdavi Damghani, A.) 2001. Mechanisms of environmental stress resistance in plants. Mashhad University Publication.
6. Bates, L.S., Waldren, R.P., Tear, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and soil 39, 205 – 207
7. Bohnert, H.J., Nelson, D.E., Jensen, R.G., 1999. Adaptation environmental stresses. The Plant Cell 7, 1099 – 1111
8. Cazzonelli, C.h., 2011. Carotenoids in nature: insights from plants and beyond. Functional Plant Biology 38, 833 – 847.
9. Sharafati-chaleshtori, R., Sharafati-chaleshtori, F., Sharafati-Chaleshtori, A., Ashrafi, K., 2010. Antimicrobial effects and evaluation of total phenols, flavonoids and flavonols contents of etthanolic extracts of *Scrophularia striata*. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences 11(4), 32-37.
10. Chalker-Scott, L., 1999. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. Photochemistry and Photobiology 70, 1-9.
11. De Lacerda, C.F., Cambraia, J., Oliva, M.A., 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.
12. During, H. 1992. Evidence for osmotic adjustment to drought in grapevines (*Vitis vinifera*). Vitis 23, 1 – 10.
13. Geholt, H.S., Purohit, A., Shekhawat, N.S., 2005. Metabolic changes and protein patterns associated with adaptation to salinity in *Sesamun indicum* cultivars. Journal of Cell and Molcular Biology 4, 31-39.
14. Gould, K.S., 2004. Nature's swiss army knife: the diverse protective roles of anthocyanins in leaves. Journal of Biomedicine and Biotechnology 5, 314–320.
15. Hopkins, W.G., 1999. Introduction to plant physiology. New York, John Wiley.
16. Hoflacher, H., Bauer, H., 1982. Light acclimation in leaves of the juvenile and adult life phases of ivy (*Hedera helix*). Physiologia Plantarum 49, 366-372.
17. Hughes, N.M., Smith, W.K., 2007. Attenuation of incident light in *Galax urceolata* (Diapensiaceae): concerted influence of adaxialand abaxial anthocyanic layers on

1. Alves & Setter

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 20:13 +0330 on Thursday February 22nd 2018

photoprotection. American Journal of Botany 94, 784–790.

18. Khadambi, T.N., 2007. Extraction of phenolic compounds and quantification of the total phenol and condensed tannin content of bran fraction of condensed tannin and condensed tannin- free sorghum varieties. University of Pretoria.
19. Kochert, G. 1978. Carbohydrete determination by the phenol sulfuric acid method, In: Helebust, J.A., Craig, J.S., (ed): Handbook of physiological method. Cambridge University Press Cambridge. Pp. 56 – 97.
20. Lachman, J., Hamouz, K., Sulc M., Orasak, M., Dvorak, P. 2008. Differences in phenolic content and antioxidant activity in yellow and purple-fleshed potatoes grown in the Czech Republic. Plant soil Environment. 54, 1-6
21. Lefsrud, M., Kopsell, D., Wenzel, A., Sheehan, J., 2007. Changes in kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala) carotenoid and chlorophyll pigment concentrations during leaf ontogeny. Scientia Horticulturae 112, 136–141.
22. Lichtenthaler, H.K., 1987. Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Method in Enzyme 148, 350 – 382.
23. Mosleh Arany, A., Soleimani, Z., Sowdaizadeh, H., 2012. Investigation on the effect of drought dtress in *Prosopis juliflora*, *P. cineraria* and *P. koelziana* in three life cycles (germination, seedling, maturity). Iranian Journal of forest and poplar Research 20, 123-136.
24. Murray, J.R, Hackett, W.P., 1991. Dihydroflavonol reductase activity in relation to differential anthocyanin accumulation in juvenile and mature phase *Hedera helix* L. Plant Phyiology 97, 343–351.
25. Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144-158.
26. Si-o-Semardeh, A., 2003. Physiological of growth and yield of wheat cultivar related to drought resistance, PhD. thesis, University of Tehran, Tehran. 177 pp.
27. Stafford, H.A., 1991. Flavonoid evolution: anenzymic approach. Plant Physiology 96, 680–685.
28. Watkinson, J.I., Hendrieks, L., Sioson, A.A., Vasquez-Robinet, C., Verlyn, S., Heath, L.S., 2006. Accessions of *Solanum toberosum* spp. Andigena show differences in photosynthetic recovery after drought stress as reflected in gene expression profiles. Plant Science 3, 1-14.
29. Wolf, F.T., 1963. Effects of light and darkness on biosynthesis of carotenoid pigments in wheat seedlings. Plant Physiology 2, 649-652.
30. Yamasaki, H., Sakihama, Y., Kehara, N., 1999. Flavonoid-peroxidase reaction as a detoxification mechanism of plant cells against H2O2. Plant Physiology, 115, 1405-1412.

Downloaded from deej.kashanu.ac.ir at 20:13 +0330 on Thursday February 22nd 2018

Diversity of the pigment, proline, soluble sugar and ion content of three populations of *Haloxylon ammodendron*

Fatemeh Falahifar[1], Asghar Mosleh Arany[*2], Afagh Tabandeh Saravi[3], Hasan Dashti[4]

Received: 7/3/2017 Accepted: 4/5/2017

Abstract

This study investigated the variation in the pigment, proline, soluble sugar and ion content of three populations of *Haloxylon ammodendron* in Yazd province. This was carried out using one-year old plants of the same size from each population. Sampling occurred in a factorial experiment conducted using a randomized complete design with five replicates. The results showed that chlorophyll *a* and total chlorophyll in the green population were significantly greater than in the other populations. The highest and lowest amounts of chlorophyll *a* were 3.27 and 0.10 $mgg^{-1}fw$ for the green and pink populations, respectively. In contrast to chlorophyll *a*, the amount of carotenoid in the red population was significantly greater than in the green population at over three times the green value. The amounts of anthocyanin, phenoles and flavonoids in the pink population were significantly greater than in the other populations. The amount of soluble sugar in the pink and red populations were significantly greater than in the green one. It appears that the high amounts of the pigment in the red and pink populations increases their antioxidant abilities.

Keywords: Anthocyanin, Antioxidants, pigments, *Haloxylon ammodendron*, phenotype.

1. M.Sc., College of natural resources, Yazd University
2. Corresponding author, Assoc. Prof., College of natural resources, Yazd University, Email: amosleh@yazd.ac.ir
3. Assis. Prof., College of natural resources, Yazd University
4. Member of staff, yazd Natural Resources Office, yazd