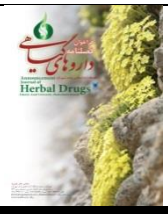


فصل‌نامه‌ی داروهای گیاهی

Journal homepage: www.jhd.iaushk.ac.ir

بررسی رنگدانه‌های گیاهی موجود در گیاه دارویی سماق (*Rhus coriaria* L.)

عذرا عرب[۱]، مجید طالبی[۱*]، بدرالدین ابراهیم سید طباطبایی[۱]، مهدی رحیم ملک[۲]

۱. گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران؛

[*]مسئول مکاتبات (**E-mail:** *mtalebi@cc.iut.ac.ir*)

۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران؛

شناسه مقاله

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۶/۲۰

نوع مقاله: علمی – پژوهشی

موضوع: فیزیولوژی گیاهان دارویی

کلید واژگان:

- ✓ *سماق*
- ✓ *رنگدانه*
- ✓ *فتوسنتز*

چکیده

مقدمه و هدف: در داخل کلروپلاست برگ، رنگدانه‌های گیرنده تابش خورشید وجود دارند که انرژی را به مرکز واکنش آغاز فتوسنتز انتقال می‌دهند. مهم‌ترین این رنگدانه‌ها کلروفیل‌ها هستند. هدف از این مطالعه بررسی رنگدانه‌های فتوسنتزی موجود در گیاه دارویی سماق (***Rhus coriaria*** **L.**) جمع آوری شده در دو فصل بهار و زمستان بود.

روش تحقیق: به منظور این هدف عصاره‌ی برگی سماق با کمک استون ۸۰٪ استخراج شد و در طول موج های ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل **a**، ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل **b** و ۴۷۰ نانومتر برای کارتنوئید در سه تکرار (برگ‌های فوقانی، میانی و تحتانی) به روش اسپتوفتومتری اندازه گیری شدند. داده‌ها با استفاده ازنرم افزارآماری **Statistics** ver.8 تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح $p < ۰/۰۵$ انجام شد.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین مقدار رنگدانه‌ها در فصول مختلف وجود دارد. مقدار کلروفیل **a**، **b**، کلروفیل کل و کارتنوئید در فصل بهار به طور میانگین به ترتیب برابر با ۰/۷۸، ۰/۲۴، ۱/۰۲ و ۳/۳۲ میلی گرم در گرم برگ و در فصل زمستان به ترتیب برابر با ۱/۵۵، ۰/۴۶، ۲/۰۱ و ۶/۶۱ به دست آمد. میزان رنگدانه کارتنوئید در گیاه سماق بیشتر از میزان هر کدام از کلروفیل‌ها بود و به طور کلی میزان رنگدانه‌ها در اوایل فصل زمستان بیشتر بود. هم‌چنین به طور کلی مقدار کلروفیل **a** در مجموع در هر دو فصل بیشتر از کلروفیل **b** بود که این موضوع در گیاهان دیگر هم اثبات شده است.

توصیه کاربردی/صنعتی: کلروفیل، کارتنوئیدها و مشتقات آن‌ها از رنگیزه های مهمی هستند که نقش آنتی اکسیدانی مهمی در گیاهان دارویی نظیر سماق دارند وجود مقدار زیادی از آن‌ها در گیاه سماق، پتانسیل استفاده از آن در صنایع غذایی را آشکار می سازد.

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

گیاه دارویی سماق [1] با نام علمی *Rhus coriaria* L. متعلق به خانواده پسته [2]، به صورت درخت‌های کوچک یا درختچه‌ای می‌باشد که دامنه پراکنش آن در کشورهای مدیترانه‌ای از جزایر قناری در جنوب اروپا و جنوب غربی آسیا تا تاجیکستان در آسیای مرکزی می‌رسد (Ozcan *et al*., 2004; Rawashdeh *et al*., 2009). مطالعات مربوط به رنگدانه‌ها یکی از قدیمی‌ترین مطالعات در گیاهان است (Mlodzinska *et al*., 2009). فتوسنتز یکی از فرآیندهای مهم فیزیولوژیکی است که در گیاه تحت تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی قرار می‌گیرد (Heidari Sharif-Abad ., 2001). سیستم‌های فتوسنتزی در اوایل تاریخ زمین تکامل یافته و ۲/۵ میلیارد سال پایدار بوده است. رنگدانه‌های که در فرآیند فتوسنتز درگیر هستند رنگدانه‌های فتوسنتزی نامیده می‌شوند (Ustin *et al*., 2009). در گیاهان رنگدانه‌های فتوسنتزی به طور عمده برای گرفتن نور و تولید انرژی کاهش یافته در گیاهان مهم هستند (Mohamadi *et al*., 2009). مشاهده شدن گیاهان به دلیل حضور این مواد رنگدانه در قسمت بیوکروم [3] است که هم جذب و هم بازتاب نور با طول موج‌های مختلف را انجام می‌دهند. نور جذب شده در رنگدانه از بین می‌رود، و نور منعکس شده به عنوان رنگ قابل مشاهده است. رنگ نتیجه ترکیبی از طول موج-های باقی مانده است که منعکس می‌شود. البته انرژی این طول موج‌ها به مرکز واکنش آغاز فتوسنتز انتقال می‌یابد Alan (Blackburn *et al*., 2007; Mlodzinska *et al*., 2009). اندازه-گیری مقدار جذب انرژی خورشید توسط رنگدانه‌های فتوسنتز کننده در موجودات فتوسنتز کننده با اسپکتوفتومتر، اولین بار توسط استوکس [4] در سال ۱۸۶۴ انجام شد (Dere *et al*., 1998). اندازه گیری میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه موجود در آب توسط اسپکتوفتومتر اولین بار توسط Richards and Thompson (1952) انجام شد و Crerrz و Richards آن را بهبود بخشیدند (Yanagi *et al*., 1971). تحقیقات مربوط به رنگدانه که با آزمایشات مندل بر روی وراثت نخود آغاز شد، منجر به دستیابی موفقیت‌های اکتشافی در زمینه زیست شناسی مولکولی شد و به عنوان مثال اولین فاکتور رونویسی شناسایی شد (Mlodzinska *et al*., 2009). کلروپلاست گیاهان عالی حاوی چهار رنگدانه مختلف می‌باشد: کلروفیل a و کلروفیل b که منجر به تولید رنگدانه‌های سبز و کاروتن و زانتوفیل که رنگدانه نارنجی و زرد را ایجاد می-نمایند. کاروتن و زانتوفیل با هم به نام کارتنوئید نامیده می‌شوند (Kadam *et al*., 2008). به طور کلی کلروفیل برگ مخلوطی است از این چهار ماده رنگی است که مجموع آنها را کلروفیل خام گویند. بین این چهار ماده رنگی، کلروفیل a از سایر مواد در کلروفیل خام زیادتر می‌باشد. تمام گیاهان فتوسنتز کننده دارای کلروفیل a هستند ولی وجود کلروفیل‌های کمکی بستگی به نوع گیاه دارد. مثلاً در گیاهان عالی معمولاً کلروفیل b دیده می‌شود، در حالی که در جلبک‌های سبز-آبی و قهوه‌ای و سرخ این کلروفیل وجود ندارد Lahooti *et al*., 1988; Mohamadi *et al*., 2009; Zahedi *et al*., 1967). در واقع در جلبک‌ها و فیتوپلانکتون‌ها کلروفیل a کلروفیل اصلی است (Stuart *et al*., 1998). بررسی میزان کلروفیل نشان داد که در تاریکی، تولید و تجمع این رنگدانه‌ها بسیار کم و در نور این مقدار به شکل قابل توجهی افزایش می‌یابد (Abdirad *et al*., 2011). گزارشات زیادی نیز نشان دادند که تنش‌هایی مانند تنش آبی و شوری توانایی کاهش غلظت کلروفیل‌ها و کارتنوئیدهای بافت را دارند و این کاهش به طور عمده با تولید رادیکال‌های آزاد ROS در تیلاکوئید انجام می‌گیرد (Mohamadi *et al*., 2009). هم‌چنین کاهش میزان کلروفیل و جلوگیری از فتوسنتز توسط فلزات سنگین در گیاهان عالی به‌ویژه گیاهان C_3 به خوبی مشخص شده است (Connell *et al*., 2001).

کارتنوئیدها می‌توانند تابش خورشید را جذب کنند و به عنوان رنگدانه‌ی کمکی برای عملکرد فتوسنتز نیز ضروری می‌باشند Alan (Blackburn *et al*., 2007; Mlodzinska *et al*., 2009). وکتل و هم‌کاران (Vechetel *et al*., 2009) در مطالعات خود مشخص کردند که رنگدانه کاروتن مهم‌ترین رنگدانه فتوسنتزی است و از کلروفیل و غشاء تیلاکوئیدی در برابر آسیب انرژی جذب شده

1. Sumac
2. Anacardiaceae
3. Biochromes
4. Stokes

Archive of SID

www.SID.ir

توسط فتواکسیداسیون[5] محافظت می‌کند (Dere *et al.*, 1998). با توجه به اهمیت رنگدانه در عملکرد برگ، تلاش برای تعیین رنگدانه‌های فردی و اندازه گیری آن‌ها در گیاهان ضرورت دارد. بنابراین در مطالعه حاضر رنگدانه‌های کارتنوئید و کلروفیل در گیاه دارویی سماق در ابتدا و انتهای فصل رشد بررسی شد.

۲. مواد و روش ها

برای اندازه‌گیری کلروفیل به برگ تازه نیاز است. این اندازه گیری در دو فصل بهار و زمستان انجام گرفت تا تفاوت مقدار در اول فصل رشد و اواخر فصل رشد هنگامی که برگ‌های سماق قرمز رنگ می‌شود با هم مقایسه گردند. در اوایل فصل زمستان بعضی از برگ‌ها سبز و برخی هم قرمز رنگ شده بودند. اندازه گیری نمونه های این فصل در چهار سطح با پنج تکرار انجام شد:

الف- اندازه گیری کلروفیل و کارتنوئید برگ‌های سبز رنگ فوقانی

ب- اندازه گیری کلروفیل و کارتنوئید برگ‌های سبز رنگ میانی

ج- اندازه گیری کلروفیل و کارتنوئید برگ‌های سبز رنگ تحتانی

د- اندازه گیری کلروفیل و کارتنوئید برگ‌های قرمز رنگ

۲-۱. تهیه عصاره

به منظور اندازه گیری مقدار کلروفیل و کارتنوئید، ابتدا مقدار ۰/۱ گرم از نمونه برگ تازه سماق با کمک نیتروژن مایع در هاون چینی استریل کاملاً پودر شد. مقدار پنج میلی لیتر از استون ۸۰٪ روی نمونه‌ها ریخته شد و بلافاصله ساییده گردید. این کار تا جای ادامه یافت که با کشیدن برگ با دسته‌ی هاون به کناره‌ی هاون، رنگ برگ سفید شده باشد. البته قابل توجه است که استفاده از استون ۱۰۰ درصد رنگ سبز را زودتر استخراج می‌کند ولی به دلیل تبخیر شدن سریع استون در این حالت استون بیشتری استفاده می‌شود و استفاده از استون ۸۰ درصد باعث می‌شود که رنگ سبز دیرتر خارج و مقدار تبخیر کم شود. به دلیل تبخیر پنج میلی لیتر استون و کم شدن مقدار آن دوباره استون اضافه شد تا رنگ سفید به دست آید. محتویات موجود در هاون به استوانه مدرج ۱۰ میلی لیتری انتقال یافت و با استون ۸۰ درصد مقدار در استوانه مدرج به ۱۰ میلی لیتر رسید. بلافاصله محتویات استوانه به داخل لوله‌ی آزمایش مخصوص دستگاه سانتریفوژ (فالکون) ریخته و برای جلوگیری از تبخیر استون درب آن‌ها بسته شد. نمونه‌ها در داخل یخچال گذاشته شدند تا هر ۱۰ نمونه به این مرحله برسد. نمونه‌ها با سرعت ۳۰۰۰-۲۰۰۰ rpm به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در دمای محیط سانتریفوژ شدند.

از محلول رویی برای قرائت جذب در طول موج ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل a، طول موج ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل b و طول موج ۴۷۰ نانومتر برای کارتنوئید در دستگاه اسپکتوفتومتر DU530 Beckman استفاده شد. استون ۸۰ درصد صفر کننده دستگاه بود (شکل ۱).

شکل ۱. محلول استخراج شده از برگ سماق

مقدار کلروفیل بر حسب میلی گرم کلروفیل در گرم برگ طبق فرمول مکینی و آرنون برای تخمین کلروفیل a و b به صورت زیر محاسبه شد (Arnon *et al.*, 1949; Misyura *et al.*, 2012).

میلی گرم کلروفیل a در گرم برگ = {۱۲/۷ (۶۶۳ A)-۲/۶۹(۶۴۵ A)} × v/w × ۱۰۰۰

میلی گرم کلروفیل b در گرم برگ = {۲۲/۹ (۶۴۵ A)-۴/۶۸(۶۶۳ A)} × v/w × ۱۰۰۰

حجم کلروفیل کل = کلروفیل a + کلروفیل b

$$\text{کارتنوئید} = \frac{۱۰۰۰ (۴۷۰ A) - ۱/۸۲ \text{ chl a} - ۸۵/۰۲ \text{ chl b}}{۱۹۸}$$

V = حجم محلول کلروفیل (میلی لیتر)

W= وزن برگ (گرم)

A = جذب نوری عصاره در طول موج ذکر شده

۲-۲. تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری Statistics ver. 8 تجزیه و تحلیل شدند و نمودارها توسط نرم افزار Excel رسم شدند. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال $p < ۰/۰۵$ انجام شد. در نمونه برداری از برگ‌های قرمز به دلیل این

5. Photo-oxidation

Archive of SID

www.SID.ir

که فقط در انتهای فصل بودند، مقادیر آن‌ها با چند تکرار بررسی شد و مقدار رنگدانه‌ها به صورت میانگین در میلی گرم در گرم برگ تازه بیان شد.

۳. نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، اختلاف معنی داری در غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها بین دو فصل مورد مطالعه مشاهده شد ($p < ۰/۰۵$). مقدار کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید در فصل بهار به طور میانگین به ترتیب برابر با ۰/۷۸، ۰/۲۴، ۱/۰۲ و ۳/۳۲ میلی گرم در گرم برگ و در فصل زمستان به ترتیب برابر با ۱/۵۵، ۰/۴۶، ۲/۰۱ و ۶/۶۱ به دست آمد. میزان رنگدانه‌ها به طور کلی در نمونه برداری مربوط به زمستان بیشتر بود و در بین رنگدانه‌ها نیز بیشترین میزان مربوط به رنگدانه کارتنوئید بود. به طور کلی مقدار کلروفیل a در مجموع در هر دو فصل بیشتر از کلروفیل b بود که این موضوع در گیاهان دیگر مثل جعفری، نعناع و ملیس هم اثبات شده است (Mlodzinska *et al.*, 2009; Zaker *et al.*, 2005). نظریه‌ای وجود دارد مبنی بر این‌که برگ‌های کم رنگ‌تر داری کلروفیل کمتر و کارتنوئید بالا می‌باشند (Mlodzinska *et al.*, 2009; Alan Blackburn *et al.*, 2007). انتظار می‌رفت که این نظریه در نمونه برداری فصل بهار که برگ‌ها کم رنگ‌تر بودند، مشاهده شود ولی چون دقیقاً نمونه‌ها در ابتدای رویش تهیه شدند این موضوع در آن‌ها قابل تعمیم نبود. هم‌چنین اختلاف معنی داری در بین برگ‌های فوقانی، میانی و تحتانی دیده نشد. در نمونه برداری اوایل فصل زمستان دوره رشدی رو به اتمام بود و رنگدانه‌ها در تمامی بخش‌های گیاه، تقریباً به صورت کامل ساخته شده بودند. در اول فصل بهار برگ‌ها تازه رشد کرده بودند و حتی اندازه‌ی برگ‌ها در سه مکان نمونه برداری یکسان بود (شکل۲ و جدول۱). در چغندر قند اثر موقعیت نمونه برداری در پهنک برگ مورد بررسی قرار گرفته است و مطابق با منابع دیگر به اثبات رسید که میزان کلروفیل در نقطه فوقانی برگ به دلیل جذب نور بیشتر، بالاتر از میزان کلروفیل نقطه انتهایی در پهنک برگ می‌باشد (Mlodzinska *et al.*, 2009; Zaker *et al.*, 2005). بر همین اساس انتظار می‌رفت که در برگ‌های فوقانی به دلیل جذب نور بیشتر، مقدار کلروفیل نسبت به برگ‌هایی میانی و انتهایی بیشتر باشد. در بررسی انجام شده میزان کلروفیل a و کلروفیل کل و کارتنوئید در برگ‌هایی میانی در هر دو فصل بیشتر بود و میزان کلروفیل b در برگ‌هایی انتهایی در دو فصل بالاتر بود. برگ‌های بالایی که برداشت شدند بسیار جوان و تازه شکل گرفته بودند و به دلیل کوچکی پهنک برگ مقداری از نور را جذب کرده و بقیه به برگ‌هایی میانی رسیده است پس به نظر می‌رسد که اگر نمونه‌برداری در زمانی انجام می‌شد که برگ‌های میانی به رشد نسبی خود رسیده بودند این نظریه در سماق هم اثبات شده بود.

جدول ۱. مقادیر مربوط به تجزیه داده‌های رنگدانه‌های گیاه سماق بر حسب میلی گرم در گرم برگ (mg/g DWL)

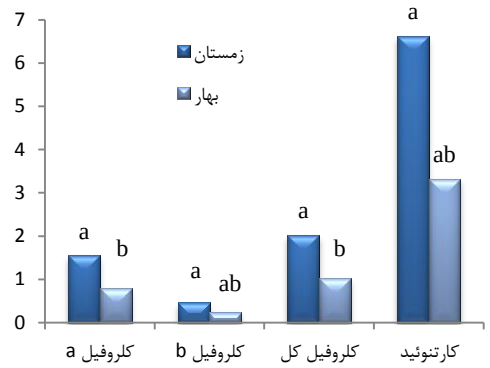
فصل /مکان	زمستان	بهار	زمستان	بهار	زمستان	بهار	زمستان	بهار
	کلروفیل a (mg/g DWL)		کلروفیل b (mg/g DWL)		کلروفیل کل (mg/g DWL)		کارتنوئید (mg/g DWL)	
برگ‌های فوقانی	۱/۴۴^{a¶}	۰/۵۰^{b}	۰/۴۰^{a}	۰/۱۳^{b}	۱/۸۵^{a}	۰/۶۳^{b}	۱/۰۲^{a}	۰/۲۸^{b}
برگ‌های میانی	۱/۶۸^{a}	۱/۰۲^{b}	۰/۴۸^{a}	۰/۲۷^{a}	۲/۱۶^{a}	۱/۳^{b}	۱/۸۴^{a}	۰/۵۶^{b}
برگ‌های انتهایی	۱/۵۳^{a}	۰/۸۲^{b}	۰/۵۱^{a}	۰/۳۳^{b}	۲/۰۴^{a}	۱/۱۵^{b}	۱/۳۶^{a}	۰/۵۰^{a}

¶ حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی دار بین دو فصل است.

میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید در برگ‌های قرمز به طور میانگین برابر با ۰/۶۷۵، ۰/۹۳۲ و ۵/۴۲۵ میلی گرم در گرم برگ به دست آمد. به طور کلی در گیاهان در اوایل فصل رشد میزان کلروفیل کم است. در اوایل فصل، برگ‌ها بسیار جوان هستند و گیاه هنوز رشد کافی نکرده است و در این زمان مواد غذایی خود را از قسمت ریشه تأمین می‌کند تا پس از رشد برگ‌ها، شروع به فتوسنتز و ساخت مواد غذایی کند و وابستگی گیاه در تهیه مواد

www.SID.ir

غذایی به ریشه کم می‌شود. در اواسط فصل مواد غذایی توسط برگ تأمین می‌شود. در اواخر فصل که در گیاه تغییرات هورمونی رخ می‌دهد، هورمون اتیلن و آبسیزیک اسید که باعث تسریع در پیری و ریزش برگ می‌شود، افزایش می‌یابد و از طرفی میزان هورمون سایتوکینین کاهش می‌یابد. این روند باعث تخریب کلروفیل و ریزش برگ در پایان فصل رشد گیاه می‌شود (Hopkins., 2004). در درختان میوه این روند تقریباً از فصل پاییز شروع می‌شود ولی در درخت سماق تازه در اول فصل زمستان، برگ‌ها و میوه‌ها شروع به قرمز شدن می‌کنند. به عبارتی فصل برگ ریزان در درخت سماق کوتاه است. به همین دلیل نمونه برداری که در اوایل فصل زمستان انجام شد جزء نمونه برداری پایان فصل رشدی سماق محسوب نمی‌شود و رنگدانه‌ها در آن زمان بالا می‌باشند. از آنجایی که گیاه سماق دارای یک فصل رشدی می‌باشد که برگ‌ها به همراه میوه‌ها قرمز می‌شوند پس میزان کارتنوئید که در آن مشاهده می‌شود نسبت به کلروفیل بالاتر می‌باشد. نتایج بررسی‌ها نشان می دهد که مقادیر کلروفیل در گیاه سماق نسبت به گیاهان دیگر مثل جعفری، یونجه ، چغندر قند و جو کمتر می‌باشد (Javaheri *et al*., 2011; Zaker *et al*., 2005; Mohamadi *et al*., 2009).



شکل۲. مقایسه میزان رنگدانه‌های برگ گیاه سماق در دو فصل رشد (mg/g DWL)

در هر ستون حروف مشترک بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ($p < ۰/۰۵$)

۴. نتیجه گیری

رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل و کاروتنوئید) نقش مهمی در فتوسنتز ایفا می‌نمایند. کلروفیل مهم‌ترین رنگدانه است که برای فتوسنتز و مقاومت در برابر تنش‌های محیطی نیاز می‌باشد. کلروفیل با پروتئین‌ها کمپلکسی می‌سازند که در خدمت جذب نور و انتقال انرژی به مرکز واکنش فتوشیمیایی باشند (Masuda *et al*., 2002). مطالعه‌ی بافت‌های کلروفیلی برای بررسی سطوح متابولیسمی، سلامت و بیماری گیاه و هم‌چنین تعیین میزان رشد اتوتروفی صورت می‌گیرد. کارتنوئیدها می‌توانند تابش خورشید را جذب کنند و به عنوان رنگدانه‌ی کمکی برای عملکرد فتوسنتز نیز ضروری می‌باشند (Alan Blackburn *et al*., 2007; Mlodzinska *et al*., 2009). با توجه به این اهمیت، در این تحقیق اندازه گیری میزان رنگدانه‌ها در اوایل و اواخر فصل رشد در گیاه دارویی سماق مورد بررسی قرار گرفت و میزان سه رنگدانه اصلی در این دو زمان اندازه گیری شد. برگ گیاه سماق در زمانی که میوه آن به رنگ قرمز رنگ و رسیده می‌شود، به رنگ‌های سرخ متمایل به بنفش و حنایی رنگ در می‌آید که زیبایی خاصی به این گیاه می‌دهد (Dorudi *et al*., 2005). به نظر می‌رسد که به همین دلیل مقدار رنگدانه کارتنوئید در آن بیشتر از دو رنگدانه دیگر باشد و چون رسیدگی میوه‌ها در پاییز است پس در فصل رویشی پاییز و اوایل زمستان مقدار این رنگدانه‌ها بیشتر از فصل بهار و تابستان است. این رنگدانه‌ها نقش مهمی در فتوسنتز گیاهان و در نتیجه حیات روی زمین را دارند بنابراین بررسی در مورد آن‌ها و عوامل تأثیر گذارشان ضروری به نظر می‌رسد.

۵. منابع

Alan Blackburn, G. 2007. Hyperspectral remote sensing of plant pigments. *Journal of Experimental Botany*., 58: 855–867.

Abdirad, S., Rezanejad, F. and Kalantari, K. F. 2011. The effect of different light intensities on callogenesis and calli pigments content of shoot and floral explants *of Rosa damascena* Mill. and *Rosa miniature*. *Journal of Agricultural Biotechnology*., 3: 43-65.

Archive of SID

www.SID.ir

chronic adyerse environmental conditions. *Journal of Experimental Botany*. 2-12.,

Mlodzinska, E. 2009. Survey of plant pigments: molecular and environmental determinants of plant. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*., 51: 7–16.

Mohammadi, M. Habibi, D. Ardakani, M. R. and Asgharzadeh, A. 2009. Effect of biological fertilizers, humic acid and superabsorbent polymer on chlorophyll content, lipid membrane and activity of superoxide dismutase and catalase enzymes in annual medic (*Medicago scutellata*) under cadmium toxicity. *Agronomy and Plant Breeding Journal.*, 6(2):65-79.

Mozaffar, A. 1974. Plant Physiology. University Press of Agriculture and Animal Husbandry of University.

Ozcan, M. and Haciseferogullari, H. 2004. A condiment [sumac (Rhus coriaria L.) fruits]:some physico-chemical properties. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*., 30: 74-84.

Rawashdeh, I. M., Ghzawi, A. L., Rawashdeh, N. Q., Khairallh, K., Al-Tawaha, A. R. and Salama, B. 2009. Genetic variation among sumac (Rhus Coriaria L.) samples collected from three locations in Jordan as revealed by AFLP markers. *Advances in Environmental Biology*., 3: 107-112.

Stuart, V., Sathyendranath, S., Platt, T., Maass, H. and D.Irwin, B. 1998. Pigments and species composition of natural phytoplankton populations: effect on the absorption spectra. *Journal of Plankton Research*., 20: 187-217.

Ustin, S., Gitelson, A. A., Jacquemoud, S., Schaepman, M., Asner, G., Gamon, J. and Zarco-Tejada, P. 2009. Retrieval of foliar information about plant pigment systems from high resolution spectroscopy. *Remote Sensing of Environment*., 113: 67–77.

Yanagi, K. and Koyama, T. 1971. Thin layer chromatographic method for determining plant pigments in marine particulate matter, and ecological significance of the results. *Geochemical Journal*., 5: 23–37.

Zahedi, A. 1967. Photosynthesis. Tehran University Press.

Zaker, A., Lahouti, M. Abrishamchi, P. and Ejtehadi, H. 2005. Study on the effects of Cr^{+3} and Cr^{+6} accumulation on growth and chlorophyll content in

Arnon D. T. 1949. Copper enzymes in isolation chloroplast phenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*., 24: 1- 15.

Connell, S. L. and Al-Hamdani, S. H. 2001. Selected physiological responses of kudzu to different chromium concentrations. *Canadian Journal of Plant Science*., 81:33-58.

Dere, S., Gunes, T. and Sivaci, R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll - a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany*., 22: 13-17.

Dorudi, H., Akbarinia, M. Jalali, S.G. and Khosrowgerdi, A. 2008. Effects of cutting diameter and media on rooting and survival of sumac cutting (*Rhus coriaria* L.). *Iranian Journal of Biology*., 2: 1-7.

Heidari Sharif-Abad, H. 2001. Plants and Salinity. Research Institute of Forests and Rangelands Press.

Hopkins, W. J. Ahmadi, A. Ehsanzadeh, P. and Jabari, F. 2004. Introduction to Plant Physiology, Tehran University. Institute of Publishing and Printing.

Javaheri, SH., Abdollahian-Noghabi, Kashani, M. A. Noshad, H. and Habibi, D. 2011. Effect of leaf position and age on the nitrogen content and chlorophyll meter values in sugar beet. *Iranian Journal of Field Crop Science*., 13: 87-98.

Kadam, V. B., Wadikar, M. S. and Ahire, P. P. 2008. Bio-chemical analysis of leaves of some medicinal plants of Laling forest. Dhule District (M.S.), India. *Journal Plant Archives*., 8:293-294.

Kawamitsu, Y. Sinh, R. K., Nelson, B. J., Tamaki, Y. and Murayama, S. 1999. Effects of nitrogen supply growth characteristics and leaf photosynthesis in sugarcane. *Faculty of Agriculture, University of the Ryukys*., 46: 1-14.

Lahooti, M., 1988. Principles of Plant Physiology. Publisher by Astan Quds Razavi, Mashhad, Iran.

Masuda, T., Tanaka, A. and Melis, A. 2002. Chlorophyll antenna size adjustments by irradiance in *Dunaliella salina* involve coordinate regulation of chlorophyll a oxygenase (CAO) and Lhcb gene expression. *U.S. DOE Hydrogen Program Review*., 1-22.

Misyura, M., Colasanti, J. and Rothstein, S. J. 2012. Physiological and genetic analysis of *Arabidopsis thaliana* anthocyanin biosynthesis mutants under

Archive of SID

www.SID.ir

parsley (*Petroselinum crispum*). *Iranian Journal of Biology*., 18:101-109.

Archive of SID

www.SID.ir