

تخمین مقدار کلروفیل برگ گل کاغذی با استفاده از عدد SPAD 502

مرجان پرنیان^۱، عبدالامیر معزی^۲، مجتبی نوروزی مصیر^۲، مهرانگیز چهارازی^۲
۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و عضو هیئت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

رنگ سبز گیاه از شاخص‌های سلامتی و فعالیت مناسب گیاه و معمولاً تحت اثر عوامل محیطی (سرما، گرما، بیماری‌ها و غیره) و همچنین عوامل فیزیولوژیک گیاهی است. دستگاه تخمین گر رنگ برگ (SPAD) امکان تشخیص کمترین تغییر در بازتاب‌های طیفی رنگ برگ و معاقب آن کلروفیل را فراهم کرده است. این پژوهش با نمونه‌گیری برگ‌های گل کاغذی، یکی از فراوان‌ترین و با اهمیت‌ترین گیاهان فضای سبز شهر اهواز، ارتباط عدد SPAD 502 با مقدار کلروفیل a و b در برگ‌های بالغ بررسی شد. نتایج پژوهش نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین مقدار عدد SPAD و مقدار کلروفیل a و b برگ‌های بالغ گل کاغذی وجود دارد، این ارتباط برای مقادیر کلروفیل a قوی‌تر از کلروفیل b بوده و همچنین با توجه به مقدار R^2 بیش از ۰/۷۰، برای هر دو با استفاده از رابطه خطی حاصل از برازش آماری داده‌ها می‌توان مقدار کلروفیل a و b را در محل تخمین زد.

واژه‌های کلیدی: SPAD 502، کلروفیل a ، کلروفیل b ، گل کاغذی.

مقدمه

رنگ سبز گیاه از شاخص‌های سلامتی و فعالیت مناسب گیاه و معمولاً تحت اثر عوامل محیطی (سرما، گرما، بیماری‌ها و غیره) و همچنین عوامل فیزیولوژیک گیاهی است. این رنگ سبز تا حدود زیادی منعکس‌کننده‌ی مقدار و میزان فعالیت کلروفیل در گیاهان سبز است (Uddling et al., 2007). لذا دستگاه‌های تخمین‌گری برای تخمین مقدار کلروفیل و به کمک بازتاب‌های طیفی از گیاهان ابداع و توسعه یافت.

کلروفیل عامل اصلی تامین انرژی از نور برای گیاهان سبز است لذا اهمیت آن برای حیات و بقای گیاه بر هیچکس پوشیده نیست. مقدار کلروفیل یا همان عامل اصلی سبزی گیاه وابستگی شدیدی به عوامل تغذیه‌ای دارد و خود را به صورت کاهش بازتاب‌های طیف‌های وابسته به میزان کلروفیل نشان می‌دهد. اغلب این تاثیر طیفی ناشی از کمبود عناصر غذایی، کمبود فرم مناسب عناصر غذایی و یا عدم عملکرد نامناسب عناصر غذایی در گیاهان در اثر دیگر عوامل در گیاهان است (خوشگفتارمنش، ۱۳۸۶). برای مثال با کاهش نیتروژن معمولاً کاهش مقدار کلروفیل در برگ‌ها مشاهده می‌شود، اما لازم به توجه است که در اغلب موارد به علت توانایی کم چشم انسان در تشخیص و تفکیک آن طیف‌ها، فقط در حالات پیش‌رفته کمبود عناصر قابل تشخیص است (Nguy-Robertson et al., 2015).

دستگاه تخمین‌گر عددی رنگ برگ (SPAD) امکان تشخیص کمترین تغییر در بازتاب‌های طیفی کلروفیل را فراهم کرده است. پس با همین فرض می‌توان کمترین مقدارهای تغییرات طیفی در کلروفیل برگ‌های را تخمین زد (Coste et al., 2010). لازم به توجه است که، کاهش کلروفیل وابستگی شدید به کمبود عناصری غذایی نیتروژن، گوگرد، منیزیم و آهن دارد (خوشگفتارمنش، ۱۳۸۶). علت این وابستگی شدید، ساختار پروتئینی پیش‌سازهای آن در پلاست‌ها است که تولیدی وابسته به وجود دو عنصر پرمصرف نیتروژن و گوگرد دارد. همچنین وابستگی تشکیل آن به منیزیم و وابستگی عملکردی بسیار شدید این رنگیزه به فراهمی آهن، اصلی‌ترین عوامل بروز پدیده کاهش مقدار کلروفیل و رنگ پریده شدن گیاه (Chlorosis) است (Taiz et al., 2015). با توجه به اهمیت کلروفیل در سلامت گیاه و سهل نبودن اندازه‌گیری آن، این پژوهش با هدف بررسی ارتباط مقادیر سهل‌الوصول SPAD 502 و کلروفیل a و b در گیاه گل کاغذی، از گیاهان معمول و فراوان فضای سبز اهواز انجام شد.

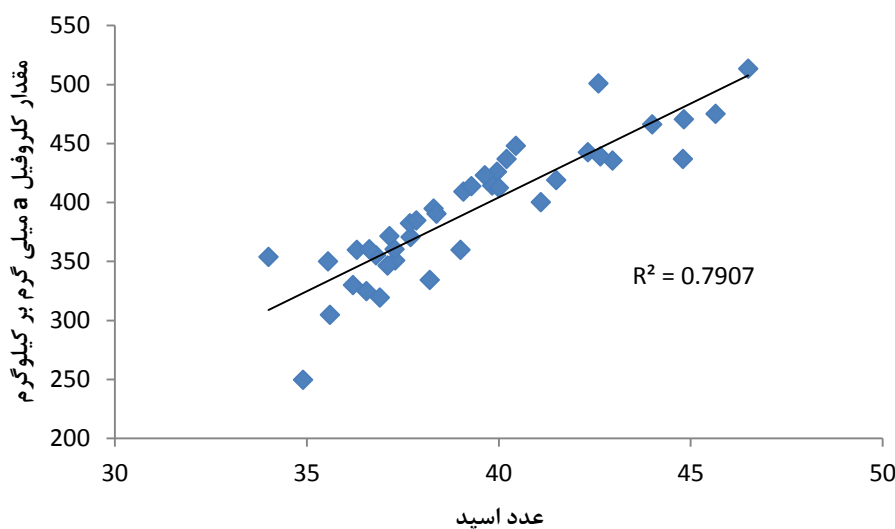
مواد و روش‌ها

نمونه برداری:

گیاهان استفاده شده در تخمین غلظت عناصر و همچنین تخمین مقدار کلروفیل اغلب از دسته گیاهان زراعی و صنعتی بوده است (زنداندی و همکاران، ۲۰۱۶؛ والنترینزی و همکاران، ۲۰۱۵؛ کاست و همکاران، ۲۰۱۰ و آدلینگ و همکاران، ۲۰۰۷). اما با توجه به اهمیت گیاهان زینتی در بهبود محیط زندگی بشر و افزایش طراوت شهرها، برای انجام این آزمایش گل کاغذی از گونه‌های گیاهی فراوان در فضای سبز اهواز انتخاب شد. ۴۰ نمونه از برگ‌های گیاهان واقع شده در نقاط مختلف فضای سبز از برگ‌های بالغ جمع‌آوری گردید. در ادامه و پس از تمیز کردن برگ‌ها از گرد و غبار، عدد اسپد هر برگ با دستگاه SPAD 502 قرائت شد (Cakmak et al., 2009). سپس برگ‌ها به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل و توزین گردید. از نمونه مخلوط برگ‌های هر گیاه کلروفیل کل به روش آرنون اندازه گرفته شد (Arnon, 1967). در پایان داده‌های حاصله به کمک نرم‌افزار آماری مناسب برازش داده شد و معادله برازش، همچنین ضریب تبیین محاسبه و گزارش شد.

نتایج و بحث

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، مقدار کلروفیل a با عدد اسپد از لحاظ آماری مرتبط می‌باشد. همچنین مقادیر به دست آمده از کلروفیل a با R^2 نزدیک به ۰/۸ با معادله خطی مستقیم و درجه اول مرتبط است. با توجه به شکل یک می‌توان دریافت که استفاده از یک معادلات اشاره شده در جدول ۱ با اطمینان آماری نسبتاً بالایی می‌توان از عدد اسپد مقدار کلروفیل a را در گیاه گل کاغذی در همان محل رویش تخمین زد.



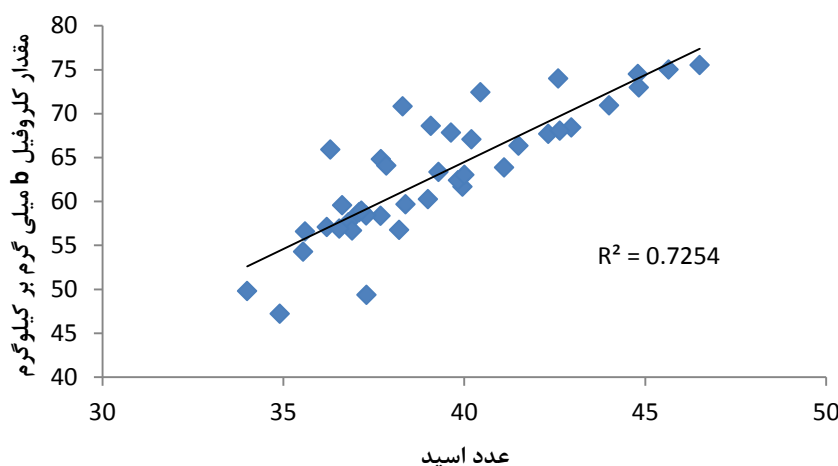
شکل ۱- ارتباط مقدار کلروفیل a و عدد اسپد در گل کاغذی

جدول ۱- معادلات برازش شده ارتباط عدد اسپد و مقدار کلروفیل a

معادله	R^2
--------	-------

$y = 15.931x - 232.87$	0.79
$y = 79.169e^{0.0405x}$	0.75
$y = 640.37\ln(x) - 1955.8$	0.80
$y = -0.5942x^2 + 63.752x - 1189$	0.80
$y = 0.9722x^{1.6336}$	0.76

همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است، مقدار کلروفیل a با عدد اسپد از لحاظ آماری مرتبط می‌باشد. همچنین مقادیر به دست آمده از کلروفیل b با R^2 بیش از ۰/۷ با معادله خطی مستقیم و درجه اول مرتبط است. با توجه به شکل یک می‌توان دریافت که استفاده از یک معادلات اشاره شده در جدول ۲ با اطمینان آماری نسبتاً بالایی می‌توان از عدد اسپد مقدار کلروفیل a را در گیاه گل کاغذی در همان محل رویش تخمین زد.



شکل ۲- ارتباط مقدار کلروفیل b و عدد اسپد در گل کاغذی

جدول ۲- معادلات برازش شده ارتباط عدد اسپد و مقدار کلروفیل b

معادله	R^2
$y = 1.9811x - 14.75$	0.73
$y = 18.191e^{0.0315x}$	0.70
$y = 79.73\ln(x) - 229.36$	0.73
$y = -0.0856x^2 + 8.869x - 152.46$	0.74
$y = 0.5939x^{1.2702}$	0.71

با توجه به نتایج حاصله از برازش عدد اسپد با مقادیر کلروفیل a و b می‌توان بیان داشت که ارتباط از لحاظ آماری چنان قوی‌ست که می‌توان با استفاده از معادلات ساده حاصل شده در محل قرائت عدد اسپد و بدون نیاز به انتقال برگ‌ها به آزمایشگاه

مقادیر کلروفیل a و b را با دقت بالایی تخمین زد. آدلینگ و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی برگ‌های سه گونه گیاهی به بررسی ارتباط مقادیر کلروفیل و مقادیر SPAD 502 پرداختند. ایشان در نتایج خود بیان داشتند که رابطه مقادیر اسید با کلروفیل رابطه خطی نداشت، همچنین چنین اظهار داشتند که مقادیر اسید در گیاهان گندم و درخت توس رابطه قوی با R^2 نزدیک به ۰/۹ اما در سیب زمینی این ارتباط چندان قوی نبود و مقدار R^2 تقریباً با مقدار ۰/۵ برابر شد. ایشان کالیبراسیون جداگانه مقادیر اسید را برای هر گونه گیاهی توصیه کردند (Uddling et al., 2007). کاست و همکاران (۲۰۱۰) کالیبراسیون مقادیر کلروفیل و مقادیر SPAD 502 برای ۱۳ گونه درختی جنگل‌های استوایی گینه فرانسوی را انجام دادند. ایشان ضمن بررسی مدل‌های خطی معمول، پلی‌نامینان و مدل نمایی، توانستند با مدل ویژه‌ی آماری هموگرافیک که به کار بردند به R^2 نزدیک به ۰/۹ دست یافتند (Coste et al., 2010). جواهری و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی با هدف بررسی رابطه میان غلظت کلروفیل برگ و عملکرد چغندر قند با استفاده از کلروفیل متر دستی (SPAD)، بیان داشتند، مقادیر قرائت شده از کلروفیل متر با میزان نیتروژن مضره در ریشه ارتباط داشت به طوری که در بالاترین عدد قرائت شده توسط SPAD که معادل ۴۴ بود، درصد قند به پایین‌ترین مقدار خود یعنی ۱۵/۹ رسید. همچنین در نتایج مشخص شد که، در این آزمایش بالاترین عملکرد ریشه مربوط به ۸۹/۲ تن ریشه در هکتار بود و عدد قرائت شده از دستگاه در این سطح کودی در مرحله ۱۵-۱۲ برگی معادل ۴۱/۲ بود. ایشان نتیجه گرفتند که، با توجه به نتایج به دست آمده با بررسی رابطه عملکرد و اعداد قرائت شده از کلروفیل متر می‌توان از وضعیت عملکرد گیاه آگاه شد و کلروفیل متر با مطالعات بیشتر در آینده می‌تواند به عنوان یک روش ساده، سریع و غیرتخریبی در ارزیابی وضعیت عملکرد مورد استفاده قرار گیرد و به زمان مناسب برداشت مزرعه کمک کند (جواهری و همکاران، ۱۳۹۰).

نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری مقادیر اسید می‌تواند با توجه به توصیف عددی بازتاب نوری برگ می‌تواند وضعیت ظاهری و سلامت را نشان دهد. کلروفیل نیز یکی از اصلی‌ترین شاخص‌های مورد نیاز جهت اندازه‌گیری در گیاه است که می‌توان آن را به کمک عدد اسید تخمین زد. با توجه به یافته‌های حاصل از این پژوهش می‌توان بیان کرد که به ساده امکان تخمین مقادیر کلروفیل a و b گیاه گل کاغذی وجود دارد به نحوی که نیازی به انتقال برگ‌ها به آزمایشگاه نبوده و در محل تخمین نسبتاً دقیق مقادیر کلروفیل a و b ممکن است.

منابع

جواهری ش.، عبدالهیان نوقابی م.، کاشانی ع.، حبیبی د.، نوشاد ح. ۱۳۹۰. بررسی رابطه میان غلظت کلروفیل برگ و عملکرد چغندر قند با استفاده از کلروفیل متر دستی (SPAD). یافته‌های نوین کشاورزی، دوره ۵، شماره ۴ (۲۰)، صفحه ۳۵۵ - ۳۶۵.

خوشگفتارمنش ا. ح. مبانی تغذیه گیاه. ۱۳۸۶. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

- Arnon A. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal* 1967; 23: 112-121.
- Cakmak I, Yazici A, Tutus Y, Ozturk L. Glyphosate reduced seed and leaf concentrations of calcium, manganese, magnesium, and iron in non-glyphosate resistant soybean. *European Journal of Agronomy* 2009; 31: 114-119.
- Coste S, Baraloto C, Leroy C, Marcon É, Renaud A, Richardson AD, et al. Assessing foliar chlorophyll contents with the SPAD-502 chlorophyll meter: a calibration test with thirteen tree species of tropical rainforest in French Guiana. *Annals of Forest Science* 2010; 67: 607.
- Nguy-Robertson A, Peng Y, Arkebauer T, Scooby D, Schepers J, Gitelson A. Using a Simple Leaf Color Chart to Estimate Leaf and Canopy Chlorophyll a Content in Maize (*Zea mays*). *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 2015; 46: 2734-2745.
- Taiz L, Zeiger E, Møller IM, Murphy A. *Plant physiology and development*: Sinauer Associates, Incorporated, 2015.
- Uddling J, Gelang-Alfredsson J, Piikki K, Pleijel H. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. *Photosynthesis research* 2007; 91: 37-46.

Estimation of chlorophyll content of *Bougainvillea fastuosa* using SPAD 502



M. Parnian, A.A. Moezi, M. Norouzi Masir, M. Chehrazi
Shahrood University of Technology, Ahvaz, Iran

Abstract:

The green color of the plant is a plant health indicator and is usually influenced by environmental factors (cold, heat, diseases, etc.) as well as plant physiological factors. The SPAD provides the ability to detect the slightest change in the reflection of the color spectra of the leaves, also could use to estimate the corresponding chlorophyll content. This research was carried out by sampling the leaf of *Bougainvillea fastuosa*, one of the most abundant and most important green space plants in Ahwaz city of Iran, the association of SPAD 502 with chlorophyll a and b in mature leaves. The results of this study showed that there is a significant relationship between the amount of SPAD number and the amount of chlorophyll a and b. Furthermore, this relation is stronger for chlorophyll a than chlorophyll b, and also with respect to the R^2 value, more than 0.7 for them; in situ estimates of the chlorophyll a and b values can be obtained from statistical equations of the study.

Keywords: SPAD 502, *Bougainvillea fastuosa*, Chlorophyll a, Chlorophyll b.