

شیمی رنگ برگ گیاهان

اصغر بدافی

دبیر شیمی ناحیه ۳ قم

a.bodaghi1347@gmail.com

چکیده

شیمی تغییر رنگ برگ گیاهان بسیار پیچیده است. مقدار کلروفیل برگ از ابتدای تابستان به تدریج کاهش پیدا می کند و جانشین رنگدانه های دیگر می شود. علت کاهش کلروفیل برگ، کوتاه شدن طول روز است. تغییر رنگ برگها از سبز به رنگهای زرد، نارنجی، قرمز و... است. عواملی مانند دما، اسیدیته و غیره بر تغییر رنگ برگها اثر می گذارد.

کلیدواژه ها: کلروفیل، پورفیرین، فلاوونوئید، کاروتنوئید، تنین.

مقدمه

تغییر سالانه رنگ برگ درختان در واقع پس از طولانی ترین روز سال یعنی از روز اول تابستان یعنی هنگامی که ما در ظاهر هنوز تغییری را مشاهده نمی کنیم شروع می شود. اما تغییرات درونی به سرعت در حال انجام اند و سرانجام رنگ برگها را به سمت رنگهای درخشان پاییزی سوق می دهند.

تغییرات شیمیایی که برگها را از سبز روشن در بهار به سبز تیره در تابستان و به رنگهای پاییزی سوق می دهد بسیار پیچیده اند. رنگدانه سبز در کلروفیل به تدریج کاهش می یابد و رنگدانه های دیگر جانشین آن می شوند. رنگ دقیق گونه های مختلف گیاهی متفاوت است.

بیشتر این رنگدانه های موجود در برگها زرد هستند. برگهایی که مقادیر مناسبی از آنتوسیانین ها و کاروتنوئیدها را داشته باشند، به رنگ نارنجی آشکار می شوند.

برگهایی که کاروتنوئید دارند، اما مقدار آنتوسیانین در آن ها کم یا هیچ باشد به رنگ زرد آشکار می شوند. در غیاب این رنگدانه ها، دیگر مواد شیمیایی گیاهی نیز می توانند بر رنگ برگها اثر بگذارند. یک مثال در این زمینه تنین ها هستند که مسئول رنگ خرمایی (رنگ مایل به قهوه ایی) برخی بلوطها هستند.

دما بر سرعت واکنش های شیمیایی اثر می گذارد، بنابراین دما در رنگ برگ نقش دارد. به هر حال، اساساً نور مسئول رنگ برگ گیاهان در پاییز است. روزهای آفتابی پاییز برای نمایش درخشان ترین رنگها مناسب اند، زیرا آنتوسیانین ها به نور نیاز دارند. روزهای ابری به رنگهای زرد و قهوه ای بیشتری منجر می شوند.

شیمی رنگ پاییزی برگها

رنگ برگ نتیجه برهم کنش رنگدانه های متفاوت تولید شده توسط گیاه است. انواع اصلی رنگدانه های مسئول رنگ برگ شامل پورفیرین ها، کاروتنوئیدها و فلاوونوئیدها هستند. رنگی که ما مشاهده می کنیم به مقدار و نوع رنگدانه هایی بستگی دارد که در برگ وجود دارند. برهمکنش های شیمیایی داخل گیاه به ویژه در پاسخ به اسیدیته، نیز بر رنگ اثر می گذارد.

چرا رنگ برگ درختان در پاییز تغییر می کند

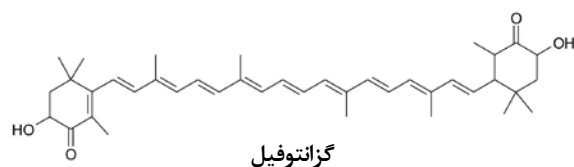
هنگامی که برگها سبزند، به این علت است که برگها مقدار زیادی کلروفیل دارند. در برگهای زنده و فعال مقدار زیادی کلروفیل وجود دارد که رنگ سبز، دیگر رنگدانه های موجود در برگ را می پوشاند. نور تولید کلروفیل را تنظیم می کند، بنابراین

برگهایی که کاروتنوئید دارند، اما مقدار آنتوسیانین در آن ها کم یا هیچ باشد به رنگ زرد آشکار می شوند. در غیاب این رنگدانه ها، دیگر مواد شیمیایی گیاهی نیز می توانند بر رنگ برگها اثر بگذارند

همچنان که روزهای پاییزی کوتاه تر می شوند، کلروفیل کمتری تولید می شود. سرعت تجزیه کلروفیل ثابت می ماند، به طوری که رنگ سبز شروع به ناپدید شدن می کند.

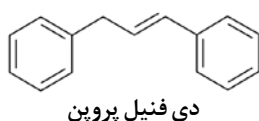
در همین زمان، غلظت مواد فنودی در گیاه باعث افزایش تولید رنگدانه های آنتوسیانین می شود. برگهای دارنده آنتوسیانین ابتدایی به رنگ قرمز درمی آیند. کاروتنوئیدها طبقه دیگری از رنگدانه های موجود در برخی برگها هستند. تولید کاروتنوئیدها به نور بستگی ندارد، بنابراین میزان آن ها در روزهای کوتاه پاییزی کم نمی شود. کاروتنوئیدها می توانند نارنجی، زرد یا قرمز باشند اما

فعال وجود دارند. همچنین کاروتنوئیدها در مقایسه با کلروفیل بسیار آرام تجزیه می‌شوند.



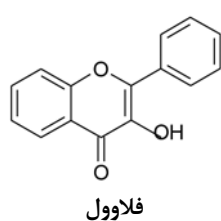
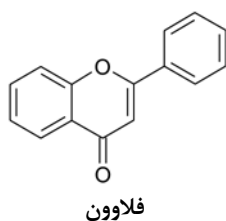
فلاوونوئی

فلاوونوئیدها محتوی یک واحد فرعی دی فنیل پروپن هستند.



نمونه فلاوونوئیدها شامل فلاون و فلاوول است، که زرد رنگ هستند و آنتوسیانین‌ها که بسته به pH ممکن است به رنگ‌های قرمز، آبی یا ارغوانی باشند.

لیکوپن (قرمز) و گزانتوفیل (زرد) نمونه‌هایی از کاروتنوئیدها هستند که در برگ‌ها پیدا شده‌اند. گیاه برای تولید کاروتنوئیدها نیازی به نور خورشید ندارد، بنابراین این رنگدانه‌ها همیشه در گیاه زنده و فعال وجود دارند

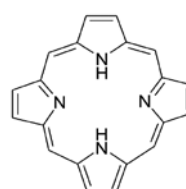


آنتوسیانین‌ها، مانند سیانیدین، یک پوشش محافظ در برابر نور خورشید برای گیاه فراهم می‌کند. از آنجا که ساختار مولکولی یک آنتوسیانین شامل یک ماده قندی است، تولید این طبقه از رنگدانه‌ها به میزان در دسترس بودن کربوهیدرات‌ها در گیاه بستگی دارد. رنگ آنتوسیانین با pH تغییر می‌کند، به طوری که اسیدیته خاک بر رنگ برگ اثر می‌گذارد. تولید آنتوسیانین نیز به نور خورشید نیاز دارد، همچنان که روزهای آفتابی برای برگ‌های درخشان پاییزی لازم است.

نوع رنگدانه	نوع ترکیب	رنگ‌ها
پورفیرین	کلروفیل	سبز
کاروتنوئید	کاروتن و لیکوپن	زرد، نارنجی، قرمز
	گزانتوفیل	زرد
فلاوونوئید	فلاون	زرد
	فلاونول	زرد
	آنتوسیانین	قرمز، آبی، ارغوانی، قرمز ارغوانی تیره

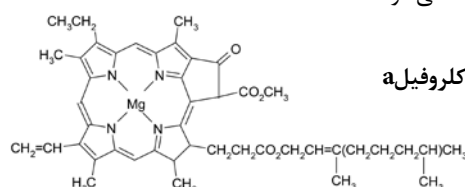
پورفیرین‌ها

همه پورفیرین‌ها ساختار حلقوی زیر را دارند.



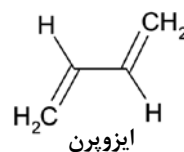
حلقه پورفیرین

پورفیرین ابتدایی در برگ نوعی رنگدانه سبز به نام کلروفیل است. کلروفیل در واکنش به نور خورشید تولید می‌شود. همان‌طور که فصل‌ها تغییر می‌کنند و مقدار نور خورشید کاهش می‌یابد، کلروفیل کمتری تولید می‌شود و برگ‌ها رنگ سبز کمتری آشکار می‌کنند. کلروفیل با سرعت ثابتی به ترکیب‌های ساده‌تری می‌شکند، بنابراین رنگ سبز برگ به تدریج ناپدید می‌شود تا اینکه تولید کلروفیل کند و متوقف می‌شود.

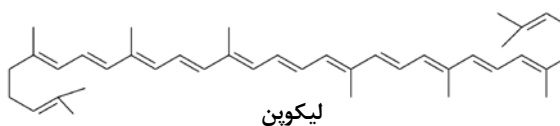


کاروتنوئیدها

کاروتنوئیدها، ترپن‌هایی هستند که از واحدهای فرعی ایزوپرن ساخته می‌شوند.



لیکوپن (قرمز) و گزانتوفیل (زرد) نمونه‌هایی از کاروتنوئیدها هستند که در برگ‌ها پیدا شده‌اند. گیاه برای تولید کاروتنوئیدها نیازی به نور خورشید ندارد، بنابراین این رنگدانه‌ها همیشه در گیاه زنده و



با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات و تکنولوژی کمک آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند:

مجله‌های دانش‌آموزی

(به صورت ماه‌نامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

- رشد کودک** (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه اول دوره دبستان)
- رشد نوآموز** (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره دبستان)
- رشد دانش‌آموز** (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دوره دبستان)
- رشد نوجوان** (برای دانش‌آموزان دوره راهنمایی تحصیلی)
- رشد جوان** (برای دانش‌آموزان دوره متوسطه و پیش‌دانشگاهی)

مجله‌های بزرگسال عمومی

(به صورت ماه‌نامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

- رشد آموزش ابتدایی ♦ رشد آموزش راهنمایی تحصیلی ♦ رشد تکنولوژی آموزشی ♦ رشد مدرسه فردا ♦ رشد مدیریت مدرسه ♦ رشد معلم

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی

(به صورت فصل‌نامه و چهار شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

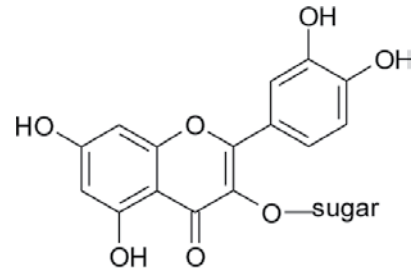
مجله‌های بزرگسال اختصاصی

- ♦ رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره راهنمایی تحصیلی)
- ♦ رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره متوسطه)
- ♦ رشد آموزش قرآن
- ♦ رشد آموزش معارف اسلامی
- ♦ رشد آموزش زبان و ادب فارسی
- ♦ رشد آموزش هنر
- ♦ رشد آموزش مشاور مدرسه
- ♦ رشد آموزش تربیت بدنی
- ♦ رشد آموزش علوم اجتماعی
- ♦ رشد آموزش تاریخ
- ♦ رشد آموزش جغرافیا
- ♦ رشد آموزش زبان
- ♦ رشد آموزش ریاضی
- ♦ رشد آموزش فیزیک
- ♦ رشد آموزش شیمی
- ♦ رشد آموزش زیست‌شناسی
- ♦ رشد آموزش زمین‌شناسی
- ♦ رشد آموزش فنی و حرفه‌ای
- ♦ رشد آموزش پیش‌دبستانی

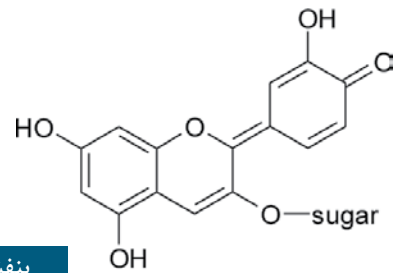
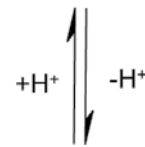
مجله‌های رشد عمومی و تخصصی، برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جویان مراکز تربیت معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شوند.

♦ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی.

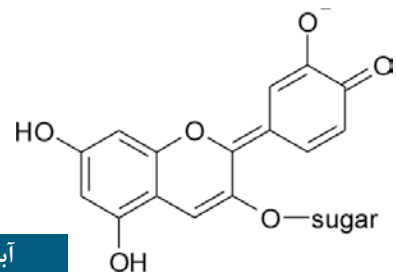
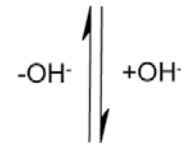
♦ تلفن و نمابر: ۰۲۱ - ۸۸۳۰۱۴۷۸



قرمز در $\text{pH} < 3$



بنفش در $\text{pH} 7-8$



آبی در $\text{pH} > 11$

سیانیدین

منابع

1. Davidson, E. A., K. Savage, L. V. Verchot, and R. Navarro (2002), Minimize artifacts and biases in chamber-based measurements of soil respiration. *Agric. For. Meteorol.*, 113, 21-37.
2. LI-COR, (2004), LI-8100 Instruction Manual, LI-8100 automated soil CO₂ flux system. LI-COR, Inc., Lincoln, NE, USA 68504.
3. Livingston, G. P., and G. L. Hutchinson (1995), Enclosure-based measurement of trace gas exchange: Applications and sources of error, in *Biogenic Trace Gases Measuring Emissions from Soil and Water*, edited by P. A. Matson and R. C. Harriss, pp. 14-51, Blackwell Scientific Publications, Oxford.