

# فیزیولوژی و نمو گیاهی

جلد اول

(ویرایش ششم، ۲۰۱۵)

نویسندگان

لینکلن تائز، ادواردو زایگر  
آین ماکس مولر، آنگوس مورفی

مترجمین

دکتر محمد کافی، دکتر عبدالمجید مهدوی دامغانی  
دکتر بهنام کامکار، دکتر مجید جامی الاحمدی

سرشناسه	: تایز، لینکلن -
عنوان و نام پدیدآور	: فیزیولوژی و نمو گیاهی (جلد اول) / تألیف لینکلن تایز، ادواردو زایگر، آین ماکس مولر، آنگوس مورفی، ترجمه محمد کافی، عبدالمجید مهدوی دامغانی، بهنام کامکار و مجید جامی‌الأحمدی
مشخصات نشر	: مشهد، جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۶۴۰+۲۴ ص. مصور، جدول، نمودار، صفحات رنگی.
فروست	: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد؛ ۵۲۷: کشاورزی؛ ۲۲۲.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۳۲۴-۳۴۹-۴
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: فیزیولوژی گیاهی
موضوع	: رشد و نمو گیاهی
شناسه افزوده	: زایگر، ادواردو؛ مولر، آین ماکس؛ مورفی آنگوس؛ نویسندگان همکار.
شناسه افزوده	: کافی، محمد؛ مهدوی دامغانی، عبدالمجید؛ کامکار، بهنام؛ جامی‌الأحمدی مجید؛ مترجمان
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۴ ؛ ۹۵ف۳۵ / ت ۷۱۱/۲ QK
رده بندی دیویی	: ۵۷۱/۲



انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

مشهد میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی، سازمان مرکزی جهاد دانشگاهی مشهد

ص. پ. ۱۳۷۶-۹۱۷۷۵ تلفن ۳۸۳۲۳۶۷ مرکز پخش ۳۸۴۲۲۳۰

فروشگاه یک: ۳۸۴۱۸۰۷۰ فروشگاه دو: ۳۸۸۲۹۵۸۹ فروشگاه سه: ۳۸۴۰۳۴۶۳

www.jdmpress.com info@jdmpress.com

**فیزیولوژی و نمو گیاهی (جلد اول)**

نوشته: تایز، زایگر، مولر، مورفی

مترجمان: دکتر محمد کافی، دکتر عبدالمجید مهدوی دامغانی،

دکتر بهنام کامکار، دکتر مجید جامی‌الأحمدی

حروفچینی: واژگان خرد / چاپ و صحافی: دانشگاه فردوسی مشهد

چاپ سوم زمستان ۱۳۹۸ / ۱۰۰۰ نسخه / شماره نشر ۵۲۷

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۳۲۴-۳۴۹-۴ ISBN: 978-964-324-349-4

کلیه حقوق نشر برای ناشر محفوظ است.

قیمت: ۷۸۰/۰۰۰ ریال

## به نام خداوند جان و خرد

کتاب بزرگترین دستاورد فرهنگی بشر است. دانش بشری مدیون هزاران هزار کتابی است که در طول تاریخ با رنج و تلاش فراوان گرد آمده‌اند. کتاب تداوم معرفت علمی انسان است که سرانجام به تراکم دانش و بروز دگرگونی‌های تمدنی می‌انجامد.

جهاد دانشگاهی مشهد بر این باور است که نخستین گام در راه بهبود ساختارهای اقتصادی- اجتماعی و توسعه کشور، دستیابی به تازه‌های دانش و نشر یافته‌های پژوهشگران است. کتاب حاضر پانصد و بیست و هفتمین اثری است که با همین رویکرد منتشر می‌شود. رهنمودهای خوانندگان فرهیخته می‌تواند ما را در ارتقای سطح کیفی و کمی این آثار یاری نماید.

انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

## فهرست

پیشگفتار نویسندگان.....	۲۲
پیشگفتار مترجمین.....	۲۴
<b>۱ معماری گیاه و سلول.....</b>	<b>۲۵</b>
فرایندهای زندگی گیاه: مبانی وحدت زا.....	۲۶
طبقه‌بندی گیاه و چرخه‌های حیات.....	۲۷
چرخه‌های زندگی گیاه بین نسل‌های دیپلوئید و هاپلوئید تبادل می‌شود.....	۲۸
مروری بر ساختار گیاه.....	۳۲
سلول‌های گیاهی با دیواره سلولی سخت احاطه شده‌اند.....	۳۲
پلاسمودسماها حرکت آزاد مولکول‌ها را بین سلول‌ها تنظیم می‌کنند.....	۳۴
سلول‌های جدید در بافت‌های در حال تقسیم به‌نام مریستم منشأ می‌گیرند.....	۳۷
اندامک‌های سلول گیاهی.....	۴۰
غشاهای زیستی دو لایه فسفولیپیدی محتوی پروتئین هستند.....	۴۰
سیستم غشایی درونی.....	۴۵
عمده مواد ژنتیکی در هسته قرار دارد.....	۴۵
بیان ژن شامل نسخه‌برداری (رونویسی) و ترجمه است.....	۴۹
شبکه آندوپلاسمی شبکه‌ای از غشاهای داخلی است.....	۵۱
ترشح پروتئین‌ها از سلول‌ها با ER زبر شروع می‌شود.....	۵۴
گلیکوپروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدهای صادراتی در دستگاه گلژی پردازش می‌شوند.....	۵۵
غشای پلاسمایی نواحی تخصصی شده‌ای دارد که در بازچرخش غشا دخیل هستند.....	۵۸
واکونل‌ها کارکردهای متنوعی در سلول‌های گیاهی دارند.....	۵۹

- ۶۱.....اندامک‌های خودتقسیم‌شونده و خودترکیب‌شونده مستقل از سیستم غشای داخلی
- ۶۱.....اجسام روغنی، اندامک‌های ذخیره‌کننده لیپید هستند
- ۶۲.....اجسام ریز (میکروبادی‌ها) نقش‌های متابولیکی ویژه‌ای در برگ‌ها و بذرها انجام می‌دهند
- ۶۴.....اندامک‌های تقسیم‌شونده نیمه‌خودمختار
- ۶۸.....پروپلاستیدها در بافت‌های گیاهی مختلف به پلاستیدهای تخصصی تبدیل می‌شوند
- ۶۹.....تقسیم کلروپلاستی و میتوکندریایی مستقل از تقسیم هسته هستند
- ۷۰.....اسکلت سلولی گیاه
- ۷۰.....اسکلت سلولی گیاه محتوی ریزلوله‌ها (میکروتوبول‌ها) و ریزرشته‌ها (میکروفیلامن‌ها) است
- ۷۱.....اکتین، توبولین و پلیمرهای آنها دارای جریان ثابتی در سلول زنده هستند
- ۷۶.....ریزلوله‌های غشایی با حرکت درجا در اطراف سلول حرکت می‌کنند
- .....پروتئین‌های محرک اسکلت سلولی به‌عنوان واسطه برای جریان سیتوپلاسمی و حرکت هدایت‌شده اندامک عمل می‌کنند
- ۷۶.....تنظیم چرخه سلولی
- ۷۹.....هر مرحله از چرخه سلولی مجموعه خاصی از فعالیت‌های سلولی و بیوشیمیایی دارد
- ۸۲.....چرخه سلولی به‌وسیله سیکلین و کینازهای وابسته به سیکلین تنظیم می‌شود
- ۸۳.....میتوز و سیتوکینز با دخالت توأم ریزلوله‌ها و سیستم غشای درون سلولی انجام می‌شود
- ۸۷.....انواع سلول‌های گیاهی
- ۸۷.....بافت‌های پوستی سطح گیاهان را می‌پوشانند
- ۹۰.....بافت‌های زمینه‌ای پیکره گیاه را شکل می‌دهند
- ۹۴.....بافت‌های آوندی شبکه‌های انتقال بین بخش‌های مختلف گیاه را تشکیل می‌دهند
- ۹۷.....خلاصه
- ۱۰۰.....نکته‌های اینترنتی
- ۱۰۱.....منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر

- ۲ ساختار ژنوم و بیان ژن
- ۱۰۲.....ساختار ژنوم هسته‌ای
- ۱۰۳.....ژنوم هسته‌ای در درون کروماتین‌ها بسته‌بندی شده است
- ۱۰۴.....سانترومرها، تلومرها و نواحی سازمان‌دهنده هسته حاوی توالی‌های تکرار شونده هستند
- ۱۰۵.....ترانسپوزون‌ها توالی‌های متحرک درون ژنوم می‌باشند
- ۱۰۷.....سازمان‌دهی کروموزوم در هسته اینترفاز تصادفی نیست

- ۱۰۸..... میوز تعداد کروموزوم‌ها را نصف کرده و اجازه نوترکیبی آلل‌ها را می‌دهد.
- ۱۱۱..... پلی‌پلوئیدها حاوی چندین کپی از کل ژنوم هستند.
- ۱۱۵..... واکنش‌های فنوتیپی و فیزیولوژیکی به پلی‌پلوئیدی غیرقابل پیش‌بینی هستند.
- ۱۱۸..... نقش پلی‌پلوئیدی در تکامل هنوز نامشخص است.
- ۱۱۸..... ژنوم‌های سیتوپلاسمی گیاه: میتوکندری‌ها و پلاستیدها.
- ۱۱۸..... تئوری درون‌همزیستی منشأ ژنوم‌های سیتوپلاسمی را توصیف می‌کند.
- ۱۱۹..... ژنوم‌های اندامکی از نظر اندازه متغیر هستند.
- ۱۲۰..... ژنتیک‌های اندامکی از اصول مندلی پیروی نمی‌کنند.
- ۱۲۱..... تنظیم بیان ژن هسته‌ای در سطح رونویسی.
- ۱۲۱..... RNA پلیمراز II به ناحیه راه‌انداز اغلب ژن‌های کدکننده پروتئین متصل می‌شود.
- ۱۲۵..... توالی‌های نوکلئوتیدی حفاظت‌شده پیام اتمام رونویسی و پلی‌آدنیلایسون را ارسال می‌کنند.
- ۱۲۶..... تغییرات اپی‌ژنتیکی به تعیین فعالیت ژن کمک می‌کنند.
- ۱۲۷..... تنظیم پساترجمه‌ای بیان ژن هسته‌ای.
- ۱۲۷..... تمامی مولکول‌های RNA در معرض تجزیه قرار دارند.
- ۱۲۹..... RNAهای غیر کدکننده، فعالیت mRNA را از طریق مسیر RNA تداخل‌کننده (RNAi) تنظیم می‌کنند.
- ۱۳۴..... تداخل RNA ممکن است علائم اپی‌ژنتیکی را در سلول‌های زاینده تنظیم مجدد کند.
- ۱۳۵..... RNAهای کوچک و RNAi با آلودگی ویروسی مقابله می‌کنند.
- ۱۳۵..... هم‌مهارى یک پدیده خاموش‌سازی است که توسط RNA انجام می‌شود.
- ۱۳۶..... تنظیم پساترجمه‌ای طول عمر پروتئین‌ها را تعیین می‌کند.
- ۱۳۸..... ابزارهای مطالعه اعمال حیاتی ژن.
- ۱۳۸..... تجزیه و تحلیل جهش‌یافته می‌تواند به روشن ساختن عملکرد ژن کمک نماید.
- ۱۳۹..... تکنیک‌های مولکولی می‌توانند فعالیت ژن‌ها را اندازه‌گیری کنند.
- ۱۴۱..... امتزاج‌های ژنی ژن‌های گزارشگر را معرفی می‌کنند.
- ۱۴۴..... تغییر ژنتیکی گیاهان زراعی.
- ۱۴۶..... تراریخت‌ها می‌توانند سبب اعطای مقاومت به علف‌کش‌ها یا آفات گیاهی شوند.
- ۱۴۷..... موجودات تراریخته بحث‌برانگیز هستند.
- ۱۴۸..... خلاصه.
- ۱۵۰..... نکته‌های اینترنتی.
- ۱۵۰..... منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر.

## بخش I: انتقال و جابه‌جایی آب و مواد محلول

- ۳ آب و سلول‌های گیاهی..... ۱۵۳
- آب در زندگی گیاه..... ۱۵۳
- ساختمان و ویژگی‌های آب..... ۱۵۵
- آب یک مولکول قطبی است که پیوندهای هیدروژنی تشکیل می‌دهد..... ۱۵۵
- آب یک حلال عالی است..... ۱۵۶
- آب در مقایسه با اندازه‌اش، ویژگی‌های حرارتی متمایزی دارد..... ۱۵۶
- مولکول‌های آب هم‌چسبی سطح دارند..... ۱۵۷
- آب قدرت کششی زیادی دارد..... ۱۵۹
- انتشار و اسمز..... ۱۶۰
- انتشار حرکت خالص مولکول‌ها از طریق آشفتگی حرارتی تصادفی است..... ۱۶۰
- انتشار در فواصل کوتاه کارآمدتر است..... ۱۶۲
- اسمز حرکت خالص آب در عرض یک غشا با نفوذپذیری انتخابی را توصیف می‌کند..... ۱۶۳
- پتانسیل آب..... ۱۶۴
- پتانسیل شیمیایی آب وضعیت انرژی آزاد آب را نشان می‌دهد..... ۱۶۴
- سه عامل اصلی در پتانسیل آب سلول دخیل هستند..... ۱۶۵
- مواد محلول..... ۱۶۵
- فشار..... ۱۶۵
- گراننش..... ۱۶۶
- پتانسیل‌های آب را می‌توان اندازه‌گیری کرد..... ۱۶۶
- پتانسیل آب در سلول‌های گیاهی..... ۱۶۷
- آب در امتداد یک شیب پتانسیل به درون سلول وارد می‌شود..... ۱۶۷
- آب می‌تواند در پاسخ به شیب پتانسیل آب نیز از سلول خارج شود..... ۱۶۹
- پتانسیل آب و مؤلفه‌های آن بسته به شرایط رشد و موقعیت درون گیاه تغییر می‌کند..... ۱۷۱
- دیواره سلولی و ویژگی‌های غشاء..... ۱۷۱
- تغییرات اندک در حجم سلول گیاه به تغییرات بزرگ در فشار آماس می‌انجامد..... ۱۷۲
- سرعت به‌دست آوردن یا ازدست‌دادن آب در سلول‌ها تحت تأثیر هدایت هیدرولیکی غشای پلاسمایی است..... ۱۷۴
- آکوآپورین‌ها (مجاری آبی) حرکت آب از عرض غشای پلاسمایی را تسهیل می‌کنند..... ۱۷۵
- وضعیت آب در گیاه..... ۱۷۶

فرایندهای فیزیولوژیک تحت تأثیر وضعیت آب گیاه قرار می‌گیرند..... ۱۷۶

تجمع مواد محلول به حفظ آماس و حجم سلول کمک می‌کند..... ۱۷۶

خلاصه..... ۱۷۸

نکته‌های اینترنتی..... ۱۸۰

منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر..... ۱۸۰

**۴ موازنه آب در گیاهان..... ۱۸۱**

آب در خاک..... ۱۸۱

فشار هیدروستاتیک منفی در آب خاک، پتانسیل آب خاک را کاهش می‌دهد..... ۱۸۲

آب از طریق جریان توده‌ای در سرتاسر خاک حرکت می‌کند..... ۱۸۴

جذب آب توسط ریشه‌ها..... ۱۸۵

آب از طریق آپوپلاست، سیمپلاست و مسیرهای تراغشایی به درون ریشه حرکت می‌کند..... ۱۸۶

تجمع مواد محلول در آوند چوب می‌تواند منجر به "فشار ریشه" شود..... ۱۸۸

انتقال آب از طریق آوند چوب..... ۱۸۹

آوند چوب دارای دو نوع سلول انتقالی است..... ۱۹۰

آب به واسطه جریان توده‌ای مشتق از فشار در مسیر آوند چوب حرکت می‌کند..... ۱۹۲

حرکت آب از طریق آوند چوب در مقایسه با حرکت آب از طریق سلول‌های زنده به شب فشار کمتر نیاز دارد..... ۱۹۳

چه اختلاف فشاری برای بالا بردن آب تا ارتفاع صد متری بالای یک درخت نیاز است؟..... ۱۹۴

نظریه هم چسبی - کشش، انتقال آب در آوند چوب را توصیف می‌کند..... ۱۹۵

انتقال آب از طریق آوند چوب در درختان با چالش‌های فیزیکی روبه‌روست..... ۱۹۷

گیاهان پیامدهای حباب‌زایی در آوند چوب را به حداقل می‌رسانند..... ۱۹۹

حرکت آب از برگ به هوا..... ۱۹۹

برگ‌ها مقاومت هیدرولیکی زیادی دارند..... ۲۰۱

اختلاف در غلظت بخار آب نیروی محرکه تعرق است..... ۲۰۱

هدررفت آب نیز از طریق مقاومت‌های مسیر تنظیم می‌شود..... ۲۰۲

کنترل روزنه‌ای، تعرق برگ را با فوسنتز آن همساز می‌کند..... ۲۰۴

دیواره‌های سلولی سلول‌های نگهبان ویژگی‌های اختصاصی دارند..... ۲۰۴

افزایش فشار آماس در سلول نگهبان باعث باز شدن روزنه می‌شود..... ۲۰۶

نسبت تعرق، رابطه بین هدررفت آب و جذب کربن را اندازه‌گیری می‌کند..... ۲۰۸

مرور کلی، مسیر پیوسته خاک - گیاه - اتمسفر..... ۲۰۹



۲۱۰..... خلاصه.

۲۱۱..... نکته‌های اینترنتی.

۲۱۲..... منابع جهت مطالعه بیشتر.

## ۵ تغذیه معدنی..... ۲۱۳

۲۱۵..... عناصر غذایی ضروری، کمبودها و ناهنجاری‌های گیاهی.

۲۱۷..... روش‌های خاصی در مطالعات تغذیه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲۱۸..... محلول‌های غذایی می‌توانند رشد سریع گیاه را ثبات ببخشند.

۲۲۲..... کمبود مواد معدنی متابولیسم و کارکرد گیاهی را مختل می‌کند.

۲۲۳..... گروه ۱: علائم کمبود عناصر غذایی که جزئی از ترکیبات کربنی هستند.

۲۲۴..... گروه ۲: کمبود عناصر غذایی مهم در ذخیره انرژی یا تمامیت ساختمانی.

۲۲۵..... گروه ۳: کمبود عناصر غذایی باقی‌مانده به‌شکل یونی.

۲۲۷..... گروه ۴: کمبود عناصر غذایی دخیل در واکنش‌های اکسیداسیون.

۲۲۹..... تجزیه بافت‌های گیاهی کمبود عناصر معدنی را آشکار می‌سازد.

۲۳۰..... درمان کمبود عناصر غذایی.

۲۳۱..... می‌توان با اضافه کردن کودها عملکرد گیاه زراعی را بهبود بخشید.

۲۳۲..... برخی از عناصر غذایی معدنی توسط برگ‌ها جذب می‌شوند.

۲۳۳..... خاک، ریشه‌ها و میکروب‌ها.

۲۳۴..... ذرات خاک دارای بار منفی، جذب سطحی عناصر غذایی معدنی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

۲۳۶..... pH خاک فراهمی عناصر غذایی، میکروب‌های خاک و رشد ریشه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۲۳۶..... یون‌های معدنی مازاد در خاک رشد گیاه را محدود می‌کنند.

۲۳۷..... برخی گیاهان سیستم‌های ریشه‌ای گسترده‌ای را توسعه می‌دهند.

۲۳۸..... سیستم‌های ریشه‌ای از نظر شکل متفاوتند؛ اما بر ساختارهای مشابهی مبتنی هستند.

۲۴۲..... نواحی مختلف ریشه یون‌های معدنی مختلف را جذب می‌کنند.

۲۴۴..... فراهمی عنصر غذایی رشد ریشه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۲۴۴..... همزیستی ریشه با قارچ جذب عنصر غذایی توسط ریشه‌ها را تسهیل می‌کند.

۲۵۰..... عناصر غذایی بین قارچ مایکوریزایی و سلول‌های ریشه حرکت می‌کنند.

۲۵۱..... خلاصه.

۲۵۳..... نکته‌های اینترنتی.

۲۵۳..... منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر.

۲۵۴.....	<b>۶ انتقال مواد محلول.....</b>
۲۵۵.....	انتقال غیرفعال و فعال.....
۲۵۸.....	انتقال یون‌ها از عرض موانع غشایی.....
۲۵۸.....	اختلاف در میزان انتشار کاتیون‌ها و آنیون‌ها، سبب ایجاد پتانسیل‌های انتشار می‌شود.....
۲۵۹.....	پتانسیل غشایی با توزیع یون چه رابطه‌ای دارد؟.....
۲۶۱.....	معادله نرنست انتقال فعال و غیرفعال را متمایز می‌کند.....
۲۶۳.....	انتقال پروتون یک عامل مهم تعیین‌کننده پتانسیل غشایی است.....
۲۶۴.....	فرایندهای انتقال غشایی.....
۲۶۶.....	کانال‌ها انتشار در عرض غشاها را افزایش می‌دهند.....
۲۶۸.....	حامل‌ها به‌مواد خاص متصل شده و آنها را انتقال می‌دهند.....
۲۷۰.....	انتقال فعال اولیه، نیاز به انرژی دارد.....
۲۷۱.....	انتقال فعال ثانویه از انرژی ذخیره‌شده استفاده می‌کند.....
۲۷۳.....	آنالیزهای کینتیک می‌توانند سازوکارهای انتقال را توضیح دهند.....
۲۷۴.....	پروتئین‌های انتقالی در غشاء.....
۲۷۶.....	ژن‌های تعداد زیادی از ناقل‌ها شناسایی شده‌اند.....
۲۷۷.....	برای ترکیبات متنوع نیتروژن دار، ناقل‌های اختصاصی وجود دارند.....
۲۷۸.....	ناقلان کاتیونی، متنوع هستند.....
۲۸۲.....	ناقل‌های آنیونی شناسایی شده‌اند.....
۲۸۳.....	ناقلان فلز و شبه‌فلزها عناصر ریزمغذی ضروری را انتقال می‌دهند.....
۲۸۳.....	مجاری آبی (آکوآپورین‌ها)، کارکردهای متنوعی دارند.....
۲۸۴.....	ATP- $H^+$ آزه‌ای غشای پلاسمایی به‌شدت از طریق ATP آزه‌ای نوع P تنظیم می‌شوند.....
۲۸۶.....	ATPase- $H^+$ تونوپلاست تجمع مواد محلول در واکوئل‌ها را راهبری می‌کند.....
۲۸۸.....	$H^+$ - پیرو فسفات‌ها هم پروتون‌ها را در تونوپلاست پمپ می‌کنند.....
۲۸۸.....	انتقال یون در ریشه‌ها.....
۲۸۹.....	مواد محلول هم از طریق آپوپلاست و هم از طریق سیمپلاست حرکت می‌کنند.....
۲۹۰.....	یون‌ها هم از طریق سیمپلاست و هم از طریق آپوپلاست عبور می‌کنند.....
۲۹۰.....	سلول‌های پارانشیمی آوند چوب در بارگیری آوند چوب دخیل هستند.....
۲۹۲.....	خلاصه.....
۲۹۴.....	نکته‌های اینترنتی.....
۲۹۵.....	منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر.....

## بخش II : بیوشیمی و متابولیسم

- ۷ فتوستتوز: واکنش‌های نوری..... ۲۹۹
- فتوستتوز در گیاهان عالی..... ۲۹۹
- مفاهیم کلی..... ۳۰۰
- نور هر دو خصوصیت ذره‌ای و موجی دارد..... ۳۰۰
- وقتی مولکول‌ها نور را جذب یا ساطع می‌کنند وضعیت الکترونی آنها تغییر می‌کند..... ۳۰۳
- رنگدانه‌های فتوستتزی نوری را جذب می‌کنند که پیشران فتوستتوز است..... ۳۰۴
- آزمایشات کلیدی در درک فتوستتوز..... ۳۰۶
- طیف‌های عمل موجب پیوند جذب نور به فعالیت فتوستتزی می‌شود..... ۳۰۷
- فتوستتوز در مجموعه‌های حاوی آنتن‌های گیرنده نور و مراکز واکنش فتوشیمیایی انجام می‌شود..... ۳۰۸
- نور عامل محرک واکنش شیمیایی فتوستتوز است..... ۳۱۱
- نور عامل پیشران احیای  $NADP^+$  و تشکیل ATP است..... ۳۱۱
- موجودات تولیدکننده اکسیژن دو سیستم نوری دارند که به دنبال هم فعالیت می‌کنند..... ۳۱۲
- سازمان دستگاه فتوستتزی..... ۳۱۴
- کلروپلاست محل فتوستتوز است..... ۳۱۴
- تیلاکوئیدها دارای پروتئین‌های غشایی خاص هستند..... ۳۱۶
- سیستم‌های نوری I و II در مکان‌های مختلفی در غشای تیلاکوئیدی قرار دارند..... ۳۱۶
- باکتری‌های فتوستتزی که اکسیژن تولید نمی‌کنند یک مرکز واکنش دارند..... ۳۱۸
- سازمان سیستم‌های آنتن جذب‌کننده نور..... ۳۱۸
- سیستم‌های آنتن حاوی کلروفیل بوده و با غشا ارتباط دارند..... ۳۱۹
- آنتن‌ها انرژی را در مجاری قیفی شکل به مرکز واکنش منتقل می‌کنند..... ۳۱۹
- بسیاری از مجموعه‌های رنگدانه-پروتئین آنتن دارای ساختمان یکسان هستند..... ۳۲۰
- مکانیزم‌های انتقال الکترون..... ۳۲۱
- الکترون‌های کلروفیل از طریق ناقل‌هایی که در طرح Z سازماندهی شده‌اند منتقل می‌شوند..... ۳۲۲
- زمانی که یک کلروفیل تحریک شده یک مولکول گیرنده الکترون را احیا می‌کند انرژی کسب می‌شود..... ۳۲۴
- کلروفیل‌های مرکز واکنش دو سیستم نوری، نور را در طول موج‌های متفاوت جذب می‌کنند..... ۳۲۵
- مرکز واکنش PSII مجموعه‌ای از چندین رنگدانه-پروتئین است..... ۳۲۶
- آب توسط PSII به اکسیژن اکسیده می‌شود..... ۳۲۶
- فتوفیتین و دو کوئینون الکترون‌ها را از PSII می‌گیرند..... ۳۲۹

۳۲۹	جریان الکترون‌ها از مجموعهٔ سیتوکروم <i>b<sub>6</sub>f</i> نیز موجب انتقال پروتون‌ها می‌شود.
۳۳۱	پلاستوکوئینون و پلاستوسیانین ناقل‌های الکترون میان سیستم‌های نوری I و II هستند.
۳۳۱	مرکز واکنش سیستم نوری I موجب احیای $\text{NADP}^+$ می‌شود.
۳۳۴	جریان چرخه‌ای الکترون موجب تولید ATP شده اما NADPH تولید نمی‌کند.
۳۳۴	برخی علف‌کش‌ها جریان الکترون فتوسنتزی را مسدود می‌کنند.
۳۳۴	انتقال پروتون و ساخت ATP در کلروپلاست.
۳۳۸	ترمیم و تنظیم دستگاه فتوسنتزی.
۳۳۸	کاروتنوئیدها به‌عنوان عامل حفاظت نوری عمل می‌کنند.
۳۴۱	بعضی زانتوفیل‌ها نیز در پراکندن انرژی نقش دارند.
۳۴۱	مرکز واکنش PSII به‌سادگی آسیب می‌بیند.
۳۴۲	PSI در برابر گونه‌های اکسیژن فعال حفاظت می‌شود.
۳۴۳	تجمع در تیلاکوئید باعث توزیع انرژی بین سیستم‌های نوری می‌شود.
۳۴۳	ژنتیک، آرایه و تکامل سیستم‌های فتوسنتزی.
۳۴۳	ژن‌های کلروپلاست دارای الگوی وراثت غیر مندلی هستند.
۳۴۴	اکثر پروتئین‌های کلروپلاست از سیتوپلاسم آمده‌اند.
۳۴۴	ساخت زیستی و تجزیهٔ کلروفیل مسیرهای پیچیده‌ای دارند.
۳۴۶	موجودات فتوسنتزکنندهٔ پیچیده از موجودات ساده‌تر تکامل یافته‌اند.
۳۴۷	خلاصه.
۳۴۹	نکته‌های اینترنتی.
۳۵۰	منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر.

## ۸ فتوسنتز: واکنش‌های کربن

۳۵۳	چرخهٔ کالوین - بنسون.
۳۵۳	چرخهٔ کالوین - بنسون ۳ مرحله دارد: کربوکسیلاسیون، احیا و باززایی.
۳۵۳	تشیت $\text{CO}_2$ از طریق کربوکسیلاسیون ریبولوز ۵، ۱- بیس فسفات و احیای ۳- فسفو گلیسرات موجب تولید تریوز فسفات‌ها می‌شود.
۳۵۵	باززایی ریبولوز ۵، ۱- بیس فسفات موجب تضمین آسیمیلایون پیوستهٔ $\text{CO}_2$ می‌شود.
۳۵۸	پیش از آسیمیلایون فتوسنتزی $\text{CO}_2$ یک دورهٔ القایی وجود دارد.
۳۵۹	مکانیزم‌های متعددی چرخهٔ کالوین - بنسون را تنظیم می‌کنند.
۳۶۰	رویسکو اکتیواز فعالیت بازسازی رویسکو را تنظیم می‌کند.

- ۳۶۲..... نور چرخه کالوین- بنسون را از طریق فعالیت فردوکسین- تیوردوکسین تنظیم می کند.
- ۳۶۳..... حرکات یونی وابسته به نور موجب تنظیم چرخه کالوین- بنسون می شود.
- ۳۶۳..... نور تجمع آنزیم های کلروپلاستی برای تشکیل مولکول های بزرگ را کنترل می کند.
- ۳۶۵..... چرخه دو کربنی اکسیداتیوی فتوسنتز.....
- ۳۶۷..... اکسیژناسیون ریبولوز ۱،۵- بیس فسفات موجب به جریان افتادن چرخه کربن فتوسنتزی  $C_3$  اکسیداتیو می شود.
- ۳۷۰..... تنفس نوری با سیستم انتقال الکترون فتوسنتزی مرتبط است.....
- ۳۷۱..... آنزیم های چرخه کربن فتوسنتزی  $C_3$  اکسیداتیو از اجداد متفاوتی منشأ گرفته اند.....
- ۳۷۱..... سیانوباکتری ها از یک مسیر باکتری های آغازی برای پیوند دادن اتم های کربن ۲- فسفوگلیکولات به چرخه کالوین- بنسون استفاده می کنند.....
- ۳۷۳..... چرخه کربن فتوسنتزی  $C_3$  اکسیداتیو با بسیاری از مسیرهای متابولیک برهمکنش دارد.....
- ۳۷۴..... ممکن است تولید زیست توده بر اثر تنفس نوری مهندسی شده افزایش یابد.....
- ۳۷۵..... مکانیزم های تغلیظ کربن غیر آلی.....
- ۳۷۶..... مکانیزم های تغلیظ کربن غیر آلی: چرخه کربن  $C_4$ .....
- ۳۷۶..... مالات و آسپاراتات فرآورده های اولیه کربو کسلیاسیون چرخه  $C_4$  هستند.....
- ۳۷۸..... چرخه  $C_4$  آسیمیلیاسیون  $CO_2$  را با فعالیت هماهنگ دو نوع سلول مختلف انجام می دهد.....
- چرخه  $C_4$  از مکانیزم های مختلف برای دکربو کسلیاسیون اسیدهای چهار کربنه انتقالی به سلول های غلاف آوندی استفاده می کند.....
- ۳۸۱..... سلول های غلاف آوندی و سلول های مزوفیل تفاوت های آناتومیکی و بیوشیمیایی دارند.....
- ۳۸۲..... چرخه  $C_4$  موجب تغلیظ  $CO_2$  در تک سلول نیز می شود.....
- ۳۸۳..... نور فعالیت آنزیم های کلیدی  $C_4$  را تنظیم می کند.....
- ۳۸۳..... آسیمیلیاسیون فتوسنتزی  $CO_2$  در گیاهان  $C_4$  نیازمند فرایندهای انتقالی بیشتر در مقایسه با گیاهان  $C_3$  است.....
- ۳۸۴..... در اقلیم های خشک و گرم چرخه  $C_4$  تنفس نوری را کاهش می دهد.....
- ۳۸۷..... مکانیزم های تغلیظ کربن غیر آلی: متابولیسم اسید کراسولاسه (CAM).....
- ۳۸۹..... مکانیزم های مختلف، فعالیت  $C_4$  PEPCase و CAM PEPCase را تنظیم می کند.....
- ۳۸۹..... CAM یک مکانیزم تطبیق پذیر حساس به محرک های محیطی است.....
- ۳۹۰..... انباشت و تسهیم مواد فتوسنتزی؛ نشاسته و ساکارز.....
- ۳۹۲..... تشکیل و متابولیسم نشاسته کلروپلاستی.....
- ۳۹۲..... استرومای کلروپلاست نشاسته را در طول روز به شکل دانه های غیر محلول انباشت می کند.....
- ۳۹۳..... تجزیه نشاسته در شب نیازمند فسفوریلاسیون آمیلوپکتین است.....
- ۳۹۵..... صدور مالتوز نتیجه تجزیه موقتی نشاسته است.....

ساخت و تجزیه دانه‌های نشاسته توسط مکانیزم‌های چندگانه صورت می‌گیرد..... ۳۹۹

ساخت زیستی و پیام‌رسانی ساکارز..... ۴۰۰

تریوز فسفات‌های حاصل از چرخه کالوین - بنسود منبع سیتوسولی سه هگزوز فسفات مهم در نور هستند..... ۴۰۰

فروکتوز ۲،۶- بیس فسفات منبع هگزوز فسفات را در نور تنظیم می‌کند..... ۴۰۲

ساکارز پیوسته در سیتوسول ساخته می‌شود..... ۴۰۲

خلاصه..... ۴۰۵

نکته‌های اینترنتی..... ۴۰۷

منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر..... ۴۰۸

**۹ فتوسنتز: ملاحظات فیزیولوژیک و اکولوژیک..... ۴۰۹**

فتوسنتز تحت تأثیر ویژگی‌های برگ است..... ۴۱۰

آناتومی برگ و ساختمان کانوبی جذب نور را بیشینه می‌کند..... ۴۱۲

زاویه برگ و حرکت برگ جذب نور را کنترل می‌کند..... ۴۱۵

برگ‌ها به محیط‌های نور و سایه خوپذیر می‌شوند..... ۴۱۷

اثرات نور بر فتوسنتز در برگ کامل..... ۴۱۸

منحنی‌های پاسخ به نور ویژگی‌های فتوسنتزی را آشکار می‌کند..... ۴۱۸

برگ‌ها باید انرژی نوری مازاد را دفع کنند..... ۴۲۲

جذب مقدار بسیار زیاد نور می‌تواند موجب بازدارندگی نوری شود..... ۴۲۵

اثرات دما بر فتوسنتز در برگ کامل..... ۴۲۶

برگ‌ها باید مقدار زیادی گرما دفع کنند..... ۴۲۷

یک دمای بهینه برای فتوسنتز وجود دارد..... ۴۲۸

فتوسنتز به دماهای پایین و بالا حساس است..... ۴۲۹

کارایی فتوسنتزی به دما حساس است..... ۴۳۰

اثرات دی‌اکسید کربن بر فتوسنتز در برگ کامل..... ۴۳۰

غلظت  $CO_2$  جوئی همچنان رو به افزایش است..... ۴۳۲

انتشار  $CO_2$  به داخل کلروپلاست برای فتوسنتز ضروری است..... ۴۳۲

$CO_2$  محدودیت‌هایی برای فتوسنتز ایجاد می‌کند..... ۴۳۵

با افزایش  $CO_2$  جوئی در آینده فتوسنتز و تنفس چگونه تغییر می‌کند؟..... ۴۳۸

ایزوتوپ‌های پایدار ویژگی‌های فتوسنتزی را ثبت می‌کنند..... ۴۴۱

چگونه ایزوتوپ‌های پایدار کربن گیاهان اندازه‌گیری می‌شود؟..... ۴۴۱

- ۴۴۲..... چرا نسبت ایزوتوپی گیاهان متغیر است؟
- ۴۴۵..... خلاصه.
- ۴۴۷..... نکته‌های اینترنتی.
- ۴۴۸..... منابع پیشنهادی جهت مطالعه بیشتر.

### ۱۰ زیست‌شناسی روزنه

- ۴۴۹..... باز شدن وابسته به نور روزنه‌ها.
- ۴۵۰..... سلول‌های نگهبان به نور آبی پاسخ می‌دهند.
- ۴۵۰..... نور آبی یک پمپ پروتون را در غشای پلاسمایی سلول نگهبان فعال می‌کند.
- ۴۵۳..... پاسخ‌های نور آبی دارای کینتیک و زمان تأخیری خاصی هستند.
- ۴۵۵..... نور آبی موازنه اسمزی سلول‌های نگهبان را تنظیم می‌کند.
- ۴۵۵..... ساکارز یک ماده حل‌شونده اسمزی فعال در سلول‌های نگهبان است.
- ۴۵۸..... تنظیم دریافت نور آبی در سلول‌های نگهبان توسط زآزانتین.
- ۴۵۹..... معکوس شدن بازبودن روزنه‌های ناشی از نور آبی توسط نور سبز.
- ۴۶۳..... یک مجموعه کاروتنوئید-پروتئین شدت نور را حس می‌کند.
- ۴۶۵..... قدرت کارآمد فیزیولوژی نور.
- ۴۶۶..... خلاصه.
- ۴۶۷..... نکته‌های اینترنتی.
- ۴۶۹..... منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر.

### ۱۱ انتقال در آوند آبکش

- ۴۷۱..... مسیرهای انتقال.
- ۴۷۲..... قند در عناصر غربالی آوند آبکش جابجا می‌شود.
- ۴۷۴..... عناصر غربالی بالغ، سلول‌های زنده تخصصی شده برای جابجایی شیره آوندی هستند.
- ۴۷۴..... منافذ بزرگ در دیواره‌های سلولی ویژگی برجسته عناصر غربالی به‌شمار می‌روند.
- ۴۷۶..... عناصر غربالی آسیب‌دیده درزگیری می‌شوند.
- ۴۸۰..... سلول‌های همراه کمک‌کننده عناصر غربالی به‌شدت تخصصی شده هستند.
- ۴۸۲..... الگوهای انتقال: منبع به مخزن.
- ۴۸۴..... مواد انتقال‌یافته در آوند آبکش.
- ۴۸۴..... شیره آوند آبکش را می‌توان جمع‌آوری و تجزیه کرد.

- ۴۸۵.....قندها به شکل غیراحیاکننده منتقل می شوند.
- ۴۸۷.....دیگر مواد محلول منتقل شونده در آوند آبکش.
- ۴۸۷.....سرعت های حرکت.
- ۴۸۸.....مدل جریان تحت فشار، یک مکانیزم غیرفعال برای انتقال آوند آبکش.
- ۴۸۹.....یک شیب فشار اسمزی ایجاد شده نیروی محرک انتقال در مدل جریان تحت فشار است.
- ۴۹۱.....برخی پیشگویی های جریان تحت فشار تأیید شده اند، در حالی که سایر آنها نیازمند آزمایش های بیشتر هستند
- هیچ انتقال دوطرفه ای در یک عنصر غربالی وجود ندارد، و مواد محلول و آب با سرعت یکسانی حرکت می کنند.....
- ۴۹۱.....انرژی اندکی برای انتقال از طریق مسیر آوند آبکش در گیاهان علفی مورد نیاز است.....
- ۴۹۲.....به نظر می رسد منافذ صفحه غربالی کانال های بازی باشند.....
- ۴۹۳.....شیب های فشار در عناصر غربالی ممکن است نسبتاً کم باشند؛ به نظر می رسد فشارها در گیاهان علفی و درختان یکسان باشند.....
- ۴۹۴.....مدل های جایگزین برای انتقال توسط جریان توده ای پیشنهاد شده اند.....
- ۴۹۵.....آیا انتقال در بازدانگان از مکانیزم متفاوتی برخوردار است؟.....
- ۴۹۶.....بارگیری آوند آبکش.....
- ۴۹۷.....بارگیری آوند آبکش می تواند از طریق آپوپلاست یا سیمپلاست انجام شود.....
- ۴۹۷.....داده های زیادی از وجود بارگیری آپوپلاستی در برخی گونه ها حمایت می کنند.....
- ۴۹۸.....جذب ساکارز در مسیر آپوپلاستی نیازمند انرژی متابولیکی است.....
- ۵۰۰.....بارگیری آوند آبکش در مسیر آپوپلاستی شامل یک ناقل همسوی ساکارز- $H^+$  می باشد.....
- ۵۰۱.....بارگیری آوند آبکش در برخی گونه ها سیمپلاستی است.....
- ۵۰۱.....مدل به دام اندازی پلیمر، بارگیری سیمپلاستی در گیاهان دارای سلول های همراه نوع واسطه را توجیه می کند.....
- ۵۰۲.....بارگیری آوند آبکش در چندین گونه درختی به طور غیرفعال انجام می شود.....
- ۵۰۴.....نوع بارگیری آوند آبکش با چندین ویژگی مهم همبستگی دارد.....
- ۵۰۴.....تخلیه آوند آبکش و گذار مخزن-به-منبع.....
- ۵۰۶.....تخلیه آوند آبکش و انتقال در فواصل کوتاه می توانند از مسیرهای سیمپلاستی یا آپوپلاستی انجام شوند.....
- ۵۰۷.....انتقال به درون بافت های مخزن نیازمند انرژی متابولیکی است.....
- ۵۰۸.....تبدیل یک برگ از مخزن به منبع تدریجی است.....
- ۵۰۹.....توزیع مواد فتوسنتزی: تخصیص و تسهیم.....
- ۵۱۱.....تخصیص شامل ذخیره سازی، مصرف و انتقال می شود.....
- ۵۱۲.....قندهای انتقالی بین مخزن های مختلف تسهیم می شوند.....
- ۵۱۳.....



- برگ‌های منبع، تخصیص را تنظیم می‌کنند..... ۵۱۴
- بافت‌های مخزن برای موادفتوستتری منتقل شده موجود، رقابت می‌کنند..... ۵۱۵
- قدرت مخزن به اندازه و فعالیت آن بستگی دارد..... ۵۱۶
- منبع در بلندمدت با تغییرات در نسبت منبع-به-مخزن تنظیم می‌شود..... ۵۱۷
- انتقال مولکول‌های پیام‌رسانی..... ۵۱۷
- فشار تورژسانس و پیام‌های شیمیایی فعالیت‌های منبع و مخزن را هماهنگ می‌سازند..... ۵۱۸
- کارکرد پروتئین‌ها و RNAs به‌عنوان مولکول‌های پیام در آوند آبکش جهت تنظیم رشد و نمو..... ۵۱۹
- کارکرد پلاسمودسما تا در پیام‌رسانی آوند آبکش..... ۵۲۱
- خلاصه..... ۵۲۲
- نکته‌های اینترنتی..... ۵۲۴
- منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر..... ۵۲۵
- ۱۲..... ۵۲۶
- تنفس و متابولیسم لیپید..... ۵۲۶
- مروری بر تنفس گیاه..... ۵۲۶
- گلیکولیز..... ۵۲۹
- گلیکولیز کربوهیدرات‌های حاصل از چندین منبع را متابولیزه می‌کند..... ۵۳۱
- مرحله نگهداشت انرژی گلیکولیز، انرژی قابل استفاده را استحصال می‌کند..... ۵۳۴
- گیاهان دارای واکنش‌های گلیکولیتیک جایگزین هستند..... ۵۳۵
- در نبود اکسیژن، تخمیر  $NAD^+$  مورد نیاز برای گلیکولیز را بازایی می‌کند..... ۵۳۶
- گلیکولیز در گیاه توسط فراورده‌های خودش کنترل می‌شود..... ۵۳۷
- مسیر اکسیداتیو پنتوزفسفات..... ۵۳۹
- مسیر اکسیداتیو پنتوزفسفات تولید NADPH و مواد حدواسط بیوستتری می‌کند..... ۵۳۹
- مسیر اکسیداتیو پنتوز فسفات توسط وضعیت اکسیداسیون-احیا تنظیم می‌شود..... ۵۴۱
- چرخه اسید سیتریک..... ۵۴۲
- میتو کندری‌ها اندامک‌های نیمه مستقل هستند..... ۵۴۲
- پیرووات وارد میتو کندری شده و از طریق چرخه اسید سیتریک اکسیده می‌شود..... ۵۴۴
- چرخه اسید سیتریک گیاهان دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است..... ۵۴۶
- انتقال الکترون میتو کندریایی و ساخت ATP..... ۵۴۷
- زنجیره انتقال الکترون، جریانی از الکترون‌ها را از NADH به  $O_2$  کاتالیز می‌کند..... ۵۴۷
- زنجیره انتقال الکترون دارای انشعابات مکمل است..... ۵۵۰

۵۵۱	ساخت ATP در میتوکندری به انتقال الکترون همبسته شده است.....
۵۵۵	ناقلین مواد اولیه و فرآورده‌ها را مبادله می‌کنند.....
۵۵۵	تنفس هوازی حدود ۶۰ مولکول ATP به‌ازای هر مولکول ساکارز تولید می‌کند.....
۵۵۷	چندین زیرواحد از کمپلکس‌های تنفسی توسط ژنوم میتوکندریایی کدگذاری می‌شوند.....
۵۵۹	گیاهان دارای چندین مکانیزم هستند که عملکرد ATP را کم می‌کنند.....
۵۶۱	کنترل کوتاه‌مدت تنفس میتوکندریایی در سطوح مختلفی انجام می‌شود.....
۵۶۳	تنفس پیوستگی تنگاتنگی با دیگر مسیرها دارد.....
۵۶۴	تنفس در گیاهان و بافت‌های سالم و کامل.....
۵۶۵	گیاهان تقریباً نیمی از عملکرد فتوسنتزی روزانه را تنفس می‌کنند.....
۵۶۵	تنفس در طی فتوسنتز انجام می‌شود.....
۵۶۶	بافت‌ها و اندام‌های متفاوت با سرعت‌های متفاوتی تنفس می‌کنند.....
۵۶۷	عوامل محیطی سرعت‌های تنفس را تغییر می‌دهند.....
۵۶۹	متابولیسم لیپید.....
۵۶۹	چربی‌ها و روغن‌ها مقادیر زیادی انرژی ذخیره می‌کنند.....
۵۷۰	تریاسیل‌گلیسرول‌ها در اجسام روغنی ذخیره می‌شوند.....
۵۷۱	گلیسرولیپیدهای قطبی، لیپیدهای ساختمانی اصلی در غشاهای هستند.....
۵۷۲	بیوسنتز اسیدچرب از چرخه‌های افزودن دو کربنی تشکیل شده است.....
۵۷۴	گلیسرولیپیدها در پلاستیدها و شبکه اندوپلاسمی ساخته می‌شوند.....
۵۷۷	ترکیب لیپیدی بر کارکرد غشاء تأثیر می‌گذارد.....
۵۷۸	لیپیدهای غشاء پیش‌ماده‌های ترکیبات مهم پیام‌رسانی هستند.....
۵۷۸	در بذره‌ای در حال جوانه‌زنی، لیپیدهای ذخیره‌ای به کربوهیدرات‌ها تبدیل می‌شوند.....
۵۸۱	خلاصه.....
۵۸۳	نکته‌های اینترنتی.....
۵۸۴	منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر.....

۵۸۵	<b>۱۳ آسیمیلایون عناصر غذایی معدنی</b> .....
۵۸۶	نیترژن در محیط.....
۵۸۶	نیترژن طی چرخه زیست‌زمین‌شیمیایی به فرم‌های گوناگون حضور دارد.....
۵۸۸	آمونیم یا نیترات اسیمیله‌نشده می‌تواند خطرناک باشد.....
۵۹۰	آسیمیلایون نیترات.....

- عوامل متعددی نترات ردو کتاز را تنظیم می کنند..... ۵۹۱
- نیتريت ردو کتاز نیتريت را به آمونیوم تبدیل می کند..... ۵۹۱
- ریشه ها و اندام های هوایی هر دو نیتريت را آسیميله می کنند..... ۵۹۲
- آسیميلاسيون آمونیوم..... ۵۹۳
- تبدیل آمونیوم به اسیدهای آمینه نیازمند دو آنزیم است..... ۵۹۳
- آمونیوم از مسیر دیگری نیز آسیميله می شود..... ۵۹۴
- واکنش های آمینه دار شدن موجب انتقال نیتروژن می شود..... ۵۹۶
- آسپارژین و گلوتامین متابولیسم کربن و نیتروژن را به هم پیوند می دهند..... ۵۹۶
- ساخت زیستی اسید آمینه..... ۵۹۷
- تثبیت زیستی نیتروژن..... ۵۹۷
- باکتری های آزادی و همزیست نیتروژن را تثبیت می کنند..... ۵۹۷
- تثبیت نیتروژن نیازمند شرایط ریز غیر هوایی یا غیر هوایی است..... ۶۰۰
- تثبیت نیتروژن طی همزیستی در ساختارهای تخصصی رخ می دهد..... ۶۰۱
- استقرار همزیستی نیازمند تبادل پیام است..... ۶۰۲
- فاکتورهای Nod باکتریایی به عنوان پیام های همزیستی عمل می کنند..... ۶۰۳
- تشکیل گره مستلزم هورمون های گیاهی است..... ۶۰۴
- مجموعه آنزیم نیتروژناز  $N_2$  را تثبیت می کند..... ۶۰۵
- آمیدها و اورئیدها فرم های انتقالی نیتروژن هستند..... ۶۰۸
- آسیميلاسيون گوگرد..... ۶۰۸
- سولفات فرم انتقالی گوگرد به داخل گیاهان است..... ۶۰۹
- آسیميلاسيون سولفات نیازمند احیای سولفات به سیستین است..... ۶۰۹
- آسیميلاسيون سولفات عمدتاً در برگ ها رخ می دهد..... ۶۱۱
- متیونین از سیستین ساخته می شود..... ۶۱۱
- آسیميلاسيون فسفات..... ۶۱۱
- آسیميلاسيون کاتیون..... ۶۱۲
- کاتیون ها پیوندهای غیر کووالانسی با ترکیبات کربنی برقرار می کنند..... ۶۱۲
- ریشه ها محیط خاک را برای جذب آهن تغییر می دهند..... ۶۱۳
- کاتیون های آهن مجموعه هایی با کربن و فسفات تشکیل می دهند..... ۶۱۴
- آسیميلاسيون اکسیژن..... ۶۱۶
- ابعاد انرژی در آسیميلاسيون عناصر غذایی..... ۶۱۶

۶۱۸.....خلاصه.

۶۲۰.....نکته‌های اینترنتی.

۶۲۱.....منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر.

۶۲۳.....**نمایه**.

۶۲۳.....نمایه فارسی.

۶۳۳.....نمایه انگلیسی.

۶۴۱.....**پیوست رنگی**.

## پیشگفتار نویسندگان

خوانندگان ویرایش‌های قبلی این کتاب در ویراست ششم، جنبه‌های تازه مهمی را ابتدا با تغییر عنوان روی کتاب از «فیزیولوژی گیاهی» به «فیزیولوژی و نمو گیاهی» خواهند یافت. عنوان جدید، منعکس‌کننده سازمان‌دهی مجدد بخش سوم کتاب (رشد و نمو) با تأکید بر جنبه‌های نمو است. به‌جای فصل‌های جداگانه در مورد ساختمان و کارکردهای گیرنده‌های نوری و هورمون‌ها، برهم‌کنش این دو عامل مهم در قالب چرخه زندگی گیاه از دانه تا دانه (کشت دانه تا برداشت دانه) توضیح داده شده است. این تغییر در رهیافت بر اثر انفجار اطلاعات در فضای مجازی در مورد برهم‌کنش‌های مسیرهای پیام‌رسانی و شبکه‌های ژنی در طول چهار سال گذشته آسان‌تر شده است. در بین عناوین مختلفی که در ویراست ششم کتاب مهم‌تر هستند می‌توان به خواب‌بذر، جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه، معماری ریشه و شاخساره، نمو گامتوفیت، گرده‌افشانی، نمو‌بذر، نمو میوه، برهم‌کنش‌های زیستی و پیری گیاه اشاره نمود. روزآمد نمودن، جامعیت و دقت فراوان در ارائه وقایع علمی مربوط به نمو گیاهی برای دانشجویان فرصت‌مغتنمی برای مطالعه و درک تلفیق نور، هورمون‌ها و دیگر عوامل پیام‌رسانی تنظیم‌کننده مراحل چرخه زندگی گیاه فراهم می‌کند.

در هر فصل ویراست ششم، بخش‌های اول و دوم عناوین مربوط به فیزیولوژی گیاهی کلاسیک مانند روابط آب، تغذیه معدنی، انتقال، فتوسنتز و تنفس به‌صورت کامل و جامع روزآمد شده است. این فرایندها کم‌وبیش به‌صورت مداوم در طول عمر گیاه فعال هستند و اینکه ما به‌صورت سلیقه‌ای آنها را به مرحله خاصی از زندگی گیاه نسبت دهیم نه تنها گمراه‌کننده خواهد شد بلکه جریان پیوسته نمو را نیز مختل خواهد نمود. بنابراین به‌منظور رعایت سهولت آموزش، پیوستگی فصول مربوط به فیزیولوژی در بخش اول کتاب به همان‌صورت گذشته حفظ شد. بعد از اینکه دانشجویان در بخش‌های اول و دوم کتاب با فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهان آشنا شدند، در فصول بخش سوم آمادگی کامل برای تمرکز روی مسیرهای انتقال پیام‌های سلولی و شبکه‌های ژنی هدایت‌کننده تغییرات زمانی حاکم بر چرخه زندگی گیاه را پیدا می‌کنند.

علاوه بر تغییر عنوان کتاب، دومین جنبه نوآوری ویراست ششم را نیز می‌توان از روی جلد متوجه شد. افزودن دو ویراستار جدید: آین مکس مولر، دانشیار دپارتمان بیولوژی مولکولی و ژنتیک دانشگاه آروس دانمارک و آنگوس مورفی استاد و رئیس دپارتمان علوم گیاهی و معماری منظر در دانشگاه مرلند در کالج پارک است. مکس مولر به‌عنوان ویراستار کلیه بخش‌های مربوط به نمو گیاهی، کلیه فصول را از جنبه‌های سطح علمی، پیوستگی و

آموزش پذیر بودن کنترل نموده است. آنگوس مورفی نیز مدیریت سازماندهی مجدد بخش سوم را برعهده گرفته و نویسنده مشترک چندین فصل کتاب بوده است. نقش هر دو ویراستار جدید در جریان آماده کردن ویراست ششم کتاب بی نهایت ارزشمند بوده است و حضور آنها در این ویراست تداوم روزآمد کردن کتاب را برای سال‌های سال تضمین نمود. به علاوه، وندی پیر، استادیار دپارتمان علوم محیطی و تکنولوژی در دانشگاه مریلند نیز نقش سازنده‌ای در طراحی مجدد بخش سوم کتاب داشته و به عنوان نویسنده همکار در تعدادی از فصول کتاب همکاری کرده است.

ویراستاران اصلی: لینکلن تایز - ادواردو زایگر  
ویراستاران همکار: آین ماکس مولر - آنگوس مورفی

## پیشگفتار مترجمین

تجدید چاپ مکرر کتاب فیزیولوژی گیاهی و استقبال بی‌نظیر دانشجویان و دانشمندان رشته‌های مختلف علوم گیاهی، مترجمین کتاب را بر آن داشت که همگام با نویسندگان اصلی کتاب که هر چهار سال مطالب آن را روزآمد نموده و فصل‌ها و بخش‌هایی بر آن می‌افزایند، این تغییرات را موردنظر قرار داده و اگرچه قادر به ترجمه هر ویراست آن نیستند ولی هر دو ویراست یک بار این مهم را انجام داده و در اختیار علاقه‌مندان قرار دهند.

زمانی که ویراست دوم این کتاب در حدود ۱۷ سال پیش ترجمه شد ۸۰٪ مترجمین کتاب دانشجوی بودند و با شور و شوق و وصف‌ناشدنی به ترجمه کتاب پرداختند، اکنون همه آنها استاد دانشگاه‌های معتبر کشور بوده و درجه علمی آنها نیز دانشیار و بالاتر است. ولی نکته مهم اینکه وقتی پای ترجمه کتاب فیزیولوژی به میان می‌آید، همان روحیه دوران دانشجویی را تجدید نموده و سرشار از انرژی، شخصاً روزها و ماه‌ها پای ترجمه کتاب نشستند و این کتاب اکنون بخشی از زندگی علمی آنها شده است.

ویراست ششم کتاب تغییرات بنیادی نسبت به ویراست‌های قبلی دارد که این تغییر از روی جلد پیداست به طوری که حتی نام کتاب از «فیزیولوژی گیاهی» به «فیزیولوژی و نمو گیاهی» تغییر نام یافته است. ویراستاران هم از دو به چهار نفر افزایش یافته و توضیح نویسندگان این بوده که مبحث نمو گیاهی بسیار تخصصی و پیچیده شده و دو نفر جدید در این حوزه ایفای نقش نموده و تداوم چاپ کتاب در آینده را نیز تضمین نموده‌اند. تعداد نویسندگان کتاب نیز در این ویراست به ۳۲ نفر از سرآمدترین دانشمندان جهانی افزایش یافته است. از طرف دیگر تحولات شگرف در عرصه علوم زیستی و بالندگی علوم مختلف از جمله ژنومیکس، پروتئومیکس، متابولومیکس و چندین امیکس دیگر و تلاش در جهت درک پیام‌های درونی و بیرونی سلولی انتقال آنها به محل پاسخ و ارسال پاسخ به مکان مناسب در سلول و یا خارج از آن به توجیه رفتارها و تغییرات گیاهان کمک شایانی نموده است. هرچند در بخش‌های اول و دوم کتاب مباحث جاری فیزیولوژی گیاهی روزآمد شده‌اند ولی در بخش سوم کلاً دیدگاه جدیدی مطرح شده و چرخه زندگی گیاه از بذر تا بذری را به‌عنوان یک سری پدیده‌های پیوسته و غیرقابل تفکیک مطرح نموده و عبور از یک مرحله نموی به مرحله دیگر شامل عامل محرک القای یک مرحله، نحوه دریافت و پاسخ گیاه به آن، ژن‌های درگیر در هر مرحله در فصول مختلف این بخش در حد دانش روز توضیح داده شده‌اند.

لازم می‌دانیم از ناشر محترم کتاب یعنی انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد به‌ویژه جناب آقای فروغیان و همکاران ایشان سپاسگزاری نماییم. سپاس اصلی مترجمین متوجه تک‌تک استادان، دانشجویان، کارشناسان و تولیدکنندگانی است که این کتاب را به‌عنوان منبع درسی و کمک‌درسی و یا منبع علمی پایه خود استفاده و به همکاران و دوستان خود نیز معرفی نموده‌اند. همانند گذشته منتظر نظرات ارزشمند تک‌تک خوانندگان هستیم و امیدواریم این کتاب بتواند جایگاه خود را کماکان نزد شما فرهیختگان گرامی حفظ نماید.