دانستیم انرژی مورد نیاز ما برای انجام فعالیت‌های حیاتی، از مواد مغذی مانند گلوکز تأمین می‌شود. گلوکز نوعی مونوساکارید طبقه‌بندی می‌شود. از اتصال دو مونوساکارید به هم دی‌ساکارید و از اتصال چند مونوساکارید به هم پلی‌ساکارید پدید می‌آید.

کربوهیدرات

- مونوساکارید
  - پنتوز ← ریبوز (قندرنا) و دئوکسی ریبوز (قند دنا)
  - هگزوز ← گلوکز (سوخت سلولی)، فروکتوز (قند میوه)، گالاکتوز (قند شیر)
- دی‌ساکارید
  - مالتوز (قند جو) ← گلوکز + گلوکز
  - لاکتوز (قند شیر) ← گلوکز + گالاکتوز
  - ساکاروز (قند و شکر) ← گلوکز + فروکتوز
- پلی‌ساکارید (تعدادی گلوکز)
  - گیاهی ← نشاسته و سلولز
  - جانوری ← گلیکوژن (در کبد و ماهیچه)

فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی

می‌دانید گیاهان در فرایند فتوسنتز CO_2 را با استفاده از انرژی نور خورشید به ماده آلی تبدیل و اکسیژن نیز تولید می‌کنند. بر این اساس می‌توان میزان فتوسنتز را با تعیین میزان کربن دی‌اکسید مصرف شده و یا اکسیژن تولید شده، اندازه گرفت.

$$۶CO_۲ + ۶H_۲O \xrightarrow{\text{نور خورشید}} C_۶H_{۱۲}O_۶$$

برای اینکه جانداری بتواند فتوسنتز انجام دهد، چند ویژگی باید داشته باشد.

۱- داشتن مولکول‌های رنگیزه‌ای است که بتوانند انرژی خورشید را جذب کنند.

۲- داشتن سامانه‌ای برای تبدیل انرژی خورشید به انرژی شیمیایی

۳- داشتن منبعی برای بدست آوردن الکترون

۴- داشتن آنزیم‌هایی برای اتصال کربن‌ها به هم و تولید قند

نکته: همه‌ی گیاهان، بعضی از آغازیان و بعضی از باکتری‌ها فتوسنتز دارند.

نکته: همه‌ی گیاهان فتوسنتز دارند. اما همه‌ی سلول‌های گیاهی قابلیت فتوسنتز ندارند به عنوان مثال سلول‌های آوند آبکشی زنده‌اند اما چون همه‌ی اندامک‌های خود را از دست داده‌اند قابلیت فتوسنتز ندارند.

برگ ساختار تخصص یافته برای فتوسنتز:

برگ که مناسب‌ترین ساختار برای فتوسنتز در اکثر گیاهان است تعداد فراوانی سبزدیسه دارد. همانطور که می‌دانید، فتوسنتز در سبزدیسه‌ها انجام می‌شود. (سبزدیسه همان کلروپلاست خودمان است !!!)

برگ گیاهان دو لپه دارای پهنک و دمبرگ است. پهنک شامل روپوست، میانبرگ و دسته‌های آوندی (رگبرگ) است. روپوست رویی و زیرین به ترتیب در سطح رویی و زیرین پهنک برگ قرار دارند. میانبرگ شامل یاخته‌های پارانشیمی است. میانبرگ از یاخته‌های پارانشیمی نرده‌ای و اسفنجی تشکیل شده است. یاخته‌های نرده‌ای بعد از روپوست رویی قرار دارند و به هم فشرده‌اند، در حالی که یاخته‌های اسفنجی به سمت روپوست زیرین قرار دارند. میانبرگ در بعضی گیاهان از یاخته‌های اسفنجی تشکیل شده است.

اجزای برگ

- **دولپه‌ای (نخود لوبیا)**
  - دمبرگ
  - پهنک
    - روپوست
      - بالایی
      - پایینی
    - میانبرگ
      - نرده‌ای (متراکم) زیر روپوست بالایی
      - اسفنجی (فضای بین سلولی زیاد)
    - دسته‌ی آوندی
      - غلاف آوندی (بدون فتوسنتز)
      - آوند چوبی و آبکشی
- **تک‌لپه‌ای (گندم ذرت)**
  - دمبرگ ← محل اتصال برگ گیاه
  - پهنک
    - روپوست
      - بالایی
      - پایینی
    - میانبرگ
    - دسته‌ی آوندی
      - غلاف
      - آوند چوبی و آبکشی

نکته: ردهبندی اسفنجی و نردهای فقط در پارانشیم گیاهان دولپهای قابل مشاهده است.

نکته: پارانشیم اسفنجی فضای بین سلولی زیادی دارد و در مجاورت اپیدرم زیرین قرار میگیرد و در حالی که میانبرگ نردهای فضای بین سلولی کمی دارد و مجاورت اپیدرم بالایی قرار میگیرد.

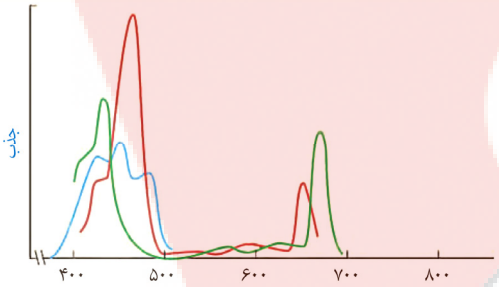
نکته: روزنهها در اپیدرم زیرین از بالایی بیشتر است. اطراف روزنه سلول نگهبان روزنه قرار دارد.

سبزدیسه

سبزدیسه همانند راکیزه دارای غشای بیرونی و غشای درونی است که از هم فاصله دارند. فضای درون سبزدیسه با سامانهای غشایی به نام **تیلاکوئید** به دو بخش فضای درون تیلاکوئید و **بستره** تقسیم شده است. تیلاکوئیدها ساختارهای غشایی و کیسهمانند و به هم متصل هستند.

بستره دارای دنا، رنا و رِناتَن است. بنابراین، سبزدیسه مانند راکیزه میتواند بعضی پروتئینهای مورد نیاز خود را بسازد. سبزدیسه نیز میتواند به طور مستقل از سلول تقسیم شود.

نکته: سبزدیسه فقط بعضی از پروتئینهای خود را میسازد و مابقی پروتئینهای مورد نیاز در سیتوپلاسم سلول تولید و به درون سبزدیسه منتقل میشوند.



رنگیزههای فتوسنتزی در غشای تیلاکوئید قرار دارند. افزون بر سبزینه که بیشترین رنگیزه در سبزدیسههاست، کاروتنوئیدها نیز در غشای تیلاکوئید وجود دارند. وجود رنگیزههای متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موجهای متفاوت نور افزایش میدهد.

در گیاهان سبزینههای a و b وجود دارند. بیشترین جذب هر دو نوع سبزینه در محدودههای ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر (بنفش- آبی) و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر (نارنجی- قرمز) است. گرچه حداکثر جذب آنها در هر یک از این محدودهها با هم فرق میکند. کاروتنوئیدها به رنگهای زرد، نارنجی و قرمز دیده میشوند و بیشترین جذب آنها در بخش آبی و سبز نور مرئی است.

نکته: محدودههای ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر سبزینهی b از a بیشتر است. در حالی که در محدودهی ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر جذب سبزینهی a از b بیشتر است.

رنگیزه‌ها

- **کاروتنوئید**
  - جذب نور آبی و سبز و انعکاس زرد و نارنجی و قرمز دارد.
  - از ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر جذب دارد و اوج جذب در ۴۵۰ نانومتر می‌باشد.
- **سبزینه a**
  - از ۴۰۰ تا ۵۰۰ و از ۶۵۰ تا ۷۰۰ نانومتر جذب دارد.
  - اوج جذب محدوده‌ی ۴۲۰ نانومتر است.
- **سبزینه b**
  - از ۴۰۰ تا ۵۰۰ و از ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر جذب دارد.
  - اوج جذب محدوده‌ی ۴۷۰ نانومتر است.

نکته: محدوده‌ی ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر جذب همه‌ی رنگدانه‌ها نزدیک صفر است.

فتوسیستم: سامانه تبدیل انرژی

رنگیزه‌ها فتوسنتزی همراه با انواعی پروتئین در سامانه‌هایی به نام **فتوسیستم ۱ و ۲** قرار دارند. هر فتوسیستم شامل **آنتن‌های گیرنده نور** و یک **مرکز واکنش** است. هر آنتن که از رنگیزه‌های متفاوت (کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین ساخته شده است، انرژی نور را می‌گیرد و به مرکز واکنش منتقل می‌کند. مرکز واکنش، شامل مولکول‌های کلروفیل a است که در بستری پروتئینی قرار دارند. حداکثر جذب سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۱، در طول موج ۷۰۰ نانومتر و حداکثر جذب آن در فتوسیستم ۲، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است. بر همین اساس، به سبزینه a در فتوسیستم ۱، P۷۰۰ و در فتوسیستم ۲، P۶۸۰ می‌گویند. فتوسیستم‌ها در غشای تیلاکوئید قرار دارند و با مولکول‌هایی به نام **ناقل الکترون** به هم مرتبط می‌شوند. این مولکول‌ها می‌توانند الکترون بگیرند یا اینکه الکترون از دست بدهند (کاهش و اکسایش).

نکته: اسپیروژیر (جلبک سبز رشته‌ای) دارای سبزدیسه‌های نواری و دراز است.

نکته: سبزدیسه ساختاری شبیه هموگلوبین دارد اما به جای هم (آهن) دارای منیزیم است.

نکته: درون کلروپلاست ساختارهای غشایی به نام تیلاکوئید قرار دارد، همچنین درون کلروپلاست از بستره پرنده است.

اجزای غشای تیلاکوئید:

۱) فتوسیستم I و II: ساختارهایی از جنس پروتئین و رنگیزه می‌باشند فتوسیستم $P(۷۰۰)I$ و فتوسیستم $P(۶۸۰)II$ می‌باشد با برخورد نور خورشید به فتوسیستم‌ها الکترون‌های آن‌ها خارج می‌شود الکترون فتوسیستم I صرف تولید NADPH درون استروما می‌شود و الکترون فتوسیستم II صرف جبران کمبود الکترون فتوسیستم I می‌شود.

۲) آنزیم تجزیه‌کننده‌ی آب: درون تیلاکوئید در مجاورت فتوسیستم II قرار دارد و با تجزیه آب کمبود الکترون فتوسیستم II را جبران کرده و $O_۲$ و H^+ درون تیلاکوئید تولید می‌کند.

۳) پمپ غشایی: این پروتئین بین فتوسیستم I و II قرار دارد و با انرژی الکترون H^+ به شیوه فعال از بستره به داخل تیلاکوئید می‌داند.

۴) پروتئین ATP ساز: وظیفه‌ی انتقال H^+ از داخل تیلاکوئید به بستره را به شیوه انتشارات تسهیل شده عهده‌دار است و هنگام عبور H^+ مولکول ATP می‌سازد.

۵) زنجیره‌ی انتقال الکترون: بین I و II قرار می‌گیرد.

واکنش‌های فتوسنتزی

واکنش‌های فتوسنتزی را در دو گروه واکنش‌های وابسته به نور و مستقل از نور قرار می‌دهند. در ادامه به معرفی این دو نوع واکنش می‌پردازیم.

واکنش‌های وابسته به نور: واکنش‌های تیلاکوئیدی

وقتی نور به مولکول‌های رنگیزه می‌تابد، الکترون انرژی می‌گیرد و ممکن است از مدار خود خارج شود. به چنین الکترونی، الکترون برانگیخته می‌گویند، زیرا پرانرژی و از مدار خود خارج شده است. الکترون برانگیخته ممکن است با انتقال انرژی به مولکول رنگیزه بعدی، به مدار خود برگردد یا از رنگیزه خارج و به وسیله‌ی رنگیزه یا مولکولی دیگر گرفته شود. در فتوسنتز، انرژی الکترون‌های برانگیخته در رنگیزه‌های موجود در آنتن‌ها از رنگیزه‌ای به رنگیزه دیگر منتقل و در نهایت، به مرکز واکنش می‌رود و در آنجا سبب ایجاد الکترون برانگیخته در سبزینه‌ی a و خروج الکترون از آن می‌شود. الکترون برانگیخته از فتوسیستم ۲ بعد از عبور از زنجیره انتقال الکترون به مرکز واکنش در فتوسیستم ۱ در نهایت به مولکول $NADP^+$ می‌رسد. دو نوع زنجیره‌ی انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید وجود دارد. یک زنجیره بین فتوسیستم ۲ و فتوسیستم ۱ و دیگری بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ قرار دارد. $NADP^+$ با گرفتن دو الکترون، بار منفی پیدا می‌کند و با ایجاد پیوند با پروتون به مولکول NADPH تبدیل می‌شود.

$$NADP^+ + ۲e^- + ۲H^+ \rightarrow NADPH + H^+$$

نکته: الکترونی که از سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ می‌آید، کمبود الکترون سبزینه a در فتوسیستم ۱ را جبران می‌کند، اما کمبود الکترون سبزینه‌ی a در فتوسیستم ۲ نیز با تجزیه آب جبران می‌شود.

تجزیه‌ی نوری آب:

مولکول‌های آب تجزیه می‌شوند و الکترون‌های حاصل از آن به فتوسیستم ۲ می‌روند. تجزیه آب به علت فرایندهایی است که به اثر نور مربوط می‌شود. بنابراین به آن، تجزیه نوری آب می‌گویند.

تجزیه‌ی نوری آب در فتوسیستم ۲ و در سطح داخلی تیلاکوئید انجام می‌شود. حاصل تجزیه آب در فتوسیستم ۲، الکترون، پروتون و اکسیژن است. الکترون‌ها، کمبود الکترونی سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ را جبران می‌کنند و پروتون‌ها در فضای تیلاکوئیدها تجمع می‌یابند.

نکته: الکترون‌های برانگیخته از فتوسیستم به درون بستره رفته و امیای NADPH درون استروما می‌شود. فتوسیستم I کمبود الکترون خود را با الکترون‌های برانگیخته‌ی فتوسیستم II جبران می‌کند. فتوسیستم II نیز کمبود الکترون خود را با تجزیه‌ی آب جبران می‌کنند.

نکته: تجزیه آب داخل تیلاکوئید و در مجاورت فتوسیستم II صورت می‌گیرد.

نکته: الکترون‌های فتوسیستم II به سمت فتوسیستم I می‌روند و از پمپ غشایی عبور می‌کنند. پمپ غشایی با استفاده از انرژی الکترون H^+ از داخل استروما به داخل تیلاکوئید پمپاژ می‌کند.

نکته: پمپ غشایی با پمپاژ H^+ به داخل تیلاکوئید pH آن را کاهش و pH استروما را افزایش می‌دهد.

نکته: منبع H^+ داخل تیلاکوئید دو چیز است. یکی H^+ پمپاژ شده از استروما دیگری H^+ حاصل از تجزیه‌ی آب.

نکته: فتوسیستم I مقابل پروتئین ATP ساز قرار دارد. از پروتئین ATP ساز برخلاف پمپ غشایی الکترون رد نمی‌شود و پروتئین ATP ساز برخلاف پمپ غشایی H^+ به شیوه‌ی انتشار تسهیل شده از درون تیلاکوئید بستره می‌راند و ATP تولید می‌کند.

نکته: پروتئین ATP ساز pH بستره را کاهش و pH تیلاکوئید را افزایش می‌دهد.

نکته: تولید ATP و NADPH درون استروما یا بستره و تجزیه‌ی آب داخل تیلاکوئید صورت می‌گیرد.

ساخته شدن ATP در فتوسنتز:

یکی از اجزای زنجیره انتقال الکترون که بین فتوسیستم ۲ و ۱ قرار دارد، پروتئینی است که یون‌های H^+ را از بستره به فضای درون تیلاکوئیدها پمپ می‌کند. بنابراین، با گذشت زمان تعدادی پروتون از بستره به فضای درون تیلاکوئید وارد می‌شود. همچنین دانستیم که تعداد پروتون از تجزیه آب، درون فضای تیلاکوئید به وجود می‌آید. در نتیجه، به تدریج بر تراکم پروتون‌ها در فضای درون تیلاکوئیدها نسبت به بستره افزوده می‌شود.

پروتون‌ها بر اساس شیب غلظت خود می‌خواهند از فضای درون تیلاکوئید به بستره بروند، اما نمی‌توانند از طریق انتشار از غشای تیلاکوئید عبور کنند. در غشای تیلاکوئید مجموعه‌ای پروتئینی به نام آنزیم ATP ساز وجود دارد.

این آنزیم مشابه آنزیم ATP ساز در راکیزه است. پروتون‌ها فقط از طریق این آنزیم می‌توانند به بستره منتشر شوند. همانند آنچه در راکیزه رخ می‌دهد، همراه با عبور پروتون‌ها از این آنزیم، ATP ساخته می‌شود.

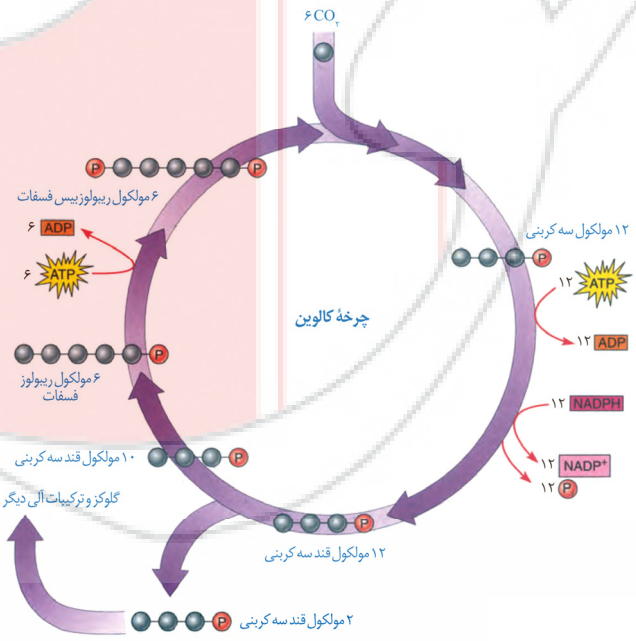
به ساخته شدن ATP در واکنش‌های نوری، ساخته شدن نوری ATP می‌گویند، زیرا حاصل فرایندی است که با نور به راه می‌افتد.

نکته ترکیبی: آنزیم ATP ساز در غشای تیلاکوئید H^+ از داخل تیلاکوئید به استروما می‌راند و pH استروما را کاهش می‌دهد در حالی که آنزیم ATP ساز در غشای راکیزه H^+ از فضای بین دو غشاء به درون راکیزه رانده و pH داخل راکیزه یعنی ماتریکس کاهش می‌دهد.

نکته ترکیبی: پمپ غشایی کلروپلاست H^+ از بستره به درون تیلاکوئید می‌راند و پمپ غشایی راکیزه H^+ از داخل راکیزه به فضای بین دو غشاء می‌راند هر دو پمپ مصرف انرژی دارند. پمپ غشایی کلروپلاست pH استروما افزایش و پمپ غشایی راکیزه pH درون تیلاکوئید افزایش می‌دهد.

واکنش‌های مستقل از نور: واکنش‌های تثبیت کربن یا چرخه‌ی کالوین:

می‌دانیم که درفتوسنتز، مولکول‌های CO_2 به قند تبدیل می‌شوند. ساخته شدن این مولکول همانند تجزیه آن به یکباره رخ نمی‌دهد. عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند، نسبت به کربن CO_2، کاهش یافته است، بنابراین گیاه برای ساختن قند، به انرژی و منبعی برای تأمین الکترون نیاز دارد که از واکنش‌های وابسته به نور تأمین می‌شوند. ساخته شدن قند در چرخه‌ای از واکنش‌ها، به نام چرخه‌ی کالوین رخ می‌دهد. این واکنش‌ها در بستره سبزدیسه انجام می‌شوند. در چرخه‌ی کالوین CO_2 با قندی پنج کربنی به نام ریبولوزبیس فسفات ترکیب و مولکول شش کربنی ناپایداری تشکیل می‌شود. افزوده شدن CO_2 به مولکول پنج کربنی، با آنزیم روبیسکو (ریبولوزبیس فسفات کربوکسیلاز- اکسیژناز) و فعالیت کربوکسیلازی آن (تشکیل گروه کربوکسیل) انجام می‌شود. هر مولکول شش کربنی که ناپایدار است، بلافاصله تجزیه و دو مولکول اسید سه کربنی ایجاد می‌کند. این مولکول‌ها در نهایت به قندهای سه کربنی تبدیل می‌شوند.



تعدادی از این قندها برای ساخته شدن گلوکز و ترکیبات آلی دیگر و تعدادی نیز برای بازسازی ریبولوزبیس فسفات به مصرف می‌رسند. گرچه واکنش‌های کالوین مستقل از نور انجام می‌شوند، اما انجام این واکنش‌ها وابسته به ATP و NADPH حاصل از واکنش‌های نوری است. در چرخه‌ی کالوین دیدیم که CO_2 برای ساخته شدن ترکیب آلی به کار می‌رود. به فرایند استفاده است CO_2 برای تشکیل ترکیب‌های آلی **تثبیت کربن** می‌گویند.

دیدیم اولین ماده‌ی آلی پایدار ساخته شده، ترکیبی سه کربنی است؛ به همین علت به گیاهانی که تثبیت کربن در آنها فقط با چرخه‌ی کالوین انجام می‌شود، گیاهان C_3 می‌گویند. اکثر گیاهان C_3 هستند؛ گرچه انواع دیگری از تثبیت کربن در طول حیات گیاهان روی زمین شکل گرفته است که در گفتار بعد به آنها می‌پردازیم.

چرخه‌ی کالوین:

- فرآیندی مستقل از نور و تثبیت CO_2 در گیاهان می‌باشند.
- محل ← این چرخه درون بستره صورت می‌گیرد.
- ماده‌ی ورودی ← مولکول CO_2 و مولکول ریبولوزبیس فسفات
- ماده‌ی خروجی ← گلوکز و ریبولوز بیس فسفات
- آنزیم دخیل ← روبیسکو (کربوکسیلاز و اکسیژناز است.)
- مواد مصرفی برای تولید گلوکز
  - CO_2 ۶ مصرف
  - ATP۱۸ مصرف
  - NADPH۱۲ مصرف

مراحل چرخه‌ی کالوین

۱- شش مولکول CO_2 از طریق روزنه وارد بستره شده و با کمک آنزیم روبیسکو به شش مولکول ریبولوز بیس فسفات وصل شده و شش مولکول شش کربنه‌ی ناپایدار پدید می‌آید.

۲- شش مولکول شش کربنه شکسته و دوازده مولکول سه کربنه‌ی پایدار را می‌سازد. این مولکول‌های سه کربنه اولین مولکول‌های پایدار می‌باشند. به همین دلیل به این گیاهان C_3 می‌گویند. برای پایدار شدن این دوازده مولکول تعداد دوازده ATP و دوازده NADPH مصرف می‌شود.

۳- دو مولکول سه کربنه چرخه را برای تولید قند ترک می‌کنند و به هم وصل شده و قند شش کربنه‌ی گلوکز را می‌سازد.

۴- تعداد ده مولکول سه کربنه به هم وصل شده و شش مولکول پنج کربنه‌ی یک فسفاته به نیم ریبولوز فسفات را می‌سازند.

۵- شش مولکول ریبولوز فسفات (پنج کربنه و تک فسفاته) با مصرف شش ATP به شش مولکول ریبولوز بیس فسفات تبدیل می‌شوند.

برای تولید گلوکز (قند شش کربنه)

- ۶ CO_2 مصرف
- ۱۸ ATP مصرف
- ۱۲ NADPH مصرف

برای تولید قند n کربنه

- n CO_2 مصرف
- ۳n ATP مصرف
- ۲n NADPH مصرف

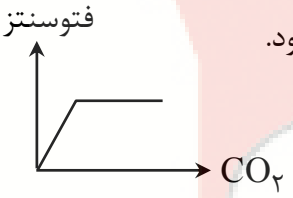
نکته: آنزیم روبیسکو فعالیت اکسیژنازی و کربوکسیلازی با هم دارد و موجب اتصال کربن به ریبولوز بیس فسفات در چرخه‌ی کالوین می‌شود. همچنین موجب اتصال اکسیژن به ریبولوز بیس فسفات در تنفس نوری می‌شود.

اثر محیط بر فتوسنتز

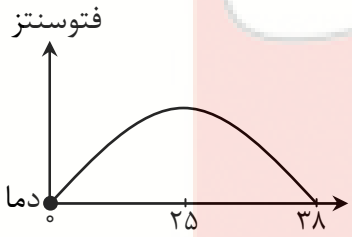
بدیهی است فرایندی مانند فتوسنتز تحت تأثیر محیط باشد. با توجه به واکنش کلی فتوسنتز، انتظار داریم نور و CO_2 از عوامل مؤثر بر فتوسنتز باشند. مشاهدات نشان می‌دهد، میزان CO_2، طول موج، شدت و مدت زمان تابش نور بر فتوسنتز اثر می‌گذارند. از طرفی فتوسنتز فرایندی آنزیمی است و می‌دانیم بیشترین فعالیت آنزیم‌ها در گستره‌ی دمایی خاص انجام می‌شود، بنابراین دما نیز بر فتوسنتز اثر می‌گذارد. همچنین خواهیم دید که میزان اکسیژن نیز بر فتوسنتز اثر دارد.

عوامل دخیل بر فتوسنتز به شرح زیر است:

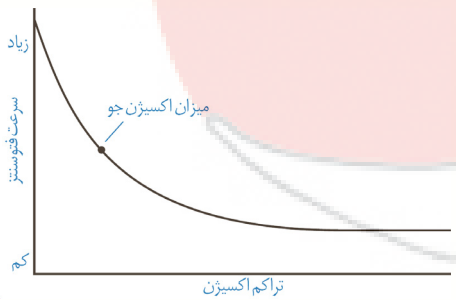
۱- CO_2: افزایش میزان CO_2 تا رسیدن به نقطه‌ی اشباع موجب افزایش فتوسنتز می‌شود.

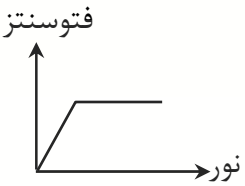


۲- دما: بهترین دما برای فتوسنتز محدوده‌ی ۲۵ درجه است و فتوسنتز از ۰ تا ۳۸ درجه صورت می‌گیرد.



۳- اکسیژن: افزایش اکسیژن از شدت فتوسنتز می‌کاهد و شرایط برای تنفس نوری آماده می‌شود.





۴- نور: محسوس‌ترین عامل دخیل در فتوسنتز است. افزایش نور موجب افزایش فتوسنتز تا رسیدن به نقطه‌ی اشباع شود.

فتوسنتز در شرایط دشوار

روزنه: منافذی در اپی‌درم زیرین و رویی گیاه می‌باشد از طریق روزنه‌ها آب و CO_2 جابه‌جا می‌شود. خروج آب به صورت بخار از روزنه‌ها را تعرق می‌گویند. در دمای بالا و نور شدید روزنه‌ها برای جلوگیری از خروج آب بسته می‌شوند. وقتی روزنه‌ها به منظور کاهش تعرق بسته می‌شوند، تبادل گازهای اکسیژن و کربن دی اکسید از روزنه‌ها نیز توقف می‌یابد، اما فتوسنتز همچنان ادامه دارد. بنابراین در حالی که CO_2 برگ کم می‌شود، اکسیژن در آن افزایش می‌یابد.

نکته: افزایش میزان اکسیژن در اطراف یاخته‌ها به علت بسته شدن روزنه‌ها در دمای بالا رخ می‌دهد.

نکته: وقتی روزنه‌ها باز هستند نسبت CO_2 به O_2 بیشتر از زمانی است که روزنه‌ها برای حفظ آب گیاه بسته شده‌اند.

نکته: اکسیژن درون سلول گیاه حاصل تجزیه آب می‌باشد و برای فتوسنتز باید نسبت CO_2 به O_2 در گیاه بیشتر باشد.

نکته: روزنه‌ها بیشتر در اپی‌درم زیرین برگ وجود دارند و اطراف آنها سلول‌های نگهبان روزنه وجود دارد.

تنفس نوری:

با افزایش میزان اکسیژن وضعیت برای نقش اکسیژنای آنزیم روبیسکو مساعد می‌شود؛ زیرا نقش کربوکسیلازی یا اکسیژنای این آنزیم به نسبت CO_2 و اکسیژن در محیط عملکرد آن ارتباط دارد. بنابراین با افزایش اکسیژن در برگ، اکسیژن با ریبولوزبیس فسفات ترکیب می‌شود. مولکول حاصل، ناپایدار است و به دو مولکول سه کربنی تجزیه می‌شود. مولکول سه کربنی به مصرف بازسازی ریبولوزبیس فسفات می‌رسد. مولکول دو کربنی از کلروپلاست خارج و در واکنش‌هایی که بخشی از آنها در راکیزه انجام می‌گیرد، از آن مولکول CO_2 آزاد می‌شود. چون این فرایند با مصرف اکسیژن، آزاد شدن CO_2 و همراه با فتوسنتز است، **تنفس نوری** نامیده می‌شود.

نکته: در تنفس نوری گرچه ماده آلی تجزیه می‌شود، اما برخلاف تنفس یاخته‌ای، ATP از آن ایجاد نمی‌شود. بنابراین تنفس نوری باعث کاهش فراورده‌های فتوسنتز می‌شود.

نکته: انواعی از گیاهان وجود دارند که در محیط‌های با دمای بالا و تابش شدید نور خورشید زندگی می‌کنند. با تثبیت دو مرحله‌ای CO_2 میزان نوری را کاهش می‌دهند.

مراحل تنفس نوری

۱- بسته شدن روزنه‌ها و عدم ورود CO_2 و عدم خروج O_2 حاصل از تجزیه‌ی آب

۲- افزایش تراکم O_2 درون گیاه و فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو

۳- ترکیب شدن اکسیژن با ریبولوزبیس فسفات و تجزیه سریع آن

۴- ایجاد مولکول سه کربنه و دو کربنه که سه کربنه موجب بازسازی ریبولوزبیس فسفات می‌شود.

۵- مولکول دو کربنه از دو غشاء کلروپلاست خارج و از دو غشاء راکیزه رد شده و درون راکیزه تجزیه شده و CO_2 آن آزاد می‌شود.

نکته ترکیبی: خروج CO_2 از کلروپلاست و ورود آن به داخل راکیزه‌ی همان سلول مستلزم عبور از ۴ غشاء یا ۸ لایه فسفولیپیدی می‌باشد که دو غشاء مربوط به کلروپلاست و دو غشاء مربوط به راکیزه می‌باشد.

نکته ترکیبی: رفتن از CO_2 از کلروپلاست به راکیزه‌ی سلول مجاور مستلزم عبور آن از ۶ غشاء یا ۱۲ لایه‌ی فسفولیپیدی می‌باشد دو لایه مربوط به کلروپلاست ۲ لایه مربوط به راکیزه و ۱ لایه مربوط به غشای یاخته و ۱ لایه مربوط به غشای یاخته‌ی مجاور می‌باشد.

نکته ترکیبی: در تنفس سلولی CO_2 آزاد شده و ATP تولید می‌شود در حالی که در تنفس نوری CO_2 آزاد شده در حالی که ATP تولید نمی‌شود.

فتوسنتز در گیاهان C_4 (مانند ذرت و نی‌شکر)

یکی از سازوکارها برای ممانعت تنفس نوری، در گیاهانی وجود دارد که به گیاهان C_4 معروف‌اند.

یاخته‌های **غلاف آوندی** در این گیاهان سبزدیسه دارند و محل انجام چرخه کالوین‌اند، در حالی که در گیاهان C_3، یاخته غلاف آوندی سبزدیسه ندارند. تثبیت کربن در این گیاهان در دو مرحله:

۱- در یاخته‌های میانبرگ

۲- در یاخته‌های غلاف آوندی

۱- در گیاهان C_4، ابتدا CO_2 در یاخته‌های میانبرگ با اسیدی سه کربنی ترکیب و در نتیجه اسیدی چهار کربنی ایجاد می‌شود. به همین علت به این گیاهان، گیاهان C_4 می‌گویند؛ زیرا اولین ماده‌ی پایدار حاصل از تثبیت، ترکیبی چهار کربنی است.

نکته: آنزیمی که در ترکیب CO_2 با اسید سه کربنی و تشکیل اسید چهار کربنی نقش دارد، برخلاف روبیسکو به طور اختصاصی با CO_2 عمل می‌کند و تمایلی به اکسیژن ندارد.

۲- اسید چهار کربنی از یاخته‌های میانبرگ از طریق پلاسمودسم‌ها به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل می‌شود. در این یاخته‌ها، مولکول CO_2 از اسید چهار کربنی آزاد و وارد چرخه‌ی کالوین می‌شود. اسید سه کربنی باقیمانده نیز به یاخته‌های میانبرگ برمی‌گردد.

در گیاهان C_4 با وجود عملکرد آنزیم‌های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو، به اندازه‌ای بالا نگه داشته می‌شود که بازدارنده‌ی تنفس نوری است. بنابراین، تنفس نوری به ندرت در این گیاهان روی می‌دهد. این گیاهان در دماهای بالا، شدت‌های زیاد نور و کمبود آب، در حالی که روزنه‌ها بسته شده‌اند تا از تبخیر آب جلوگیری شود، همچنان میزان CO_2 را در محل عملکرد آنزیم روبیسکو بالا نگه می‌دارند. به همین علت کارایی آنها در چنین شرایطی بیش از گیاهان C_3 است.

نکته: در گیاهان C_4 دور بار تثبیت CO_2 در دو سلول صورت می‌گیرد. بار اول در سلول میانبرگ CO_2 تثبیت شده و اسید چهارکربنه را می‌سازد و بار دوم در سلول غلاف آوندی اسید چهارکربنه تجزیه شده و CO_2 آن وارد کالوین می‌شود.

فتوسنتز در گیاهان CAM

بعضی از گیاهان در مناطقی زندگی می‌کنند که با مسئله دما و نور شدید در طول روز و کمبود آب مواجه‌اند. در این گیاهان برای جلوگیری از هدر رفتن آب، روزنه‌ها در طول روز بسته و در شب بازند، برگ، ساقه یا هردوی آنها در چنین گیاهانی گوشتی و پرآب است. این گیاهان در واکوئل‌های خود ترکیباتی دارند که آب را نگه می‌دارند.

تثبیت کربن در این گیاهان، مانند گیاهان C_3 است، با این تفاوت که تثبیت کربن در آنها در یاخته‌های متفاوت نیست و به عبارتی تقسیم‌بندی مکانی نشده، بلکه در زمان‌های متفاوت انجام می‌شود. تثبیت اولیه‌ی کربن در شب که روزنه‌ها بازند و چرخه‌ی کالوین در روز انجام می‌شود که روزنه‌ها بسته‌اند. آناناس از گیاهان CAM (کَم) است.

نکته: گیاهان CAM ساکن کویر هستند. مانند کاکتوس، وانیل، گل‌ناز و آناناس. این گیاهان در شب روزنه‌های باز دارند و CO_2 را بصورت اسید چهار کربنه در واکوئل مرکزی ذخیره می‌کنند و در طول روز برای حفظ آب روزنه را بسته و اسید چهار کربنه را تجزیه کرده و CO_2 آن را وارد چرخه‌ی کالوین می‌کنند.

نکته: در گیاهان CAM دو بار تثبیت CO_2 در یک سلول در دو زمان مختلف شب و روز صورت می‌گیرد.

نکته: مقاومت گیاهان CAM در کم‌آبی و دمای بالا از گیاهان C_4 و C_3 بیشتر است.

نکته: اولین مولکول پایدار گل رز اسید سه کربنه و در آناناس نیز اسید چهار کربنه است. (گل رز C_3 و آناناس CAM است)

گیاه	مثال	اولین مولکول پایدار	محل تولید اولین مولکول پایدار	روزنه‌ها	زمان تثبیت CO_2	میزان تنفس نوری	مقاومت کم‌آبی
C_3							
C_4							
CAM							

جانداران فتوسنتزکننده‌ی دیگر

بخش عمده‌ی فتوسنتز را جاندارانی انجام می‌دهند که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی‌کنند. اولین فتوسنتزکننده‌ها از باکتری‌ها و آغازیان هستند که در محیط‌های متفاوت خشکی و آبی فتوسنتز می‌کنند که در ادامه به آنها می‌پردازیم.

۱ – باکتری‌ها: باکتری‌هایی که فتوسنتز می‌کنند، سبزدیسه (کلروپلاست) ندارند، اما دارای رنگیزه‌های جذب‌کننده‌ی نورند. بعضی باکتری‌ها سبزینه دارند. مثلاً سیانوباکتری‌ها سبزینه a دارند و همانند گیاهان با استفاده از CO_2 و نور ماده آلی می‌سازند؛ و چون همانند گیاهان در فرایند فتوسنتز اکسیژن تولید می‌کنند، باکتری‌های فتوسنتزکننده‌ی **اکسیژن‌زا** نامیده می‌شوند. گروهی دیگر از باکتری‌ها، فتوسنتزکننده‌ی **غیراکسیژن‌زا** هستند. باکتری‌های گوگردی ارغوانی و سبز از این گروه‌اند. رنگیزه‌ی فتوسنتزی این باکتری‌ها، **باکتریوکلروفیل** است. این باکتری‌ها کربن دی اکسید را جذب می‌کنند، اما اکسیژن تولید نمی‌کنند؛ زیرا منبع تأمین الکترون در آنها ترکیبی به غیر از آب است. مثلاً در باکتری‌های گوگردی منبع تأمین الکترون H_2S است و به جای اکسیژن، گوگرد ایجاد می‌شود. از این باکتری‌ها در تصفیه‌ی فاضلاب‌ها برای حذف هیدروژن سولفید استفاده می‌کنند. هیدروژن سولفید گازی بی‌رنگ است و بویی شبیه تخم مرغ گندیده دارد.

$$۶CO_2 + ۱۲H_2S + \text{نور} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + ۱۲S + ۶H_2O$$

نکته: هیچ کدام از باکتری‌ها کلروپلاست ندارند اما رنگیزه دارند. برخی باکتری‌ها مانند سیانوباکتر گوگردی سبز و ارغوانی باکتررو‌کلروفیل دارند.

منبع الکترون

- گیاهان ← آب ← تولید اکسیژن دارند.
- سیانوباکتر ← آب ← تولید اکسیژن دارند (باکتری اکسیژن‌زا)
- باکتری گوگردی سبز و ارغوانی ← H_2S ← تولید گوگرد دارند (باکتری غیر اکسیژن‌زا)
- باکتری شیمیوسنتزکننده ← آمونیوم ← تولید نیترات دارند (باکتری غیر اکسیژن‌زا)
- جلبک‌ها ← آب ← تولید اکسیژن دارند.

آغازیان

آغازیان نقش مهمی در تولید ماده‌ی آلی از ماده معدنی دارند. می‌دانید که جلبک‌های سبز، قرمز و قهوه‌ای از آغازیان هستند و فتوسنتز می‌کنند. اوگلنایی جانداری تک‌یاخته‌ای و مثال دیگری از آغازیان فتوسنتزکننده است. این جاندار در حضور نور فتوسنتز می‌کند و در صورتی که نور نباشد، سبزدیسه‌های خود را از دست می‌دهد و با تغذیه از مواد آلی، ترکیبات مورد نیاز خود را به دست می‌آورد.

شیمیوسنتز

امروزه می‌دانیم انواعی از باکتری‌ها در معادن، اعماق اقیانوس‌ها و اطراف دهانه‌ی آتشفشان‌های زیر آب وجود دارند که می‌توانند بدون نیاز به نور از کربن دی اکسید ماده‌ی آلی بسازند. زیستن در چنین مناطقی برای بسیاری از جانداران غیر ممکن است. دانشمندان بر اساس وضعیت زمین در آغاز شکل‌گیری حیات، بر این باورند که **باکتری‌های شیمیوسنتزکننده** از قدیمی‌ترین جانداران روی زمین‌اند. چنین باکتری‌هایی، انرژی مورد نیاز برای ساختن مواد آلی از مواد معدنی را از واکنش‌های اکسایش به دست می‌آورند. به این فرایند **شیمیوسنتز** می‌گویند. باکتری‌های نیترات‌ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند، از باکتری‌های شیمیوسنتزکننده‌اند.

فتوسنتزکننده‌ها

- **۱- گیاهان** ← دارای کلروپلاست بوده و منبع الکترون در آنها آب است.
- **۲- آغازیان**
  - جلبک‌ها ← سبز، قرمز، قهوه‌ای
    - C_3
    - C_4
    - CAM
  - اوگلنا
    - در وجود نور فتوسنتز دارد.
    - در نبود نور سبزدیسه را از دست داده از مواد آلی تغذیه می‌کند.
- **۳- باکتری (فاقد سبزدیسه)**
  - سیانوباکتری ← دارای سبزینه در غشاء و منبع الکترون آب (اکسیژن‌زا)
  - گوگردی ارغوانی و سبز ← دارای باکتریوکلروفیل منبع الکترون H_2S (غیر اکسیژن‌زا)
  - شیمیوسنتزکننده
    - باکتری نیترات‌ساز که آمونیوم به نیترات تبدیل می‌کنند.
    - انرژی ساختن مواد آلی از مواد معدنی از واکنش‌های اکسایش می‌گیرند.

تست

مثال ۱ - کدام عبارت درباره‌ی سامانه‌های تبدیل انرژی نورانی در یاخته‌های غلاف آوندی برگ گیاه ذرت، درست است؟ (خارج- ۹۸)

۱) مرکز واکنش آن، انرژی نور را می‌گیرد و به هر آنتن منتقل می‌کند.
۲) در هر آنتن آن، فقط یک نوع رنگیزه و یک نوع پروتئین یافت می‌شود.
۳) در مرکز واکنش آن، مولکول‌های سبزینه (کلروفیل) a، در بستری پروتئینی قرار دارند.
۴) با دریافت حداکثر جذب طول موج‌های ۷۰۰ تا ۶۸۰ نانومتر فعالیت خود را آغاز می‌کند.

.....
.....
.....

مثال ۲ – کدام عبارت، درباره‌ی هر سامانه‌ی تبدیل انرژی در غشای تیلاکوئیدی گیاه نرگس درست است؟

۱) در هر مرکز واکنش، فقط یک کلروفیل a وجود دارد.
۲) در P_{680}، کاروتنوئیدها فقط در آنتن گیرنده‌ی نور قرار دارند.
۳) پروتئین‌ها در ارتباط با تعدادی مولکول جذب‌کننده‌ی نور هستند.
۴) هر رنگیزه‌ی گیزنده‌ی نور، انرژی نورانی از نوعی رنگیزه دریافت می‌کنند.

.....
.....
.....

مثال ۳ – کدام عبارت، درباره‌ی واکنش‌های وابسته به نور در یاخته‌های برگ یک گیاه علفی، نادرست است؟

۱) انتقال الکترون‌های تحریک شده از P_{680} به P_{700}، تولید ATP را به دنبال دارد.
۲) انرژی الکترون‌های برانگیخته از P_{700}، پمپ غشایی تیلاکوئید را فعال می‌کند.
۳) پروتئین ATP ساز، در کاهش تراکم H^+ درون تیلاکوئید مؤثر می‌باشد.
۴) کمبود الکترون P_{680}، با تجزیه‌ی مولکول آب جبران می‌گردد.

.....
.....
.....

مثال ۴ – چند مورد، در ارتباط با واکنش‌های نوری فتوسنتز یک گیاه علفی، درست است؟(خارج- ۹۴)

الف) پمپ غشایی تنها عامل مؤثر در افزایش تراکم H^+ درون تیلاکوئیدهاست.
ب) الکترون‌های پرانرژی P_{680}، با از دست دادن انرژی به P_{700} منتقل می‌شوند.
ج) الکترون‌های برانگیخته‌ی کلروفیل P_{700}، پمپ غشایی تیلاکوئیدها را فعال می‌کنند.
د) یک زنجیره‌ی انتقال الکترون، انرژی لازم برای تولید ATP و NADPH را فراهم می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

.....
.....
.....

مثال ۵ – در هر زنجیره‌ی انتقال الکترون غشای تیلاکوئیدهای گیاه آزولا، کدام اتفاق روی می‌دهد؟ (داخل- ۹۵)

۱) یون‌های هیدروژن برخلاف شیب غلظت خود، از هر پروتئین غشایی عبور می‌کنند.

۲) پیوندهای کربن- هیدروژن به کمک الکترون‌های پرانرژی ساخته می‌شوند.

۳) الکترون‌های پرانرژی و یون هیدروژن به یک ترکیب می‌پیوندند.

۴) انرژی به‌طور موقت در نوعی ترکیب ذخیره می‌شود.

.....

.....

.....

مثال ۶ – با توجه به یک یاخته‌ی فتوسنتزکننده در برگ آکاسیا، کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟ (خارج- ۹۵)

۱) فضای- همانند فضای میان دو غشای- آنزیم تجزیه‌کننده‌ی مولکول آب فعالیت می‌نماید.

۲) غشای- برخلاف غشای درونی- مولکول‌های جاذب نور به همراه تعدادی پروتئین وجود دارند.

۳) فضای- همانند فضای محصور شده توسط غشای درونی- ترکیب شش‌کربنی ناپایدار تولید می‌شود.

۴) غشای- برخلاف غشای بیرونی- انرژی الکترون‌های برانگیخته در پیوندهای کربن- هیدروژن ذخیره می‌گردد.

.....

.....

.....

مثال ۷ – کدام عبارت، در ارتباط با هر فتوسیستم موجود در غشای تیلاکوئید گیاه آفتاب‌گردان، صحیح است؟ (داخل- ۹۷)

۱) با دارا بودن کلروفیل‌های P_{700} و P_{680}، حداکثر جذب نوری را دارد.

۲) کمبود الکترونی آن، از طریق الکترون‌های حاصل از تجزیه‌ی آب جبران می‌گردد.

۳) انرژی جذب شده در آن، باعث می‌شود تا الکترون‌ها از کلروفیل‌های a آزاد شوند.

۴) الکترون‌های خارج شده از آن، با عبور از پمپ غشایی، مقداری انرژی از دست می‌دهند.

.....

.....

.....

مثال ۸ – مجموعه‌های پروتئینی کانال‌دار موجود در غشای تیلاکوئید توره‌واش، با صرف انرژی ..... می‌کنند. (داخل- ۹۱)

۱) ATP را به ADP تبدیل

۲) ADP را به ATP تبدیل

۳) یون‌های هیدروژن را به تیلاکوئید

۴) یون‌های هیدروژن را از تیلاکوئید خارج

.....

.....

.....

مثال ۹ – در برگ گیاه ادریسی، در مرحله‌ای از چرخش کالوین که ..... می‌شود، ..... می‌گردد.

(داخل- ۹۱)

۱) ATP ساخته- ترکیب پنج کربنی تجزیه
۲) ATP مصرف- ترکیب شش کربنی ناپایدار
۳) قند سه کربنی ساخته- $NADP^+$ تولید
۴) NADPH مصرف- ATP تولید

.....

.....

.....

مثال ۱۰ – در یاخته‌های نرم‌آکنه‌ی سبزینه‌دار گیاه شب‌بو، $NADP^+$ در ..... و طی واکنش‌های ..... حاصل می‌شود.

(خارج- ۹۱ با تغییر)

۱) درون تیلاکوئید- تبدیل انرژی نورانی به شیمیایی
۲) درون تیلاکوئید- چرخه‌ی کالوین
۳) بستره- تبدیل انرژی نورانی به شیمیایی
۴) بستره- چرخه‌ی کالوین

.....

.....

.....

مثال ۱۱ – کدام عبارت، درباره‌ی سازگاری گیاهان ساکن اکوسیستم‌های بیابانی در پاسخ به گرما و خشکی زیاد، نادرست است؟

(داخل- ۹۶ با تغییر)

۱) در هنگام شب، دی‌اکسید کربن از طریق روزنه‌ها وارد گیاه می‌شود.
۲) در هنگام روز، فرایندی مانع انجام واکنش‌های چرخه‌ی کالوین می‌شود.
۳) در هنگام روز- دی اکسید کربن در مجاورت آنزیم روبیسکو آزاد می‌شود.
۴) در هنگام شب- در پی تثبیت کربن دی اکسید جو، اسیدهای آلی تولید می‌شوند.

.....

.....

.....

مثال ۱۲ – چند مورد، عبارت زیر را به‌طور صحیحی تکمیل نمی‌کند؟

(خارج- ۹۰ با تغییر)

«گیاهی که در شب روزنه‌های خود را باز می‌کند، نمی‌تواند طی .....»

الف) شب، در سیتوپلاسم یاخته‌های میانبرگ خود اسید آلی ذخیره کند.

ب) روز، واکنش‌های چرخه‌ی کالوین را در یاخته‌های میانبرگ انجام دهد.

ج) روز، ترکیب سه اتمی را از ترکیب چهار کربنی جدا کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

.....

.....

.....

مثال ۱۳ – در گیاهانی که روزنه‌ها به‌طور معمول در هنگام شب باز می‌شوند، کدام مورد صحیح است؟ **(خارج- ۹۸)**

۱) برخلاف گیاهان C_3، در شرایطی وضعیت برای نقش اکسیژنای آنزیم روبیسکو مساعد می‌گردد.
۲) همانند گیاهان C_3، دو مرحله از تثبیت کربن را در یک زمان مشابه به انجام می‌رسانند.
۳) همانند گیاهان C_4، فقط در صورت بسته بودن روزنه‌ها، کربن را تثبیت می‌کنند.
۴) برخلاف گیاهان C_4، فرایند تثبیت کربن آن‌ها، در یک نوع یاخته انجام می‌گیرد.

.....

.....

.....

مثال ۱۴ – کدام عبارت، در مورد پاسخ گیاهان C_4 به آب و هوای گرم و خشک صادق است؟ **(خارج- ۹۷)**

۱) همانند گیاهان CAM، آنزیم تثبیت کننده‌ی دی اکسید کربن آن‌ها، به میزان زیاد فعالیت اکسیژنای هم انجام می‌دهد.
۲) برخلاف گیاهان C_3، اسیدهای آلی حاصل از تثبیت دی اکسید جو را در طول شب خود ذخیره می‌کنند.
۳) برخلاف گیاهان C_3، با تجزیه‌ی یک ترکیب دوکربنی در خارج از کلروپلاست، CO_2 تولید می‌کنند.
۴) همانند گیاهان CAM، توانایی انجام واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز را دارند.

.....

.....

.....

مثال ۱۵ – کدام عبارت، در مورد هر سامانه‌ی تبدیل انرژی (فتوسیستم) موجود در غشای یک تیلاکوئید گیاه آفتابگردان، صحیح است؟ **(داخل- ایران)**

۱) در هر آنتن گیرنده‌ی نور آن، رنگیزه‌های متفاوتی به همراه انواعی پروتئین وجود دارند.
۲) توسط دو مرکز واکنش آن، حداکثر طول موج‌های ۶۸۰ تا ۷۰۰ نانومتر جذب می‌شود.
۳) همواره به ترکیبی الکترون می‌دهد که با دو لایه‌ی فسفولیپیدی غشای تیلاکوئید در تماس است.
۴) تنها با دارا بودن یک آنتن گیرنده‌ی نور، انرژی خورشید را جذب و به مرکز واکنش منتقل می‌نماید.

.....

.....

.....

مثال ۱۶ – به طور معمول، کدام عبارت، در مورد پاسخ گیاهان C_4 به آب و هوای گرم و خشک، درست است؟ **(داخل- ۹۷)**

۱) همانند گیاهان C_3، در پی خروج مولکول دو کربنی از کلروپلاست، CO_2 آزاد می‌کنند.
۲) برخلاف گیاهان CAM، دی اکسید کربن جو را به صورت اسیدهای آلی تثبیت می‌نمایند.
۳) همانند گیاهان CAM، با اضافه کردن CO_2 به ترکیب پنج کربنی، ترکیبی ناپایدار می‌سازند.
۴) برخلاف گیاهان C_3، آنزیم تثبیت‌کننده‌ی دی‌اکسید کربن آن‌ها، به میزان زیاد فعالیت اکسیژنای انجام می‌دهد.

.....

.....

.....

مثال ۱۷ – در گیاهانی که روزنه‌های به طور معمول، به هنگام شب باز می‌شوند، ..... گیاهان C_4، ..... به انجام می‌رسد. **(داخل- ۹۸)**

۱) همانند- واکنش‌های چرخه‌ی کالوین به هنگام روز

۲) برخلاف- دو مرحله‌ی تثبیت کربن (CO_2) در هنگام شب

۳) برخلاف- تثبیت کربن (CO_2) جو در ترکیبی سه کربنی

۴) همانند- دو مرحله‌ی تثبیت کربن (CO_2) در یک نوع یاخته

.....

.....

.....

مثال ۱۸ – هر گیاهی که قادر است دی اکسید کربن را فقط ..... تثبیت کند، در نور و گرمای زیاد، ..... **(داخل- ۹۵)**

۱) هنگام شب- اسیدهای آلی را به درون کلروپلاست‌ها انتشار می‌دهد.

۲) در ترکیب چهار کربنی- به کمک NADH، ATP تولید می‌نماید.

۳) هنگام روز- فعالیت اکسیژنای آنزیم روبیسکو را افزایش می‌دهد.

۴) توسط چرخه‌ی کالوین- بدون حضور اکسیژن، NADH می‌سازد.

.....

.....

.....

مثال ۱۹ – همه‌ی یاخته‌های ..... هستند. **(خارج- ۹۰)**

۱) دارای رنگیزه، فتوسنتزکننده

۲) فتوسنتزکننده، دارای اندامک

۳) دارای اندامک- فتوسنتزکننده

۴) فتوسنتزکننده- دارای رنگیزه

.....

.....

.....

مثال ۲۰ – در همه‌ی نهاندانگان فتوسنتزکننده، هر یاخته‌ی تمایز یافته‌ی روپوست برگ، قادر به انجام کدام عمل زیر است؟ **(داخل- ۹۴ با تغییر)**

۱) در پی تثبیت کربن دی‌اکسید جو، یک اسید سه کربنی می‌سازد.

۲) در کنترل عملکرد روزن‌ها نقش مؤثری ایفا می‌کند.

۳) در مرحله‌ی بی‌هوازی تنفس، دو پروتون تولید می‌نماید.

۴) باعث فعالیت اکسیژنای آنزیم روبیسکو می‌شود.

.....

.....

.....

مثال ۲۱ – هر گیاهی که قادر است دی‌اکسید کربن را فقط ..... تثبیت نماید، در دماهای بالا و شدت‌های زیاد نور، ..... **(خارج- ۹۵)**

۱) هنگام شب- اسیدهای چهارکربنی را درون خود ذخیره می‌نماید.

۲) توسط چرخه‌ی کالوین- بدون حضور اکسیژن، $NADH$ می‌سازد.

۳) هنگام روز- فعالیت اکسیژنای آنزیم روبیسکو را باعث می‌شود.

۴) در ترکیب چهار کربنی- قند سه‌کربنی می‌سازد.

.....

.....

.....

مثال ۲۲ – کدام عبارت، درست است؟ **(داخل- ۸۷)**

۱) در گیاهان CAM، تجزیه‌ی اسید چهار کربنی در طی روز انجام می‌شود.

۲) در گیاهان C_4، کربن دی اکسید فقط از چرخه‌ی کالوین تثبیت می‌شود.

۳) هنگام عبور H^+ از بستره به درون تیلاکوئید، پروتئین کانالی ATP می‌سازد.

۴) در تنفس نوری، آنزیم روبیسکو سبب شکسته شدن ترکیب پنج کربنی ناپایدار می‌گردد.

.....

.....

.....

مثال ۲۳ – کدام عبارت، نادرست است؟ **(خارج- ۸۹)**

۱) بیشتر گیاهان تثبیت کربن را فقط در چرخه‌ی کالوین انجام می‌دهد.

۲) بیشتر گیاهان سازوکارهای ویژه‌ای جهت کاهش تنفس نوری ندارند.

۳) بعضی از گیاهان سبز قادر به تثبیت کربن در چرخه‌ی کالوین نمی‌باشند.

۴) بعضی از گیاهان از کربن CO_2 برای ایجاد ترکیب چهار کربنی استفاده می‌شود.

.....

.....

.....

مثال ۲۴ – هر گیاهی که در دمای بالا و شدت زیاد نور .....، قطعاً ..... **(خارج ۹۴ با تغییر)**

۱) بر تنفس نوری غلبه می‌نماید- فرایند فتوسنتز را با کارایی پایینی انجام می‌دهد.

۲) فرایند فتوسنتز را متوقف می‌سازد- در هنگام شب روزنه‌های خود را کاملاً باز می‌نماید.

۳) از افزایش دفع آب جلوگیری می‌کند- با ساختن قندها به کمک فتوسنتز ادامه می‌دهد.

۴) تقسیم‌بندی زمانی برای تثبیت CO_2 دارد- می‌تواند ATP را در عدم حضور اکسیژن بسازد.

.....

.....

.....

مثال ۲۵- جای خالی را با قید های مناسب و درست پر کنید:

..... از جانداران وجود دارند که فتوسنتز می‌کنند.

برگ در..... گیاهان مناسب‌ترین ساختار برای فتوسنتز بوده که تعداد فراوانی کلروپلاست دارد.

میانبرگ در ..... گیاهان از سلول‌های اسفنجی تشکیل شده است.

کلروپلاست همانند میتوکندری می‌تواند ..... پروتئین‌های مورد نیاز خود را بسازد.

..... گیاهان C_3 هستند.

تنفس نوری ..... در گیاهان C_4 روی می‌دهد.

گیاهان ..... در مناطقی زندگی می‌کنند که با مسئله دما و نور شدید در طول روز و کمبود آب مواجه اند.

..... فتوسنتز را جاندارانی انجام می‌دهند که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی‌کنند.

..... باکتری‌ها سبزینه دارند.

..... از باکتری‌ها، فتوسنتزکنندهٔ غیر اکسیژن‌زا هستند.

..... از باکتری‌ها بدون نیاز به نور از کربن دی اکسید مادهٔ آلی می‌سازند و در نقاطی زندگی می‌کنند که زیستن در آنجا برای ..... از جانداران غیرممکن است.

مثال ۲۶- عبارت‌های مقایسه‌ای: (جای خالی با کلماتی مانند، همانند - برخلاف - دارای - فاقد، پر شود.)

روپوست بالایی در برگ تک لپه‌ای‌ها ..... دولپه‌ای‌ها ..... سلول نگهبان روزنه است.

سلول‌های غلاف آوندی در دولپه‌ای‌ها ..... تک لپه‌ای‌ها ..... کلروپلاست و توانایی فتوسنتز است.

میانبرگ نرده‌ای ..... میانبرگ اسفنجی ..... فضای بین سلولی زیادی است.

کلروپلاست ..... میتوکندری ..... دو غشا بوده و ..... آن ..... غشای چین‌خورده است.

میتوکندری ..... کلروپلاست ..... توانایی ساخت بعضی از پروتئین‌های مورد نیاز است.

کلروفیل(سبزینه) ..... کاروتنوئیدها در غشای تیلاکوئیدها قرار دارند.

فتوسیستم ۱ ..... فتوسیستم ۲ ..... پروتئین است.

کلروپلاست‌های اسپیروزیر ..... خود آن نواری شکل هستند.

فتوسنتز ..... تنفس هوازی ..... مصرف آب است.

غشای تیلاکوئید ..... غشای خارجی میتوکندری..... آنزیم ATP ساز است

در کلروپلاست محل تولید اکسیژن ..... ATP درون تیلاکوئید است.

ساخته شدن قند در فتوسنتز ..... تجزیهٔ آن در تنفس سلولی ..... نیاز به زمان است.

در فتوسنتز گیاه، برای تولید قند، الکترون ..... انرژی از واکنش‌های تیلاکوئیدی تأمین می‌شود.

اولین فراوردهٔ چرخه کالوین ..... چرخه کربس ..... ۶ کربن است.

مقدار اکسیژن ..... مقدار کربن دی اکسید بر فتوسنتز مؤثر است.

تنفس نوری ..... تنفس سلولی ..... توانایی تولید ATP است.

گیاهان C_4 ..... گیاهان C_3 ..... تنفس نوری هستند.

غلاف آوندی در گیاهان C_4 ..... گیاهان C_3 ..... کلروپلاست هستند.

آنزیم ترکیب‌کننده CO_2 با اسید سه کربنی ..... روبیسکو ..... تمایل به واکنش با اکسیژن است.

در گیاهان CAM ..... سایر گیاهان روزنه‌ها در روز ..... و شب‌ها ..... است.

تثبیت کربن در گیاهان CAM ..... گیاهان C_4 ..... دومرحله است.

انواعی از باکتری‌ها ..... گیاهان ..... توانایی فتوسنتز هستند.

باکتری‌های فتوسنتز کننده ..... آغازیان فتوسنتز کننده ..... کلروپلاست هستند.

باکتری‌های شیمیوسنتزکننده ..... باکتری‌های فتوسنتز کننده برای زیستن ..... نیاز به کربن دی اکسید هستند.

مثال ۲۷- درستی و نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید:

فرایندهایی در دنیای حیات که با ساختن ماده آلی، انرژی را در آن‌ها ذخیره می‌کند.

گیاهان تنها جانداران فتوسنتزکننده هستند.

در رگبرگ‌ها، آوند چوبی بر روی آوند آبکشی قرار می‌گیرد.

میانبرگ برخی از گیاهان فاقد سلول‌های نرده‌ای است.

کاروتنوئیدها نور قرمز را جذب نمی‌کنند.

مرکز واکنش در فتوسیستم‌ها دارای پروتئین است.

تنوع رنگیزه‌ها در مرکز واکنش فتوسیستم بیشتر از آنتن‌های آن است.

الکترون‌های پرانرژی ممکن است از فتوسیستم خارج شوند.

در آنتن‌ها انتقال انرژی و در مرکز واکنش انتقال الکترون انجام می‌شود.

ورود پروتون به درون تیلاکوئید با انتقال فعال ولی بدون مصرف ATP انجام می‌شود.

عدد اکسایش اتم کربن در مولکول قند نسبت به CO_2 افزایش می‌یابد.

طول موج، شدت و مدت تابش نور بر فتوسنتز اثر دارد.

میزان اکسیژن بر فتوسنتز اثری ندارد.

روزنه‌ها به منظور کاهش تعریق بسته می‌شوند.

با بسته شدن روزنه‌ها، فتوسنتز متوقف می‌شود.

در میانبرگ گیاه، وقتی روزنه‌ها باز هستند میزان CO_2 از O_2 بیشتر است.

در گیاهان C_4 تنفس نوری انجام می‌شود.

سلول‌های میانبرگ گیاهان C_4 دارای کلروپلاست نیستند.

عصارهٔ برگ گیاهان CAM در اوایل صبح اسیدی‌تر است.

بخش عمدهٔ فتوسنتز توسط گیاهان انجام می‌شود.

در تمامی باکتری‌های فتوسنتزکننده باکتریو کلروفیل وجود دارد.

اوگلنا نوعی جلبک سبز است.

اوگلنا در عدم حضور نور کلروپلاست خود را از دست می‌دهد.

باکتری‌های نیترات‌ساز، شیمیوسنتز کننده‌اند.

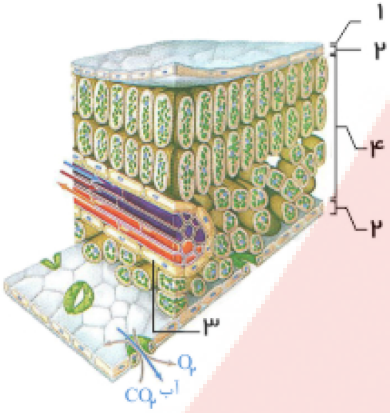
هر تولید کننده‌ای به نور نیاز دارد.

آزمون‌های ترکیبی فصل ۶ دوازدهم

۱ - پروتئین‌های کانالی موجود در غشای تیلاکوئید حُسن یوسف، با صرف انرژی ..... می‌کنند.

(۱) یون‌های هیدروژن را به تیلاکوئید وارد
(۲) ATP را به ADP تبدیل
(۳) ADP را به ATP تبدیل
(۴) یون‌های هیدروژن را از تیلاکوئید خارج

۲ - با توجه به شکل، کدام گزینه، عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟ «بخش .....، دارای یاخته‌هایی است که .....»



(۱) ۱ - مانع نفوذ باکتری به بخش زیرین می‌شوند.
(۲) ۲ - همگی توانایی فتوسنتز دارند.
(۳) ۳ - نمی‌توانند تجزیهٔ نوری آب را در کلروپلاست انجام دهند.
(۴) ۴ - می‌توانند زنجیرهٔ انتقال الکترون را در غشای داخلی سبزدیسه انجام دهند.

۳ - چه تعداد از موارد زیر مربوط به تجزیهٔ نوری آب در میانبرگ‌های نرده‌ای است؟

الف) اسیدی شدن تیلاکوئید ب) تولید O_2 پ) تولید الکترون ت) کاهش فشار اسمزی تیلاکوئید
ث) مصرف ATP ج) تولید ATP

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶

۴ - کدام‌یک جمله‌ی مقابل را به طور نادرستی تکمیل می‌نماید؟ «فتوسیستم ..... »

(۱) یک، همان $P_{۷۰۰}$ است.
(۲) توانایی جذب نور زرد و سبز را دارد.
(۳) علاوه بر رنگیزه دارای پروتئین است
(۴) دو، در سطح داخلی خود به آنزیم تجزیه‌کننده‌ی آب متصل است.

۵ - در فضای درونی تیلاکوئیدها، هیچ‌گاه ..... نمی‌شود.

(۱) دی‌اکسیدکربن تثبیت (۲) اکسیژن تولید (۳) یون هیدروژن جابه‌جا (۴) الکترون آزاد

۶ - دو ترکیبی که در یک مرحله از مراحل فتوسنتز تولید نمی‌شوند، ..... است.

(۱) ADP و $NADP^+$ (۲) قند سه کربنه و $NADP^+$ (۳) ATP و $NADPH$ (۴) قند سه کربنه و ATP

۷ - کدام جمله نادرست است؟

(۱) واکنش‌های مستقل از نور بدون وابستگی به واکنش‌های نوری انجام می‌شوند.
(۲) تثبیت کربن به فرآیند ساخته شدن ترکیب آلی از CO_2 گفته می‌شود.
(۳) اولین ماده‌ای که در چرخهٔ کالوین ساخته می‌شود ۶ کربنه است.
(۴) برای تشکیل ریبولوز بیس فسفات، یک فسفات و انرژی ATP به یک مولکول ۵ کربنه منتقل می‌شود.

۸ - راکیزه ..... سبزدیسه .....

(۱) همانند - توانایی مصرف ATP را درون خود دارد.
(۲) برخلاف - توانایی مصرف ATP را درون خود دارد.
(۳) همانند - می‌تواند کارکرد خود را در طول زمان تغییر دهد.
(۴) برخلاف - می‌تواند کارکرد خود را در طول زمان تغییر دهد.

۹ - نقش اصلی $NADPH$ در فتوسنتز چیست؟

(۱) تأمین الکترون‌های پرانرژی و پروتون برای واکنش‌های وابسته به نور
(۲) مبدل انرژی نوری به انرژی شیمیایی در واکنش‌های نوری فتوسنتز
(۳) تأمین الکترون‌های پرانرژی برای پیوند کربن - هیدروژن در واکنش‌های مستقل از نور
(۴) تأمین الکترون‌های پر انرژی برای پیوند کربن - هیدروژن در واکنش‌های وابسته به نور

۱۰ - آنزیم رویسکو درکدام سلول‌های C_4، برای فتوسنتز فعال‌تر است؟

(۱) میان‌برگ (۲) غلاف آوندی (۳) اپیدرم بالایی (۴) اپیدرم زیرین

۱۱ - در تنفس نوری گیاهان برخلاف فتوسنتز در آن‌ها، .....

(۱) محصول تولید شده توسط آنزیم روبیسکو، تجزیه می‌شود.
(۲) امکان تولید ترکیب سه‌کربنی وجود ندارد.
(۳) هیچ مولکول ATPای در سطح پیش ماده تولید نمی‌شود.
(۴) اندامکی دارای غشای درونی چین‌خورده نقش دارد.

۱۲ - انتقال مواد بستره به فضای تیلاکوئید ..... انتقال مواد از فضای تیلاکوئید به بستره همواره .....

(۱) همانند - با دخالت نوعی پرتئین ناقل همراه است.
(۲) برخلاف - در حضور نوعی پروتئین کانالی امکان‌پذیر است.
(۳) همانند - در محدودهٔ طول موج ۶۰۰ – ۷۰۰ نانومتر نور مرئی، بیش‌تر از سایر طول موج‌های مرئی می‌باشد.
(۴) برخلاف - با صرف انرژی ATP همراه است.

۱۳ - کدام عبارت به‌درستی بیان شده است؟

(۱) در ساختار مرکز واکنش هر فتوسیستم برخلاف آنتن‌های گیرندهٔ نور آن‌ها، انواعی از پروتئین‌ها مشاهده می‌شود.
(۲) در بخشی از فتوسیستم با رنگیزه‌های متفاوت، مولکول‌های بسپاری (پلیمر) دیده می‌شود که در ساختار دنا نیز حضور دارند.
(۳) در بخشی از تیلاکوئید که ساخت رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی رخ می‌دهد، ساختار کامل رناتن نیز دیده می شود.
(۴) هنگامی‌که یاخته‌های نرم آکنهٔ سبزینه‌دار (پارانشیم کلروفیل‌دار) آمادهٔ تقسیم می‌شوند، فعالیت آنزیمی با خاصیت نوکلئازی در کلروپلاست افزایش می‌یابد.

۱۴ - کدام عبارت، درباره‌ی واکنش‌های وابسته به نور در سلول‌های برگ یک گیاه علفی، نادرست است؟

(۱) انتقال الکترون‌های تحریک شده از P_{680} به P_{700}، تولید ATP را به دنبال دارد.
(۲) انرژی الکترون‌های برانگیخته از P_{700}، پمپ غشایی تیلاکوئید را فعال می‌کند.
(۳) پروتئین ATP ساز، در کاهش تراکم H^+ درون تیلاکوئید مؤثر می‌باشد.
(۴) کمبود الکترون‌های P_{680}، با تجزیه‌ی مولکول آب جبران می‌گردد.

۱۵ - چند مورد، در ارتباط با واکنش‌های نوری فتوسنتز یک گیاه علفی، درست است؟

الف) پمپ غشائی تنها عامل مؤثر در افزایش تراکم درون تیلاکوتیدهاست.
ب) الکترون‌های پر انرژی P_{680}، با از دست دادن انرژی به P_{700} منتقل می‌شوند.
ج) الکترون‌های برانگیخته‌ی کلروفیل P_{700}، پمپ غشایی تیلاکوئیدها را فعال می‌کند.
د) یک زنجیره‌ی انتقال الکترون، انرژی لازم برای تولید ATP و $NADPH$ را فراهم می‌کند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۶ - در همه‌ی گیاهانی که جذب CO_2ی محیط در روز صورت می‌گیرد .....

(۱) تثبیت CO_2 طی یک مرحله صورت می‌گیرد.
(۲) سازگاری جهت جلوگیری از تنفس نوری دیده می‌شود.
(۳) آنزیم رویسکو توانایی تسریع دو نوع واکنش متفاوت را دارد.
(۴) ورود CO_2 به سلول محل چرخه‌ی کالوین به صورت گاز انجام می‌گیرد.

۱۷ - درغشای تیلاکوئید .....

(۱) پمپ H^+ هم اکسید شده و هم احیا می‌گردد.
(۲) P_{680} با تجزیه کردن آب، الکترون‌های مورد نیاز برای احیای $NADP^+$ را تامین می‌نماید.
(۳) با عملکرد پروتئین کانالی که خاصیت آنزیمی نیز دارد، pH استروما افزایش می‌یابد.
(۴) رنگیزه‌های موجود در فتوسیستم ۱ الکترون‌های مورد نیاز برای ساخت $NADPH$ را از نور خورشید جذب می‌کنند.

۱۸ - کدام گزینه در مورد پروتئین‌های درگیر در زنجیرهٔ انتقال الکترون صحیح نمی‌باشد؟

(۱) می‌توانند الکترون و پروتون را هم‌زمان دریافت کنند.
(۲) می‌توانند فقط در بین دو لایهٔ غشای تیلاکوئید باشند.
(۳) می‌توانند در اتصال با بیشترین رنگیزهٔ موجود در گیاهان باشند.
(۴) نمی‌توانند فقط به غشای داخلی تیلاکوئید متصل باشند.

۱۹ - نمی‌توان گفت در گیاهان .....

(۱) همهٔ تیلاکوئیدها فتوسیستم دارند.
(۲) همهٔ الکترون‌های برانگیخته از مدار خود خارج شده‌اند.
(۳) همهٔ الکترون‌های پرانرژی برانگیخته‌اند.
(۴) همهٔ رنگیزه‌ها بخشی از نور را جذب نمی‌کنند.

۲۰ - کدام گزینه عبارت زیر را در رابطه با تیلاکوئیدهای درخت افرا به‌درستی تکمیل می‌کند؟

«در هر زنجیرهٔ انتقال الکترون که ..... به‌طور قطع ..... »

(۱) الکترون‌ها به کمک پروتئین‌های غشایی جابه‌جا می‌شوند - انرژی الکترون به تدریج کم می‌شود.
(۲) الکترون خود را از فتوسیستم ۲ دریافت می‌کند - انرژی موقتا در $NADPH$ ذخیره می‌شود.
(۳) الکترون‌ها را بین دو نوع فتوسیستم جابه‌جا می‌کند - پروتئینی با فعالیت ATPسازی وجود دارد.
(۴) به تولید $NADPH$ ختم می‌شود - از انرژی الکترون‌های برانگیخته در آن مستقیماً برای ساخت پیوندهای کربن - هیدروژن استفاده می‌شود.

۲۱ - کدام گزینه درباره‌ی زنجیره‌ی انتقال الکترون در سبزدیسه صحیح است؟

(۱) همه‌ی پروتئین‌های انتقال دهنده‌ی الکترون، در تماس مستقیم با بخش آبگریز فراوان‌ترین مولکول‌های غشا قرار دارند.
(۲) الکترون‌هایی که بیشتر در اثر برخورد نور ۶۸۰ نانومتر از کلروفیل خارج میشوند، درنهایت به مولکول گیرندهٔ الکترون ملحق می‌شوند.
(۳) پروتئینی که یونهای H^+ را از غشای تیلاکوئید عبور می‌دهد، قطعاً برای فعالیت خود مولکول سه حلقه‌ای مصرف می‌کند.
(۴) همه‌ی مولکول‌های پروتئینی که در ایجاد شیب غلظت یون هیدروژن نقش دارند، واجد قدرت دریافت و انتقال الکترون هستند.

۲۲ - کدام عبارت، در ارتباط با هر فتوسیستم موجود در غشای تیلاکوئید گیاه آفتاب‌گردان، صحیح است؟

(۱) با دارا بودن کلروفیل‌های $P_{۷۰۰}$ و $P_{۶۸۰}$ ، حداکثر جذب نوری را دارد.
(۲) کمبود الکترونی آن، از طریق الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ آب جبران می‌گردد.
(۳) انرژی جذب شده در آن، باعث می‌شود تا الکترون‌ها از کلروفیل‌های a آزاد شوند.
(۴) الکترون‌های خارج شده از آن، با عبور از پمپ غشایی، مقداری انرژی از دست می‌دهند.

۲۳ - کدام گزینه، عبارت زیر را به‌طور نامناسب کامل می‌کند؟

«به طور معمول، در واکنش‌های ..... واکنش‌های تثبیت کربن گیاه $C_۳$، .....»

(۱) چرخهٔ کربس، همانند - مولکول کربن دی‌اکسید به مصرف می‌رسد.
(۲) قند کافت، برخلاف - مولکول‌های آدنوزین دی‌فسفات هم تولید و هم مصرف می‌شوند.
(۳) تخمیر لاکتیکی، برخلاف - الکترون‌های $NADH$ به ترکیبی سه‌کربنی منتقل می‌شوند.
(۴) گلیکولیز، همانند - ترکیبی شش‌کربنی و دو فسفاته، به دو ترکیب سه‌کربنی تجزیه می‌شود.

۲۴ - کدام عبارت در مورد تجزیهٔ آب در تیلاکوئیدها درست بیان شده است؟

(۱) الکترون‌های حاصل از آن، کمبود الکترونی سبزینه‌های مراکز واکنش فتوسیستم‌ها را جبران می‌کنند.
(۲) نوع انرژی مورد استفاده برای تجزیهٔ آب با انرژی برانگیختگی الکترون‌ها در فتوسیستم‌ها یکسان است.
(۳) از تجزیه کامل هر مولکول آب، یک مولکول $O_۲$ و تعدادی الکترون آزاد می‌شود.
(۴) این واکنش باعث تغییر pH در درون و بیرون تیلاکوئید می‌شود.

۲۵ - در زنجیره‌های انتقال الکترون نمی‌توان گفت .....

(۱) بعضی الکترون‌های برانگیخته در فتوسیستم ۱ به $NADP^+$ منتقل نمی‌شوند.
(۲) الکترون و H^+ می توانند هم زمان در یک پروتئین حضور داشته باشند.
(۳) الکترون‌های زنجیرهٔ بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$، در نهایت به یک پروتئین با نقش آنزیمی می‌رسند.
(۴) همهٔ الکترون‌های برانگیخته فتوسیستم ۲ به اولین پذیرندهٔ الکترون منتقل می‌شوند.

۲۶ - کدام عبارت به نادرستی بیان شده است؟

(۱) با تجزیهٔ نوری آب، فشار اسمزی در داخل تیلاکوئید کاهش می‌یابد.
(۲) انرژی نور توسط یکی از آنتن‌های گیرندهٔ نور جذب و به بقیه منتقل می‌شود.
(۳) نام گذاری $P۶۸۰$ و $P۷۰۰$ مربوط به طول موجی است که حداکثر جذب مراکز واکنش در آن صورت می‌گیرد.
(۴) واکنش‌های فتوسنتزی در دو گروه وابسته به نور و مستقل از نور تقسیم بندی می‌شوند.

۲۷ - کدام عبارت در مورد رنگیزهٔ گیاهان به طور درست بیان شده است؟

(۱) رنگیزه‌ها به رنگی دیده می‌شوند که در آن طول موج هیچ جذبی ندارند.
(۲) با کنارهم قرارگرفتن آن‌ها، فتوسیستم‌ها شکل می‌گیرند.
(۳) یک نوع رنگیزه، می‌تواند در شرایط متفاوت طیف جذبی متفاوت داشته باشد.
(۴) در غشای داخلی کلروپلاست شرکت دارند و طیف‌های جذبی متفاوت دارند.

۲۸ - کدام عبارت در مورد فتوسنتز به درستی بیان نشده است؟

(۱) واکنش تجزیهٔ نوری آب در فتوسیستم ۲ انجام می‌گیرد.
(۲) $NADPH$ و ATP تنها محصولات واکنش‌های نوری نیستند.
(۳) وقتی نور به رنگیزه می‌تابد ممکن است الکترون برانگیخته شود.
(۴) گیاه برای ساختن قند، تنها نیاز به منبع انرژی دارد.

۲۹ - درجه اکسایش اتم کربن در مولکول قند نسبت به کربن CO_2 ..... یافته است، بنابراین ساخت قند فرآیندی ..... است.

(۱) کاهش - انرژی ده
(۲) افزایش - انرژی ده
(۳) کاهش - انرژی‌خواه
(۴) افزایش - انرژی‌خواه

۳۰ - محل واکنش چرخهٔ کالوین با ..... یکسان ..... .

(۱) محل ورود پروتون‌های خروجی از آنزیم ATP ساز - است.
(۲) محل ساخت مولکول $NADPH$ - نیست.
(۳) محل تجزیهٔ آب توسط انرژی آب - است.
(۴) محل ساخت ATP در آنزیم ATP ساز - نیست.

۳۱ - چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز به درستی بیان نشده است؟

الف) ساخته شدن قند در چرخه‌ای از یک واکنش به نام چرخهٔ کالوین رُخ می‌دهد.
ب) فتوسنتز نیز مانند تجزیه مولکول‌های قند به یکباره رُخ نمی‌دهد.
ج) درجه اکسایش اتم کربن در مولکول قند نسبت به کربن در CO_2 پایین‌تر است.
د) ATP ساخته شده در واکنش نوری برای استفاده در چرخهٔ کالوین از یک غشاء باید عبور کند.

(۱) ۳
(۲) ۲
(۳) ۱
(۴) ۰

۳۲ - چند جمله عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

در چرخهٔ کالوین .....

الف) با اتصال CO_2 به یک مولکول دارای یک فسفات، ترکیب شش کربنه ناپایدار ایجاد می‌شود.
ب) پس از شکست مولکول شش کربنه ناپایدار، دو مولکول سه کربنه ایجاد می‌شود.
پ) از مولکول $NADPH$ و انرژی و الکترون ATP برای ساخت قندهای سه کربنه استفاده می‌شود.
ت) برای ساخته شدن یک قند سه کربنه که مورد استفادهٔ گیاه قرار بگیرد، سه مولکول کربن‌دی‌اکسید باید وارد چرخه شود.

(۱) ۴
(۲) ۳
(۳) ۲
(۴) ۱

۳۳ - در برگ گیاهان دولپه آوندهایی که .....

(۱) به رو پوست رویی نزدیک ترند، چوب در دیوارهٔ آن‌ها تزئینات متفاوتی دارد.
(۲) شیرهٔ خام را به برگ می‌آورند، با یاختهٔ غلاف آوندی در تماس نیستند.
(۳) به روپوست زیرین نزدیک ترند، دیوارهٔ دومین سلولزی دارند.
(۴) یاخته‌های همراه دارند، به میان‌برگ نرده‌ای نزدیک ترند.

۳۴ - یاخته‌های نرده‌ای در برگ گیاهان دولپه .....

(۱) دارای منافذی هستند که حتی ویروس‌ها می‌توانند از آن‌ها عبور کنند.
(۲) دیوارهٔ نخستین ضخیم دارند.
(۳) قطعاً به روپوست بالایی متصل هستند.
(۴) مستقیماً از آوند چوبی شیرهٔ خام می‌گیرند.

۳۵ - چند مورد از عبارات زیر در مورد اوگلناها به درستی بیان نشده است؟

الف) این جاندار جزء جلبک‌های سبز است و فتوسنتز می‌کند.
ب) جاندار تک یاخته‌ای است.
ج) این جاندار در حضور نور در سبزدیسه‌های خود، ATP تولید می‌کند.
د) این جاندار می‌تواند در حضور نور، O_2 تولید کند.

(۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) ۴

۳۶ - باکتری‌های شیمیوسنتز کننده .....

(۱) همانند باکتری‌های فتوسنتز کننده توانایی تولید O_2 را دارند.
(۲) همانند باکتری‌های فتوسنتز کنندهٔ غیراکسیژن‌زا انرژی خود را از مواد معدنی مانند H_2S می‌گیرند.
(۳) همانند اوگلناها انرژی خود را فقط از مواد معدنی به‌دست می‌آورند.
(۴) همانند گیاهان می‌توانند عدد اکسایش کربنِ CO_2 را کاهش دهند.

۳۷ - نمی‌توان گفت تجزیهٔ نوری آب .....

(۱) باعث اسیدی‌تر شدن درون تیلاکوئید می‌شود.
(۲) باعث فعالیت بیشتر تارکشنده می‌شود.
(۳) باعث کاهش تعریق می‌شود.
(۴) باعث کاهش امکان تنفس نوری می‌شود.

۳۸ - چند جمله در مورد گیاهان به درستی بیان شده است؟

الف) در هوای گرم و مرطوب روزنه‌های گیاه برای کاهش تعرق بسته و شرایط برای تنفس نوری فراهم می‌شود.
ب) اگر روزنه‌ها بسته باشند و فتوسنتز ادامه داشته باشد، شرایط برای تنفس نوری فراهم می‌شود.
پ) با افزایش میزان اکسیژن و وارد نشدن CO_2، شرایط برای تنفس نوری فراهم می‌شود.
ت) روبیسکو با فعالیت اکسیژنازی ترکیب ۵ کربنه پایداری ایجاد می‌کند که به دو مولکول ۳ کربنی و ۲ کربنی تجزیه می‌شود.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۳۹ - در گیاهانی که اولین مولکول آلی پایدار تشکیل شده در آن‌ها دارای ۳ کربن است .....

(۱) با افزایش شدت و مدت زمان تابش نور، قطعاً فتوسنتز افزایش خواهد یافت.
(۲) با افزایش میزان CO_2 و افزایش دما، قطعاً فتوسنتز افزایش خواهد یافت.
(۳) با افزایش میزان اکسیژن و مدت زمان تابش نور، قطعاً فتوسنتز افزایش خواهد یافت.
(۴) با افزایش عوامل درونی مؤثر در فتوسنتز گیاه، قطعاً فتوسنتز افزایش خواهد یافت.

۴۰ - جاندارانی که در فتوسنتز خود به جای اکسیژن، گوگرد تولید می‌کنند .....

(۱) برای تأمین انرژی و الکترون خود، H_2S را تجزیه می‌کنند.
(۲) در کلروپلاست خود، رنگیزهٔ جذب انرژی نور را دارند.
(۳) با تجزیهٔ H_2S، غلظت H^+ را در تیلاکوئیدهای خود افزایش می‌دهند.
(۴) می‌توانند در تصفیه و حذف گاز بی‌رنگ استفاده شوند.

۴۱ - کدام عبارت در مورد باکتری‌های فتوسنتزکننده به نادرستی بیان شده است؟

(۱) توانایی تولید O_2 در فتوسنتزکننده اکسیژن‌زا وجود دارد.
(۲) رنگیزه‌ها در باکتری‌های گوگردی ارغوانی و سبز، باکتریوکلروفیل نام دارند.
(۳) در باکتری‌های گوگردی سبزینه وجود ندارد.
(۴) در بعضی باکتری‌ها، همانند سیانوباکتری‌ها سبزینه وجود دارد.

۴۲ - هر عاملی که باعث افزایش تراکم یون‌های هیدروژن درون ..... می‌شود، به‌طور قطع ..... (با تغییر)

(۱) تیلاکوئید - به ساخته شدن ATP کمک می‌کند.
(۲) بستره - با مصرف نوعی انرژی زیستی این کار را انجام می‌دهد.
(۳) تیلاکوئید - نوعی آنزیم است که مواد غیر آلی را تجزیه می‌کند.
(۴) بستره - نوعی پروتئین منحصر به فرد است که عمل آنزیمی ندارد.

۴۳ - در مرحلهٔ .....

(۱) اول قندکافت، برخلاف چرخهٔ کربس، $NADH$ تولید نمی‌شود.
(۲) واکنش وابسته به نور فتوسنتز، همانند قندکافت، ATP تولید می‌شود.
(۳) واکنش وابسته به نور فتوسنتز گیاهان، ترکیبی آزاد می‌شود که قطعاً در چرخهٔ کربس مصرف می‌شود.
(۴) واکنش وابسته به نور فتوسنتز، $NADP^+$ تولید شود که در قندکافت مصرف می‌شود.

۴۴ - در هر زنجیره انتقال الکترون غشای تیلاکوئیدهای گیاه بنت قنسول، کدام اتفاق روی می‌دهد؟

(۱) یون‌های هیدروژن برخلاف شیب غلظت خود، از هر پروتئین غشایی عبور می‌کنند.
(۲) پیوندهای کربن - هیدروژن به کمک الکترون‌های پر انرژی ساخته می‌شوند.
(۳) الکترون‌های پر انرژی به یون‌های هیدروژن می‌پیوندند.
(۴) انرژی به طور موقت در نوعی ترکیب ذخیره می‌شود.

۴۵ - هر گیاهی که در دمای بالا و شدت زیاد نور .....، قطعاً .....

(۱) از افزایش دفع آب جلوگیری می‌کند - به ساختن قندها به کمک فتوسنتز ادامه می‌دهد.
(۲) فرآیند فتوسنتز را متوقف می‌سازد - در هنگام شب روزنه‌های خود را کاملاً باز می‌نماید.
(۳) بر تنفس نوری غلبه می‌نماید - فرایند فتوسنتز را با کارایی بالایی انجام می‌دهد.
(۴) به کندی رشد می‌نماید - می‌تواند ATP را در عدم حضور اکسیژن بسازد.

۴۶ - چند مورد از موارد زیر به درستی بیان شده است؟

الف) همهٔ مولکول‌های رنگیزهٔ آنتن گیرندهٔ نور، در انتقال انرژی نقش دارند.

ب) جذب انرژی نور فقط در فتوسیستم ۲ اتفاق می‌افتد.

ج) سبزینهٔ a در فتوسیستم ۲ کمبود الکترون خود را از تجزیهٔ آب تأمین می‌کند.

د) الکترونی که به $NADPH$ منتقل می‌شود از P_{700} به آن می‌رسد.

① ۱ ② ۲ ③ ۳ ④ ۴

۴۷ - کدام عبارت نادرست است؟

پروتئینی که در غشای تیلاکوئید، یون‌های هیدروژن را به بخشی از سبزدیسه که محل ..... است، وارد می‌کند، .....

① انجام چرخه‌ی کالوین- در سنتز نوری ATP نقش دارد.

② تولید مولکول‌های اکسیژن - با انرژی الکترون‌های برانگیخته کار می‌کند.

③ جدا شدن الکترون‌ها از آب - جزء زنجیره‌ی انتقال الکترون نمی‌باشد.

④ مصرف $NADPH$- سبب کاهش pH بستره می‌شود.

۴۸ - کدام عبارت، دربارهٔ هر سلولی که توانایی همهٔ فعالیت‌های متابولیسمی خود را دارد و غشای پلاسمایی آن فاقد رنگیزه‌های جاذب نور است درست است؟

① با مصرف گلوکز در غیاب اکسیژن، ترکیبات مختلف سه کربنی ایجاد می‌کند.

② هر مولکول ATP را می‌تواند با کمک انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها بسازد.

③ با اضافه کردن یک مولکول کربن دی‌اکسید به مولکول پنج کربنی، ترکیبی شش کربنی می‌سازد.

④ الکترون‌های $NADH$ را به پیرووات حاصل از گلیکولیز یا یک پذیرندهٔ آلی دیگر منتقل می‌نماید.

۴۹ - چند مورد، جملهٔ زیر را به‌درستی تکمیل می‌کند؟

«در رابطه با هر اندامکی که درون خود آنزیم ATPساز دارد، می‌توان گفت .....»

الف) در هر یاختهٔ دارای آن، این اندامک به‌صورت مستقل در مرحلهٔ G_2 چرخهٔ یاخته‌ای تقسیم می‌شود.

ب) در پی عبور یون‌های هیدروژن از این آنزیم، اتصال فسفات به ADP در بستره صورت می‌گیرد.

ج) هر پروتئین مورد نیاز برای فعالیت‌های این اندامک، بدون دخالت شبکهٔ آندوپلاسمی تولید می‌شود.

د) نوعی کاتالیزور زیستی در زنجیره(های) انتقال الکترون غشای آن، پیوند پر انرژی بین گروه‌های فسفات تولید می‌کند.

① ۱ مورد ② ۳ مورد ③ ۲ مورد ④ ۴ مورد

۵۰ - کدام عبارت، جملهٔ زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

هر گیاهی که در ..... می‌تواند ..... ، قطعاً ..... . (با تغییر)

① طول روز - به تولید نوری ATP بپردازد - فاقد میانبرگ نرده‌ای می‌باشد.

② آب و هوای گرم - با سرعت بسیار بالایی رشد کند - CO_2 را در دو مرحله تثبیت می‌نماید.

③ دمای بالا - فرآیند فتوسنتز را متوقف سازد - توانایی ساخت ATP در عدم حضور اکسیژن را دارد.

④ نور شدید - با روزنه‌های تقریبا بسته فتوسنتز کند - دو سیستم آنزیمی برای تثبیت کربن دارند.

پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۳ تولید ATP در غشای تیلاکوئیدی و تحت تأثیر انرژی حاصل از شیب غلظتی H^+، صورت می‌گیرد و خروج H^+ از تیلاکوئید به روش انتشار تسهیل شده می‌باشد.

۲ - گزینه ۳ یاخته‌های غلاف آوندی کلروپلاست ندارند و نمی‌توانند فتوسنتز انجام دهند .

این شکل مربوط به برگ گیاهان دولپه است. ۱- پوستک ۲- روپوست زیرین و زیرین ۳- یاختهٔ غلاف آوندی ۴- میانبرگ

رد سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): لایهٔ پوستک ساختار یاخته‌ای ندارد.

گزینهٔ (۲): فقط یاخته‌های نگهبان روزنه توانایی فتوسنتز دارند.

گزینهٔ (۴): زنجیرهٔ انتقال الکترون در یاخته‌های فتوسنتز کنندهٔ میان‌برگ وغشای تیلاکوئید است و نه غشای داخلی سبزدیسه.

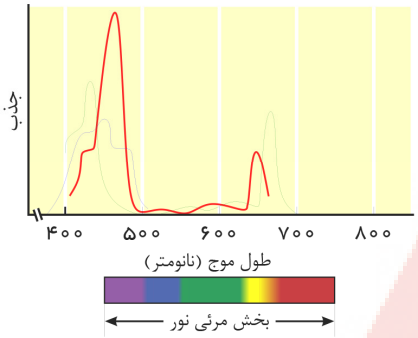
۳ - گزینه ۱ موارد (الف)، (ب) و (پ) در اثر تجزیهٔ نوری آب رخ می‌دهد.

رد سایر موارد:

مورد ت) در اثر تجزیهٔ آب فشار اسمزی افزایش پیدا می‌کند.

موردهای (ث) و (ج) انرژی لازم برای تجزیهٔ آب از نور خورشید تأمین می‌شود و در این مرحله ATP مصرف و تولید نمی‌شود.

۴ - گزینه ۱ فتوسیستم یک همان $P_{۷۰۰}$ نیست بلکه نوعی سبزینه a در فتوسیستم یک وجود دارد که آن سبزینه $P_{۷۰۰}$ است.



بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۲) : با توجه به شکل پایین فتوسیستم‌ها مقدار اندکی نور سبز و زرد را جذب می‌کنند.

گزینه (۳) : در فتوسیستم‌ها علاوه بر رنگیزه، پروتئین نیز وجود دارد.

گزینه (۴) : بر سطح داخلی فتوسیستم دو آنزیم تجزیه کننده آب متصل است.

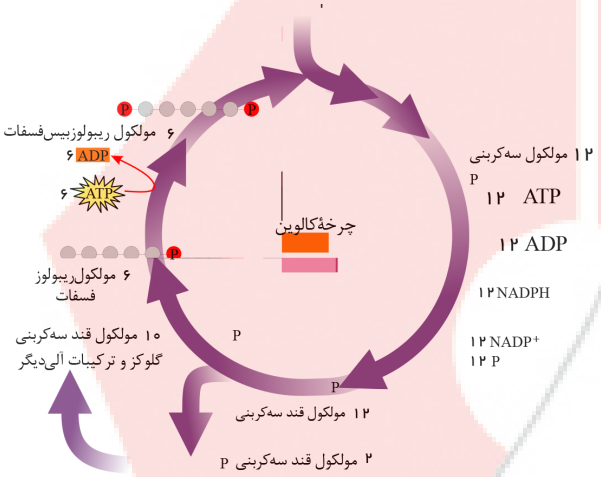
۵ - گزینه ۱ تثبیت $CO_۲$ در بستره (استروما) کلروپلاست و در چرخه‌ی کالوین انجام می‌شود.

۶ - گزینه ۴ در چرخه‌ی کالوین، قند سه کربنه و ADP (نه ATP) تولید می‌شوند.

۷ - گزینه ۱ بررسی گزینه‌ها:

رد گزینهٔ (۱): ATP و $NADPH$ مورد استفاده در واکنش‌های مستقل از نور در واکنش‌های نوری تولید می‌شود.

رد گزینهٔ (۴): با توجه به شکل هم فسفات و هم انرژی ATP برای ساخت ریبولوزبیس فسفات استفاده می‌شود.



۸ - گزینه ۱ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): درون راکیزه و سبزدیسه دنا و ریبوزوم وجود دارد که می‌تواند پروتئین بسازد درنتیجه برای این فعالیت‌ها ATP مصرف می‌شود.

رد گزینهٔ (۲): هر دو توانایی مصرف ATP دارند.

رد گزینه‌های (۳) و (۴): سبزدیسه می‌تواند به رنگ دیسه تبدیل شود ولی راکیزه کارکرد خود را تغییر نمی‌دهد.

۹ - گزینه ۳ $NADPH$ در مرحله واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز تولید می‌شود و در مرحله واکنش‌های تاریکی مصرف می‌گردد.

۱۰ - گزینه ۲ در گیاهان $C_۴$، فعالیت روبیسکو در سلول‌های غلاف آوندی زیاد است.

۱۱ - گزینه ۴ در تنفس نوری بخشی از واکنش‌ها در میتوکندری صورت می‌گیرد.

رد سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) در تنفس نوری، ترکیب ۵ کربنی تولید شده توسط آنزیم روبیسکو، تجزیه می‌شوند.

گزینهٔ ۲) در تنفس نوری، از تجزیهٔ ترکیب ۵ کربنی، ترکیب سه کربنی تولید می‌شود.

گزینهٔ ۳) در تنفس نوری ATP تولید نمی‌شود. در فتوسنتز نیز در نهایت، هیچ ATPای در سطح پیش ماده تولید نمی‌شود.

۱۲ - گزینه ۳ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: نادرست - انتقال $O_۲$ با انتشار است.

گزینهٔ «۲»: نادرست - خروج یون هیدروژن از تیلاکوئید توسط پروتئین کانالی است و انتقال یون هیدروژن از استروما به تیلاکوئید توسط پمپ صورت می‌گیرد.

گزینهٔ «۳»: درست - در محدوده ۶۰۰ - ۷۰۰ نانومتر هر دو فتوسیستم و کلروفیل‌های $P_{۷۰۰}$ و $P_{۶۸۰}$ بیش‌ترین فعالیت را دارند، بنابراین همه فعالیت‌های تیلاکوئید افزایش می‌یابند.

گزینهٔ «۴»: نادرست - ورود یون هیدروژن از استروما به تیلاکوئید توسط پمپ غشایی با صرف انرژی الکترون‌های برانگیخته صورت می‌گیرد. _نه ATP).

۱۳ - گزینه ۴ کلروپلاست مستقل از چرخهٔ یاخته‌ای تقسیم می‌شود، اما دقت کنید هنگامی که یاخته آمادهٔ تقسیم می‌شود، همهٔ اندامک‌های یاخته از جمله کلروپلاست نیز مهیای تقسیم می‌شوند. کلروپلاست هنگام تقسیم، به همانندسازی دنا با کمک فعالیت آنزیم دنابسپاراز نیاز دارد. آنزیم دنابسپاراز خاصیت نوکلئازی دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: دقت کنید در آنتن گیرندهٔ نور همانند مرکز واکنش، انواعی از پروتئین‌ها مشاهده می‌شود.

گزینهٔ «۲»: آنتن گیرندهٔ نور دارای رنگیزه‌های متفاوت است. پروتئین در آنتن گیرندهٔ نور وجود دارد. پروتئین در ساختار کروموزوم نیز دیده می‌شود؛ اما در ساختار دنا وجود ندارد. کروموزوم از دنا و پروتئین تشکیل شده است.

گزینهٔ «۳»: بستره بخشی از کلروپلاست است که در آن ساخت رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی (دنا و رنا) دیده می‌شود. این فرآیندها در تیلاکوئید دیده نمی‌شود.

۱۴ - گزینه ۲ کمبود الکترون $P_{۶۸۰}$ از آب و کمبود الکترون $P_{۷۰۰}$ از $P_{۶۸۰}$ تامین می‌شود. انرژی الکترون‌های برانگیخته در هنگام انتقال از $P_{۶۸۰}$ به $P_{۷۰۰}$ پمپ غشای تیلاکوئید را فعال کرده و تولید ATP را هدایت می‌کند. در این وضعیت پروتئین ATP ساز، H^+ها را از درون تیلاکوئید به داخل بستره انتقال می‌دهد و از انرژی آن‌ها برای ساخت ATP استفاده می‌کند.

۱۵ - گزینه ۱ فقط مورد ب صحیح است. در واکنش‌های نوری فتوسنتز:

الف) نادرست است؛ چون پمپ غشایی تنها عامل موثر نیست بلکه تجزیه آب درون تیلاکوییید نیز موثر است.

ب) درست است، چون الکترون‌های $P_{۶۸۰}$ پس از کم شدن انرژی آن‌ها به $P_{۷۰۰}$ می‌رسند.

ج) نادرست است، چون پمپ یونی هیدروژن توسط $P_{۶۸۰}$ فعال می‌شود.

د) نادرست است، چون یک زنجیره‌ی انتقال الکترون، انرژی را برای ساخت ATP و زنجیره‌ی دیگر برای ساخت $NADPH$ فراهم می‌کند.

۱۶ - گزینه ۳ در گیاهان $C_۳$ و $C_۴$جذب $CO_۲$ی محیط در روز انجام می‌گیرد که روبیسکو در هر دو توانایی تسریع واکنش‌های کربوکسیلازی و اکسیژنازی را دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱) :در گیاهان $C_۴$ و $CO_۲$ در دو مرحله تثبیت می‌شود.

گزینه (۲) : در گیاهان $C_۳$ سازگاری جهت جلوگیری از تنفس نوری دیده نمی‌شود.

گزینه (۴) : در گیاهان $C_۴$ مولکول $CO_۲$ به صورت ترکیب ۴ کربنه وارد محل چرخه کالوین می‌شود.

۱۷ - گزینه ۱ درغشای تیلاکوئید پمپ H^+ با دریافت الکترون‌های پرانرژی احیا و پس از صرف انرژی این الکترون‌ها برای تلمبه کردن H^+ از استروما به درون تیلاکوئید، الکترون‌های کم انرژی را به زنجیره‌ی انتقال الکترون داده و اکسید می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌ی (۲): الکترون‌های مورد نیاز برای احیای $NADP^+$ را فراهم می‌آورد. در ضمن آنزیم تجزیه کننده‌ی آب، سبب تجزیه‌ی آب می‌شود نه $P_{۶۸۰}$

گزینه‌ی (۳): باعملکرد پروتئین کانالی، مقدار H^+ استروما افزایش و مقدار PH آن کاهش می‌یابد.

گزینه‌ی (۴): الکترون‌های فتوسیستم ۱ توسط الکترون‌های فتوسیستم ۲ جبران می‌شوند نه نور خورشید.

۱۸ - گزینه ۴ پروتئینی که پس از پمپ پروتون قرار دارد؛ فقط به غشای داخلی متصل است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): پروتئینی که پروتون را وارد فضای تیلاکوئید می‌کند، الکترون و پروتون را هم زمان دریافت می‌کند فقط در بین ۲ لایه است.

گزینهٔ (۲): پروتئینی که الکترون را از فتوسیستم ۲ دریافت می‌کند.

گزینهٔ (۳): پروتئین‌های موجود در مراکز واکنش به سبزینه (بیشترین رنگیزهٔ موجود در گیاهان) متصل هستند.

۱۹ - گزینه ۳ بررسی گزینه‌ها:

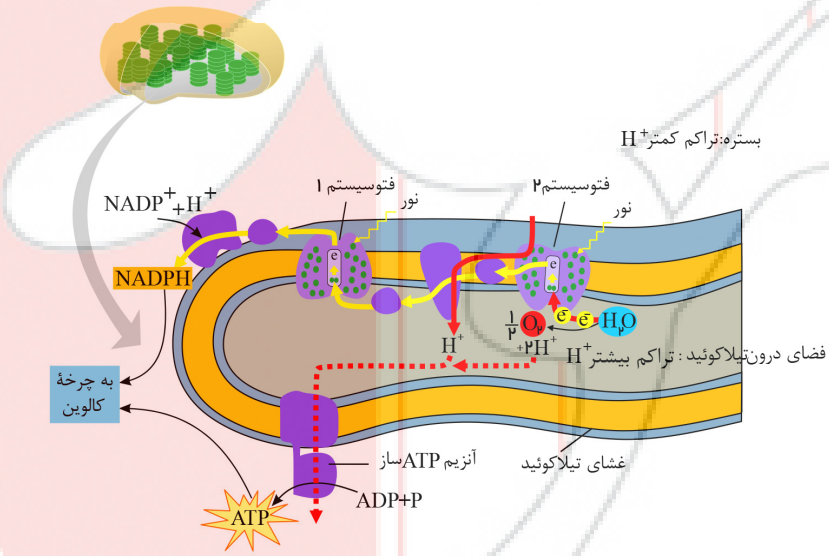
رد گزینهٔ (۱): همهٔ تیلاکوئیدها سیستم آنزیمی به نام فتوسیستم دارند.

رد گزینهٔ (۲): همهٔ الکترون‌های برانگیخته از مدار خود خارج شده اند. (بر عکس گزینهٔ (۳))

گزینهٔ (۳): الکترون‌ها می‌توانند انرژی بگیرند و ممکن است از مدار خود خارج شوند.

رد گزینهٔ (۴): مثل کاروتنوئیدها و سبزینه‌ها که طیف خاصی را جذب می‌کنند.

۲۰ - گزینه ۱



در غشای تیلاکوئیدها دو نوع زنجیرهٔ انتقال الکترون فعالیت دارد:

یک زنجیره، الکترون را بین دو نوع فتوسیستم ۱ و ۲ جابجا می‌کند و انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم می‌کند و زنجیرهٔ دیگر الکترون خود را از فتوسیستم ۱ دریافت می‌کند و در نهایت انرژی لازم برای ساخت $NADPH$ را فراهم می‌کند.

در هر دو زنجیره پروتئین‌های غشایی در انتقال الکترون‌ها نقش دارند و همچنین در هر دو زنجیره انرژی الکترون به تدریج کم می‌شود.رد سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۲»: در زنجیرهٔ انتقال الکترون که الکترون را از فتوسیستم ۲ دریافت می‌کند، انرژی در $NADPH$ ذخیره نمی‌شود.

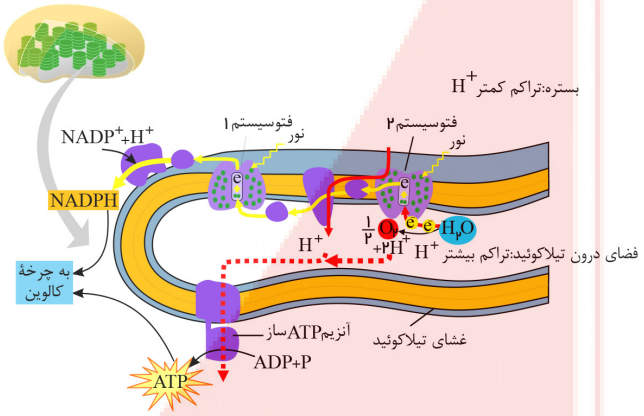
گزینهٔ «۳»: پروتئین دارای فعالیت ATPسازی در هیچ‌کدام از زنجیره‌ها وجود ندارد.

گزینهٔ «۴»: زنجیرهٔ انتقال الکترونی که به تولید $NADPH$ ختم می‌شود، از انرژی الکترون‌های برانگیخته برای ساخت $NADPH$ استفاده می‌کند. ساخت پیوندهای کربن - هیدروژن در مرحلهٔ واکنش‌های مستقل از نور فتوسنتز است.

۲۱ - گزینه ۴ پمپ غشایی و آنزیم تجزیه‌کننده‌ی آب درایجاد شیب غلظت یون‌هیدروژن نقش دارند. پمپ غشایی الکترون را در زنجیره‌ی انتقال الکترون جابجا می‌کند و آنزیم تجزیه کننده‌ی آب، الکترون‌های آب را به فتوسیستم ۲ منتقل می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

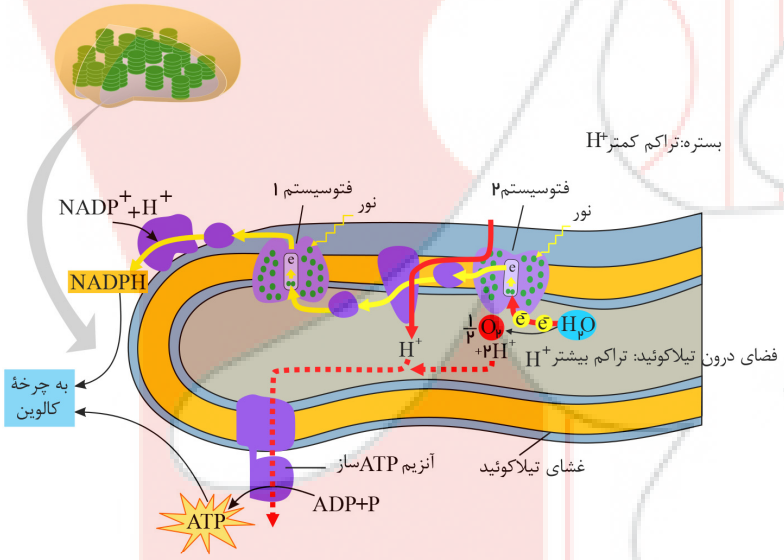
گزینه‌ی (۱): با دقت در شکل روبه‌رو، می‌توان دریافت که بعضی از پروتئین‌های زنجیره‌ی انتقال الکترون، سراسری و بعضی سطحی هستند.



گزینه‌ی (۲): دقت کنید که الکترون‌های فتوسیستم ۱ (که در طول موج ۷۰۰ بیشترین جذب را دارد) به $NADP^+$ وارد می‌شوند.

گزینه‌ی (۳): پمپ غشایی و کانال یونی تولیدکننده‌ی ATP توانایی عبور H^+ از غشا را دارند. دقت کنید که پمپ غشایی از انرژی الکترون برای عمل خود استفاده می‌کند، اما کانال یونی، ADP را که دارای سه حلقه‌است، مصرف می‌کند.

۲۲ - گزینه ۳



انرژی جذب شده توسط فتوسیستم‌ها باعث می‌شود تا کلروفیل ویژهٔ a موجود در مرکز آن‌ها دچار یونش شده و الکترون پرانرژی از آن رها شود (اکسایش یابند)

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱- نادرست - این گزینه با اشاره به حداکثر جذب نوری، به مرکز فتوسیستم اشاره دارد و می دانیم مرکز فتوسیستم ۱ فقط از کلروفیل a از نوع $P۷۰۰$ و مرکز فتوسیستم ۲ فقط از کلروفیل a از نوع $P۶۸۰$ تشکیل شده است.

گزینهٔ ۲- نادرست - کمبود الکترونی فتوسیستم ۲ مستقیما از الکترون‌های حاصل از تجزیه آب تامین می‌شود (البته دقت کنید که کمبود الکترونی فتوسیستم ۱ هم به طور غیر مستقیم از الکترون‌های آب تامین می‌شود ولی چون گزینهٔ دیگری درست‌تر است ناچار این گزینه را نادرست فرض می‌کنیم.)

گزینهٔ ۴- نادرست - زنجیرهٔ انتقال الکترون پس از فتوسیستم ۲ دارای پمپ غشایی است ولی زنجیرهٔ انتقال الکترون پس از فتوسیستم ۱ فاقد پمپ است.

۲۳ - گزینه ۱ واکنش‌های تثبیت کربن در گیاهان C_3، همان واکنش‌های چرخهٔ کالوین است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): در واکنش‌های چرخهٔ کربس، مولکول کربن دی‌اکسید تنها تولید می‌شود و مصرف نمی‌شود.

گزینهٔ (۲): در واکنش‌های قند کافت، مولکول‌های آدنوزین دی‌فسفات هم تولید و هم مصرف می‌شوند. اما در واکنش‌های چرخهٔ کالوین، مولکول‌های آدنوزین دی‌فسفات فقط تولید می‌شوند.

گزینهٔ (۳): در تخمیر لاکتیکی، الکترون‌های $NADH$ به ترکیباتی سه‌کربنی (پیرووات) منتقل می‌شود. دقت کنید که در چرخهٔ کالوین، الکترون‌های $NADPH$ (نه $NADH$) به ترکیبات سه کربنی منتقل می‌شود.

گزینهٔ (۴): در واکنش‌های گلیکولیز، گلوکز که ترکیبی شش‌کربنی است، ابتدا دو فسفاته شده و سپس به دو ترکیب سه‌کربنی تجزیه می‌شود. در چرخهٔ کالوین نیز، ترکیبی شش‌کربنی و ناپایدار تولید می‌شود که به دو اسید سه‌کربنی تجزیه می‌شود.

۲۴ - گزینه ۲ گزینهٔ (۲): هر دو واکنش با نور انجام می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): فقط کمبود الکترونی سبزینه a در فتوسیستم ۲ را جبران می‌کنند.

گزینهٔ (۳): هر مولکول آب فقط یک اتم O دارد و از تجزیهٔ دو مولکول آب O_2 آزاد می‌شود.

گزینهٔ (۴): فقط باعث تغییر pH در درون تیلاکوئید می‌شود.

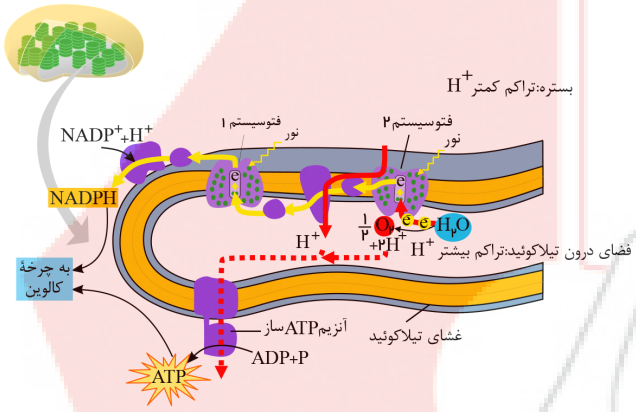
۲۵ - گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): الکترون‌هایی که در مرکز واکنش نیستند به بیرون از فتوسیستم منتقل نمی‌شوند.

گزینهٔ (۲): با توجه به شکل پایین در پروتئین دارای نقش پمپ در زنجیرهٔ انتقال الکترون، الکترون و H^+ هم زمان حضور دارند.

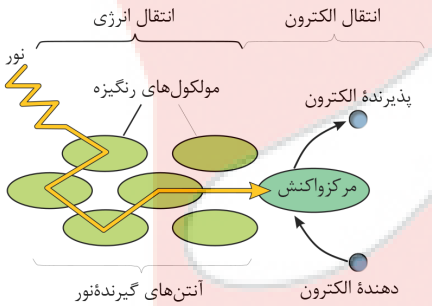
گزینهٔ (۳): پروتئینی که $NADP^+$ و H^+ را به هم متصل می‌کند، نقش آنزیمی دارد.

گزینهٔ (۴): فقط الکترون‌های برانگیخته مرکز واکنش، به پذیرندهٔ الکترون منتقل می‌شوند. (نه همهٔ الکترون‌های برانگیختهٔ فتوسیستم)



۲۶ - گزینه ۱ با تجزیهٔ نوری آب، تعداد مولکول‌های آب درون تیلاکوئید کم، و فشار اسمزی آن بالا می‌رود.

بررسی گزینهٔ (۲): با توجه به شکل، جذب نور فقط توسط یکی از آنتن‌ها انجام می‌شود. و بقیهٔ آن‌ها در انتقال نور نقش دارند.



۲۷ - گزینه ۳ سبزینهٔ a، در دو فتوسیستم، دو طیف جذبی متفاوت دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): به رنگی دیده می‌شوند که جذب کم دارند، یا جذبی ندارند.

گزینهٔ (۲): در بستری از پروتئین‌ها، رنگیزه‌ها فتوسیستم‌ها را می‌سازند.

گزینهٔ (۴): در غشای تیلاکوئید شرکت دارند، نه غشای داخلی کلروپلاست.

۲۸ - گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): تجزیهٔ نوری آب در فتوسیستم ۲ صورت می‌گیرد.

گزینهٔ (۲): $NADPH, ATP$ و O_2 محصولات واکنش‌های نوری هستند.

گزینهٔ (۳): با تابش نور به مولکول‌های رنگیزه، الکترون انرژی می‌گیرد و ممکن است برانگیخته شود.

رد گزینهٔ (۴): به منبع انرژی و الکترون نیاز دارد.

۲۹ - گزینه ۳ ساخت قند فرآیندی انرژی‌خواه است و درجهٔ اکسایش اتم کربن در قند نسبت به کربن در مولکول CO_2 کاهش پیدا می‌کند.

۳۰ - گزینه ۱ پروتون‌ها به بستره وارد می‌شوند – چرخهٔ کالوین نیز در بستره انجام می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): محل ساخت $NADPH$ نیز در بستره است.

گزینهٔ (۳): محل تجزیهٔ آب درون تیلاکوئید است.

گزینهٔ (۴): ATP نیز خارج از تیلاکوئید و درون بستره تولید می‌شود.

۳۱ - گزینه ۲ موارد (الف) و (د) به‌درستی بیان نشده است.

بررسی سایر موارد:

الف) در چرخه‌ای از واکنش‌ها به نام چرخهٔ کالوین.

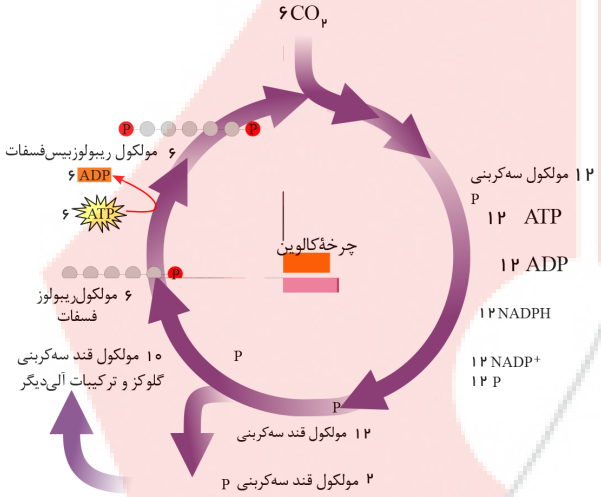
د) نیازی به عبور از غشا ندارد، چون محل ساخت ATP و محل چرخهٔ کالوین یکسان و داخل بسترهٔ کلروپلاست است.

۳۲ - گزینه ۳ موارد (الف) و (پ) نادرست هستند.

بررسی سایر موارد:

رد الف) نادرست، CO_2 به ریبولوز بیس فسفات متصل می‌شود که دارای دو فسفات است.

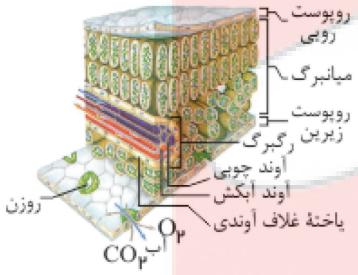
ب) درست، طبق متن کتاب و شکل مقابل از شکست مولکول ۶ کربنی، ۲ مولکول ۳ کربنی ایجاد می‌شود.



رد پ) نادرست، از الکترون‌های ATP استفاده نمی‌شود و فقط از انرژی آن استفاده می‌شود.

ت) درست است.

۳۳ - گزینه ۱ طبق شکل آوندهای چوبی به روپوست رویی و آوندهای آبکش به روپوست زیرین نزدیک‌ترند.



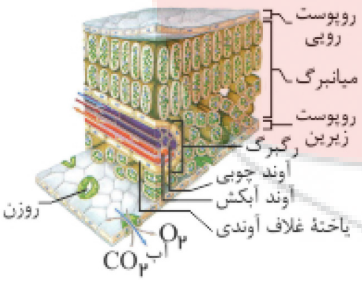
۳۴ - گزینه ۱ پلاسمودسم‌ها منافذی هستند که هیچ مانعی برای عبور مواد ندارند. پس حتی ویروس‌ها هم می‌توانند از آن‌ها عبور کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

رد گزینهٔ (۲): یاخته‌های نرده‌ای و اسفنجی از نوع نرم‌آکنه‌ای هستند که دیوارهٔ نخستین نازک دارند.

رد گزینهٔ (۳): طبق شکل یاخته‌های نرده‌ای در دو ردیف هستند و فقط ردیف بالایی با رو پوست در تماس است.

رد گزینهٔ (۴): طبق شکل همهٔ آن‌ها ارتباط مستقیم با آوند چوبی ندارند.



۳۵ - گزینه ۱ فقط مورد الف نادرست است.

بررسی موارد:

(الف) و (ب): این جاندار مثالی از آغازیان تک یاخته‌ای فتوسنتز کننده به غیر از جلبک‌ها است.

(ج) و (د): در حضور نور اوگلنا فتوسنتز می‌کند.

۳۶ - گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

رد گزینهٔ (۱): شیمیوسنتز کننده‌ها اکسیژن تولید نمی‌کنند.

رد گزینهٔ (۲): باکتری‌های فتوسنتز کنندهٔ غیراکسیژن‌زا انرژی خود را از خورشید می گیرند.

رد گزینهٔ (۳): اوگلناها می‌توانند با از دست دادن قابلیت فتوسنتزی خود، انرژی خود را از مواد آلی به دست آورند.

گزینهٔ (۴): باکتری‌های شیمیوسنتز کننده همانند گیاهان می‌توانند از CO_2 مادهٔ آلی بسازند که همان کاهش کربن CO_2 است.

۳۷ - گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

رد گزینهٔ (۱): با تولید H^+، فضای درون تیلاکوئید اسیدی‌تر می‌شود.

رد گزینهٔ (۲): با کاهش آب، سلول‌های تمایز یافتهٔ روپوست ریشه (تار کشنده) با فعالیت ریشهٔ آب را وارد می‌کند.

رد گزینهٔ (۳): تعریق بسته به شرایط محیطی و از روزنه‌های همیشه باز انجام می‌شود و کاهش آب می‌تواند باعث کاهش تعریق شود.

گزینهٔ (۴): احتمال وقوع تنفس نوری، با افزایش اکسیژن بیشتر می‌شود، در تجزیهٔ نوری آب اکسیژن تولید می‌شود.

۳۸ - گزینه ۳ موارد (ب) و (پ) به‌درستی بیان شده‌اند.

بررسی موارد:

الف) در هوای گرم و خشک روزنه‌ها برای کاهش تعرق بسته می‌شوند.

ب و پ) با بسته بودن روزنه‌ها و تداوم فتوسنتز، میزان اکسیژن بالا می‌رود و فعالیت روبیسکو به سمت تنفس نوری و اکسیژنازی پیش می‌رود.

ت) ترکیب ۵ کربنه ناپایدار است که به مولکول‌های ۳ و ۲ کربنی شکسته می‌شود.

۳۹ - گزینه ۴ منظور سوال گیاهان C_3 است.

بررسی گزینه‌ها:

رد گزینهٔ (۱): در گیاهان C_3 با افزایش شدت و مدت زمان قطعاً فتوسنتز زیاد نمی‌شود.

رد گزینهٔ (۲): با افزایش دما الزامی وجود ندارد و ممکن است باعث کاهش فعالیت آنزیم‌ها شود.

رد گزینهٔ (۳): افزایش میزان اکسیژن شرایط را برای تنفس نوری فراهم می‌کند.

گزینهٔ (۴): عوامل درونی شامل تعداد سبزدیسه، مقدار سبزینه، وسعت برگ و تعداد برگ‌هاست که افزایش هر یک از این عوامل، فتوسنتز را افزایش می‌دهد.

۴۰ - گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

رد گزینهٔ (۱): فقط برای تأمین الکترون خود H_2Sرا تجزیه می‌کنند.

رد گزینهٔ (۲): باکتری‌ها کلروپلاست ندارند.

رد گزینهٔ (۳): باکتری‌ها کلروپلاست ندارند، پس تیلاکوئید ندارند.

گزینهٔ (۴): هیدروژن سولفید گازی بی‌رنگ است و از این باکتری‌ها برای حذف هیدروژن سولفید در فاضلاب‌ها استفاده می‌کنند.

۴۱ - گزینه ۲ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): صحیح است.

رد گزینهٔ (۲): رنگیزه‌های فتوسنتزی باکتریوکلروفیل نام دارند نه همهٔ رنگیزه‌های آنها.

گزینهٔ (۳): باکتریوکلروفیل وجود دارد.

گزینهٔ (۴): صحیح است.

۴۲ - گزینه ۱ پمپ غشایی تیلاکوئید که در زنجیرهٔ انتقال الکترون بین دو فتوسیستم قرار دارد و آنزیم تجزیه‌کننده آب عواملی هستند که باعث افزایش یون هیدروژن درون تیلاکوئید می‌شوند. هر دو عامل با ایجاد یک شیب غلظت برای یون هیدروژن به ساخته شدن ATP کمک می‌کنند.

گزینه‌های «۲» و «۴»: «منظور پروتئین دارای فعالیت ATPسازی می‌باشد که با مصرف انرژی حاصل از عبور یون‌های هیدروژن این کار را انجام می‌دهد و این پروتئین عمل آنزیمی نیز دارد.

گزینهٔ «۳»: هم آنزیم تجزیه کنندهٔ آب و هم پمپ غشایی سبب افزایش تراکم یون‌های هیدروژن درون تیلاکوئید می‌شود.

۴۳ - گزینه ۲ واکنش وابسته به نور، مرحله‌ی تشکیل ATP و $NADPH$ در زنجیره‌های انتقال الکترون است. در مرحلهٔ قند کافت سلولی یعنی (گلیکولیز) ATP نیز تولید می‌شود.

رد سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) در گلیکولیز $WADH$ تولید می‌شود.

گزینهٔ ۳) در واکنش وابسته به نور فتوسنتز $ATP, NADH$ تولید می‌شود که در چرخه کربس قطعاً مصرف نمی‌شوند.

گزینهٔ ۴) در واکنش وابسته به نور فتوسنتز $NADP^+$ مصرف می‌شود و نه تولید!!

۴۴ - گزینه ۴ طی مراحل نوری فتوسنتز که در غشای تیلاکوئید صورت می‌پذیرد انرژی نور خورشید (فوتون‌ها) توسط فتوسیستم‌ها دریافت می‌شوند و زنجیره انتقال الکترون را راه می اندازد. زنجیره اول که پس از فتوسیستم ۲ قرار دارد باعث ذخیره موقت انرژی در ATP (بطور غیر مستقیم) و زنجیره‌ی دوم که پس از فتوسیستم ۱ قرار دارد باعث ذخیره موقت انرژی در $NADPH$ (بطور مستقیم) می شود تا در چرخه‌ی کالوین مصرف شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

رد گزینه ۱: در غشای تیلاکوئید، یک نوع پمپ هیدروژن (درزنجیره ی انتقال الکترون پس از فتوسیستم ۲) و یک نوع کانال هیدروژن (که عضو زنجیره ی انتقال الکترون نیست) وجود دارد که در کانال H^+ در جهت شیب غلظتی و در پمپ برخلاف شیب غلظتی H^+ انتقال می‌یابد.

رد گزینه ۲: پیوندهای کربن- هیدروژن با استفاده از ATP و $NADPH$ در بستره ساخته می‌شود نه در غشای تیلاکوئیدی.

رد گزینه ۳: الکترون‌های پرانرژی در نهایت به $NADP^+$ داخل بستره می‌رسند و $NADPH$ را تولید می‌کنند.

۴۵ - گزینه ۴ بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ممکن است گیاه C_4 باشد و به تنفس نوری برود.

۲) گیاهان C_4 شب روزنه‌هایشان بسته است نه باز.

۳) گیاهان CAM کارآیی پایینی دارند.

۴) همه گیاهان قادرند در فرآیند گلیکولیز و بدون نیاز به اکسیژن ATP تولید کنند.

۴۶ - گزینه ۱ فقط مورد (ج) به‌درستی بیان شده است.

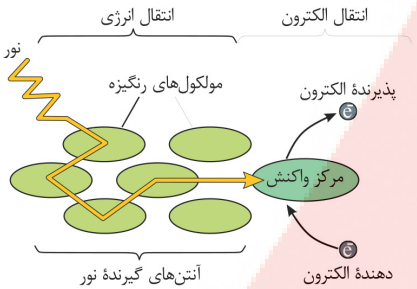
بررسی موارد:

رد مورد الف) با توجه به شکل و فلش جریان انرژی همهٔ رنگیزه‌ها نقش ندارند.

رد مورد ب) جذب انرژی نور در هر دو فتوسیستم اتفاق می‌افتد.

درستی مورد ج) سبزینهٔ a در مرکز واکنش فتوسیستم ۲، کمبود الکترون خود را از تجزیهٔ آب تأمین می‌کند.

رد مورد د) الکترون به $NADP^+$ منتقل می‌شود نه به $NADPH$.



۴۷ - گزینه ۳ جدا شدن الکترون‌ها از آب در داخل تیلاکوئید رخ می‌دهد، درنتیجه پروتئینی که یون‌های هیدروژن را به درون تیلاکوئید وارد می‌کند، پمپ غشایی است و جزئی از زنجیره‌ی انتقال الکترون است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌های «۱ و ۴»: پروتئین دارای فعالیت ATP سازی، یون‌های هیدروژن را به درون بستره وارد می‌کند جایی که محل انجام چرخه‌ی کالوین و نیز محل مصرف مولکول‌های $NADPH$ در گام دوم چرخه‌ی کالوین است. این پروتئین در سنتز نوری ATP دخالت دارد و از آن جایی که یون‌های هیدروژن را به درون بستره می‌فرستد باعث کاهش pH استروما نیز می‌شود.

گزینه‌ی «۲»: پمپ غشایی برای ورود H^+ از بستره به درون تیلاکوئید که محل تولید مولکول‌های اکسیژن است از انرژی الکترون‌های برانگیخته استفاده می‌کند.

۴۸ - گزینه ۱ سلول‌های یوکاریوتی فاقد رنگیزه‌های جاذب نور در غشای پلاسمایی خود می‌باشند. هر سلول زنده‌ای در گلیکولیز با مصرف گلوکز در غیاب اکسیژن ترکیبات مختلف سه کربنی (قند سه کربنی فسفاته، قند سه کربنی دوفسفاته و پیرووات) ایجاد می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۲) گلبول‌های قرمز فاقد میتوکندری بوده و قادر به تنفس هوازی نمی‌باشند و زنجیره انتقال الکترون ندارند.

گزینهٔ ۳) فقط سلول‌های فتوسنتزکننده قادر به انجام چرخهٔ کالوین(اضافه کردن یک مولکول کربن‌دی‌اکسید به یک مولکول پنج کربنی) می‌باشند و سلول‌های دیگر قادر به انجام چرخه کالوین نمی باشند.

گزینهٔ ۴) همه سلول‌ها تخمیر انجام نمی‌دهند.

۴۹ - گزینه ۳ منظور سؤال اندامک‌های راکیزه و کلروپلاست است.

بررسی موارد:

الف) دقت کنید ممکن است آن یاخته هیچ‌گاه تقسیم نشود و اصلاً وارد مرحلهٔ G_2 نشود، مانند یاخته‌های پادتن‌ساز

ب) تولید ATP توسط آنزیم ATPساز در بسترهٔ راکیزه و سبزدیسه صورت می‌گیرد. به فضای اطراف تیلاکوئیدها بستره گفته می‌شود. همچنین به فضای داخلی (زیر غشای درونی) راکیزه نیز بستره گفته می‌شود.

ت) بستر، در میتوکندری از ماتریکس تشکیل شده ولی در کلروپلاست از استروما و تیلاکوئید شکل گرفته است.

ج) هر پروتئین مورد نیاز برای فعالیت این اندامک‌ها، چه آن‌هایی که خودشان تولید می‌کنند و چه آن‌هایی که توسط ریبوزوم‌های سیتوپلاسم تولید می‌شوند، هیچ‌یک نیازمند دخالت شبکهٔ آندوپلاسمی نیستند.

د) دقت کنید که آنزیم ATPساز نه در راکیزه و نه در کلروپلاست، جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد.

۵۰ - گزینه ۱ همهٔ گیاهان در طول روز، در واکنش‌های نوری فتوسنتز به تولید نوری ATP می‌پردازند، گیاهان دولپه دارای میانبرگ نرده‌ای می‌باشند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۲»: گیاهان C_4 می‌توانند در آب و هوای گرم با سرعت بسیار بالایی رشد کنند، این گیاهان برای تثبیت دی‌اکسیدکربن از مسیری دو مرحله‌ای استفاده می‌کنند.

گزینهٔ «۳»: توقف فتوسنتز در دمای بالا و نور شدید در گیاهان C_3 مشاهده می‌شود که این گیاهان با انجام تنفس بی‌هوازی می‌توانند ATP را در غیاب اکسیژن نیز تولید کنند.

گزینهٔ «۴»: گیاهان C_4 با روزنه‌های تقریباً بسته در روز فتوسنتز می‌کنند. این گیاهان دو سیستم آنزیمی برای تثبیت کربن دارند.

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۳	۹ - ۳	۱۷ - ۱	۲۵ - ۴	۳۳ - ۱	۴۱ - ۲	۴۹ - ۳
۲ - ۳	۱۰ - ۲	۱۸ - ۴	۲۶ - ۱	۳۴ - ۱	۴۲ - ۱	۵۰ - ۱
۳ - ۱	۱۱ - ۴	۱۹ - ۳	۲۷ - ۳	۳۵ - ۱	۴۳ - ۲	
۴ - ۱	۱۲ - ۳	۲۰ - ۱	۲۸ - ۴	۳۶ - ۴	۴۴ - ۴	
۵ - ۱	۱۳ - ۴	۲۱ - ۴	۲۹ - ۳	۳۷ - ۴	۴۵ - ۴	
۶ - ۴	۱۴ - ۲	۲۲ - ۳	۳۰ - ۱	۳۸ - ۳	۴۶ - ۱	
۷ - ۱	۱۵ - ۱	۲۳ - ۱	۳۱ - ۲	۳۹ - ۴	۴۷ - ۳	
۸ - ۱	۱۶ - ۳	۲۴ - ۲	۳۲ - ۳	۴۰ - ۴	۴۸ - ۱	