

بروزترین و برترین
سایت کنکوری کشور

WWW.KONKUR.INFO

Konkur
.info

<https://konkur.info>

از ماده به انرژی

(به شکل ATP)

اکنون که در حال مطالعه این درس هستید، یاخته‌های بدنشان انرژی مصرف می‌کنند. این انرژی از کجا و چگونه تأمین می‌شود؟

چرا ورزش و فعالیت‌های بدنی شدید، سبب می‌شوند تا احساس گرما کنیم و مقداری آب به شکل عرق از دست بدهیم؟

با همه تفاوت‌هایی که بین ما و زرافه‌ای که در تصویر می‌بینید، وجود دارد؛ انرژی مورد نیاز ما به شیوهٔ یکسانی از غذایی که می‌خوریم تأمین می‌شود. در این فصل به فرایندهای آزاد شدن انرژی از مادهٔ مغذی در یاخته‌ها می‌پردازیم.

گفتار ۱

تأمین انرژی

تنفس یاخته‌ای } هوازی بی هوازی

به یاد دارید چرا به اکسیژن نیاز داریم؟ در کتاب زیست شناسی ۱، آموختید که نیاز ما به اکسیژن به علت انجام فرایندی به نام تنفس یاخته‌ای است؛ زیرا در این فرایند ATP تولید می‌شود. مثلاً انرژی ذخیره شده در گلوکز در تنفس یاخته‌ای، برای تشکیل مولکول ATP به کار می‌رود (واکنش ۱).



این واکنش **تنفس یاخته‌ای هوازی** را نشان می‌دهد؛ زیرا تجزیه ماده مغذی و تولید ATP با حضور اکسیژن انجام می‌شود. تجزیه ماده مغذی و تولید ATP بدون نیاز به اکسیژن نیز انجام می‌شود که در گفتار ۳ به آن می‌پردازیم. (تنفس یاخته‌ای بی هوازی)

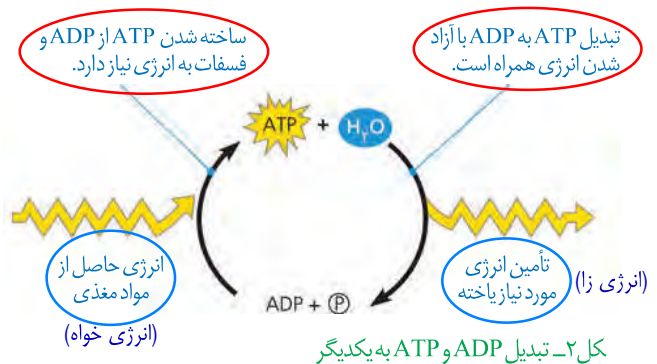
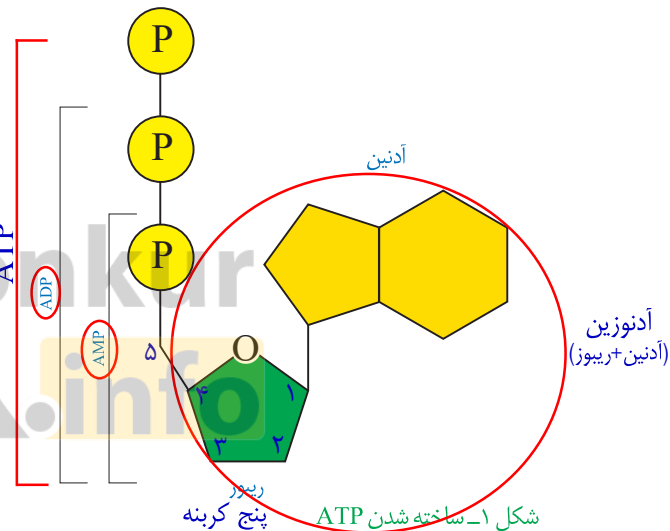
ATP مولکول پرانرژی

هیچ جاندار نمی‌تواند بدون انرژی زنده بماند، رشد و فعالیت کند. حفظ هر یک از ویژگی‌های جانداران مانند رشد و نمو و تولید مثل به در اختیار داشتن ATP وابسته است.

ATP یا **آدنوزین تری فسفات**، شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته‌ها است. این نوکلئوتید از باز آلی آدین، قند پنج کربنی ریبوز (که با هم آدنوزین نامیده می‌شوند) و سه گروه فسفات تشکیل شده است. افزوده شدن فسفات به آدنوزین در سه مرحله روی می‌دهد. در نتیجه در ابتدا AMP (آدنوزین مونو فسفات)، سپس ADP (آدنوزین دی فسفات) و در نهایت ATP (آدنوزین تری فسفات) تشکیل می‌شود (شکل ۱).

در شکل ۲ تبدیل ATP و ADP را به یکدیگر می‌بینید. تشکیل ATP از ADP، با مصرف انرژی و تبدیل آن به همراه با آزاد شدن انرژی است.

روش‌های ساخته شدن ATP: دیدیم که برای ساخته شدن ATP به فسفات نیاز هست. یکی از روش‌های ساخته شدن ATP برداشته شدن گروه فسفات از یک ترکیب فسفات‌دار (پیش ماده) و



۱- Aerobic Cell Respiration

روش‌های ساخته شدن ATP } در سطح پیش ماده
اکسایشی (راکیزه)
ساخته شدن نوری (در فتوسنتز)

بیشتر بدانید

ارتباط با شیمی

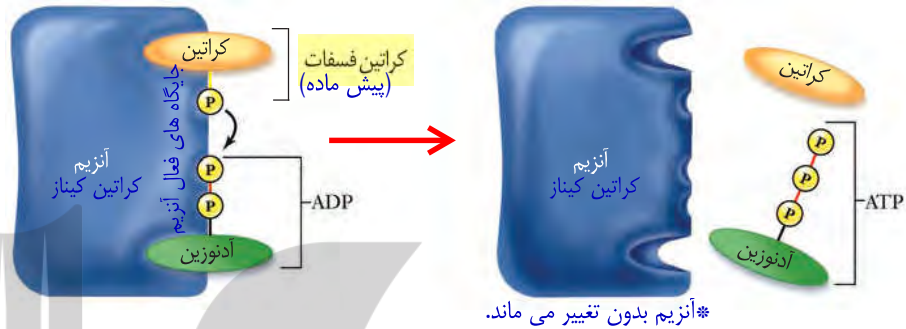
تعریف جامع و امروزی اکسایش و کاهش بر اساس داد و ستد الکترون است. از دست دادن الکترون به معنی اکسایش و گرفتن الکترون به معنی کاهش است.

در گلیکولیز (قندکافت) و چرخه کربس نیز ATP در سطح پیش ماده تولید می شود.

شکل ۳- ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده

افزودن آن به ADP است. به همین علت، این روش را ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده می نامند.

در کتاب «زیست شناسی ۲» با نمونه ای از ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده آشنا شده اید، آیا آن را به یاد دارید؟ در آنجا دانستید که ماهیچه ها برای انقباض به ATP نیاز دارند و یکی از راه های تأمین آن در ماهیچه ها، برداشت فسفات از مولکول کراتین فسفات و انتقال آن به ADP است (شکل ۳). در این مثال کراتین فسفات، پیش ماده ای است که فسفات آن برای ساخته شدن ATP به کار می رود.



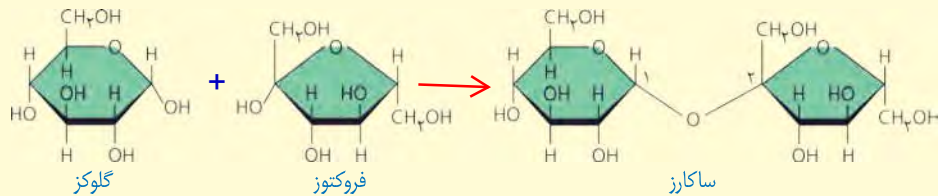
ساخته شدن اکسایشی و ساخته شدن نوری ATP، دو روش دیگرند. در ساخته شدن اکسایشی، ATP از یون فسفات و انرژی حاصل از انتقال الکترون ها در راکتور ساخته می شود که در ادامه این فصل با آن آشنا می شوید. روش دیگر ساخته شدن ATP، ساخته شدن نوری است که در سبزیسه انجام می شود (فصل ۶).

بیشتر بدانید

کربوهیدرات ها

کربوهیدرات ها دارای کربن، هیدروژن و اکسیژن اند. نقش انرژی زایی کربوهیدرات ها به خوبی شناخته شده است. این ترکیبات به علت داشتن پیوندهای هیدروژن - کربن، انرژی فراوانی در خود ذخیره و هنگام اکسایش آزاد می کنند.

در یک نوع تقسیم بندی، کربوهیدرات ها را در سه گروه مونوساکاریدها (مانند گلوکز و فروکتوز)، دی ساکاریدها (مانند ساکارز) و پلی ساکاریدها (مانند سلولز، نشاسته و گلیکوژن) قرار می دهند. قند و شکر از ساکارز تشکیل شده اند. این دی ساکارید از مونوساکاریدهای گلوکز و فروکتوز تشکیل شده است.



دیواره یاخته

۱۰ μm

۰.۵ μm

مولکول سلولز

پیوندهای هیدروژنی

چرا ترکیبات در قندکافت، فسفات‌ها می‌شوند؟ فسفریله شدن کارکردهای متفاوتی دارد؛ مثلاً سبب تجمع قند می‌شود و وجود گروه‌های فسفات از برگشت گلوکز از طریق ناقل‌هایشان جلوگیری می‌کند. یکی دیگر از نتایج فسفریله شدن کاهش انرژی مورد نیاز برای فعال‌سازی است.

- ۱- گلیکولیز (قندکافت) ← در سیتوزول
 ۲- اکسایش پیرووات
 ۳- چرخه کربس
 ۴- زنجیره انتقال الکترون
 مراحل تنفس
 یاخته‌ای هوازی

زیستن با اکسیژن

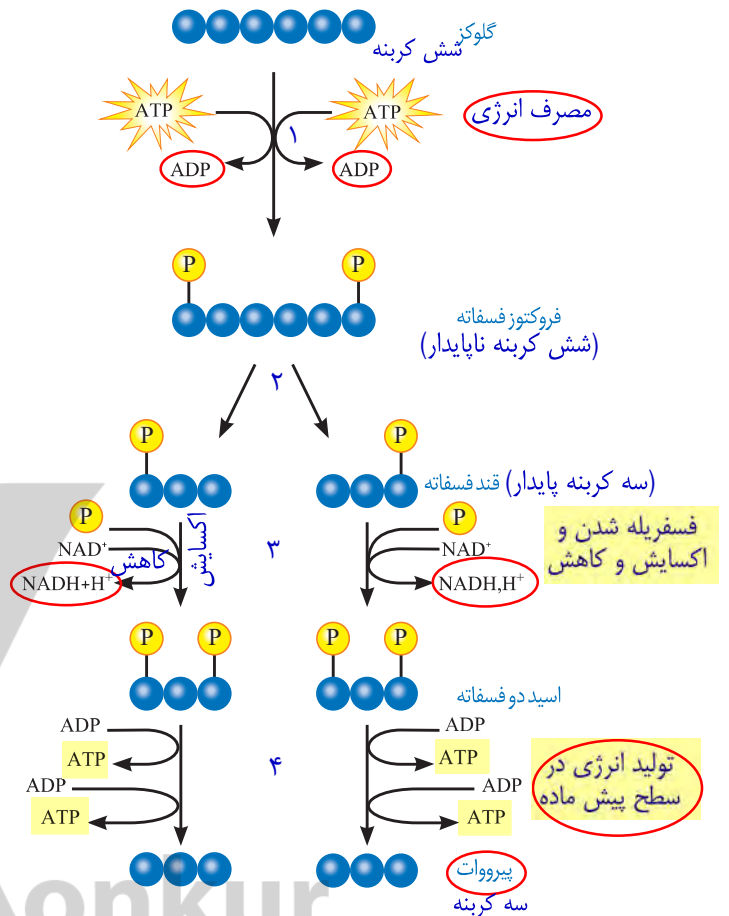
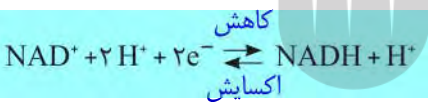
اغلب، واژه تنفس یاخته‌ای را برای تنفس یاخته‌ای هوازی به کار می‌برند. در اینجا ما نیز **تنفس یاخته‌ای** را به جای تنفس یاخته‌ای هوازی به کار می‌بریم.

قندکافت (گلیکولیز): اولین مرحله تنفس یاخته‌ای، قندکافت و به معنی تجزیه گلوکز است که در ماده زمینه سیتوپلاسم انجام می‌شود. تجزیه گلوکز در قندکافت، نه به صورت یک باره، بلکه به صورت مرحله‌ای انجام می‌شود (شکل ۴).

برای انجام واکنش‌های مربوط به تجزیه گلوکز انرژی فعال‌سازی نیاز هست. این انرژی از ATP تأمین می‌شود.

در شکل ۴ می‌بینید که از گلوکز و ATP، قند فروکتوز با دو فسفات ایجاد می‌شود. از تجزیه این قند، دو قند سه کربنه فسفات به وجود می‌آید. هر یک از این قندها با گرفتن یک گروه فسفات به اسیدی سه کربنه تبدیل می‌شود. هر یک از این مولکول‌های سه کربنه در نهایت به پیرووات (بنیان پیروویک اسید) تبدیل می‌شود. در این واکنش‌ها مولکول‌های ATP و NADH به وجود می‌آیند.

NADH حامل الکترون است، دو نوکلئوتید دارد و از NAD^+ به اضافه الکترون و پروتون تشکیل می‌شود. NAD^+ و NADH با گرفتن و از دست دادن الکترون و پروتون، به همدیگر تبدیل می‌شوند* (واکنش ۲). NAD^+ با گرفتن الکترون کاهش و NADH با از دست دادن الکترون اکسایش می‌یابد.



شکل ۴- مراحل قندکافت بدون نیاز به اکسیژن و در سیتوزول ماده اولیه؟ محصولات؟

واکنش ۲- یک الکترون برای خنثی کردن NAD^+ به کار می‌رود. بنابراین محصول به صورت $NADH + H^+$ در واکنش نوشته می‌شود. نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید

فعالیت ۱

گفت‌وگو کنید
 همان‌طور که دیدید، در قندکافت ATP ساخته می‌شود. براساس روش‌هایی که درباره تولید ATP گفتیم، ساخته شدن ATP در قندکافت با کدام روش انجام می‌شود؟ در سطح پیش ماده

* NAD^+ یک پذیرنده الکترون است که با گرفتن الکترون، کاهش (احیا) می‌یابد؛ در حالی که NADH یک حامل الکترون است که می‌تواند با عمل اکسایش، الکترون خود را از دست داده و به مولکول دیگر انتقال دهد. حامل‌های دیگر الکترون مانند $FADH_2$ و $NADPH$.

راکیزه مقصد پیرووات

زنجیره انتقال الکترون مرحله دیگر تنفس یاخته‌ای به اکسیژن نیاز دارد و در یوکاریوت‌ها در راکیزه انجام می‌شود.

راکیزه دو غشا دارد: غشای بیرونی صاف، و غشای درونی آن به داخل چین خورده است. در نتیجه،

فضای درون راکیزه به بخش داخلی و بخش بیرونی (فضای بین دو غشا) تقسیم می‌شود (شکل ۵).

راکیزه دنا مستقل از هسته و رناتن مخصوص به خود را دارد، بنابراین پروتئین سازی در راکیزه انجام

می‌شود. در دنا راکیزه، ژن‌های مورد نیاز برای ساخته شدن انواعی از پروتئین‌های مورد نیاز در تنفس

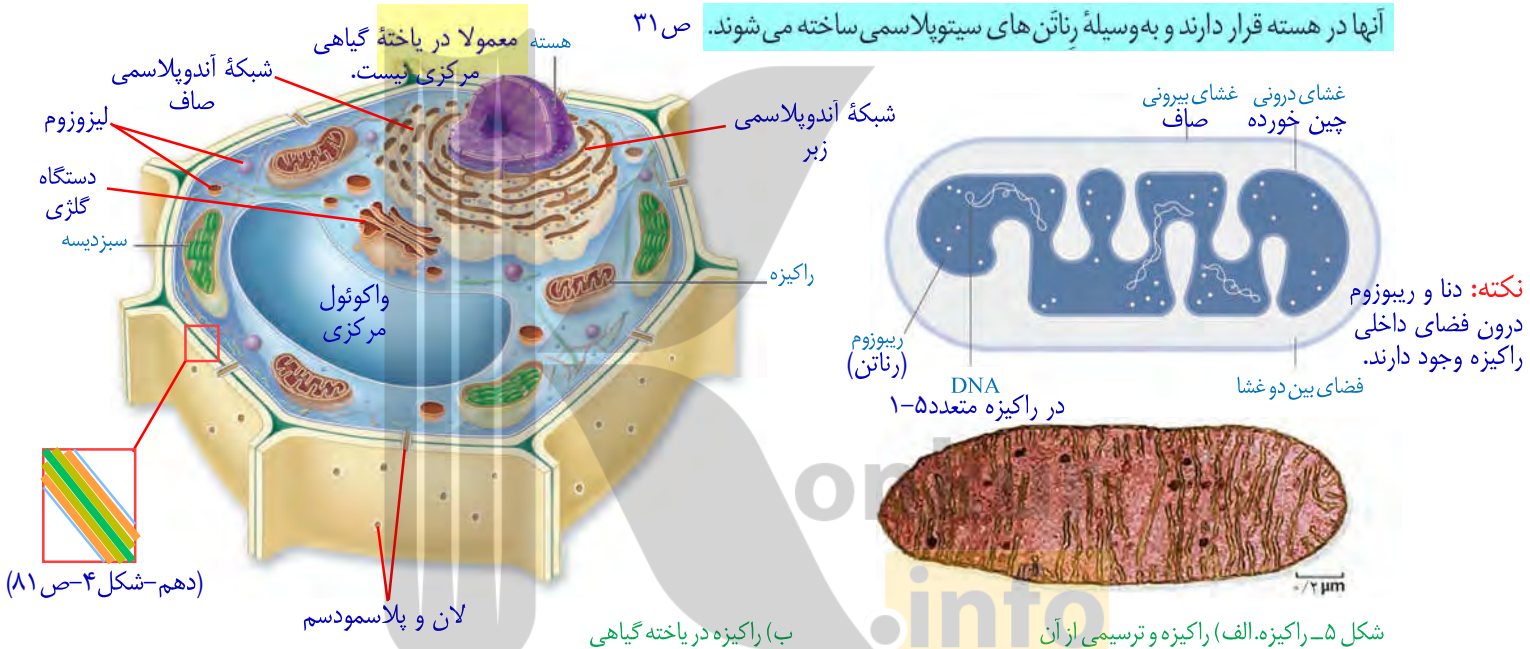
یاخته‌ای وجود دارند. ▼

راکیزه همراه با یاخته و نیز مستقل از آن تقسیم می‌شود. به نظر شما مستقل بودن تقسیم راکیزه از

تقسیم یاخته چه اهمیتی دارد؟ در مواقع لزوم تعداد آن در هر سلول افزایش یابد و همچنین تا زمانی که سلول زنده و فعال است، این اندامک نیز فعال باشد.

به هر حال راکیزه برای انجام نقش خود در تنفس یاخته‌ای به پروتئین‌هایی وابسته است که ژن‌های

آنها در هسته قرار دارند و به وسیله رناتن‌های سیتوپلاسمی ساخته می‌شوند. ص ۳۱

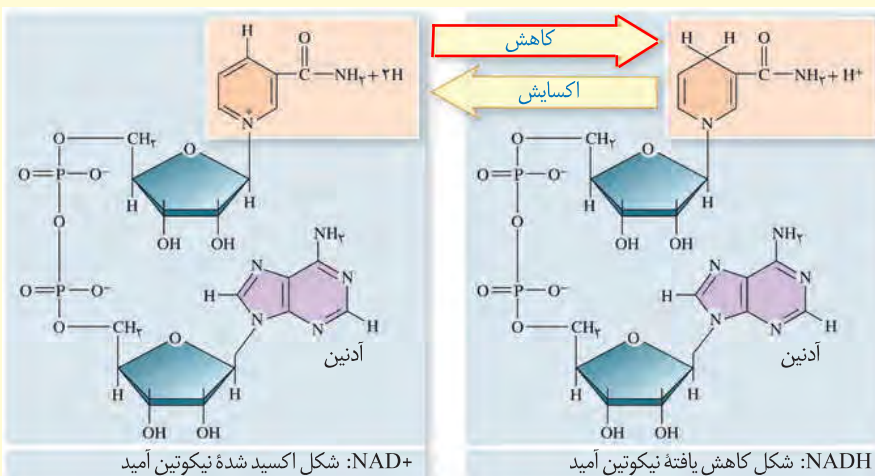


ب) راکیزه در یاخته گیاهی

شکل ۵- راکیزه. الف) راکیزه و ترسیمی از آن

بیشتر بدانید

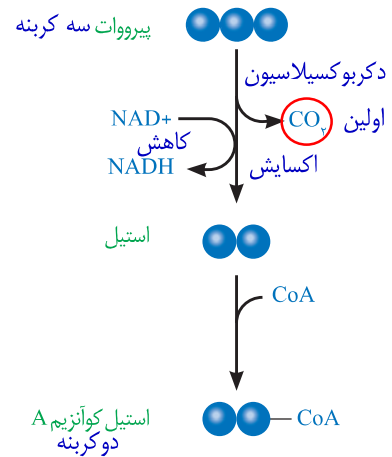
تبدیل NAD^+ و $NADH$ به یکدیگر



نیکوتین آمید آدین دی نوکلئوتید

اکسایش پیرووات: گفتیم که در انتهای قندکافت، پیرووات به وجود می آید. این مولکول از طریق انتقال فعال وارد راکیزه می شود و در آنجا اکسایش می یابد. پیرووات در راکیزه یک کربن دی اکسید از دست می دهد و به بنیان استیل تبدیل می شود. استیل با اتصال به مولکولی به نام کوآنزیم A، استیل کوآنزیم A را تشکیل می دهد. در این واکنش NADH نیز به وجود می آید (شکل ۶).

اکسایش استیل کوآنزیم A در چرخه ای از واکنش های آنزیمی، به نام **چرخه کربس**، در بخش داخلی راکیزه انجام می گیرد که در گفتار بعدی به آن می پردازیم.

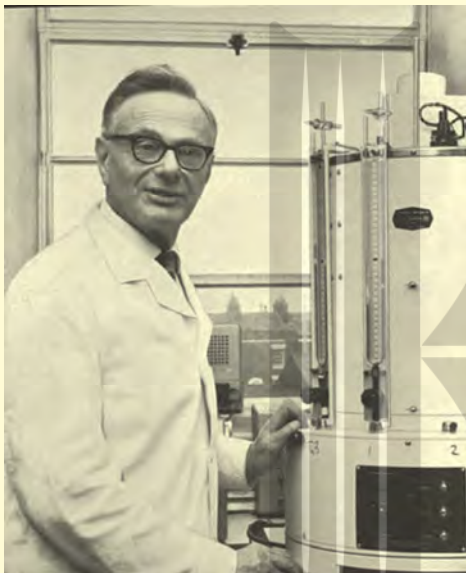


شکل ۶- اکسایش پیرووات و تشکیل استیل کوآنزیم A

در ماده زمينه ای (بخش داخلی) میتوکندری وابسته به مرحله هوازی تنفس یاخته ای ماده اولیه؟ محصولات؟

بیشتر بدانید

دانشمند موفق



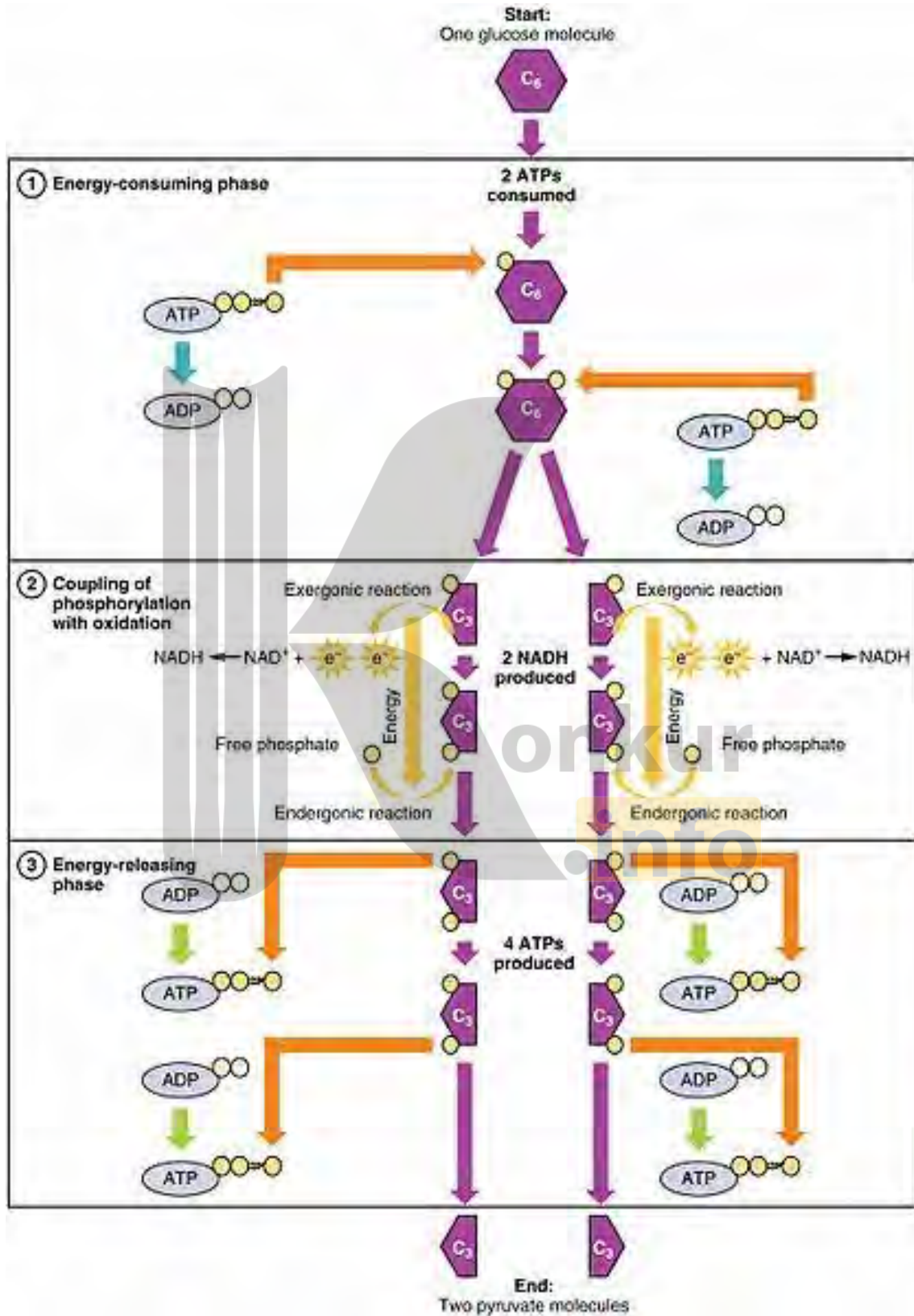
هانس آدولف کربس فیزیک دان و زیست شیمی دان آلمانی متولد بریتانیا (۱۹۰۰-۱۹۸۱) بسیاری از مراحل اکسایش پیرووات را کشف و معرفی کرد. به همین علت این چرخه، چرخه کربس نامیده شد. او در سال ۱۹۵۳ به همراه دانشمندی دیگر، موفق به دریافت جایزه نوبل در زمینه فیزیولوژی و پزشکی شد.

از نظر کربس دانشمند موفق، فردی است که مهارت های فنی و علمی لازم را برای کسب موفقیت های بیشتر با استفاده از امکانات موجود داشته باشد. همچنین، در راه رسیدن به هدف، سختی ها را تحمل کند و نتایج پژوهش را به روشنی ارائه دهد.

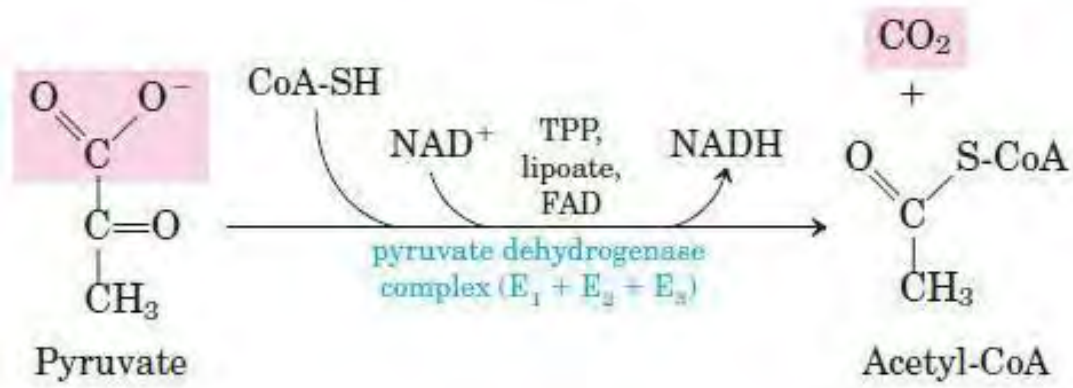
باسمه تعالی

شکل های تکمیلی ف۵-گ۱

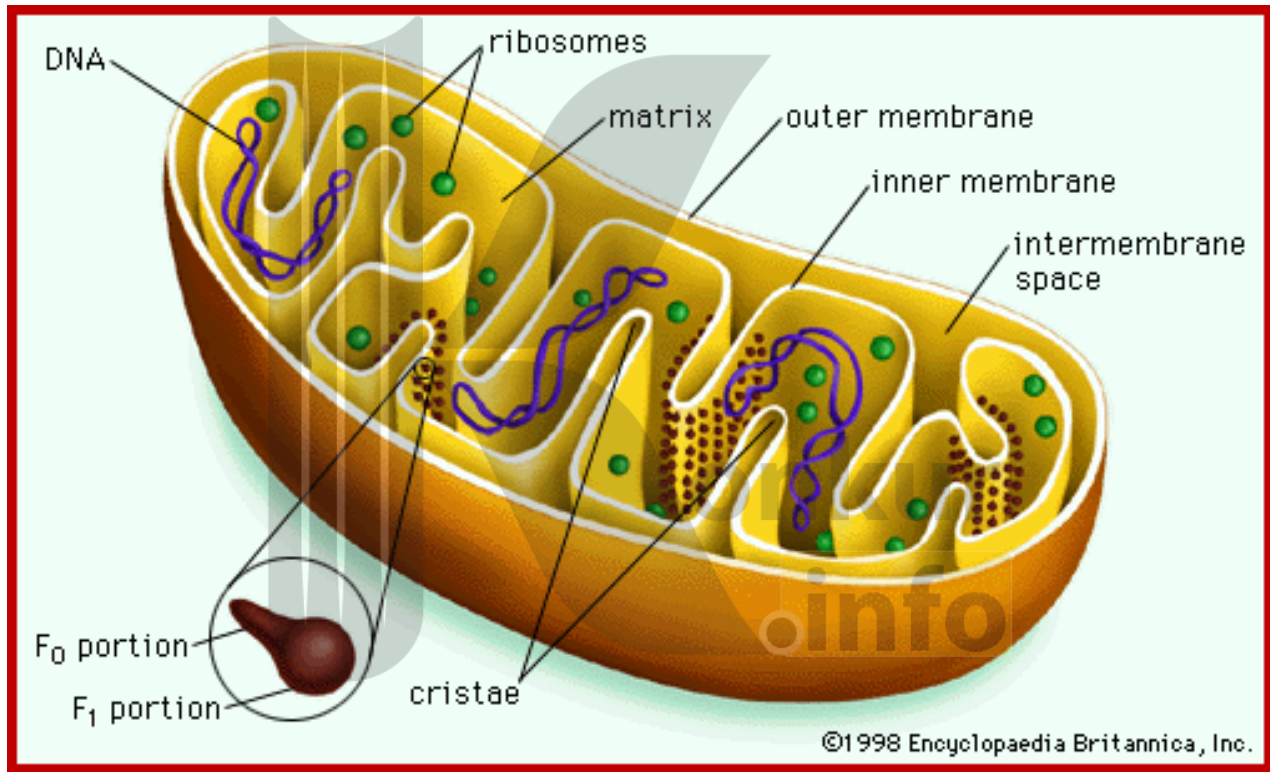
گلیکولیز (قند کافت)



اکسایش پیرووات در راکیزه



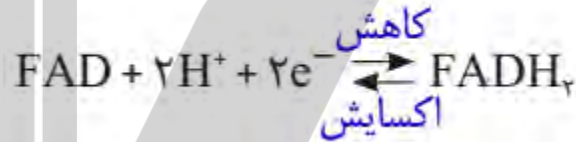
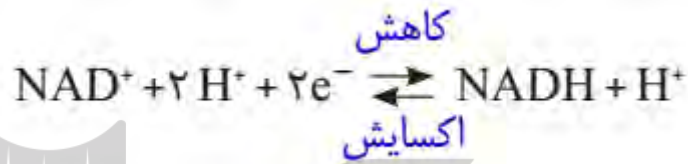
ساختار میتوکندری



شگفتانه داریم! ↓

باسمه تعالی

نقشه مفهومی ف-۵-ک-۲



کاهش تولید ATP ⇒ مهار آنزیم های قندکافت و چرخه کربس ⇒ $\frac{\text{ADP}}{\text{ATP}} \downarrow$

افزایش تولید ATP ⇒ فعال شدن آنزیم های قندکافت و چرخه کربس ⇒ $\frac{\text{ADP}}{\text{ATP}} \uparrow$

مولکول گلوکز در تنفس هوازی باید تا حد تشکیل مولکول های CO_2 تجزیه شود. بخشی از تجزیه گلوکز در قندکافت و اکسایش پیرووات و بخش دیگر آن در چرخه کربس انجام می شود.

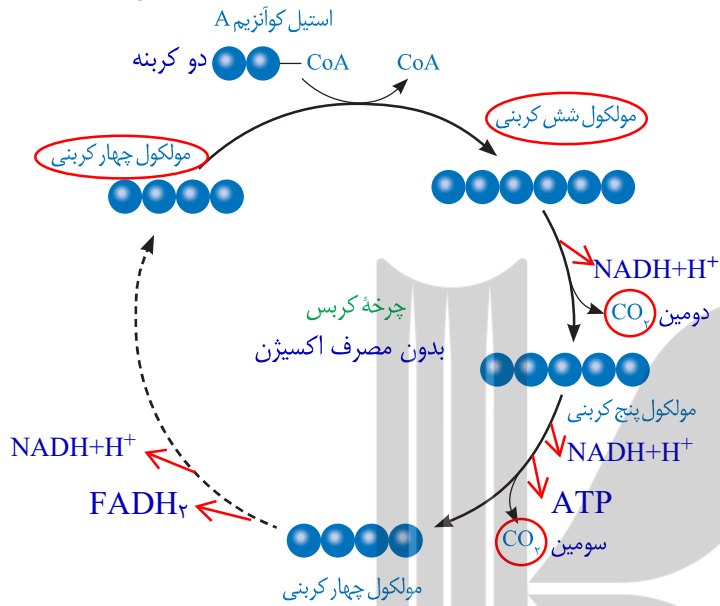
- مراحل تنفس یاخته ای هوازی
- ۱- گلیکولیز (قندکافت) ← در سیتوزول
 - ۲- اکسایش پیرووات
 - ۳- چرخه کربس
 - ۴- زنجیره انتقال الکترون

با تولید CO_2

با تولید CO_2

بدون تولید CO_2

چرخه کربس



شکل ۷ ترسیم ساده ای از وقایع کلی چرخه کربس را نشان می دهد. در این چرخه، ضمن ترکیب استیل کوآنزیم A با مولکولی چهارکربنی، کوآنزیم A جدا و مولکولی شش کربنی، ایجاد می شود. پس از آن در طی واکنش های متفاوتی که در چرخه کربس رخ می دهد، دو اتم کربن به صورت CO_2 آزاد و مولکول چهار کربنی برای گرفتن استیل کوآنزیم دیگر، بازسازی می شود.

از اکسایش هر مولکول شش کربنی در واکنش های چرخه کربس، مولکول های $NADH$ ، $FADH_2$ و ATP در محل های متفاوتی از چرخه تشکیل می شوند.

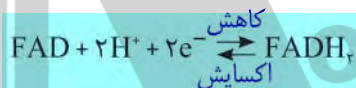
$FADH_2$ ترکیبی نوکلئوتیددار و همانند $NADH$ حامل الکترون است. $FADH_2$ از FAD ساخته می شود (واکنش ۳).

مواد اولیه؟
شکل ۷- طرح ساده ای از چرخه کربس محصولات؟

نکته: از هر مولکول پیرووات (استیل CoA) پس از گذراندن چرخه کربس در نهایت $1 ATP$ ، $1 FADH_2$ ، $2 CO_2$ و $3 NADH + H^+$ تولید می شود.

نکته: از قند کافت یک مولکول گلوکز، دو مولکول پیرووات بدست می آید؛ بنابراین برای محاسبه تعداد محصولات گذراندن یک مولکول گلوکز در چرخه کربس، باید موارد بالا را دو برابر کنیم.

نکته: از اکسیداسیون یک مولکول پیرووات $3 CO_2$ ، $1 FADH_2$ ، $1 ATP$ و $4 NADH + H^+$ بدست می آید.



(واکنش ۳)

به این ترتیب با انجام قندکافت، اکسایش پیرووات و چرخه کربس، مولکول گلوکز تا تشکیل مولکول های CO_2 تجزیه می شود. انرژی حاصل از تجزیه گلوکز صرف ساخته شدن ATP و مولکول های حامل الکترون ($NADH$ و $FADH_2$) می شود.

تشکیل ATP بیشتر

دیدیم که در تنفس یاخته ای ATP به وجود می آید. جالب است بدانیم که مولکول های $NADH$ و $FADH_2$ نیز برای تولید ATP مصرف می شوند. چگونه انرژی مولکول های حامل الکترون برای تولید ATP به کار می رود؟

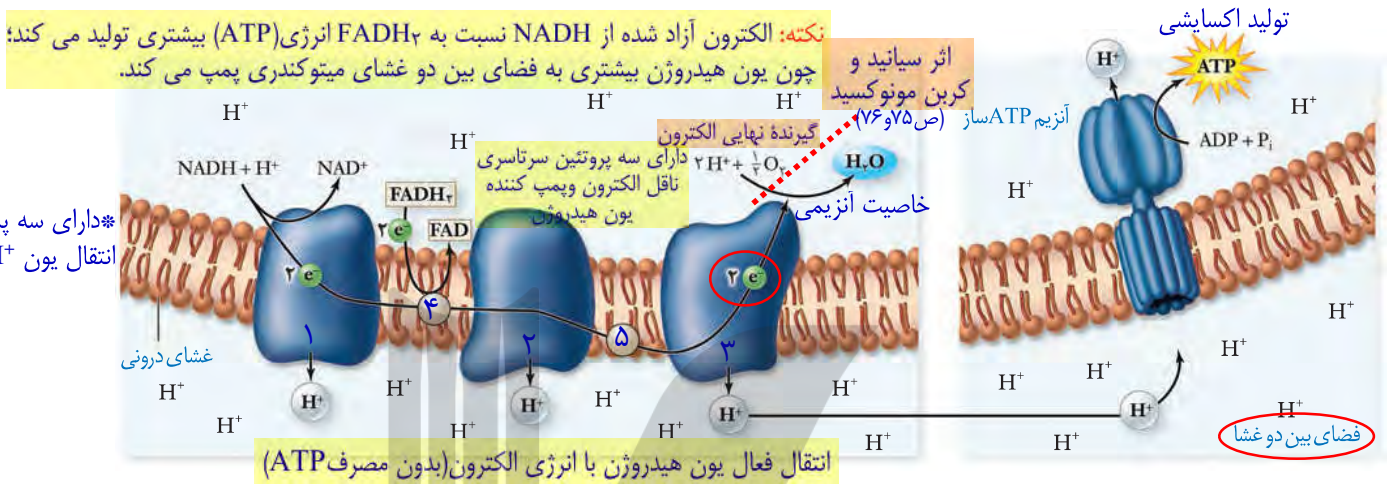
همچنین براساس رابطه کلی تنفس یاخته ای می دانیم که در این فرایند آب نیز تشکیل می شود. آب چگونه در این فرایند تولید می شود؟ پاسخ این پرسش ها در زنجیره انتقال الکترون در غشای درونی راکیزه نهفته است.

۱- Flavin Adenine Dinucleotide

زنجیره انتقال الکترون

این زنجیره از مولکول‌هایی تشکیل شده است که در غشای درونی راکیزه قرار دارند و می‌توانند الکترون بگیرند یا از دست دهند.

در این زنجیره می‌بینید که الکترون‌ها در نهایت به اکسیژن مولکولی می‌رسند. اکسیژن با گرفتن الکترون به یون اکسید (اتم اکسیژن با دو بار منفی) تبدیل می‌شود.

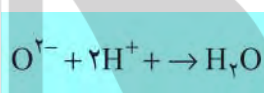
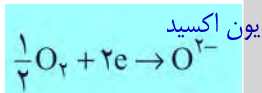


شکل ۸- زنجیره انتقال الکترون در

راکیزه و تشکیل ATP

مواد اولیه؟
محصولات؟

یون‌های اکسید در ترکیب با پروتون‌هایی که در بخش داخلی قرار دارند، مولکول‌های آب را تشکیل می‌دهند (واکنش ۴).



اگر به شکل ۸ توجه کنید، می‌بینید که پروتون‌ها (یون‌های H^+) در سه محل از زنجیره انتقال الکترون از بخش داخلی به فضای بین دو غشا پمپ می‌شوند. انرژی لازم برای انتقال پروتون‌ها از الکترون‌های پرانرژی $NADH$ و $FADH_2$ فراهم می‌شود.

انتظار دارید ادامه ورود پروتون‌ها به فضای بین دو غشا چه نتیجه‌ای در پی داشته باشد؟ با ورود پروتون‌ها از بخش داخلی به فضای بین دو غشا، تراکم آنها در این فضا، نسبت به بخش داخلی افزایش می‌یابد. پروتون‌ها براساس شیب غلظت، تمایل دارند که به سمت بخش داخلی برگردند، اما تنها راه پیش روی پروتون‌ها برای برگشتن به این بخش، مجموعه‌ای پروتئینی به نام **آنزیم ATP ساز** است. پروتون‌ها از کانالی که در این مجموعه قرار دارد، می‌گذرند و انرژی موردنیاز برای تشکیل ATP از ADP و گروه فسفات فراهم می‌شود. انتشار تسهیل شده

فعالیت ۲

الف) توضیح دهید چرا ساخته شدن ATP در زنجیره انتقال الکترون، از نوع ساخته شدن اکسایشی ATP است؟ چون تولید ATP با تغییر درجه اکسایش ترکیبات (گرفتن و از دست دادن الکترون) مانند اکسیژن دوبرار منفی باشد.

ب) با توجه به نقش غشای درونی راکیزه در تنفس یاخته‌ای، چنین خورده بودن آن چه ارزشی برای یاخته دارد؟ چنین خوردگی غشا، سطح آن را برای قرار گرفتن زنجیره‌های انتقال الکترون بیشتر، در حجم محدود، افزایش می‌دهد.

بیشتر بدانید

انرژی در دسترس

مقدار انرژی آزاد شده از اکسایش گلوکز در آزمایشگاه در شرایط استاندارد 686 Kcal/mol است. اگر در تنفس یاخته‌ای از یک مولکول گلوکز 30 ATP تولید شود، با توجه به اینکه هر ATP حدود $7/3 \text{ Kcal/mol}$ انرژی دارد، بنابراین بازده فرایند تنفس حدود 32 درصد خواهد بود که بسیار بیشتر از دستگاه‌های ساخت بشر است که در آنها تبدیل انرژی صورت می‌گیرد.

$$30 \times 7/3 = 219 \text{ Kcal/mol}$$

$$\frac{219}{686} \times 100 \approx 32$$

تنظیم تنفس یاخته‌ای: تولید اقتصادی

اندازه‌گیری‌های واقعی در شرایط بهینه آزمایشگاهی نشان می‌دهند که مقدار ATP تولید شده در ازای تجزیه کامل گلوکز در بهترین شرایط در یاخته یوکاریوت، حداکثر 30 ATP است. باید توجه داشت که تولید ATP در یاخته‌های متفاوت و متناسب با نیاز بدن فرق می‌کند. به نظر شما اگر مقدار ATP در یاخته زیاد باشد، واکنش‌های قندکافت و چرخه کربس، به همان میزانی انجام می‌شوند که در شرایط کمبود ATP است؟ مشخص شده که تولید ATP تحت کنترل میزان ATP و ADP است. اگر ATP زیاد باشد، آنزیم‌های درگیر در قندکافت و چرخه کربس مهار می‌شوند تا تولید ATP کم شود. در صورتی که مقدار ATP کم و ADP زیاد باشد، این آنزیم‌ها فعال و تولید ATP افزایش می‌یابد. این تنظیم مانع از هدر رفتن منابع می‌شود. (توجه به شکل پیوستی ص ۷۶)

$\text{ADP} \rightarrow \text{ATP} \downarrow$
 $\text{ADP} \uparrow \leftarrow \text{ATP}$

یاخته‌های بدن ما به طور معمول از گلوکز و ذخیره قندی گلیکوژن برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند. در صورتی که این منابع کافی نباشند، آنها برای تولید ATP به سراغ تجزیه چربی‌ها و پروتئین‌ها می‌روند. به همین علت تحلیل و ضعیف شدن ماهیچه‌های اسکلتی و سیستم ایمنی از عوارض سوء تغذیه و فقر غذایی شدید و طولانی مدت در افرادی است که رژیم غذایی نامناسب دارند یا اینکه به دلایل متفاوت غذای کافی در اختیار ندارند.

- * کاهش انسولین
- * افزایش کورتیزول

بیشتر بدانید

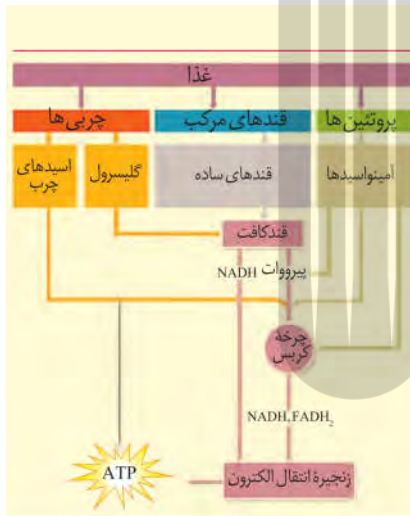
بیشتر ATP

باکتری‌ها راکیزه ندارند؛ در نتیجه قندکافت و چرخه کربس در سیتوپلاسم باکتری‌های هوازی انجام می‌شوند. بنابراین به ازای اکسایش هر مولکول گلوکز در تنفس یاخته‌ای در باکتری‌ها تا 38 ATP ممکن است تولید شود.

بیشتر بدانید

اگر کربوهیدرات‌ها کافی نباشند

پروتئین‌ها و چربی‌ها نیز برای تأمین انرژی به کار می‌روند. چربی‌ها به اسیدهای چرب و گلیسرول تجزیه می‌شوند. پروتئین‌ها نیز به آمینو اسیدها تجزیه می‌شوند و در مراحل متفاوت تنفس هوازی به کار می‌روند.



$\text{ADP} \downarrow \leftarrow \text{ATP}$ ⇒ مهار آنزیم‌های قندکافت و چرخه کربس ⇒ کاهش تولید ATP

$\text{ADP} \uparrow \leftarrow \text{ATP}$ ⇒ فعال شدن آنزیم‌های قندکافت و چرخه کربس ⇒ افزایش تولید ATP

فعالیت ۴

گفت‌وگو کنید

شاید دیده باشید که در دانه‌های خشک و بدون آب مانند نخود و لوبیا، حشرات و لارو آنها رشد و نمو می‌کند. با توجه به اینکه این دانه‌ها خشک‌اند و تقریباً آبی ندارند، آب مورد نیاز این جانوران چگونه تأمین می‌شود؟ تنفس یاخته‌ای با تولید آب همراه است.

جمع بندی مراحل تنفس یاخته‌ای هوازی

مرحله	قندکافت	اکسایش پیروات	چرخه کربس	زنجیره انتقال الکترون
محل انجام	سیتوپلاسم	غشای درونی میتوکندری	بستره میتوکندری	غشای درونی میتوکندری
مولکول شروع کننده	گلوکز	پیروات	مولکول چهار کربنی + استیل کوآنزیم A	FADH ₂ و NADH
مولکولهای مصرفی	ATP و گروه فسفات	کوآنزیم A	-	اکسیژن
محصولات نهایی	NADH و ATP	NADH و CO ₂	FADH ₂ و NADH و ATP و CO ₂	ATP و آب
لطفاً تعدادشان را بنویسید		واستیل کوآنزیم A		

محصولات نهایی تنفس یاخته‌ای هوازی در یاخته‌های یوکاریوتی و در بهترین شرایط به ازای یک مولکول گلوکز:

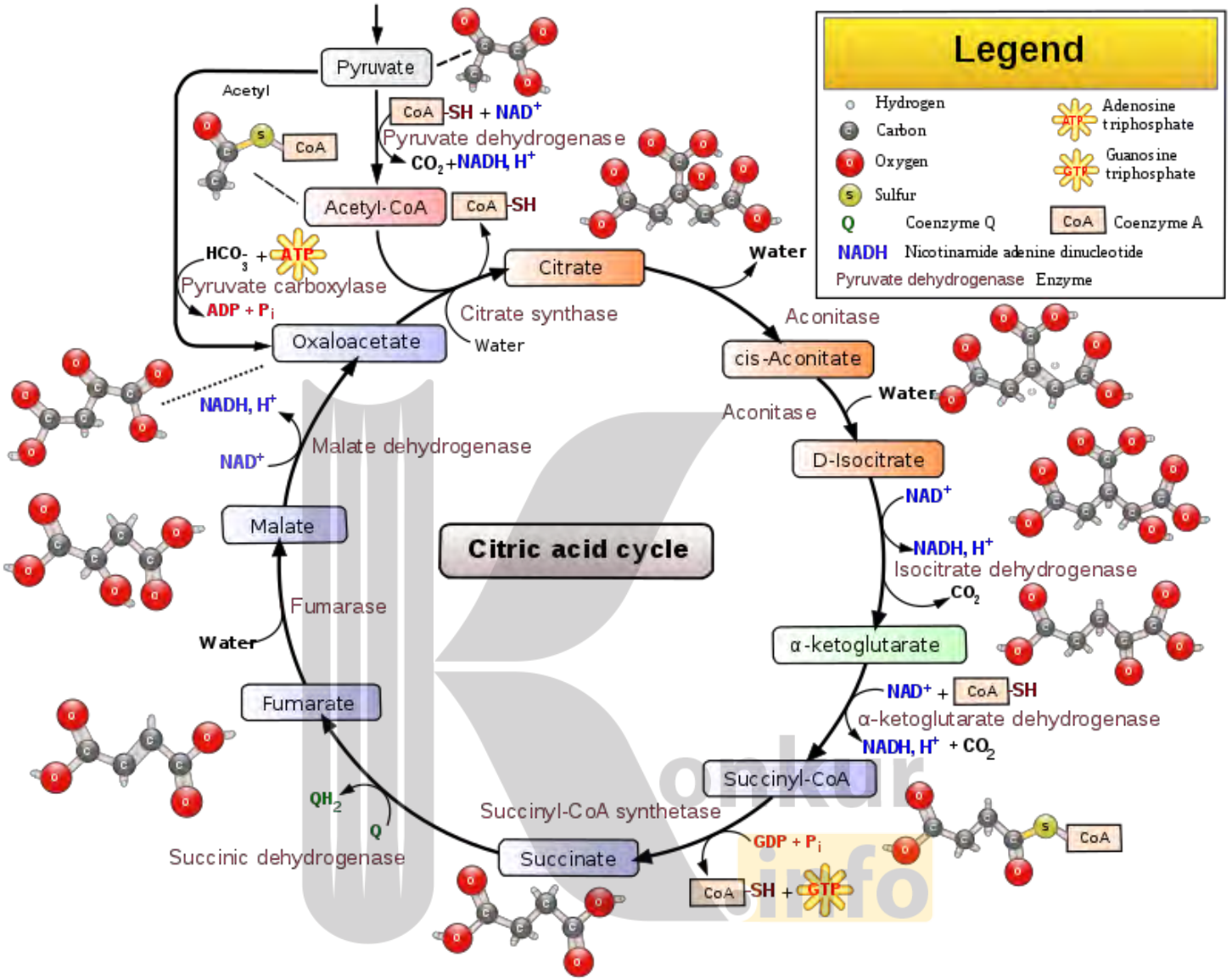
$$6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + 38\text{ATP}$$

* نکته: در یوکاریوت‌ها بخاطر هم انتقالی پیروات و H⁺ از غشای درونی میتوکندری، مقدار یون‌های هیدروژنی کمتری از پروتئین ATP ساز نسبت به پروکاریوت‌ها عبور می‌کنند. بنابراین تعداد ATP کمتری در آنها تولید خواهد شد. (پیوست)

باسمه تعالی

شکل های تکمیلی ف-۵-ک

چرخه کربس



تنظیم تنفس یاخته ای

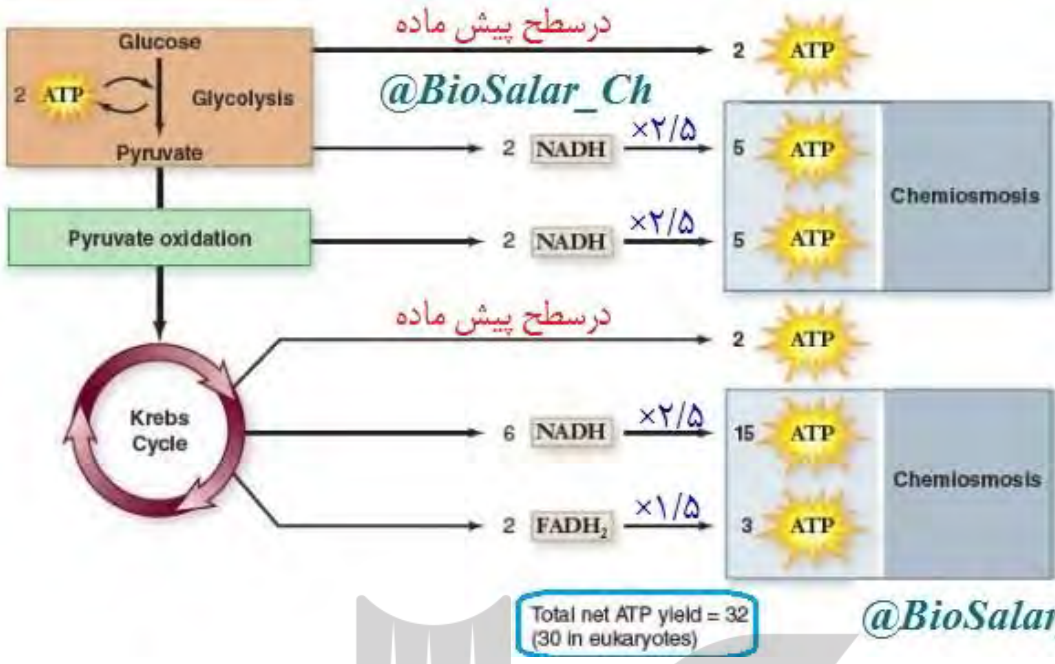
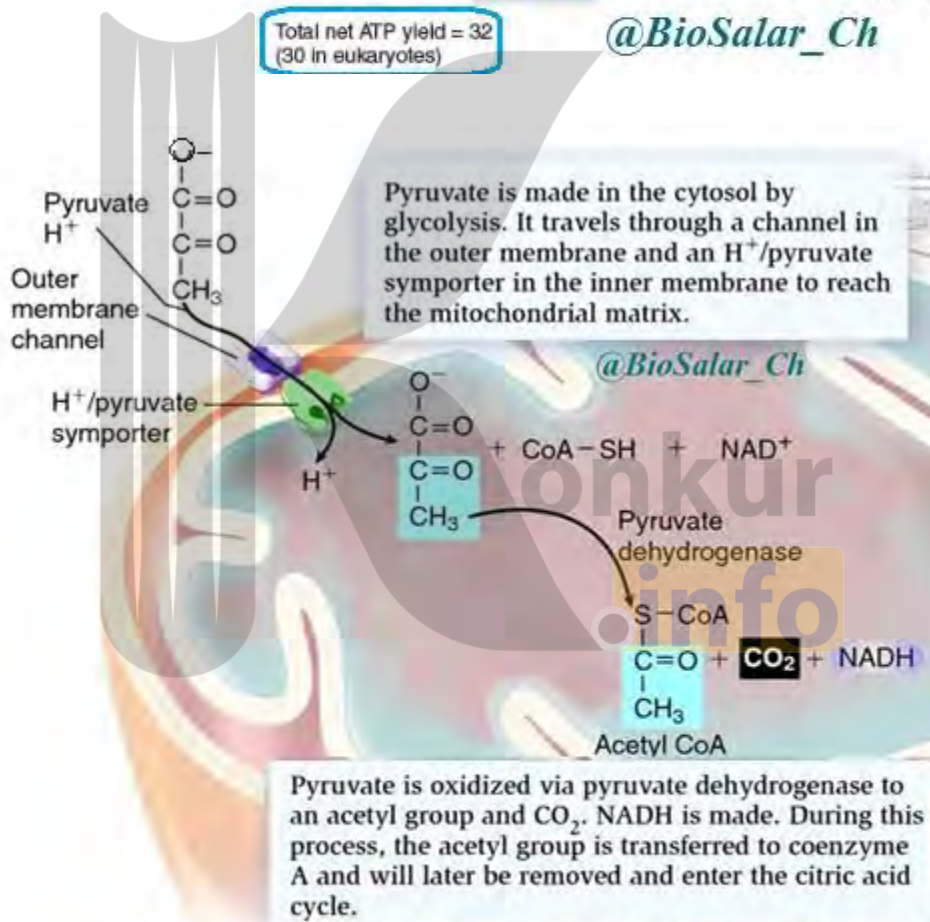


Figure 7.16 Theoretical ATP yield. The theoretical yield of ATP harvested from glucose by aerobic respiration totals 32 molecules. In eukaryotes this is reduced to 30 because it takes 1 ATP to transport each molecule of NADH that is generated by glycolysis in the cytoplasm into the mitochondria.

چرا حداکثر تولید ATP شده در پروکاریوتها با یوکاریوتها متفاوت می باشد؟
صفحه ۷۲ زیست دوازدهم

منبع: ریون



نکته: در یوکاریوتها بخاطر هم انتقالی پیرووات و H⁺ از غشای درونی میتوکندری، مقدار یون های هیدروژنی کمتری از پروتئین ATP ساز نسبت به پروکاریوتها عبور می کنند. بنابراین تعداد ATP کمتری در آنها تولید خواهد شد.

شگفتانه داریم! ↓

۱- تخمیر الکی: محصول نهایی ۱- اتانول ۲- NAD^+ ۳- CO_2
مانند ورم آمدن خمیر

تنفس بی هوازی ← تخمیر

۲- تخمیر لاکتیکی: محصول نهایی ۱- اتانول ۲- NAD^+

فساد غذاها مانند ترش شدن شیر- تولید خوراکی ها مانند خیار شور و فرآورده های شیری- لاکتات در ماهیچه

۳- تخمیر در گیاهان: تخمیر لاکتیکی و الکی- تجمع الکل یا لاکتیک اسید باعث مرگ یاخته گیاهی

۱- پاداکسنده ها: عوامل کاهنده رادیکال های آزاد- مانند رنگیزه های موجود در واکوئول و دیسه ها

۲- عوامل افزایش دهنده رادیکال های آزاد }
۱- اثر الکل
۲- نقص ژنی

توقف زنجیره انتقال }
الکترون در راکیزه }
۱- سیانید
۲- مونوکسید کربن

۱- اتصال به هموگلوبین
و کاهش ظرفیت حمل
اکسیژن (دهم-ص ۳۹)

۲- توقف واکنش انتقال
الکترون به اکسیژن در
زنجیره انتقال الکترون
(ص ۷۰)

اثر مونوکسید کربن
بر تنفس یاخته ای

تخمیر

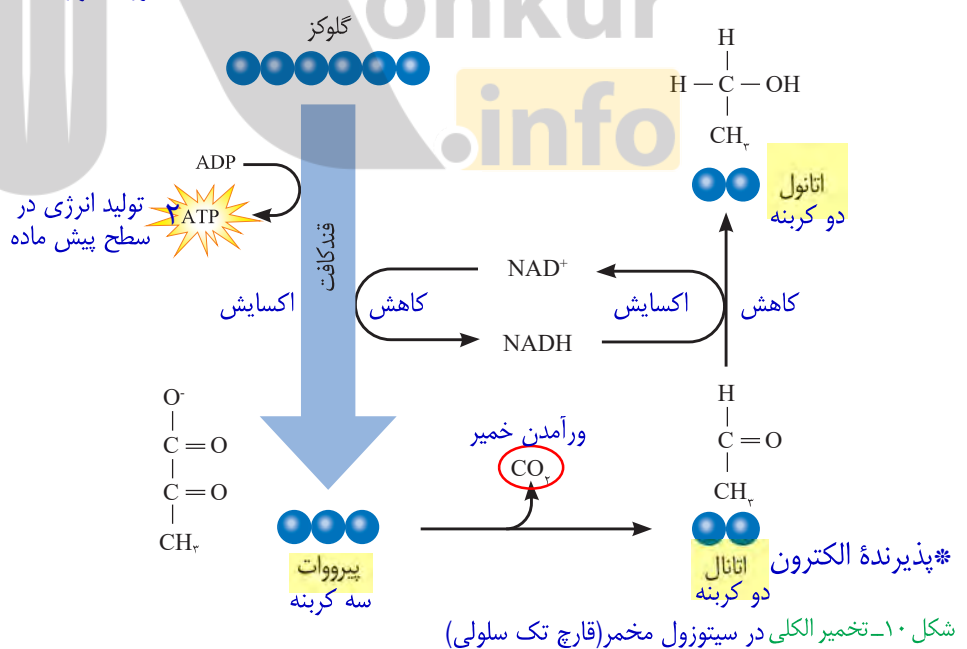
دیدیم که در تنفس یاخته‌ای، اکسیژن گیرنده نهایی الکترون است. آیا تجزیه گلوکز و تأمین انرژی، همیشه وابسته به حضور اکسیژن است؟ آیا در محیط‌هایی که اکسیژن ندارند یا اکسیژن اندکی دارند، حیات وجود ندارد؟ در این صورت ATP مورد نیاز چگونه تأمین می‌شود؟

تخمیر از روش‌های تأمین انرژی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژن است که در انواعی از جانداران رخ می‌دهد. در فرایند تخمیر، راکیزه و در نتیجه زنجیره انتقال الکترون نقشی ندارند. **تخمیر الکلی و تخمیر لاکتیکی** انواعی از تخمیرند که در صنایع متفاوت از آنها بهره می‌بریم.

تخمیر الکلی و لاکتیکی مانند تنفس هوازی با قندکافت آغاز می‌شوند و پیرووات ایجاد می‌کنند؛ در قندکافت دیدیم که تشکیل پیرووات از قند فسفات‌ها همراه با ایجاد $NADH$ از NAD^+ است؛ بنابراین برای تداوم قندکافت، NAD^+ ضروری است و اگر نباشد قندکافت متوقف می‌شود و در نتیجه تخمیر انجام نمی‌شود. در تخمیر، مولکول‌هایی ایجاد می‌شوند که در فرایند تشکیل آنها NAD^+ به وجود می‌آید. در ادامه با این دو نوع تخمیر بیشتر آشنا می‌شویم.

تخمیر الکلی: ورآمدن خمیر نان به علت انجام تخمیر الکلی است. شکل ۱۰ طرح ساده‌ای از مراحل این نوع تخمیر را نشان می‌دهد. در این فرایند، پیرووات حاصل از قندکافت با از دست دادن CO_2 ، به اتانال تبدیل می‌شود. اتانال با گرفتن الکترون‌های $NADH$ اتانول ایجاد می‌کند.

? = انرژی بی‌هوازی
انرژی هوازی



بیشتر بدانید

تخمیر الکلی در پخت نان

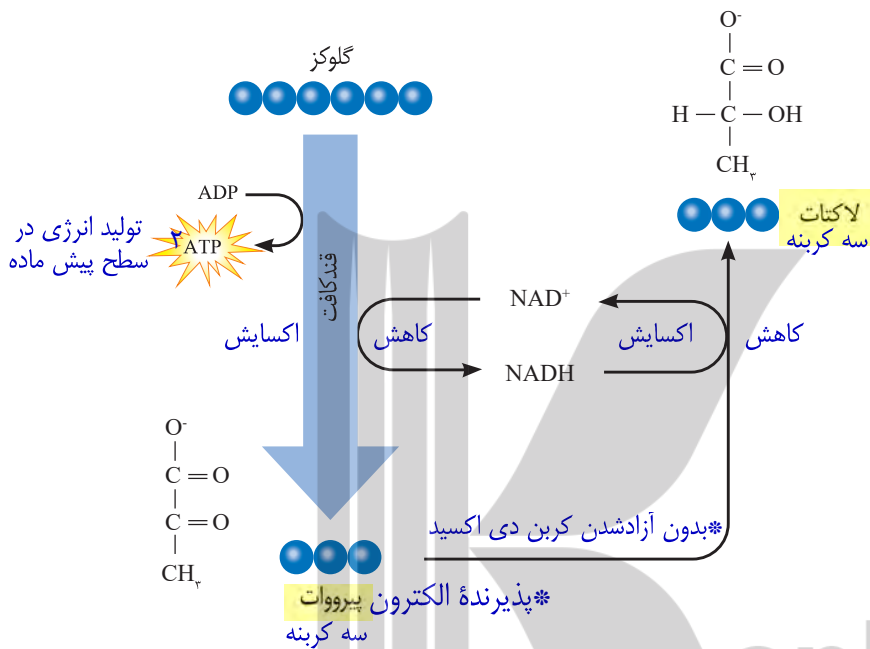
Saccharomyces cerevisiae قارچی تک یاخته‌ای است که نشاسته را تجزیه می‌کند. در فرایند تولید نان، این قارچ به خمیر اضافه و خمیر در شرایط مناسب نگه‌داری می‌شود. CO_2 حاصل از تخمیر الکلی در خمیر حباب‌هایی ایجاد می‌کند که سبب ورآمدن یا رسیدن خمیر و در نتیجه تردی نان می‌شود. اتانول تولید شده در خمیر بر اثر حرارت، تبخیر می‌شود. قارچ، راکیزه دارد، اما می‌تواند به روش تخمیر انرژی مورد نیاز خود را تأمین کند.



طرح پرسش از فرمول ساختاری مواد شیمیایی در همه‌آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

تخمیر لاکتیکی: در سال گذشته خواندید، ماهیچه‌های اسکلتی برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند و اگر اکسیژن کافی نباشد، لاکتات در ماهیچه‌ها تجمع می‌یابد. اما لاکتات با چه سازوکاری ایجاد می‌شود؟

فعالیت شدید ماهیچه‌ها به اکسیژن فراوان نیاز دارد. اگر اکسیژن کافی نباشد، پیرووات حاصل از قند کافت‌وار در اکیزه هانمی شود، بلکه با گرفتن الکترون‌های NADH به لاکتات تبدیل می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- تخمیر لاکتیکی. علت ترش شدن شیر، لاکتیک اسید است. + در سیتوزول یاخته‌های ماهیچه اسکلتی، گویچه‌های قرمز و برخی از باکتری‌ها.

انواعی از باکتری‌ها تخمیر لاکتیکی را انجام می‌دهند. بعضی از این باکتری‌ها، مانند آنچه در ترش شدن شیر رخ می‌دهد، سبب فساد غذا می‌شوند؛ اما انواعی از آنها در تولید فرآورده‌های غذایی به کار می‌روند. تخمیر لاکتیکی در تولید فرآورده‌های شیری و خوراکی‌هایی مانند خیارشور نقش دارد.

تخمیر در گیاهان: گیاهانی که به طور طبیعی در شرایط غرقابی رشد می‌کنند، سازوکارهایی برای تأمین اکسیژن مورد نیاز دارند. تشکیل بافت نرم آکنه‌ای هوادار در گیاهان آبی و شش‌ریشه در درخت خزا از سازوکارهایی است که قبلاً با آن آشنا شده‌اید. (دهم-ص ۹۵ و ۸۷)

به هر حال، اگر اکسیژن به هر علتی در محیط نباشد یا کم باشد، تخمیر انجام می‌شود. هر دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی در گیاهان وجود دارد. توجه داشته باشید که تجمع الکل یا لاکتیک اسید در یاخته گیاهی به مرگ آن می‌انجامد، بنابراین باید از یاخته‌ها دور شوند.

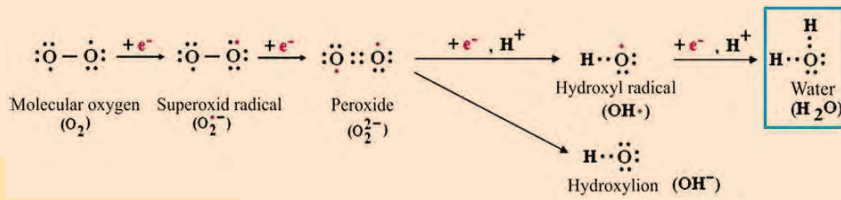
۱- تخمیر الکلی: محصول نهایی ۱- اتانول ۲- NAD⁺ ۳- CO₂
مانند ورم آمدن خمیر

۲- تخمیر لاکتیکی: محصول نهایی ۱- اتانول ۲- NAD⁺

۳- تخمیر در گیاهان: تخمیر لاکتیکی و الکلی-تجمع الکل یا لاکتیک اسید باعث مرگ یاخته گیاهی

تخمیر ← تنفس بی‌هوازی

در یاخته گویچه قرمز نیز به دلیل نداشتن راکتیزه، تخمیر لاکتیکی انجام می‌گیرد.



سلامت بدن: پاداکسندها

تنفس یاخته ای بی هوازی

انواعی از باکتری‌ها وجود دارند که می‌توانند در محیط‌های بدون اکسیژن زندگی کنند. این جانداران انرژی مورد نیاز خود را از طریق تنفس یاخته ای بی هوازی به دست می‌آورند. گیرنده نهایی الکترون در این باکتری‌ها اکسیژن نیست، بلکه ماده ای معدنی مانند سولفات است.

در درس شیمی آموختید رادیکال‌های آزاد به علت داشتن الکترون‌های جفت نشده در ساختار خود، واکنش پذیری بالایی دارند و می‌توانند در واکنش با مولکول‌های تشکیل دهنده بافت‌های بدن، به آنها آسیب برسانند. امکان تشکیل رادیکال آزاد از اکسیژن در فرایند تنفس هوازی، وجود دارد. اما چگونه؟ دیدیم اکسیژن با پذیرش الکترون در پایان زنجیره انتقال الکترون، به یون اکسید (O²⁻) تبدیل می‌شود. یون‌های اکسید با یون‌های هیدروژن (H⁺) ترکیب می‌شوند و در نتیجه مولکول آب به وجود می‌آید اما گاه پیش می‌آید که درصدی از اکسیژن‌ها وارد واکنش تشکیل آب نمی‌شوند، بلکه به صورت رادیکال آزاد در می‌آیند. رادیکال‌های آزاد از عوامل ایجاد سرطان اند.

راکیزه‌ها برای مقابله با اثر سمی رادیکال‌های آزاد، به ترکیبات پاداکسنده وابسته اند. بارها شنیده اید که خوردن میوه‌ها و سبزیجات در حفظ سلامت بدن نقش دارند. این مواد غذایی دارای پاداکسندهایی مانند کاروتنوئیدها هستند. پاداکسندها در واکنش با رادیکال‌های آزاد مانع از اثر تخریبی آنها بر مولکول‌های زیستی و در نتیجه تخریب بافت‌های بدن می‌شوند.

تجمع رادیکال‌های آزاد: آیا مبارزه با رادیکال‌های آزاد در راکیزه‌ها همیشه با موفقیت انجام می‌شود؟ اگر به هر علت سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از سرعت مبارزه با آنها بیشتر باشد، چه اتفاقی را پیش بینی می‌کنید؟

مشخص است که در چنین شرایطی، رادیکال‌های آزاد در راکیزه تجمع می‌یابند و آن را تخریب می‌کنند؛ در نتیجه، یاخته هم تخریب می‌شود. رادیکال‌های آزاد برای جبران کمبود الکترونی خود به مولکول‌های سازنده یاخته و اجزای آن، حمله می‌کنند و باعث تخریب آنها می‌شوند. عوامل فراوانی می‌توانند، راکیزه را در مبارزه با رادیکال‌های آزاد با مشکل روبه‌رو کنند؛ مثلاً الکل و انواعی از نقص‌های ژنی در عملکرد راکیزه در خنثی سازی رادیکال‌های آزاد مشکل ایجاد می‌کنند.

اثر الکل: مطالعات نشان می‌دهد که الکل سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از اکسیژن را افزایش می‌دهد و مانع از عملکرد راکیزه در جهت کاهش آنها می‌شود. رادیکال‌های آزاد با حمله به DNA راکیزه، سبب تخریب راکیزه و در نتیجه مرگ یاخته‌های کبدی و بافت مردگی (نکروز) کبد می‌شوند. به همین علت اختلال در کار کبد و ازکار افتادن آن از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی است.

گاه نقص در ژن‌های مربوط به پروتئین‌های زنجیره انتقال الکترون، به ساخته شدن پروتئین‌های معیوب می‌انجامد. راکیزه‌ای که این پروتئین‌های معیوب را داشته باشد در مبارزه با رادیکال‌های آزاد، عملکرد مناسبی ندارد.

نقص ژنی: گاه نقص در ژن‌های مربوط به پروتئین‌های زنجیره انتقال الکترون، به ساخته شدن پروتئین‌های معیوب می‌انجامد. راکیزه‌ای که این پروتئین‌های معیوب را داشته باشد در مبارزه با رادیکال‌های آزاد، عملکرد مناسبی ندارد.

توقف انتقال الکترون: مواد سمی فراوانی وجود دارند که با مهار یک یا تعدادی از واکنش‌های تنفس هوازی، سبب توقف تنفس یاخته و مرگ می‌شوند. سیانید یکی از این ترکیب‌هاست که واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترون‌ها به O₂ را مهار و در نتیجه باعث توقف زنجیره انتقال الکترون می‌شود. از زیست‌شناسی سال دهم نیز به یاد دارید که گاز کربن مونواکسید با اتصال به هموگلوبین، مانع از

چرا مونوکسید کربن یا سیانید نمی‌تواند مخمرها را بکشد؟

رادیکال‌های آزاد اکسیژن
 ۱- پاداکسندها: عوامل کاهشدهنده رادیکال‌های آزاد
 ۲- عوامل افزایشدهنده رادیکال‌های آزاد
 ۱- سیانید
 ۲- مونوکسید کربن
 ۱- اثر الکل
 ۲- نقص ژنی

توقف زنجیره انتقال الکترون در راکیزه

بیشتر بدانید

سلاح شیمیایی

دولت بعث عراق در جنگ هشت ساله علیه ایران بمب‌های شیمیایی دارای هیدروژن سیانید را به کار برد. هیدروژن سیانید با توقف زنجیره انتقال الکترون در راکیزه سبب مرگ افراد با حالتی شبیه خفگی می‌شود.

دور کردن افراد از محل حادثه، استفاده از ماسک اکسیژن و تنفس مصنوعی از اقدامات مؤثر در نجات جان این افراد است.

توقف انتقال الکترون: مواد سمی فراوانی وجود دارند که با مهار یک یا تعدادی از واکنش‌های تنفس هوازی، سبب توقف تنفس یاخته و مرگ می‌شوند. سیانید یکی از این ترکیب‌هاست که واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترون‌ها به O₂ را مهار و در نتیجه باعث توقف زنجیره انتقال الکترون می‌شود.

از زیست‌شناسی سال دهم نیز به یاد دارید که گاز کربن مونواکسید با اتصال به هموگلوبین، مانع از

اتصال اکسیژن به آن می شود و چون به آسانی از هموگلوبین جدا نمی شود، ظرفیت حمل اکسیژن در خون را کاهش می دهد. این عملکرد مونواکسیدکربن، در واقع در انجام تنفس یاخته ای اختلال ایجاد می کند. مونواکسید کربن به شکل دیگری نیز بر تنفس یاخته ای اثر می گذارد؛ این گاز سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون ها به اکسیژن می شود. دود خارج شده از خودروها و سیگار، از منابع دیگر تولید مونواکسیدکربن اند.

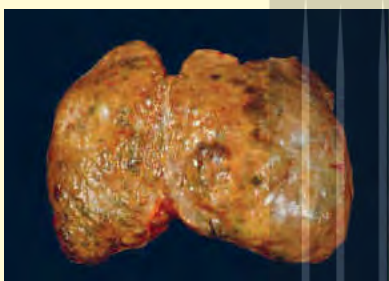
۱- اتصال به هموگلوبین و کاهش ظرفیت حمل اکسیژن (دهم ص ۳۹)
 ۲- توقف واکنش انتقال الکترون به اکسیژن در زنجیره انتقال الکترون (ص ۷۰)

اثر مونواکسیدکربن بر تنفس یاخته ای

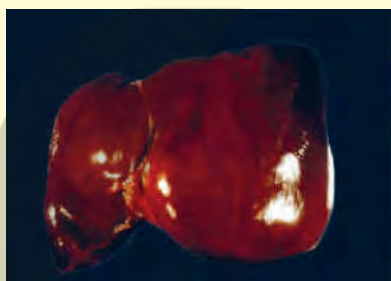
بیشتر بدانید

الکل و سرطان کبد

اثر منفی دیگر الکل بر کبد، به تجزیه چربی ها در کبد مربوط می شود. سیروز کبدی از عوارض مصرف درازمدت الکل است. این وضعیت به علت اثر منفی الکل بر تجزیه چربی ها ایجاد می شود. در این بیماری، چربی در یاخته های کبدی افراد الکلی تجمع می یابد. تجمع چربی مانع از عملکرد درست کبد می شود. سیروز کبدی احتمال ابتلا به سرطان کبد را افزایش می دهد.



کبد سیروزی



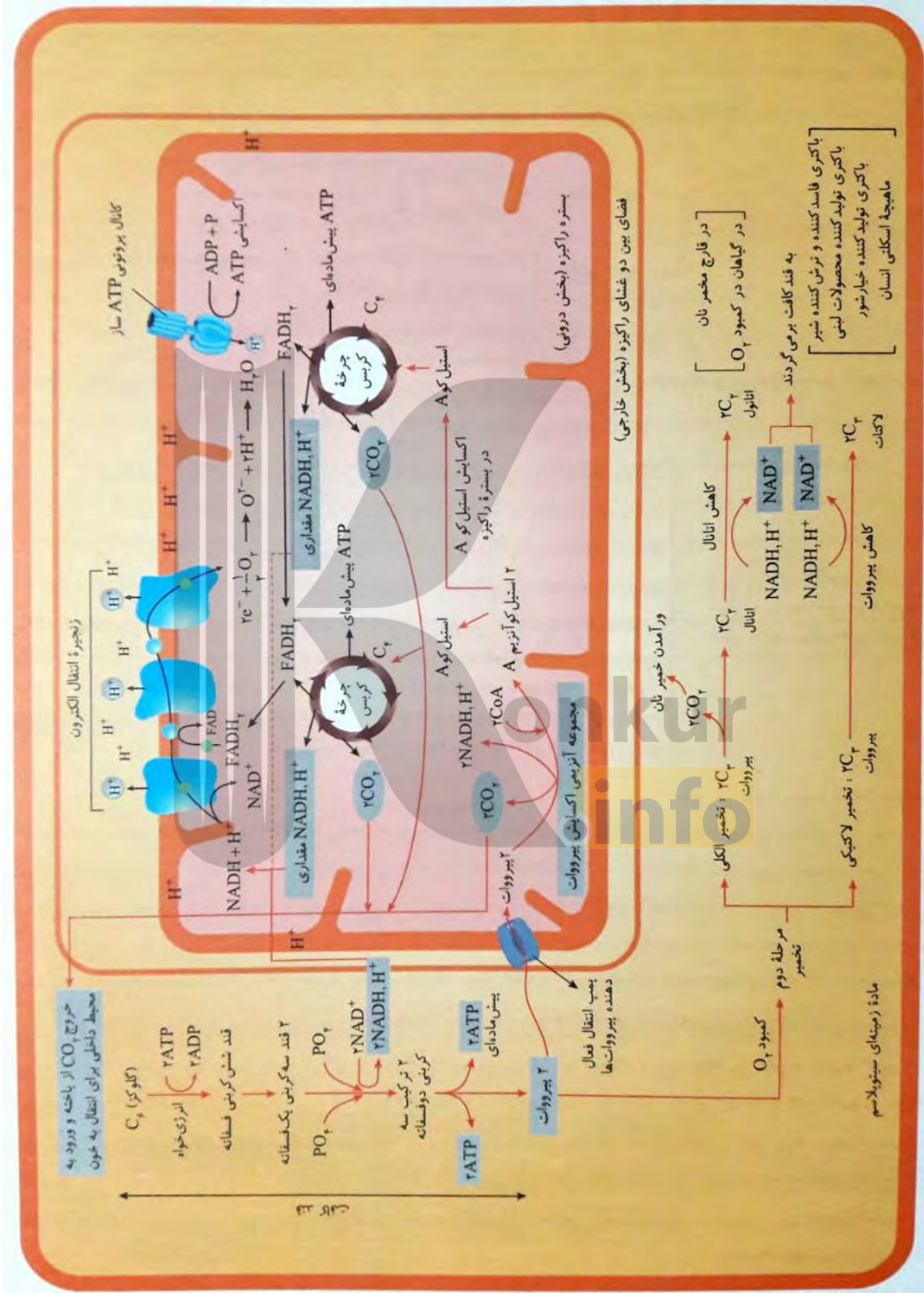
کبد سالم

مقایسه تخمیر الکلی با تخمیر لاکتیکی		
تخمیر لاکتیکی	تخمیر الکلی	
سیتوپلاسم	سیتوپلاسم	محل انجام
عدم وجود اکسیژن	عدم وجود اکسیژن	دلیل انجام
بازسازی NAD^+	بازسازی NAD^+	هدف از انجام
ندارد	دارد	تولید CO_2
یک مرحله	۲ مرحله	تعداد مراحل
پیرووات (مستقیم)	پیرووات (غیر مستقیم) اتانال (مستقیم)	کاهش یابنده
$NADH$	$NADH$	اکسید شونده
لاکتات (سه کربنه)	اتانول (دو کربنه)	محصول نهایی

باسمه تعالی

شکل های تکمیلی ف-۵-گ-۳

مراحل تنفس یاخته ای هوازی و بی هوازی در یک قاب- منبع کتاب زیست دوازدهم نشر الگو



بروزترین و برترین
سایت کنکوری کشور

WWW.KONKUR.INFO

Konkur
.info

<https://konkur.info>