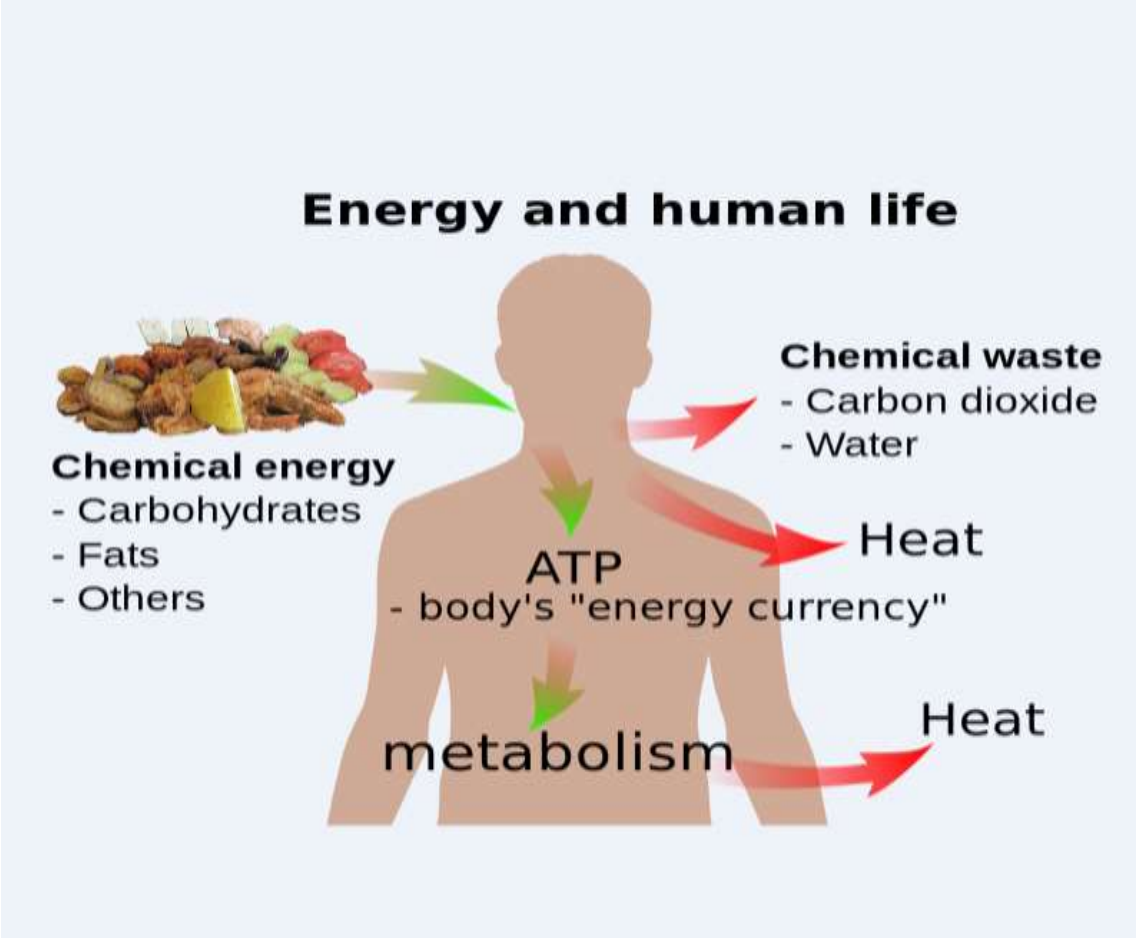
جزوهٔ زیست شناسی دوازدهم

فصل پنجم: از ماده به انرژی



شامل خلاصهٔ درس، نکات مفهومی متن کتاب
نکات ترکیبی، نکات فعالیت‌ها و شکل‌ها و سوالات کنکور
با تأکید بر اصالت کتاب درسی

+

پاسخ تحلیلی سوالات مرتبط از
کنکورهای سراسری ۹۸ تا ۱۴۰۲

گردآوری : علی اصغر کردی(تماس: ۰۹۱۶۹۹۱۴۸۳۷)

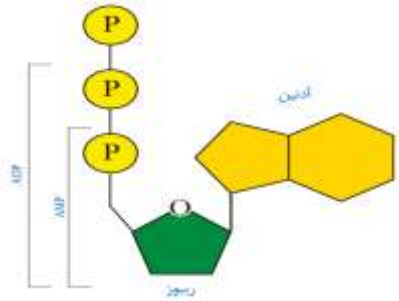
سال ۱۴۰۲

مقدمه: مصرف انرژی یکی از ویژگی‌های اصلی موجودات زنده است و هر موجود زنده‌ای باید بتواند انرژی مورد نیاز برای انجام واکنش‌های زیستی خود را به دست آورد منبع این انرژی مواد آلی به ویژه قندها می‌باشد که موجود زنده از مواد معدنی می‌سازد (در موجودات زندهٔ تولیدکننده یا اتوتروف) و یا از موجودات زندهٔ دیگر می‌گیرد (در موجودات زندهٔ مصرف‌کننده یا هتروتروف).

انرژی هر مولکول مادهٔ غذایی(مانند گلوکز) **به صورت مستقیم** برای انجام واکنش‌های شیمیایی موجودات زنده قابل استفاده نیست چون مقدار انرژی آن خیلی زیاد است و به همین دلیل در بسته‌های کوچک انرژی و در مولکول‌های سوختی (به ویژه **ATP**) ذخیره می‌شود تا در مواقع لزوم مورد استفاده قرار گیرد. فرآیندی که انرژی شیمیایی مواد آلی مانند قندها را در انرژی شیمیایی مولکول‌های سوختی مانند **ATP** ذخیره می‌کند **تنفس سلولی** گفته می‌شود که به دو صورت **هوازی** و **بی‌هوازی** دیده می‌شود البته نوع هوازی آن به مراتب **ATP** بیشتری تولید می‌کند و به عبارت دیگر کارایی خیلی بالاتری دارد به همین دلیل در بیشتر موجودات زنده اعم از پروکاریوت و یوکاریوت، تنفس یاخته‌ای از نوع هوازی است[حتی در بعضی از یاخته‌ها یا بعضی از جانداران تنفس بی‌هوازی از نوع اختیاری است یعنی در صورت وجود اکسیژن، تنفس هوازی و در نبود یا کمبود آن تنفس بی‌هوازی انجام می‌شود].

رابطهٔ کلی زیر فرآیند تنفس از نوع هوازی را به طور خیلی کلی و خلاصه بیان می‌کند:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + ADP + P(\text{فسفات}) \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$$



ATP
- آدنوزین ← باز آلی نیتروژن‌دار آدنین
- آدنوزین ← قند پنج کربنی ریبوز
- آدنوزین ← تری فسفات(سه گروه فسفات با پیوندهای اشتراکی پرانرژی)

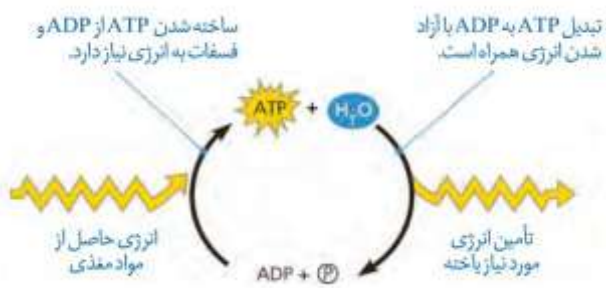
توجه: تولید اولیهٔ **ATP** سه مرحله‌ای است و ابتدا از پیوند بین آدنوزین با یک گروه فسفات، **AMP** ساخته می‌شود و سپس با اضافه شدن یک گروه فسفات دیگر ، **ADP** ساخته می‌شود و در نهایت یک گروه فسفات دیگر اضافه شده و **ATP** تولید می‌شود.

نکته: در واکنش‌های مربوط به ذخیره و آزاد شدن انرژی در سلول یا همان تنفس یاخته‌ای معمولاً مولکول **ATP** از مولکول **ADP** ساخته می‌شود اما برای نیازهای دیگر سلولی ممکن است **ATP** به **AMP** و بالعکس هم انجام شود.

توجه۱: **ATP** جزء نوکلئوتیدهای **RNA** محسوب می‌شود چون قند آن ریبوز است.

توجه۲: انرژی مواد غذایی باعث پیوند یک گروه فسفات با **ADP** و تشکیل **ATP** می‌شود و در مواقع نیاز به انرژی زیستی، یک گروه فسفات از **ATP** جدا شده و **ADP** حاصل می‌شود و انرژی آزاد شده صرف فعالیت زیستی می‌شود.

این فرآیندها مرتباً در موجودات زنده انجام می‌شود:



نکته: تشکیل **ATP** از **ADP** و فسفات به همراه تولید یک مولکول آب است(سنتز آبدهی) و از طرف دیگر تجزیهٔ یک **ATP** به **ADP** و فسفات با مصرف یک مولکول آب است(هیدرولیز).

روش‌های مختلف تولید ATP

- **الف- در سطح پیش‌ماده**
- **ب- به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون**
  - **۱- ساخته‌شدن اکسایشی**
  - **۲- ساخته‌شدن نوری**

نکته مهم: اگر تولید **ATP** به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون نباشد حتماً در سطح پیش‌ماده است.

تولید **ATP** در سطح پیش‌ماده یعنی اضافه شدن یک گروه فسفات از یک ماده به **ADP** و بدون دخالت زنجیرهٔ انتقال الکترون که نمونه‌ای از آن در کتاب درسی یازدهم آمده است:

$$CP + ADP \rightarrow C + ATP$$
(کراتین فسفات) (کراتین)

این فرآیند به کمک آنزیمی انجام می‌شود که فسفات را از کراتین فسفات گرفته و به **ADP** می‌دهد. این فرآیند برای افزایش سرعت تولید **ATP** در ماهیچه انجام می‌شود[و از این جهت ارزشمند است که یاختهٔ ماهیچه‌ای می‌تواند مقدار زیادی از کراتین‌فسفات را در خود ذخیره کند تا در مواقع نیاز به انرژی زیاد از آنها استفاده کند در حالیکه همان‌طور که در همین فصل کتاب دیده می‌شود امکان ذخیرهٔ زیاد **ATP** در سلول وجود ندارد].

تولید **ATP** در تنفس یاخته‌ای بی‌هوازی **فقط در سطح پیش‌ماده** است ولی در تنفس هوازی هم در سطح پیش‌ماده و هم به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون(البته فقط به صورت اکسایشی) است.

نکته: تولید **ATP** به صورت نوری فقط در موجودات زندهٔ فتوسنتزکننده و در فرآیند فتوسنتز دیده می‌شود.

توجه: اگرچه رایج‌ترین سوخت یاخته‌ها کربوهیدرات‌ها بویژه گلوکز است اما یاخته‌ها قادر به استفاده از سایر مواد آلی مانند پروتئین‌ها و لیپیدها و حتی در شرایطی اسیدهای نوکلئیک هستند بخصوص در وضعیت سوء تغذیه و یا عدم دریافت غذای کافی، اگر به مدت طولانی از پروتئین‌ها به عنوان منبع انرژی استفاده کنند فرد دچار **تحلیل و ضعیف شدن ماهیچه‌ها** و همچنین **تضعیف سیستم ایمنی** می‌شود.

نکتهٔ ترکیبی: استفادهٔ زیاد از پروتئین‌ها باعث افزایش **تولید و دفع مواد دفعی نیتروژن‌دار بویژه اوره** می‌شود.

نکته: مهم‌ترین نوع تنفس بی‌هوازی تخمیر است که شکل‌های رایج آن، الکلی و لاکتیکی می‌باشد و در شرایطی که اکسیژن نباشد و یا کم باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نکته: از آبکافت (هیدرولیز) مواد غذایی مانند نشاسته در لولهٔ گوارش **فقط گرما** تولید می‌شود(**ATP** تولید نمی‌شود) اما در فرآیند تنفس یاخته‌ای **هم گرما و هم مولکول‌های سوختی بویژه ATP** تولید می‌شود.

مراحل انجام تنفس یاخته‌ای هوازی:
- ۱- قندکافت(گلیکولیز)
- ۲- تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم A
- ۳- واکنش‌های چرخهٔ کربس
- ٤- واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون

قندکافت(گلیکولیز): در این فرآیند که در تمامی سلول‌های زنده(چه پروکاریوت و چه یوکاریوت، چه دارای تنفس هوازی و چه بی‌هوازی) **در سیتوپلاسم انجام می‌شود** گلوکز در نهایت به دو اسید سه کربنی به نام پیرووئیک اسید یا یون آن پیرووات تبدیل می‌شود. قندکافت فرآیندی چهارمرحله‌ای می‌باشد.

نکته: در گلیکولیز هم **ATP** تولید و هم مصرف می‌شود ولی **ATP** تولیدی بیشتر است به همین دلیل **در کل، فرآیندی انرژی‌زا محسوب می‌شود**.

نکته: قندکافت فرآیندی یک‌طرفه است و به صورت چرخه‌ای نیست.

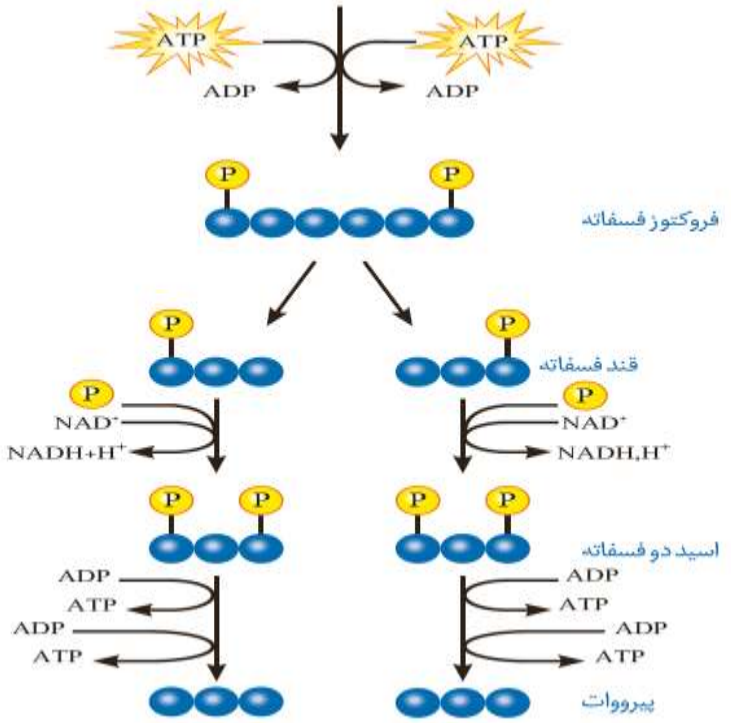
مراحل قندکافت

۱- تبدیل گلوکز به فروکتوز فسفاته

۲- تجزیهٔ فروکتوز فسفاته به دو قند سه کربنهٔ یک فسفاته

۳- اضافه شدن یک فسفات معدنی به هر قند سه کربنه(و تولید اسید سه کربنی) و در ضمن تولید دو NADH

٤- تبدیل اسیدهای دو فسفاته به اسید پیرورویک و در ضمن تولید چهار مولکول ATP



نکته: ترکیبات سه کربنی یک‌فسفاته قند هستند ولی ترکیبات سه کربنی دوفسفاته اسید هستند.

نکته: **NADH** و **$FADH_2$** هر دو ترکیباتی نوکلئوتیدی یا به عبارت دیگر از اسیدهای نوکلئیک هستند(هر یک از این دو ترکیب از دو نوکلئوتید متصل به هم به همراه تغییراتی ایجاد شده‌اند) و برای دریافت و انتقال الکترون تولید شده‌اند در حالت نوشته شدهٔ بالا هریک دو الکترون دریافت کرده‌اند و در زنجیرهٔ انتقال الکترون به **NAD^+** و **FAD** تجزیه شده و الکترون آزاد می‌کنند که طی انتقال این الکترون‌ها تعدادی **ATP** تولید می‌شود.

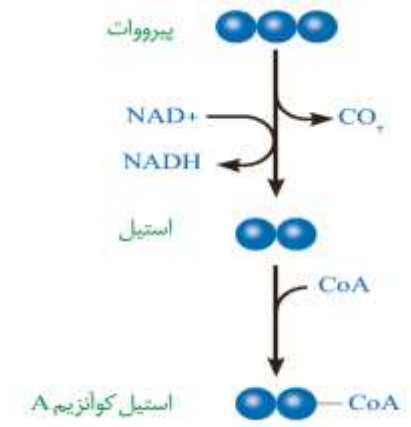
نکته: در تست توجه داشته باشید که **NADH** و **$FADH_2$** توانایی گرفتن الکترون ندارند به عبارت دیگر آنچه در فرآیند قندکافت دچار کاهش می‌شود **NAD^+** و **FAD** است و آنچه دچار اکسایش می‌شود **NADH** و **$FADH_2$** است.

نکته: ارزش انرژی‌زایی **NADH** و **$FADH_2$** فقط در تنفس یاخته‌ای هوازی است و در تنفس بی‌هوازی هیچ گونه ارزش انرژی‌زایی ندارند(هر چند توجه داشته باشید که در تنفس بی‌هوازی اصولاً **$FADH_2$** تولید نمی‌شود).

نکته: محصول خالص و مستقیم گلیکولیز، تولید دو مولکول **ATP** است که در سطح پیش‌ماده است(چون به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون تولید نشده است).

نکته: در قندکافت نه کربن‌دی‌اکسید تولید می‌شود و نه اکسیژن به مصرف می‌رسد.

تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم A : در ادامهٔ واکنش‌های تنفس هوازی، پیرووات حاصل از گلیکولیز با از دست دادن یک کربن به صورت CO_2 به بنیان استیل تبدیل می‌شود در این تبدیل یک مولکول NAD^+ دیگر به **NADH** تبدیل می‌شود و در مرحلهٔ بعدی، کوآنزیم **A** به بنیان استیل متصل شده و استیل کوآنزیم **A** تولید می‌شود.

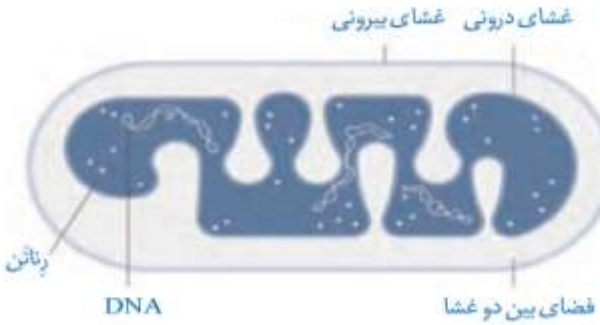


توجه: کوآنزیم **A** مانند سایر کوآنزیم‌ها ترکیباتی آلی هستند که به آنزیم‌ها کمک می‌کنند.

نکته: تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم **A** در سلول‌های پروکاریوت در سیتوپلاسم انجام می‌شود ولی در یوکاریوت‌ها در بسترهٔ میتوکندری.

نکتهٔ مفهومی: کوآنزیم **A** به آنزیمی کمک می‌کند که در چرخهٔ کربس ترکیب چهارکربنی و استیل را ترکیب کرده و ترکیب شش کربنی[اسید استیک] تولید می‌کند.

توجه: روش عبور پیرووات از غشاهای خارجی و داخلی میتوکندری، **انتقال فعال** است.



توجه و یادآوری: میتوکندری همانند یک سلولِ پروکاریوت و همچنین همانند پلاست‌ها دارای دنای حلقوی در فضای داخلی(بسترهٔ) خود است.

نکته: در هر میتوکندری تعداد دناهای حلقوی بیش از یکی است و در ضمن به غشای میتوکندری چسبیده نیست(برخلاف دنای اصلی یا همان کرموزوم اصلی در باکتری‌ها).

نکته: اگرچه درون میتوکندری رناتن(ریبوزوم) ، رناهای ناقل و همهٔ آنزیم‌های لازم برای پروتئین‌سازی وجود دارد اما **فقط انواع کمی** از پروتئین‌های مورد نیاز میتوکندری توسط این ریبوزوم‌ها و از روی دناهای خودش ساخته می‌شود و

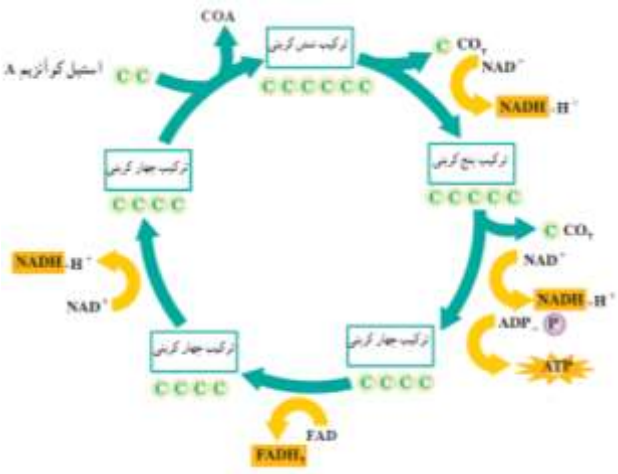
بیشتر آنها از روی ژنهای هستهٔ سلول و توسط ریبوزوم‌های آزاد در سیتوسل(فضای داخلی سیتوپلاسم) ساخته می‌شوند و بعد به میتوکندری منتقل می‌شوند[ریبوزوم‌های میتوکندری و پلاست‌ها همانند ریبوزوم باکتری‌ها کوچک هستند ولی ریبوزوم‌های سیتوپلاسم سلولِ یوکاریوت بزرگ هستند].

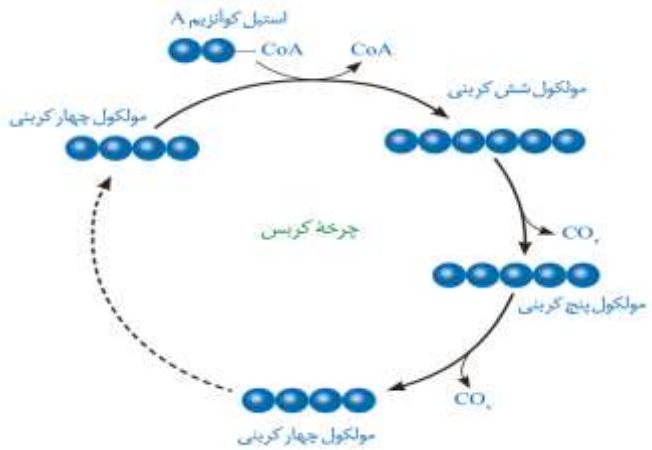
نکته: تکثیر میتوکندری در مواقع نیاز بیشتر به این اندامک انجام می‌شود و ربطی به مرحلهٔ چرخهٔ یاخته‌ای ندارد یعنی در مراحل G_1 ، S ، G_2 و یا حتی میتوز و سیتوکینز قابل انجام است.

توجه: چین‌خوردگی‌های غشای داخلی میتوکندری به منظور افزایش مساحت این غشاست تا تعداد پروتئین‌های بیشتری در آن قرار گیرد(مانند پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون و یا پروتئین‌های مربوط به آنزیم ATPساز) و بدین صورت ATP بیشتری تولید شود **در ضمن چین خوردگی‌ها به سمت داخل هستند**.

نکته: با توجه به این‌که در قندکافت یک مولکول گلوکز به دو پیرووات تبدیل می‌شود بنابراین به ازای مصرف هر گلوکز تا مرحلهٔ تولید استیل کوآنزیم A ، چهار مولکول NADH تولید می‌شود.

واکنش‌های چرخهٔ کربس: استیل کوآنزیم A برای تجزیهٔ بیشتر و تولید ATP بیشتر وارد واکنش‌هایی می‌شود که به صورت چرخه‌ای هستند یعنی ماده‌ای ک در ابتدا مصرف می‌شود در پایان واکنش‌ها دوباره تولید می‌شود به همین دلیل به این واکنش‌ها چرخهٔ کربس می‌گویند. محل انجام این واکنش‌ها **در سلول‌های پروکاریوت در سیتوپلاسم** سلول ولی در **یوکاریوت‌ها همانند مرحلهٔ قبلی در بسترهٔ میتوکندری** انجام می‌شود:





توجه۱: در این چرخه علاوه بر کربن‌دی‌اکسید که ماده‌ای دفعی است، NADH ، $FADH_2$ و ATP تولید می‌شود.

توجه۲: هر یک از دو ترکیب **FAD** و **NAD^+** برای کاهش نیاز به دو الکترون دارند :

$$NAD^+ + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons NADH + H^+$$

$$FAD + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons FADH_2$$

نکته: در تنفس هوازی در سه موقعیت مختلف، **CO_2** تولید می‌شود: ۱- در تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم**A** ۲- در گام دوم چرخهٔ کربس ۳- در گام سوم چرخهٔ کربس.

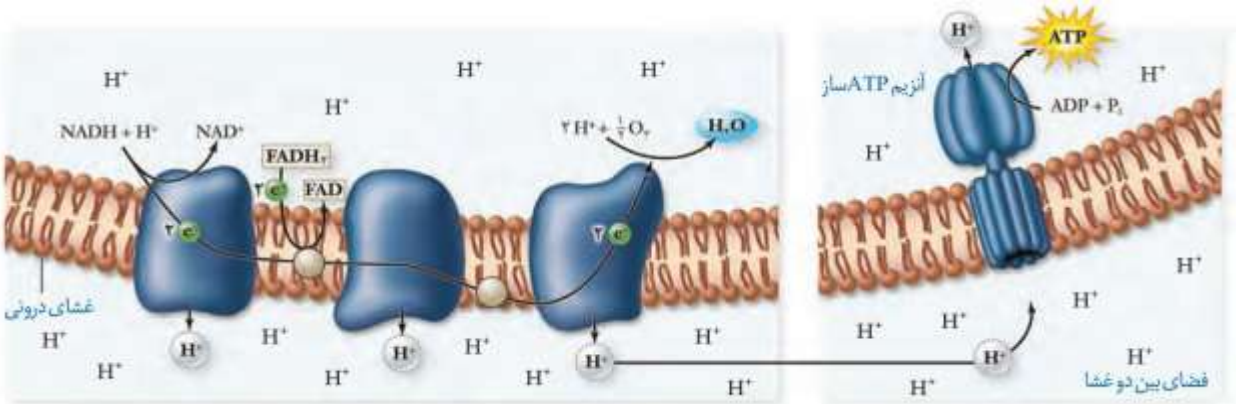
نکته: در یک سلول پروکاریوت که تنفس هوازی انجام می‌دهد تمام **CO_2** در محل سیتوپلاسم تولید می‌شود ولی در سلول یوکاریوتی که تنفس هوازی انجام می‌دهد تمام **CO_2** در زمینهٔ میتوکندری(بسترهٔ میتوکندری) تولید می‌شود.

نکته: کوآنزیم**A** در همان مرحلهٔ اول واکنش‌های چرخهٔ کربس، از بنیان استیل جدا می‌شود.

نکته: **ATP** تولید شده در چرخهٔ کربس در سطح پیش‌ماده است(چون به کمک زنجیره نیست).

نکته: برای تجزیهٔ کامل گلوکز تا حد کربن‌دی‌اکسید بایستی واکنش‌ها تا چرخهٔ کربس انجام شود ولی برای تولید آب، بایستی واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون هم انجام شود.

واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون: تمام مولکول‌های ناقل الکترونی که در تمام مراحل گذشته تولید شدند فقط در صورتی می‌توانند منجر به تولید **ATP** شوند که وارد واکنش‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون شوند. این زنجیره از تعدادی مولکول پروتئینی که در **غشای داخلی میتوکندری** قرار دارند تشکیل شده است. **بعضی از** اعضای زنجیره، مولکول‌های ناقل الکترون یعنی **NADH** و **$FADH_2$** را اکسید می‌کنند و الکترون‌های آزاد شده را دست به دست می‌کنند. **تعدادی** از پروتئین‌های زنجیره که **سراسری باشند** قادرند از انرژی الکترون‌ها برای پمپ یون‌های هیدروژن(پروتون) به **فضای بین دو غشای میتوکندری** استفاده کنند که این کار باعث افزایش غلظت پروتون در این فضا می‌شود.



یون‌های هیدروژن تمایل دارند که از فضای بین دو غشای میتوکندری به بستره(زمینهٔ) میتوکندری منتشر شوند مجموعهٔ پروتئینی خاصی به نام **آنزیم ATPساز** این کار را انجام می‌دهد و البته ضمن **انتشار تسهیل‌شدهٔ** پروتون‌ها انرژی لازم برای اتصال **ADP** به گروه فسفات تأمین می‌شود و **ATP** ساخته می‌شود.

نکته: زنجیرهٔ انتقال الکترون(طبق شکل کتاب) پنج عضو دارد که **سه تای آن‌ها سراسری** هستند(اولی ، سومی و پنجمی) و همگی پروتون‌ها را به فضای بین دو غشای راکیزه(میتوکندری) پمپ می‌کنند ولی **دو عضو دیگر سراسری نیستند** (دومی و چهارمی) و بنابراین نمی‌توانند پروتون‌ها را پمپ کنند.

توجه: ساخته‌شدن **ATP** به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون در میتوکندری را **اکسایشی** می‌گویند **زیرا از اکسیدشدن ناقل‌ها ایجاد می‌شود.**

نکته: اولین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون در میتوکندری، علاوه بر نقش پمپ بودنش برای پروتون، نقش آنزیمی هم دارد و **NADH** را اکسید می‌کند ولی اکسید کردن $FADH_2$ توسط دومین عضو زنجیره (که سراسری هم نیست) انجام می‌شود.

نکتهٔ مفهومی: با توجه به اینکه الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ NADH در غشای میتوکندری، مسیر طولانی‌تری را (نسبت به الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ $FADH_2$) در زنجیرهٔ انتقال الکترون طی می‌کنند بنابراین ATP بیشتری تولید می‌شود.

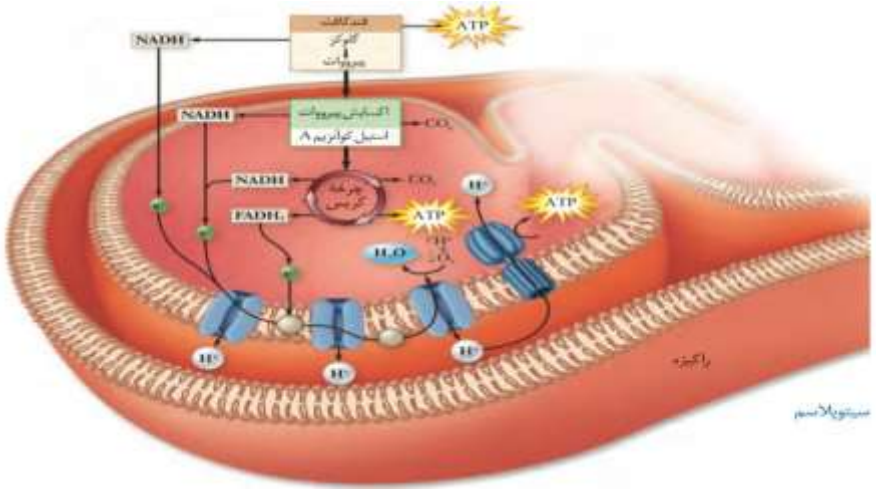
نکته: آخرین عضو زنجیره، علاوه بر نقش پمپ پروتون داشتنش، الکترون‌ها را به اتم اکسیژن انتقال می‌دهد و آن را به یون اکسید تبدیل می‌کند(نقش آنزیمی) که با جذب دو پروتون به آب تبدیل می‌شود:

$$\frac{1}{2}O_2 + 2e \rightarrow O^{2-} \qquad O^{2-} + 2H^+ + \rightarrow H_2O$$

توجه مهم: آنزیم **ATP**ساز جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون **نیست.**

نکته: آنزیم **ATP**ساز یک مجموعهٔ پروتئینی است(نه یک پروتئین) بنابراین برای ساخت آن **چندین ژن** نقش دارند.

نکته: انتقال فعال هرچند همواره با مصرف انرژی زیستی انجام می‌شود اما این انرژی لزوماً از مولکول‌های سوختی مانند **ATP** تأمین نمی‌شود مثلاً در غشای داخلی میتوکندری انتقال فعال پروتون به کمک انرژی الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ **NADH** و یا $FADH_2$ انجام می‌شود.



نکته: در پروکاریوت‌هایی که تنفس هوازی دارند محل زنجیرهٔ انتقال الکترون **در غشای سلولی باکتری** قرار دارد و پروتون‌ها **به فضای بین غشای سلولی و دیوارهٔ سلولی** پمپ می‌شوند.

نکته: چین‌خوردگی‌های غشای داخلی میتوکندری باعث می‌شود که تعداد زنجیره و تعداد آنزیم‌های ATPساز بیشتر باشد.

نکته: آب تولید شده در تنفس سلولی یا CO_2 تولیدشده در این فرآیند برای وارد شدن به فضای بین سلولی از **شش لایهٔ فسفولیپیدی غشاها عبور می‌کنند** (غشای داخلی میتوکندر ، غشای خارجی میتوکندری و غشای سلولی).

نکتهٔ ترکیبی: آخرین پذیرندهٔ الکترون در فرآیند تنفس سلولی هوازی، اکسیژن است ولی در فتوسنتز، $NADP^+$ است.

توجه: هرجا درکتاب درسی عبارت « تنفس سلولی » آمده است منظور نوع هوازی آن است.

جملات درست و نادرست

- NADH وارد میتوکندری نمی‌شود. نادرست : NADH تولیدشده در قندکافت وارد میتوکندری می‌شود.
- NADH از میتوکندری خارج نمی‌شود. درست : حتماً اکسید می‌شود و به NAD^+ تبدیل می‌شود.
- NAD^+ می‌تواند وارد میتوکندری شود. درست : برای تبدیل شدن به NADH در چرخهٔ کربس یا تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم A
- NAD^+ می‌تواند از میتوکندری خارج شود. درست : برای شرکت در فرآیند گلیکولیز
- $FADH_2$ ممکن است وارد میتوکندری شود. نادرست: این ترکیب فقط در میتوکندری و فقط در کربس تولید می‌شود.
- $FADH_2$ ممکن است از میتوکندری خارج شود. نادرست: این ترکیب فقط در میتوکندری اکسید می‌شود.

- FAD^+ ممکن است وارد میتوکندری شود. درست: برای استفاده در چرخهٔ کربس.

- FAD^+ ممکن است از میتوکندری خارج شود. نادرست : این ترکیب در خارج از میتوکندری کاربردی ندارد.

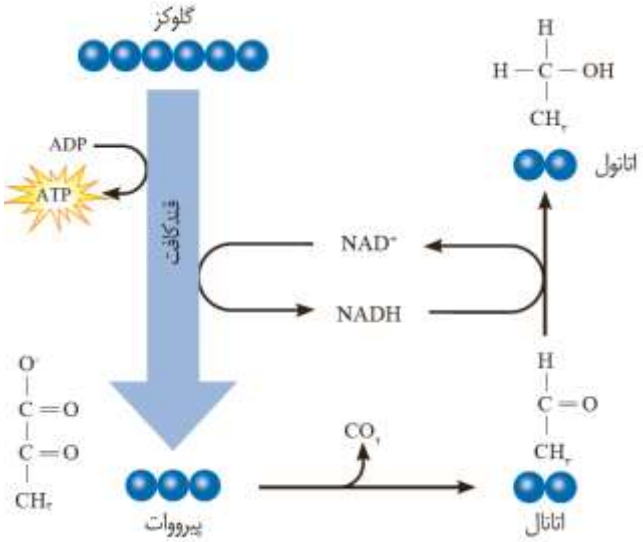
توجه۱: تعداد **ATP** تولیدشده به ازای تجزیهٔ هر مولکول گلوکز **ثابت نیست** و در شرایط مختلف متفاوت است و در بهترین شرایط در سلول یوکاریوت ، ۳۰ مولکول به ازای تجزیهٔ کامل هر گلوکز است.

توجه۲: هرچه تعداد **ATP** در سلول بیشتر باشد میزان قندکافت و چرخهٔ کربس کمتر خواهد بود و بالعکس. این حالت باعث جلوگیری از هدر رفتن انرژی در سلول می‌شود چون **ATP قابل ذخیره سازی در سلول نیست** و اگر بیش از حد تولید شود ممکن است بدون این‌که کار مفیدی انجام شود تجزیه شود(**ADP** فعال‌کنندهٔ آنزیم‌های درگیر در قندکافت و چرخهٔ کربس است).

تخمیر (رایج‌ترین روش تنفس بی‌هوازی)

اگر از انرژی موجود در مواد غذایی برای تولید **ATP** استفاده شود ولی اکسیژن استفاده نشود تنفس بی‌هوازی رخ داده است که یکی از روش‌ها برای انجام چنین کاری، تخمیر است که دو نوع معروف آن عبارتند:

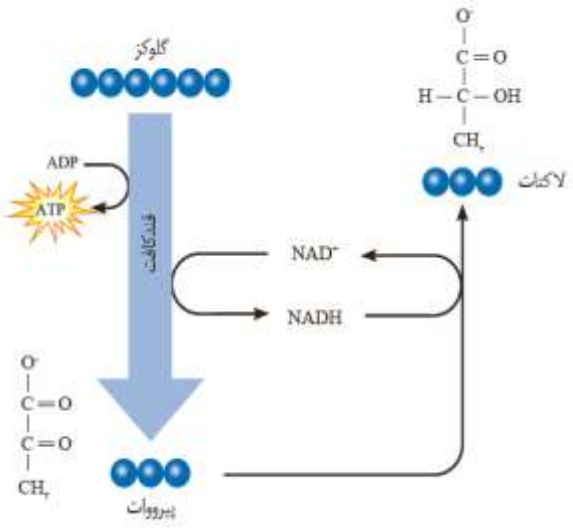
۱– تخمیر الکلی: در این نوع تخمیر، پس از انجام قندکافت، پیرووات حاصل با از دست دادن یک کربن به صورت CO_2 ، به اتانال تبدیل می‌شود.



نکته: هدف از تخمیر، بازسازی مجدد NAD^+ برای امکان تکرار قندکافت و تولید **ATP** می‌باشد وگرنه خودِ تخمیر هیچ گونه **ATP** تولید نمی‌کند.

نکته: مخمر نان که باعث پخت بهتر نان می‌شود تخمیر الکلی انجام می‌دهد.

۲– تخمیر لاکتیکی: این نوع تخمیر که در سلول‌های ماهیچهٔ اسکلتی انسان و در شرایط کمبود اکسیژن(یا در یاخته‌های ماهیچهٔ تند به منظور کارهای سرعتی) و همچنین در بعضی از باکتری‌ها مانند باکتری‌هایی که باعث تولید ماست از شیر یا پنیر از شیر می‌شوند نیز انجام می‌شود.این نوع تخمیر در تولید سرکه و همچنین در فرآیند ترش شدن شیر نیز انجام می‌شود و البته همانند تخمیرالکلی در گیاهان نیز قابل انجام است.



نکته: در تخمیر الکلی بعد از قندکافت، دو مرحله واکنش انجام می‌شود ولی در تخمیر لاکتیکی یک مرحله انجام می‌شود.

نکته: ممکن است در یک سلول، تنفس سلولی انجام شود ولی هیچ CO_2 هم تولید نشود مانند تخمیر لاکتیکی.

توجه و یادآوری: تجمع لاکتیک اسید حاصل از تخمیر لاکتیکی در سلول‌های ماهیچهٔ اسکلتی باعث تحریک گیرنده‌های درد و گرفتگی ماهیچه می‌شود که به تدریج با تجزیهٔ اسید لاکتیک، درد و گرفتگی از بین می‌رود.

نکتهٔ مقایسه‌ای: در کتاب درسی نظام قدیم، تخمیر به عنوان بخشی از تنفس بی‌هوازی مطرح بوده است ولی در کتاب نظام جدید به عنوان نوعی تنفس بی‌هوازی، به عبارت دیگر طبق کتاب نظام قدیم، قندکافت قبل از تخمیر انجام می‌شود ولی در کتاب نظام جدید ، **قندکافت به عنوان بخشی از فرآیند تخمیر است.**

نکتهٔ مفهومی: درست است که در تنفس بی‌هوازی **ATP** خیلی کمتری نسبت به تنفس هوازی تولید می‌شود اما تنفس بی‌هوازی هم یک مزیت ویژهٔ خود دارد و آن هم سرعت بالاتر تولید **ATP** است.

تخمیر درگیاهان: اگر به هر دلیلی اکسیژن کافی در اختیار گیاه قرار نگیرد(به طور مثال در خاک‌های رس که منافذ خاک کم است) تخمیر از هر دو نوع قابل انجام است و برای جلوگیری از نابودی سلول گیاهی در اثر تجمع اسید و یا الکلی این دو ترکیب بایستی از سلول دور شوند.

اختلال در تنفس هوازی و تولید رادیکال‌های آزاد

همان‌طور که دیدید در زنجیرهٔ انتقال الکترون، آخرین پذیرندهٔ الکترون، اکسیژن است که پس از دریافت دو الکترون به یون اکسید تبدیل می‌شود و سپس با جذب دو پروتون به آب تبدیل می‌شود اما گاهی پیش می‌آید که یون اکسید با پروتون‌ها ترکیب نمی‌شود و بدین‌وسیله رادیکال آزاد ایجاد می‌شود که می‌تواند به مولکول‌های مهم زیستی از جمله دنا آسیب وارد کرده و سبب جهش شود که **ممکن است** زمینهٔ ابتلا به بیماری سرطان، ایجاد شود.

توجه: میتوکندری‌ها برای جلوگیری از تشکیل رادیکال آزاد به ترکیبات پاداکسنده وابسته‌اند که در تمام سبزیجات و میوه‌ها وجود دارند زیرا **همهٔ سبزیجات و به‌طور کلی گیاهان فتوسنتزکننده دارای کاروتنوئید هستند** که نمونه‌ای از این ترکیات(پاداکسنده) می‌باشند و قادر به خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد هستند.

تجمع رادیکال‌های آزاد: گاهی پیش می‌آید که میتوکندری نمی‌تواند تمام رادیکال‌های آزاد را خنثی کند چون سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از سرعت تخریب یا خنثی‌سازی آن‌ها بیشتر می‌شود. عوامل زیادی می‌توانند چنین شرایطی را ایجاد کنند که دو عامل مهم آن عبارتند از :

۱– مشروبات الکلی: این مواد هم سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد را افزایش می‌دهند و هم مانع از عملکرد میتوکندری در جهت کاهش آن‌ها می‌شوند به‌ویژه این اثر در اندام کبد واضح‌تردیده می‌شود به همین دلیل رادیکال‌های آزاد سبب تخریب و نابودی راکیزه‌های یاخته‌های کبدی و به دنبال آن نابودی یا نکروز این یاخته‌ها می‌شوند که یکی از عوارض مصرف الکل می‌باشد.

نکته: مصرف الکل ممکن است منجر به نکروز سلول‌های **اندام‌های دیگر غیر از کبد** هم بشود.

نکته: نکروز سلول‌های کبدی در اثر **مصرف طولانی مدت** مشروبات الکلی است.

۲– نقص ژنی: اگر در ژن‌های مربوط به پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون نقصی وجود داشته باشد این نقص پس از رونویسی و ترجمه، در پروتئین‌های مربوطه هم دیده می‌شود این پروتئین‌ها توانایی انجام درست وظایف خود در انتقال الکترون را ندارند چنین میتوکندری‌هایی توانایی حذف رادیکال‌های آزاد را ندارند و در نتیجهٔ تجمع رادیکال‌های آزاد در آنها تخریب میتوکندری‌ها و به دنبال آن، مرگ(نکروز) سلول‌های دارای چنین میتوکندری‌هایی اتفاق می‌افتد.

توقف انتقال الکترون : بعضی از مواد سمی مانند **سیانید و یا مونواکسیدکربن** سبب توقف انتقال الکترون به اکسیژن شده و بدین‌وسیله روند تولید **ATP** به کمک زنجیرهٔ انتقال الکترون را متوقف می‌کنند و سبب مرگ یاخته می‌شوند.

نکته: سیانید ترکیبی است که به جایگاه فعال آنزیمی متصل می‌شود که باعث تحویل الکترون به اکسیژن می‌شود یعنی آخرین مرحلهٔ انتقال الکترون.

نکته: مونواکسید کربن از دو طریق باعث توقف تنفس سلولی هوازی(فقط هوازی) می‌شود:

۱- با اتصال به محل اکسیژن در هموگلوبین و جدانشدن از آن مانع اتصال اکسیژن می‌شود.

۲- همانند سیانید مانع از رسیدن الکترون به اکسیژن شده و باعث توقف تولید **ATP** می‌شود.

نکته: مواد سمی مانند سیانید و مونواکسید کربن، باعث تولید رادیکال آزاد نمی‌شوند.

توجه: علاوه بر دودِ حاصل از آتش‌سوزی، دودِ خارج شده از خودروها و دودِ سیگار نیز باعث تولید **CO** می‌شوند.

کنکور سراسری ۱۳۹۸

۱۶۱- در هر یاختهٔ غدهٔ سپردیس(تیروئید) انسان، به‌منظور تغییر محصول نهایی قند کافت (گلیکولیز) و ورود آن به چرخهٔ کربس لازم است تا این محصول ابتدا .....

۱) در راکیزه (میتوکندری)، CO_2 تولید کند.

۲) در درون راکیزه (میتوکندری)، به کوانزیم A متصل شود.

۳) در مادهٔ زمینهٔ میان یاخته (سیتوپلاسم)، NADH بسازد.

۴) در غشای خارجی راکیزه (میتوکندری)، ATP تولید نماید.

پاسخ: همان‌طور که در کتاب درسی آمده است پیرووات که محصول نهایی قندکافت است وارد میتوکندری شده و با از دست دادن یک کربن به‌صورت CO_2 ، به بنیان استیل تبدیل می‌شود البته در این فرآیند یک NADH هم ساخته می‌شود بنابراین گزینهٔ (۱) درست بوده و پاسخ سوال است. سپس کوآنزیم A به بنیان استیل متصل شده و استیل کوآنزیمA ساخته می‌شود که وارد واکنش‌های چرخهٔ کربس می‌شود.

۱۶۰- چند مورد در ارتباط با طریقهٔ عمل سیانید بر یاختهٔ جانوری صحیح است؟
الف- ابتدا بر تجزیه NADH تأثیر می‌گذارد.
ب- مانع تشکیل آب در بخش داخلی راکیزه (میتوکندری) می‌شود.
ج- آنزیم ATP ساز موجود در غشای خارجی راکیزه (میتوکندری) را غیرفعال می‌کند.
د- از پمپ شدن پروتون‌ها به فضای داخلی راکیزه (میتوکندری) ممانعت به عمل می‌آورد.
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: سیانید ترکیبی سمی است که از انتقال الکترون به اکسیژن جلوگیری می‌کند و بدین وسیله باعث توقف زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌شود بنابراین تولید ATP در میتوکندری مختل می‌شود و طبیعتاً تجزیهٔ ترکیبات ناقل الکترون یعنی NADH و $FADH_2$ نیز مختل خواهد شد. بررسی همهٔ موارد :

مورد « الف » درست نیست چون ابتدا چنین کاری اتفاق نمی‌افتد بلکه ابتدا از انتقال الکترون به اکسیژن جلوگیری می‌شود.

مورد « ب » درست است چون وقتی الکترون به اکسیژن منتقل نشود آب هم تشکیلی نخواهد شد.

مورد « ج » نادرست است البته درست است که تولید ATP توسط این آنزیم، مختل می‌شود ولی سیانید باعث غیرفعال شدن این آنزیم نمی‌شود(همان‌طور که در جزوه هم آمده است سیانید به آنزیمی متصل می‌شود که الکترون را به اکسیژن منتقل می‌کند).

مورد « د » نیز نادرست است چون اصولاً انتقال پروتون‌ها به فضای داخلی میتوکندری(فضای بستره) پمپ شدن نیست(پمپ شدن یعنی انجام انتقال فعال).

بنابراین فقط یک مورد درست است یعنی پاسخ سوال، گزینهٔ (۱) می‌باشد.

۲۰۱- به هنگام تجزیهٔ یک مولکول گلوکز، طی اولین مرحلهٔ تنفس در یاختهٔ ماهیچه‌ای انسان و به منظور تولید هر ترکیب غیرقندی سه کربنی دو فسفاته، کدام مورد به‌ترتیب تولید و مصرف می‌شود؟
۱) ۲ADP و $۱NAD^+$ ۲) ۲ATP و $۲NAD^-$
۳) ۲NADH و ۲ATP ۴) $۱NAD^+$ و ۲ADP

پاسخ: منظور سوال، قندکافت است که در فرآیند تبدیل گلوکز به ترکیب غیرقندی سه کربنی(اسید) دوفسفاته(یعنی تا مرحلهٔ سوم گلیکولیز) ابتدا با مصرف دو مولکول ATP (یعنی تولید دو ADP) گلوکز به فروکتوز فسفاته تبدیل می‌شود و سپس هر کدام از ترکیبات سه‌کربنی یک‌فسفاتهٔ موجود، با گرفتن یک فسفات به ترکیب سه کربنی دوفسفاته تبدیل می‌شوند البته در این مسیر به ازای هر ترکیب سه کربنی، یک NADH نیز تولید می‌شود(یعنی مصرف NAD^+) بنابراین جواب این سوال، گزینهٔ (۱) می‌باشد.

۱۶۸- کدام عبارت، درخصوص زنجیره انتقال الکترون موجود در یاختهٔ عضلهٔ توأم انسان صحیح است؟
۱) فقط از مولکول‌های حامل الکترون موجود در راکیزه (میتوکندری) استفاده می‌شود.
۲) بخشی از مسیر رسیدن الکترون‌ها از حاملین مختلف الکترون به پذیرنده‌های نهایی آن، مشترک است.
۳) یون‌های اکسید در ترکیب با پروتون‌های فضای بین دو غشا راکیزه (میتوکندری)، آب را تشکیل می‌دهند.
۴) انرژی لازم برای پمپ کردن الکترون‌ها به بخش داخلی راکیزه، از مولکول‌های حامل الکترون تأمین می‌شود.

پاسخ: منظور از عبارت سوال، زنجیرهٔ انتقال الکترون موجود در میتوکندری می‌باشد.

گزینهٔ « ۱ » نادرست چون از NADH تولیدشده در قندکافت که در سیتوپلاسم انجام می‌شود هم در زنجیرهٔ انتقال الکترون استفاده می‌شود.

گزینهٔ (۲) درست بوده و پاسخ سوال است چون مطابق شکل کتاب درسی،بخشی از مسیر رسیدن الکترون‌ها از هر دو نوع حامل الکترون یعنی NADH و $FADH_2$ مشترک است البته عبارت « پذیرنده‌های» قدری گمراه‌کننده است چون یک نوع پذیرندهٔ نهایی الکترون در پایان زنجیرهٔ انتقال الکترون وجود دارد و آن هم اکسیژن است البته می‌توان چنین توجیه کرد که منظور طراح سوال، اکسیژن‌های متعدد دریافت کنندهٔ الکترون در میتوکندری است.

گزینهٔ (۳) نادرست است چون یون‌های اکسید در فضای داخلی میتوکندری با پروتون‌ها ترکیب می‌شوند نه درفضای بین دوغشا.

گزینهٔ (۴) نادرست است چون اولاً یون‌های پروتون پمپ می‌شوند نه الکترون‌ها و از طرف دیگر پروتون‌ها به فضای بین دو غشای میتوکندری پمپ می‌شوند نه به بخش داخلی(بسترهٔ) میتوکندری.

۱۹۱- کدام گزینه، برای تکمیل عبارتِ زیر مناسب است؟
«یاخته‌های گیاهی ممکن است به سبب تجمع محصولات نهایی حاصل از روش‌هایی برای تأمین انرژی، حیات خود را از دست بدهند، در همهٔ این روش‌ها، هم‌زمان با به‌وجود آمدن ..... می‌شود.»
۱) NAD^+، کربن دی‌اکسید تولید
۲) ترکیب نهایی، NADH مصرف
۳) ترکیب سه کربنی، NAD^+ تولید
۴) نوعی قند سه‌کربنی، ADP مصرف

پاسخ: منظور از عبارت سوال، فرآیندهای تخمیر الکلی و لاکتیکی هستند که در اثر تجمع اسید و الکل ممکن است یاخته‌های گیاهی بمیرند.

گزینهٔ (۱) نادرست است چون در تخمیر لاکتیکی کربن‌دی‌اکسید تولید نمی‌شود و حتی در تخمیر الکلی هم تولید NAD^+ یک مرحله بعد از تولید کربن‌دی‌اکسید است نه همزمان با آن.

گزینهٔ (۲) درست و پاسخ سوال است و در مورد هر دو نوع تخمیر درست است.

گزینهٔ (۳) نادرست است چون در تخمیر الکلی همزمان با تولید ترکیب دوکربنی، NAD^+ تولید می‌شود نه ترکیب سه کربنی.

گزینهٔ (۴) نادرست است چون در فرآیند قندکافت، همزمان با تولید قند سه کربنی، ADP مصرف نمی‌شود بلکه بعد از آن است.

۱۶۴- کدام مورد، درباره یک تار ماهیچه‌ای دلتایی درست است؟

۱) سیانید می‌تواند با مهار تشکیل آب در فضای بین دو غشای راکیزه (میتوکندری) مانع ساخته‌شدن ATP شود.

۲) محصول حاصل از قندکافت (گلیکولیز) همواره از طریق نوعی پروتئین غشایی به درون راکیزه (میتوکندری) منتقل می‌شود.

۳) پاداکسنده(آنتی‌اکسیدان)ها پس از اکسایش یافتن، می‌توانند نوکلئیک‌اسیدهای راکیزه (میتوکندری) را از اثرات مخرب رادیکال‌های آزاد حفظ کنند.

۴) انرژی لازم برای انتقال H^+ها به فضای بین دو غشای راکیزه (میتوکندری)، همواره از الکترون‌های $FADH_2$ و NADH حاصل از اکسایش گلوکز تأمین می‌شود.

پاسخ: پاداکسنده‌ها که در سبزیجات و میوه‌ها وجود دارند خود را در معرض رادیکال‌های آزاد قرار می‌دهند و اکسید می‌شوند ولی از اکسایش ترکیبات آلی دیگر درون‌سلولی از جمله نوکلئیک اسیدها جلوگیری می‌کنند بنابراین گزینهٔ درست، گزینه(۳) می‌باشد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ(۱) نادرست است چون تشکیل آب در فضای درونی میتوکندری(بستره) است نه فضای بین دو غشا.

گزینهٔ (۲) نادرست است چون ممکن است تخمیر لاکتیکی در تار ماهیچه‌ای رخ داده و بنابراین پیرووات به درون میتوکندری وارد نمی‌شود(توجه شود که در تخمیر الکلی هم پیرووات وارد میتوکندری نمی‌شود اما این تخمیر در ماهیچه انجام نمی‌شود).

گزینهٔ(۴) نادرست است چون مواد غذایی دیگر غیر از گلوکز هم می‌توانند اکسایش شده و ترکیبات ناقل الکترون تولید کنند.

۱۷۶- تعدادی از جانداران، برای تأمین انرژی از گلوکز، اسید دو فسفاته را طی مراحلی به‌ترکیب دوکربنی تبدیل می‌کنند. در همه این جانداران، طی این مراحل کدام مورد رخ می‌دهد؟

۱) NAD^+ مصرف و CO_2 آزاد می‌شود.
۲) ADP مصرف و CO_2 آزاد می‌شود.
۳) ATP تولید و NADH مصرف می‌شود.
۴) NAD^+ تولید و NADH مصرف می‌شود.

پاسخ: منظور سوال، انجام مرحلهٔ آخر قندکافت که اسید دوفسفاته به پیرووات تبدیل می‌شود و سپس تبدیل آن به استیل در تنفس هوازی و یا اتانال در تخمیر الکلی می‌باشد. در مرحلهٔ آخر قندکافت، ADP مصرف یا به عبارتی ATP تولید می‌شود سپس در تبدیل پیرووات به استیل و یا پیرووات به اتانال، CO_2 آزاد می‌شود بنابراین پاسخ سوال، گزینهٔ (۲) می‌باشد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱) نادرست است چون مصرف NAD^+ در تنفس بی‌هوازی و طی مراحل ذکر شدهٔ بالا اتفاق نمی‌افتد.

گزینهٔ (۳) نادرست است چون در تنفس هوازی و در مراحل ذکر شده NADH مصرف نمی‌شود.

گزینهٔ (۴) به دلیل گفته شده در گزینهٔ (۳) نادرست است.

۱- چند مورد، معرف نوعی واکنش کاهشی در جانداران است؟
الف: تبدیل اتانال به اتانول در گیاهان غرقابی
ب: تبدیل پیرووات به لاکتات در یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی انسان
ج: تبدیل پیرووات به بنیان استیل در یاخته‌های کبدی انسان
د: تبدیل مولکول پنج‌کربنی به مولکول چهارکربنی در سیانوباکتری‌ها
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گرفتن الکترون کاهش و از دست دادن آن اکسایش است بنابراین موارد «الف» و «ب» درست بوده ولی موارد «ج» و «د» نادرست هستند و لذا گزینهٔ (۳) درست می‌باشد. بررسی همهٔ موارد:

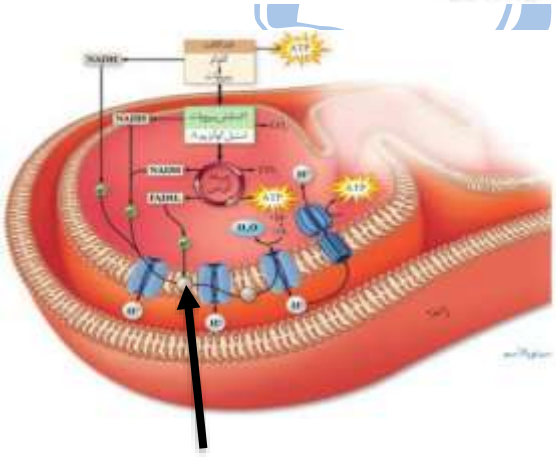
مورد «الف» درست است چون در تخمیر الکلی، اتانال با گرفتن الکترون‌های NADH دچار کاهش شده و به اتانول تبدیل می‌شود.

مورد «ب» درست است چون در تخمیر لاکتیکی،پیرووات با گرفتن الکترون‌هایNADH دچار کاهش شده و به لاکتات تبدیل می‌شود.

مورد «ج» نادرست است چون پیرووات در این فرآیند الکترون از دست می‌دهد.

مورد «د» نادرست است چون مولکول چهار کربنی الکترون از دست می‌دهد تا NADH تولید شود.

۸- نخستین جزء از زنجیرهٔ انتقال الکترون یک راکیزه (میتوکندری) که هم الکترون‌های مربوط به NADH و هم الکترون‌های مربوط به $FADH_2$ را دریافت می‌کند، چه مشخصه‌ای دارد؟
۱) پروتون‌ها را به فضای بین دو غشا پمپ می‌کند.
۲) ابتدا باعث می‌شود تا اکسیژن به یون اکسید تبدیل شود.
۳) ابتدا الکترون‌ها را به دومین محل پمپ‌کنندهٔ پروتون‌ها منتقل می‌کند.
۴) می‌تواند مستقیماً تحت‌تأثیر یون سیانید قرار گیرد و به‌صورت غیرفعال در آید.



پاسخ: دومین پروتئین زنجیره که در شکل روبرو با فلش نشان داده شده است تجزیه‌کنندهٔ $FADH_2$ و از طرف دیگر دریافت کنندهٔ الکترون‌هایی است که توسط اولین عضو زنجیره از تجزیهٔNADH به دست می‌آید این عضو همان‌طور که در شکل دیده می‌شود سراسری نیست. تولید کنندهٔ یون اکسید و همچنین عضوی از زنجیره که تحت تأثیر سیانید قرار می‌گیرد آخرین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون است با این توضیحات ، گزینهٔ (۳) درست بوده و پاسخ سوال است و بقیهٔ گزینه‌ها نادرست هستند.

۲۰- CO_2 حاصل از یاخته‌های انسان می‌تواند با محصول واکنش دیگری ترکیب شود و در تنظیم pH محیط مؤثر باشد. کدام ویژگی، فقط دربارهٔ بعضی از این یاخته‌ها صادق است؟

۱) با تولید یک مولکول بدون فسفات از ترکیب دوفسفاته، انرژی لازم برای تولید ترکیباتی فسفات‌دار را فراهم می‌کنند.

۲) می‌توانند از محصول نوعی واکنش آب‌کافت (هیدرولیز)، در اولین مرحله از قندکافت (گلیکولیز) استفاده کنند.

۳) قادرند با روش‌های متفاوتی، شکل رایج و قابل استفادهٔ انرژی یاخته را بسازند.

۴) آنزیم‌های لازم برای دریافت الکترون از حاملین الکترون را دارند.

پاسخ: همهٔ یاخته‌های بدن انسان قادر به تولید CO_2 هستند همه به جز گویچه‌های قرمز قادر به تنفس هوازی هستند و از طرفی گویچه‌های قرمز هم در واکنش بی‌کربنات با یون هیدروژن ، اسیدکربنیک و از تجزیهٔ آن، کربن‌دی‌اکسید تولید می‌کنند. گزینهٔ (۳) فقط دربارهٔ بعضی از یاخته‌های بدن انسان یعنی یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی درست است که هم تنفس هوازی و هم بی‌هوازی دارند و از این طریق می‌توانند شکل رایج و قابل استفادهٔ انرژی یعنی ATP را بسازند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱) به مرحلهٔ آخر گلیکولیز اشاره دارد که در همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن انسان انجام می‌شود بنابراین نادرست است.

گزینهٔ (۲) نیز مربوط به همهٔ یاخته‌های بدن انسان درست است چون آن‌چه در اولین مرحلهٔ قندکافت استفاده می‌شود، گلوکز ، فروکتوز ، اسید چرب یا هر مادهٔ غذایی دیگر باشد محصول نوعی واکنش هیدرولیز است.

گزینهٔ (۴) نیز مربوط به همهٔ یاخته‌هاست چون حتی در تنفس بی‌هوازی، آنزیم لازم برای دریافت الکترون از حامل الکترون یعنی NADH و تبدیل آن به NAD^+ وجود دارد .[توجه: در انسان تنفس بی‌هوازی فقط از نوع تخمیر لاکتیکی است و تخمیر الکلی در انسان انجام نمی‌شود].

کنکور سراسری تیرماه ۱۴۰۲

۱۴- درخصوص فرایندهای تأمین انرژی از مولکول‌های گلوکز که در یک یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی فعال انسان می‌تواند رخ دهد، کدام مورد نادرست است؟

۱) با افزایش نسبت ADP به ATP، فعالیت آنزیم‌های چرخهٔ کربس کاهش می‌یابد.

۲) فراورده‌های اضافی حاصل از کاهش مولکول‌های پیروات، به تدریج تجزیه می‌شوند.

۳) آب، طی اولین مرحلهٔ تنفس یاخته‌ای و طی تخمیر لاکتیکی تولید می‌شود.

۴) با تجزیهٔ ترکیب ۵ کربنی، نوعی ترکیب اکسایش‌یافته تولید می‌شود.

پاسخ: سلول قادر به ذخیرهٔ زیاد ATP نیست و زمانی که میزان ATP تولیدی زیاد باشد واکنش‌های تنفس سلولی برای تولید ATP کاهش یافته یا حتی متوقف می‌شود و زمانی که میزان ADP سلول زیاد باشد وضعیت عکس خواهد شد بنابراین گزینهٔ (۱) نادرست بوده و پاسخ سوال است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲) درست است و به تخمیر لاکتیکی اشاره دارد که لاکتات موجود در ماهیچه‌ها که باعث تحریک گیرنده‌های درد می‌شود به تدریج تجزیه شده و درد برطرف می‌شود.

گزینهٔ (۳) قندکافت هم اولین مرحلهٔ تنفس هوازی و هم اولین مرحلهٔ تخمیر است که در گام چهارم آن ضمن تولید ATP ، آب هم تولید می‌شود(تولید ATP سنتز آبدهی حساب می‌شود).

گزینهٔ (۴) در چرخهٔ کربس و در تبدیل ترکیب پنج کربنی به ترکیب چهارکربنی، NAD^+ دچار کاهش شده و NADH تولید می‌شود این بدان معنی است که ترکیب پنج کربنی اکسایش حاصل کرده است.

۲۷- مطابق با اطلاعات کتاب درسی، در راکیزهٔ (میتوکندری) یک یاختهٔ فعال جانوری، به‌دنبال دریافت $2e^-$ و $2H^+$ توسط مولکول پذیرنده، فراورده‌ای تولید می‌شود. ویژگی مشترک این نوع فراورده‌ها، کدام‌یک از موارد زیر است؟

الف: در واکنش تبدیل مولکول‌های درشت به مولکول‌های کوچک‌تر مصرف می‌شوند.

ب: در طی مرحلهٔ قندکافت (گلیکولیز) نیز تولید می‌شوند.

ج: در محل‌های متفاوتی از زنجیرهٔ انتقال الکترون به‌وجود می‌آیند.

د: در ساختار خود اتم اکسیژن دارند.

۱) «الف» و «د»
۲) «الف»، «ج» و «د»
۳) «ب» و «ج»
۴) «د»

پاسخ: منظور از متن سوال، NADH و $FADH_2$ می‌باشد و فقط مورد « د » در مورد هر دو درست می‌باشد بنابراین، گزینهٔ (۴) درست پاسخ سوال می‌باشد. بررسی همهٔ موارد:

مورد «الف» این دو ترکیب هیچ کدام در واکنش هیدرولیز مصرف نمی‌شود بنابراین نادرست است.

مورد « ب » فقط در مورد NADH درست است.

مورد «ج» کاملاً نادرست است چون این دو ترکیب در زنجیره مصرف می‌شوند نه تولید.

مورد « د » اصولاً در مورد هر نوع مادهٔ آلی درست است .

«در پناه قادر متعال ، شاد، پرانرژی و عاقبت به خیر باشید.»