

درسنامه ۱: تنفس یاخته‌ای و تولید ATP

انرژی شیمیایی
بزرگ در مواد مغزی

تنفس یاخته‌ای

گرما

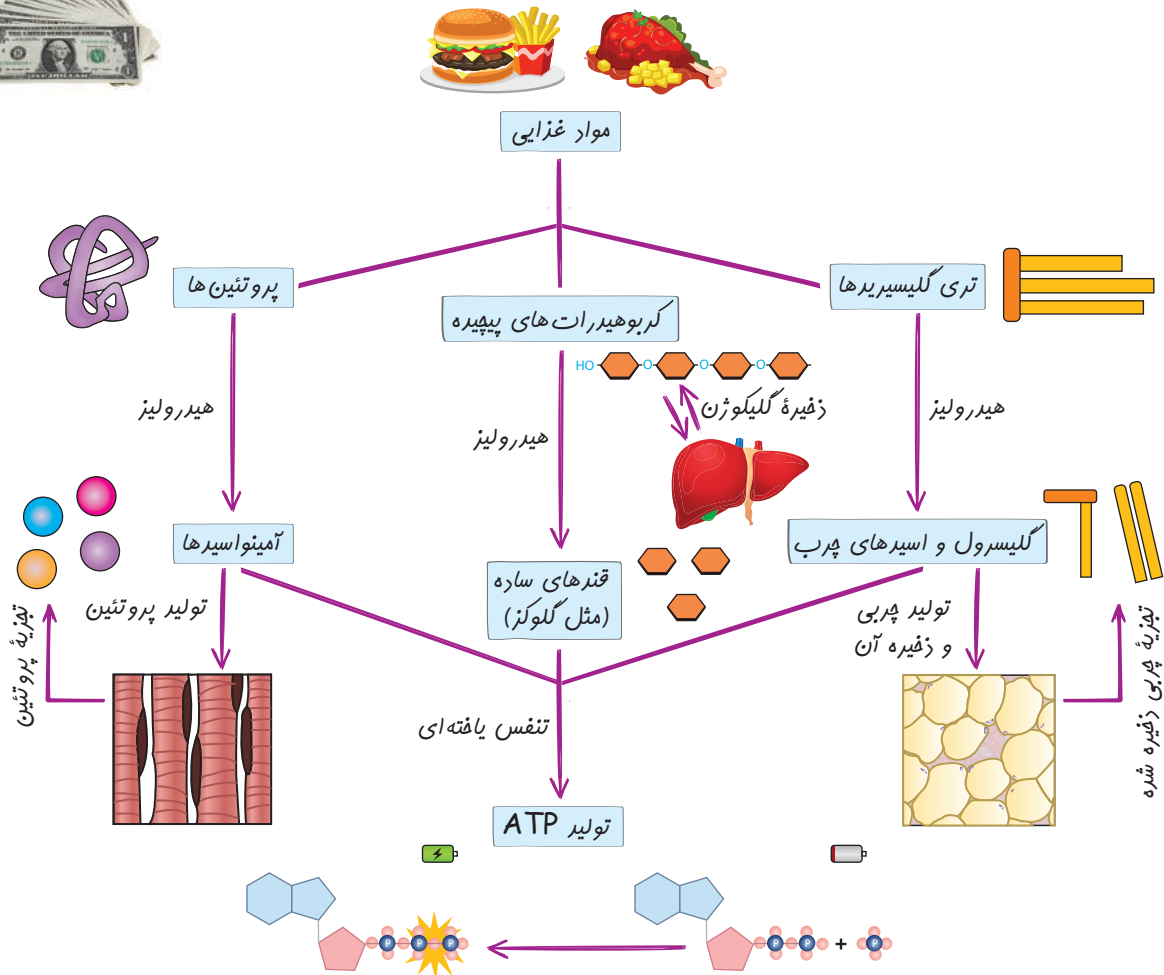
بسته‌های کوچک
انرژی در قالب ATP



خورد کردن



در فصل دوم کتاب زیست‌شناسی (۱) خواندیم که جانداران به منظور زنده ماندن به انرژی نیاز دارند و برای تامین انرژی مورد نیاز خود، از مواد غذایی استفاده می‌کنند. مثلاً انسان به منظور تامین انرژی مورد نیاز خود از مواد غذایی مختلفی مثل گروهی از گیاهان و مواد گوشتی مختلف استفاده می‌کند. حالا سوال اینجاست که چطور می‌باشد و به چه روش‌هایی از مواد غذایی، انرژی کسب می‌شود؟ مواد آلی (که در مواد غذایی یافت می‌شوند) دارای انرژی می‌باشند. این انرژی در مواد آلی، ماهیت شیمیایی دارد و در یک سری از پیوندهای آن‌ها ذخیره شده‌اند. منظور از مواد آلی، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، چربی‌ها و نوکلئیک‌اسیدها می‌باشد. درون سلول‌های بدن جانداران، طی یک سری مجموعه واکنش‌های آنزیمی تحت عنوان تنفس سلولی (یاخته‌ای) انرژی که در مواد آلی به صورت شیمیایی ذخیره شده است، در قالب مولکول‌های پرانرژی به اسم ATP (یا همون آدنوزین تری‌فسفات) ذخیره می‌شود. به عبارت بهتر، این انرژی بسیار زیاد (در مواد مغزی) در قالب بسته‌های کوچک انرژی ظاهر می‌شود. در واقع بچه‌ها اینجوری بگم براتون که مواد مغزی و آلی، حکم پول درشت را دارند (مثلاً یک اسکناس ۱۰۰ دلاری!). حالا برای اینکه سلول بتواند این پول درشت را خرج کند، می‌آید و آن را خورد می‌کند. مثلاً اسکناس ۱۰۰ دلاری را به ۱۰۰ تا یک دلاری تبدیل می‌کند. پس در تنفس یاخته‌ای، انرژی شیمیایی موجود در مواد آلی که خیلی زیاد است، به انرژی‌های شیمیایی کوچکتر در قالب ATP تبدیل می‌شود! دقت داشته باشید که سلول‌های بدن ما به طور معمول از گلوکز و ذخیره قندی کبد (گلیکوژن) برای تامین انرژی استفاده می‌کنند. یعنی سلول‌های بدن ما بیشتر با گلوکز حال می‌کنند و او را ترجیح می‌دهند. در صورتی که این منابع (یعنی گلوکز و گلیکوژن) کافی نباشند آن‌ها می‌توانند با استفاده از آمینواسیدها، اسیدهای چرب و گلیسرول طی فرآیندهای پیچیده‌ای ATP مورد نیاز خود را تولید کنند. برای این کار پروتئین‌ها و چربی‌های بدن تجزیه شده و در اختیار سلول‌های بدن قرار می‌گیرند. در رابطه با ATP جلوتر بیشتر آشنا می‌شیم. نمودار پایین رو درو باید تا با روش‌های تولید ATP بیشتر آشنا شوید:



نتیجه گیری مهم: تنفس یاخته‌ای فرآیندی است که طی آن جانداران از مواد مغذی انرژی مورد نیاز خودشان را تامین می‌کنند. طبق کتاب درسی طی تنفس یاخته‌ای مولکول ATP تولید می‌شود.

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

نکته ترکیبی: در فصل اول زیست‌شناسی (۱) خواندیم که یکی از هفت ویژگی مشترک بین جانداران، فرآیند جذب و استفاده از انرژی می‌باشد. جانداران انرژی مورد نیاز خود را از طریق هضم (تجزیه) مواد مغذی به دست می‌آورند. بخشی از انرژی مواد مغذی در قالب مولکول‌های پرنرژی ذخیره می‌شوند و بخش دیگر آن به صورت گرما از دست می‌رود. در واقع حین تولید مولکول‌های پرنرژی مقداری گرما نیز تولید می‌شود که از این گرما برای افزایش دمای بدن جاندار استفاده می‌شود. (ترکیب با فصل ۱ هم) می‌توان به تنظیم دمای بدن توسط ماهیچه‌ها اشاره کرد که در یازدهم هم آمده است.

نکته ترکیبی: در فصل بعدی با فرآیند فتوسنتز آشنا خواهید شد. در این فرآیند انرژی نورانی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود اما در تنفس یاخته‌ای، انرژی شیمیایی بزرگ به انرژی‌های شیمیایی کوچک تبدیل می‌شود. دقت داشته باشید که هم در فتوسنتز و هم در تنفس یاخته‌ای تبدیل ماهیت انرژی داریم. در تنفس یاخته‌ای تولید گرما داریم پس تغییر ماهیت انرژی داریم. (ترکیب با فصل ۶ روز درهم)

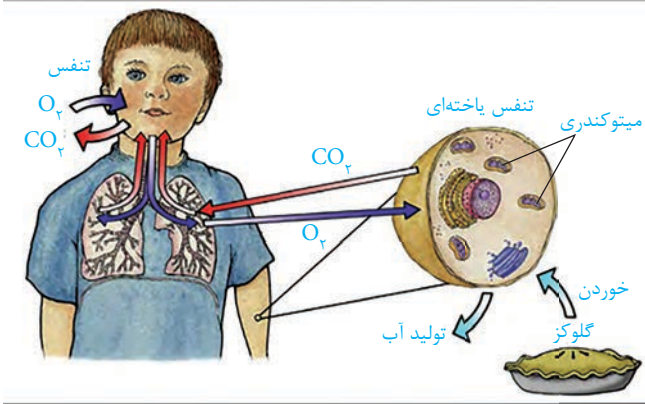
نکته: دقت داشته باشید که تنفس سلولی (یاخته‌ای)، یک واکنش منفرد نیست! بلکه مجموعه‌ای از واکنش‌ها بوده و نیازمند آنزیم‌هایی خاص می‌باشد! **نکته:** فرآیند تنفس سلولی در نهایت منجر به تولید انرژی در قالب مولکول‌های پرنرژی ATP می‌شود، پس می‌توان گفت فرآیند تنفس یاخته‌ای انرژی‌زاست.

انواع تنفس یاخته‌ای (سلولی)

تنفس یاخته‌ای دو جور است: **a** تنفس یاخته‌ای هوازی **b** تنفس یاخته‌ای بی‌هوازی. در ادامه هر دو را بررسی می‌کنیم.

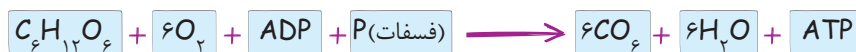
a تنفس یاخته‌ای هوازی: در این نوع تنفس یاخته‌ای، تجزیه ماده مغذی و تولید ATP در حضور مولکول‌های اکسیژن انجام می‌شود. اگر اکسیژن نباشد این نوع تنفس انجام نمی‌شود. به همین دلیل هم به این نوع تنفس، تنفس یاخته‌ای هوازی گفته می‌شود. در اینجا واژه «هوا» به اکسیژن اشاره دارد. طی تنفس یاخته‌ای هوازی، از یک ماده مغذی مثل گلوکز، مقدار زیادی ATP تولید می‌شود. در ادامه با مراحل این نوع تنفس آشنا خواهیم شد که به طور کلی از ۴ مرحله گلیکولیز، مرحله تولید استیل کوآنزیم A، چرخه کربس و مرحله زنجیره انتقال الکترون تشکیل شده است.

b تنفس یاخته‌ای بی‌هوازی: در این نوع تنفس یاخته‌ای، تجزیه ماده مغذی و تولید ATP، بدون نیاز به حضور مولکول‌های اکسیژن انجام می‌شود. وجود یا عدم وجود اکسیژن تاثیری روی این نوع تنفس ندارد. طی تنفس یاخته‌ای بی‌هوازی، از یک مولکولی مثل گلوکز، برخلاف تنفس یاخته‌ای هوازی، مقدار کمی ATP تولید می‌شود. انواع مختلفی از تنفس یاخته‌ای بی‌هوازی وجود دارد که در کتاب درسی به یک نوع آن به نام تخمیر اشاره شده است. تخمیر خودش انواع مختلفی دارد که دو نوع رایج آن تخمیر الکلی و تخمیر لاکتیکی می‌باشد و در رابطه با هر کدام به طور مفصل در حد کتاب درسی صحبت خواهیم کرد.



یادآوری: در فصل سوم کتاب زیست‌شناسی (۱) خواندیم که بدن انسان به مولکول‌های اکسیژن نیاز دارد. چرا؟ به این دلیل که اغلب سلول‌های بدن انسان از روش تنفس یاخته‌ای هوازی، مولکول‌های ATP مورد نیاز خودشان را تولید می‌کنند. در تنفس یاخته‌ای هوازی هم به اکسیژن نیاز است. به همین خاطر است که می‌گوییم انسان یک جاندار هوازی است و به اکسیژن نیاز دارد. این اکسیژن از کجا تامین می‌شود؟ ما با نفس کشیدن هوا را وارد شش‌هایمان می‌کنیم، سپس مولکول‌های اکسیژن وارد جریان خون شده و از طریق جریان خون به بافت‌ها و سلول‌های مختلف بدن می‌رسند و این اکسیژن درون سلول‌ها به مصرف می‌رسد.

نکته: اگر بخواهیم خلاصه‌ای از فرآیند تنفس یاخته‌ای هوازی را که در آن گلوکز ماده مغذی است نشان بدهیم، اینجوری می‌شود:



نکته: از نمودار واکنش تنفس یاخته‌ای هوازی می‌توانیم به این نکات پی ببریم:

● طی تنفس یاخته‌ای هوازی، ماده مغذی (مثل گلوکز)، اکسیژن، فسفات و آدنوزین دی‌فسفات مصرف می‌شوند. در مقابل، دی‌اکسید کربن، آب و آدنوزین تری‌فسفات تولید می‌شوند.

● منشأ کربن موجود در گاز دی‌اکسید کربن تولید شده، از کربن موجود در گلوکز می‌باشد.

- منشأ هیدروژن موجود در مولکول آب، از هیدروژن موجود در گلوکز می‌باشد.
- گلوکز یک قند ۶ کربنه است که در ساختار خود ۱۲ تا هیدروژن و ۶ تا اکسیژن دارد.
- در اثر هیدرولیز کامل یک مولکول گلوکز در تنفس یاخته‌ای هوازی، ۶ عدد مولکول آب، ۶ عدد مولکول دی‌اکسیدکربن و چندین عدد مولکول ATP تولید می‌شود. در این واکنش ۶ عدد مولکول اکسیژن به‌ازاء یک مولکول گلوکز مصرف می‌شود.

نکته: دی‌اکسیدکربن تولید شده در بدن انسان، وارد جریان خون شده و از آنجا به شش‌ها رفته و طی بازدم از بدن خارج می‌شود.

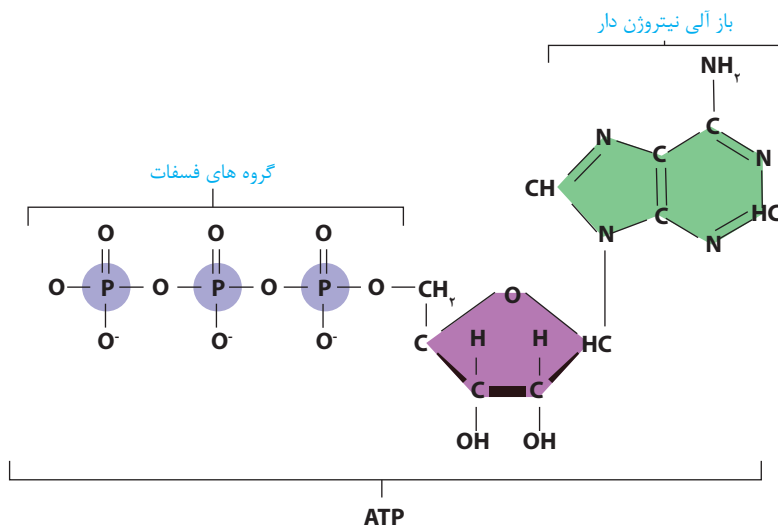


نکته: همانطور که در واکنش تنفس یاخته‌ای هوازی دیدید، مقداری آب در این فرآیند تولید می‌گردد. وقتی فعالیت شدیدی انجام می‌دهیم (مثل ورزش کردن) فعالیت سلول‌های بدن افزایش می‌یابد و نیازشان به ATP افزایش می‌یابد. برای همین تنفس یاخته‌ای هوازی درون سلول‌ها (به خصوص سلول‌های ماهیچه‌های مخطط و قلبی) با شدت و سرعت بیشتری صورت می‌پذیرد که نتیجه آن تولید مقدار زیادی آب و گرما خواهد بود. این آب اضافی از طریق عرق کردن از بدن دفع می‌شود. از طرفی عرق کردن باعث خنک شدن بدن و دفع گرمای اضافی بدن می‌شود.

نکته: اغلب اوقات واژه تنفس یاخته‌ای را برای نوع هوازی آن به کار می‌بریم، چرا که در خیلی از جانوران اکسیژن مورد نیاز برای انجام این فرآیند، از طریق نفس کشیدن تامین می‌شود.

ATP، یک مولکول پرانرژی

گفتم که جانداران به منظور تامین انرژی مورد نیاز خود، انرژی مواد آلی و مغذی را در قالب بسته‌های کوچک انرژی که رایج‌ترین آن همان آدنوزین تری‌فسفات می‌باشد، در می‌آورند. آدنوزین تری‌فسفات، یک مولکول پرانرژی بوده و شکل قابل استفاده انرژی در یاخته‌ها می‌باشد که انرژی مورد نیاز را برای جانداران تامین می‌کند. شکلی که می‌بینید ساختار ATP را نشان می‌دهد. در فصل (۱) دوازدهم خواندید که هر نوکلئوتید از سه بخش باز آلی، قند پنج کربنه و گروه فسفات تشکیل شده است. ATP نوکلئوتیدی است که باز آلی آن آدنین و قند پنج کربنه‌اش از نوع ریبوز می‌باشد. این نوکلئوتید دارای ۳ گروه فسفات در ساختار خود است. (نیازی به یادگیری جایگاه اتم‌ها، در ساختار نوکلئوتیدها نیست).



سلول، چچوری ATP را می‌سازد؟ ساخته شدن ATP در سه مرحله رخ می‌دهد:

● **مرحله (۱):** در ابتدای کار، باز آلی آدنین به قند ریبوز متصل می‌شود که به ترکیب حاصل شده، آدنوزین گفته می‌شود. بنابراین آدنوزین عبارت است از ترکیب باز آلی آدنین و قند پنج کربنه ریبوز. در ادامه، به آدنوزین یک گروه فسفات ملحق می‌شود و در نتیجه یک نوکلئوتید به نام آدنوزین مونوفسفات تشکیل می‌شود که آن را با AMP نشان می‌دهند. «مونو» یعنی یک.



● **مرحله (۲):** در این مرحله، یک گروه فسفات به مولکول آدنوزین مونوفسفات ملحق می‌شود و با گروه فسفات آن پیوند برقرار می‌کند. این پیوند بسیار پرانرژی می‌باشد. نتیجه تشکیل این پیوند ایجاد نوکلئوتیدی به نام آدنوزین دی‌فسفات است که آن را به صورت ADP نشان می‌دهند. واژه «دی» یعنی دو.

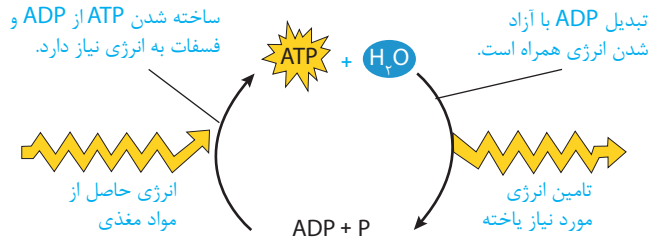


● **مرحله (۳):** در این مرحله، یک گروه فسفات به مولکول آدنوزین دی‌فسفات ملحق می‌شود و با خارجی‌ترین گروه فسفات آن پیوند برقرار می‌کند.

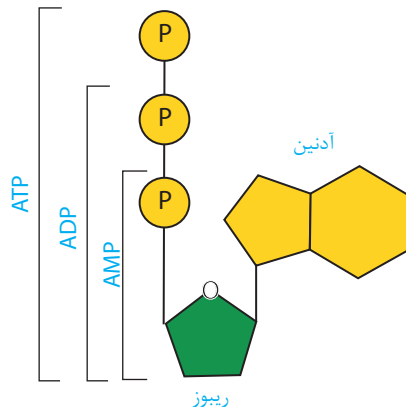
این پیوند همانند پیوند قبلی بسیار پرانرژی می باشد. نتیجه تشکیل این پیوند ایجاد نوکلئوتیدی به نام آدنوزین تری فسفات است که آن را با ATP نشان می دهند. واژه «تری» یعنی سه.



نکته: همانطور که دیدید، هنگام تشکیل مولکول ATP، پیوندهای پرانرژی بین گروه های فسفات ایجاد و با شکسته شدن این پیوندها، انرژی ذخیره شده در آنها آزاد می شود.



نکته: به ازاء تشکیل هر پیوند پرانرژی بین گروه های فسفات یک عدد مولکول آب تولید می شود. بنابراین به منظور تولید ATP از AMP، ۲ عدد مولکول آب تولید می شود. حالت برعکس آن هم وجود دارد. به ازاء شکسته شدن هر پیوند پرانرژی یک عدد مولکول آب مصرف می شود. بنابراین به منظور تبدیل ATP به ADP و سپس به AMP، ۲ عدد مولکول آب مصرف می شود.



توجه: اگر ATP مستقیماً به AMP تبدیل شود (برخلاف حالت قبلی که غیرمستقیم بود) فقط یک پیوند پرانرژی نیاز است که شکسته شود. بنابراین یک عدد مولکول آب مصرف می شود. **نکته:** به طور معمول (و نه همواره!) ATP با اضافه شدن فسفات به ADP تولید می گردد. با اینحال گاهی اوقات ATP مستقیماً از AMP تشکیل می شود، یعنی یک دی فسفات (که بین شان یک پیوند پرانرژی برقرار است) به آدنوزین مونوفسفات ملحق شده و ATP حاصل می شود. **نکته:** هر سه مولکول AMP، ADP و ATP در ساختار خود ۳ حلقه آلی دارند. دو حلقه مربوط به آدنین و یک حلقه نیز مربوط به ریبوز است. دو تا از این سه حلقه، ۵ ضلعی می باشند و دیگری ۶ ضلعی است.

جدول مقایسه ای

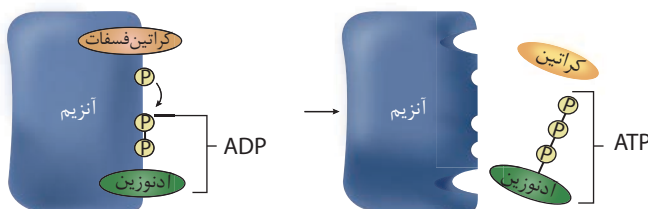
AMP	ADP	ATP	مورد مقایسه
۱	۲	۳	تعداد گروه های فسفات
۰	۱	۲	تعداد پیوندهای پرانرژی فسفات - فسفات (P-P)
۳	۴	۵	تعداد اجزاء سازنده
۲	۳	۴	پیوندهای بین اجزاء اصلی
۲	۳	۴	تعداد مولکول های آب لازم برای پراسازی اجزاء

روش های تولید مولکول ATP

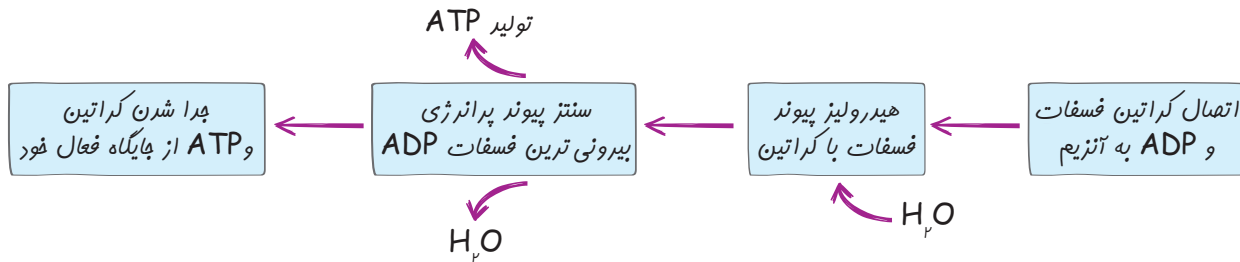
خواندیم که برای تولید مولکول ATP به فسفات نیاز می باشد. ATP به سه روش تولید می شود که عبارتند از:

a تولید در سطح پیش ماده **b** تولید به صورت اکسایشی **c** ساخته شدن نوری ATP

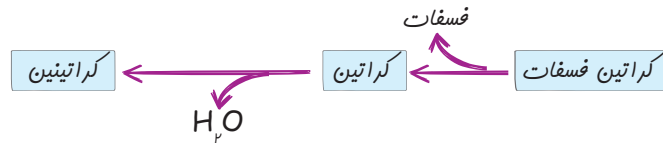
تولید ATP در سطح پیش ماده: در این روش، گروه فسفات مورد نیاز، از یک ترکیب فسفات دار (که به آن پیش ماده گفته می شود) برداشته می شود و به مولکول ADP اضافه می گردد تا ATP تولید شود. در سال گذشته در کتاب زیست شناسی (۲) خواندیم که سلول های عضلانی به روش های مختلفی مولکول های ATP مورد نیاز خود را تولید می کنند. یکی از راه های آن مصرف شدن ماده نیتروژن داری به نام کراتین فسفات و تولید ATP است.



آنزیمی (صرفاً جهت اطلاع؛ کراتین کیناز) وجود دارد که دارای دو جایگاه تشخیص متفاوت می‌باشد که یکی از آنها برای کراتین فسفات بوده و دیگری برای آدنوزین دی فسفات است. این دو پیش ماده در ابتدا به آنزیم مورد نظر متصل می‌شوند. در قدم بعدی آنزیم باعث جدا شدن گروه فسفات از کراتین فسفات و اتصال آن به خارجی ترین گروه فسفات آدنوزین دی فسفات می‌شود. نتیجه این واکنش، تولید مولکول ATP و ماده‌ای به نام کراتین می‌باشد.



رفع ابهام: در کتاب درسی دهم در فصل (۵) در مورد تولید ATP با استفاده از کراتین فسفات صحبت شده است و در آنجا از واژه‌ای به نام کراتینین ذکر شده است اما در فصل (۳) کتاب یازدهم و نیز در همین فصل، از واژه کراتینین استفاده شده است. خوب این دو چه فرقی با هم دارند؟ رفقاً داستان از این قرار است که وقتی کراتین فسفات در واکنش تولید ATP قرار می‌گیرد، به ماده‌ای به نام کراتین تبدیل می‌شود. در ادامه این کراتین آب از دست می‌دهد (دهیدراته شدن!) و به کراتینین تبدیل می‌شود. پس کراتینین از دهیدراته شدن کراتین حاصل می‌گردد.

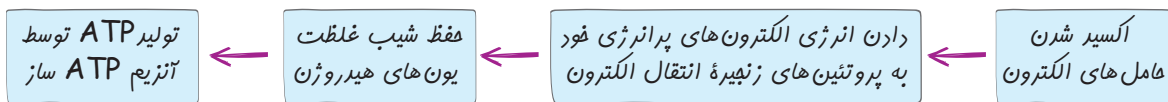


نکته: در پی مصرف کراتین فسفات برای بازسازی ATP، امکان مصرف O_2 و تولید CO_2 وجود دارد.

نکته ترکیبی: کراتینین یکی از مواد نیتروژن داری است که از طریق کلیه‌ها وارد ادرار شده و از بدن دفع می‌شود. (ترکیب با فصل ۵ کتاب دهم)

ترکیب: تولید مولکول‌های ATP در گلیکولیز (قند کافت) به روش ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده است. چرا که فسفات مورد نیاز از قندهای سه کربنه دو فسفات تامین می‌شود.

تولید ATP به صورت اکسایشی: در این روش، فسفات مورد نیاز برای تولید مولکول ATP از یون فسفات (فسفات‌های آزاد درون یاخته) و انرژی مورد نیاز برای اتصال آن به ADP از انرژی حاصل از شیب غلظت پروتون‌ها (H^+) تامین می‌شود. در سلول‌های یوکاریوت این اتفاق درون میتوکندری‌ها رخ می‌دهد. دلیل اینکه چرا به این روش می‌گویند اکسایشی، این است که مولکول‌های حامل الکترون ($NADH$ ، $FADH_2$) در مرحله زنجیره انتقال الکترون اکسایش می‌یابند (الکترون و هیدروژن از دست می‌دهند) و آنزیم مسئول تولید ATP با استفاده از انرژی حاصل از شیب غلظت پروتون‌ها، مولکول‌های ATP را می‌سازد. انرژی مورد نیاز برای ایجاد این شیب غلظت از الکترون‌های آزاد شده از حامل‌های الکترون تامین می‌شود که این الکترون‌ها با اکسایش حامل‌های الکترون آزاد شده‌اند. بنابراین در اصل و اساس، اکسایش یافتن این مولکول‌ها باعث تولید ATP شده‌است.



نکته: مولکول‌های ATP تولید شده در نتیجه فعالیت زنجیره انتقال الکترون میتوکندری غشای داخلی به روش اکسایشی تولید می‌شوند.

ساخته شدن نوری ATP: در فصل بعد همین کتاب با فرآیندی به نام فتوسنتز آشنا خواهیم شد. اولین مرحله فرآیند فتوسنتز، واکنش‌های تیلاکوئیدی می‌باشد. فقط در همین حد بدانید که در این مرحله از فتوسنتز، مولکول‌های ATP تولید می‌گردند. به این صورت که آنزیمی در کلروپلاست وجود دارد به نام آنزیم ATP ساز، که با استفاده از انرژی حاصل از شیب غلظت پروتون‌ها، یک گروه فسفات را به یک مولکول ADP اضافه می‌کند و در نتیجه ATP در کلروپلاست تولید می‌گردد. دلیل نام‌گذاری این روش تولید ATP به «ساخته شدن نوری ATP» این است که نور باعث و بانی این اتفاقات و ایجاد شیب غلظت می‌باشد. غصه نخورید! در فصل بعد به طور مفصل در رابطه با این موضوع کلی حرف دارم براتون.

نکته: همانطور که متوجه شدید، هم در روش اکسایشی و هم در روش ساخته شدن نوری، منبع فسفات برای تولید ATP، فسفات‌های آزاد می‌باشد و برخلاف روش اول (تولید در سطح پیش ماده) فسفات از ماده خاصی تامین نمی‌گردد.

مراحل تنفس سلولی

گفتیم که تنفس سلولی دو جور است و شامل تنفس یاخته‌ای هوازی و تنفس یاخته‌ای بی‌هوازی می‌باشد. اولین مرحله هر دو نوع تنفس یاخته‌ای، فرآیند گلیکولیز و یا همان قند کافت می‌باشد. در واقع فرآیند گلیکولیز در هر دو نوع تنفس یاخته‌ای، مشترک می‌باشد. مرحله و یا مراحل بعدی در هر نوع تنفس

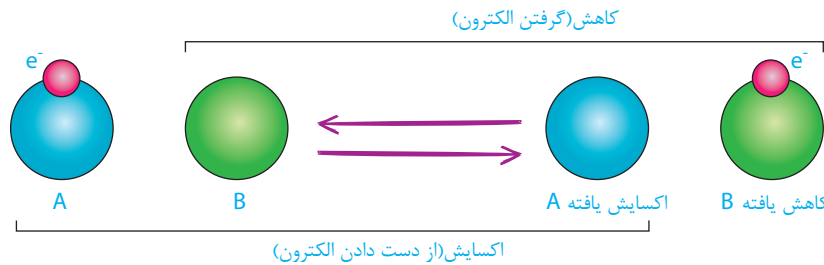
یاخته‌ای فرق می‌کند. نمودارهای صفحه بعد مراحل تنفس یاخته‌ای هوازی و بی‌هوازی را نشان می‌دهد که در ادامه با آن‌ها آشنا خواهیم شد.

تنفس یافته‌ای هوازی ← گلیکولیز ← مرحله تولید استیل CoA ← پرفه کربس ← زنجیره انتقال الکترون

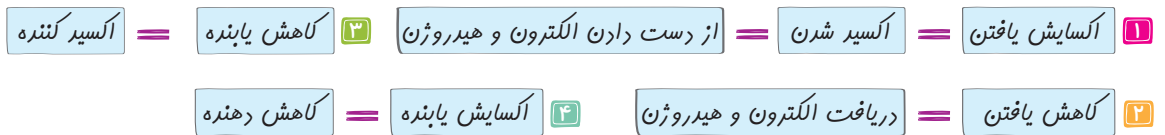


کاهش و اکسایش

در این فصل و همچنین در فصل بعدی به دو واژه کاهش و اکسایش خیلی برمی‌خورید. تعریف این دو واژه خیلی مهم است پس خوب گوش کنید.
کاهش یافتن: وقتی یک مولکول و یا یونی، الکترون و هیدروژن دریافت می‌کند می‌گویند کاهش یافته است. همچنین اگر ماده‌ای اکسیژن از دست بدهد باز هم می‌گویند فلان مولکول یا یون کاهش یافته است.
اکسایش یافتن: وقتی یک مولکول و یا یونی، الکترون و هیدروژن از دست می‌دهد می‌گویند اکسایش یافته است! همچنین اگر ماده‌ای اکسیژن بگیرد می‌گویند اکسایش یافته است! اکسید شده است!



طبق تعریف بالا می‌توانیم بگوییم کسی که اکسایش می‌یابد (الکترون و هیدروژن می‌دهد) یک کاهش دهنده می‌باشد و کسی که کاهش می‌یابد (الکترون و هیدروژن می‌گیرد)، یک اکسنده (اکسایش دهنده) می‌باشد. خلاصه چیزهایی که گفتیم اینجوری می‌شود:



در تنفس یاخته‌ای، ماده قندی اکسایش می‌یابد. یعنی الکترون و هیدروژن از دست می‌دهد. در واقع انرژی مواد آلی همین الکترون‌های پرانرژی‌شان می‌باشد. این الکترون‌ها توسط حامل‌های الکترون برای تولید ATP به محل تولید انرژی برده می‌شوند که در ادامه با تک تک مراحل و داستان تنفس یاخته‌ای آشنا خواهیم شد. خب بعد از حل کردن چندتا تست ناقابل بریم سراغ اولین مرحله تنفس یاخته‌ای، یعنی گلیکولیز! آماده‌اید رفقا؟ برو که رفتیم...

تنفس یاخته‌ای و تولید ATP

شکر میان تست: های بویز اند گریز! به جلد دوم دوازدهم فوش اومرین. این قسمت بیشتر مفاهیم پایه‌ای هستش و برای اینکه مطالب قسمت‌های دیگر رو قوب متوجه شیر نیاز به این قسمت رو قوب بلر باشیر.

۱- در یاخته‌های ماهیچه‌ای دو سر ران، انجام واکنش.....

- A: ADP+P → ATP
- B: ATP → ADP+P
- C: ADP → AMP+P
- D: AMP+P → ADP

(۱) A، فقط در پی انجام تنفس هوازی، روی می‌دهد.

(۲) B، با مصرف شدن مولکول‌های آب همراه است.

(۳) C، منجر به افزایش میزان گروه‌های فسفات درون یاخته می‌شود.

(۴) D، نوعی پیوند پرانرژی جدید بین گروه فسفات و قند ایجاد می‌شود.

۲- کدام گزینه درباره مولکولی که شکل رایج انرژی یاخته‌ها محسوب می‌شود، نادرست است؟

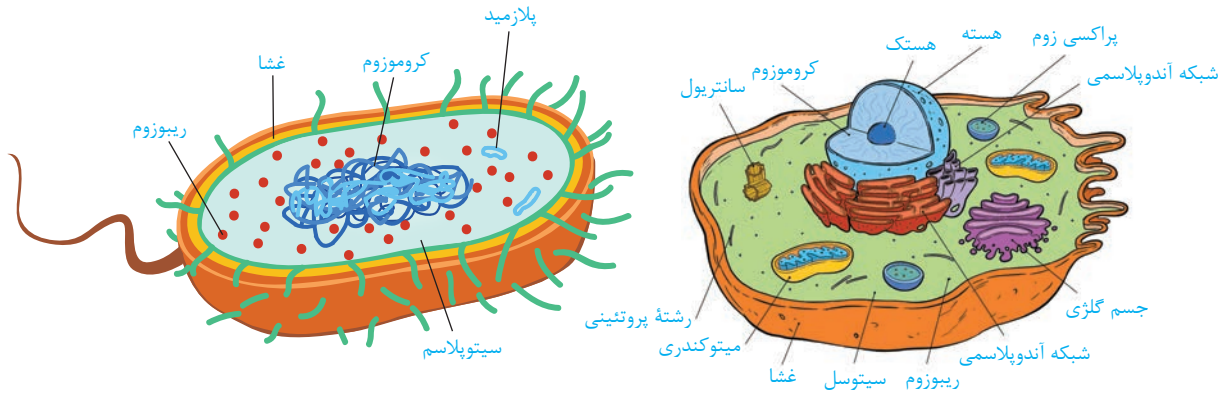
(۱) در ساختار این مولکول که نوعی نوکلئوتید است، سه حلقه آلی وجود دارد.

(۲) جانداران برای حفظ ویژگی‌های خود به این مولکول پرانرژی نیاز دارند.

(۳) امکان تولید این مولکول در نتیجه تنفس هوازی و بی‌هوازی گلوکز وجود دارد.

(۴) همواره این نوکلئوتید پرانرژی از افزوده شدن فسفات به نوکلئوتید تک فسفاته آدنین‌دار ساخته می‌شود.

یادآوری: در کتاب زیست شناسی (۱) با سیتوپلاسم آشنا شدید. سیتوپلاسم چیست؟ یک سلول باکتری (پروکاریوت) را در نظر بگیرید. به محتویات داخل سلول می‌گویند سیتوپلاسم! یعنی اینجوری: مایع درون سلول + هر آن چیزی که درون سلول می‌باشد (DNA، RNA، ریبوزوم‌ها، مواد آلی و معدنی دیگر و غیره). حالا یک سلول یوکاریوتی را در نظر بگیرید. سیتوپلاسم در این سلول عبارت است از مایع درون سلول به اضافه اندامک‌هایی که در آن شناورند به جز اندامک هسته! یعنی اینجوری می‌شود: مایع درون سلول، اندامک‌هایی مثل میتوکندری، پلاست‌ها مثل کلروپلاست، اندامک لیزوزوم، اندامک پراکسی زوم، ریبوزوم‌ها، و غیره! به جز اندامک هسته و محتویات آن! خلاصه چیزهایی که گفتم اینجوری می‌شود:



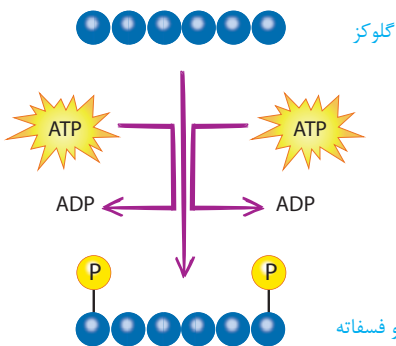
در یوکاریوت‌ها سیتوپلاسم = ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم (سیتوسل) + اجزاء درون سلول (اندامک‌ها و غیره) به جز هسته

در پروکاریوت‌ها سیتوپلاسم = ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم + اجزاء درون سلول

توجه! ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم همان سیتوسل است. یعنی مایع درون سلول به همراه یک سری مواد محلول در آن مثل پروتئین‌ها و غیره. دقت داشته باشید که مایع درون اندامک‌ها (مثل شیره هسته، میتوکندری و پلاست‌ها) جزء ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم محسوب نمی‌شود. **فب هالا بریم سراغ بررسی دقیق‌تر گلیکولیز!**

مراحل گلیکولیز

رفقا برای راحتی گلیکولیز را در چهار مرحله بررسی می‌کنیم.



مرحله اول ← در این مرحله، مولکول گلوکز، دو تا فسفات می‌گیرد و فسفات دار و یا به اصطلاح فسفات می‌شود. این فسفات‌ها از مولکول‌های ATP گرفته می‌شود. به این صورت که پیوند پرانرژی بین گروه‌های فسفات شماره ۲ و ۳ در دو عدد مولکول ATP شکسته می‌شود، در نتیجه از هیدرولیز هر ATP یک دونه گروه فسفات (PO_4^{3-}) و یک دونه هم ADP تولید می‌شود. این دو عدد گروه فسفات توسط آنزیم خاصی به مولکول گلوکز ۶ کربنه متصل می‌شوند و یک ترکیب ۶ کربنه جدید به وجود می‌آید! به این ترکیب جدید، قند ۶ کربنه دو فسفات گفته می‌شود. در واقع گلوکز با گرفتن فسفات‌های ATP، فسفات‌دار یا اصطلاحاً فسفات می‌شود. پس به طور خلاصه در مرحله اول گلیکولیز، دو گروه فسفات از دو مولکول ATP به یک مولکول گلوکز منتقل می‌شوند.

نکته: محصولات این مرحله از گلیکولیز عبارتند از: ترکیب ۶ کربنه دو فسفات (گلوکز فسفات) و ADP. مواد مصرفی هم عبارتند از: قند ۶ کربنه بدون فسفات (همون گلوکز) و آدنوزین تری فسفات (یا همون ATP). دقت کنید در این مرحله برای تجزیه ATP، مولکول آب نیز مصرف می‌شود.

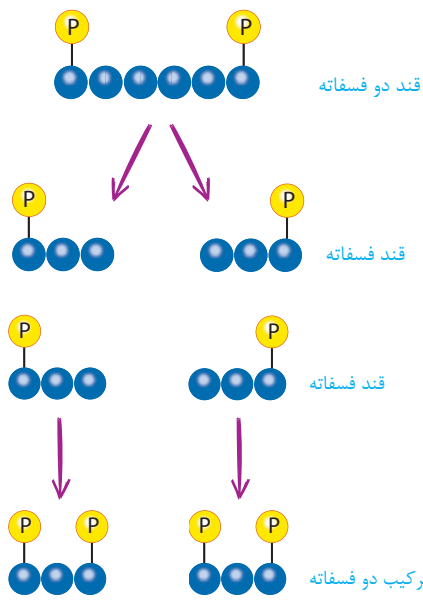
نکته: این واکنش کاملاً انرژی خواه است چون آدنوزین تری فسفات مصرف می‌شود. از بین مراحل گلیکولیز فقط این مرحله انرژی خواه بوده و بقیه مراحل انرژی زا هستند.

نکته: از آنجایی که گلوکز از آدنوزین تری فسفات، گروه فسفات دریافت کرده و برای تولید ترکیب ۶ کربنه دو فسفات، انرژی صرف شده است، می‌توانیم بگوییم که سطح انرژی ترکیب ۶ کربنه دو فسفات از گلوکز (ترکیب ۶ کربنه بدون فسفات) بیشتر است. در رابطه با پایداری، این موضوع برعکس است.

نکته ترکیبی: در مرحله اول چرخه کالوین همانند مرحله اول گلیکولیز، ترکیب شش کربنه دو فسفات تولید می‌شود. (ترکیب با فصل ۶ دوازدهم)

نکته: همانطور که در شکل کتاب درسی مشخص است، گروه‌های فسفات به اولین و آخرین کربن‌های گلوکز (و یا کربن‌های کناری) متصل می‌شوند.

مرحله دوم ← در این مرحله، ترکیب شش کربنه دو فسفات (گلوکز فسفات شده) به وسیله آنزیم خاصی از وسط نصف شده (تجزیه) و به دو تا



ترکیب ۳ کربنه که هر کدام یک فسفات دارند و نوعی قند می‌باشند، تبدیل می‌شود. دقت داشته باشید که تجزیه شدن گلوکز فسفات نوعی فرآیند هیدرولیز نیست که طی آن مولکول آب مصرف شود! این فرآیند انرژی خواه است یعنی آنزیم برای انجام این کار انرژی زیستی مصرف می‌کند.

نکته: محصولات این مرحله از گلیکولیز عبارتند از: دو تا ترکیب ۳ کربنه تک فسفات (قند سه کربنه تک فسفات). همچنین تنها ماده مصرفی آن ترکیب ۶ کربنه دو فسفات (گلوکز فسفات) می‌باشد.

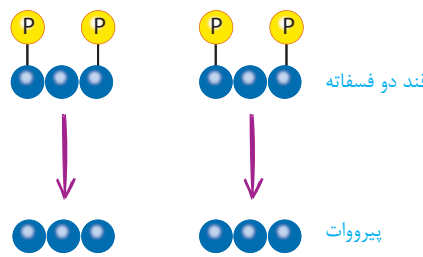
نکته ترکیبی: در مرحله دوم گلیکولیز همانند مرحله دوم چرخه کالوین، دو تا ترکیب ۳ کربنه تک فسفات تولید می‌شود. دقت داشته باشید که این دو ترکیب از نظر ساختار با یکدیگر تفاوت دارند و یکسان نمی‌باشند. (ترکیب با فصل ۶ دوازدهم)

مرحله سوم ← در این مرحله، هر کدام از ترکیب‌های سه کربنه تک فسفات (قندهای تک فسفات)! یک فسفات معدنی (خیلی مهمه‌ها!) گرفته و به دو تا ترکیب ۳ کربنه دو فسفات (قند دو فسفات)! تبدیل می‌شوند. در واقع نوعی آنزیم این کار را انجام می‌دهد. همانطور که در شکل می‌بینید این فسفات‌ها به کربن کناری که فاقد فسفات می‌باشد، متصل می‌شوند.

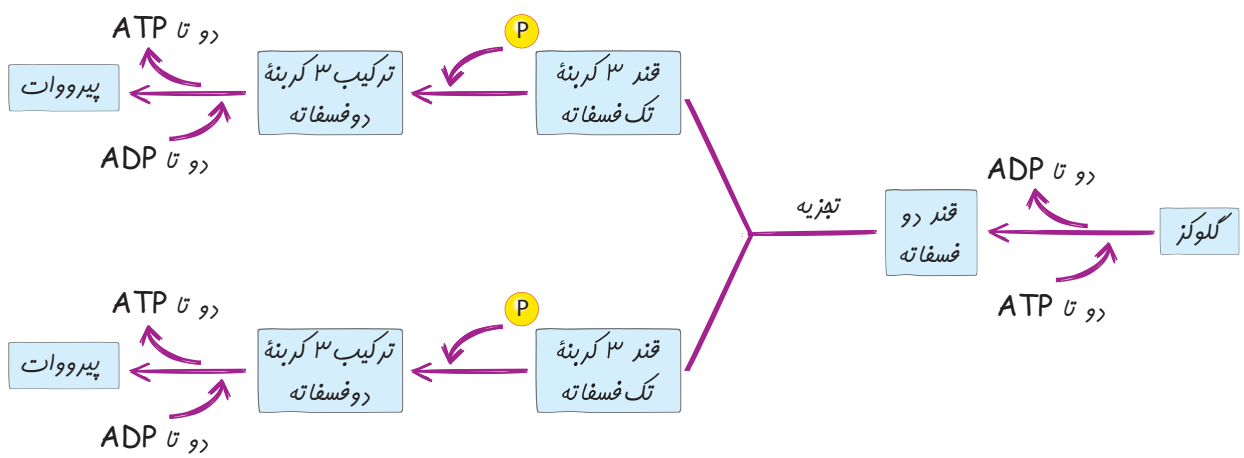
نکته: فسفاتی که به قندهای سه کربنه تک فسفات وصل می‌شوند، جزء فسفات‌های آزاد در سیتوپلاسم سلول هستند. یعنی از ماده آلی خاصی جدا نشده‌اند. اما فسفات‌هایی که به گلوکز وصل می‌شوند، منشاءشان از مولکول‌های ATP می‌باشد.

نکته: محصولات این مرحله عبارتند از: دو تا ترکیب سه کربنه دو فسفات. مواد مصرفی هم عبارتند از: دو تا ترکیب سه کربنه تک فسفات

نکته: از بین فسفات‌های متصل به قند سه کربنه دو فسفات، منشاء قدیمی‌ترین فسفات از مولکول ATP است و منشاء جدیدترین فسفات از فسفات‌های آزاد در سیتوپلاسم می‌باشد.



مجموعه واکنش‌های مرحله چهارم ← در این واکنش‌ها، هر کدام از مولکول‌های سه کربنه دو فسفات (قندهای دو فسفات)! طی مراحل (و نه یک‌باره!) هر دو تا فسفات خودشان را از دست می‌دهند و به ترکیب ۳ کربنه فاقد فسفات تبدیل می‌شوند. به این ترکیب ۳ کربنه فاقد فسفات، پیرووات (بنیان پیروویک اسید) گفته می‌شود که نوعی اسید است. فسفات‌های آزاد شده را مولکول‌های ADP که در سیتوپلاسم حضور دارند، دریافت می‌کنند. به این صورت که هر ADP یک فسفات دریافت می‌کند و به ATP تبدیل می‌شود. حتمن پیش خودتان می‌گویید منظور از بنیان پیروویک اسید چیست؟ فکر می‌کنم در شیمی خواهید خواند (و شاید تا به الان خوانده‌اید!) که اگر یک اسیدی همه یا تعدادی از هیدروژن‌های خود را از دست بدهد آن چیزی که باقی می‌ماند، بنیان اسید نامیده می‌شود. پیروویک اسید هم یکی از هیدروژن‌های خود را از دست می‌دهد و به پیرووات که بنیان آن می‌باشد، تبدیل می‌شود. خلاصه فرآیند گلیکولیز به صورت زیر است:



نکته: گفتیم که در قند کافت (گلیکولیز)، مولکول‌های ATP و NADH نیز تشکیل می‌شوند. مولکول‌های ATP چجوری تشکیل می‌شوند؟ با اضافه شدن گروه فسفات به مولکول ADP، درست‌ه؟ از آنجایی که در مرحله چهارم قندهای دو فسفات هر کدام دو تا فسفات از دست می‌دهند، می‌توان این

نتیجه را گرفت که مولکول های ATP در این مرحله از گلیکولیز تولید می گردند.

نکته: محصولات مرحله ۴ گلیکولیز به ازاء یک گلوکز عبارتند از: دو تا ترکیب سه کربنه فاقد فسفات (پیرووات) و چهار تا ATP. مواد مصرفی هم عبارتند از: دو تا ترکیب سه کربنه دو فسفاته + چهار تا مولکول ADP، در نتیجه در این مرحله، ۴ مولکول آب نیز تولید می شود.

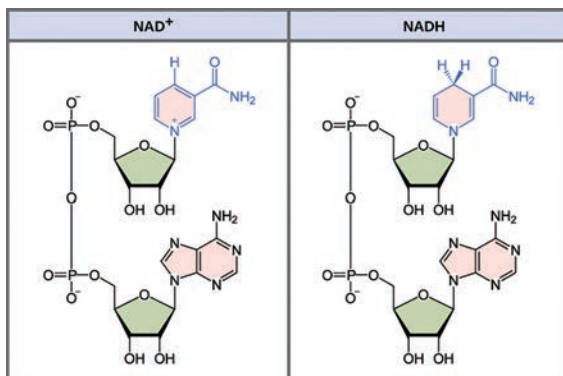
نکته: در مرحله ۴ گلیکولیز، ATP در سطح پیش ماده تولید می شود! چون فسفاتش را از یک ترکیب آلی فسفات دار (قند سه کربنه دو فسفاته) دریافت می کند.

حامل های الکترونی

گفتیم که یکی از مولکول های تولیدی در گلیکولیز، مولکولی به نام NADH می باشد. NADH نوعی حامل الکترون است. یعنی چی؟ گفتیم که انرژی مواد آلی در پیوندهای آنها نهفته می باشد. در شیمی خوانده اید که پیوندها از به اشتراک گذاشتن الکترون بین دو اتم حاصل می شود. در واقع این الکترون ها هستند که دارای انرژی می باشند. حالا برای اینکه سلول بتواند از انرژی آنها استفاده کند و فرمت انرژی شان را تغییر دهد، باید الکترون های پراثری مواد آلی را ببرد به محل تولید انرژی (مثلا در یوکاریوت ها به میتوکندری برود) خب سلول برای این کار به یک تاکسی نیاز دارد تا این الکترون ها را حمل کند و ببرد به مکان مورد نظر! NAD⁺ و FAD همان تاکسی هایی هستند که در موردشان حرف زدیم. برای همین به این مولکول ها، حامل های الکترون گفته می شود. این مولکول ها با گرفتن الکترون و هیدروژن از مواد آلی، به ترتیب به NADH و FADH₂ تبدیل می شوند. در رابطه با NADH در همین جا صحبت می کنم اما در مورد FADH₂ در درسنامه بعدی صحبت خواهیم کرد.



NADH (نیکوتین آمید دی نوکلئوتید)



NADH که مخفف نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید است، حامل الکترونی است که در ساختار خود دو نوکلئوتید دارد و از NAD⁺ به اضافه الکترون و پروتون (یون هیدروژن) تشکیل می شود. در واقع یک NAD⁺ با گرفتن دو تا یون هیدروژن (پروتون) و دو تا الکترون به NADH + H⁺ تبدیل می شود. به واکنش پایین دقت کنید. همانطور که می بینید این واکنش برگشت پذیر است یعنی NAD⁺ و NADH با گرفتن و از دست دادن الکترون و پروتون (یون هیدروژن)، به یکدیگر تبدیل می شوند. در واقع یک الکترون برای خنثی کردن NAD⁺ به کار می رود و یک الکترون دیگر به منظور ایجاد پیوند بین یکی از پروتون ها با NAD به کار می رود. پروتون دیگر هم به صورت داتیو با NADH پیوند برقرار می کند و برای همین محصول این واکنش را به صورت NADH + H⁺ نشان می دهند.



نکته: اگر خاطرتان باشد گفتیم که هر کسی الکترون بگیرد می گوئیم کاهش یافته و هر کسی که الکترون از دست بدهد می گوئیم اکسایش یافته است. بنابراین NAD⁺ با گرفتن الکترون کاهش و NADH با از دست دادن الکترون، اکسایش می یابد.

نکته: از اسم این حامل الکترون می توانیم بفهمیم که یکی از نوکلئوتیدهای بکار رفته در ساختار آن دارای باز آدنین می باشند و دیگر نیکوتین آمید است.

نکته: طبق واکنش بالا می توانیم بفهمیم که هر NADH حامل دو تا الکترون است.

نکته: از آنجایی که NADH ساختار نوکلئوتیدی دارد می توان گفت که حاوی قند ۵ کربنه است (۲ تا) و همچنین دارای گروه های فسفات در خود می باشد. از طرفی این دو نوکلئوتید از طریق نوعی پیوند کووالان به یکدیگر متصل شده اند.

نکته ترکیبی: در فصل بعدی با مولکولی به نام NADPH آشنا خواهید شد. این مولکول هم یکی دیگر از حامل های الکترونی می باشد که در فرآیند فتوسنتز فعالیت می کند. NADPH را با NADH اشتباه نگیرید. NADPH مخفف نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات است اما NADH مخفف نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید می باشد. در واقع این دو در تعداد فسفات ها با هم فرق دارند و NADPH نسبت به NADH فسفات بیشتری دارد. این دو مولکول از نظر ساختاری بسیار به هم شبیه می باشند. (ترکیب با فصل ۶ دوازدهم)

سایر نکات مهم گلیکولیز

نکته: اگر از شما بپرسند در گلیکولیز:

- دهنده الکترون (یا پروتون) کیه؟ ← بگویند فندی که حداقل سه کربن در ساختار خود دارد
- گیرنده الکترون (یا پروتون) کیه؟ ← بگویند مولکول NAD^+
- حامل الکترون (پروتون) کیه؟ ← بگویند مولکول $NADH$

توجه: زمانی ما لفظ حامل الکترون رو به کسی میدیم که الکترون رو گرفته باشه! NAD^+ وقتی الکترون رو می‌گیره میشه $NADH$ پس $NADH$ حامل الکترون است و نه NAD^+

جدول مقایسه ای

مورد مقایسه	$NADH$	NAD^+
عامل الکترون‌های پراثری است	✓	
پذیرنده الکترون است		✓
اکسایش می‌دهد		✓
کاهش می‌یابد		✓
اکسایش می‌یابد	✓	
کاهش می‌دهد	✓	

سایر نکات گلیکولیز

نکته: در تمامی جانداران (چه یوکاریوت‌ها و چه پروکاریوت‌ها)، محل انجام فرآیند گلیکولیز سیتوپلاسم سلول است.

نکته: در طی گلیکولیز دی‌اکسید کربن تولید و یا مصرف نمی‌شود. اکسیژن هم همینطور.

نکته: در مرحله (۱) گلیکولیز به ازاء هر گلوکز دو تا مولکول ATP مصرف می‌شود اما در مرحله چهارم (آخر) ۴ تا مولکول ATP تولید می‌شود. پس می‌توان گفت در گلیکولیز در مجموع! دو تا مولکول ATP تولید می‌شود. از کجا فهمیدیم که چهار مولکول ATP تولید می‌گردد؟ از آنجایی که در مرحله چهارم ۴ تا فسفات آزاد می‌شود و هر کدام به یک مولکول ADP اضافه می‌شوند در نتیجه در مجموع ۴ تا مولکول ATP تولید می‌شود.

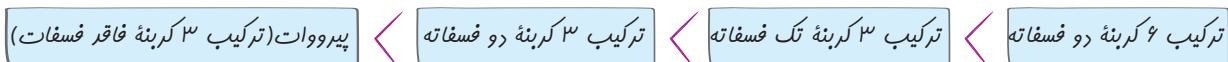
نکته: محصولات نهایی و خالص گلیکولیز به ازاء یک گلوکز عبارتند از: دو تا پیرووات (ترکیب ۳ کربنه فاقد فسفات) + دو تا ATP + چند تا $NADH$

نکته: گلیکولیز چون منجر به تولید انرژی شده است پس می‌توانیم بگوئیم در کل! این فرآیند انرژی‌زا می‌باشد. دقت داشته باشید مرحله (۱) آن انرژی‌خواه است و مرحله آخرش انرژی‌زا، اما در کل، گلیکولیز انرژی‌زا می‌باشد. چون انرژی تولیدی بیشتر از انرژی مصرفی می‌باشد.

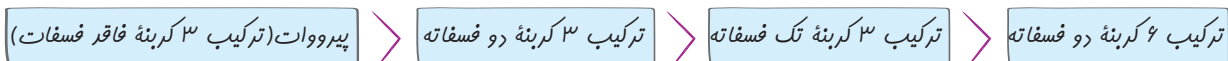
نکته: در مرحله (۴) ضمن تولید ۴ تا ATP ، ۴ تا مولکول آب تولید می‌شود. چون ATP ها به روش سنتز آبدی تولید می‌شوند. همچنین در مرحله (۱) گلیکولیز ضمن تجزیه ATP ، دو تا مولکول آب مصرف می‌شود چون به روش هیدرولیز تجزیه می‌شوند.

نکته: اگر بخواهیم از نظر سطح انرژی و سطح پایداری، مقایسه کنیم اینجوری می‌شود:

مقایسه از نظر سطح انرژی:



مقایسه از نظر سطح پایداری:



توجه: دقت داشته باشید که سطح انرژی گلوکز از ترکیب ۶ کربنه دو فسفات کمتره! چون برای تبدیل گلوکز به ترکیب ۶ کربنه دو فسفات، دو تا مولکول ATP (انرژی زیستی) مصرف می‌شود.

نکته: در گلیکولیز، علاوه بر ATP که در مرحله آخر به صورت مستقیم تولید می‌شود؛ این فرآیند زمینه تولید تعدادی مولکول ATP به صورت غیرمستقیم در زنجیره انتقال الکترون را فراهم می‌کند در واقع در گلیکولیز مولکول $NADH$ تولید می‌شود که می‌تواند به صورت غیرمستقیم، منجر به تولید ATP شود. پس می‌توان گفت به صورت خالص در مجموع پیش از ۴ مولکول ATP تولید می‌شود.

جدول مقایسه ای

مرحله ۴	مرحله ۳	مرحله ۲	مرحله ۱	مورد مقایسه
ترکیب ۳ کربنه دو فسفات (قندر ۳ کربنه دو فسفات) + آدنوزین دی فسفات	ترکیب ۳ کربنه تک فسفات (قندر ۳ کربنه تک فسفات) + فسفات های معدنی + NAD ⁺	ترکیب ۶ کربنه دو فسفات (قندر ۶ کربنه دو فسفات)	گلوکز + آدنوزین تری فسفات	مواد مصرفی اصلی
پیرووات + آدنوزین تری فسفات	ترکیب ۳ کربنه دو فسفات (قندر سه کربنه دو فسفات) + NADH	ترکیب ۳ کربنه تک فسفات (قندر سه کربنه تک فسفات)	ترکیب ۶ کربنه دو فسفات (قندر ۶ کربنه دو فسفات) + آدنوزین دی فسفات	مواد تولیدی
-	-	-	-	CO ₂
-	-	-	-	O ₂
تولید می شود.	-	-	مصرف می شود.	ATP
مصرف می شود.	-	-	تولید می شود.	ADP

سوال: در فرآیند گلیکولیز از هر مولکول گلوکز که به پیرووات تبدیل می شود چند مولکول ATP تولید و چند مولکول ATP مصرف می شود؟
جواب: جدول پایین را دریابید. مقادیر این جدول به ازاء یک گلوکز در یک فرآیند گلیکولیز محاسبه شده است.

جدول مقایسه ای

مورد مقایسه	ATP مصرفی	ATP تولیدی	NADH تولیدی	ADP تولیدی	ADP مصرفی	NAD ⁺ مصرفی	الکترون و پروتون های مصرفی
در هر فرآیند گلیکولیز	۲ عدد	۴ عدد	بیش از یک عدد	۲ عدد	۴ عدد	بیش از یک عدد	۴ عدد e ⁻ و ۴ عدد H ⁺
مرحله ای که تولید یا مصرف می شود	۱	۴	-	۱	۴	-	-



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

گلیکولیز یا قند کافت

۹- در حین انجام گلیکولیز (قند کافت) در یک یاخته یوکاریوتی

- (۱) همزمان با تشکیل پیروویک اسید ATP مصرف می شود.
- (۲) گلوکز فسفات، به دو قند سه کربنی و دو فسفات شکسته می شود.
- (۳) تبدیل هر گلوکز به گلوکز فسفات، با مصرف یک مولکول ATP همراه است.
- (۴) ترکیب دو فسفات با از دست دادن هر دو گروه فسفات خود، به پیرووات تبدیل می شود.

۱۰- کدام گزینه در ارتباط با فرایند گلیکولیز نادرست بیان شده است؟

- (۱) فقط در سیتوپلاسم یاخته ها امکان انجام این فرایند وجود دارد.
- (۲) تولید ATP در این فرایند، در سطح پیش ماده انجام می شود.
- (۳) همزمان با بروز هر نوع تنفس یاخته ای در یاخته، این فرایند انجام می شود. (۴) در این فرایند همزمان با تولید ترکیب سه کربنی، CO₂ آزاد می شود.

۱۱- کدام گزینه درباره مولکولی پرا انرژی که در گلیکولیز هم مصرف و هم تولید می شود، درست است؟

- (۱) از بیش تر نوکلئوتیدهای موجود در دنا، یک گروه فسفات بیشتر دارد.
- (۲) انرژی مورد نیاز برای آغاز فرایند گلیکولیز را تامین می کند.
- (۳) این مولکول پرا انرژی، دارای دو نوکلئوتید است.
- (۴) همزمان با تشکیل قند سه کربنی و دو فسفات مصرف می شود.

۱۲- در فرایند گلیکولیز، علاوه بر مولکول ATP ترکیب پرا انرژی دیگری نیز تولید می شود، کدام گزینه درباره این ترکیب درست است؟

- (۱) در ساختار خود دارای یک پیوند قند-فسفات است.
- (۲) انرژی فعال سازی واکنش های گلیکولیز را تامین می کند.
- (۳) این مولکول با دریافت الکترون، کاهش می یابد.
- (۴) در ساختار خود دارای دو نوکلئوتید است.

۱۳- کدام گزینه بهترین علامت برای اتمام مرحله ای از تنفس یاخته ای هوازی در یوکاریوتی است که همواره در سیتوپلاسم انجام می شود؟

- (۱) انتقال الکترون به اسید سه کربنی و فاقد گروه های فسفات
- (۲) بازسازی ترکیب چهار کربنی برای واکنش با استیل کوآنزیم A
- (۳) تجزیه گلوکز تا حد تشکیل مولکول دی اکسید کربن
- (۴) تبدیل نوعی ترکیب قندی فسفات دار به نوعی اسید سه کربنی

۱۴- چند مورد، عبارت مقابل را به درستی کامل می کنند؟ «در ارتباط با فرایند قند کافت در جانداران می توان گفت»

- (الف) با مصرف و تولید شکل رایج و قابل استفاده انرژی همراه است.
- (ب) تجزیه مولکول گلوکز در آن طی چندین مرحله انجام می شود.
- (ج) تولید مولکول ATP در آن در سطح پیش ماده انجام می شود.
- (د) انجام آن وابسته به غلظت اکسیژن درون میان یاخته است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۵- با توجه به شکل مقابل که مراحل گلیکولیز را نشان می دهد، چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می کنند؟

«در مرحله A همانند واکنش های مراحل B»

- (الف) نوعی مولکول کربن دار اسیدی تشکیل می شود.
- (ب) مولکول های پرا انرژی ATP تولید می شوند.
- (ج) امکان تولید مولکول های دو فسفات وجود دارد.
- (د) نوعی ترکیب کربن دار قندی تولید می شود.

(۱) صفر

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۳

۱۶- به دنبال ورود هر مولکول گلوکز به قند کافت (گلیکولیز)، در مرحله نهایی این فرایند

- (۱) امکان آزاد شدن گروه فسفات از دو مولکول ATP وجود دارد.
- (۲) چهار مولکول ATP در سطح پیش ماده تولید می شود.
- (۳) یک ترکیب سه کربنی فاقد فسفات حاصل می شود.
- (۴) امکان تشکیل مولکول های آب وجود ندارد.

شکر میان تست، هواست به اطرافت باشه! فطر نیش مارها (نمیروم ترسناکتر از مار پیو بگم!) در کمینه

۱۷- در مرحله (مراحل) گلیکولیز امکان تولید وجود دارد.

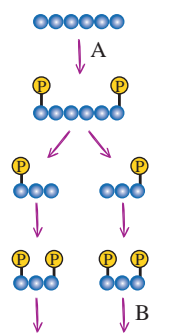
- (۱) اول - دو نوع ترکیب دارای دو گروه فسفات
- (۲) دوم - نوعی مولکول قندی دارای دو گروه فسفات
- (۳) سوم - مولکولی شش کربنه و فاقد گروه فسفات
- (۴) آخر - نوعی مولکول سه کربنی و دارای یک گروه فسفات

۱۸- در آخرین مرحله گلیکولیز برخلاف نخستین مرحله آن

- (۱) مولکول آدنوزین تری فسفات مصرف می شود.
- (۲) نوعی ترکیب کربن دار با خاصیت اسیدی تولید می گردد.
- (۳) نوعی ترکیب سه کربنی دارای فسفات ساخته می شود.
- (۴) می توان شکسته شدن پیوند بین اتم های کربن را مشاهده کرد.

۱۹- در مرحله ای از گلیکولیز، پیوند بین اتم های کربن شکسته می شود. کدام گزینه درباره این مرحله درست است؟

- (۱) با شکسته شدن مولکول های ATP همراه است.
- (۲) ترکیب تولیدی در این مرحله، فاقد گروه فسفات است.
- (۳) در این مرحله، ترکیبی قندی و تک فسفات مصرف می شود.
- (۴) منجر به تشکیل نوعی ترکیب قندی و تک فسفات می شود.



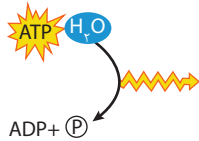
۲۰- در یک یاخته یوکاریوتی در فرایند گلیکولیز

- (۱) دو نوع مولکول حامل الکترون تولید می شود.
- (۲) از مولکول ATP برای تامین انرژی فعال سازی استفاده می شود.
- (۳) امکان تولید ترکیب سه کربنی وجود ندارد.
- (۴) امکان آزاد شدن مولکول های کربن دی اکسید وجود دارد.

۲۱- در فرایند گلیکولیز، به طور حتم

- (۱) به ازای مصرف دو الکترون - یک مولکول NAD^+ بازسازی می شود.
- (۲) همزمان با آزاد شدن گروه فسفات از مولکول ATP - ترکیب ۶ کربنی شکسته می شود.
- (۳) در پی فسفات دار شدن ترکیب ۶ کربنی - از یون های فسفات آزاد سیتوپلاسم کاسته می شود.
- (۴) همزمان با تبدیل هر قند سه کربنی دو فسفات به پیرووات - ۲ مولکول ADP مصرف می شود.

۲۲- فرایند نشان داده شده در شکل مقابل، در هر مرحله ای از گلیکولیز که روی می دهد.



- (۱) منجر به تشکیل نوعی ترکیب کربن دار و دو فسفات می شود.
- (۲) امکان مصرف مولکول گلوکز وجود دارد.
- (۳) با شکسته شدن پیوند بین اتم های کربن ترکیب قندی همراه است.
- (۴) نوعی ترکیب اسیدی سه کربنی تشکیل می شود.

۲۳- در فرایند قندکافت در مرحله ای می شود که

- (۱) ترکیب سه کربنی تک فسفات - مصرف - میزان گروه های فسفات میان یاخته، افزایش می یابد.
- (۲) ترکیب سه کربنی تک فسفات - تولید - با شکسته شدن پیوند بین اتم های کربن همراه است.
- (۳) نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید - مصرف - ترکیب سه کربنی دو فسفات تولید می شود.
- (۴) ترکیب اسیدی سه کربنه - تولید - با آزاد شدن گروه فسفات از مولکول ATP همراه است.

۲۴- کدام گزینه زیر درباره گلیکولیز درست است؟

- (۱) محصول کربن دار و بدون فسفات این فرایند، نوعی ترکیب قندی محسوب می شود.
- (۲) نخستین مرحله آن با کاهش تعداد پیوندهای قند-فسفات نوعی نوکلئوتید همراه است.
- (۳) تجزیه گلوکز در این فرایند به صورت مجموعه ای از واکنش ها و به صورت مرحله ای انجام می شود.
- (۴) امکان انجام این فرایند درون فضای داخلی اندامک های دو غشایی یاخته های یوکاریوتی وجود دارد.

۲۵- در مرحله اول گلیکولیز مرحله دوم آن

- (۱) همانند - امکان مصرف مولکول ATP وجود دارد.
- (۲) برخلاف - نوعی ترکیب شش کربنه و دو فسفات تولید می شود.
- (۳) همانند - نوعی مولکول دو فسفات تولید می شود.
- (۴) برخلاف - امکان مصرف گروه های فسفات آزاد سیتوپلاسم وجود ندارد.

۲۶- در گلیکولیز (قندکافت) به هنگام تعداد آدنوزین تری فسفات های درون میان یاخته افزایش می یابد.

- (۱) تبدیل گلوکز به ترکیبی ۶ کربنی و دو فسفات
- (۲) تبدیل قند سه کربنی تک فسفات به قند سه کربنی دو فسفات
- (۳) تبدیل قند سه کربنی دو فسفات به ترکیبی بدون فسفات
- (۴) تبدیل ترکیب ۶ کربنی دو فسفات به دو قند سه کربنی تک فسفات

۲۷- از گلیکولیز یک مولکول گلوکز، همزمان با به طور حتم

- (۱) تولید آدنوزین دی فسفات - چهار مولکول آب تشکیل می شود.
- (۲) افزایش تعداد فسفات های قند سه کربنی - مولکول ATP مصرف می شود.
- (۳) مصرف الکترون و پروتون - حامل الکترون دو نوکلئوتیدی بازسازی می شود.
- (۴) تشکیل ترکیب دو فسفات - از میزان فسفات های درون میان یاخته کاسته می شود.

۲۸- در فرایند گلیکولیز در یک یاخته مغز استخوان انسان نسبت به انجام می شود.

- (۱) تشکیل مولکول ATP - مصرف ترکیب قند سه کربنی فسفات، زودتر
- (۲) فسفات شدن مولکول گلوکز - شکسته شدن ترکیب شش کربنی، دیرتر
- (۳) شکسته شدن ترکیب شش کربنه - آزاد شدن گروه فسفات از ATP، دیرتر
- (۴) تشکیل قند سه کربنی فسفات - مصرف فسفات های آزاد میان یاخته، دیرتر

۲۹- چند مورد عبارت مقابل را به درستی تکمیل می کنند؟ «در گلیکولیز تبدیل همواره همراه است.»

- (الف) گلوکز به ترکیب شش کربنی ناپایدار - با مصرف انرژی
- (ب) ترکیب سه کربنی به نوعی بنیان اسیدی - با تولید مولکول ATP
- (ج) ترکیب شش کربنه ناپایدار به ترکیب سه کربنه - با مصرف یون های فسفات
- (د) قند تک فسفات به قند دو فسفات - با شکسته شدن پیوند بین اتم های کربن

۴(۴)

۳(۳)

۲(۲)

۱(۱)

شکر میان تست: آله تا اینها تست ها رو به دقت حل کرده باشی، دیگه باید صفر تا صد گلیکولیز (بیشتر به قول مولف کتاب درسی، فنر کافت) رو فومبیره باشی! آله شک داری، تست بصری رو حل کن ... یه جمع بندی خوب برای ترتیب مراحل گلیکولیزه!

۳۰- کدام گزینه زیر ترتیب مراحل گلیکولیز در گیرنده استوانه‌ای چشم را به درستی بیان کرده است؟

- (الف) مصرف شدن گروه‌های فسفات آزاد سیتوپلاسم
(ب) آزاد شدن گروه فسفات از آدنوزین تری فسفات
(ج) تجزیه ترکیبی کربن دار به دو قند کربن دار
(د) تولید ترکیبی سه کربنی با خاصیت اسیدی
- (۱) ب - ج - الف - د (۲) ب - الف - د - ج (۳) ج - الف - د - ب (۴) ج - ب - الف - د

۳۱- در فرایند گلیکولیز رخداد کدام دو مورد از نظر زمانی به هم نزدیک تر از سایرین است؟

- (۱) سه فسفات شدن نوکلئوتید آدنین دار و تشکیل ترکیب شش کربنی دوفسفات
(۲) دو فسفات شدن قندهای سه کربنی و شکسته شدن ترکیب ناپایدار دو فسفات
(۳) شکسته شدن ترکیب شش کربنی و تولید مولکول‌های پرانرژی تک نوکلئوتیدی
(۴) تشکیل نوعی اسید سه کربنی و مصرف ATP های موجود در سیتوپلاسم

۳۲- در گلیکولیز، نوعی ترکیب قندی وجود دارد که نسبت گروه‌های فسفات آن به تعداد اتم‌های کربن آن بیشتر از سایر ترکیبات قندی است. کدام گزینه درباره این ترکیب قندی به درستی بیان شده است؟

- (۱) تعداد اتم‌های کربن برابری با مولکول گلوکز دارد.
(۲) طی واکنش‌هایی منجر به تشکیل ترکیبی اسیدی می‌شود.
(۳) در نتیجه شکسته شدن ترکیبی شش کربنه ایجاد می‌شود.
(۴) همزمان با مصرف مولکول‌های ATP به مولکولی دیگر تبدیل می‌شود.

۳۳- چند مورد، عبارت مقابل را به درستی کامل می‌کنند؟ «در فرایند گلیکولیز در یک یاخته بوکاربوتی، در حین مصرف می‌شود.»

- (الف) تشکیل NAD^+ ، الکترون و پروتون
(ب) تولید قند تک فسفات، مولکول ATP
(ج) تشکیل پیرووات، از فسفات‌های آزاد میان یاخته
(د) تشکیل مولکول ADP، مولکول آب
- (۱) سه (۲) دو (۳) یک (۴) صفر

۳۴- کدام گزینه، عبارت مقابل را به نادرستی کامل می‌کند؟ «در اولین مرحله تنفس یاخته‌ای»

- (۱) همزمان با کاهش NAD^+ ، الکترون و پروتون مصرف می‌شود.
(۲) به دنبال تولید ADP، مولکول شش کربنی دو فسفات تشکیل می‌شود.
(۳) کمی پیش از تامین انرژی فعال سازی واکنش‌های آن، گلوکز فسفات تشکیل می‌شود.
(۴) همزمان با تبدیل قند دو فسفات به پیرووات، تشکیل ATP در سطح پیش ماده انجام می‌پذیرد.

۳۵- کدام گزینه عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «در گلیکولیز همزمان با مصرف دور از انتظار»

- (۱) ADP، تشکیل نوعی اسید سه کربنی - نیست
(۲) الکترون و پروتون، اکسایش نوعی ترکیب دو نوکلئوتیدی - است
(۳) ATP، تشکیل بیش از یک ترکیب دو فسفات - است
(۴) قندهای سه کربنی دو فسفات، مصرف مولکول‌های ADP - نیست

۳۶- در مرحله‌ای از گلیکولیز که پیوند بین قند و فسفات شکسته یا تشکیل نمی‌شود، به طور حتم

- (۱) امکان مصرف مولکول ATP وجود دارد.
(۲) مولکول گلوکز فسفات مصرف می‌شود.
(۳) قندی سه کربنی و دو فسفات تشکیل می‌شود.
(۴) هیچ پیوند کووالانی شکسته نمی‌شود.

۳۷- در یاخته‌های بدن آدمی فقدان یون‌های فسفات آزاد در سیتوپلاسم مستقیماً انجام کدام فرایند گلیکولیز را با مشکل مواجه می‌کند؟

- (۱) انتقال الکترون و پروتون به نوعی ترکیب باز آلی آدنین
(۲) تبدیل نوکلئوتیدهای دو فسفات به مولکول‌های پرانرژی سه فسفات
(۳) شکستن مولکول گلوکز برای تبدیل آن به مولکول‌های سه کربنی
(۴) تبدیل قندهای سه کربنی تک فسفات به قندهای دو فسفات

شکر میان تست: تست بصری رنگ و بوی مسابقات عدری می‌دهد، اما به جان «هانس کریس» (فدایا مرزا) قسم می‌خورم که مسابقات ریاضی نراره ... کدام موارد عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کنند؟ «در فرایند گلیکولیز به ازای مصرف هر مولکول گلوکز تعداد با تعداد برابر است.»

- (الف) ATP های تولیدی در مراحل نهایی - پیرووات‌های تولید شده
(ب) $NADH$ بازسازی شده - الکترون‌های مصرفی در حین کاهش NAD^+
(ج) پیرووات‌های تولیدی در مراحل نهایی - ATP های مصرفی در مرحله ابتدایی
(د) قندهای سه کربنی تولیدی در مرحله دوم - فسفات معدنی مصرفی در مرحله سوم
- (۱) الف - ب (۲) ج - د (۳) الف - ج (۴) ب - د

۳۹- نوعی مولکول انرژی لازم برای انجام واکنش‌های مربوط به تجزیه گلوکز در اولین مرحله تنفس یاخته‌ای را تامین می‌کند. در کدام یک از فرایندهای زیر، این مولکول مصرف نمی‌شود؟

- (۱) ورود یون‌های سدیم به یاخته‌های پوششی پرز روده
(۲) خروج یون‌های سدیم از درون یاخته‌های عصبی
(۳) از بین رفتن پل‌های اتصالی بین سر میوزین و رشته‌های اکتین
(۴) آزادسازی ناقل‌های عصبی به فضای سیناپسی

زنجیره انتقال الکترون

- ۶۵- کدام موارد ویژگی مشترک همه اجزای زنجیره انتقال الکترون در میتوکندری محسوب می‌شوند؟
 الف) الکترون‌های آزاد شده از $FADH_2$ از آن‌ها عبور می‌کند. (ب) با مصرف انرژی الکترون‌ها در انتقال یون هیدروژن نقش دارند.
 ج) مولکول‌هایی با قابلیت اکسایش و کاهش هستند. (د) هیچ یک توانایی تولید و مصرف مولکول‌های ATP را ندارند.
 ۱) الف - ب ۲) ج - د ۳) الف - ج ۴) ب - د
- ۶۶- کدام گزینه درباره هر فرآیند مربوط به تنفس یاخته‌ای هوازی در تارهای ماهیچه‌ای که منجر به بازسازی NAD^+ درون میتوکندری می‌شود، نادرست است؟
 ۱) همراه با تولید نوعی اسید سه کربنی است.
 ۲) فقط در حضور مولکول‌های اکسیژن انجام می‌شود.
 ۳) فضای بستره میتوکندری را افزایش می‌دهد.
 ۴) منجر به عبور الکترون‌های پرانرژی $NADH$ از سه ناقل یونی می‌شود.
- ۶۷- درون یک یاخته گیرنده استوانه‌ای، به دنبال اکسید شدن در سطح داخلی غشای درونی میتوکندری
 ۱) $FADH_2$ - سه یون هیدروژن به فضای بین غشایی منتقل می‌شوند.
 ۲) $NADH$ - انرژی لازم برای بازسازی مولکول‌های ADP را فراهم می‌شود.
 ۳) $FADH_2$ - بیش از دو جزء زنجیره انتقال الکترون، الکترون دریافت می‌کند.
 ۴) $NADH$ - انرژی لازم برای انتشار یون‌ها توسط ناقل‌های پروتئینی فراهم می‌شود.
- ۶۸- کدام گزینه درباره فرآیند اکسید شدن $NADH$ در مجاورت غشای داخلی میتوکندری درست است؟
 ۱) اکسید شدن هر مولکول $NADH$ همراه با آزاد شدن یک الکترون است.
 ۲) هر $NADH$ توانایی انتقال الکترون به پنج پروتئین ناقل موجود در زنجیره انتقال الکترون را دارد.
 ۳) الکترون‌های آزاد شده از اکسایش هر مولکول $NADH$ در نهایت موجب کاهش یک مولکول اکسیژن می‌شوند.
 ۴) نسبت به حامل الکترون دیگر، در انتقال فعال یون‌های H^+ بیشتری بین دو سمت غشای داخلی میتوکندری نقش دارد.
- ۶۹- هر مولکولی در غشای درونی میتوکندری که در نقش دارد
 ۱) وارد کردن H^+ به درون بستره - توانایی گرفتن الکترون از حامل‌های الکترون را دارد.
 ۲) وارد کردن H^+ به فضای بین غشایی - توسط الکترون‌های مولکول $FADH_2$ کاهش می‌یابد.
 ۳) وارد کردن H^+ به درون بستره - تمامی بخش‌های آن در تماس با فسفولیپیدهای غشا هستند.
 ۴) وارد کردن H^+ به فضای بین غشایی - این یون‌ها را با مصرف انرژی در خلاف جهت شیب غلظت منتقل می‌کند.
- ۷۰- هر مولکول پروتئینی زنجیره انتقال الکترون میتوکندری یک یاخته نوروگلیا که
 ۱) در تولید ATP نقش دارد، به طور حتم یون‌های مثبت را به درون میان یاخته وارد می‌کند.
 ۲) مستقیماً الکترون‌های پرانرژی $NADH$ را دریافت می‌کند، به طور حتم توانایی اکسید کردن $FADH_2$ را ندارد.
 ۳) در تولید مولکول آب نقش مستقیم دارد، الکترون‌های پرانرژی را مستقیماً از پروتئینی کاملاً آگزیز دریافت می‌کند.
 ۴) به طور مستقیم الکترون‌های $FADH_2$ را دریافت می‌کند، به طور حتم در وارد کردن یون H^+ به فضای بین غشایی نقش دارد.
- ۷۱- یکی از اجزای زنجیره انتقال الکترون در غشای داخلی میتوکندری که الکترون‌های خود را مستقیماً به اکسیژن منتقل می‌کند، فقط
 ۱) یک نوع یون مثبت را به فضای بین غشایی منتقل می‌کند.
 ۲) الکترون‌های حاصل از اکسید شدن مولکول‌های $NADH$ را دریافت می‌کند.
 ۳) با جابه‌جایی یون‌های مثبت بین دو سمت غشای داخلی، pH بستره را می‌افزاید.
 ۴) الکترون‌های پرانرژی را از نوعی پروتئین موجود در سطح داخلی غشای درونی دریافت می‌کند.
- شکر میان تست؛ هارمونی (نظم و هماهنگی) تست بعدی رو قبلی دوست داشتم ... امیدوارم فوشت بیار ازش!*
- ۷۲- در یک یاخته گیرنده مخروطی چشم انسان، در میتوکندری
 ۱) فضای بین دو غشای - مولکول‌های آب تولید می‌شوند.
 ۲) فضای بین دو غشای - مولکول‌های $NADH$ اکسید می‌شوند.
 ۳) فضای داخلی - نوعی آنزیم مصرف کننده ADP وجود دارد.
 ۴) غشای داخلی - پروتئین‌های حامل الکترون دیده می‌شوند.
- ۷۳- کدام گزینه درباره میتوکندری‌های موجود در یک تار ماهیچه‌ای درست است؟
 ۱) در غشای داخلی آن سه مولکول پروتئینی ناقل یون هیدروژن یافت می‌شود.
 ۲) pH فضای بین دو غشای این اندامک بیشتر از میزان pH محیط بستره آن است.
 ۳) رمز همه پروتئین‌های موجود در این اندامک بر روی رشته‌های پلی نوکلئوتیدی دناهای حلقوی قرار دارد.
 ۴) بخش تولید کننده ATP مجموعه پروتئینی ATP ساز غشای داخلی میتوکندری، در سطح خارجی این غشا قرار دارد.

۷۴- کدام گزینه درباره میتوکندری‌های موجود در پایانه آکسون نورون حرکتی درست است؟

- ۱) عبور پروتون‌ها از زنجیره انتقال الکترون انرژی لازم برای فعالیت ناقل‌های پروتئینی غشای داخلی را تامین می‌کند.
- ۲) عبور یون هیدروژن از عرض ناقل‌های پروتئینی موجب افزایش میزان شیب غلظت هیدروژن می‌شود.
- ۳) عبور الکترون‌ها از آنزیم ATP ساز، انرژی لازم برای تشکیل ATP را فراهم می‌کند.
- ۴) در نتیجه اکسیدشدن هر مولکول NADH، یک الکترون آزاد می‌شود.

۷۵- چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل نمی‌کند؟

«گیرنده نهایی الکترون در تنفس هوازی در تارهای ماهیچه‌ای بدن انسان، قطعاً.....»

- | | |
|--|--|
| (الف) یک ترکیب دو نوکلئوتیدی و پراثری است. | (ب) یکی از اجزای زنجیره انتقال الکترون است. |
| (ج) طی واکنش‌های سنتز آبدی تولید می‌شود. | (د) توسط هموگلوبین به یاخته ماهیچه‌ای منتقل شده‌است. |
| ۱(۱) | ۲(۳) |
| ۲(۳) | ۳(۳) |
| ۳(۳) | ۴(۴) |

۷۶- در میتوکندری‌های یک یاخته تار ماهیچه‌ای در بدن انسان، همهٔ.....

- ۱) آنزیم‌های تولیدکننده ATP، در فضای بین غشایی قرار گرفته‌اند.
- ۲) اجزای زنجیره انتقال الکترون غشای داخلی، توانایی انتقال یون‌های هیدروژن را دارند.
- ۳) پروتئین‌های ناقل موجود در زنجیره انتقال الکترون، الکترون‌های مولکول $FADH_p$ را دریافت می‌کنند.
- ۴) مولکول‌های آب تولیدشده در مجاورت یکی از اجزای زنجیره انتقال الکترون در پی انتقال الکترون به اکسیژن تولید شده‌اند.

۷۷- درون میتوکندری یک یاخته ماهیچه‌ای موجود در عنبیه چشم انسان، ترکیبی که الکترون..... می‌کند.....

- ۱) به اولین ناقل پروتئینی زنجیره انتقال الکترون، منتقل - درون میتوکندری کاهش می‌یابد.
- ۲) به اولین ناقل پروتئینی زنجیره انتقال الکترون، منتقل - ممکن است در طی فرایند گلیکولیز تولید شود.
- ۳) از آخرین ناقل پروتئینی زنجیره انتقال الکترون، دریافت - موجب کاهش فشار اسمزی محیط اطراف می‌شود.
- ۴) از آخرین ناقل پروتئینی زنجیره انتقال الکترون، دریافت - امکان تولید یا مصرف آن در چرخه کربس وجود دارد.

۷۸- در نتیجه انجام چرخه کربس..... زنجیره انتقال الکترون.....

- ۱) همانند - مولکول‌های خاصی دچار کاهش می‌شوند.
- ۲) برخلاف - میزان پروتون‌های بستره میتوکندری افزایش می‌یابد.
- ۳) همانند - مولکول ATP به روش اکسایشی تولید می‌شود.
- ۴) برخلاف - امکان اکسیدشدن $FADH_p$ وجود دارد.

شکر میان تست: تا الان تست زیار هل کردیم ولی این دوتا تست یه چیز دیگه! مرر اکلن مسوب می‌شونر ...

۷۹- درون میتوکندری یک یاخته یوکاریوتی..... می‌تواند.....

- ۱) فعالیت پروتئین‌های ناقل زنجیره انتقال الکترون همانند آنزیم تولیدکننده آب - اختلاف غلظت H^+ بین دو سمت غشای داخلی را افزایش دهند.
- ۲) عبور الکترون از پروتئین‌های ناقل در زنجیره انتقال الکترون برخلاف فعالیت آنزیمی ATP ساز - منجر به تولید مولکول‌های پراثری شود.
- ۳) الکترون پراثری آزادشده از $FADH_p$ برخلاف الکترون پراثری آزادشده از NADH - نوعی مولکول پروتئینی کاملاً آبگریز را کاهش دهد.
- ۴) ورود یون‌های H^+ به فضای بین غشایی میتوکندری همانند خروج یون H^+ از فضای بین غشایی - بدون مصرف انرژی صورت گیرد.

۸۰- چند مورد زیر درباره نوعی مولکول پروتئینی موجود در زنجیره انتقال الکترون غشای درونی میتوکندری، که فقط الکترون‌های NADH را دریافت می‌کند؛ نادرست است؟

- (الف) برخلاف پمپ سدیم-پتاسیم توانایی مصرف مولکول‌های ATP را ندارد.
 - (ب) در انتقال مستقیم الکترون به اکسیژن و تولید مولکول‌های آب نقش دارد.
 - (ج) به ازای هر الکترون ورودی، یک یون هیدروژن را به فضای بین غشایی منتقل می‌کند.
 - (د) به طور مستقیم الکترون‌های خود را به دومین ناقل پروتئینی زنجیره انتقال الکترون منتقل می‌کند.
 - (ه) همانند آنزیم ATP ساز، در انتشار یون‌های مثبت بین دو سمت غشایی داخلی میتوکندری نقش دارد.
- | | | | |
|------|------|------|------|
| ۱(۵) | ۲(۴) | ۳(۳) | ۴(۲) |
|------|------|------|------|

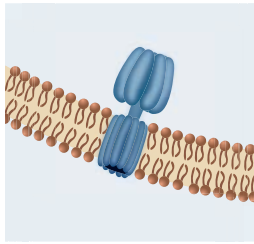
۸۱- در یاخته عصبی امکان..... در خارج از جسم یاخته‌ای وجود ندارد.

- ۱) تولید ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی
- ۲) تولید مولکول‌های ATP توسط آنزیم ATP ساز
- ۳) مشاهده ادغام ریزکیسه‌ها با غشای یاخته
- ۴) فعالیت آنزیم‌های غشایی مصرف کننده ATP

۸۲- در تارهای ماهیچه‌ای عضلهٔ دو سر بازو، الکترون‌های پراثری $FADH_p$ در نهایت به نوعی مولکول معدنی منتقل می‌شوند. کدام گزینه دربارهٔ این ترکیب معدنی به درستی بیان شده است؟

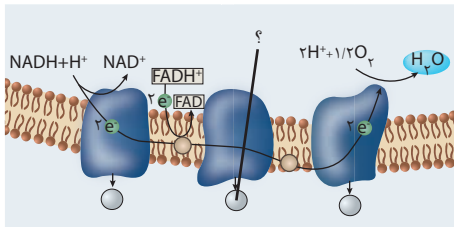
- ۱) نقش مهمی در تعیین محل مصرف پیرووات حاصل از گلیکولیز دارد.
- ۲) تحت تاثیر نوعی آنزیم موجود در غشای گویچه‌های قرمز واکنش می‌دهد.
- ۳) به طور حتم توسط مولکول‌های هموگلوبین به درون این یاخته منتقل شده است.
- ۴) امکان انتقال فعال آن توسط نوعی پمپ یونی غشای داخلی میتوکندری وجود دارد.

۸۲- شکل مقابل نوعی آنزیم موجود در غشای داخلی میتوکندری را نشان می‌دهد. کدام موارد دربارهٔ فرآوردهٔ این آنزیم درست هستند؟



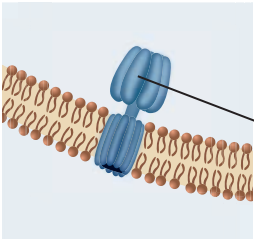
- (الف) در بیشتر موارد بازجذب مواد در کلیه‌ها مصرف می‌شود.
 (ب) همزمان با واکنش کاهش پیرووات درون یاخته‌های ماهیچه‌ای تولید می‌شود.
 (ج) در حین ورود یون‌های سدیم به درون یاخته‌های عصبی مصرف می‌شود.
 (د) می‌تواند موجب جداسدن سر میوزین از رشته‌های اکتین تارهای ماهیچه‌ای شود.
- (۱) الف - ج
 (۲) الف - د
 (۳) ب - ج
 (۴) ب - د

۸۴- با توجه شکل مقابل که زنجیرهٔ انتقال الکترون موجود در غشای داخلی میتوکندری را نشان می‌دهد؛ کدام گزینه دربارهٔ یون مشخص شده به نادرستی بیان شده است؟



- (۱) توانایی تحریک کردن گیرنده‌های موجود در دیوارهٔ برخی سرخرگ‌ها را دارد.
 (۲) غلظت این یون در سرخرگ ورودی به معده کمتر از سیاهرگ خروجی از آن است.
 (۳) در پی تبدیل پیرووات به لاکتات در تارهای ماهیچه‌ای، ترشح این یون در کلیه افزایش می‌یابد.
 (۴) در پی افزایش شدید میزان این یون در خون، فعالیت نوعی آنزیم تولیدشده در کلیه مختل می‌شود.

۸۵- شکل مقابل بخشی از غشای داخلی میتوکندری را نشان می‌دهد. کدام گزینه دربارهٔ مولکول مشخص شده درست است؟



- (۱) یکی از اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون محسوب می‌شود.
 (۲) توسط ریبوزوم‌های متصل به شبکه آندوپلاسمی تولید می‌شود
 (۳) فعالیت آنزیمی این مولکول همراه با مصرف انرژی است.
 (۴) این مولکول موجب افزایش pH بستره میتوکندری می‌شود.

۸۶- کدام گزینه دربارهٔ مولکول پروتئینی که امکان وارد کردن یون‌های هیدروژن به بسترهٔ میتوکندری را فراهم می‌کند، درست است؟

- (۱) برخلاف ناقل واردکننده کلسیم به شبکه آندوپلاسمی تار ماهیچه‌ای، یون‌ها را در جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کند.
 (۲) برخلاف کانال‌های درپچه‌دار غشای نورون، در حین جابه‌جایی یون‌های مثبت مولکول ATP مصرف می‌کند.
 (۳) همانند آخرین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون که الکترون می‌گیرد، توانایی مصرف مولکول‌های آب را دارد.
 (۴) همانند پمپ سدیم-پتاسیم در جابه‌جایی یک نوع یون مثبت بین دو سمت غشا نقش دارد.

شکر میان تست: تست بصری ازون تستواست که مو رو از ماست میکشه بیرون! کاملاً مفهومیه ...

۸۷- چند مورد عبارت زیر را به طور مناسبی تکمیل می‌کند؟

«در یاخته‌های تار ماهیچه‌ای غلظت در بیش‌تر از غلظت آن در است.»

- (الف) Na^+ - مایع بین یاخته‌ای - درون میان یاخته
 (ب) کلسیم - میان یاخته - شبکه آندوپلاسمی
 (ج) H^+ - فضای بین غشایی میتوکندری - فضای بستره
 (د) بنیان پیروویک اسید - بسترهٔ میتوکندری - میان یاخته

(۱) صفر (۲) یک (۳) دو (۴) سه

۸۸- با فرض این که در یک سلول سالم مشیمیهٔ انسان، نوعی مادهٔ شیمیایی بتواند مانع ورود H^+ به فضای درونی میتوکندری شود، در این صورت ابتدا

(کنکور ۹۳ قارج با تغییر)

- (۱) تشکیل یون اکسید (۲) تجزیهٔ مولکول ATP (۳) بازسازی NAD^+ (۴) تشکیل مولکول ATP

درسنامه ۶: مروری بر تنفس یاخته‌ای، بازه انرژی و تنظیم آن

مروری بر تنفس یاخته‌ای هوازی

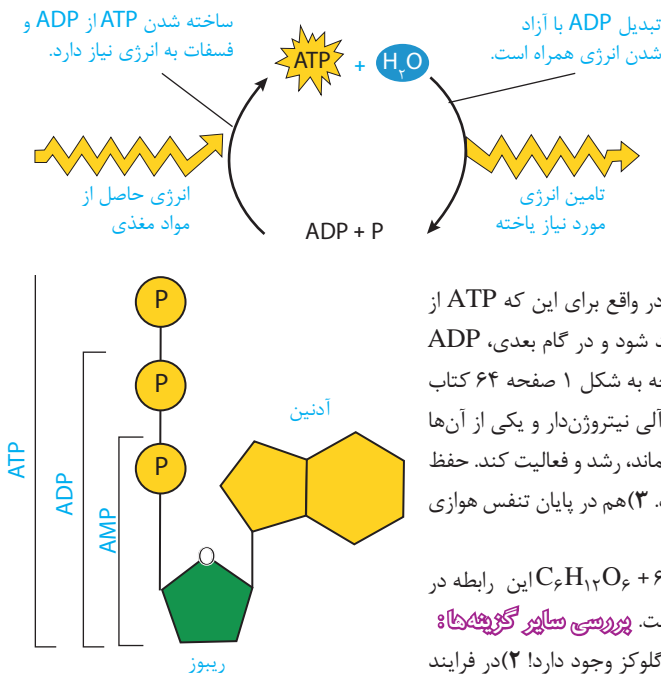
یک بار دیگر به طور خیلی خلاصه وقایع تنفس یاخته‌ای هوازی را بررسی می‌کنیم تا ببینیم چه اتفاقاتی رخ داد:

● **مرحله اول (گلیکولیز):** یک مولکول گلوکز از محیط وارد سلول شده و در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم در فرآیند گلیکولیز اکسید می‌شود که

نتیجه آن تولید دو عدد پیرووات، چندتا NADH و به طور خالص ۲ عدد ATP می‌باشد. یعنی اینجوری:



پاسخنامه تشریحی



۱ با تبدیل ADP به AMP، یک گروه فسفات آزاد می‌شود. پس در نتیجه واکنش C، به تعداد گروه‌های فسفات آزاد درون یاخته افزوده می‌شود. **پروسی سائور گزیته‌ها:** (۱) در پی تنفس بی‌هوازی نیز امکان تولید ATP وجود دارد. (۲) تبدیل ADP به ATP، همراه با آزاد شدن آب است! (۴) پیوندهای پرانرژی بین گروه‌های فسفات تشکیل می‌شوند، نه بین قند و گروه فسفات!

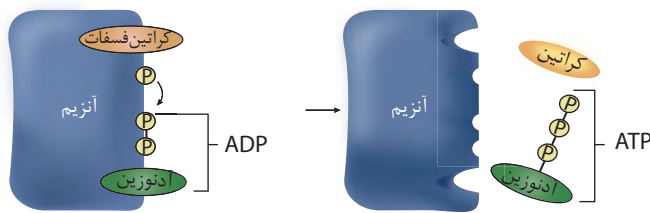
۲ شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته‌ها محسوب می‌شود. امکان تولید ATP به صورت مستقیم از AMP وجود ندارد. در واقع برای این که ATP از AMP ساخته شود، ابتدا باید به AMP گروه فسفات اضافه شود و ADP تولید شود و در گام بعدی، ADP با دریافت گروه فسفات به ATP تبدیل گردد. **پروسی سائور گزیته‌ها:** (۱) با توجه به شکل ۱ صفحه ۶۴ کتاب درسی، در ساختار ATP سه حلقه آلی وجود دارد که دوتای آن‌ها مربوط به باز آلی نیتروژن دار و یکی از آن‌ها مربوط به قند پنج کربنی ریبوز است. (۲) هیچ جاننداری نمی‌تواند بدون انرژی زنده بماند، رشد و فعالیت کند. حفظ هر یک از این ویژگی‌های جانداران به تامین و در اختیار داشتن ATP وابسته است. (۳) هم در پایان تنفس هوازی و هم در پایان تنفس بی‌هوازی، مولکول ATP تولید می‌شود.

۳ $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + ADP + P \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$ (فسفات) این رابطه در اصل تنفس هوازی را نشان می‌دهد، که بدون حضور اکسیژن انجام این فرایند امکان پذیر نیست. **پروسی سائور گزیته‌ها:** (۱) در نتیجه تنفس بی‌هوازی نیز امکان آزاد شدن انرژی ذخیره شده در مولکول گلوکز وجود دارد! (۲) در فرایند نشان داده شده، مرحله سوم فسفات شدن آدنوزین که همان تبدیل ADP به ATP است، انجام می‌شود.

۴ شکل صورت سوال، آدنوزین تری فسفات است. آدنوزین تری فسفات شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته‌ها محسوب می‌شود. **پروسی سائور گزیته‌ها:** (۱) کمی جلوتر می‌خوانیم که در فرایند گلیکولیز که یکی از مراحل تنفس یاخته‌ای است، ATP مصرف می‌شود. (۲) در ساختار ATP دو پیوند پرانرژی در بین گروه‌های فسفات دیده می‌شود. (۳) مولکول ATP در حین آزاد کردن یک گروه فسفات، یک مولکول آب نیز مصرف می‌کند.

۵ فقط مورد «ب» عبارت را به درستی تکمیل می‌کند. **پروسی همه موارد:** الف) در نخستین مرحله فسفات شدن آدنوزین، پیوندی بین گروه فسفات و قند پنج کربنی تشکیل می‌شود. این پیوند، پیوند پرانرژی محسوب نمی‌شود. ب) برای تبدیل AMP به ADP یک گروه فسفات باید به AMP اضافه شود که با تولید یک مولکول آب همراه است. ج) در تبدیل آدنوزین مونو فسفات به آدنوزین، پیوند بین گروه فسفات و قند پنج کربنه (نه باز آدنین) شکسته می‌شود. د) در پی تبدیل ATP به AMP، انرژی مورد نیاز یاخته آزاد می‌شود، پس به انرژی مواد غذایی نیازی نداریم.

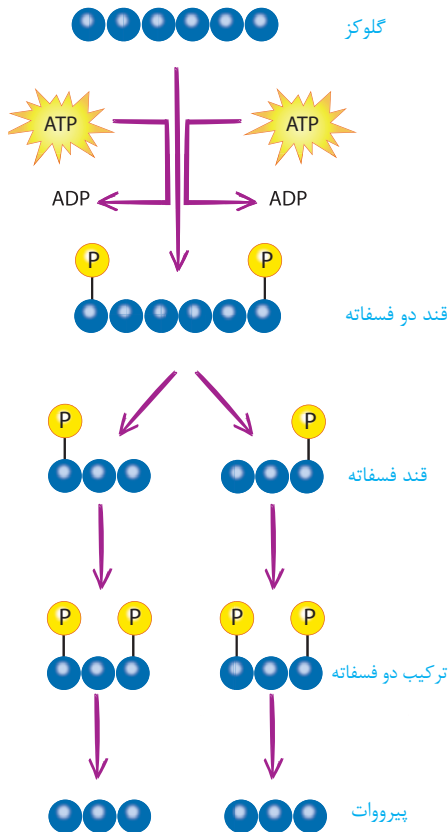
توجه: دقت کنید که نوکلئوتیدها حداقل یک گروه فسفات را دارند یعنی اگر حداقل یک گروه فسفات نداشته باشند نوکلئوتید نامیده نمی‌شود.



۶ در یک یاخته یوکاریوتی، ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده هم درون میان یاخته و هم درون میتوکندری انجام می‌شود؛ اما ساخته شدن ATP به روش اکسایشی فقط درون میتوکندری روی می‌دهد. **پروسی سائور گزیته‌ها:** (۱) در ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده، گروه فسفات از نوعی ترکیب فسفات‌دار (پیش ماده) به ADP منتقل می‌شود، اما در ساخته شدن ATP به روش اکسایشی این گونه نیست! (۲) هر دو روش تولید ATP می‌توانند در حضور اکسیژن انجام شوند! (۳) در ساخته شدن ATP به روش اکسایشی از شیب غلظت پروتون‌ها برای تولید انرژی استفاده می‌شود؛ اما در ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده، نه!

۷ ساخته شدن ATP به روش نوری درون کلروپلاست و ساخته شدن ATP به روش اکسایشی درون میتوکندری انجام می‌شود. پس هر دو این فرایندها درون اندام‌هایی دو غشایی انجام می‌شوند. **پروسی سائور گزیته‌ها:** (۲) ATP به هر روشی که تولید شود، منجر به آزاد شدن مولکول آب می‌شود. (۳) کمی جلوتر می‌خوانیم که تولید ATP در سطح پیش ماده، هم درون میتوکندری و هم در فضای میان یاخته انجام می‌شود. (۴) ساخته شدن ATP به روش اکسایشی با کمک انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها در میتوکندری انجام می‌شود، اما تولید ATP در سطح پیش ماده، نه!

۸ منظور صورت سوال، ATP است. در ساختار ATP یک پیوند قند-فسفات دیده می‌شود. در گفتار بعدی می‌خوانیم که نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید نوعی مولکول دی نوکلئوتید است و در ساختار آن سه پیوند قند-فسفات دیده می‌شود. **پروسی سائور گزیته‌ها:** (۱) باز آلی این مولکول، آدنین است. آدنین



با باز آلی یوراسیل یا تیمین رابطهٔ مکملی برقرار می‌کند که بازهایی تک حلقه‌ای هستند. (۲) پیوندهای پراترزی ATP بین گروه‌های فسفات آن تشکیل می‌شود. پس در ساختار ATP دو پیوند پراترزی و سه حلقهٔ آلی (سوال قبلی توضیح دادم دیگه!) وجود دارد. (۴) قند به کار رفته در ساختار آدنوزین تری فسفات، ریبوز و قند به کار رفته در ساختار نوکلئوتیدهای دنا، دئوکسی ریبوز است. هم ریبوز و هم دئوکسی ریبوز، دارای پنج اتم کربن هستند.

در گلیکولیز، قند دو فسفات به دو گروه فسفات خود را از دست می‌دهد و به پیرووات تبدیل می‌شود. **پروسی سالور گزیده‌ها:** (۱) در آخرین مرحلهٔ گلیکولیز، پیرووات (پیروویک اسید) تولید می‌شود که این مرحله همراه با مصرف ATP نیست! (۲) با توجه به مراحل گلیکولیز، گلوکز فسفات به دو قند سه کربنه و تک فسفات می‌شکند. (۳) در اولین مرحلهٔ گلیکولیز، هر گلوکز با مصرف دو مولکول ATP به گلوکز فسفات تبدیل می‌شود.

در گلیکولیز کربن دی اکسید آزاد نمی‌شود. **پروسی سالور گزیده‌ها:** (۱) گلیکولیز در هر یاختهٔ دارای تنفس یاخته‌ای (چه یوکاریوت و چه پروکاریوت) در سیتوپلاسم انجام می‌شود. (۲) کمی قبل تر گفتیم که تولید ATP در گلیکولیز فقط در سطح پیش ماده انجام می‌شود! (۳) تنفس هوازی و بی‌هوازی در جانداران با فرایند گلیکولیز آغاز می‌شود. پس در هر نوع تنفس یاخته‌ای گلوکز، گلیکولیز انجام می‌شود.

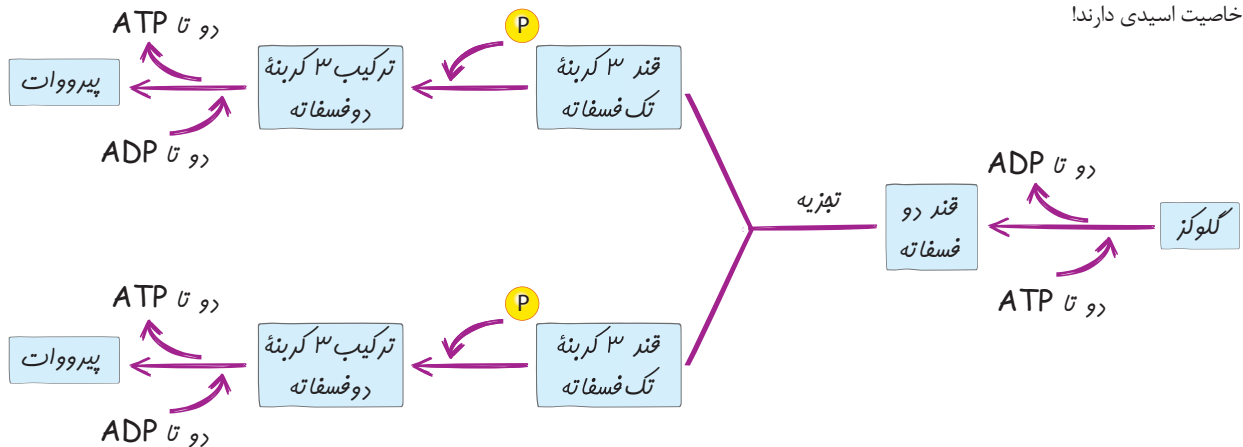
منظور صورت سوال، مولکول ATP است. ATP انرژی فعال سازی واکنش‌های مربوط به تجزیهٔ گلوکز در قندکافت را تامین می‌کند. **پروسی سالور گزیده‌ها:** (۱) نوکلئوتیدهای موجود در ساختار دنا، تک فسفات هستند (البته به جز دو نوکلئوتید هر انتهای رشته که سه فسفات است) و ATP سه فسفات. حالا خودتون مقایسه کنید! (۳) این NADH است که مولکولی دینوکلئوتیدی است، نه ATP. (۴) مصرف ATP در نخستین مرحلهٔ گلیکولیز و همزمان با تشکیل گلوکز فسفات انجام می‌شود.

منظور صورت سوال، NADH است. این مولکول یک مولکول دو نوکلئوتیدی می‌باشد و در ساختار خود، دو گروه فسفات دارد. **پروسی سالور گزیده‌ها:** (۱) در این مولکول ۲ پیوند قند-فسفات دیده می‌شود. (۲) ATP انرژی فعال سازی واکنش‌های گلیکولیز را تامین می‌کند، نه NADH (۳) NADH توانایی دریافت الکترون ندارد.

در تنفس هوازی، گلیکولیز درون میان یاخته انجام می‌شود. در آخرین مرحلهٔ گلیکولیز، ترکیب قندی سه کربنی دو فسفات به نوعی اسید سه کربنی تبدیل می‌شود. **پروسی سالور گزیده‌ها:** (۱) پیرووات (اسید سه کربنی و فاقد فسفات) در صورت نبود اکسیژن کافی در تنفس بی‌هوازی (نه هوازی) الکترون دریافت می‌کند. (۲) بازسازی ترکیب چهار کربنه در چرخهٔ کربس اتفاق می‌افتد. (۳) تجزیهٔ گلوکز تا حد تشکیل مولکول کربن دی اکسید در تنفس هوازی، درون میتوکندری انجام می‌شود؛ نه میان یاخته!

موارد (الف)، (ب) و (ج) عبارت موردنظر را به درستی کامل می‌کنند. **پروسی همهٔ موارد:** الف) شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته، ATP است. این مولکول در طی گلیکولیز هم تولید و هم مصرف می‌شود. (ب) این دیگه خط کتابه!! (ج) در گلیکولیز ATP در سطح پیش ماده تولید می‌شود. (د) انجام فرایند گلیکولیز وابسته به غلظت اکسیژن موجود در میان یاخته نیست.

همهٔ موارد این عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. **پروسی همهٔ موارد:** الف) در مرحلهٔ A، ترکیب با خاصیت اسیدی تولید نمی‌شود اما در مرحلهٔ B تولید می‌شود! (ب) در مراحل B، امکان تولید ATP وجود دارد، اما در مرحلهٔ A نه! (ج) در مرحلهٔ A، مولکول‌های ADP و گلوکز فسفات تولید می‌شوند که هر دو ترکیباتی دو فسفات هستند؛ اما در مراحل B، پیرووات (ترکیبی بدون فسفات) و ATP (ترکیبی سه فسفات) تولید می‌شود. (د) ترکیب تولید شده در نتیجهٔ واکنش‌های B، خاصیت اسیدی دارند!



به دنبال ورود یک مولکول گلوکز به گلیکولیز، در مرحلهٔ نهایی آن چهار گروه فسفات از ترکیب‌های کربن دار آزاد می‌شود و چهار مولکول ATP در سطح پیش ماده تشکیل می‌شود. **پروسی سالور گزیده‌ها:** (۱) آزاد شدن گروه فسفات از مولکول ATP وجود ندارد! (۳) در مرحلهٔ آخر از هر گلوکز دو مولکول پیرووات

فصل ۵: از ماده به انرژی

(ترکیب سه کربنه فاقد فسفات) حاصل می شود. (۴) در مرحله نهایی گلیکولیز، همزمان با تشکیل ATP، مولکول آب نیز تولید می شود.

🤖 ۱۷ ۱ در اولین مرحله گلیکولیز، با اضافه شدن گروه های فسفات از ATP به گلوکز، ADP و گلوکز فسفات تولید می شود. هر دو این ترکیب ها دارای دو گروه فسفات هستند. پس در این مرحله دو نوع ترکیب مختلف دارای دو گروه فسفات تشکیل می شود. **پرورسی سائیر گزیده ها: ۲** در مرحله دوم گلیکولیز، نوعی مولکول قندی سه کربنه و دارای یک گروه فسفات تشکیل می شود. (۳) در مرحله سوم گلیکولیز، نوعی ترکیب سه کربنه و دو فسفات تولید می شود. (۴) آخرین ترکیب تولید شده در گلیکولیز، ترکیبی سه کربنی و فاقد گروه فسفات است که همان پیرووات می باشد.

جدول مقایسه ای

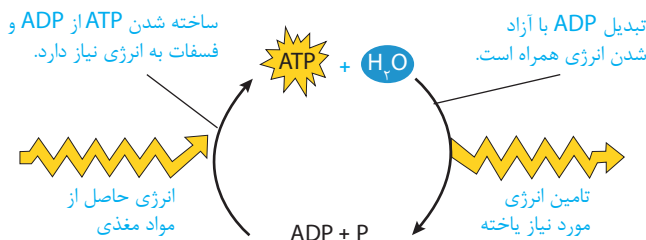
مرور مقایسه	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۳	مرحله ۴
واکنش	تصویر	تصویر	تصویر	تصویر
مواد مصرفی	گلوکز + آدنوزین تری فسفات	ترکیب ۶ کربنه دو فسفات (قند ۶ کربنه) (دو فسفات)	ترکیب ۳ کربنه تک فسفات (قند ۳ کربنه) + ۳ کربنه تک فسفات (دو فسفات)	ترکیب ۳ کربنه دو فسفات (قند ۳ کربنه) (دو فسفات) + آدنوزین تری فسفات
مواد تولیدی	ترکیب ۶ کربنه دو فسفات (قند ۶ کربنه) (دو فسفات) + آدنوزین تری فسفات	ترکیب ۳ کربنه تک فسفات (قند ۳ کربنه) (تک فسفات)	ترکیب ۳ کربنه دو فسفات (قند ۳ کربنه) (دو فسفات) + NAD ⁺	پیرووات + آدنوزین تری فسفات
CO ₂	-	-	-	-
O ₂	-	-	-	-
ATP	مصرف می شود.	-	-	تولید می شود.
ADP	تولید می شود.	-	-	مصرف می شود.

🤖 ۱۸ ۲ در آخرین مرحله گلیکولیز، پیروویک اسید تولید می شود و در نخستین مرحله آن، گلوکز فسفات! پیروویک اسید برخلاف گلوکز فسفات، دارای خاصیت اسیدی است. **پرورسی سائیر گزیده ها: ۱** در نخستین مرحله گلیکولیز، آدنوزین تری فسفات مصرف می شود، اما در آخرین مرحله نه! (۳) در آخرین مرحله گلیکولیز، ترکیبی سه کربنی و فاقد فسفات تشکیل می شود. (۴) شکسته شدن پیوند کوالان بین اتم های کربن در مرحله دوم گلیکولیز انجام می شود.

🤖 ۱۹ ۴ در مرحله دوم گلیکولیز، گلوکز فسفات که ترکیبی ۶ کربنه و دو فسفات است مصرف می شود؛ (رد گزینۀ ۳) و منجر به تولید ترکیب هایی قندی و سه کربنی و تک فسفات می شود. (تایید گزینۀ ۴ و رد گزینۀ ۲) **پرورسی سائیر گزیده ها: ۱** شکسته شدن مولکول ATP در اولین مرحله گلیکولیز روی می دهد.

🤖 ۲۰ ۲ در اولین مرحله گلیکولیز، ATP مصرف می شود و انرژی لازم برای راه اندازی واکنش های تجزیۀ گلوکز را تامین می کند. **پرورسی سائیر گزیده ها: ۱** در فرایند گلیکولیز یک نوع مولکول حامل الکترون (NADH) تشکیل می شود. (۳) در گلیکولیز، قند سه کربنی و اسید سه کربنی تشکیل می شود. (۴) در فرایند گلیکولیز تولید کربن دی اکسید صورت نمی پذیرد.

🤖 ۲۱ ۴ در مرحله آخر گلیکولیز هر ترکیب سه کربنی دو فسفات خود را از دست می دهد و در پی آن دو مولکول ATP تولید می شود. **پرورسی سائیر گزیده ها: ۱** به ازای مصرف هر دو الکترون در گلیکولیز، یک مولکول NADH بازسازی می شود. (۲) با آزاد شدن گروه فسفات از مولکول ATP، گلوکز فسفات تشکیل می شود. این ترکیب در مرحله بعدی، (نه همزمان!) شکسته می شود. (۳) برای فسفات شدن گلوکز که ترکیبی شش کربنه است از مولکول های ATP استفاده می شود، نه از یون های فسفات آزاد در سیتوپلاسم.



🤖 ۲۲ ۲ شکل سوال تبدیل ATP به ADP را نشان می دهد. این فرایند، در نخستین مرحله گلیکولیز انجام می شود. در این مرحله گلوکز مصرف شده و گلوکز فسفات تولید می شود. **پرورسی سائیر گزیده ها: ۱** در مرحله اول گلیکولیز و مرحله سوم آن امکان تولید ترکیبات دو فسفات وجود دارد. در مرحله سوم ATP مصرف نمی شود! (۳) در مرحله دوم گلیکولیز این فرایند انجام می شود که در این مرحله، امکان مصرف ATP وجود ندارد.

🤖 ۲۳ ۲ در مرحله دوم فندکافت، ترکیب سه کربنی که همان پیرووات است، تشکیل می شود. در این مرحله با شکسته شدن پیوند کوالان بین اتم های کربن موجود در گلوکز فسفات، ترکیب های سه کربنه و تک فسفات ایجاد می شوند. **پرورسی سائیر گزیده ها: ۱** همزمان با تبدیل ترکیب سه کربنی تک فسفات به ترکیب سه کربنی دو فسفات، میزان گروه های فسفات موجود در میان یاخته کاهش می یابد. (۳) در فندکافت، NADH مصرف نمی شود! (۴) در آخرین مراحل گلیکولیز، ترکیب قندی دو فسفات به اسید سه کربنی تبدیل می شود. در طی این واکنش ها، مولکول ATP تولید می شود، نه مصرف.

فرایند گلیکولیز همواره به صورت مرحله‌ای انجام می‌شود و مجموعه‌ای از واکنش‌های مختلف است. **پرورسی سایر گزیده‌ها:** (۱) این فرایند با تولید پیرووات پایان می‌پذیرد که ترکیبی کربن‌دار و بدون فسفات است که خاصیت اسیدی دارد. (۲) در نخستین مرحله این فرایند، ATP مصرف و ADP تولید می‌شود. در نتیجه آن یکی از پیوندهای پرانرژی موجود در ساختار ATP شکسته می‌شود. این پیوند پرانرژی بین گروه‌های فسفات ATP است، نه بین قند و فسفات آن! (۴) فرایند گلیکولیز در هر یاخته دارای تنفس هوایی همواره در سیتوپلاسم انجام می‌شود.

در نخستین مرحله گلیکولیز ترکیبی شش کربنه و دو فسفات تولید می‌شود؛ اما در دومین مرحله آن این ترکیب شش کربنه می‌شکند و دو قند سه کربنی تک فسفات تولید می‌شود. **پرورسی سایر گزیده‌ها:** (۱) در مرحله اول گلیکولیز برخلاف مرحله دوم آن، ATP مصرف می‌شود. (۳) در مرحله دوم گلیکولیز، قند سه کربنی تک فسفات تولید می‌شود. (۴) در هر دو این مراحل امکان مصرف گروه فسفات آزاد موجود در سیتوپلاسم وجود ندارد!

در گلیکولیز، همزمان با تبدیل ترکیب قندی سه کربنی به ترکیب اسیدی بدون فسفات، ADP به ATP تبدیل می‌شود و میزان غلظت ADP در فضای میان یاخته کاهش می‌یابد. **پرورسی سایر گزیده‌ها:** (۱) منظور این گزینه، مرحله اول گلیکولیز است که در آن ATP مصرف می‌شود. (۲) در این مراحل ATP نه مصرف و نه تولید می‌شود!

در گلیکولیز، همزمان با مصرف الکترون و پروتون NAD^+ کاهش می‌یابد و NADH بازسازی می‌گردد که نوعی حامل الکترون دو نوکلئوتیدی است. **پرورسی سایر گزیده‌ها:** (۱) در نخستین مرحله گلیکولیز، مولکول ATP مصرف می‌شود و همزمان با مصرف این مولکول ATP، مولکول آب نیز مصرف می‌گردد. اما دقت کنید که برای اضافه شدن فسفات به گلوکز هم دو مولکول آب تولید می‌شود. پس برآیند مصرف یا تولید آب صفر است! نه شاهی اومده نه شاهی رد شده! (۲) در مرحله سوم گلیکولیز، ترکیب سه کربنی تک فسفات به ترکیب قندی سه کربنی دو فسفات تبدیل می‌شود. در این حین، امکان مصرف مولکول ATP وجود ندارد! (۴) در مرحله اول و مرحله سوم گلیکولیز، ترکیب دو فسفات ایجاد می‌شود. (در مرحله اول، ADP و گلوکز فسفات و در مرحله سوم قند سه کربنی دو فسفات) در مرحله سوم از میزان فسفات‌های درون میان یاخته کاسته می‌شود، اما در مرحله اول نه!

شکسته شدن ترکیب شش کربنی در مرحله دوم گلیکولیز انجام می‌شود، اما آزاد شدن گروه فسفات از ATP در مرحله اول گلیکولیز! پس مورد اول دیرتر از مورد دوم انجام می‌شود. **پرورسی سایر گزیده‌ها:** (۱) تشکیل ATP در مراحل نهایی گلیکولیز و مصرف قند سه کربنی فسفات، در مرحله سوم گلیکولیز انجام می‌شود. پس این مورد غلط! (۲) در نخستین مرحله گلیکولیز، مولکول گلوکز، فسفات می‌شود و کمی پس از آن ترکیب شش کربنی تشکیل شده (گلوکز فسفات) به دو ترکیب سه کربنی شکسته می‌شود. مورد اول نسبت به مورد دوم، زودتر انجام می‌شود. (۴) در مرحله دوم گلیکولیز، قند سه کربنی تک فسفات تشکیل می‌شود. اما در مرحله سوم گلیکولیز، با مصرف فسفات‌های درون میان یاخته و افزوده شدن آن‌ها به این ترکیبات قندی، قندهای سه کربنی و دو فسفات ایجاد می‌شوند. پس این گزینه هم غلط! چون مورد اول دیرتر از مورد دوم رخ می‌دهد.

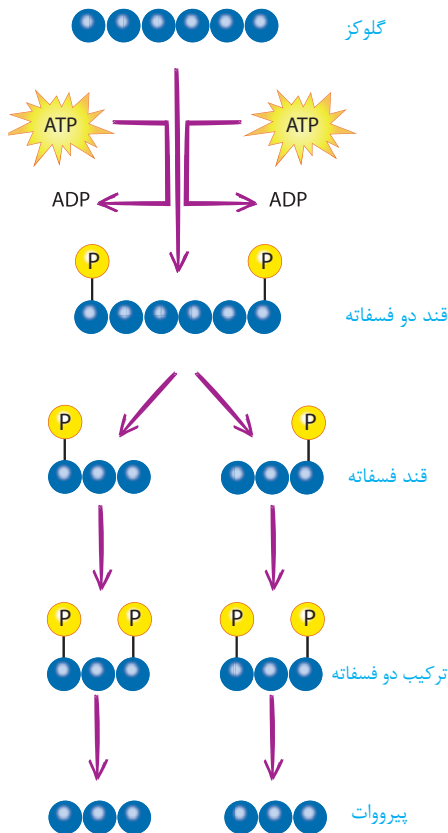
موارد «الف» و «ب» عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. **پرورسی همه موارد:** الف) در نخستین مرحله گلیکولیز، گلوکز به ترکیب شش کربنه تبدیل می‌شود. در این مرحله ATP مصرف می‌شود. ب) در آخرین مرحله گلیکولیز، قند سه کربنی و تک فسفات، به نوعی اسید سه کربنی به نام پیروویک اسید تبدیل می‌شود. در این مرحله امکان تولید مولکول‌های ATP وجود دارد. ج) در مرحله دوم گلیکولیز، ترکیب شش کربنی ناپایدار به قند سه کربنی تبدیل می‌شود. در این مرحله، یون فسفات مصرف نمی‌شود. د) در مرحله سوم گلیکولیز، قند تک فسفات به قند دو فسفات، تبدیل می‌شود.

در این مرحله، پیوند بین اتم‌های کربن شکسته نمی‌شود. **پرورسی سایر گزیده‌ها:** (۱) منظور صورت سوال، گلیکولیز است. در گلیکولیز، ابتدا گروه فسفات از آدنوزین تری فسفات آزاد می‌شود (مورد ب) و سپس این گروه فسفات به گلوکز اضافه می‌شود و گلوکز فسفات تولید می‌گردد. در مرحله بعدی، گلوکز فسفات به دو قند سه کربنی فسفات می‌شکند. (مورد ج) پس از آن در مرحله سوم گلیکولیز، گروه‌های فسفات آزاد میان یاخته با اضافه شدن به قند سه کربنی تک فسفات، باعث تولید قند سه کربنی دو فسفات می‌شوند. (مورد الف) در نهایت در نتیجه آزاد شدن گروه‌های فسفات از قند سه کربنی دو فسفات، نوعی اسید سه کربنی ایجاد می‌شود. (مورد د)

در مرحله دوم گلیکولیز، ترکیب ۶ کربنی دو فسفات که ناپایدار است به دو ترکیب سه کربنی شکسته می‌شود. از سوی دیگر، در مرحله سوم این فرایند، قند سه کربنی تک فسفات به ترکیب سه کربنی دو فسفات تبدیل می‌شود. **پرورسی سایر گزیده‌ها:** (۱) سه فسفات شدن مولکول ADP در مرحله آخر گلیکولیز رخ می‌دهد و تشکیل قندهای شش کربنه دو فسفات در مرحله اول گلیکولیز! (۳) گلوکز فسفات شده در مرحله دوم گلیکولیز می‌شکند، در حالی که ATP (مولکول پرانرژی تک نوکلئوتیدی) در مرحله چهارم تشکیل می‌شود. (۴) اسیدهای سه کربنی در مرحله نهایی گلیکولیز تولید می‌شوند در حالی که ATPها در مرحله اول آن مصرف می‌شوند.

منظور صورت سوال، قند سه کربنی دو فسفات است. این ترکیب قندی در طی واکنش‌هایی در مراحل نهایی گلیکولیز باعث تولید پیرووات می‌شود که ترکیبی اسیدی است. **پرورسی سایر گزیده‌ها:** (۱) این ترکیب سه اتم کربن دارد، اما گلوکز ۶ اتم کربن! (۳) در نتیجه شکسته شدن گلوکز فسفات، قند سه کربنی و تک فسفات ایجاد می‌شود، نه قند دو فسفات! (۴) طی واکنش‌هایی که قند سه کربنی و دو فسفات به پیرووات تبدیل می‌شود، مولکول ATP تولید می‌گردد، نه مصرف.

فقط مورد «د» عبارت را به درستی تکمیل می‌کند. **پرورسی همه موارد:** الف) در



گلیکولیز، امکان تشکیل NAD^+ وجود ندارد! (ب) مصرف مولکول ATP در مرحله اول گلیکولیز و تشکیل قند تک فسفات در مرحله دوم گلیکولیز انجام می‌شود. پس این فرآیندها همزمان نیستند! (ج) در واکنش‌های مراحل نهایی گلیکولیز، پیرووات تشکیل می‌شود، اما مصرف فسفات‌های آزاد میان یاخته در گلیکولیز، همزمان با مرحله سوم و تبدیل قند تک فسفات به قند دو فسفات انجام می‌شود. پس این موارد هم همزمان نیستند! (د) کمی قبل تر خواندیم که در طی واکنش تبدیل ATP به ADP، مولکول آب مصرف می‌شود. پس این مورد درسته.

😊 ۳۴ ۳) نخستین مرحله تنفس یاخته‌ای، همان گلیکولیز است. در نخستین مرحله گلیکولیز، ATP مصرف شده و انرژی فعال‌سازی واکنش‌های مربوط به تجزیه گلوکز تامین می‌شود. پس از مصرف ATP در این مرحله، در انتها گلوکز فسفات ایجاد می‌شود. **پروسی سایر گزیده‌ها: ۱)** برای آن که NAD^+ کاهش یابد، باید هم الکترون و هم پروتون مصرف شود. (۲) در نخستین مرحله از گلیکولیز، همزمان با مصرف مولکول ATP و بازسازی ADP، مولکول شش کربنی دو فسفات تولید می‌شود. (۴) در مراحل پایانی همزمان با تبدیل قند دو فسفات به پیرووات، گروه‌های فسفات این قند به ADP منتقل می‌شود و ATP بازسازی می‌گردد.

😊 ۳۵ ۳) در مرحله اول گلیکولیز، ATP مصرف می‌شود و گلوکز فسفات و ADP تولید می‌شوند که هر دو ترکیباتی دو فسفات هستند. **پروسی سایر گزیده‌ها: ۱)** در گلیکولیز، همزمان با مصرف ADP در مرحله اول گلیکولیز، نوعی ترکیب شش کربنی دو فسفات به نام گلوکز فسفات تشکیل می‌شود. (۲) در گلیکولیز، امکان اکسایش ترکیب دو نوکلئوتیدی ($NADH$) وجود ندارد! (۴) در مرحله سوم گلیکولیز، قندهای فسفات به قندهای دو فسفات تبدیل می‌شوند. فسفات‌های مورد نیاز برای این واکنش از فسفات‌های آزاد میان یاخته تامین می‌شود، نه مولکول ATP!

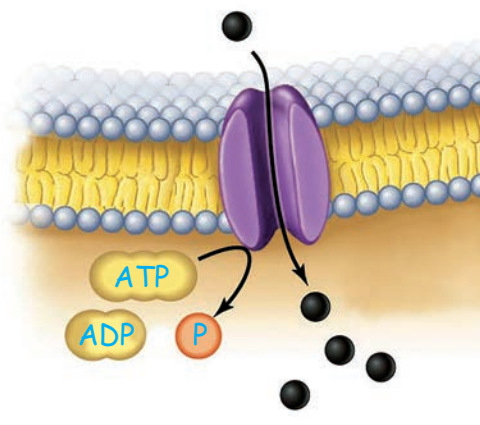
😊 ۳۶ ۲) در گلیکولیز، همزمان با شکسته شدن گلوکز فسفات به دو قند سه کربنی تک فسفات (رد گزیده ۳)، پیوند بین قند و فسفات شکسته یا تشکیل نمی‌شود. در این مرحله گلوکز فسفات مصرف می‌شود. **پروسی سایر گزیده‌ها: ۱)** در این مرحله ATP مصرف نمی‌شود. (۴) در این مرحله پیوند کووالان بین اتم‌های کربن در مولکول گلوکز فسفات شکسته می‌شود.

😊 ۳۷ ۴) در مرحله سوم گلیکولیز، از فسفات‌های آزاد موجود در میان یاخته استفاده می‌شود تا به قندهای فسفات افزوده شوند و قندهای دو فسفات تولید شوند. **پروسی سایر گزیده‌ها: ۱)** در گلیکولیز، در حین کاهش NAD^+ ، الکترون و پروتون مصرف می‌شود. NAD^+ دارای پیوند فسفودی استر است. (۲) در مراحل انتهایی گلیکولیز تبدیل ADP به ATP در سطح پیش ماده و با گرفتن فسفات‌های قندهای سه کربنی انجام می‌شود و از یون‌های فسفات آزاد در سیتوپلاسم استفاده نمی‌شود. (۳) در مرحله اول گلیکولیز برای شکستن گلوکز از فسفات‌های مولکول‌های ATP استفاده می‌شود و یون‌های فسفات آزاد در سیتوپلاسم استفاده نمی‌شوند.

😊 ۳۸ ۲) موارد «ج» و «د» عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. **پروسی همه موارد: الف)** در مراحل نهایی گلیکولیز، به ازای هر گروه فسفاتی که از قندهای سه کربنی دو فسفات آزاد می‌شود، یک مولکول ATP تولید می‌شود. پس به ازای هر پیروواتی که تولید می‌شود، دو مولکول ATP تولید می‌شود. (ب) با توجه به واکنش بازسازی $NADH$ ، به ازای هر مولکول $NADH$ که بازسازی می‌شود، دو الکترون مصرف می‌شود. (ج) به ازای هر گلوکز، در نخستین مرحله گلیکولیز، دو مولکول ATP مصرف می‌شود و در انتهای گلیکولیز، دو پیرووات تولید می‌گردد. (د) با توجه به واکنش‌های مرحله دوم و سوم گلیکولیز، هر قند سه کربنی تولیدشده در مرحله دوم، در مرحله بعدی یک گروه فسفات دریافت می‌کند و به قند سه کربنی دو فسفات تبدیل می‌شود. پس این موارد، برابر هستند!

جدول مقایسه ای

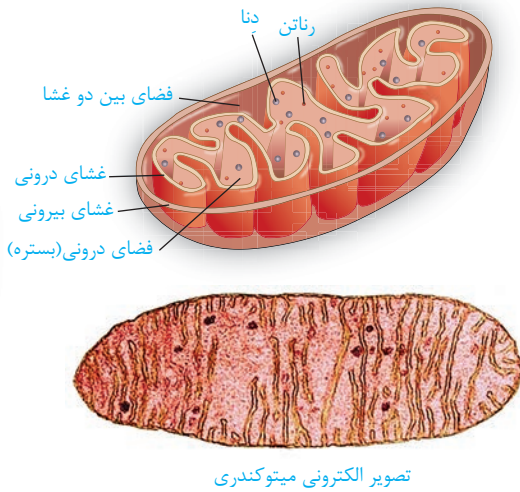
مورد مقایسه	ATP مصرفی	ATP تولید	NADH تولیدی	ADP تولیدی	ADP مصرفی	NAD^+ مصرفی	الکترون و پروتون‌های مصرفی
در هر فرآیند گلیکولیز	۲ عدد	۴ عدد	بیش از یک عدد	۲ عدد	۴ عدد	بیش از یک عدد	۴ عدد e^- و ۴ عدد H^+
مرحله	۱	۴	-	۱	۴	-	-



😊 ۳۹ ۱) منظور صورت سوال ATP است. ورود یون‌های سدیم به یاخته‌های پوششی پرز روده طبق فرایند انتشار و بدون مصرف ATP انجام می‌شود. **پروسی سایر گزیده‌ها: ۲)** یون‌های سدیم با فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم و طی انتقال فعال از یاخته‌های عصبی خارج می‌شوند. پس این فعالیت با مصرف ATP همراه است. (۳) برای آن که پل‌های اتصالی بین سر میوزین و رشته‌های اکتین شکسته شود، باید مولکول ATP به سر رشته‌های میوزین متصل شود. پس این فرایند نیز با مصرف ATP همراه است. (۴) آزادسازی ناقل‌های عصبی به فضای سیناپسی، طی برون رانی انجام می‌شود. برون رانی با مصرف مولکول‌های ATP همراه است.

😊 ۴۰ ۳) ماده اولیه فرایند گلیکولیز گلوکز است که در تنفس یاخته‌ای بی‌هوازی به طور کامل تجزیه نمی‌شود. **پروسی سایر گزیده‌ها: ۱)** بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها را گلوکز تامین می‌کند. (۲) گلوکز با کمک مولکول ناقل ویژه‌ای، همراه با سدیم وارد یاخته پرز روده می‌شود که به این روش هم‌انتقالی می‌گویند. (۴) میزان گلوکز خون، تحت تاثیر ترشح هورمون‌های انسولین و گلوکاگون قرار می‌گیرد که از پانکراس ترشح می‌شوند.

😊 ۴۱ ۴) در طی واکنش‌های گلیکولیز، ترکیب سه کربنی دو فسفات در مرحله سوم آن تشکیل می‌شود. امکان بروز سایر موارد در گلیکولیز وجود ندارد!

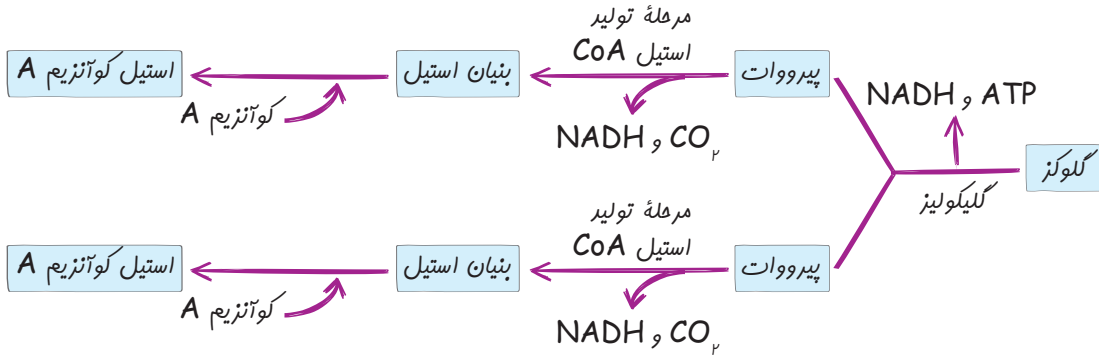


۴۲ ۱ شکستن پیوندهای موجود در یک مولکول گلوکز در طی تنفس یاخته‌ای انجام می‌شود که در همهٔ یاخته‌های زنده بدن انسان انجام می‌شود. پیوندهای بین دو مولکول گلوکز نیز در لولهٔ گوارش و توسط آنزیم‌های گوارشی روده شکسته می‌شود.

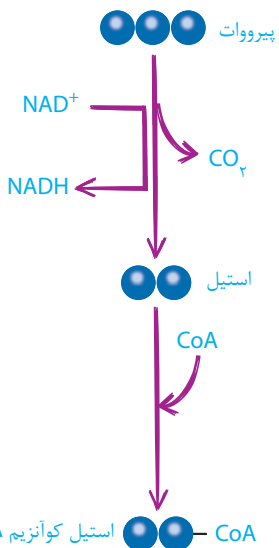
۴۳ ۲ اندامک نشان داده شده، همان میتوکندری است. غشای داخلی میتوکندری چین خورده است. **پروسی سائیر گزیده‌ها:** ۱) درون میتوکندری، رئانتن وجود دارد. این رئانتن‌ها قادر به تولید پروتئین هستند. ۳) برخی از مولکول‌های پروتئینی که درون میتوکندری فعالیت دارند، توسط ریبوزوم‌های موجود درون سیتوپلاسم تولید شده‌اند و بعداً به درون میتوکندری وارد شده‌اند. ۴) در یاخته‌های یوکاریوتی، مراحل هوازی تنفس یاخته‌ای، درون میتوکندری انجام می‌شوند.

۴۴ ۳ مجموعهٔ آنزیمی که در اکسایش پیرووات نقش دارد، موجب بازسازی حامل‌های الکترون (NADH) می‌شود. **پروسی سائیر گزیده‌ها:** ۱) در نتیجهٔ این واکنش‌ها، مولکول اکسیژن مصرف نمی‌شود! ۲) این مجموعهٔ آنزیمی در غشای داخلی میتوکندری قرار گرفته است. غشای داخلی میتوکندری چین خورده است. ۴) مجموعهٔ آنزیمی گفته شده درون میتوکندری فعالیت دارد.

۴۵ ۱ هنگامی که پیرووات در گلیکولیز تولید می‌شود بلافاصله در صورت وجود اکسیژن کافی وارد میتوکندری می‌شود. سپس پیرووات همزمان با بازسازی NADH، به ترکیبی دو کربنی تبدیل می‌شود. (گزینه‌های ۳ و ۲) در مرحلهٔ بعدی نیز کوآنزیم A به گروه استیل متصل می‌شود. (گزینهٔ ۴)



۴۶ ۱ در حین اکسایش پیرووات و تولید استیل کوآنزیم A، امکان آزاد شدن مولکول کربن دی‌اکسید وجود دارد. برای درک بهتر به شکل ۶ صفحه ۶۸ کتاب درسی به نگاه بندها! **پروسی سائیر گزیده‌ها:** ۲) در یک یاختهٔ یوکاریوتی، پیرووات پس از آن که به درون میتوکندری وارد می‌شود، اکسایش می‌یابد. ۳) در حین اکسایش پیرووات و تولید استیل کوآنزیم A، حامل الکترون بازسازی می‌شود نه اینکه اکسایش یابد! ۴) با توجه به مراحل اکسایش پیرووات و تشکیل استیل کوآنزیم A، پس از آن که NADH تشکیل می‌شود، CoA مصرف می‌گردد.



۴۷ ۴ با توجه به شکل مقابل، موارد A تا D به ترتیب عبارتند از پیرووات، کربن دی‌اکسید، استیل کوآنزیم A و NAD⁺. برای بار هزارم می‌گم که NAD⁺ اکسایش نمی‌یابد، بلکه کاهش می‌یابد. **پروسی سائیر گزیده‌ها:** ۱) غلظت پیرووات درون میتوکندری بیشتر از فضای میان یاخته است. به همین دلیل است که پیرووات طی انتقال فعال به میتوکندری وارد می‌شود. ۲) در طی گلیکولیز، کربن دی‌اکسید آزاد نمی‌شود. ۳) اکسایش استیل کوآنزیم A طی چرخهٔ کربس و درون میتوکندری انجام می‌شود.

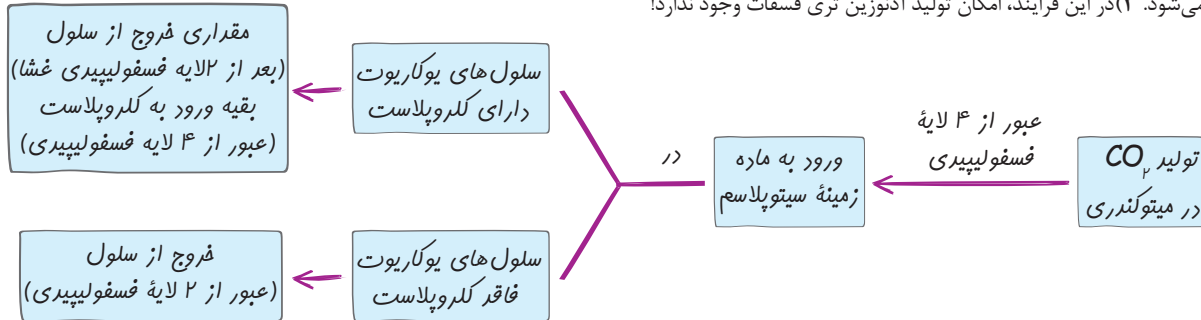
۴۸ ۲ موارد «ب» و «ج» درست هستند. موارد A تا E به ترتیب عبارتند از: کربن دی‌اکسید، NADH، استیل کوآنزیم A و NAD⁺. **پروسی سائیر گزیده‌ها:** الف) امکان بازسازی NADH در طی گلیکولیز، در فضای میان یاخته وجود دارد. ب) کمی جلوتر می‌خوانیم که در چرخهٔ کربس، امکان آزاد شدن کربن دی‌اکسید وجود دارد! ج) در طی گلیکولیز، چنین امکانی وجود دارد! د) استیل طی واکنش‌های چرخهٔ کربس، اکسایش می‌یابد، نه کاهش. ه) کمی جلوتر می‌خوانیم که در نخستین مرحلهٔ چرخهٔ کربس، کوآنزیم A آزاد می‌شود، نه مصرف.

۴۹ ۱ از تجزیهٔ یک مولکول گلوکز، دو پیرووات حاصل می‌شود. این دو پیرووات، در حین اکسایش و تولید استیل کوآنزیم A، در مجموع ۲ مولکول کربن دی‌اکسید آزاد می‌کنند و موجب کاهش دو NAD⁺ می‌شود. کمی قبل‌تر یاد گرفتیم که هر NAD⁺ با دریافت دو الکترون به NADH تبدیل می‌شود. پس در مجموع ۴ الکترون نیز در این فرایندها مصرف می‌شوند. **پروسی سائیر گزیده‌ها:** ۲ و ۳) در حین تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم A، امکان اکسایش NADH و مصرف مولکول اکسیژن و مصرف گروه فسفات وجود ندارد.

۵۰ ۳ موارد «ج» و «د» عبارت مورد نظر را به نادرستی کامل می‌کنند. **پروسی سائیر گزیده‌ها:** الف) در طی این واکنش‌ها، امکان آزاد شدن کربن دی‌اکسید وجود دارد، اما ATP تولید نمی‌شود. ب) همزمان با انجام این تبدیل، پیرووات اکسایش و NAD⁺ کاهش می‌یابد. پس این مورد هم درسته! ج) در حین تبدیل پیرووات

به استیل کوآنزیم A، کربن دی اکسید مصرف نمی‌شود. (د) در این واکنش‌ها، امکان بازسازی NADH بر خلاف FADH₂ وجود دارد.

۵۱ ۴ 😊 منظور صورت سوال واکنش اکسایش پیرووات و تبدیل آن به استیل کوآنزیم A می‌باشد. در حین تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم A، ابتدا یک مولکول کربن دی اکسید آزاد می‌شود و سپس NAD⁺ کاهش می‌یابد و در نتیجه استیل تولید می‌شود. **پروسی سایر گزیده‌ها:** (۱) کربن دی اکسید آزاد شده از پیرووات با عبور از شش لایه فسفولیپیدی (۴ لایه مربوط به میتوکندری و ۲ لایه مربوط به غشای باخته) از باخته خارج می‌شود. (۲) قبل از تولید استیل کوآنزیم A، NADH تولید می‌شود. (۳) در این فرایند، امکان تولید آدنوزین تری فسفات وجود ندارد!



۵۲ ۳ 😊 میتوکندری‌ها دارای دناى مستقل از هسته و ریبوزوم‌های مخصوص به خود هستند. **پروسی سایر گزیده‌ها:** (۱) ژن مربوط به برخی پروتئین‌های میتوکندری بر روی دناى حلقوی میتوکندری و ژن مربوط به برخی پروتئین‌های میتوکندری بر روی دناى خطی هسته قرار دارد. (۲) میتوکندری نمی‌تواند مستقل از باخته زندگی کند، زیرا همه ویژگی‌های حیات را دارا نیست. (۳) تقسیم میتوکندری مستقل از چرخه باخته‌ای است. بنابراین ممکن است در باخته‌هایی که وارد مرحله G₁ شده‌اند، میتوکندری‌ها تقسیم شوند.



۵۳ ۲ 😊 شکل صورت سوال، میتوکندری است. ژن‌های مربوط به پروتئین‌های تنفس باخته‌ای، بر روی مولکول‌های دناى خطی هسته و دناى حلقوی خود میتوکندری قرار دارند. همه این دناها درون اندامکی دو غشایی قرار گرفته‌اند. (هسته و میتوکندری هر دو، دو غشا دارند). **پروسی سایر گزیده‌ها:** (۱) دناى خطی هسته‌ای دارای دو انتهای متفاوت است، اما دناى حلقوی میتوکندری نه! (۲) دناى حلقوی میتوکندری در مجاورت با ریبوزوم‌ها قرار دارد، اما دناى هسته‌ای نه. (۳) دناى خطی توسط سه نوع رنابسپاراز یوکاریوتی ۱ و ۲ و ۳ و دناى حلقوی میتوکندری توسط رنابسپاراز پروکاریوتی رونویسی می‌شود.

۵۴ ۲ 😊 شکل صورت سوال، باخته گیاهی را نشان می‌دهد. در حین تقسیم میان باخته یاخته‌های جانوری است که حلقه انقباضی تشکیل می‌شود، نه باخته‌های گیاهی. **پروسی سایر گزیده‌ها:** (۱) در حین تقسیم هسته در این باخته‌ها، ممکن است دناى خطی در تماس با محتویات میان باخته قرار گیرد. (۲) در حین تولید پروتئین‌های ترشعی، ریبوزوم‌ها از طریق زیرواحد بزرگ خود به غشای شبکه آندوپلاسمی متصل می‌شوند. (۳) در این باخته هم میتوکندری و هم کلروپلاست وجود