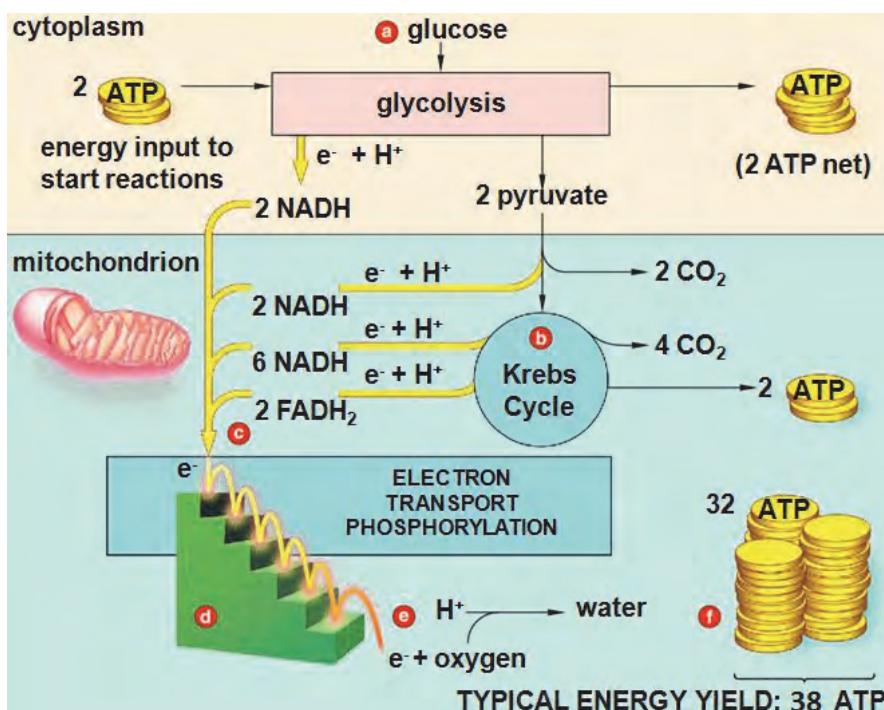


تنفس سلولی:

گفتیم که مواد آلی دارای انرژی ذخیره شده در خود می باشند! این انرژی ذخیره شده در مواد آلی ماهیت شیمیایی دارد! جانداران، سلول هایشان برای اینکه بقاء داشته باشند به انرژی نیاز دارند! حالا برای اینکه به این انرژی دست پیدا کنند، می آیند طی یک سری مجموعه واکنش های آنزیمی تحت عنوان تنفس سلولی! انرژی که در مواد آلی به صورت شیمیایی ذخیره شده است را در قالب مولکول های پر انرژی به نام ATP (یا همون آدنوزین تری فسفات) ذخیره می کنند! در واقع بچه ها اینجوری است را در قالب مولکول های پر انرژی به نام ATP (یا همون آدنوزین تری فسفات) ذخیره می کنند! در واقع بچه ها اینجوری بگم برآتون که مواد آلی حکم پول درشت رو دارن مثلًا تراول ۱۰۰ هزار تومانی! حالا برای اینکه سلول بتونه این پول درشت رو خرج کنه میاد اون رو خورد میکنه! و مثلًا ۵۰ تا ۲۰۰ هزار تومانی می کنه! علمیش رو بخواه بگم اینجوری میشه:

انرژی شیمیایی موجود در مواد آلی که خیلی زیاد است به انرژی های شیمیایی کوچکتر در قالب ATP تبدیل می شود! پهنه ها شکل پایینی هم داره هر ف من رو تایید می کنه! این شکل رو وقتی کامل مبهم تنفس سلولی رو فوندین باید گله کنید. از قصده ترجمه ش نکردم تا انگلیسی تون رو تقویت کنیدا



نکته مهم: حواستون باشه در خرآیند ختوشنتر انرژی نورانی به انرژی شیمیایی تبدیل من شهاده ام در اینجا یعنی تقصی سلول انرژی شیمیایی بزرگ به انرژی های شیمیایی کوچک تبدیل من شد!

نکته مهم: بچه ها جمله کتاب درسی خیلی مهم. کتاب من لئه «سلول ها بدنه ما ویشنتر موجودات زنده از طریق خرآیند به نام تقصی سلول انرژی موجود در ترکیب های آلی مخصوصاً آندرا به ATP تبدیل من کنند.» بچه ها طبق این منحصه های جانداران رو نظر توینهم بگیم که تقصی سلول دارند! بله بیشتر جانداران تقصی سلولی دارند.

خارج کتاب: پهه ها یه باکتری هست به اسم کلامیدیا که این باکتری عزیز به صورت آنکل دافل سلولی هستش و قادر میتواند ری و تنفس سلولیه، میره تو سلول های میزبان فودش و وقتی اونا ATP درست من کن این سلول میزنه زیر کوش این ATP ها!



نکته مهم: موارد آنکه سلول های تنفس سلولی من توانند از آن استفاده نشوند (برای تولید انرژی) همچو ۴ نوع ماده که ثبیتی اصلی من توانند باشد: یعنی کربوهیدراتات، سیده، پروتئین ها و نوکلئین اسیدها! متنه در بیشتر سلول های جانداران کربوهیدراتات را رایج ترین ماده برای تولید انرژی معرفی است! (به خصوص گلوکز)



نکته مهم: تنفس سلولی یک و آنث متفرد نیست! بلکه مجموعه ای از و آنث های من باشد! و نیازمند آنرژی های خاص من باشد!

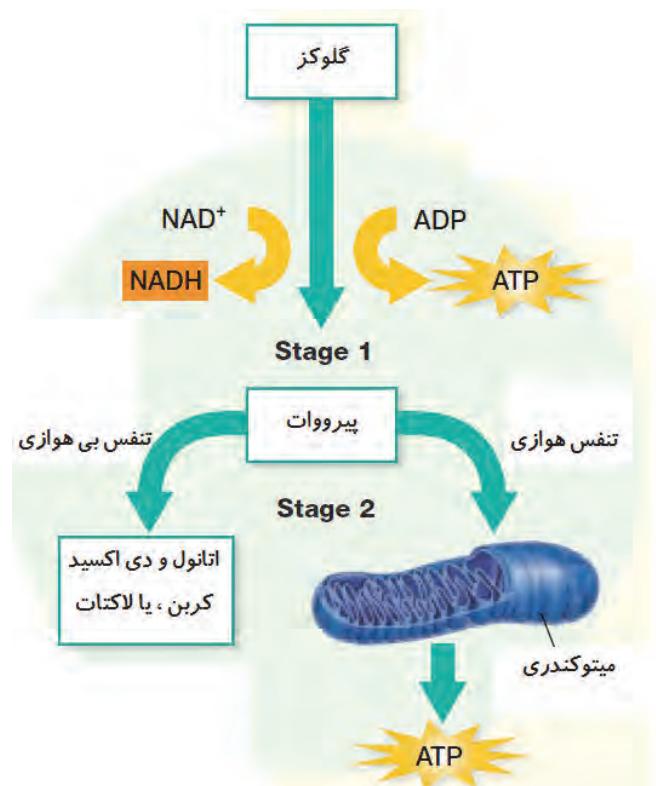


نکته مهم: تنفس سلولی در نهایت منجر به تولید انرژی در قالب ATP من شود پس انرژی زاست!

خوب بچه ها ما ۲ تا اصطلاح داریم که باید بلد باشید:

۱- فرآیندهای هوایی ← به فرآیندهای متابولیسمی گفته می شود که نیازمند اکسیژن هستند!

۲- فرآیندهای بی هوایی ← به فرآیندهای متابولیسمی گفته می شود که برای انجام شدن به اکسیژن نیاز ندارند! در تنفس سلولی از انواع مختلف مواد آلی طی روش های مختلف انرژی تولید می شود اما از آن جایی که گلوکز ماده مصرفی خیلی از جانداران است برای همین کتاب درسی هم مسیر تنفس سلولی در رابطه با گلوکز را بررسی کرده است.



بچه ها تنفس سلولی بر اساس اینکه مولکول های اکسیژن در سلول حضور داشته باشند یا نه! دو جور انجام می شه:

۱- عدم حضور اکسیژن ← اگر اکسیژن به اندازه کافی در داخل سلول وجود نداشته باشه در این صورت سلول تنفس سلولی از نوع بی هوازی رو انجام میده!

تعريف تنفس سلولی بی هوازی ← به تنفس سلولی اطلاق می شود که در صورت نبود اکسیژن انجام می شود.

تنفس سلولی بی هوازی از ۲ مرحله تشکیل شده:

۱- مرحله ی گلیکولیز

۲- مرحله ی تخمیر

۲- حضور اکسیژن ← اگر اکسیژن به اندازه کافی در داخل سلول وجود داشته باشد در این صورت سلول تنفس سلولی از نوع هوازی را انجام می دهد!

تعريف تنفس سلولی از نوع هوازی ← به مجموعه ای از واکنش های آنزیمی گفته می شه که طی آن ها انرژی موجود در ترکیبات آلی، مخصوصاً قندها، به ATP تبدیل می شود! برای انجام این تنفس به مولکول های O_2 نیاز است! بچه ها تنفس سلولی هوازی از دو مرحله تشکیل شده است:

۱- چرخه ی کربس

۲- زنجیره ی انتقال الکترون

بچه ها اگر یادتون باشه گفتم که در تنفس سلولی بی هوازی، مرحله ی اول فرآیندی بنام گلیکولیز هستش! در تنفس سلولی هوازی هم مثل فرآیند تنفس سلولی بی هوازی، فرآیند گلیکولیز همیشه در ابتدا انجام میشه! به عبارتی اگه بخواه خلاصه ش رو بگم اینجوری می شه:

۱- تنفس بی هوازی: گلیکولیز + تخمیر

۲- تنفس هوازی: گلیکولیز + چرخه کربس + زنجیره انتقال الکترون



نکته مهم: در هر نوع تنفس (یعنی هم هوازی و هم بی هوازی) هسته داریم به نام فرآیند گلیکولیز که این قسمت از تنفس در هر نوع تنفس بیرون نیاز به اکسیژن صورت میگیرد برای همین به این قسمت مرحله کم بی هوازی تنفس من گویند.



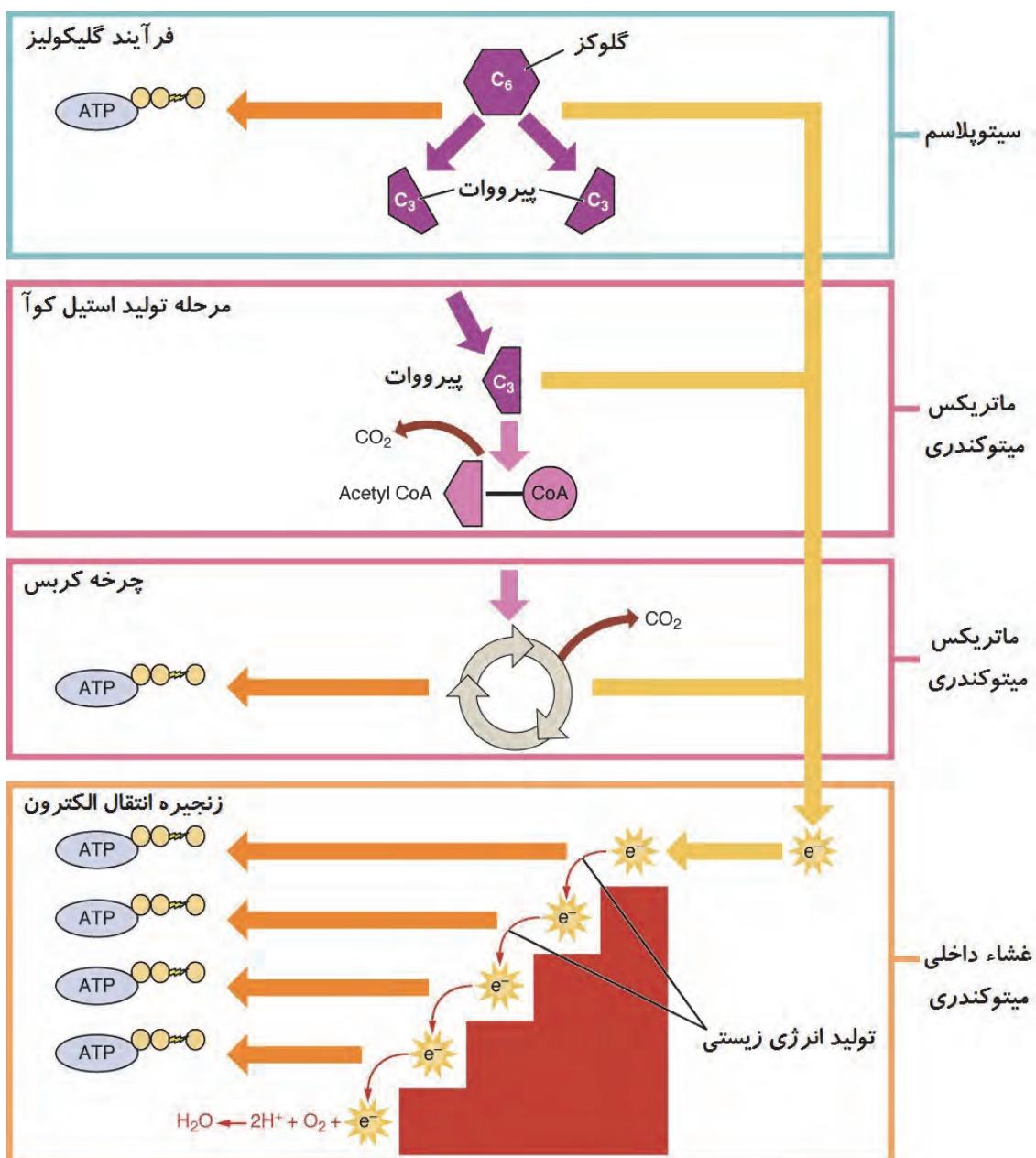
نتیجه گیری مهم: بچه ها برای اینه که در تعريف تنفس هوازی گفتم قسمتی از آن! (نه همه می آن!) برای انجام شدن به اکسیژن نیاز دارند!



نکته مهم: دسته داشته باشید که در هر نوع تنفس در ابتدا (یعنی طبع فرآیند گلیکولیز) مقدار کمی ATP تولید من شود! اگر تنفس به سمت هوازی بودن بود (در صورت بالا بودن اکسیژن در سلول این اتفاق رخ من دهد) مولکول های ATP بیشتری تولید من شود و اگر تنفس به سمت بی هوازی پیش بده مولکول های ATP کمتری تولید میشه. به عبارتی کارایی تولید مولکول ATP توسط تنفس بی هوازی بیشتر است! و در تنفس هوازی بیش زیاد است.

در فرآیند گلیکولیز، ۱ مولکول گلوکز به ۲ تا ماده‌ی ۳ کربنی به نام پیرووات تبدیل می‌شود! در حین این تبدیل هم بچه‌ها ۲ تا دونه ATP ساخته می‌شوند و ۲ تا دونه هم $\text{NADH} + \text{H}^+$! حالا اگر سلول ما تنفس هوایی بخواهد انجام بده (حضور اکسیژن زیاد در محیط!) می‌داند این پیرووات‌های تولید شده رو به همراه $\text{NADH} + \text{H}^+$ هایی که طی فرآیند گلیکولیز تولید شده‌اند، برای ساخت یه گونی ATP! استفاده می‌کنند! طی چه فرآیندی؟ طی فرآیند زنجیره انتقال الکترون!

اگر سلول ما یوکاریوتی باشد، برای انجام این فرآیند، پیرووات‌ها $\text{NADH} + \text{H}^+$ می‌برند تو میتوکندری های سلول! و طی فرآیند زنجیره انتقال الکترون و به کمک اکسیژن مقادیر فراوانی ATP تولید می‌شوند!



اگه سلول ما یوکاریوتی نباشد، برای انجام زنجیره انتقال الکترون، چون میتوکندری وجود ندارد، به غشاء پلاسمایی سلول باکتری می‌روند! (ناقل‌های الکترون!) و در آن جا زنجیره انتقال الکترون انجام می‌شود. خوب شاید بپرسید که چرخه کربس

این وسط چی هست؟ بچه ها برای انجام شدن زنجیره ای انتقال الکترون (که در تنفس هوایی دیده می شود) ما به ۲ تا چیز نیاز داریم:

۱- **گیرنده ای الکترون** ← یعنی کسی که الکترون را دریافت کنه! که در تنفس هوایی مولکول های O_2 این نقش را دارن!

۲- **ناقل و دهنده ای الکترون** ← یعنی کسی که الکترون ها را حمل می کنه میاره به محل انجام زنجیره ای انتقال الکترون و الکترون هاش را میده!

ناقل های الکترون انواع مختلفی دارند! که در کتاب درسی ۲ تا دونه ش رو در رابطه با تنفس سلولی هوایی اسم برد:

۱. $NADH \leftarrow$ یا همون نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید!

۲. $FADH_2 \leftarrow$ یا همون فلاوین آدنین دی نوکلئوتید!

که اولی (یعنی NADH) طی فرآیند گلیکولیز (مرحله ای اول) و کربس (بخشی از مرحله ای دوم) تولید میشه! FADH₂ هم طی چرخه ای کربس (بخشی از مرحله ای دوم) تولید میشه! پس علت اینکه چرخه ای کربس انجام میشه، تولید ناقل های الکترون بیشتر هستش! اما اگه بچه ها سلول ها داخلش O_2 به اندازه کافی وجود نداشته باشه، تنفس بی هوایی انجام میده! به این صورت که میاد اون پیرووات های تولید شده طی گلیکولیز رو در داخل سیتوپلاسم به لاكتول یا اتانول و دی اکسید کربن تبدیل می کنه!

خوب گفتیم که کتاب درسی عزیز برای ارائه تعریف و مراحل تنفس سلولی، تنفس سلولی مربوط به گلوکز رو بیان کرده! و ما هم تابع کتاب درسی (سریازتم!) هستیم و تنفس سلولی گلوکز رو توضیح می دیم. واکنشی که این پایین می بینید داره خلاصه ای از مجموع واکنش های شکستن گلوکز رو در تنفس سلولی هوایی نشون میده!



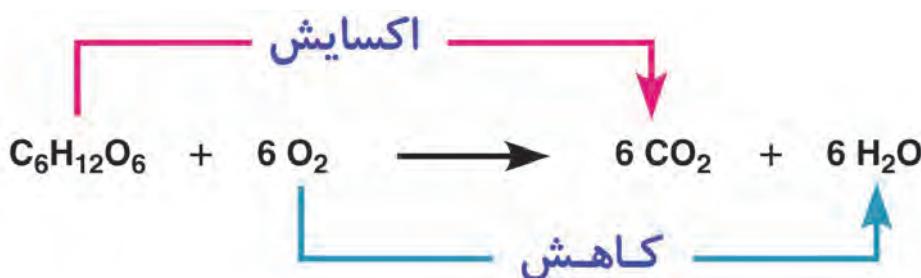
بچه ها از کجا فهمیدم هواییه؟ چون در سمت مواد مصرفی (سمت چپ واکنش) داره O_2 مصرف میشه! بچه ها فرآیند تنفس سلولی گلوکز دقیقاً بر عکس فتوسنترز هستش! یعنی اگه واکنش فتوسنترز رو بر عکس کنیم میشه واکنش تنفس سلولی! قبل از اینکه بخواه ادامه بدم یک یادآوری نیازه!

 یادآور خیلی مهم:

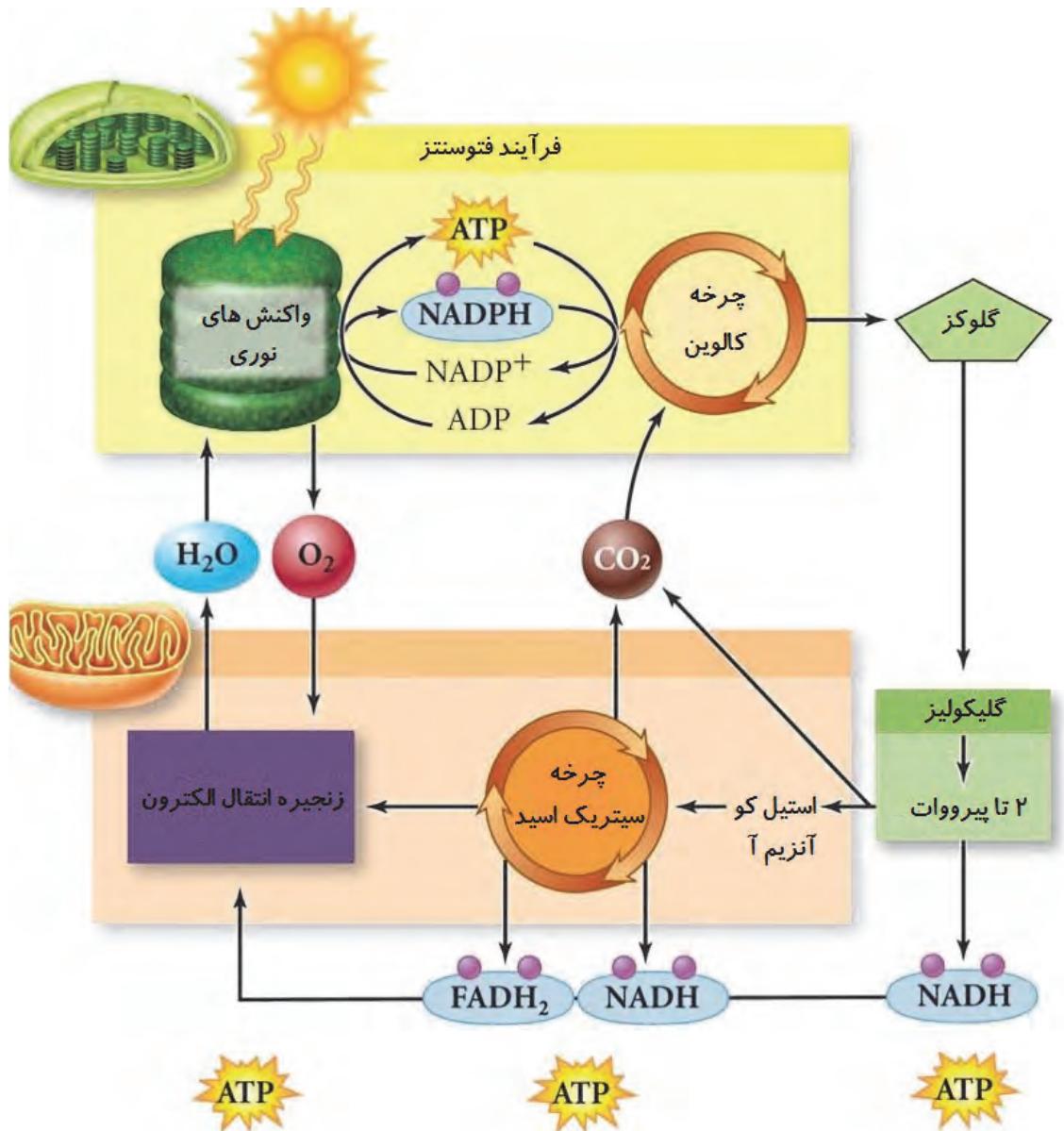
 **تعریف اکسید شدن:** اونی که اکسیژن رو بگیره می گن اکسید شده و اگه هیدروژن بده می گن بازم اکسید شده!

 **تعریف احیا شدن:** اونی که اکسیژن رو بده می گن احیا شده و اونی که هیدروژن بگیره بازم می گن احیا شده!

خوب با توجه به واکنش بالا می بینیم که گلوکز چون اکسیژن گرفته می گیم که طی فرایند تنفس سلولی گلوکز اکسید میشه و اکسیژن هم در این واکنش احیا میشه چون هیدروژن میگیره از کی میگیره؟ از گلوکز! در نتیجه مولکول آب تولید میشه.



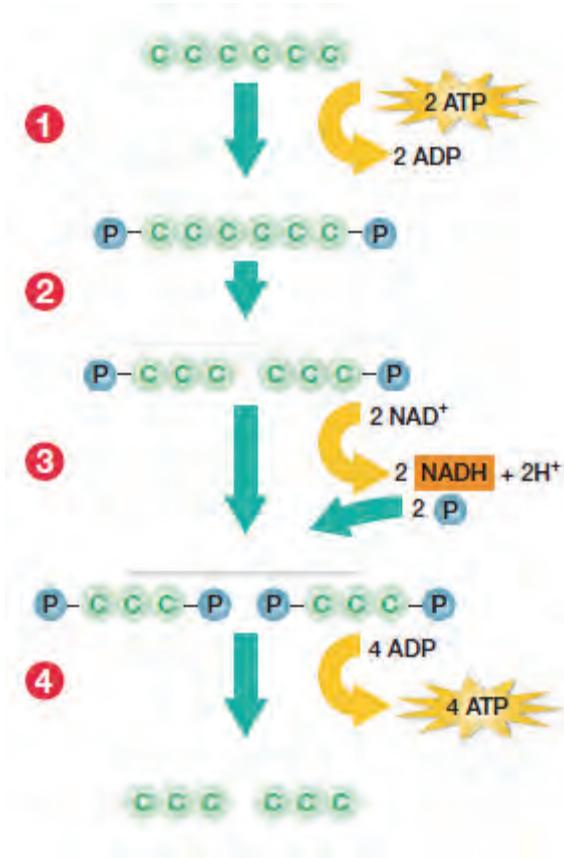
بچه ها دقت داشته باشید که در طی تنفس سلولی گلوکز، ما هم آب مصرف می کنیم و هم آب تولید می کنیم! یعنی باید هم در سمت چپ واکنش (قسمت مصرفی ها!) H_2O وجود داشته باشد و هم در سمت راست واکنش (قسمت محصولات!) اما کتاب درسی عزیز فقط در قسمت محصولات این H_2O را کشیده است! خوب فازش چی بوده؟ بچه ها در واقع کتاب درسی خواسته واکنش رو موازن کنند! که غلط موازن کردند! یادتون هست گفتم که واکنش کلی فتوسنتز رو بر عکس کنیم میشه تنفس سلولی! پس خواستون باشه که: ما در تنفس سلولی هم آب مصرف می کنیم و هم آب تولید می کنیم! اما در **مجموع مقدار آب تولیدی بیشتر است!** اگه خاطرتون باشه گفتم که اگر ما واکنش فتوسنتز رو بر عکس کنیم میشه همون تنفس سلولی! یعنی محصولات حاصل از فتوسنتز در تنفس سلولی مصرف می شود! و محصولات حاصل از تنفس سلولی در فتوسنتز مصرف می شود! بچه ها در یک سلول گیاهی که هم کلروپلاست دارد و هم میتوکندری، این دو تا اندامک با هم دیگه بده بستون دارن! شکل پایین به خوبی این موضوع رو داره نشون میده:



خوب حالا بایم انواع تنفس سلولی گلوکز رو بررسی کنیم! تنفس سلولی گلوکز به دو صورت **هوایی** و **بی هوایی** انجام می شود! اگر O_2 سلول به اندازه‌ی کافی باشد هوایی انجام می شود و اگر به اندازه‌ی کافی نباشد به صورت **بی هوایی**! فرض کنید می روید رستوران اکبر جوجه! و یک همیرگ سفارش میدین! (اینو دیدم که میگما! طرف اسم رستورانش اکبر جوجه س اما تو منوش

جوچه نداشت! هم برگ و از این چرت و پرتا بود) این غذا را می خورید! در بخش گیاهی این غذا، مقدار زیادی سلولز و نشاسته وجود دارد! و در بخش جانوری و گوشتشی این غذا مقدار زیادی گلیکوژن! که در سلول های تشکیل دهنده ای آن ها ذخیره شده است! با خوردن این غذا، این دو تا ماده یعنی گلیکوژن و پلی ساکارید در روده ای ما توسط آنزیم های گوارashi (که عمدتاً از لوزالمعده ترشح می شوند) هیدرولیز می شن به گلوکز! بعد سلول های استوانه ای روده باریک این گلوکزها رو طی انتقال فعال همراه با Na^+ ها جذب می کنند! بعد این گلوکزها از سلول های استوانه ای روده وارد مویرگ های خونی می شن! جریان خون میاد این گلوکزها رو میده به اندام های مختلف! تا برسه به دست سلول های مختلف! حالا فرض کنید گلوکز این مسیر رو اوهد و وارد سلول شد! (برای اینکه گلوکزها جذب سلول بشن به انسولین نیاز داریم! که از غده ای لوزالمعده ترشح می شد!) خوب بچه ها سلول به انرژی نیاز داره و می خود از این گلوکز که کلی انرژی شیمیایی در خودش ذخیره داره، انرژی شیمیایی کوچکتر در قالب ATP تولید کند! برای همین سلول دست به کار می شود! خوب گفتیم که در هر دو نوع تنفس سلولی (هوایی و بی هوایی) در ابتدا حتماً فرآیند گلیکولیز انجام می شد! پس بچه ها معرفی کنم! بچه ها گلیکولیز! گلیکولیز بچه ها!

فرآیند گلیکولیز:



بچه ها گلیکولیز اولین مرحله ای تنفس سلولی (چه هوایی و چه بی هوایی) است! این فرآیند در همه ای جانداران دارای تنفس سلولی در سیتوپلاسم (ماده ای زمینه ای سیتوپلاسم) انجام می شود! خوب بچه ها گلیکو یعنی قند و لیز یعنی تجزیه! در این فرآیند گلوکز (قند) تجزیه می شد! گلوکز که یک قند ۶ کربنه (هگزو) است و پس از ورود به سلول ۲ گروه فسفات گرفته است، به ۲ تا ماده ای ۳ کربنه بنام پیرویک اسید تبدیل می شود. این ۲ مولکول که خاصیت اسیدی دارند با از دست دادن ۱ پروتون (هیدروژن) به یون های پیرووات تبدیل می شن! بچه ها پس ۱ عدد گلوکز طی فرآیند گلیکولیز به ۲ پیرووات تبدیل می شد!

سوال: آقا فرق پیرویک اسید با پیرووات چیه؟



جواب: بچه ها پیرویک اسید یک مولکول هستش که فقد بار در اطراف خودش! یعنی یون نیست! حالا اگر همین پیرویک اسید، یک عدد از هیدروژنهاش رو از دست بدده! (یعنی یک H^+ بدهد!) می شه پیرووات! به قول کتاب درسی پیرووات شکل یونی یک اسید ۳ کربنه آلی بنام پیرویک اسید است! بچه ها وقتی در فرآیند گلیکولیز، مولکول ۶ کربنه گلوکز شکسته می شد، مقداری از هیدروژن های گلوکز ازش جدا می شن! و این هیدروژن ها میان به یک سری مولکول های یونی خاص بنام ناقل های الکترون منتقل می شد! این ناقل های الکترون که تو فرآیند گلیکولیز هستند، NAD^+ نام دارند! خوب وقتی که اتم های هیدروژن می خوان از گلوکز جدا شن (کنده شن) به صوت یون در بیان، به تعداد هر هیدروژن جدا شده ۱ عدد الکtron هم جدا می شد! NAD^+ که یک ناقل الکترون هستش ۲ تا یون هیدروژن و ۲ تا دونه الکترون بهش منتقل می شد! الکترون ها باعث می شن یکی از هیدروژن ها (H^+) با یون NAD^+ پیوند برقرار کنند و این NAD^+

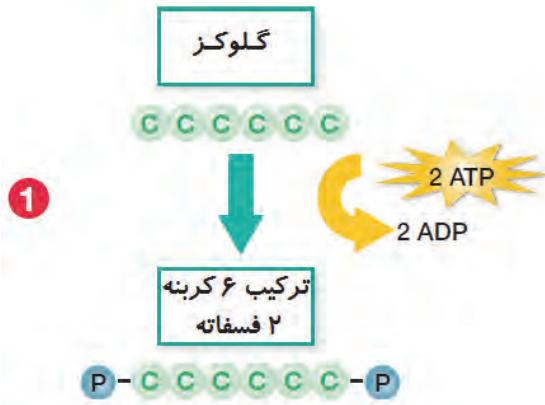
تبدیل بشه به NADH ! (تو شیمی میدونید که برای ایجاد هر پیوند به ۲ تا الکترون نیازه!) بعدش اون H^+ ای که مونده میاد با این H NADH پیوند داتیو برقرار می کنه و به صورت $NADH + H^+ \rightarrow NAD$ در میان!

بچه ها خوب الکترون ها از کجا اومدن؟ از گلوکزها! (چون هیدروژن و الکترون ها از گلوکزها کنده شدن دیگه!) خوب الکترون ها چی هستن؟ همون حکم انرژی شیمیایی رو دارن دیگه! در واقع بخشی از انرژی شیمیایی در گلوکز به ناقل های الکترون منتقل شد! این ناقل الکترونی هم قراره بره تو زنجیره ای انتقال الکترون، ازش ATP تولید بشه! یعنی انرژی حاصل از این الکترون ها بره تو مولکول ATP ذخیره بشه! خوب یادتون هست گفتم گلوکز که یک ماده ای آلی پر انرژی هستش و حکم یک پول بزرگ رو داره! این پول رو گفتم میاد سلول خورد می کنه! تا بتونه خرج کنه! در اینجا بخشی از انرژی ذخیره شده در گلوکز (که همون الکترون هاش هستن) همراه با هیدروژن به ناقل های الکترون داده می شه!

بچه ها طی فرآیند گلیکولیز به صورت مستقیم در نهایت ۲ تا مولکول ATP تولید میشه! پس گلیکولیز فرآیندی است که طی آن ۱ عدد مولکول گلوکز (قند هگزوز یا همان ۶ کربنه) به ۲ تا یون پیرووات تبدیل می شود! طی این تغییر ۲ عدد ناقل الکترون بنام $H^+ + NADH$ تولید می شودا همچنین در نهایت ۲ عدد ATP نیز تولید می شود! پس بچه ها طی تنفس سلولی ، مولکول گلوکز اکسید می شود! که این اکسید شدن طی چند مرحله هستش! در گلیکولیز مولکول گلوکز به صورت جزئی اکسید میشه! گلیکولیز تو کتاب درسی در چهار گام خلاصه شده است که ما هم به ترتیب این مراحل رو بررسی می کنیم.

مراحل گلیکولیز:

گام اول ← تو گام اول گلیکولیز، ۲ تا مولکول ATP پیوند پر انرژی بین گروه های فسفات شماره ۲ و ۳ شون شکسته میشه! در نتیجه از هر ATP یک دونه گروه فسفات (PO_4^{3-}) و



یک دونه هم ADP تولید میشه! پس محصولاتی که در اثر تجزیه این دو مولکول ATP تولید میشه، مجموعاً میشه ۲ تا گروه فسفات! و ۲ تا دونه ADP ! حالا هدف از این کار چی بوده؟ بچه ها آنژیمی میاد این ۲ تا دونه گروه فسفات رو که از ATP ها جدا شد، می چسبونه به گلوکز ۶ کربنه! و یک ترکیب جدید به وجود میاد! به این ترکیب جدید میگن ترکیب ۶ کربنه ۲ فسفاته! پس به طور خلاصه در گام اول گلیکولیز: ۲ گروه فسفات از ۲ مولکول ATP به یک مولکول گلوکز منتقل می شوند!

نکته مهم: بچه ها برای طراح موادی که مصرف من شن یا تولید من شن خیلی مسمم. توی این گام مواد تولیدی ثمل موادر زیر هستند:
ترکیب شیش کربنه ک رو ففاته $+ ADP$
و مواد مصرفی ثمل موادر زیر هستند:
حند ۶ کربنه ک بدون ففات! (حمول گلوکز) و آدنزیدن تری ففات (یا حمول ATP)

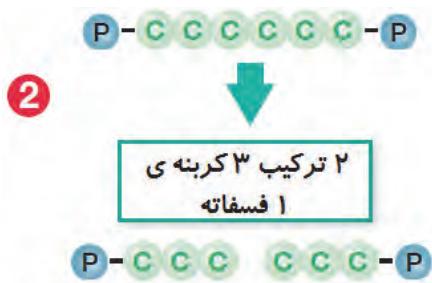
نکته مهم: پچه ها این و آنچه کاملا انحریف خواه هست چون آدنوزین تری ففات مصرف میشے. ازین گام های گلیکولیز فقط این گام انحریف خواه هست و بقیه انحریف را هستند.

نکته مهم: از اونجایی که گلوکز از آدنوزین دی ففات گروه ففات در باخته کرده و برای تولید تریب ۶ کربنه که ۲ ففات، انحریف صرف شده پس من تونیم بگیم که میزان سطح انحریف تریب ۶ کربنه که دو ففات، از گلوکز بیشتر هست.

نکته مهم: دست راشن بآشید که آن بخواهیم از نظر پیداری بنیعیم اونچ که انحریف بیشتر داره یه جا سرچاش نمی شینه که بلایه نپیداره! پس گلوکز پیداریش نبته به تریب ۶ کربنه که ۲ ففات بیشتره یعنی تریب شیش کربنه که ۲ ففات نپیدار هست!

توجه!

بچه هایی که چرخه کالوین رو خوندن همین الان بدو بین گام یکش رو نگاه کنید! چی تولید میشے؟ آ باریکلا! ترکیب شش کربنه که ۲ فسفاته! یعنی در گام ۱ گلیکولیز همانند گام ۱ کالوین ترکیب ۶ کربنه که ۲ فسفاته تولید می شود که در هر دو ناپیدار می باشد.



گام دوم ← وقتی که گروه های فسفات به گلوکز وصل می شوند و ترکیب شش کربنه که ۲ فسفاته حاصل می شود این مولکول ناپیدار است در نتیجه مولکول شیش کربنه که ۲ فسفاته از وسط نصف میشے و تبدیل میشے به دو تا ترکیب ۳ کربنه که هر کدام یک فسفات دارن! به عبارتی محصول این گام از گلیکولیز تولید ۲ تا ترکیب ۳ کربنه که ۱ فسفاته می باشد.

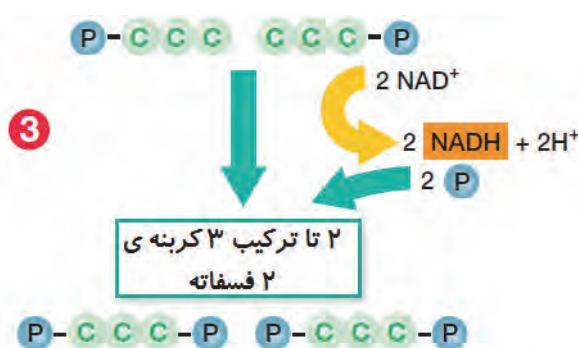
نکته مهم: پچه ها موارد که در این گام من شوند شامل من باشد.

صرف - تریب ۶ کربنه که ۲ ففات

تولید - ۲ تا ترکیب ۳ کربنه که ۱ ففات

نکته مهم: پچه ها در اینجا حرف از نصف شدن و شکوندن شد! خوب و قصیر یک ماده که آلس نصف بش، یعنی چی؟ یعنی هیدروکسی خوب پس این خراکند توسط یک هیدروکازب مصرف آب صورت میگیرد.

بچه ها بازم بدو با سرعت ۱۸۰ تا! برید گام دوم کالوین رو نگاه کنید! فهمیدی چی می خوام بگم؟ آ باریکلا! در گام ۲ گلیکولیز همانند! گام ۲ کالوین ۲ تا! ترکیب ۳ کربنه که ۱ فسفاته تولید میشے. بچه ها حواستون باشه از نظر شکل فضایی این ترکیبات با هم دیگه فرق دارنا!



نوکلئوتید هستش. بچه‌ها دقت کنید که هر کدام از ترکیبات ۳ کربن‌هی تک فسفات، ۲ تا دونه اتم هیدروژن (نه مولکول هیدروژن!) و ۲ تا دونه الکترون از دست می‌دن.



یادآوری: فسفات معدنی به فسفاتی گفته می‌شود به صورت ول! در سیتوسل ول! است! یعنی گروه فسفات آزاد در سیتوسل! به عبارتی گروه فسفاتی که از ATP کنده نمی‌شود بلکه در سیتوسل ول است!



نکته مهم: در گام سوم موادی که..... می‌شود شامل..... می‌باشد.



صرف - ۲ ترکیب ۳ کربن‌هی تک ففات + ۲ + ۲ ففات معدنی



تولید - ۲ ترکیب سه کربن‌هی دوففات + ۲ + ۲ NADH + H⁺



نکته مهم: بچه‌ها حواس‌تون باشه ازین اون ففات‌هایی که به این ترکیبات سه کربن‌هی چسبیدن صردوتاشون معدنی نیستن! بلکه یکی شون از ATP اومده و یکی شون از سیتوسل (معدنی) اومده!



نکته مهم: در گام سوم گلیکولیز، الکترون‌ها و هیدروژن جدا شده از ترکیب ۳ کربن‌هی تک ففات، به NAD⁺ منتقل می‌شوند بچه‌ها:



دندنه‌ی الکترون (یا هیدروژن) ← ترکیب ۳ کربن‌هی اففات



کسینده‌ی الکترون (یا هیدروژن) ← NAD⁺

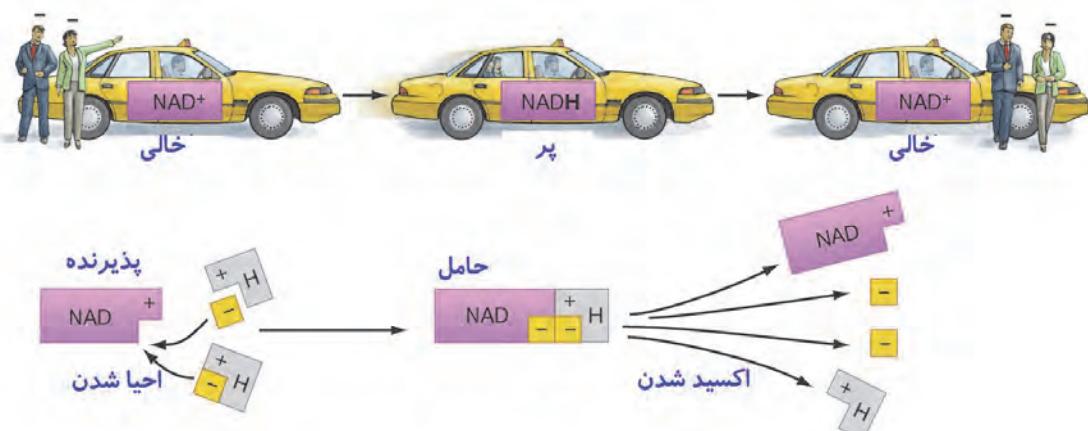


حامد الکترون (یا هیدروژن) ← NADH



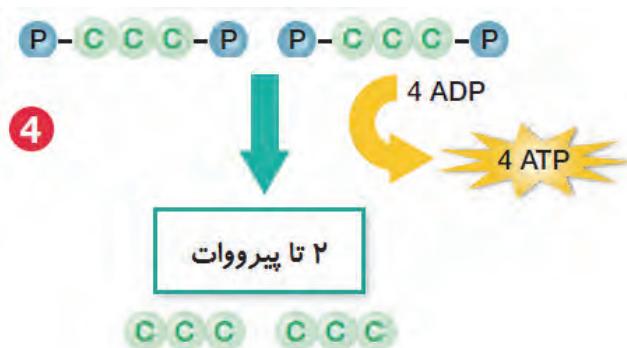
توجه توجه

زمانی ما لفظ حامل الکترون رو به کسی میدیم که الکترون رو گرفته باشه! NAD⁺ وقتی الکترون رو میگیره میشه NAD⁺ و نه NADH



گام چهارم ← توی این گام هر کدوم از این مولکول های سه کربنی دو فسفات دارند و از دست می دن و این فسفات های سرگردان رو دو تا مولکول ADP یا همون آدنوزین دی فسفات دریافت می کنن یعنی هر ترکیب ۳ کربنی

ی ما در این گام ۲ تا مولکول دی فسفات رو به فیض می رسونه! و در نتیجه توی این مرحله ما در مجموع ۴ تا مولکول ATP خواهیم داشت. (چون دو تا ترکیب ۳ کربنی دو فسفات داشتیم دیگه). وقتی که این دو تا ترکیب ۳ کربنی ۲ فسفات، فسفات های خودشون رو از دست دادند(در مجموع ۴ تا) به پیرووات تبدیل میشن پس پیرووات ها مولکول های سه کربنی قادر فسفات می باشند.



وقتی که گروه فسفات به مولکول ADP منتقل می شود ، مولکول ATP تولید می شود. حالا اگر این فسفاتی که به ADP منتقل می شود اگر از.....



۲ تا تعریف مهم:

یک مولکول آلتی فسفات دار باشد ← به این نوع تولید ATP می گویند **تولید در سطح پیش ماده!**



سیتوسل و از فسفات های معدنی و لوله همراه انرژی حاصل از انتقال الکترون ها باشد ← به این نوع تولید ATP می گویند **تولید ATP در زنجیره انتقال الکترون!**
پس بچه ها در گام چهارم گلیکولیز ATP در سطح پیش ماده تولید می شود! چون فسفات هایش رو از یک ترکیب آلتی فسفات دار دریافت می کند.



نکته مهم: موادی که در گام چهارم گلیکولیز من شوند شامل من باشد.



صرف - ۲ ترکیب ۳ کربنی ۲ ففات + ۴ ADP

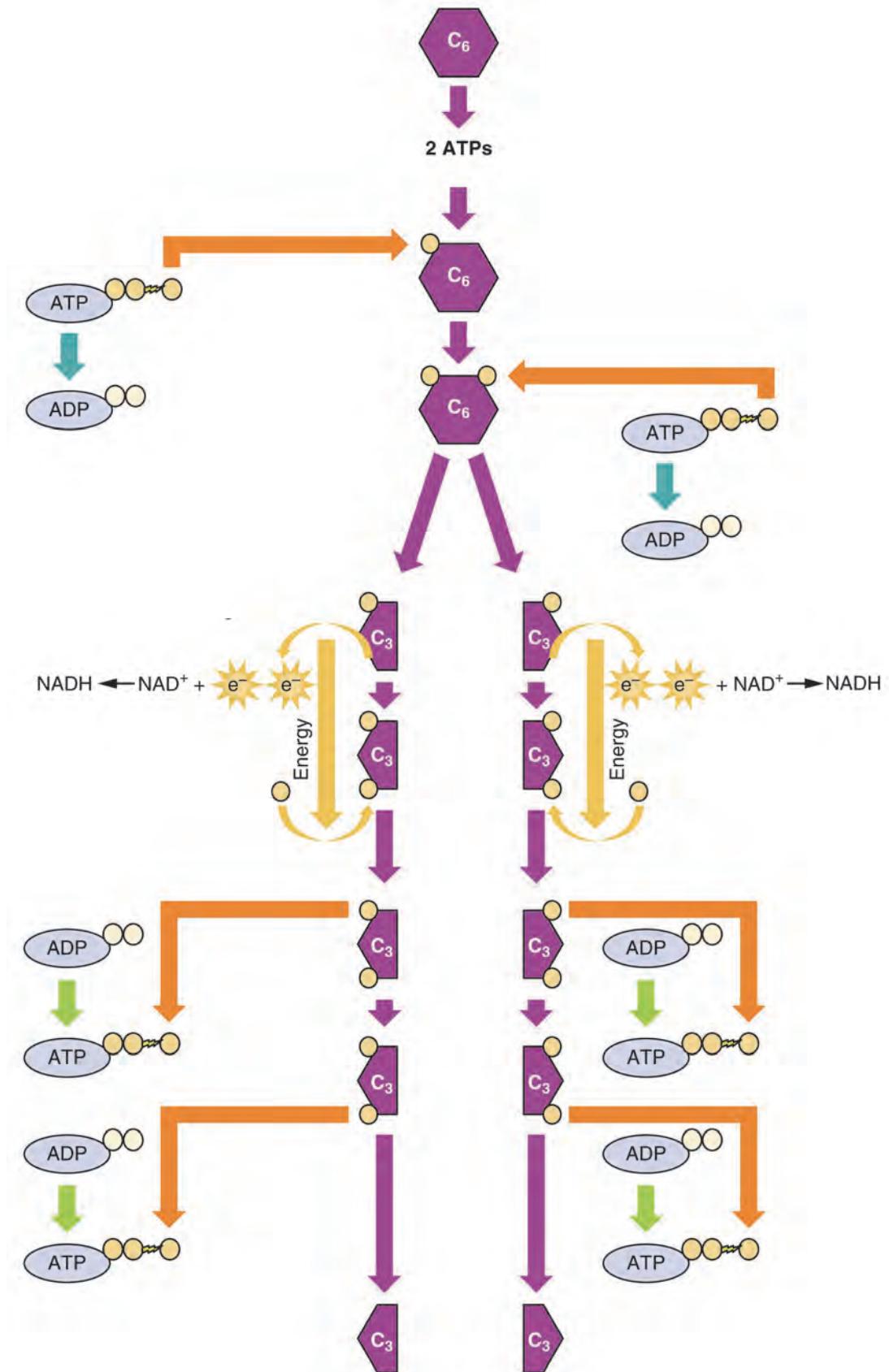


تولید - ۲ ترکیب ۳ کربنی ۲ ففات! (۲ پیرووات) + ۴ ATP



۸۵ شرک انسانی در هاندراران

شکل پایین داره فرآیند گلیکولیز یک عدد مولکول گلوکز را نشون میده:



حالا فوب کوش کن تکته های گلیکولیز رو!



نکته مهم: در تمام سلول ها! چه یوکاریوت ها و چه پروکاریوت ها! محل انجام خرآیند گلیکولیز یک من باشد آن هم سیتوسل!



یداوری: سیتوسل یعنی سیتوپلاسم منهای اندامک! یعنی اگه یه سیتوپلاسم رو بدن به ما و ما اندامک های اون رو ازش بکنیم! اسمش میشه سیتوسل! به قول کتاب درسی سیتوسل ماده ای زمینه ای ستوپلاسم است.



نکته مهم: ماده ای که در خرآیند گلیکولیز تولید میشه پیرووات هست که ۳ ت کربن داره متشتم ۲ ت پیرووات تولید میشه و ماده ای که مصرف میشه گلوکز هست که ۶ ت کربن داره متشتم ۱ عدرا!



نکته مهم: همونظور که دیدین توی گلیکولیز نه دی آبید کربنیتولید یا مصرف میشه و نه آبیترنزا



نکته مهم: بچه ها آندر گام های چرخه کالوین رو تنه کنید من یسید که توی گام اول! دو ت مولالول ATP مصرف شد! اما در گام چهارم (آخر!) ۴ ت مولالول ATP تولید میشه پس آنها بخواهیم به صورت خالص حساب کنیم باید بگیم که در گلیکولیز در مجموع ۶ ت مولالول ATP تولید می شود.



نکته مهم: بدوبروزهایی به تعریف احیا و آبید شدن نهادن. با توجه به تعریف در گلیکولیز اونچ که احیا میشه یون NAD^+ هست چون داره هیدروژن میگیره! و اونچ که داره آبید میشه مولالول های ۳ کربنی کی (نه دوا) فقاته! چون داره هیدروژن از دست می داشت. در واقع به صورت کلی میشه گفت گلوکز آبید می شود!



نکته مهم: محصولات که طی گلیکولیز حاصل می شون شامل:



نکته مهم: ما میگیم که در طی گلیکولیز بخش ازانزی گلوکز در ساخته ناقل های الکترون (یا انزی) ذخیره میشما پس آنها بخواهیم از نظر میزان انزی و میزان پیداری مقایه کنیم اینجوری میشه مقایه از نظر سطح انزی:

ترکیب ۶ کربنه ۲ فسفاته > ترکیب ۳ کربنه ۱ فسفاته > ترکیب ۳ کربنه ۲ فسفاته > پیرووات (ترکیب ۳ کربنه ۱ فسفاته)

مقایه از نظر سطح پیداری:

ترکیب ۶ کربنه ۲ فسفاته > ترکیب ۳ کربنه ۱ فسفاته > ترکیب ۳ کربنه ۲ فسفاته > پیرووات (ترکیب ۳ کربنه ۱ فسفاته)

توجه!

بچه ها و استون باشه که میزان سطح انرژی گلوکز از ترکیب ۶ کربنی ۲ فسفاته کمتره! چون برای تبدیل گلوکز به ترکیب ۶ کربنی ۲ فسفاته ۲ تا مولکول ATP (انرژی زیستی) مصرف شده!

بچه ها در مورد سرنوشت پیرووات بهتون گفتم که چه بلای سرش میداد؟ اگه اکسیژن در داخل سلول به اندازه‌ی کافی وجود داشت، در سلول های پروکاریوتی میره به غشاء پلاسمایی سلول و در سلولهای یوکاریوتی که میتوکندری دارند این پیرووات ها میرن میتوکندری و اونجا عشق و حال اگه نه میزان اکسیژن در سلول خیلی کم باشه و یا اصلا وجود نداشته باشه این پیرووات های تولید شده تو همون سیتوسل می‌مونه و به لاكتات یا به اتانول و دی‌اکسید کربن تبدیل میشه.

توجه!

دقت داشته باشید که بچه ها طی تنفس هوایی پیرووات در سلول های یوکاریوت در میتوکندری می‌سوزه و در سلول های پروکاریوت در غشاء پلاسمایی سلول!



نکته مهم: وقتی یکی یون هیدروژن می‌لیره حمراه با اولن الکترون هم می‌لیره و کس که هیدروژن میده حمراه با اولن الکترون هم میده. به ازاده هر هیدروژن ۲ تا الکترون جایجا میشه



نکته مهم: خوب آنه بلن پذیرنده کی الکترون کیه؟ میکن اونک که هیدروژن می‌لیره! خوب بگوییم کس گرفت؟ آخرین! NAD⁺ پذیرنده کی الکترون و هیدروژن حشر (احی شونده).

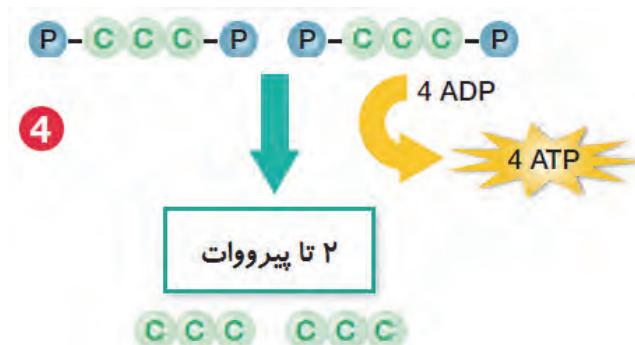


ما دو تا لفظ مهم داریم:
پذیرنده‌ی الکترون ← به مولکول یا یونی گفته می‌شود که الکترون بگیرد.

حامل الکترون ← به مولکولی گفته می‌شود که الکترون را دریافت کرده است و با خود حمل می‌کند.
خوب الان به نظر شما حامل الکترون کی میشه؟ میشه NADH+H⁺



نکته مهم: گلیکولیز چون منجر به تولید انرژی شده است پس من توانیم بگوییم در کل! این ضرکیند انرژی زامن باشد. دقت داشته باشید گام اول انرژی خواه است و گام آخر انرژی زامن در کل گلیکولیز انرژی زامن باشد.



نکته مهم: در گام چهارم گلیکولیز چون ۴ ATP تولید می‌شود پس انرژی زامن را است! و برای تولید ATP ها به ۴ تا مولکول H₂O نیز است!

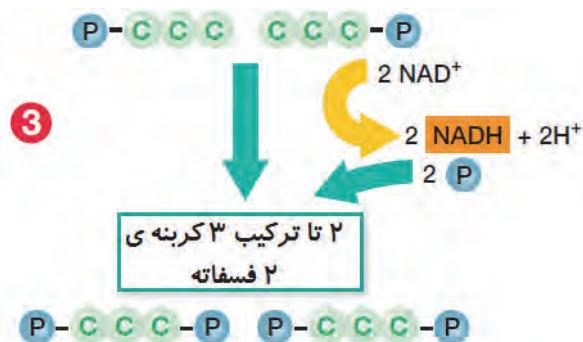
توجه!

بچه ها تو گام اول ۲ تا مولکول ATP مصرف میشه! پس گام اول یک واکنش انرژی خواه است! (برخلاف گام آخر) و در گام اول ۲ تا مولکول آب مصرف می شود! اما تو گام آخر ۴ تا!

پس بچه ها اگه بخواه بطور کلی خلاصه ی گلیکولیز رو بگم اینجوری میشه:
یک عدد گلوکز در نهایت به ۲ تا پیررووات تبدیل می شود. در چرخه ی گلیکولیز به ازاء هر گلوکز، ۲ تا مولکول ATP مصرف (در گام اول)، ۴ تا مولکول ATP تولید (در گام چهارم) و ۲ تا H^+ NADH + ۲ تا NAD⁺ تولید (در گام سوم) می شود!



نکته مهم: بچه ها دقت نمایند که طبع گلیکولیز گلوکز آبید میشه، اما یا زیون باشند به صورت متقطم!
بلله طبع چند مرحله در نهایت گلوکز آبید میشه خوب کن به صورت متقطم آبید میشه؟ اونس که الکترون و هیدروژن بده! یعنی ماده کی ۳ کربنه‌ی تاک ففاته به صورت متقطم آبید من شود.



نکته مهم: بچه ها یه سوال: چند مولکول به ازاء گلیکوز ۱ عدد گلوکز . به میتوکندری می روند؟ ۲ ۶ ۹ نه
داداش غلطها بچه ها ۴ تا مولکول به میتوکندری می روند! ۲ تا شن که پیررووات هستش میزن به ماتریکس
میتوکندری! و ۲ تا ریگه هم میزن به غشاء داخلی میتوکندری تا در زنجیره
انتقال الکترون مصرف بشن! حال کردی؟



نکته مهم: بچه ها آنکه از شما پرسن به ازاء هر گلوکز در مرحله‌ی گلیکولیز چند ATP به صورت
متقطم و غیرمتقطم تولید می شود؟ شما میگید ۴ تا متقطم تولید میشه و ۶ تا هم به صورت غیرمتقطم! یعنی در مجموع
۱۰! چون هر NADH + H⁺ معادل ۳ تا ATP هستش! و در زنجیره انتقال الکترون باعث تولید ۳ تا
ATP میشه. آنکه طراح بله به صورت خالص چند تا؟ میگیم ۸ تا! چون ۲ تا مصرف میشه.

جدول مقایسه ای مهم:



گام چهارم	گام سوم	گام دوم	گام اول	مورد مقایسه
$2P\text{-CCC-P} + 4ADP \downarrow$ $2CCC + 4ATP$	$2P\text{-CCC} + 2Pi + 2NAD^+ \downarrow$ $2P\text{-CCC-P} + 2NADH + H^+$	$P\text{-CCCCCC-P} \downarrow$ $2CCC-P$	$CCCCCC + 2ATP \downarrow$ $P\text{-CCCCCC-P} + 2ADP$	واکنش
ترکیب ۳ کربنیه ۲ فسفاته + آدنوزین دی فسفات	ترکیب ۳ کربنیه تک فسفاته + فسفاته های معدنی + NAD+ + NADH + H+	ترکیب ۶ کربنیه ناپایدار	گلوکز + آدنوزین تری فسفات	مواد مصرفی
پیروروات + آدنوزین تری فسفات	ترکیب ۳ کربنیه ۲ فسفاته + NADH + H+	ترکیب ۳ کربنیه ۱ فسفاته	ترکیب ۶ کربنیه ناپایدار + آدنوزین دی فسفات	مواد تولیدی
-	-	-	-	CO ₂
-	-	-	-	O ₂
تولید می شود.	-	-	صرف می شود.	ATP
صرف می شود.	-	-	تولید می شود.	ADP
-	تولید می شود.	-	-	NADH + H+
-	صرف می شود.	-	-	NAD+
-	NAD+	-	-	اکسید کننده
-	ترکیب ۳ کربنیه تک فسفاته	-	-	اکسید شونده
-	ترکیب ۳ کربنیه تک فسفاته	-	-	احیا کننده
-	NAD+	-	-	احیا شونده

جدول مقایسه ای مهم:



الکترون و هیدروژن های مصرفی	NAD+ مصرفی	ADP مصرفی	ADP تولیدی	NADH + H+ تولیدی	ATP مصرفی	گلوکز	مورد مقاسه
۴ عدد H+ ۴ عدد	۲ عدد	۴ عدد	۲ عدد	۲ عدد	۲ عدد	۱ عدد	در هر فرآیند گلیکولیز
۳	۳	۴	۲	۳	۱	۱	گام

خوب بچه ها اینم از مبحث گلیکولیز! قبل اینکه بخواه مرحله ی دوم تنفس سلولی هوازی رو برآتون بگم می خواه یه خورده با کلمات بازی کنم و ببینم چند دقیقتون بالاست؟

عالاً اگه از شما طراح بیاد پرسه که.....

به ازاء هر گلوكز طی گلیکوليز چند مولکول ATP تولید می شود؟ ٤ تا
دقت داشته باشین که در اینجا از لفظ «خالص» استفاده نشده است.

به ازاء هر گلوكز طی گلیکوليز مستقیماً چند تا ATP تولید می شود؟ ٤ تا

به ازاء هر گلوكز طی گلیکوليز به صورت خالص چند تا ATP تولید می شود؟ ٢ تا

به ازاء هر گلوكز طی گلیکوليز معادل چند مولکول پرانرژی تولید می شود؟ ٦ تا

در اینجا منظور از مولکول پرانرژی در واقع NADH+H⁺ های تولید شده است که ٢ تا هستند و هر کدام معادل ٣ تا ATP می باشند.

به ازاء هر گلوكز طی گلیکوليز معادل چند ATP، انرژی تولید می شود؟ ١٠ تا

به ازاء هر گلوكز طی گلیکوليز ٤ تا مستقیماً ATP تولید می شود و ٦ تا هم به صورت غیرمستقیم! راستی بچه ها دقته کنید که در اینجا از لفظ «مولکول پرانرژی» استفاده نشده ها! پس باید کل ATP ها رو حساب کنیم.

به ازاء هر گلوكز طی گلیکوليز معادل چند ATP خالص، انرژی تولید می شود؟ ٨ تا!

بچه ها اون ٢ تا ATP مصرفی رو ازش کم می کنیم!

به ازاء هر گلوكز طی گلیکوليز چند مولکول ATP در سیستول سلول تولید می شود؟ ٤ تا (٢ تا به صورت خالص)

به ازاء هر گلوكز طی گلیکوليز چند مولکول ATP در میتوکندری سلول تولید می شود؟ ٦ تا

بچه ها درسته که گلیکوليز تو میتوکندری انجام نمیشه! و در سیتوسله! اما NADH+H⁺ های تولید شده میرن به میتوکندری و در اونجا باعث تولید ATP میشن. هر کدام ٣ تا میسانز پس میشه ٦ تا!

به ازاء هر گلوكز طی گلیکوليز چند مولکول ATP انرژی به صورت خالص در سیتوپلاسم سلول تولید می شود؟ ٨ تا

بچه ها ٢ تا به صورت خالص در سیتوسل تولید میشه و ٦ تا هم در ماتریکس میتوکندری! پس در مجموع ٨ تا در سیتوپلاسم سلول (سیتوسل + اندامک ها) تولید میشه. اگه تو صورت سوال نگفته بود خالص شما میگید ١٠ تا! که ٤ تاش تو سیتوسله و ٦ تاش تو میتوکندری!



نکته مهم: بچه ها دقته داشته باشید آگه طراح بله ایه شدن پیرووات! منظور شت تغییر هستش و آنه به که آکید شدن پیرووات! منظور شت نفس هوایی پیرووات هستش.



نکته مهم: بچه ها دقته داشته باشید باید بگوییم در همه سلول های دارای نفس سلولی، خرآیند گلیکوليز (تولید پیرووات) صورت من لیرد اما این جمله که بگوییم در همه سلول های دارای نفس سلولی و بی همه سلول های

گلیکوليز انجام من شود غلط است! چون کتاب گفته بیشتر جانداران نفس سلولی دارند! نه همه های جانداران!

فاجع کتاب: بچه ها بالکتری هایی وجود دارند بنام کلامدیاها که اینها کلا تنفس سلولی ندارند اینا نوعی انگل درون سلولی ابهاری هستند که وارد سلول میزبان شون میشن و در کمین میشن تا سلول بدربافت ATP تولید کنه و اینا مثل مفت فورها میزند زیر گوش

ATP هاشون!

