

**جزوه سطح A (نکات مهم تر) پس از تدریس در کلاس حضوری یا مجازی .  
در صفحات پایان هر گفتار نوشته خواهد شد**

## فصل پنجم - از ماده به انرژی

### گفتار یکم - تامین انرژی

○ تنفس یافته ای هوازی:



○ ATP (آدنوزین تری فسفات):

- 1- وجود **ATP** برای ادامه حیات، رشد و نمو، فعالیت و تولید مثل جانداران ضروری است.
- 2- شکل رایج انرژی در همه یافته هاست.

○ اجزاء ATP :

- 1- باز آلی آدنین (نوعی باز پورینی) که دو حلقه ای است (5 ضلعی و 6 ضلعی)
  - 2- قند 5 کربنی ریبوز
  - 3- سه گروه فسفات (که بار منفی دارند)
- آدنوزین: مجموع باز آلی آدنین و قند ریبوز که با پیوند کووالانسی (اشتراکی) به همدیگر متصل هستند.

○ در طی سه مرحله ، سه گروه فسفات به قند ریبوز متصل می شوند (با پیوندهای کووالانسی ) و به ترتیب مولکول های **AMP** و سپس **ADP** و در پایان **ATP** تولید می شود.

کلمه نوع قند در **AMP** و **ADP** و **ATP** همانند قند موجود در **RNA** است (ریبوز).

○ انرژی زیادی در پیوندهای بین گروه های فسفات ذخیره می شود (با شکسته شدن این پیوندها، انرژی آزاد شده و مورد استفاده یافته قرار می گیرد).

کلمه شکل 2 ص 64 تجزیه **ATP** به **ADP** و **P** نوعی واکنش هیدرولیز است (مصرف آب و تولید انرژی). هنگام تولید **ADP** ممکن است :

الف- پتانسیل آب افزایش یابد (تولید از **AMP** و **P**).

ب- پتانسیل آب کاهش یابد (تجزیه **ATP** به **ADP** و **P**).

کلمه روش های تولید **ATP** : الف- در سطح پیش ماده ب- سافته شدن اکسایشی ج- سافته شدن نوری

○ الف- ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده:

پیش ماده، یک ماده فسفات دار است.

فسفات از پیش ماده جدا شده و به **ADP** متصل شده و **ATP** تولید می شود.

مثال: کراتین فسفات در ماهیچه ها.

کلمه انتقال فسفات از کراتین فسفات به **ADP** و تولید **ATP** و کراتین، یک واکنش آنزیمی است.

○ ب- ساخته شدن اکسایشی:

در غشای درونی میتوکندری (راکیزه) انجام می شود (توسط آنزیم **ATP** ساز).

با کمک الکترون های پراانرژی (جدا شده از **NADH** و **FADH2**) و یون فسفات، **ATP** تولید می شود .

ج- ساخته شدن نوری:

در غشای تیلاکوئید (در کلروپلاست) انجام می شود (توسط آنزیم **ATP** ساز).

آنزیم ATP ساز:

یک کاتال پروتئینی است که  $H^+$  را در جهت شیب غلظتی با به با می کند (انتشار تسهیل شده).

- در اغلب موارد، واژه تنفس یافته ای برای تنفس هوازی استفاده می شود.
  - تنفس یافته ای هوازی در 4 مرحله اصلی انجام می شود:
- الف- گلیکولیز (قند کافت)      ب- اکسایش پیرووات  
ج- پرفه کربس                      د- زنجیره انتقال الکترون

محل انجام گلیکولیز در سیتوسل است،

اما سه مرحله دیگر در یوکاریوت ها درون راکیزه (میتوکندری) انجام می شوند.

گلیکولیز بی نیاز از اکسیژن است یعنی در حضور یا فقدان  $O_2$  قابل انجام است.

(هم در تنفس هوازی و هم در تنفس بی هوازی، گلیکولیز انجام می شود).

سیتوسل: ماده زمینه ای سیتوپلاسم (یعنی سیتوپلاسم بدون در نظر گرفتن اندامک هایش).

**الف - گلیکولیز (قند کافت):** مجموعه مراهمی که یک مولکول گلوکز به دو مولکول پیرووات تجزیه می شود.

گلیکولیز:

- 1- در 4 مرحله انجام می شود.
- 2- در مرحله یک گلیکولیز دو ATP به دو ADP و Pi تجزیه شده و انرژی حاصل صرف فعال سازی گلوکز می شود، پس می توان گفت مرحله یک گلیکولیز، انرژی فواه است (تبدیل گلوکز به گلوکز 1 و 6 دی فسفات).
- 3- در مرحله چهارم گلیکولیز، چهار مولکول ATP تولید می شود.
- 4- بازده خالص گلیکولیز چهار ATP است.

$NAD^+$  یک گیرنده الکترون است اما  $NADH$  یک ناقل الکترون است (الکترون پرانرژی).

## ○ مراحل گلیکولیز (قند کاخت):

- 1- تبدیل گلوکز ( $C_6$ ) به گلوکز دوفسفاته ( $C_6P_2$ ).
- 2- تجزیه گلوکز دوفسفاته به دو مولکول قند سه کربنی تک فسفات ( $2C_3P_1$ ).
- 3- تبدیل دو قند سه کربنی تک فسفات به دو قند سه کربنی دو فسفات ( $2C_3P_2$ ).
- 4- تبدیل  $2C_3P_2$  به دو مولکول پیرووات (بنیان پیروویک اسید).

که ترکیبات کربن دار دوفسفاته ، ناپایدار (پرانرژی) هستند و دو سرنوشت برای آنها امکان پذیر است:

- الف- از دست دادن فسفات ها (مرحله چهارم گلیکولیز): این فسفات ها به مولکول های  $ADP$  متصل شده و  $ATP$  تولید می شود (این مورد برای مولکولی رخ می دهد که سه کربنی دوفسفاته باشد)
- ب- تجزیه به مولکول های کوچک تر یک فسفات (مرحله یک گلیکولیز و مرحله یک پرفه کالوین): این مورد برای مولکولی رخ می دهد که شش کربنی دوفسفاته باشد (مولکول شش کربنی دوفسفاته به دو مولکول سه کربنی تک فسفات تجزیه می شود).

که دلیل ناپایداری مولکول های کربن دار دوفسفاته، دفعه ی شدید بین بارهای منفی گروه های فسفات است.

که مهاردیق اکسایش یک مولکول:

الف- از دست دادن الکترون      ب- از دست دادن هیدروژن      ج- ترکیب با اکسیژن.

که مهاردیق کاهش (اهیا) یک مولکول:

الف- گرفتن الکترون      ب- گرفتن هیدروژن      ج- از دست دادن اکسیژن

○ تبدیل  $NAD^+$  به  $NADH$  ، کاهش (اهیا) است چون  $NAD^+$  ، الکترون و هیدروژن می گیرد.

○ تبدیل  $NADH$  به  $NAD^+$  ، اکسایش است چون  $NADH$  ، الکترون و هیدروژن از دست می دهد.

همواره واکنش های اکسایش و کاهش همراه یکدیگرند یعنی کاهش یک ماده با اکسایش ماده دیگر امکان پذیر است.

در گلیکولیز،  $NAD^+$  دچار کاهش شده و  $NADH$  تولید می شود پس می توان گفت در گلیکولیز، ترکیبات کربن دار، دچار اکسایش می شوند (الکترون ها و هیدروژن هایی را از دست می دهند که صرف کاهش  $NAD^+$  می شود).

○ هر مولکول  $NAD^+$  با  $2H^+$  و  $2e^-$  ترکیب شده و  $NADH$  و  $H^+$  را ایجاد می کند.

همه هر  $NADH$  حاوی دو عدد نوکلئوتید است (البته پیوند این دو نوکلئوتید، از نوع فسفودی استر نیست). هر  $FADH_2$  نیز حاوی دو عدد نوکلئوتید است.

همه بازده فالس گلیکولیز، دو  $ATP$  است چون در ابتدای گلیکولیز  $2ATP$  مصرف و در انتهای گلیکولیز،  $4ATP$  تولید می شود.

همه تولید  $ATP$  در گلیکولیز به روش سافته شدن در سطح پیش ماده است (شبهه به تولید  $ATP$  با استفاده از فسفات جدا شده از کراتین فسفات در ماهیچه).

همه **راکیزه (میتوکندری) :**

الف- اندامکی است که دارای دو غشاء است (غشای درونی و بیرونی)  
ب- دارای دو فضا است (فضای بین دو غشاء و فضایی که توسط غشای درونی احاطه شده است)  
ج- درون فضای درونی، یک عدد کروموزوم حلقوی وجود دارد (شبهه به کروموزوم حلقوی در پروکاریوت ها)  
د- مساحت غشای درونی بیشتر از غشای بیرونی است (زیرا غشای درونی چین خورده است اما غشای بیرونی صاف است)

و- در فضای درونی میتوکندری ، تعداد زیادی ریبوزوم (رنتان) وجود دارد (برای پروتئین سازی).

○ ژن های موجود در  $DNA$  حلقوی میتوکندری، حاوی اطلاعات لازم برای تولید پروتئین هایی هستند که در تنفس یافته ای هوازی به آنها نیاز است.

○ پروتئین های مسؤل در تنفس یافته ای هوازی که در میتوکندری هستند دو نوعند :

الف- گروهی که بر اساس اطلاعات DNA هسته ای و با کمک ریبوزوم های سیتوپلاسم ساخته می شوند.

ب- گروهی دیگر که بر اساس اطلاعات DNA میتوکندری و با کمک ریبوزوم های درون میتوکندری ساخته می شوند.

که در صورت نیاز یافته به ATP بیشتر، باید تعداد میتوکندری ها افزایش یابد

میتوکندری های جدید با تقسیم میتوکندری های قبلی به وجود می آیند  
(یک میتوکندری به دو میتوکندری تقسیم می شود)

ضمناً قبل از تقسیم میتوکندری، DNA حلقوی درون آن همانندسازی می کند.

○ تقسیم و تکثیر میتوکندری ها ممکن است مستقل یا همراه با تقسیم یافته باشد.

که محل قرارگیری اجزاء زنجیره انتقال الکترون (که پروتئینی هستند) ، در غشای درونی میتوکندری است.

پس با ایبار پین فوردرگی در غشای درونی، مسامت آن افزایش یافته و زنجیره های انتقال الکترون بیشتری می توانند در سافتار غشای درونی به کار روند و در نتیجه توان تولید ATP افزایش می یابد.

که هر چه تعداد پین فوردرگی ها بیشتر باشد، توان تولید ATP هم بیشتر است.

که دو مولکول قند به کار رفته در سافتار NADH همانند قند به کار رفته در سافتار ATP از نوع ریبوز است.

### ○ ب- اکسایش پیرووات :

- 1- توسط مجموعه ای از آنزیم ها انجام می شود (بیش از یک آنزیم)
- 2- این آنزیم ها در سافتار غشاء درونی میتوکندری قرار دارند
- 3- پیرووات تجزیه شده و به استیل و  $CO_2$  تبدیل می شود.

که مراحل اکسایش پیرووات:

- 1- ابتدا یک مولکول  $CO_2$  از پیرووات جدا می شود.
- 2- سپس یک مولکول  $NAD^+$  کاهش یافته و به NADH تبدیل می شود.

همواره یک واکنش آکسایش با یک واکنش کاهش همراه است.  
در اینجا آکسایش پیرووات با کاهش  $\text{NAD}^+$  همراه است.

الکترون ها و  $\text{H}^+$  های جدا شده از پیرووات صرف کاهش (اهیاء)  $\text{NAD}^+$  می شوند.

○ استیل دو کربنی است و به کوآنزیم A وصل می شود.

کوآنزیم A وظیفه دارد تا استیل را وارد پرفه کربس کند.

○ پیرووات حاصل از گلیکولیز به روش انتقال فعال به درون میتوکندری وارد می شود (با مصرف انرژی زیستی).

از مجموع 6 کربن مولکول گلوکز، 2 تا در قالب  $2\text{CO}_2$  در تبدیل پیرووات ها به استیل ها آزاد می شود (مکان: فضای درونی میتوکندری که توسط غشای داخلی احاطه شده است).

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی



❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❄️ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❄️ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی



❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

## جزوه سطح A (نکات مهم تر) پس از تدریس در کلاس حضوری یا مجازی . در صفحات پایان هر گفتار نوشته خواهد شد

### گفتار دوم - اکسایش بیشتر

- در تنفس هوازی، تجزیه گلوکز به طور کامل انجام می شود (به  $6CO_2$  تجزیه می شود).
- ✍ در تنفس بی هوازی از نوع تفمیر الکلی، گلوکز به مولکول های دوکربنی (اتانول) و یک کربنی ( $CO_2$ ) تجزیه می شود.
- ✍ در تنفس بی هوازی از نوع تفمیر لاکتیکی، گلوکز فقط به مولکول های سه کربنی (لاکتات) تجزیه می شود.
- ✍ در دو نوع تنفس،  $CO_2$  تولید می شود؛  
الف- هوازی (به ازاء هر گلوکز، شش  $CO_2$ )  
ب- بی هوازی از نوع تفمیر الکلی (به ازاء هر گلوکز، دو  $CO_2$ ).
- ✍ در تنفس هوازی، همتا  $CO_2$  تولید می شود اما در تنفس بی هوازی، ممکن است  $CO_2$  تولید شود.

### ○ چرخه کربس:

- 1- گروه دو کربنی استیل به مولکولی چهار کربنی متصل می شود تا مولکولی شش کربنی ایجاد شود (کوآنزیم A جدا می شود تا در واکنش دیگر ( از نوع تبدیل پیرووات به استیل و  $CO_2$ ) شرکت کرده و به استیل برید وصل شود).
- 2- مولکول شش کربنی، یک  $CO_2$  از دست داده و به مولکول پنج کربنی تبدیل می شود
- 3- مولکول پنج کربنی نیز، یک  $CO_2$  از دست داده و به مولکول چهار کربنی تبدیل می شود
- 4- مولکول چهار کربنی به مولکول چهار کربنی اولیه تبدیل می شود.

- در طی مراحل پرفه کربس ، مولکول 6 و 5 و 4 کربنی دچار آکسایش می شوند.
- ✍ الکترون ها و یون های هیدروژن حاصل از این آکسایش، صرف کاهش (ایضا)  $FAD$  و  $NAD^+$  و تولید  $FADH_2$  و  $NADH$  می شوند.
- در پرفه کربس، علاوه بر  $FADH_2$  و  $NADH$  و  $CO_2$  ،  $ATP$  نیز تولید می شود.
- ✍ محل انجام پرفه کربس، درون فضای داخلی میتوکندری است، پس مولکول های  $FADH_2$  و  $NADH$  و  $CO_2$  و  $ATP$  به این فضا آزاد می شوند.
- ✍ به ازاء هر مولکول گلوکز در تنفس هوازی، مجموعاً شش  $CO_2$  تولید می شود. هر شش  $CO_2$  به درون فضای داخلی میتوکندری آزاد می شوند (دو تا در تپزیه پیرووات و چهار تا در پرفه کربس).
- ✍ در تنفس هوازی ، چهار  $ATP$  به روش تولید در سطح پیش ماده، ساخته می شوند؛ الف- دو تا در گلیکولیز (که به سیتوسل آزاد می شوند) ب- دو تا در پرفه کربس (که در فضای داخلی میتوکندری ساخته می شوند).
- ✍  $NADH$  و  $ATP$  هم در تنفس هوازی و هم در تنفس بی هوازی تولید می شوند اما  $FADH_2$  فقط در تنفس هوازی تولید می شود.
- ✍ محل های تولید  $ATP$  و  $NADH$  در تنفس هوازی :
- الف- سیتوسل (در طی گلیکولیز)
- ب- درون میتوکندری (در طی پرفه کربس) پس  $ATP$  و  $NADH$  را هم در سیتوسل و هم درون میتوکندری می توان یافت.
- ✍  $FADH_2$  را هیچگاه نمی توان در سیتوسل یافت. چون درون میتوکندری تولید (پرفه کربس) و درون میتوکندری نیز مصرف (زنجیره انتقال الکترون) می شوند.
- ✍  $FAD$  همانند  $NAD^+$  یک پذیرنده الکترون است. برای تبدیل شدن به یک حامل الکترون ( $FADH_2$ ) باید  $2H^+$  و  $2e^-$  دریافت کند (همانند  $NAD^+$  به  $NADH$ ).

### ○ زنجیره انتقال الکترون:

آفرین (پهارمین) مرحله تنفس هوازی است و در طی آن  $\text{NADH}$  و  $\text{FADH}_2$  الکترون از دست می دهند. انرژی این الکترون های پرانرژی صرف انتقال فعال  $\text{H}^+$  ها از فضای درونی میتوکندری به فضای بین دو غشای آن می شود. سپس همزمان با انتشار تسهیل شده  $\text{H}^+$  از فضای بین دو غشا به فضای درونی میتوکندری،  $\text{ATP}$  ساخته می شود.

○ این زنجیره، پنج عضو دارد (پنج مولکول پروتئینی).

سه عضو این زنجیره، پروتئین های سراسری هستند (شماره ی یک و سه و پنج) که همزمان با انتقال الکترون،  $\text{H}^+$  (پروتون) ها را از فضای درونی به فضای بین دو غشا پمپ می کنند (به روش انتقال فعال  $\text{H}^+$  ها را پمپ می کنند-با کمک انرژی الکترون ها). شکل ص 70

سه عضو دوم زنجیره انتقال الکترون، پروتئین کوچکی است که کاملاً در لابلاهی فسفولیپیدی های غشاء درونی مرفون شده است.

سه عضو چهارم زنجیره، پروتئین کوچکی است که نزدیک به سطح غشای درونی و به سمت فضای بین دو غشا میتوکندری قرار دارد.

○  $\text{NADH}$  دو الکترون پرانرژی به عضو اول زنجیره می دهد. سپس این الکترون ها به ترتیب در طول زنجیره 5 عضوی الکترون حرکت می کنند.

عضوهای 1 و 3 و 5 به نوبت مقداری از انرژی این الکترون ها را گرفته و صرف انتقال فعال (پمپ کردن) 3 پروتون ( $\text{H}^+$ ) می کنند (از فضای درونی به فضای بین دو غشا).

سه به ازاء دو الکترون پرانرژی جدا شده از هر  $\text{NADH}$ ، سه پروتون ( $\text{H}^+$ ) به فضای بین دو غشا پمپ می شود.

سه همواره غلظت  $\text{H}^+$  (پروتون) در فضای بین دو غشاء میتوکندری بیشتر از فضای درونی میتوکندری است به همین دلیل با به جایی پروتون ها از فضای درونی به فضای بین دو غشاء با انتقال فعال انجام می شود و در جهت عکس آن با انتشار تسهیل شده.

- ✍ **FADH<sub>2</sub>** دو الکترون پرانرژی به عضو دو<sup>م</sup> زنجیره می دهد پس با حرکت این الکترون ها در ادامه زنجیره ، فقط دو پروتون ( $H^+$ ) توسط عضوهای شماره 3 و 5 پمپ می شوند.
- ✍ الکترون های جدا شده از هر **FADH<sub>2</sub>** هیپگاه به عضو اول زنجیره نمی رسند ، اما الکترون های جدا شده از هر **NADH** متماً از هر 5 عضو زنجیره عبور می کنند.
- ✍ پس به ازاء انتقال دو الکترون جدا شده از هر **NADH** ، مجموعاً سه پروتون ( $H^+$ ) پمپ می شود ، اما به ازاء انتقال دو الکترون جدا شده از هر **FADH<sub>2</sub>** ، مجموعاً دو پروتون ( $H^+$ ) پمپ می شود.
- گیرنده نهایی الکترون های جدا شده از **NADH** و **FADH<sub>2</sub>** ، مولکول اکسیژن است ( $O_2$  با  $H^+$  ها و این الکترون ها به مولکول های آب تبدیل می شوند).
- ✍ آخرین عضو زنجیره (عضو پنجم) دو الکترون را که کم انرژی شده اند به یک اتم اکسیژن داده و آن را به یون اکسید (اتم  $O$  با دو بار منفی) تبدیل می کند.
- هر یون اکسید ( $O^{--}$ ) با دو پروتون ترکیب شده و مولکول آب تولید می شود.

✍ موارد زیر به سمت فضای درونی انجام می شوند:

- |   |  |  |
|---|--|--|
| 1- مصرف $O_2$                                 | 2- تولید آب  | 3- تولید <b>FAD</b> و <b>NAD<sup>+</sup></b> |
| 4- مصرف <b>FADH<sub>2</sub></b> و <b>NADH</b> | 5- تولید و مصرف یون اکسید                                | 6- تولید <b>ATP</b>                          |
| 7- مصرف <b>ADP</b> و <b>Pi</b>                | 8- تولید <b>CO<sub>2</sub></b> (پهار مولکول از 6 مولکول) |  |

✍ تولید **NADH** و **FADH<sub>2</sub>** با افزایش **pH** همراه است چون  $H^+$  مصرف می شود.

- با فعالیت زنجیره انتقال الکترون ، پروتون ها ( $H^+$  ها) در فضای بین دو غشا افزایش می یابد (یعنی یک شیب قوی پروتونی بین دو طرف غشا درونی ایجاد می شود).
- سپس مجموعه ای از پروتئین ها به نام آنزیم **ATP** ساز، با انتشار تسهیل شده ،  $H^+$  ها را از فضای بین دو غشا به فضای درونی برمی گرداند (در جهت شیب غلظتی پروتون) و همزمان **ATP** می سازد.

### آنزیم ATP ساز:

- 1- مجموعه ای از چند رشته پلی پپتیدی است .
- 2- شبیه به دبل است.
- 3- در غشای درونی میتوکندری قرار دارد.
- 4- سر متورم تر آن پرفان است و به سمت فضای درونی میتوکندری، بیرون زده است.
- 5- سر دیگر آن به طور کامل عرض غشا داخلی را طی کرده است.
- 6- بخش باریک رابط بین دو بخش متورم به همراه سر متورم تر، تماسی با فسفولیپیدها ندارند و در فضای درونی میتوکندری هستند.

آنزیم ATP ساز طویل تر از هر 5 عضو زنجیره انتقال الکترون است.

آنزیم ATP ساز باریک تر از عضوهای 1 و 3 و 5 و قطورتر از عضوهای 2 و 4 زنجیره است.

○ درون هر سه بخش ساقه، رابط و سر متورم آنزیم ATP ساز، کانالی برای عبور پروتون ها وجود دارد.

با عبور هر پروتون ( $H^+$ ) ، آنزیم ATP ساز ، یک ATP می سازد. پس به ازاء هر NADH که سه پروتون پمپ شده بود سه ATP نیز ساخته می شود.

اما به ازاء هر  $FADH_2$  که دو پروتون پمپ شده بود، فقط دو ATP ساخته می شود.

○ دو الکترون جدا شده از NADH پراثری تر از  $FADH_2$  هستند چون انرژی آنها صرف پمپ سه پروتون شده و نهایتاً سه ATP ساخته می شود.

اما با انرژی دو الکترون جدا شده از  $FADH_2$  فقط دو پروتون پمپ شده و فقط دو ATP ساخته می شود.

○ عبور پروتون از کانال سراسری درون آنزیم ATP ساز، انرژی لازم برای پیوستن  $Pi$  به ADP و تولید ATP را فراهم می کند.

○ تنها مسیر انتشار پروتون ها، کانال درون آنزیم ATP ساز است (از فضای بین دو غشا به فضای درونی).

همه ATP تولید شده در طی پرفه کربس و زنجیره انتقال الکترون در فضای درونی میتوکندری تولید می شوند.

همه ATP تولید شده در طی گلیکولیز در سیتوسل تولید می شوند.

همه ATP تولید شده در طی گلیکولیز و پرفه کربس به روش تولید در سطح پیش ماده تولید می شوند.

همه ATP تولید شده در طی زنجیره انتقال الکترون به روش سافته شدن آکسایشی تولید می شوند (چون NADH و  $FADH_2$  اکسید می شوند).

○ در شرایط بینه آزمایشگاهی، در تنفس هوازی، با تجزیه کامل هر مولکول گلوکز، 30 ATP تولید می شود.

○ مقدار ATP تولید شده به ازاء هر گلوکز، در یافته های مختلف، متفاوت است (متناسب با نیاز بدن).

○ **تنظیم تنفس یاخته ای:** بر اساس میزان ATP و ADP کنترل می شود:

الف- در صورتی که مقدار ATP فراوان و مقدار ADP کم باشد، آنزیم های مسیر گلیکولیز و پرفه کربس مهار می شوند تا تولید ATP کاهش یابد.

ب- در حالتی که مقدار ATP کم و مقدار ADP فراوان باشد، آنزیم های گلیکولیز و پرفه کربس فعال می شوند تا تولید ATP افزایش یابد.

○ **منابع مورد استفاده:**

الف- معمولاً از گلوکز حاصل از تجزیه گلیکوژن (ذخیره شده در کبد) استفاده می شود.

ب- در صورت ناکافی بودن ذخایر کربوهیدراتی کبد، ATP مورد نیاز از تجزیه پروتئین ها و چربی ها به دست می آید (دلیل تحلیل و ضعف عضلات اسکلتی و ضعف سیستم ایمنی در سوء تغذیه و فقر شدید غذایی).

○ **از عوارض ناشی از سوء تغذیه و تجزیه پروتئین ها برای تأمین ATP :**

الف- کاهش استفکام انواع بافت پیوندی (زردپی-رباط-کپسول مفصلی-استخوان و ...) به دلیل تجزیه پروتئین کلاژن و سایر پروتئین ها.

ب- ضعف سیستم ایمنی به دلیل تجزیه پروتئین های دفاعی (پادتن-انیتروفون-پرفورین-لیزوزیم و غیره).

ج- ضعف حرکتی به دلیل تجزیه آنتین و میوزین در ماهیچه ها.

❖ مهمل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)



❄️ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❄️ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❄️ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

❁ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی



❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

## جزوه سطح A (نکات مهم تر) پس از تدریس در کلاس حضوری یا مجازی . در صفحات پایان هر گفتار نوشته خواهد شد

### گفتار سوم - زیستن مستقل از اکسیژن:

- در تنفس بی هوازی، اکسیژن مصرف نمی شود.
- در تنفس هوازی گیرنده نهایی الکترون، اکسیژن است.
- $NADH$  دو الکترون به اکسیژن داده و به  $NAD^+$  تبدیل می شود.
- سپس این  $NAD^+$  در گلیکولیز به کار می رود.
- به این معنا که اگر  $NAD^+$  نباشد، گلیکولیز متوقف می شود (و وجود  $NAD^+$  برای تداوم گلیکولیز ضروری است).
- از طرف دیگر در فقدان اکسیژن، یافته نمی تواند انرژی ذخیره شده در  $NADH$  و  $FADH_2$  را صرف تولید  $ATP$  کند پس میباید به  $ATP$  اندک تولید شده در گلیکولیز اکتفا کند.
- راه پاره:
- برای تداوم گلیکولیز، یافته باید به نموی  $NAD^+$  را فراهم کند (انجام تفسیر):
- در تفسیر، با اکسایش  $NADH$  به  $NAD^+$ ، دو الکترون حاصل، صرف کاهش (اهیاء) یک ماده آلی می شود.
- تفسیر در صورت فقدان یا کمبود گاز اکسیژن انجام می شود.
- محل انجام تفسیر، سیتوسل (ماده زمینه ای سیتوپلاسم) است
- (ارتباطی با میتوکندری (و زنجیره انتقال الکترون، پرفه کربس و ... ندارد).

- تمفیر به روش های مختلفی انجام می شود که دو روش رایج تر آن عبارتند از :
  - الف- تمفیر الکلی
  - ب- تمفیر لاکتیکی (از هر دو روش در صنعت استفاده می شود).
- این دو روش تمفیر (الکلی و لاکتیکی) همانند تنفس هوازی با گلیکولیز (قند کافت) شروع می شوند.
- انجام گلیکولیز ، ارتباطی با  $O_2$  ندارد (در حضور یا فقدان  $O_2$  انجام می شود).
- در هر دو نوع تنفس (هوازی و بی هوازی) ، تماماً پرووات تولید و سپس مصرف می شود.
- در تنفس هوازی، پرووات درون میتوکندری به استیل و  $CO_2$  تجزیه می شود.
- در تنفس بی هوازی از نوع تمفیر الکلی، درون سیتوسل، پرووات به اتانول و  $CO_2$  تجزیه می شود.
- در تنفس بی هوازی از نوع تمفیر لاکتیکی، درون سیتوسل، پرووات به لاکتات تبدیل می شود.
- می توان گفت در تنفس هوازی، تماماً  $CO_2$  تولید می شود (به ازاء هر گلوکز، شش مولکول  $CO_2$ ).
- می توان گفت در تنفس بی هوازی، ممکن است  $CO_2$  تولید شود؛
  - الف- در تمفیر الکلی تماماً  $CO_2$  تولید می شود (به ازاء هر گلوکز، دو مولکول  $CO_2$ ).
  - ب- در تمفیر لاکتیکی ،  $CO_2$  تولید نمی شود.
- هر چه تعداد شش ریشه ها بیشتر باشد، احتمال تمفیر کمتر است (در پنگل هرا).
- **تخمیر الکلی:** طی دو مرحله انجام می شود؛
  - 1- پرووات سه کربنی به اتانال دو کربنی و  $CO_2$  تجزیه می شود.
  - 2- اتانال دو الکترون از  $NADH$  گرفته و به اتانول تبدیل می شود.
- در تمفیر الکلی، تولید  $CO_2$  قبل از تولید اتانول و  $NAD^+$  انجام می گیرد اما تولید  $NAD^+$  و اتانول همزمان است.
- در تمفیر الکلی، به دلیل کاهش (اهیاء) اتانال،  $NADH$  اکسید می شود.
- تمفیر الکلی سبب ور آمدن خمیر نان می شود.
- با انجام تمفیر الکلی، به دلیل تولید الکل اتانول، محیط (خمیر) تا حد زیادی ضد عفونی می شود.

- **تخمیر لاکتیکی**؛ در ماهیچه اسکلتی، گلبول های قرمز و گروهی از باکتری ها انجام می شود.
- تخمیر لاکتیکی در یک مرحله انجام می شود و در طی آن پیرووات دچار کاهش (اهیاء) شده و به لاکتات تبدیل می شود (همزمان با اکسایش  $\text{NADH}$  به  $\text{NAD}^+$ ).
- مثل تخمیر لاکتیکی همانند تخمیر الکلی و سایر انواع تخمیر، سیتوسل است.
- مصرف اکسیژن در ماهیچه ها بسیار زیاد است.
- در کمبود اکسیژن، یافته ماهیچه ای، تخمیر لاکتیکی انجام می دهد.
- فستگی و گرفتگی ماهیچه ها پس از فعالیت شدید بدنی، ناشی از **تجمع لاکتات** است.
- **لکته** از محصولات انواع تخمیر: اتانول -  $\text{CO}_2$  - لاکتات -  $\text{NAD}^+$
- **لکته** اتانول و لاکتات هیپگاه درون میتوکندری یافت نمی شوند چون مثل تخمیر، سیتوسل است.
- **لکته**  $\text{CO}_2$  و  $\text{NAD}^+$  را هم درون میتوکندری و هم درون سیتوسل می توان یافت (زیرا هم در تخمیر و هم در تنفس هوازی وجود دارند).
- زیان تخمیر برای انسان: ترش شدن شیر و فساد غذا به دلیل انجام تخمیر لاکتیکی توسط بعضی از باکتری ها.
- از فواید تخمیر برای انسان: تولید فرآورده های غذایی مثل خیارشور و فرآورده های شیری.
- **لکته** در تولید نان، تخمیر الکلی انجام می شود
- اما در تولید خیارشور و فرآورده های لبنی، تخمیر لاکتیکی رخ می دهد.
- در گیاهان هر دو نوع تخمیر لاکتیکی و الکلی وجود دارد.
- تجمع الکل (اتانول) و لاکتیک اسید در گیاه، هومئوستازی را به هم می ریزد و برای گیاه کشنده است (پس گیاه این مواد را از یافته ها دور می کند).

- دو سازوکار در گیاهانی که در شرایط **غرقابی** رشد می کنند:
  - 1- شش ریشه در درفتان فرا
  - 2- بافت نرم آگنه هوادار در گیاهان آبزی.
- **رادیکال آزاد** چیست؟ اتم، مولکول یا یونی است که دارای الکترون بفت نشده است.
- واکنش پذیری رادیکال های آزاد بسیار بالاست پس با واکنش با مولکول ها در بدن، آسیب ایجاد می کنند.
- رادیکال های آزاد از عوامل ایجاد سرطان هستند.
- در تنفس هوازی، ممکن است رادیکال آزاد تولید شود.
- ممکن است گاهی یون اکسید ( $O^{-2}$ ) برای تشکیل آب مصرف نشده و به صورت رادیکال آزاد درمی آید که مضر است.
- در پایان زنجیره انتقال الکترون، عضو پنجم زنجیره، الکترون ها را به  $H^+$  و اکسیژن داده و آب تولید می کند.
- فقط در صدی از یون های اکسید ممکن است به شکل رادیکال آزاد در آیند.
- مواد آنتی اکسیدان (پاراآکسنده) مثل کاروتنوئیدها با رادیکال های آزاد واکنش داده و از اثرات مضر آن ها (واکنش با مولکولهای زیستی و تفریب بافت های بدن) جلوگیری می کنند.
- میوه ها و سبزی ها سرشار از مواد پاراآکسنده هستند.
- راکیزه ها برای مقابله با رادیکال های آزاد به مواد آنتی اکسیدان وابسته هستند.
- در دو وضعیت زیر، رادیکال های آزاد در میتوکندری (راکیزه) تجمع می یابند:
  - 1- عدم نابودی رادیکال آزاد
  - 2- سرعت تشکیل رادیکال های آزاد بیشتر از سرعت نابودی آنها باشد.
- نتیجه تجمع رادیکال های آزاد در میتوکندری : تفریب میتوکندری و در نتیجه تفریب یافته.

○ دو مورد از عواملی که مبارزه با رادیکال های آزاد را در میتوکندری مختل می کنند: 1- الکل 2- نقص ژنی

### 1- اثر الکل:

الف- افزایش سرعت تشکیل رادیکال های آزاد از اکسیژن

ب- ممانعت الکل از کاهش رادیکال های آزاد توسط میتوکندری

○ رادیکال های آزاد به مولکول DNA ملقوی درون میتوکندری آسیب می زنند که نتیجه آن تفریب میتوکندری،

مرگ یافته های کبدی و نکرروز (بافت مرگی) کبد است

(از شایع ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی، افتلال در کارکرد طبیعی کبد و از کار افتادن آن است).

2- نقص ژنی: به دلیل نقص در ژن های حاوی اطلاعات لازم برای سافته شدن پروتئین های زنجیره انتقال

الکترون، این پروتئین ها به صورت معیوب تولید می شوند. پس میتوکندری حاوی آن ها نمی تواند به طور

مناسب با رادیکال های آزاد مبارزه کند.

○ سیانید و مونوکسید کربن زنجیره انتقال الکترون در غشا درونی میتوکندری را متوقف می کنند.

○ مواد سمی فراوان می توانند یک یا چند واکنش را در تنفس هوازی مهار کنند که نتیجه آن توقف تنفس در

یافته و مرگ آن است.

الف- سیانید: انتقال الکترون ها به  $O_2$  توسط عضو پنجم زنجیره را مهار می کند.

ب- مونوکسید کربن:

1- به هموگلوبین متصل می شود (مانع اتصال اکسیژن به هموگلوبین می شود) و در نتیجه ظرفیت حمل اکسیژن

در خون کاهش می یابد.

2- همانند سیانید، انتقال الکترون ها به  $O_2$  توسط عضو پنجم را مهار می کند.

○ دود سیگار و فودروها، مونوکسید کربن فراوانی دارند.

○ مونوکسید کربن به آسانی از هموگلوبین جدا نمی شود.

❄️ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی



❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

✱ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❄️ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❁ ممل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی ↓

(پس از یادگیری در کلاس مضموری یا مجازی)

مهمی  
سببگیری

❄️ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

❖ **محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی** ↓

(پس از یادگیری در کلاس مفهومی یا مجازی)

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی