به نام خدا

بیوشیمی و متابولیسم فعالیت ورزشی و تمرین

فصل چهارم

سوخت و ساز کربوهیدراتها

آرزو فرزانه

دکترای تخصصی بیوشیمی و متابولیسم ورزشی

https://www.seyfit.ir/

✓

کربوهیدراتها:

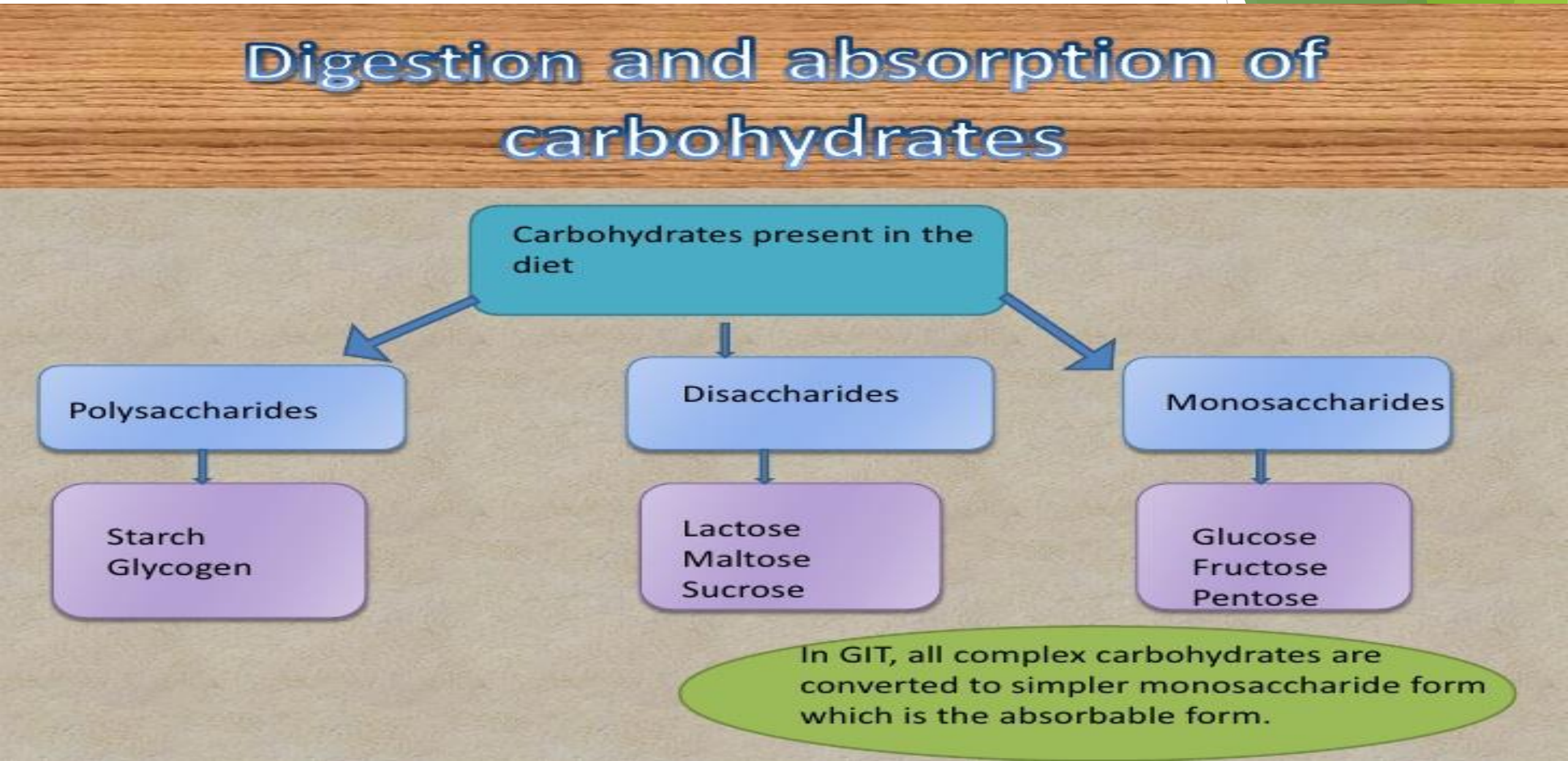
سوخت اصلی در تمرینات ورزشی شدید
در تمرینات ورزشی متوسط و طولانی

منبع اصلی سوخت کربوهیدراتها در بدن گلوکز خون و گلیکوژن عضلانی است
دسته بندی کربوهیدراتها:
منوساکاریدها (گلوکز)
دی ساکاریدها
پلی ساکاریدها (گلیکوژن)

کربوهیدراتها به هر شکلی که مصرف شوند قبل از جذب باید به منوساکاریدها تبدیل شوند

https://www.jcrft.ir/

کربوهیدراتها:



کربوهیدراتها و نقش آنها در تغذیه

منوساکاریدها

ساده ترین کربوهیدراتهای قندی، سه کربنی (تریوز) هستند. قندهای سه کربنی دو نوع اند:

۱–گلیسر آلدئید Glyceraldehyde

۲–دی هیدروکسی استن Dehydroxyacetone

ریبوز و داکسی ریبوز از پنتوزهای مشهور هستند (۵ کربنی) قندهایی که دارای پنج کربن بوده و در ساختار اسیدهای نوکلئیک (DNA **و** RNA**)شرکت می نمایند.**

گلوکز، فروکتور و گالاکتوز و سایر قندهای شش کربنی، هگزوز نامیده می شوند. در انتهای نام کربوهیدراتها عموما لفظ اوز ose**به کار می رود.**

گلوکز $C_6H_{12}O_6$**فراوانترین مونوساکارید است. این قند به عنوان منبع انرژی در اکثر موجودات زنده استفاده می شود. در تنفس سلولی، سلولها مولکولهای گلوکز را اکسید می کنند. همچنین گلوکز به عنوان جزء تشکیل دهنده ساختار انواع دیگری از ترکیبات نظیر آمینواسیدها و اسیدهای چرب بکار می رود.**

https://www.jyfit.ir/

کربوهیدراتها:
منوساکاریدها

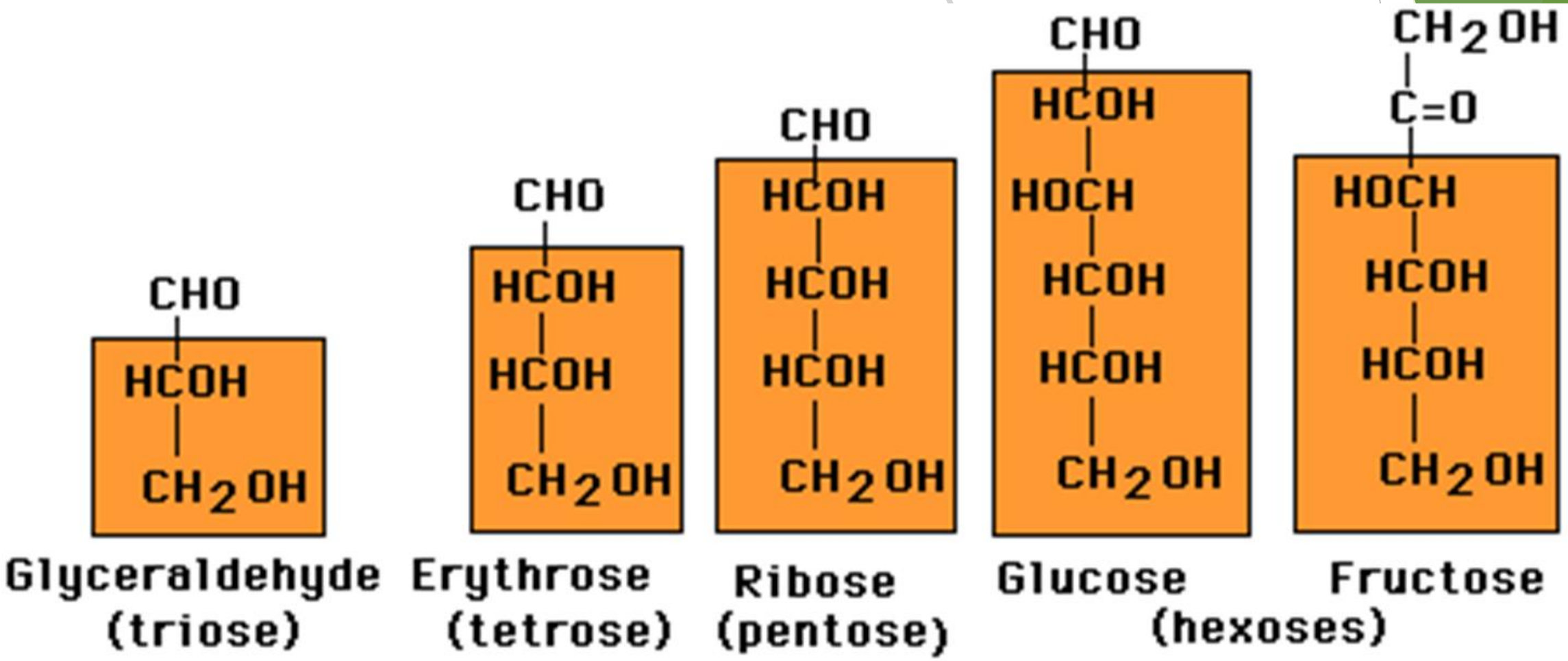
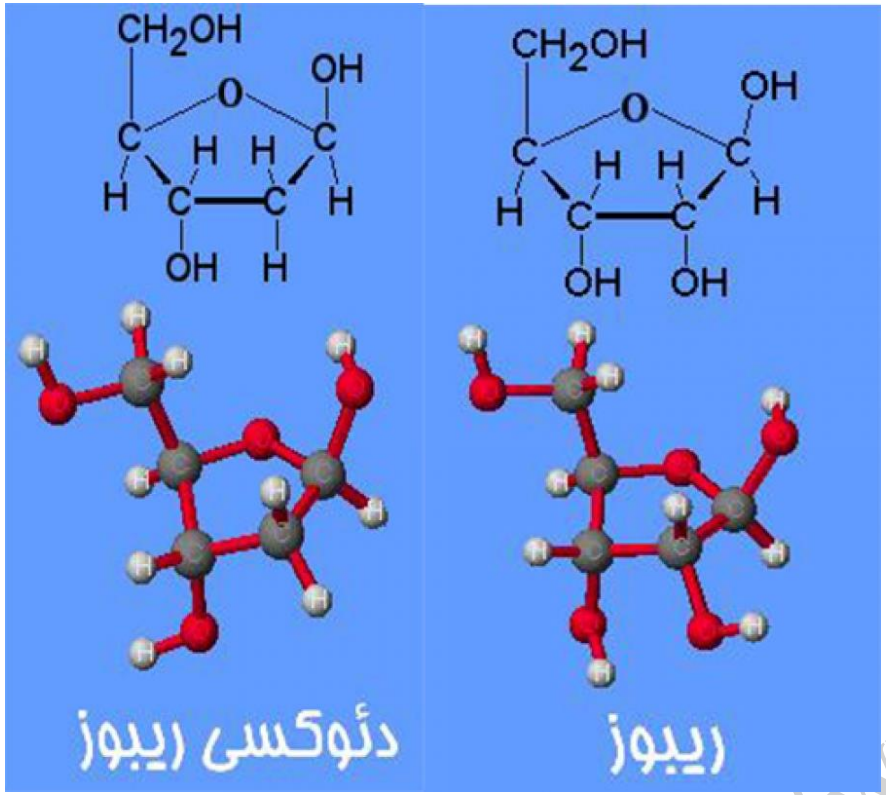


Fig. Monosaccharides with various numbers of carbon atoms.



کربوهیدراتها و نقش آنها در تغذیه

منوساکاریدها

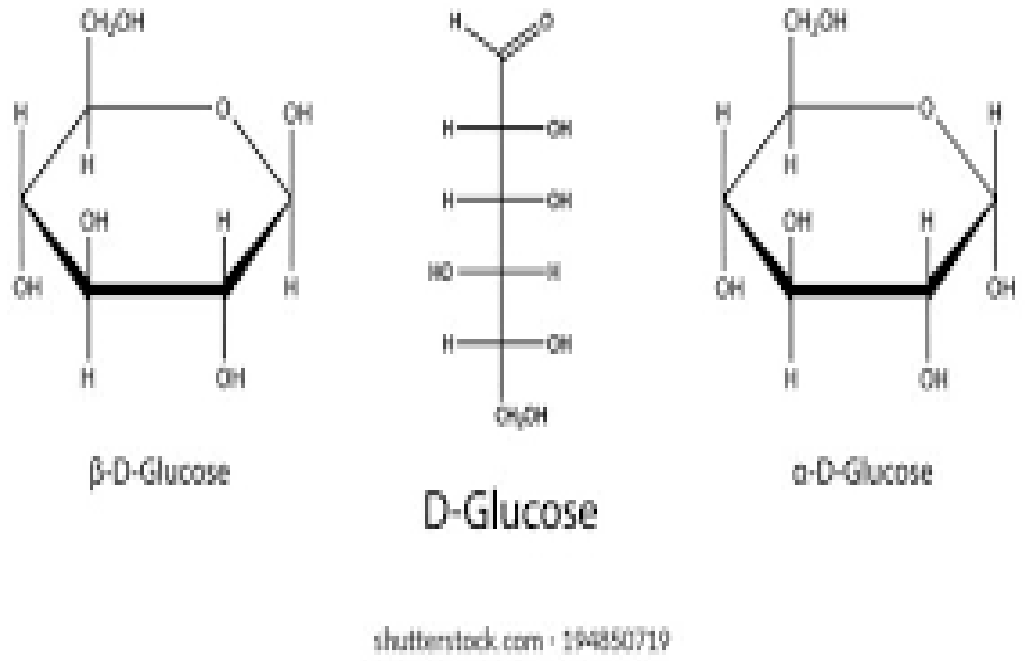
پنتوزها:

مشهورترین پنتوز ریبوز است که از اجزای ریبونوکلئوتیدهاست
به شکل خطی و حلقوی وجوددارد
در شکل حلقوی اکسیژن کربن شماره ۴ با کربن شماره ۱ پیوند کووالانسی برقرار می کند
و اکسیژن شکل خطی آلدئید به هیدروکسیل تبدیل می شود.
در نتیجه یک حلقه پنج ضلعی با یک اکسیژن و ۴ کربن که فورانوز نامیده می شود تشکیل می شود.
دو ایزومر حلقوی وجود دارد که بستگی به قرارگیری عامل هیدروکسیل در کربن شماره ۱ دارد:
اگر OH در کربن ۱ بالا قرار گیرد ایزومر بتا
اگر OH در کربن ۱ پایین قرار گیرد ایزومر آلفا

https://www.jeyfit.ir/

کربوهیدراتها و نقش آنها در تغذیه

منوساکاریدها



هگزوزها:

مشهورترین هگزوزها گلوکز و فروکتوز هستند.

به دو شکل خطی و حلقوی وجوددارند

در شکل حلقوی اکسیژن کربن شماره ۵ با کربن شماره ۱ پیوند کووالانسی برقرار می کند

و اکسیژن شکل خطی آلدئید به هیدروکسیل تبدیل می شود.

در نتیجه یک حلقه شش ضلعی با یک اکسیژن و ۵ کربن که پیرانوز نامیده می شود، تشکیل می شود.

دو ایزومر حلقوی وجود دارد که بستگی به قرارگیری عامل هیدروکسیل در کربن شماره ۱ دارد:

اگر OH در کربن ۱ بالا قرار گیرد ایزومر بتا

اگر OH در کربن ۱ پایین قرار گیرد ایزومر آلفا

https://www.cyfit.ir/

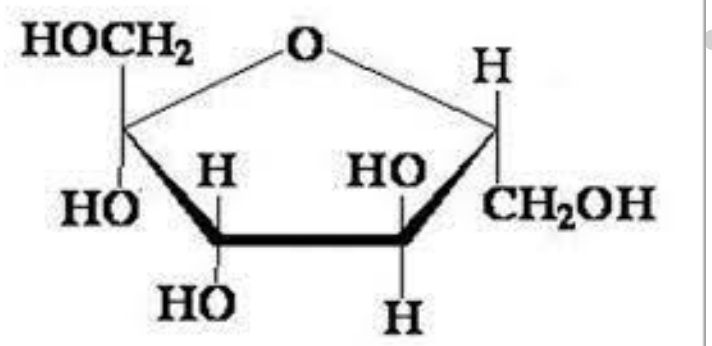
کربوهیدراتها و نقش آنها در تغذیه

منوساکاریدها

هگزوزها:

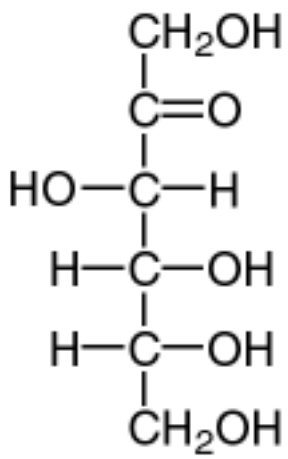
در یک فروکتوز خطی گروه کربونیل بر روی کربن شماره ۲ قرار دارد
وقتی اکسیژن C2 به C5 متصل شود حلقه فورانوز تولید می کند.
دواتم کربن C1و C6 بخش خارجی قرار می گیرند
در شکل فروکتوپیرانوز اکسیژن C2به C6 متصل می شود.

//www.jeyfit.ir/



Fructose

Fructose



کربوهیدراتها:

دی ساکاریدها

یکی از مهم‌ترین گروه‌های این‌دسته **دی‌ساکاریدها** هستند که از دو واحد منوساکاریدی با پیوند ۱ به ۴ گلیکوزیدی ساخته شده‌اند. مانند مالتوز، لاکتوز و سلوبیوز، ساکارز

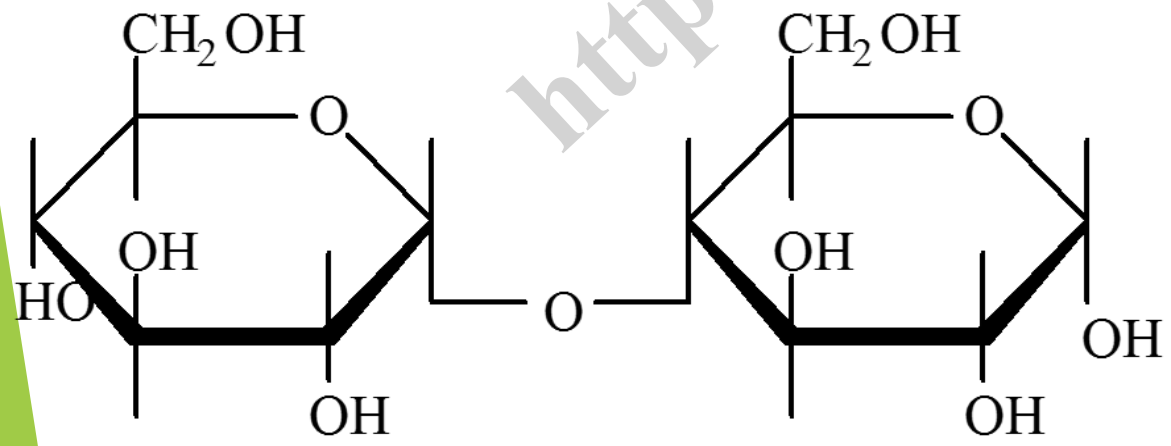
گلوکز+گلوکز ⟵ مالتوز

پیوند گلیکوزیدی:

وقتی دو منوساکارید از طریق گروه هیدروکسیل شان به هم متصل شده و یک مولکول آب آزاد می شود.

اگر گروه OH از C1 با C4 پیوند دهد ۱ به ۴ گلیکوزیدی

اگر گروه OH از C1 با C6 پیوند دهد ۱ به ۶ گلیکوزیدی



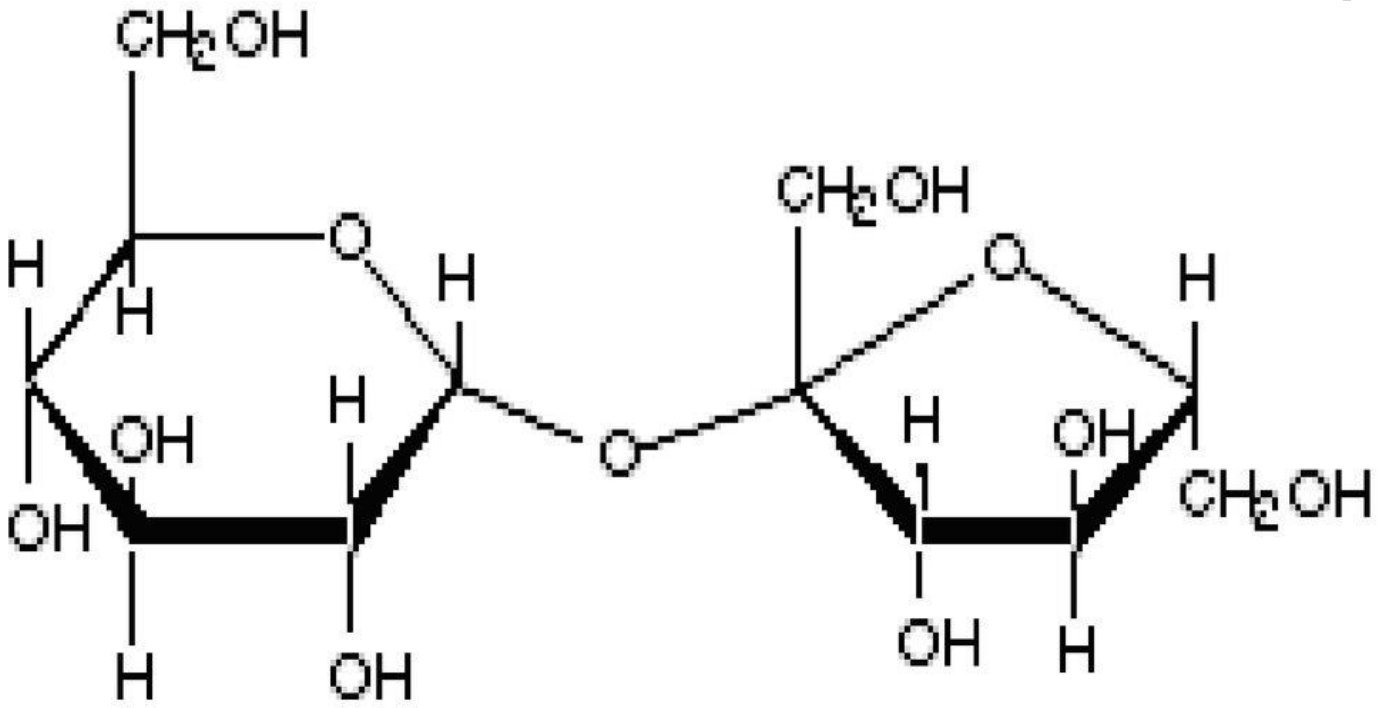
https://www.jeffir/

کربوهیدراتها و نقش آنها در تغذیه

منوساکاریدها

هگزوزها:

ساکاروز شیرین ترین قند دی ساکاریدی است که از گلوکز و فروکتوز تشکیل شده است



Saccharose

(glucose (α1-->2) fructose)

شکل2-10: ساختمان شیمیایی ساکارز

کربوهیدراتها و نقش آنها در تغذیه

پلی ساکاریدها

گلیکوژن چیست؟

«گلیکوژن» (Glycogen)، یک پلی ساکارید بزرگ و منشعب و شکل اصلی ذخیره گلوکز در حیوانات و انسان است. در صورت نیاز به انرژی، گلیکوژن تجزیه و به گلوکز تبدیل می‌شود و سپس وارد مسیر گلیکولیتیک یا پنتوز فسفات خواهد شد یا در جریان خون آزاد می‌شود.

گلیکوژن (پلی ساکارید حیوانی) ← در آب محلول است ← حدود ۳۵۳ gr گلیکوژن در بدن ذخیره است . ۱۰۸ gr در کبد. ۲۴۵ gr در عضلات

در ورزشکاران تا ۲ برابر هم می رسد.

در مواقع نیاز گلیکوژن تجزیه شده ← گلوکز

روند تبدیل گلیکوژن کبدی به گلوکز را گلیکوژنولیز گویند.

https://www.jeyfit.ir/

کربوهیدراتها:

پلی ساکاریدها

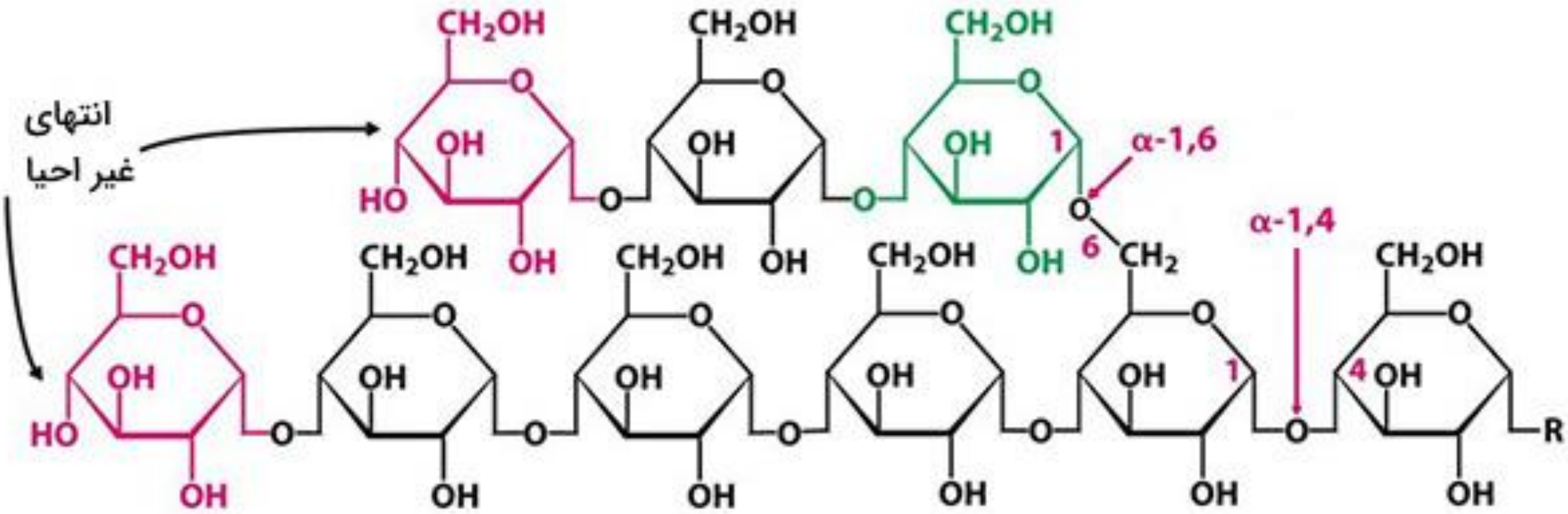
ساختار گلیکوژن چگونه است؟

گلیکوژن، یک بیوپلیمر شاخه‌ای متشکل از زنجیره‌های خطی گلوکز است.
طول متوسط هر زنجیره حدود ۸ تا ۱۲ واحد گلوکز و ۲۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ گلوکز در هر مولکول گلیکوژن است.
واحدهای گلوکز از طریق پیوندهای گلیکوزیدی
۴ ← ۱ به صورت خطی به یکدیگر متصل می‌شوند.
شاخه‌ها از طریق پیوندهای گلیکوزیدی ۶ ← ۱ بین اولین گلوکز شاخه جدید و گلوکز روی زنجیره اصلی، به آن متصل می‌شوند. با توجه به روش سنتز این ماکرومولکول، هر گرانول آن در هسته خود یک پروتئین گلیکوژنین دارد.

https://www.joyfit.ir/

کربوهیدراتها:

پلی ساکاریدها
گلیکوژن



کربوهیدراتها:

پلی ساکاریدها

نشاسته (Starch):

یک کربوهیدرات پلیمری و متشکل از واحدهای گلوکز متعددی است که توسط پیوندهای گلیکوزیدی به هم پیوسته‌اند.

این پلی ساکارید در گیاهان به عنوان ذخیره انرژی تولید می‌شود. نشاسته، رایج‌ترین کربوهیدرات در رژیم غذایی انسان است و به مقدار زیاد در غذاهای اصلی مانند سیب‌زمینی، ذرت، برنج و گندم وجود دارد.

https://www.ieyfit.ir/

کربوهیدراتها:

پلی ساکاریدها

ساختار مولکولی نشاسته چیست؟

نشاسته، از دسته بیوپلیمرها و نوعی پلی ساکارید است که بر اساس نوع پیوند بین گلوکزها و ساختار پلیمری خود دو نوع دارد:

- **آمیلوز ((Amylose**
- **آمیلوپکتین ((Amylopectin**

https://www.ieyfit.ir/

کربوهیدراتها:

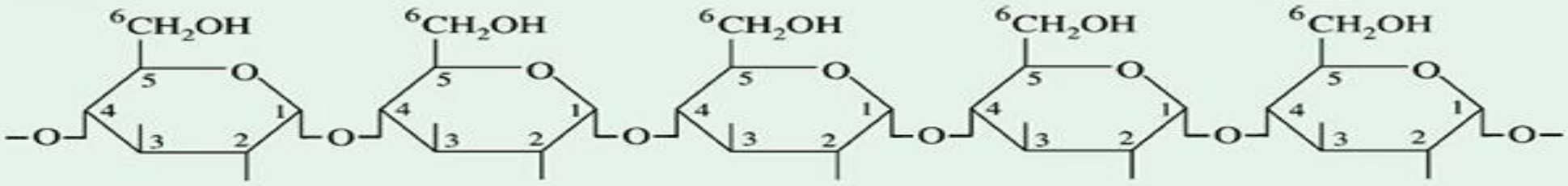
پلی ساکاریدها

آمیلوز چیست؟

آمیلوز پلی ساکاریدی از مونومرهای آلفا–گلوکز است و حدود ۲۰ تا ۳۰٪ نشاسته را تشکیل می‌دهد.

آمیلوز یک پلیمر بدون شاخه و دارای زنجیره‌های خطی گلوکز است که از طریق پیوندهای گلیکوزیدی آلفا ۴ → ۱ به هم متصل شده‌اند و حاوی حدود ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ بقایای گلوکوزیل است.

www.jeyfit.ir/

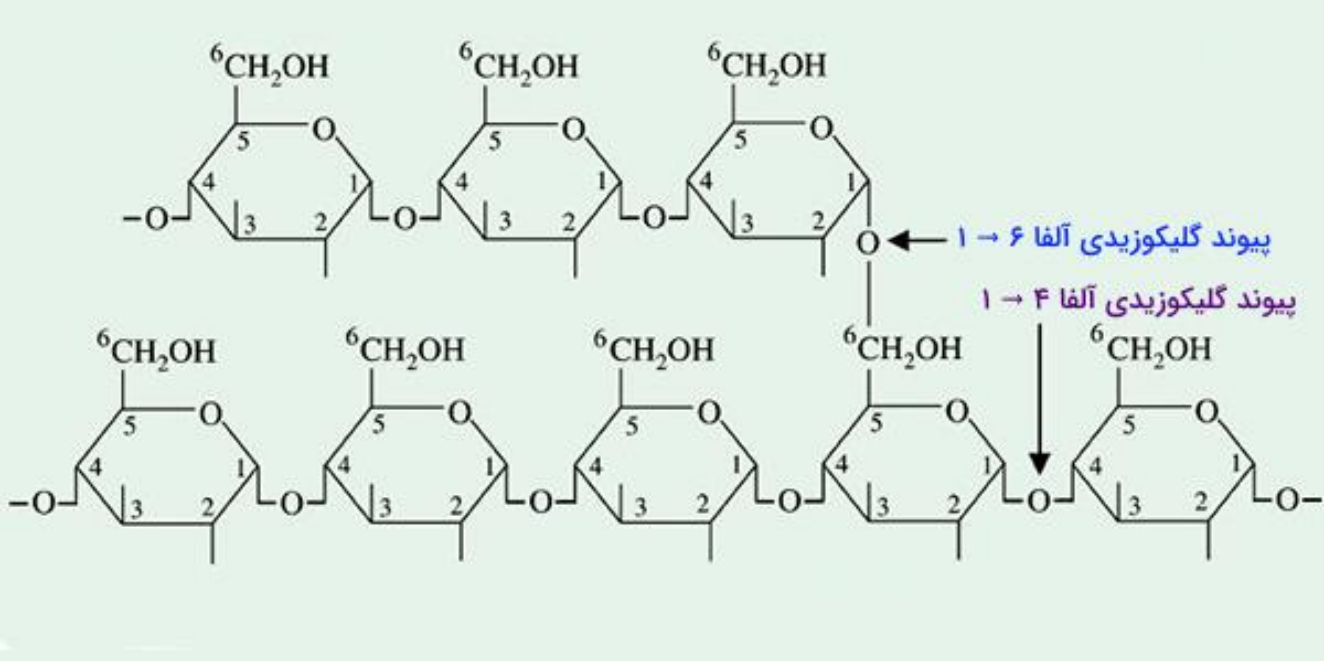


کربوهیدراتها:

پلی ساکاریدها

آمیلوپکتین چیست؟

آمیلوپکتین حدود ۷۰ تا ۸۰٪ از نشاسته را تشکیل می‌دهد.
یک پلیمر شاخه‌ای از زیرواحدهای آلفا گلوکز است و مانند آمیلوز، از طریق به هم پیوستن تعداد زیادی گلوکز یا پیوندهای گلیکوزیدی آلفا ۴ → ۱ تشکیل می‌شود.
اما آمیلوپکتین همچنین دارای پیوندهای آلفا ۶ → ۱ گلیکوزیدی در محل انشعابات است. آمیلوپکتین تقریبا در هر ۲۴ تا ۳۰ زیر واحد
گلوکز، یک انشعاب و هر شاخه تقریباً به همان تعداد زیر واحد گلوکز دارد.



www.jcyfit.ir/

کربوهیدراتها:

پلی ساکاریدها

تفاوت گلیکوژن و نشاسته:

ساختمان گلیکوژن شباهت زیادی به نشاسته دارد و هردو نقش ذخیره گلوگز را انجام می دهند.

گلوکز مولکول کوچکی است به راحتی در آب حل می شود و با مواد دیگر ترکیب می شود و از بین می رود. برای اینکه این اتفاق نیفتد مولکول های گلوکز به هم متصل می شوند و مولکول های بزرگ نشاسته و گلیکوژن را می سازند تا گلوکز ذخیره شود و از بین نرود.

نشاسته وظیفه ذخیره گلوکز در گیاهان را بر عهده دارد. اما گلیکوژن وظیفه ذخیره گلوکز را در جانوران و قارچ ها را برعهده دارند. تفاوت دیگر اینست که انشعابات و شاخه ها در گلیکوژن بیشتر از نشاسته است.

https://www.jcyfit.ir/

کربوهیدراتها:

پلی ساکاریدها

سلولز:

یک مولکول خطی است و حالت مارپیچی مولکول های نشاسته و گلیکوژن را ندارد.

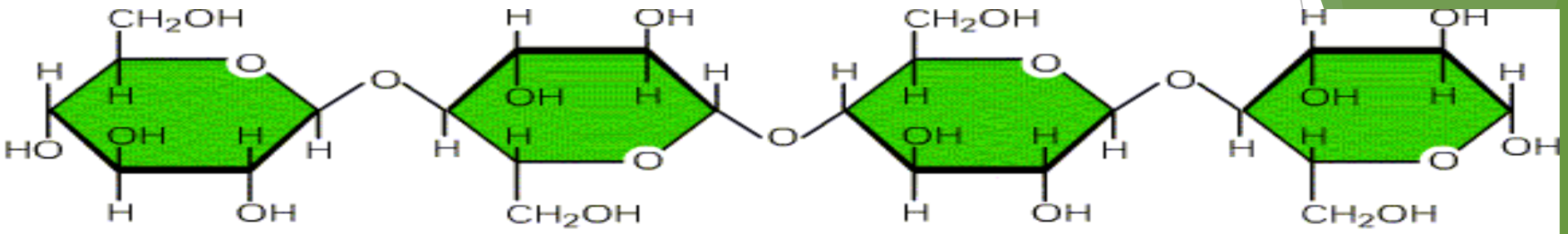
مولکول سلولز برخلاف مولکول های گلیکوژن و آمیلوپکتین شاخه و انشعاب ندارد.

تفاوت دیگر اینست که سلولز برخلاف نشاسته و گلیکوژن که وظیفه ذخیره گلوکز را برعهده دارد وظیفه ساختاری دارد و در ساختمان دیواره سلولی گیاهان به کار می رود.

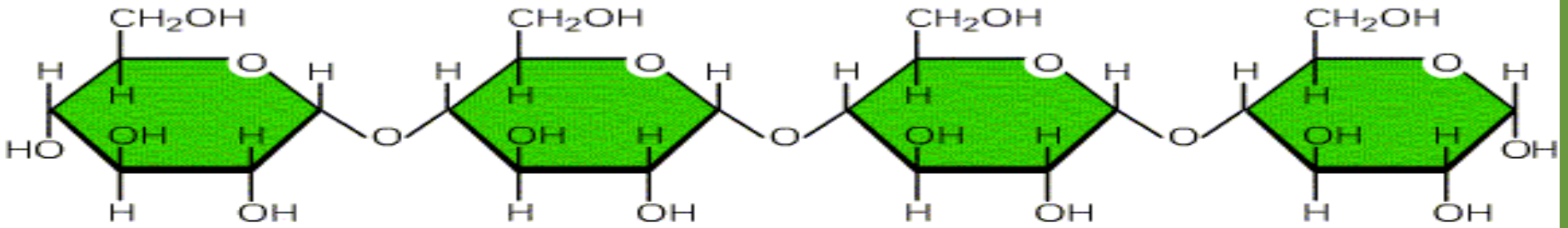
http://www.jyfit.ir/

کربوهیدراتها:

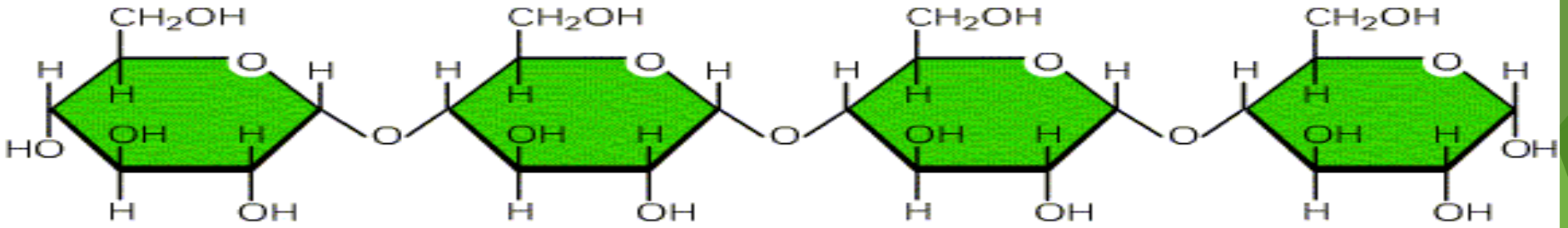
Cellulose



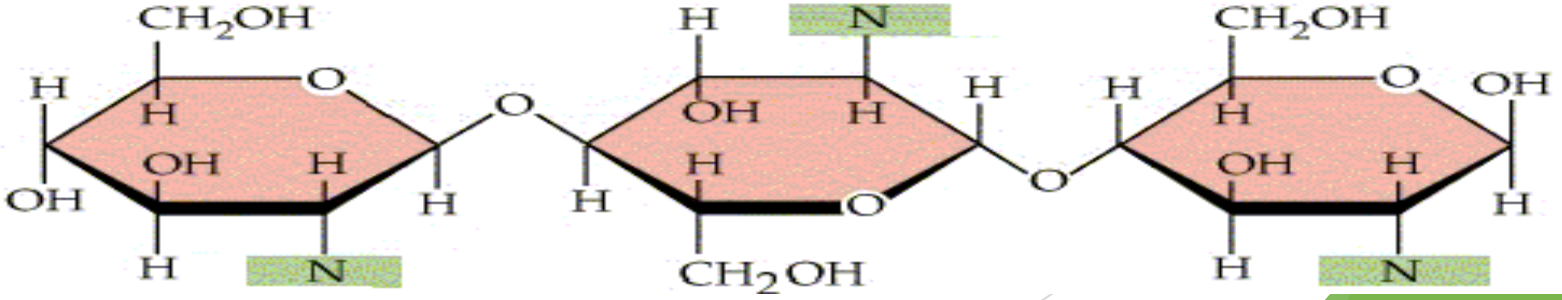
Starch



Glycogen



Chitin



کربوهیدراتها:

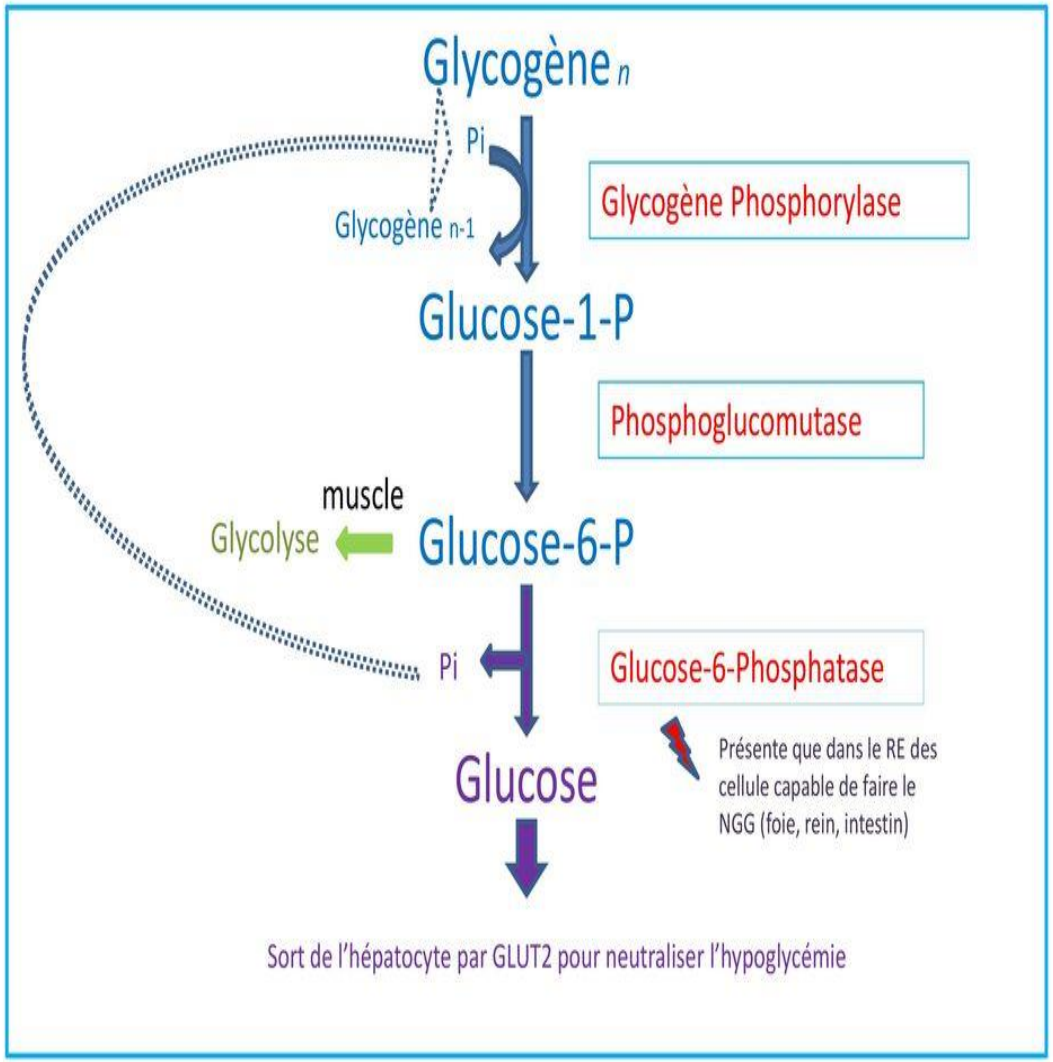
متابولیسم گلیکوژن در فعالیت ورزشی:

در کبد گلیکوژن به گلوکز تبدیل شده و از طریق جریان خون وارد عضلات می شود

در عضلات گلیکوژن به گلوکز ۶ فسفات تبدیل می شود و به گلوکز تبدیل نمی شود

فرایند تبدیل گلیکوژن به گلوکز ۱–فسفات و گلوکز را گلیکوژنولیز نامند که یک فرایند بیهوازی است

cyfit.ir/

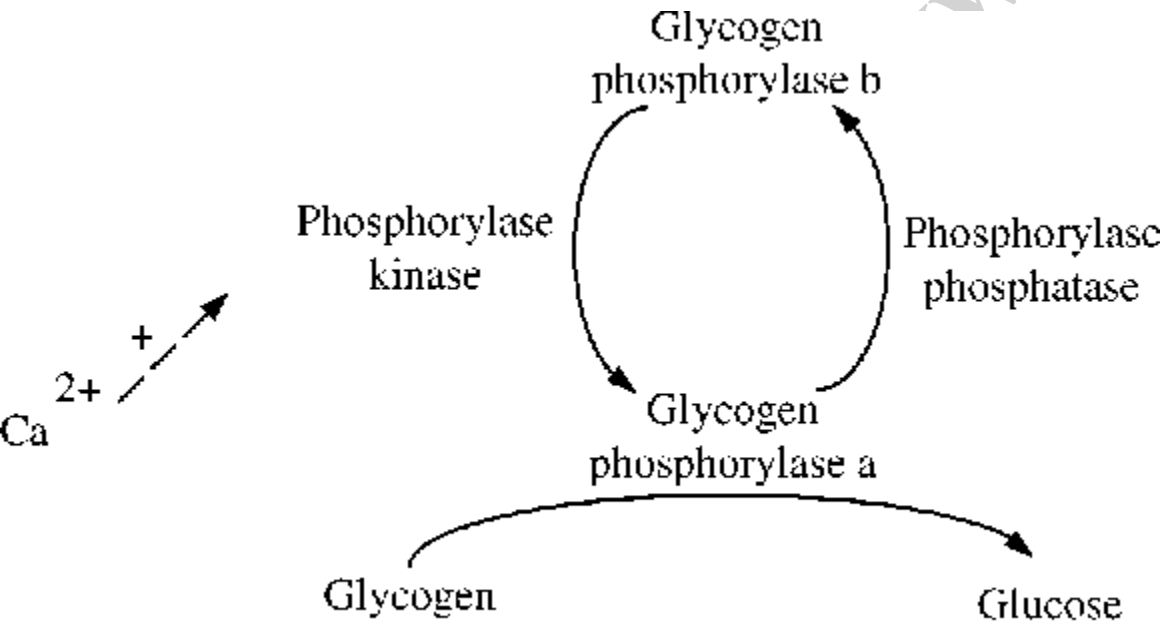


کربوهیدراتها:
متابولیسم گلیکوژن در فعالیت ورزشی:

آنزیم کلیدی در فرایند گلیکوژنولیز ، گلیکوژن فسفریلاز است.

با شروع فعالیت ورزشی ابتدا با افزایش Ca^{++} سارکوپلاسمی و سپس با سپری شدن زمان افزایش هورمون آدرنالین باعث افزایش فعالیت این انزیم می شوند.

www.jeyfit.ir



نکته مهم :

در واکنش تجزیه گلیکوژن و تولید گلوکز ۱ فسفات فسفات غیر آلی مصرف می شود.

انزیم گلیکوژن فسفریلاز قادر به شکستن پیوندهای ۱ به ۶ در شاخه ها نبوده و آنزیم شاخه شکن باعث هیدرولیز پیوندهای ۱ به ۶ در محل شاخه ها می شود

کربوهیدراتها:

متابولیسم کربوهیدراتها:

گلوکز خون از طریق پروتئینهای انتقال دهنده GLUT4 واقع در سارکولما وارد سیتوزول سلول عضلانی شده و وارد مسیر متابولیسمی گلوکز(گلیکولیز) می شود.

گلیکولیز:

فرایند تجزیه گلوکز و تولید پیروات و در نهایت لاکتات را گلیکولیز نامند که یک فرایند بیهوازی است

این واکنش در سیتوزول سلول عضله رخ می دهد.

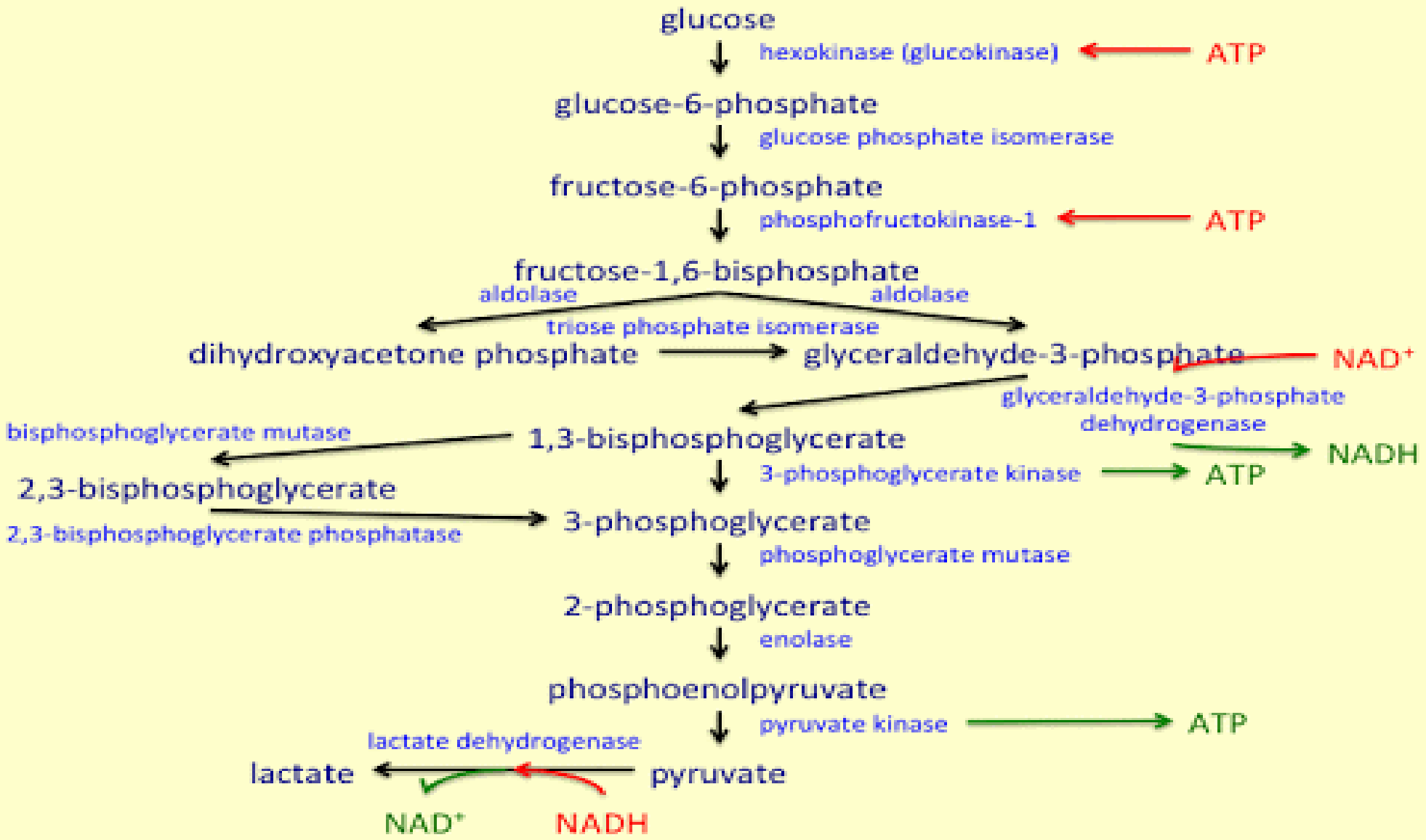
در شرایط هوازی محصول واکنش پیروات است که وارد سیکل کربس می شود

در شرایط بیهوازی محصول واکنش لاکتات است

https://www.ejyfit.ir/

کربوهیدراتها:

گلیکولیز:



کربوهیدراتها:

گلیکولیز:

برخلاف آنزیم هگزوکیناز که برای تجزیه گلوکز نیاز به فسفات آلی دارد و از تجزیه ATP این گروه فسفوریل تامین می شود آنزیم گلیوژن فسفریلازدر واکنش تجزیه گلیکوژن و تولید گلوکز ۱ فسفات، فسفات غیر آلی مصرف می کند.

انزیم فسفوفروکتو کیناز۱(PFK1) در این واکنش یک آنزیم محدود کننده سرعت واکنش است و نقطه ای است که مقدار کلی واکنش تعیین می شود.

تولید ۱و۳ بیس فسفوگلیسرات از گلیسرآلدئید ۳ فسفات از فسفات غیر آلی تامین می شود و نیاز به تجزیه ATP ندارد

https://www.ieyfit.ir/

کربوهیدراتها:

نتایج گلیکولیز:

۱– از یک مولکول گلوکز در گلیکولیز ۲ مولکول پیروات تولید می شود

۲–به طور خالص از یک مولکول گلوکز ۲ مولکول ATP تولید می شود

۳– از یک مولکول گلوکز ۲ مولکول NAD+ به NADH تبدیل می شود

۴– اگر در نقطه شروع به جای گلوکز، گلیکوژن قرار گیرد ۳ مولکول ATP تولید می شود زیرا هیدرولیز ATP در مرحله اول توسط انزیم هگزوکیناز را ندارد

۵– به طور ناخالص در فرایند گلیکولیز از یک مولکول گلوکز ۸ مولکول ATP تولید میشود که به دلیل تولید ۲ مولکول NADH است زیرا هر مولکول NADH در زنجیره انتقال الکترون ۳ مولکولATP تولید می کند

۶– اگر ورودی گلیکوژن باشد به طور ناخالص ۹ مولکول ATP تولید می شود

۷–NAD+ مورد نیاز در این مسیر از مرحله تبدیل پیروات به لاکتات و همچنین از طریق مولکولهای شاتل میتوکندری تامین می شود

https://www.jeyfit.ir/

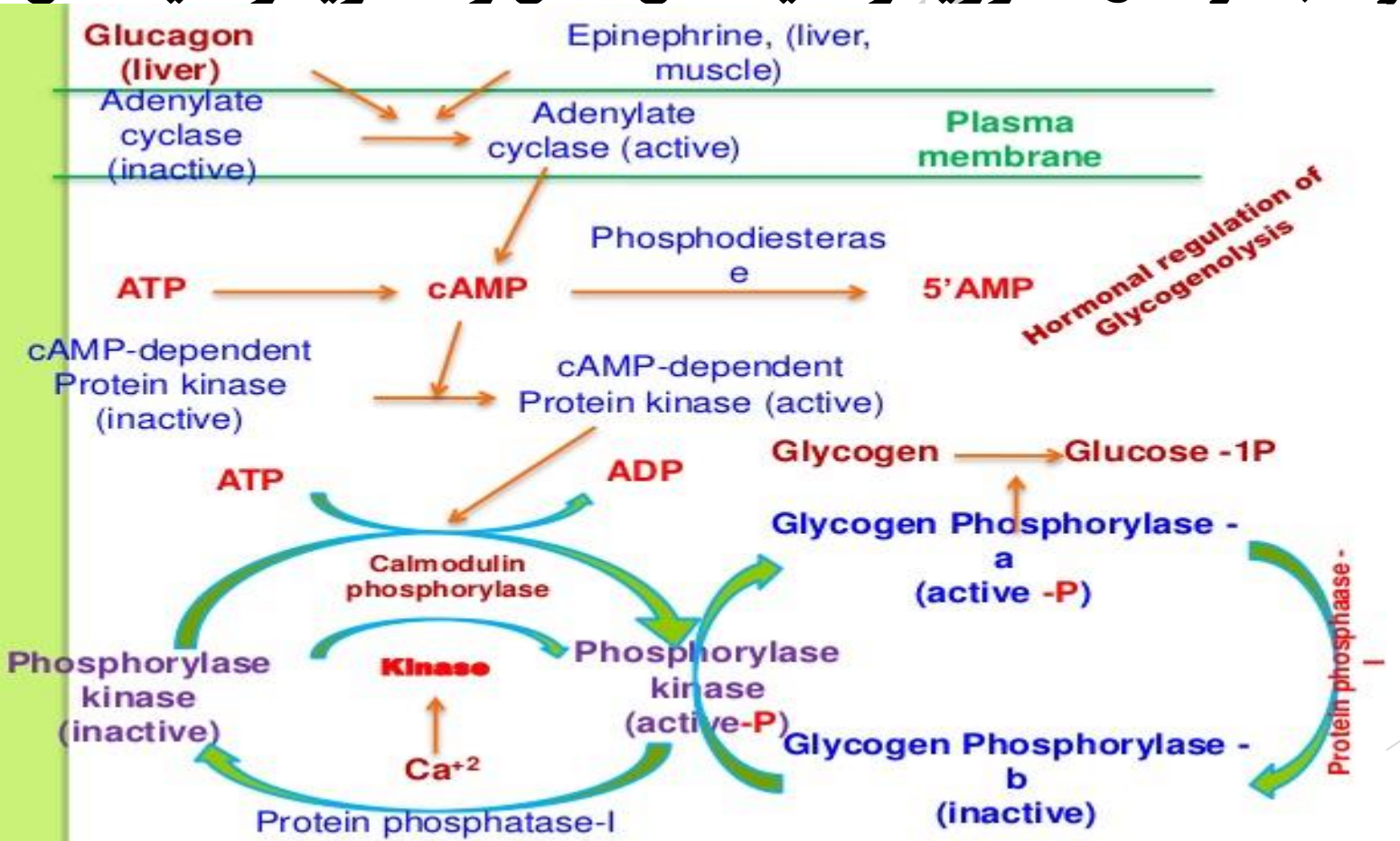
کربوهیدراتها:

تنظیم گلیکولیز:

۱– ورود گلوکز به داخل سلول

۲– آنزیم هگزوکیناز که توسط محصول خود یعنی گلوکز ۶ فسفات مهار می شود

۳–آنزیم گلیکوژن فسفوریلازکه به دو شکل‌فسفوریلاز a یا شکل فعال و فسفریلاز b یا شکل غیرفعال وجود دارد



کربوهیدراتها:

تنظیم گلیکولیز:

۴–انزیم فسفوفروکتوکینازیا PFK یک آنزیم کلیدی است که توسط ترکیبات متفاوتی کنترل می شود وقتی شارژ انرژی سلول بالاست این آنزیم مهار می شود

مهار کننده ها:

افزایش Crp ، افزایش ATP ، افزایش یون هیدروژن، افزایش سیترات

تحریک کننده ها:

افزایش AMP ،افزایش ADP ، NH4+ ، افزایش Pi غیر آلی

نکته:

مهارPFK باعث تجمع گلوکز ۶ فسفات در سیتوزول و در نتیجه مهار هگزوکیناز می شود

۵– آنزیم پیروات کیناز که همانند PFK توسط افزایش ATP و کراتین فسفات مهار می شود

https://www.jeyfit.ir/

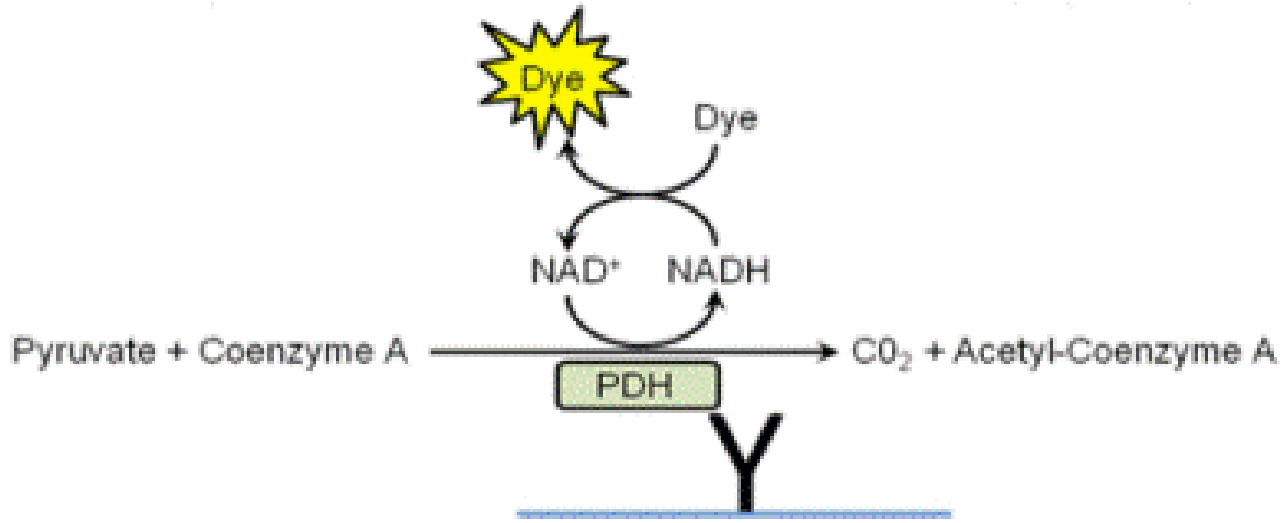
کربوهیدراتها:

اکسایش پیروات:

با ادامه فعالیت ورزشی و افزایش غلظت پیروات در سیتوزول ،این ترکیب وارد میتوکندری می شود و وارد تنفس هوازی می شود

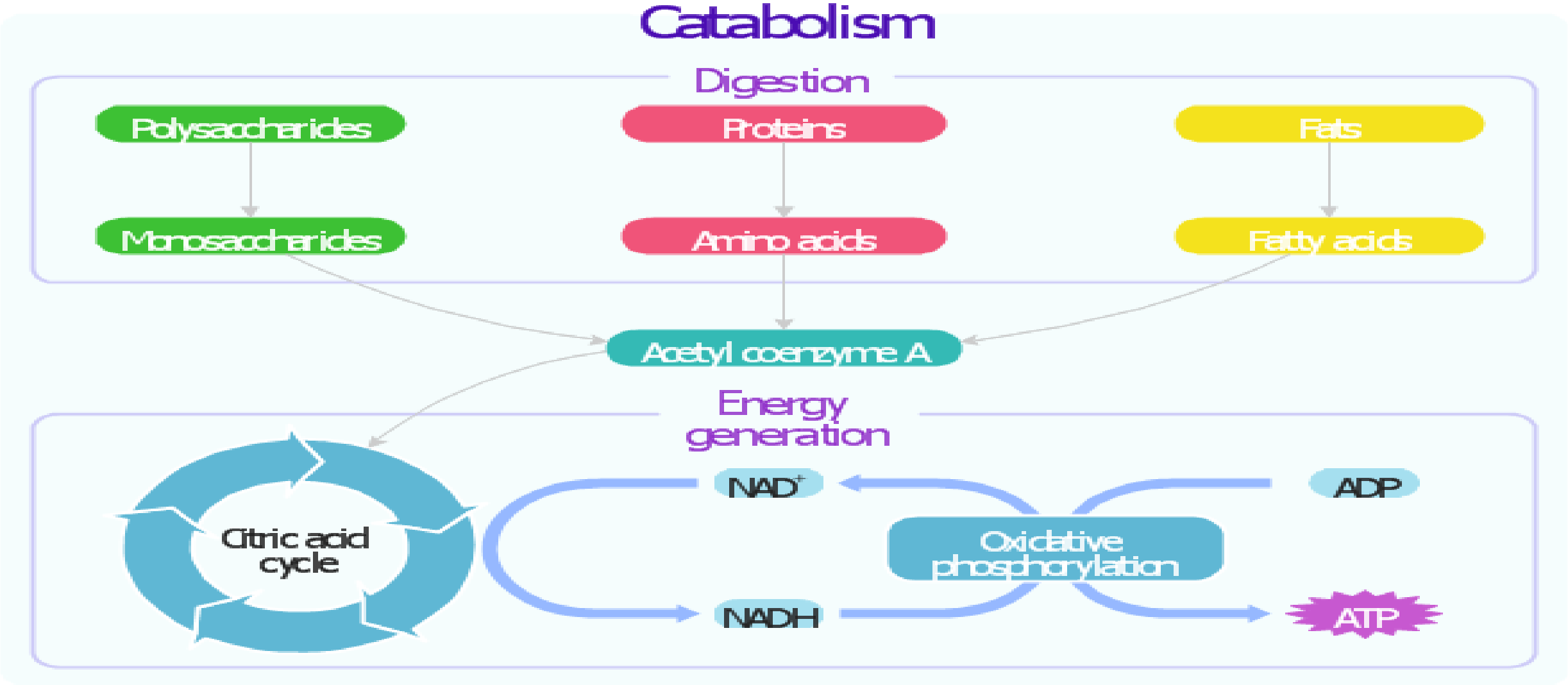
در ماتریکس میتوکندری پیروات با یک مولکول CoA ترکیب شده و طی عمل دکربوکسیلاسیون به استیل CoA تبدیل می شود آنزیم این واکنش پیروات دهیدروژناز است

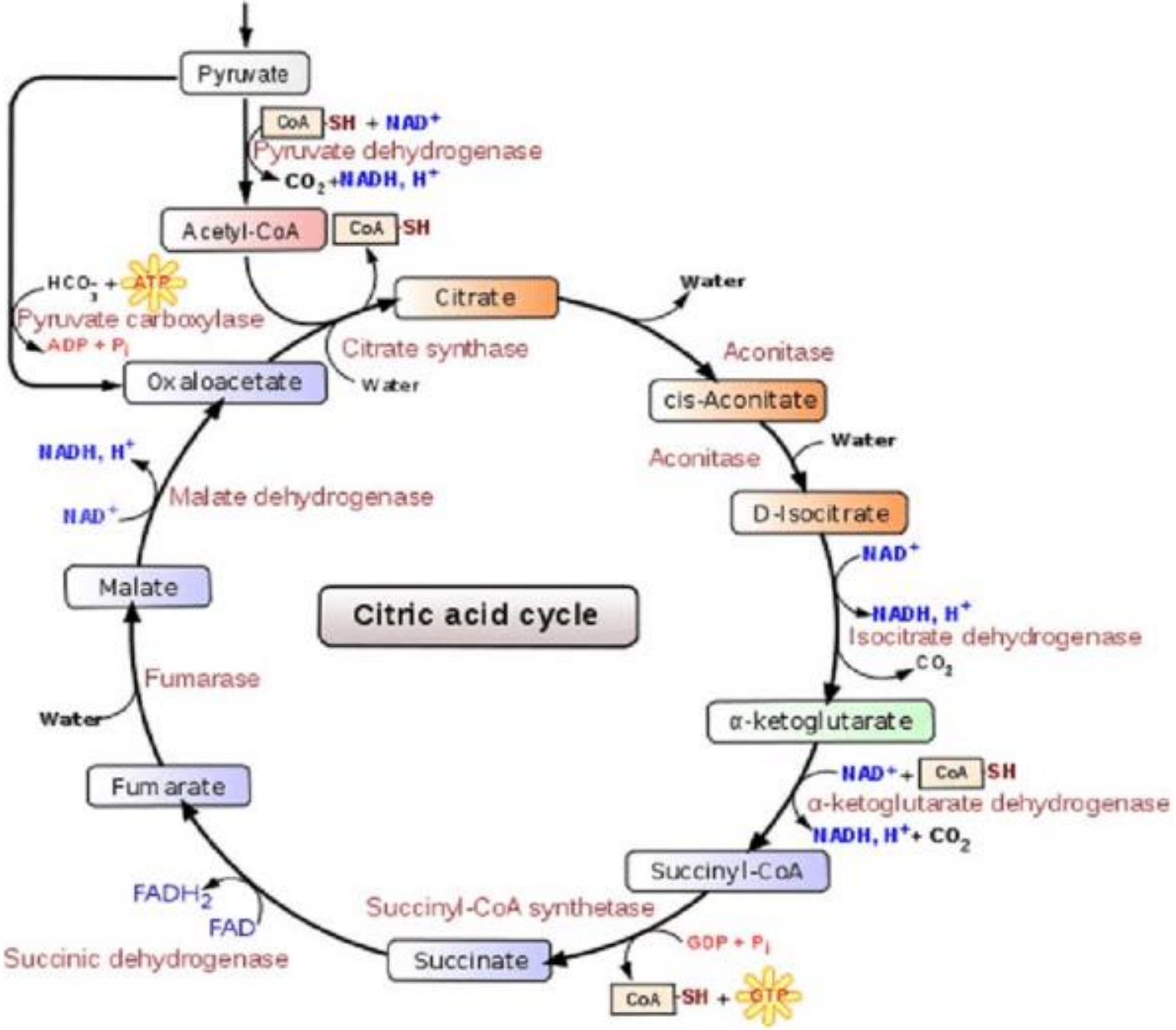
www.ejyfit.ir



کربوهیدراتها:

چرخه اسید سیتریک یا سیکل کربس:




Pyruvate
CoA SH + NAD+
Pyruvate dehydrogenase
CO2 + NADH, H+
Acetyl-CoA
CoA SH
HCO3- + ATP
Pyruvate carboxylase
ADP + Pi
Citrate
Water
Citrate synthase
Water
Oxaloacetate
Aconitase
cis-Aconitate
Water
Aconitase
D-Isocitrate
NAD+
NADH, H+
Isocitrate dehydrogenase
CO2
α-ketoglutarate
NAD+ + CoA SH
α-ketoglutarate dehydrogenase
NADH, H+ + CO2
Succinyl-CoA
Succinyl-CoA synthetase
GDP + Pi
CoA SH + GTP
Succinate
FADH2
FAD
Succinic dehydrogenase
Fumarate
Fumarase
Water
Malate
NADH, H+
NAD+
Malate dehydrogenase
Citric acid cycle

کربوهیدراتها:

نتایج چرخه اسید سیتریک یا سیکل کربس:

۱– در مسیر کربس به ازا هر مولکول گلوکز 6NADH **و** 2FADH2 **تولید می شود که در زنجیره انتقال الکترون این دو مولکول اکسید شده و به ازای هر مولکول** NADH **، ۳ مولکول**ATP **و به ازای هر مولکول** FADH2 **، ۲ مولکول** ATP **تولید می شود.**

مجموعا ۲۲مولکول ATP

۲– یک مولکول GTP **معادل یک مولکول** ATP **است مجموعا** 2ATP

پس هر سیکل کربس 12ATP **تولید می کند که چون دوبار برای هر مول گلوکز انجام می شود** 24ATP **می شود**

در مرحله اکسیداسیون پیروات نیز 1NADH **تولید می شود که به ازای ۲ مول گلوگز** 2NADH **و** 6ATP **تولید می شود**

نتیجه:به ازای هر مول گلوکز 38ATP **از طریق گلیکولیز و سیکل کربس تولید می شود.**

https://www.jeyfit.ir/

کربوهیدراتها
نتایج متابولیسم کربوهیدراتها

Stage	Cellular Location (in Eukaryotes)	Inputs *(Begins with)*	Outputs *(Produces)*
Glycolysis	cytoplasm	Glucose ($C_6H_{12}O_6$) 2 ADP (net) 2 NAD^+ (net)	2 Pyruvate ($C_3H_4O_3$) 2 ATP 2 NADH + H^+
Pyruvate Oxidation	mitochondria	2 Pyruvate 2 Coenzyme A (CoA) 2 NAD^+	2 Acetyl CoA 2 CO_2 2 NADH + H^+
Citric Acid Cycle	mitochondria	2 Acetyl CoA 6 NAD^+ 2 FAD 2 ADP	4 CO_2 2 CoA 6 NADH + H^+ 2 $FADH_2$ 2 ATP

کربوهیدراتها:

زنجیره انتقال الکترون:

NADH و FADH2 حاصل از اکسایش پیروات و سیکل کربس در زنجیره انتقال الکترون، الکترونهایشان را به اکسیژن منتقل کرده و به +NAD و FAD اکسید می شود.

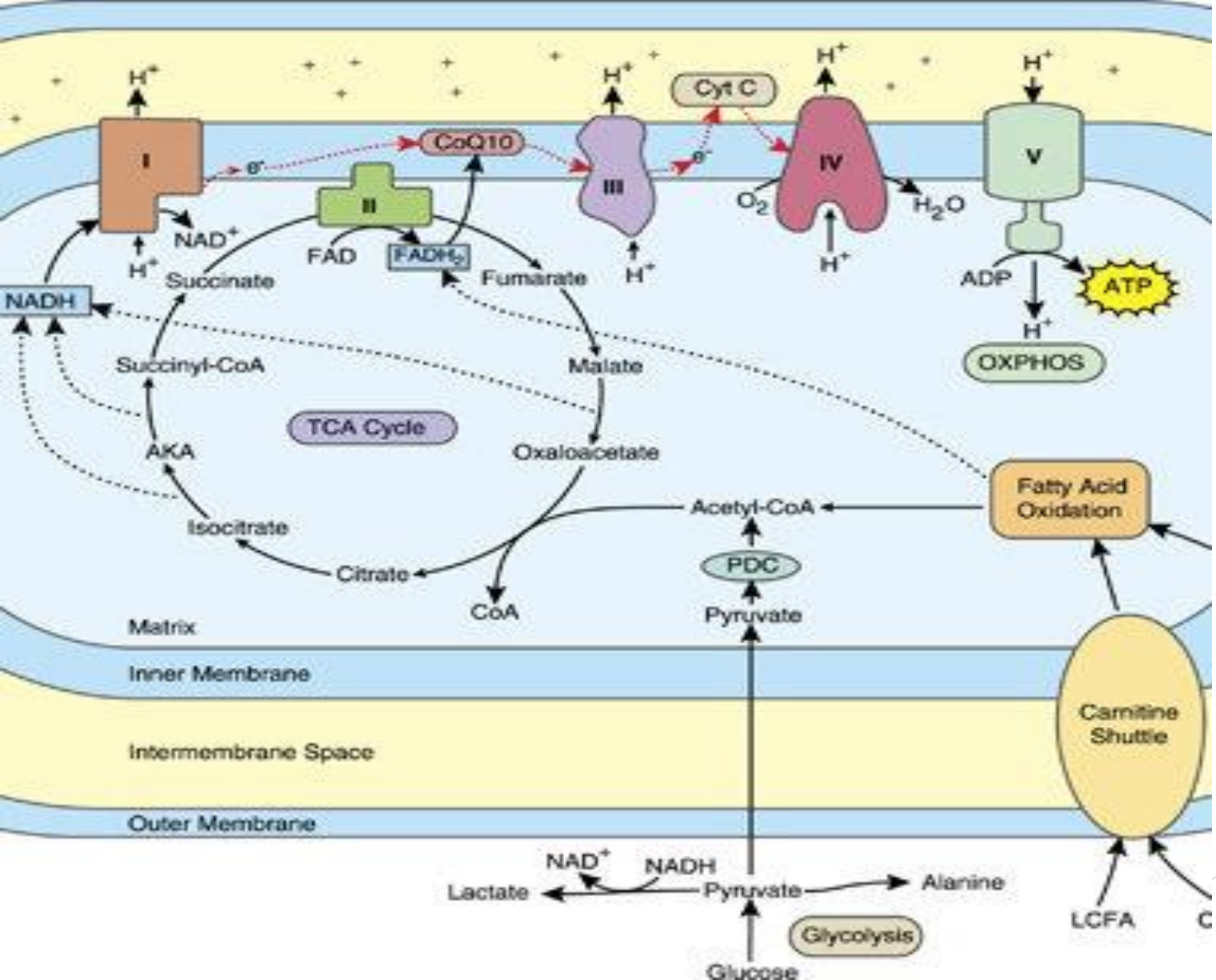
غشا داخلی میتوکندری شامل مجموعه ای از حامل های هیدروزن است که سیتوکروم ها یا زنجیره سیتوکروم هستند که در مجمعه انتقال الکترون یا ETC قرار دارند

هدف از ETC جذب و عبور الکترونها در یک مجموعه از واکنش های اکسیداسیون - احیا است

ساختار ETC :

از ۴ کمپلکس ۴،۳،۲،۱ تشکیل شده که بعد از کمپلکس ۴، یک ATP سنتتاز وجود دارد.

https://www.jeyfit.ir/



کربوهیدراتها:

زنجیره انتقال الکترون:

کمپلکس ۱: NADH-Q ردوکتاز

کمپلکس ۲: کوآنزیم Q

کمپلکس ۳: سیتوکروم ردوکتاز

کمپلکس ۴: سیتوکروم C و سیتوکروم اکسیداز

کربوهیدراتها:

گلوکونئوژنز(سنتز کربوهیدرات از منابع غیر کربوهیدراتی):

بعد از ورزش ذخایر گلیکوژن کبد و عضله تخلیه می شود که باید باز سازی شود
همچنین در ورزشهای طولانی بیش از ۱ یا ۲ ساعت ممکن است ذخایر گلیکوژن عضله و کبد تخلیه شود که منجر به افت گلوکز خون، خستگی و کاهش عملکرد می شود.

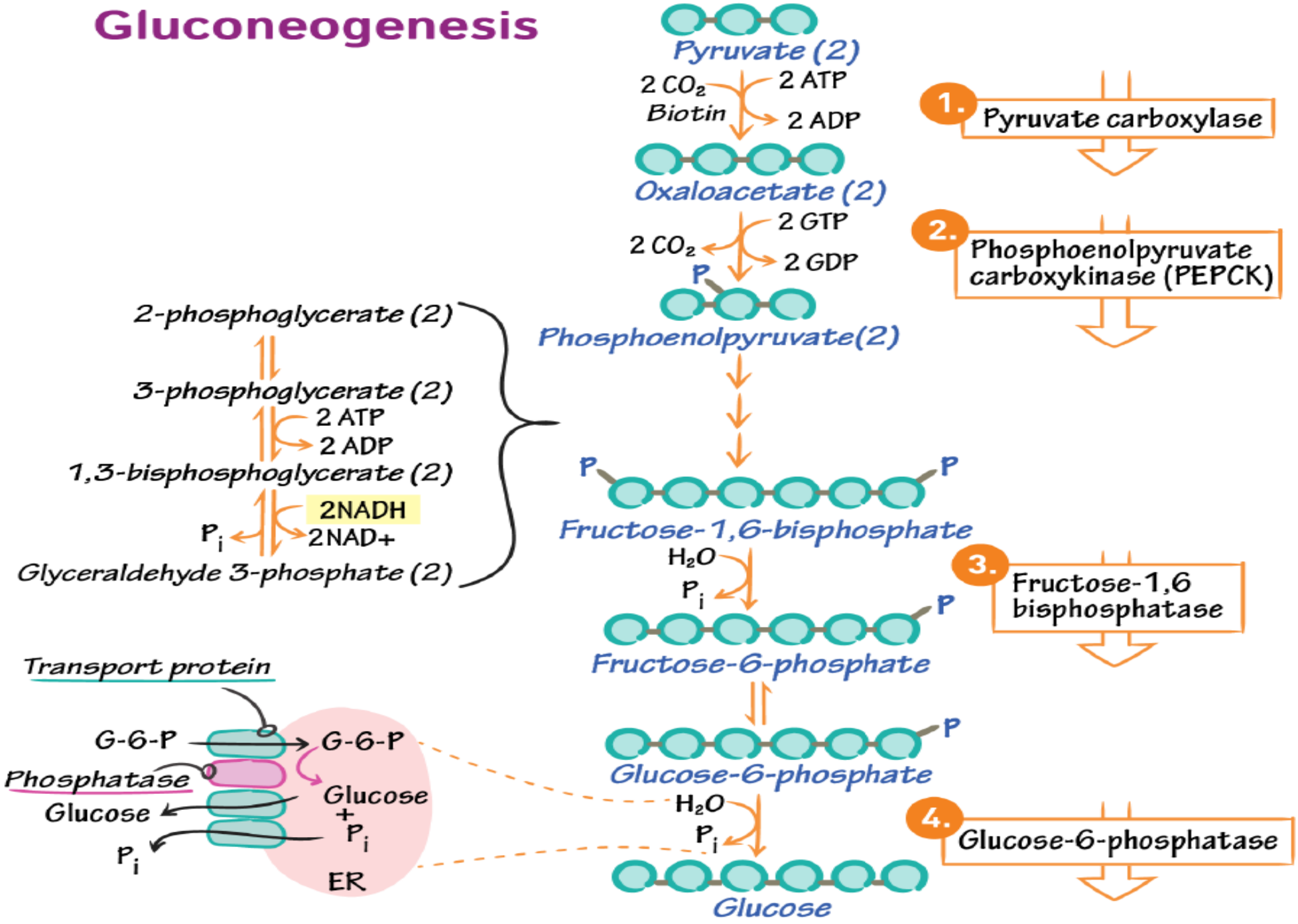
پس تغذیه درست پس از ورزش و در حین ورزش(در ورزشهای طولانی) باعث بازسازی گلیکوژن و حفظ گلوکز خون می شود.

واکنش تولید گلوکز از سایر منابع انرژی را گویند یا بطور کلی مجموعه واکنشهای بازسازی گلوکز را **گلوکونئوژنز** می گویند.

این فرایند صرفا در کبد صورت می گیرد زیرا آنزیم کلیدی این مسیر یعنی گلوکز۶ – فسفاتاز فقط در کبد و تاحد جزئی در کلیه ها است . این انزیم در مرحله اخر باعث تبدیل گلوکز ۶ فسفات به گلوکز می شود.

https://www.jeyrati.ir/

Gluconeogenesis



کربوهیدراتها:

آنزیم های میان برگلوکونئوژنز:

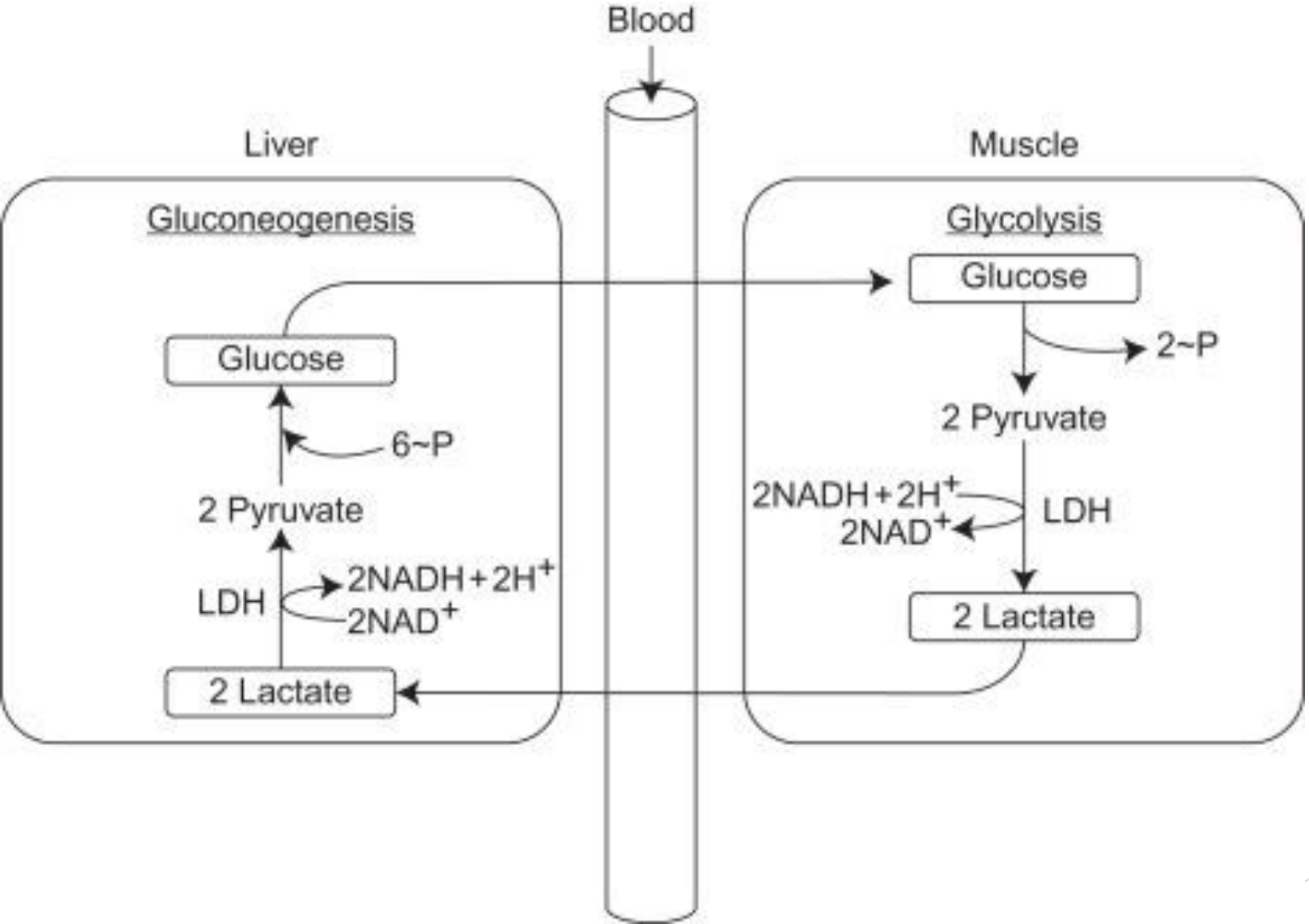
۱–پیروات کربوکسیلاز
۲– فسفو انول پیروات کربوکسیلاز
۳–فسفوگلیسرات کیناز
۴– ۱و۶ بیس فسفو فرکتو فسفاتاز
۵– گلوکز ۶–فسفاتاز

گلوکونئوژنز با استفاده از لاکتات، گلیسرول و آمینواسیدهای آزاد شده از بافت های دیگر نیز در کبد انجام می شود.

https://www.jeyfit.ir/

کربوهیدراتها:

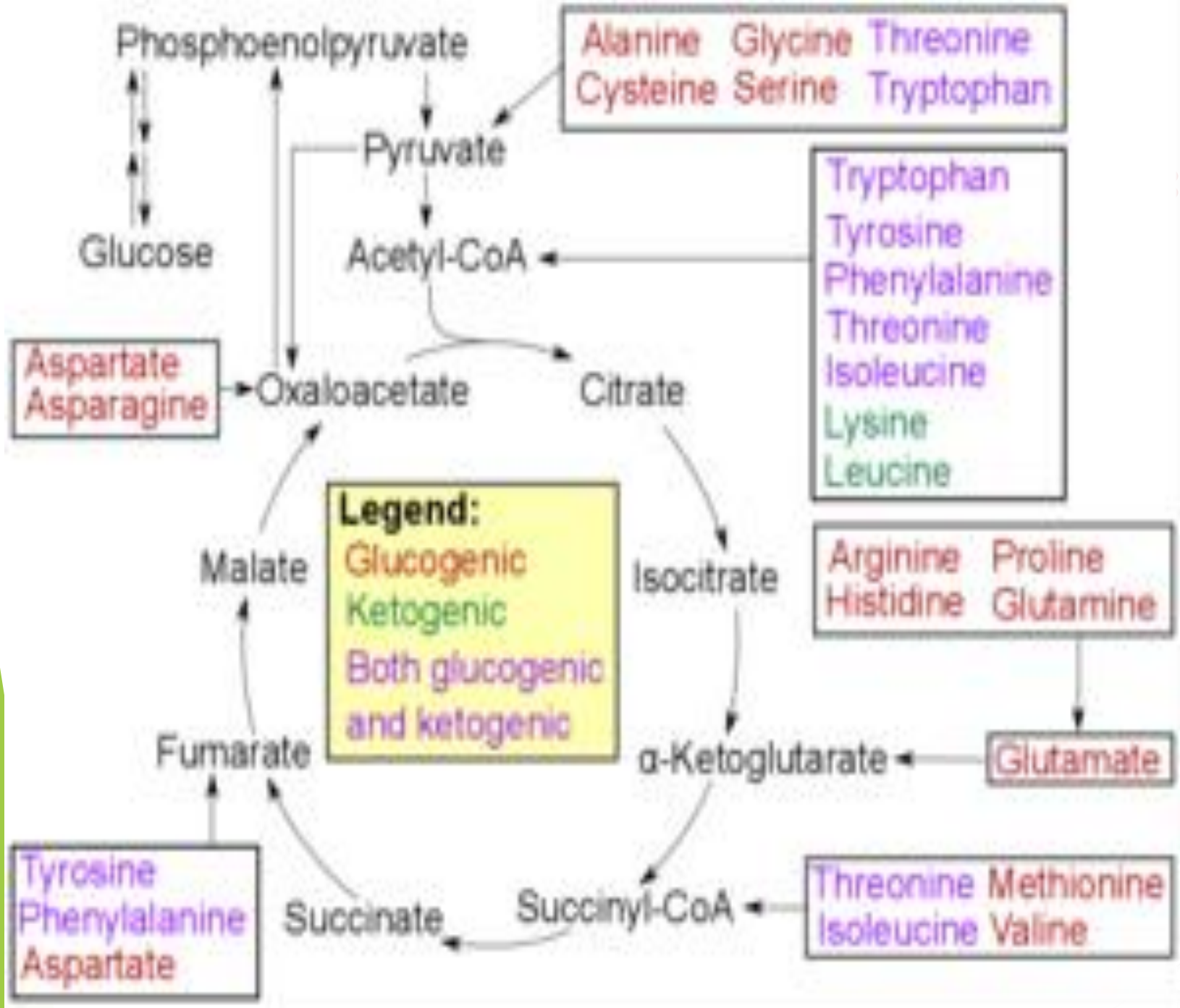
گلوکونئوژنزاز مسیر لاکتات: (چرخه کوری)



در هنگام فعالیت ورزشی در عضله لاکتات تو لید می شود که در استراحت از طریق جریان خون به کبد رفته و به گلوکز تبدیل می شود

کربوهیدراتها:

گلوکونئوژنزازمسیر آمینواسیدها



کربوهیدراتها:

سنتز گلیکوژن:

برای بازسازی ذخایر گلیکوژن کبد و عضله گلوکز لازم است که از دو روش:

۱–گلوکز از رژیم غذایی گرفته می شود و طی فرایند گلیکوژنز در کبد و عضله به گلیکوژن تبدیل شود
۲–روش دیگر بازسازی ذخایر گلیکوژن استفاده از گلوکز حاصل از روند گلوکونئوزنز است

ماده میانجی مشترک، صر فنظر از اینکه گلیکوژنز از گلوکز برداشتی از خون یا گلوکز حاصل از گلوکونئوژنز باشد، گلوکز ۶–فسفات است.

گلیکوژنز از گلوکز برداشتی از خون بیشتر در عضله صورت می گیرد ولی گلیکوژنز از هر دو روش در کبد میسر است. زیرا فرایند گلوکونئوزنز در عضله انجام نمی گیرد

https://www.jeyfit.ir/

کربوهیدراتها:

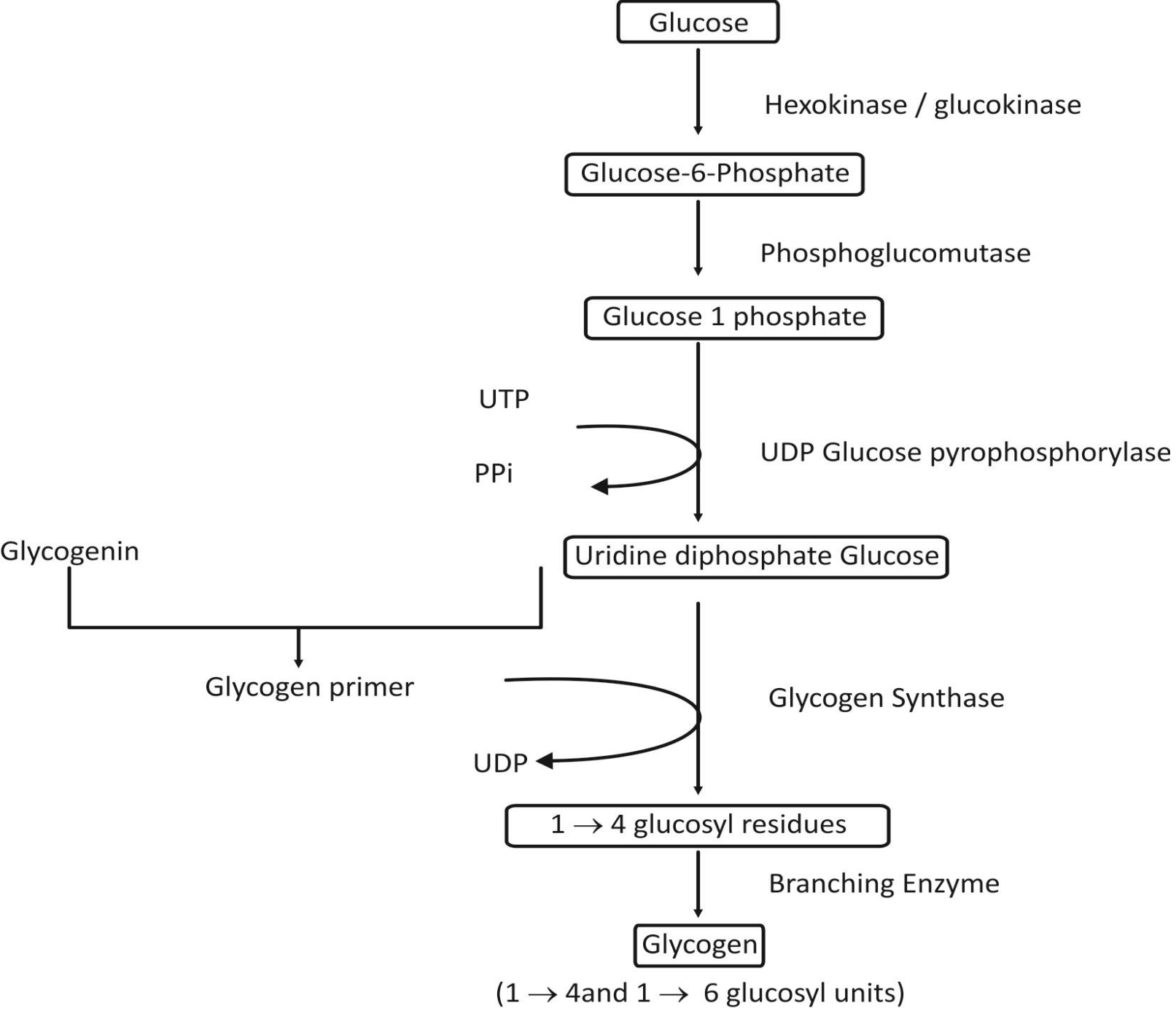


Fig. : Steps of Glycogenesis

سنتز گلیکوژن:

۱– انزیم فسفوگلوکوموتاز:

تبدیل گلوکز ۶فسفات به گلوکز ۱– فسفات

۲– آنزیم UDP گلوکز فسفریلاز:

با مصرف یک UTP تولید اوریدین گلوکز فسفات

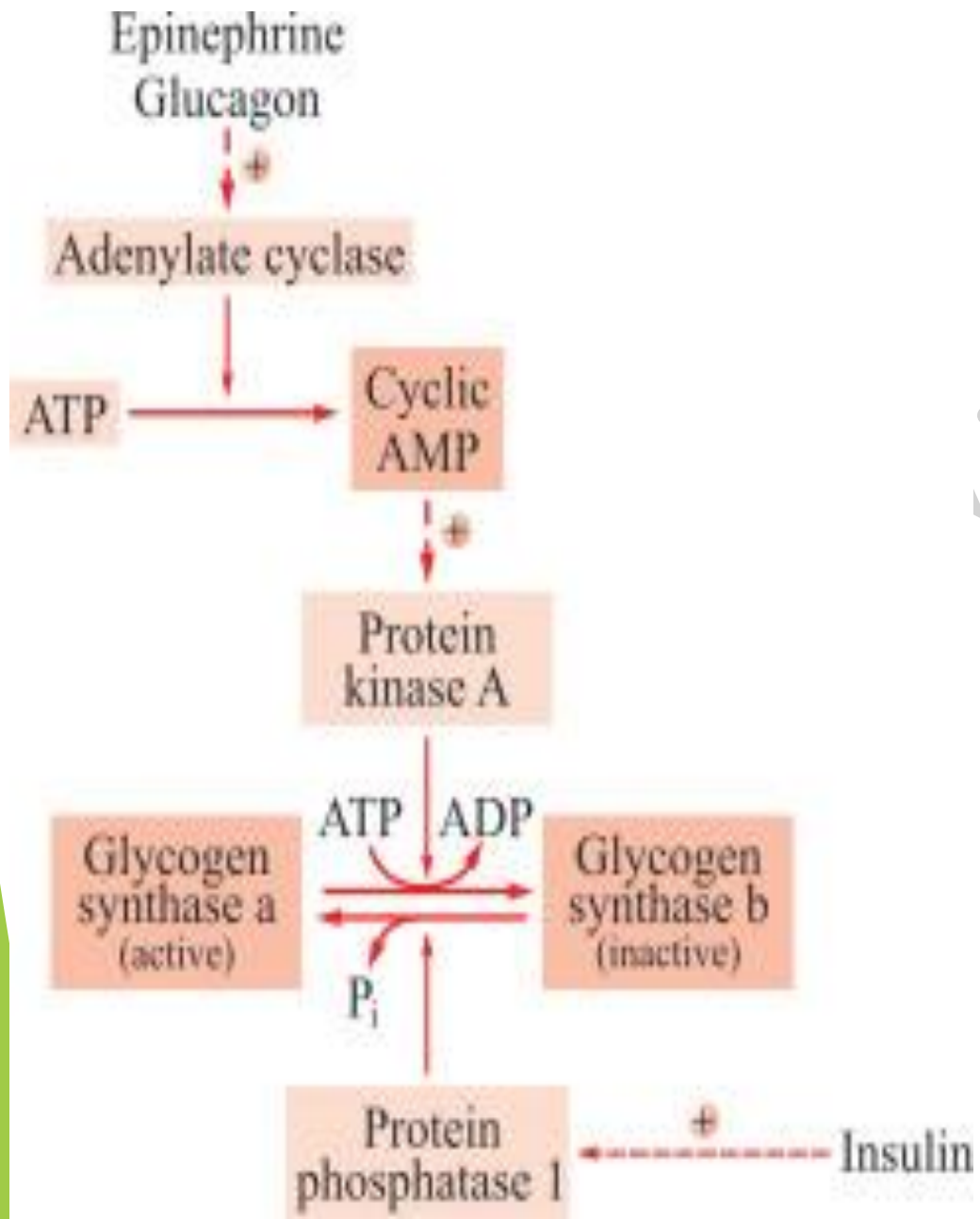
۳– گلیکوژن سنتاز:

ایجاد پیوند ۱به۴ N–گلیکوزیدی در ساختمان گلیکوژن

۴– آنزیم شاخه ساز:

ایجاد پیوند ۱ به ۶ N–گلیکوزیدی و ایجاد شاخه

کربوهیدراتها:



آنزیم گلیکوژن سنتاز:

این انزیم به دو شکل گلیکوژن سنتاز a فعال(غیرفسفریله) و گلیکوژن سنتاز b غیرفعال(فسفریله) وجود دارد.

تنظیم هورمونی آنزیم:

۱– هورمون آدرنالین:

با فعال کردن گروتئین کیناز A باعث فسفوریله شدن گلیکوژن سنتاز و تبدیل b به a و غیرفعال شدن آنزیم می شود پس گلیکوزنز متوقف می شود

۲–هورمون انسولین:

با فعال کردن آنزیم پروتئین فسفاتاز باعث دفسفریله شدن آنزیم و فعال شدن ان می شود پس گلیکوژنز فعال می شود

.jeyfit.ir/

Effects of insulin

1. Carbohydrate Metabolism

Lowers of blood glucose by:

↑ glucose uptake & utilization

↑ Glycogen synthesis

↑ Conversion of carbohydrate to fats.

↓ Gluconeogenesis.

↑ Glycolysis (muscle).

کربوهیدراتها:

کنترل هورمونی متابولیسم کربوهیدراتها:

انسولین: (کاهش گلوکز خون)

۱– در گلیکولیز افزایش فعالیت گلوکوکیناز و افزایش ورود گلوکز به هپاتوسایتها

۲– افزایش تعداد انتقال دهنده های گلوکز درغشا سلولی

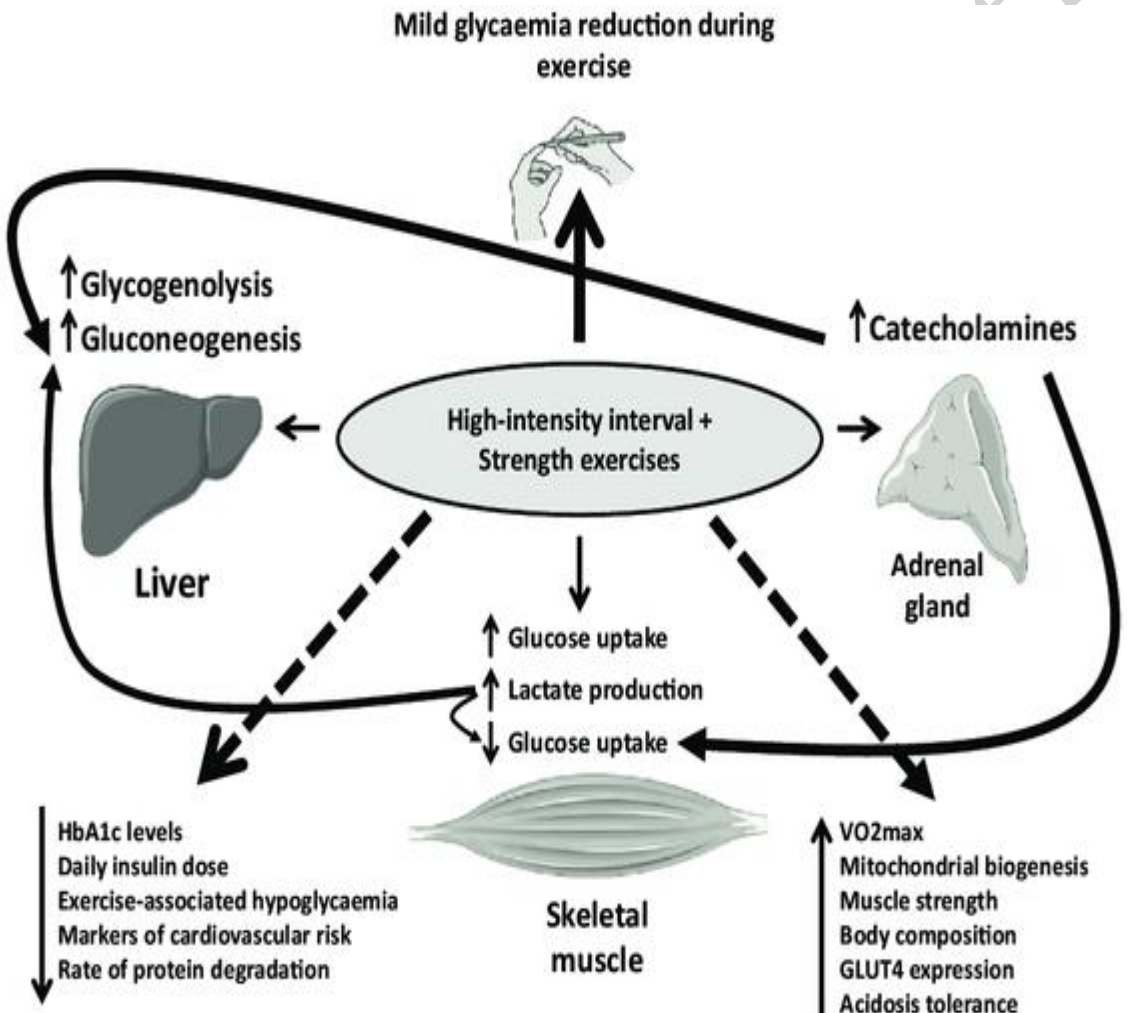
۳– فعال کردن انزیم فسفاتاز و فعال کردن آنزیم گلیکوژن سنتاز

۴– فعال کردن انزیم فسفاتاز و در نتیجه دفسفریله و غیر فعال کردن آنزیم گلیکوژن فسفریلاز

کربوهیدراتها:

کنترل هورمونی متابولیسم کربوهیدراتها در فعالیت ورزشی:

کاتکولامینها(آدرنالین و نورادرنالین):این هورمونها اثر مهاری بر ترشح انسولین دارند.



این هومونها از بخش مرکزی غده فوق کلیوی ترشح می شوند.

۱– افزایش فعالیت آدنیلات سیکلاز در غشا سلولی در نتیجه افزایش cAMPو پروتئین کیناز Aافزایش فعالیت فسفوریلاز و افزایش گلیکوژنولیزدر کبد و عضله

۲– در کبد با عث افزایش گلوکونئوژنز و افزایش قند خون

کربوهیدراتها:

کنترل هورمونی متابولیسم کربوهیدراتها در فعالیت ورزشی:

گلوکاگن:

از سلولهای الفای پانکراس ترشح می شودو عملکرد ان مخالف انسولین است یعنی باعث افزایش گلوکز خون می شود.

۱– در کبد باعث افزایش گلوکونئوزنز و گلیکوژنولیز می شود
۲– در ادیپوز باعث افزایش لیپولیز در نتیجه افزایش رهایش FFA به خون، ورود به کبد و تبدیل به گلوکز

https://www.jeyfit.ir/

سوالات:

۱–در ابتدای فعالیت ورزشی محرک اصلی گلیکوژنولیز چیست؟
۲– انزیم کلیدی فرایند گلیکولیز و مهار کننده ها و محرک های ان را نام ببرید؟
۳–نتایج گلیکولیز برای یک مولکول گلوکز و گلیکوژن را مقایسه کنید؟
۴– با شروع فعالیت ورزشی چه تغییری در میزان هورمونهای انسولین وگلوکاگون ایجاد می شود و چه تاثیری بر متابولیسم کربوهیدرات دارند؟
۵–چرخه کوری را شرح دهید؟
۶–تاثیر هورمون انسولین و آدرنالین را بر گلیکوژنز با مسیر توضیح دهید؟
۷– آنزیم کلیدی مسیر گلوکونئوژنز چیست و در چه ارگانی این فرایند انجام می شود؟
۸– میزان انرژی تولید شده در سیستم هوازی و بیهوازی را مقایسه کنید؟
...

https://www.ie-ft.ir/