# به نام خدا

# بیوشمی و متابولیسم ورزشی

## فصل ششم

## بیوشیمی و متابولیسم
## پروتئین ها و اسید های آمینه در فعالیت ورزشی

**آرزو فرزانه**

**دکترای تخصصی بیوشیمی و متابولیسم ورزشی**

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

**پروتئین ها ← حدود ۱۵٪ کالری مورد نیاز روزانه را تامین می کنند .**

**۱۹–۲۰٪ وزن کل بدن**

**میزان نیاز ۰/۸ gr برای هر کیلوگرم بدن**

**پروتئین ها در :**

**۱) ساختمان سلولی**

**۲) آنزیمها**

**۳) ژنها**

**۴) پروتئین های انتقال دهنده O۲**

**۵) پروتئین های انقباضی (اکتین، میوزین)**

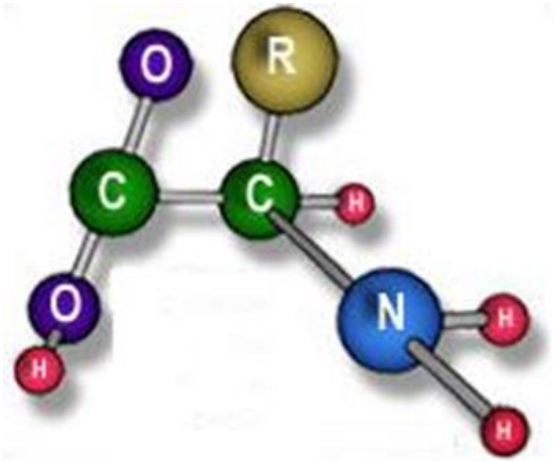
**به همین خاطر به پروتئین (اساس زندگی) می گویند**

https://www.jeyit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

**ساختمان پروتئین ها ← علاوه بر H.O.C← ۱۶٪ N**

**اجزاء ساختمانی ← اسید آمینه**




**۲۰ نوع اسید آمینه که ترکیب های مختلف آن ۳۰۰۰۰ نوع پروت**

**ساختمان اسیدهای آمینه:**

**ساده ترین اسید آمینه ← گلیسین که به جای R یک اتم H**

**از نظر وزن ملکولی:**

**گلیسین با ۷۵ گرم سبک ترین**

**سیستین با ۲۴۰ گرم سنگین ترین**

**ضروری ← در بدن سنتز نمی شوند (۹نوع)**

**اسیدهای آمینه**

**غیرضروری ← در کبد ساخته می شوند (۱۱نوع)**

https://www.ieyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

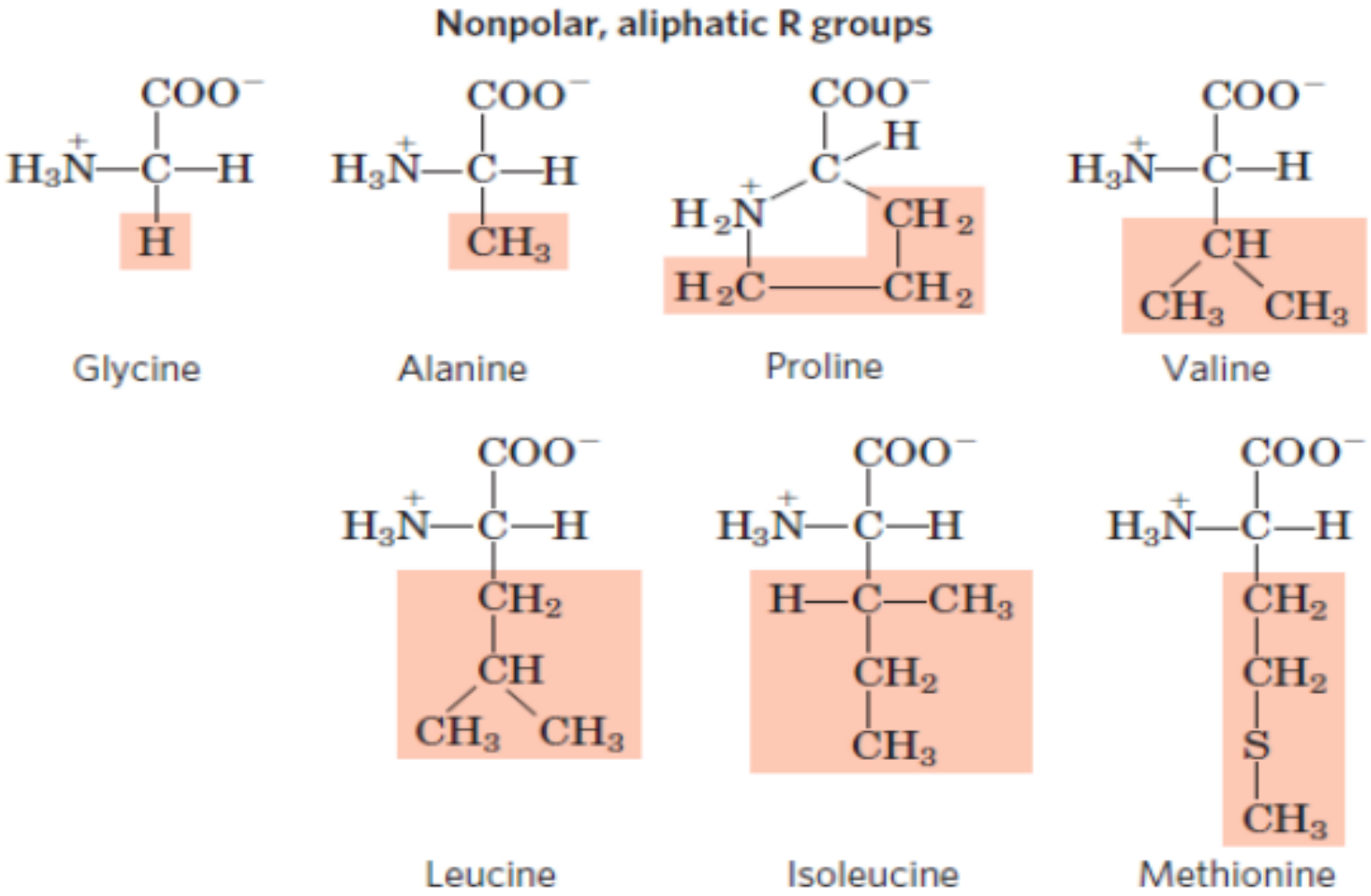
**دو یا چند اسید آمینه به یکدیگر متصل می شوند تا پلی پپتیدها را تشکیل دهند که پیوند بین اسیدهای آمینه را پیوند پپتیدی گویند.**

**اسیدهای آمینه یک انتهای آمینی و یک انتهای کربوکسیلی دارند. در شرایط فیزیولوژیک طبیعی و PHنرمال توالی اسید آمینه حالت قطبی دارد و سمت آمین بار مثبت و سمت کربوکسیل بار منفی دارد.**
**پیوند پپتیدی پیوندی بین کربن گروه کربونیل از یک اسید آمینه و نیتروژن گروه آمین از اسید آمینه دیگر است که باعث رهایش یک مولکول آب می شود.**

شکل ۱۲ـ۱ـ برقراری پیوند پپتیدی بین دو آمینواسید و آزادشدن یک مولکول آب

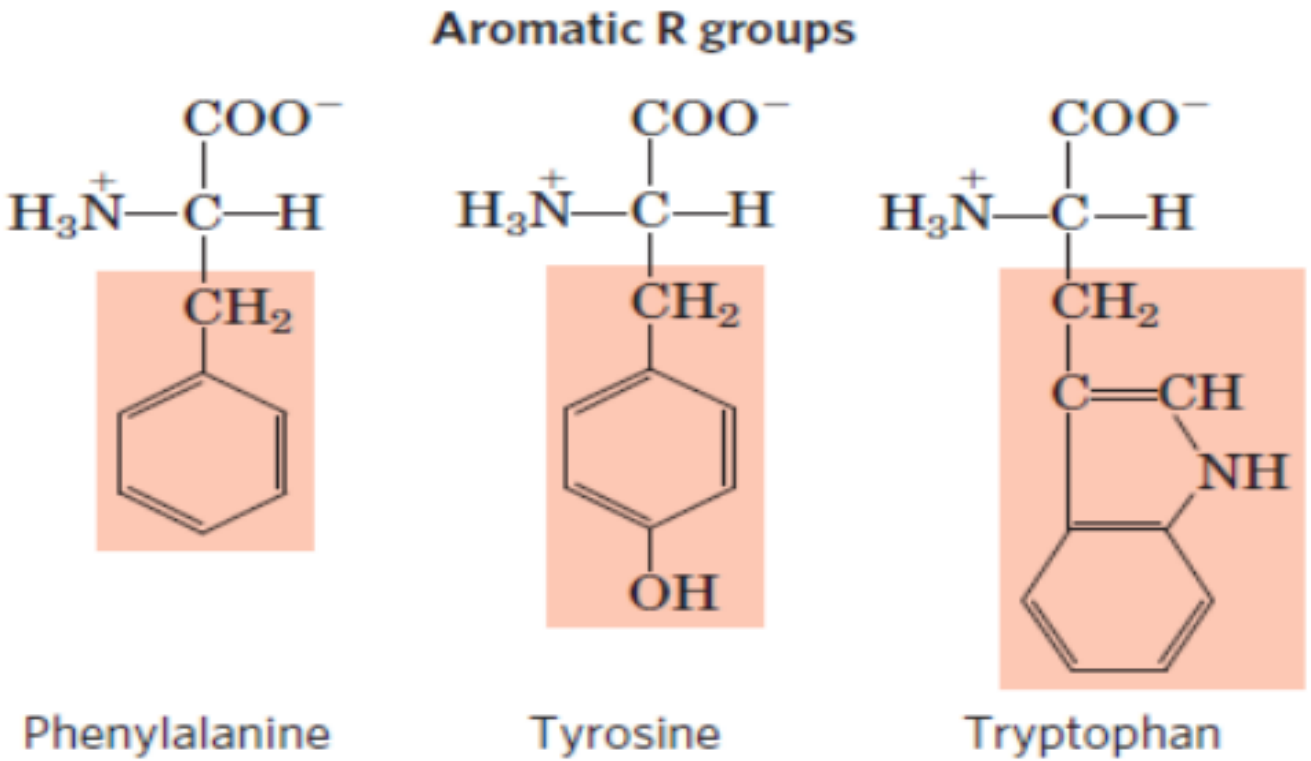
# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

اسیدهای آمینه با زنجیره جانبی غیرقطبی آبگریز (چربی دوست)



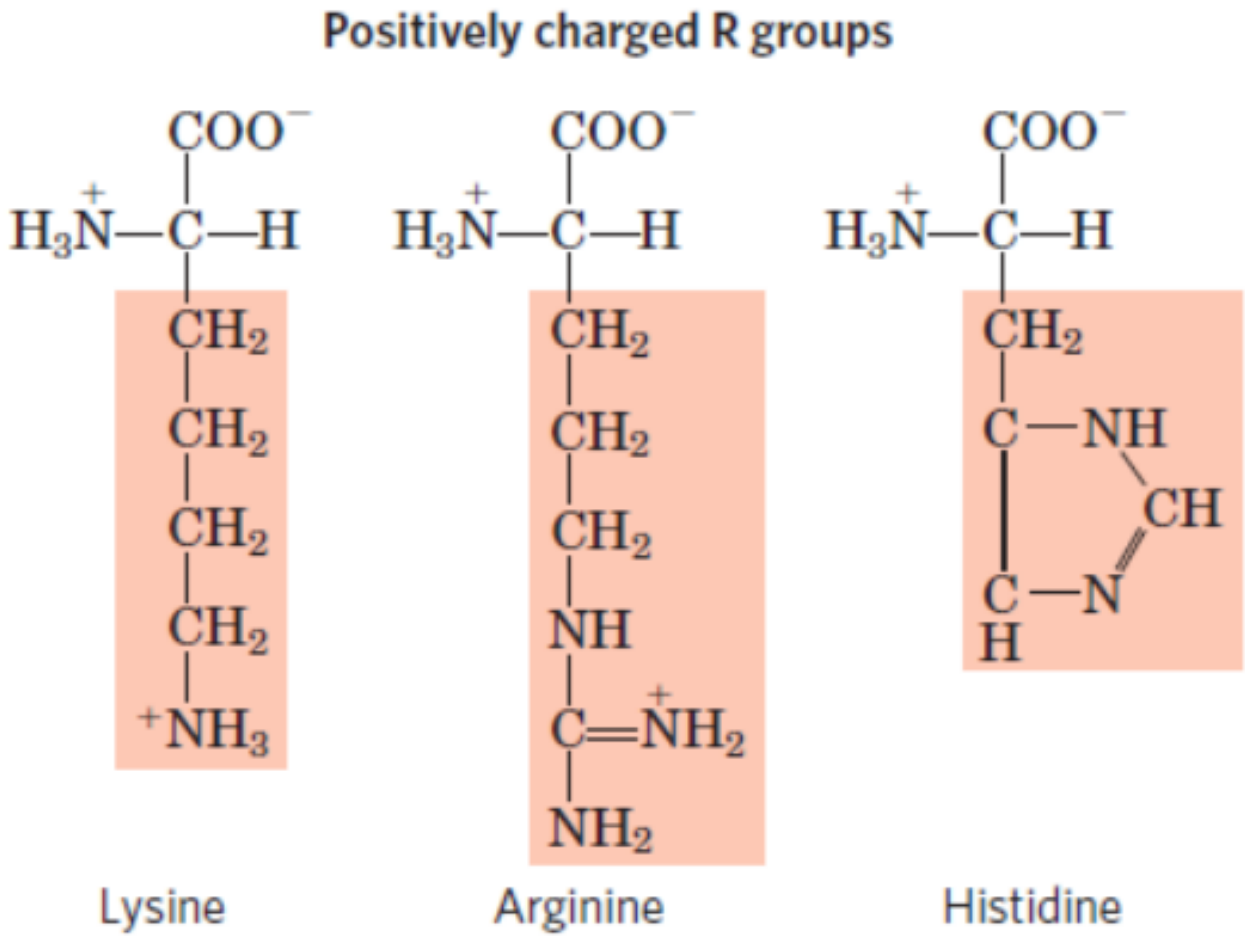
# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

اسیدهای آمینه با زنجیره جانبی آروماتیک



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

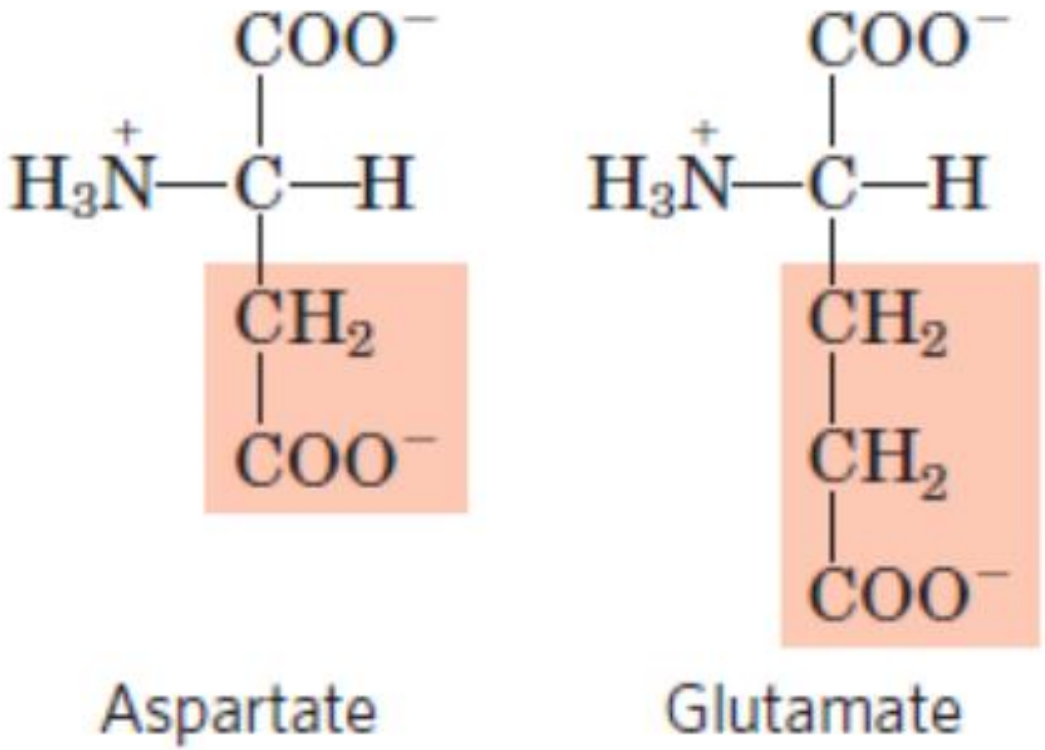
اسیدهای آمینه با زنجیره جانبی بار مثبت (بازی)



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

اسیدهای آمینه با زنجیره جانبی بار منفی (اسیدی)

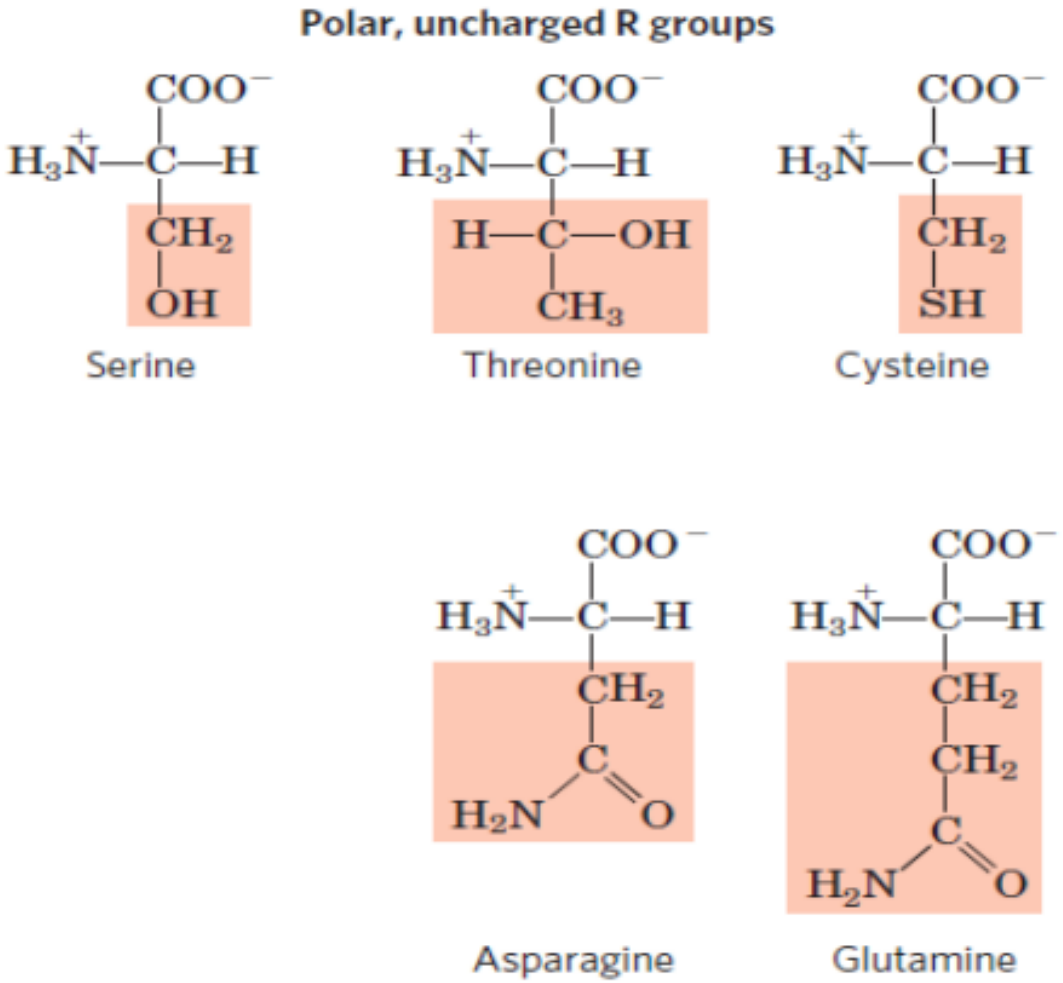
**Negatively charged R groups**



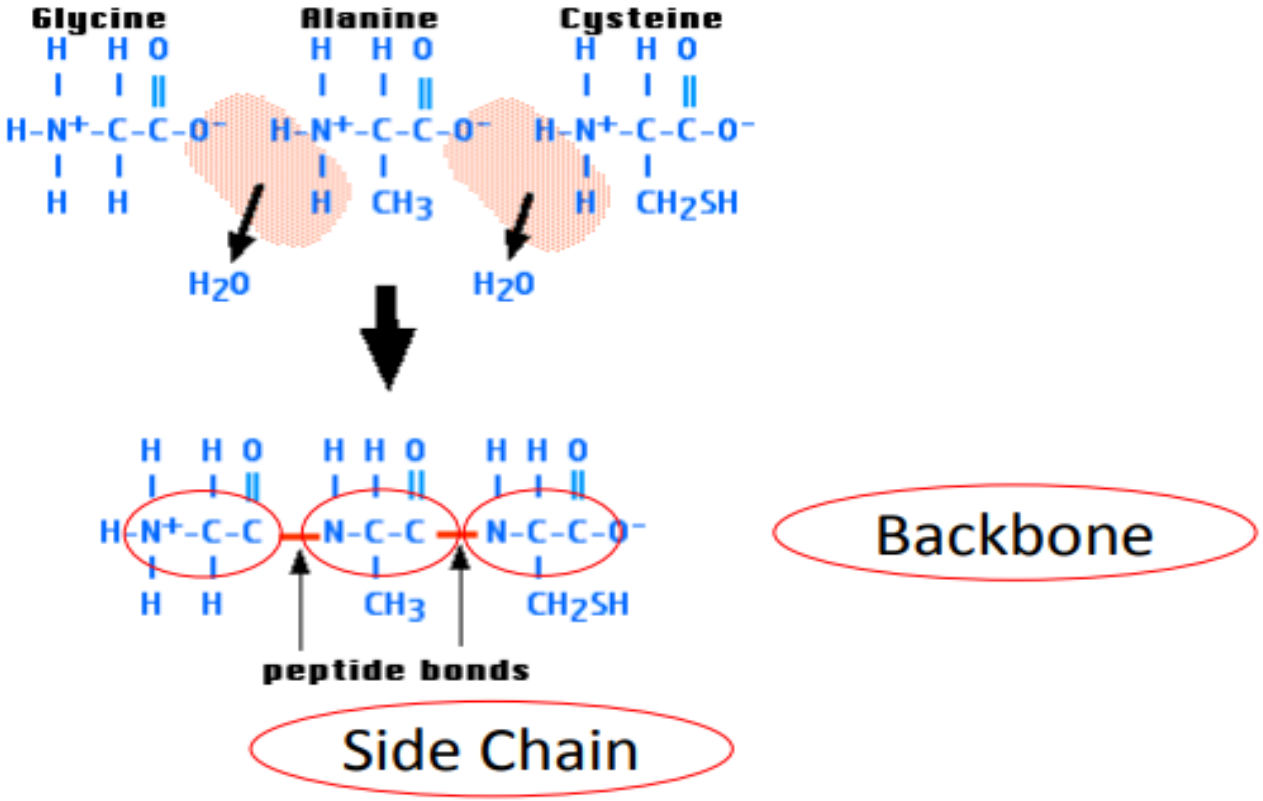

Aspartate Glutamate

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

اسیدهای آمینه با زنجیره جانبی بدون بار



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

**ضروری ها ← لوسین  متیونین  لیزین**

**ایزولوسین  هیستیدین  تریپترفان**

**والین  تره اونین  فنیل آلانین**

**پروتئین ها از اتصال اسیدهای آمینه به هم توسط پیوندهای پپتیدی به وجود می آیند.**

**وقتی یک ملکول پروتئین حاصل شود به همراه آن یک ملکول آب هم حاصل می شد و برای شکستن آن پروتئین یک ملکول آب باید مصرف شود.**

http://www.ieyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## ساختار اول پروتئین ها

توالی اسیدهای آمینه در یک پپتید، ساختار اولیه آن پروتئین را تشکیل می دهد. پروتئین ها چون ساختار پیچیده ای دارند به همین دلیل به چند طبقه تقسیم بندی می شوند. توالی اسیدهای آمینه در یک پپتید، ساختار اولیه آن پروتئین را تشکیل می دهد. ساده ترین سطح ساختار پروتئین ساختمان اولیه است. این توالی اسیدهای آمینه توسط DNAیک ژن برای پروتئین خاص تعیین می شود. پس هر پروتئین توالی اسید آمینه ای ویژه ای دارد و این توالی است که ویژگی های پروتئین را تعیین می کند. تغییر در این توالی ساختار و عملکرد پروتئین را تغییر می دهد. برای مثل در بیماری آنمی داسی شکل، اسید گلوتامیک که معموال ۶مین اسید امینه در توالی زنجیره بتای هموگلوبین است با والین جایگزین می شود. تفاوت بین هموگلوبین نرمال و داسی شکل اختلاف در ۲ اسید آمینه از بین ۶۰۰ اسید آمینه است.

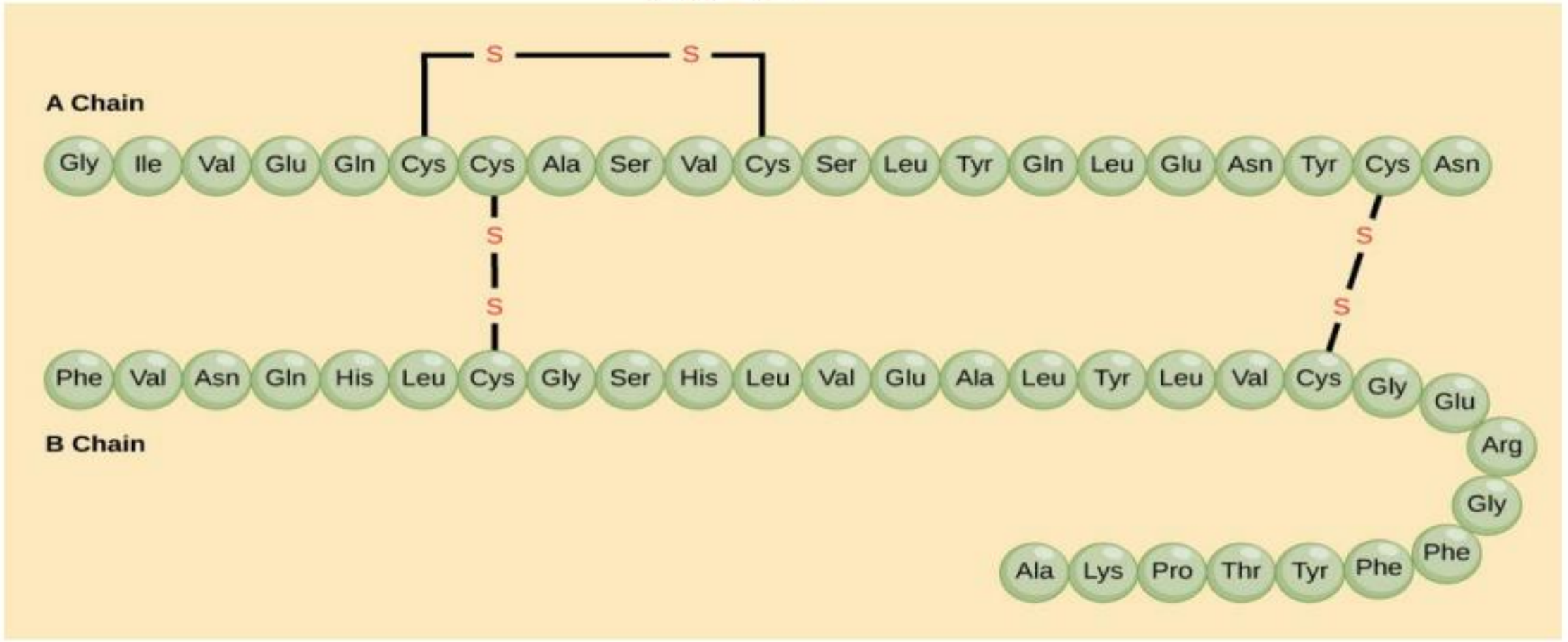
ساختار اولیه به توالی خطی اسیدهای آمینه اشاره دارد. این اسیدهای آمینه، با پیوندهای پپتیدی به یکدیگر متصل می‌شوند

https://www.jyfa.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## ساختار اول پروتئین ها

### ساختمان اول



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## ساختاردوم پروتئین ها

**با طویل شدن توالی اسیدهای آمینه این زنجیره می تواند خم شده و بچرخد و باعث ایجاد تعاملات بین مولکولی اسیدهای آمینه شود**

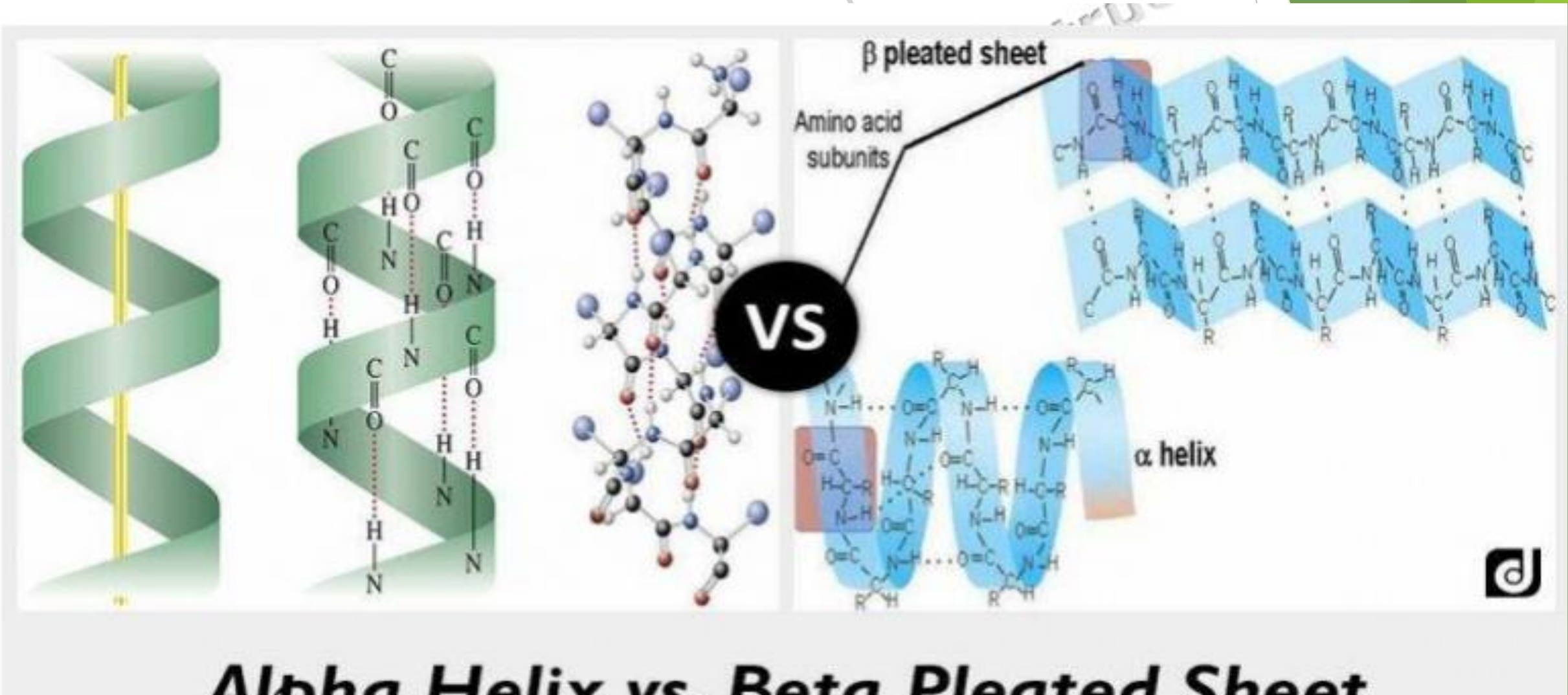
**• ساختار دوم (ثانویه) به آرایش منظم و مکرر فضایی اسید آمینه‌های مجاور، در یک زنجیره پلی‌پپتیدی اشاره دارد. این ساختار پروتئین بر اثر پیوندهای هیدروژنی بین هیدروژن‌های گروه آمید و اکسیژن‌های گروه کربونیل ایجاد می‌شود، که در واقع، بدنه پروتئین را تشکیل داده‌اند. دو گروه بزرگ از ساختارهای ثانویه، شامل «مارپیچ‌های آلفا» (α-helices) و ساختارهای بتا (β-structures) هستند.**

**در ساختمان ثانویه نوع آلفا هلیکس که یک جهت گیری مارپیچی دارد اسیدهای آمینه حول یک محوری چرخش پیدا می کنند و پیوند هیدروژنی بین اسیدهای آمینه باعث ثبات این ساختار می شود**

https://www.eyfta.ir/

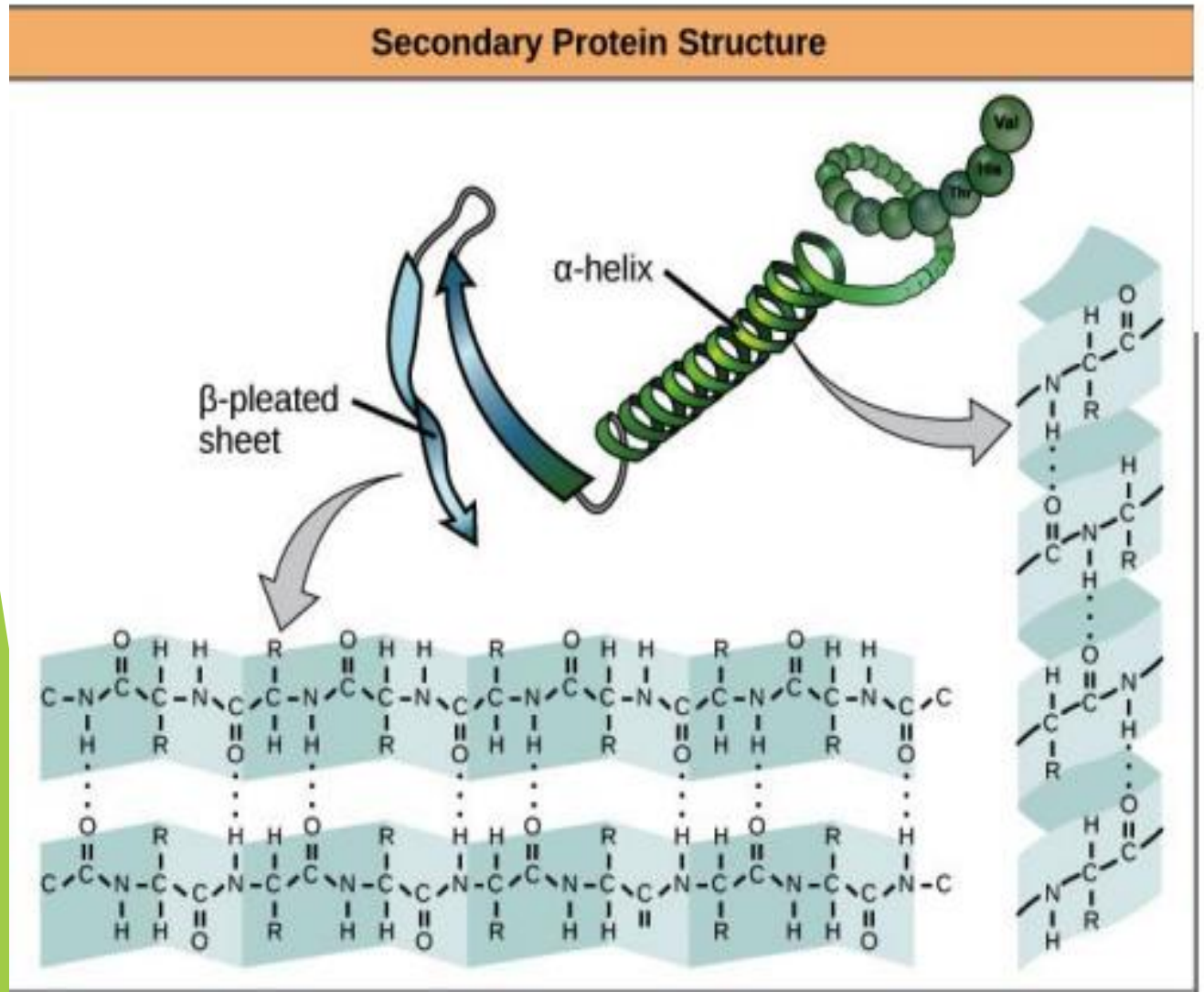
# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## ساختاردوم پروتئین ها



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## ساختاردوم پروتئین ها

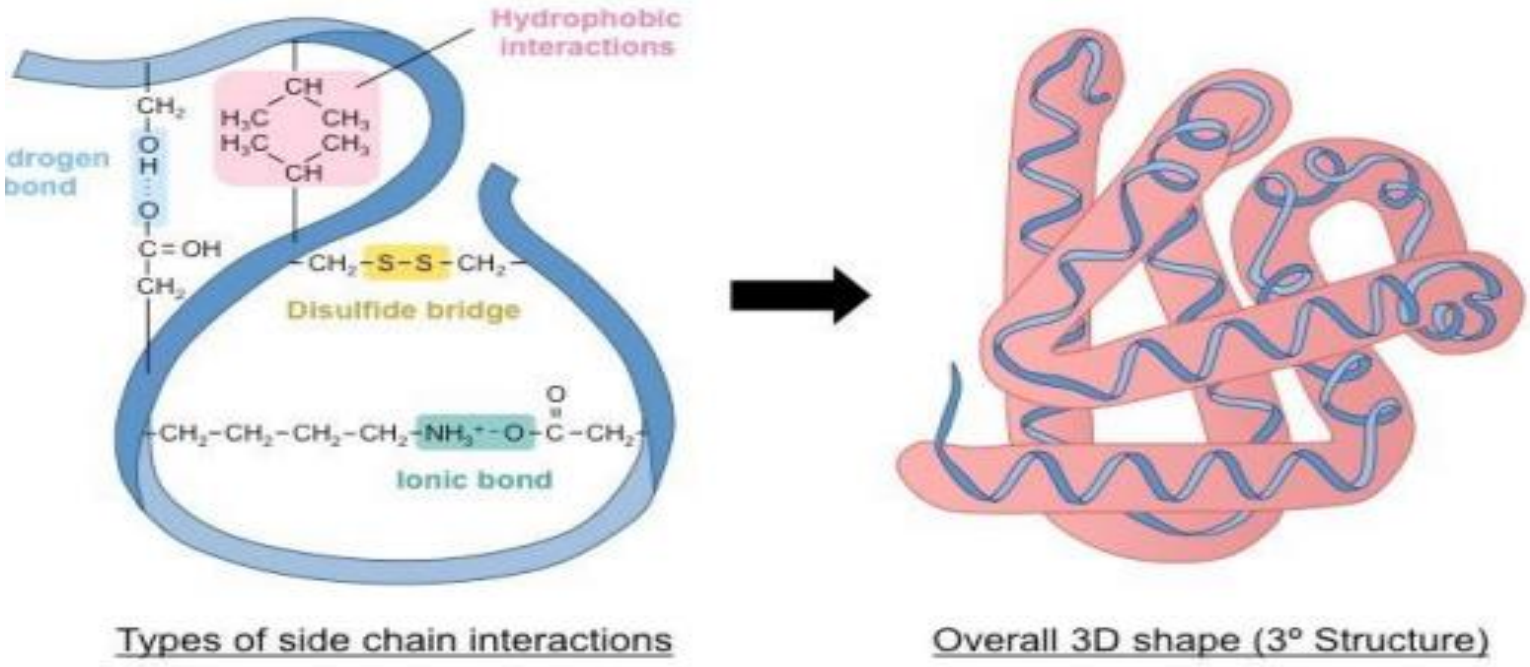



**در ساختمان ثانویه نوع صفحات بتا پلیمرهای اسید آمینه خطی هستند و روی یکدیگر قرار می گیرند.**

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## ساختار سه‌بعدی پروتئین:

•ساختار سوم (سه‌بعدی) شکلی است که در نتیجه تاخوردن ساختارهای ثانویه ایجاد می‌شود و به چگونگی برقراری پیوند بین زنجیره‌های جانبی اسیدهای آمینه وابسته است. با تشکیل این ساختار پروتئین ، اسیدآمینه‌هایی که روی رشته پلی‌پپتیدی، در فاصله دوری از هم قرار داشتند، به یکدیگر نزدیک می‌شوند.




Types of side chain interactions

Overall 3D shape (3° Structure)

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

پروتئین ها از ۲۰ اسید آمینه مختلف تشکیل می شوند که از لحاظ گروه های جانبی با هم تفاوت دارند. بعضی ها قطبی (آبدوست)هستند و بعضی غیرقطبی. بنابراین اگر پروتئین ها در محیط آب قرار گیرند اثر آبگریزی اتفاق خواهد افتاد.

بنابراین، تمام اسید آمینه های که گروه های غیرقطبی دارند مانند والین، آلانین، لوسین، ایزولوسین، متیونین، تریپتوفان، فنیل آلانین و ... در مرکز آن پروتئین به سمت هم کشیده خواهند شد. در حالیکه اسید آمینه های دیگر که گروه آبدوست دارند مانند لیزین، آرژنین، آسپارتات قطبی هستند و در سطح پروتئین قرار خواهند گرفت.

بنابراین، بخش غیرقطبی در مرکز پروتئین قرار خواهد گرفت و بین اسید های آمینه تجمع یافته نیروهای لاندن (واندروالس) شکل می گیرد. این ارتباطات بین مولکولی هستند

http://www.jeyfa.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

چند نوع ارتباط درون مولکولی نیز در این ساختمان وجود دارد که می تواند باعث بوجود آمدن ساختمان سوم شود:

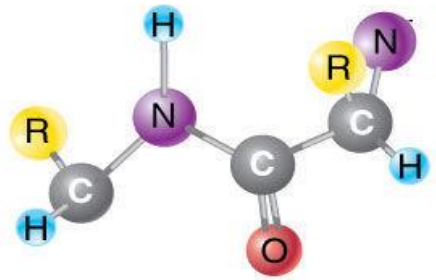
یکی از آن ها پیوند دی سولفیدی است.

پیوند دیگری که در تشکیل ساختمان سوم نقش دارد پیوند هیدروژنی و پیوند یونی است. زنجیره های جانبی اسید های آمینه می توانند با مولکول های آب تشکیل پیوند هیدروزنی دهند. بعضی از اسید آمینه ها زنجیره های جانبی دارند که باردار هستند . لیزین و آرژنین دارای بار مثبت در زنجیره جانبی هستند. برخی از اسیدهای آمینه نیز اسیدی هستند یعنی دارای بار منفی در زنجیره جانبی هستند. برای مثال وقتی اسید آمینه لیزین که بار مثبت دارد در کنار آسپارتات که دارای بار منفی است قرار گیرد یک پیوند یونی بین آن ها تشکیل می شود وباعث استحکام ساختمان سوم می شود.

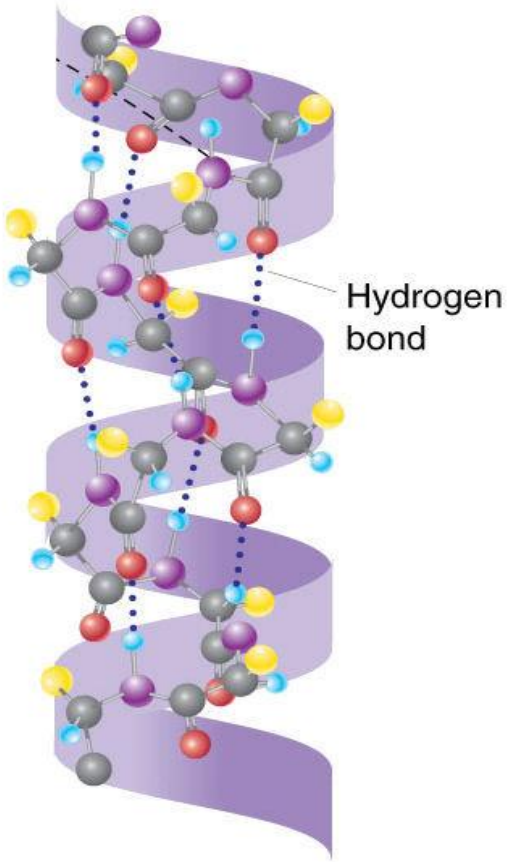
https://www.jeyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

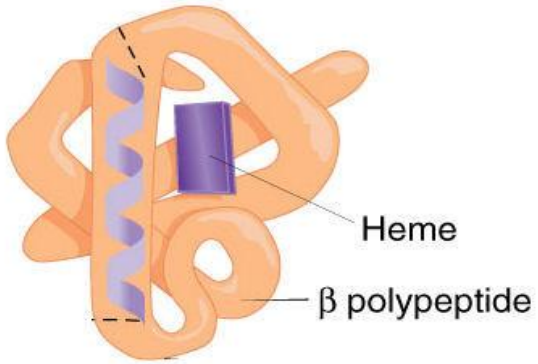
- **ساختار چهارم**
- آرایش زنجیره‌های پلی پپتیدی در یک
- ترکیب چند زیرواحدی نسبت به یکدیگر
- را توصیف می‌کند.



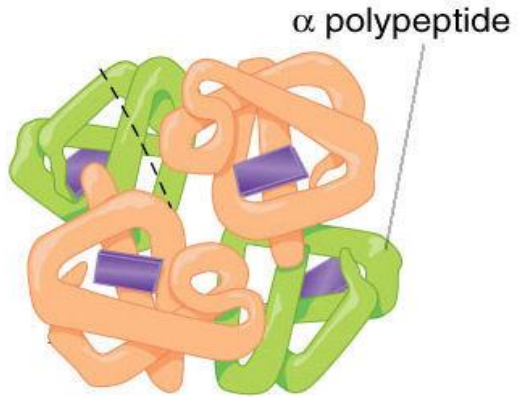

(a) Primary structure




(b) Secondary structure



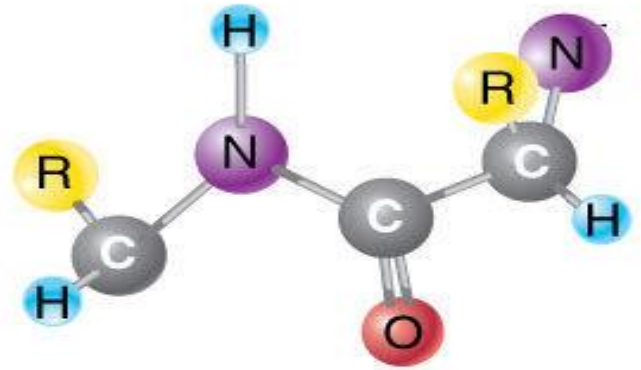

c) Tertiary structure



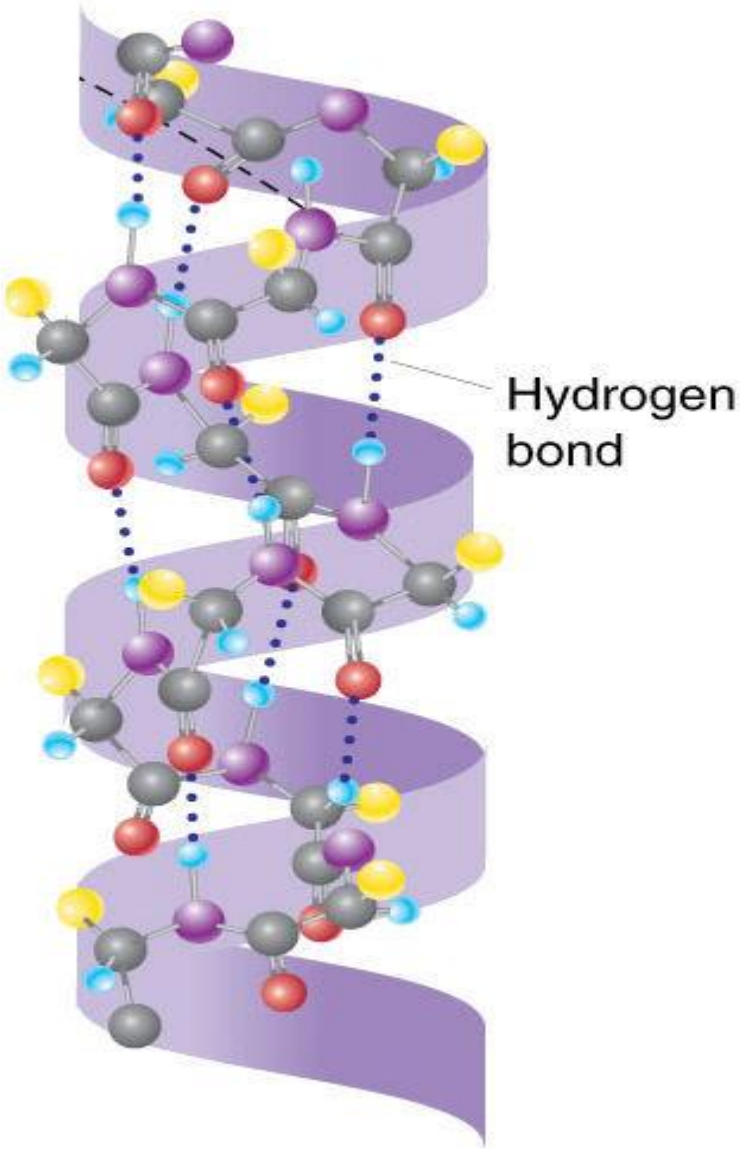

(d) Quaternary structure

© 2010 Pearson Education, Inc.

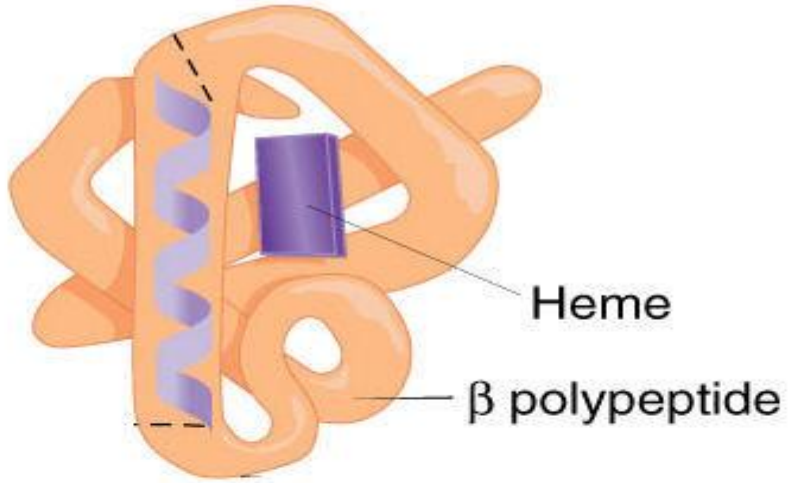
# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی



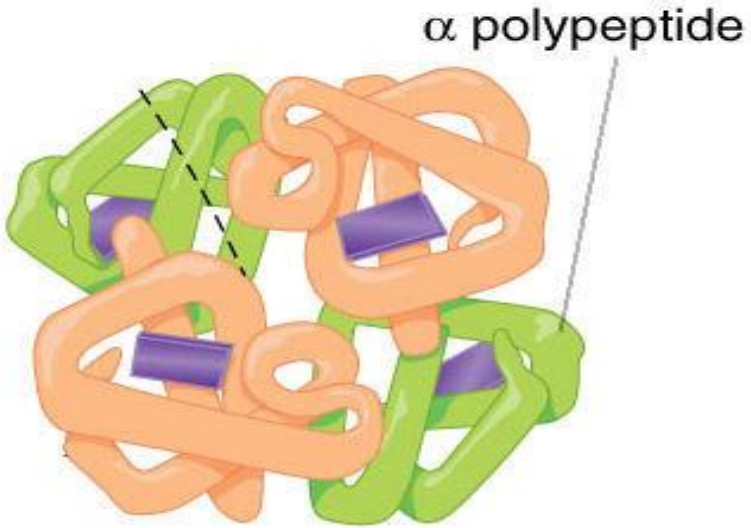

(a) Primary structure




(b) Secondary structure




c) Tertiary structure




(d) Quaternary structure

© 2010 Pearson Education, Inc.

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## آنزیمها:

مولکولهای پروتئینی هستند که به عنوان کاتالیزورهای زیستی شناخته می شوند. این مولکولها بدون اینکه خود تغییری کنند سرعت واکنشهای شیمیایی را افزایش می دهند.

## ساختمان آنزیم:

یک آنزیم ممکن است فقط یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی داشته باشد که معمولا یک صد آمینواسید یا تعداد بیشتری را به هم پیوند می‌دهد یا ممکن است شامل چندین زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی باشد که با هم به عنوان یک واحد عمل می‌کنند.

## جایگاه فعال آنزیم:

یک یا چند محل نفوذ سطحی (جایگاههای فعال) هستند که سوبسترا یعنی ماده‌ای که آنزیم بر آن اثر می‌کند، به این نواحی متصل می‌شود. تحت تاثیر آنزیمها ، سوبسترا تغییر می‌کند و به یک یا تعدادی محصول تبدیل می‌شود.

https://www.jeyit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## آنزیمها:

**فعالیت آنزیم به حفظ یکپارچگی و شکل فضایی آن بستگی دارد.**
**در صورتیکه آنزیم دناتوره شود فعالیت کاتالیکی آن از بین می رود.**
**ساختمان های اول، دوم، سوم و چهارم آنزیم های پروتئینی برای عملکردکاتالیکی آن ها ضروری است.**

**نامگذاری انزیمها:**

- ✓ **با افزودن پسوند "از" به نام سوبسترا، کلمه یا عبارتی که نشانگر فعالیت آنزیم باشد. مانند:**

**اوره آز هیدرولیز اوره DNAپلیمراز )پلیمریزاسیون نوکلئوتیدها جهت تولید DNA )**

- ✓ **برخی آنزیم ها دارای فعالیت گسترده ای هستند مانند:**

**پپسین در هضم غذا ( Pepsisبه معنی هضم)**
**لیزوزیم (لیز دیواره سلولی باکتری)**

https://www.jcvt.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## طبقه بندی آنزیمها

آنزیمها را از نظر فعالیت کاتالیزی به شش گروه اصلی تقسیم می‌کنند.

**اکسید و ردوکتازها :**

واکنشهای اکسید و احیا (اکسایش – کاهش) را کاتالیز می‌کند (دهیدروژناز).

**ترانسفرازها :** انتقال عوامل ویژه‌ای مانند آمین ، فسفات و غیره را از مولکولی به مولکول دیگر به عهده دارند و مانند آمینو ترانسفرازها که در انتقال گروه آمین فعال هستند.

**هیدرولازها :** واکنشهای آبکافتی را کاتالیز می‌کنند. مانند پپتیدازها که موجب شکسته شدن پیوند پپتیدی می‌شوند.

**لیازها :** موجب برداشت گروه ویژه‌ای از مولکول می‌شوند. مانند دکربوکسیلازها که برداشت دی‌اکسید کربن را برعهده دارند.

**ایزومرازها :** واکنشهای تشکیل ایزومری را کاتالیز می‌کنند. مانند راسماز که از L-آلانین ترکیب ایزومری D-آلانین را می‌سازد

**لیگازها :** آنزیمهایی هستند که باعث اتصال دو مولکول به یکدیگر و ایجاد پیوند کووالانسی بین آنها می‌شوند. مانند استیل کوآنزیم Aسنتتاز که موجب سنتز استیل کوآنزیم Aمی‌گردد.

https://www.jeyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## عملکرد آنزیمها:

**عملکرد آنزیم ها عمدتا شامل این موارد است:**

- ✓ **تجزیه مواد مغذی**
- ✓ **فراهمی انرژی**
- ✓ **سنتز پلیمرهای زیستی**
- ✓ **انقباضات عضلانی**

https://www.jeyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## آنزیم ها بر سرعت واکنش اثر دارند، نه تعادل آن

- ✓ عملکرد یک انزیم به عنوان کاتالیزور تنها افزایش سرعت واکنش است و تاثیر بر تعادل ندارد
- ✓ آنزیم ها نه مصرف می شوند و نه دچار تغییر دائمی می شوند و به محض اتمام واکنش رها می شوند.
- ✓ آنزیم ها کاملا انتخابی عمل می کنند

https://www.jeyfit.ir/

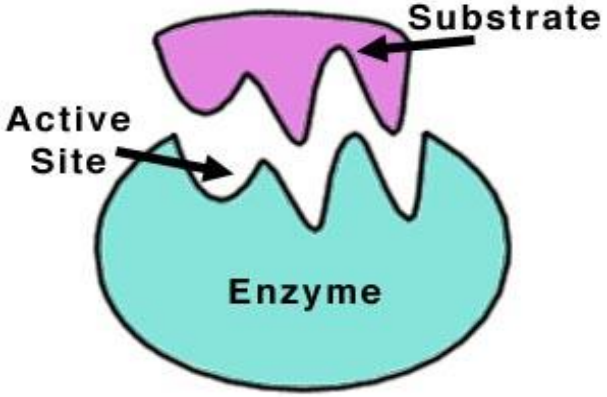
# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

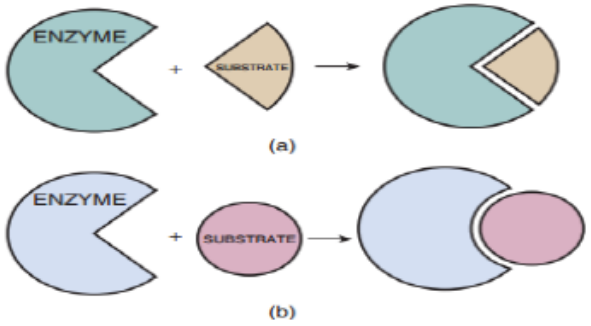
## طرز کار آنزیمها:

از ویژگیهای مهم آنزیمها این است که پس از انجام هر واکنش و در پایان آن سالم و دست نخورده باقی می‌مانند و می‌توانند واکنش بعدی را کاتالیز کنند. در یک واکنش ساده ابتدا آنزیم (E) با ماده اولیه یا سوبسترا (S) ترکیب می‌شود و کمپلکس آنزیم – سوبسترا می‌دهد در مرحله بعدی با انجام واکنش ، فراورده یا محصول (P) ایجاد می‌شود و آنزیم رها می‌گردد.

$$S+E \longleftrightarrow ES \longleftrightarrow P+E$$

هر آنزیم بر سوبسترای ویژه خود اثر کرده و فرآورده ویژه‌ای را تولید می‌کند. به این منظور هر آنزیم ساختار سه بعدی ویژه خود را دارا است که آن را برای انجام فعالیت کاتالیزی مناسب می‌سازد و بخشی از آنزیم که با سوبسترا بند و بست می‌یابد، جایگاه فعال نام دارد و در مورد اتصال آنزیم به سوبسترا الگوهایی ارائه شده‌اند که مدل کوشلند که الگوی القایی نام دارد و حالت دست در دستکش را دارد، نشان می‌دهد. بطوری که محل اتصال حالت انعطاف پذیری دارد.




https://www.jeyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## تغییر آرایش فضایی در آنزیم ها

در حالیکه مدل قفل–کلید فیشر پاسخگوی اختصاصی بودن بی نظیر برهمکنش های آنزیم–سوبسترا می باشد اما انعطاف پذیری اشاره شده مربوط به جایگاه فعال آنزیم و توجیه تغییرات دینامیکی حین کاتالیز را در نظر نمی گیرد.

دانیل کوشلند با مدل قالب القا شده به این نقطه ضعف پرداخت. بر اساس این مدل وقتی سوبستراها به یک آنزیم نزدیک شده و به آن متصل می شوند تغییری در آرایش فضایی آنزیم ایجاد می کنند مشابه آنچه که یک دست (سوبسترا) را درون دستکش (آنزیم) قرار می دهد.در واقع آنزیم هم به نوبه خود تغییرات متقابل در سوبسترایش القا می کند و انرژی اتصالات را برای تبدیل سوبستراها به محصولات واکنش به کار می گیرد.

https://www.ejut.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## تغییر آرایش فضایی در آنزیم ها

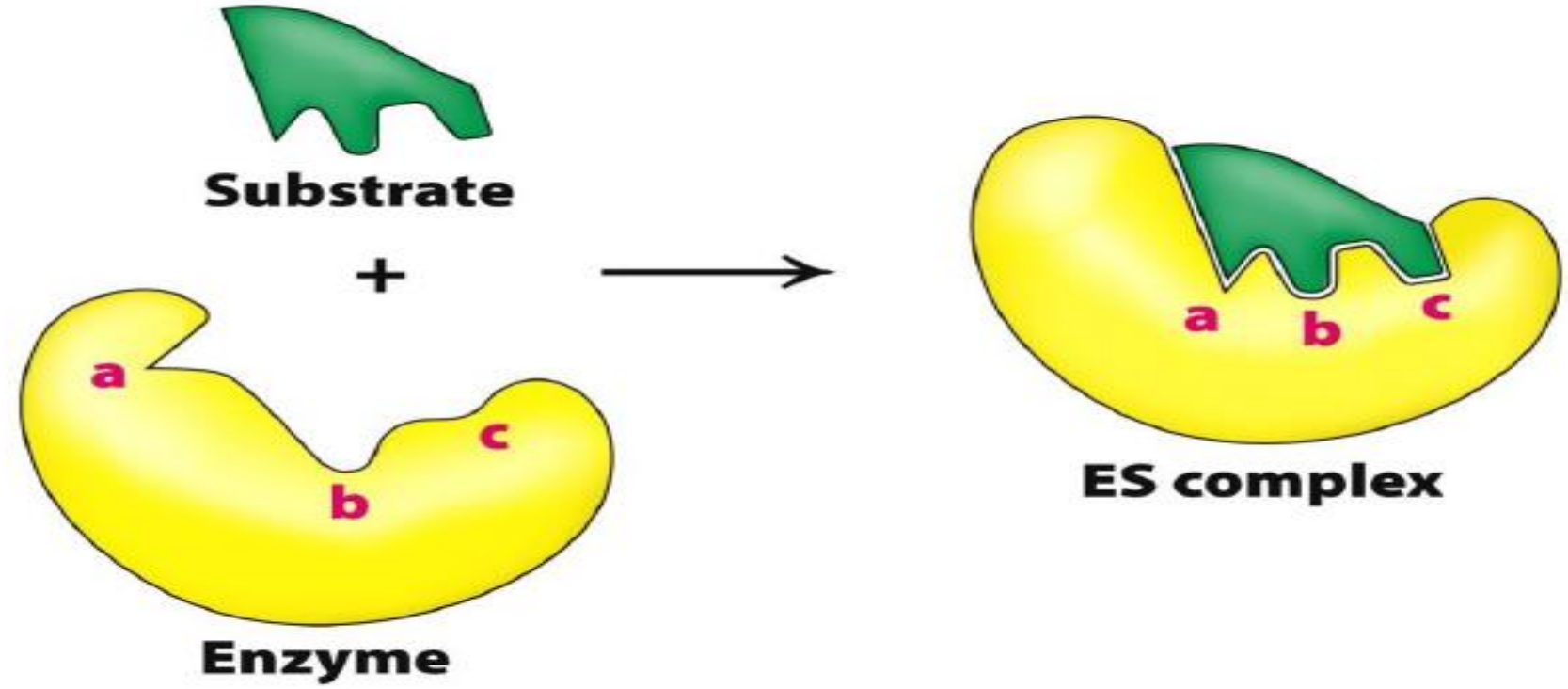
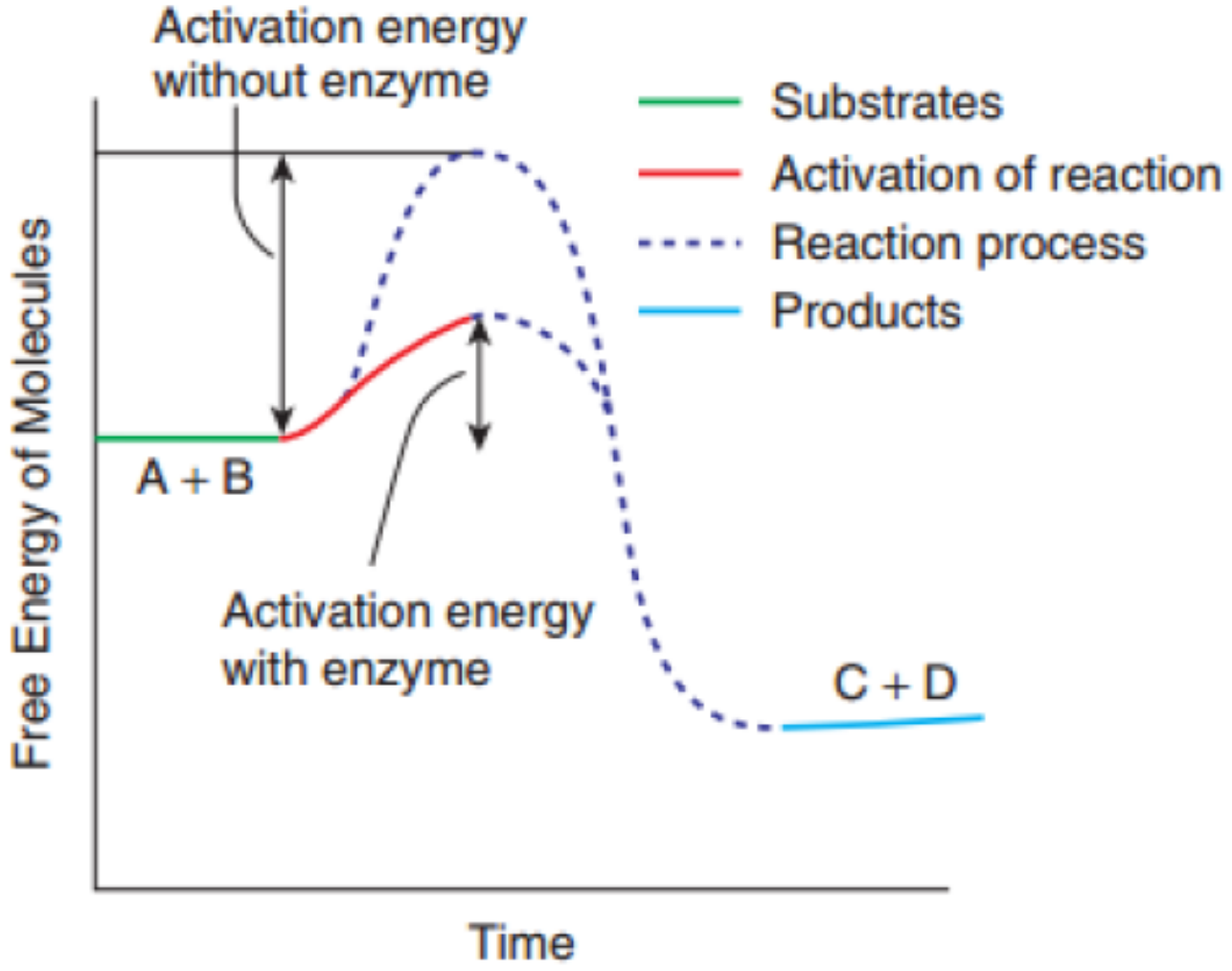



Figure 8.9
*Biochemistry*, Seventh Edition
© 2012 W. H. Freeman and Company

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی
## مکانیسم عمل آنزیم



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## گروه های پروستتیک، کوآنزیم و کوفاکتور

برخی از آنزیم ها جهت عملکرد خود به هردو گروه یعنی کوآنزیم و یک یا چند یون فلزی نیاز دارند.

- ✓ گروه پروستتیک به کوآنزیم یا یک یون فلزی اطلاق می شود که پیوند محکم یا حتی کوالانی با پروتئین آنزیم برقرا می کند.
- ✓ یک آنزیم کامل دارای فعالیت کاتالیتیک در اتصال با کوآنزیم یا یون های فلزی، هولوآنزیم نامیده می شود.
- ✓

قسمت پروتئینی چنین آنزیمی را آپوآنزیم یاآپوپروتئین می گویند/.

https://www.ieyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی
# گروه های پروستتیک، کوآنزیم و کوفاکتور

**TABLE 6–1** Some Inorganic Ions That Serve as Cofactors for Enzymes

| Ions | Enzymes |
|---|---|
| $Cu^{2+}$ | Cytochrome oxidase |
| $Fe^{2+}$ or $Fe^{3+}$ | Cytochrome oxidase, catalase, peroxidase |
| $K^{+}$ | Pyruvate kinase |
| $Mg^{2+}$ | Hexokinase, glucose 6-phosphatase, pyruvate kinase |
| $Mn^{2+}$ | Arginase, ribonucleotide reductase |
| Mo | Dinitrogenase |
| $Ni^{2+}$ | Urease |
| $Zn^{2+}$ | Carbonic anhydrase, alcohol dehydrogenase, carboxypeptidases A and B |

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی
# گروه های پروستتیک، کوآنزیم و کوفاکتور

**TABLE 6-2** Some Coenzymes That Serve as Transient Carriers of Specific Atoms or Functional Groups

| Coenzyme | Examples of chemical groups transferred | Dietary precursor in mammals |
|---|---|---|
| Biocytin | $CO_2$ | Biotin |
| Coenzyme A | Acyl groups | Pantothenic acid and other compounds |
| 5′-Deoxyadenosylcobalamin (coenzyme $B_{12}$) | H atoms and alkyl groups | Vitamin $B_{12}$ |
| Flavin adenine dinucleotide | Electrons | Riboflavin (vitamin $B_2$) |
| Lipoate | Electrons and acyl groups | Not required in diet |
| Nicotinamide adenine dinucleotide | Hydride ion ($:H^-$) | Nicotinic acid (niacin) |
| Pyridoxal phosphate | Amino groups | Pyridoxine (vitamin $B_6$) |
| Tetrahydrofolate | One-carbon groups | Folate |
| Thiamine pyrophosphate | Aldehydes | Thiamine (vitamin $B_1$) |

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## عوامل متعددی بر سرعت واکنش اثر می گذارند

**برای واکنش دو مولکول:**
**۱ – آنها باید در محدوده تشکیل پیوند باهم برخورد کنند**

**۲ – باید دارای انرژی جنبشی لازم برای غلبه بر سدهای انرژی به منظور رسیدن به حالت انتقالی باشند**

**هر چیزی که فعالیت یا انرژی برخورد بین سوبستراها را افزایش دهد سرعت واکنش آن ها را افزایش خواهد داد.**

https://www.jeyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

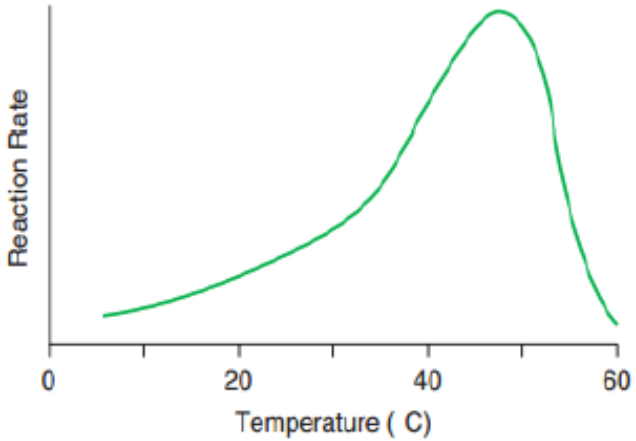
## عوامل متعددی بر سرعت واکنش اثر می گذارند

### دما

**افزایش سرعت واکنش با افزایش انرژی جنبشی و دفعات برخورد ارتباط مستقیم دارد**

**با این حال، افزایش بیشتر دما ممکن است منجر به دناتوره شدن آنزیم شود.**

**آنزیم های انسانی معمولا تا دما ۵۵ – ۴۵ پایداری نشان می دهند.**

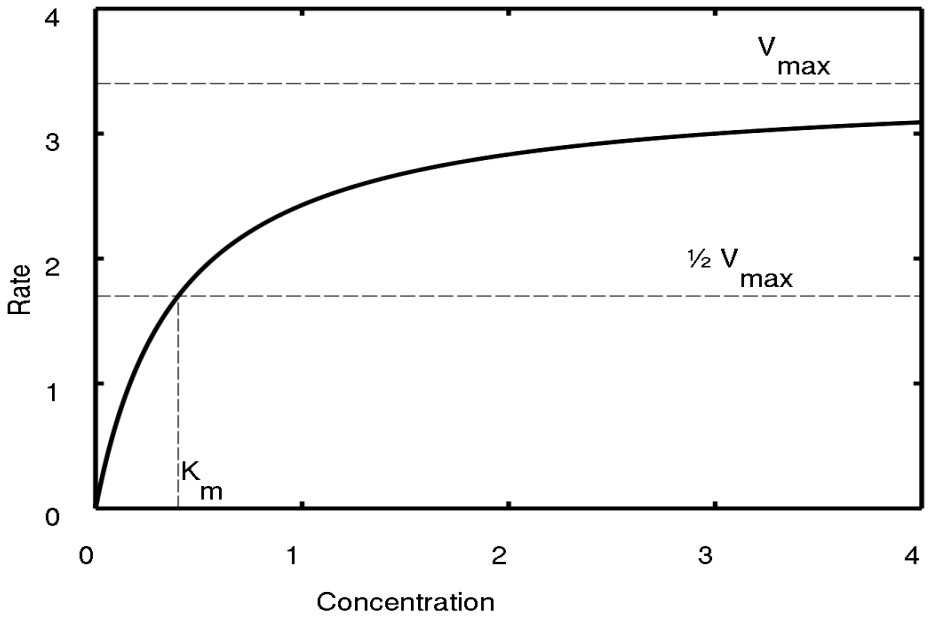



http://www.jeyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## تاثیر غلظت سوبسترا بر سرعت واکنش:

در غلظت ثابتی از آنزیم با افزایش غلظت سوبسترا سرعت واکنش افزایش می یابد
رابطه غلظت سوبسترا با سرعت واکنش در اوایل واکنش خطی است و پس از ان به صورت هذلولی ادامه می یابد
نقطه ای در نمودار که در آن هرگونه افزایش غلظت سوبسترا منجر به افزایش سرعت واکنش نمی شود نقطه غلظت اشباع سوبسترا است یعنی تمامی جایگاههای فعال آنزیم توسط سوبسترا اشغال شده است و سرعت واکنش به حداکثر رسیده است




غلظتی از سوبسترا که در ان سرعت واکنش به نصف سرعت حداکثر رسیده است
ثابت میکائیلس منتن یا Km نام دارد
هرچه میزان Km بیشتر باشد میل ترکیبی آنزیم با سوبسترا کمتر است.

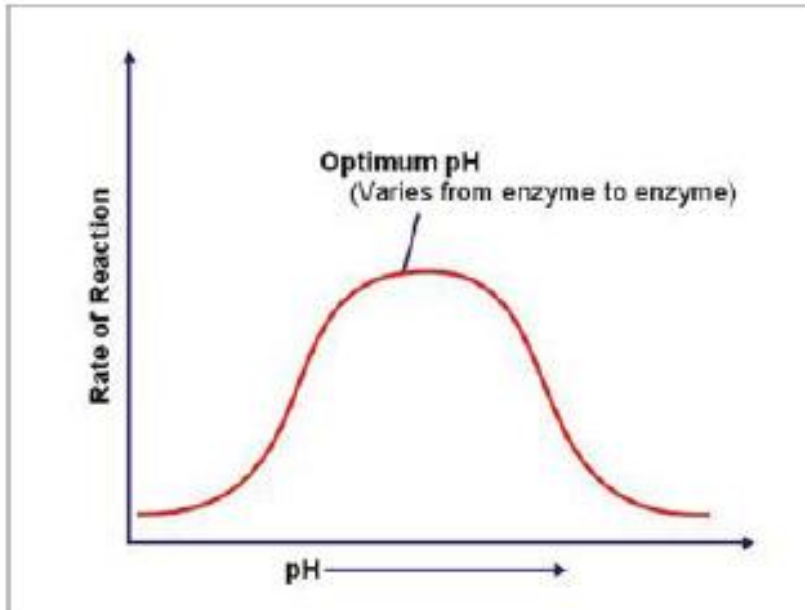
$$V_0 = V_{max} \frac{[S]}{[S] + K_M}$$

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## عوامل متعددی بر سرعت واکنش اثر می گذارند

### یون هیدروژن

- ✓ سرعت تقریبا تمام واکنش های کاتالیزی آنزیمی به غلظت یون هیدروژن بستگی دارد
- ✓ هر آنزیم دارای دامنه PH بهینه است که در آن بیشترین فعالیت را دارد.




www.jeyat.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## عوامل متعددی بر سرعت واکنش اثر می گذارند

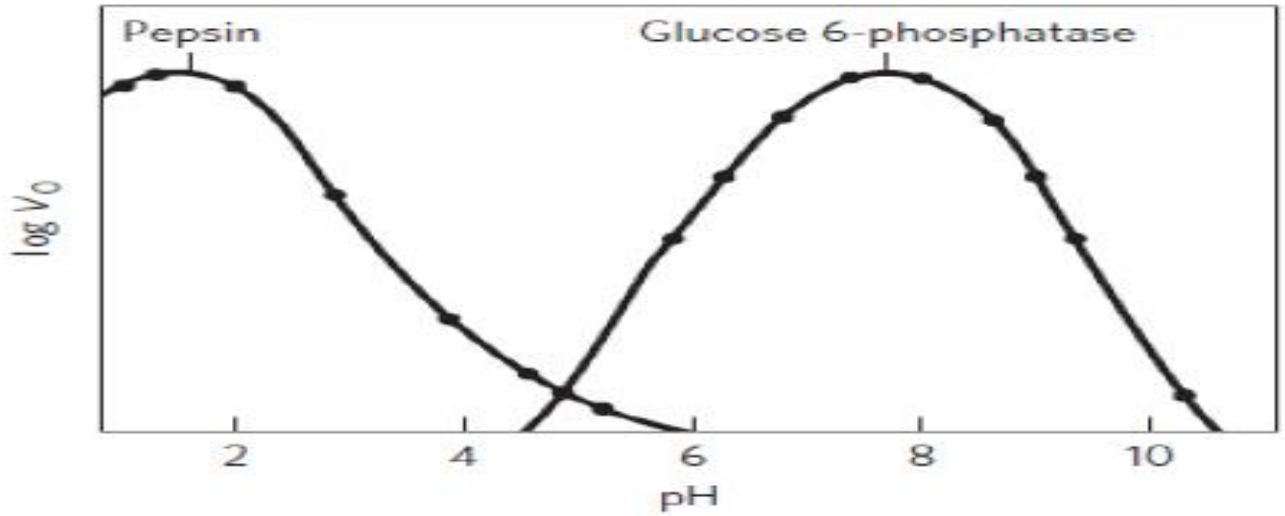



**FIGURE 6–18 The pH-activity profiles of two enzymes.** These curves are constructed from measurements of initial velocities when the reaction is carried out in buffers of different pH. Because pH is a logarithmic scale reflecting 10-fold changes in $[H^+]$, the changes in $V_0$ are also plotted on a logarithmic scale. The pH optimum for the activity of an enzyme is generally close to the pH of the environment in which the enzyme is normally found. Pepsin, a peptidase found in the stomach, has a pH optimum of about 1.6. The pH of gastric juice is between 1 and 2. Glucose 6-phosphatase of hepatocytes (liver cells), with a pH optimum of about 7.8, is responsible for releasing glucose into the blood. The normal pH of the cytosol of hepatocytes is about 7.2.

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## عوامل متعددی بر سرعت واکنش اثر می گذارند

### غلظت آنزیم

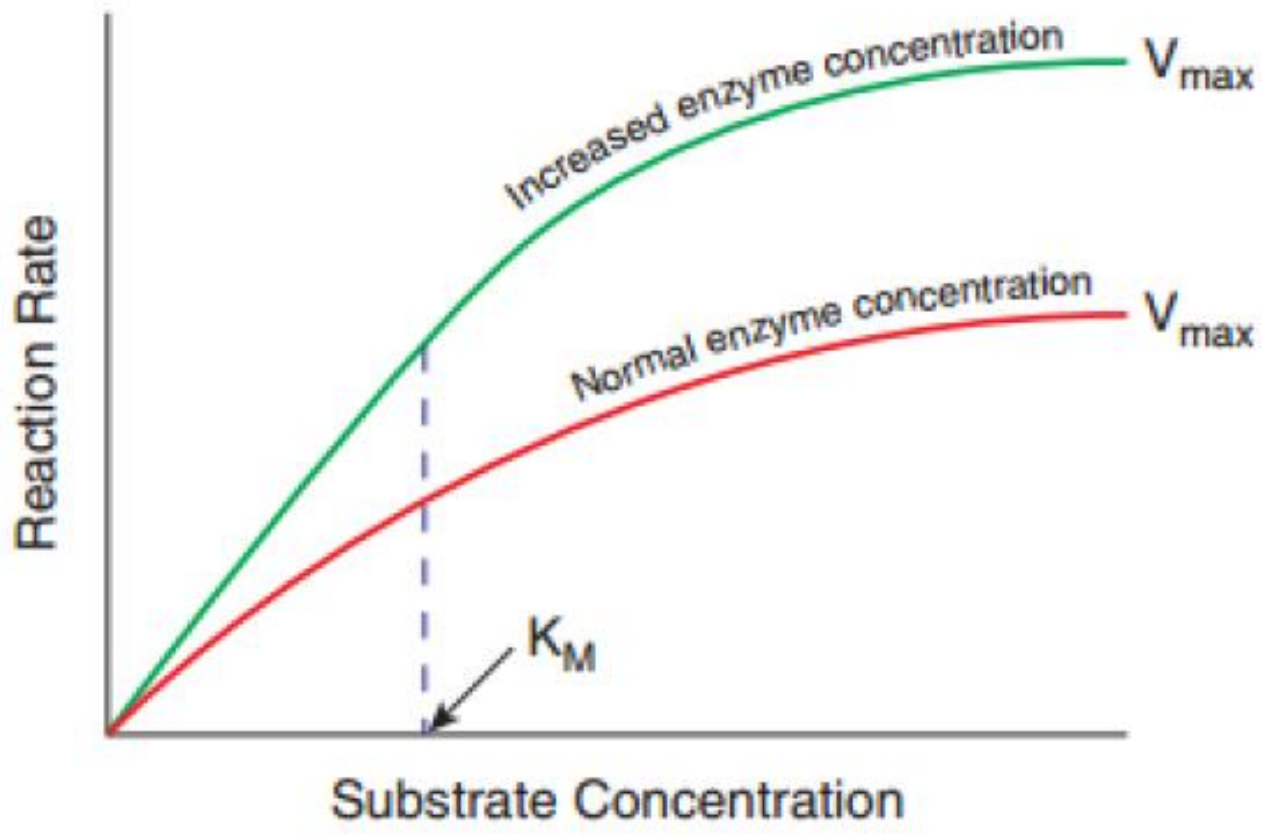
- ✓ به محض اشباع آنزیم با سوبسترا، با افزایش غلظت آنزیم سرعت واکنش افزایش می یابد.
- ✓ افزایش غلظت آنزیم سرعت واکنش را افزایش می دهد.
- ✓ توانایی سلول ها در تغییر غلظت آنزیم با هدف افزایش سرعت واکنش یکی از سازوکارهایی است که به موجب آن عضله اسکلتی با تمرین سازگار می شود.

https://www.joyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## عوامل متعددی بر سرعت واکنش اثر می گذارند

### غلظت آنزیم



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## تنظیم آنزیمها

۱– تنظیم آلوستریکی
۲– تنظیم کووالانسی

۱–آنزیم های آلوستریک (تنظیم آلوستریک) توسط اتصال برگشت پذیر و غیرکوالان ترکیباتی به نام تعدیل کننده های آلوستریک یا افکتورهای آلوستریک که معمولا متابولیت ها یا کوفاکتورهای کوچکی هستند، عمل می کنند.
این افکتورها به جایگاهی غیر از جایگاه فعال متصل شده و بصورت کاهشی یا فزایشی سرعت واکنش را تنظیم می کنند.
مانند تنظیم آلوستریکی کلسیم برای آنزیم گلیکوژن فسفریلاز در شروع فعالیت ورزشی

https://www.jeyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## تنظیم آنزیمها

۱– تنظیم آلوستریکی
۲– تنظیم کووالانسی

۲–دیگر آنزیم ها با تغییر کوالان قابل برگشت تنظیم می شوند:

- ✓ تنظیم به واسطه کوالان بصورت همه یا هیچ انجام میشود.
- ✓ مانند کلید روشن–خاموش
- ✓ بیش از ۵۰۰ نوع از تغییرات کوالان در پروتئین ها یافت شده است
- ✓ از میان تغییرات کوالانسی، معمولترین آن ها فسفوریلاسیون–دفسفوریلاسیون است.

https://www.ieyfit.ir/

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

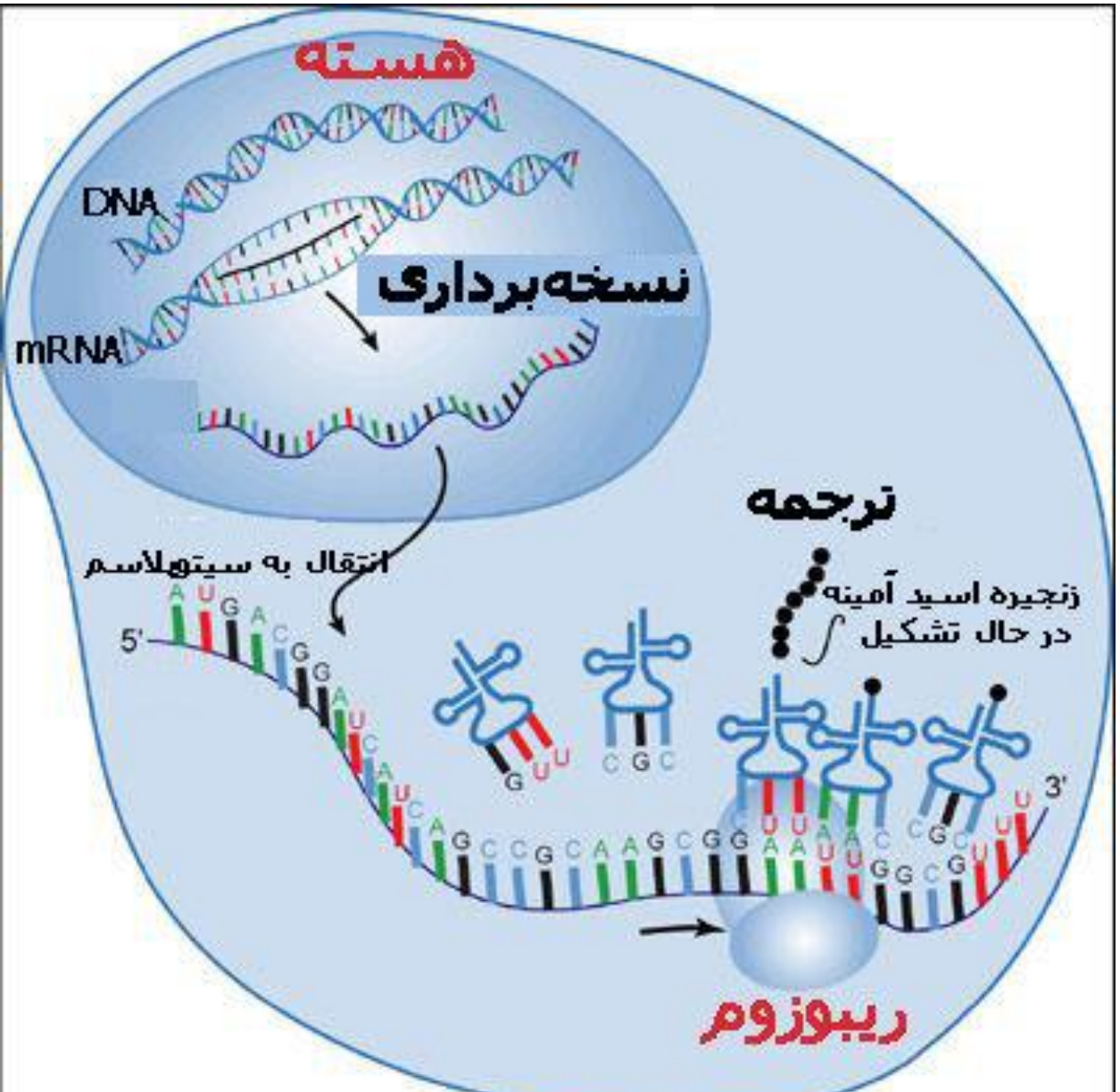
## مکانیسم های تنظیمی دیگر

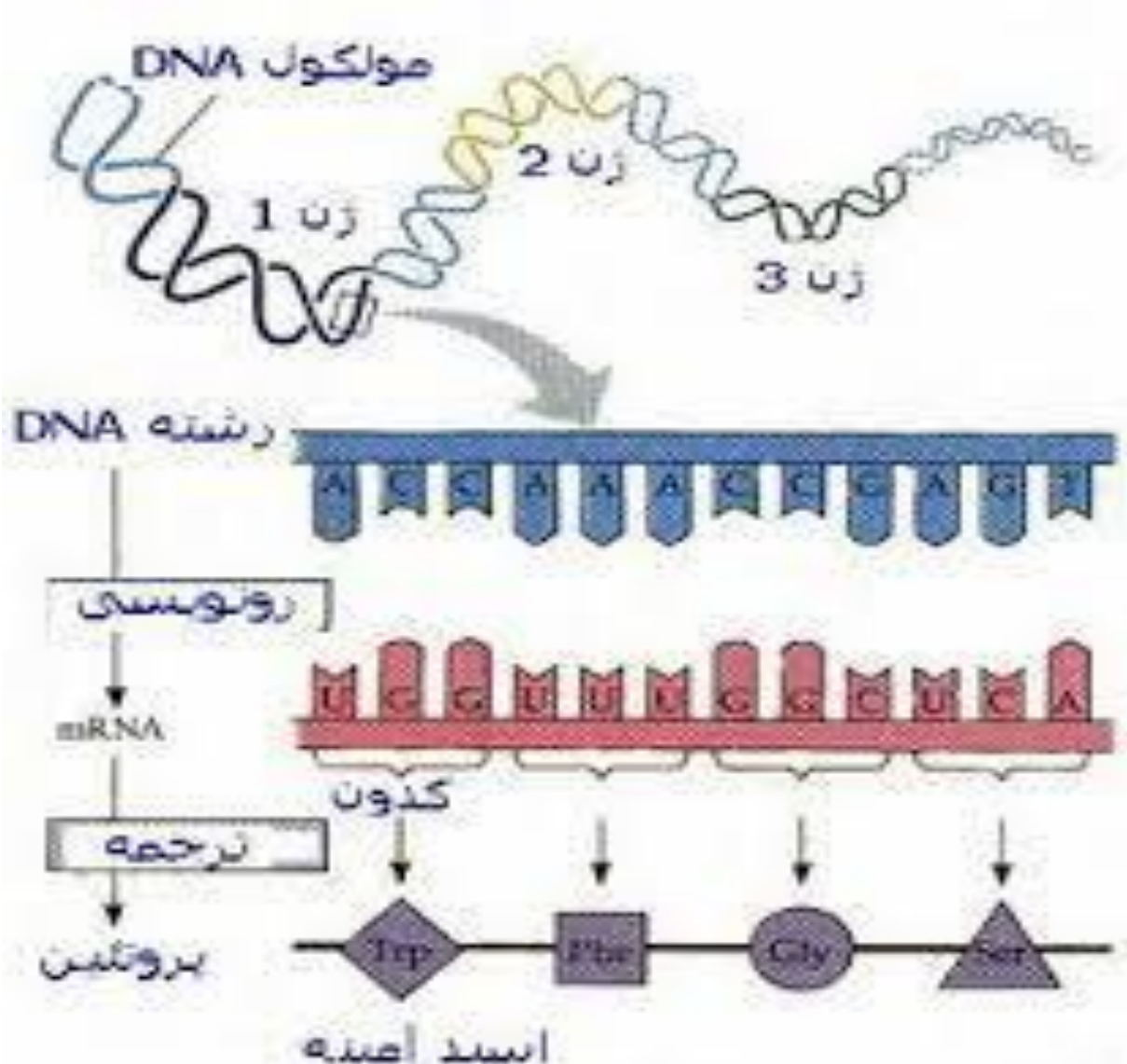
**سیستم های متابولیک حداقل دو مکانیسم تنظیمی دیگر دارند.**

- **تحریک یا مهار بواسطه اتصال یافتن پروتئین های تنظیمی متفاوت**
- **فعال شدن بواسطه برش پروتئولیتیک**
- **برخلاف تنظیم توسط افکتورها، تنظم توسط برش پروتئولیتیک برگشت ناپذیر است**

https://www.jcufit.ir/

# چرخه زیستی پروتئینها



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## متابولیسم اسیدهای آمینه:

**یک گرم پروتئین ۴ کیلوکالری انرژی ازاد می کند.**
**نقش اصلی پروتئینها ساختمانی است ولی با این وجود در گرسنگی های طولانی مدت و ورزشهای طولانی به کمک ذخایر انرژی امده و در متابولیسم سلولی و تولید انرژی شرکت**
**می کنند.**

## منبع اسیدهای آمینه:

**اسیدهای آمینه موجود درخون و مایعات خارج سلولی نشان دهنده منبع آمینواسیدهای آزاد هستند که منبع این آمینواسیدها:**

- ✓ **آمینواسیدهای حاصل از تجزیه پروتئین غذایی**
- ✓ **آمینواسیدهای حاصل از تجزیه پروتئینهای سلولی بافتهای مختلف مانند عضله اسکلتی**
- ✓ **آمینواسیدهایی که در کبد سنتز و وارد جریان خون می شوند**

- ✓ **کبد عامل اصلی در تنظیم و توزیع آمینواسیدهاست**

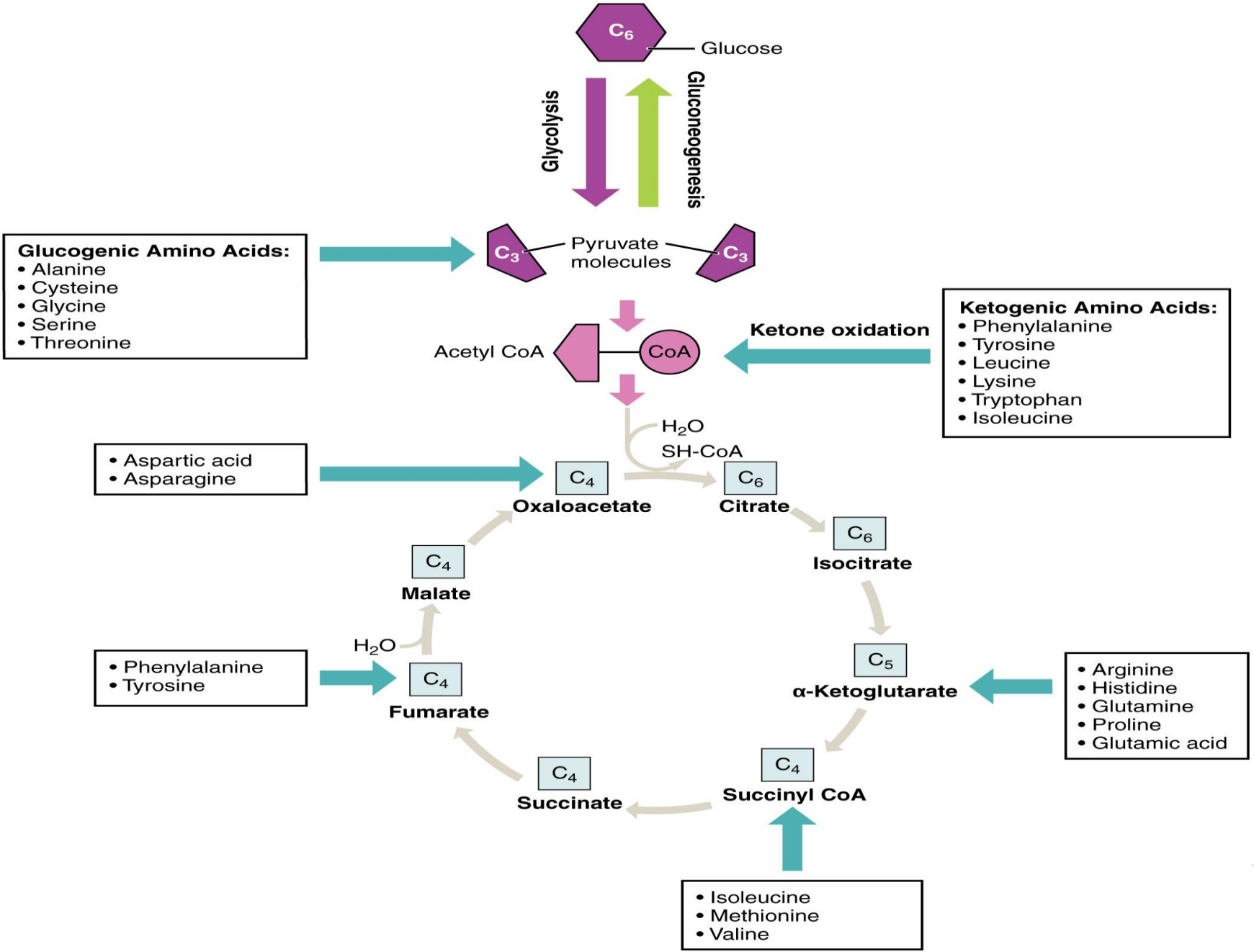
# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## متابولیسم اسیدهای آمینه:

برخلاف کربوهیدراتها و چربیها بدن ظرفیت ذخیره آمینواسیدها راندارد و این منبع مرتبا در حال تغییر است.
اساسا آمینواسیدهایی که در سنتز پروتئین استفاده نشده اند تاحد زیادی متابولیزه شده و به شکل واسطه های چرخه کربس به صورت منبع انرژی شیمیایی در می ایند.

یا وارد مسیر گلوکونئوژنز شده و منبع تولید گلوکز می شوند.

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی



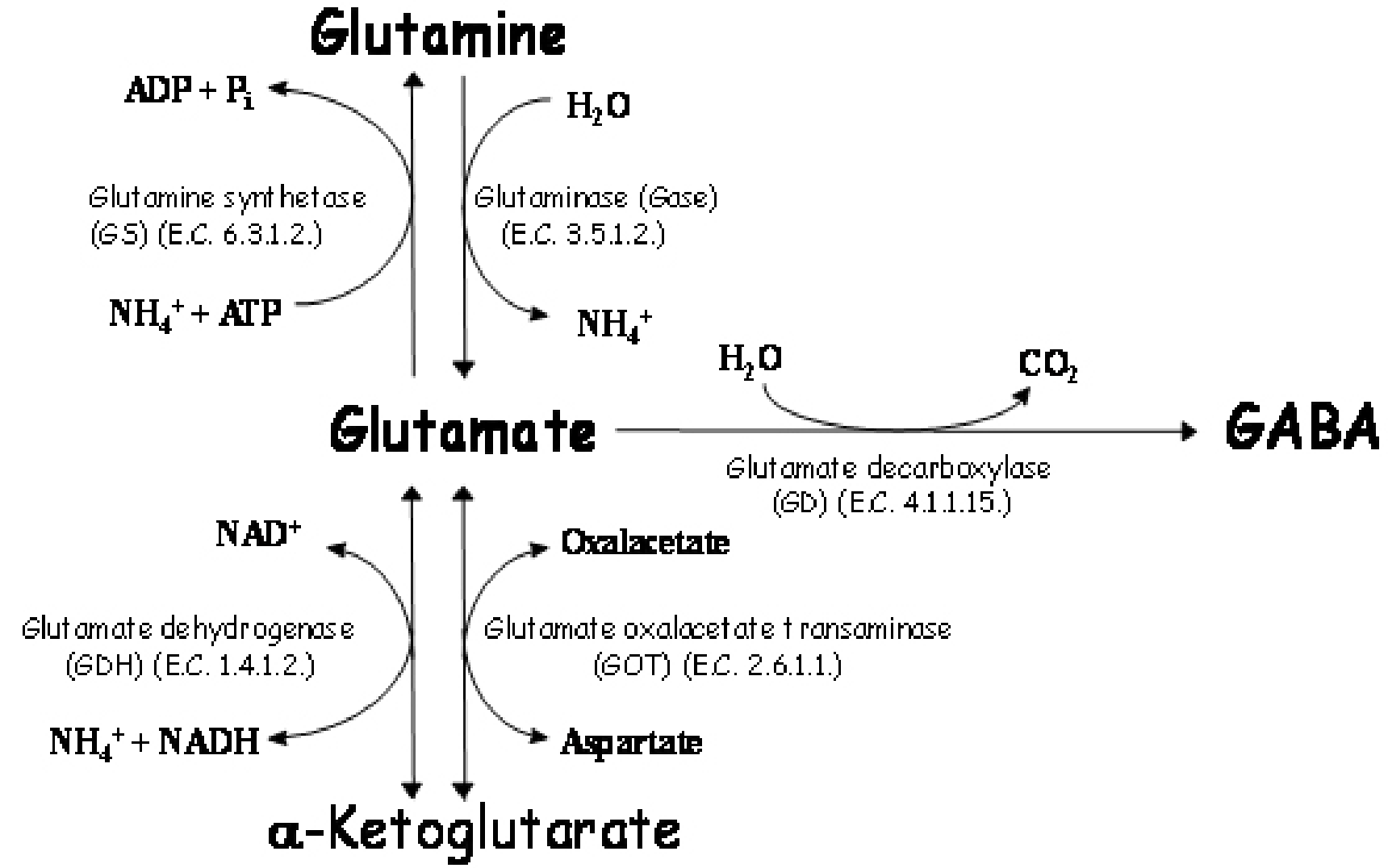

**متابولیسم اسیدهای آمینه:**

**لوسین و لیزین:** آمینواسیدهای کتوژنیک هستند زیرا در اثر تجزیه اجسام کتونی تولید می شوند.

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## متابولیسم اسیدهای آمینه:

## سنتز آمینواسیدها



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## مراحل تجزیه اسیدهای آمینه غیر شاخه دار :

**مرحله اول:حذف نیتروژن از طریق حذف گروه آمینی آلفا**

**در اکثر آمینواسیدها گروه آلفا آمینو به ترکیب آلفا کتوگلوتارات منتقل شده و تولید اسیدامینه گلوتامات می کند که به این واکنش انتقال گروه آمین، فرایند ترانس آمیناسیون گویند .**

**واکنش ترانس آمیناسیون توسط آنزیم آمینو ترانسفرازدر سیتوپلاسم کبد کاتالیز می شود.**

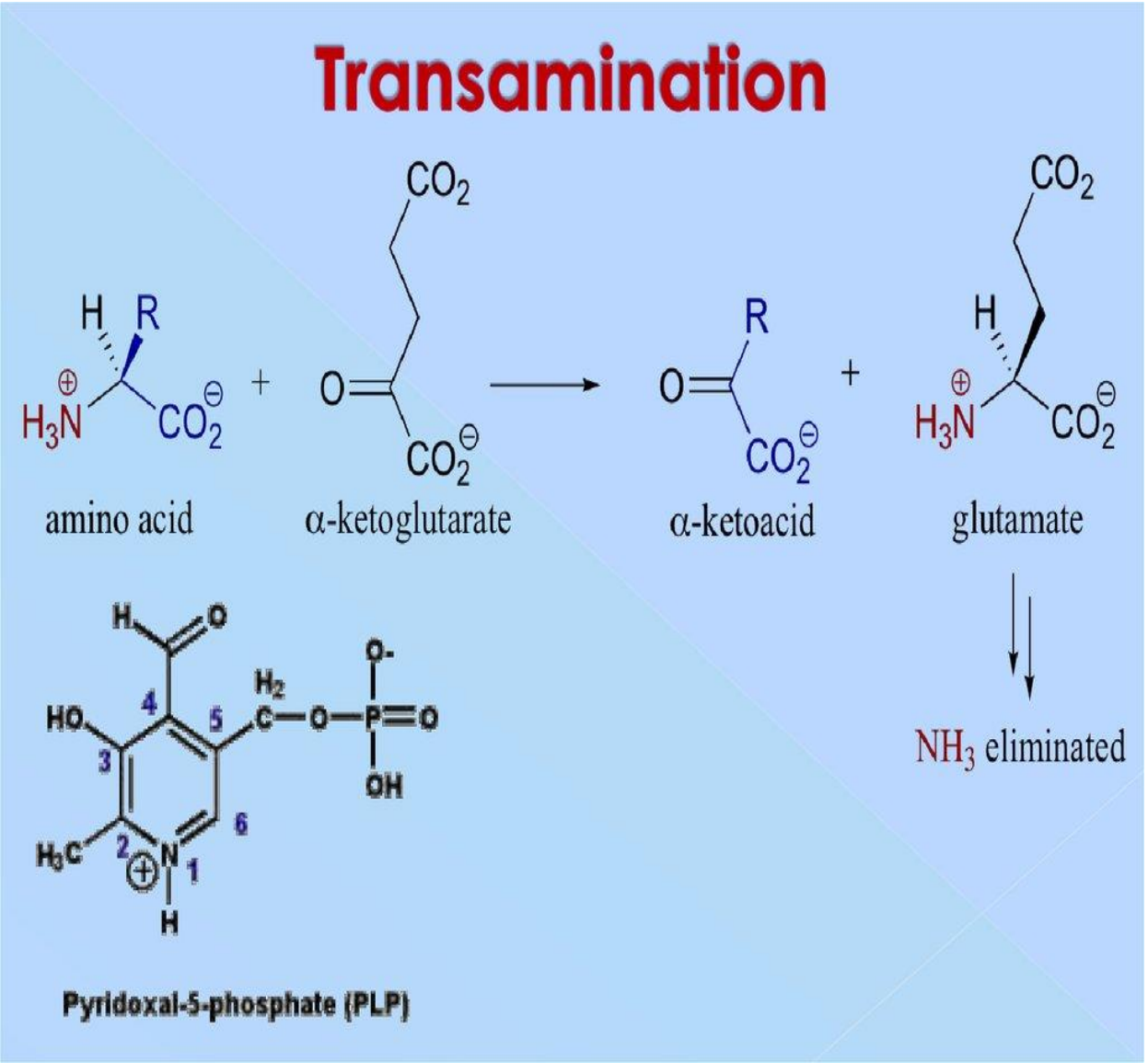
**از جمله آمینو ترانسفراز ، آلانین آمینو ترانسفراز است که ترانس آمیناسیون آلانین را برعهده دارد وباعث تولید پیروات (آلفاکتواسید)و گلوتامات می شود.**

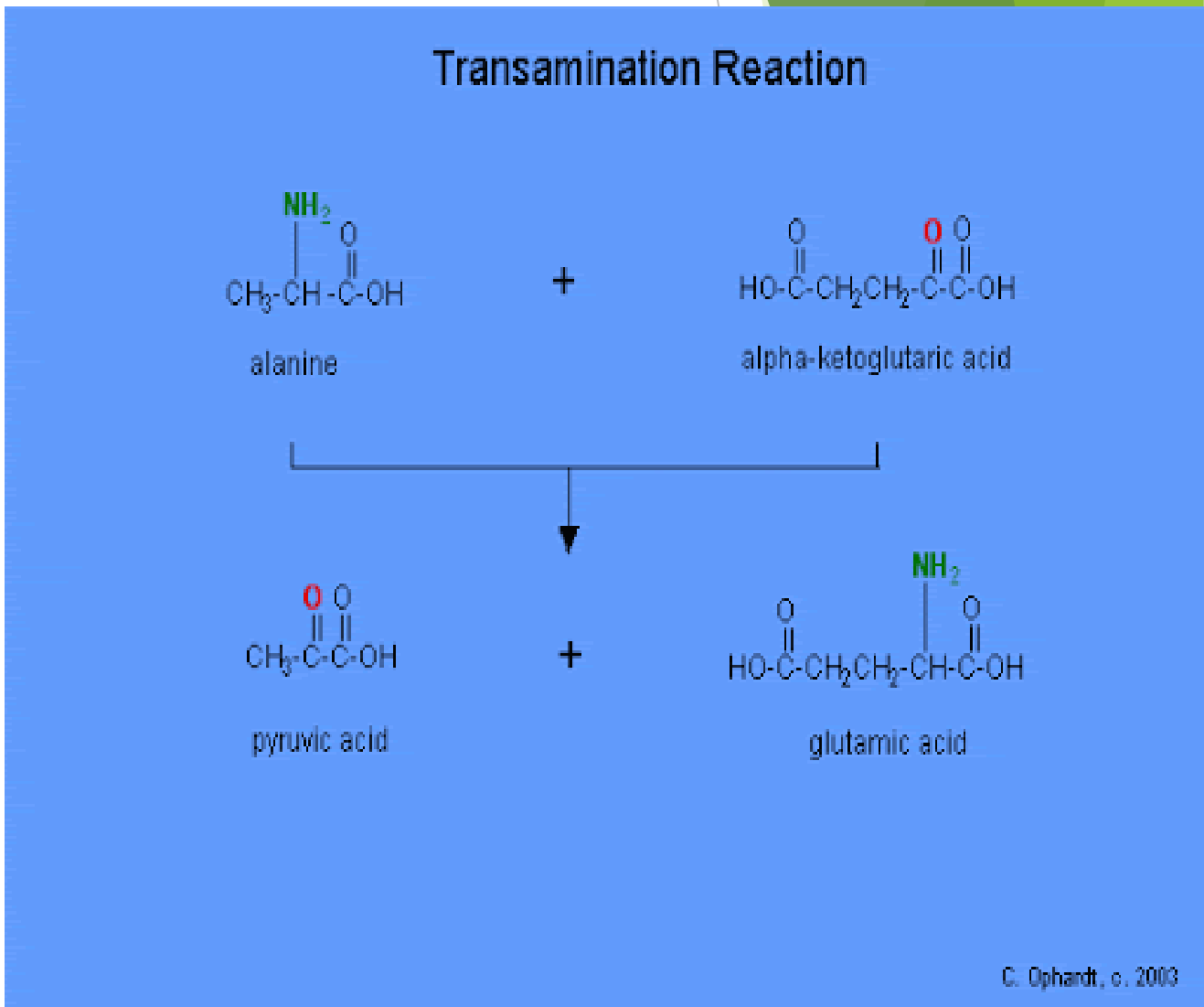
**آلفا کتواسید به سوبسترای واسطه چرخه کربس تبدیل می شود.**

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## مراحل تجزیه اسیدهای آمینه غیر شاخه دار:

## مرحله اول: ترانس آمیناسیون



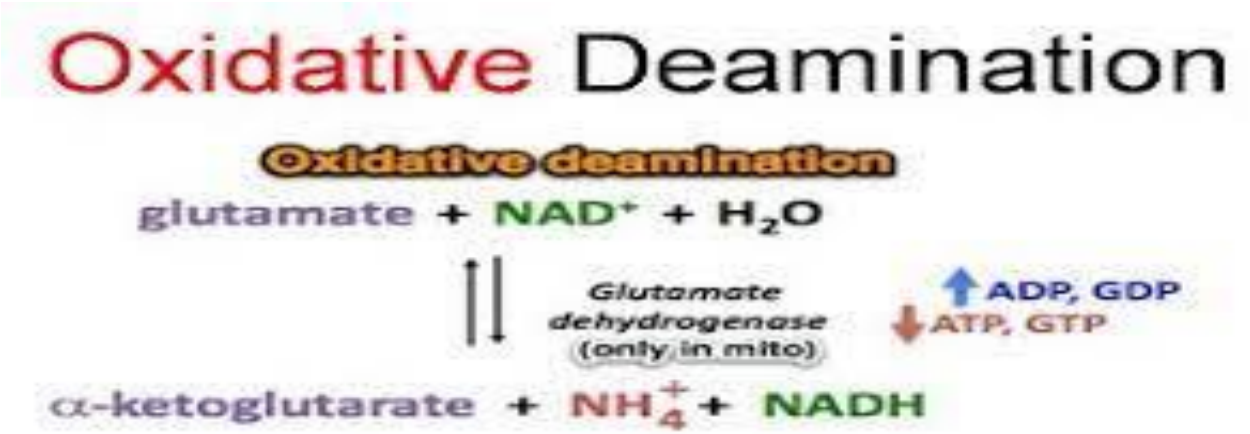
# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

**مراحل تجزیه اسیدهای آمینه:**

**مرحله دوم: دآمیناسیون درماتریکس میتوکندری سلولهای کبدی**

**گلوتامات تولید شده در مرحله اول طی واکنش دآمیناسیون اکسیداتیو توسط آنزیم گلوتامات دهیدروژناز به آلفاکتوگلوتارات و یون آمونیوم تبدیل می شود.**

**این فرایند در ماتریکس میتوکندری سلولهای کبدی انجام شده که یون آمونیوم آن وارد چرخه اوره شده و آلفاکتوگلوتارات به عنوان واسطه کربس وارد سیکل می شود**

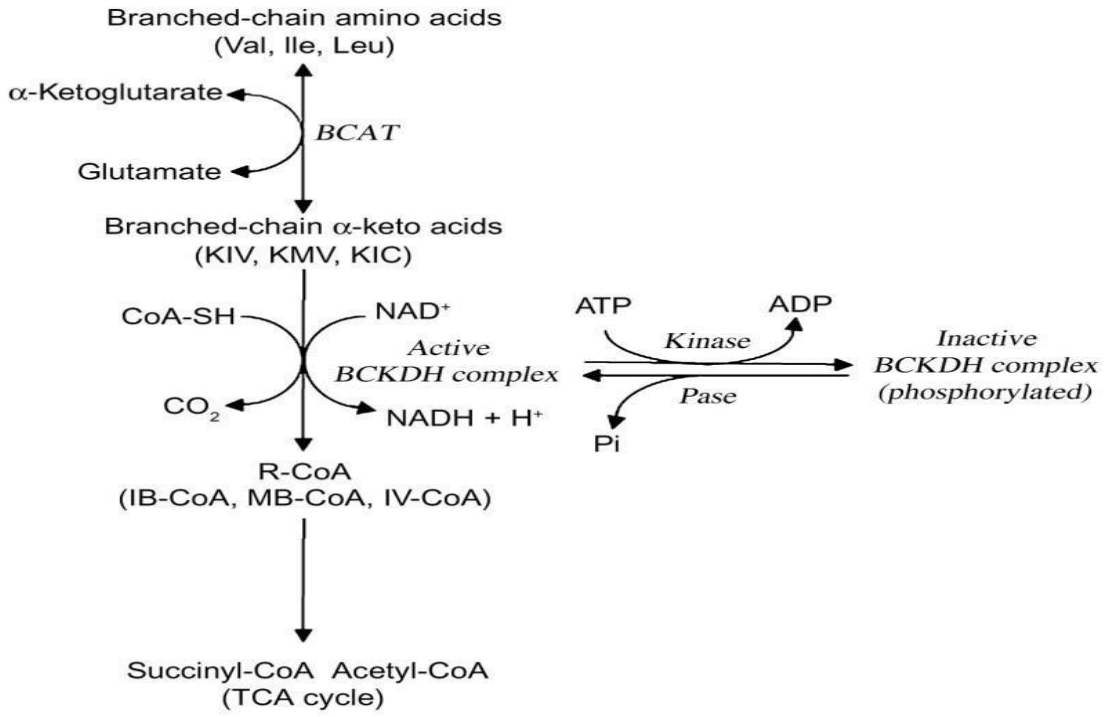


# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## مراحل تجزیه اسیدهای آمینه شاخه دار: لوسین، ایزولوسین ، والین

## مرحله اول: ترانس آمیناسیون در عضله

**در مرحله اول در اثر ترانس آمیناسیون اسیدهای آمینه شاخه دار با الفا کتوگلوتارات توسط آنزیم های آمینو ترانسفراز های خاص آمینو اسیدهای شاخه دار به گلوتامات و آلفا کتو امینو اسید شاخه دار تبدیل می شود.**
**این فرایند در سیتوپلاسم عضله انجام می شود.**



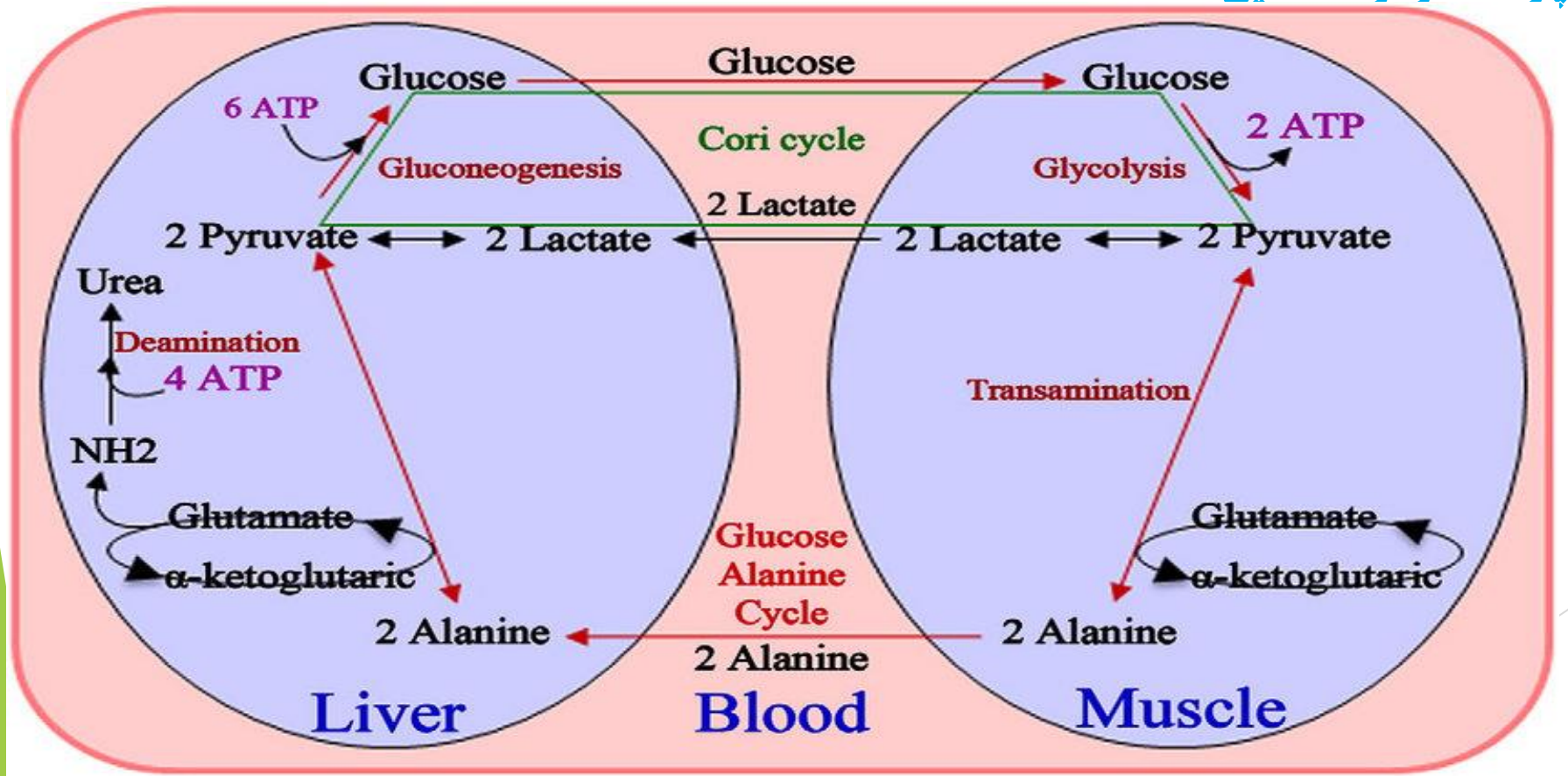
# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## مراحل تجزیه اسیدهای آمینه شاخه دار(BCAA): لوسین، ایزولوسین ، والین

### سرنوشت گلوتامات حاصل از کاتابولیسم BCAA :

**گلوتامات تولید شده به دوروش یون امونیوم را به کبد منتقل می کند:**

**۱–چرخه گلوکز – آلانین:**



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## مراحل تجزیه اسیدهای آمینه شاخه دار(BCAA): لوسین، ایزولوسین ، والین

**سرنوشت گلوتامات حاصل از کاتابولیسم BCAA :**

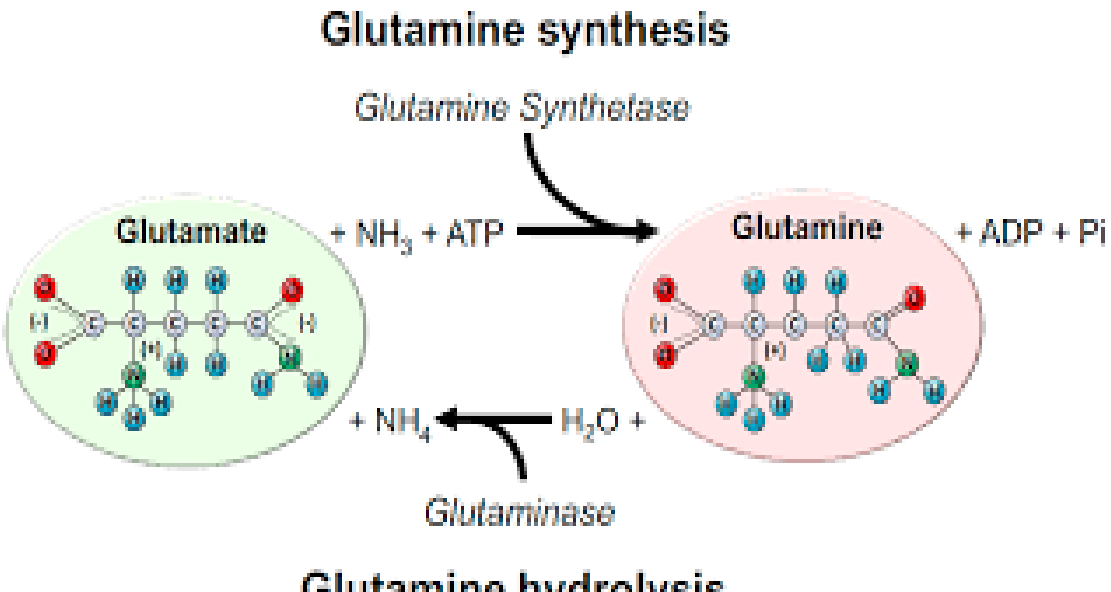
**گلوتامات تولید شده به دوروش یون امونیوم را به کبد منتقل می کند:**

**۲– از طریق گلوتامین(Gln):**

**در سیتوپلاسم عضله گلوتامین از گلوتامات توسط آنزیم گلوتامین سنتتاز تولید می شود.**

**Gln تولیدی از طریق خون به کبد رفته و مجددا به گلوتامات تبدیل می شود.**

**البته Gln در سایر بافتها مثل روده و سلولهای ایمنی به عنوان سوخت مورد استفاده قرار می گیرد**



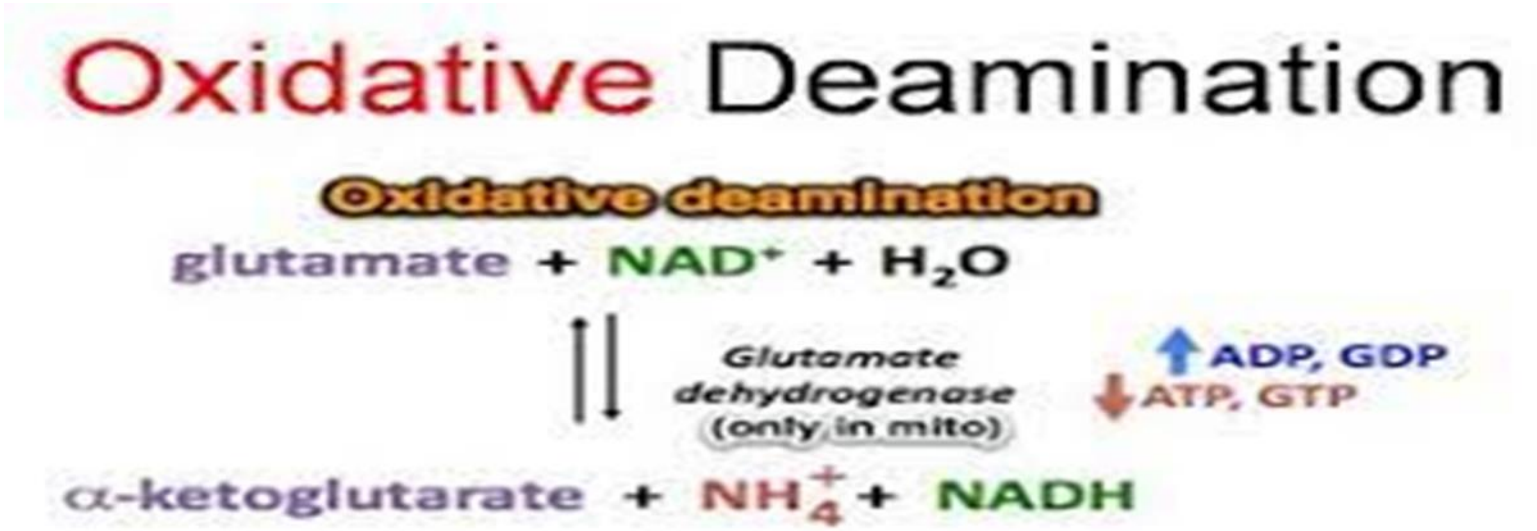
# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

**مراحل تجزیه اسیدهای آمینه شاخه دار: لوسین، ایزولوسین ، والین**

**مرحله دوم: دآمیناسیون درماتریکس میتوکندری سلولهای کبدی**

**گلوتامات تولید شده در مرحله اول طی واکنش دآمیناسیون اکسیداتیو توسط آنزیم گلوتامات دهیدروژناز به آلفاکتوگلوتارات و یون آمونیوم تبدیل می شود.**

**این فرایند در ماتریکس میتوکندری سلولهای کبدی انجام شده که یون آمونیوم آن وارد چرخه اوره شده و آلفاکتوگلوتارات به عنوان واسطه کربس وارد سیکل می شود**



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## چرخه اوره:

**در کبد نهایتا تمام نیتروژنهای آزاد شده از آمینواسیدهابه امونیاک تبدیل می شود و چون امونیاک بسیار سمی است کبد باعث متابولیزه شدن ان و تولید اوره می شود که از طریق کلیه دفع می شود**

## مرحله اول چرخه اوره:

**در ماتریکس میتوکندری کبد رخ می دهد:**
**در اثر کربوکسیلاسیون $NH4+$ ، کربامویل فسفات تولید می شود.(آنزیم کربامویل فسفات سنتتاز)**
**کربامویل فسفات با اورنیتین واکنش داده و سیترولین تولید میکند(اورنیتین ترانس کربامویلاز)**
**سیترولین از ماتریکس میتوکندری وارد سیتوزول می شود.**
**مرحله دوم :**
**سیترولین طی چند واکنش با اوره و اورنیتین تبدیل می شود.**

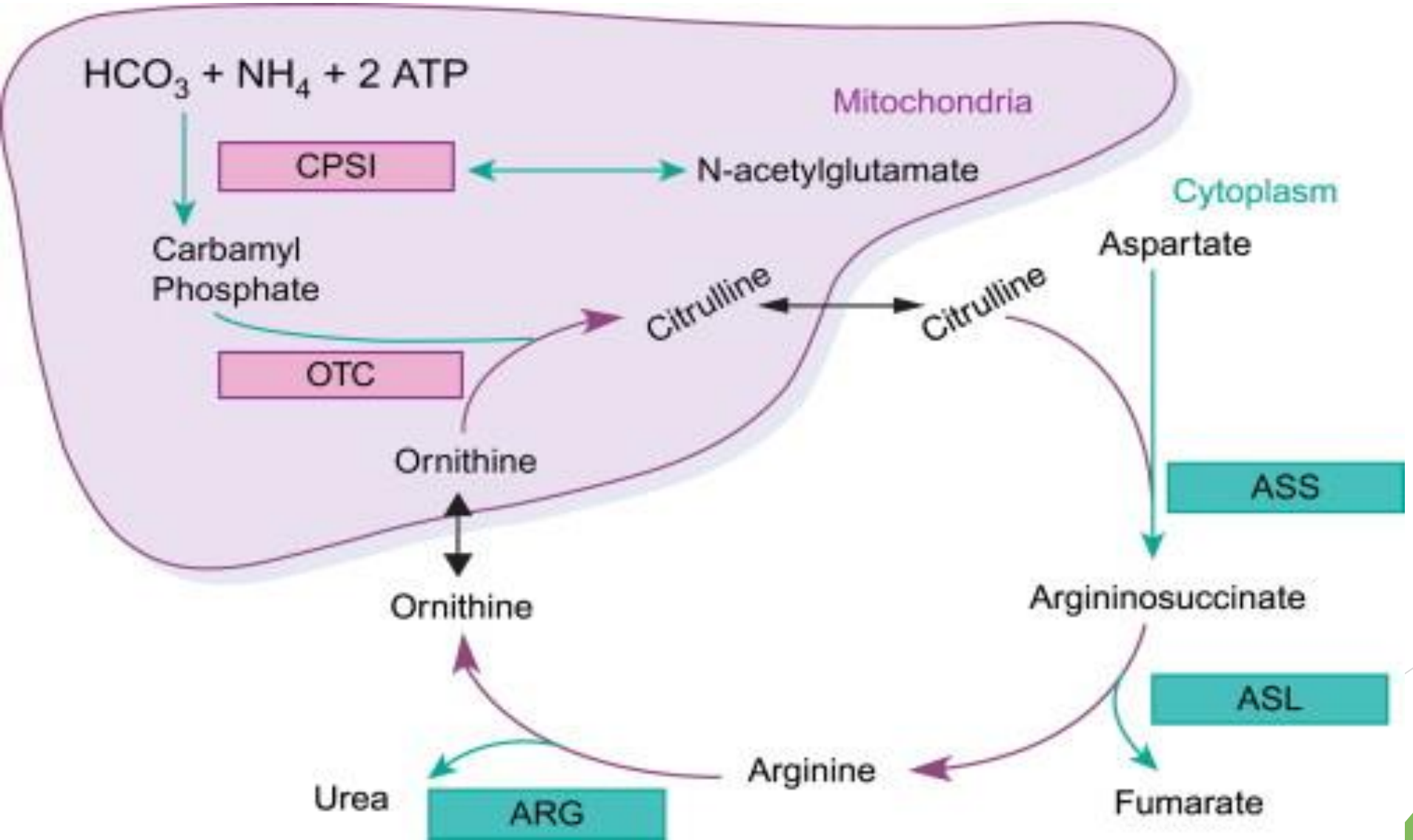
**آنزیمها:**

**ASS: آرژینوسوکسینات سنتتاز** **ASL: آرژینوسوکسینات لیاز**

**ARG : آرژیناز**

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## چرخه اوره:



# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## تنظیم متابولیسم پروتئینها در فعالیت ورزشی:

### ۱–کورتیزول:

یک هورمون کاتابولیک است که در فعالیتهای شدید و طولانی افزایش یافته باعث تجزیه پروتئینها در عضلات فعال می شود در نتیجه غلظت آمینواسیدهای ازاد در خون افزایش می یابد که وارد کبد شده و در گلوکونئوژنز شرکت می کنند.

### ۲– انسولین، تستوسترون و هورمون رشد

هورمونهای دوره باز یافت هستند و باعث افزایش سنتز پروتئین درعضلات در دوره باز یافت می شوند

# متابولیسم پروتئین ها در فعالیت ورزشی

## سوالات:

۱– منابع آمینواسیدها در بدن را نام ببرید؟
۲– مراحل تجزیه آمینواسیدهای غیر شاخه دار را توضیح دهید؟
۳– گلوتامات حاصل از تجزی BCAA گروه آمونیوم را به چند روش به کبد منتقل می کند؟
۴– اولین مرحله سیکل اوره را توضیح داده در کجا انجام می شود؟