

گفتار ۳

پروتئین‌ها

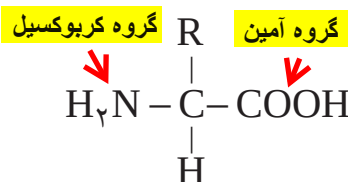
علاوه بر نوکلئیک اسیدها و پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و یون‌ها نیز در فرایندهای سلولی دخالت دارند

RNA DNA

علاوه بر دنا و رنا که در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند مولکول‌های دیگری نیز هستند که به انجام فرایندهای مختلف یاخته‌ای کمک می‌کنند. از جمله این مولکول‌ها پروتئین‌ها هستند که نقش بسیار مهمی در فرایندهای یاخته‌ای دارند.

ساختار آمینواسیدها

پروتئین‌ها بسپارهایی از آمینواسیدها هستند. نوع، ترتیب و تعداد آمینواسیدها در پروتئین، ساختار و عمل آنها را مشخص می‌کند. آمینواسیدها همان‌طور که از نامشان برمی‌آید یک **گروه آمین** ($-NH_2$) و یک **گروه اسیدی کربوکسیل** ($-COOH$) دارند. همان‌طور که در شکل ۱۵ می‌بینید گروه آمین و کربوکسیل به همراه یک هیدروژن و گروه R همگی به یک کربن مرکزی متصل‌اند و چهار ظرفیت آن را پر می‌کنند. گروه R در آمینو اسیدهای مختلف متفاوت است و ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید به آن بستگی دارد.



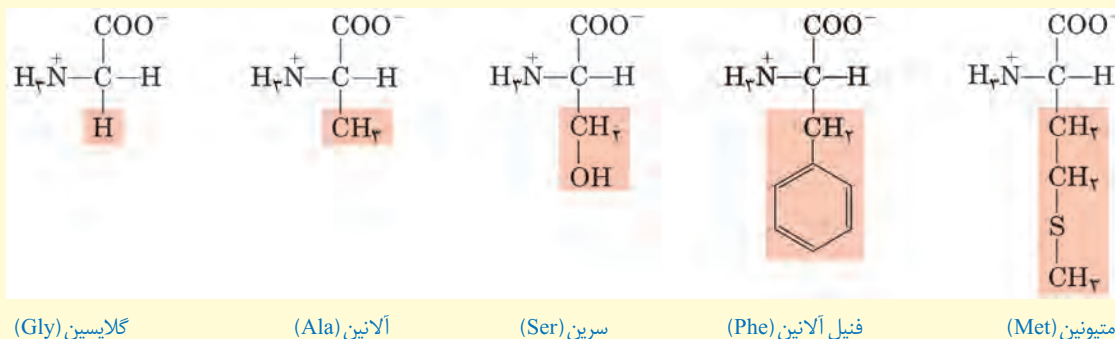
شکل ۱۵- ساختار عمومی یک آمینواسید

هر آمینواسید می‌تواند در شکل دهی پروتئین مؤثر باشد و تأثیر آن به ماهیت شیمیایی گروه R بستگی دارد.

ویژگی منحصر به فرد هر آمینو اسید به گروه R بستگی دارد. شکل هر پروتئین به آمینو اسیدهای شرکت کننده در ساختار آن بستگی دارد

بیشتر بدانید

نمونه‌هایی از آمینواسیدها را در زیر می‌بینید که به دلیل تفاوت در R ویژگی‌های متفاوت دارند.



پیوند پپتیدی آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می‌کند

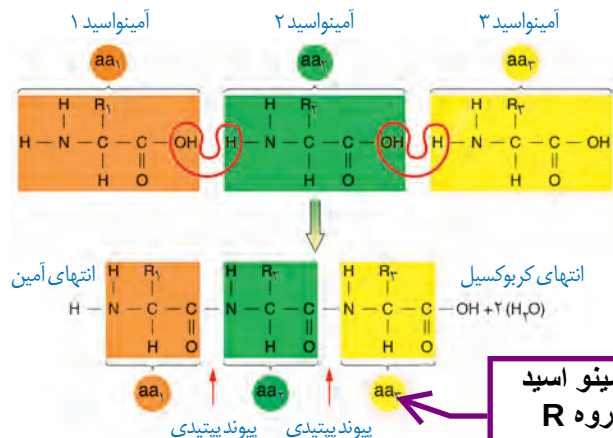
آمینواسیدهای مختلف با حضور آنزیم، واکنش سنتزآبدی را انجام می‌دهند. در این نوع واکنش با خروج یک مولکول آب، یک آمینواسید با آمینواسید دیگر پیوند اشتراکی ایجاد می‌کند. این پیوند اشتراکی بین آمینواسیدها را پیوند پپتیدی می‌گویند. شکل ۱۶ الگوی ساده‌ای از چگونگی تشکیل این پیوند را نشان می‌دهد.

آنزیم‌ها بی که از جنس پروتئین هستند در تشکیل پیوند پپتیدی و ایجاد پروتئین دخالت دارند

در سنتز آبدی آب آزاد می‌شود و مولکول جدید ساخته می‌شود.
در هیدرولیز (آب‌کافت) آب مصرف می‌شود و مولکول شکسته می‌شود
گاهی آب مصرف می‌شود و مولکول جدید تشکیل می‌شود. مانند ترکیب کربن دی اکسید با آب و تشکیل کربنیک اسید

$$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$$

هر رشته پلی پپتید، یک سر آن گروه آمین و سر دیگر گروه کربوکسیل است (در پلی پپتید هم مانند رشته DNA، دو سر رشته با هم متفاوت است) رشته ای با سه آمینو اسید و دو پیوند پپتیدی در شکل کتاب با گروه آمین شروع و با گروه کربوکسیل خاتمه یافته است



شکل ۱۶- تشکیل پیوند پپتیدی

نوع مختلف ساختاری در پروتئین ها

شکل فضایی پروتئین، نوع

عمل آن را مشخص می کند.

یکی از راه های پی بردن به شکل

پروتئین استفاده از پرتوهای ایکس

است. با استفاده از تصاویر حاصل

از آن و روش های دیگر، محققین

به ساختار سه بعدی پروتئین ها

پی می برند که در آن حتی جایگاه

هر اتم را می توانند مشخص کنند.

اولین پروتئینی که ساختار آن

شناسایی شد میوگلوبین بود. آیا

به یاد می آورید میوگلوبین در بدن

چه نقشی دارد؟ این پروتئین از یک

رشته پلی پپتید تشکیل شده است.

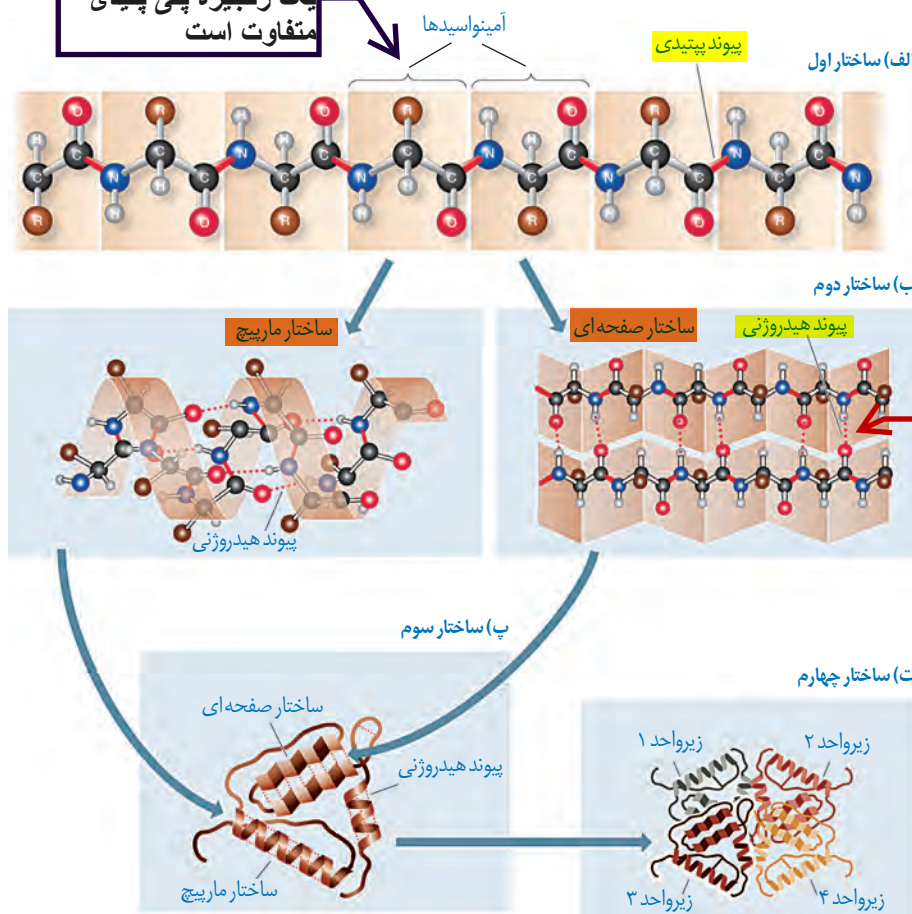
ساختار پروتئین ها در چهار

سطح بررسی می شود که هر ساختار

مبنای تشکیل ساختار بالاتر است

(شکل ۱۷).

نوع آمینو اسید ها در یک زنجیره پلی پپتیدی متفاوت است



شکل ۱۷- ساختار پروتئین ها در چهار ساختار بررسی می شود.

تار های ماهیچه ای دارای رنگدانه قرمزی به نام میوگلوبین هستند
تار های نوع کند : مقدار زیادی میوگلوبین دارند و برای حرکات استقامتی هستند
تار های نوع تند : مقدار کمتری میوگلوبین دارند و مسئول انقباضات سریع هستند

ساختار اول پروتئین - توالی آمینواسیدها: نوع، تعداد، ترتیب و تکرار آمینواسیدها، ساختار اول

پروتئین‌ها را تعیین می‌کنند. ساختار اول با ایجاد پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدها شکل می‌گیرد و خطی است. این پیوند در واقع نوعی پیوند اشتراکی است. تغییر آمینواسید در هر جایگاه موجب تغییر در ساختار اول پروتئین می‌شود و ممکن است فعالیت آن را تغییر دهد. با در نظر گرفتن ۲۰ نوع آمینواسید و اینکه محدودیتی در توالی آمینواسیدها در ساختار اول پروتئین‌ها وجود ندارد پروتئین‌های حاصل می‌توانند بسیار متنوع باشند. با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین‌ها به این ساختار بستگی دارند (شکل ۱۷-الف).

ساختار دوم - الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی: بین بخش‌هایی از زنجیره پلی‌پپتیدی

می‌تواند پیوندهای هیدروژنی برقرار شود. این پیوندها منشأ تشکیل ساختار دوم در پروتئین‌ها هستند که به چند صورت دیده می‌شوند. دو نمونه معروف آنها ساختار مارپیچ و ساختار صفحه‌ای است (شکل ۱۷-ب).

ساختار سوم - تاخورده و متصل به هم: در ساختار سوم، تاخوردگی بیشتر صفحات و مارپیچ‌ها

رخ می‌دهد و پروتئین‌ها به شکل‌های متفاوتی در می‌آیند. تشکیل این ساختار در اثر برهم‌کنش‌های آب‌گریز است؛ به این صورت که گروه‌های R آمینواسیدهایی که آب‌گریزند، به یکدیگر نزدیک می‌شوند تا در معرض آب نباشند. سپس با تشکیل پیوندهای دیگری مانند هیدروژنی، اشتراکی و یونی ساختار سوم پروتئین تثبیت می‌شود. مجموعه این نیروها قسمت‌های مختلف پروتئین را به صورت به هم پیچیده در

کنار هم نگه می‌دارند (شکل ۱۷-پ). بنابراین با وجود این نیروها پروتئین‌های دارای ساختار سوم، ثابت نسبی دارند. ایجاد تغییر در پروتئین، حتی تغییر یک آمینواسید هم می‌تواند ساختار و عملکرد آن را به شدت تغییر دهد. میوگلوبین نمونه‌ای از پروتئین‌ها با ساختار سوم است (شکل ۱۸-الف).

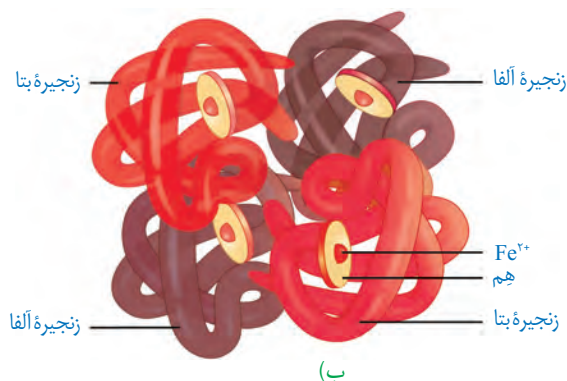


(الف)

ساختار چهارم - آرایش زیر واحدها: بعضی پروتئین‌ها ساختار چهارم

دارند، این ساختار هنگامی شکل می‌گیرد که دو یا چند زنجیره پلی‌پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند. در این ساختار هریک از زنجیره‌ها نقشی کلیدی در شکل‌گیری پروتئین دارند. نحوه آرایش این زیر واحدها در کنار هم ساختار چهارم پروتئین‌ها نامیده می‌شود (شکل ۱۷-ت).

هموگلوبین از چهار زنجیره پلی‌پپتیدی تشکیل شده است. دو زنجیره از نوع آلفا و دو زنجیره از نوع بتا است. هر نوع زنجیره، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را در ساختار اول دارند. در ساختار دوم به شکل مارپیچ در می‌آیند. در ساختار سوم هریک از زنجیره‌ها به صورت یک زیر واحد، تاخورده و شکل خاصی پیدا می‌کند. در نهایت در ساختار چهارم، این چهار زیر واحد در کنار هم قرار گرفته و هموگلوبین را شکل می‌دهند (شکل ۱۸-ب).



(ب)

شکل ۱۸

الف) میوگلوبین با ساختار سوم

ب) هموگلوبین با ساختار چهارم

برای تشکیل ساختار چهارم هموگلوبین:

- 1- پیوند پپتیدی بین آمینو اسیدها باعث تشکیل رشته پلی پتید و ساختار اول می‌شود
- 2- پیوند هیدروژنی باعث تشکیل شکل مارپیچ و ساختار دوم می‌شود
- 3- نزدیک شدن گروه‌های R آب‌گریز، پیوندهای هیدروژنی، اشتراکی و یونی سبب می‌شوند هر یک از زیر واحد‌ها تا خورده و شکل خاصی پیدا کنند و ساختار سوم شکل بگیرد
- 4- قرار گرفتن چهار رشته کنار هم سبب تشکیل ساختار چهارم می‌شود

فعالیت ۱

با استفاده از دو یا چند مفتول فلزی ساختار دوم، سوم و چهارم پروتئین ها را مدل سازی کنید.

نقش پروتئین ها

پروتئین ها متنوع ترین گروه مولکول های زیستی از نظر ساختار شیمیایی و عملکردی هستند. پروتئین ها در فرایندها و فعالیت های متفاوتی شرکت دارند از جمله **فعالیت آنزیمی** که در آن به صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می کنند.

بعضی دیگر از پروتئین ها به صورت گیرنده هایی در سطح یاخته ها قرار دارند؛ مثلاً گیرنده های آنتی ژنی در سطح لنفوسیت ها نمونه ای از این پروتئین ها هستند.

برخی پروتئین ها مثل هموگلوبین گازهای تنفسی را در خون منتقل می کنند. پمپ سدیم - پتاسیم نیز که با آن آشنا هستید، پروتئینی است که در غشا وجود دارد. این پمپ یون های سدیم و پتاسیم را در عرض غشا جابه جا می کند و فعالیت آنزیمی هم دارد. آیا محل های فعالیت و نقش آنزیمی این پمپ را به یاد دارید؟ کلاژن پروتئینی است که باعث استحکام بافت پیوندی می شود. زردپی و رباط مقدار فراوانی از پروتئین کلاژن دارند.

انقباض ماهیچه ها نیز ناشی از حرکت لغزشی دو نوع پروتئین روی یکدیگر یعنی اکتین و میوزین است. از دیگر پروتئین ها می توان به هورمون ها اشاره کرد. بیشتر هورمون ها از جمله اکسی توسین و انسولین که پیام های بین یاخته ای را در بدن جانوران رد و بدل می کنند تا تنظیم های مختلف در بدن انجام شود، پروتئینی هستند. همچنین پروتئین هایی مثل مهارکننده ها که بعداً با آنها آشنا خواهید شد، نقش های تنظیمی متعددی را در فعال و غیرفعال کردن ژن ها بر عهده دارند.

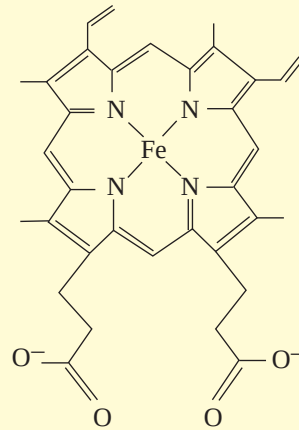
آنزیم ها

واکنش های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می گیرند که انرژی اولیه کافی برای انجام آن وجود داشته باشد. این انرژی را انرژی فعال سازی گویند. انجام واکنش ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت و ساز مطرح می شوند همین طور هستند. این واکنش ها با حضور آنزیم انجام می شوند. آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول ها را افزایش و انرژی فعال سازی واکنش را کاهش می دهد. همچنین با این کار سرعت واکنش هایی را که در بدن موجود زنده انجام شدنی هستند زیاد می کند. بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت و ساز یاخته ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود. آنزیم های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می کنند ولی آنزیم های

بیشتر هورمون ها ساختار پروتئینی دارند (هورمون هایی با ساختار لیپیدی نیز در بدن وجود دارند)

بیشتر بدانید

هم (Heme) ترکیبی آهن دار و غیر پروتئینی است و در ساختار پروتئین هایی مانند هموگلوبین و میوگلوبین وجود دارد. هم انواع متفاوتی دارد، فرمول شیمیایی رایج ترین آن $C_{34}H_{32}N_4O_4Fe$ است. هر زنجیره هموگلوبین، یک گروه هم دارد که با داشتن اتم آهن می تواند به یک مولکول اکسیژن متصل شود؛ بنابراین مولکول هموگلوبین ظرفیت حمل چهار اکسیژن را دارد.



برخی از نقش های پروتئین ها

- 1- **نقش آنزیمی** : مثال : آنزیم های : کاتالاز - آمیلاز - هلیکاز- DNA و RNA پلی مراز - پمپ سدیم-پتاسیم
- 2- **گیرنده** : مثال : گیرنده آنتی ژن -گیرنده هورمون - گیرنده انتقال دهنده عصبی
- 3- **انتقال دهنده** : مثال : هموگلوبین
- 4- **استحکامی** : مثال : کلاژن - الاستین
- 5- **انقباضی** : مثال : اکتین و میوزین
- 6- **هورمون ها** : مثال : اکسی توسین - انسولین
- 7- **پروتئین های تنظیمی** : مثال : مهار کننده ها

پمپ سدیم - پتاسیم : پروتئینی غشایی است که علاوه بر جابجایی یون های سدیم و پتاسیم ، با تجزیه ATP (جهت تأمین انرژی) نقش آنزیمی نیز دارد

انواع آنزیم ها از نظر نوع عملکرد:

1- برون سلولی: مثال : آنزیم های گوارشی

2- درون سلولی : مثال : هلیکاز
DNA, RNA پلی مراز- آنزیم های موثر در تنفس
سلولی و فتوسنتز

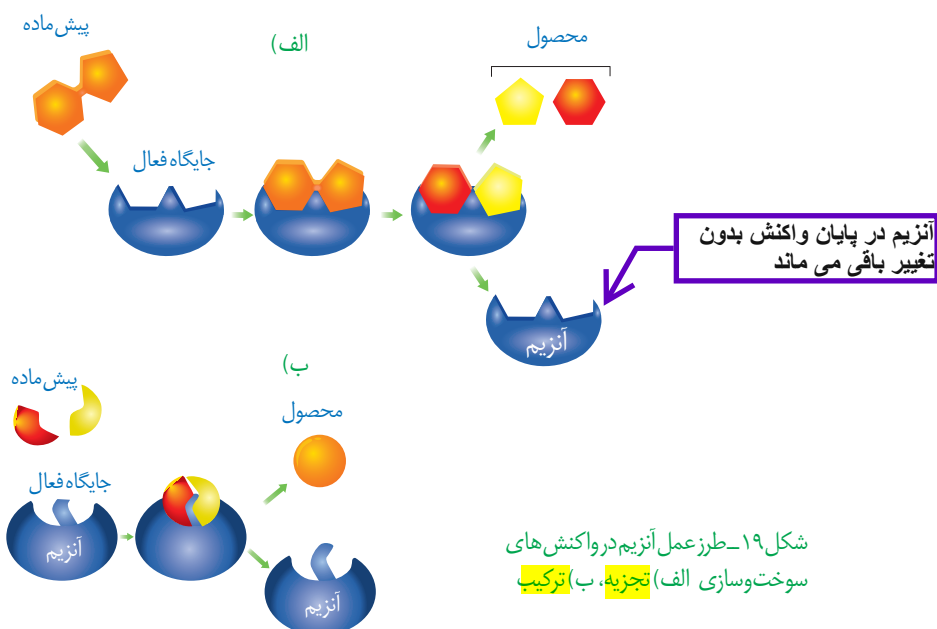
3- آنزیم های غشایی : مثال : پمپ سدیم -پتاسیم

مؤثر در تنفس یاخته ای، فتوسنتز و همانندسازی **درون یاخته** فعالیت می کنند. البته گروهی از آنزیم ها مثل پمپ سدیم -پتاسیم فعالیت خود را **در غشا** انجام می دهند.

ساختار آنزیم ها

بیشتر آنزیم ها پروتئینی هستند. آنزیم ها در ساختار خود بخشی به نام **جایگاه فعال**^۱ دارند. جایگاه فعال بخشی اختصاصی در آنزیم است که **پیش ماده**^۲ در آن قرار می گیرد. ترکیباتی که آنزیم روی آنها عمل می کند، پیش ماده و ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند، **فراورده**^۳ یا محصول خوانده می شوند (شکل ۱۹).

بعضی آنزیم ها برای فعالیت به یون های فلزی مانند آهن، مس و یا مواد آلی مثل ویتامین ها نیاز دارند. به مواد آلی که به آنزیم کمک می کنند **کوآنزیم**^۴ می گویند. وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل سیانید و آرسنیک می تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می شوند.



۱- Active site

۲- Substrate

۳- Product

۴- Coenzyme

ویژگی آنزیم ها:

- از جنس پروتئین هستند

- اختصاصی عمل می کنند

- سبب افزایش سرعت واکنش های سلولی می شوند

- در پایان واکنش دست نخورده باقی می مانند

- از یک آنزیم می توان بارها استفاده کرد

- آنزیم ها مادام العمر نیستند

- یاخته ها به مقدار کم به آنزیم نیاز دارند

- عواملی مانند : گرما ، یون ها و فلزات سبب

افزایش فعالیت آنزیم ها می شوند

عواملی مانند : مواد سمی ، pH بسیار بالا و پایین

دمای بالا و سرمای شدید ، سبب کاهش فعالیت

آنزیم ها می شود .

عملکرد اختصاصی آنزیم ها

هر آنزیم روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثر است. بنابراین گفته می شود که آنزیم ها عمل اختصاصی دارند. شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و به اصطلاح مکمل یکدیگرند.

اگرچه آنزیم ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آنها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می بخشند.

آیا می توانید مثالی از این نوع آنزیم ها بیاورید؟ **DNA پلیمراز ، فعالیت پلی مرازی و نوکلئازی دارد**

آنزیم ها در همه واکنش های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می کنند اما در پایان واکنش ها دست نخورده باقی می مانند تا بدن بتواند بارها از آنها استفاده کند. به همین دلیل یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارند. البته به مرور مقداری از آنها از بین می روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید می شود.

عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم ها

عوامل متعددی از جمله pH ، دما، غلظت آنزیم و پیش ماده بر سرعت فعالیت آنزیم ها تأثیر می گذارند. **pH محیط:** بیشتر مایعات بدن بین ۶ و ۸ است؛ مثلاً pH خون حدود ۷/۴ است. البته pH بعضی بخش ها خارج از این محدوده هستند. یکی از این موارد، pH ترشحات معده است که حدود ۲ می باشد.

هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن pH بهینه می گویند؛ مثلاً pH بهینه پپسین حدود ۲ است در حالی که آنزیم هایی که از لوزالمعده به روده کوچک وارد می شوند pH بهینه حدود ۸ دارند. تغییر pH محیط با تأثیر بر پیوندهای شیمیایی مولکول پروتئین می تواند باعث تغییر شکل آنزیم شود و در نتیجه امکان اتصال آن به پیش ماده از بین برود، در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می کند.

دما: آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد بهترین فعالیت را دارند. این آنزیم ها در دمای بالاتر ممکن است شکل غیر طبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا کنند و غیر فعال شوند. آنزیم هایی که در دمای پایین غیر فعال می شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می توانند به حالت فعال برگردند.

غلظت آنزیم و پیش ماده: مقدار بسیار کمی از آنزیم کافی است تا مقدار زیادی از پیش ماده را در واحد زمان به فرآورده تبدیل کند. اگر مقدار آنزیم زیاده تر شود تولید فرآورده در واحد زمان افزایش می یابد. افزایش غلظت پیش ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می تواند تا حدی باعث افزایش سرعت شود ولی این افزایش تا زمانی ادامه می یابد که تمامی جایگاه های فعال آنزیم ها با پیش ماده اشغال شوند. در این حالت سرعت انجام واکنش ثابت می شود.

بیشتر بدانید

باکتری های مقاوم به گرما

بعضی باکتری ها در چشمه های آب گرم زندگی می کنند. آنزیم های این باکتری ها در دمای حدود ۸۰ درجه سانتی گراد بیشترین فعالیت را دارند. دمای آنها هم درصد زیادی باز G و C دارد تا با سه پیوند هیدروژنی استحکام و ثبات بیشتری داشته باشد.

فعالیت ۲

الف) گفته می شود تب
ب) با توجه به تأثیر متغیر

