

را به محیط کشت باکتری های فاقد پوشینه اضافه کردند و مشاهده کردند انتقال صفات همچنان صورت می گیرد. در نتیجه به این موضوع پی بردند که ماده ی ژنتیک، از جنس پروتئین نیست! (در این آزمایش، همواره انتقال صفات مشاهده می شود)

- در آزمایش دیگری، عصاره ی سلولی را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه لایه جدا کردند. سپس هر لایه را به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری ها اضافه کردند و مشاهده شد فقط لایه ای که در آن دنا وجود دارد سبب انتقال صفات می شود (در این آزمایش فقط در یکی از حالات، انتقال صفات مشاهده می شود)

- در آزمایش های دیگری، عصاره ی مورد نظر را به چند قسمت تقسیم کردند و به هر قسمت، آنزیم تجزیه کننده ی یک گروه از مواد آلی را اضافه کردند سپس هر کدام را به محیط کشت باکتری های فاقد پوشینه اضافه کردند و مشاهده شد فقط در صورتی انتقال صفات رخ می دهد که دنا تخریب نشده باشد! در نتیجه به این موضوع پی بردند که ماده ی ژنتیک، از جنس دنا است! (در این آزمایش در اکثر حالات انتقال صفات مشاهده می شود)

* **مشاهدات چارگاف:** تحقیقات چارگاف بر روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین دنا با مقدار تیمین برابر بوده و همچنین مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابر است. بعد ها دانشمندان فهمیدند که این برابری، به این دلیل است که ساختار این نوکلئوتیدها مکمل یکدیگر است و می توانند با یکدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل دهند

دقت کنید چارگاف متوجه رابطه مکملی بین بازهای آلی نشد

دقت کنید می توان گفت در یک ساختار پایدار (نه در هنگام رونویسی!) می توان پیوند هیدروژنی بین آدنین و یوراسیل را مشاهده کرد. نمونه ی آن، مولکول tRNA است.

* **ویلیکینز و فرانکلین:** ویلیکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول های دنا تصاویری تهیه کردند که از این تصاویر، اطلاعات زیر به دست آمد:

۱_ دنا حالت مارپیچی دارد

۲_ دنا بیش از یک رشته دارد (نه الزاما ۲ رشته!)

۳_ ابعاد دنا مشخص شد

* هر یک از یاخته های بدن انسان و سایر یوکاریوت ها، ویژگی هایی (مثلا شکل و اندازه) دارند که تحت فرمان هسته ایجاد شده اند (**نکته:** طبق شکل ۱۸ از فصل ۴ زیست ۱، شکل گویچه قرمز حتی پس از خروج هسته نیز تغییر می کند) اطلاعاتی که در هسته ذخیره شده اند، در دنا های موجود در فام تن (کروموزوم) های هسته قرار دارند. انواع نوکلئیک اسید: **دنا و رنا**

* اطلاعات اولیه در مورد ماده ی وراثتی، از آزمایش های گریفیت به دست آمد که به دنبال تولید واکسنی برای بیماری آنفلوانزا (نه سینه پهلو!) بود

* **آزمایش گریفیت:** گریفیت بر روی دو نوع باکتری استرپتوکوکوس نومونیا، که یکی دارای پوشینه (کپسول) و دیگری فاقد پوشینه بود آزمایش خود را انجام داد. باکتری پوشینه دار سبب سینه پهلو و در نهایت مرگ موش ها می شد اما باکتری بدون پوشینه توسط دستگاه ایمنی موش تخریب می شد و نمی توانست بیماری ایجاد کند (یکی از وظایف پوشینه، حفاظت از باکتری است). با این آزمایش فقط مشخص شد که ماده وراثتی می تواند از یاخته ای به یاخته ی دیگر برود اما ماهیت این ماده و چگونگی این انتقال مشخص نشد

نکته: پوشینه، خود در برابر گرما مقاوم است اما نمی تواند از باکتری در برابر گرما (برعکس دستگاه ایمنی) حفاظت کند!

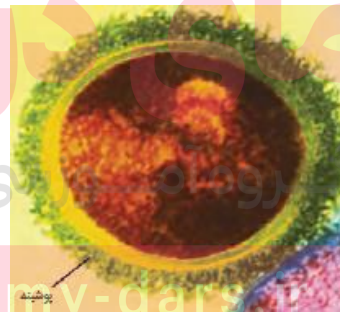
نکته: در آزمایش ۴ و ۱ در خون و شش های موش ها، باکتری های پوشینه دار زنده قابل مشاهده می باشند

نکته: طبق آزمایش گریفیت، یاخته های مرده نیز میتوانند به یاخته های دیگر صفات منتقل کنند

نکته: در آزمایش چهارم تعدادی از باکتری های بدون پوشینه، پوشینه دار شدند نه همه آنها!

دقت کنید پوشینه باکتری استرپتوکوکوس نومونیا از غشا و دیواره آن ضخیم تر است!

دقت کنید باکتری استرپتوکوکوس نومونیا عامل سینه پهلو است نه آنفلوانزا!



* **ایوری:** ماهیت ماده ی ژنتیک، در آزمایش های ایوری و همکارانش مشخص شد. آن ها عصاره ی سلولی باکتری های پوشینه دار کشته شده را تهیه کرده و پروتئین های موجود در آن را با آنزیم های پروتئاز تخریب کردند. سپس این عصاره

* **واتسون و کریک** : این دو ، با استفاده از نتایج آزمایش های چارگاف و داده های حاصل از تصاویر تهیه شده با پرتو ایکس و یافته های خود ، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که تاکنون مورد تایید قرار گرفته و همچنین جایزه ی نوبل را برایشان به همراه داشت

* طبق این مدل ، هر مولکول دنا از دو رشته ی پلی نوکلئوتیدی ساخته شده که به دور محوری فرضی پیچ خورده و ساختاری شبیه یک نردبان پیچ خورده را به وجود آورده است . پله های این نردبان ، بازهای آلی و ستون های این نردبان ، قند و فسفات ها هستند که میان قند یک نوکلئوتید با فسفات نوکلئوتید دیگر ، پیوند فسفودی استر وجود دارد (تذکر : کتاب زیست دوازدهم چاپ ۹۸ ، به اشتباه پیوند فسفودی استر را میان قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور نامیده و باید اصلاح شود!) دو رشته ی دنا ، به واسطه ی پیوند های هیدروژنی متعدد بین بازهای مکمل به یکدیگر متصل می شوند . (آدنین و تیمین ۲ پیوند و سیتوزین و گوانین ۳ پیوند هیدروژنی با هم تشکیل می دهند)

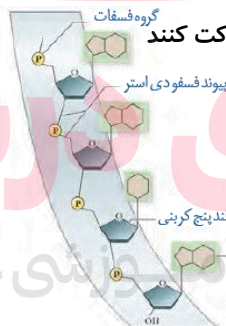
دقت شود که قطر دنا در تمام طول آن یکسان است چون هر باز دو حلقه ای (آدنین و گوانین دو حلقه ای هستند) ، با یک باز تک حلقه ای پیوند تشکیل می دهد (سیتوزین ، تیمین و یوراسیل که در رنا قرار دارد ، تک حلقه ای هستند)

* درست است که هر پیوند هیدروژنی قدرت زیادی ندارد ؛ اما وجود هزاران یا میلیون ها پیوند ، نیروی قابل توجهی ایجاد می کند . البته در مواقع لزوم ، دو رشته ی دنا می توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند

* اطلاعات وراثتی در واحد هایی از دنا که ژن نام دارند ، قرار دارند . بیان ژن می تواند به تولید رنا یا پلی پپتید بینجامد

* نوکلئوتیدها در سوخت و ساز نیز نقش دارند . مثلا مولکول ATP (آدنوزین تری فسفات) که منبع رایج انرژی یاخته است ، همان ریبونوکلئوتید A می باشد ! همچنین نوکلئوتیدها در ساختار ناقل های الکترون نیز می توانند شرکت کنند

* نوکلئوتیدها از نظر نوع قند ، نوع باز آلی و تعداد گروه های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند



نکته : در بازهای پیریمیدینی ، حلقه دارای ۶ کربن است

نکته : در بازهای پورینی ، یک حلقه دارای ۶ کربن و حلقه دیگر دارای ۵ کربن است

نکته : در نوکلئوتید های پورین دار ، باز آلی از سمت حلقه ۵ کربنه به قند متصل می شود

نکته : قند نوکلئوتید ها ۵ کربنه است و یک حلقه ۵ ضلعی ۴ کربنه (نه ۵ کربنه!) دارد

* رنا ها نقش های متعددی دارند که شرکت در پروتئین سازی (شامل mRNA ، tRNA ، rRNA) ، نقش آنزیمی (مثل rRNA) و شرکت در تنظیم بیان ژن (مثل sRNA) نمونه ای از آن هاست

* به ساخته شدن مولکول دنا جدید از روی دنا ی قبلی ، همانندسازی می گویند

* از میان سه طرح همانندسازی (حفاظتی ، نیمه حفاظتی و غیر حفاظتی یا پراکنده) ، فقط همانندسازی نیمه حفاظتی مورد تایید است که با آزمایش مزلستون و استال اثبات شد

* **همانندسازی حفاظتی** : دو رشته ی اولیه بدون تغییر باقی مانده و وارد یکی از یاخته ها می شوند . دو رشته ی جدید هم وارد یاخته ی دیگر می شوند

* **نیمه حفاظتی** : به هر یاخته یکی از رشته های اولیه و یک رشته جدید وارد می شود

* **غیر حفاظتی** : هر کدام از دنا های حاصل ، قطعاتی از رشته های قبلی و رشته های جدید را به صورت پراکنده در خود دارد

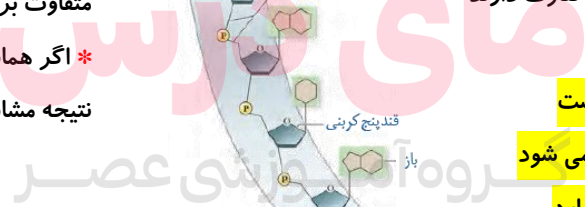
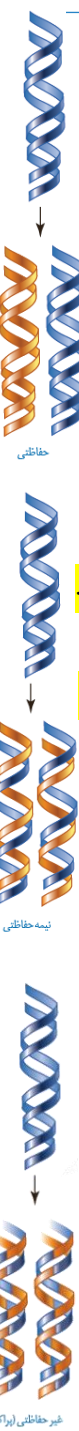
نکته : در همانندسازی نیمه حفاظتی و پراکنده هر دنا حاصل دارای نوکلئوتید های قبلی و جدید است

نکته : در همانندسازی حفاظتی و نیمه حفاظتی رشته های اولیه دنا دست نخورده باقی میماند

نکته : در همانندسازی پراکنده هر دو رشته ی دنا جدید هستند

نکته : در همانندسازی پراکنده و نیمه حفاظتی هر دو دنا حاصل با دنا ی اولیه فرق می کنند

نکته : در همانندسازی پراکنده قطعا شکستن پیوند فسفودی استر رخ می دهد



نکته: طبق شکل، غالباً جایگاه پایان همانندسازی در دناى حلقوی مقابل جایگاه آغاز است

نکته: در پروکاریوت هایی که بیش از یک جایگاه آغاز در دناى خود دارند، نقطه پایان

همانندسازی در مقابل جایگاه آغاز همانندسازی نیست

* **یوکاریوت ها:** گیاهان، جانوران، آغازیان و قارچ ها. **پروکاریوت ها:** باکتری ها

* در یوکاریوت ها، دنا در هر فام تن به صورت خطی است و مجموعه ای از پروتئین ها که مهم ترین آن ها هیستون ها هستند همراه آن قرار دارند

* بیشتر دناى یوکاریوت ها خطی بوده و در هسته قرار دارد. دناى سیتوپلاسمی یوکاریوت ها حلقوی بوده و در راکیزه (میتوکندری) و دیسه (پلاست) دیده می شود

* یوکاریوت ها چون دناى زیادی در فام تن های متعدد دارند، همانند سازی بسیار

پیچیده تر از پروکاریوت هاست. به همین دلیل چندین نقطه همانندسازی دارند

* تعداد این جایگاه ها حتی می تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود

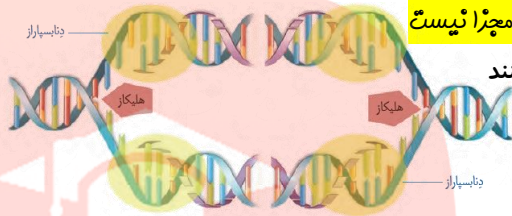
نکته: تعداد جایگاه آغاز همانندسازی می تواند

کمتر از جایگاه پایان همانند سازی باشد

نکته: جایگاه آغاز همانندسازی در دناهای جدید

نیز در همان نقطه وجود دارد

* قبل از همانند سازی دنا، به کمک آنزیم هایی (نه یک آنزیم!) پیچ و تاب های دنا باز شده و هیستون های همراه آن جدا می شوند. سپس آنزیم هلیکاز با شکستن پیوند های هیدروژنی، ماریچ دنا و دو رشته ی آن را از هم باز می کند



دقت کنید هیستون ها گروهی از پروتئین ها هستند و نام یک پروتئین مجزا نیست

* برای ساخته شدن رشته ی جدید دنا، انواعی از آنزیم ها فعالیت می کنند

که یکی از مهم ترین آن ها دنا بسپاراز است. این آنزیم نوکلئوتید های آزاد یاخته را در مقابل نوکلئوتید های مکمل قرار می دهد. با این کار،

نوکلئوتید های سه فسفاته دو گروه فسفات خود را از دست می دهند و با یک گروه فسفات در ساختار رشته دنا قرار میگیرند

* در محلی که دو رشته دنا از هم جدا می شوند، دو ساختار Y مانند ایجاد میشود که هر کدام یک دوراهی همانندسازی هستند

* آنزیم دنا بسپاراز می تواند فعالیت نوکلئازی (شکستن پیوند فسفودی استر و بریدن دنا) داشته باشد و اشتباه های احتمالی خود را تصحیح کند این کار را ویرایش می نامند. **دقت کنید** هلیکاز فعالیت نوکلئازی ندارد

نکته: دنا بسپاراز همزمان چند نوکلئوتید را در برمی گیرد و طبق شکل چندین نوکلئوتید را همزمان به هم متصل می کند

نکته: در هر دوراهی همانندسازی یک هلیکاز و دو دنا بسپاراز داریم (در هر نقطه همانندسازی دو دوراهی همانند سازی داریم)

نکته: آنزیم هلیکاز پیوند هیدروژنی را می شکند اما تشکیل پیوندهای هیدروژنی نیازمند آنزیم نیست!

* تفاوت های دنا بسپاراز و رنا بسپاراز:

۱- دنا بسپاراز فقط یک رشته از دناى مادر را در بر می گیرد اما رنا بسپاراز هر دو رشته را احاطه می کند

۲- دنا بسپاراز توانایی ویرایش (نوکلئازی) دارد اما رنا بسپاراز فاقد این توانایی است

۳- پیش ماده های دنا بسپاراز، دنا و دئوکسی ریبونوکلئوتید هستند اما پیش ماده های رنا بسپاراز، دنا و ریبونوکلئوتید هستند

۴- فراورده ی دنا بسپاراز، دنا می باشد اما فراورده ی رنا بسپاراز، رنا می باشد

۵- رنا بسپاراز می تواند به تنهایی دو رشته ی دنا را از هم باز کند اما دنا بسپاراز به هلیکاز نیازمند است

* در پروکاریوت ها، ماده ی وراثتی در هسته قرار ندارد! بلکه فام تن اصلی به صورت یک دناى حلقوی است که در

سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای یاخته متصل است. پروکاریوت ها می توانند دیسک (پلازمید) نیز داشته باشند که

می تواند (نه قطعاً!) ویژگی هایی اضافه به باکتری دهد. مثل مقاومت در برابر آنتی بیوتیک ها

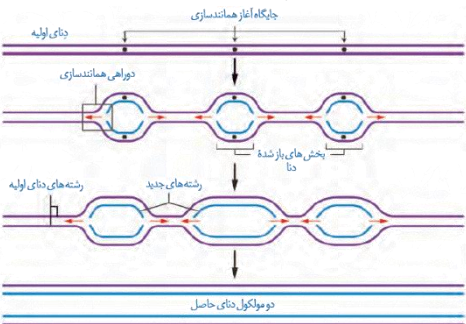
* اغلب پروکاریوت ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در دناى

خود دارند که در این جایگاه دو رشته ی دنا از هم جدا می شوند و دو

دوراهی همانندسازی در دو جهت حرکت می کنند تا به هم برسند.



شکل ۱۳- همانندسازی دو جهتی دنا در یوکاریوت ها با یک نقطه آغاز

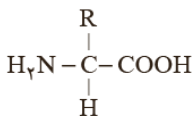


* مولکول هایی که در یاخته نقش ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند عبارتند از:

دنا، رنا، پروتئین ها و مولکول های دیگر

* پروتئین ها بسیار هایی از آمینواسید ها هستند. نوع، ترتیب و تعداد آمینواسید ها در

پروتئین، ساختار و عمل آن را مشخص می کند



* تفاوت آمینواسید ها، به خاطر تفاوت گروه R در آن هاست

دقت کنید طبق شکل کتاب، پیوند پپتیدی بین گروه آمین یک آمینواسید و گروه

کربوکسیل آمینواسید دیگر تشکیل می شود

دقت کنید پیوند اشتراکی که در ساختار سوم شکل میگیرد از نوع پپتیدی نیست

* **ساختار چهارم - آرایش زیر واحدها** : این ساختار هنگامی شکل می گیرد که دو یا چند زنجیره پلی پپتید در کنار یکدیگر پروتئین را تشکیل دهند . در این ساختار هریک از زنجیره ها نقشی کلیدی در شکل گیری پروتئین دارند . نحوه آرایش این زیر واحدها در کنار هم

ساختار چهارم پروتئین ها نامیده می شود

هموگلوبین از چهار زنجیره پلی پپتیدی تشکیل شده است

دو زنجیره از نوع آلفا و دو زنجیره از نوع بتا است

نکته : بعضی پروتئین ها ساختار چهارم دارند (پس بسیاری

از پروتئین ها یک رشته پلی پپتید دارند)

دقت کنید در یک رشته پلی پپتیدی ، گروه آمینو آمینواسید اول و گروه کربوکسیل

آمینو اسید آخر آزاد هستند و در تشکیل پیوند شرکت نمی کنند

* پروتئین ها متنوع ترین گروه مولکول های زیستی از نظر ساختار و عملکرد هستند

* پروتئین ها انواع گوناگونی دارند . مثل : بیشتر آنزیم ها و همچنین بیشتر هورمون ها

* انرژی اولیه برای انجام واکنش ها ، انرژی فعالسازی نام دارد

واکنش های شیمیایی در صورتی **سرعت مناسب** می گیرند که انرژی فعال سازی داشته باشند

نکته : بدون انرژی فعال سازی نیز واکنش های شیمیایی انجام می شوند اما سرعت آن ها

مناسب نیست

* آنزیم فقط سرعت واکنش هایی را زیاد می کند که **انجام شدنی هستند**

* آنزیم انرژی فعال سازی لازم برای واکنش را کاهش می دهد (**نه اینکه آن را فراهم کند!**)

* برخی آنزیم ها **درون یاخته ای** (مثل دنا بسپاراز) ، برخی **برون یاخته ای** (مانند آنزیم های

ترشحات لوله گوارش) هستند و برخی **در غشا** فعالیت می کنند (مانند پمپ سدیم - پتاسیم)

* همه آنزیم ها در ساختار خود بخشی به نام جایگاه فعال دارند که **اختصاصی** عمل می کند .

پیش ماده در جایگاه فعال قرار می گیرد و پس از انجام واکنش ، فرآورده حاصل می شود

* 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 می گویند

* آمینواسید ها در حضور **آنزیم** و با واکنش سنتز آبدهی ، با یکدیگر پیوند پپتیدی تشکیل داده و با خروج یک مولکول آب ،

به هم متصل می شوند . پروتئین ها از **یک یا چند** زنجیره بلند و بدون شاخه از پلی پپتید ها ساخته شده اند

* اگرچه آمینواسید ها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط **۲۰ نوع** از آن ها در ساختار پروتئین ها به کار می رود !

* استفاده از پروتئین های یکس یکی از راه های شناسایی شکل پروتئین هاست . شکل فضایی پروتئین عمل آن را مشخص میکند

* اولین پروتئینی که ساختار آن مشخص شد ، میوگلوبین بود که از یک رشته پلی پپتیدی تشکیل شده است (میوگلوبین در

تار های ماهیچه ای قرار داده و اکسیژن ذخیره می کند . تار های ماهیچه ای کُند ، مقدار بیشتری میوگلوبین دارند و به همین

دلیل ظاهرشون تیره رنگه . تار های ماهیچه ای تند ، مقدار کمتری میوگلوبین دارند و ظاهرشون سفید رنگه)

* ساختار پروتئین ها در چهار سطح بررسی می شود که هر ساختار ، مبنای تشکیل ساختار بالاتر است (یعنی چی ؛ یعنی

پروتئین هر ساختاری که داشته باشه ، تمام ساختار های قبلیش رو هم داره ؛ مثلا که ساختار ۳ رو داشته باشه ، میتونیم

با اطمینان بگیم که ساختار (و ۲ رو هم داره)

* **ساختار اول پروتئین - توالی آمینواسیدها** : نوع ، تعداد ، ترتیب و تکرار آمینواسیدها ، ساختار اول پروتئین ها را تعیین

می کنند . این ساختار خطی است . تغییر آمینواسید در هر جایگاه ، **قطعا ساختار اول پروتئین را تغییر می دهد و ممکن است**

فعالیت آن را تغییر دهد

نکته : در ساختار اول پیوند پپتیدی (اشتراکی) تشکیل می شود

با توجه به اهمیت توالی آمینواسیدها در ساختار اول ، همه سطوح دیگر ساختاری در پروتئین ها به این ساختار بستگی دارند

* **ساختار دوم - الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی** : بین بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی ، می تواند پیوند های هیدروژنی

برقرار شود که این پیوند ها منشا تشکیل ساختار دوم هستند .

ساختار دوم در پروتئین ها به چند صورت دیده می شود که

دو نمونه معروف آنها **ماریچی و صفحه ای** هستند

نکته : در ساختار دوم پیوند هیدروژنی شکل می گیرد

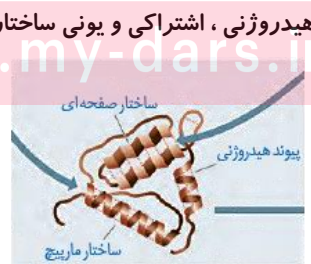
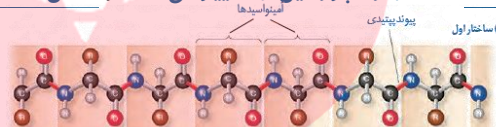
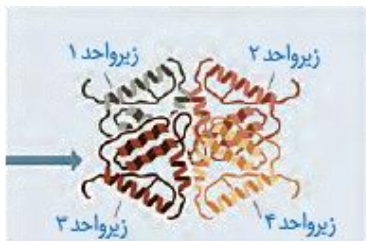
* **ساختار سوم - تاخورده و متصل به هم** : صفحات و ماریچ ها بیشتر تا میخورند و پروتئین ها کروی می شوند . تشکیل این

ساختار در اثر برهم کنش های آب گریز است . سپس با تشکیل پیوند های دیگری مانند هیدروژنی ، اشتراکی و یونی ساختار

سوم پروتئین تثبیت می شود . پروتئین های دارای ساختار سوم ، ثبات نسبی دارند .

نکته : همه پروتئین ها حداقل ۳ ساختار اول را دارند (پس همه آنها دارای ۳ نوع پیوند

هستند : **اشتراکی ، یونی و هیدروژنی**)



مراقب این دام آموزشی باشید : آهن و مس به آنزیم کمک می کنند اما چون آلی نیستند ، پس کوآنزیم محسوب نمیشند !

- * بعضی مواد سمی مانند سیانید و آرسنیک ، جایگاه فعال آنزیم را اشغال کرده و فعالیت آن را مختل می کنند
- * هر آنزیم عمل اختصاصی دارد و فقط روی یک یا چند پیش ماده خاص اثر گذار است . البته برخی آنزیم ها می توانند بیش از یک نوع واکنش را به انجام برسانند که این موضوع در تناقض با عمل اختصاصی آن ها نیست !
- * آنزیم ها در همه واکنش های بدن جانداران (نه فقط جانوران!) شرکت می کنند. یاخته ها به مقدار کم به آنزیم ها نیاز دارند
- * آنزیم ها در پایان واکنش دست نخورده (بدون اندکی تغییر!!) باقی می مانند ولی به مرور زمان در اثر عواملی دیگر (نه الزاما شرکت در واکنش!) مقداری از آن ها از بین می رود
- * عوامل متعددی از جمله pH ، دما ، غلظت آنزیم و پیش ماده بر سرعت فعالیت آنزیم ها تأثیر می گذارند
- * 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 می تواند سبب تغییر شکل آنزیم و در نتیجه تغییر فعالیت آن شود .
- * آنزیم های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد بهترین فعالیت را دارند . آنزیم هایی که در دمای پایینتر غیرفعال می شوند ، با برگشت دما به حالت طبیعی ، می توانند مجدداً فعال شوند (به همین دلیل در آزمایشگاه ها ، برای غیرفعال کردن موقتی آنزیم ها ، آن ها را فریز می کنند !)
- * آنزیم های بدن در دمای بالاتر از ۳۷ ممکن است تغییر شکل داده و غیر فعال شوند که این غیر فعال شدن دائمی است

دقت کنید سم ها جایگاه فعال آنزیم را اشغال می کنند (نه اینکه آن را تغییر دهند!) ولی تغییرات pH و دما شکل جایگاه فعال را تغییر می دهد

- * مقدار بسیار کمی از آنزیم برای پیشبرد واکنش کافی است . افزایش غلظت آنزیم ، سبب افزایش سرعت تولید فراورده می شود (نه افزایش مقدار فراورده!!) افزایش غلظت واکنش دهنده هم سبب افزایش تولید فراورده شده و هم سرعت واکنش را تا حدی که همه جایگاه های فعال اشغال شوند ، افزایش می دهد