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

# فصل یکم – مولکول های وراثتی

- پاسخ به سؤال «ژن چیست و از چه ساخته شده است؟» بیش از 50 سال طول کشید.
- موضوع اصلی فصل اول :

1- بررسی زنجیره ای از آزمایش هاست که نظریه مرکزی زیست شناسی را شکل داد.

2- آشنایی با ساختار DNA – RNA و پروتئین و ارتباط آنها با یکدیگر.

# گفتار یکم – نوکلئیک اسیدها

- در ساختار خام تن (کروموزوم) دو ماده شرکت دارند: 1- DNA 2- پروتئین
- یک باکتری شناس به نام گریفیت با چهار آزمایش نتیجه گرفت که ماده وراثتی هرچه باشد، می تواند بین سلول ها منتقل شود.
- تذکر: گریفیت نتوانست ماهیت ماده وراثتی و چگونگی انتقال آن را مشخص کند.
- گریفیت سعی می کرد، واکسنی بر علیه آنفلوآنزا تولید کند.

- باکتری استرپتوکوکوس نومونیا دو سویه دارد: 1- پوشینه (کپسول) دار 2- بدون پوشینه (کپسول)
- نوع پوشینه (کپسول) دار باکتری، عامل بیماری زات الریه است.

اما نوع بدون پوشینه (کپسول) نمی تواند بیماری ایجاد کند.

- **آزمایش اول گریفیت**: تزریق باکتری زنده پوشینه (کپسول) دار به موش← ایجاد بیماری و مرگ موش
دلیل: پوشینه (کپسول) از باکتری در برابر دستگاه ایمنی بدن موش حفاظت می کند، پس باکتری زنده مانده و با ایجاد بیماری ذات الریه، موش را می کشد.

- **آزمایش دوم گریفیت**: تزریق باکتری زنده بدون پوشینه (کپسول) به موش← بیماری ایجاد نمی شود و موش زنده می ماند.
دلیل: دستگاه ایمنی بدن موش، به راحتی باکتری ها را می کشد، چون پوشینه (کپسول)ای برای حفاظت وجود ندارد.

- **آزمایش سوم گریفیت**:
تزریق باکتری پوشینه (کپسول) دار کشته شده با گرما به موش: نتیجه همانند آزمایش دوم .
دلیل: گرما، باکتری را می کشد، پس بیماری ایجاد نمی شود.
نتیجه: خود پوشینه (کپسول)ی، بیماری زا نیست.

- **آزمایش چهارم گریفیت**: مخلوطی از محتویات سرنگ های آزمایش های دوم و سوم
(بدون پوشینه زنده+پوشینه دار کشته شده) تزریق شد: همانند آزمایش اول ، موش بیمار شده و می میرد.

- محتویات هر یک از سرنگ های آزمایش های دوم و سوم، به تنهایی سبب ایجاد بیماری نمی شوند اما مخلوطی از محتویات آنها بیماری ایجاد کرده و موش را می کشد.
دلیل: ماده وراثتی باکتری های پوشینه (کپسول) دار کشته شده، توسط باکتری های بدون پوشینه (کپسول) زنده، جذب شده اند و باکتری با استفاده از اطلاعات آن ، توانسته پوشینه (کپسول) بسازد و در برابر دستگاه ایمنی زنده بماند.

- عامل اصلی انتقال وراثت ، DNA است. این موضوع نتیجه آزمایش های ایوری و همکارانش بود.

- **آزمایش های ایوری**: اثبات اینکه ماده وراثتی همان DNA است.

1- تهیه مخلوط مورد استفاده در آزمایش چهارم گریفیت (بدون پوشینه زنده + پوشینه دار کشته شده).
2- حذف پروتئین های این مخلوط (همه پروتئین های مخلوط را حذف کردند).
3- مخلوط بدون پروتئین را به محیط کشت باکتری های زنده بدون پوشینه (کپسول) اضافه کردند. مشاهده شد که انتقال صفت انجام می گیرد (باکتری های بدون پوشینه، ماده وراثتی را دریافت کرده و توانستند پوشینه (کپسول) بسازند) پس نتیجه گرفتند که ماده وراثتی از جنس پروتئین نیست.
4- بخشی از مخلوط مورد استفاده را سانتریفیوژ (فراگریزانه) کردند تا مواد تشکیل دهنده آن، لایه لایه جدا شود. سپس هر لایه را که فقط حاوی نوع خاصی از ماده آلی بود به محیط کشت باکتری های بدون پوشینه (کپسول) اضافه کردند. مشاهده کردند که انتقال صفت ، فقط هنگامی رخ می دهد که لایه حاوی DNA را به محیط کشت اضافه کنند.

- با وجود آزمایش های فوق، باز هم عده ای دیگر از دانشمندان معتقد بودند که ماده وراثتی، از جنس پروتئین است. ایوری برای رد این نظر و اثبات بیشتر اینکه ماده وراثتی از جنس DNA است، آزمایش زیر را انجام داد:

عصاره باکتری پوشینه (کپسول) دار را استخراج کرد و درون چند لوله آزمایش ریخت. به هر قسمت، نوعی آنزیم تخریب کننده اضافه کرد (مثلاً پروتئاز- آمیلاز- نوکلئاز و ...) . سپس محتویات هر لوله را جداگانه به یک محیط کشت باکتری زنده بدون پوشینه (کپسول) اضافه کرد. مشاهده کرد که انتقال صفت در اغلب موارد انجام می شود به استثناء هنگامی که آنزیم نوکلئاز اضافه شد، چون با حذف DNA ، انتقال صفت انجام نشد، پس نتیجه این شد که ماده وراثتی حتماً DNA است.

- انواع اسیدهای نوکلئیک:

1- DNA (دئوکسی ریبونوکلئیک اسید)  2- RNA (ریبونوکلئیک اسید)

- DNA همیشه دو رشته ای است.  RNA معمولاً تک رشته ای است.

- انواع DNA :

1- **خطی**: درون هسته یافته یوکاریوت.

2- **حلقوی**: میتوکندری (راکیزه) – کلروپلاست(سبز دیسه) – یافته پروکاریوت.

- **ساختار اسیدهای نوکلئیک** :

1. به هر رشته از اسیدهای نوکلئیک، رشته پلی نوکلئوتیدی می گویند.
2. هر رشته پلی نوکلئوتیدی از واحدهای کم و بیش مشابه به نام نوکلئوتید ساخته شده است.

- در هر **نوکلئوتید**، سه بخش وجود دارد:

1- یک قند 5 کربنی که ممکن است ریبوز یا دئوکسی ریبوز باشد.

2- یک باز آلی نیتروژندار که ممکن است از نوع پورین و یا پیریمیدین باشد.

3- یک یا دو یا سه عدد گروه فسفات.

- قند ریبوز فقط در RNA و قند دئوکسی ریبوز فقط در DNA وجود دارد.

✓ قند ریبوز یک اتم اکسیژن بیشتر از دئوکسی ریبوز دارد پس جرم مولکولی هر نوکلئوتید شرکت کننده در RNA بیشتر از یک نوکلئوتید شرکت کننده متناظر در DNA است.

- 5 نوع باز آلی نیتروژندار وجود دارد که هر نوکلئوتید فقط یک عدد از آن را دارد.
- بازهای آلی پورینی دو حلقه دارند و شامل آدنین و گوانین هستند.
- بازهای آلی پیریمیدینی:تک حلقه ای هستند و شامل سیتوزین، تیمین و یوراسیل می باشند.
- بازهای آدنین، گوانین و ستیوزین هم در DNA و هم در RNA وجود دارند.
- باز تیمین فقط در DNA و باز یوراسیل فقط در RNA وجود دارد.

مهدی سنجری

✓ حداکثر و مجموعاً 24 نوع نوکلئوتید را می توان در یک یاخته یافت: 8 نوع بر اساس نوع قند و باز آلی که هر کدام ممکن است یک یا دو یا سه گروه فسفات داشته باشند. (24= 3 × 8).
البته در ساختار رشته های پلی نوکلئوتیدی فقط نوکلئوتیدهای تک فسفاته به کار می روند.

- درون هر نوکلئوتید، یک باز آلی نیتروژندار با پیوند کووالانسی به قند 5 کربنی وصل شده است.
- درون هر نوکلئوتید، گروه فسفات با پیوند کووالانسی به قند 5 کربنی وصل شده است.
- بین باز آلی و گروه فسفات ، اتصال مستقیم وجود ندارد.
- در یک رشته پلی نوکلئوتیدی، 2 نوکلئوتید مجاور با فسفودی استر به یکدیگر متصلند.
- هر مولکول DNA ، از دو رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است.
- هر مولکول RNA ، فقط از یک رشته پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است.

- همه RNA ها و گروهی از DNA ها به شکل خطی هستند یعنی هر رشته پلی نوکلئوتیدی دو انتهای باز دارد. در یک انتها، گروه فسفات و در انتهای دیگر گروه هیدروکسیل قند قرار دارد.
پس می توان گفت در رشته پلی نوکلئوتیدی خطی، قطبیت وجود دارد یعنی دو انتهای یک رشته یکسان نیستند.

- در DNA حلقوی، انتهای آزاد وجود ندارد چون فسفات یک انتها با پیوند فسفودی استر به هیدروکسیل قند انتهای دیگر متصل شده است پس می توان گفت در DNA حلقوی، قطبیت وجود ندارد.

- همه مولکول های DNA (خطی و حلقوی) دو رشته ای هستند.

- پیوندهای هیدروژنی دو رشته DNA را به یکدیگر متصل کرده اند. این پیوندهای هیدروژنی بین بازهای نوکلئوتیدهای دو رشته مقابل تشکیل می شوند.
- در یک مولکول DNA ، همیشه آدنین مقابل تیمین قرار دارد چون مکمل یکدیگرند.
- در یک مولکول DNA ، همیشه گوانین مقابل سیتوزین قرار دارد چون مکمل یکدیگرند.

مهدی سنجری

- **قانون چارگف:**

1- در یک مولکول DNA (خطی یا حلقوی) : مقدار آدنین برابر مقدار تیمین است.

2- در یک مولکول DNA (خطی یا حلقوی) : مقدار گوانین برابر مقدار سیتوزین است.

3- همیشه یک باز پورینی مقابل یک باز پیریمیدینی قرار می گیرد.

تعداد A=T

تعداد G=C

تعداد A+G=C+T

نتیجه: در هر مولکول DNA : تعداد باز پورینی برابر تعداد باز پیریمیدینی است.

- تذکر مهم: قانون چارگف برای RNA صدق نمی کند.

(این قانون فقط برای DNA به کار می رود چون دورشته ای است – برای یک رشته DNA به کار نمی رود)

- **نتایج تهیه تصاویر DNA با کمک اشعه X توسط ویلکینز و فرانکلین:**

1- DNA شکل مارپیچی دارد.

2- بیش از یک رشته دارد.

3- تشخیص ابعاد مولکول ها.

مهم ترین نتایج موارد 1 و 2 هستند.

- **مدل واتسون –کریک : مارپیچ دو رشته ای DNA (نردبان مارپیچی):**

این دو دانشمند بر اساس 3 مورد زیر، این مدل را پیشنهاد دادند:

1- نتایج آزمایش های چارگف

2- یافته های تصویربرداری با کمک اشعه X

3- یافته های خودشان

مهدی سنجری

- DNA به شکل نردبان مارپیچی است:

1- نرده ها (ستون ها) از مولکول های قند و فسفات تشکیل شده اند
(قند و فسفات ، یک در میان قرار گرفته اند).
2- پله ها از جفت بازهای آلی نیتروژندار تشکیل شده اند (جفت AT یا جفت GC )

- در پایدارترین حالت:

الف-بین آدنین و تیمین مقابل ، دو پیوند هیدروژنی تشکیل می شود.
ب-بین گوانین و سیتوزین مقابل، سه پیوند هیدروژنی تشکیل می شود.

- همیشه یک باز پورینی (2 حلقه ای ) مقابل یک باز پیریمیدینی (تک حلقه ای) قرار می گیرد، پس قطر DNA در تمام قسمت ها ثابت است.

✓ هر جفت باز مقابل هم، مجموعاً دارای سه حلقه هستند.
✓ هر جفت نوکلئوتید مقابل هم، مجموعاً 5 حلقه آلی دارند (با احتساب 2 قند دئوکسی ریبوز که شکل حلقوی دارند و بازها)

- دو فایده ثابت ماندن قطر DNA در همه قسمت های آن :

1- پایداری اطلاعات ذخیره شده
2- فشرده شدن بهتر خام تن (کروموزوم) ها.

- در مولکول DNA، همیشه A برابر T قرار دارد و G برابر C ، پس با دانستن توالی بازهای یک رشته DNA می توان توالی رشته مقابل را نیز به دست آورد.

- یک پیوند هیدروژنی ، انرژی پیوندی کمی دارد. اما به دلیل وجود میلیون ها و هزاران پیوند هیدروژنی بین دو رشته DNA ، می توان نتیجه گرفت که دو رشته DNA به صورت محکم به یکدیگر وصل شده اند.

مهدی سنجری

✓ برای دو فرآیند همانند سازی DNA و رونویسی RNA از روی DNA ، پیوندهای هیدروژنی توسط آنزیم هایی شکسته می شوند تا دو رشته DNA از یکدیگر جدا شوند
(توسط آنزیم هلیکاز در همانندسازی DNA و آنزیم RNA پلی مراز در رونویسی).

- یک مولکول DNA حاوی چندین ژن است.

- **ژن**: بخشی از DNA دو رشته ای که اطلاعات مربوط به یک RNA در آن ذخیره شده است.

- هر مولکول RNA فقط از روی یک رشته DNA رونویسی می شود.

- انواع RNA : 4 نوع

الف- mRNA (RNA پیک یا پیام رسان): اطلاعات لازم برای پروتئین سازی را از DNA به رناتن (ریبوزوم) ها می رساند. mRNA تنها RNA است که توسط رناتن (ریبوزوم)، قابل ترجمه است.

ب- tRNA (RNA ناقل یا حامل) : حمل آمینو اسید به رناتن (ریبوزوم) هنگام پروتئین سازی.

ج- rRNA (RNA رناتن (ریبوزوم)ی) : جزئی از ساختمان رناتن (ریبوزوم) است.
(مولکول های سازنده رناتن (ریبوزوم): پروتئین ها + RNA های رناتن (ریبوزوم)ی).

د- sRNA (RNA کوچک ) : در بلوغ mRNA نقش دارند.

✓ دو نوع از RNA ها ، خاصیت آنزیمی دارند: rRNA و sRNA
(هر دو نوع در تنظیم بیان ژن نیز نقش دارند).

- نوکلئوتیدها ، علاوه بر شرکت در ساختار اسیدهای نوکلئیک ، وظایف دیگری هم دارند:

1- ذخیره انرژی : مثلاً ATP (منبع رایج انرژی در یاخته)

2- گیرنده و ناقل الکترون مثلاً NADH و $FADH_2$ (در تنفس سلولی) و NADPH (فتوسنتز) و ...

مهدی سبزی

## محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

## محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

## محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

# گفتار دوم – همانندسازی DNA

- هنگام تقسیم یاخته، 2 یاخته حاصل از رشتمان (میتوز) و سیتوکینز، باید DNA یکسان با یاخته مادر را دریافت کنند. پس قبل از شروع رشتمان (میتوز) و در مرحله S چرخه یاخته ای ، با عمل همانندسازی، محتوای DNA درون هسته دوبرابر می شود.

- روش های تئوری همانندسازی DNA :

الف- **روش حفاظتی** : هر دو رشته DNA قبلی بدون تغییر به یک یاخته وارد می شوند و دو رشته جدید به یاخته دیگر وارد می شوند

(یعنی یک یاخته همانند DNA مادری را دریافت می کند و یاخته دیگر DNA نوساز)

ب- **روش نیمه حفاظتی**: هر یاخته، یک رشته قدیمی و یک رشته جدید DNA را دریافت می کند.

ج- **روش غیرحفاظتی (پراکنده)**: هر یاخته، DNA را دریافت می کند که در هر رشته اش قطعاتی از DNA قدیمی و نوساز را به صورت پراکنده در خود دارد.

- **آزمایش مزلسون و استال:**

آزمایشی را طراحی و اجرا کردند تا تشخیص دهند کدام روش انجام می شود.

از ایزوتوپ سنگین نیتروژن ($N^{15}$) استفاده کردند تا DNA قدیمی و جدید را از یکدیگر تشخیص دهند.

- $N^{15}$ چگالی بیشتری دارد (نسبت به $N^{14}$ ) پس DNA هایی که در ساختار آنها $N^{15}$ به کار رفته باشد نیز چگالی بالاتری خواهند داشت.

- مولکول هایی با چگالی های مختلف را می توان با سانتریفیوژ (فراگریزانه) با سرعت بالا از یکدیگر جدا کرد. (در محلول کلرید سزیم)

## مراحل آزمایش مزلسون و استال:

الف- باکتری ها را برای چندین مرحله رشد و تکثیر (چندین نسل) در محیطی کشت دادند که حاوی $N^{15}$ بود.
نتیجه: تولید باکتری هایی که DNA آنها چگالی بالاتری دارد.

ب- انتقال این باکتری ها به محیط حاوی $N^{14}$
تقسیم یک باکتری به 2 باکتری تقریباً 20 دقیقه طول می کشد پس در فواصل منظم 20 دقیقه ای ، باکتری هایی را از محیط کشت برداشته و چگالی DNA آن ها را اندازه گیری کردد (با سانتریفیوژ (فراگریزانه) سرعت بالا در محلول سزیم کلرید).
DNA سنگین تر، سریع تر حرکت کرده و در بخش های پایین تر لوله آزمایش قرار می گیرد اما DNA سبک تر در بخش های بالاتر.

ج- مشاهدات مزلسون و استال:
a. در ابتدای آزمایش، یک نوار در ته لوله تشکیل می شود که مربوط به DNA است که هر دو رشته آن $N^{15}$ دارند.

b .پس از 20 دقیقه (یک مرحله همانندسازی) ، یک نوار تشکیل می شود، که در میانه لوله قرار می گیرد و حاوی DNA است که یک رشته با $N^{15}$ و یک رشته با $N^{14}$ دارد.

c. پس از 40 دقیقه (دو مرحله همانندسازی) ، دو نوار تشکیل می شود. نوار پایین تر در میانه لوله که حاوی DNA است که یک رشته با $N^{15}$ و یک رشته با $N^{14}$ دارد. نوار بالاتر در بالای لوله که دارای DNA است که هر دو رشته حاوی $N^{14}$ هستند.

- **همانندسازی** DNA ، تدریجی است یعنی در محل شروع همانندسازی به تدریج آنزیم هلیکاز، با شکستن پیوندهای هیدروژنی ، دو رشته را از یکدیگر جدا می کند و سپس آنزیم DNA پلی مراز، به تدریج در برابر هر رشته قدیمی ، یک رشته جدید را می سازد.

- **عوامل و مراحل همانندسازی:**

مهمترین عوامل لازم برای همانند سازی DNA :

1- مولکول DNA به عنوان الگو

2- آنزیم های DNA پلی مراز و هلیکاز

3- نوکلئوتیدهای سه فسفاته آزاد درون یافته

- برای همانندسازی DNA چهار نوع نوکلئوتید سه فسفاته لازمند:

آدنین دار- گوانین دار- سیتوزین دار- تیمین دار

این نوکلئوتیدها دو فسفات را از دست داده و به صورت تک فسفاته در رشته جدید به کار می روند.

- قبل از همانندسازی، باید پیچ و تاب DNA باز شده و از هیستون ها جدا شود تا آنزیم های هلیکاز و DNA پلی مراز و ... به DNA دسترسی داشته باشند.

- وظایف آنزیم هلیکاز:

1- باز کردن مارپیچ DNA

2- شکستن پیوندهای هیدروژنی و جدا کردن و فاصله دادن دو رشته DNA از یکدیگر در محل همانندسازی

- انواعی از آنزیم ها با همکاری هم ، در برابر هر رشته الگو (رشته قدیمی) ، یک رشته جدید می سازند، (در برابر هر نوکلئوتید در رشته الگو، نوکلئوتید مکمل را قرار داده و بین نوکلئوتیدها در رشته جدید، پیوند فسفودی استر تشکیل می دهند)

مهم ترین این آنزیم ها، آنزیم دنا بسپاراز (DNA پلی مراز) است.

- جایگاه شروع همانندسازی DNA : محلی که همانندسازی از آنجا شروع می شود.
- در همه DNA های هسته یوکاریوتی که خطی هستند و بعضی DNA های حلقوی پروکاریوتی، هر مولکول DNA ، دارای چند نقطه شروع همانندسازی است.
- اغلب DNA های پروکاریوتی، فقط یک نقطه شروع همانندسازی دارند.

- **دوراهی همانندسازی**: در محل شروع همانندسازی ، دو رشته DNA از هم باز می شوند و ساختاری به شکل Y ایجاد می شود، به این ساختار، دو راهی همانندسازی می گویند.
(در این محل پیوندهای هیدروژنی بین جفت بازها شکسته شده اند)
- در محل دو راهی همانندسازی ، آنزیم دنا بسپاراز، بین نوکلئوتیدهای جدید، پیوند فسفودی استر ایجاد می کند.

- آنزیم دنا بسپاراز ، قانون چارگف را رعایت می کند یعنی در برابر نوکلئوتید آدنین دار، نوکلئوتید تیمین دار را قرار می دهد و غیره.
- با اضافه شدن هر نوکلئوتید سه فسفاته، دو تا از فسفات ها از آن جدا می شوند.

✓ به ازاء هر نقطه آغاز همانندسازی ، موارد زیر را در نظر می گیریم
(به شرطی که همانند سازی دو جهتی باشد):
دو عدد دوراهی همانند سازی
دو عدد آنزیم هلیکاز
چهار عدد آنزیم DNA پلی مراز

- دلایل دقت زیاد همانندسازی DNA :
1- تا حدود زیادی رابطه مکمل بین نوکلئوتیدها
2- عمل ویرایش (توسط DNA پلی مراز)

- آنزیم DNA پلی مراز دارای دو خاصیت است:

الف- فعالیت پلی مرازی: ایجاد پیوند بین نوکلئوتیدها هنگام همانندسازی (تشکیل پیوند فسفودی استر).

ب- فعالیت نوکلئازی: شکستن پیوند بین نوکلئوتیدها هنگام ویرایش (شکستن پیوند فسفودی استر).

- ✓ فعالیت پلی مرازی را با انجام واکنش سنتز آبدهی انجام می دهد(انرژی خواه-تولید آب-کاهش فشار اسمزی).
- ✓ فعالیت نوکلئازی را با انجام واکنش آب کافت(هیدرولیز) انجام می دهد(انرژی زا - مصرف آب- افزایش فشار اسمزی).

- **ویرایش**: اگر یک نوکلئوتید به صورت اشتباه، در رشته جدید قرار گیرد، DNA پلی مراز بلافاصله پس از تشکیل پیوند فسفودی استر، برگشته و با شکستن پیوند فسفودی استر، نوکلئوتید اشتباه را حذف کرده و نوکلئوتید صحیح را جایگزین می کند (تا اشتباه تصحیح شود).

- ✓ هر آنزیم هلیکاز، فقط پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته را می شکند پس با هر دو رشته سروکار دارد (همانند آنزیم RNAپلیمراز)

- ✓ هر آنزیم DNA پلی مراز، در یک رشته پیوندهای فسفودی استر را هم تشکیل می دهد و هم می تواند آن را بشکند (فقط با یک رشته سروکار دارد)

- اگر اشتباه با عمل ویرایش تصحیح نشود، جهش رخ داده است.

مهدی سبزی

**اطلاعات وراثتی پروکاریوت ها:**

1- پروکاریوت ها، همه باکتری ها را شامل می شوند
(فاقد غشا هسته هستند پس خام تن در سیتوپلاسم قرار دارد)
2- دو نوع خام تن (کروموزوم) دارند:
الف- خام تن اصلی که بزرگ تر است ب- خام تن کمکی (دیسک (پلازمید))

- هر دو نوع خام تن (کروموزوم)، به شکل حلقوی هستند (DNA آنها نیز حلقوی است).
- خام تن (کروموزوم) اصلی به غشای سلول وصل است.
- دیسک (پلازمید) حاوی اطلاعاتی است که ویژگی های اضافه تری را به باکتری می دهد (مثلاً مقاومت به پادزیست(آنتی بیوتیک) ).

---

**اطلاعات وراثتی یوکاریوت ها**

1- بیشتر ماده وراثتی یاخته یوکاریوت به صورت خام تن (کروموزوم) های خطی است و درون هسته قرار گرفته است.
2- مقدار کمتری نیز به صورت DNA حلقوی است که درون میتوکندری و کلروپلاست قرار دارد.

- به DNA موجود درون کلروپلاست و میتوکندری، DNA سیتوپلاسمی می گویند.

- همانندسازی در همه DNA های خطی (یوکاریوتی) به صورت دو جهته است.
- همانندسازی DNA حلقوی (پروکاریوتی) ، در گروهی از باکتری ها به صورت یک جهتی و در گروهی دیگر به صورت دوجهتی است.

- در همانندسازی دوجهتی DNA حلقوی که یک نقطه آغاز همانندسازی دارد، 2 دو راهی ایجاد می شود. در نهایت این دوراهی ها در یک نقطه به هم رسیده و همانندسازی پایان می یابد.

- همانندسازی DNA در یوکاریوت ها پیچیده تر است، چون طول (مقدار) DNA آنها بیشتر از پروکاریوت هاست پس هر DNA خطی، حتما چندین نقطه آغاز همانندسازی دارد.

- DNA یوکاریوتی بیشتر است پس در چند عدد فام تن (کروموزوم) قرار گرفته است.
- تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در DNA یوکاریوتی (DNA خطی) ، متغیر و قابل تنظیم است.
- تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در DNA یوکاریوتی (DNA خطی) ، با توجه به مراحل رشد و نمو و سرعت تقسیم یافته ای ، تغییر می کند.

- در مراحل مورولا و بلاستوسیست (در دوره جنینی) ، تعداد نقاط آغاز همانندسازی بیشتر می شود چون سرعت تقسیم سلولی بالاست. اما پس از تشکیل اندام ها، کاهش می یابد.

✓ در یافته های سرلادی گیاهان نیز تعداد جایگاه ها فراوان است چون به سرعت تقسیم می شوند.

✓ اگر در یک مولکول DNA خطی ، تعداد نقاط شروع همانندسازی $n$ باشد:

تعداد حباب های همانندسازی $n$

تعداد دوراهی های همانندسازی $2n$

تعداد آنزیم های DNA پلی مراز $4n$

و تعداد آنزیم های هلیکاز $2n$ خواهد بود.

مهدی سنجری

## محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

## محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

## محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

# گفتار سوم – پروتئین ها

- DNA و RNA به ترتیب ذخیره و حمل اطلاعات را در یاخته بر عهده دارند، پروتئین ها نقش بسیار مهم در فرآیندهای سلولی دارند.

- هر آمینو اسید، حداقل یک گروه آمین و یک گروه کربوکسیل دارد.

- در هر آمینواسید ، یک کربن مرکزی وجود دارد که 4 مورد زیر با آن پیوند دارند (اتم کربن چهارظرفیتی است)

الف- یک اتم H　　ب- یک گروه آمین ($NH_2$)

ج- یک گروه کربوکسیل (COOH)　　د- یک گروه R (زنجیره جانبی)

- هر پروتئین ، پلیمری خطی از تعدادی آمینواسید است که با پیوندهای پپتیدی به هم متصل شده اند.
- 20 نوع آمینواسید در ساختار پروتئین ها شرکت می کنند که تفاوت آنها فقط در نوع گروه R است.
- ساختار و عمل هر پروتئین ، به نوع، تعداد، تکرار و ترتیب خاص آمینواسیدهای شرکت کننده در آن بستگی دارد.
- تأثیر هر آمینواسید در شکل دهی پروتئین، به ماهیت شیمیایی گروه R آن وابسته است.

- آمینواسیدها، هنگامی که در محیط آبی (یاخته) قرار می گیرند، یونیزه می شوند یعنی گروه آمین بار مثبت و گروه کربوکسیل بار منفی می گیرند.
- با دخالت آنزیم (rRNA رناتن) ، بین گروه آمین یک آمینواسید و گروه کربوکسیل آمینواسید دیگر، پیوندی اشتراکی به نام پیوند پپتیدی تشکیل می شود (این واکنش از نوع سنتز آبدهی است، تولید آب و مصرف انرژی ).
  - ✓ در یک رشته پلی پپتیدی، اگر تعداد آمینواسیدها $n$ باشد، تعداد پیوندهای پپتیدی $n-1$ است. تعداد مولکول های آب تولید شده نیز $n-1$ است.
  - ✓ در مولکول هموگلوبین که از چهار رشته ساخته شده است، اگر تعداد آمینواسیدها $n$ باشد، تعداد پیوندهای پپتیدی $n-4$ است (فرمول کلی : $n-k$ )　　$k$ یعنی تعداد رشته ها

- هر مولکول پروتئین از یک رشته یا ترکیب چند رشته پلی پپتیدی ساخته شده است.
- همه رشته های پلی پپتیدی، خطی و بدون انشعاب هستند.
- برای پروتئینی که فقط از یک رشته پلی پپتیدی ساخته شده است،می توان از دو اصطلاح پلی پپتید و یا پروتئین استفاده کرد.
- ترتیب قرارگیری آمینواسیدها در هر نوع پروتئین، اختصاصی است و با سایر پروتئین ها تفاوت دارد.
- با روش های شیمیایی، آمینواسیدهای یک رشته پلی پپتید را از هم جدا کرده و شناسایی می کنند.

- انواع آمینواسیدها در طبیعت، بیش از 20 نوع است اما فقط 20 نوع از آنها در ساختار پروتئین ها شرکت می کنند.
- آمینواسیدهای ضروری:8 نوع آمینواسید که بدن انسان نمی تواند بسازد و باید در غذا وجود داشته باشد.

- عمل هر پروتئین توسط شکل فضایی آن تعیین می شود.
- یکی از روش های شناسایی شکل پروتئین، استفاده از اشعه X است: می توان با اشعه X ، ساختار سه بعدی پروتئین و جایگاه هر اتم در مولکول را شناسایی کرد.
- میوگلوبین، اولین پروتئینی است که ساختار آن شناسایی شد.

---

- **ساختارهای چهارگانه پروتئین**: هر ساختار مبنای تشکیل ساختار بعدی است.

1- ساختار اول پروتئین: توالی آمینواسیدها (ترتیب خطی قرارگیری آمینواسیدها در یک رشته).
در ساختار اول، تعداد و ترتیب قرارگیری و تکرار آمینواسیدها مطرح است.

- اگر آمینواسید یک جایگاه تغییر کند، ساختار پروتئین تغییر کرده و ممکن است فعالیت پروتئین نیز غیرطبیعی شود.
- پروتئین ها بسیار متنوع هستند، چون 20 نوع آمینواسید با هر تعداد و تکرار می توانند به هم وصل شوند.
- همه ساختارهای بعدی به ساختار اول بستگی دارد.

مهدی سنجری

2- ساختار دوم: الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی
(تشکیل پیوندهای هیدروژنی در بخش هایی از زنجیره پلی پپتیدی، سبب ایجاد ساختار دوم می شود).

- دو نوع ساختار دوم در بعضی پروتئین ها: الف- مارپیچ ب- صفحه ای
- هر منفذ غشایی، مجموعه ای از پروتئین هاست که ساختار دوم صفحه ای داشته و کنار هم منظم شده اند.
- چهار زنجیره پلی پپتیدی که در ساختار هموگلوبین شرکت می کنند، دارای ساختار دوم مارپیچی هستند.

---

3- ساختار سوم: تا خورده و متصل به هم (با پیوندهای هیدروژنی، یونی، کووالان و نیروهای آب گریز).

- با تاخوردگی بیشتر ، ساختار سه بعدی پروتئین ایجاد می شود که به شکل کروی است.
- شروع تشکیل ساختار سوم: با کمک نیروهای آبگریز بین قسمت هایی از پروتئین که تمایلی به قرار گرفتن در کنار آب ندارند.
- برای آنکه بخش های آبگریز در مجاورت آب نباشند، گروه های R (زنجیره های جانبی) آمینواسیدها، به یکدیگر نزدیک می شوند.
- پیوندهای دیگری بین گروه های R تشکیل می شود که ساختمان سوم را تثبیت می کند
مثل : پیوندهای هیدروژنی، اشتراکی، آب گریز و یونی.
- مجموعه این نیروها، قسمت های مختلف پروتئین را کنار هم نگه می دارد تا ساختار سوم (ساختمان سه بعدی) تشکیل شود.

- با توجه به تنوع نیروها و پیوندها، ساختار سوم، ثبات نسبی دارد که برای عملکرد طبیعی پروتئین ضروری است.
- هر نوع تغییر حتی در حد یک آمینواسید، می تواند به شدت، ساختار و عمل پروتئین را تغییر داده و غیرطبیعی کند.

مهدی سنجری

4-ساختار چهارم: آرایش زیر واحدها کنار یکدیگر:
دو یا چند رشته پلی پپتیدی، یک پروتئین را بسازند.

- فقط بعضی پروتئین ها، ساختمان چهارم دارند.

- به هر رشته پلی پپتیدی که در ساختمان چهارم شرکت کند و در کنار سایر رشته ها قرار گیرد، یک زیر واحد می گویند.
- هر یک از زیرواحدها، نقشی کلیدی دارند.
- مثال: پروتئین هموگلوبین: از 4 عدد رشته پلی پپتیدی که از 2 نوع هستند تشکیل شده است. این رشته ها، ترتیب خاصی از آمینواسیدها را در ساختار اول دارند که سبب می شود فرم مارپیچی داشته باشند. سپس هر یک از این رشته ها، به صورت یک زیر واحد به گونه ای تا می خورد که بتواند در کنار سه تای دیگر قرار گیرد.

- پروتئین هایی که فقط از یک زنجیره پلی پپتیدی ساخته شده اند، ساختار چهارم ندارد و ساختار سوم ساختار نهایی آنهاست مثلا برای میوگلوبین، ساختار سوم ساختار نهایی است.

---

- **وظایف پروتئین** :

| | | |
|---|---|---|
| 1- آنزیمی | 2- گیرنده غشایی | 3- دفاعی (پادتن) |
| 4- انتقال دهنده (هموگلوبین) | 5- پمپ و کانال غشایی | 6- ساختاری (کلاژن) |
| 7- انقباضی (اکتین و میوزین) | 8- پیام رسان (هورمون ها) | |

9- تنظیمی (روشن و خاموش کردن ژن ها).

- متنوع ترین گروه مولکول های زیستی از نظر عملکردی و ساختار شیمیایی، پروتئین ها هستند.

- بیشتر هورمون ها از جنس پروتئین هستند.

مهدی سنجری

1- نقش آنزیمی:
گروهی از پروتئین ها، کاتالیزورهای زیستی هستند و به واکنش های شیمیایی سرعت می دهند.

2- گیرنده های غشایی: اساس کار دستگاه هورمونی و دستگاه ایمنی هستند.
همچنین مبنای شناسایی یاخته های سرطانی، بیگانه و ... هستند.

3- دفاعی: از بدن حفاظت می کنند: گلوبولین ها (پادتن ها) و فیبرین و ...

4- انتقال دهنده: موادی را در خون منتقل می کنند.

5- پمپ و کانال غشایی: در غشا قرار دارند و موادی را از عرض غشا عبور می دهند
مثل پمپ سدیم-پتاسیم که خاصیت آنزیمی هم دارد (تجزیه ATP)

6- ساختاری: مثلاً کلاژن که بخشی از ساختار بافت پیوندی است و نقش حفاظتی دارد.
کلاژن را می توان به مقدار فراوان در زردپی، رباط، پوست و استخوان یافت.

7- انقباضی: اکتین و میوزین که حرکت لغزشی دارند.

8- پیام رسان: هورمون های پلی پپتیدی مثل انسولین، گلوکاگون و اکسی توسین که به تنظیم و هماهنگی اندام های بدن کمک می کنند.

9- تنظیمی : مثل عوامل رونویسی و مهارکننده ها که بیان ژن را تنظیم می کنند.

مهدی سنجری

- سوخت و ساز (متابولیسم) : مجموعه واکنش هایی که در بدن انجام می شود.
- انرژی فعال سازی: انرژی اولیه ای که برای انجام واکنش ضروری است.

- آنزیم ها، امکان برخورد مناسب مولکول ها را افزایش داده و مقدار انرژی فعال سازی را کاهش می دهند، در نتیجه سرعت واکنش ها در بدن افزایش می یابد.

- واکنش های متابولیسمی بدون حضور آنزیم نیز در بدن قابل انجام هستند اما بسیار کند، اما در حضور آنزیم این سرعت افزایش می یابد.
با کاهش مقدار انرژی فعال سازی، بدن می تواند انرژی صرفه جویی شده را صرف ادامه حیات کند.

- انواع آنزیم ها بر اساس محل فعالیت:
الف- درون یاخته ای: آنزیم های مسئوول فتوسنتز،تنفس یاخته ای، رونویسی و همانندسازی DNA
ب- برون یاخته ای: آنزیم های گوارشی مثل لیپاز و ... و آنزیم لیزوزیم در اشک، بزاق و ...
ج- آنزیم های غشایی: مثل پمپ سدیم-پتاسیم

- اغلب آنزیم ها، از جنس پروتئین هستند.

- **جایگاه فعال**: محلی در روی آنزیم، که پیش ماده به آنجا متصل شده و واکنش در آنجا انجام می گیرد و فرآورده از آن جا آزاد می شود.

- **پیش ماده** یعنی ترکیبی که آنزیم روی آن عمل می کند اما **فرآورده** ، حاصل فعالیت آنزیم است.

- بعضی آنزیم ها برای فعالیت به موادی نیاز دارند. این مواد دو دسته هستند:
الف- معدنی مثل یون های فلزی (مس و آهن) ب- مواد آلی(کوآنزیم) مثل ویتامین ها

- بعضی مواد سمی، مانع فعالیت آنزیم می شوند مثل سیانید و آرسنیک.
  این مواد سمی به جایگاه فعال متصل می شوند پس پیش ماده نمی تواند به آنجا وصل شود، بعضی از مواد سمی به همین روش سبب مرگ می شوند.

---

- آنزیم ها عمل اختصاصی دارند، چون هر آنزیم، روی یک یا چند پیش ماده خاص مؤثر است.
- شکل جایگاه فعال آنزیم، با شکل پیش ماده یا بخشی از پیش ماده، مکمل است (مثل قفل و کلید).
- آنزیم ها، در پایان واکنش، دست نخورده باقی می مانند، پس بدن می تواند بارها از یک مولکول آنزیم استفاده کند
  (البته به مرور، تعدادی از مولکول های آنزیم از بین می روند و یاخته مجبور به تولید آنزیم های جدید است).

---

- بعضی از عوامل مؤثر بر میزان فعالیت آنزیم ها:
  1- pH  2- دما  3- غلظت آنزیم و پیش ماده.
- pH **محیط**: pH بیشتر مایعات بدن در محدوده بین 6 تا 8 است (در خون حدود 7/4)
  (البته pH بعضی بخش های بدن خارج از این محدوه است مثلاً pH اسید معده حدود 2 است).
- pH **بهینه**: pH که یک آنزیم در آن pH ، بهترین فعالیت را دارد. این pH برای آنزیم های مختلف، متفاوت است.
  مثال یک: pH بهینه برای پپسین حدود 2 است.
  مثال دو: pH بهینه برای آنزیم های پانکراس 8 می باشد.
- با تغییر در pH ، شکل آنزیم تغییر می کند و در نتیجه امکان اتصال پیش ماده به آنزیم از بین می رود و میزان فعالیت آنزیم کاهش می یابد.

مهدی سنجری

- **دما**: بهترین دما برای فعالیت آنزیم های بدن انسان 37 درجه است.

1- آنزیم های بدن انسان در دمای بالاتر از 37 درجه ممکن است به صورت برگشت ناپذیر، غیرفعال شوند.

2- آنزیم های بدن انسان که در دمای پایین تر از 37 درجه به صورت برگشت پذیر ، غیرفعال شوند.

- **غلظت آنزیم و پیش ماده:**

مقدار بسیار کمی آنزیم، می تواند مقدار زیادی پیش ماده را در واحد زمان به فرآورده تبدیل کند.
با افزایش مقدار آنزیم، تولید فرآورده در واحد زمان افزایش می یابد.

- افزایش غلظت پیش ماده، تا حدی سرعت واکنش را افزایش می دهد. تا حدی که همه جایگاه های فعال آنزیم ها، توسط پیش ماده، اشغال شوند، پس از آن ، افزایش غلظت پیش ماده تأثیری بر سرعت ندارد.

---

مهدی سنجری

## محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی):

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✵محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی⬇

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✵محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی⬇

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

✸محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی⬇

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری

محل نوشتن نکات ترکیبی و مفهومی

(پس از یادگیری در کلاس حضوری یا مجازی)؛

مهدی سنجری