

موضوع: وراثت، اصول مطالعات مندل، تزویج یک رگه در ژنتیک

◇ - اهداف آموزشی این هفته:

- درک ساده و مفهومی از واژه وراثت و اهمیت آن در زیست‌شناسی
- آشنایی با کارهای علمی مندل و اصول بنیادی ژنتیک
- توانایی تشخیص و تحلیل یک تزویج یک رگه (مونوهایبرید کراس)
- یادگیری کلمات کلیدی مانند: جین، الل، غالب، مغلوب، ژنوتیپ و فنوتیپ

◇ - ۱. مفاهیم اصلی به زبان ساده:

1. وراثت چیست؟

وراثت (Inheritance) یعنی انتقال ویژگی‌های فیزیکی یا ظاهری (مانند رنگ مو، قد، نوع خون) از والدین به اولاد از طریق جین‌ها.

2. مندل کی بود؟

گرگور مندل، یک دانشمند و راهب اطریشی، در قرن ۱۹ م روی نبات نخود آزمایش کرد و اساس علم ژنتیک را بنا نهاد. او دریافت که صفات از نسلی به نسل دیگر انتقال می‌یابد و تابع قانون‌هایی خاص‌اند.

3. چهار قانون مندل:

قانون اول: قانون یگانگی (Dominance)

- در هر جفت صفت، یکی غالب (بارز) و یکی مغلوب است. مثلاً: گل‌های نخود یا بنفش‌اند (بارز) یا سفید (مغلوب).

قانون دوم: تفکیک (Segregation)

- الیل‌ها از هم جدا می‌شوند تا به نسل بعد منتقل گردند.

قانون سوم: قانون توزیع مستقل (Independent Assortment)

- صفات مختلف (رنگ و قد) جداگانه به ارث می‌رسند.

قانون چهارم: اصل تصادفی بودن ترکیب الیل‌ها (Random fertilization)

- ترکیب الیل‌ها به صورت شانسی در هنگام تولید نسل بعد صورت می‌گیرد.

3. مفاهیم کلیدی:

مثال	تعریف ساده	واژه
جین رنگ چشم	قسمت کوچکی از DNA که یک صفت را کنترل می‌کند	جین (Gene)
الل برای چشم آبی یا قهوه‌ای	نوع مختلف یک جین	الل (Allele)
الل برای چشم قهوه‌ای	الل که ظاهر می‌شود حتی اگر فقط یکی باشد	غالب (Dominant)
الل برای چشم آبی	الل که فقط وقتی ظاهر می‌شود که هر دو یکی باشد	مغلوب (Recessive)
tt, Tt, TT	ترکیب ژنی یک فرد	ژنوتیپ (Genotype)
بلند بودن یا کوتاه بودن قد	ویژگی ظاهری قابل دید	فنوتیپ (Phenotype)

◇ ۲. تزویج یک رگه: (Monohybrid Cross)

- یعنی مطالعه‌ی یک صفت در اولاد مانند رنگ دانه نخود.
- اگر یک نبات نخود "غلاف زرد" (صفت غالب) و دیگری "غلاف سبز" (صفت مغلوب) باشد، نتیجه چه خواهد بود؟

نمونه:

- والدین:

○ P: ژنوتیپ (TT زرد) × tt (سبز)

- نسل اول — Tt: (F₁) همه زرد (فنوتیپ)، ولی ناقل ژن سبز

- اگر دو F₁ با هم تزویج شوند: (Tt × Tt)

○ نسل دوم TT: 25% ، (F₂): 50% Tt ، 25% tt

○ فنوتیپ: 75% زرد، 25% سبز

🧪 تمرینات برای خانه:

تمرین 1: تعریف‌های شخصی بنویسید:

- وراثت چیست؟
- تفاوت بین جین و آلل چیست؟

تمرین 2: جدول مطابقت:

واژه	توضیح مناسب را انتخاب کنید
غالب	الف) فقط در صورت دو بودن ظاهر می‌شود
مغلوب	ب) همیشه در فنوتیپ ظاهر می‌شود
ژنوتیپ	ج) ترکیب ژنی، مانند TT یا Tt
فنوتیپ	د) صفت قابل دید در ظاهر

تمرین 3: رسم تزویج:

- یک چارت مربع پانت (Punnett Square) رسم کنید برای $Tt \times Tt$ و نسبت ژنوتیپ و فنوتیپ را مشخص نمایید.

👉 فعالیت‌های عملی و خلاقانه:

1. بازی "میراث خانواده":
 - ویژگی‌هایی مانند رنگ مو، قد، یا نوع بینی را از والدین و خواهر/برادر خود یادداشت کنید.
 - ببینید کدام صفت‌ها ممکن است غالب یا مغلوب باشند.
2. ساخت مدل ژن‌ها:
 - با استفاده از کارت رنگی یا دانه نخود، الل‌ها را نشان دهید.

○ T = دانه زرد

○ t = دانه سبز

- ترکیب‌های مختلف بسازید (TT)، Tt، tt و نتایج فنوتیپ را نشان دهید.

💡 روش‌های خلاقانه برای یادگیری:

- دفتر ژنتیک من: هر هفته مفاهیم جدید ژنتیکی، رسم مربع‌های تزویج، یادداشت تعاریف و مثال‌ها را ثبت کنید.
- داستان نویسی علمی:
"من یک الل هستم که همیشه در سایه بودم، اما روزی با یکی مثل خودم ملاقات کردم..."
- مصاحبه خانوادگی: از اعضای فامیل بپرسید که در خانواده‌شان کدام صفات بیشتر دیده می‌شود (مثلاً قد، رنگ مو، نوع گوش).

📌 خلاصه مفاهیم درس هفته:

توضیح	نکته
انتقال صفات از والدین به اولاد	وراثت
بنیان‌گذار علم ژنتیک، کار بر روی نبات نخود	مندل
نوع مختلف جین - می‌تواند غالب یا مغلوب باشد	الل
بررسی یک صفت هنگام ترکیب دو جین	تزویج یک‌رگه
صفتی که در ظاهر دیده می‌شود	فنوتیپ
ترکیب ژنی که در بدن وجود دارد	ژنوتیپ

🧬 رول کروموزوم‌ها در وراثت

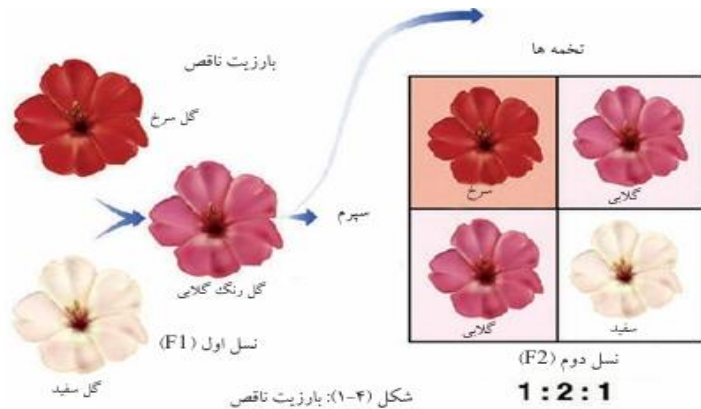
کروموزوم چیست؟

کروموزوم‌ها رشته‌های طولی از DNA اند که در داخل هسته حجره قرار دارند. هر کروموزوم حامل صدها تا هزاران ژن است. ژن‌ها همان بخش‌هایی از DNA اند که صفات ارثی (مانند رنگ چشم، گروه خون، قد و...) را کنترل می‌کنند.

👉 نقش کروموزوم‌ها در انتقال صفات ارثی

1. انتقال ژن‌ها از والدین به اولاد:

کروموزوم‌ها در وقت تقسیم حجره (به‌ویژه در تقسیم میوز که منجر به تولید اسپرم و تخم



نتیجه:

بدون کروموزومها، انتقال ژنها و صفات ارثی ممکن نیست. پس، کروموزومها واسطه‌ای اصلی در انتقال صفات از یک نسل به نسل دیگر اند.

1. رول کروموزومها در وراثت صفات غیرمندی

کروموزومها ساختارهایی اند که داخل حجره موقع تقسیم، صفات ارثی را از والدین به اولاد انتقال می‌دهند. در وراثت غیرمندی، صفات طبق قوانین دقیق مندلی، صفات طبق قوانین دقیق مندلی (مثل غالب و مغلوب بودن ساده) پیروی نمی‌کنند. در این حالت‌ها:

- بیش از دو الیل می‌باشد
- هر دو الیل ممکن است همزمان تاثیر نشان دهند
- یا صفات توسط کروموزومهای جنسی کنترل شوند

2. بارزیت ناقص (Incomplete Dominance)

در این نوع وراثت:

- الیل غالب کامل نمی‌تانه اثر خود را پوره نشان بده.
- در نتیجه، نسل اول (F₁) ترکیبی از هر دو صفت والدین را نشان می‌دهد.

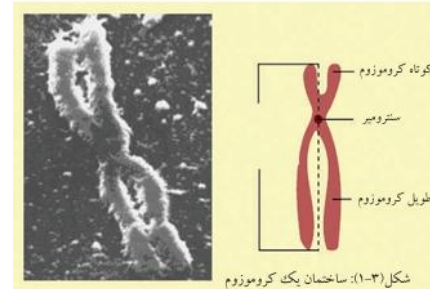
می‌شود)، نصف می‌شوند. هر والد به اولادش نصف کروموزومها (یعنی نصف ژن‌ها) را می‌دهد. بنابراین، هر اولاد ترکیبی از صفات پدر و مادر را به ارث می‌برد.

2. هر صفت توسط دو الیل کنترل می‌شود: یک الیل از مادر و یک الیل از پدر می‌آید.

این دو الیل می‌توانند:

- مشابه باشند (مثل AA یا aa)
- یا متفاوت باشند (مثل Aa)

3. محل ژن‌ها روی کروموزومها ثابت است: هر ژن جای خاصی روی کروموزوم دارد که به آن لوکس (locus) گفته می‌شود.



چرا کروموزومها برای وراثت مهم اند؟

- ژن‌ها روی کروموزومها سوار اند.
- هر تغییر در کروموزوم (مثل شکستن، گم شدن، یا جابه‌جا شدن قطعه‌ای) می‌تاند باعث تغییر در صفات یا امراض ژنتیکی شود.
- ژنتیک کروموزومی ثابت ساخته که ژن‌ها فیزیکی روی کروموزومها موقعیت دارند و توسط آن‌ها انتقال می‌کنند.

مثال علمی (براساس کتاب):

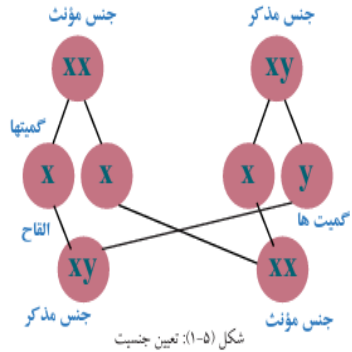
در یک مگس میوه (*Drosophila*)، دانشمندان مشاهده کردند که رنگ چشم سرخ یا سفید توسط ژنهایی روی کروموزوم X کنترل می‌شود. این مثال نشان داد که ژن‌ها واقعاً روی کروموزومها قرار دارند و وراثت از طریق کروموزومها صورت می‌گیرد.

پس تعیین جنسیت مربوط مرد است، چون اسپرم او می‌تانه X یا Y داشته باشد.

5. صفات بسته به جنس (Sex-linked Traits)

این صفات توسط ژن‌هایی کنترل می‌شوند که روی کروموزوم X موقعیت دارند.

چون مردها فقط یک X دارند، اگر ژن معیوب روی آن باشد، صفت را کامل نشان می‌دهند. اما زن‌ها دو X دارند، اگر یکی معیوب باشد، شاید مغلوب بماند و صفت ظاهر نشود.



6. کوررنگی (Color Blindness)

یکی از صفات بسته به جنس است:

- ژن آن روی کروموزوم X قرار دارد.
- صفت مغلوب است.
- مردان بیشتر به کوررنگی مبتلا می‌شوند چون فقط یک X دارند.

مثال:

- اگر مردی کوررنگ باشد (X^cY)، و زنی ناقل باشد ($X^N X^c$)، اولاد می‌تواند یا کوررنگ شود یا ناقل یا سالم.

جن‌های پیوسته (Linked Genes)

◇ جن‌هایی اند که روی یک کروموزوم مشابه موقعیت دارند و معمولاً با هم انتقال می‌کنند.

◇ این جن‌ها چون نزدیک به هم قرار دارند، در وقت تقسیم میوز به‌سختی از هم جدا می‌شوند.

نکته مثال: در مگس میوه، جن‌های رنگ بدن و شکل بال می‌توانند پیوسته باشند.

مثال:

وقتی گل سرخ (قرمز) با گل سفید آمیزش می‌کند، نسل اول همه گل‌های صورتی تولید می‌کند. این نشان‌دهندهٔ باریزیت ناقص است.

3. الیل‌های متعدد یا مرکب (Multiple Alleles)

به جای اینکه یک صفت تنها توسط دو الیل کنترل شود، توسط بیش از دو نوع الیل کنترل می‌شود.

مثال مهم:

گروه خون ABO در انسان:

- سه الیل دارد: A, B, O
- ولی هر انسان فقط دو الیل از والدین می‌گیرد.

A و B هر دو غالب‌اند

O مغلوب است

◇ ترکیبات ممکن:

- A گروه → AA یا AO
- B گروه → BB یا BO
- (هر دو غالب همزمان دیده می‌شوند) AB گروه → AB
- O گروه → OO

4. تعیین جنسیت در انسان

در انسان، تعیین جنسیت توسط کروموزوم‌های جنسی (X و Y) صورت می‌گیرد:

- زن XX:
- مرد XY:

تخم توسط زن همیشه X و اسپرم توسط مرد X یا Y می‌آید:

- دختر → X + X
- پسر → X + Y

🔍 نکته مهم: جن‌های پیوسته قانون تفکیک مستقل مندل را کاملاً رعایت نمی‌کنند.

📌 خواص یا صفات ارثی پولی‌جن (Polygenic Traits)

◇ صفاتی‌اند که توسط چندین جن مختلف کنترل می‌شوند، نه فقط یک جن.

◇ این صفات معمولاً دامنه‌ای از تغییرات را نشان می‌دهند (نه فقط غالب یا مغلوب).

🔍 مثال‌ها:

- رنگ پوست انسان
- قد
- رنگ چشم

🔍 نکته مهم: هر جن سهم کوچکی در ایجاد صفت دارد، ولی مجموعاً صفت نهایی را تعیین می‌کنند.

🔍 جن‌های کشنده (Lethal Genes)

◇ بعضی جن‌ها وقتی در یک حالت خاص (مثلاً در حالت هم‌نوع یا Homozygous) ظاهر شوند، باعث مرگ حجره یا فرد می‌شوند.

🔍 مثال:

در موش‌ها، اگر جن زردرنگی دو بار بیاید (YY)، باعث مرگ جنین می‌شود.

🔍 نکته مهم: این جن‌ها ممکن است در حالت مغلوب یا غالب باعث مرگ شوند.

4. 📌 وراثت و محیط (Heredity and Environment)

◇ صفات تنها توسط جن‌ها تعیین نمی‌شوند؛ محیط هم تاثیر دارد.

◇ تاثیر محیط می‌تواند شکل، رنگ، اندازه یا فعالیت یک صفت را تغییر دهد.

🔍 مثال‌ها:

- رنگ گل‌ها ممکن است در خاک‌های مختلف فرق کند.
- قد انسان وابسته به جن است، اما غذا و ورزش هم تاثیر دارند.

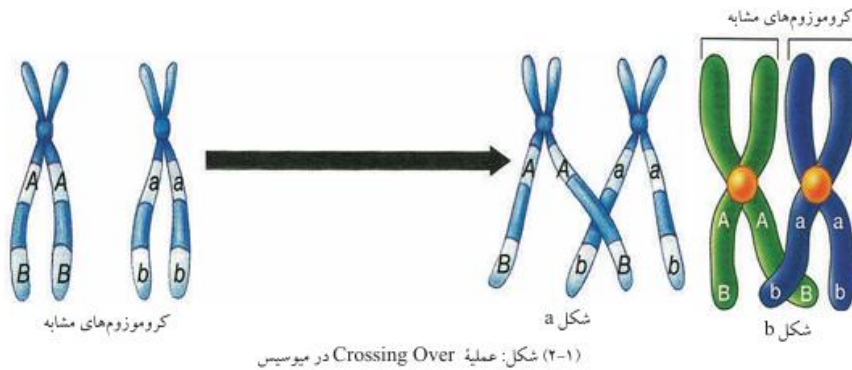
🔍 نکته مهم: وراثت پایه اصلی صفت را می‌سازد، ولی محیط آن را تقویت یا تضعیف می‌کند.

🔍 بی‌نظمی‌های ژنتیکی (Genetic Disorders)

بی‌نظمی‌های ژنتیکی زمانی رخ می‌دهند که در ساختار یا تعداد جن‌ها یا کروموزوم‌ها تغییر (موتیشن) به میان آید. این تغییرات می‌توانند باعث امراض، ناهنجاری‌ها یا مرگ حجره شوند.

🔍 موتیشن (Mutation)

موتیشن به تغییر ناگهانی و دائمی در ماده وراثتی (DNA) گفته می‌شود. موتیشن‌ها ممکن‌اند:



- طبیعی باشند (نادر)
- یا توسط عوامل خارجی مانند اشعه، مواد کیمیاوی، یا ویروس‌ها ایجاد شوند.

1. 📌 جن موتیشن (Gene Mutation)

- ◇ در این نوع موتیشن، ساختار DNA در یک جن تغییر می‌کند.
- ◇ ممکن است یک یا چند باز ناپیروجنی حذف، اضافه یا تغییر کنند.

🔗 مثال: کم‌خونی داس‌مانند (در پایین توضیح داده شده).

2. کروموزوم موتیشن (Chromosomal Mutation)

- ◇ در این حالت، ساختار یک کروموزوم کامل تغییر می‌کند.
- ◇ چهار نوع عمده دارد:

الف: دیلیشن (Deletion)

قسمتی از کروموزوم حذف یا گم می‌شود.

🔗 نتیجه: ممکن است جن‌های مهم از بین بروند → باعث بیماری یا مرگ حجره شود.

ب: دوپلیکیشن (Duplication)

بخشی از کروموزوم دو بار تکرار می‌شود.

🔗 نتیجه: جن‌های اضافی ممکن است باعث اختلال در عملکرد حجره شوند.

ج: انورژن یا انورژن (Inversion)

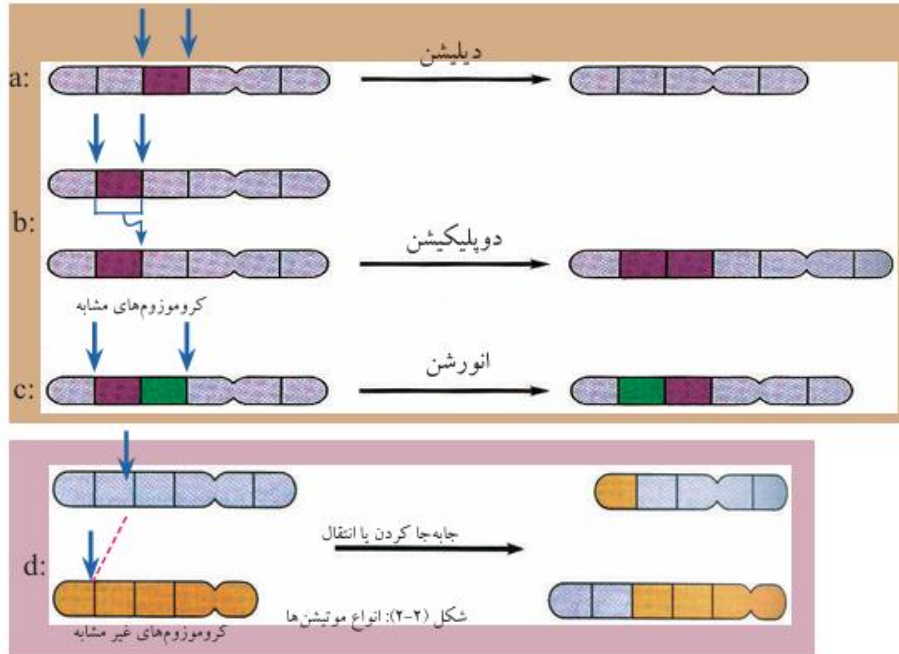
بخشی از کروموزوم برعکس می‌چرخد.

🔗 نتیجه: تنظیم درست جن‌ها برهم می‌خورد.

د: ترانسلوکیشن (Translocation)

بخشی از یک کروموزوم به کروموزوم دیگر منتقل می‌شود.

🔗 نتیجه: می‌تواند باعث عدم تعادل جن‌ها و ناهنجاری‌ها شود.



3. جینوم موتیشن (Genome Mutation)

◇ مربوط به تغییر در تعداد کروموزوم‌ها است، نه ساختار آن‌ها.

🔗 مثال‌ها:

- تریزومی: یک کروموزوم اضافی
- مونوسومی: یک کروموزوم کم

🔗 مثال مشهور:

سندروم داون → (Down Syndrome) داشتن ۳ کروموزوم شماره ۲۱

2. صفت رنگ پوست در انسان نمونه‌ای از صفات _____ است که توسط چندین جن کنترل می‌شود.

3. در کم‌خونی داس‌مانند، یک تغییر در جن _____ باعث تولید هموگلوبین غیرطبیعی می‌شود.

4. در نوع موتیشن _____، یک بخش از کروموزوم به کروموزوم غیرمشابه منتقل می‌شود.

5. کروموزوم‌های جنسی در انسان شامل دو نوع _____ و _____ هستند.

♥ کم‌خونی داس‌مانند (Sickle Cell Anemia) 🩹

◊ یک نوع جن موتیشن است که در جن هموگلوبین (حامل اکسیژن در خون) رخ می‌دهد.

👁 در این حالت:

- یک باز نایتروجنی تغییر می‌کند → یک اسید آمینه در پروتین هموگلوبین تغییر می‌کند.
- گلبول سرخ شکل داس‌مانند می‌گیرد (به جای گرد بودن).
- این حجرات نمی‌توانند اکسیژن را خوب انتقال دهند و زود تخریب می‌شوند.

👁 علائم:

- ضعف
- کم‌اکسیجینی
- درد در مفاصل
- خستگی

🔍 نکته مهم: اگر شخصی دو الیل معیوب داشته باشد، به مرض مبتلا می‌شود. اگر یک الیل معیوب داشته باشد، ناقل است.

📄 سوالات تشریحی (3 سوال):

1. توضیح دهید که کروموزوم‌ها چگونه در انتقال صفات ارثی نقش دارند.
2. کم‌خونی داس‌مانند چگونه به وجود می‌آید و چه تأثیری بر عملکرد حجرات خون دارد؟
3. تفاوت بین دیلیشن، انورژن و ترانسلوکیشن را با ذکر یک مثال بیان کنید.

📄 سوالات جاخالی (5 سوال):

1. جن‌هایی که در یک کروموزوم موقعیت دارند و معمولاً با هم انتقال می‌کنند، نام _____ دارند.