

## راهنمایی آموزشی بیولوژی - تسریعی ب

### موضوع: اساسات جنتیک

### اهداف آموزشی

بعد از این درس، شاگردان بتوانند:

1. تعریف علم جنتیک را بیان کنند.
2. اهمیت جنتیک را در طبابت، زراعت، حیوان‌داری، صنعت و محیط زیست توضیح دهند.
3. گرگور مندل را به عنوان پدر علم جنتیک معرفی کنند.
4. قوانین وراثت (تفکیک، تسلط و مغلوبیت، توزیع مستقل) را شرح دهند.
5. تجربیات مندل بر نبات مشنگ (انتقال صفت واحد و دو صفت) را با مثال توضیح دهند.
6. تناسب صفات در نسل‌های F1 و F2 را (۳:۱ و ۹:۳:۳:۱) توضیح دهند.
7. تاریخچه علم جنتیک و بازکشف قوانین مندل را شرح دهند.

### تعریف: علم جنتیک

جنتیک علمی است که در بارهٔ وراثت (انتقال خصوصیات از والدین به اولاد) و تنوع صفات در موجودات زنده بحث می‌کند.

### اهمیت علم جنتیک:

در طبابت:

شناخت امراض موروثی (مانند هیمو فیلی، دیابت نوع وراثتی).  
کمک به تشخیص و درمان بیماری‌ها با استفاده از تکنالوژی جنتیکی.

❖ در زراعت:

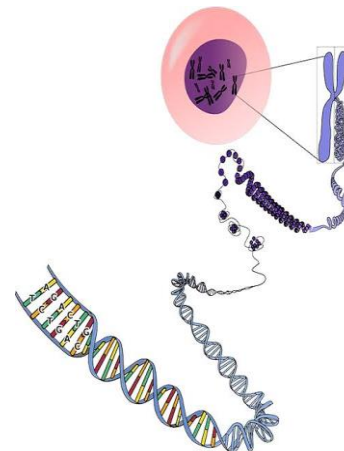
تولید نباتات جدید با حاصل زیاد، مقاوم در برابر آفات و خشکسالی.

بهبود کیفیت میوه‌ها و غله‌جات.

❖ در حیوان‌داری:

اصلاح نژاد حیوانات برای تولید شیر، گوشت و پشم بیشتر.

❖ در صنعت و تکنالوژی:



استفاده از باکتری‌های مهندسی‌شده در تولید انٹی‌بیوتیک، انسولین و واکسین‌ها.

❖ در محیط زیست:

حفظ نسل‌های نادر و جلوگیری از انقراض حیوانات و نباتات.

### پدر علم جنتیک (Father of Genetics)

گرگور مندل (Gregor Mendel) راهب اتریشی (۱۸۲۲-۱۸۸۴)

به‌خاطر تحقیقاتش بالای نبات بسله (Pea Plant) به نام پدر علم جنتیک یاد می‌شود.

کارهای مهم مندل

در مورد انتقال صفات مانند رنگ گل، شکل تخم، قد نبات در بسله تحقیق کرد.

قوانین وراثت را بیان کرد.

- قانون اول (قانون تفکیک): هر صفت توسط جفت عوامل (جین‌ها) کنترل می‌شود و در وقت تشکیل گامت‌ها از هم جدا می‌شوند.
- قانون دوم (قانون تسلط و مغلوبیت): بعضی جین‌ها غالب (Dominant) و بعضی مغلوب (Recessive) اند.
- قانون سوم (قانون توزیع مستقل): صفات مختلف به‌طور مستقل از هم به نسل بعد منتقل می‌شوند.

### خلاصه

جنتیک علم وراثت و تنوع صفات است.

اهمیت آن در طبابت، زراعت، حیوان‌داری، صنعت و محیط زیست بسیار زیاد است

گرگور مندل پدر علم جنتیک است که با تجربیاتش بالای نبات بسله قوانین وراثت را کشف کرد.

### تاریخچه علم جنتیک

۱. آغاز جنتیک با مندل:

علم جنتیک به‌صورت رسمی با کارهای گرگور مندل (Gregor Mendel)، یک راهب اتریشی، آغاز شد.

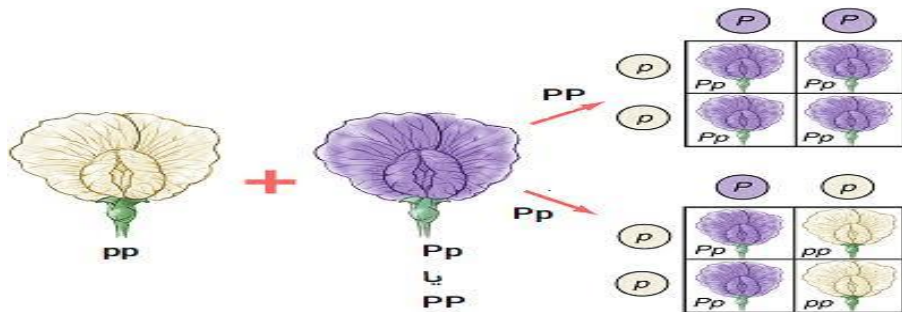
مندل در سال‌های ۱۸۵۶ الی ۱۸۶۳ روی گیاه نخود (Pea Plant) آزمایش‌های دقیق انجام داد.

او در باره انتقال صفات ارثی از والدین به فرزندان تحقیق کرد.

مندل دریافت که صفات از طریق عوامل ارثی (که امروز آن را ژن می‌نامیم) از والدین به اولاد منتقل می‌شوند.

### الف) اولین تجربه مندل (انتقال صفت واحد)

- او یک نبت مشنگ گل بنفش را با نبت گل سفید تلاق داد.
- در نسل اول (F1) همه نباتات گل بنفش بودند.
- در نسل دوم (F2) نباتات با تناسب ۳ گل بنفش : ۱ گل سفید پیدا شدند.
- نتیجه: بعضی صفات غالب (**Dominant**) اند (مثل رنگ بنفش) و بعضی صفات مغلوب (**Recessive**) اند (مثل رنگ سفید).



### ب) دومین تجربه مندل (انتقال دو صفت باهم)

- او نباتی را که دانه زرد و مدور داشت، با نباتی که دانه سبز و چروکیده بود تلاق داد.
- در نسل اول (F1) همه دانه‌ها زرد و مدور شدند (صفات غالب).
- در نسل دوم (F2) تناسب ۱:۳:۳:۹ به دست آمد:
- ۹ دانه زرد و مدور
- ۳ دانه زرد و چروکیده
- ۳ دانه سبز و مدور
- ۱ دانه سبز و چروکیده
- نتیجه: صفات مختلف مستقلانه از همدیگر انتقال می‌کنند.

او اصول مهمی چون اصل تفکیک (Law of Segregation) و اصل تفوق (Law of Dominance) را توضیح داد.

### ۲. عدم توجه به کار مندل:

در زمان مندل، اهمیت کارهای او شناخته نشد. مقاله‌هایش در سال ۱۸۶۶ چاپ شد اما دانشمندان توجه نکردند.

### ۳. بازکشف قوانین مندل:

بعد از مرگ مندل (۱۸۸۴)، در سال ۱۹۰۰ سه دانشمند به‌طور جداگانه (هوگو دی‌وریس، کارل کورنس، و اریش فون چرمک) قوانین مندل را دوباره کشف کردند.

از همین زمان، علم جنتیک به‌طور جدی آغاز شد.

### ۴. پیشرفت‌های بعدی:

در سال ۱۹۰۲ ویلسون و ساتون نظریه کروموزومی وراثت را پیشنهاد کردند، که نشان می‌داد ژن‌ها روی کروموزوم‌ها قرار دارند

در سال‌های بعد، کشف DNA و ساختار دبل‌هلیکس توسط واتسن و کریک در سال ۱۹۵۳ انقلاب بزرگی در علم جنتیک ایجاد کرد.

### ۵. اهمیت امروزی:

جنتیک امروز نه تنها در بیولوژی، بلکه در طبابت، زراعت، اصلاح نباتات و حیوانات و حتی در قانون (DNA fingerprint) کاربرد فراوان دارد.

### تجربه بالای مشنگ

- مندل نبات مشنگ یا نخود را برای آزمایش انتخاب کرد، زیرا:
  1. دارای صفات واضح (مثل رنگ گل، شکل تخم).
  2. زمان تولیدمثل کوتاه داشت.
  3. آسانی در گرده‌افشانی و کنترل آن.
  4. تولید مثل زیاد (دانه‌های بسیار در هر غلاف).

### تجربیات مندل



اهداف درس :

- ارتباط قانون احتمالات با وراثت را توضیح دهد.
- نتایج تجارب مندل را با استفاده از مربع پونت پیش بینی کند.
- نسبت های 3:1 و 9:3:3:1 را تشخیص دهد.
- فرق میان صفت غالب و مغلوب را بیان کند.

تجارب مندل

مندل (Gregor Mendel) با نبات بادرنگ (Pea plant) کار کرد و صفات ساده مثل رنگ گل، قد نبات و شکل تخم را بررسی نمود.

او قوانین وراثت را کشف کرد. یکی از مهم ترین نتایجش تناسب (Ratio) در اولادها بود.

۱. قانون اول مندل (قانون تفکیک)

وقتی یک صفت متضاد (مثلاً قد بلند و قد کوتاه) را با هم آمیزش می دهیم: نسل اول (F<sub>1</sub>): همه اولاد شبیه یکی از والدین می شوند (مثلاً همه قد بلند). نسل دوم (F<sub>2</sub>) وقتی F<sub>1</sub> با خودش آمیزش داده شود، نسبت صفات دوباره ظاهر می شود.

👉 تناسب در F<sub>2</sub> = 3 : 1

(سه قسمت صفت غالب، یک قسمت صفت مغلوب)  
مثال 75٪ : نبات ها قد بلند 25٪ ..... نبات ها قد کوتاه

۲. قانون دوم مندل (تفکیک مستقل)

زمانی که دو صفت مختلف (مثلاً رنگ دانه زرد/سبز و شکل دانه نرم/چروکیده) را با هم بررسی کرد: نسل اول (F<sub>1</sub>): همه یکسان (مثلاً زرد و نرم). نسل دوم (F<sub>2</sub>): چهار نوع ترکیب مختلف ظاهر شد.

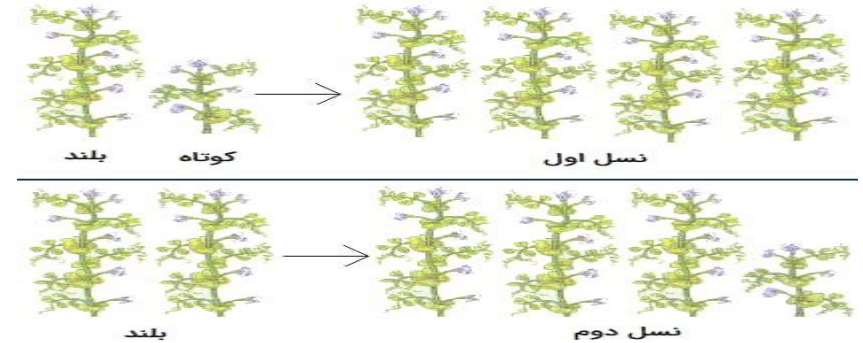
👉 تناسب در F<sub>2</sub> = 9 : 3 : 3 : 1

9 زرد و نرم ..... 3 زرد و چروکیده ..... 3 سبز و نرم ..... 1 سبز و چروکیده

خلاصه تناسب ها در تجارب مندل

1. یک صفت (مونوهیبریدی): 3 : 1

2. دو صفت (دی هیبریدی): 9 : 3 : 3 : 1



معلومات اضافی (بیرون از کتاب)

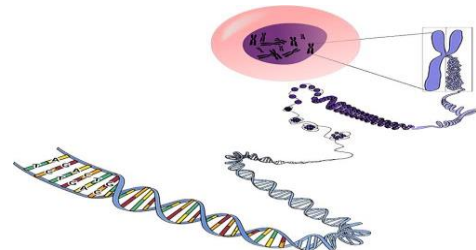
- مندل در زمان حیاتش شهرت علمی به دست نیاورد، چون دانشمندان هم زمان به اهمیت تحقیقاتش پی نبردند.
- بعد از سال ۱۹۰۰ سه دانشمند (دی فریس، کورنس و چرمک) دوباره قوانین مندل را کشف و نشر کردند.
- امروز جنیتیک اساس بیوتخنالوژی، دواسازی، کلونینگ وانجنیری جنیتیک است.

الف) سوالات تشریحی

- چرا مندل نبات مشنگ را برای آزمایش های خود انتخاب کرد؟
- نتیجه اولین تجربه مندل را توضیح دهید.
- اهمیت قوانین مندل در علم امروز چیست؟

ب) سوالات جای خالی

- علمی که انتقال صفات از والدین به اولاد را مطالعه می کند، \_\_\_\_\_ نام دارد.
- در اولین تجربه مندل تناسب صفات در نسل دوم \_\_\_\_\_ بود.
- در دومین تجربه مندل تناسب صفات در نسل دوم \_\_\_\_\_ بود.



## وراثت چیست؟

وراثت (Heredity) عبارت است از انتقال صفات از والدین به اولاد توسط ژن‌ها.

این کار باعث می‌شود که فرزندان شبیه والدین خود باشند (مثلاً رنگ چشم، قد، رنگ مو و غیره).

## صفات چیستند؟

صفات (Characters or Traits) ویژگی‌های ظاهری یا داخلی موجودات زنده هستند.

این صفات توسط ژن‌ها کنترل می‌شوند.

انواع صفات:

1. صفات جسمی (ظاهری): مثل رنگ پوست، رنگ چشم، قد، شکل بینی.

2. صفات فیزیولوژیکی: مثل گروه خون، نوع هورمون‌ها.

3. صفات رفتاری: مثل طریقه یادگیری یا عادات.

## اساس وراثت (ژنتیک)

ژن: واحد وراثت است که روی کروموزوم قرار دارد.

کروموزوم: رشته‌های DNA در هسته حجره.

DNA مولکولی که تمام معلومات وراثتی را ذخیره می‌کند.

## قوانین وراثت (مندل)

مندل دو قانون مهم کشف کرد:

1. قانون تفکیک (Segregation):

هر صفت توسط دو ژن (یکی از پدر و یکی از مادر) کنترل می‌شود.

هنگام تشکیل گامت (تخم‌دان/اسپرم) این ژن‌ها از هم جدا می‌شوند.

2. قانون تفکیک مستقل (Independent Assortment):

صفات مختلف (مثل رنگ و قد) مستقلانه به اولاد انتقال می‌کنند.

## صفات غالب و مغلوب

صفت غالب: Dominant صفتی که همیشه ظاهر می‌شود حتی اگر فقط یک ژن آن موجود باشد. (مثل

قد بلند، رنگ دانه زرد)

صفت مغلوب: Recessive صفتی که تنها در صورت حضور دو ژن مشابه ظاهر می‌شود. (مثل قد

کوتاه، رنگ دانه سبز)

مثال ساده: اگر نبات بادرنگ (Pea plant) را در نظر بگیریم:

ژن قد بلند (T) غالب است.

ژن قد کوتاه (t) مغلوب است.

ترکیب ژن‌ها و صفات:  $TT \rightarrow$  قد بلند .....  $Tt \rightarrow$  قد بلند .....  $tt \rightarrow$  قد کوتاه

## ✓ یادداشت امتحانی:

تعریف وراثت و صفات را دقیق بدان.

فرق صفت غالب و مغلوب را خوب بفهم.

مثال‌های مندل (3:1 و 9:3:3:1) را تمرین کن.

## فرضیه‌های مندل در مورد وراثت

مندل بعد از تجارب خود بالای نبات بادرنگ، چند فرضیه (Hypotheses) مطرح کرد که اساس علم

ژنتیک شد:

### 1. فرضیه وجود فکتورهای وراثتی

هر صفت توسط عوامل وراثتی (که امروز آن را ژن می‌نامیم) کنترل می‌شود.

این ژن‌ها روی کروموزوم‌ها قرار دارند.

### 2. فرضیه جفت بودن ژن‌ها

هر موجود زنده برای هر صفت دو ژن دارد: یکی از پدر..... یکی از مادر

به این دو ژن برای یک صفت، الیل (Allele) گفته می‌شود.

### 3. فرضیه تفکیک ژن‌ها

هنگام تشکیل گامت (اسپرم یا اووم)، دو ژن یک صفت از هم جدا (تفکیک) می‌شوند.

هر گامت فقط یک ژن برای آن صفت دارد.

### 4. فرضیه غالب و مغلوب بودن ژن‌ها

بعضی ژن‌ها غالب (Dominant) اند و اثر خود را همیشه ظاهر می‌کنند.

بعضی ژن‌ها مغلوب (Recessive) اند و فقط در حالت جفتی (دو مغلوب) ظاهر می‌شوند.

### 5. فرضیه تفکیک مستقل

ژن‌های مربوط به صفات مختلف (مثل رنگ گل و قد نبات) مستقل از هم به اولاد انتقال می‌کنند.

این باعث ایجاد تنوع صفات در نسل‌ها می‌شود.

مثال ساده (نبات بادرنگ)

قد بلند (T) غالب است..... قد کوتاه (t) مغلوب است.

ترکیب ژن‌ها:  $TT \rightarrow$  قد بلند .....  $Tt \rightarrow$  قد بلند ه خاطر غالب بودن (T).....  $tt \rightarrow$  قد کوتاه

## ✓ خلاصه یادگیری:

ژن‌ها واحد وراثت اند.

هر صفت توسط دو ژن (الیل) کنترل می‌شود.

ژن‌ها در تشکیل گامت‌ها از هم جدا می‌شوند.

امتحان تزویج (Test Cross) روشی است برای فهمیدن نوعیت ژنوتایپ یک فرد که صفت غالب دارد. چرا لازم است؟

وقتی یک موجود صفت غالب را نشان می‌دهد، دو حالت دارد:

خالص (Homozygous): مثل TT قد بلند خالص

مختلط (Heterozygous): مثل (Tt) قد بلند غیرخالص

از ظاهر (فنوتایپ) نمی‌توانیم بفهمیم که این فرد TT است یا Tt. اینجاست که امتحان تزویج کمک می‌کند.

طریقه امتحان تزویج

فردی که صفت غالب دارد را با یک فرد صفت مغلوب خالص (tt) آمیزش می‌دهیم.

حالت اول: فرد غالب خالص (TT × tt)

T | T

همه اولاد = (Tt) قد بلند

t	Tt	Tt
t	Tt	Tt

نتیجه: اگر همه اولاد صفت غالب داشتند → والد غالب خالص (TT) است.

حالت دوم: فرد غالب مختلط (Tt × tt)

T | t

50% (Tt) قد بلند

50% (tt) قد کوتاه

نتیجه: اگر بعضی اولاد صفت مغلوب داشتند → والد غالب غیرخالص (Tt) است.

خلاصه امتحان تزویج

همه اولاد غالب بودند → ژنوتایپ والد غالب = خالص (TT)

اگر اولاد نصف غالب و نصف مغلوب بودند → ژنوتایپ والد غالب = مختلط (Tt)

نکته امتحانی: ✓

امتحان تزویج همیشه با فرد مغلوب خالص انجام می‌شود.

ارتباط احتمالات با وراثت

مندل برای پیش‌بینی نتایج آزمایش‌هایش از قانون احتمالات استفاده کرد. چون هنگام تشکیل گامت‌ها (اسپرم/اووم)، ژن‌ها به‌طور تصادفی جدا و ترکیب می‌شوند.

۱. احتمال در یک صفت (مونوهیبریدی)

مثال:

T | t

ژن قد بلند = (T) غالب

ژن‌های غالب و مغلوب داریم. صفات مختلف مستقلانه انتقال می‌یابند.

مربع پونت Punnett Square:

یک جدول ساده است که برای نشان دادن انتقال ژن‌ها از والدین به اولاد استفاده می‌شود

۱. مربع پونت برای یک صفت (مونوهیبریدی)

مثال: قد بلند = (T) غالب..... قد کوتاه = (t) مغلوب..... والدین: TT × tt  
مرحله‌ها: 1. ژن‌های والدین را جدا می‌کنیم: TT → T و Tt → t و t

2. مربع پونت را می‌سازیم:

نتیجه: همه اولاد (Tt) قد بلند می‌شوند.

۲. مربع پونت برای نسل دوم (Tt × Tt)

نتیجه: 1 → TT قد بلند..... 2 → Tt قد بلند..... 1 → tt قد کوتاه

تناسب صفات = 3 قد

بلند : 1 قد کوتاه

۳. مربع پونت برای دو صفت

(دی‌هیبریدی)

مثال: رنگ دانه زرد Y غالب بر سبز y

شکل دانه نرم R غالب بر چروکیده r

والدین: YyRr × YyRr

مربع بزرگ‌تر ساخته می‌شود و نتیجه تناسب این است:

9 : 3 : 3 : 1

9 زرد و نرم

3 زرد و چروکیده

3 سبز و نرم

1 سبز و چروکیده

یادداشت امتحانی: ✓

مربع پونت برای یک صفت → 3:1

مربع پونت برای دو صفت → 9:3:3:1

امتحان تزویج چیست؟

ژن قد کوتاه =  $t$  مغلوب  $T$  |  $TT$  |  $Tt$  والدین:  $Tt \times Tt$   
 $t$  |  $Tt$  |  $tt$  احتمالها:  $TT \rightarrow 25\%$  (قد بلند)  $Tt \rightarrow 50\%$  (قد بلند)  $tt \rightarrow 25\%$  (قد کوتاه)  
 احتمال قد بلند =  $75\%$   
 احتمال قد کوتاه =  $25\%$

۲. احتمال در دو صفت (دی هیبریدی)

مثال: رنگ زرد (Y) غالب بر سبز (y) ..... شکل نرم (R) غالب بر چروکیده (r)  
 والدین:  $YyRr \times YyRr$

احتمالها در نسل دوم ( $F_2$ )

9 زرد و نرم  
 3 زرد و چروکیده  
 3 سبز و نرم  
 1 سبز و چروکیده

نسبت =  $1 : 3 : 3 : 9$

۳. اصول احتمالات در وراثت

قانون جمع Addition Rule:

اگر دو حالت مختلف ممکن باشند، احتمال کل = جمع آن‌ها.

مثال: احتمال داشتن قد بلند = احتمال (  $Tt$  ) + احتمال (  $TT$  ).

قانون ضرب Multiplication Rule:

اگر دو واقعه مستقل باشند، احتمال کل = حاصل ضرب آن‌ها.

مثال: احتمال (زرد و نرم) = احتمال زرد  $\times$  احتمال نرم.

خلاصه یادگیری: وراثت بر اساس تصادفی بودن ترکیب ژن‌ها است.

مربع پونت برای محاسبه احتمال استفاده می‌شود.

یک صفت  $\rightarrow$  احتمال 3:1

دو صفت  $\rightarrow$  احتمال 9:3:3:1

✓ نکته امتحانی: همیشه احتمال را به شکل کسری (%) یا نسبت (ratio) نشان بده.

سوالات:

1. وراثت و احتمال چه ارتباطی باهم دارند؟ با مثال توضیح دهید.
2. مربع پونت را تعریف کرده و اهمیت آن را در پیش‌بینی صفات اولاد بنویسید.
3. نتایج حاصل از تزیوج  $Tt \times Tt$  را با ذکر احتمال صفات غالب و مغلوب شرح دهید.
  1. واحد وراثت که بر روی کروموزوم قرار دارد \_\_\_\_\_ نامیده می‌شود.
  2. در تزیوج مونوهیبریدی (  $Tt \times Tt$  ) احتمال صفت مغلوب \_\_\_\_\_ فیصد است
  3. در وراثت دو صفت، نسبت فنوتیپی اولاد در نسل دوم \_\_\_\_\_ است.

