

## فصل دوم : انتقال اطلاعات در نسل‌ها



## زُر خوب! و ژنتیک رو باید از اینترنت یاد گرفت

توضیح کلی فصل :

در این فصل ابتدا با مفاهیم ژنتیک آشنا می‌شویم، در ادامه در ارتباط با مواردی از ژنتیک که در زندگی با آن سروکار داریم مثال‌هایی می‌خوانیم مثل گروه‌های خونی و در ادامه درباره انواع صفات و نحوه به ارث رسیدن آن‌ها و قوانین وراثت آن‌ها مطالبی می‌خوانیم ☺  
در پایان نیز مطالبی در ارتباط با بیماری‌های ژنتیکی و نحوه کنترل و مهار اون‌ها می‌خوانید!

نکات مهم در این فصل :

- (۱) گروه‌های خونی و مسائل مربوط به آن
- (۲) انواع صفات مختلف و نحوه به ارث رسیدن ال‌ها
- (۳) صفات چند الی و تک الی
- (۴) مهار بیماری‌های ژنتیک (مثل PKU)

این فصل مطالب مفهومی خاص خودش داره، جالبیش این هست که محاسباتی (هرچند کوتاه و گاهی سخت!) هم داره که باید به خورده (فقط به ذره) ریاضی رو خوب بلد باشید.

**شباهت** بین فرزندان و والدین، گویای آن است که ویژگی‌های والدین به‌نحوی به فرزندان منتقل می‌شود.

مولفان : دپارتمان زیست‌شناسی لیمووترش  
توجه: هرگونه کپی برداری از جزوه حرام می‌باشد و پیگرد قانونی دارد.

ترکیب: یک از ۷ ویژگی همه جانداران تولید مثل می‌باشد و به معنی این است که جانداران موجوداتی کم و بیش شبیه خود را به وجود می‌آورند. (یوزپلنگ همیشه از یوزپلنگ زاینده می‌شود.)

توجه: در نگاهی کلی تولیدمثل به روش‌های جنسی و غیرجنسی انجام می‌شود. در تولیدمثل جنسی (به جز خودلقاحی در گیاهان) دو والد شرکت می‌کنند و در تولیدمثل غیرجنسی (باکتری‌ها، تکثیر بخش‌های رویشی گیاهان و ...) یک والد شرکت می‌کند.

در تولیدمثل جنسی ارتباط بین نسل‌ها را کامه‌ها (گامت‌ها) برقرار می‌کنند و ویژگی‌های هر یک از والدین توسط دستورالعمل‌هایی که در دِنای موجود در کامه‌ها قرار دارد، به نسل بعد منتقل می‌شود.

### ترکیب اسپرم‌زایی (زامه‌زایی) از زیست یازدهم:

سلول‌های اسپرماتوگونی به طور پی‌درپی تقسیم میتوز را انجام می‌دهند و تعداد زیادی سلول تولید می‌کنند. گروهی از این سلول‌ها در لایه زاینده می‌مانند که لایه زاینده حفظ شود.

گروهی از این سلول‌ها به نام اسپرماتوسیت‌ها اولیه هستند که تقسیم میوز I را انجام می‌دهند، به طوری که در میوز II از هر اسپرماتوسیت اولیه، دو اسپرماتوسیت ثانویه و در میوز II از هر اسپرماتوسیت ثانویه دو اسپرماتید (زام یاختک) تولید می‌شود. سرانجام از تمایز اسپرماتید، اسپرم تشکیل می‌شود. بنابراین از هر سلول اسپرماتوگونی دیپلوئید، سرانجام چهار اسپرم هاپلوئید (گامت نر) تولید می‌شود.

### ترکیب تخمک‌زایی از زیست یازدهم:

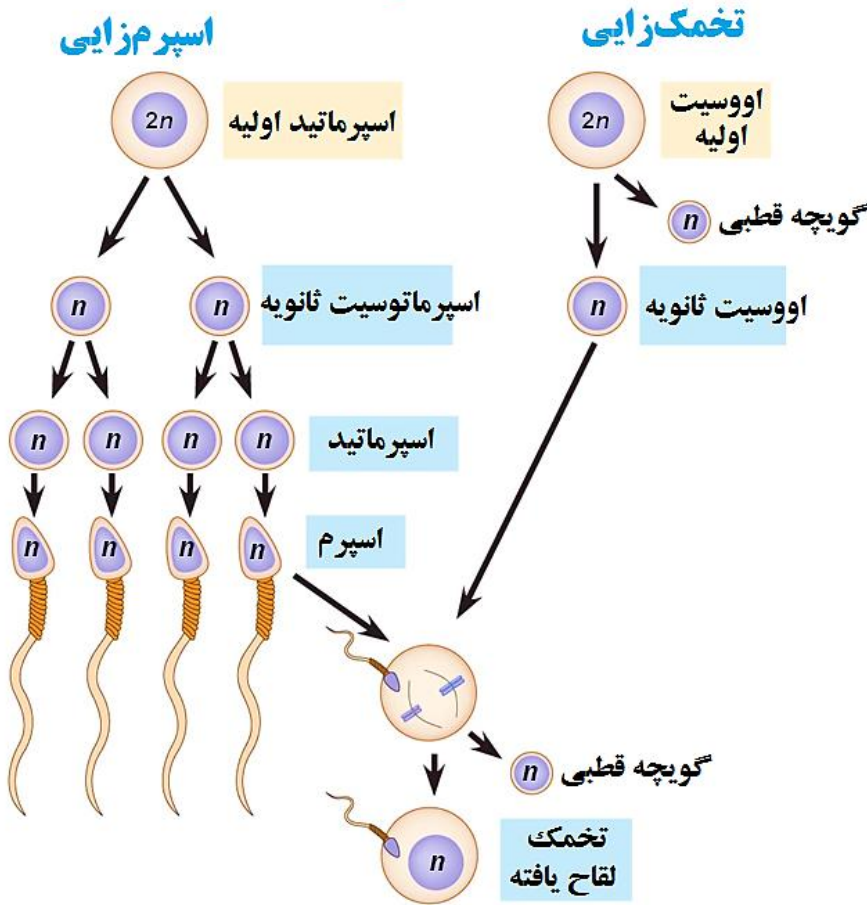
سلول‌های اووگونی (مامه‌زا): لایه زاینده تخمدان در دوران جنینی تشکیل می‌دهند. دیپلوئید هستند. در دوران جنینی با تقسیم میتوز تعداد فراوانی اووسیت اولیه تولید می‌کنند. بعد تولد تقسیم نمی‌شوند. توانایی میوز (تشکیل تتراد، کراسینگ اوور و ...) ندارند.

اووسیت اولیه: در دوران جنینی از تقسیم میتوز اووگونی ایجاد می‌شود. دیپلوئید است. توانایی میتوز ندارد. از بعد تولد دیگر ایجاد نمی‌شود. در دوران جنینی میوز یک را آغاز کرده و در پروفاز میوز یک متوقف می‌شود. تا سن بلوغ جنسی بدون فعالیت باقی می‌ماند. از بلوغ جنسی ادامه میوز یک را انجام می‌دهد. در مرحله لوتئال با حداکثر شدن LH میوز یک را تکمیل کرده و اووسیت ثانویه و نخستین گویچه قطبی را ایجاد می‌کند.

نکته: سیتوکینز (تقسیم سیتوپلاسم) اووسیت اولیه از نوع نابرابر است. نکته: کروموزوم‌های اووسیت اولیه و ثانویه و نخستین گویچه قطبی، مضاعف (دو کروماتیدی) هستند.

اووسیت ثانویه: بیشترین مقدار سیتوپلاسم دارد. درون تخمدان ایجاد می‌شود. پس از پاره شدن تخمدان وارد لوله فالوپ می‌شود (روز ۱۴). هاپلوئید است. کروموزوم‌های آن دو کروماتیدی است. توانایی لقاح دارد. توانایی میوز II دارد. توانایی میتوز ندارد.

## گامت‌زایی در انسان



مولفان : دیپارتمان زیست‌شناسی لیمووترش  
توجه: هرگونه کپی برداری از جزوه حرام می‌باشد و پیگرد قانونی دارد.

**نکته :** در صورتی که اووسیت ثانویه با اسپرم لقاح یابد، میوز دو را انجام می‌دهد و در طی سیتوکینز نابرابر یک سلول بزرگ و دومین گویچه قطبی تشکیل می‌دهد.

**نکته:** سلول بزرگ پس از رشد به تخمک یا اوول تبدیل می‌شود.

**تذکر:** تا زمانی که لقاح صورت نگیرد، میوز II توسط اووسیت ثانویه صورت انجام نمی‌شود.

**نکته :** پیش از کشف قوانین وراثت، تصور بر آن بود که صفات فرزندان، آمیخته‌ای از صفات والدین و حد واسطی از آنهاست.

یعنی اگر یکی از والدین بلند قد و دیگری کوتاه قد باشد، فرزند آنان قدی متوسط خواهد داشت.

**تذکر مهم :** مشاهدات متعدد نشان داد که این تصور درست نیست.

در اواخر قرن نوزدهم، زمانی که هنوز ساختار و عمل دنا و ژن‌ها معلوم نبود، دانشمندی به نام گریگور مندل (کشیش بود همون پدر روحانی خودمون ☺) توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند.

**توجه :** وراثت قوانینی دارد که در ادامه با آنها آشنا می‌شویم ولی دمت پدر گریگور (مثل خارجکی‌ها شد) گرم، که این قوانین را کشف کرد. ☺

**نکته مهم :** حواستون مندل از ساختار ماده ژنتیک، نحوه انتقال آن، عملکرد ژن‌ها در بروز صفات اطلاعاتی نداشت!

**توجه :** به کمک قوانین وراثت، می‌توان صفات فرزندان را پیش‌بینی کرد.

خب برای مرور مطالب حتماً دوتا تست زیر رو بزنید دکترهای عزیز ☺

**تست ۱: کدام گزینه زیر به درستی بیان شده است؟**

- ۱) به دلیل وجود شباهت بین فرزندان و والدین، ویژگی‌های آنها به نحوی به نسل بعد انتقال می‌یابد.
- ۲) به منظور انتقال صفات از یک نسل به فرزندان، همیشه طی فرایند تقسیم و تمایز گامت‌هایی ایجاد می‌شود.
- ۳) ویژگی‌های هر یک از زاده‌ها حاصل دستورالعمل‌های دنا بوده که فقط طی تولید مثل جنسی انتقال می‌یابد.
- ۴) در هر جاننداری که اطلاعات وراثتی فقط از طریق تولید مثل غیر جنسی انتقال می‌یابد، هر RNA پلیمرازی به تنهایی راه‌انداز را شناسایی می‌کند.

**تست ۲: کدام گزینه زیر به درستی بیان شده است؟**

- ۱) هر ویژگی که در تمام طول حیات هر فرد بروز می‌کند، توسط ژن مستقیماً از والدین دریافت کرده است.
- ۲) هر ویژگی که در والدین وجود دارد، در نهایت طی تولید مثل به فرزندان انتقال می‌یابد.
- ۳) ویژگی‌های ارثی (صفت) در جانداران انواع مختلفی (شکل) داشته که در علم زیست شناسی بررسی می‌شوند.
- ۴) هر یک از افراد جمعیت دارای ویژگی‌هایی بوده که همگی طی تولید مثل به نسل بعد منتقل می‌شوند.

پاسخ تست‌های بالا : تست ۱ : گزینه (۱)      تست ۲ : گزینه (۳)

**گفتار ۱- مفاهیم پایه**

## صفات :

هر یک از ما ویژگی‌هایی داریم که ما را با آن‌ها می‌شناسند.

**بعضی** از این ویژگی‌ها را از والدین خود دریافت کرده‌ایم، مثل : رنگ چشم، رنگ مو یا گروه خونی.

ویژگی‌هایی را هم می‌شناسیم که ارثی نیستند؛ مثل تغییر تیره شدن رنگ پوست که به علت قرار گرفتن در معرض آفتاب ایجاد شده است.

**توضیح :** رنگ پوست یک انسان هم ارثی است و به نژاد فرد بستگی دارد مثلاً یک فرد سیاه پوست از شکم مادر که زاده میشه، سیاه پوسته و تیرگی رنگ پوستش به علت قرار گرفتن در معرض آفتاب ایجاد شده است. منظور اینجا این است که محیط بر روی یک صفت تاثیر گذار است. (همانند مثال بالا که فردی که طولانی مدت در معرض آفتاب قرار می‌گیرد).

در علم ژن‌شناسی، ویژگی‌های ارثی جانداران را صفت می‌نامند.

ژن‌شناسی، شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می‌پردازد.

## ✓ مهندسی ژن شناسی (ژنتیک)

(a) مدت‌هاست که زیست‌شناسان می‌توانند ژن‌های یک جاندار را به بدن جاندار دیگر وارد کنند. به گونه‌ای که ژن‌های منتقل شده بتوانند اثرهای خود را ظاهر کنند این روش مهندسی ژنتیک نام دارد روشی که در آن انتقال صفت یا صفاتی از یک جاندار به جانداران دیگر میسر می‌شود.

**مثال :** وارد کردن ژن‌های دلخواه از گیاهان خودرو به گیاهان زراعی یا تغییر گیاهان و اصلاح محصولات آن، بهبود مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌ها، کم‌آبی‌ها و ... و انتقال ژن‌های انسانی به باکتری

**توجه :** مهندسان ژنتیک حتی می‌توانند ژن‌های انسانی را به گیاهان، جانوران دیگر یا حتی باکتری‌ها وارد کنند.

**نکته :** انتقال ژن در مهندسی ژنتیک بین جانداران صورت می‌گیرد این انتقال می‌تواند بین جانداران هم‌گونه و حتی غیرهم‌گونه صورت بگیرد.

**نکته :** در مهندسی ژنتیک برخلاف تراژنی می‌توان بین افراد یک گونه انتقال ژن را انجام داد.

**ترکیب :** تولید جانداران تراژنی از نگرانی‌های جامعه و از جمله موضوع‌های اخلاق زیستی است.

**نکته :** هر یک از افراد جمعیت، ویژگی‌هایی دارد که ممکن است این ویژگی‌ها به نسل بعد منتقل شوند. (طی تولیدمثل) هر یک از صفاتی که نام بردیم به شکل‌های مختلفی دیده می‌شوند.

① مثلاً رنگ چشم ممکن است به رنگ مشکی، قهوه‌ای، سبز یا آبی باشد.

② یا حالت موم ممکن است به شکل صاف، موج‌دار یا فر دیده شود.

③ یا ضریب یا بهره هوشی که ممکن است فرد باهوش یا کند هوش یا با هوش متوسط باشد.

به انواع مختلف یک صفت، شکل‌های آن صفت می‌گویند.

## الل یا دگره چیست؟



انواع رنگ چشم به رنگیزه موجود در لایه میانی چشم مرتبط است



ژن‌ها در جانداران مسئول بروز صفات هستند و این کار را با بیان پروتئین‌های خاصی انجام می‌دهند.

پس در واقع بروز شکل‌های مختلف صفات به وجود آن ژن خاص در فرد بستگی دارد.

اینکه به طور مثال رنگ چشم باهم تفاوت دارند به ژن یا ژن‌هایی مربوط به است که در توالی خود تفاوت جزئی با یکدیگر دارند و همین سبب ایجاد پروتئین‌هایی با شکل و ساختار متفاوت می‌شود.

توجه: یک صفت دارای حالت‌های مختلفی است که هر یک از این حالت‌ها، الل یا دگره می‌گویند.

الل یا دگره همان ژنی است که با بیان خود باعث بروز آن صفت می‌شود، به طور مثال کسی که الل موی موج‌دار دارد، یعنی ژنی که این صفت را بروز می‌دهد، دارد.

تذکر: الل مربوط به صفت رنگ چشم ارتباطی مثلا به الل مربوط به گروه خونی ندارند.

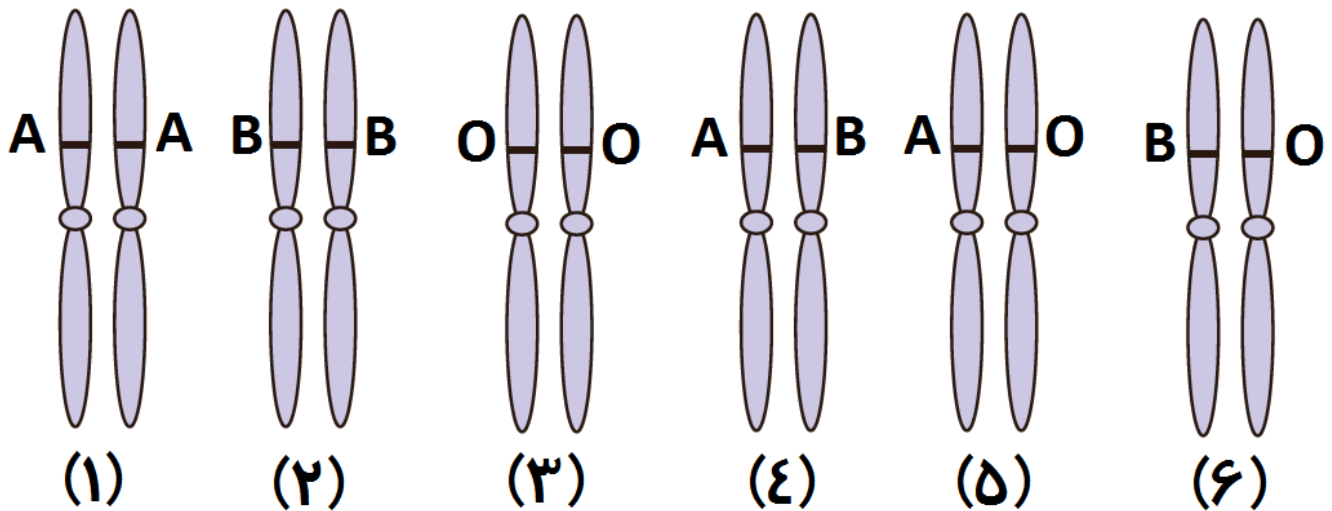
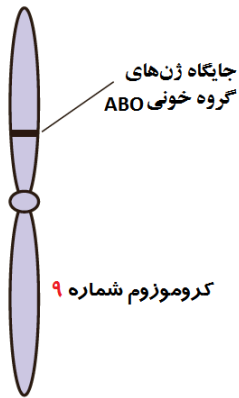
الل یا دگره‌های یک صفت، ژن‌هایی هستند که در جایگاه مشخصی از دنا جاندار قرار دارند.

نکته: جایگاه یک ژن در دنا یک یاخته همیشه ثابت است و در همه افراد آن گونه یکسان است و هیچگاه ژن دیگه‌ای در آن جایگاه مشاهده نمی‌شود.

مثال: در گروه‌های خونی الل‌های مختلف A، B و O در کروموزوم شماره ۹ و در یک جایگاه اختصاصی قرار دارند که مربوط به گروه‌های خونی است، در این جایگاه فقط یکی از این الل‌ها قرار می‌گیرد، در انسان کروموزوم‌ها جفت جفت هم‌تا هستند، پس هر انسان یک جفت کروموزوم شماره ۹ دارد، پس می‌توان گفت دو الل برای این صفت در انسان دیده می‌شود.

توجه: این دو الل از والدین به ارث می‌رسند به این معنی که یک الل گروه‌های خونی ABO از اسپرم و یک الل دیگر از تخمک دریافت می‌شود.

با توجه به گفته‌های بالا هر فرد می‌تواند حالت‌های زیر را در کروموزوم‌های شماره ۹ خود داشته باشد:



نکته: در بدن انسان برای صفات تک ژنی و مستقل از جنس، حداقل دو الل در دنا فرد مشاهده می‌شود.

چند تذکر مهم:

مثال عبارت بالا می‌تواند صفت گروه خونی Rh باشد که دارای دو الل در فرد است و چون بر روی کروموزوم غیرجنسی (شماره ۱) است، مستقل از جنس است و فقط مربوط به یک تک ژن است.

حواستون باشه که حداقل دو الل بخاطر این است که هر جور حساب کنید هر انسان دو کروموزوم غیرجنسی هم‌تا دارد و قطعاً دو الل برای هر ژن یافت می‌شود.

نکته: گروه خونی ABO نوعی صفت تک ژنی و مستقل از جنس است که سه الل (A، B و O) مختلف دارد.

راجب تک ژنی بودن یا چند ژنی بودن در ادامه با یکدیگر بحث می‌کنیم.

مولفان : دیپارتمان زیست‌شناسی لیمووترش  
توجه: هرگونه کپی برداری از جزوه حرام می‌باشد و پیگرد قانونی دارد.

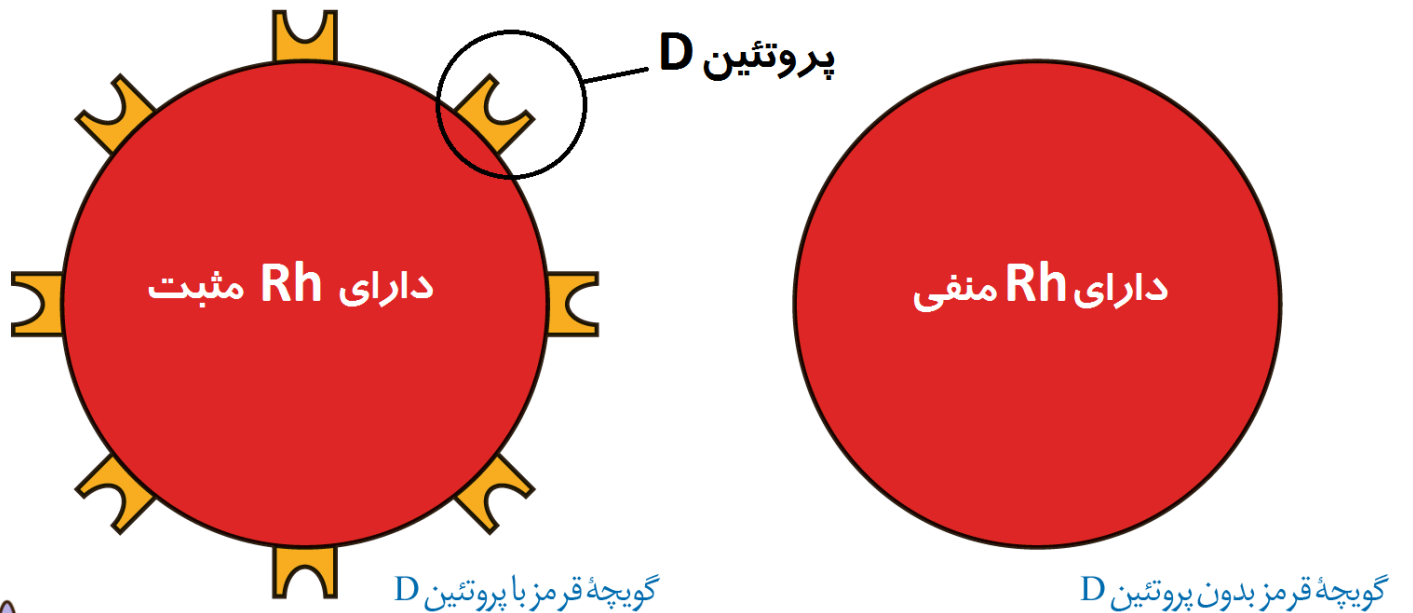
اما در ارتباط با صفات جنسی یا مستقل از جنس باید به این نکته توجه داشته باشید، در مردان چون کروموزوم‌های جنسی به صورت XY هستند، اگر اللی بر روی کروموزوم X قرار داشته باشد، در کروموزوم Y همان جایگاه، الی مورد نظر یافت می‌نشود (ادبیاتی گفتیم!!)  
این به این معناست که در مردان صفات وابسته به جنس با یک الی بروز می‌یابند.  
در زنان صفات وابسته به جنس و غیر جنس تفاوتی با یکدیگر ندارند چون دو کروموزوم X دارند که باهم هم‌تا می‌باشند.

### ◀ گروه‌های خونی :

وقتی می‌گویند گروه خونی شخصی  $A^+$  است در واقع «دو» گروه خونی را برای او مشخص کرده‌اند.

- ① یکی گروه خونی معروف به **ABO**
- ② دیگری گروه خونی‌ای به نام **Rh**.

گروه خونی Rh براساس بودن یا نبودن پروتئینی است که در **غشای** گویچه‌های قرمز جای دارد و **پروتئین D** نامیده می‌شود.  
⊖ اگر این پروتئین وجود داشته باشد، گروه خونی Rh مثبت است.  
⊖ اگر این پروتئین وجود نداشته باشد گروه خونی Rh منفی خواهد شد.



بود و نبود پروتئین D به نوعی ژن بستگی دارد.  
ترکیب : در فصل قبل خواندیم که

دو ژن در ارتباط با این پروتئین، در میان مردم دیده می‌شود.  
ژنی که می‌تواند پروتئین D را بسازد، ژن یا الی D می‌نامند.  
ژنی که نمی‌تواند پروتئین D را بسازد، ژن یا الی d می‌نامند.

D و d جای مشخصی در فام‌تن دارند. (طبق قرارمون هر ژن مربوط به یک صفت در جایگاه خاص آن صفات در دنا قرار دارد.  
هر دو، جای یکسانی از فام‌تن شماره ۱ را که جایگاه صفت گروه خونی Rh است به خود اختصاص داده‌اند.

توجه داشته باشید : هر فام‌تن شماره ۱ در این جایگاه ژن **D** یا **d** را دارد و نه هر دو را.

تذکر : هر فرد یک جفت فام‌تن شماره ۱ دارد، هر کدام از این کروموزوم‌ها در جایگاه ژن‌های Rh، یا ژن D دارد یا ژن d، جایگاه ژن‌های Rh است در این دو کروموزوم ژن موجود در جایگاه‌ها مشابه نباشند (یعنی یکی D و دیگری d باشد) یا یکسان باشد (هر دو D یا هر دو d)

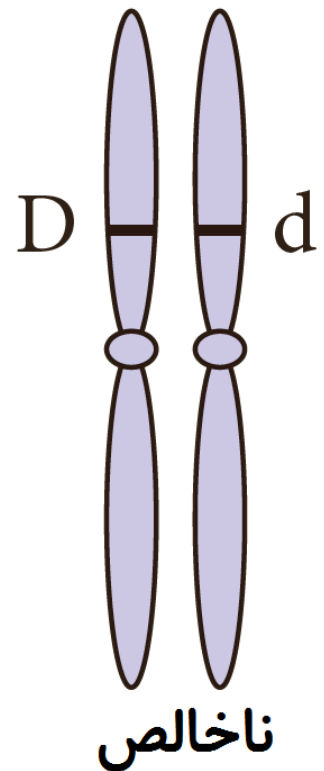
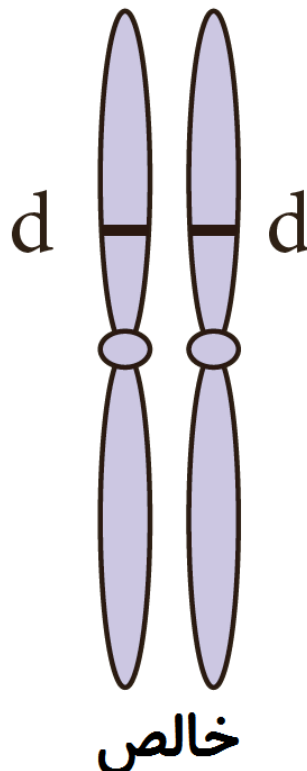
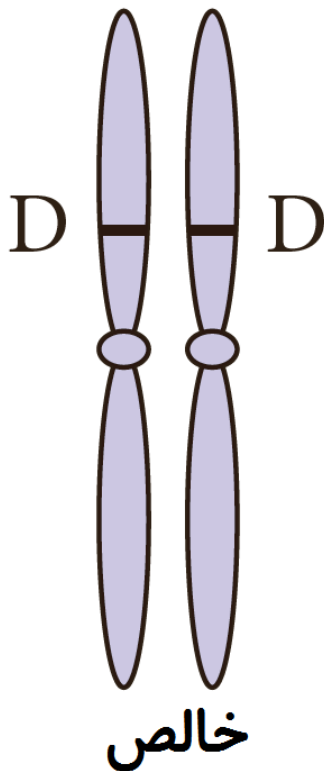
یاد آوری : به این جایگاه از فام‌تن شماره ۱، جایگاه ژن‌های Rh می‌گویند.  
توجه : ژنوتیپ یا ژن‌نمود به حالت‌های مختلف ترکیب دگرهای یا اللی گفته می‌شود.  
از روی ژنوتیپ می‌توان به ژن‌های فرد در ارتباط با آن صفت پی برد همچنین هاپلوئید یا دیپلوئید یا تریپلوئید یا ... بودن جاندار نیز مشخص می‌شود.

دقت کنید : اگر جاننداری هاپلوئید باشد به طور معمول برای هر صفت تک ژنی یک الل دارد.  
اگر دیپلوئید باشد برای هر صفت تک ژنی به طور معمول دو الل دارد.  
به طور کلی تعداد کروموزوم‌های همتا مشخص می‌کند چند الل برای هر صفت تک ژنی موجود باشد.  
انسان چون کروموزوم‌هایش دو به دو همتا هستند، پس دو الل برای هر صفت تک ژنی دارد.

قبلا گفتیم و بازم مرور کنیم :

D و d شکل‌های مختلف صفت Rh را تعیین می‌کنند  
هر دو جایگاه ژنی یکسانی دارند، پی دگرهای (الل‌های) صفت Rh هستند.  
از آنجا که هر یک از ما انسان‌ها  $2n=46$  هستیم و دو کروموزوم ۱ (به صورت همتا) داریم، پس دو دگره هم برای Rh داریم.  
ژنوتیپ‌های مرتبط با گروه خونی Rh :

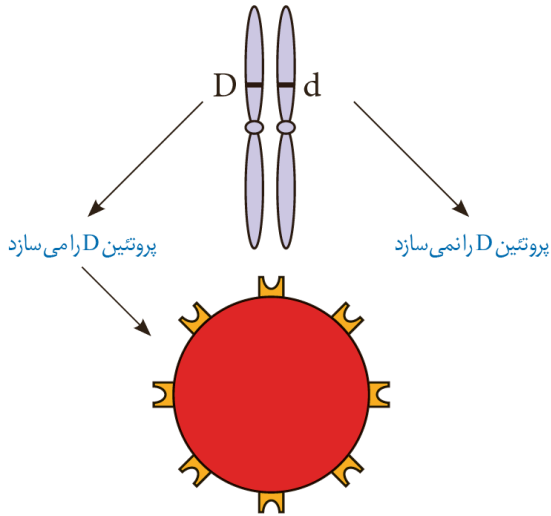
- هر دو فام‌تن شماره ۱، D یا هر دو d را داشته باشند. در این صورت می‌گویند فرد برای این صفت خالص است
- اگر یک فام‌تن D و دیگری d را داشته باشد می‌گویند فرد برای این صفت، ناخالص است.



شکل ژن‌نمودهای خالص و ناخالص

توجه : رخ‌نمود یا فنوتیپ شکل ظاهری یا حالت بروز یافته یک صفت است. فنوتیپ توسط پروتئین‌ها تعیین می‌شود.

### ✓ فنوتیپ‌های (رخنمود) مطرح شده با صفت گروه خونی Rh:



1 گروه خونی فردی که ژنوتیپ DD است، فنوتیپ Rh مثبت دارد

2 گروه خونی فردی یا ژنوتیپ dd، فنوتیپ Rh منفی است.

گروه خونی فردی که Dd است؛ چگونه می‌شود؟

مشاهدات نشان می‌دهند که افراد ناخالص با ژنوتیپ Dd، گروه خونی Rh مثبت را خواهند داشت.

3 اگر دو دگره D و d کنار هم قرار بگیرند، این آلل D است که بروز می‌کند. پس فنوتیپ Rh مثبت است.

در این حالت گفته می‌شود که دگره D بارز و دگره d نهفته است و بین دگره‌ها رابطه بارز و نهفتگی برقرار است.

توجه مهم: طبق قرارداد، دگره بارز را با حرف بزرگ و دگره نهفته را با حرف کوچک آن نشان می‌دهیم.

در رابطه بارز و نهفتگی یکی از آلل‌ها نسبت به دیگری ارجحیت دارد (خودمونی زوروش زیاده!) که سبب می‌شود بر دیگری غلبه داشته باشد.

توجه: اغلب رابطه‌هایی که در حد کنکور و حتی در اطرافمان می‌بینیم از نوع همین رابطه بارز نهفتگی است!

داشتن تنها یک دگره D کافی است تا در غشای گویچه‌های قرمز پروتئین D مشاهده شود.

به همین علت، گروه خونی فردی که برای این صفت ناخالص است، مثبت خواهد شد.

شکل مقابل توضیح رابطه بارز و نهفتگی بین آلل‌های گروه خونی Rh

### چند نکته تکمیلی رو با هم داشته باشیم:

(a) کروموزوم شماره 1 بزرگترین کروموزوم بدن از لحاظ اندازه است (با توجه به کاریوتیپ که کروموزوم‌ها را براساس اندازه مرتب می‌کند)، پس بیشترین مقدار نوکلئوتید و پیوند فسفودی‌استر را دارد و بیشترین زمان را لازم دارد تا همانندسازی شود.

(b) در صفت گروه خونی Rh اگر فردی فاقد پروتئین D باشد، قطعاً دارای ژنوتیپ dd و فنوتیپ Rh منفی است.

(c) اگر فردی دارای پروتئین D در غشای خود باشد، تعیین فنوتیپ راحت است چون فنوتیپ Rh مثبت دارد ولی تعیین ژنوتیپ ممکن نیست چون هم می‌تواند Dd و هم DD باشد.


(d) اگر فردی با فنوتیپ Rh منفی داشتیم حتماً دارای دو آلل d است.

(e) اگر فردی با فنوتیپ Rh مثبت داشتیم، حتماً دارای حداقل یک آلل D است.

### جدول انواع ژن‌نمود و رخنمود گروه خونی Rh

ژن‌نمود	رخنمود	نحوه بروز صفت	شکل غشای گویچه قرمز
DD	گروه خونی +	مشاهده پروتئین D در سطح غشای گویچه قرمز	
Dd	گروه خونی +	مشاهده پروتئین D در سطح غشای گویچه قرمز	



	عدم مشاهده پروتئین D در سطح غشای گویچه قرمز	گروه خونی -	dd
---	---	-------------	----

خب برای مرور مطالب حتماً سه تا تست زیر رو بزنید دکترهای عزیز ☺

**تست ۳: کدام گزینه زیر در ارتباط با صفت گروه خونی Rh صحیح است؟**

- (۱) هر فردی که در غشای گویچه‌های قرمز خود دارای پروتئین D می‌باشد، گروه خونی Rh مثبت دارد.
- (۲) در هر یک از کروموزوم‌های درون هسته‌ی انسان با گروه خونی مثبت، یک جایگاه برای ژن سازنده‌ی پروتئین D وجود دارد.
- (۳) هر فردی که دارای گروه خونی منفی می‌باشد، در هیچکدام از کروموزوم‌های هسته‌ای خود ژن‌های گروه خونی Rh ندارد.
- (۴) هر یک از ژن‌های گروه خونی Rh درون کروموزوم شماره‌ی یک قرار داشته و بعد از رونویسی در نهایت سبب تشکیل پروتئین D می‌شوند.

**تست ۴: کدام گزینه زیر در ارتباط با صفت گروه خونی Rh صحیح است؟**

- (۱) هر یک از کروموزوم‌های شماره‌ی یک در انسان، دارای جایگاه‌هایی برای ژن‌های دخیل در گروه خونی Rh هستند.
- (۲) جایگاه ژن‌های Rh در کروموزوم‌های شماره‌ی یک انسان، در هر یاخته هسته‌داری رونویسی می‌شود.
- (۳) صفت Rh می‌تواند به دو شکل مختلف در جمعیت بروز کند و در یاخته‌ی هسته‌دار پیکری دارای جایگاه ژنی یکسانی هستند.
- (۴) در هر یاخته‌ی هسته‌دار و دیپلوئید انسان بر روی جفت کروموزوم شماره‌ی یک دو شکل از صفت Rh وجود دارد.

**تست ۵: چند مورد از عبارات زیر در ارتباط با صفت گروه خونی Rh نادرست است؟**

- در فردی با گروه خونی Rh منفی در صورت بیان ژن d در نهایت پروتئین‌هایی ساخته شده و در غشای گویچه‌ی قرمز جای می‌گیرد.
- فردی که دارای گروه خونی Rh منفی است، طی فعالیت ریبوزوم‌هایی در مغز قرمز استخوان پروتئین D ساخته می‌شود.
- دو فرد که توانایی ساختن پروتئین D دارد، هیچگاه ممکن نیست دارای دو نوع ژنوتیپ متفاوت برای صفت Rh باشند.
- در هر فردی که در غشای گویچه‌های قرمز آن پروتئین D یافت می‌شود، قطعاً دارای ژنوتیپ خالص می‌باشد.
- در فردی که صفت Rh آن تحت کنترل دو آلل مشابه می‌باشد، قطعاً شکل بارز آن بروز می‌کند.

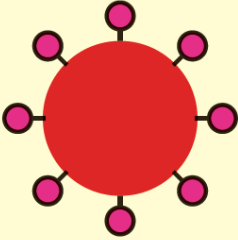
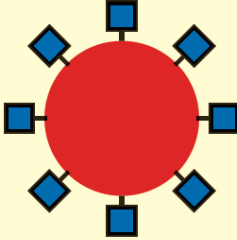
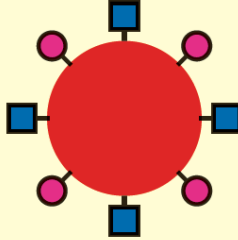
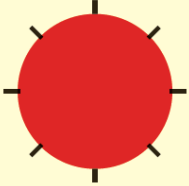
(۱) ۲      (۲) ۳      (۳) ۴      (۴) ۵

پاسخ تست‌های بالا : تست ۳: گزینه (۱)      تست ۴: گزینه (۳)      تست ۵: گزینه (۴)

نوع دیگری از رابطه بین دگرها را در صفت گروه خونی ABO می‌توانیم ببینیم.

**◀ گروه خونی ABO:**

در گروه خونی ABO خون به چهار گروه (فنوتیپ) A, B, AB و O گروه‌بندی می‌شود.  
این گروه‌بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است.

	گروه خونی A	گروه خونی B	گروه خونی AB	گروه خونی O
گویچه قرمز				
نوع کربوهیدرات گویچه قرمز	A	B	A و B	هیچ کدام

### شکل - مبنای گروه خونی ABO

برای گروه خونی ABO چه دگره‌هایی وجود دارد؟

اضافه شدن کربوهیدرات‌های A و B به غشای گلبول قرمز، یک واکنش آنزیمی است.

دو نوع آنزیم وجود دارد :

① یکی آنزیم A، که کربوهیدرات A را به غشا اضافه می‌کند

② یکی آنزیم B، که کربوهیدرات B را اضافه می‌کند.

③ اگر هیچ‌یک از این دو آنزیم وجود نداشته باشند، آن‌گاه هیچ کربوهیدراتی اضافه نخواهد شد.

Ⓒ بنابراین برای این صفت تک ژنی غیرجنسی، سه دگره وجود دارد :

① دگره ای که آنزیم A را می‌سازد. (دگره A یا  $I^A$ )

② دگره ای که آنزیم B را می‌سازد. (دگره B یا  $I^B$ )

③ دگره ای که هیچ آنزیمی نمی‌سازد. (دگره O یا i)

جایگاه ژن‌های گروه خونی ABO در فام‌تن شماره ۹ است.

برای سادگی، این سه دگره را به ترتیب، A، B و O می‌نامیم.

ژنوتیپ‌های مورد نظر در ارتباط با گروه‌های خونی ABO :

برای هر فرد دو ال در ارتباط با این گروه خونی متصور هستیم، بنابراین ژنوتیپ‌ها :

AA، BB، OO، AB، AO و BO می‌باشد.

پس برای گروه‌های خونی ۶ ژنوتیپ در جمعیت مشاهده می‌کنیم که نیمی خالص و نیمی ناخالص هستند.

فنوتیپ‌های مورد نظر در ارتباط با گروه‌های خونی ABO :

در اینجا تشخیص رخ‌نمود برای ژن‌نمودهای خالص AA، BB، OO آسان است: گروه خونی به ترتیب A، B یا O می‌شود.

توجه : به چیزی رو همین الان توی ژنتیک یاد بگیرید وقتی ژنوتیپ خالص باشد، فنوتیپ نیز همان است و اصلا راجبش فکر نکنید، مشکل یا گیر

ما بیشتر متوجه ژنوتیپ‌های ناخالص است که تکلیفشان را مشخص کنیم 😊

👉 **رخ‌نمود ژن‌نمودهای ناخالص چیست؟ رابطه بارز و نهفتگی بین دگره‌ها چگونه است؟**

ژن‌نمودهای ناخالص برای این دگره‌ها عبارت‌اند از AO، BO و AB.

👉 گروه خونی فردی که AO است چیست؟ دگره A آنزیم A را می‌سازد اما دگره O هیچ آنزیمی نمی‌سازد.

پس گروه خونی این فرد A خواهد شد. به همین علت گفته می‌شود A نسبت به O بارز است.

☞ گروه خونی فردی که BO است چیست؟ دگره B آنزیم B را می‌سازد اما دگره O هیچ آنزیمی نمی‌سازد.

پس گروه خونی این فرد B خواهد شد. دگره B هم نسبت به دگره O بارز است.

تذکر: پس تا اینجا متوجه شدیم که دگره‌های A و B نسبت به دگره O غالب هستند.

در ژن نمود AB هر دو آنزیم ساخته می‌شوند و به همین علت گلبول قرمز هر دو کربوهیدرات A و B را خواهد داشت.

در اینجا رابطه بین دو دگره A و B، دیگر از نوع بارز و نهفتگی نیست.

تذکر: در رابطه بارز نهفتگی فقط یکی از الل‌ها بروز می‌یابد که به عنوان الل بارز از آن یاد می‌شود.

**رابطه هم‌توانی:** نوعی رابطه‌ی میان دو آلل است که طی آن اثر هر دو همراه با هم ظاهر می‌شود.

چنین رابطه‌ای را هم‌توانی می‌نامیم و دگره‌های A و B نسبت به هم هم‌توان هستند.

پس اینجوری شد که ما در ارتباط با گروه‌های خونی ABO، ۶ ژنوتیپ و ۴ فنوتیپ A، B، AB و O داریم.

یاد آوری: ژن‌شناسان دگره‌های A، B و O را به ترتیب با  $I^A$ ،  $I^B$  و  $i$  نشان می‌دهند.

این نوع نام‌گذاری نشان می‌دهد که دگره  $I^A$  و  $I^B$  نسبت به هم هم‌توان اما نسبت به  $i$  بارزند.

**چند نکته تکمیلی رو با هم داشته باشیم:**

(a) در صفت گروه خونی ABO اگر فردی فاقد کربوهیدرات A و B باشد، قطعاً دارای ژنوتیپ OO یا ii است و فنوتیپ گروه خونی O است.

(b) اگر فردی فاقد کربوهیدرات A و دارای B باشد، تعیین فنوتیپ راحت است چون فنوتیپ گروه خونی B دارد ولی تعیین ژنوتیپ ممکن نیست چون هم می‌تواند BO و هم BB باشد.

(c) اگر فردی فاقد کربوهیدرات B و دارای A باشد، تعیین فنوتیپ راحت است چون فنوتیپ گروه خونی A دارد ولی تعیین ژنوتیپ ممکن نیست چون هم می‌تواند AO و هم AA باشد.

(d) در صفت گروه خونی ABO اگر فردی دارای کربوهیدرات A و B باشد، دارای ژنوتیپ AB یا  $I^A I^B$  است و فنوتیپ گروه خونی AB است.

(e) اگر فردی با گروه خونی AB یا O داشتیم، تشخیص ژنوتیپ به آسانی است و به ترتیب AB و OO است.

(f) اگر فردی با گروه خونی A یا B داشتیم، در ارتباط با ژنوتیپ افراد نمی‌توانیم اظهار نظر کنیم چون ممکن است فرد دارای ژنوتیپ خالص یا ناخالص باشد.

از روی ژنوتیپ و فنوتیپ والدین یا فرزندان می‌توان به وضعیت ژنوتیپ یا فنوتیپ یکدیگر پی برد، برای مثال نکات بعدی رو خوب بهش دقت کنید:

◀ آیا ممکن است پدر و مادری گروه خونی داشته باشند که در هیچ یک از فرزندان یافت نشود؟

پاسخ: بله ممکن است.

حالت اول: فرض کنید پدر دارای گروه خونی O (ژنوتیپ OO) و مادر AB (ژنوتیپ AB) باشد، در صورت آمیزش ژنوتیپ‌های که در فرزندان مشاهده می‌شود، AO و BO است که به این معنی است که فرزندان گروه خونی A و B دارند که متفاوت از والدین است.

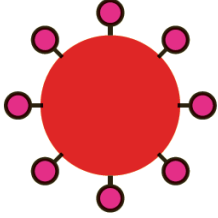
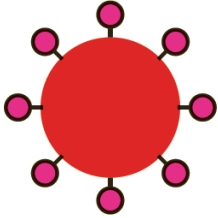
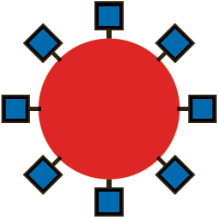
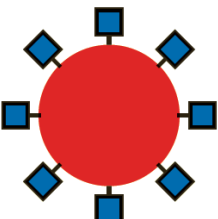
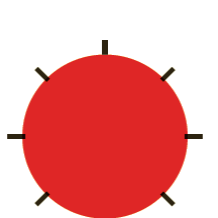
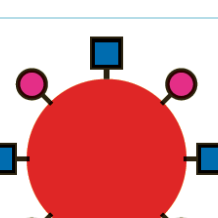
حالت دوم: پدری دارای گروه خونی A (ژنوتیپ AA) و مادری دارای گروه خونی B (ژنوتیپ BB) باشد، در صورت آمیزش ژنوتیپ‌های که در فرزندان مشاهده می‌شود، AB است که به این معنی است که فرزندان گروه خونی AB دارند که متفاوت از والدین است.

◀ چه موقعی بیشترین تنوع گروه خونی در فرزندان مشاهده می‌شود؟

برای پاسخ به این سوال شما باید پدر و مادر با گروه خونی A و B داشته باشید البته به شرطی که هر دو ژنوتیپ ناخالص باشند یعنی آمیزش AO با BO را داشته باشیم که در این حالت:

ژنوتیپ‌های فرزندان برابر با AO، BO، AB و OO است که فنوتیپ‌ها به ترتیب A، B، AB و O می‌شود.

ژن‌نمود	رخ‌نمود	نحوه بروز صفت	شکل غشای گویچه قرمز
---------	---------	---------------	---------------------

	<p>مشاهده کربوهیدرات A در سطح غشای گویچه قرمز (بیان آنزیم A که این واکنش را انجام می‌دهد)</p>	<p>گروه خونی A</p>	<p>AA یا I<sup>A</sup>I<sup>A</sup> خالص</p>
	<p>مشاهده کربوهیدرات A در سطح غشای گویچه قرمز (بیان آنزیم A که این واکنش را انجام می‌دهد)</p>	<p>گروه خونی A</p>	<p>AO یا I<sup>A</sup>i ناخالص</p>
	<p>مشاهده کربوهیدرات B در سطح غشای گویچه قرمز (بیان آنزیم B که این واکنش را انجام می‌دهد)</p>	<p>گروه خونی B</p>	<p>BB یا I<sup>B</sup>I<sup>B</sup> خالص</p>
	<p>مشاهده کربوهیدرات B در سطح غشای گویچه قرمز (بیان آنزیم B که این واکنش را انجام می‌دهد)</p>	<p>گروه خونی B</p>	<p>BO یا I<sup>B</sup>i ناخالص</p>
	<p>عدم مشاهده کربوهیدرات A یا B در سطح غشای گویچه قرمز (عدم بیان آنزیم B یا A که این واکنش را انجام می‌دهند)</p>	<p>گروه خونی O</p>	<p>OO یا ii خالص</p>
	<p>مشاهده کربوهیدرات A یا B در سطح غشای گویچه قرمز (بیان آنزیم B یا A که این واکنش را انجام می‌دهند)</p>	<p>گروه خونی AB</p>	<p>AB یا I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> ناخالص</p>

خب برای مرور مطالب حتماً تا تست زیر رو بنویس دکترهای عزیز ☺

**تست ۶:** کدام گزینه زیر در ارتباط با صفت گروه خونی ABO صحیح است؟

- 1) اضافه شدن دو نوع پروتئین در غشای گلبول قرمز درون حفرات استخوان، سبب تعیین گروه خونی AB در فرد می‌شود. ن
- 2) در طی فعالیت آنزیم A در مغز قرمز استخوان سبب قرار گرفتن نوعی کربوهیدرات در غشای گویچه‌ی قرمز می‌شود. د

3) در طی فعالیت آنزیم O در گویچه‌ی قرمز نابالغ در نهایت کربوهیدرات O در غشا جای گرفته و سبب ایجاد یک نوع گروه خونی می‌شود. ن  
4) در هر فردی که درون گویچه‌ی قرمز نابالغ آن آنزیم B دارای فعالیت است، قطعا گروه خونی ایجاد شده B می‌باشد. ن

**تست ۷: به طور معمول با توجه به گروه‌های خونی ABO، هر فردی که ..... .**

- 1) دارای گروه خونی AB+ است، قطعا هر دو صفت گروه خونی تحت تاثیر الل‌های ناخالص بروز کرده‌اند. ن
- 2) تمام جایگاه‌های ژنی مربوط به صفات گروه خونی قابلیت بیان شدن دارد، دارای گروه خونی AB+ است. د
- 3) دارای گروه خونی A می‌باشد، روی هر دو کروموزوم 9 آن فقط یک نوع آلل گروه خونی حضور دارد. ن
- 4) دارای گروه خونی AB- است، قطعا ارتباط بین الل‌های هر صفت گروه خونی آن هم‌توان می‌باشد. ن

**تست ۸: به طور معمول با توجه به گروه‌های خونی ABO، در فردی با ..... .**

- 1) در فردی با جفت الل گروه خونی ناخالص موجود در کروموزوم‌های 9 قطعا گروه خونی AB مشاهده می‌شود. ن
- 2) در فردی با گروه خونی B+ که ناخالص می‌باشد، قطعا رابطه‌ی بین هیچ کدام از الل‌های موجود هم‌توان نمی‌باشد. ن
- 3) در فردی با گروه AB قطعا ارتباط بین الل‌های جفت صفت گروه خونی هم‌توان می‌باشد. ن
- 4) در فردی با گروه خون AB+ در غشای گویچه‌ی قرمز بیشترین تنوع پروتئینی دیده می‌شود. د

پاسخ تست‌های بالا : تست ۶ : گزینه (۲)      تست ۷ : گزینه (۲)      تست ۸ : گزینه (۴)

**بارزیت ناقص :**

تا اینجا با دو نوع رابطه‌ی دگره‌ای آشنا شدیم: یکی بارز و نهفتگی و دیگری هم‌توانی.  
رابطه‌ی دیگری نیز بین دگره‌ها برقرار است و آن موقعی است که صفت در حالت ناخالص، به صورت حدوسط حالت‌های خالص مشاهده می‌شود.



مولفان : دیپارتمان زیست‌شناسی لیمووترش  
توجه: هرگونه کپی برداری از جزوه حرام می‌باشد و پیگرد قانونی دارد.

تفاوت هم‌توانی با بارزیت ناقص این است که در هم توانی هر دو فنوتیپ با هم ظاهر می‌شوند، در حالی که در بارزیت ناقص فنوتیپ حد واسط دو حالت خالص ظاهر می‌شود.

**توضیح:** فکر کنید رنگ سیاه به ال با شه و رنگ سفید به ال دیگه، اگر رابطه بین دو ال هم توانی با شه، فنوتیپ می‌شه گورخری!!! یعنی راه راه سفید و سیاه (یعنی هر دو رنگ رو داریم!) اما اگر رابطه بین دو ال از نوع بارزیت ناقص با شه، فنوتیپ نه سیاه همیشه نه سفید بلکه حد واسط اونا یعنی خاکستری!!

مثالی در دنیای واقعی از گیاهان بزنیم. 🌸 رنگ گل میمونی



**(( رابطه بارزیت ناقص ))**



گل میمونی با ژنوتیپ RR      گل میمونی با ژنوتیپ WW

زاده‌های حاصل از آمیزش

ژنوتیپ گل‌های میمونی حاصل

RR X WW






RW

فنوتیپ، رنگ گل : سفید      فنوتیپ، رنگ گل : قرمز

فنوتیپ، رنگ گل : صورتی

دو دگره برای رنگ گل میمونی وجود دارد که یکی قرمز (R) و دیگری سفید (W) است.  
در حالت RR رنگ گل قرمز و در حالت WW رنگ گل سفید است.  
رنگ گل RW چگونه است؟ این گل، صورتی است.  
رنگ صورتی، حالت حد واسط قرمز و سفید است.  
در این حالت گفته می‌شود که **رابطه بارزیت ناقص** برقرار است.  
در ارتباط با صفت رنگ گل میمونی، ۳ نوع ژنوتیپ RR و WW و RW دیده می‌شود که ۳ نوع فنوتیپ هم به ترتیب قرمز، سفید و صورتی دیده می‌شود.  
**توجه:** به مثال از بارزیت ناقص که ابتدای جزوه خواندید، حالت موهای سراسر است، موهای موج‌دار حالت بارزیت ناقص دارد، یعنی کسی که موهای موج‌دار دارد، پدر و مادری با موهای صاف و فرفری دارد که حدواسط این دو صف شده است. 😊

ژن‌نمود	رخنمود	نحوه بروز صفت	شکل گل گیاه میمونی
---------	--------	---------------	--------------------

	مشاهده رنگ قرمز در گل گیاه میمونی	گلبرگ‌های قرمز	RR
	مشاهده رنگ سفید در گل گیاه میمونی	گلبرگ‌های سفید	WW
	مشاهده رنگ صورتی در گل گیاه میمونی	گلبرگ‌های صورتی	RW

### ☺ با توجه انواع رابطه‌های بین الل‌ها که تا الان یاد گرفتیم :

در این صفت تک ژنی غیرجنسی با دو الل کنترل کننده در جمعیت، هر نوع رابطه‌ای بین الل‌ها وجود داشته باشد در نهایت ۳ نوع ژنوتیپ در جمعیت مشاهده می‌شود، ولی در ارتباط با فنوتیپ موضوع فرق می‌کند، چون اگر رابطه بین الل‌ها تاثیر گذار است. اگر رابطه بارز و نهفتگی باشد، ما دو نوع فنوتیپ داریم (یعنی تعداد فنوتیپ کمتر از ژنوتیپ است) نکته : در این شرایط از روی فنوتیپ بارز به راحتی **نمی‌توان** ژنوتیپ فرد را نیز تعیین کرد. اگر رابطه از نوع هم‌توانی یا بارزیت ناقص باشد، ما سه نوع ژنوتیپ داریم. (یعنی تعداد فنوتیپ با ژنوتیپ برابر است) نکته : در این شرایط از روی فنوتیپ فرد به راحتی **می‌توان** ژنوتیپش را نیز تعیین کرد. در گفتار وقتی آمیزش‌ها را گفتیم راجب اینکه تعداد ژنوتیپ و فنوتیپ را چگونه مشخص کنیم، بحث‌ها می‌کنیم باهم! 😊

خب برای مرور مطالب حتماً سه تا تست زیر رو برزید دکترهای عزیز ☺

#### تست ۹: کدام گزینه متن زیر را به طور نادرستی کامل می‌کند؟

هنگامی که برای صفتی دو الل با رابطه‌ی ..... وجود دارد، امکان بروز .....

- (۱) بارز و نهفتگی - بیش از دو نوع فنوتیپ در جمعیت است.  
 (۲) بارز و نهفتگی - بیش از دو نوع ژنوتیپ در جمعیت است.  
 (۳) هم‌توان - سه نوع فنوتیپ در جمعیت است.  
 (۴) هم‌توان - بیش از دو نوع ژنوتیپ در جمعیت است.

#### تست ۱۰: کدام گزینه متن زیر را به طور نادرستی کامل می‌کند؟

هنگامی که برای صفتی دو الل با رابطه‌ی ..... وجود دارد،.....

- (۱) هم‌توان - در صورت بروز اثر هر دو نوع الل ژنوتیپ فرد ناخالص است.  
(۲) بارز و نهفتگی - در صورت بروز شکل بارز صفت ژنوتیپ فرد خالص است.  
(۳) بارزیت ناقص - در صورت بروز اثر هر دو نوع الل ژنوتیپ فرد ناخالص است.  
(۴) بارزیت ناقص - در صورت بروز اثر فقط یکی از الل‌ها ژنوتیپ فرد قطعاً خالص است.

**تست ۱۱: به طور معمول، در جمعیتی که .....**

- (۱) صفتی دو اللی وجود دارد، برای یک فنوتیپ خاص همیشه فقط یک نوع ژنوتیپ یافت می‌شود.  
(۲) صفتی دو اللی با رابطه‌ی هم‌توان وجود دارد، قطعاً انواع ژنوتیپ بیشتر از فنوتیپ می‌باشد.  
(۳) صفتی دو اللی با رابطه‌ی بارز و نهفتگی وجود دارد، قطعاً انواع فنوتیپ کمتر از ژنوتیپ می‌باشد.  
(۴) انواع ژنوتیپ با انواع فنوتیپ برابر است، قطعاً رابطه‌ی بین الل‌ها هم‌توانی می‌باشد.

**تست ۱۲: چند مورد از عبارتهای زیر به طور صحیح بیان شده است؟**

- الف - در طول حیات یک جاندار هیچگاه برای یک صفت خاص انواع فنوتیپ نمی‌تواند بیشتر از انواع ژنوتیپ باشد.  
ب - برای یک صفت تک ژنی در یک جمعیت همیشه انواع فنوتیپ با انواع الل‌های موثر در بروز صفت مذکور برابر است.  
ج - در صورتی که بین الل‌ها رابطه‌ی بارز و نهفتگی برقرار باشد، هیچگاه انواع فنوتیپ کمتر از انواع الل‌ها نمی‌باشد.  
د - برای یک صفت خاص در جمعیت انواع ژنوتیپ برخلاف انواع فنوتیپ می‌تواند تحت تاثیر محیط تغییر یابد.  
ه - ژن‌های تعیین‌کننده‌ی جنسیت برخلاف گروه خونی فقط در یاخته‌های جنسی وجود دارند.

۱ (۱)                      ۲ (۲)                      ۳ (۳)                      ۴ (۴)

پاسخ تست‌های بالا : تست ۹: گزینه (۱)      تست ۱۰: گزینه (۲)      تست ۱۱: گزینه (۳)  
تست ۱۲: گزینه (۱) (فقط مورد ج صحیح بیان شده است)