



فصل ۳: انتقال
اطلاعات در نسل ها

سین سزاوار شهیدی

sezavar1393@gmail.com

انتقال اطلاعات در نسل ها

✓ شباهت بین فرزندان و والدین، گویای آن است که ویژگی های والدین به نحوی به فرزندان منتقل می شود. همچنین می دانیم که در تولیدمثل جنسی ارتباط بین نسل ها را گامت ها برقرار می کنند. ویژگی های هر یک از والدین توسط دستورالعمل هایی که در دناي موجود در گامت ها قرار دارد، به نسل بعد منتقل می شود.

✓ پس از کشف قوانین وراثت، تصور بر آن بود که صفات فرزندان، آمیخته ای از صفات والدین و حد واسطی از آنهاست. مثلاً اگر یکی از والدین بلندقد و دیگری کوتاه قد باشد، فرزند آنان قدی متوسط خواهد داشت.

✓ در اواخر قرن نوزدهم، زمانی که هنوز ساختار و عمل دنا و ژن ها معلوم نبود، دانشمندی به نام گریگور مندل توانست قوانین بنیادی وراثت را کشف کند. به کمک این قوانین، می شد صفات فرزندان را پیش بینی کرد.

مفاهیم پایه

✓ هر یک از ما ویژگی هایی داریم که بعضی از این ویژگی ها را از والدین خود دریافت کرده ایم. مثل رنگ چشم، رنگ مو یا گروه خونی. ویژگی هایی را هم می شناسیم که ارثی نیستند، مثل تغییر تیره شدن رنگ پوست که به علت قرار گرفتن در معرض آفتاب ایجاد شده است.

✓ در علم ژن شناسی، ویژگی های ارثی جانداران، را صفت می نامند.

✓ ژن شناسی، شاخه ای از زیست شناسی است که به چگونگی وراثت صفات از نسلی به نسل دیگر می پردازد.



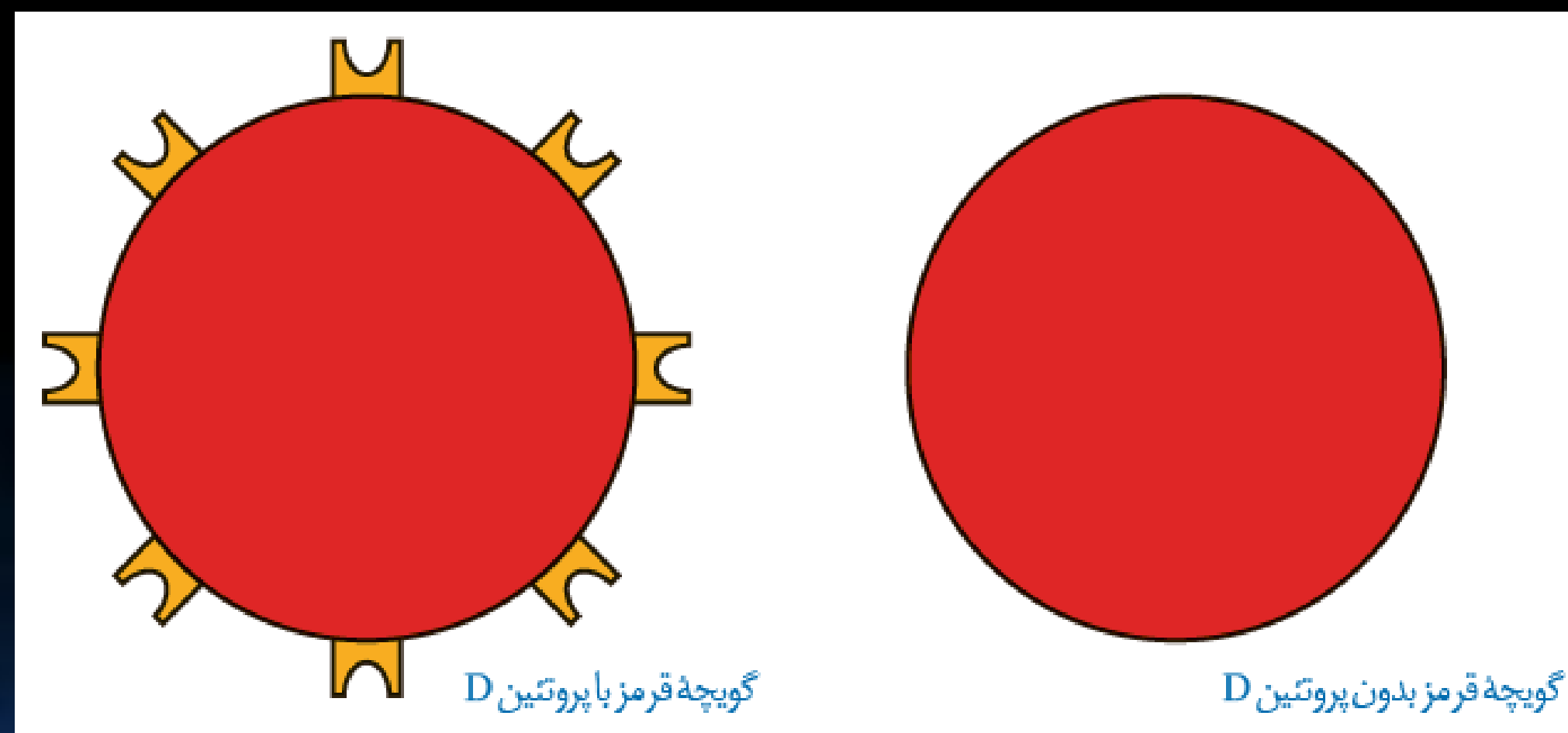
✓ هر یک از صفات به شکل های مختلفی دیده می شوند. مثلاً رنگ چشم ممکن است به رنگ مشکی، قهوه ای، سبز یا آبی باشد. یا حالت مو ممکن است به شکل صاف، موج دار یا فر دیده شود. به انواع مختلف یک صفت، شکل های آن صفت می گویند.

گروه های خونی

✓ منظور از گروه خونی A مثبت چیست؟

✓ وقتی می گوییم گروه خونی شخصی A مثبت است در واقع دو گروه خونی را برای او مشخص کرده اند. یکی گروه خونی معروف به ABO و دیگری گروه خونی ای به نام RH .

✓ گروه خونی RH : این گروه خونی بر اساس بودن یا نبودن پروتئینی است که در غشای گویچه های قرمز جای دارد و پروتئین D نامیده می شود. اگر این پروتئین وجود داشته باشد، گروه خونی RH مثبت است و اگر وجود نداشته باشد، گروه خونی RH منفی خواهد شد.

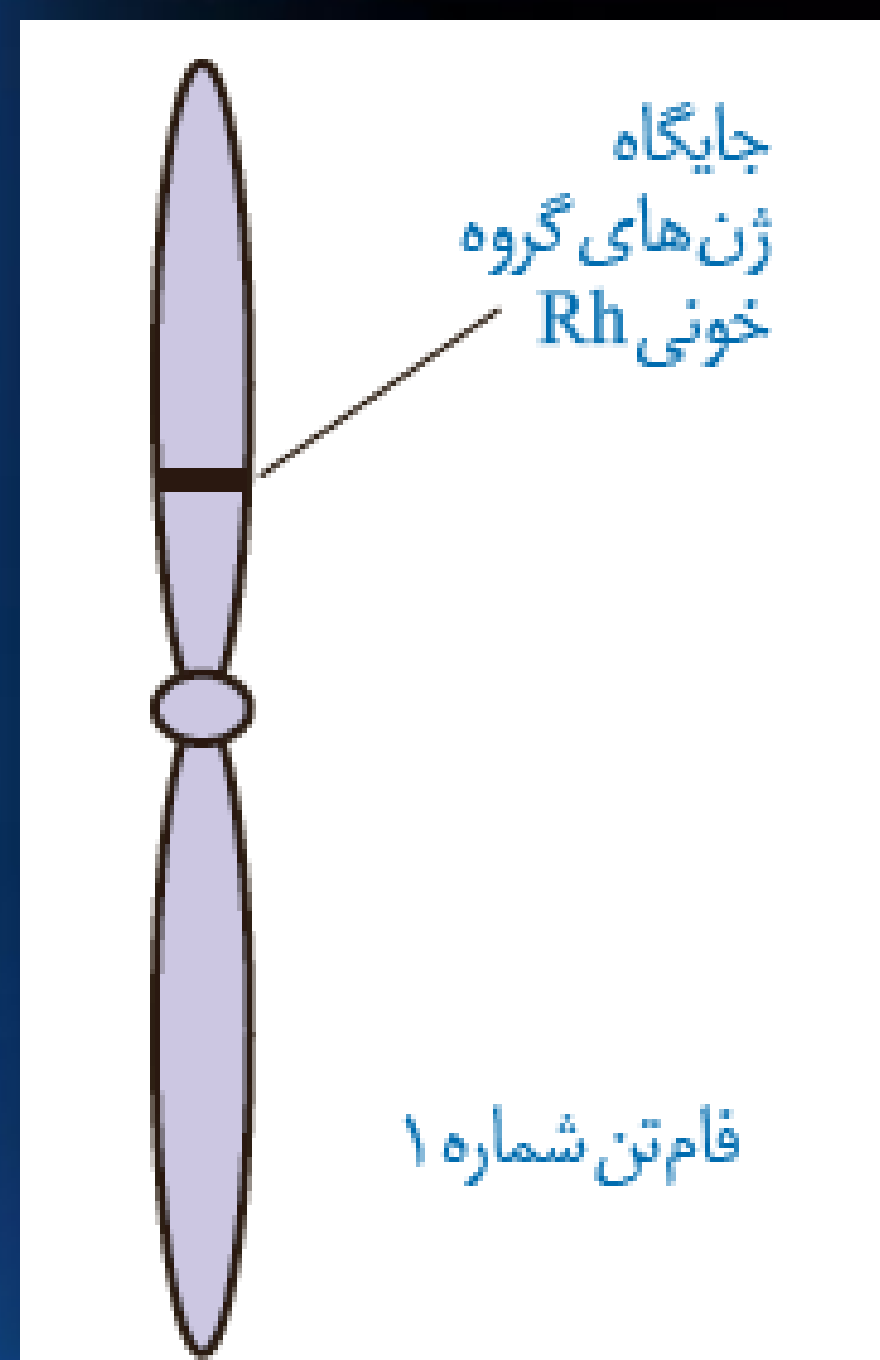


گروه های خونی

✓ بود و نبود پروتئین D به نوعی ژن بستگی دارد. دو ژن در ارتباط با این پروتئین، در میان مردم دیده می شود. ژنی که می تواند پروتئین D را بسازد و ژنی که نمی تواند پروتئین D را بسازد. این دو ژن را به ترتیب D و d می نامیم.

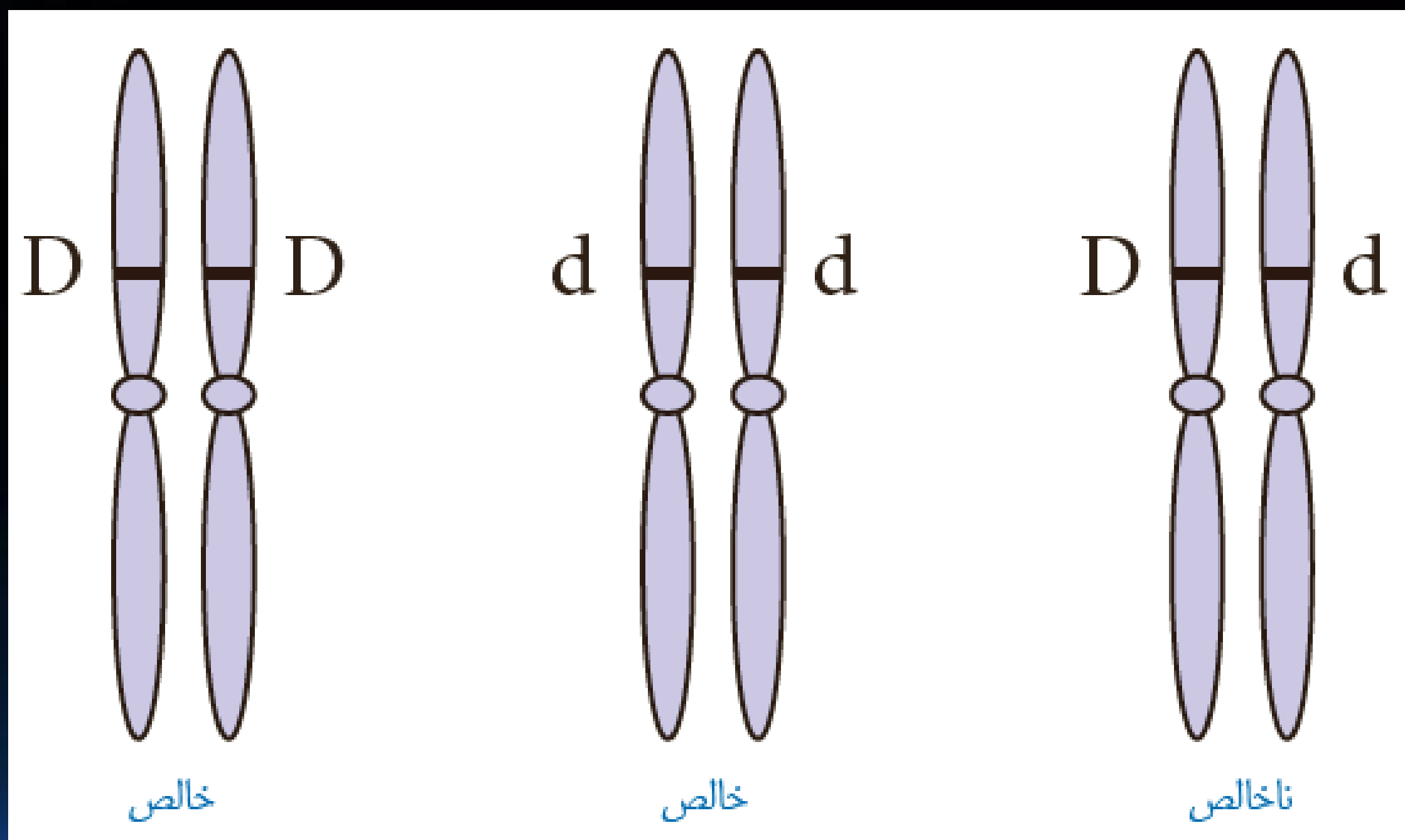
✓ D و d جای مشخصی در کروموزوم دارند. هر دو، جای یکسانی از کروموزوم شماره ۱ را به خود اختصاص داده اند.

✓ نکته: هر کروموزوم شماره ۱ در این جایگاه ژن D یا d را دارد و نه هر دو را. به این جایگاه از کروموزوم شماره ۱، جایگاه ژن های RH می گویند.



گروه های خونی

✓ به D و d که شکل های مختلف صفت RH را تعیین می کنند و هر دو جایگاه ژنی یکسانی دارند، دگره (الل) می گویند. از آنجا که هر یک از ما دو کروموزوم ۱ داریم، پس دو الل هم برای RH داریم. بنابراین ممکن است هر دو کروموزوم شماره ۱، D یا d را داشته باشند. در این صورت می گویند فرد برای این صفت خالص است. اما اگر یک کروموزوم D و دیگری d را داشته باشد می گویند فرد برای این صفت ناخالص است.



گروه های خونی

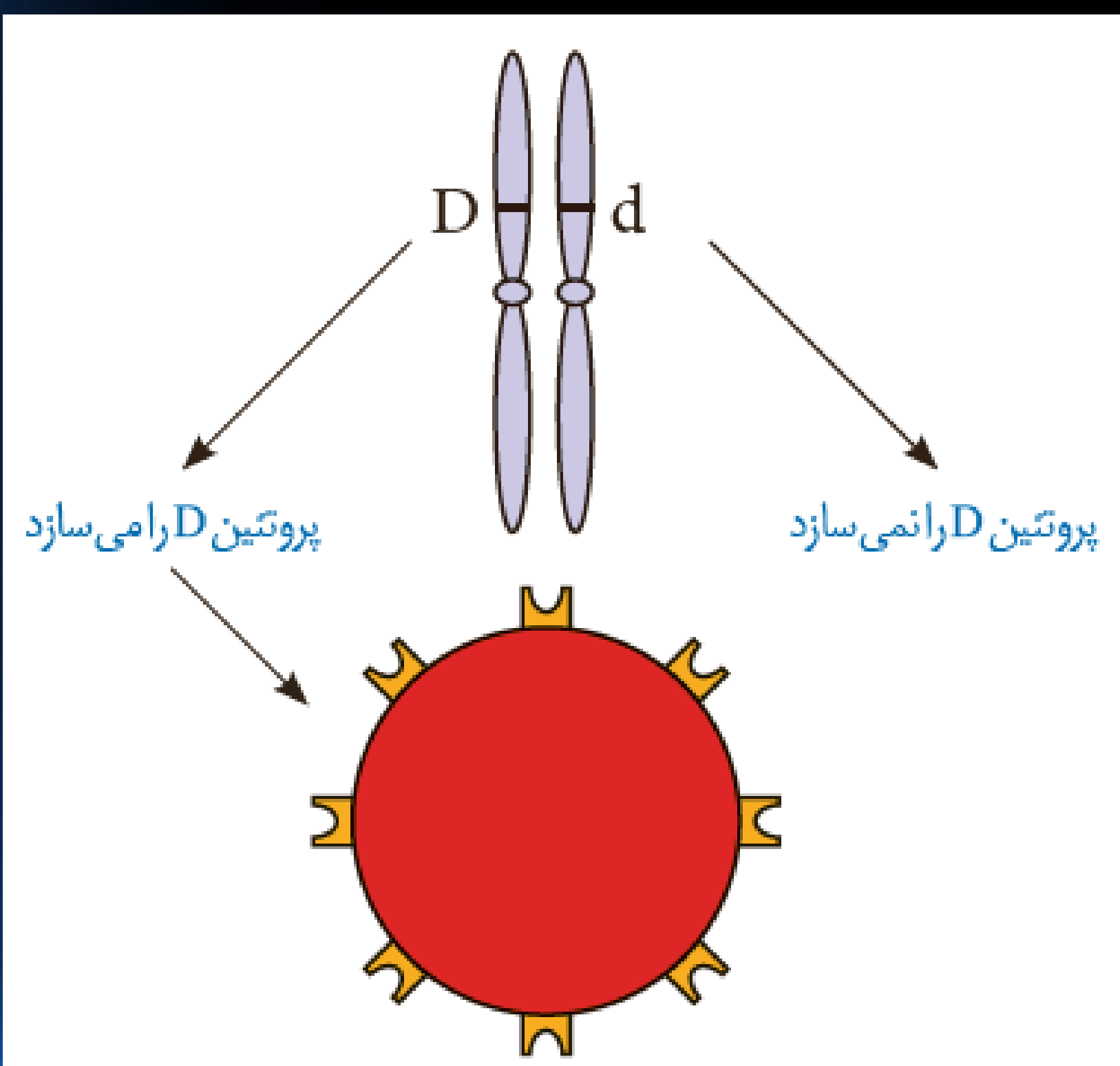
گامت ها	D	d
D	DD (گروه خونی مثبت)	Dd (گروه خونی مثبت)
d	Dd (گروه خونی مثبت)	dd (گروه خونی منفی)

نکته: اگر دو الل **D** و **d** کنار هم قرار گیرند، این الل **D** است که بروز می کند. در چنین حالتی گفته می شود که الل **D** غالب و الل **d** نهفته است و بین الل ها رابطه بارز و نهفتگی برقرار است. طبق قرارداد، الل بارز را با حرف بزرگ و الل نهفته را با حرف کوچک ان نشان می دهیم.

گروه های خونی

✓ توضیح علت رابطه بارز و نهفتگی الل های گروه خونی RH کار آسانی است. داشتن تنها یک الل D کافی است تا در غشای گویچه های قرمز پروتئین D مشاهده شود به همین علت، گروه خونی فردی که برای این صفت ناخالص است، مثبت خواهد شد.

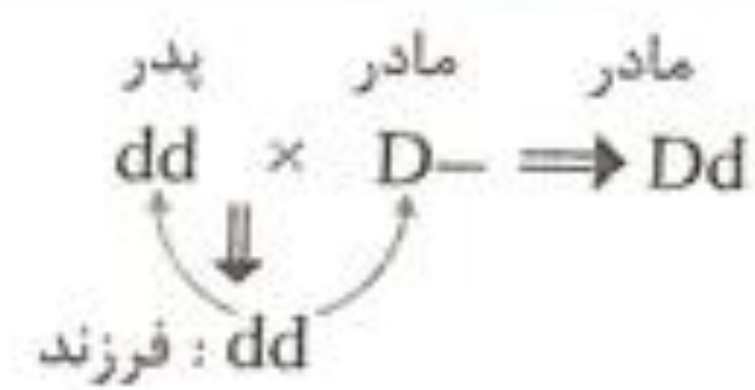
✓ ترکیب الل ها را در فرد، ژنوتیپ و شکل ظاهری یا حالت بروز یافته صفت را فنوتیپ می نامیم.



ژن نمود	رخ نمود
DD	گروه خونی +
Dd	گروه خونی +
dd	گروه خونی -

سوال: اگر پدری Rh^- و مادری Rh^+ و اولین فرزند آنها پسری Rh^- باشد:

الف) ژنوتیپ والدین را مشخص کنید. ب) چقدر احتمال دارد دختری Rh^+ داشته باشد؟



الف.

ب.

	d	d
D	Dd Rh ⁺	Dd Rh ⁺
d	dd Rh ⁻	dd Rh ⁻

$$\Rightarrow \frac{1}{2} Rh^+, \frac{1}{2} Rh^-$$

$$Rh^+ \text{ دختر} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

سوال: در خانواده ای پدر و مادری هر دو Rh^+ هستند اما فرزند آنها دارای Rh^- باشد:

الف) ژنوتیپ والدین را مشخص کنید.

ب) چقدر احتمال دارد فرزند بعدی آنها نیز دارای Rh^- باشد؟ $\frac{1}{4}$

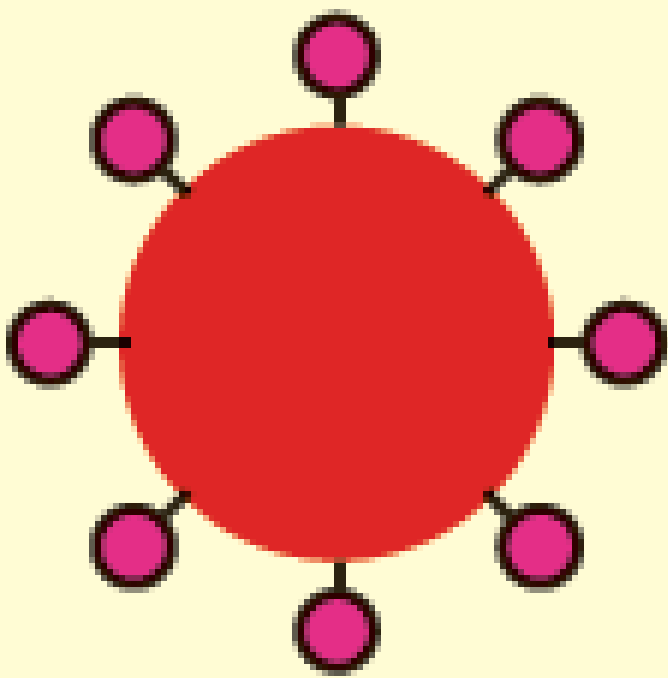
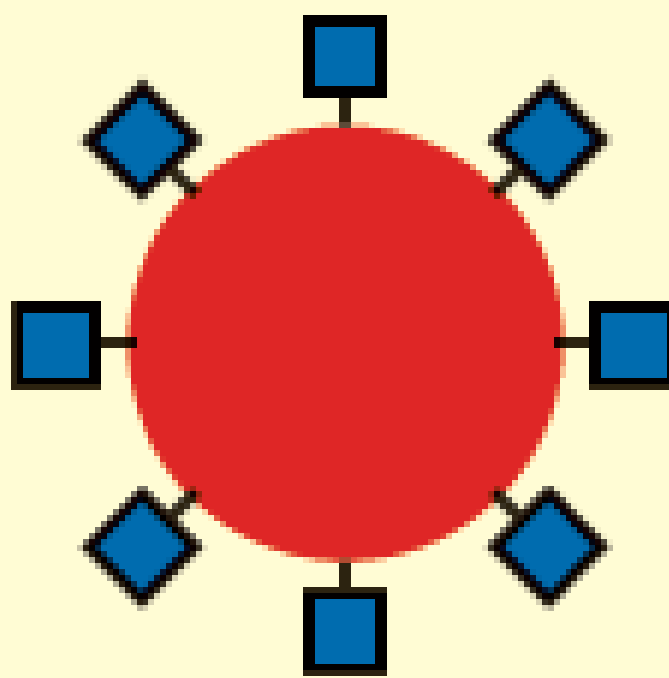
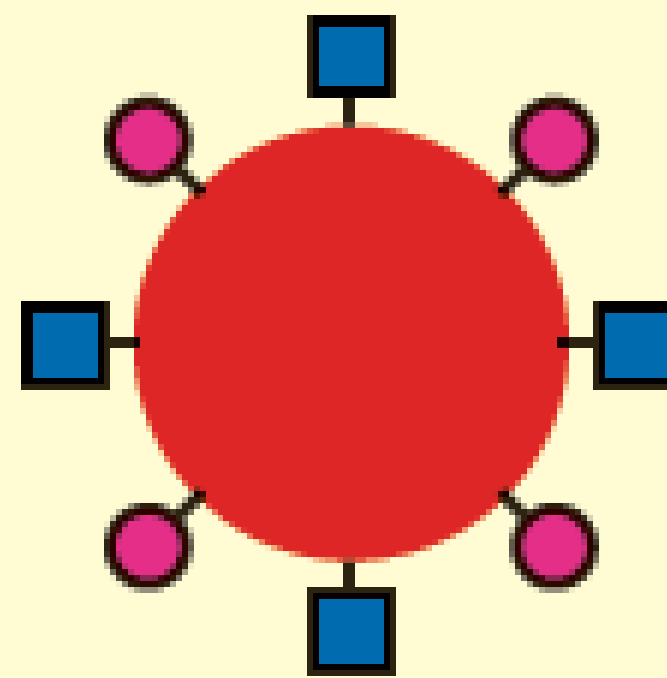
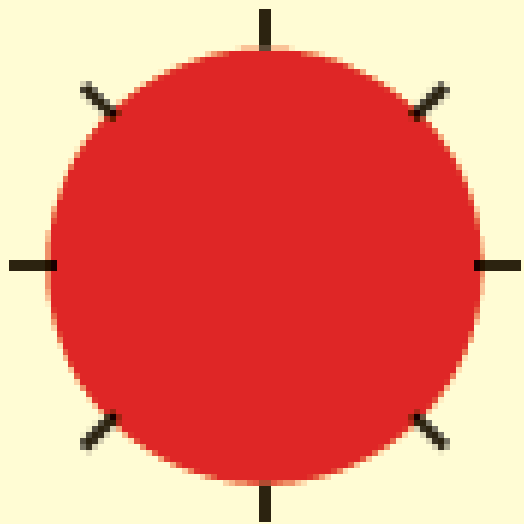
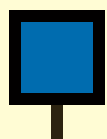
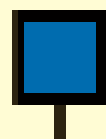
	D	d
D	DD	<u>Dd</u>
d	<u>Dd</u>	<u>dd</u>



گروه های خونی ABO

✓ در گروه خونی ABO خون به چهار گروه A، B، AB و O گروه بندی می شود.

✓ این گروه بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام های A و B در غشای گویچه های 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

گروه های خونی ABO

✓ نکته: اضافه شدن کربوهیدرات های A و B به غشای گلبول قرمز، یک واکنش آنزیمی است. دو نوع آنزیم وجود دارد. یکی آنزیم A که کربوهیدرات A را به غشا اضافه می کند و دیگری آنزیم B، که کربوهیدرات B را اضافه می کند. اگر هیچ یک از این دو آنزیم وجود نداشته باشند، آنگاه هیچ کربوهیدراتی اضافه نخواهد شد. بنابراین برای این صفت، سه الل وجود دارد. اللی که آنزیم A را می سازد و اللی که آنزیم B را می سازد و اللی که هیچ آنزیمی را نمی سازد.

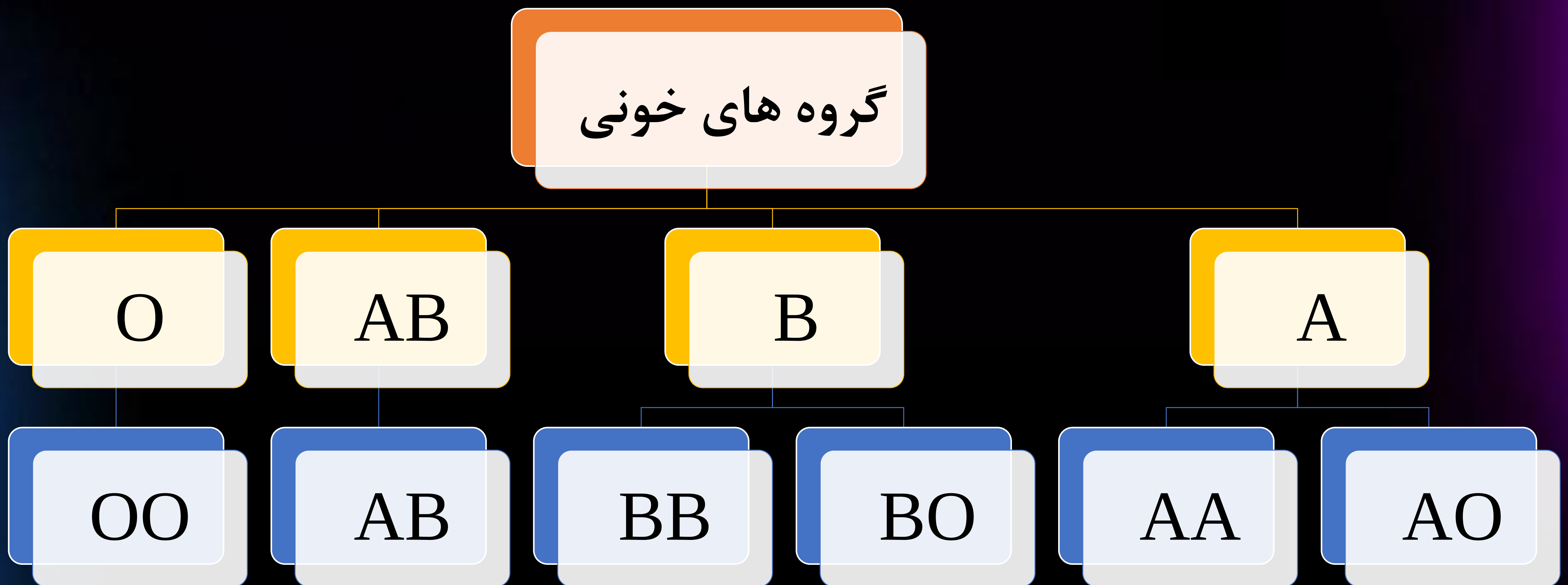
✓ جایگاه ژن های گروه خونی ABO در کروموزوم شماره ۹ است.

گروه خونی ABO

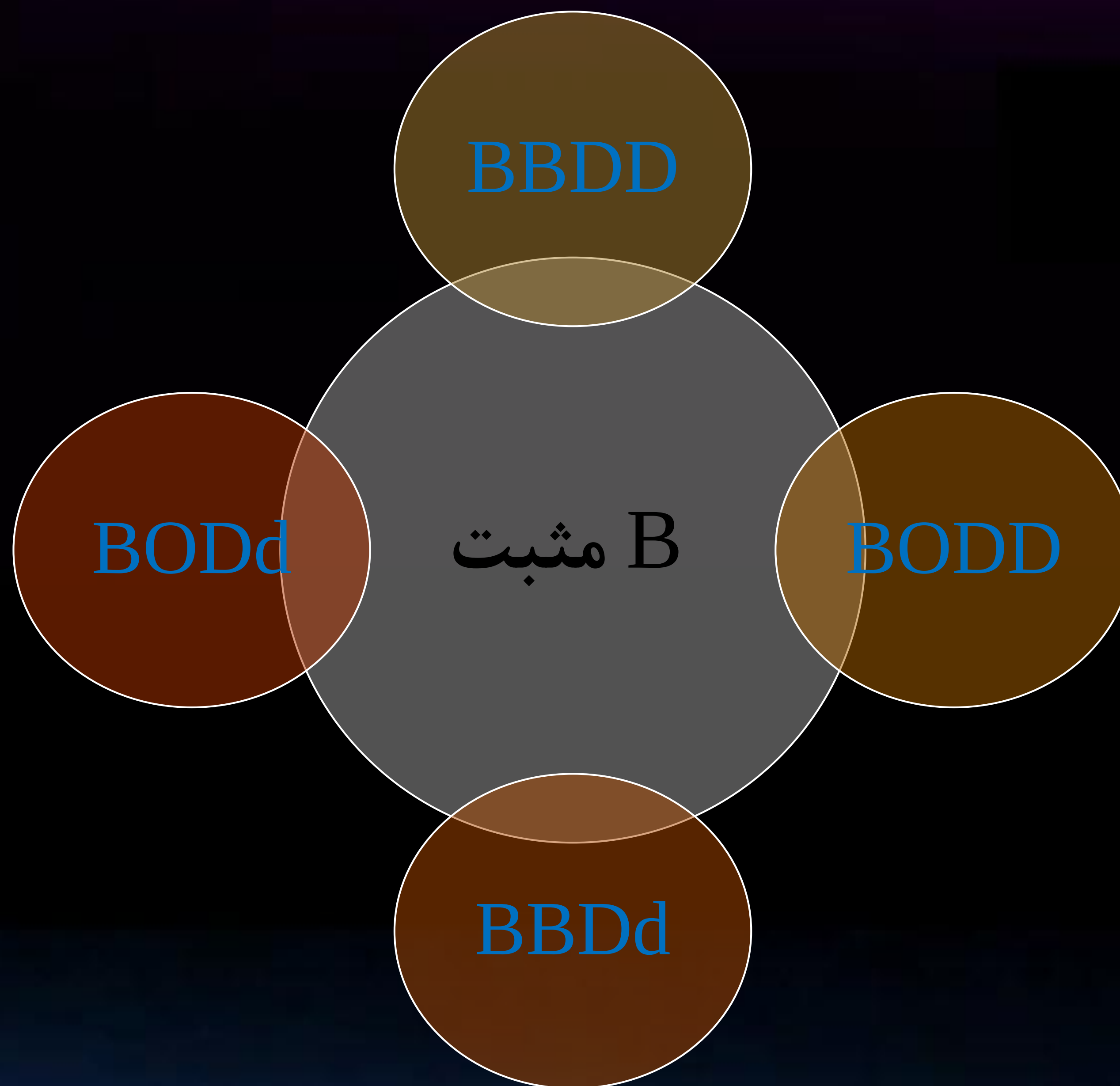
گامت ها	A	B	O
A	AA	AB	AO
B	AB	BB	BO
O	AO	BO	OO

ژنوتیپ	فنوتیپ
AA	A
AO	A
BB	B
BO	B
AB	AB
OO	O
6 نوع ژنوتیپ	4 نوع فنوتیپ

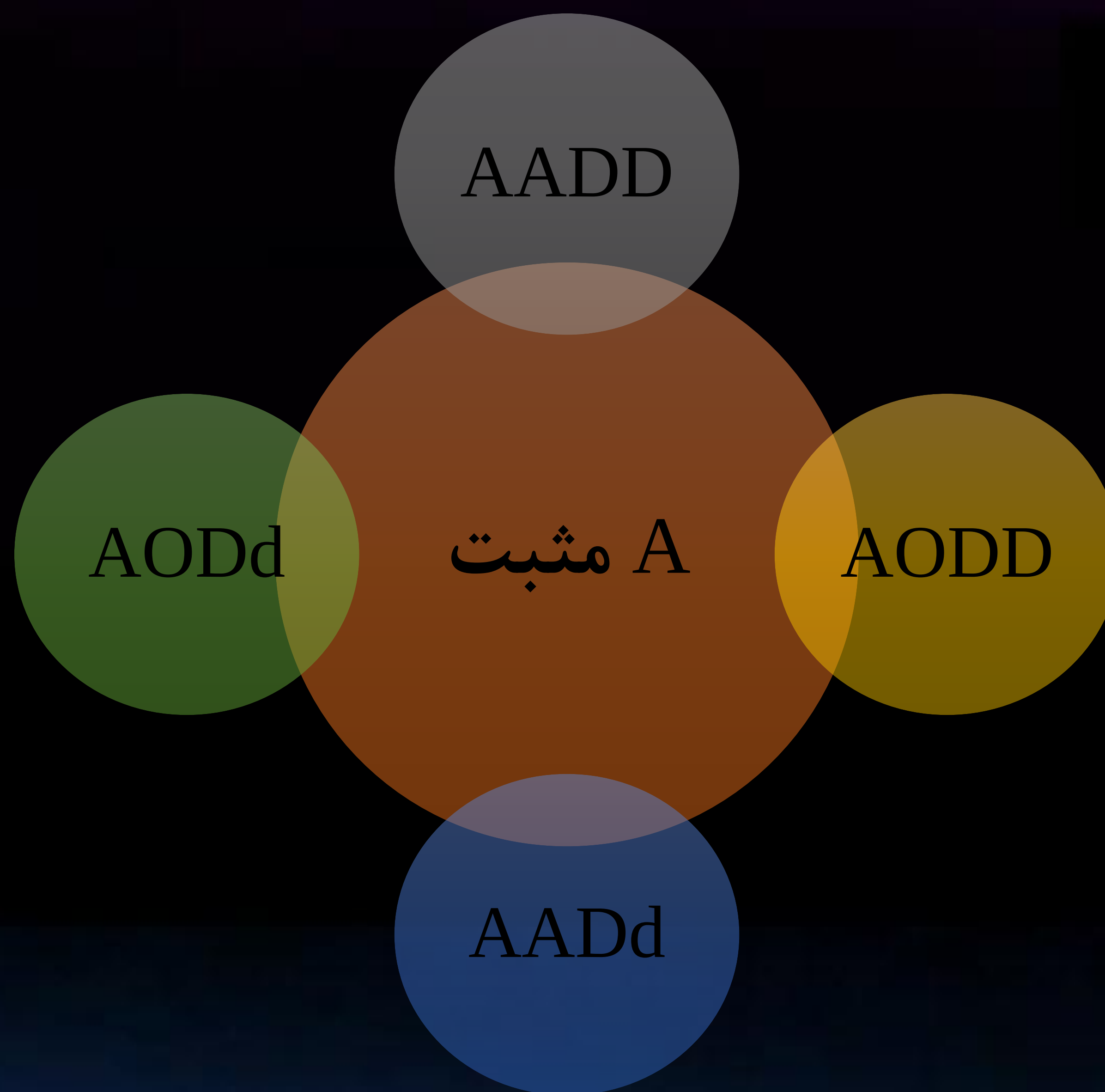
گروه خونی ABO



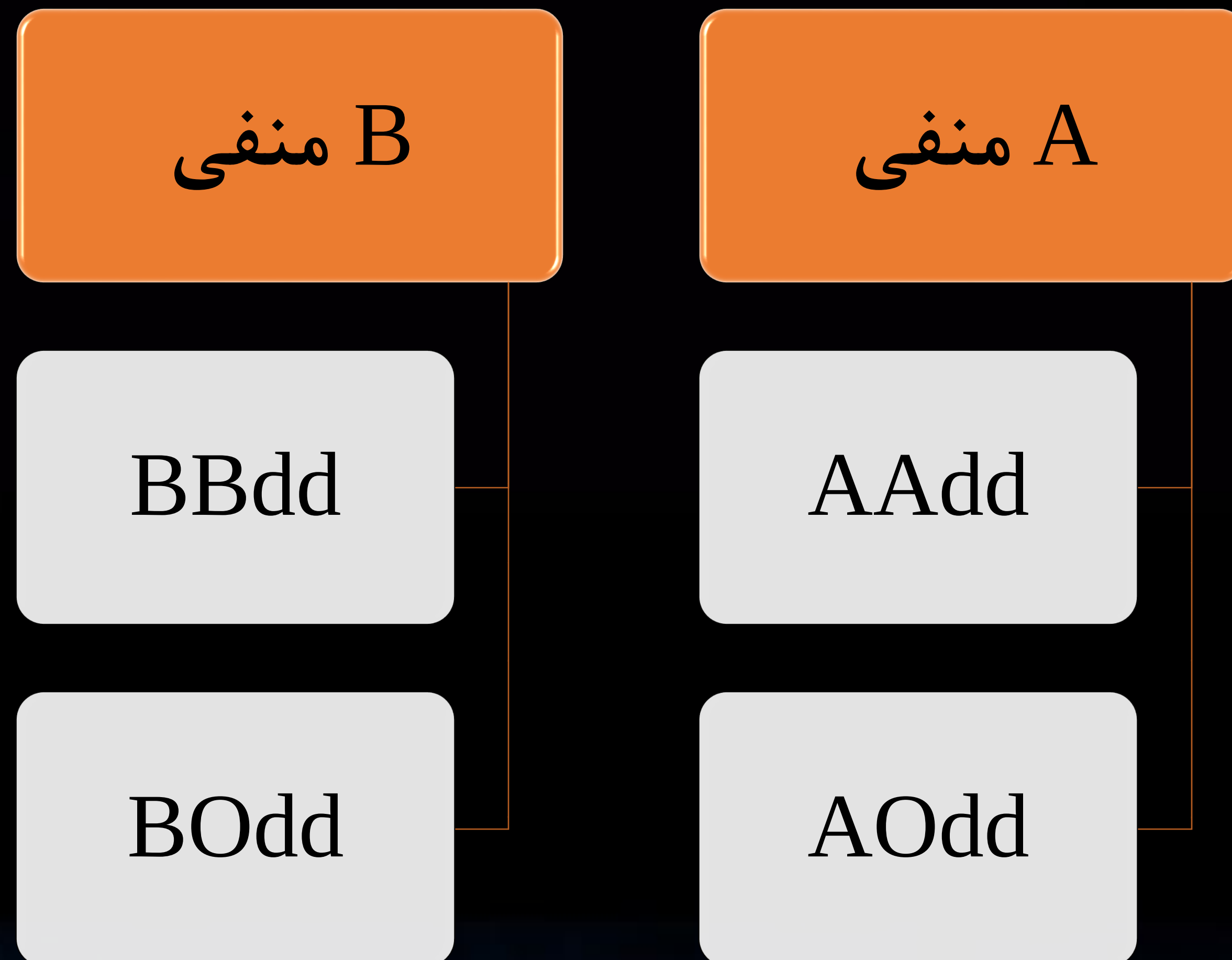
انواع ژنوتیپ برای گروه خونی B مثبت



انواع ژنوتیپ برای گروه خونی A مثبت



انواع ژنوتیپ برای گروه خونی A منفی و B منفی



انواع ژنوتیپ برای گروه خونی AB مثبت و O مثبت

O مثبت

OODD

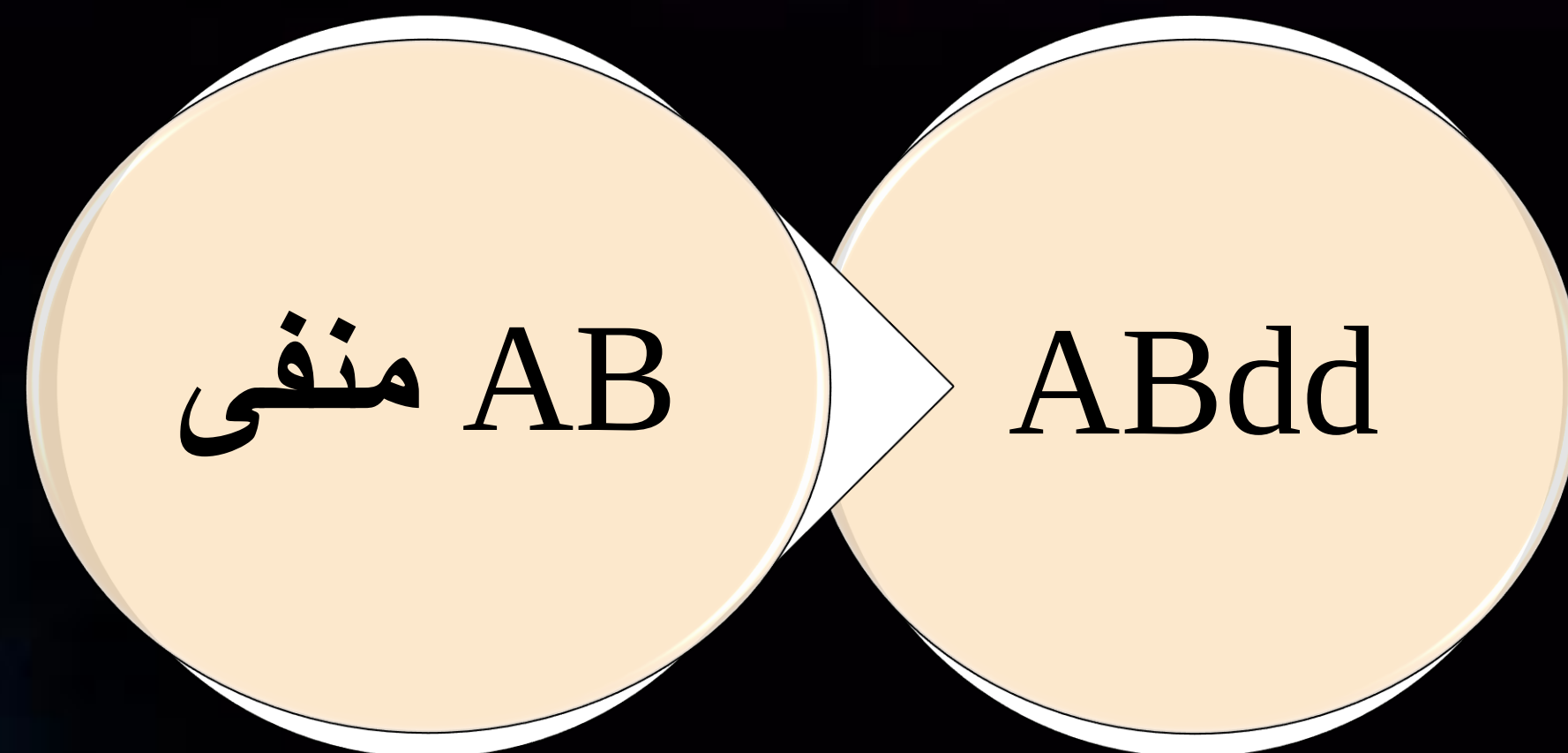
OODd

AB مثبت

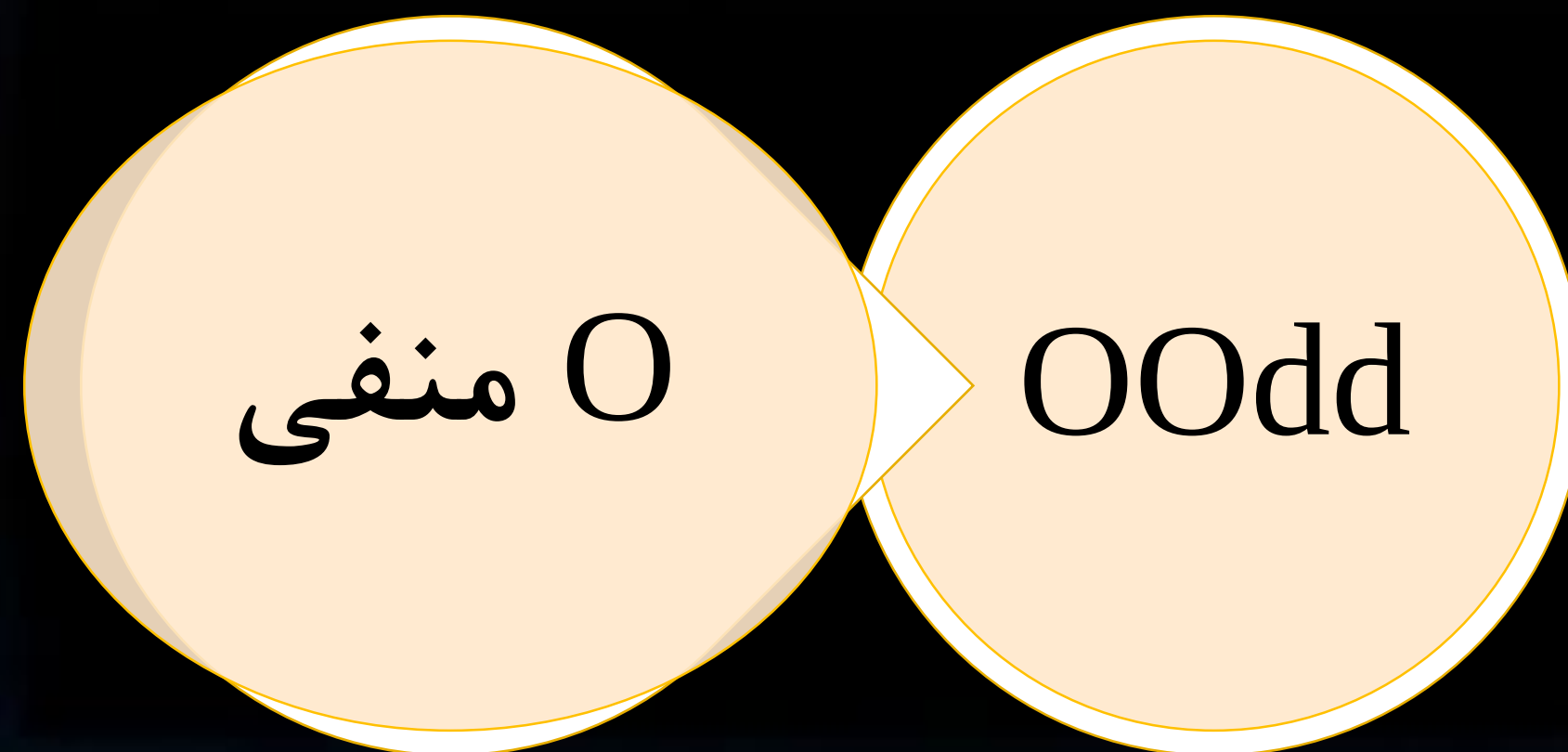
ABDD

ABDd

انواع ژنوتیپ برای گروه خونی AB منفی و O منفی



✓ نکته: ال A و B نسبت به هم، هم توان هستند ولی هر دو نسبت به O غالبند.



سوال: ژنوتیپ های ممکن گروه خونی A^+ را بنویسید.

پاسخ: AODd , AODD , AADd , AADD

سوال: ژنوتیپ های ممکن گروه خونی A^- را بنویسید.

پاسخ: AOdd , AAAdd

سوال: ژنوتیپ های ممکن گروه خونی B^+ را بنویسید.

پاسخ: $BODd$, $BODD$, $BBdD$, $BBDD$

سوال: ژنوتیپ های ممکن گروه خونی B^- را بنویسید.

پاسخ: BOdd , BBdd

سوال: ژنوتیپ های ممکن گروه خونی AB^+ را بنویسید.

پاسخ : $ABDD$, $ABDd$



سوال: ژنوتیپ های ممکن گروه خونی AB^- را بنویسید.

پاسخ : ABdd



سوال: ژنوتیپ های ممکن گروه خونی O^+ را بنویسید.

پاسخ : $OODD$, $OODd$

سوال: ژنوتیپ های ممکن گروه خونی O^- را بنویسید.

پاسخ : oodd



سوال: اگر پدر گروه خونی AB و مادر گروه خونی B ناخالص داشته باشد
کدام گروه های خونی در فرزندان آنها قابل انتظار است؟

	B	O
A	AB	AO
B	BB	BO



سوال: اگر گروه خونی پدر AO و مادر AB باشد، نسبت کدام فنوتیپ گروه خونی در میان فرزندان می تواند بیشتر باشد؟

	A	O
A	AA	AO
B	AB	BO

پاسخ: گروه خونی A



سوال: هرگاه مردی با گروه خونی A مثبت و ناخالص با زنی با گروه خونی AB منفی ازدواج کند، چه نسبتی از فرزندان آنها گروه خونی ناخالص دارند؟

	A	O
A	AA	AO
B	AB	BO

	d	d
D	<u>Dd+</u>	<u>Dd+</u>
d	<u>dd-</u>	<u>dd-</u>

پاسخ: $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$



سوال: در خانواده ای فرزند اول گروه خونی AB و فرزند دوم گروه خونی O دارد. احتمال اینکه فرزند سوم، پسری با گروه خونی با حداقل یک ال مغلوب چقدر است؟

	A	O
B	AB	BO
O	AO	OO

$$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$$

پاسخ:



سوال: در حالتی که تمام فتوتیپ های گروه خونی بین فرزندان یک خانواده محتمل باشد نسبت احتمالی فرزندان ناخالص چقدر است؟

	A	O
B	AB	BO
O	AO	OO

پاسخ: $\frac{3}{4}$



بارزیت ناقص

✓ بارزیت ناقص، رابطه ای بین الل هاست که صفت در حالت ناخالص، به صورت حد واسط حالت های خالص مشاهده می شود. مانند رنگ گل میمونی در گیاهان

الل ها	R رنگ قرمز	W رنگ سفید
R رنگ قرمز	RR رنگ قرمز	RW رنگ صورتی
W رنگ سفید	RW رنگ صورتی	WW رنگ سفید



سوال: یک گیاه میمونی صورتی پایه بلند (ناخالص) را با گیاه میمونی قرمز پایه کوتاه آمیزش می دهیم چه نسبتی از زاده ها پایه بلند و صورتی هستند؟

راهنمای سوال:

	R	R
R	RR	RR
W	<u>RW</u>	<u>RW</u>

ال R: قرمز ال W: سفید

	I	I
L	<u>LI</u>	<u>LI</u>
I	<u>II</u>	<u>II</u>

ال L: پایه بلند ال I: پایه کوتاه

پاسخ: $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$



سوال: یک گیاه میمونی قرمز برگ پهن را با گیاه میمونی سفید برگ باریک آمیزش می دهیم، تعدادی گل میمونی صورتی برگ متوسط حاصل شده است از آمیزش این گل ها با هم: الف) چه نسبتی گل میمونی صورتی برگ متوسط هستند؟

	R	W
R	RR	RW
W	RW	WW

ب) چه نسبتی گل میمونی سفید برگ پهن هستند؟

راهنما سوال:

الل R: قرمز الل W: سفید

	L1	L2
L1	L1L1	L1L2
L2	L1L2	L2L2

الل L1: برگ پهن الل L2: برگ باریک

پاسخ الف: $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

پاسخ ب: $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$



سوال: زنی با موی صاف با مردی با موی مجعد دارای دختری با موی موج دار هستند اگر این دختر با پسری که دارای موی صاف است ازدواج کند فرزندان آنها چه ژنوتیپ هایی خواهند داشت؟

	F	S
S	SF	SS
S	SF	SS

راهنمای سوال:

الل F: موی مجعد

الل S: موی صاف



سوال: رنگ گل های حاصل از آمیزش یک گل صورتی با
یک گل سفید میمونی را با استفاده از مربع پانت به دست
آورید.

	R	W
W	RW صورتی	WW سفید
W	RW صورتی	WW سفید

$RW \times WW$

انواع صفات

✓ کروموزوم ها به دو دسته جنسی و غیرجنسی تقسیم می شوند.
کروموزوم های جنسی انسان X و Y هستند. صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از کروموزوم های غیر جنسی قرار داشته باشد صفت **مستقل از جنس** و صفاتی را که جایگاه ژنی آنها در یکی از دو کروموزوم جنسی قرار داشته باشد **وابسته به جنس** می گویند.

وراثت صفات
مستقل از جنس:

✓ RH یک صفت مستقل از جنس است. هر یک از پدر و مادر، از هر جفت کروموزوم همتا تنها یکی را از طریق گامت ها به نسل بعد منتقل می کنند. اگر پدر و مادری هر دو ژنوتیپ Dd داشته باشند، هر دو از نظر این صفت **دو نوع گامت** تولید می کنند:

✓ گامت دارای D و گامت دارای d و ژنوتیپ فرزندان به این بستگی دارد که کدام گامت ها با یکدیگر لقاح یابند. ژنوتیپ فرزندان را می توان با روشی به نام **مربع پانت** بدست آورد.

در خانواده ای که والدین سالم باشند فرزند زالی بدنیا آمده است. (اتوزومی و مغلوب)

الف) ژنوتیپ والدین را بنویسید. ب) ژنوتیپ فرزند زال را بنویسید.

ج) احتمال اینکه در این خانواده فرزندی سالم به دنیا بیاید چقدر است؟

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

پاسخ الف) هر دو ناخالص

پاسخ ب) aa

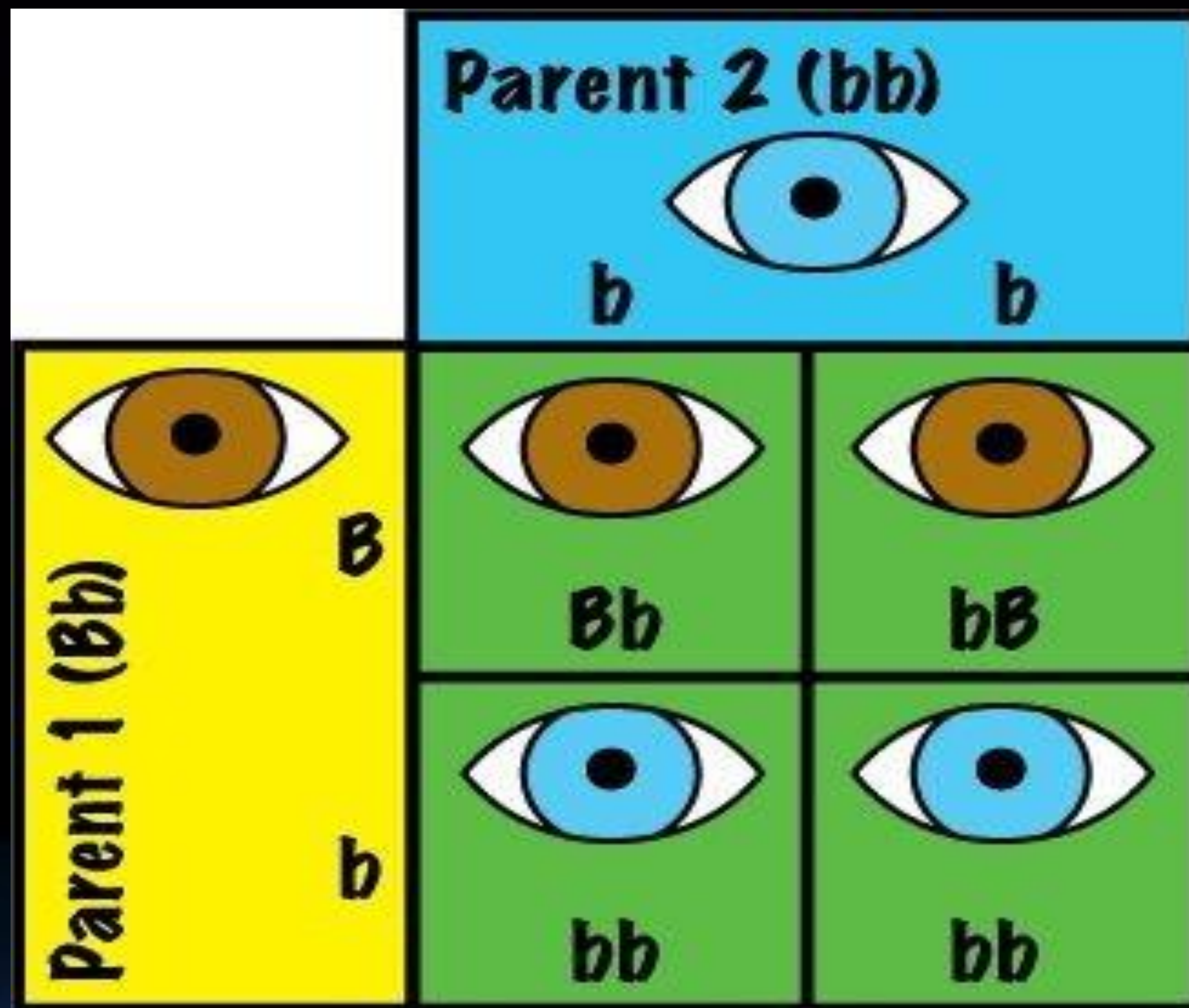
پاسخ ج) $\frac{3}{4}$



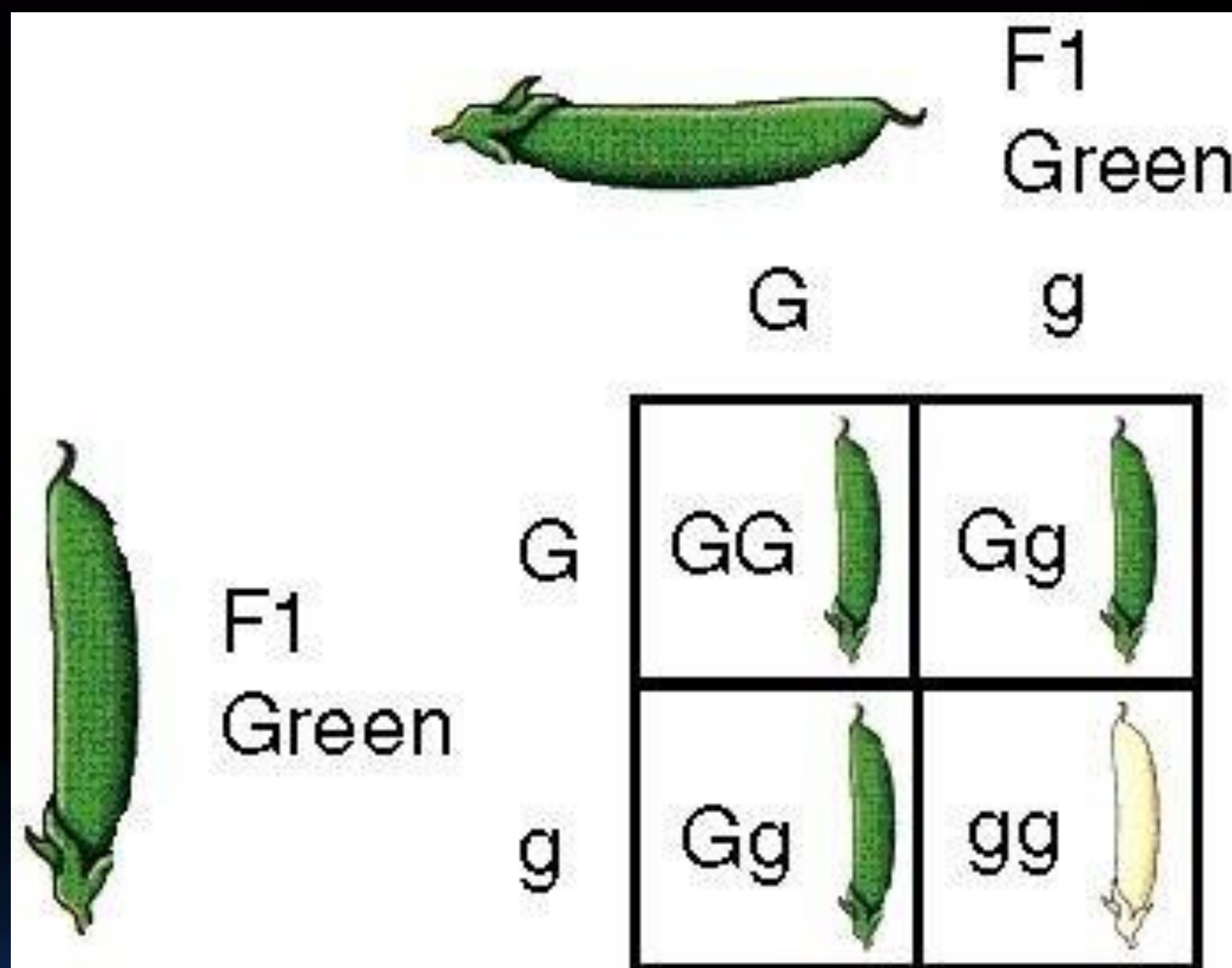
سوال: اگر مردی با موهای فرفری با زنی با موهای صاف ازدواج کند، چقدر احتمال دارد فرزندان آنها موصاف باشند؟

صاف × فرفری $\Rightarrow$ RR SS .۴
فرزندان حاصل از این آمیزش همه ژنوتیپ RS و فنوتیپ موی حالت دار (موج دار) دارند. پس احتمال موصاف شدن در فرزندان صفر است.

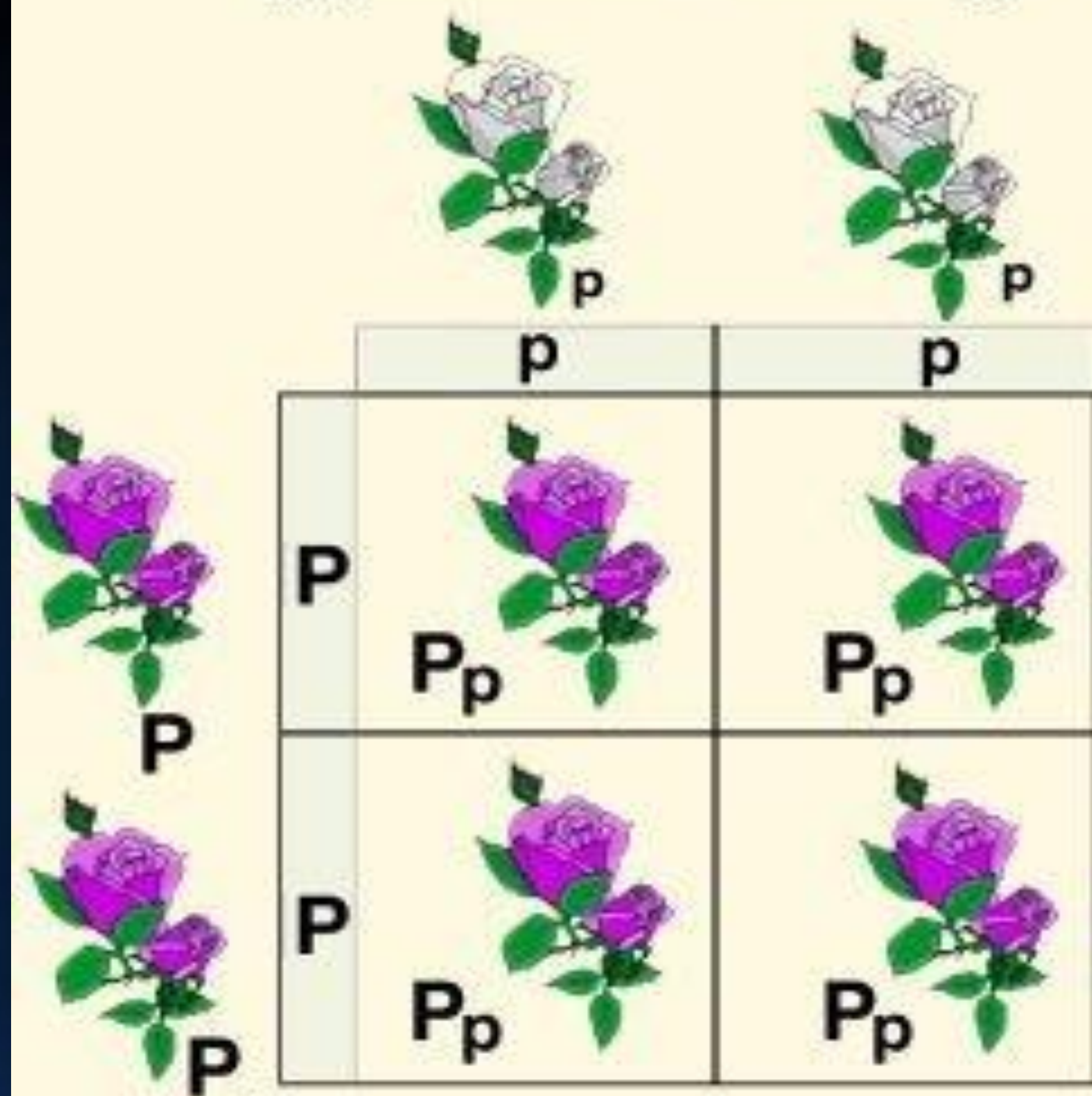
از ازدواج مردی با چشم قهوه ای با زنی چشم آبی، نیمی از فرزندان آنها دارای چشم آبی شده اند. ژن نمود والدین آنها را بنویسید.



از آمیزش نفود خرنگی های سبز، تعدادی نفود خرنگی زرد حاصل شده است. زن نمود نفود خرنگی های والد را بنویسید.



P₁ generation : PP X pp



از آمیزش نفود خرنلی های گلبرگ
ارغوانی با نفود خرنلی گلبرگ
سفید، همه نفود خرنلی ها گلبرگ
ارغوانی شده اند. ژن نمود نفود
خرنلی های والد را بنویسید.

سوال: از آمیزش دو خوکچه هندی سیاه ناخالص، زاده ای سفید رنگ متولد شده است. مطلوبست:

الف) ژنوتیپ والدین ب) احتمال زاده ای خالص ج) احتمال زاده ای سیاه رنگ

راهنمای سوال:

	B	b
B	BB	Bb
b	Bb	bb

الل **B**: سیاه الل **b**: سفید

پاسخ الف) هر دو ناخالص

پاسخ ب) $\frac{1}{2}$

پاسخ ج) $\frac{3}{4}$



سوال: در خرگوش الی های B و b به ترتیب مربوط به رنگ سیاه (غالب) و رنگ قهوه ای (مغلوب) هستند با استفاده از مربع پانت مسایل زیر را حل کنید:

الف) در آمیزش یک فرد ناخالص با یک فرد خالص مغلوب (bb) احتمال به وجود آمدن یک فرزند ناخالص چقدر است؟ **۵۰ درصد**

ب) از آمیزش یک فرد ناخالص با یک فرد خالص غالب احتمال بوجود آمدن یک فرد غالب چقدر است؟ **۱۰۰ درصد**

	B	b
b	Bb	bb
b	Bb	bb

	B	b
B	BB	Bb
B	BB	Bb



سوال: از آمیزش دو گیاه نخود فرنگی گلبرگ ارغوانی، دو نوع فنوتیپ در فرزندان ایجاد شده است: الف) ژنوتیپ والدین را بنویسید.

ب) فنوتیپ فرزندان را مشخص کنید. (ارغوانی بر سفید غلبه دارد).

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

راهنمای سوال:

الل **A**: ارغوانی الل **a**: سفید

پاسخ الف) هر دو ناخالص

پاسخ ب) ارغوانی و سفید



سوال: احتمال اینکه فرزندان اول و دوم والدینی با ژنوتیپ $bb \times Bb$ دارای ژنوتیپ bb باشند چقدر است؟

	B	b
b	Bb	bb
b	Bb	bb

پاسخ:

$$\frac{1}{2} \text{ فرزند دوم} \times \frac{1}{2} \text{ فرزند اول} = \frac{1}{4}$$



سوال: پدری کاملاً سالم، فرزندی مبتلا به بیماری خاصی که به صورت غالب منتقل می شود و نیز فرزندی سالم دارد.

الف) ژنوتیپ و فنوتیپ مادر این خانواده چه بوده است؟ ناخالص و بیمار

ب) احتمال آنکه فرزند بعدی خانواده نیز مبتلا به این بیماری باشند چقدر

است؟ $\frac{1}{2}$

	A	a
a	Aa	aa
a	Aa	aa



انواع صفات

صفت وابسته به X

✓ گاهی ژن صفتی که بررسی می شود در کروموزوم X قرار دارد. به این صفات وابسته به X می گویند. هموفیلی، یک بیماری وابسته به X و نهفته است. ال این بیماری که روی کروموزوم X است نهفته است. در این بیماری، فرآیند لخته شدن خون دچار اختلال می شود.

✓ شایع ترین نوع هموفیلی مربوط است به فقدان عامل انعقادی VIII (هشت)

مرد	زن	
X^HY	X^HX^H	سالم
—	X^HX^h	ناقل
X^hY	X^hX^h	هموفیل

✓ در کروموزوم Y جایگاهی برای ال های هموفیلی وجود ندارد.

✓ نکته: منظور از ناقل بودن، فردی است که بیمار نیست اما ژن بیماری را دارد و می تواند به نسل بعد انتقال دهد.

صفات وابسته به X

✓ مثال: مردی هموفیل قصد دارد با زنی ازدواج کند که سالم است و ناقل هم نیست. زن می خواهد بداند آیا ممکن است فرزند حاصل از این ازدواج، هموفیل باشد؟

✓ بنابراین فرزندان حاصل از این ازدواج هموفیل نخواهند بود.

گامت ها	X^h	Y
X^H	$X^H X^h$ دختر ناقل	$X^H Y$ پسر سالم

سوال: زن و مردی سالم پسری هموفیلی دارند. ژنوتیپ پدر و مادر را بنویسید.
 چقدر احتمال دارد در میان فرزندان این زن و شوهر، دختری سالم متولد شود؟
 چقدر احتمال دارد در میان پسرها، پسری سالم داشته باشند؟

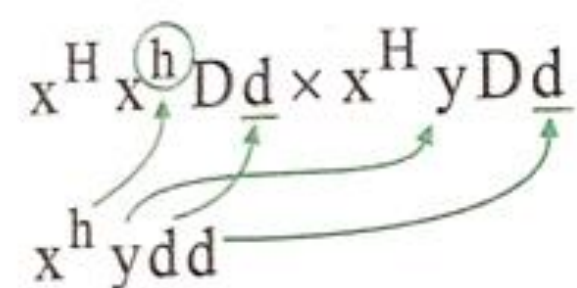
	X^H	X^h
X^H	$X^H X^H$ دختر سالم	$X^H X^h$ دختر سالم و ناقل
y	$x^H y$ پسر سالم	$x^h y$ پسر بیمار

همان طور که می بینید در میان فرزندان $\frac{1}{4}$ احتمال دارد دختران سالم باشند.
 اما دقت کنید وقتی می گویند در میان پسرها یا دخترها مخرج کسر را باید تعداد
 پسرها یا دخترها قرار دهید. پس احتمال پسر سالم در میان پسرها $\frac{1}{2}$ می باشد (در
 صورتی که احتمال پسر سالم در میان فرزندان $\frac{1}{4}$ است).



سوال: مرد و زنی که مبتلا به هموفیلی نبودند، فرزند اولشان مبتلا به هموفیلی و کم خونی داسی شکل بوده است. چقدر احتمال دارد که فرزند بعدی از نظر هر دو بیماری سالم باشند؟ (کمخونی داسی شکل یک بیماری مستقل از جنس و نهفته است.)

۹. مرد و زنی که سالم هستند و فرزند آنها مبتلا به دو بیماری هموفیلی و کم خونی داسی شکل است این ژنوتیپ را دارند.



ال بیماری داسی }
 ال سالمی داسی }
 ال بیماری هموفیلی h دو صفت را جدا و حل می کنیم }
 ال سالمی هموفیلی H

	$x^H x^h$	$x^H y$	
	x^H	x^h	
x^H	$x^H x^H$ دختر سالم	$x^H x^h$ دختر سالم و (ناقل)	$\rightarrow \frac{3}{4}$ سالم و $\frac{1}{4}$ بیمار
y	$x^H y$ پسر سالم	$x^h y$ پسر بیمار	

	Dd × Dd		
	D	d	
D	DD سالم	Dd سالم	$\rightarrow \frac{3}{4} \text{ سالم و } \frac{1}{4} \text{ بیمار} \Rightarrow \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$
d	Dd سالم	dd بیمار	

نکاتی در ارتباط با صفات وابسته به جنس

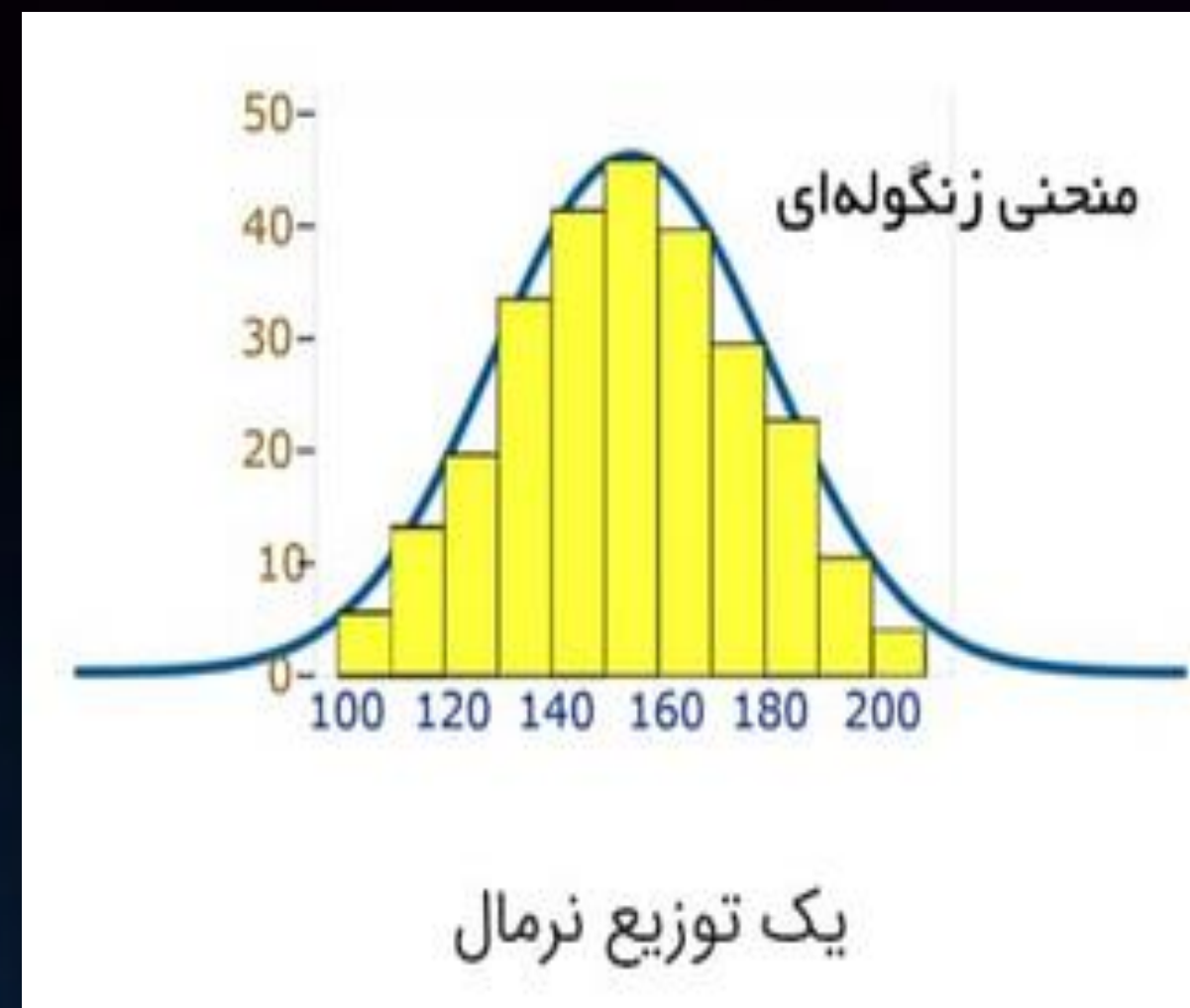
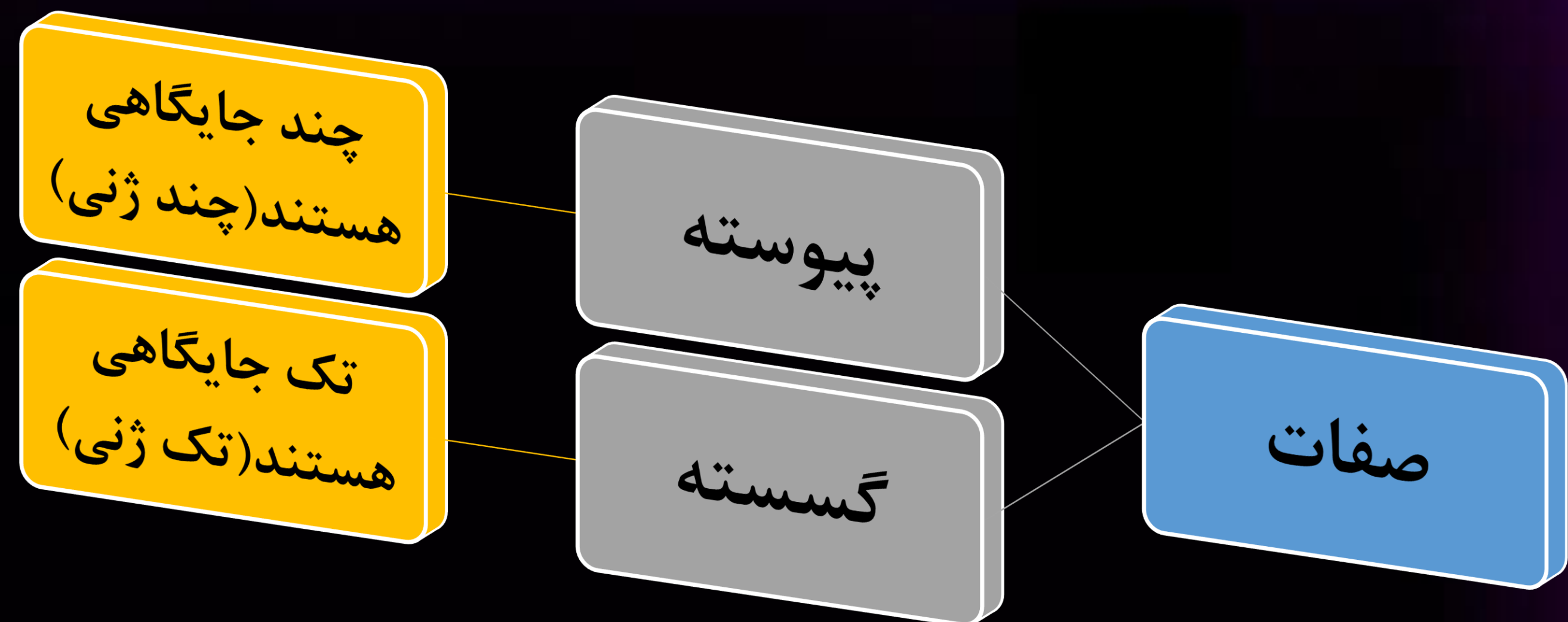
در صفات وابسته به
جنس و مغلوب

دختر بیمار حتماً پدر بیمار داشته است ولی عکس آن صدق نمی کند.
مادر بیمار حتماً پسر بیمار دارد ولی عکس آن صدق نمی کند.

در صفات وابسته به
جنس غالب

پسر بیمار حتماً مادر بیمار داشته است ولی عکس آن صدق نمی کند.
پدر بیمار حتماً دختر بیمار دارد ولی عکس آن صدق نمی کند.

صفات پیوسته و گسسته



✓ اندازه قد صفتی پیوسته است به این معنی که هر عددی بین یک حداقل و یک حداکثر، ممکن است باشد. (فنوتیپ گسترده دارند)

✓ صفت RH در میان انسان ها به دو شکل مثبت و منفی دیده می شود. بنابراین RH صفتی گسسته است (فنوتیپ گسترده ندارند)

صفات تک جایگاهی و چند جایگاهی

صفات تک جایگاهی:

✓ صفاتی هستند که یک جایگاه ژن در کروموزوم دارند. برای مثال،
ال صفت گروه های خونی ABO یک جایگاه مشخص از کروموزوم
۹ را به خود اختصاص داده اند.

صفات چند جایگاهی

✓ صفاتی که در بروز آنها بیش از یک جایگاه ژن شرکت دارد. مانند
رنگ نوعی ذرت که طیفی از سفید تا قرمز است.

صفات چند جایگاهی

✓ صفت رنگ در ذرت صفتی با سه جایگاه ژنی است که هر کدام دو آلل دارند. برای نشان دادن ژن در این سه جایگاه، از حروف بزرگ و کوچک A، B و C استفاده می کنیم. بر حسب نوع ترکیب آلل ها، رنگ های مختلفی ایجاد می شود. آلل های بارز، رنگ قرمز و آلل های نهفته رنگ سفید را بوجود می آورند.

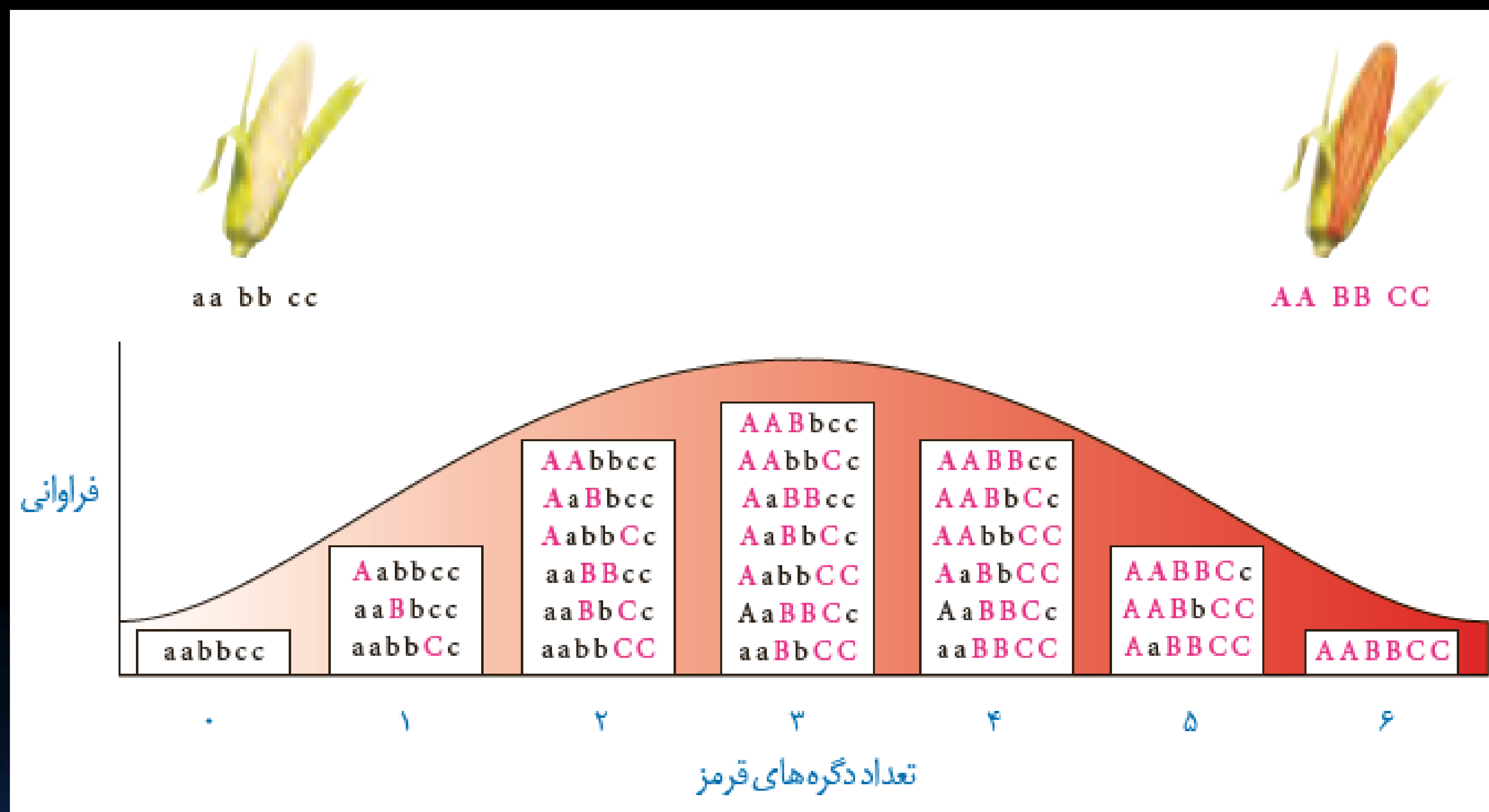
✓ نکته: رخ نمودهای دو آستانه طیف، یعنی قرمز و سفید به ترتیب ژنوتیپ های **AABBCC** و **aabbcc** را دارند.

✓ نکته: در فنوتیپ های ناقص، هر چه تعداد آلل های بارز بیشتر باشد، مقدار رنگ قرمز بیشتر است.



صفات چند جایگاهی

✓ نکته: صفات چند جایگاهی فنوتیپ های پیوسته ای دارند. یعنی افراد جمعیت این ذرت، در مجموع طیف پیوسته ای بین سفید و قرمز را به نمایش می گذارند. به همین علت، نمودار توزیع فراوانی این فنوتیپ ها شبیه زنگوله است.





aa bb cc
American
white

×

AA BB CC
Negroes



Aa Bb Cc
Mulattoes



Self-fertilization

							AABbcc																				
							AAbbCc	AABBcc																			
							AaBbcc	AaBBcc	AABbCc																		
							aaBBcc	AabbCC	AABbCC																		
							Aabbcc	AaBbCC	AABBCC	AABbCC																	
							aaBbcc	aaBBCC	AaBBCC																		
							aabbCc	AaBbCc	AABBCC	AABbCC																	
							aabbCC	AaBBCC																			
							aaBbCc																				
							aaBbCC																				
							aaBBCC																				
							AaBBCC																				
							AABBCC																				
0	1	2	3	4	5	6																					
Ratio: 1	:	6	:	15	:	20	:	15	:	6	:	1															

	<i>ABC</i>	<i>AbC</i>	<i>aBC</i>	<i>ABc</i>	<i>Abc</i>	<i>abC</i>	<i>aBc</i>	<i>abc</i>
<i>ABC</i>	<i>AABBCC</i>	<i>AABbCC</i>	<i>AaBBCC</i>	<i>AABBCc</i>	<i>AABbCc</i>	<i>AaBbCC</i>	<i>AaBBCc</i>	<i>AaBbCc</i>
<i>AbC</i>	<i>AABbCC</i>	<i>AAbbCC</i>	<i>AaBbCC</i>	<i>AABbCc</i>	<i>AAbbCc</i>	<i>AabbCC</i>	<i>AaBbCc</i>	<i>AabbCc</i>
<i>aBC</i>	<i>AaBBCC</i>	<i>AaBbCC</i>	<i>aaBBCC</i>	<i>AaBBCc</i>	<i>AaBbCc</i>	<i>aaBbCC</i>	<i>aaBBCc</i>	<i>aaBbCc</i>
<i>ABc</i>	<i>AABBCc</i>	<i>AABbCc</i>	<i>AaBBCc</i>	<i>AABBcc</i>	<i>AABbcc</i>	<i>AaBbCc</i>	<i>AaBBcc</i>	<i>AaBbcc</i>
<i>Abc</i>	<i>AABbCc</i>	<i>AAbbCc</i>	<i>AaBbCc</i>	<i>AABbcc</i>	<i>AAbbcc</i>	<i>AabbCc</i>	<i>AaBbcc</i>	<i>Aabbcc</i>
<i>abC</i>	<i>AaBbCC</i>	<i>AabbCC</i>	<i>aaBbCC</i>	<i>AaBbCc</i>	<i>AabbCc</i>	<i>aabbCC</i>	<i>aaBbCc</i>	<i>aabbCc</i>
<i>aBc</i>	<i>AaBBCc</i>	<i>AaBbCc</i>	<i>aaBBCc</i>	<i>AaBBcc</i>	<i>AaBbcc</i>	<i>aaBbCc</i>	<i>aaBBcc</i>	<i>aaBbcc</i>
<i>abc</i>	<i>AaBbCc</i>	<i>AabbCc</i>	<i>aaBbCc</i>	<i>AaBbcc</i>	<i>Aabbcc</i>	<i>aabbCc</i>	<i>aaBbcc</i>	<i>aabbcc</i>

1	6	15	20	6	15	1
----------	----------	-----------	-----------	----------	-----------	----------

اثر محیط

✓ گاهی برای بروز یک فنوتیپ تنها وجود ژن کافی نیست. برای مثال در گیاهان، ساخته شدن سبزینه علاوه بر ژن، به نور هم نیاز دارد.

✓ در انسان، نور خورشید سبب ساخته شدن ملانین و تیره شدن رنگ پوست می شود.

✓ محیط انسان شامل عوامل متعددی است. تغذیه و ورزش عوامل محیطی اند که می توانند بر ظهور فنوتیپ اثر بگذارند. به عنوان مثال، قد انسان به تغذیه و ورزش بستگی دارد. بنابراین نمی توان تنها از روی ژن ها، علت اندازه قد یک نفر را توضیح داد.

✓ نکته: صفات چند جایگاهی تحت تاثیر محیط قرار می گیرند و بدون تغییر ژنی و فقط با تغییر بیان ژن ها، فنوتیپ های متنوع تری ایجاد می شود.

✓ نکته بسیار مهم: رنگ دانه در نوعی ذرت با در نظر گرفتن اثر محیط بیش از ۷ نوع فنوتیپ پیدا خواهد کرد.

مهار بیماری های ژنتیک

✓ گرچه نمی توان بیماری های ژنتیک را در حال حاضر درمان کرد (مگر در موارد محدود) اما گاهی می توان با تغییر عوامل محیطی، بروز اثر ژن ها را مهار کرد. مانند بیماری فنیل کتونوری (PKU).

✓ در بیماری فنیل کتونوری آنزیمی که آمینواسید فنیل آلانین را می تواند تجزیه کند وجود ندارد. تجمع فنیل آلانین در بدن به ایجاد ترکیبات خطرناک منجر می شود. در این بیماری، مغز آسیب می بیند. خوشبختانه می توان از بروز این بیماری جلوگیری کرد.



مهار بیماری های ژنتیک

✓ علت این بیماری، تغذیه از پروتئین های حاوی فنیل آلانین است. پس با تغذیه نکردن از خوراکی هایی که فنیل آلانین دارند، می توان مانع بروز اثرات این بیماری شد.

✓ فنیل کتونوری یک بیماری نهفته است. وقتی نوزاد متولد می شود، علائم آشکاری ندارد. در عین حال، تغذیه نوزاد مبتلا به فنیل کتونوری با شیر مادر (که حاوی فنیل آلانین است) به آسیب یاخته های مغزی او می انجامد. به همین علت نوزادان را در بدو تولد از نظر ابتلای احتمالی به این بیماری، با انجام آزمایش خون بررسی می کنند. در صورت ابتلا، نوزاد با شیر خشک هایی که فاقد فنیل آلانین است تغذیه می شود و در رژیم غذایی او برای آینده، از رژیم های بدون (یا کم) فنیل آلانین استفاده می شود.