الاليلات المتعددة Multiple alleles

ان عدد الاليلات لموقع جيني معين في الفرد الثنائي المجموعة الكروموسومية هي اثنان، اي يتكون الجين من اليلين حيث ينعزل كل اليل عن الاخر اثناء الانقسام الاختزالي عند تكوين الكميتات، وكل كروموسوم من الكروموسومات المتناظرة يقع عليه اليل وفي بعض الاحيان يوجد اكثر من اليلين على الموقع الجيني الواحد وتتضمن سلسله من الاليلات على موقع جيني واحد تسمى بالاليلات المتعدده ، وهذه الاليلات هي جينات تقع على نفس الموقع الجيني مما يؤدي الى تكوين سلسلة من الاليلات هذه تتكون نتيجة حدوث طفرة للجين الاساسي في هذ الموقع ، وكل اليل يكون تاثيره في الصفة مختلف عن تاثير الاليل الاخر مما يؤدي الى حدوث تغيير في الشكل المظهري للصفة وعدد هذه الاليلات يصل الى تسع اليلات في الموقع الجيني كما في لون ازهار حلق السبع و احدى عشر اليل في حشرة الدروسوفلا و خمسة عشر اليل من اليلات العقم الذاتي في نبات التبغ و اكثر من 200 اليل في نبات البرسيم .

ويعتمد عدد التراكيب الوراثية المختلفة للكائن الثنائي على عدد الاليلات الموجودة لاي جين فاذا كان الرمز (n) يمثل عدد الاليلات للجين فان عدد التراكيب الوراثية المختلفة يكون كالاتي

$$\text{No.of Genotype} = \frac{N(N+1)}{2}$$

لذلك فان وجود (2 ، 3 ، 4 ، 9) من الاليلات يمكن الحصول منها على اعداد من التراكيب الوراثية (3 ، 6 ، 10 ، 45).

لقد اتضح من دراسة السلوك الوراثي ان الاختلاف المظهري لصفة معينة يعود الى الجين الذي يحدث في تغير مظهري وهذا التغير ناتج عن الطفرة والتي تعطي اشكال بديله اخرى ، اذن الاليلات المتعددة (هي جينات تقع في نفس الموقع الجيني على الكروموسوم وكل اليل يؤثر في الصفة تاثير مختلف عن الاليل الاخر وهذه الاليلات قد تكون متشابهه او مختلفة) فمثلا نرمز لها في شكل البذور S ،s ولونها Y ، y وهكذا ويمكن ان يرمز لها A1، A2 ، A3 الخ.. وهذا الترميز الاخير يفيد في حالة وجود اكثر من اليلين في الموقع الجيني. ان نظام اليلات المتعددة يوجد في Haploid وايضاً في Diploid وكذلك في Polyploid لقد اكتشف العالم East عام 1952 ان حبة اللقاح هي Haploid وتمتلك عقم ذاتي هو (S1) لكنها لا تنمو في مدقة النبات Diploid الذي يحمل جين العقم (S1 S1) لكنه ينمو جيداً في زهرة النبات من نوع (S2 S2) او (S2 S3) او (S2 S4) .

صفات الاليلات المتعددة Characters of multiple alleles

1. الاليلات المتعددة في السلسلة تشغل نفس الموقع الجيني على الكروموسوم
2. لا يحصل عبور بين الاليلات المتعددة لنفس السلسلة في الموقع الجيني
3. الاليلات المتعددة تؤثر على الصفة بحيث تظهر الصفة بدرجات مختلفة حسب الاليلات الداخلة في التركيب الوراثي
4. الاليلات من النوع البري تكون اغلب الاحيان سائدة ، بينما الاليلات الطافرة في سلسلة الاليلات قد تظهر السيادة (ترتيب سلسلة الاليلات يكون حسب السيادة)
5. الافراد الطبيعية تحمل اليلين فقط في سلسلة الاليلات وتكون نقية او هجينة في الموقع الجيني

الامثلة على الاليلات المتعددة

اولاً– لون الفراء في الارانب: يوجد اربعة مجاميع للون الفراء في الارانب

المجموعة الاولى: يكون لون الفراء في الارانب للطرز البرية لون اجوتي (Agouti) وان لون الشعر يكون بشكل حزم لونية مختلفة ، القريب من الجلد يكون ذا لون رمادي يليها حزمة صفراء في الوسط بينما يكون اطراف الشعر اسود او قهوائي .

المجموعة الثانية: الارانب ذات اللون الابيض (Albino) لا تحتوي على اي صبغة ، فعند اجراء تزاوج بين افراد نقية ذات لون Agouti مع افراد نقية ذات لون ابيض نحصل في F_1 على لون اجوتي متجانس ، وعند اجراء التلقيح الذاتي لافراد الجيل الاول (اجوتي متجانس) نحصل على نسب مظهرية (3 أجوتي : 1 أبيض) وهذا يدل على ان اللون اجوتي متغلب على اللون الابيض. F1 F2

اجوتي× ابيض(البينو) ⟵كل النسل اجوتي متجانس ⟵⟵⟵ 3 أجوتي : 1 ابيض

عند اجراء التلقيح الذاتي لـ F1

المجموعة الثالثة: شنشلا chinchilla ويكون لون شعرها (أسود– رمادي) وعند اجراء التهجين بين افراد ذو لون اجوتي مع افراد ذو لون شنشلا نحصل في F_1 على لون اجوتي وعند اجراء التلقيح الذاتي نحصل 3 أجوتي : 1 أبيض

F1 F2

أجوتي × شنشلا ⟵⟵⟵ كل النسل اجوتي (التلقيح الذاتي F1) ⟵⟵⟵ 3 أجوتي:1 شنشلا

اللون الاجوتي متغلب على شنشلا وهي جينات اليليه (اليلات في موقع واحد) وتخضع لقانون مندل الاول

المجموعة الرابعة: همالايا يكون لون الشعر في الارانب ابيض اللون ماعدا اطراف الحيوان(الانف والاذان والذنب والاقدام) والعيون تكون ملونة بعكس الارانب البيضاء ، كما وجد ان الهمالايا متغلب على اللون الابيض لكنه متنحي للون اجوتي وشنشلا وهنا يرمز للجينات بالرموز التالية

الاجوتي C^{+} ، شنشلا C^{ch} ، الهمالايا C^{h} ، الابيض C

وان علاقة السيادة التامة تكون كالاتي

الاجوتي C^{+}

شنشلا C^{ch}

الهمالايا C^{h}

الابيض C

F1

1.أبيض (البينو)× شنشلا كل النسل شنشلا

F2

(اجراء التلقيح الذاتي لـ F1) 3 شنشلا : 1 أبيض

يظهر من هذا التهجين ان زوج واحد من الجينات يتحكم باللونين شنشلا والابيض وهما اليلين لموقع جيني واحد في سلسلة الاليلات المتعددة وتخضع لقانون مندل الاول

F2 F1

2. همالايا × البينو(الابيض)⟵ همالايا ⟵ 3 همالايا : 1 البينو

الجينات المسؤولة عن اللونين الهمالايا والالبينو هما اليلان لنفس الموقع الجيني وتخضع لقانون مندل الاول

F2 F1

3 . شنشلا × همالايا⟵ شنشلا ⟵3 شنشلا : 1 همالايا

الجينات المسؤولة عن اللونين شنشلا والهمالايا هي جينات اليلية تقع في نفس الموقع الجيني

النسل الناتج من التضريبات في F_1 و F_2 يمثل الاشكال المظهرية اما التراكيب الوراثية يمثلها الجدول (4) التالي

	المظهر الخارجي	التركيب الوراثي
1	الاجوتي	$C^{+}C^{+}$, $C^{+}C^{ch}$, $C^{+}C^{h}$, $C^{+}C$
2	شنشلا	$C^{ch}C^{ch}$, $C^{ch}C^{h}$, $C^{ch}C$
3	الهمالايا	$C^{h}C^{h}$, $C^{h}C$
4	الابيض	CC

في لون الفراء للارانب توجد سلسلة من الاليلات المتعددة تتحكم باللون وعددها اربعة وهي C^+ ، C^{ch} ، C^h ، C ومن خلال المعادلة التي نتمكن من خلالها ايجاد عدد التراكيب الوراثية

$$\text{No. of Genotype} = \frac{N\,(N+1)}{2} = \frac{4*5}{2} = 10$$

عشرة تراكيب وراثية مختلفة نتجت من وجود اربعة اليلات مختلفة لموقع جيني واحد .

ان زيادة عدد التراكيب الوراثية الناتجة من عدة اليلات في موقع جيني واحد يوفر زيادة كبيرة من التغايرات الوراثية في المجتمعات الحيوانية وهذا يؤدي الى حدوث تباين في لون الفراء للارانب نتيجة لوجود سلسلة من الاليلات تحكم الموقع الجيني ناتجة من حدوث طفرات وراثية للجين الاصلي للموقع الجيني C^+ C^+

ثانياً- مجاميع الدم في الانسان ذات الاليلات المتعددة

ان الدم يتكون من جزئين رئيسيين

الجزء الاول: يتكون من خلايا كريات الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية المسطحة .

الجزء الثاني: هو سائل يدعى بلازما الدم او المصل ، اذا ازيل البروتين الخاص بالتخثر والذي يدعى Fiberogen فالسائل المتبقي يسمى بالمصل Serum وهناك عدد من الاليلات تتحكم بكريات الدم الحمراء . لاحظ العالم لاندشتاينر Landsteiner في اوائل القرن العشرين تجمع كريات الدم الحمراء لبعض الاشخاص بشكل مجاميع يمكن رؤيتها بالعين المجردة عند خلطها مع مصل الدم اساس هذا التجمع هو تفاعل الانتيجين مع الاجسام المضادة ، يوجد في مصل دم الانسان نوعين من الاجسام المضادة Antibody ونوعين من المستضدات Antigenes على سطح كريات الدم الحمراء ، مصل الدم احياناً لا يحتوي على الاجسام المضادة او يحتوي على نوع واحد او يحتوي على نوعين كذلك كريات الدم الحمراء قد لا تحمل مستضد او تحمل واحد او مستضدين ويمكن تقسيم الافراد الى اربع مجاميع حسب المستضدات

1. أفراد مجموعة الدم A : تكون كريات الدم الحمراء حاوية على الانتيجين A لذا فان مصلهم لا يحتوي على الاجسام المضادة A بل يحتوي على اجسام مضادة B .
2. أفراد مجموعة الدم B : تكون كريات الدم الحمراء حاوية على الانتيجين B لذا فان مصلهم لا يحتوي على الاجسام المضادة B بل يحتوي على اجسام مضادة A .
3. أفراد مجموعة الدم AB : تكون كريات الدم الحمراء حاوية على الانتيجين A وB لذا فان مصلهم لا يحتوي على اجسام مضادة .
4. أفراد مجموعة الدم O : لا تحتوي كريات الدم الحمراء على اي انتيجين بل يحتوي مصلهم على نوعين من الاجسام المضادة A و B .

يعد افراد مجموعة الدم O هم واهبون لان كريات الدم لهذه المجموعة لا تحمل اي انتيجينات على سطحها ، بينما افراد المجموعة AB يطلق عليهم آخذين عامين لانهم يستطيعون اخذ دم اي مجموعة اخرى لان مصل الدم الخاص بمجموعة الدم AB لا يحتوي على اجسام مضادة .

جدول(5) يوضح امكانية نقل الدم من مجاميع الدم O , AB , B , A

مجموعة الدم	الانتيجين الموجود في كريات الدم الحمراء	الاجسام المضادة الموجودة في المصل
A	A	المصل المضاد B
B	B	المصل المضاد A
AB	A+B	لا يوجد
O	لا يوجد	المصل المضاد A + B

نتيجة لدراسة مجاميع الدم تبين وجود سلسلة من الاليلات المتعددة المتحكمة في صفة كريات الدم الحمراء ، الصفة مكونة من ثلاث اليلات يرمز لها بالرمز

I^A الاليل المتحكم في انتاج الانتيجين A

I^B الاليل المتحكم في انتاج الانتيجين B

I^i الاليل الذي لا ينتج اي انتيجين

السيادة بين الاليل I^A والاليل I^B هي سيادة مشتركة بينما تكون السيادة بين كل من الاليل I^A والاليل I^B مع الاليل (i) سيادة كاملة ويمكن التعبير عنها

$(I^B = I^A) > i$

من هنا نستنتج ان فصائل الدم تخضع في توارثها لتاثير ثلاث اليلات هي

$I^A > i$ سيادة تامة

$I^B > i$ سيادة تامة

$I^B = I^A$ سيادة مشتركة

جدول (6) يوضح التراكيب الوراثية والمظاهر الخارجية المرافقة لانماط مجاميع الدم

المظهر الخارجي	التركيب الوراثي
A	I^AI^A , I^Ai
B	I^BI^B , I^Bi
AB	I^AI^B
O	i i

مثال:– ماهي انواع مجاميع الدم للافراد الناتجين من تزاوج رجل يحمل مجموعة الدم A وأمرة تحمل مجموعة الدم O

الجواب:– الاب من مجموعة الدم A يحمل تركيبين وراثيين اما مجموعة دم نقية I^AI^A او هجينية مع الاليل المتنحي I^Ai ، اما الام فلها تركيب وراثي واحد هو i i

فيجرى التضريب بحالتين

1.اذا كان الاب يحمل مجموعة الدم A نقية فيكون التضريب كالاتي

الامرأة الرجل

P_1 I^AI^A **x** i i

F_1 I^A , i

مجموعة الدم A

2.اذا كان الاب يحمل مجموعة دم هجينه A فيكون التضريب

الامرأة الرجل

P_1 I^Ai **x** i i

F_1 I^A , i i , i

مجموع دم مجموع دم

A O

مثال:- تزوج رجل من مجموعة دم I^Ai من أمراه مجموعة دم I^Bi ماهي مجاميع الدم للنسل الناتج

الامرأة الرجل

P_1 I^Ai x I^Bi

G_1 I^A , i I^B , i

	I^A	I
I^B	I^AI^B AB	I^Bi B
I	I^Ai A	i i O

مجاميع الدم الناتجة في الانسان O , AB , B , A

وراثة مجاميع الدم حسب نظام Rh

بعد انتشار عملية نقل الدم بين الافراد ورغم تطابق مجاميع الدم لوحظ حصول تجمع لكريات الدم الحمر في الشخص المنقول له الدم . وبعد اجراء العديد من الدراسات تمكن العالمان لاندشتاينير وفايز عام 1940 تمكن العالمان من اكتشاف Rh عند نقل الدم من القردة الى الارانب حيث تكونت الاجسام المضادة antibodies في دم الارنب وادت الى تجمع كريات الدم الحمر وعرف هذا العامل بانه (antigens) او المستضد يقع على سطح كريات الدم الحمراء وهذا المستضد يختلف عن مستضدات مجاميع الدم لأنه ليس له ضد في الدم. الافراد الحاملون لهذا المستضد يطلق عليهم Rh^+ والافراد غير الحاملين لهذا المستضد يطلق عليهم Rh^- فعند اجراء عملية نقل الدم من فرد يحمل العامل Rh^+ الى فرد يحمل العامل Rh^- فان الفرد الذي يحمل Rh^- سيكون اجسام مضادة ضد هذا الفرد الذي يحمل العامل +Rh ويؤدي الى تجمع كريات الدم الحمر وتكسرها لذا يجب ان نتأكد للشخص الذي يعطى الدم ان يحصل تطابق بين مجاميع الدم اضافة الى التأكد من نوع العامل Rh للشخص المنقول منه و اليه.

فعندما يكون الجنين في بطن الام يحمل العامل Rh^+ والام تحمل العامل Rh^- فالحمل الاول لا توجد خطورة على الام لعدم وجود اختلاط بين دم الجنين ودم امه لكن بعد الولادة وقطع المشيمة ينتج نزيف من الدم يسمح بدخول عدد من كريات الدم الحمراء من الطفل الى دم الام وبما ان الوليد يحمل العامل Rh^+ فان دم الام يبدأ بتكوين اجسام مضادة ضد هذا المستضد وفي الحمل الثاني تصل مجموعة من الاجسام المضادة من دم الام الى دم الجنين الثاني عبر المشيمة مما يؤدي الى تكسر كريات دم الطفل الحمراء

فيصاب الطفل بمرض فقر الدم الانحلالي ويولد الطفل الثاني وهو مصاب بهذا المرض او يموت قبل الولادة وهذا يعتمد على عدد الاجسام المضادة المتكونة في دم الام وعدد الاجسام المضادة التي تصل الى دم الجنين. اما وراثة هذا العامل فقد تضاربت اراء العلماء حول دراسة هذا العامل ، لقد اقترح العالم فايز وجود ثمانية اليلات في الموقع الجيني Rh اما العالم Fisher فقد اقترح نظرية وراثية تستند على نظرية الاليلات الكاذبة ومضمونها وجود ثلاثة مواقع جينية تقع قريبة من بعضها على الكروموسوم مسؤوله عن ثلاث مستضدات مختلفة ورمز لمستضدات الافراد الحاملين للعامل Rh+ بالحروف C ، D ، E اما الاليلات من نوع c ، d ، e فتشير الى وقوعها في الافراد الحاملين للعامل Rh^- واوضح العالم بان الفرد الذي يحمل احد الجينات الثلاث C او D او E او اثنان او جميعها فيكون من فئة العامل Rh^+ اما الافراد الحاملين لجميع الجينات المتنحية التي هي c، d ، e فيكونون من فئة Rh^- اي يجب ان يكون جميع الاليلات متنحية .

يطلق على الفرد الذي يحمل Rh^+ بانه يحمل واحد او اثنان او ثلاثة تراكيب وراثية متغلبة كما في

1. CC DD EE
2. Cc DD EE
3. Cc dd EE
4. CC DD ee
5. Cc dd ee
6. Cc DD ee

Rh^+

اما الفرد الذي يحمل العامل –Rh يجب ان تكون جميع اليلاته متنحية

ee dd cc Rh^-

ثالثاً- حجم الجناح في الدروسوفلا

في حشرة الدروسوفلا توجد ثلاث اليلات للجين (L) الخاص بحجم جناح الدروسوفلا وهي

1. (L^+) الجناح الطبيعي
2. (L^{vg}) الجناح المختزل
3. (L^B) الجناح القرني

ان الجين الطبيعي (L^+) متغلب على (L^{vg}) و (L^B) بينما تكون العلاقة بين الاليلين (L^{vg} و L^B) علاقة سيادة متنحية غير تامة لذا فان التزاوج بينهما يعطي اشكال طافيره

	حشرة ذات جناح مختزل		حشرة ذات جناح قرني
P_1	L^BL^B	x	$L^{vg}L^{vg}$
G_1	L^B		L^{vg}
F_1	L^BL^{vg}		

حشرة وسطية

P_2	L^BL^{vg}	x	L^BL^{vg}
G_2	L^B , L^{vg}		L^B , L^{vg}
F_2	L^BL^B , L^BL^{vg} , L^BL^{vg} , $L^{vg}L^{vg}$		

حشرات ذات جناح مختزل — حشرات ذات جناح وسطية — حشرات ذات جناح قرني

لذا فأن الجين L يقع في ثلاث اشكال اليليه

جدول (7) يوضح الاشكال المظهرية والتراكيب الوراثية للاليلات في جناح الدروسوفلا

الاشكال المظهرية	التراكيب الوراثية
الجناح الطويل	L^+L^+ , L^+L^{vg} , L^+L^B
الجناح المختزل	L^{vg} L^{vg}
الجناح القرني	L^B L^B
الجناح الوسطي	L^{vg} L^B

اما علاقة السيادة لسلسلة الاليلات $L^+ > L^{vg} > L^B$