وبينما لايوجد أى ارتباط بين متوسطات أو تباينات الآباء والجيلين الأول والثاني وعشائر التلقيحات الرجعية فى حالة التأثير الإضافى للجينات .. نجد أن هذه القيم تكون مرتبطة ببعضها ، عندما تكون الجينات ذات تأثير هندسى ؛ ويصاحب زيادة المتوسطات زيادة التباينات فى حالة التأثير الهندسى ، بينما لايشترط ذلك فى حالة التأثير الإضافى ؛ حيث قد تصاحب زيادة المتوسطات زيادة أو نقص فى التباينات (Brewbaker ١٩٦٤) .

مكونات التباين فى الصفات الكمية

يصعب فى الصفات الكمية تتبع كل جين على حدة فى الأجيال الانعزالية ، كما يصعب تقسيم النباتات إلى أقسام محددة حسب النسب المندلية المعروفة كما فى الصفات البسيطة أو التى يتحكم فيها عدد قليل من الجينات. ويسعى المربى – بدلاً من ذلك – إلى تقدير التباين Variance– وهو قيمة إحصائية – للدلالة على مدى الاختلافات المشاهدة فى الصفة فى العشائر التى يقوم بدراستها .

يعرف التباين الكلى المشاهد باسم تباين الشكل المظهرى Phenotypic Variance ، ويرمز له بالرمز (V_{Ph}) ؛ ونظرا لأن الاختلافات التى تشاهد فى الشكل المظهرى ترجع إلى تأثير كل من التركيب الوراثى ، والعوامل البيئية على كل فرد من أفراد العشيرة ؛ لذا .. فإن :

$$V_{Ph} = V_G + V_E$$

حيث يمثل (V_G) التباين الذى يرجع إلى تأثير التركيب الوراثى أو التباين الوراثى Genotypic Variance ، بينما يمثل (V_E) التباين الذى يرجع إلى تأثير البيئة أو التباين البيئى Environmental Variance .

التباين البيئى

يقدر التباين البيئى لأية صفة ؛ بحساب مدى التباين فى هذه الصفة فى عشيرة يحمل جميع أفرادها نفس التركيب الوراثى؛ كأن تكون جميعها – مثلاً – سائدة أصيلة ، أو متنحية أصيلة ، أو خليطة فى الصفة ويحسب التباين البيئى بالمعادلة التالية :

$$V_E = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}$$

حيث تمثل (X) القيمة المشاهدة للصفة لكل فرد من أفراد العشيرة و (n) عدد أفراد العشيرة ، بينما ترمز (Σ) لكلمة مجموع .

تجدر الإشارة إلى أن التباين البيئى لصفة ما لايكون ثابتاً دائماً ، وإنما يتغير بتغير التركيب الوراثى لأفراد العشيرة فى الصفة المدروسة ، وبتغيير الخلفية الوراثية لأفراد العشيرة ، فهو يكون أكبر – عادة – فى السلالات الأصيلة (مثل السلالات النقية ، أو السلالات المرباة تربية داخلية) عما فى الأصناف العادية (الصادقة التربية ، أو المفتوحة التلقيح) ، ويقل فى الأصناف الهجين عامة عما فى الأصناف العادية ، وبرغم أن تقدير التباين البيئى يختلف بين العشائر غير التجانسة .. إلا أنه يكون أقل فيها مما فى العشائر الأكثر تجانسا ، باستثناء الأصناف الهجين . وبالإضافة إلى ما تقدم .. فإن التباين البيئى يختلف بين السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة نظراً لاختلاف مدى تأثر التراكيب الوراثية السائدة الأصيلة والمتنحية الأصيلة بالصفة(أى يحدث تفاعل بين البيئة والتركيب الوراثى فى التأثير على الصفة) . ولذا .. فإن أفضل تقدير للتباين البيئى يكون هو متوسط التباين البيئى للآباء والجيل الأول (وهى العشائر المتجانسة) كما يلى :

$$V_E = \frac{VP_1 + VP_2 + V_{F1}}{3}$$

حيث تمثل V_{P1} ، و V_{P2} ، و V_{F1} تباينات أحد الآباء ، والأب الثانى ، والجيل الأول الهجين بينهما على التوالى .

ويفضل – أحيانا – حساب التباين البيئى بالمعادلة التالية :

$$V_E = \sqrt[3]{V_{P_1} \cdot V_{P_2} \cdot V_{F_1}}$$

أى على أساس الجذر التكعيبى لحاصل ضرب تباين الأب الأول مع تباين الأب الثانى مع تباين الجيل الأول بينهما .

التباين الوراثى

أشرنا – سابقاً – إلى أن التباين الوراثى (V_G) يعكس القدر الذى يشارك به التركيب الوراثى فى التباين الكلى للصفة ، ويمكن تقسيم التباين الوراثى– بدوره – إلى مكونات أصغر ، يسهم كل منها بنصيب فى التباين الكلى للصفة وهى كما يلى :

١– تباين التأثير الإضافى للجين أو التباين الإضافى Additve Variance (V_A أو) وهو مقياس لقيمة التربية Breeding Value ، ويرجع إلى اختلاف التراكيب الوراثية الأصيلة فى التأثير على الصفة ، وهو يعد أهم مكونات التباين الوراثى لأنه الوحيد الذى يمكن الاعتماد عليه عند الانتخاب .

٢– تباين تأثير السيادة أو تباين السيادة Dominance Variance (أو V_D) وهو مقياس للانحراف الذى يعود إلى السيادة dominamce deviation ؛ نتيجة للتفاعل بين الجينات الأليلية .

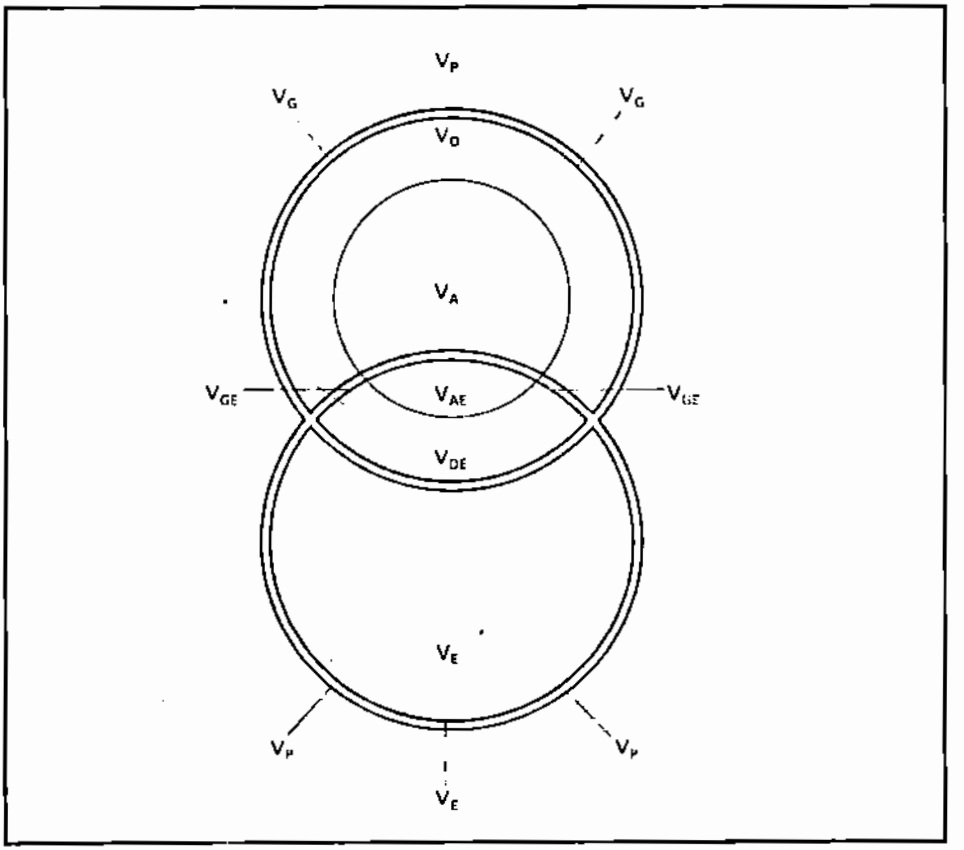
٣– تباين التفاعل Interaction Variance (V_I أو) ، وهو مقياس للانحراف الذى يعود إلى التفاعل interaction deviation بين الجينات غير الأليلية ؛ أى إلى حالات التفوق epistasis .

وبذا .. فإنه يمكن إعادة صياغة معادلة التباين الكلى لتصبح كما يلى :

$$V_{Ph} = V_A + V_G + V_I + V_E$$

ويبين شكل (٤ – ٤) معظم مكونات التباين التى سبقت الإشارة إليها . ويمكن الاستفادة من الشكل فى تفهم العلاقة فيما بينها ، خاصة فيما يتعلق بتباينات لم تسبق الإشارة إليها ، وهى تباين التفاعل بين التركيب الوراثى والبيئة Genotype - Environment Interaction Variance (V_{GE} أو) ، و الذى قسم بدوره – إلى تباين التفاعل بين التأثير الإضافى والبيئة (V_{AE}) ، وتباين التفاعل بين تأثير السيادة والبيئة (V_{DE}) . ويمكن بإجراء التجارب المناسبة تقدير مكونات مختلفة لتباين مواقع إجراء الدراسة Sites ، ومواسم إجرائها seasons كجزء من التباين البيئى ، وكذلك تحديد تباين التفاعلات بين مكونات البيئة وبعضها (V_{EE}) ، وبين تأثير التفاعل والبيئة (V_{IE}) وتباينات التفاعلات بين مختلف مكونات التباين الوراثى ؛

مثل (V_{AA}) و(V_{AD}) و(V_{DD}) وهى التى تشكل فى مجموعها تباين التفاعل (V_I) وتمثل – على التوالى – تباين التفاعل بين قيمتين من قيم التوبية ، وتباين التفاعل بين قيمة التربية لأحد المواقع الجينية مع الانحراف العائد إلى السيادة فى موقع جينى آخر ، وتباين التفاعل بين اثنين من الانحرافات العائدة إلى السيادة . وإذا كان التفاعل بين أليلات أكثر من موقعين جينيين .. فإنه يكون شديد التعقيد .



شكل (٤ –٤) : تخطيط للعلاقة بين الأنواع المختلفة من التباينات التي يتكون منها تباين الشكل المظهرى . راجع المتن للتفاصيل (عن Simmonds ١٩٧٩) .

ونظراً لأن حساب مختلف التفاعلات يكون أمراً معقداً ؛ لذا .. فإنها تهمل – عادة – حيث يحسب تباين التفاعل بين التركيب الوراثى والبيئى ضمن التباين البيئى ، كما يقسم

التباين الوراثى إلى مكوناته الثلاثة الرئيسية (V_A) ، و (V_D) ، و (V_I) دونما تفصيل لتباين التفاعل ، أو قد يقسم إلى مكونين فقط ، هما (V_A) وبقية مكونات التباين الوراثى معاً ؛ ذلك لأن فاعلية عملية الانتخاب فى برامج التربية تتحدد – أساساً – بتباين التأثير الإضافى للجين .

طرق تقدير مكونات التباين فى الصفات الكمية

سبقت الإشارة إلى طريقة تقدير التباين البيئى عند مناقشة هذا الموضوع ، أما التباين الوراثى ومكوناته المختلفة ، وكذلك مختلف تباينات التفاعل .. فإنها تقدر بطرق شتى ، وتعتمد هذه الطرق على عدد من الافتراضات البيولوجية ، أكثرها شيوعاً مايلى (عن Sprague١٩٦٦) :

١- أن تكون النباتات المقيمة عينة عشوائية ممثلة لكل التراكيب الوراثية الممكنة فى العشيرة التى أخذت منها .

٢- أن تكون النباتات ثنائية المجموعة الكروموسومية ، وتسلك مسلكاً طبيعياً أثناء الانقسام الاختزالى .

٣- ألاّ يوجد تأثير سيتوبلازمى على الصفة .

٤- ألاّ توجد أليلات متعددة للجين .

٥- ألاّ يوجد ارتباط بين الجينات . .

٦- أن تتساوى جميع التراكيب الوراثية فى قدرتها على التكاثر فلا يوجد انتخاب لصالح أى منها .

٧- ألا يوجد تفوق ، أى لايوجد تفاعل بين الجينات غير الأليلية .

التقدير على أساس نسب الأليلات وقيمتها الوراثية

تحسب مكونات التباين الوراثى لموقع جينى واحد بالمعادلات التالية (عن Falconer ١٩٨١) :

$$V_A = 2pq\,\alpha^2$$

$$= 2\,pq\,[\,a + d\,(q - p)\,]^2$$

$$V_D = (2pqd)^2$$

$$V_G = V_A + V_D$$

$$= 2pq\,[\,a + d\,(q-p)\,]^2 + (\,2pqd\,)^2$$