أهمية التفاعل بين التركيب الوراثى والبيئة

يفيد تفهم الأنواع المختلفة – من تفاعلات مكونات البيئة مع التركيب الوراثى – فى إنتاج أصناف خاصة من المحاصيل الزراعية، تصلح لبيئات معينة، أو للزراعة فى أراض معينة، أو بكثافة معينة، أو فى مواسم معينة .. إلخ كما يفيد ذلك المربى فى إجراء الاختبارات على الأصناف الجديدة، بحيث يمكن قصرها على مكونات البيئة التى تتفاعل مع التركيب الوراثى

هذا وكلما قلت التفاعلات بين التركيب الوراثى ومكونات البيئة كان ذلك دليلا على أن التركيب الوراثى (الصنف الجديد) أكثر تأقلمًا على الظروف البيئية، ويتوقع أن يبقى أداؤه (محصوله) ثابتًا باختلاف الظروف

النماذج الإحصائية المستعملة فى تقدير التفاعلات بين التركيب الوراثى والبيئة

عند إجراء تجارب تقييم التراكيب الوراثية لأكثر من سنة فى أكثر من موقع، فإن متوسط الشكل المظهرى لأى تركيب وراثى ($\bar{x}$)، يكون محصلة لكل مما يلى

$$\bar{x} = \mu + g + r + l + y + gl + gy + ly + gly + e$$

حيث إن:

μ = المتوسط العام للعشيرة.

r، و l، و y = تأثيرات المكررات، والمواقع، والسنوات، على التوالى

e = الخطأ التجريبى

gl، و gy، و ly، و gly هى أنواع ومستويات مختلف التفاعلات.

وبذا . إذا ما قدر التباين الوراثى من تجربة أجريت فى موقع واحد لعام واحد فإن التباين الوراثى المقدر VG يدخل ضمنه – كذلك – مختلف تباينات التفاعل (وهى VGL، و VGY، و VGLY)؛ أى إن التباين الوراثى المقدر من تلك التجارب يكون متحيزًا بالزيادة، ولا يمكن فصل تباينات المستويات المختلفه من التفاعل عنه إلاّ بإجراء الدراسة لأكثر من عام وفى أكثر من موقع (عن Singh ١٩٩٣).

ويحدث التفاعل بين البيئة والوراثة – بالنسبة لصفة المحصول – عندما تستجيب التراكيب الوراثية بصورة مختلفة لأى تغير فى الظروف البيئية.

وغالبًا نجد أن تأثير التفاعل بين التركيب الوراثى والبيئة يتساوى مع تأثير التركيب الوراثى أو يزيد عنه ويوفر هذا التفاعل فرصة للمربى لتحسين المحصول بالعمل على انتخاب أفضل التراكيب الوراثية فى كل بيئه (Yan & Hunt ١٩٩٨)

ويعيد تحليل التباين لتجارب تقييم الأصناف أو أية عشائر وراثية فى مواقع مختلفة أو عبر عدة سنوات فى الحصول على متوسط مربع الانحرافات الذى يرجع إلى التفاعل بين التراكيب الوراثية والبيئة، والذى يمكن اختبار معنويه باختبار F (MS_1/MS_3)، كما يلى

مصدر التباين	درجات الحرية	متوسط مجموع المربعات	التوقعات (علام يدل ؟)
البيئات environments	e-1		
التراكيب الوراثيه genotypes	g-1	MS_1	V + rVGE + reVG
التركيب الوراثى × البيئة	(e-1) (g-1)	MS_2	V + rVGE
الخطأ التجريبى	ge (r-1)	MS_3	V

علما بأن

V - تباين الخطأ التجريبى

r، و e، و g – عدد المكررات، وعدد البيئات، وعدد التراكيب الوراثية، على التوالى

VG = تباين التراكيب الوراثية

VGE – تباين التفاعل بين التركيب الوراثى والبيئة (عن Agrawal ١٩٩٨)

ويرغب المربى - عادة فى اختبار أداء مجموعة معينه من الأصناف وتكرار التقييم فى العام التالى لأصناف ذاتها، ولذا فإن تأثير الأصناف فى تحليل التباين يعد ثابتا fixed ويمثل فإن البيئة (مواقع ثابتة) قد يتم اختيارها لتمثل ظروفا بيئية يحتمل أن تنتشر فيها زراعة الصنف الجديد ويعنى ذلك ثبات تأثير الموقع - كذلك – نظرا لأن المربى يمكنه تكرار الدراسة فى العام التالى بزراعة نفس مجموعة الأصناف فى نفس المواقع وبذا فإن كل دلائل الموديل الإحصائى تمثل ثوابت لتأثيرات ثابتة (النموذج بجدول ١١–١) أما إذا اختبرت الأصناف فى سنوات مختلفه (متغيرات غير محكم فيها) فإن تأثير السنة يجب اعتباره اعتباطى وإذا كانت الأصناف المختبرة تمثل

عينة عشوائية من عشيرة أكبر، فإن التأثير الرئيسى للأصناف سيعتبر - كذلك عشوائيًا، وهو ما يميز النموذج الإحصائى ذات التأثير العشوائى (نموذج ٢ بجدول ١١-١) ومع وضوح الاختيار بين التأثيرات الثابتة، والتأثيرات العشوائية (نموذج ١)، والتأثيرات المختلطة (ثبات الأصناف وعشوائية البيئات - نموذج ٢)، فإن ذلك الاختبار يكون له تأثيرات كبيرة على اختبارات المعنوية وتوقعات متوسطات الانحرافات (جدول ١١-١)

وتعتبر التأثيرات الرئيسية وتفاعلاتها - فى تحليل التباين - كما يلى:

١ - عندما تكون كل التأثيرات الرئيسية مثبتة، فإنها وتفاعلاتها نختبر مقابل متوسط انحرافات الخطأ التجريبى

٢ - عندما تكون كل التأثيرات الرئيسية عشوائية، فإنها يجب أن تختبر مقابل متوسط انحرافات التفاعل، بفرض أن متوسط انحرافات التفاعل معنوى مقابل متوسط انحرافات الخطأ التجريبى

٣ - أما فى حالة التأثيرات المختلطة، فإن التأثيرات الرئيسية العشوائية يتم اختبارها مقابل متوسط انحرافات الخطأ التجريبى، بينما تختبر التأثيرات الرئيسية الثابتة مقابل متوسط انحرافات التفاعل بفرض أن متوسط انحرافات التفاعل ذاتها جوهرية مقابل متوسط انحرافات الخطأ التجريبى.

وتجدر الإشارة إلى أن متوسط قيم البينات أو التراكيب الوراثية تعبر عما يُتوقع من كل منهما - على التوالى - فقط عندما يكون التفاعل بين البيئة والتركيب الوراثى غير معنوى. ففى وجود هذا التفاعل المعنوى تفقد التأثيرات الرئيسية كثيرًا من معناها لأن الأداء العام لأى تركيب وراثى عبر كل البيئات لا يعبر بالضرورة عن أدائه الحقيقى فى أى بيئة معينة. وبالمثل . فإن أى بيئة ذات متوسط عام عال لا تكون بالضرورة هى الأفضل لكل التراكيب الوراثية.

ويأخذ تحليل التباين شكلاً مختلفًا (جدول (١١-٢) عندما تختبر التراكيب الوراثية فى مواقع مختلفة على مدى عدة سنوات، باتباع نموذج العشوائية. وتبعًا للدراسة ذاتها، فإن توقعات متوسطات الانحرافات المختلفة تسمح بتقدير مختلف مكونات التباين التى تهم المربى.

جدول (١١-١): توقعات متوسط الانحرافات (EMS) ونسب F لمختلف النماذج الإحصائية (الثابتة fixed effects، والعشوائية random effects، والمختلطة mixed effects حيث التراكيب الوراثية هي الثابتة والبيئات هي العشوائية).

Source مصادر الاختلافات	MS	Fixed effects		Random effects		Mixed effects (Geno. fixed, En. random)	
		EMS	F	EMS	F	EMS	F
البيئات	M_1	$\sigma_e^2 + rg \frac{\Sigma_i \varepsilon_i^2}{(n-1)}$	$\frac{M_1}{M_4}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{ge}^2 + rg\sigma_e^2$	$\frac{M_1}{M_3}$	$\sigma_e^2 + rg\ \sigma_e^2$	$\frac{M_1}{M_4}$
التراكيب الوراثية	M_2	$\sigma_e^2 + rn \frac{\Sigma_i g_i^2}{(n-1)}$	$\frac{M_2}{M_4}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{ge}^2 + rn\ \sigma_g^2$	$\frac{M_2}{M_3}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{ge}^2 + \frac{rn\sigma_g^2}{g-1}$	$\frac{M_2}{M_4}$
التركيب الوراثي × البيئة	M_3	$\sigma_e^2 + \frac{\Sigma_i \Sigma_j (g\varepsilon)_{ij}^2}{(g-1)(n-1)}$	$\frac{M_3}{M_4}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{ge}^2$	$\frac{M_3}{M_4}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{ge}^2$	$\frac{M_3}{M_4}$
الخطا التجريبي	M_4	σ_e^2		σ_e^2		σ_e^2	

جدول (١١-٢): تحليل التباين للتراكيب الوراثية المختبرة عبر عدة سنوات فى عدة مواقع.

Source	*df*	*MS*	*EMS*	*F*
Replications within locations and years	$ly(r-1)$	M_1	$\sigma_e^2 + g\sigma_r^2$	M_1/M_9
Years	$(y-1)$	M_2	$\sigma_e^2 + r\sigma_{gly}^2 + rg\sigma_{ly}^2 + rl\sigma_{gy}^2 + rlg\sigma_y^2$	≠
Locations	$(l-1)$	M_3	$\sigma_e^2 + r\sigma_{gly}^2 + rg\sigma_{ly}^2 + ry\sigma_{gl}^2 + rgy\sigma_l^2$	≠
Genotypes	$(g-1)$	M_4	$\sigma_e^2 + r\sigma_{gly}^2 + ry\sigma_{gl}^2 + rl\sigma_{gy}^2 + rly\sigma_g^2$	≠
Years × locations	$(y-1)(l-1)$	M_5	$\sigma_e^2 + r\sigma_{gly}^2 + rg\sigma_{ly}^2$	M_5/M_8
Genotypes × years	$(g-1)(y-1)$	M_6	$\sigma_e^2 + r\sigma_{gly}^2 + rl\sigma_{gy}^2$	M_6/M_8
Genotypes × locations	$(g-1)(l-1)$	M_7	$\sigma_e^2 + r\sigma_{gly}^2 + ry\sigma_{gl}^2$	M_7/M_8
Genotypes × locations × years	$(g-1)(l-1)(y-1)$	M_8	$\sigma_e^2 + r\sigma_{gly}^2$	M_8/M_9
Residual error	$ly(g-1)(r-1)$	M_9	σ_e^2	

* يراجع النص لأجل طريقة حساب قيمة F

جدول (١١-٣): مكونات التباين لتجارب تختلف فى عدد المواقع وعدد سنوات الدراسة.

Kind of experiment نوع التجربة	*Components of* مكونات	
	σ_g^2	σ_{ge}^2
موقع واحد فى سنة واحدة	$\sigma_g^2 + \sigma_{gl}^2 + \sigma_{gy}^2 + \sigma_{gly}^2$ ≠	No estimate
موقعان أو أكثر فى سنة واحدة	$\sigma_g^2 + \sigma_{gy}^2$ ≠	$\sigma_{gl}^2 + \sigma_{gly}^2$ (o)
سنتان أو أكثر فى نفس الموقع	$\sigma_g^2 + \sigma_{gl}^2$ ≠	$\sigma_{gy}^2 + \sigma_{gly}^2$ (o)
سنتان أو أكثر فى موقعان أو أكثر	σ_g^2	$\sigma_{gy}^2 + \sigma_{gl}^2 + \sigma_{gly}^2$ (oo)

σ_{ge}^2 is the genotype-environment interaction variance

≠ σ_g^2 is inflated by different components of σ_{ge}^2

(o) The two components of σ_{ge}^2 cannot be separated

(oo) All the three components of σ_{ge}^2 can be separated

ويستكمل جدول (١١-٣)، و (١١-٤) بيان تحليل التباين لمختلف الحالات (عن Fehr ١٩٨٧)

وتقدر الانحرافات القياسية لمكونات التباين تلك بتطبيق المعادلة العامة لحساب تباين مختلف مكونات التباين ثم أخذ جذرها التربيعي، فمثلا

$$SE\ of\ \hat{\sigma}^2_{r.} = \sqrt{Variance\ of\ \hat{\sigma}^2_{r.}}$$

(عن Chahal & Gosal ٢٠٠٢)

جدول (١١ - ٤) دالات مختلف مكونات التباين

مكون التباين	الدالة [1]
σ^2_k	$(M_4 \quad M \quad M_5 + M_6)/rs$
σ^2_r	$(M_3 \quad M_5 \quad M_6 + M \quad rl$
σ^2_l	$(M_3 \quad M_4 \quad M_5 + M \quad rs$
σ^2_{kl}	$(M_7 \quad M)/rs$
σ^2_{kr}	$(M_6 - M_5)/rl$
σ^2_{lr}	$(M_5 - M_8)/rs$
σ^2_{klr}	$(M_8 - M_9)/r$
σ^2_e	M_9

[1] - يرجع جدول (١١ - ٢) لتحديد قيم M_1 الى M_9

ويلخص جدل (١١ ٥) تحليل التباين لتجارب على محصول حولى فى حالات اختلاف عدد المواقع وسنوات الدراسة

مدلولات معنوية التفاعلات المختلفة بين التركيب الوراثى والبيئة

ن وجود تفاعل معنوى بين البيئة والتركيب الوراثى يعنى أن الحصول على تقدير لتباين الوراثى من تجربة تجرى فى بيئة واحدة سوف يتضمن تأثيرات التفاعل الذى لا يمكن تقديره إلا عند إجراء الدراسة فى أكثر من بيئة واحدة، مما يعنى أن تقديرات درجات التوريث المتحصل عليها من دراسات كهذه تكون متحيزة بالزيادة