

التجارب العاملية Factorial Experiments**- التجارب ذات العاملين Two Factor Experiments****2. تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R. C. B. D) Randomized Complete Block Design**

يمكن استخدام هذا التصميم بنفس الكيفية وعند نفس الظروف التي استخدم فيها مع التجارب البسيطة. ويمكن إجراء التوزيع العشوائي وعمل مخطط لتجربة ذات عاملين كما سبق شرحه في التجارب البسيطة لكن المعاملة في هذه الحالة تتكون من توافق بين مستوى معين من احد العاملين مع مستوى معين من العامل الاخر وكلاهما يطبق على نفس الوحدة التجريبية.

- تحليل التباين Analysis of Variance

1. تمثيل البيانات بالرموز:

نفرض المطلوب القيام باجراء تجربة عاملية لدراسة تأثير ثلاث مستويات من العامل A و ثلاث مستويات من العامل B بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربعة قطاعات، فيمكن التعبير عن المشاهدات بالرموز كما مبين في الجدول:

تجربة عاملية 3^2

العامل A	العامل B	التوافق العاملية	المشاهدات Y_{ijk}				مجاميع المعاملات العاملية $Y_{ij.}$	متوسطات المعاملات العاملية $\bar{y}_{ij.}$
			1	2	3	4		
a₁	b₁	a₁b₁	y ₁₁₁	y ₁₁₂	y ₁₁₃	y ₁₁₄	Y_{11.}	y _{11.}
	b₂	a₁b₂	y ₁₂₁	y ₁₂₂	y ₁₂₃	y ₁₂₄	Y_{12.}	y _{12.}
	b₃	a₁b₃	y ₁₃₁	y ₁₃₂	y ₁₃₃	y ₁₃₄	Y_{13.}	y _{13.}
a₂	b₁	a₂b₁	y ₂₁₁	y ₂₁₂	y ₂₁₃	y ₂₁₄	Y_{21.}	y _{21.}
	b₂	a₂b₂	y ₂₂₁	y ₂₂₂	y ₂₂₃	y ₂₂₄	Y_{22.}	y _{22.}
	b₃	a₂b₃	y ₂₃₁	y ₂₃₂	y ₂₃₃	y ₂₃₄	Y_{23.}	y _{23.}
a₃	b₁	a₃b₁	y ₃₁₁	y ₃₁₂	y ₃₁₃	y ₃₁₄	Y_{31.}	y _{31.}
	b₂	a₃b₂	y ₃₂₁	y ₃₂₂	y ₃₂₃	y ₃₂₄	Y_{32.}	y _{32.}
	b₃	a₃b₃	y ₃₃₁	y ₃₃₂	y ₃₃₃	y ₃₃₄	Y_{33.}	y _{33.}
مجاميع القطاعات		Y_{..k}	Y_{..1}	Y_{..2}	Y_{..3}	Y_{..4}	Y_{...} المجموع العام	
متوسطات القطاعات		$\bar{y}_{..k}$	y_{..1}	y_{..2}	y_{..3}	y_{..4}		المتوسط العام y_{...}

حيث ان:

Y_{ij} تعني مجموع أي معاملة

فمجموع المعاملة العاملية الاولى مثلا:

$$Y_{11.} = y_{111} + y_{112} + y_{113} + y_{114}$$

$Y_{..k}$ تعني مجموع أي قطاع

فمجموع القطاع الاول مثلا:

$$Y_{..1} = y_{111} + y_{121} + y_{131} + \dots + y_{331}$$

وان متوسط أي معاملة عاملية:

$$\bar{y}_{ij.} = \frac{Y_{ij.}}{r}$$

وان متوسط أي قطاع:

$$\bar{y}_{..k} = \frac{Y_{..k}}{ab}$$

والمجموع العام للتجربة:

$$Y_{...} = \sum y_{ijk} = y_{111} + y_{112} + y_{113} + \dots + y_{334}$$

$$\bar{y}_{...} = \frac{Y_{...}}{abr}$$

المتوسط العام للتجربة:

2. جدول تحليل التباين Analysis of Variance Table

يمكن التعرف على مصادر الاختلاف في حالة هذا التصميم من خلال معادلة النموذج الرياضي التالية:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + R_k + e_{ijk} \quad ; \quad i = 1, 2, 3, \dots a$$

$$j = 1, 2, 3, \dots b$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, r$$

حيث ان:

y_{ijk} = قيمة المشاهدة التي اخذت المستوى i من العامل A والمستوى j من العامل B وموجود في القطاع k

μ = المتوسط العام للتجربة

$$\mu = \bar{y}_{...} = \frac{Y_{...}}{abr}$$

A_i = تأثير المستوى i من العامل A ويقدر بمقدار انحراف متوسط المستوى i من هذا العامل $\bar{y}_{i..}$ عن المتوسط العام

$$A_i = \bar{y}_{i..} - \bar{y}_{...} = \frac{Y_{i..}}{br} - \frac{Y_{...}}{abr} \quad \text{للتجربة:}$$

B_j = تأثير المستوى j من العامل B ويقدر بمقدار انحراف متوسط المستوى j من هذا العامل $\bar{y}_{.j.}$ عن المتوسط العام

للتجربة:

$$B_j = \bar{y}_{.j.} - \bar{y}_{...} = \frac{Y_{.j.}}{ar} - \frac{Y_{...}}{abr}$$

AB_{ij} = تأثير التداخل بين المستوى i من العامل A والمستوى j من العامل B ويقدر من المعادلة:

$$AB_{ij} = \bar{y}_{ij.} - \bar{y}_{i..} - \bar{y}_{.j.} + \bar{y}_{...} = \frac{Y_{ij.}}{r} - \frac{Y_{i..}}{br} - \frac{Y_{.j.}}{ar} + \frac{Y_{...}}{abr}$$

R_k = تأثير القطاع k ويقدر بمقدار انحراف متوسط القطاع k عن المتوسط العام للتجربة

$$R_k = \bar{y}_{..k} - \bar{y}_{...} = \frac{Y_{..k}}{ab} - \frac{Y_{...}}{abr}$$

$e_{ijk} =$ مقدار الخطأ التجريبي العشوائي الخاص بتلك الوحدة التجريبية ويقدر من المعادلة التالية:

$$e_{ijk} = y_{ijk} - \bar{y}_{ij.} - \bar{y}_{..k} + \bar{y}_{...}$$

- جدول تحليل التباين (ANOVA-Table)

لايجاد جدول تحليل التباين نتبع الخطوات في المثال التالي:

مثال:

أجريت دراسة لمعرفة تأثير ثلاث أنواع من المبيدات في مكافحة حشرة حفار ساق الذرة الصفراء استخدمت أربعة تراكيز لكل نوع من المبيدات وباربعة مكررات بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة, كان متوسط حاصل المعاملة كما في الجدول التالي:

Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4																																																																																																
<table border="1"> <tr><td>a₃b₁</td><td>a₂b₂</td><td>a₁b₁</td></tr> <tr><td>60.6</td><td>60.7</td><td>55.6</td></tr> <tr><td>a₃b₄</td><td>a₁b₄</td><td>a₂b₄</td></tr> <tr><td>75.6</td><td>70.7</td><td>50.2</td></tr> <tr><td>a₁b₂</td><td>a₃b₃</td><td>a₂b₃</td></tr> <tr><td>60.2</td><td>73.9</td><td>53.3</td></tr> <tr><td>a₁b₃</td><td>a₃b₂</td><td>a₂b₁</td></tr> <tr><td>66.3</td><td>62.2</td><td>65.3</td></tr> </table>	a ₃ b ₁	a ₂ b ₂	a ₁ b ₁	60.6	60.7	55.6	a ₃ b ₄	a ₁ b ₄	a ₂ b ₄	75.6	70.7	50.2	a ₁ b ₂	a ₃ b ₃	a ₂ b ₃	60.2	73.9	53.3	a ₁ b ₃	a ₃ b ₂	a ₂ b ₁	66.3	62.2	65.3	<table border="1"> <tr><td>a₃b₂</td><td>a₂b₁</td><td>a₃b₄</td></tr> <tr><td>68.3</td><td>61.9</td><td>74.2</td></tr> <tr><td>a₁b₃</td><td>a₂b₄</td><td>a₂b₂</td></tr> <tr><td>57.8</td><td>48.6</td><td>58.6</td></tr> <tr><td>a₁b₁</td><td>a₃b₃</td><td>a₁b₄</td></tr> <tr><td>45.3</td><td>77.2</td><td>68.3</td></tr> <tr><td>a₁b₂</td><td>a₂b₃</td><td>a₃b₁</td></tr> <tr><td>60.7</td><td>53.7</td><td>51.3</td></tr> </table>	a ₃ b ₂	a ₂ b ₁	a ₃ b ₄	68.3	61.9	74.2	a ₁ b ₃	a ₂ b ₄	a ₂ b ₂	57.8	48.6	58.6	a ₁ b ₁	a ₃ b ₃	a ₁ b ₄	45.3	77.2	68.3	a ₁ b ₂	a ₂ b ₃	a ₃ b ₁	60.7	53.7	51.3	<table border="1"> <tr><td>a₂b₃</td><td>a₃b₃</td><td>a₁b₂</td></tr> <tr><td>48.5</td><td>65.6</td><td>45.4</td></tr> <tr><td>a₃b₂</td><td>a₁b₁</td><td>a₂b₄</td></tr> <tr><td>67.7</td><td>43.9</td><td>45.3</td></tr> <tr><td>a₂b₁</td><td>a₁b₃</td><td>a₃b₁</td></tr> <tr><td>60.2</td><td>50.9</td><td>50.5</td></tr> <tr><td>a₁b₄</td><td>a₃b₄</td><td>a₂b₂</td></tr> <tr><td>60.6</td><td>80.3</td><td>56.1</td></tr> </table>	a ₂ b ₃	a ₃ b ₃	a ₁ b ₂	48.5	65.6	45.4	a ₃ b ₂	a ₁ b ₁	a ₂ b ₄	67.7	43.9	45.3	a ₂ b ₁	a ₁ b ₃	a ₃ b ₁	60.2	50.9	50.5	a ₁ b ₄	a ₃ b ₄	a ₂ b ₂	60.6	80.3	56.1	<table border="1"> <tr><td>a₂b₄</td><td>a₁b₄</td><td>a₃b₁</td></tr> <tr><td>42.2</td><td>62.5</td><td>53.7</td></tr> <tr><td>a₁b₃</td><td>a₃b₃</td><td>a₂b₁</td></tr> <tr><td>50.6</td><td>77.1</td><td>63.5</td></tr> <tr><td>a₁b₂</td><td>a₂b₂</td><td>a₂b₃</td></tr> <tr><td>48.8</td><td>60.2</td><td>55.4</td></tr> <tr><td>a₁b₁</td><td>a₃b₂</td><td>a₃b₄</td></tr> <tr><td>44.6</td><td>60.1</td><td>79.1</td></tr> </table>	a ₂ b ₄	a ₁ b ₄	a ₃ b ₁	42.2	62.5	53.7	a ₁ b ₃	a ₃ b ₃	a ₂ b ₁	50.6	77.1	63.5	a ₁ b ₂	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃	48.8	60.2	55.4	a ₁ b ₁	a ₃ b ₂	a ₃ b ₄	44.6	60.1	79.1
a ₃ b ₁	a ₂ b ₂	a ₁ b ₁																																																																																																	
60.6	60.7	55.6																																																																																																	
a ₃ b ₄	a ₁ b ₄	a ₂ b ₄																																																																																																	
75.6	70.7	50.2																																																																																																	
a ₁ b ₂	a ₃ b ₃	a ₂ b ₃																																																																																																	
60.2	73.9	53.3																																																																																																	
a ₁ b ₃	a ₃ b ₂	a ₂ b ₁																																																																																																	
66.3	62.2	65.3																																																																																																	
a ₃ b ₂	a ₂ b ₁	a ₃ b ₄																																																																																																	
68.3	61.9	74.2																																																																																																	
a ₁ b ₃	a ₂ b ₄	a ₂ b ₂																																																																																																	
57.8	48.6	58.6																																																																																																	
a ₁ b ₁	a ₃ b ₃	a ₁ b ₄																																																																																																	
45.3	77.2	68.3																																																																																																	
a ₁ b ₂	a ₂ b ₃	a ₃ b ₁																																																																																																	
60.7	53.7	51.3																																																																																																	
a ₂ b ₃	a ₃ b ₃	a ₁ b ₂																																																																																																	
48.5	65.6	45.4																																																																																																	
a ₃ b ₂	a ₁ b ₁	a ₂ b ₄																																																																																																	
67.7	43.9	45.3																																																																																																	
a ₂ b ₁	a ₁ b ₃	a ₃ b ₁																																																																																																	
60.2	50.9	50.5																																																																																																	
a ₁ b ₄	a ₃ b ₄	a ₂ b ₂																																																																																																	
60.6	80.3	56.1																																																																																																	
a ₂ b ₄	a ₁ b ₄	a ₃ b ₁																																																																																																	
42.2	62.5	53.7																																																																																																	
a ₁ b ₃	a ₃ b ₃	a ₂ b ₁																																																																																																	
50.6	77.1	63.5																																																																																																	
a ₁ b ₂	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃																																																																																																	
48.8	60.2	55.4																																																																																																	
a ₁ b ₁	a ₃ b ₂	a ₃ b ₄																																																																																																	
44.6	60.1	79.1																																																																																																	

او ممكن ان يكون مخطط التجربة بهذا الشكل

a ₃ b ₁	a ₂ b ₂	a ₁ b ₁	a ₃ b ₄	a ₁ b ₄	a ₂ b ₄	a ₁ b ₂	a ₃ b ₃	a ₂ b ₃	a ₁ b ₃	a ₃ b ₂	a ₂ b ₁
60.6	60.7	55.6	75.6	70.7	50.2	60.2	73.9	53.3	66.3	62.2	65.3
a ₃ b ₂	a ₂ b ₁	a ₃ b ₄	a ₁ b ₃	a ₂ b ₄	a ₂ b ₂	a ₁ b ₁	a ₃ b ₃	a ₁ b ₄	a ₁ b ₂	a ₂ b ₃	a ₃ b ₁
68.3	61.9	74.2	57.8	48.6	58.6	45.3	77.2	68.3	60.7	53.7	51.3
a ₂ b ₃	a ₃ b ₃	a ₁ b ₂	a ₃ b ₂	a ₁ b ₁	a ₂ b ₄	a ₂ b ₁	a ₁ b ₃	a ₃ b ₁	a ₁ b ₄	a ₃ b ₄	a ₂ b ₂
48.5	65.6	45.4	67.7	43.9	45.3	60.2	50.9	50.5	60.6	80.3	56.1
a ₂ b ₄	a ₁ b ₄	a ₃ b ₁	a ₁ b ₃	a ₃ b ₃	a ₂ b ₁	a ₁ b ₂	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃	a ₁ b ₁	a ₃ b ₂	a ₃ b ₄
42.2	62.5	53.7	50.6	77.1	63.5	48.8	60.2	55.4	44.6	60.1	79.1

المطلوب:

هل هناك تأثير للمبيدات وتراكيزها في مكافحة الحشرة من خلال تأثيرها على الحاصل، وهل هناك تداخل بين هذه المبيدات وتراكيزها مستخدما اختبار اقل فرق معنوي.

الحل:

1. ترتيب وتبويب البيانات لتحليلها احصائيا:

انواع المبيدات A	تراكيز المبيدات B	المعاملات العاملة ab	المشاهدات y_{ijk}				مجاميع المعاملات Y_{ij}	متوسطات المعاملات \bar{y}_{ij}
			1	2	3	4		
a1	b1	a1b1	55.6	45.3	43.9	44.6	189.4	63.13
	b2	a1b2	60.2	60.7	45.4	48.8	215.1	71.7
	b3	a1b3	66.3	57.8	50.9	50.6	225.6	75.2
	b4	a1b4	70.7	68.3	60.6	62.5	262.1	87.37
a2	b1	a2b1	65.3	61.9	60.2	63.5	250.9	83.63
	b2	a2b2	60.7	58.6	56.1	60.2	235.6	78.53
	b3	a2b3	53.3	53.7	48.5	55.4	210.9	70.3
	b4	a2b4	50.2	48.6	45.3	42.2	186.3	62.1
a3	b1	a3b1	60.6	51.3	50.5	53.7	216.1	72.03
	b2	a3b2	62.2	68.3	67.7	60.1	258.3	86.1
	b3	a3b3	73.9	77.2	65.6	77.1	293.8	97.93
	b4	a3b4	75.6	74.2	80.3	79.1	309.2	103.07
	مجاميع القطاعات	Y..k	754.6	725.9	675.0	697.8	2853.3	

2. عمل تخطيط لجدول تحليل التباين:

S.O.V	d.f.	S.S.	M.S.	F Cal.	F Tab.	
					5%	1%
Replications	$r-1 = 3$					
Treatments	$ab-1 = 11$					
A	$a-1 = 2$					
B	$b-1 = 3$					
A x B	$(a-1)(b-1) = 6$					
Error	$(ab-1)(r-1) = 33$					
Total	$abr-1 = 47$					

3. تقدير درجات الحرية لكل مصدر من مصادر الاختلاف:

أ. درجات الحرية الكلية
Total d.f. = $abr - 1 = \{(3)(4)(4)\} - 1 = 47$

ب. درجات حرية القطاعات
Replications d.f. = $r - 1 = 4 - 1 = 3$

ج. درجات حرية المعاملات
treatments d.f. = $ab - 1 = (3)(4) - 1 = 11$

د. درجات حرية الخطأ التجريبي
Error d.f. = $(ab-1)(r-1) = (12-1)(4-1) = 33$

او
Error d.f. = Total d.f. - Replications d.f. - treatments d.f. = $47 - 3 - 11 = 33$

هـ. تجزئة درجة حرية المعاملات الى مكوناتها
Factor (A) d.f. = $a-1 = 3-1 = 2$

Factor (B) d.f. = $b-1 = 4-1 = 3$

(A x B) d.f. = $(a-1)(b-1) = (3-1)(4-1) = 6$

4. تقدير مجموع مربعات الانحرافات SS لكل مصدر من مصادر الاختلاف

$$C.F. = \frac{(Y_{...})^2}{abr} = \frac{(2853.3)^2}{(3)(4)(4)} = 16961085$$

أ. إيجاد قيمة معامل التصحيح Correction Factor (C.F.)

ب. إيجاد مجموع مربعات الانحرافات الكلية Total SS (TSS)

$$TSS = \sum Y_{ijk}^2 - C.F. = (y_{111})^2 + (y_{112})^2 + \dots + (y_{344})^2 - C.F.$$

$$= (55.6)^2 + (45.3)^2 + \dots + (79.1)^2 - 16961085$$

$$= 17450499 - 16961085 = 4894.14$$

ج. إيجاد مجموع مربعات القطاعات Replications SS (SSR)

$$SSR = \frac{\sum Y_{..k}^2}{ab} - C.F. = \frac{(y_{..1})^2 + (y_{..2})^2 + (y_{..3})^2 + (y_{..4})^2}{ab} - C.F. = \frac{(754.6)^2 + (725.9)^2 + (675.0)^2 + (697.8)^2}{(3)(4)} - 16961085$$

$$= 16990848 - 16961085 = 297.63$$

د. إيجاد مجموع مربعات المعاملات Treatments SS (SSt)

$$SSt = \frac{\sum Y_{i.}^2}{r} - C.F. = \frac{(y_{11.})^2 + (y_{12.})^2 + (y_{13.})^2 + \dots + (y_{34.})^2}{r} - C.F. = \frac{(189.4)^2 + (215.1)^2 + (225.6)^2 + \dots + (309.2)^2}{4} - 16961085$$

$$= 17367950 - 16961085 = 4068.65$$

د. إيجاد مجموع مربعات الخطأ Error SS (SSe)

$$SSe = TSS - SSR - SSt = 4894.14 - 297.63 - 4068.65 = 527.86$$

هـ. تجزئة مجموع مربعات المعاملات الى مكوناته وتشمل مجموع مربعات العامل A (SSA) ومجموع مربعات العامل B

(SSB) ومجموع مربعات التداخل بين العاملين (SSAB) ولايجاد هذه القيم نعمل جدول والذي ترتب فيه مجاميع المعاملات

العاملية ويسمى جدول ذو اتجاهين (Two-way Table) او (AB - Table).

A \ B	مجاميع مستويات العامل A			
	b_1	b_2	b_3	b_4
a_1	189.4	215.1	225.6	262.1
a_2	250.9	235.6	210.9	186.3
a_3	216.1	258.3	293.8	309.2
مجاميع مستويات العامل B $Y_{.j}$	656.4	709.0	730.3	757.6
$Y_{i..}$				
				892.2
				883.7
				1077.4
				$Y_{...}$
				2853.3

من هذا الجدول نحسب مجاميع المربعات للعاملين A و B والتداخل بينهما (AB)

$$SSA = \frac{\sum Y_{i..}^2}{br} - C.F. = \frac{(y_{1..})^2 + (y_{2..})^2 + (y_{3..})^2}{br} - C.F. = \frac{(892.2)^2 + (883.7)^2 + (1077.4)^2}{(4)(4)} - 16961085$$

$$= 171108.58 - 169610.85 = 1497.73$$

$$SSB = \frac{\sum Y_{.j}^2}{ar} - C.F. = \frac{(y_{.1})^2 + (y_{.2})^2 + (y_{.3})^2 + (y_{.4})^2}{ar} - C.F. = \frac{(656.4)^2 + (709.0)^2 + (730.3)^2 + (757.6)^2}{(3)(4)} - 16961085$$

$$= 170069.82 - 169610.85 = 458.97$$

$$SSAB = SSt - (SSA + SSB) \quad \text{or} \quad SSAB = SSt - SSA - SSB$$

$$= 4068.65 - (1497.73 + 458.97) = 2111.95$$

5. تقدير قيم التباين المقدر (MS) لكل مصدر من مصادر الاختلافات وذلك بقسمة مجموع المربعات SS على درجات

الحرية d.f. لكل مصدر:

$$MSA = \frac{SSA}{a-1} = \frac{1497.73}{3-1} = 748.87$$

أ. متوسط التباين للعامل A

$$MSB = \frac{SSB}{b-1} = \frac{458.97}{4-1} = 152.99$$

ب. متوسط التباين للعامل B

$$MSAB = \frac{SSAB}{(a-1)(b-1)} = \frac{2111.95}{(3-1)(4-1)} = 351.99$$

ج. متوسط التباين للعامل A x B

$$MSe = \frac{SSe}{(ab-1)(r-1)} = \frac{527.86}{(12-1)(4-1)} = 16.00$$

د. متوسط تباين الخطأ التجريبي MSe

6. حساب قيم F للعاملين A و B والتداخل بينهما (A x B)

$$F(A) = \frac{MSA}{MSe} = \frac{748.87}{16.00} = 46.80$$

$$F(B) = \frac{MSB}{MSe} = \frac{152.99}{16.00} = 9.56$$

$$F(AB) = \frac{MSAB}{MSe} = \frac{351.99}{16.00} = 23.00$$

7. إيجاد قيمة F الجدولية من جدول في كتب الإحصاء.

8. ترتيب البيانات التي تم الحصول عليها في الخطوات السابقة في جدول تحليل التباين.

S.O.V	d.f.	S.S.	M.S.	F Cal.	F Tab.	
					5%	1%
Replications	3	297.63				
Treatments	11	4068.65				
A	2	1497.73	748.87	46.80**	3.29	5.32
B	3	458.97	152.99	9.56**	2.89	4.44
A x B	6	2111.95	351.99	23.00**	2.39	3.40
Error	33	527.86	16.00			
Total	47	2326.979				

9. مقارنة قيمة F المحسوبة بقيمة F الجدولية ثم إعطاء القرار المناسب عن معنوية الاختلافات بين المعاملات:

أ. بالنسبة للعامل A يلاحظ ان قيمة F المحسوبة (46.80) اكبر من قيمة F الجدولية عند مستوى احتمال 1% وهذا يعني

ان هناك فروقات معنوية عالية بين مستويات هذا العامل.

ب. يلاحظ في العامل B ان قيمة F المحسوبة (9.56) اكبر من قيمة F الجدولية عند مستوى احتمال 1% وهذا يدل

على وجود فروقات معنوية عالية بين مستويات هذا العامل.

ج. اما التداخل Ax B يلاحظ ان F المحسوبة (23.00) اكبر من قيمة F الجدولية عند مستوى احتمال 1% وهذا يدل

على وجود تداخل معنوي عال بين العاملين.