**تصميم التجارب**
**(Design of Experiments)**

**الجزء الثاني**
**مبادئ أساسية لتصميم التجارب**

**التجربة (Experiment):**
التجربة عبارة عن إجراء (أو سلسلة من الإجراءات) المخططة والمنظمة، والتي تهدف إلى:

- الحصول على حقائق جديدة حول معالم المجتمع المجهولة. (تقدير / Estimation) و/أو
- إثبات أو نفي معلومات أو فرضيات سابقة حول معالم المجتمع المجهولة. (اختبار فرضيات / Hypotheses Testing)

**مفهوم التجربة (Concept of the Experiment):**

- يمكن تلخيص مفهوم التجربة بالمثال التالي:

- لنفرض أن هدف التجربة هو مقارنة صنفين من السماد ( A و B ) من حيث كمية محصول نوع معين من القمح.
- نريد الإجابة على التساؤلات الآتية:
  - هل يوجد اختلاف بين صنفي السماد في كمية المحصول؟
    أو بمعنى آخر، هل نوع السماد يؤثر على كمية المحصول؟
  - إذا كان هناك اختلاف، فما هي القيمة التقديرية للفرق بينهما؟
    إذا كان هناك اختلاف، فما هو صنف السماد الذي ينتج محصولاً أكثر؟
- العامل (Factor) هو صنف السماد.
  - مستويات العامل (Levels of the Factor) =2
    (الصنف الأول A ، و الصنف الثاني B )
  - تُسمى مستويات العامل بالمعاجات أو المعاملات (Treatments).
- متغير الاستجابة (Response Variable) (الظاهرة المراد دراستها) = كمية محصول القمح (Y).
- لنفرض أننا:
  - اخترنا عشر (10) قطع زراعية (Plots) متشابهة (في المساحة/الخصوبة/الرطوبة/ الميول/ وغيرها) وزرعناها بالقمح من نفس نوع القمح وبنفس كمية البذور.
  - قسمنا القطع الزراعية بشكل عشوائي إلى مجموعتين، كل مجموعة تضم خمس قطع زراعية.
  - استخدمنا السماد من النوع الأول (A) في قطع إحدى المجموعات،
    واستخدمنا السماد من النوع الثاني (B) في قطع المجموعة الأخرى.
  - وفي نهاية الموسم تم حصد محصول القطع بنفس الطريقة.
  - الشكل التالي يوضح توزيع المعالجات (أصناف السماد) بشكل عشوائي على القطع الزراعية.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | A | B | B | A | A | B | A | A | B |

- لاحظ أن كل صنف من أصناف السماد تكرر بشكل عشوائي خمس مرات ($n = 5$) في التجربة.
- والجدول التالي يحتوي على نتائج التجربة (محصول القمح بالطن/هكتار):

| رقم المشاهدة | مشاهدات صنف السماد الأول (A) (العينة الأولى) | مشاهدات صنف السماد الثاني (B) (العينة الثانية) |
|---|---|---|
| 1 | 3.27 | 2.55 |
| 2 | 3.68 | 2.36 |
| 3 | 3.52 | 2.92 |
| 4 | 3.72 | 2.15 |
| 5 | 2.89 | 3.06 |
| **متوسط العينة** | $\bar{X}_1$ = **3.416** | $\bar{X}_2$ = **2.608** |
| **تباين العينة** | $S_1^2$ = **0.118** | $S_2^2$ = **0.144** |

- نعتبر أن العينة الأولى عينة عشوائية مأخوذة من مجتمع متوسطه $= \mu_1$ ، وتبيانه $= \sigma_1^2$.
(مجتمع قيم محصول صنف السماد الأول)
- نعتبر أن العينة الثانية عينة عشوائية مأخوذة من مجتمع متوسطه $= \mu_2$ ، وتبيانه $= \sigma_2^2$.
(مجتمع قيم محصول صنف السماد الثاني)
- نعتبر أن كل عينة أخذت بشكل مستقل عن العينة الأخرى.
- نعتبر أن:

$\mu_1$ = متوسط محصول القمح لصنف السماد الأول (A)
(متوسط المجتمع الأول)

$\mu_2$ = متوسط محصول القمح لصنف السماد الثاني (B)
(متوسط المجتمع الثاني)

ونلخص أهداف البحث في هدفين رئيسيين هما:

(1) معرفة هل هناك تأثير لصنف السماد على كمية المحصول، أي هل هناك فرق في كمية المحصول بين صنفي السماد.
وبعبارة أخرى، هل الفرق في المحصول هو فرق معنوي (جوهري/ مهم/إحصائي) (Significant Difference)، أم أنه ناشئ بمحض الصدفة (بسبب الخطأ في المعاينة (Sampling Error)).
وللإجابة على هذا التساؤل، نقوم باختبار فرضيتين (Hypotheses) أحدهما تسمى فرضية العدم (Null Hypothesis) ويرمز لها بالرمز ($H_o$)، والأخرى تسمى الفرضية البديلة (Alternative Hypothesis) ويرمز لها بالرمز ($H_1$).

$$H_o: \ \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1: \ \mu_1 \neq \mu_2$$

فرضية العدم ( $H_o: \ \mu_1 = \mu_2$ ) تعني عدم وجود فرق معنوي أو فرق مهم ( Significant Difference) بين متوسطي محصول صنفي السماد، وهذا يعني أن متوسطي المجتمعين متساويان، أي أن صنف السماد ليس له تأثر على كمية الإنتاج (أي أن الفرق كان بسب الصدفة أو بسبب أخطاء المعاينة وليس فرقًا مهمًا).

الفرضية البديلة ( $H_1: \ \mu_1 \neq \mu_2$ ) تعني وجود فرق معنوي أو فرق مهم بين متوسطي محصول صنفي السماد، هذا يعني أن متوسطي المجتمعين غير متساوين، أي أن صنف السماد له تأثير على كمية المحصول.

(2) تقدير قيمة الفرق بين المتوسطين ( $\mu_1 - \mu_2$ ) إن وجد. وتعتمد هذه الخطوة على الخطوة السابقة. فإذا استنتجنا عن طريق اختبار الفرضيات السابقة أن هناك فرقًا معنوياً بين المتوسطين، فيصبح من باب الاستدلال تقدير قيمة ذلك الفرق.

وبشكل عام، تُجرى معظم التجارب لتحقيق هدفين هما:
(1) اختبار فرضيات حول متوسطات المعالجات (متوسطات المجتمعات).
(Testing of Hypotheses about the Means)
(2) تقدير الفروق بين متوسطات المعالجات (متوسطات المجتمعات).
(Estimating the Differences between the Means )

من المثال السابق، نرى أن هناك مجتمعين:
المجتمع الأول: ويتكون من قيم كميات محصول النوع الأول من السماد. ومتوسط قيم هذا المجتمع هو ( $\mu_1$ ) وتبيانه هو ( $\sigma_1^2$ ).
المجتمع الثاني: ويتكون من قيم كميات محصول النوع الثاني من السماد. ومتوسط قيم هذا المجتمع هو ( $\mu_2$ ) وتبيانه هو ( $\sigma_2^2$ ).
والهدف هو:
(1) اختبار وجود فروق بين متوسطي المجتمعين.
(2) تقدير الفرق بين المتوسطين إن وجد.
ويتم ذلك من خلال أخذ عينة عشوائية من كل مجتمع بشكل مستقل.

**مصطلحات أساسية في تصميم التجارب:**

**المادة التجريبية: (Experimental Material)**
هي العناصر أو المواد التي تُطبق عليها (أو على جزء منها) المعالجات.

**المعالجة أو المعاملة (Treatment):**
المعالجة هي الطريقة (أو الإجراء) التي يُقاس تأثيرها على المادة التجريبية ( Experimental Material).

- وقد تكون المعالجات عبارة عن مجموعة من أصناف الأسمدة، أو مجموعة من أساليب التعليم، وغيرها.

- وقد تكون المعالجات مستويات لعامل معين (Factor) مثل الحرارة؛ وهنا يكون العامل هو الحرارة والمعالجات هي مستويات الحرارة.
- والمعالجات قد تكون وصفية (مثل أصناف السماد / أساليب التعليم) أو كمية (مثل درجات الحرارة / الزمن).

**الوحدة التجريبية (Experimental Unit):**

الوحدة التجريبية هي أصغر جزء من المادة التجريبية (Experimental Material) التي تستلم (أو يُطبق عليها) معالجة واحدة فقط.

وقد تكون الوحدة التجريبية عبارة عن عنصر واحد (مثلاً: قطعة زراعية / حيوان) أو عدة عناصر معًا (عدة قطع زراعية / عدة حيوانات).

أمثلة:

(1) التجربة الأولى (التجربة في المثال السابق):

- المادة التجريبية هي مجموعة جميع القطع الزراعية المزروعة بالقمح، والوحدة التجريبية هي القطعة الزراعية الواحدة. والمعالجات هي أصناف السماد المختلفة.
- لاحظ أن كل قطعة زراعية يطبق عليها صنف سماد واحد (معالجة واحدة فقط).
- لاحظ أن كل معالجة تكررت خمس مرات ( $n = 5$ ) في التجربة (أي ظهرت خمس مرات في التجربة).

(2) التجربة الثانية:

- لنفرض أن هدف التجربة هو مقارنة نوعين من الأعلاف ( A و B) لتسمين العجول.

وتم اختيار عشرين عجلاً متشابهًا (في الوزن/العمر/الجنس/وغيرها) وتم وضع كل عجل من هذه العجول في حظيرة منفصلة بحيث أن هذه الحظائر متشابهة في الخصائص. وتم تقسم الحظائر إلى مجموعتين بشكل عشوائي كل مجموعة تحوي عشر حظائر، ومن ثم تم تغذية العجول في إحدى المجموعات بالنوع الأول (A) وتغذية العجول في المجموعة الأخرى بالنوع الثاني (B). وفي نهاية برنامج التغذية تم وزن جميع العجول بنفس الطريقة.

- المادة التجريبية هي مجموعة جميع العجول.
- الوحدة التجريبية هي العجل الواحد.
- المعالجات هي أنواع الأعلاف.
- لاحظ أن كل عجل يطبق عليه نوع واحد من الأعلاف (معالجة واحدة فقط).
- لاحظ أن كل معالجة تكررت عشر مرات ( $n = 10$ ) في التجربة.

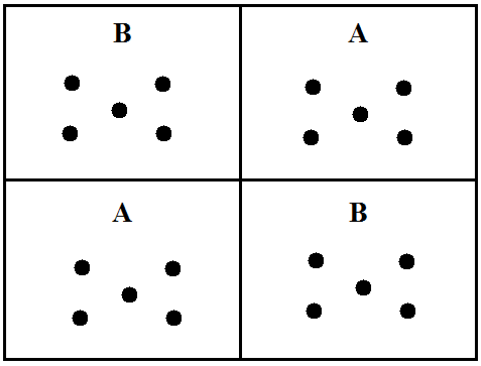
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | B | A | A | B | A | A | B | B | A |
| ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| B | A | B | B | A | A | B | A | A | B |

(3) التجربة الثالثة:

- لنفرض أن هدف التجربة هو مقارنة نوعين من الأعلاف ( A و B) لتسمين العجول.

وتم اختيار عشرين عجلاً متشابهًا (في الوزن/العمر/الجنس/وغيرها)، وتم تقسيم هذه العجول إلى أربع مجموعات بشكل عشوائي كل مجموعة تحتوي خمسة عجول. وتم وضع كل مجموعة من هذه المجموعات من العجول في حظيرة منفصلة بحيث أن هذه الحظائر متشابهة في الخصائص. وتم تقسم الحظائر الأربع إلى مجموعتين بشكل عشوائي كل مجموعة تحوي حضيرتين، ومن ثم تم تغذية العجول في إحدى المجموعات بالنوع الأول (A) وتغذية العجول في المجموعة الأخرى بالنوع الثاني (B). وفي نهاية برنامج التغذية تم وزن جميع (أو بعض) العجول في كل حظيرة بنفس الطريقة.

- المادة التجريبية هي مجموعة جميع العجول
- الوحدة التجريبية هي كل خمسة عجول في أي حظيرة (كل مجموعة من مجموعات العجول الأربع (وليست العجل الواحد) تعتبر وحدة تجريبية)، ويمكن القول بأن الوحدة التجريبية هي الحظيرة.
- المعالجات هي أنواع الأعلاف.
- لاحظ أن كل مجموعة من العجول (أي كل حظيرة) يطبق عليها نوع واحد من الأعلاف (معالجة واحدة فقط).
- لاحظ أن كل معالجة تكررت مرتين فقط ( $n = 2$ ) في التجربة.




**وحدة المعاينة (Sampling Unit):**

وحدة المعاينة هي الجزء من الوحدة التجريبية الذي يؤخذ عليه قياس تأثير المعالجة.

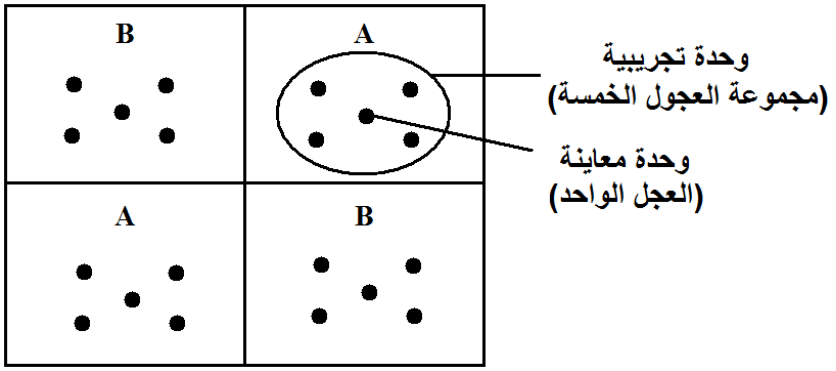
وقد تكون وحدة المعاينة هي نفسها الوحدة التجريبية.

ففي المثال الثاني أعلاه، تكون وحدة المعاينة هي نفسها الوحدة التجريبية (العجل).

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | B | A | A | B | A | A | B | B | A |
| B | A | B | B | A | A | B | A | A | B |

وحدة تجريبية = وحدة معاينة (العجل الواحد)

وأما في المثال الثالث، فإن الوحدة التجريبية هي كل مجموعة مكونة من خمسة عجول في الحظيرة الواحدة، بينما وحدة المعاينة هي العجل الواحد داخل الحظيرة.




**الخطأ التجريبي (Experimental Error):**

الخطأ التجريبي هو التباين (أو الاختلاف / Variance) بين الوحدات التجريبية التي يُطبق عليها نفس المعالجة.

وبما أن الاختلاف بين الوحدات التجريبية التي يُطبق عليها نفس المعالجة ناتج عن الفروق الفردية بينها (وليس بسبب اختلاف المعالجة)، فالخطأ التجريبي يكون ناتج عن مجموعة من العوامل غير المتحكم بها والكامنة داخل المواد التجريبية ذاتها أو الظروف المحيطة بها.

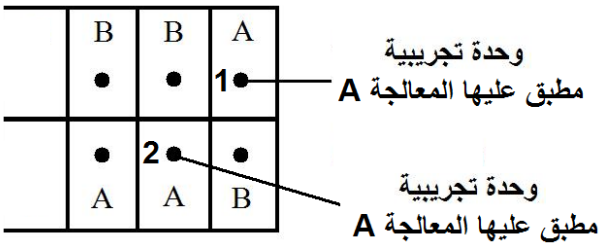
لذلك، فإن الخطأ التجريبي ليس خطأ في إجراء التجربة، وإنما ذلك ناتج عن الاختلافات في طبيعة المادة التجريبية أو الظروف المحيطة بتطبيق المعالجات على الوحدات التجريبية.

فعلى سبيل المثال:

- في المثال الثاني أعلاه، وبالنظر إلى الشكل أدناه، فإن الاختلاف بين نتيجة العجل رقم (1) والعجل رقم (2) ليس بسبب المعالجة (لأنه تم تطبيق نفس المعالجة A عليهما)، وإنما هناك سببان للاختلاف هما:
  - اختلاف العجل (اختلافات حيوية بين العجلين).
  - اختلاف الحظيرة (الظروف المحيطة بتطبيق المعالجة على العجل).

  لذا فإن الخطأ التجريبي مكون من مركبتين هما:
  - اختلاف العجل.
  - اختلاف الحظيرة.

  لاحظ هنا أن وحدة المعاينة هي نفسها الوحدة التجريبية (العجل).




- في المثال الثالث أعلاه، وبالنظر إلى الشكل أدناه، فإن:
  - الاختلاف بين نتيجة العجل رقم (1) والعجل رقم (3) ليس بسبب المعالجة (لأنه تم تطبيق نفس المعالجة A عليهما)، وإنما هناك سببان للاختلاف هما:
    - اختلاف العجل (اختلافات حيوية بين العجلين).
    - اختلاف الحظيرة (الظروف المحيطة بتطبيق المعالجة على العجل).

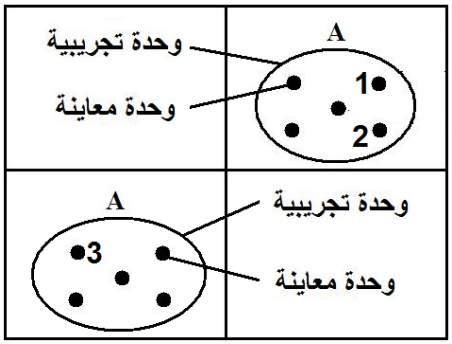
    لذا فإن الخطأ التجريبي مكون من مركبتين هما:

- اختلاف العجل.
- اختلاف الحظيرة.

لاحظ هنا أن وحدة المعاينة (العجل الواحد) ليست الوحدة التجريبية (خمسة العجول في الحظيرة) إنما جزء منها.

- وأما الاختلاف بين نتيجة العجل رقم (1) والعجل رقم (2) فليس بسبب المعالجة ولا بسبب الحظيرة (الظروف المحيطة بتطبيق المعالجة) لأنه تم تطبيق نفس المعالجة A عليهما، وهما في نفس الحظيرة، وإنما سبب الاختلاف يكمن فقط في اختلاف العجل (اختلافات حيوية بين العجلين).

لذا، فإن ما يسمى بخطأ المعاينة (Sampling Error) مكون من مركبة واحدة فقط هي اختلاف العجل.




وتكمن مصادر الخطأ التجريبي في نقطتين أساسيتين، هما:

1. عدم تجانس الوحدات التجريبية (أو وحدات المعاينة).
2. طريقة تنفيذ التجربة.

وعند تصميم وإجراء التجربة، فإن من الضروري العمل على تصغير الخطأ التجريبي قدر الإمكان وذلك إما بزيادة عدد التكرارات أو التحكم في الوحدات التجريبية، وذلك لأن تصغير الخطأ التجريبي يؤدي إلى زيادة دقة الاستدلالات الإحصائية ونتائج التجربة.

**خطأ المعاينة (Sampling Error):**

خطأ المعاينة هو التباين (أو الاختلاف / Variance) بين وحدات المعاينة التي طُبقت عيها نفس المعالجة تحت نفس الظروف المحيطة.

وبما أن الاختلاف بين وحدات المعاينة التي طُبقت عليها نفس المعالجة تحت نفس الظروف ناتج فقط عن الفروق الفردية بينها، فخطأ المعاينة يكون ناتج فقط عن مجموعة من العوامل غير المتحكم بها والكامنة داخل وحدات المعاينة نفسها.

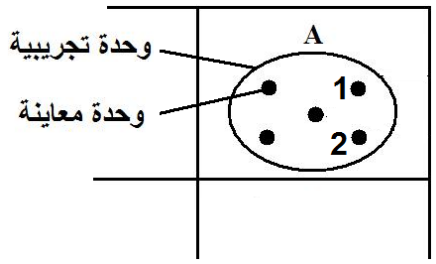
ولذلك، فإن خطأ المعاينة ليس خطأً في إجراء التجربة وإنما ذلك ناتج عن الاختلافات في طبيعة وحدات المعاينة.

وينتج خطأ المعاينة في الحالة التي تكون فيها وحدة المعاينة جزء من الوحدة التجريبية وليست كامل الوحدة التجريبية.

فعلى سبيل المثال، في المثال الثالث أعلاه، وبالنظر إلى الشكل أدناه، فإن:

الاختلاف بين نتيجة العجل رقم (1) والعجل رقم (2) ليس بسبب المعالجة ولا بسبب الحظيرة (الظروف المحيطة بتطبيق المعالجة)، لأنه تم تطبيق نفس المعالجة A عليهما، وهما في نفس

الحظيرة، وإنما يكمن سبب الاختلاف فقط في اختلاف العجل (اختلافات حيوية بين العجلين). لذا، فإن خطأ المعاينة مكون من مركبة واحدة فقط هي اختلاف العجل.




وتكمن مصادر خطأ المعاينة في نقطة أساسية واحدة، وهي: عدم تجانس وحدات المعاينة.
وعند تصميم وإجراء التجربة، فإن من الضروري العمل على تصغير خطأ المعاينة وذلك بجعل وحدات المعاينة داخل الوحدات التجريبية متجانسة بقدر الإمكان.

**المبادئ الأساسية لتصميم التجارب:**
**(Basic Principles of Design of Experiments):**

من الضروري عند تصميم التجربة مراعاة ما يلي:
- إمكانية تقدير الخطأ التجريبي.
- تقليل الخطأء التجريبي قدر الإمكان.
- إمكانية القيام بالاختبارات والتقديرات الإحصائية المطلوبة.

وقد وضعت أساسيات لتصميم التجارب لتوفير ذلك، وهي ثلاثة مبادئ:
1. مبدأ التكرار (Replication).
2. مبدأ التعشية أو العشوائية (Randomization).
3. مبدأ القطاعات أو التحكم (Blocking).

**أولاً: مبدأ التكرار (Replication):**

المقصود بتكرار المعالجة هو تطبيق المعالجة على عدة وحدات تجريبية (عددها $n$) في التجربة (أي، ظهور المعالجة عدة مرات في التجربة).
فالتكرار يوفر عدة مشاهدات على الوحدات التجريبية التي يُطبق عليها نفس المعالجة.
وتكمن أهمية التكرار فيما يلي:
1. إمكانية إيجاد تقدير للخطأ التجريبي.
2. زيادة درجات حرية الخطأ التجريبي (Degrees of Freedom) ، وهذا يؤدي إلى تقليل تباين الخطأ التجريبي (كما سنرى لاحقًا بمشيئة الله).
3. تقليل الخطأ المعياري للتقديرات (Standard Error). أي، تقليل الانحراف المعياري للتقديرات.

فعلى سبيل المثال، فإن الخطأ المعياري (الإنحراف المعياري) لمتوسط العينة ( $\overline{X}$ ) هو الجذر التربيعي لتباين متوسط العينة. ويعرف تباين متوسط العينة بالصيغة:

$$S_{\overline{x}}^2 = \frac{S^2}{n}$$

حيث أن $S^2$ هو تباين العينة، ويعرف بالصيغة الآتية كما مر معنا سابقًا:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

وأما $n$ فهو حجم العينة (عدد المشاهدات في العينة / عدد التكرارات).

ومن الصيغتين السابقتين نلاحظ ما يلي:

- لابد من وجود تكرار ($n>1$) حتى يمكننا إيجاد تباين العينة $S^2$.
- كلما زادت قيمة $n$ (أي كلما زاد عدد التكرارات)، كلما قلت قيمة الخطأ المعياري لمتوسط العينة ( $S_{\bar{X}}^2 = S^2/n$ )، أي يقل تباين المتوسط $S_{\bar{X}}^2$.

4. توفير استنتاجات أشمل حول التجربة، وذلك لأن تعدد التكرارات يؤدي إلى استعمال عدد أكبر من الوحدات التجريبية أو زيادة عدد أماكن تطبيق التجربة أو زيادة عدد الفترات الزمنية لتطبيق التجربة، وبهذا يتسع مدى تطبيق الاستنتاجات التي نحصل عليها من التجربة.

**ثانياً: مبدأ التعشية (العشوائية) (Randomization):**

المقصود بالتعشية هي عملية توزيع الوحدات التجريبية على المعالجات بشكل عشوائي.

أي أنها عملية تطبيق المعالجات على الوحدات التجريبية بشكل عشوائي.

وبعبارت أخرى، فالتعشية هي العملية التي يتم فيها منح كل وحدة تجريبية نفس الفرصة لاستلام أي معالجة من معالجات التجربة.

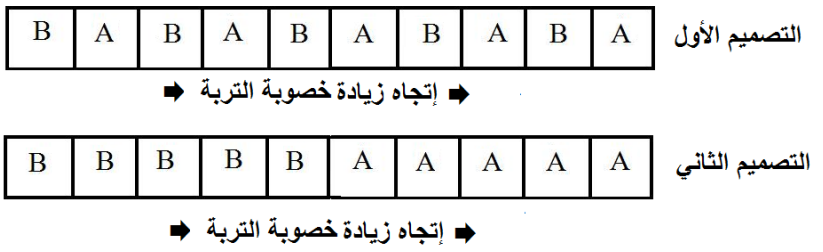
وتكمن أهمية التعشية فيما يلي:

1. ضمان استقلالية (Independence) المشاهدات، حيث أن كثير من الأساليب الإحصائية المستخدمة في تحليل التجارب تشترط استقلالية المشاهدات.
2. إزالة التحيز (Bias) ضد (أو مع) المعالجات والحصول على تقدير غير متحيز (Unbiased) للخطأ التجريبي.
3. إزالة تأثير بعض العوامل غير المرغوب فيها (الغير معروفة) والتي قد تؤثر على متغير الاستجابة.

ولتوضيح أهمية التعشية:

لنفترض أنه تم تطبيق صنفي السماد (A و B) على القطع الزراعية حسب أحد التصميمين في الشكلين أدناه.

ولنفرض أن هناك تدرج في خصوبة التربة (لم يعلم عنه الباحث)؛ بحيث أن الخصوبة تزداد كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين كما هو موضح في الشكلين:




نلاحظ في هذين التصميمين أن تطبيق المعالجات على الوحدات التجريبية لم يكن بشكل عشوائي.

حيث أن المعالجة الأولى (صنف السماد A) كانت دائمًا تُطبق في قطع زراعية أكثر خصوبة من القطع الزراعية التي تُطبق فيها المعالجة الثانية (صنف السماد B).

ففي التصميم الأول نجد أنه في كل قطعتين متجاورتين يتم تطبيق المعالجة الأولى A في القطعة ذات الخصوبة الأعلى.

وأما في التصميم الثاني فقد تم تطبيق المعالجة الأولى A في القطع ذات الخصوبة الأعلى.
وفي كلا التصميمين هناك تحيز منتظم (Systemic Bias) لصالح الصنف الأول A.
ولذلك فإن الفرق بين كمية محصول الصنيفين (إن وجد) لا يكون بسبب اختلاف الصنفين فقط وإنما قد يكون أيضًا بسبب الاختلاف في درجة الخصوبة. وبذلك يكون هناك مصدريين للاختلاف، هما:

- الفرق الناتج عن الاختلاف في درجة الخصوبة (إن وجد).
(لاحظ أنه ليس من أهداف هذه التجربة معرفة تأثير الخصوبة)
- الفرق الناتج عن الاختلاف بين الصنفين (إن وجد).
- (لاحظ أن هدف هذه التجربة هو معرفة تأثير صنف السماد)

ولذلك فإننا لا نستطيع في هذين التصميمين الفصل بين تأثر صنف السماد وتأثير خصوبة التربة على كمية الانتاج.
علمًا بأن الهدف الأساس من التجربة هو معرفة هل هناك فرق بين أصناف السماد (أي معرفة تأثير أصناف السماد على كمية الانتاج).
وأما تأثير خصوبة التربة فليس من أهداف التجربة.
إن استعمال مبدأ التعشية هو بمثابة عملية التأمين ضد التحيز ضد أو مع بعض المعالجات دون الأخرى، بحيث تُمنح كل وحدة تجريبية نفس الفرصة للظهور مع أي معالجة في التجربة.

**ثالثاً: مبدأ القطاعات (أو التحكم في الوحدات التجريبية) (Blocking):**
تُعتبر عملية استخدام القطاعات (Blocks) من الأسس الرئيسية للتصميم الناجح، وقلما يُستخدم تصميم من دون استخدام مبدأ القطاعات أو التحكم في الوحدات التجريبية.
ويقصد بالقطاع (Block) مجموعة متجانسة (Homogeneous) من الوحدات التجريبية.
ويتلخص مبدأ القطاعات في عملية تقسيم الوحدات التجريبية إلى مجموعات متجانسة تسمى بالقطاعات، ويتم توزيع أو تطبيق جميع المعالجات بشكل عشوائي داخل كل قطاع.
ويتم في هذه العملية فصل تباين القطاعات (الاختلاف بين القطاعات) عن الخطأ التجريبي، وبذلك يحصل تقليل للخطأ التجريبي.
وتكون عملية القطاعات ناجحة إذا استطاع الباحث تقسيم الوحدات التجريبية إلى مجموعات (قطاعات) بحيث تكون الوحدات التجريبية داخل أي قطاع أكثر تجانسًا فيما بينها وأكثر اختلافًا عن الوحدات التجريبية في القطاعات الأخرى.
وتكمن أهمية القطاعات فيما يلي:

1. إزالة تأثير بعض العوامل غير المرغوب فيها والتي قد تؤثر على متغير الاستجابة. وهذه العوامل تكون معروفة ويمكن التحكم بها.
2. تحسين دقة استدلالات ونتائج التجربة وذلك بتقليل الخطأ التجريبي من خلال فصل تباين القطاعات عن الخطأ التجريبي.
3. توسيع مدى تطبيق نتائج التجربة عندما تكون القطاعات عبارة عن أمكنة مختلفة أو أزمنة مختلفة.
4. زيادة المرونة في تنفيذ التجربة، حيث قد لا يكون بالإمكان تنفيذ التجربة في مكان واحد أو في وقت واحد. أو عندما يكون هناك محدودية في المواد التجريبية المتجانسة.

**اختيار المعالجات:**
من الضروري عند تصميم التجربة تحديد وتعريف المعالجات (Treatments) المراد مقارنتها، وكذلك تحديد العوامل (Factors) المراد معرفة تأثيرها على الظاهرة المدروسة أو متغير الاستجابة (Response Variable)، وكذلك تحديد مستويات هذه العوامل (Levels of the Factors).

ويتوقف تحقيق أهداف التجربة على دقة اختيار المعالجات وتحديد مستويات العوامل.
وعند تصميم التجربة ينبغي مراعاة بعض النقاط، منها:

- تحديد المعالجات المراد دراستها.
- تحديد نوع المعالجات؛ هل هي ثابتة (Fixed) أو عشوائية (Random).
- تحديد المعالجات النوعية (الوصفية) والمعالجات الكمية.
- تحديد العوامل المؤثرة ومستوياتها.
- تحديد المعالجة الضابطة أو معالجة المراقبة (Control Treatment) إن كان من الضروري استخدامها.
- تحديد مستويات العوامل الأخرى عند دراسة تأثير عامل معين على الظاهرة المدروسة.

**تحديد الظاهرة المدروسة:**

عند تصميم التجربة لابد من تحديد الظاهرة أو الصفة المدروسة، ولابد من تحديد طريقة قياس هذه الظاهرة والدقة المطلوبة لها.
وتُسمى الظاهرة المدروسة بمتغير الاستجابة (Response Variable) أو بالمتغير التابع (Dependent Variable) ويرمز له بالرمز (Y).
ومشاهدات أو بيانات التجربة (Observations / Data) ما هي إلا قياسات أو قيم هذه الظاهرة المستخلصة من الوحدات التجريبية (أو وحدات المعاينة) بعد تطبيق المعالجات عليها.
والهدف من التجربة هو تحديد وقياس تأثير المعالجات (أو تأثير العامل) على قيم هذه الظاهرة.