المحاضرة الأولى

تصميم و تحليل التجارب الزراعية

Design and Analysis of Agricultural Experiments

المحتويات
أساسيات تصميم التجارب مصطلحات هامة فى تصميم وتحليل التجارب القواعد الأساسية لتصميم التجارب
تحليل التباين واختبار المعنوية وضع الفرضية ، تحليل التباين ، اختبار المعنوية
المقارنات المتعددة أولاً: اختبار أقل فرق معنوي ثانياً: اختبار دنكن
تصميم التجارب تصميمات التجارب البسيطة التصميم العشوائى التام --- عيوبه ---- مميزاته ---- تحليل التباين المقارنه بين متوسطات المعاملات
تصميم القطاعات كاملة العشوائية عيوبه ---- مميزاته ---- تحليل التباين المقارنه بين متوسطات المعاملات
المربع اللاتيني عيوبه ---- مميزاته ---- تحليل التباين المقارنه بين متوسطات المعاملات
استخدام برامج الكمبيوتر فى تصميم و تحليل التجارب الزراعية برنامج **MINITAB**

أساسيات تصميم التجارب
Basics of Experimental Design

- مقدمة

- للتجارب العلمية أهمية كبيرة فى مسيرة التقدم البشرى فى كافة الميادين، ويعزى التقدم والازدهار العلمى الذى يشهده العالم اليوم الى التجارب العلمية المخططة على أسس احصائية سليمة.
- لذا يعتبر من الأهمية بمكان دراسة تخطيط وتصميم وتنفيذ التجارب وتحليل نتائجها وتفسيرها بدقة.
- وعليه فإنه يمكن الحصول من مثل هذه التجارب على قيم غير متحيزة لمتوسطات المعاملات والفروق بينها وتقليل قيمة الخطأ التجريبى.

مصطلحات هامة فى تصميم وتحليل التجارب

- التجربة
- ما هي إلا تساؤل الغرض منه الحصول على حقائق جديدة، إما لتأكيد النتائج المتحصل عليها من قبل بواسطة تجارب سابقة، أو رفضها
- وهذا التساؤل سيساعد الباحث على اتخاذ قرار معين مثل التوصية باستخدام نوع جديد من القمح مثلاً أو استخدام عليقة جديدة أو نوع معين من المبيدات.

أنواع التجارب الزراعية

- يمكن تقسيم التجارب الزراعية تبعاً لعدة اعتبارات:-
- أولاً: أنواع التجارب الزراعية من حيث الهدف
- I: التجارب الأولية : Preliminary Experiments
  - وتهدف التجارب الأولية إلى إعطاء فكرة مبدئية للباحث عن المواضيع التي لم يسبق دراستها ويتميز هذا النوع من التجارب بكثرة عدد معاملاته،
  - ولهذا فإن الهدف من هذه التجارب هو تقليص العدد الكبير من المعاملات إلى عدد أقل لتقليل التكاليف والجهود التي ستبذل عند دراستها بدقة أكبر،
  - ومثال ذلك إن محطات البحوث الزراعية تستلم عشرات الأصناف سنوياً لغرض تجربتها وهذا يتطلب تكاليف عالية وجهوداً كبيرة ولذا تدخل هذه الأصناف فى تجارب أولية لموسم واحد أو موسمين وعلى نطاق ضيق وقد ينجح قسم منها أو يفشل لسبب أو آخر حيث يتم استبعادها ويصفى العدد الكبير إلى عدد أقل من الأصناف المنتخبة يتم إدخالها في تجارب أكثر دقة.

- **II : التجارب الدقيقة : Critical Experiments**
- وهذا النوع من التجارب يتم تنفيذه بدقة كبيرة، والهدف منه هو الحصول على نتائج وتوصيات تطبق عملياً وعلى نطاق واسع،
- فالأصناف المنتخبة بعد التجارب الأولية تزرع في تجارب دقيقة مع اختيار التصميم المناسب لها حيث تطبق في عدة مناطق وتكرر لعدة سنوات ثم يتم تحليل نتائجها إحصائياً وفي ضوء النتائج يتم انتخاب أفضل الأصناف تحت الظروف المختلفة لكل منطقة.
- **III : التجارب الإرشادية Experiments Extension**
- والغرض من هذه التجارب هو توضيح النتائج التي تم الحصول عليها من التجارب الدقيقة لغرض عرضها على الظروف البيئية للمزارعين بشكل مبسط وميسر
- حيث يقوم المرشدون الزراعيون بعمل تجارب إيضاحية في حقول المزارعين لتعريفهم بأفضل الطرق الزراعية ومواعيد الزراعة المناسبة أو إرشادهم إلى أفضل الأصناف وأنسب المبيدات لمقاومة الأمراض والحشرات.

ثانياً : أنواع التجارب الزراعية من حيث المكان

I- التجارب المعملية Laboratory Experiments :

- تجرى هذه التجارب في المعامل حيث يمكن التحكم في الظروف البيئية بدرجة كبيرة عن طريق السيطرة الكاملة على الظروف البيئية مثل درجات الحرارة والرطوبة والضوء وذلك لدراسة تأثير هذه العوامل على الظواهر الفسيولوجية للنباتات بكل دقة
- ومثال ذلك تجارب إنبات البذور وتخزينها وتجارب تأثيرات الحرارة والإضاءة على نمو النباتات المختلفة
- ومصادر الاختلاف في هذه التجارب قليلة ويمكن تحديد أهمها كما يلي :

١. الاختلافات الموجودة في التراكيب الوراثية في النباتات المختلفة.
٢. اختلاف الظروف الجوية مثل الحرارة والرطوبة والضوء باختلاف موقع النباتات.
٣. الأخطاء الشخصية الناتجة عن تعدد الأشخاص عند تطبيق التجربة وعدم الدقة في العمل.

II - تجارب الصوب Green- house Experiments

- والصوب عبارة عن بيوت مخصصة لنمو النباتات، حيث تنظم الحرارة والرطوبة والضوء والعناصر الغذائية ويتم التحكم فيها بدقة أكبر مما في التجارب الحقلية والنتائج المتحصل عليها تعد مكملة لنتائج التجارب الحقلية،
- ويختص هذا النوع من التجارب (تجارب الصوب) بالدراسات الخاصة بالأمراض النباتية والحشرات وكذلك دراسة تأثير العناصر الغذائية والأملاح ومنظمات النمو على نمو النباتات
- ومصادر الاختلاف في هذه التجارب يمكن تلخيصها فيما يلي:

١. الاختلافات الو راثية بين النباتات.
٢. الاختلاف في الظروف البيئية مثل الحرارة والضوء من مكان إلى آخر.
٣. اختلاف الخصوبة والرطوبة داخل كل أصيص Pot نتيجة لما يضاف من ماء أو ما يفقد من رطوبة.

III - التجارب الحقلية : Field Experiments

- وهذه التجارب تطبق في الحقل تحت الظروف الطبيعية السائدة من أجل اختيار الظروف المثلى للإنتاج، ويعتبر المحصول ومكوناته هو المقياس الأساسي المستعمل في دراسة تأثير المعاملات المختلفة.

إن تطبيق أي تجربة زراعية حقلية يهدف إلى تحقيق غرض معين ومن هذه التجارب ما يلي:

١. تجارب الأصناف: Varieties Experiments

وهي أكثر التجارب الحقلية الزراعية انتشاراً حيث تختبر الأصناف للتعرف على قدرتها الإنتاجية تحت الظروف المحلية السائدة لمعرفة الأصناف الجيدة والمتفوقة من حيث المحصول والصفات الاقتصادية الأخرى.

٢. تجارب التسميد: Fertilization Experiments

وتهدف هذه التجارب إلى تحديد احتياجات المحاصيل المختلفة من العناصر السمادية الأساسية والعناصر الدقيقة وموعد وطريقة إضافتها.

٣. تجارب وقاية النبات: Plant Protection Experiments

وهذه التجارب تهتم بدراسة تأثير المبيدات الفطرية والحشرية في وقاية النباتات من التأثير الضار الذي تسببه لها هذه الآفات مع مراعاة أنسب تركيز وأفضل طريقة وموعد لإضافة المبيد ومعرفة التأثير المتبقي للمبيدات على المحصول نفسه.

٤. تجارب الدورات الزراعية: Crop Rotation Experiments

وهذه التجارب تهدف إلى إيجاد أفضل الطرق للاستغلال الأمثل للأراضي الزراعية عن طريق زراعتها على مدار السنة وإمكانية استغلالها للأراضي الزراعية عن طريق زراعتها علي مدار السنة وإمكانية استغلالها بطريقة التناوب لتحقيق الإنتاجية المثلى مع الاحتفاظ بخصوبة التربة.

٥. تجارب محاصيل العلف والمراعي Pasture and Forage Crops Experiments :

وتشمل هذه التجارب دراسة معدلات التقاوي والتعرف على أنسب المخاليط العلفية من حيث الإنتاج والقيمة الغذائية ومدى إستساغة الحيوانات لتلك الأعلاف بالإضافة إلى معرفة تأثير التسميد ومواعيد وعدد الحشات على الإنتاج ونوعيته.

مصطلحات هامة فى تصميم وتحليل التجارب

- **الوحدة التجريبية : Experimental Unit**
- هي أصغر جزء يجري عليه المعاملة في التجربة،
- فالوحدة التجريبية في التجارب الحقلية هي قطعة الأرض التي تجري عليها المعاملة (Plot)وفي تجارب التسمين هي الحيوان، أما في تجارب الصوب الزجاجية فالوحدة التجريبية هي الإصيص (Pot) وقد تكون طبق بتري كما في التجارب المعملية وقد تكون هي ورقة النبات كما في حالة دراسة نوعين من الفيروس وحقن كل نوع من الفيروس على ورقة النبات في ١٠ نباتات مختارة عشوائياً.

- **المعاملة : Treatment**
- وتعني مجموعة الظروف التجريبية المتغيرة التي توضع تحت سيطرة الباحث والتي يقوم بتوزيعها على الوحدات التجريبية
- وقد تمثل المعاملات عدة مستويات لعامل واحد كما في التجارب البسيطة التي تهتم بدراسة تأثير عامل واحد أو تتكون المعاملات من عدة مستويات لأكثر من عامل في توافيق مختلفة كما في التجارب العاملية.

- **العامل : Factor**
- اصطلاح عامل **Factor** يتشابه في المعنى مع اصطلاح معاملة **Treatment** ولكن العامل معناه أوسع،
- ففي حالة التجارب البسيطة يدرس عامل واحد مثل التسميد ومستوياته هي المعاملات،
- وأيضاً الصنف هو العامل ومستوياته (مجموعة الأصناف المختلفة تحت الدراسة) هما المعاملات.
- وفي حالة التجارب العاملية يدرس أكثر من عامل مثل التسميد والأصناف وتكون المعاملات في هذه الحالة هي التوافيق الممكنة بين مستويات التسميد المختلفة والأصناف.

الخطأ التجريبي Experimental Error

- يرجع التباين في الوحدات التجريبية إلى مصدرين رئيسيين :
- الأول :
- هو التباين الموجود أصلاً في المادة التجريبية المستخدمة كتلك التي يمكن إرجاعها إلى الاختلافات الوراثية أو إلى التفاعل بين التراكيب الوراثية والظروف البيئية وهذه التباينات هي التي تجري التجارب من أجل قياسها.
- والثاني :
- هو التباين الناتج من عدم التماثل في تنفيذ التجربة حيث تحدث بعض الأخطاء عند تكرار تطبيق المعاملات على الوحدات التجريبية وتلك الأخطاء التي تحدث في التجربة نتيجة عدم الدقة في قياس الصفات تحت الدراسة.

وعلى ذلك يمكن تعريف الخطأ التجريبي بأنه مقياس للاختلافات الطبيعية التي توجد عادة بين مشاهدات سجلت من وحدات تجريبية عوملت بنفس المعاملة

ويمكن التحكم في مقدار الخطأ التجريبي والسيطرة عليه عن طريق :

١. استخدام تصميم تجريبي أكثر كفاءة تبعاً لمدى التجانس بين الوحدات التجريبية.
٢. استخدام تحليل التباين المشترك **Covariance analysis** .
٣. اختيار أنسب شكل وحجم للوحدة التجريبية وأنسب عدد من المكررات.
٤. تحسين الطرق الفنية المستخدمة في التجربة مع الاهتمام بدقة القياسات وتسجيل البيانات.

التصميم Design

- تصميم تجربة ما يعني ببساطة تخطيطها بحيث يصبح في الإمكان جمع المعلومات المتعلقة بالمشكلة المراد دراستها وعند إجراء تصميم لتجربة ما لا بد أن نأخذ في الاعتبار عدة نقاط هامة.
- تحديد عدد المشاهدات المراد تسجيلها والحجم المناسب للعينة.
- الأسلوب الذي سوف تجري عليه التجربة وهو الذي يجب أن يكون أسلوب عشوائي.
- أي تتبع العشوائية في كل ما يتم إجرائه في التجربة وبعد ما يختار الباحث الأسلوب التجريبي والعشوائي يمكنه أن يضع نموذجاً رياضياً يصف به تجربته بحيث يظهر هذا النموذج المتغير المتأثر كدالة لكل العوامل التي ستدرس ولأي قيود فرضت على التجربة كنتيجة لتطبيق الأسلوب العشوائي
- ويمكن أن نلخص التصميم في أربع نقاط يتطلب من الباحث تحديدها وهي :

(أ) عدد المشاهدات المراد تسجيلها.

(ب) الأسلوب التجريبي.

(جـ) طريقة تطبيق الأسلوب العشوائي.

(د) النموذج الرياضي لوصف التجربة.

Analysis التحليل

- التحليل هو المرحلة الأخيرة ويشمل طريقة جمع البيانات وترتيبها واختزالها ثم إجراء اختبارات إحصائية معينة يستعان بها لاتخاذ قرارات بخصوص الأهداف التي صممت التجربة من أجل دراستها
- أي أن تحليل البيانات يتضمن حساب بعض الاختبارات الإحصائية مثل اختبار **t** واختبار **F** واختبار (χ^2) مربع كاي ثم إتباع النظم المتعلقة بكل منها للوصول إلى قرارات معينة في اختبار الفروض المتعلقة بالنموذج الرياضي الذي وضع مسبقاً ليمثل التجربة ومن الممكن تلخيص التحليل في ثلاث نقاط أو مراحل متتابعة هي :

(أ) جمع البيانات وجدولتها واختزالها.

(ب) إجراء الاختبارات الإحصائية.

(جـ) مناقشة النتائج وتفسيرها واتخاذ القرار.

القواعد الأساسية لتصميم التجارب

القواعد الأساسية لتصميم التجارب

- التوزيع العشوائى
- التكرار
- التحكم فى الوحدات التجريبية

تهدف الى:-

تقليل قيمة الخطأ التجريبي فى التجارب الزراعية وزيادة دقة وكفاءة النتائج المتحصل عليها

١- التوزيع العشوائي Randomization

- يعتبر التوزيع العشوائي من أهم الأسس التي يعتمد عليها تصميم التجارب ويقصد به توزيع جميع المعاملات التي تحتوي عليها التجربة بطريقة عشوائية على الوحدات التجريبية داخل المكررات أو الصفوف أو الأعمدة دون تحيز شخصي أي يكون لكل وحدة تجريبية نفس الفرصة في الحصول على أية معاملات كأي وحدة تجريبية أخرى
- والغرض من هذا التوزيع هو استبعاد الأخطاء المنتظمة والحصول على تقدير صحيح للخطأ التجريبي .
- هذا وتتلخص أهمية التوزيع العشوائي في التجارب في الآتي :

١. إبعاد الأخطاء المنتظمة وتجنب التحيز في النتائج .
٢. دقة تقدير الخطأ وزيادة كفاءة التجربة .
٣. توزيع الأخطاء توزيعاً طبيعياً لضمان صحة إجراء الاختبارات الإحصائية .

٢- التكرار Replication

- في التجارب الزراعية أو البيولوجية تختلف الوحدات التجريبية فيما بينهما بالرغم من وجودها تحت الظروف نفسها
- ولذا فإن تطبيق المعاملة على وحدة تجريبية واحدة لا يساعد الباحث في الحصول على فكرة صحيحة عن تأثير المعاملة وذلك لتداخل تأثير المعاملة مع تأثير العوامل الأخرى والمسماة (بالخطأ التجريبي) ، لهذا يجب تكرار المعاملة الواحدة عدة مرات.

وتتلخص فوائد التكرار في الآتي :

١. سهولة تقدير الخطأ التجريبي .
٢. إن تكرار المعاملة يساعد في الحصول على نتائج أكثر دقة بسبب تقليل قيمة الخطأ التجريبي .
٣. يمكن تحليل التجربة إحصائياً في حالة فقد جزءٍ من بياناتها .
٤. يمكن تعميم نتائج التجربة عند تطبيقها في أكثر من موقع ولأكثر من عام واحد .

المكرر Replicate

- وفي التجارب الزراعية يعرف المكرر:-
- بأنه جزء التجربة الذي يحتوي على جميع المعاملات الداخلة فيها
- وتختلف أشكال المكررات فقد تكون مربعة أو مستطيلة.
- ولشكل المكرر وموقعه أهمية كبيرة في التجارب الزراعية حيث إن :
- المكرر ذو الشكل المستطيل الضيق يقلل من تأثير التباين الموجود في أرض التجربة.
- ويتراوح عدد المكررات التي تستعمل في التجارب الزراعية من ٣-٨ مكررات .

ويتوقف عدد المكررات في تجربة ما على العوامل الآتية :

١. يمكن زيادة عدد المكررات عندما يكون الهدف هو الحصول على نتائج ذات دقة عالية .
٢. زيادة عدد المكررات في حالة عدم التجانس بين الوحدات التجريبية .
٣. يقل عدد المكررات عند استعمال عدد كبير من المعاملات لتجنب زيادة عدم التجانس داخل المكرر الواحد .
٤. يمكن زيادة عدد المكررات عند وفرة المواد التجريبية كمساحة الأرض والبذور والأسمدة والموارد المالية .
٥. إذا كان حجم الفروق المتوقعة بين المعاملات كبير يخفض عدد المكررات .
٦. لنوع التصميم المستعمل في التجربة دور كبير في تحديد عدد المكررات التي يمكن استعمالها.

٣- التحكم في الوحدات التجريبية
Local control

- يمكن تقليل الخطأ التجريبي بين المعاملات وذلك بتمييز الاختلاف الموجود بين الوحدات التجريبية ومحاولة تقسيمها إلى مجموعات متجانسة على شكل قطاعات وفرض بعض الشروط على أسلوب التوزيع العشوائي للمعاملات في الوحدات التجريبية داخل كل قطاع وذلك باختيار التصميم التجريبي المناسب والأكثر كفاءة والذي يؤدي إلى تقليل الخطأ التجريبي بين المعاملات وبالتالي زيادة دقة التجربة .

تصميم و تحليل التجارب الزراعية

Design and Analysis of Agricultural Experiments

أساسيات تصميم التجارب

Basics of Experimental Design

مقدمة

للتجارب العلمية أهمية كبيرة فى مسيرة التقدم البشرى فى كافة الميادين، ويعزى التقدم والازدهار العلمى الذى يشهده العالم اليوم الى التجارب العلمية المخططة على أسس احصائية سليمة. لذا يعتبر من الأهمية بمكان دراسة تخطيط وتصميم وتنفيذ التجارب وتحليل نتائجها وتفسيرها بدقة.

وعليه فإنه يمكن الحصول من مثل هذه التجارب على قيم غير متحيزة لمتوسطات المعاملات والفروق بينها وتقليل قيمة الخطأ التجريبى.

مصطلحات هامة فى تصميم وتحليل التجارب

التجربة : ما هي إلا تساؤل الغرض منه الحصول على حقائق جديدة، إما لتأكيد النتائج المتحصل عليها من قبل بواسطة تجارب سابقة أو رفضها . وهذا التساؤل سيساعد الباحث على اتخاذ قرار معين مثل التوصية باستخدام نوع جديد من القمح مثلاً أو استخدام عليقة جديدة أو نوع معين من المبيدات.

أنواع التجارب الزراعية :

يمكن تقسيم التجارب الزراعية تبعاً لعدة اعتبارات:-

أولاً: أنواع التجارب الزراعية من حيث الهدف

1- التجارب الأولية : Preliminary Experiments

وتهدف التجارب الأولية إلى إعطاء فكرة مبدئية للباحث عن المواضيع التي لم يسبق دراستها ويتميز هذا النوع من التجارب بكثرة عدد معاملاته. ولهذا فإن الهدف من هذه التجارب هو تقليص العدد الكبير من المعاملات إلى عدد أقل لتقليل التكاليف والجهود التي ستبذل عند دراستها بدقة أكبر.

ومثال ذلك إن محطات البحوث الزراعية تستلم عشرات الأصناف سنوياً لغرض تجربتها وهذا يتطلب تكاليف عالية وجهوداً كبيرة ولذا تدخل هذه الأصناف فى تجارب أولية لموسم واحد أو موسمين وعلى نطاق ضيق وقد ينجح قسم منها أو يفشل لسبب أو آخر حيث يتم استبعادها ويصفى العدد الكبير إلى عدد أقل من الأصناف المنتخبة يتم إدخالها في تجارب أكثر دقة.

2- التجارب الدقيقة : Critical Experiments

وهذا النوع من التجارب يتم تنفيذه بدقة كبيرة، والهدف منه هو الحصول على نتائج وتوصيات تطبق عملياً وعلى نطاق واسع.

فالأصناف المنتخبة بعد التجارب الأولية تزرع في تجارب دقيقة مع اختيار التصميم المناسب لها حيث تطبق في عدة مناطق وتكرر لعدة سنوات ثم يتم تحليل نتائجها إحصائياً وفي ضوء النتائج يتم انتخاب أفضل الأصناف تحت الظروف المختلفة لكل منطقة.

3- التجارب الإرشادية Experiments Extension

والغرض من هذه التجارب هو توضيح النتائج التي تم الحصول عليها من التجارب الدقيقة لغرض عرضها على الظروف البيئية للمزارعين بشكل مبسط وميسر

حيث يقوم المرشدون الزراعيون بعمل تجارب إيضاحية في حقول المزارعين لتعريفهم بأفضل الطرق الزراعية ومواعيد الزراعة المناسبة أو إرشادهم إلى أفضل الأصناف وأنسب المبيدات لمقاومة الأمراض والحشرات.

ثانياً : أنواع التجارب الزراعية من حيث المكان

1- التجارب المختبرية Laboratory Experiments :

تجرى هذه التجارب في المعامل حيث يمكن التحكم في الظروف البيئية بدرجة كبيرة عن طريق السيطرة الكاملة على الظروف البيئية مثل درجات الحرارة والرطوبة والضوء وذلك لدراسة تأثير هذه العوامل على الظواهر الفسيولوجية للنباتات بكل دقة .

ومثال ذلك تجارب إنبات البذور وتخزينها وتجارب تأثيرات الحرارة والإضاءة على نمو النباتات المختلفة .

ومصادر الاختلاف في هذه التجارب قليلة ويمكن تحديد أهمها كما يلي :

A. الاختلافات الموجودة في التراكيب الوراثية في النباتات المختلفة.
B. اختلاف الظروف الجوية مثل الحرارة والرطوبة والضوء باختلاف موقع النباتات.
C. الأخطاء الشخصية الناتجة عن تعدد الأشخاص عند تطبيق التجربة وعدم الدقة في العمل.

2- تجارب البيوت المحمية Green– house Experiments

البيوت المحمية عبارة عن بيوت مخصصة لنمو النباتات، حيث تنظم الحرارة والرطوبة والضوء والعناصر الغذائية ويتم التحكم فيها بدقة أكبر مما في التجارب الحقلية والنتائج المتحصل عليها تعد مكملة لنتائج التجارب الحقلية.

ويختص هذا النوع من التجارب بالدراسات الخاصة بالأمراض النباتية والحشرات وكذلك دراسة تأثير العناصر الغذائية والأملاح ومنظمات النمو على نمو النباتات

ومصادر الاختلاف في هذه التجارب يمكن تلخيصها فيما يلي:

A. الاختلافات الوراثية بين النباتات.

B. الاختلاف في الظروف البيئية مثل الحرارة والضوء من مكان إلى آخر.

C. اختلاف الخصوبة والرطوبة داخل كل أصيص Pot نتيجة لما يضاف من ماء أو ما يفقد من رطوبة.

3- التجارب الحقلية Field Experiments

وهذه التجارب تطبق في الحقل تحت الظروف الطبيعية السائدة من أجل اختيار الظروف المثلى للإنتاج، ويعتبر المحصول ومكوناته هو المقياس الأساسي المستعمل في دراسة تأثير المعاملات المختلفة.

إن تطبيق أي تجربة زراعية حقلية يهدف إلى تحقيق غرض معين ومن هذه التجارب ما يلي:

✓ **تجارب الأصناف: Varieties Experiments**

وهي أكثر التجارب الحقلية الزراعية انتشاراً حيث تختبر الأصناف للتعرف على قدرتها الإنتاجية تحت الظروف المحلية السائدة لمعرفة الأصناف الجيدة والمتفوقة من حيث المحصول والصفات الاقتصادية الأخرى.

✓ **تجارب التسميد: Fertilization Experiments**

وتهدف هذه التجارب إلى تحديد احتياجات المحاصيل المختلفة من العناصر السمادية الأساسية والعناصر الدقيقة وموعد وطريقة إضافتها.

✓ **تجارب وقاية النبات: Plant Protection Experiments**

وهذه التجارب تهتم بدراسة تأثير المبيدات الفطرية والحشرية في وقاية النباتات من التأثير الضار الذي تسببه لها هذه الآفات مع مراعاة أنسب تركيز وأفضل طريقة وموعد لإضافة المبيد ومعرفة التأثير المتبقي للمبيدات على المحصول نفسه.

✓ **تجارب الدورات الزراعية Crop Rotation Experiments**

وهذه التجارب تهدف إلى إيجاد أفضل الطرق للاستغلال الأمثل للأراضي الزراعية عن طريق زراعتها على مدار السنة وإمكانية استغلالها للأراضي الزراعية عن طريق زراعتها على مدار السنة وإمكانية استغلالها بطريقة التناوب لتحقيق الإنتاجية المثلى مع الاحتفاظ بخصوبة التربة.

✓ **تجارب محاصيل العلف والمراعي Pasture and Forage Crops Experiments**

وتشمل هذه التجارب دراسة معدلات التقاوي والتعرف على أنسب المخاليط العلفية من حيث الإنتاج والقيمة الغذائية ومدى إستساغة الحيوانات لتلك الأعلاف بالإضافة إلى معرفة تأثير التسميد ومواعيد وعدد الحشات على الإنتاج ونوعيته.

مصطلحات هامة فى تصميم وتحليل التجارب

❖ **الوحدة التجريبية Experimental Unit**

هي أصغر جزء في التجربة تجري عليه المعاملة .

فالوحدة التجريبية في التجارب الحقلية هي قطعة الأرض التي تجري عليها المعاملة (Plot) وفي تجارب التسمين هي الحيوان، أما في تجارب البيوت الزجاجية فالوحدة التجريبية هي الإصيص (Pot) وقد تكون طبق بتري كما في التجارب المختبرية وقد تكون هي ورقة النبات كما في حالة دراسة نوعين من الفيروس وحقن كل نوع من الفيروس على ورقة النبات في 10 نباتات مختارة عشوائياً.

❖ **المعاملة : Treatment**

وتعني مجموعة الظروف التجريبية المتغيرة التي توضع تحت سيطرة الباحث والتي يقوم بتوزيعها على الوحدات التجريبية

وقد تمثل المعاملات عدة مستويات لعامل واحد كما في التجارب البسيطة التي تهتم بدراسة تأثير عامل واحد أو تتكون المعاملات من عدة مستويات لأكثر من عامل في توافيق مختلفة كما في التجارب العاملية.

❖ **العامل Factor**

اصطلاح عامل Factor يتشابه في المعنى مع اصطلاح معاملة Treatment ولكن العامل معناه أوسع.

ففي حالة التجارب البسيطة يدرس عامل واحد مثل التسميد ومستوياته هي المعاملات، وأيضاً الصنف هو العامل ومستوياته (مجموعة الأصناف المختلفة تحت الدراسة) هما المعاملات.

وفي حالة التجارب العاملية يدرس أكثر من عامل مثل التسميد والأصناف وتكون المعاملات في هذه الحالة هي التوافيق الممكنة بين مستويات التسميد المختلفة والأصناف.

❖ **الخطأ التجريبي Experimental Error**

يرجع التباين او الخطأ التجريبي في الوحدات التجريبية إلى مصدرين رئيسيين :

الأول : هو التباين الموجود أصلاً في المادة التجريبية المستخدمة كتلك التي يمكن إرجاعها إلى الاختلافات الوراثية أو إلى التفاعل بين التراكيب الوراثية والظروف البيئية وهذه التباينات هي التي تجري التجارب من أجل قياسها.

والثاني : هو التباين الناتج من عدم التماثل في تنفيذ التجربة حيث تحدث بعض الأخطاء عند تكرار تطبيق المعاملات على الوحدات التجريبية وتلك الأخطاء التي تحدث في التجربة نتيجة عدم الدقة في قياس الصفات تحت الدراسة.

وعلى ذلك يمكن تعريف **الخطأ التجريبي** بأنه مقياس للاختلافات الطبيعية التي توجد عادة بين مشاهدات سجلت من وحدات تجريبية عوملت بنفس المعاملة.

ويمكن التحكم في مقدار الخطأ التجريبي والسيطرة عليه عن طريق :

- ✓ استخدام تصميم تجريبي أكثر كفاءة تبعاً لمدى التجانس بين الوحدات التجريبية.
- ✓ استخدام تحليل التباين المشترك Covariance analysis .
- ✓ اختيار أنسب شكل وحجم للوحدة التجريبية وأنسب عدد من المكررات.
- ✓ تحسين الطرق الفنية المستخدمة في التجربة مع الاهتمام بدقة القياسات وتسجيل البيانات.
- ✓

الفروض الإحصائية

Statistical Hypotheses and their Tests

- يعتمد البحث العلمي على الطريقة العلمية Scientific method وهي الطريقة أو الأسلوب الذي يأخذ به العلماء والباحثون في جميع المجالات العلمية في سبيل إجراء تجارب على درجة عالية من الدقة.

- وخطوات الطريقة العملية هي:

1- المشاهدة أو الملاحظة Observation

- تعتمد المشاهدة على النظر والحواس الأخرى كأن نسير في أحد حقول القمح مثلاً فيلفت نظرنا نبات متفوق في سنابله الكبيرة ومحصوله المرتفع ، وهذه المشاهدة قد لا يدركها الشخص غير المتخصص في تربية القمح.

2- بناء النظرية الفرضية أو فرض العدم Null hypothesis

- وفرض العدم يفترض مساواة بين الأشياء التي نختبرها أو نقارن بينهما فمثلاً في المثال السابق نفترض أن نبات القمح ذو السنابل الكبيرة ما هو إلا نبات مثل باقي النباتات في الحقل والفرق المشاهد يرجع إلى الظروف البيئية.

ولاختبار فرض العدم لابد من إتباع الخطوات التالية:-

3- تصميم تجربة

لاختبار الفرض قبل تصميم التجربة يقوم الباحث بتجميع الأبحاث السابقة المرتبطة بنقطة البحث ويحدد الهدف من البحث والبيانات المزمع الحصول عليها من التجربة وطريقة تصميم التجربة وطريقة جمع البيانات وطريقة تحليلها والتكاليف والأدوات اللازمة لإجراء التجربة.

تنفيذ التجربة وجمع البيانات:

- **تبعاً للتصميم السابق وضعه يقوم الباحث بتنفيذ التجربة وتجميع البيانات المطلوبة بدقة تامة.**
- **تراجع البيانات جيداً قبل تحليل النتائج ثم يتم إجراء التحليل الإحصائي بالطريقة المناسبة لتصميم التجربة.**
- **يستخدم العديد من البرامج الإحصائية في تحليل البيانات.**
- **ونتيجة التحليل الإحصائي تؤدي إلى قبول أو رفض فرض العدم. وكما سبق القول فإن فرض العدم يبني على أساس أننا نعتبر أنه لا توجد فروق بين المعاملات التي نختبرها وأي فروق إن وجدت ما هي إلا اختلافات عشوائية تسببت عن طريق المعاينة (أو الصدفة).**

اختبارات المعنوية

Tests of Significance

- وهي الاختبارات التي تجرى لمعرفة درجة الوثوق أو الاعتماد على النتائج المتحصل عليها من التجارب.

- وهي اختبارات تجرى للتأكد من أن الفروق بين المعاملات **Treatments** المختبرة في التجربة فروق عشوائية حدثت نتيجة الصدفة أم أنها فروق حقيقية ترجع لوجود اختلافات بين المعاملات تحت الدراسة.

- فرض العدم أو النظرية الفرضية **Null hypothesis**

هو فرض مبني على معلومات أولية يعتقد أنها حقائق يمكن أن تكون صحيحة أو غير صحيحة. وفرض العدم معناه افتراض عدم وجود فرق بين المتوسطين

- والفرض البديل **Alternative hypothesis**

ثم نجري التجربة فإذا ثبت عدم تساوي المتوسطين يرفض فرض العدم وبالتالي نقبل الفرض البديل والعكس إذا ثبت صحة فرض العدم فإنه يقبل وترفض الفروض البديلة.

خطوات اختبار المعنوية:

يمكن تلخيص اختبار المعنوية في الخطوات التالية:

1. **تحديد النظرية الفرضية والبديلة المراد اختبارهما.**
2. **تحديد مستوى المعنوية المستعمل في الاختبار**

   (5% أو 1%)

3. **حساب الاحصاء المناسب.**
4. **مقارنة الاحصاء المحسوب بالتوزيع النظري للاحصاء المحسوب أي بالقيمة الجدولية للاحصاء.**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المثنى- كلية الزراعة

المحاضرة الثالثة

تصميم القطاعات الكاملة العشوائية
Randomized Complete Block Design (RCBD)

- يستعمل في:
- حالة عدم تجانس الوحدات التجريبية.
- تقسم الوحدات التجريبية إلى مجموعات تسمى قطاعات.
- تتجانس الوحدات التجريبية داخل كل قطاع.
- توزع المعاملات داخل كل قطاع بطريقة عشوائية.
- تظهر المعاملة مرة واحدة داخل القطاع.

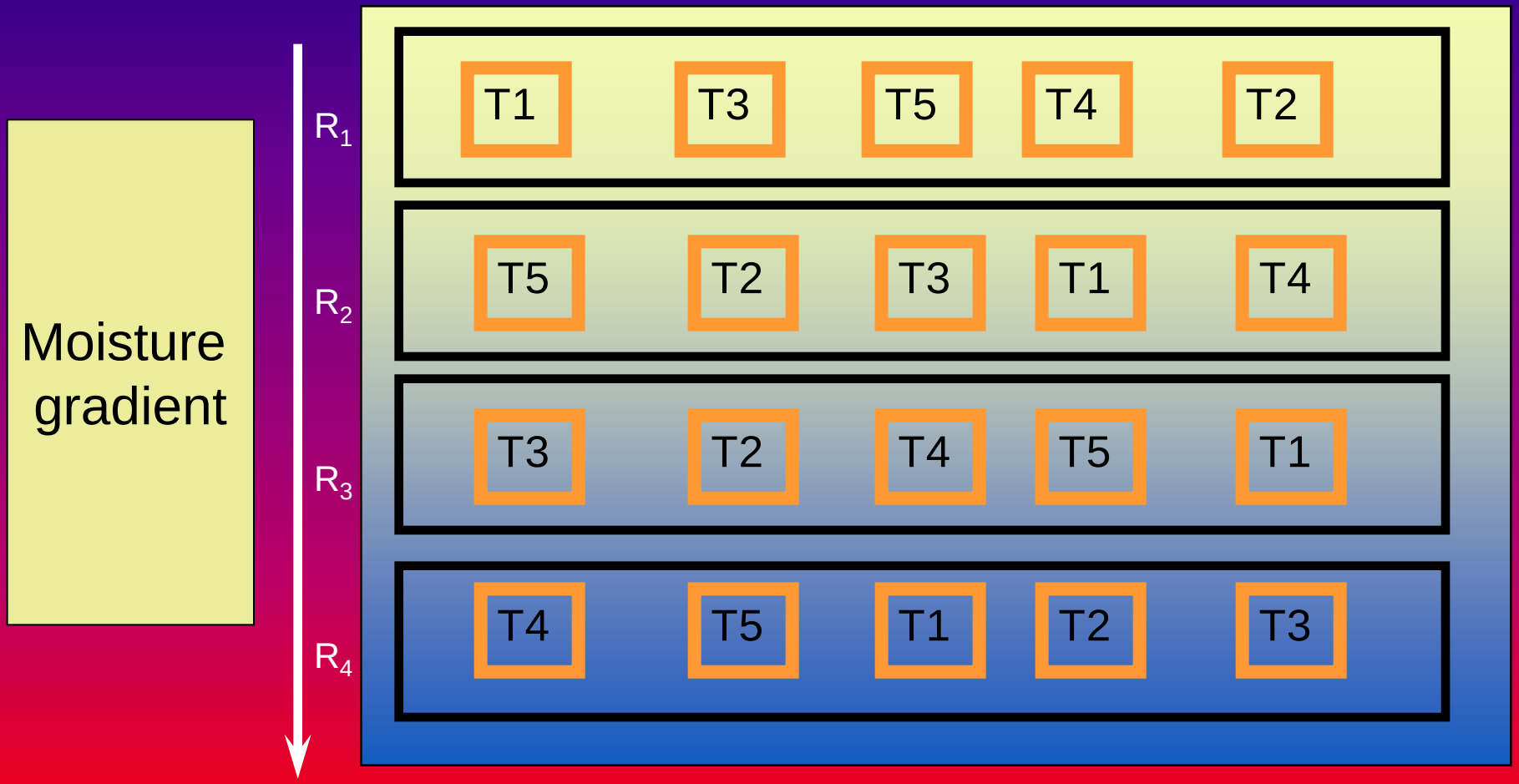
مميزاته
Advantages

- أكثر دقة وكفاءة من تصميم التجارب العشوائية البسيطة و ذلك لصغر حجم الخطأ التجريبي (فصل مجموع مربعات القطاعات عن مجموع مربعات الخطأ) مما يخفض من تباين الخطأ.
- يسمح بإستعمال أي عدد من المعاملات و المكررات إذا توفرت الإمكانيات وكانت تحت سيطرة الباحث.
- سهولة التحليل الإحصائي إذا فقدت بعض الوحدات التجريبية.
- يمكن إستبعاد أي قطاع أو معاملة بدون أن يؤثر ذلك على التحليل الإحصائي.

الـعيـــوب
Disadvantages

- لا ينصح بإستعماله في حالة زيادة عدد المعاملات.
- زيادة حجم القطاع يصعب توفر التجانس داخل القطاع.
- زيادة الخطأ التجريبي.

Experimental Layout



معادلة تحليل التباين

قيمة أى فرد ← $Y_{ij} = U + T_i + B_j + e_{ij}$ → الخطأ العشوائي

U ← المتوسط العام

T_i ← تأثير المعاملة

B_j ← تأثير المكرر

Analysis of Variance

$$CF = (\sum X_{ij})^2/rt$$

$$\text{Total SS} = \sum_{I,j} X^2_{ij} - CF$$

$$\text{Block SS} = \sum_j X^2_{.j} / t - CF$$

$$\text{Treatment SS} = \sum_i X^2_{i.} /r - CF$$

Error SS = TSS – Block SS – Treatment SS

ANOVA Table

SOV	df	SS	MS	$F_{cal.}$
Treatment	t-1	SS_t	$SS_t/(t-1)$	MS_t/MS_E
Blocks	b-1	SS_b	$SS_b/(b-1)$	
Error	(t-1)(b-1)	SS_E	$SS_E/(b-1)(t-1)$	
Total	tb-1	TSS		

Exercise

تمرين

التجربة الآتية تمثل تأثير خمسة كثافات نباتيةة على محصول الذرة الصفراء وقد كررت كل معاملة 4 مرات وعند تنفيذ التجربة قسمت الأرض إلى أربع قطاعات يحتوي كل قطاع على خمس وحدات تجريبية وو زعت المعاملات الخمس على الوحدات التجريبية الخمس في كل قطاع بطريقة عشوائية مستقلة من قطاع إلى آخر. والشكل التالي يوضح التوزيع العشوائي في صورة شكل تنفيذي في تصميم قطاعات كاملة العشوائية.

R_1	A 93	C 227	D 172	B 169	E 168
R_2	C 188	D 156	B 168	E 140	A 127
R_3	D 208	B 165	E 200	A 144	C 259
R_4	B 154	A 120	C 186	E 140	D 172

- t = 5
- r = 4
- n = 20

Treatments	Replications				$\sum X_{i.}$
	1	2	3	4	
A	93	127	144	120	484
B	169	168	165	154	656
C	227	188	259	186	860
D	172	156	208	172	708
E	168	140	200	140	648
$\sum X_{.j}$	829	779	976	772	3356

Statistical Analysis

- CF = $(3356)^2 / (4*5) = 563136.8$
- Total SS = $(93)^2 + (127)^2 + (144)^2 + \ldots + (140)^2 - CF$

  $= 590382 - 563136.8 = 27245.2$
- Treatment SS = $\{(484)^2 + (656)^2 + \ldots + (648)^2\}/4 - CF$

  $= 2325360/4 - CF = 581340 - 563136.8$

  $= 18203.2$
- Rep. SS = $\{(829)^2 + \ldots\ldots + (772)^2\}/5 - CF$

  $= 568528.4 - 563136.8 = 5391.6$
- Error SS = $27245.2 - 18203.2 - 5391.6 = 3650.4$

ANOVA Table

SOV	df	SS	MS	$F_{cal.}$
Treatments	5-1 = 4	18203.2	4550.8	4550.8 / 304.20 = 14.96** $F_{t\ (0.05)}$ = 3.26 $F_{t\ (0.01)}$ = 5.41
Replicates	4-1 = 3	5391.6	1797.2	1797.2 / 304.2 = 5.91 (3.49, 5.95)
Error	4*3 = 12	3650.4	304.20	
Total	20-1 = 19	27245.2		

Comparison among treatment means
L.S.D
1- حساب قيمة (*LSD*)

$$L.S.D_{0.05} = \sqrt{\frac{2MSE}{r}} \times t_{0.05}$$

$$= \sqrt{\frac{2(304.2)}{4}} \times 2.18 = 26.88$$

C	D	B	E	A
215	177	164	162	121
a	b	b	b	c

الاستنتاج

1- تفوق المعاملة c معنوياً على بقية المعاملات.

2- عدم وجود اختلاف معنوي بين المعاملات D وB وE التي تفوقت معنوياً على المعاملة A

القرار

نوصي باستخدام المعاملة C (الكثافة النباتية الثالثة) لتفوقها على جميع المعاملات معنوياً

معامل الإختلاف والخطأ المعياري وفترة الثقة

$$CV = \frac{S}{\overline{\overline{X}}} \times 100\%$$

$$S = \sqrt{MSE} = \sqrt{304.2} = 17.44$$

$$\overline{\overline{X}} = \frac{3356}{20} = 167.8$$

$$CV = \frac{17.44}{167.8} \times 100\% = 10.39$$

$$S^2_{\overline{X}} = \frac{S^2}{r} = \frac{304.2}{4} = 76.05$$

الكفاءة النسبية لتصميم RCBD
(Relative Efficiency)

- وهي معرفة مدى كفاءة تجميع الوحدات التجريبية داخل قطاعات في تقليل الخطأ التجريبي وذلك مقارنة بتصميم RCD.
- ومعنى ذلك أننا نهتم بمعرفة ما إذا كانت هناك فائدة من استخدام القطاعات.
- تستخدم معادلة الكفاءة النسبية التالية:

$$RE = \frac{(r-1)MSB + r(t-1)MSE}{(rt-1)MSE} \times 100\%$$

- فإذا كانت القطاعات فعالة تكون RE أكبر من 100%، والقيمة التي تزيد عن المائة تقيس نسبة الزيادة في الدقة الناتجة عن القطاعات.
- فمثلاً إذا كانت RE = 120% يعني هذا أنه للحصول على نفس الدقة باستخدام تصميم CRD نحتاج لزيادة عدد التكرارات بمقدار 20%، وهذا طبعاً يزيد في تكاليف التجربة.

القاعدة التي نوصي بها هي أن يستخدم الباحث القطاعات أينما توفرت الظروف السانحة لذلك لأن الخسارة الوحيدة التي تحصل هي التقليل من درجات حرية الخطأ التجريبي ، وغالباً ما تكون هذه الخسارة بدون تأثير يذكر على النتائج ما دام هناك عدد مناسب من درجات الحرية للخطأ.

المحاضرة الثالثة

المقارنات المتعددة
Multiple Comparisons

- يستخدم اختبار F للكشف عن الاختلافات الموجودة بين مجموعة من المعاملات ، وعند قبول النظرية الفرضية لا نحتاج إلى معرفة الاختلاف بين كل معاملة وأخرى.
- أما في حالة عدم قبول النظرية الفرضية، بالطبع سنقبل النظرية البديلة، فهذا معناه أن إثنين من المعاملات على الأقل يختلفان غير أن اختبار F في هذه الحالة لا يحدد مدى الاختلاف بين كل معاملة وأخرى،
- ولذلك ففي هذا الباب سنتكلم عن الوسائل التي يمكن بواسطتها تحديد مدى الاختلاف بين معاملة وأخرى، إن هناك العديد من الوسائل التي يمكن استخدامها للكشف عن مدى الاختلاف بين كل معاملة وأخرى وتختلف هذه الوسائل حسب الغرض الذي من أجله يود الباحث الكشف عن هذه الاختلافات.

- ويتم مقارنة متوسطات المعاملات بالطرق الآتية:-
- مقارنة جميع متوسطات المعاملات بمتوسط معاملة المقارنة طريقة (Dunnett)
- المقارنات المتعددة وهذه يمكن إجرائها بإتباع أي من طرق الاختبار الآتية:
  - اختبار أقل فرق معنوي L.S.D Least Significance difference test
  - اختبار Tukey H.S.D لأصدق فرق معنوى
  - اختبار Scheffe (St)
  - اختبار Duncan Duncan's Multiple Range Test L.S.R
  - اختبار Newman-Keuls L.S.R. N-K (Newman-Keuls test)
  - اختبار L.S.D المعدل (Revised L.S.D)

- وسوف نكتفي في هذا الباب بدراسة كل من طريقتي L.S.D للعالم Fisher و L.S.R للعالم Duncan

أولاً: اختبار أقل فرق معنوي
Least Significant Difference Test (LSD)

- ويسمى اختبار **L.S.D** أو اختبار **t** وذلك لأن اختبار الفرق بين متوسطي معاملتين فيها يتم بالإستعانة باختبار **t** ، ويتم حساب قيمة **t** للفرق بين متوسطي أي معاملتين (بافتراض تساوي **r** أي عدد المكررات في جميع المعاملات باستخدام المعادلة الآتية:-

$$LSD_{0.05} = \sqrt{\frac{2MSE}{r}} \times t_{0.05}$$

$$LSD_{0.01} = \sqrt{\frac{2MSE}{r}} \times t_{0.01}$$

- وفي حالة عدم تساوي r (عدد المكررات) تكون قيمة L.S.D تساوي

$$LSD_{0.05 or 0.01} = \sqrt{\frac{MSE}{r1} + \frac{MSE}{r2}} \times t_{0.05 or 0.01}$$

- حيث أن MSE هو تباين الخطأ التجريبي و t تستخرج من الجدول عند درجات حرية الخطأ التجريبي.

مثال

- البيانات الموضحة بالجدول التالي تمثل متوسطات مجموعة من المعاملات لمحتوى النتروجين في نبات البرسيم المعامل ببعض سلالات الرايزوبيم (Rhizobium)

	سلالات الرايزبيوم المستخدمة					خليط من هذه السلالات
	Dok1	Dok5	Dok4	Dok7	Dok13	Composite
	28.8	24.0	14.6	19.9	13.3	18.7
المتوسط	$\bar{y}_1$	$\bar{y}_2$	$\bar{y}_3$	$\bar{y}_4$	$\bar{y}_5$	$\bar{y}_6$

والجدول التالي يحتوي على النتائج المتحصل عليها لتحليل التباين

S.O.V	d.f	S.S	MS	Fcal.
Treatments	5	847.05	168.41	14.37**
Error	24	282.93	11.79	

- من الجدول السابق نجد أن قيمة F معنوية جداً (P<0.01) ومن ثم كان لزاماً علينا أن نتعرف على مدى الاختلافات بين المتوسطات الموجودة.
- وقبل حساب تلك الفروق، لابد لنا من حساب قيمة L.S.D لأي مستوى معنوية تم تحديده من قبل. وقيمة L.S.D عند مستوى معنوية 0.05 ، 0.01 هي:

$$L.S.D_{0.05} = \sqrt{\frac{2Mse}{r}} \times t_{0.05}$$

$$= \sqrt{\frac{2(11.79)}{5}} \times 2.06 = 4.5$$

$$L.S.D_{0.01} = \sqrt{\frac{2(11.79)}{5}} \times 2.797 = 6.1$$

- **أما الفروق الملاحظة بين المتوسطات فهي كالآتي:-**

$$\bar{y}_1 - \bar{y}_2 = 28.8 - 24.0 = 4.8$$

$$\bar{y}_3 - \bar{y}_4 = 14.6 - 19.9 = -5.3$$

$$\bar{y}_5 - \bar{y}_6 = 13.3 - 18.7 = -5.4$$

- **وجميع هذه القيم تقع محصورة بين القيمتين ٤.٥ و ٦.١ مع الآخذ في الاعتبار القيم المطلقة ،**
- **ولذلك فهذه الفروق تكون معنوية عند مستوى معنوية 5% ، ولكنها ليست معنوية عند مستوى معنوية 1%.**
- **والمقارنات بين كل متوسطين من متوسطات المعاملات لابد وأن تأخذ بعض الاهتمام من الباحث ، ونتيجة لذلك قد حددت في الخطوات التالية**

ترتيب متوسطات المعاملات تصاعدياً أو تنازلياً

Comparison No.	$\overline{X}$	$\overline{X}-\overline{X}_5$	$\overline{X}-\overline{X}_3$	$\overline{X}-\overline{X}_6$	$\overline{X}-\overline{X}_4$	$\overline{X}-\overline{X}_2$
1	28.8	28.8-13.3 =15.5**	28.8-14.6 =14.2**	28.8-18.7 =10.1**	28.8-19.9 =8.9**	28.8-24 =4.8*
2	24.0	24-13.3 =10.7**	24-14.6 =9.4**	24-18.7 =5.3*	24-19.9 =4.1	
4	19.9	19.9-13.3 =6.6**	19.9-14.6 =5.3*	19.9-18.7 =1.2		
6	18.7	18.7-13.3 =5.4*	18.7-14.6 =4.1			
3	14.6	14.6-13.3 =1.3				
5	13.3					

- كذلك من الممكن سرد المتوسطات كما يلي حيث يشير الخط المشترك أسفل القراءات إلى عدم وجود فرق معنوي:

- **13.3 14.6 18.7 19.9 24.0 28.8**

ثانياً: اختبار دنكن

Duncan’s Multiple Range Test

- إقترح العالم دنكن هذا الإختبار في عام ١٩٥٥ كمحاولة لتلافي عيوب الإختبار السابق ولكي يمكن إختبار جميع الفروق الممكنة بين جميع متوسطات المعاملات الداخلة في التجربة بنفس الدقة والكفاءة وعند نفس مستوى المعنوية المحدد للإختبار. فقد قام دنكن بإعداد جداول إحصائية خاصة تسمى **Standardized Significant Range** بجداول دنكن.
- واستعان بها في إستخراج قيم **SSR** التي تلزم لحساب قيم أقل مدى معنوي **Least Significance Range (L.S.R)** وهي القيم التي يعتمد عليها في مقارنة الفروق بين المتوسطات ،

- ومعنى ذلك أن هذا الإختبار يعتمد في تطبيقه على عدد من القيم الإحصائية وهي قيم L.S.R وليس على قيمة واحدة كما لاحظنا في الإختبار السابق وذلك لأن هذا الإختبار يأخذ في إعتباره المدى الخاص بالمقارنة أي عدد المتوسطات الذي يدخل ضمن مدى المقارنة وتبعاً لذلك نختار قيمة L.S.R المناسبة لإختبار الفرق الخاص بمقارنة معينة
- ويعتبر هذا الإختبار من أكفأ الإختبارات وأدقها ولقد أقبل الكثير من الباحثين على إستخدامه في الفترة الأخيرة بعدما عرفوا قصور إختبار L.S.D بالإضافة إلى أن هذا الإختبار من الممكن إجراؤه بصرف النظر عن معنوية أو عدم معنوية اختبار F ويمكن تلخيص إجراء هذا الإختبار فيما يلي:

١. تقدير قيمة الخطأ القياسي لأي معاملة

$$S_{\overline{X}i} = \sqrt{\frac{MSE}{r}}$$

٢. إستخراج قيم SSR من جدول دنكن وذلك بمعرفة مستوى المعنوية المطلوب ودرجات حرية الخطأ التجريبي من جدول تحليل التباين ويلاحظ أن قيم SSR تزداد بزيادة عدد المتوسطات الداخلة في المقارنة

٣. حساب قيم أقل مدى معنوية L.S.R وذلك بضرب $S_{\overline{X}i}$ في كل من قيم SSR أي أن كل من قيم L.S.R تساوي

$$S_{\overline{X}i} \times SSR$$

٤- ترتيب متوسطات المعاملات ترتيباً تنازلياً أو تصاعدياً

٥- مقارنة الفروق الممكنة بين المتوسطات بقيم **L.S.R** المناسبة لأعداد متوسطات المعاملات الداخلة في مدى كل مقارنة للحكم على معنوية الفروق بين متوسطات المعاملات من عدمه.

- **<u>مثال</u>**
- **في إحدى تجارب تغذية الحيوان لمقارنة ٥ أنواع من العلائق على معدل الزيادة في الوزن ، أعطيت لخمسة عجول صغيرة بطريقة عشوائية وبعد فترة محددة وزنت العجول وسجلت الزيادة في وزن كل حيوان فكانت كما هو مبين في الجدول التالي:**

Ration	Weight gain (Kg)					Total	$\overline{X}$
1	6	8	7	5	10	36	7.2
2	9	8	11	11	10	49	9.8
3	7	5	5	9	4	30	6.0
4	5	3	4	6	6	24	4.8
5	8	6	9	9	11	43	8.6
Total						182	7.28

وبعد تحليل بيانات هذه التجربة لخصت نتائج التحليل في جدول تحليل التباين الموضح:

S.O.V	d.f	S.S	MS	Fcal.
Treatments	٤	٧٩.٤٤	١٩.٨٦	٦.٩٠**
Error	2٠	٥٧.٦٠	٢.٨٨	

- ومن هذا المثال فإن قيمة الخطأ القياسي لأي معاملة

$$S_{\overline{X}i}$$

- تساوي

$$S_{\overline{X}i} = \sqrt{\frac{MSE}{r}} = \sqrt{\frac{2.88}{5}} = 0.759$$

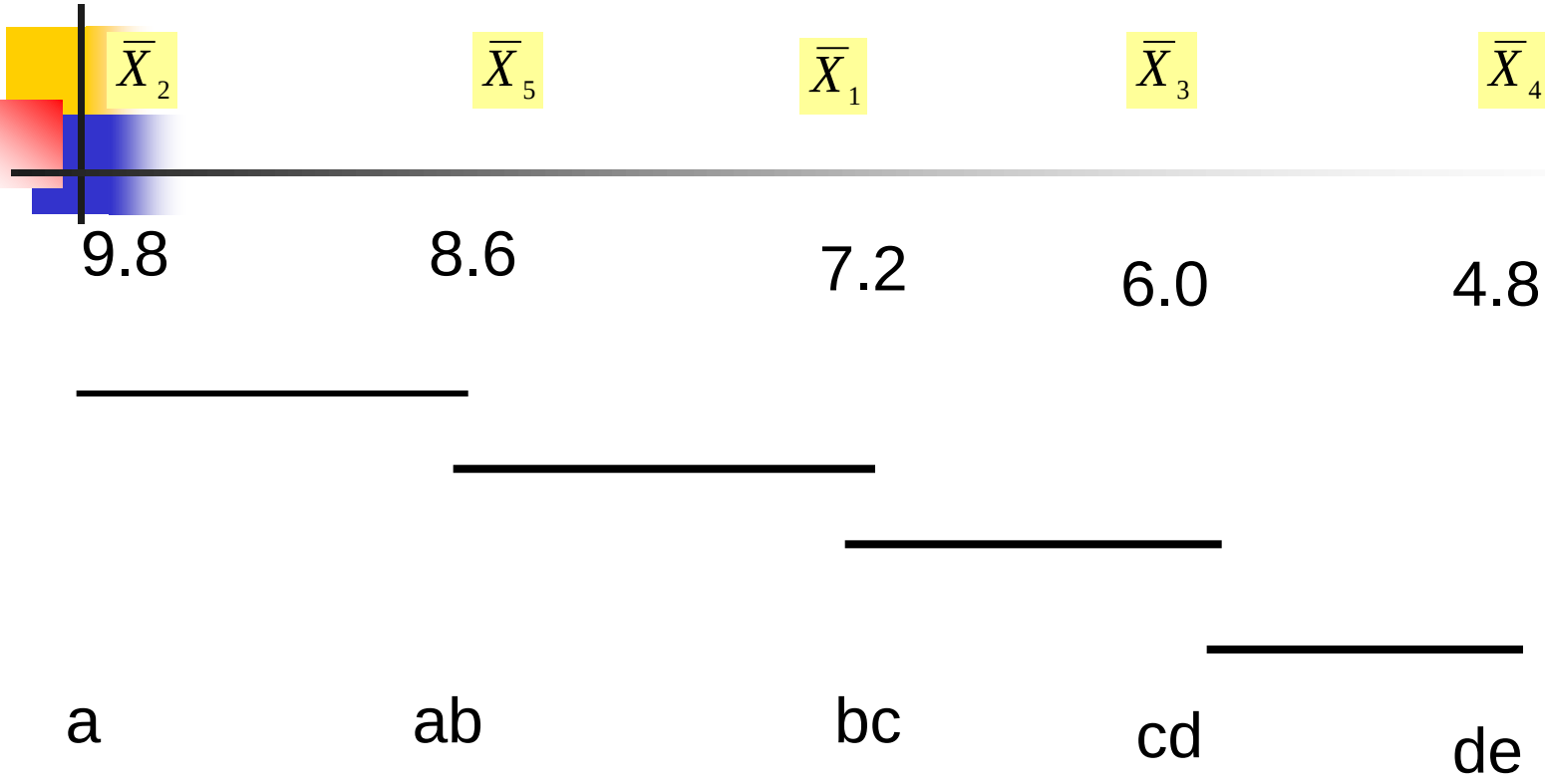
- ثم نستخرج قيم الـ **SSR** من جدول دنكن عند مستوى معنوية ٥% ودرجات حرية الخطأ التجريبي وهي ٢٠ والقيم التي نحتاجها في هذه الحالة هي القيم الخاصة بأعداد المتوسطات ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ وهي أعداد متوسطات المعاملات التي قد تدخل ضمن المقارنات المتعددة وبعد ذلك نضرب كل من قيم الـ **SSR** في ٠.٧٥٩ وذلك لكي نحصل على قيم **L.S.R** المطلوبة كما في الجدول الآتي

	أعداد المتوسطات الداخلة ضمن مجال المقارنات			
	2	3	4	5
S.S.R	2.95	3.09	3.19	3.25
$S_{\overline{X}i}$	0.759	0.759	0.759	0.759
L.S.R	2.23	2.35	2.42	2.47

- ولإتمام المقارنات بين المتوسطات واختبار معنوية الفروق بينها نرتب متوسطات المعاملات كما في الجدول التالي
- ثم نحسب الفروق بينها ثم نقارن كل فرق محسوب بقيمة L.S.R المقابلة فإذا وجد أن الفرق بين المتوسطين مساوياً لقيمة L.S.R أو أعلى منها كان هذا الفرق معنوياً فنؤشر علية بما يفيد معنويته(*).
- أما إذا كان الفرق أقل من قيمة L.S.R فيعني أن هذا الفرق بين متوسطي المعاملتين غير معنوي فيترك دون وضع إشارة عليه (*).
- وبعد ذلك نقوم بوضع خطوط مشتركة تحت المتوسطات التي لا توجد بينها فروق معنوية.
- وتستخدم طريقة وضع الخطوط المشتركة تحت متوسطات المعاملات للتدليل على عدم اختلافها معنوياً وقد يستعاض عن الخطوط المشتركة بوضع أحرف أبجدية مشتركة بحيث يدل ظهور حرف أبجدي أسفل أو بجوار متوسطين أو أكثر على عدم اختلاف هذه المتوسطات معنوياً.

و يمكن تلخيص النتائج فى الآتى:

T	$\overline{X}$	L.S.R	$\overline{X}-T_4 4.8$	$\overline{X}-T_3 6.0$	$\overline{X}-T_1 7.2$	$\overline{X}_1-T_5 8.6$
T2	9.8	2.47	5.0*	3.8*	2.6*	1.2
T5	8.6	2.42	3.8*	2.6*	1.4	
T1	7.2	2.35	2.4*	1.2		
T3	6.0	2.23	1.2			
T4	4.8	2.23				


$\bar{X}_2$
$\bar{X}_5$
$\bar{X}_1$
$\bar{X}_3$
$\bar{X}_4$
9.8
8.6
7.2
6.0
4.8
a
ab
bc
cd
de

- وعلى ذلك يمكننا أن نفسر نتيجة هذا الاختبار بأن المقارنات المتعددة بين متوسطات المعاملات قد أظهرت أن المعاملة الثانية قد تفوقت تأثيراتها على المعاملات الأولى والثالثة والرابعة ولو أنها لم تختلف معنوياً عن المعاملة الخامسة،
- وبأن المعاملة الخامسة لم تختلف عن المعاملة الأولى ولكنها تفوقت على المعاملتين الثالثة والرابعة.
- وبأن المعاملة الأولى تفوقت فقط على المعاملة الرابعة في حين أن المعاملتين الثالثة والرابعة لم تختلفا في تأثيرهم على معدل زيادة وزن العجول الصغيرة اختلافاً معنوياً.

- وتعتبر طريقة استخدام الحروف الأبجدية أسفل وبجوار المتوسطات للتعبير عن وجود المعنوية من عدمه طريقة أكثر مرونة من استخدام الخطوط، حيث أن استخدام الخطوط تحت المتوسطات يحتم الإبقاء على ترتيب المتوسطات كما كانت عند إجراء الإختبار أما استخدام الحروف فيمكننا من إعادة ترتيب المتوسطات حسبما نرغب بعد الإنتهاء من الاختبار.
- ووضع الحروف المشتركة أو المختلفة يمكننا من إعادة ترتيب المتوسطات السابقة حسب تسلسل الأرقام.

تصميم المربع اللاتيني
Latin Square

إستعمالاتـــه

- لزيادة كفاءة التجربة حيث يتم تقسيم الوحدات التجريبية في الإتجاهين: الأفقي إلى صفوف والرأسي إلى أعمدة عندما يكون هناك اتجاهين للاختلاف . عمودي وافقي
- يمكن إزالة الإختلافات بين الصفوف والإعمدة من الخطأ التجريبي، فتقل قيمة الخطأ وتزداد الدقة التجريبية.
- التحليل الإحصائى لهذا التصميم سهل.
- يمكن تقدير القيم المفقودة .

صفاته

- عدد المعاملات = عدد الصفوف = عدد الأعمدة = عدد الوحدات التجريبية داخل كل قطاع.
- عدد القطاعات التجريبية الكلية = مربع عدد المعاملات
- تظهر المعاملة مرة واحدة في كل صف وفي كل عمود.

عيوب التصميم

- لا يستعمل إذا زاد عدد المعاملات عن 10 مما يؤدي إلى زيادة حجم التجربة و يتبعه في ذلك زيادة قيمة الخطأ التجريبي.

- إذا قل عدد المعاملات عن 5 تقل درجات الحرية للخطأ العشوائي.

	C1	C2	C3	C4
R1	T1	T2	T3	T4
R2	T2	T3	T4	T1
R3	T3	T4	T1	T2
R4	T4	T1	T2	T3

التجـارب الحقليـة: إذا وجـد إخـتلاف فـى خصـوبة و ميـل الأرض و مطلوب مقارنة 4 أصناف من حيث الإنتاجية.

	W1	W2	W3	W4
Anim.1	F1	F2	F3	F4
Anim.2	F2	F3	F4	F1
Anim.3	F3	F4	F1	F2
Anim.4	F4	F1	F2	F3

تجارب الإنتاج الحيواني: مقارنة 4 أنواع من العلائق و تم إستعمال 4 حيوانات و 4 أسابيع لكل حيوان و عليقة.

	Test.1	Test.2	Test.3	Test.4
Grd.1	Juice1	Juice 2	Juice 3	Juice 4
Grd.2	Juice 2	Juice 3	Juice 4	Juice 1
Grd.3	Juice 3	Juice 4	Juice 1	Juice 2
Grd.4	Juice 4	Juice 1	Juice 2	Juice 3

تجارب الصناعات الغذائية: اذا أريد اختبار 4 أنواع من العصائر بواسطة 4 أفراد بحيث يعطى كل فرد درجة .

معادلة تحليل التباين

$$Y_{ijk} = U + T_i + R_j + C_k + e_{ijk}$$

Y_{ijk} ← قيمة أى فرد

U ← المتوسط العام

T_i ← تأثير المعاملة

R_j ← تأثير الصف

C_k ← تأثير العمود

e_{ijk} ← الخطأ العشوائي

Analysis of Variance

تحليل التباين

$CF = y^2../ r^2$

$\text{Total SS} = \sum_{i,j} y^2_{ij} - CF$

$\text{Row SS} = \sum_j y_j^2/r - CF$

$\text{Column SS} = \sum_k y^2_k/r - CF$

$\text{Treatment SS} = \sum_t y^2_t/r - CF$

Error = Total SS – Row SS – Column SS – Treatment SS

ANOVA Table

SOV	df	SS	MS	$F_{cal.}$
Rows	r-1	SSR	SSR/r-1	R_{MS}/E_{MS}
Columns	c-1	SSC	SSC/c-1	C_{MS}/E_{MS}
Treatments	t-1	SST	SST/t-1	T_{MS} / E_{MS}
Error	(t-1)(t-2)	SSE	SSE/(t-1)(t-2)	Ft_{α} = (t-1), (t-1)(t-2)
Total	t^2 -1	TSS		

تمرين

- فى تجربة لمقارنة خمس مستويات من الاسمدة المركبة(A, B, C, D, E) على حاصل المتر المربع(غم) لنبات الحنطة.
- يبين الشكل التالى توزيع المعاملات و مصادر الإختلاف.
- المطلوب:

1. إختبار تاثير مستويات السماد على حاصل الحنطة.
2. أي مستوى يعطي افضل حاصل

Mon. / Anim. No.	Mon.1	Mon.2	Mon.3	Mon.4	Mon.5	Total
1	257 B	230 E	279 A	287 C	202 D	1255
2	245 D	283 A	245 E	280 B	260 C	1313
3	182 E	252 C	280 B	246 D	250 A	1210
4	203 A	204 D	227 C	193 E	259 B	1086
5	231 C	271 B	266 D	324 A	338 E	1430
Total	1118	1240	1297	1330	1309	6294

- H_0: $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5$
- H_1: $T_1 \# T_2 \# T_3 \# T_4 \# T_5$

- A = 203 + 283 + 279 + 324 +250 = 1339
- B = 257 + 271 + 280 + 280 + 259 = 1347
- C = 231 + 252 + 227 + 287 + 260 = 1257
- D = 245 + 204 + 266 + 246 + 202 = 1163
- E = 182 + 230 + 245 + 193 + 338 = 1188
- Total = 6294

$CF = (6294)^2 / 25 = \underline{1584577.44}$

$$\text{Total SS} = (257)^2 + (245)^2 + (182)^2 + \ldots + (338)^2 - CF$$
$$= 1619608 - 1584577.44 = \underline{35030.56}$$

$$\text{Row SS} = \{ (1255)^2 + (1313)^2 + \ldots + (1430)^2 \}/5 - CF$$
$$= 7987390/5 - 1584577.44 = \underline{12900.56}$$

$$\text{Column SS} = \{ (1118)^2 + \ldots + (1309)^2 \}/5 - CF$$
$$= 7952114/5 - 1584577.44 = \underline{5845.36}$$

$$\text{Treatment SS} = \{ (1339)^2 + \ldots + (1188)^2 \}/5 - CF$$
$$= 7951292/5 - 1584577.44 = \underline{5680.96}$$

$$\text{Error SS} = 35030.56 - 12900.56 - 5845.36 - 5680.96 = \underline{10603.68}$$

SOV	df	SS	MS	$F_{cal.}$
Row	5 - 1 = 4	12900.56	3225.14	3225.14/883.64 = 3.65*
Colum	5 - 1= 4	5845.36	1461.34	1461.34/883.64 = 1.65
Treatment	5 - 1 = 4	5680.96	1420.24	1420.24/883.64 = 1.61 غ.م
Error	4*3 = 12	10603.68	883.64	$Ft_{(0.05)}$, 4, 12 = 3.26 الجدولية
Total	25	35030.56		

بما ان قيمة المحسوبة (1.61) اقل من قيمة الجدولية (3.26)اذاً لا توجد فروقات معنوية بين المعاملات

- لاتوجد فروقات معنوية بين مستويات السماد الخمسة المستخدمة . لذلك لا داعي للمقارنة بين حاصل الحنطة في هذه التجربة

الكفاءة النسبية لتصميم LS
(Relative Efficiency)

- وهي إختبار تأثير الصفوف و الأعمدة في تصميم المربع اللاتيني مقارنة بما كان متوقعاً في حالة استخدام CRD
- تستخدم معادلة الكفاءة النسبية التالية:

$$RE = \frac{MSR + MSC + (t-1)MSE}{(t+1)MSE} \times 100\%$$

- كما يمكننا أيضاً إيجاد الكفاءة النسبية لتصميم LS مقارنة بتصميم RCBD ، هناك كفاءة نسبية للصفوف وأخرى للأعمدة.
- الصفوف:

$$RE = \frac{MSC + (t-1)MSE}{(t)MSE} \times 100\%$$

- الأعمدة:

$$RE = \frac{MSR + (t-1)MSE}{(t)MSE} \times 100\%$$

الاختبارات المقترحة بعد أجراء التجربة

وتسمى أيضا" المقارنات المتعددة

من أشهر طرق المقارنات المتعدده للمعاملات هي:

1. أختبار أقل فرق معنوي (Least Significant Difference – LSD):

يستعمل لمقارنة الفروق المعنوية بين أي متوسطين في التجربة.

خطوات تطبيق الاختبار:

أ- حساب الانحراف القياسي بين متوسط أي معاملتين في التجربة ، مما يلي

$$\text{الانحراف القياسي بين متوسط اي معاملتين} = \sqrt{\frac{2MSe}{r}}$$

MSe : متوسط مربعات الخطأ (يتم الحصول عليه من جدول تحليل التباين).

r : عدد المشاهدات (المكررات) في كل معاملة.

ب- نستخرج قيمة t من جداول t، وعلى درجات حرية الخطأ فقط ومستوى معنوية 5 % أو 1 %.

ت- نستخرج قيمة LSD من حاصل ضرب الخطوتين السابقتين، أي وفق القانون الاتي:

LSD = الانحراف القياسي بين متوسط اي معاملتين X t

د- نأخذ الفرق بين متوسطين أي معاملتين في التجربة ونقارنه مع قيمة LSD ، فأذا كان الفرق بين المتوسطين أعلى من الـ LSD فهو معنوي ونلاحظ مستوى المعنوية.

مثال: أجريت تجربة لدراسة تأثير خمسة أنواع من العلائق في معدل الزيادة الوزنية لدى العجول وقد شملت كل معاملة خمس عجول (البيانات موضحة في الجدول الاتي). علما" ان F.tab. =2.87 عند مستوى 5%، و ان قيمة t = 2.086

المعاملة	معدل الزيادة الوزنية (Yij)	المجموع (Yi.)	المتوسط
1	6 , 10 , 7 , 3 , 10	36	7.2
2	9 , 8 , 11 , 11 10	49	9.8
3	7 , 5 , 5, 9 , 4	30	6.0
4	5 , 3, 4 , 6 , 6	24	4.8
5	8 , 6 , 9 , 9 , 11	43	8.6
		182 :(Y..)	

2. أختبار دنكن (Duncan) متعدد الحدود.

وجد هذا الاختبار عام 1955 من قبل الباحث Duncan ويتميز عن باقي الاختبارات بأنه يأخذ الفروق المعنوية بين المتوسطات مهما كان عددها مرة واحدة ، ومن مميزات هذا الاختبار انه من الممكن اجراؤه بصرف النظر عن معنوية او عدم معنوية اختبار تحليل التباين (Anova).

<u>خطوات أجراء الاختبار:</u>

1. استخراج الانحراف القياسي لاي مشاهدة في التجربة **<u>بجذر</u>** الاتي:

$$Syi = \sqrt{\frac{MSe}{r}}$$

2. أستخراج قيم SSR من جداول دنكن وحسب عدد المتوسطات الداخلة في المقارنة.
3. أستخراج قيم LSR من المعادلة الاتية (حاصل ضرب الخطوتين السابقتين).

$$LSR = \sqrt{\frac{MSe}{r}} \times SSR$$

4. يتم ترتيب المتوسطات وقيم LSR تنازليا وبشكل عمودي وكذلك ترتيب المتوسطات تصاعديا وبشكل أفقي وفي كلا الحالتين يترك أخر متوسط. بعد ذلك نأخذ الفرق بين كل متوسطين ونقارنه بقيمة LSR المقابلة لهما ، فأذا كانت قيمة

الفرق بين المتوسطين أعلى من قيمة LSR أذن الفرق بين المتوسطين معنوي ، في حين أذا كان الفرق أقل من الـ LSR فهو غير معنوي.

مثال: تطبيق أختبار دنكن على المثال السابق الذي طبق عليه أختبار LSD.

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

(Randomized Completely Block Design – RCBD)

هو التصميم الذي تتجمع فيه الوحدات التجريبية بمجاميع أو تسمى قطاعات بحيث تكون الوحدات التجريبية داخل كل قطاع في التجربة متجانسة نسبيا" ويكون عدد الوحدات التجريبية داخل كل قطاع مساويا لعدد المعاملات المطلوب دراستها أو بعبارة أخرى بأنه لابد من أحتواء كل قطاع على جميع المعاملات وأن تحوي كل معاملة جميع القطاعات لذلك سميت بالقطاعات الكاملة وتتوزع المعاملات على الوحدات التجريبية داخل كل قطاع عشوائيا" و مستقلا" عن بقية القطاعات، فمثلا" لو لدينا (40 عجلا") يختلفون في اوزانهم الابتدائية و نريد دراسة تأثير 10 أنواع من العلائق على معدل الزيادة في أوزان العجول فيمكن تقسيم العجول حسب الاختلاف في الوزن الابتدائي الى 4 قطاعات ، كل قطاع يضم 10 عجول متقاربه في أوزانها الابتدائية ثم توزع المعاملات أو العلائق العشر على الحيوانات الموجودة ضمن كل القطاعات الاربع توزيعا" عشوائيا" و مستقلا"، وبذلك يتضح أن أستعمال هذا التصميم (RCBD) في حالة عدم تجانس الوحدات التجريبية وأمكانية مجانستها بأتجاه معين (عمودي مثلا وتسمى قطاعات).

مزايا هذا التصميم:

1.الدقة.

2.المرونة: و ذلك باستعمال اي عدد من القطاعات و المعاملات اذا توفرت الوحدات التجريبة المتجانسة.

3.سهولة التحليل الاحصائي.

4.تقدير قيم المشاهدات المفقودة.

5.الكفاءة النسبية العالية و ترجع لتقسيم الوحدات التجريبية الى قطاعات تضم وحدات متجانسة.

6. أن هذا التصميم هو أكفأ من التصميم العشوائي الكامل (CRD) وذلك لان جزء من الخطأ يتم سحبه عن طريق أحداث التجانس داخل كل قطاع.

مساويء هذا التصميم:

يجب ان يوجد تجانس كبير بين الوحدات التجريبية داخل كل قطاع فيؤدي عمل التجانس الى زيادة قيمة الخطأ التجريبي و بالتالي تقل دقة التجربة و دقة التصميم،و في هذه الحالة يتطلب أستعمال تصاميم أخرى لاجراء التحليل.

النموذج الرياضي العام للتصميم :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + P_j + e_{ij}$$

أذ أن :

Yij: قيمة المشاهدة j العائدة للمعاملة i.

μ : المتوسط العام للصفة المدروسة.

Pj: تأثيرالقطاع j .

Ti: تأثير المعاملة i .

eij: الخطأ العشوائي .

Anova Table:

S.O.V.	d.f .	S.S.	M.S.	F. cal.
Block القطاع	r-1	$SS_r = \frac{\sum Y_{.j}^2}{t} - CF$	$MS_r = \frac{SS_r}{r-1}$	$F = \frac{MS_t}{MS_e}$
Treat. المعاملة	t-1	$SS_t = \frac{\sum Y_{i.}^2}{r} - CF$	$MS_t = \frac{SS_t}{t-1}$	
Experimental Error. الخطأ التجريبي	(r-1)(t-1)	$SS_e = SS_T - SS_r - SS_t$	$MS_e = \frac{SS_e}{t(r-1)}$	
Total	tr-1	$SS_T = \sum Y_{ij}^2 - CF$	----------	

علما أن :

t: عدد المعاملات في التجربة.

r: عدد المكررات (القطاعات) في التجربة.

$$CF = \frac{(Y..)^2}{tr}$$

مثال 1: اجريت تجربة طبية باعطاء اربعة انواع من الادوية A,B,C and D للفئات العمرية الموضحة بالجدول، فأعطت نتائج وزنية اضافية كما في الجدول التالي:

Drugs	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	المجموع
A	9	12	9	6	9	10	55
B	7	3	7	7	5	5	34
C	6	5	9	11	3	11	45
D	6	8	11	2	2	10	39
المجموع	28	28	36	26	19	36	173

"تقدير القيمة المفقودة في حالة القطاعات العشوائية الكاملة"

"Missing Plot"

نفرض فقدت عندنا قيمة من احدى القطاعات فلاستخراج القيمة المفقودة نستخدم القانون الاتي:

$$\hat{Y}_{ij} = \frac{tY_{i.} + r\,y_{.j} - Y_{..}}{(t-1)(r-1)}$$

Yij = هي القيمة المقدرة للمشاهدة المفقودة.

t=عدد المعاملات، r=عدد القطاعات،

Yi. = مجموع المشاهدات المتبقية داخل المعاملة التي فقدت منها المشاهدة المراد تقديرها.

y.j = هو مجموع المشاهدات المتبقية داخل القطاع الذي فقدت منه المشاهدة المراد تقديرها.

مثال: الجدول التالي يبين نتائج تجربة اجريت باستخدام تصميم القطاعات العشوائية و كانت المشاهدة الموجودة في القطاع الثالث للمعاملة الاولى المفقودة. أكمل جدول تحليل التباين :

المعاملات	R1	R2	R3	R4	Yi.
T1	6.7	6.4	--------	6.4	19.5
T2	6.5	6.6	6.8	6.5	26.4
T3	6.3	6.2	6.4	6.5	25.2
Y.j	19.5	19.2	13.2	19.2	Y..= 71.1

الكفاءة النسبية لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) مقارنة مع التصميم العشوائي الكامل (CRD)

يمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة الاتية:

$$\text{الكفاءة النسبية } R.E.\ \% = \frac{(r-1)\ MSr + r\ (t-1)\ MSe}{(rt-1)\ MSe} \times 100$$

مثال : تم تحليل بيانات تجربة لمقارنة تأثير أربع مستويات من النتروجين على معدل حاصل عباد الشمس، أستعمل فيها تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبواقع خمس مكررات (قطاعات) وكانت النتائج بعد التحليل كما موضحة في الجدول الاتي. (المطلوب أيجاد الكفاءة النسبية لتصميم (RCBD) مقارنة مع تصميم (CRD).

S.O.V.	d.f .	S.S.	M.S.	F. cal.
Block القطاع	4	21.46	5.36	F = 20.46**
Treat. المعاملة	3	134.45	44.83	
Experimental Error.	12	26.26	2.19	

الخطأ التجريبي				
Total	19	182.17	--------	

تصميم المربع اللاتيني

(Latin Square Design)

يتم في هذا التصميم تجميع الوحدات التجريبية بأتجاهين هما صفوف (Rows) وأعمدة (Columns) لغرض أحداث التجانس بأتجاهين ، أذ لم يكفي مجانستها بأتجاه واحد كما حصل في تصميم القطاعات ، وفي تصميم المربع اللاتيني يتم توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية أو بالعكس وبصورة عشوائية لغرض أعطاء كل وحدة تجريبية نفس الفرصة ، ويعد هذا التصميم سهل التطبيق كما هو الحال في التصميمين RCBD و CDR . وان تصميم المربع اللاتيني يعد أدق (أكفأ) من التصميمين RCBD و CDR . الا أن من أهم محددات هذا التصميم هي زيادة نسبة الخطأ في حالة أستعمال أقل من ثلاث معاملات أو صفوف أو أعمدة وكذلك يصبح التحليل معقدا في حالة زيادة عدد المعاملات أو الصفوف أو الاعمدة عن ثمانية.

ملاحظة : في تصميم المربع اللاتيني يكون عدد المعاملات مساويا لعدد الصفوف ومساويا لعدد الاعمدة (t = r = c) حيث t تمثل المعاملات و r هي الصفوف و c تمثل الاعمدة . لذلك المربع اللاتيني يكون 3 x 3 أو 4 x 4 أو 5 x 5 وهكذا.

النموذج الرياضي العام للتصميم :

$$Y_{ij(k)} = \mu + \chi_i + + \beta_j + T_i + e_{ij(k)}$$

أذ أن :

$Y_{ij(k)}$: قيمة المشاهدة.

μ : المتوسط العام للصفة المدروسة.

χ_i: تأثير الصفوف i .

β_j: تأثير الاعمدة j .

T_i: تأثير المعاملة k .

$e_{ij(k)}$: الخطأ العشوائي.

S.O.V.	d.f .	S.S.	M.S.	قيمة F المحسوبة
Rows الصفوف	r-1	$SSr = \frac{\sum Y_{i.}^2}{r} - CF$	$MSr = \frac{SSr}{r-1}$	
Columns الاعمدة	r-1	$SSc = \frac{\sum Y_{.j}^2}{r} - CF$	$MSc = \frac{SSc}{r-1}$	
Treat. المعاملة	r-1	$SSt = \frac{\sum Y_{.k}^2}{r} - CF$	$MSt = \frac{SSt}{r-1}$	$F = \frac{MSt}{MSe}$
Experimental Error.	(r-1)(r-2)	$SSe = SST - SSr - SSc - SSt$	$MSe = \frac{SSe}{(r-1)(r-2)}$	
Total	r^2-1	$SST = \sum Y_{ij}^2 - CF$	----------	

علما أن :

t : عدد المعاملات في التجربة.

r : عدد الصفوف في التجربة.

وأن CF يمثل معامل التصحيح ويساوي مربع مجموع القيم مقسوما الى مربع عدد الصفوف أو الاعمدة أو المعاملات.

أي أن :

$$CF = \frac{(Y_{..})^2}{r^2}$$

مثال : أجريت تجربة وفق تصميم المربع اللاتيني وشملت أربعة معاملات (التجربة 4 x 4) والبيانات كما موضحة في الجدول الاتي.

الاعمدة الصفوف	C1	C2	C3	C4	Yi. مجاميع الصفوف
R1	t1 4	t2 3	t3 4	t4 1	12
R2	t2 5	t3 2	t4 3	t1 6	16
R3	t3 4	t4 2	t1 5	t2 5	16
R4	t4 6	t1 6	t2 3	t3 4	19
Y.j مجاميع الاعمدة	19	13	15	16	Y.. = 63 المجموع الكلي

المحاضرة الاولى

التجارب العاملية

التجارب العاملية
Factorial Experiments

- التجربة العاملية هي تجربة تكون فيها المعاملات عبارة عن مجموعة من التوافيق الممكنة (Combinations) بين عدة مستويات (Levels) لعدة عوامل (Factors) .
- فهي إذن ليست بتصميم مثل التصميم التام التعشية أو تصميم القطاعات العشوائية أو تصميم المربع اللاتيني ولكن تتميز بنوعية المعاملات المدخلة في التجربة .
- تطبق هذه المعاملات في أي من التصميمات المعروفة .
- ويعرف العامل بأنه مجموعة معاملات عبارة عن تقسيمات متعددة تسمى بالمستويات وهي إما تكون كمية لعامل كمي كالحرارة أو وصفية لعامل وصفي مثل التربة.

الميزة الأساسية للتجارب العاملية

- يود باحث في ميدان الإنتاج الزراعي إدخال صنف جديد من الذرة في منطقة معينة لم يسبق وأن زرعت بها الذرة ، أي يجهل كل خصائص زراعتها .
- فستكون هناك العديد من الأسئلة المطروحة للبحث مثل :

ما هو أفضل وقت للزراعة؟

ماهي كمية البذور للهكتار؟

ماهي الأسمدة الضرورية وماهي مستوياتها؟

ماهي كمية المياه المطلوبة؟

ماهي نوعية التربة المفضلة؟

ماهي أفضل المسافات بين النباتات داخل الصفوف وبين الصفوف؟

الميزة الأساسية للتجارب العاملية

- ولدراسة تأثير كل هذه العوامل على إنتاج الذرة فقد يقوم الباحث بنهج التجارب ذات العامل الواحد (One factor experiment)
- هناك بعض المشاكل في التجارب ذات العامل الواحد مثل ارتباط كمية الري بنوعية التربة وكمية السماد بكمية البذار ويعبر عن هذه التأثيرات المشتركة بالتفاعلات او التداخلات (Interactions) .
- قد تكون هذه التفاعلات ذات أهمية كبيرة في التجربة بحيث لا يمكن تجاهلها ، ومن هنا فمن الأفضل إدخال كل العوامل في تجربة واحدة.
- بهذا المثال تتضح الأهداف الرئيسية للتجارب العاملية وهي تحديد أهم العوامل و أفضل مستوياتها واكتشاف ما إذا كان هناك تفاعلات او تداخلات بينها .

معاملات تجربة عاملية 2 X 3

A

		a_1	a_2	a_3
B	b_1	a_1b_1	a_2b_1	a_3b_1
	b_2	a_1b_2	a_2b_2	a_3b_2

مزايا التجارب العاملية

1. تقليل التكلفة والوقت .
2. إكتشاف التفاعلات او التداخلات وتقديرها .
3. تكون الإستنتاجات المستخلصة من التجارب العاملية صالحة لظروف تجريبية مختلفة نظراً لدراسة تأثير عامل معين عند عدة مستويات العوامل الأخرى .
4. أكثر كفاءة من التجارب البسيطة .

عيوب التجارب العاملية

1. يكبر جحم التجربة بإزدياد عدد العوامل مما يترتب عليه صعوبة الحسابات والتحليل الإحصائي وتفسير النتائج وبذلك تصبح التجربة مكلفة .
2. يصعب تطبيق التجارب العاملية الكبيرة في الحقل أو المعمل إضافة إلى أنها تزيد في قيمة الخطأ التجريبي نتيجة لعدم تجانس الوحدات التجريبية .
3. يصعب تفسير التداخلات ذات الدرجات العليا مثل التداخلات الثلاثية التي بين ثلاثة عوامل أو التفاعلات التي بين أكثر من ثلاثة عوامل .

حساب عدد معاملات التجربة

- يرمز لعدد العوامل (Factors) بالرمز n وإلى مستويات كل عامل بالرمز P وعلى ذلك فإن عدد المعاملات

$$= P_1 \times P_2 \times P_3 \times \ldots \times P_n$$

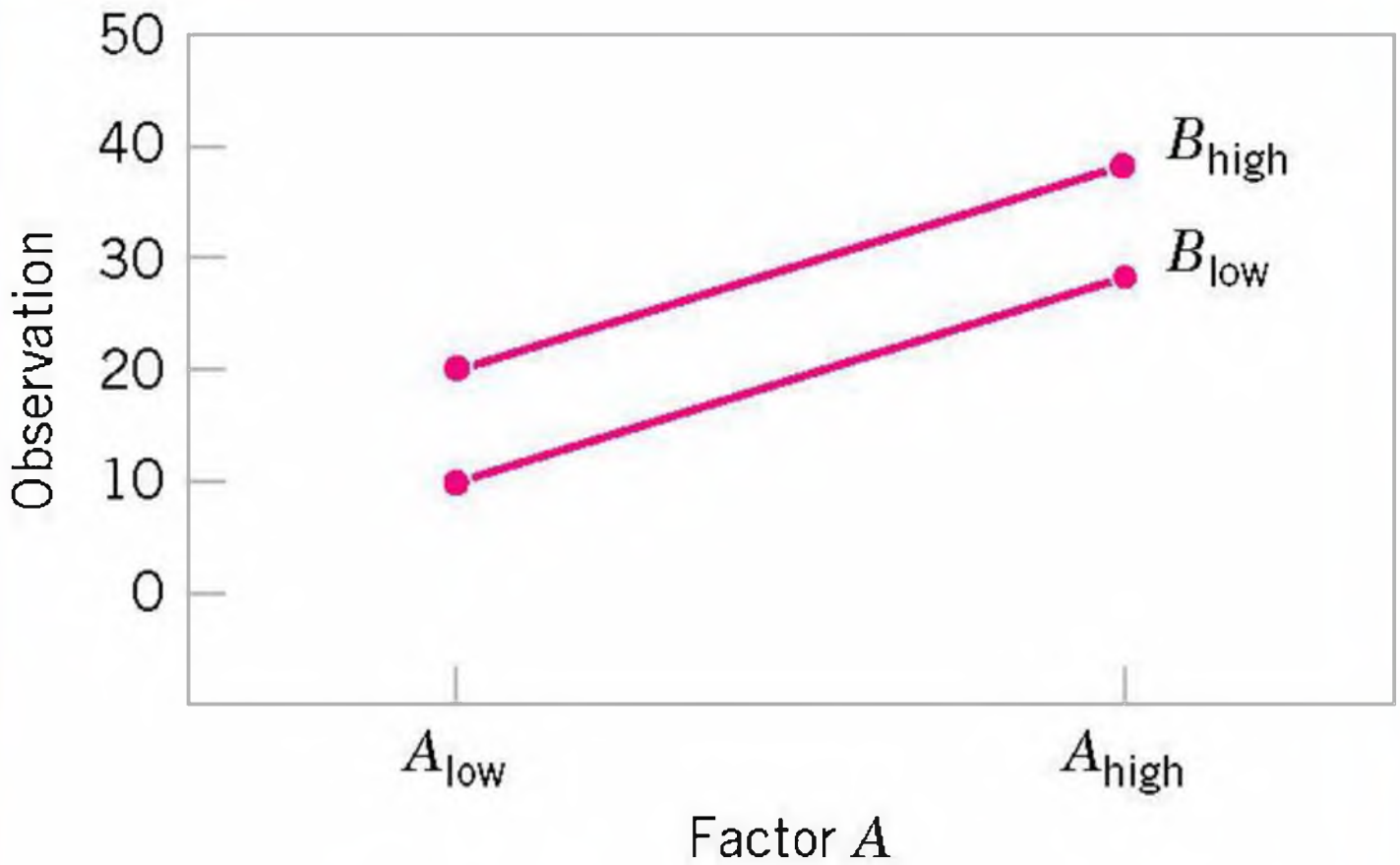
- وفي حالة إذا ما كانت عدد المستويات متساوية لجميع العوامل فإن عدد المعاملات يساوي P^n وعدد المعاملات عند دراسة 3 عوامل كل منها بأربع مستويات = 4^3 = 64.
- أما إذا كان عدد مستويات العامل الأول يساوي 5 ومستويات العامل الثاني = 2 ومستويات العامل الثالث = 4 فإن عدد المعاملات = 5 x 2 x 4 = 40 معاملة.

مثال توضيحي

- لنفترض أن تجربة عاملية تحتوي على العاملين A و B كل منهما له مستويان حيث A هو عامل التسميد بمستويين a_1 و a_2 و B هو ميعاد الزراعة بموعدين هما b_1 و b_2 و المراد دراسة تأثيرهما على محصول القمح

A Factorial Experiment without Interaction

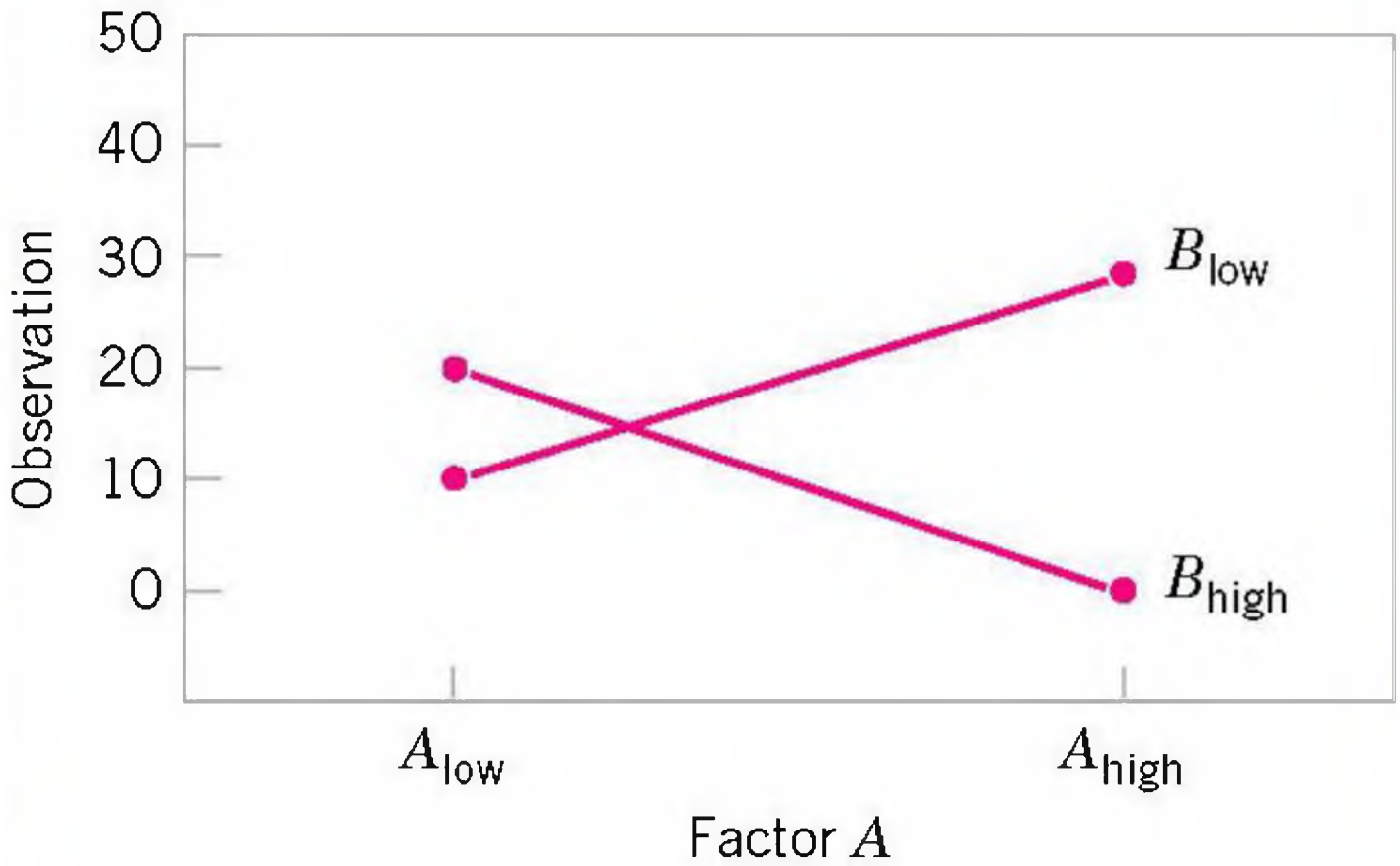
Factor A	Factor B: B_{low}	Factor B: B_{high}
A_{low}	10	20
A_{high}	30	40



Factorial experiment, no interaction.

A Factorial Experiment with Interaction

Factor A	Factor B	
	B_{low}	B_{high}
A_{low}	10	20
A_{high}	30	0



Factorial experiment, with interaction.

التجارب العاملية

النموذج الرياضى فى التجارب العاملية
(معادلة تحليل التباين)

$$y_{ijk} = \mu + T_i + R_j + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} قيمة أي فرد في التجربة

μ = المتوسط العام

T_i = تأثير المعاملة *i*

R_j = تأثير المكررة *j*

ε_{ijk} = تأثير الخطأ التجريبي

معادلة تحليل التباين لتجربة عاملية في التصميم التام التعشية

- وبما أن تأثير أى معاملة فى التجارب العاملية يمكن ارجاعها الى التأثير العام للعامل الأول (A) والتأثير العام للعامل الثانى (B) والتفاعل بينهم (AB) لذا فان معادلة تحليل التباين فى هذه الحالة يمكن كتابتها على النحو التالى:

$$y_{ijk} = \mu + \{ A_i + B_j + (AB)_{ij} \} + \varepsilon_{ijk}$$

Ai تأثير العامل A Bj تأثير العامل B (AB)ij تأثير التفاعل بين A & B

التحليل الاحصائى للتصميم العشوائي البسيط

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F
A	SS_A	a - 1	$MS_A = \frac{SS_A}{a-1}$	$F = \frac{MS_A}{MS_E}$
B	SS_B	b - 1	$MS_B = \frac{SS_B}{b-1}$	$F = \frac{MS_B}{MS_E}$
Interaction	SS_{AB}	(a – 1)(b – 1)	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{(a-1)(b-1)}$	$F = \frac{MS_{AB}}{MS_E}$
Error	SS_E	ab(r-1)	$MS_E = \frac{SS_E}{ab(r-1)}$	
Total	SS_T	abr - 1		

معادلات حساب مجموع مربع الانحرافات

$$SS_T = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n} y_{ijk}^2 - \frac{y_{...}^2}{abr}$$

Main Effects

$$SS_A = \sum_{i=1}^{a} \frac{y_{i..}^2}{br} - \frac{y_{...}^2}{abr} \qquad SS_B = \sum_{j=1}^{b} \frac{y_{.j.}^2}{ar} - \frac{y_{...}^2}{abr}$$

Interaction

$$SS_{AB} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} \frac{y_{ij.}^2}{r} - \frac{y_{...}^2}{abr} - SS_A - SS_B$$

Error

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$$

مثال لتجربة عاملية في CRD

أجريت تجربة عاملية لإختبار تأثير و تفاعل عاملين ، العامل الأول A هو الحرارة بثلاثة مستويات 20- , 15- , 10- و B هو عامل مدة التخزين بالأسابيع 2 , 4 , 6 , 8 ، على حامض الأسكربك (Ascorbic acid) في الفاصوليا الخضراء . جمعت الكمية الضرورية من الفاصوليا ووزعت إلى 36 مجموعة ثم استلمت كل مجموعة معالجة معينة من 12 معالجة ، بحيث كررت كل واحدة ثلاث مرات . وكانت نتائج هذه التجربة على النحو الموضح بالجدول .

Temp.	Weeks				Sum
	2	4	6	8	
T_1 = -20	15	17	15	14	
	16	15	16	17	
	14	15	14	16	184
T_2 = -15	15	12	13	12	
	15	15	15	13	
	16	15	14	11	166
T3 = -10	11	11	8	6	
	11	9	7	5	
	12	8	6	6	100
Sum	125	117	108	100	450

$$CF = \frac{Y_{...}^2}{abr} = \frac{(450)^2}{36} = 5625$$

$$SST = \sum_i^a \sum_j^b \sum_k^r Y_{ijk}^2 - CF = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^3 Y_{ijk}^2 - CF = (15)^2 + (17)^2 + \ldots + (6)^2 - 5625$$

$$SST = 6056 - 5625 = 431$$

$$SSA = \frac{\sum_i^a Y_i^2}{br} - CF = \frac{\sum_{i=1}^3 Y_i^2}{br} - CF = \frac{(184)^2 + (166)^2 + (100)^2}{12} - 5625 = 326$$

$$SSB = \frac{\sum_j^b Y_j^2}{ar} - CF = \frac{\sum_{j=1}^4 Y_j^2}{ar} - CF = \frac{(125)^2 + (117)^2 + (108)^2 + (100)^2}{9} - 5626 = 39.22$$

$$SSAB = \frac{\sum_i^a \sum_j^b Y_{ij}^2}{r} - SSA - SSB - CF = \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 Y_{ij}^2}{r} - SSA - SSB - CF$$

$$SSAB = \frac{(45)^2 + (47)^2 + \ldots + (17)^2}{3} - 326 - 39.22 - 5625 = \frac{18078}{3} - 326 - 39.22 - 5625 = 35.78$$

$$SSE = SST - SSA - SSB - SSAB = 431 - 326 - 39.22 - 35.78 = 30$$

Temp.	Weeks			
	2	4	6	8
T_1 = -20	15	17	15	14
	16	15	16	17
	14	15	14	16
	45	47	45	47
T_2 = -15	15	12	13	12
	15	15	15	13
	16	15	14	11
	46	42	42	36
T_3 = -10	11	11	8	6
	11	9	7	5
	12	8	6	6
	34	28	21	17

ANOVA Table

S.O.V.	d.f	SS	MS	F cal.	P-value
Temperature (A)	2	326.00	163.0	130.40	<0.001
Weeks (B)	3	39.22	13.07	10.50	<0.001
Temp*weeks (AB)	6	35.78	5.96	4.8	<0.003
Error	24	30.00	1.25		
Total	35	431.00			

إجراء المقارنة المتعددة بين متوسطات التفاعل

- بما أن التداخل معنوي فيمكن إجراء المقارنة المتعددة بين المتوسطات لتحديد أنسب و أحسن المعاملات العاملية في هذه التجربة .
- التفاعل هو :

$$S_{\bar{Y}_{ij}-\bar{Y}_{ij}} = \sqrt{2MSE / r}$$

- وباستخدام طريقة LSD فتكون قيمة أقل فرق معنوي محفوظ عند مستوى المعنوية α=0.05 كما يلي :

$$LSD = t_{(1-\alpha/2, ab(r-1))} \cdot S_{\bar{Y}_{ij}-\bar{Y}_{ij}}$$

ANOVA table for afactorial with RCBD:

S.O.V.	df	SS	MS	F—Cal	F—tab.	
Reps	3	2.99	— — —	— — —		
Hormones (H)	2	10.28	5.14	32.13**	5.61	α .01 df 2,24
Concentration (C)	2	1.55	0.78	4.88*	3.40	α .05 df 2,24
HxC	4	7.65	1.91	11.94	4.22	
Error	24	3.81	0.16			
Total	35	26.28				

$$LSD_{.01}(A) = t_{\substack{\alpha\ .01 \\ df\ 24}} \times \sqrt{\frac{2 \times 0{\cdot}61}{12}} = 2{\cdot}797 \times 0{\cdot}17 = 0{\cdot}48$$

$$LSD_{.05}(B) = t_{\substack{\alpha\ 05 \\ df\ 24}} \times \sqrt{\frac{2 \times 0{\cdot}16}{12}} = 2{\cdot}064 \times 0{\cdot}17 = 0{\cdot}35$$

$$LSD_{.01}(AB) t_{\substack{\alpha{\cdot}01 \\ df\ 24}} \times \sqrt{\frac{2 \times 0{\cdot}16}{4}} = 2{\cdot}797 \times 0{\cdot}28 = 0{\cdot}78$$

Hormones	Con.(B)			
A	b0	b1	b2	Mean
a1	24.75	25.08	25.58	25.13
a2	26.23	25.85	25.23	25.77
a3	25.60	26.43	27.30	26.44
LSD .01	0.78			0.48
Mean	25.53	25.78	26.03	
LSD .05	0.35			

الاستنتاج :

1- اختلفت الهرمونات في تأثيرها في عدد الازهار للنبات وذلك لزيادة عدد الازهار للنبات وعلى مستوى 0.01 .

2- اثر الهرمون الثالث a3 بصورة اكثر من الهرمونين الاخرين في زيادة عدد الازهار بأعطائه اعلى عدد للازهار.

3- كان هناك اختلاف بين التراكيز المستخدمة في تأثيرها في عدد الازهار للنبات حيث زاد عدد الازهار بأزدياد التركيز.

4- كان هناك تداخل عالي المعنوية بين الهرمونات وتراكيزها المستخدمة وكانت الاستجابة للهرمون الثاني a2 بأتجاه مختلف عن اتجاه الهرمونين الاخرين a1 و a3 اللذين اثرا بشكل فعال في زيادة عدد الازهار للنبات ، وكان التركيز الثاني للهرمون الثالث هو الافضل من ناحية تأثيره في عدد الازهار.

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted] = + +

ما هي قيمة الأشكال الثلاثة ؟

[redacted]

[redacted] = + +

إما البندورة ٥ والكرز ٣ وبالتالي التفاحة ٢

إما البندورة ٢ والكرز ٣ وبالتالي التفاحة ٥

إما .....X.....Y. وبالتالي التفاحة عدد معلوم

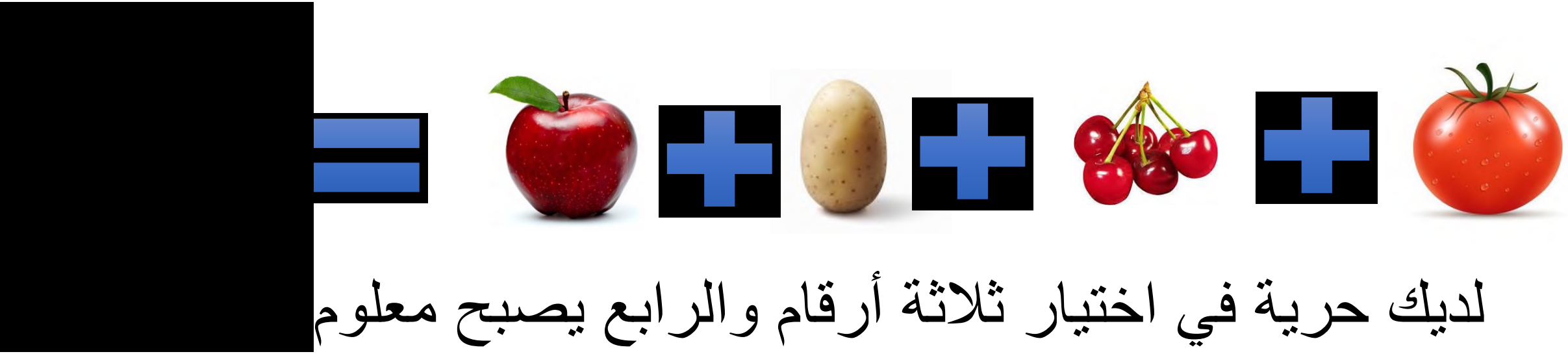
[redacted]

[redacted] = + +

لديك حرية في اختيار رقمين والثالث يصبح معلوم

درجة الحرية = ٣ – ١ = ٢

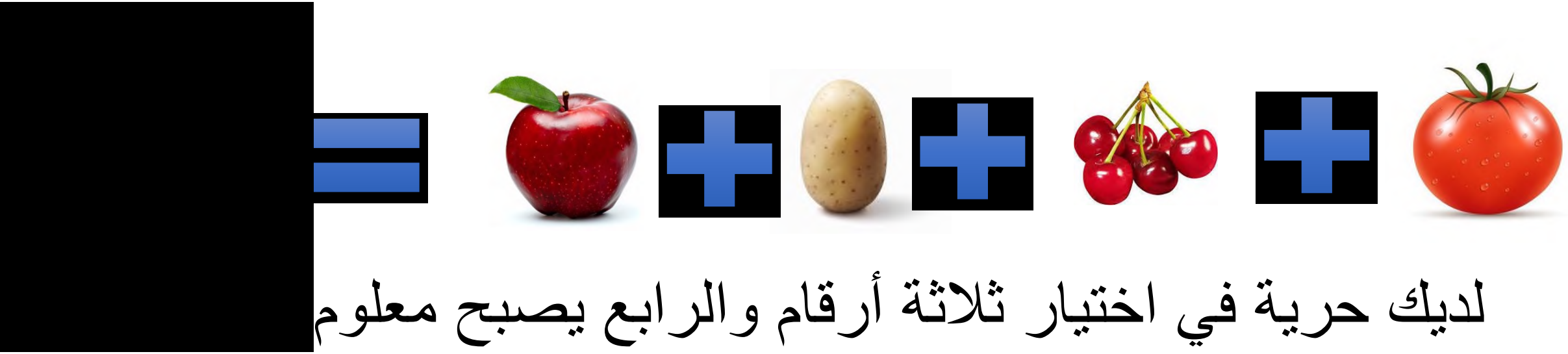
[redacted]



لديك حرية في اختيار ثلاثة أرقام والرابع يصبح معلوم

درجة الحرية = ٤ – ١ = ٣

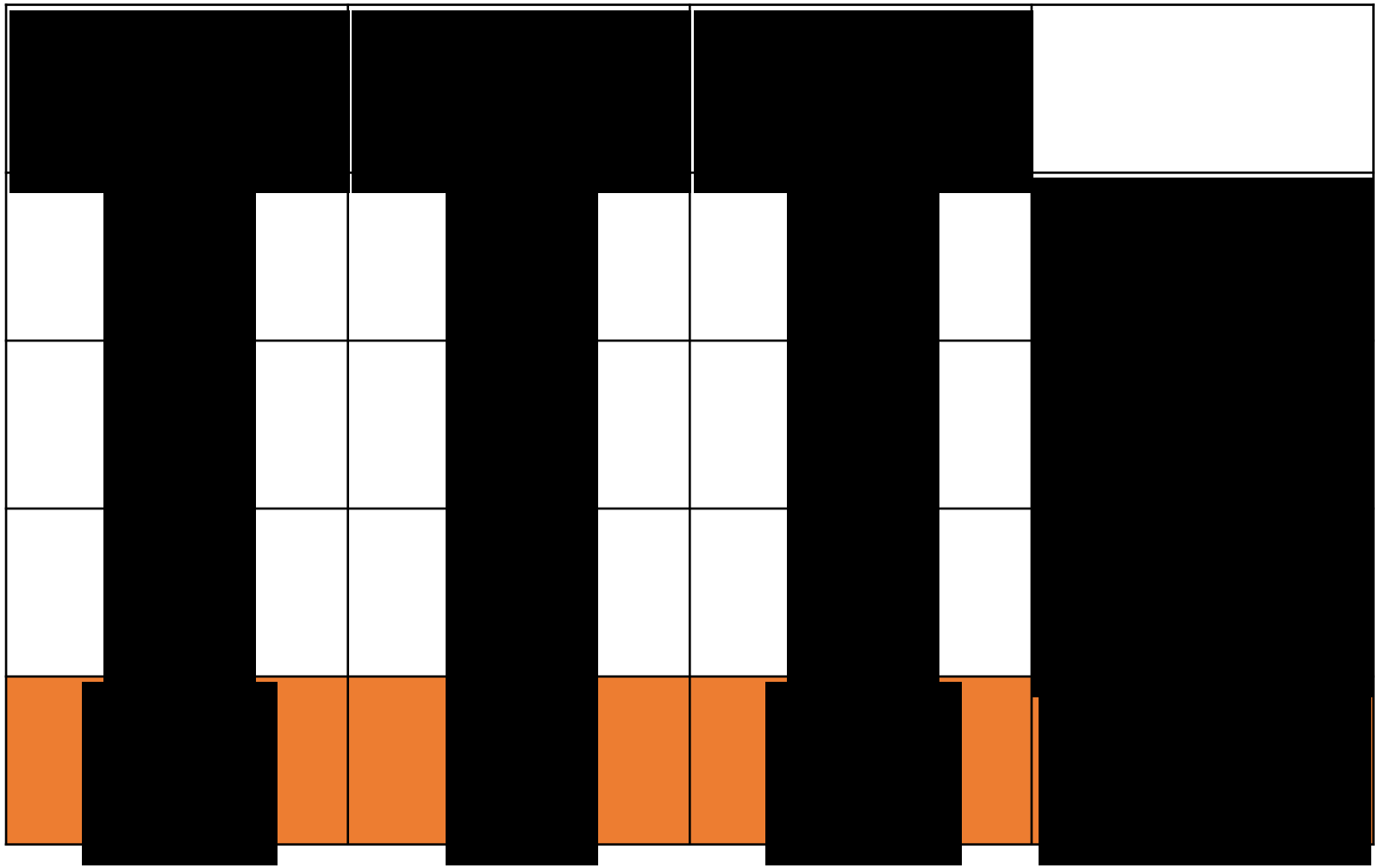
[redacted]



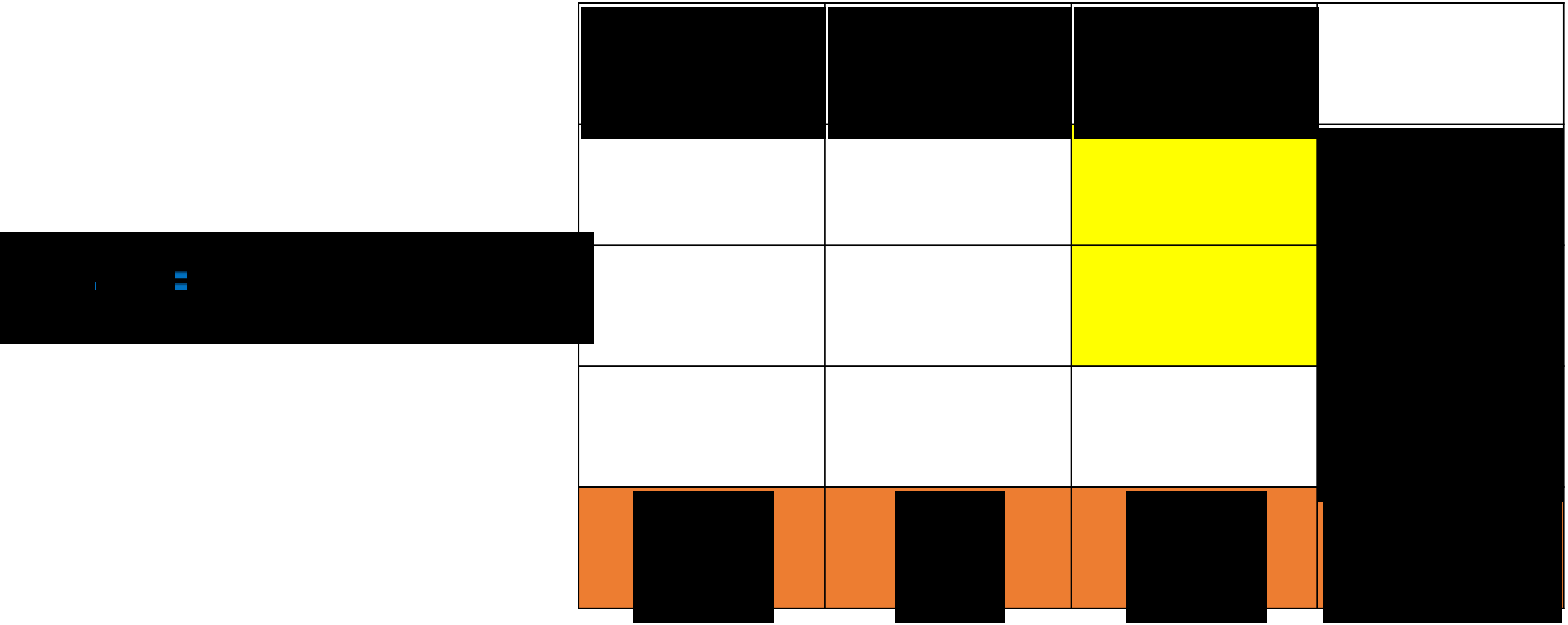
لديك حرية في اختيار ثلاثة أرقام والرابع يصبح معلوم

درجة الحرية = ٤ – ١ = ٣

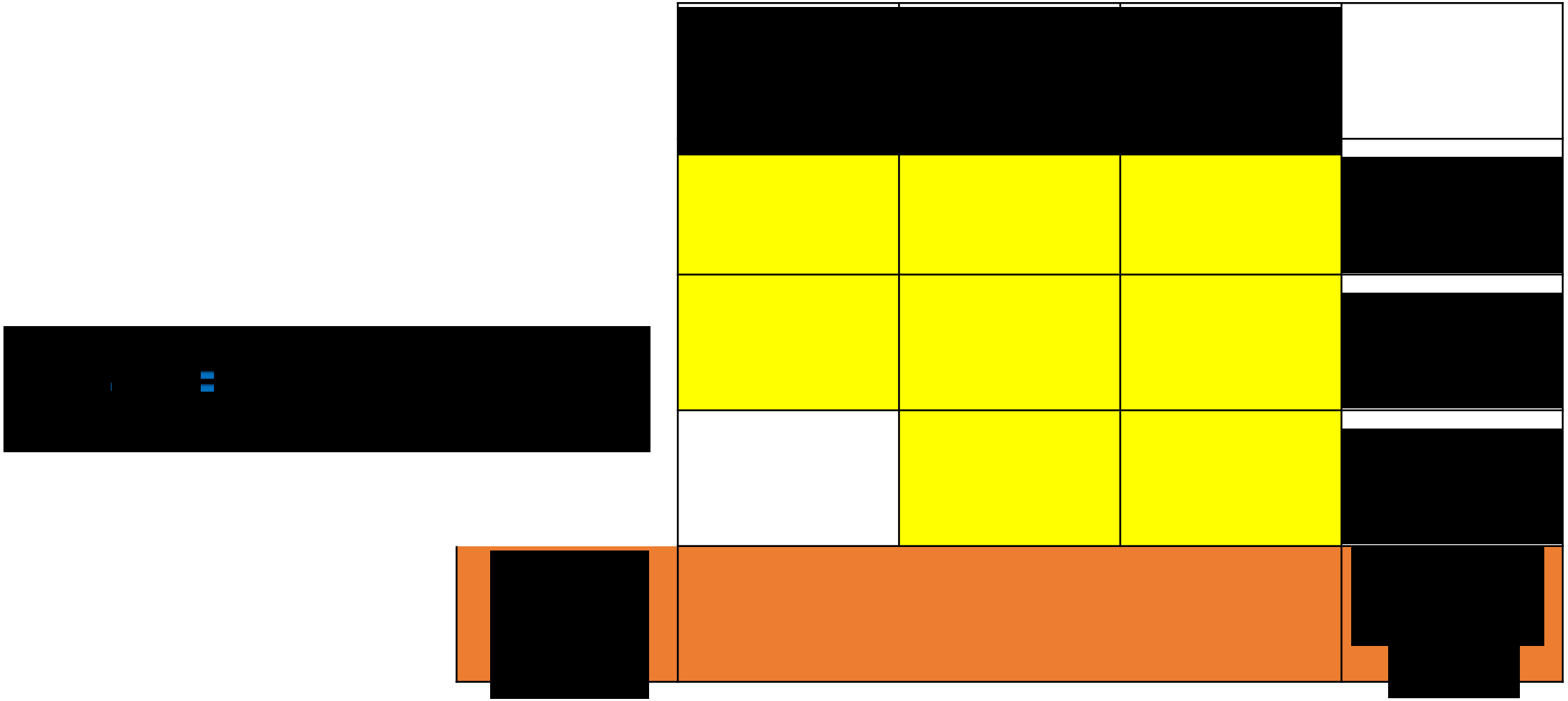
التصميم العشوائي البسيط (التام أو الكامل)



التصميم العشوائي البسيط (التام أو الكامل)

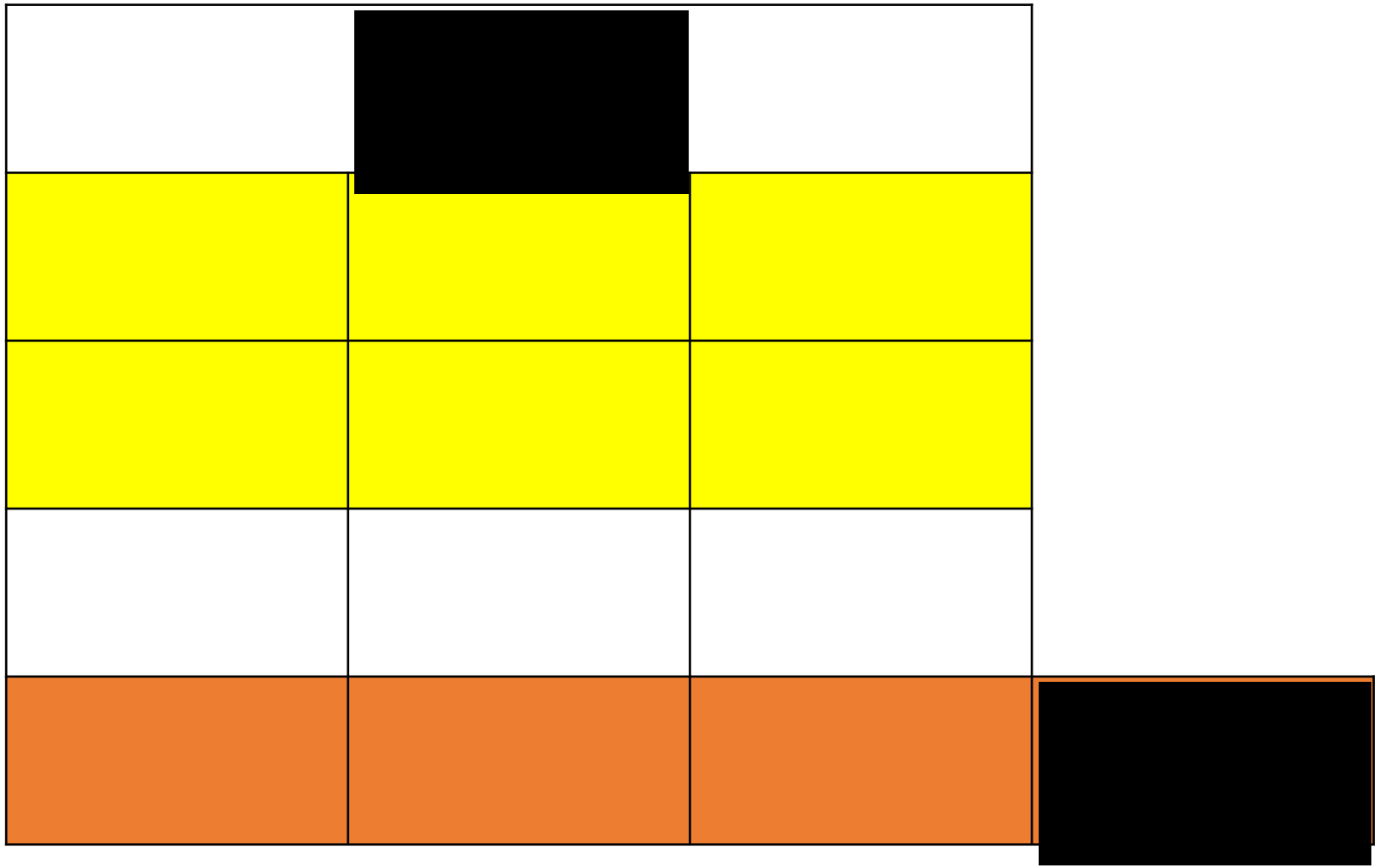


التصميم العشوائي البسيط (التام أو الكامل)

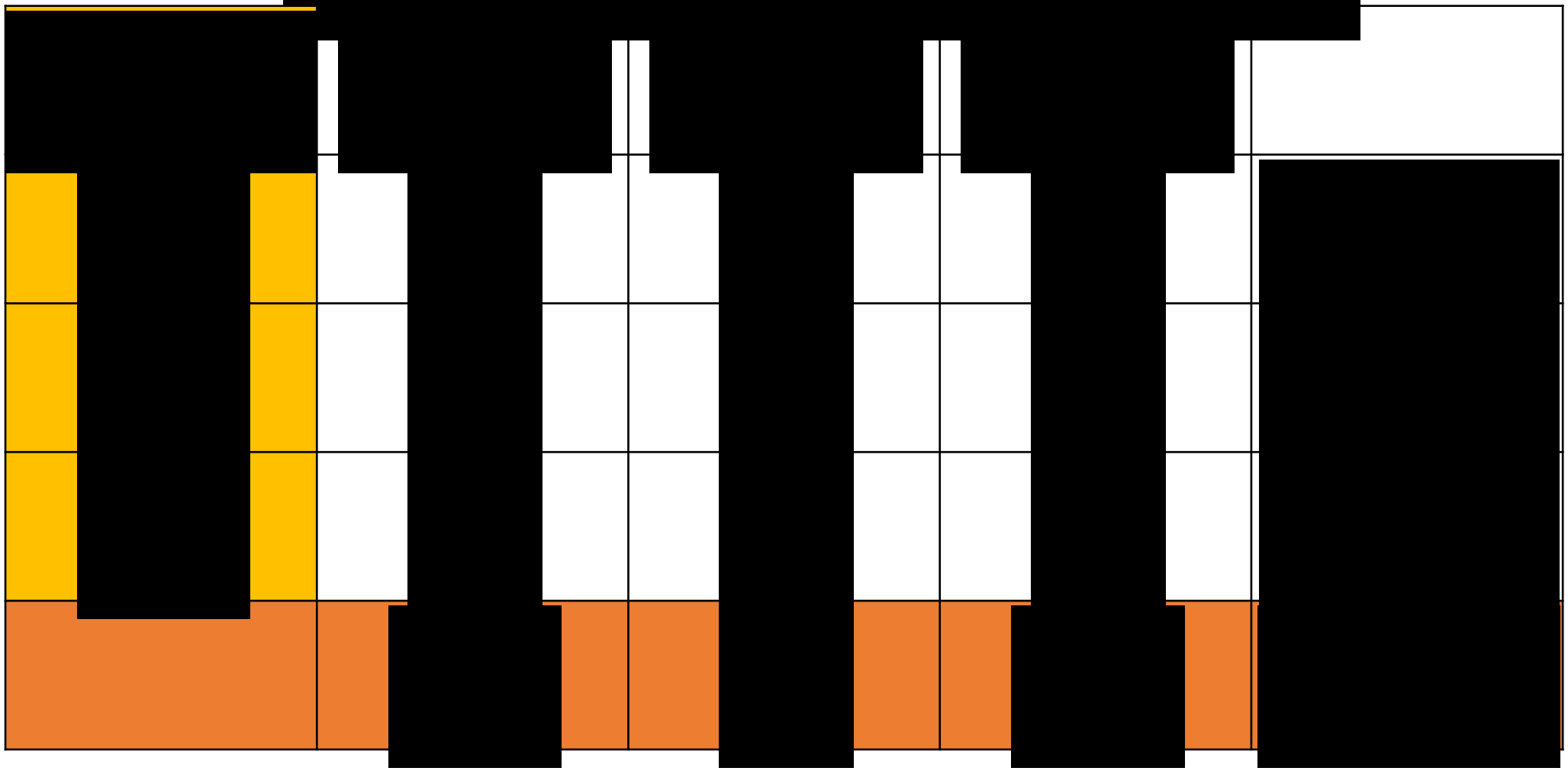


التصميم العشوائي البسيط (التام أو الكامل)

[redacted]



تصميم القطاعات العشوائية الكاملة



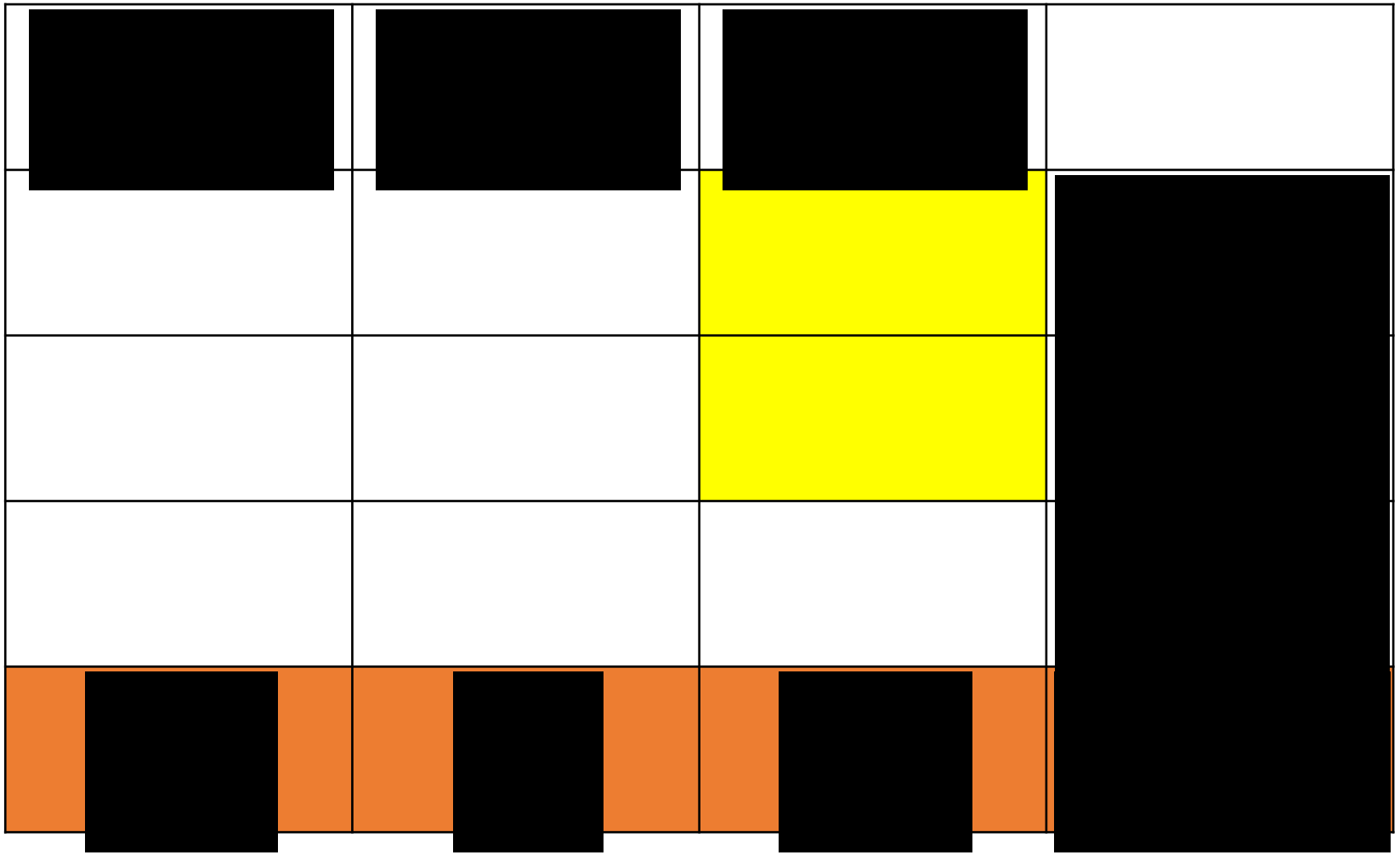
تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]				[redacted]
[redacted]				
[redacted]				

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

[redacted]

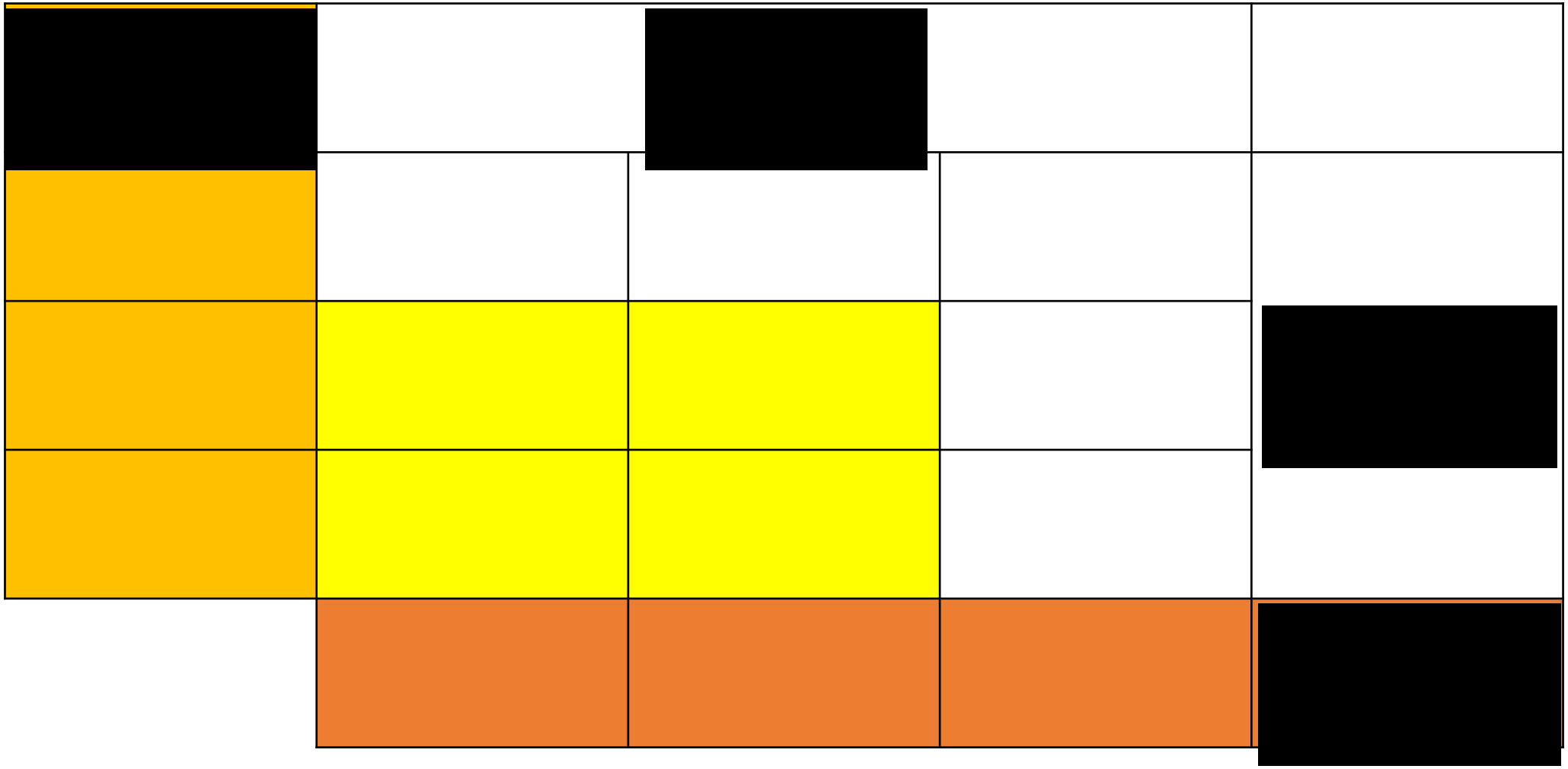


تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

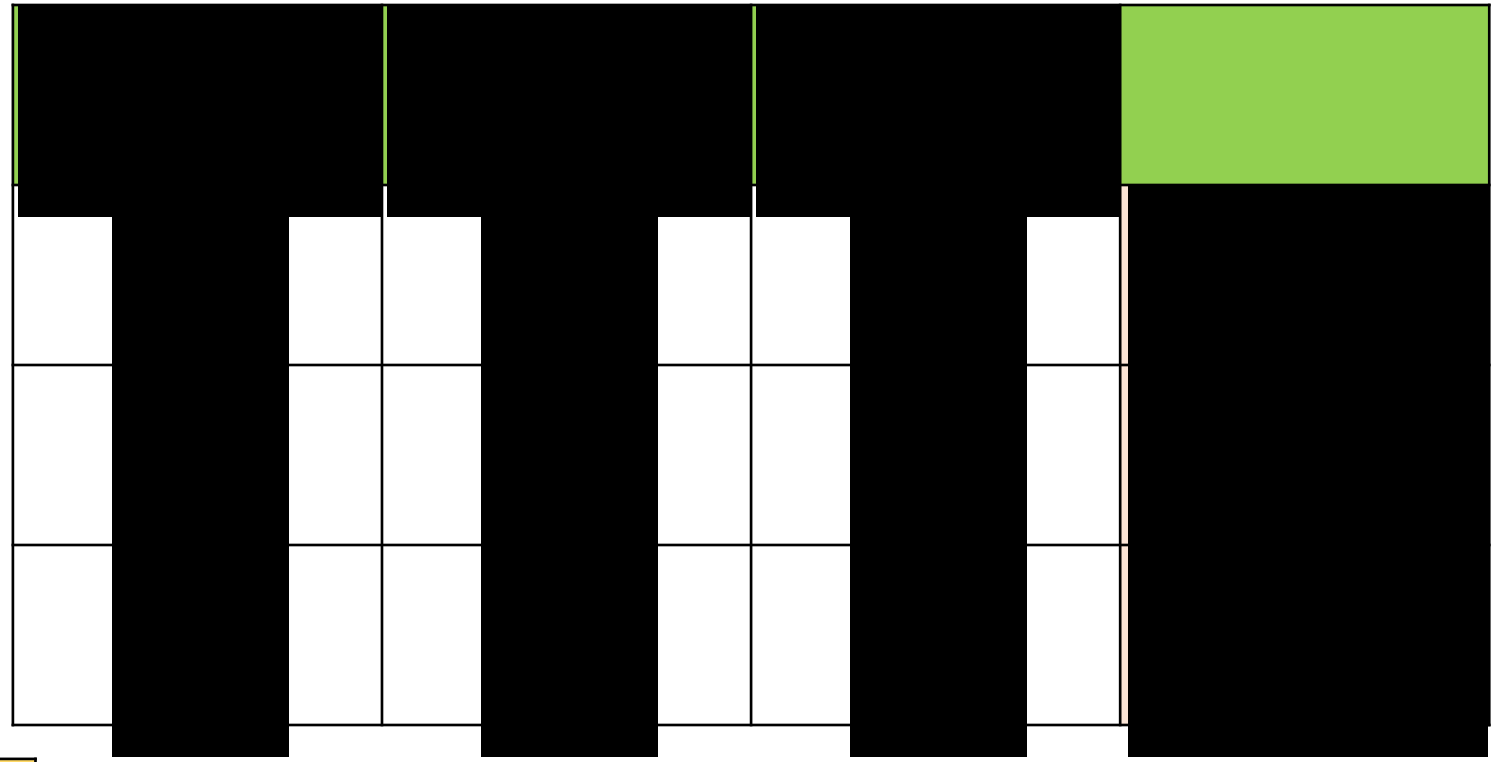
[redacted]

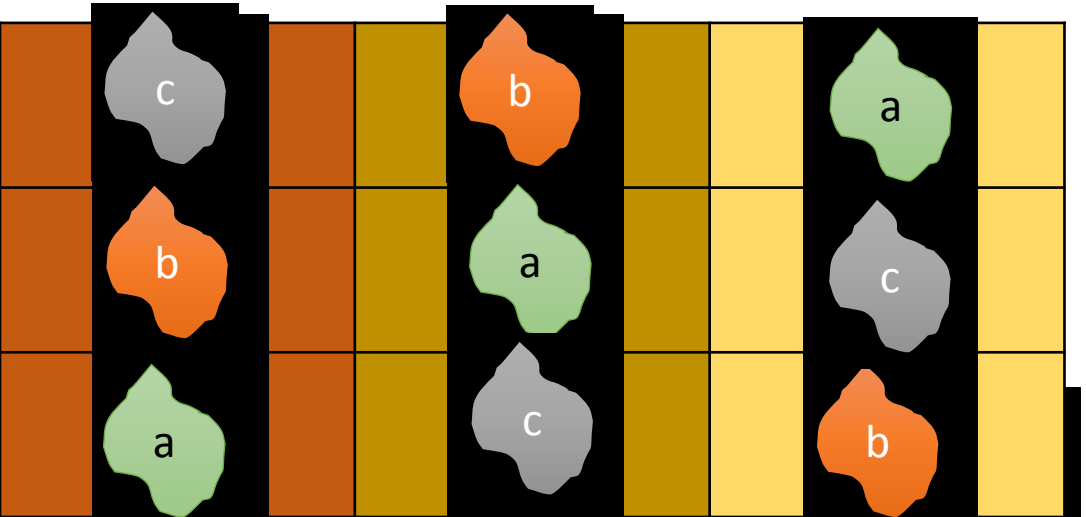
تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

[redacted]



تصميم المربع اللاتيني





تصميم المربع اللاتيني

أتمنى لكم مزيدا من المعرفة

وشكرا جزيلا لحسن استماعكم

الفرق بين التصاميم التجريبية (التوزيع العشوائي)

د. ظلال الصافتلي
كلية الزراعة – جامعة حماه

بعد اختيار نوع الصميم المناسب لتجربتي كيف أوزع المكررات بحيث احقق شرط العشوائية.

هناك عدة طرق ومنها:

١- السحبات

٢- برنامج أكسل (=RAND).

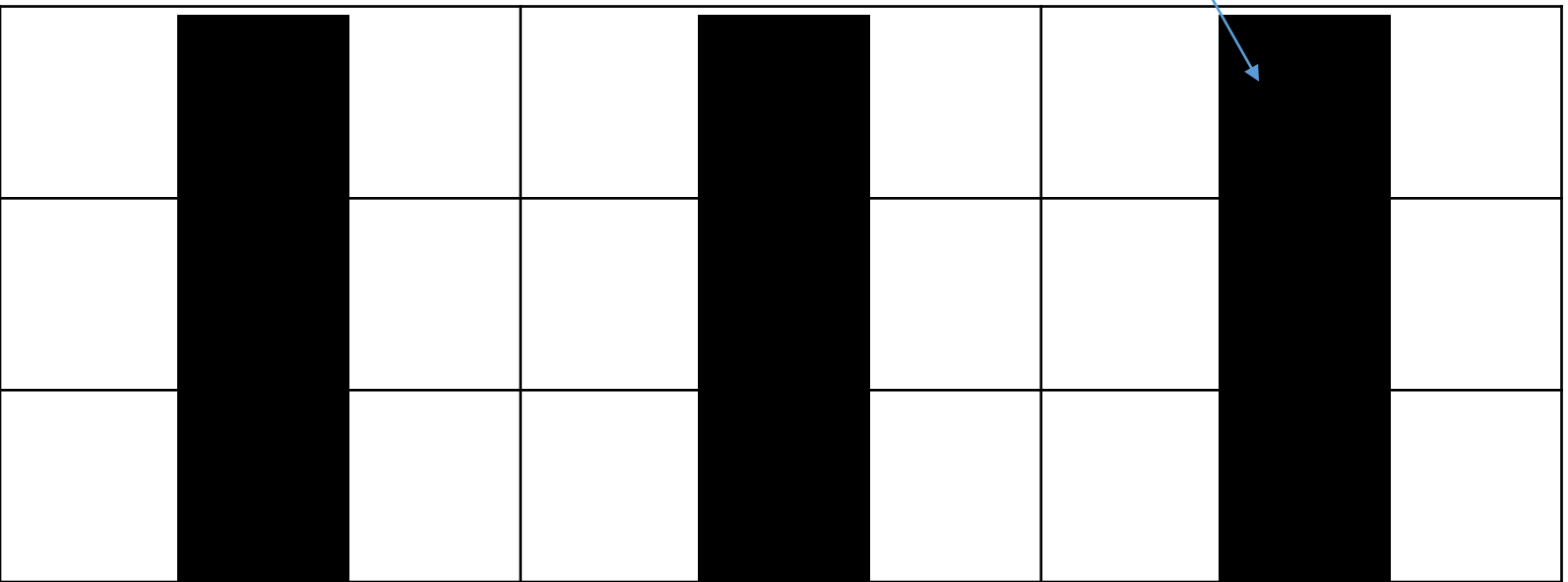
تجربة لثلاث معاملات وفق ثلاثة مكررات

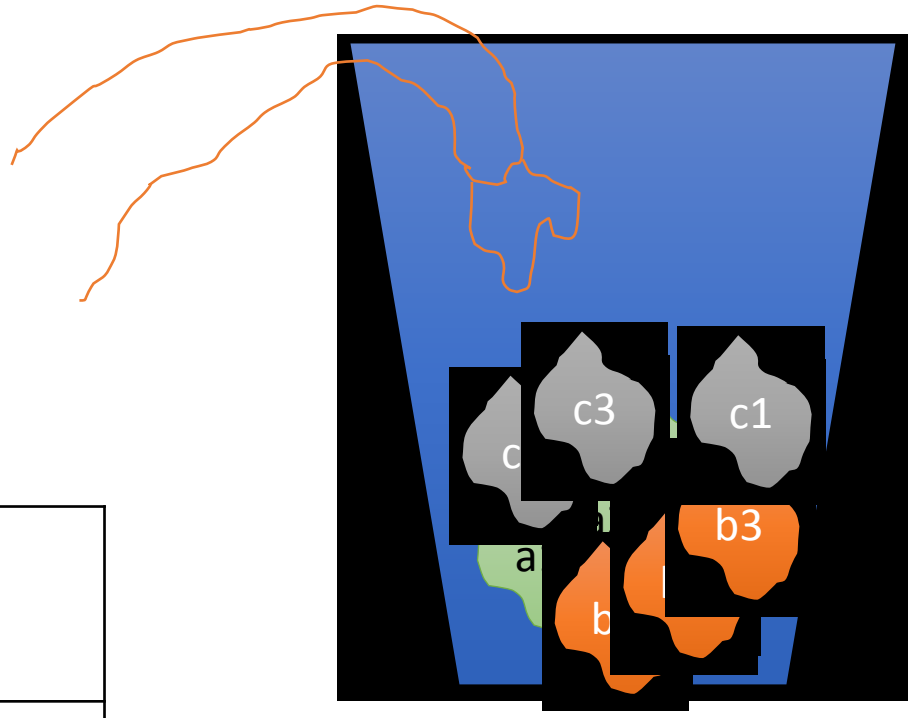
عدد الوحدات التجريبية =حجم التجربة = ٣× ٣ = ٩

T3			T2			T1		
r3	r2	r1	r3	r2	r1	r3	r2	r1

التصميم العشوائي البسيط (التام أو الكامل)

[redacted]

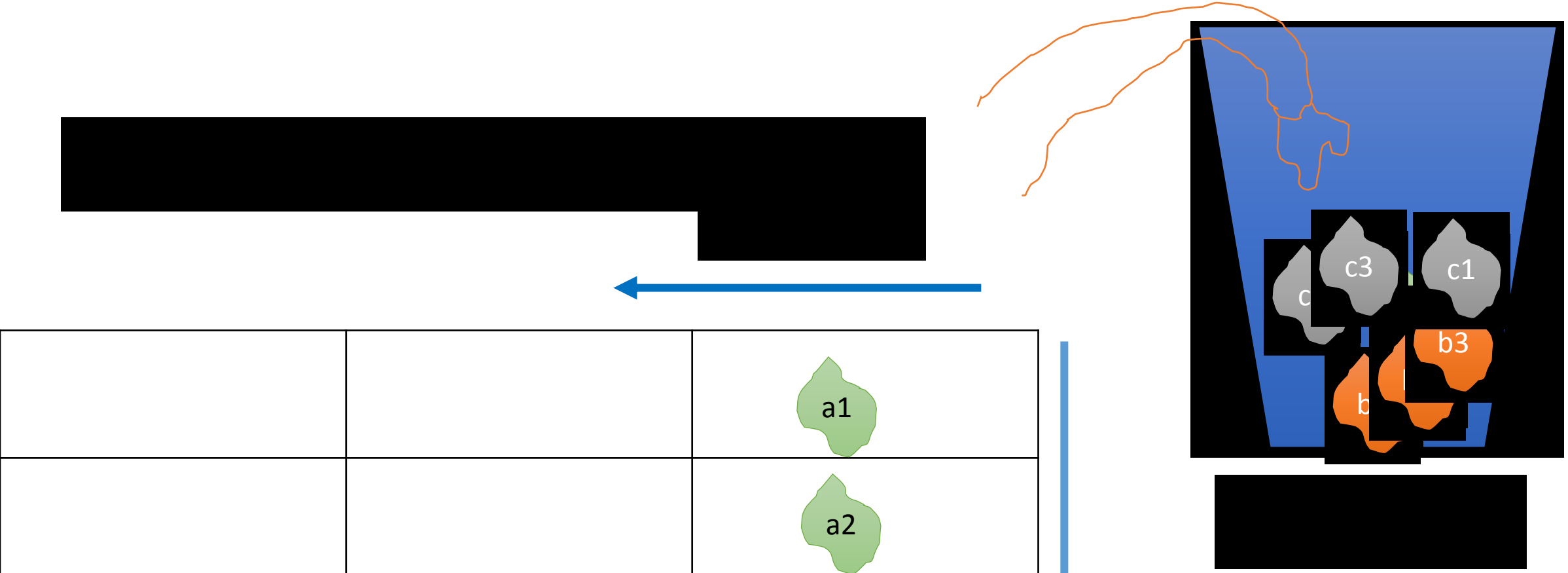




[redacted]

وفق التصميم العشوائي البسيط

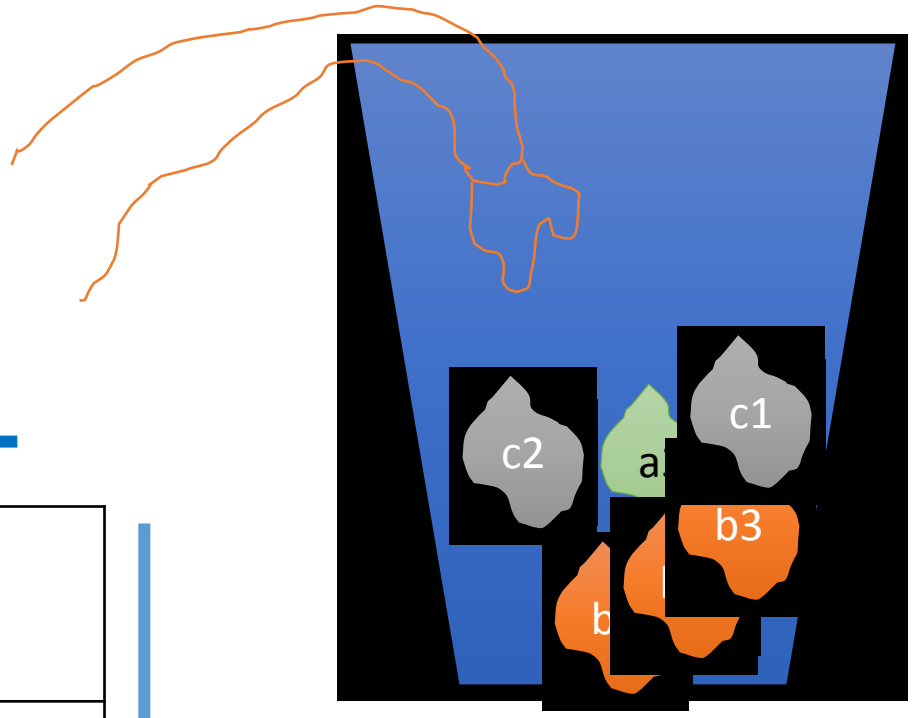
[redacted]



[redacted]

وفق التصميم العشوائي البسيط

[redacted]

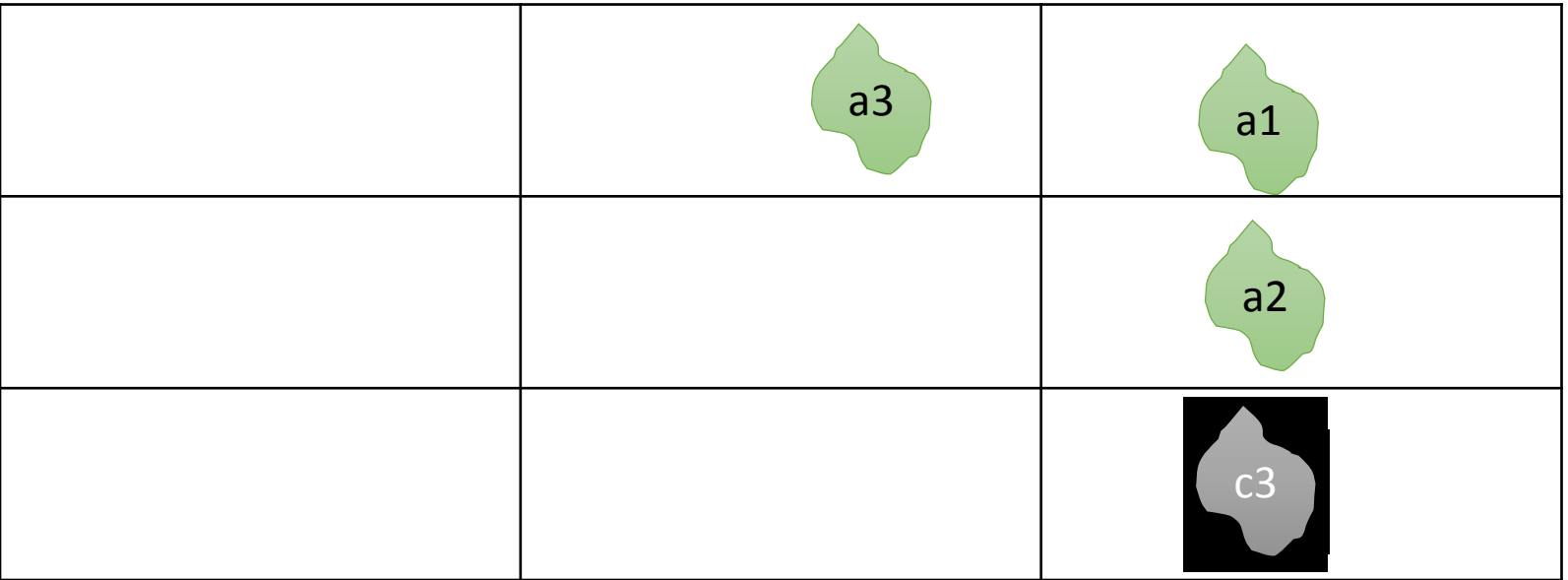


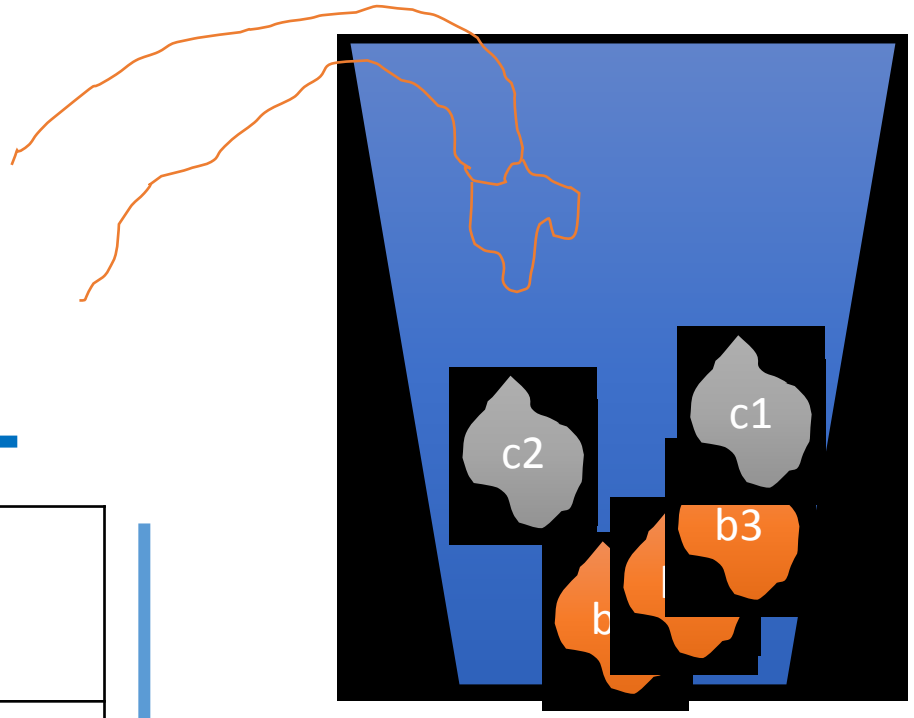
[redacted]

		a1
		a2
		c3

وفق التصميم العشوائي البسيط

[redacted]

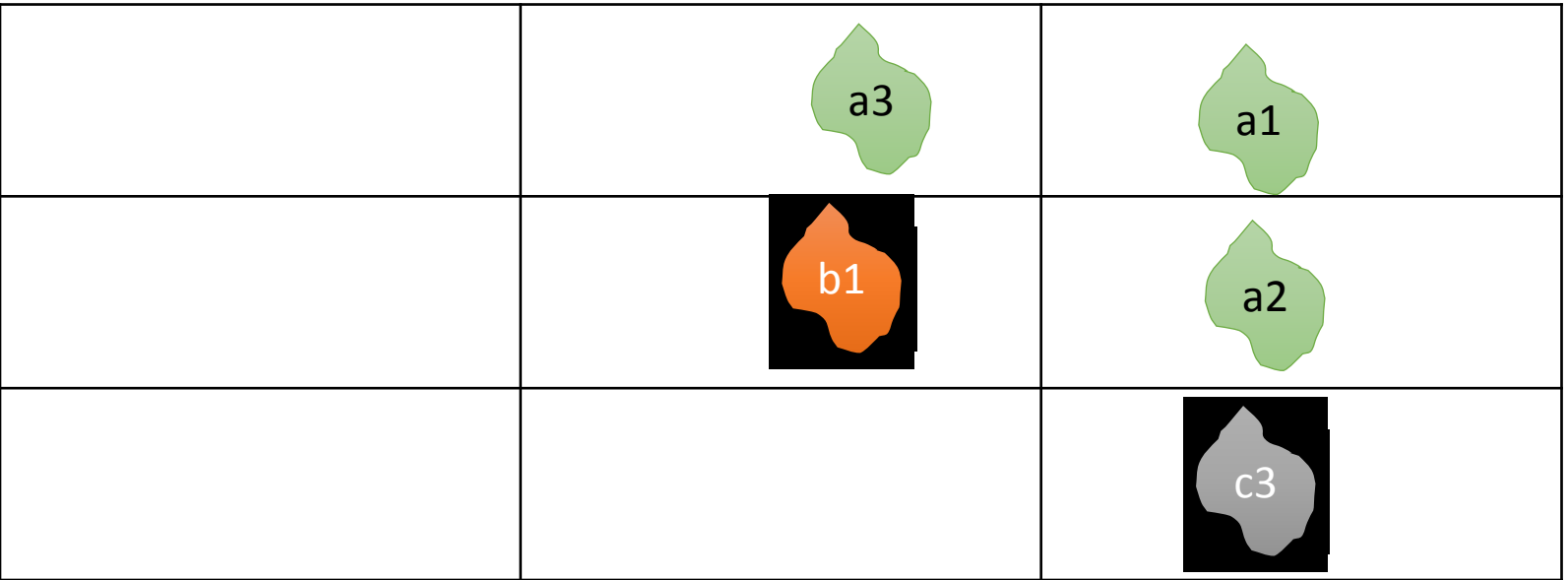


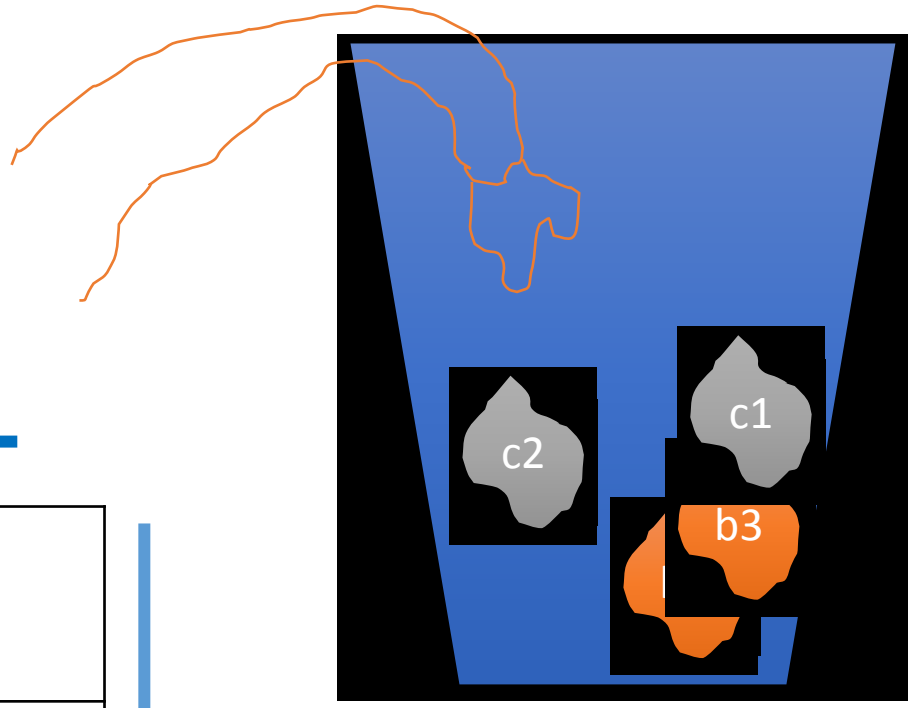


[redacted]

وفق التصميم العشوائي البسيط

[redacted]

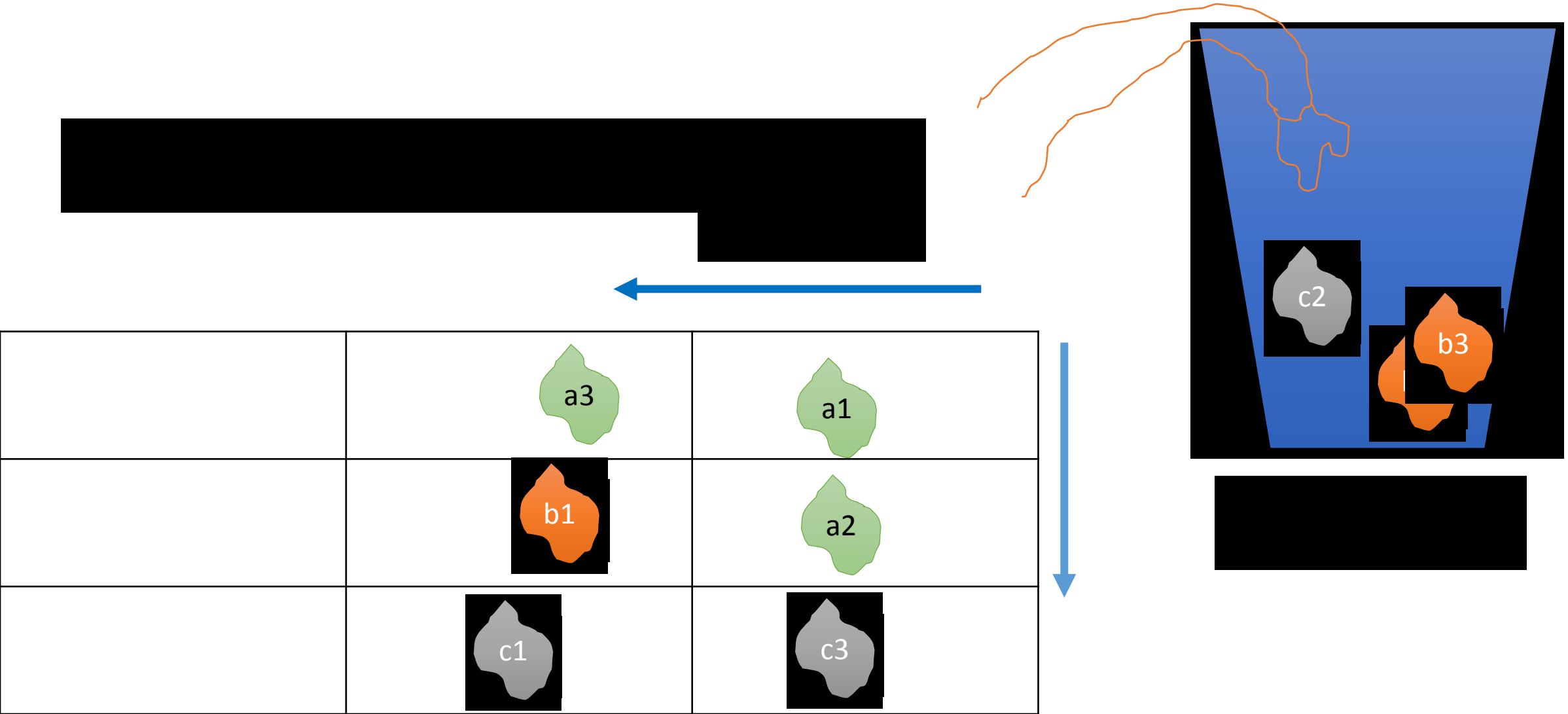




[redacted]

وفق التصميم العشوائي البسيط

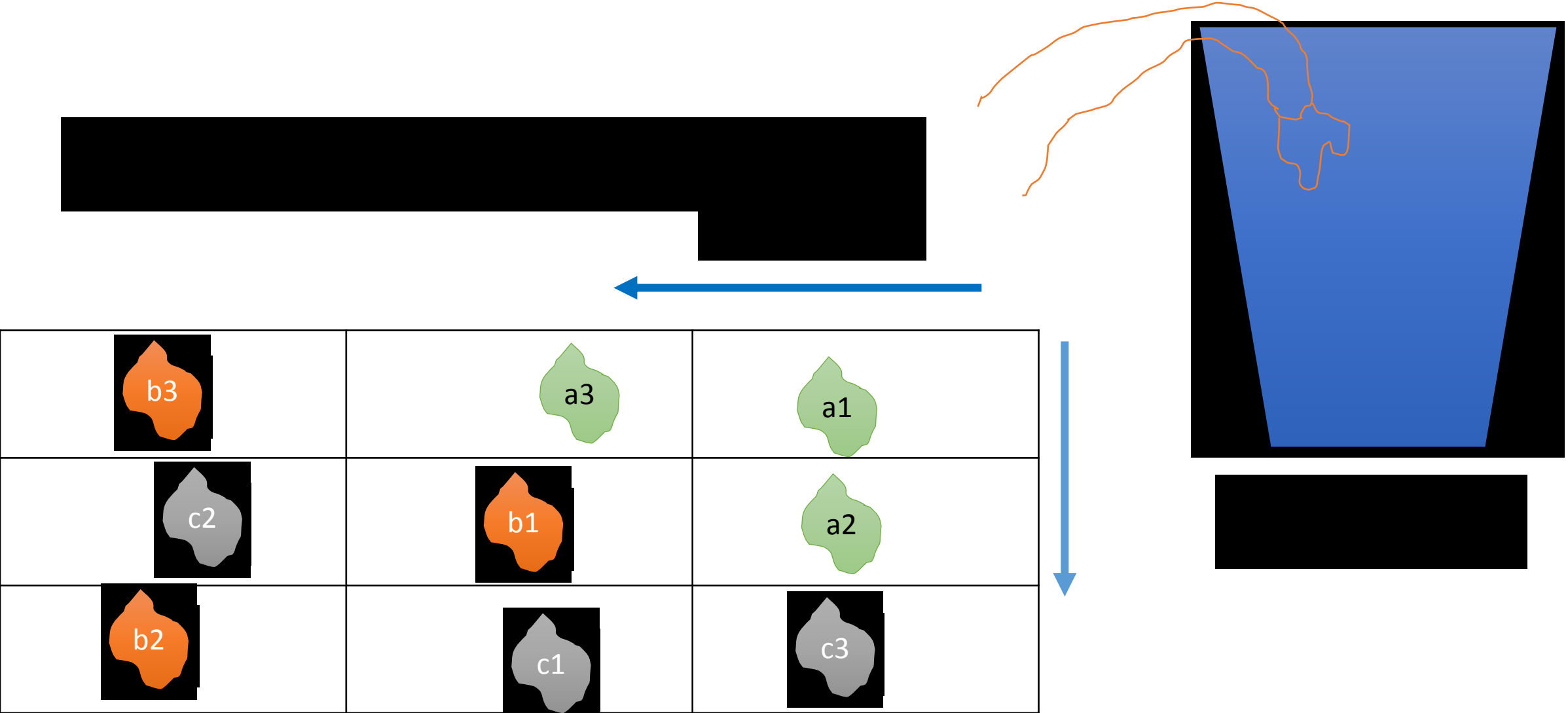
[redacted]



[redacted]

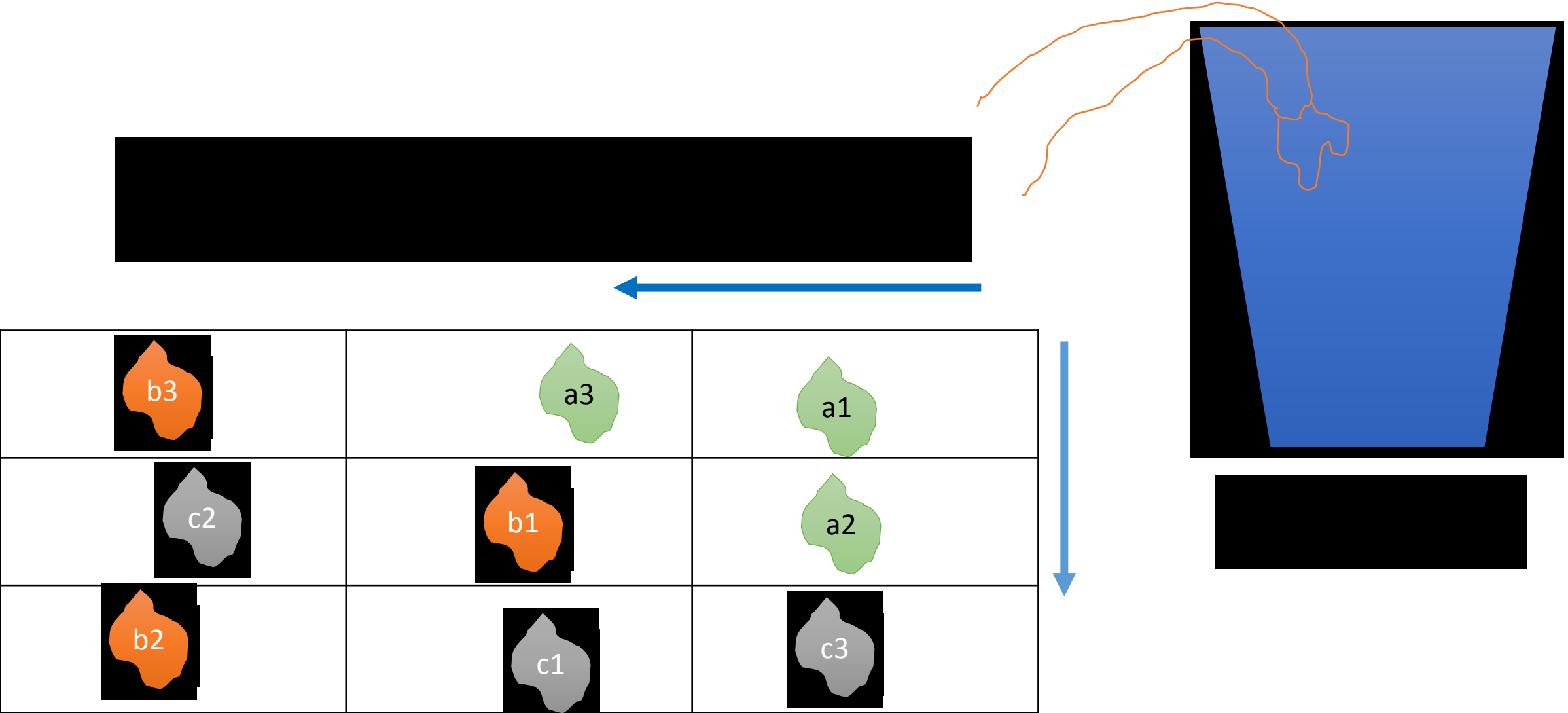
وفق التصميم العشوائي البسيط

[redacted]

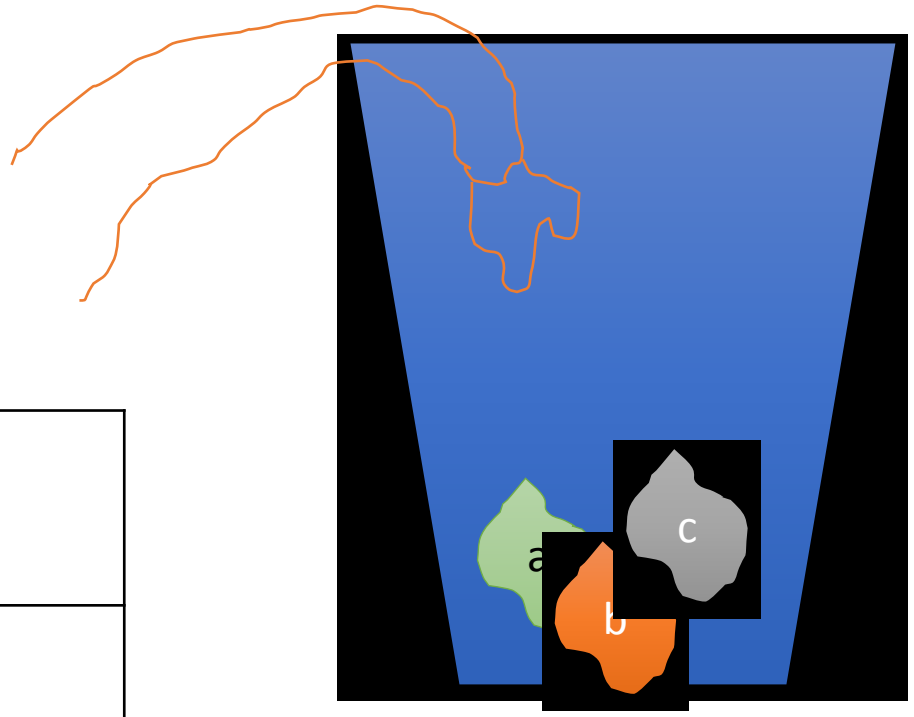


[redacted]

وفق التصميم العشوائي البسيط



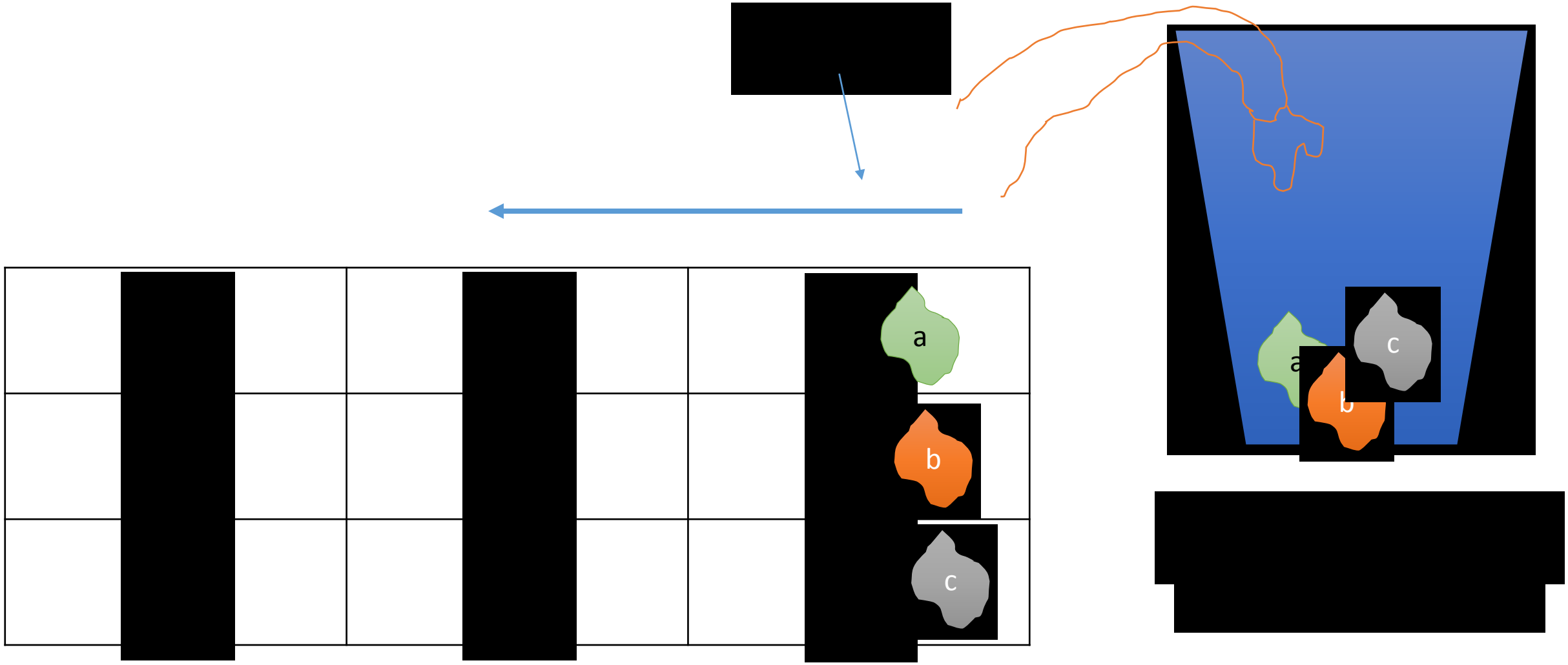
تصميم القطاعات العشوائية الكاملة



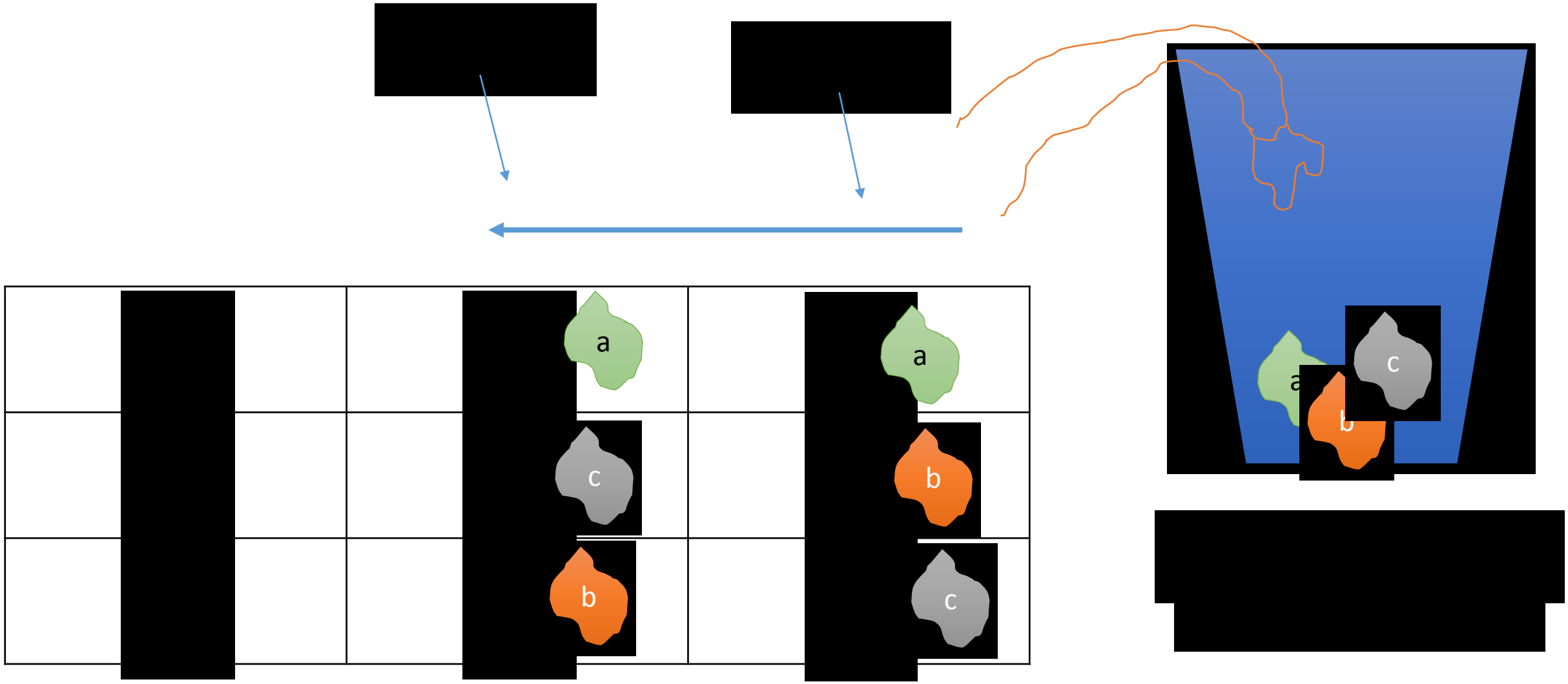
[redacted]

[redacted]

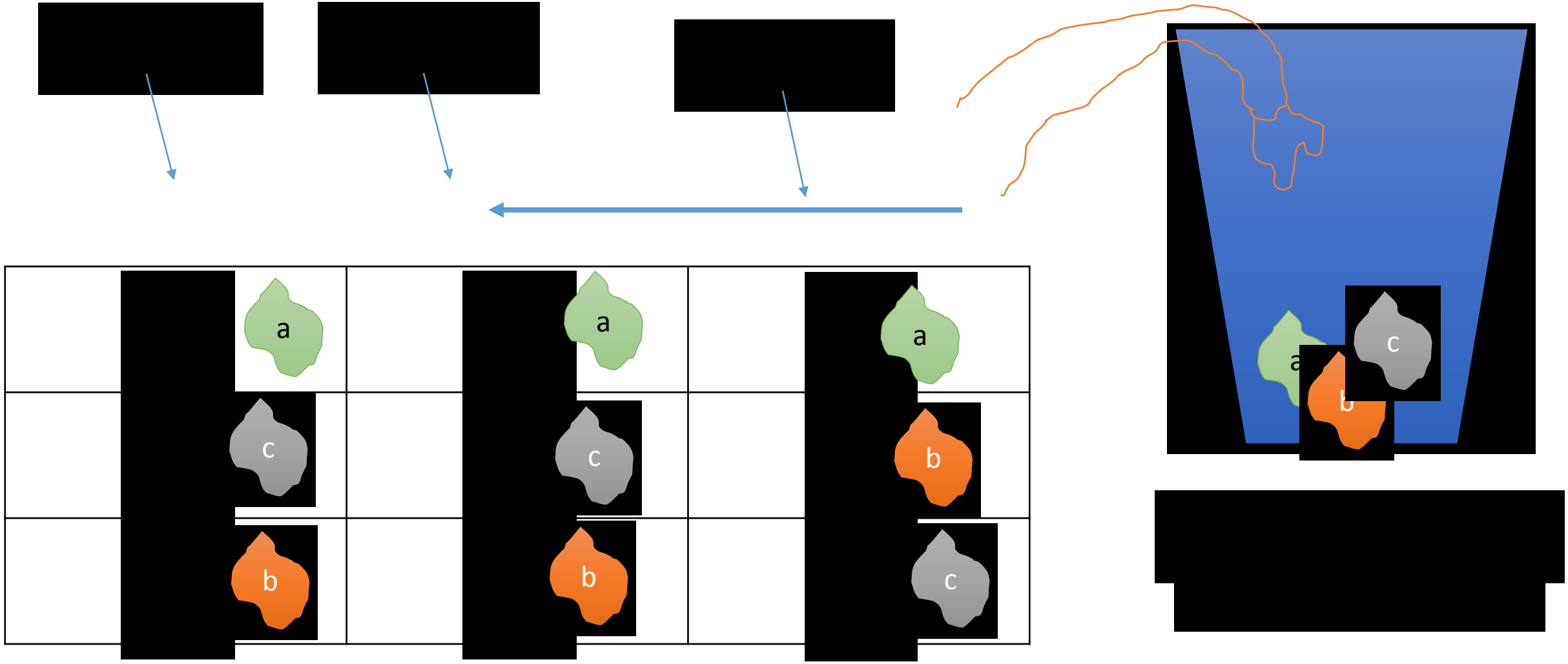
تصميم القطاعات العشوائية الكاملة



تصميم القطاعات العشوائية الكاملة



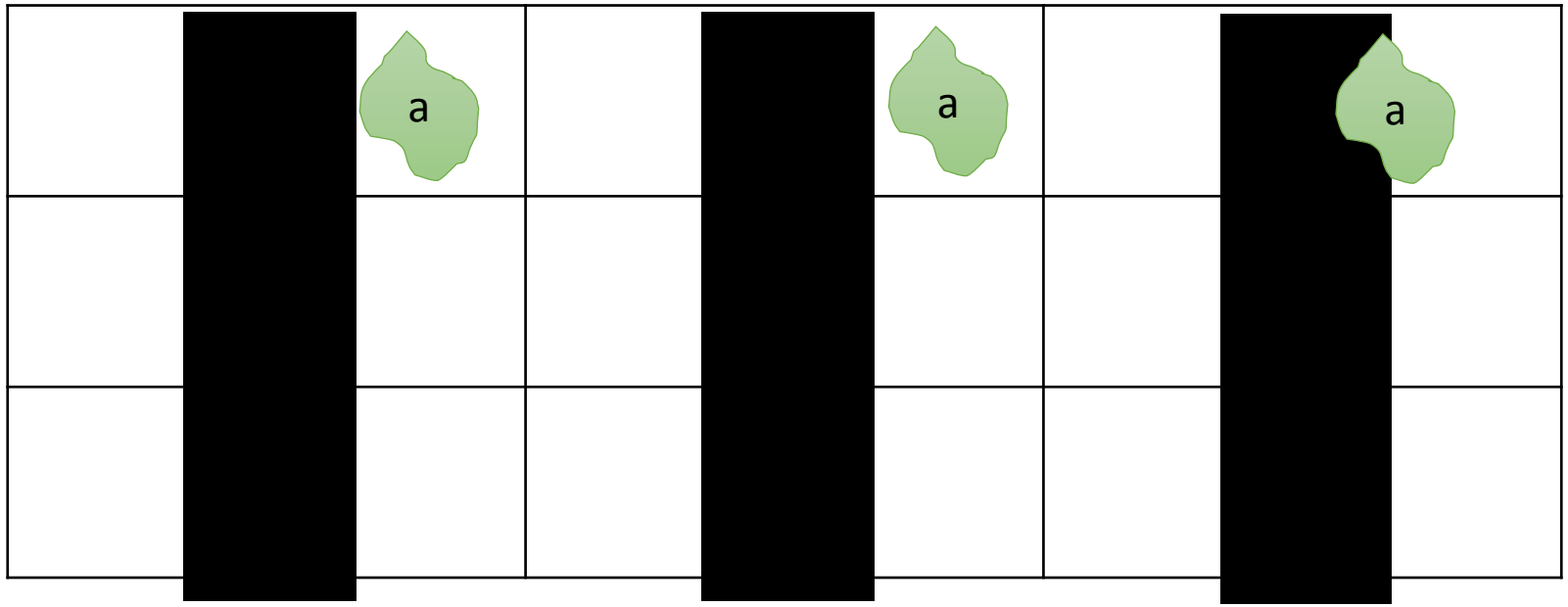
تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

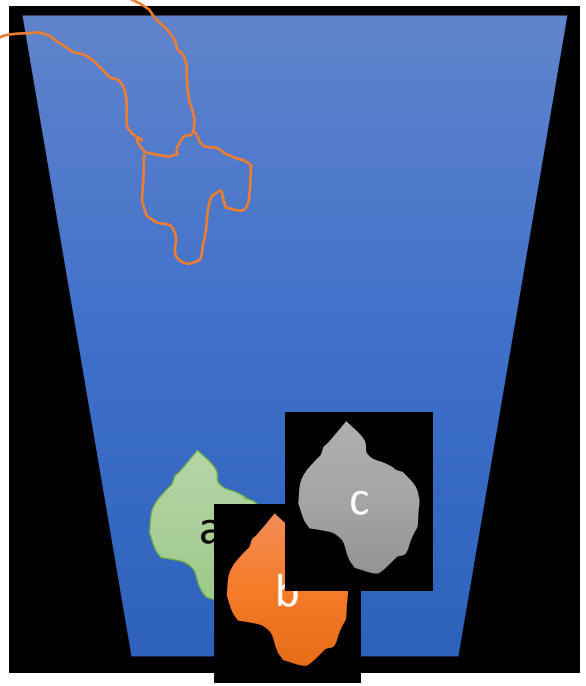


تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

انتبه

[redacted]

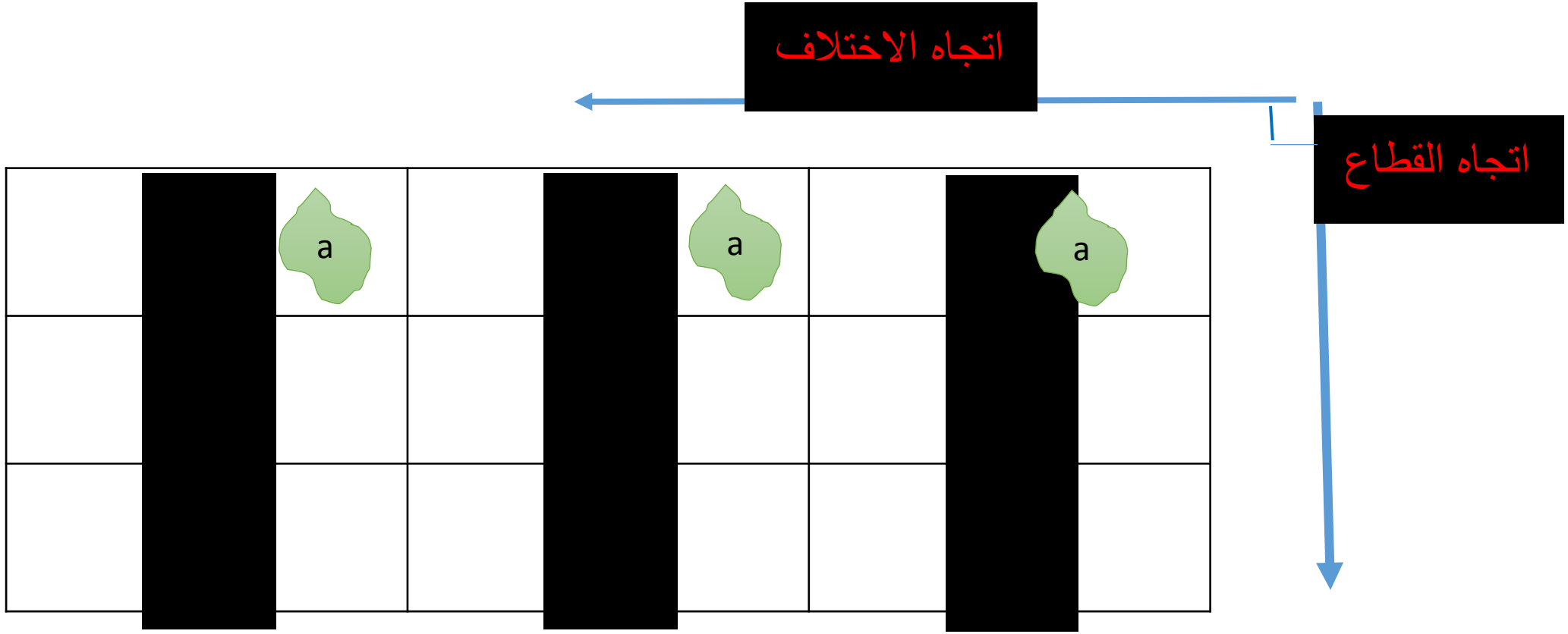




[redacted]

إذن في حال وجود عدم تجانس

[redacted]

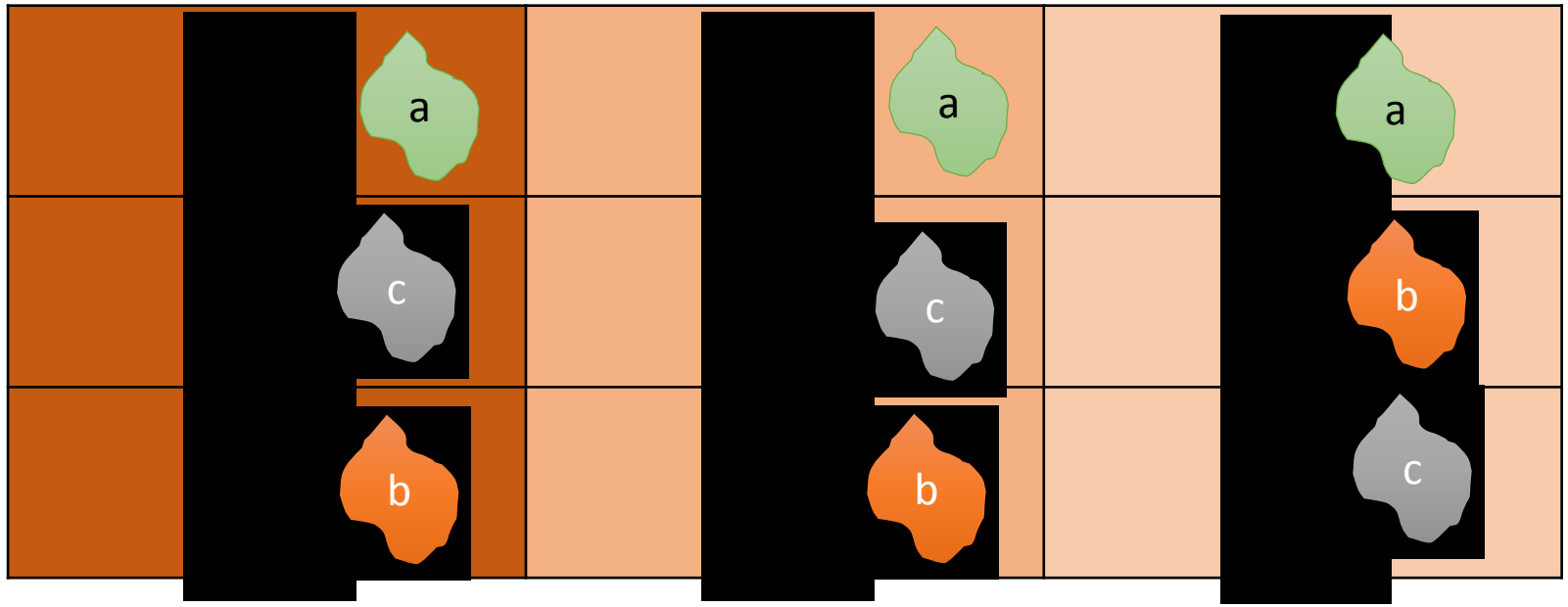


[redacted]

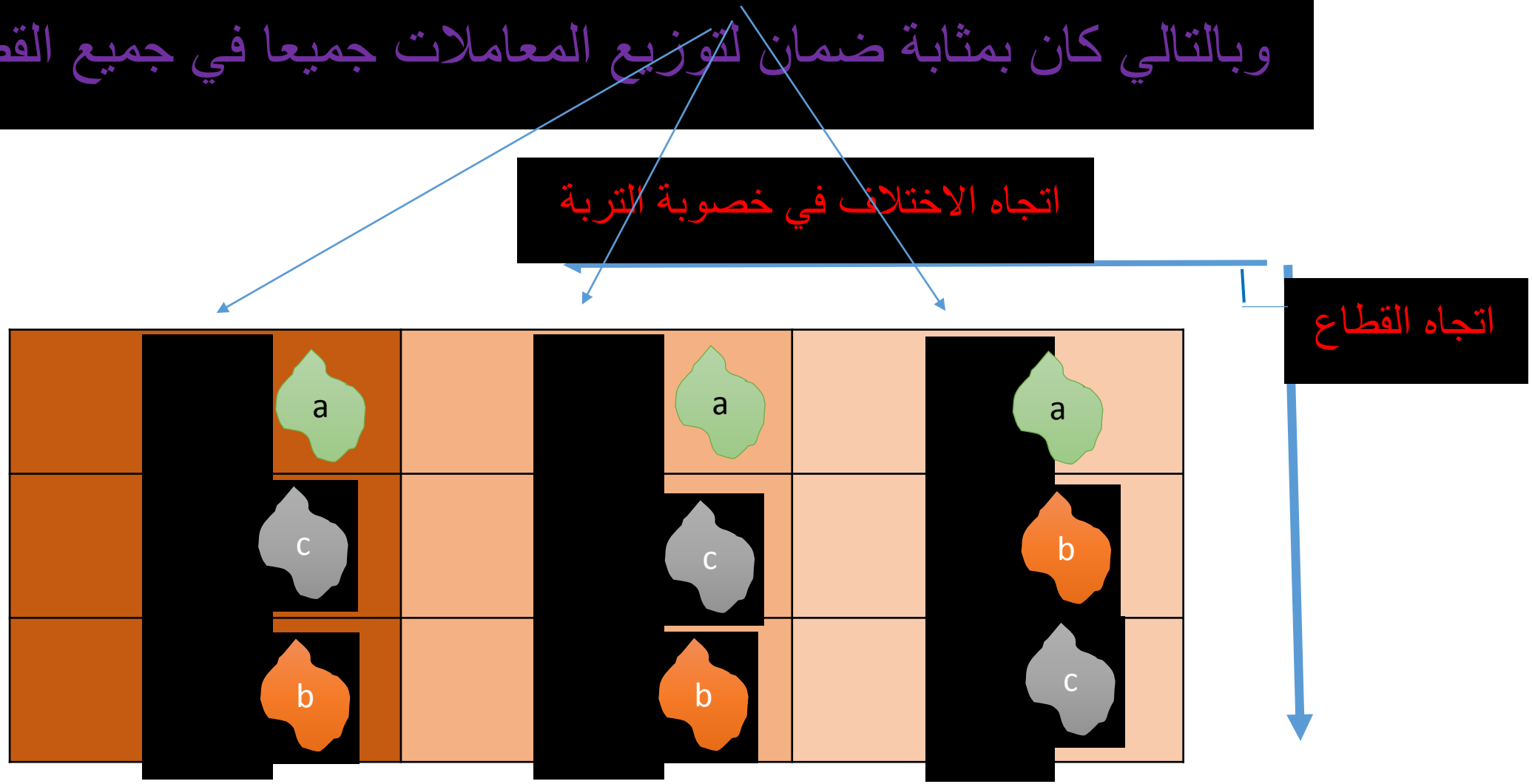
هكذا خففنا من تأثير الخصوبة

اتجاه الاختلاف في خصوبة التربة

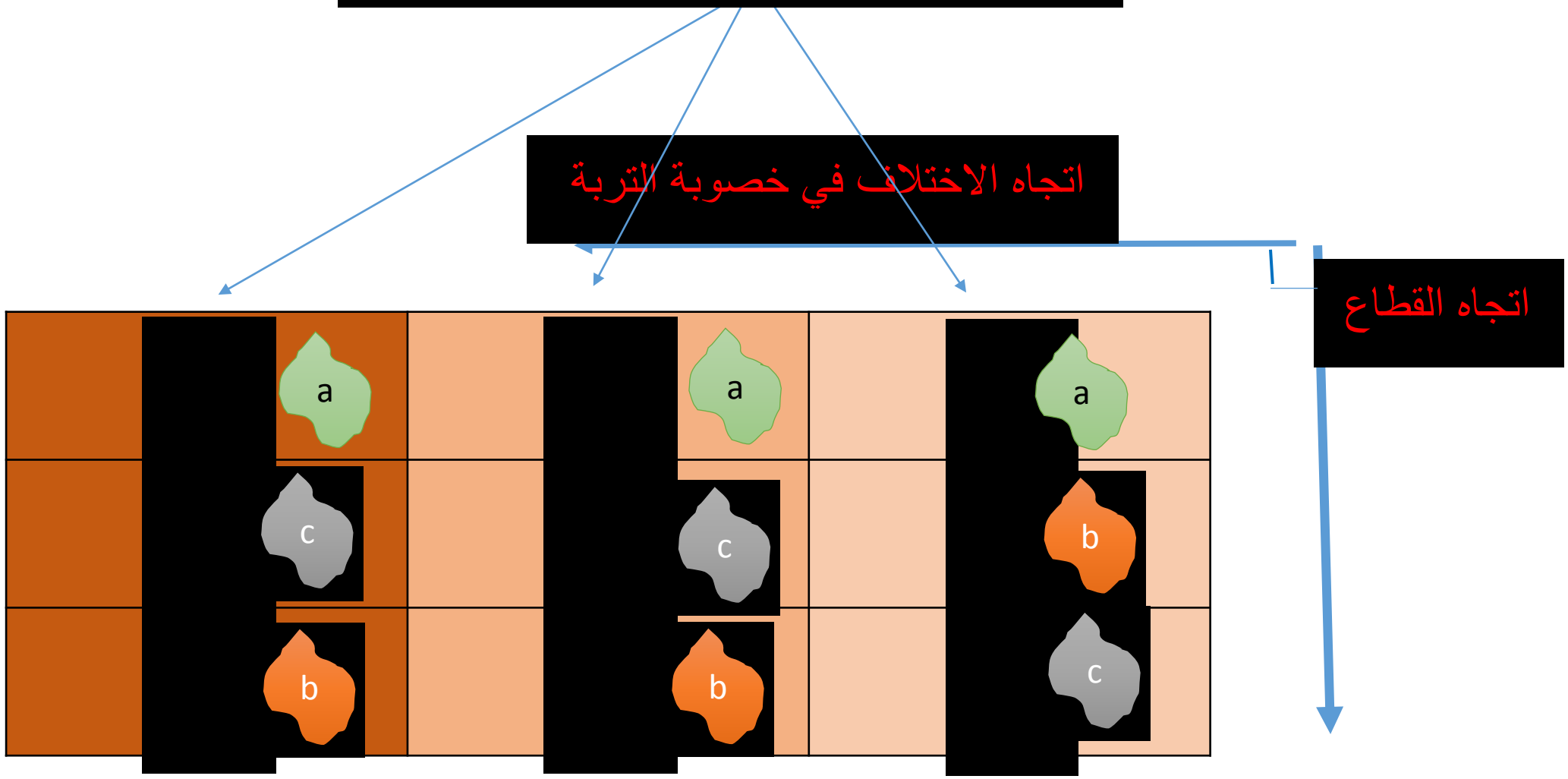
اتجاه القطاع



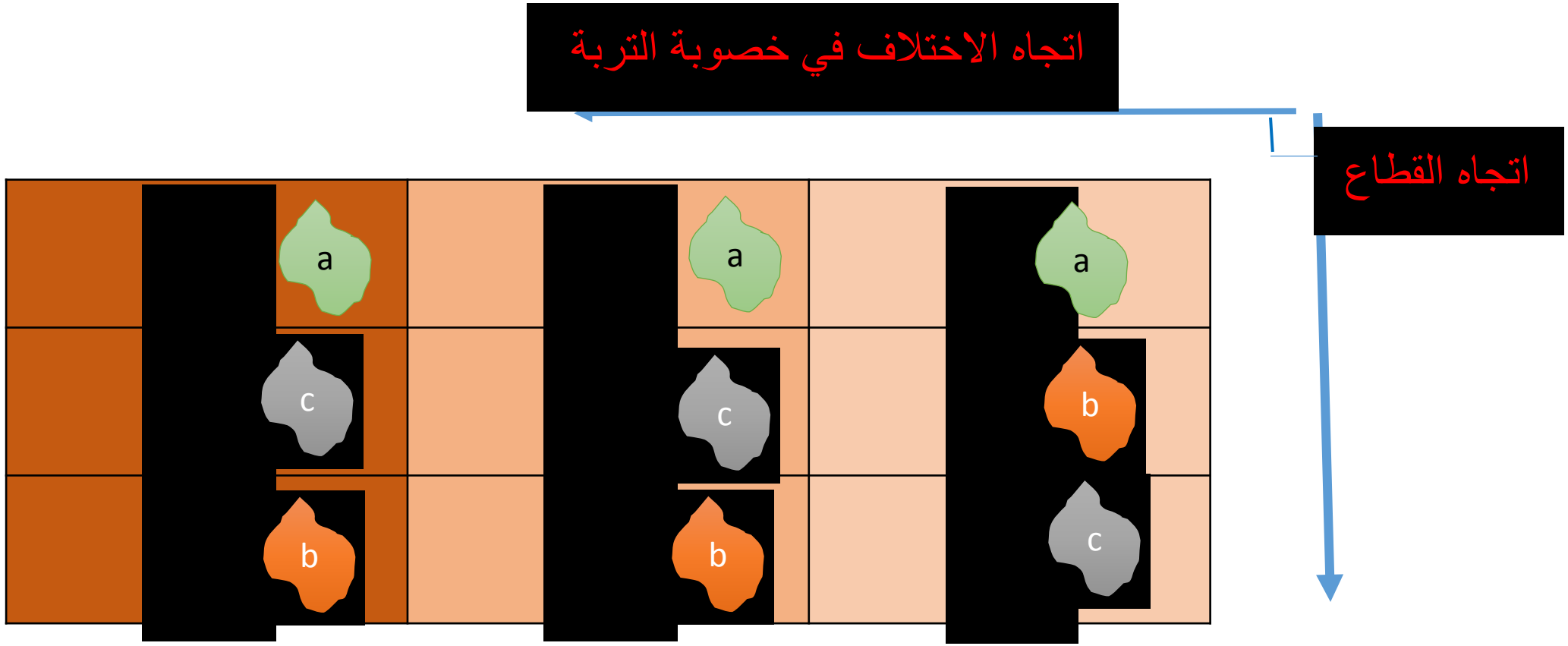
وبالتالي كان بمثابة ضمان لتوزيع المعاملات جميعا في جميع القطاعات



وهكذا خففنا من تأثير عدم التجانس

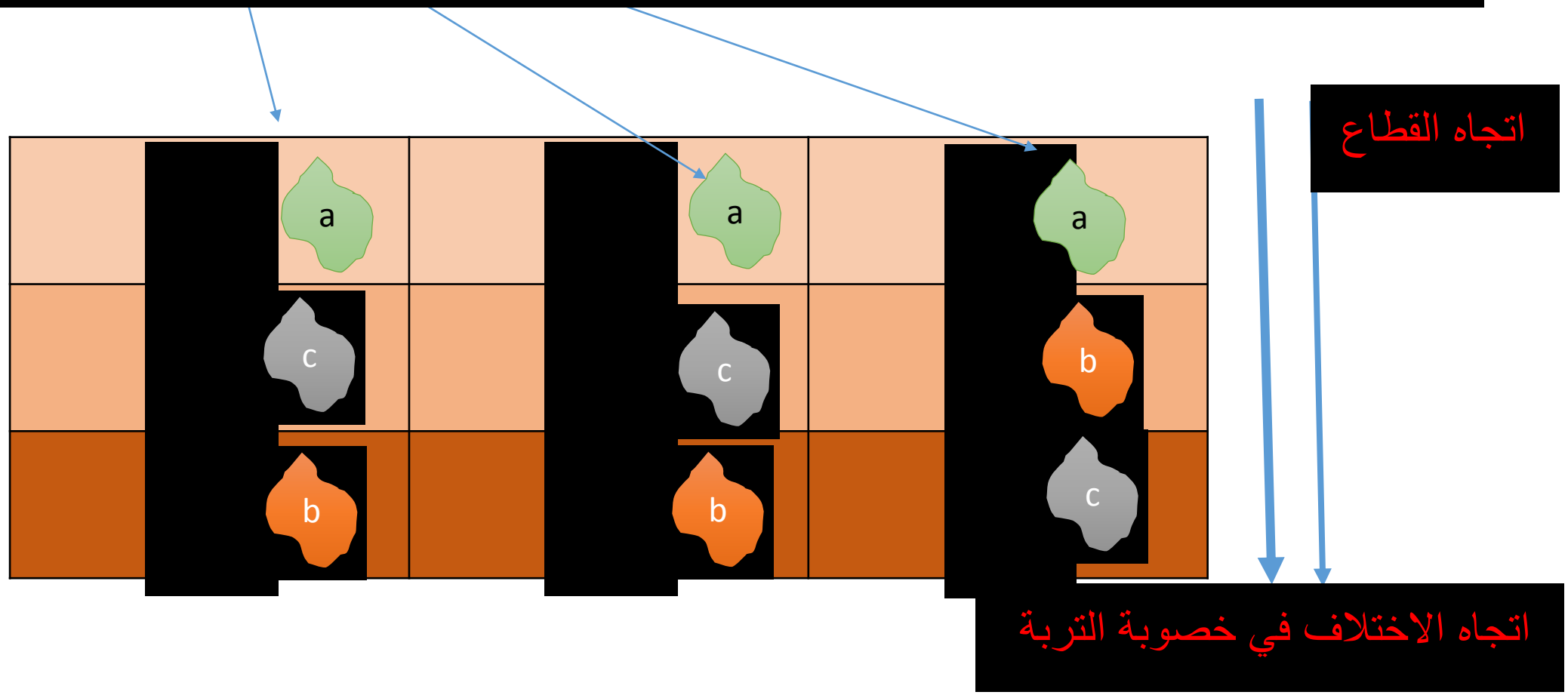


[redacted]

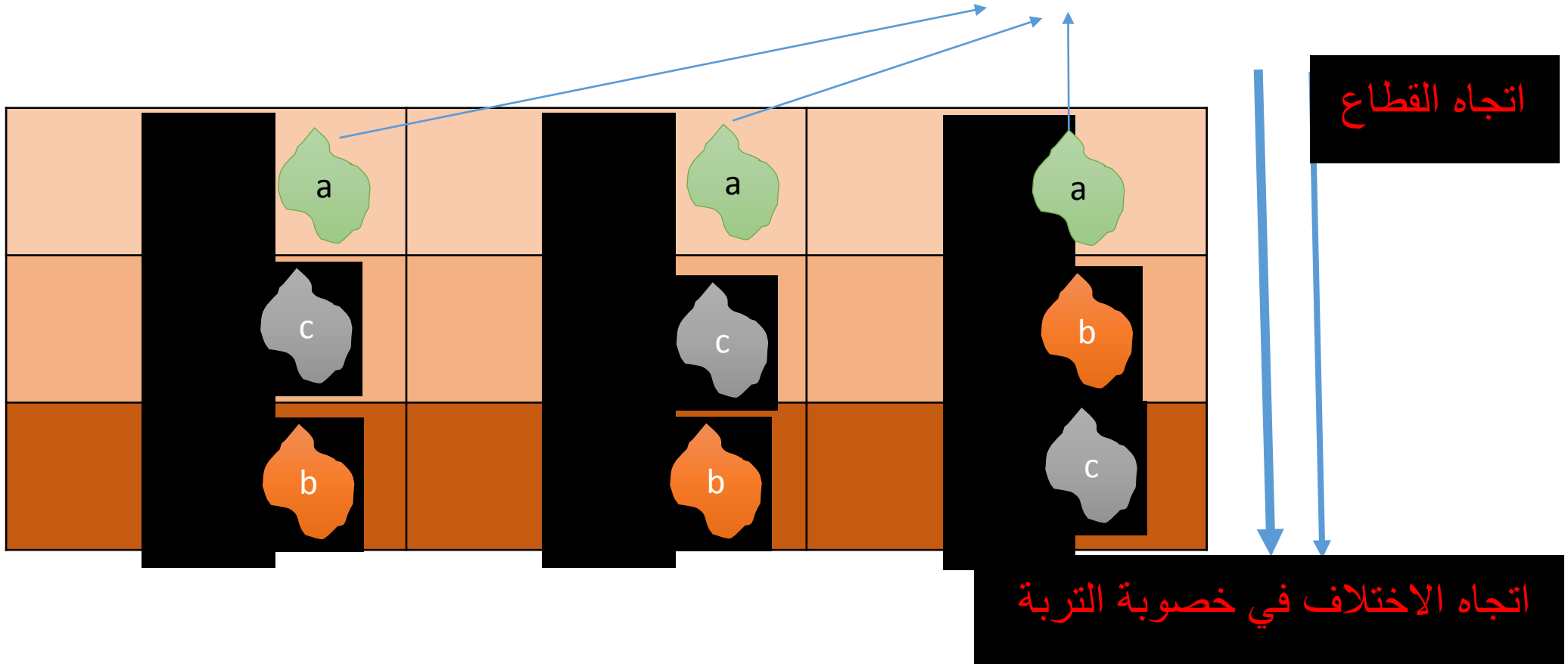


موازي

[redacted]



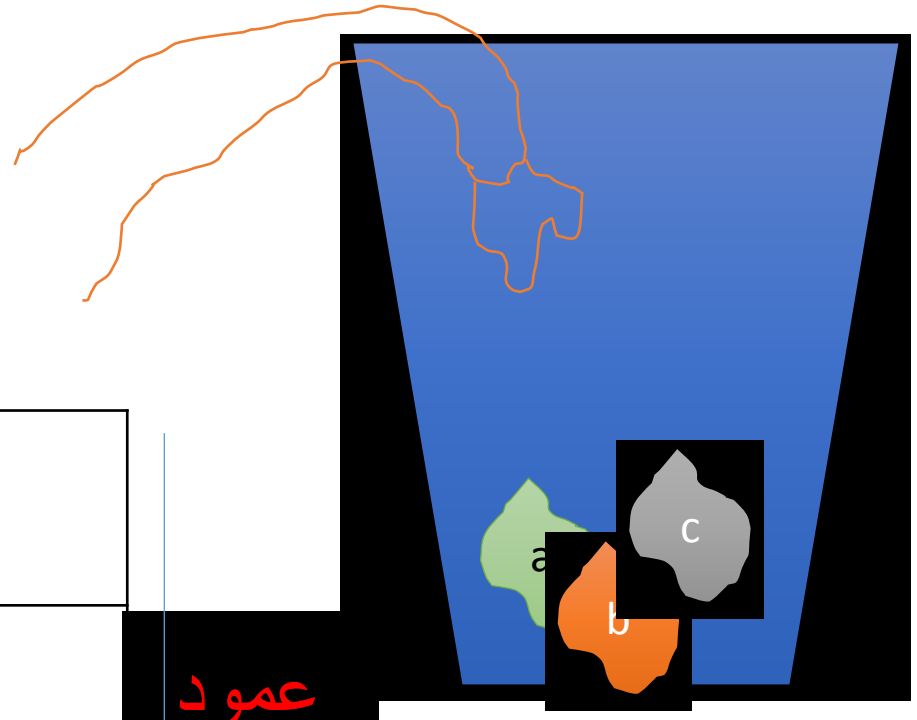
موازي



تصميم مربع لاتيني

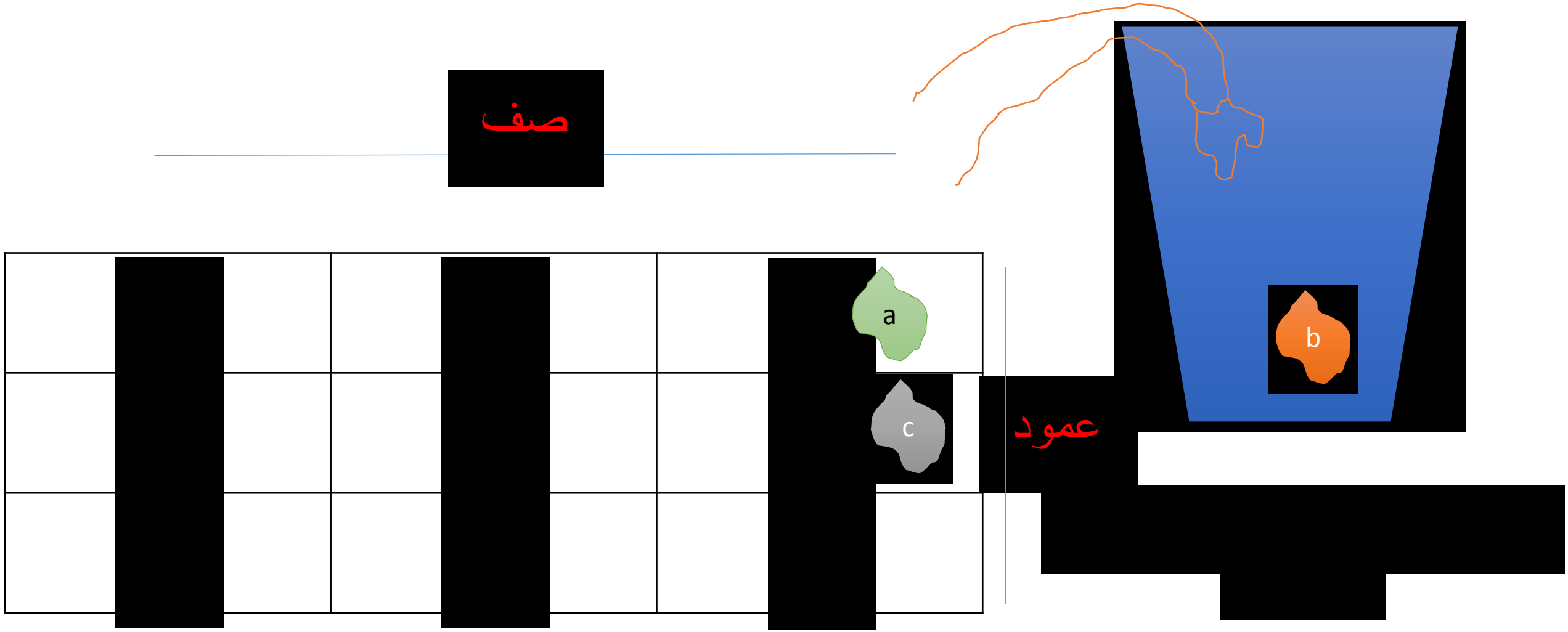
T=R

صف

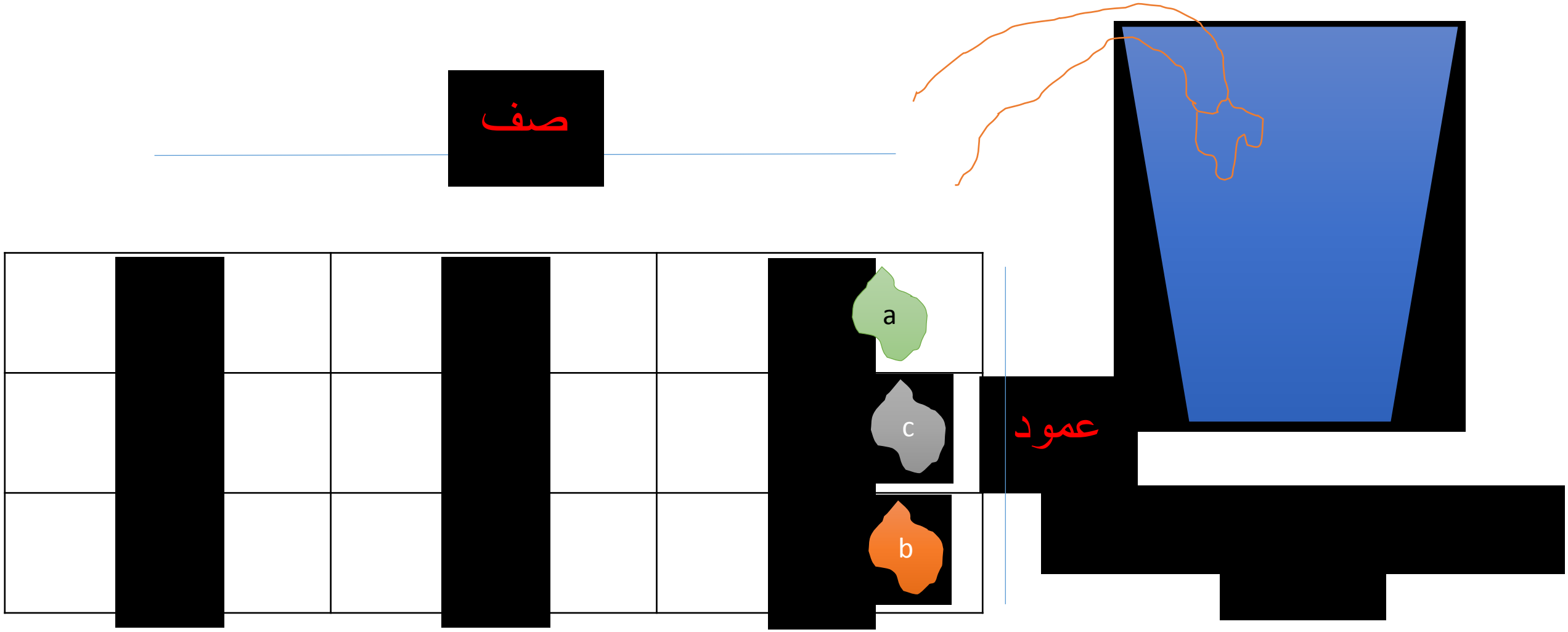


عمود

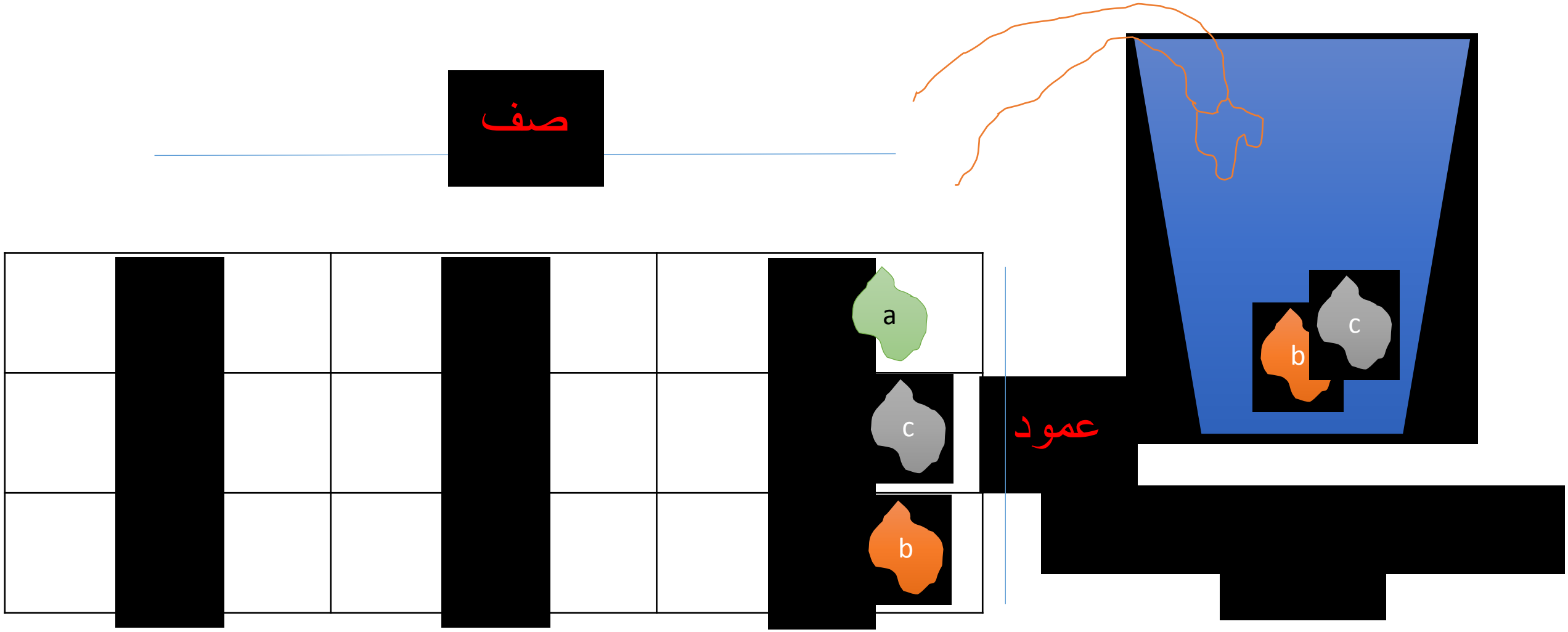
تصميم مربع لاتيني



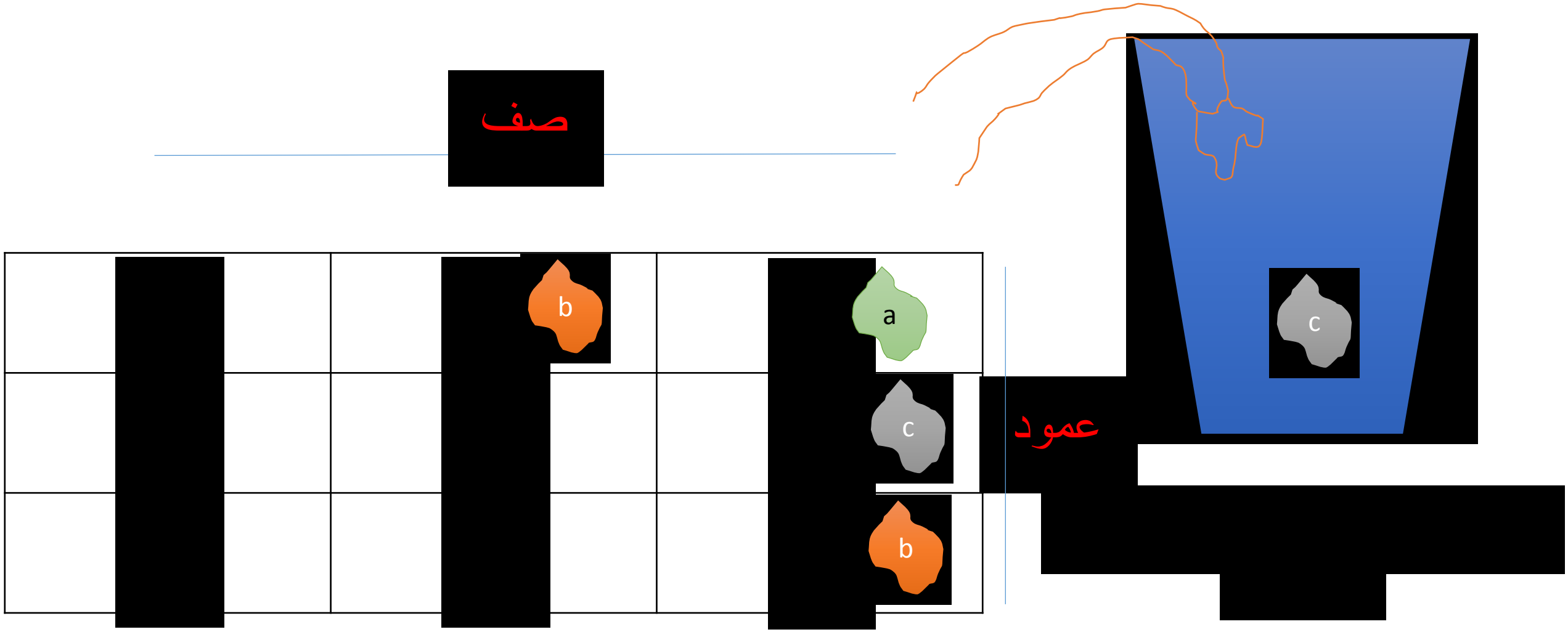
تصميم مربع لاتيني



تصميم مربع لاتيني



تصميم مربع لاتيني

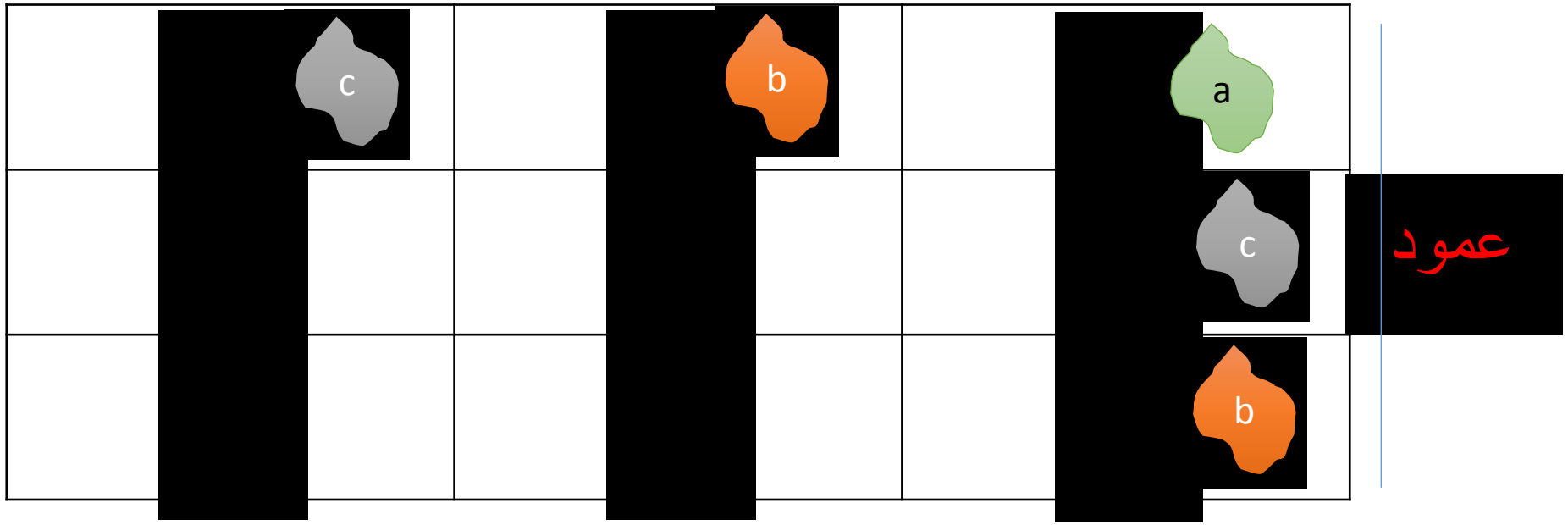


تصميم مربع لاتيني

انتبه

[redacted]

صف

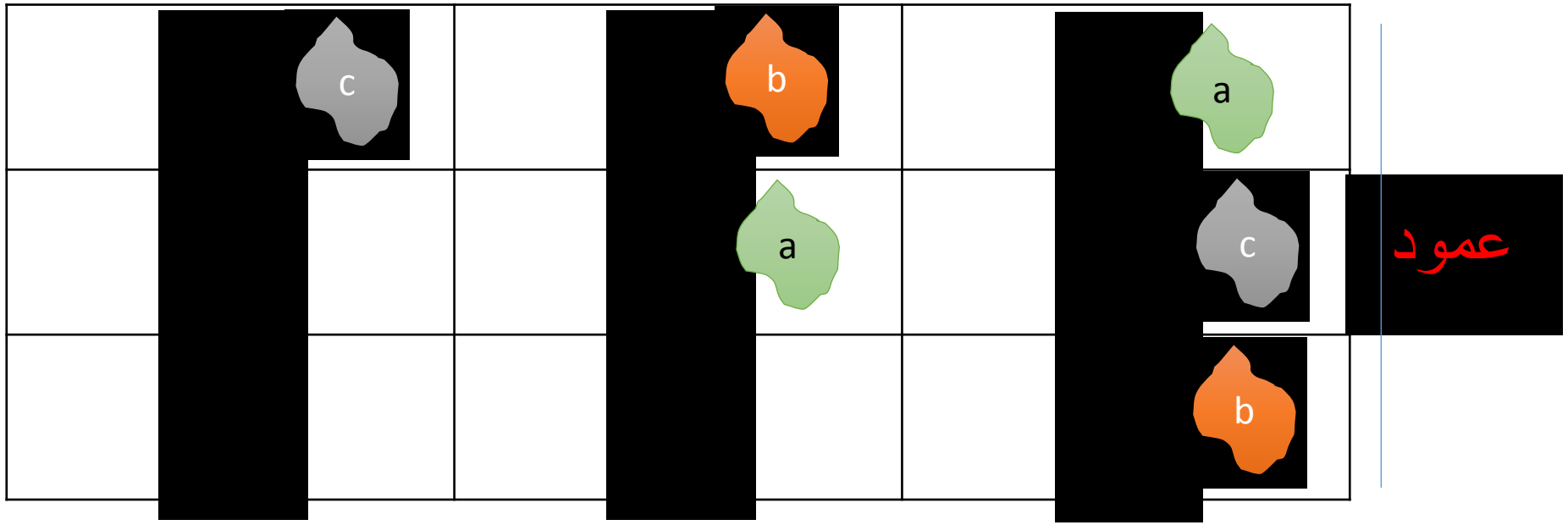


تصميم مربع لاتيني

انتبه

[redacted]

صف



تصميم مربع لاتيني

انتبه

صف

[redacted]

عمود

[redacted] c	[redacted] b	[redacted] a
[redacted] b	[redacted] a	[redacted] c
[redacted]	[redacted]	[redacted] b

تصميم مربع لاتيني

انتبه

[redacted]

صف

عمود

[redacted] c	[redacted] b	[redacted] a
[redacted] b	[redacted] a	[redacted] c
[redacted]	[redacted] c	[redacted] b

تصميم مربع لاتيني

انتبه

[redacted]

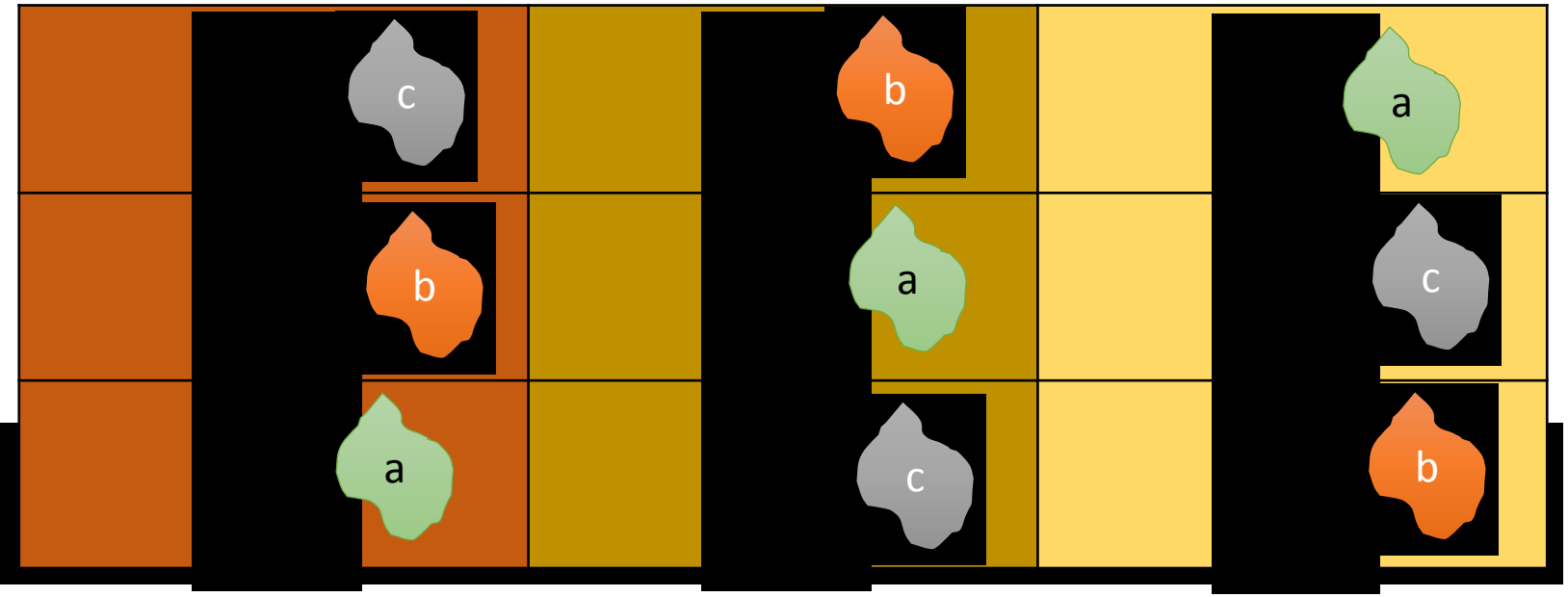
صف

عمود

[redacted] c	[redacted] b	[redacted] a
[redacted] b	[redacted] a	[redacted] c
[redacted] a	[redacted] c	[redacted] b

تصميم مربع لاتيني

الخصوبة

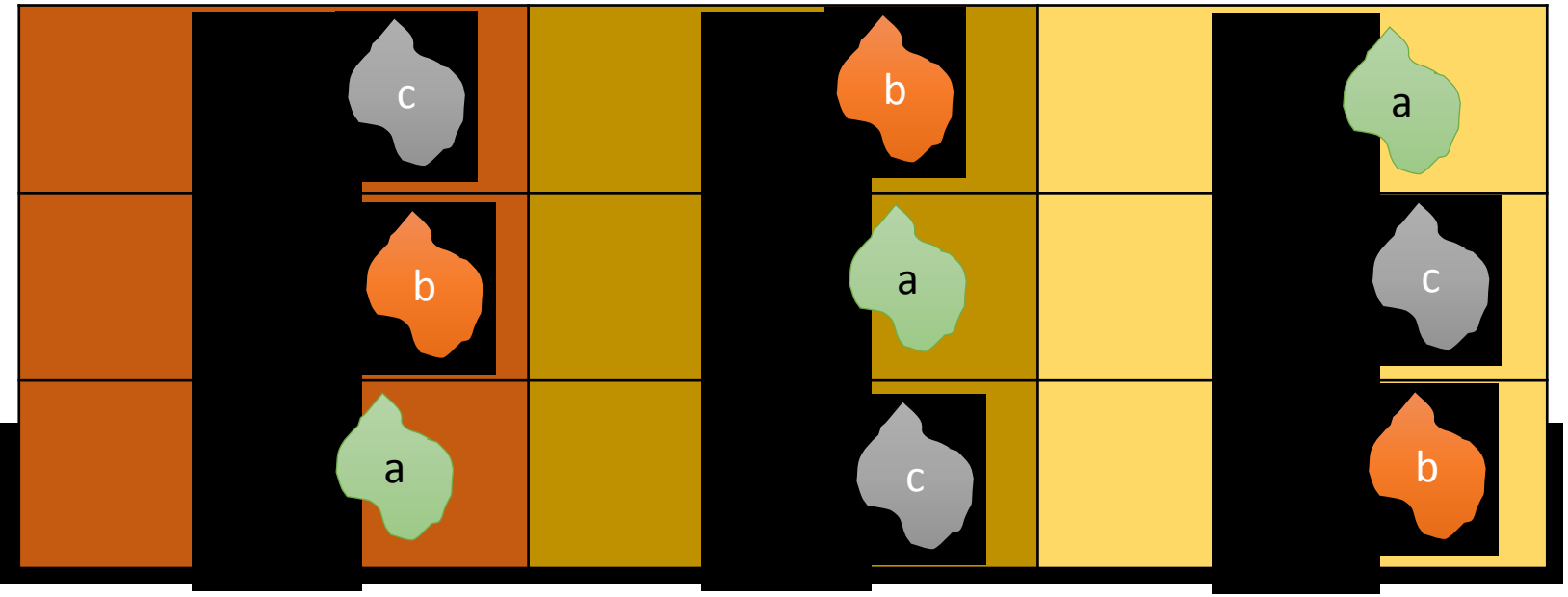


ميل الأرض

يؤثر في نسب
وصول مياه الري

تصميم مربع لاتيني

الخصوبة



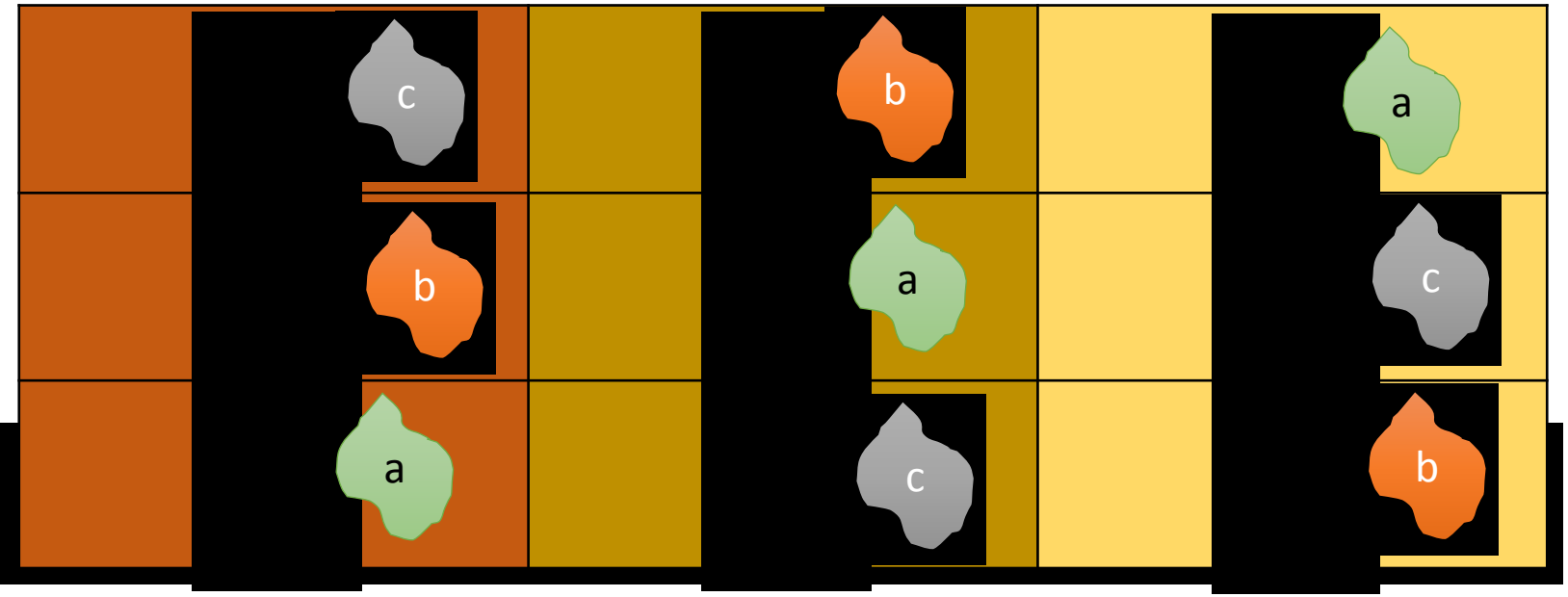
مصد رياح قد يؤثر في

التلقيح أو التأثير في الظروف المحيطة

تصميم مربع لاتيني

T=R

الخصوبة

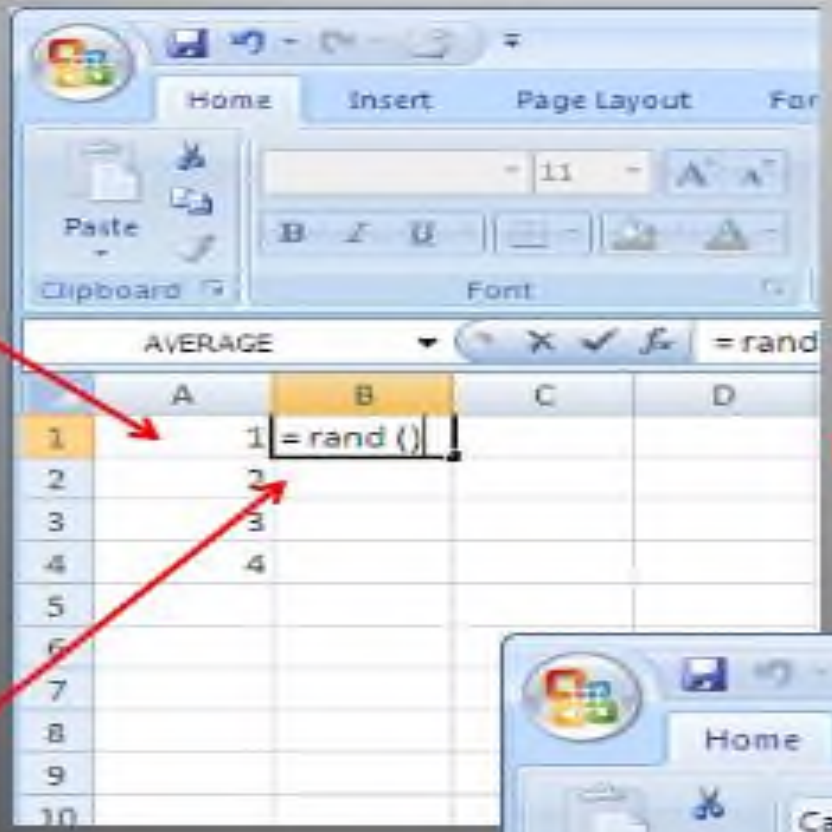


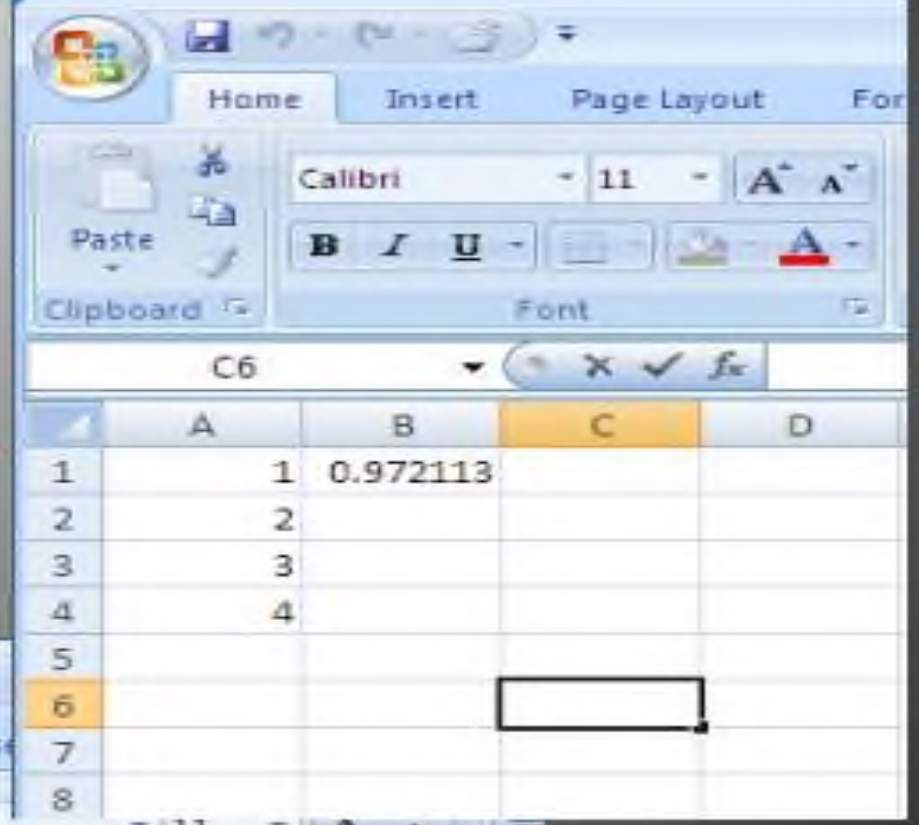
مصد رياح قد يؤثر في التلقيح أو التأثير في الظروف المحيطة

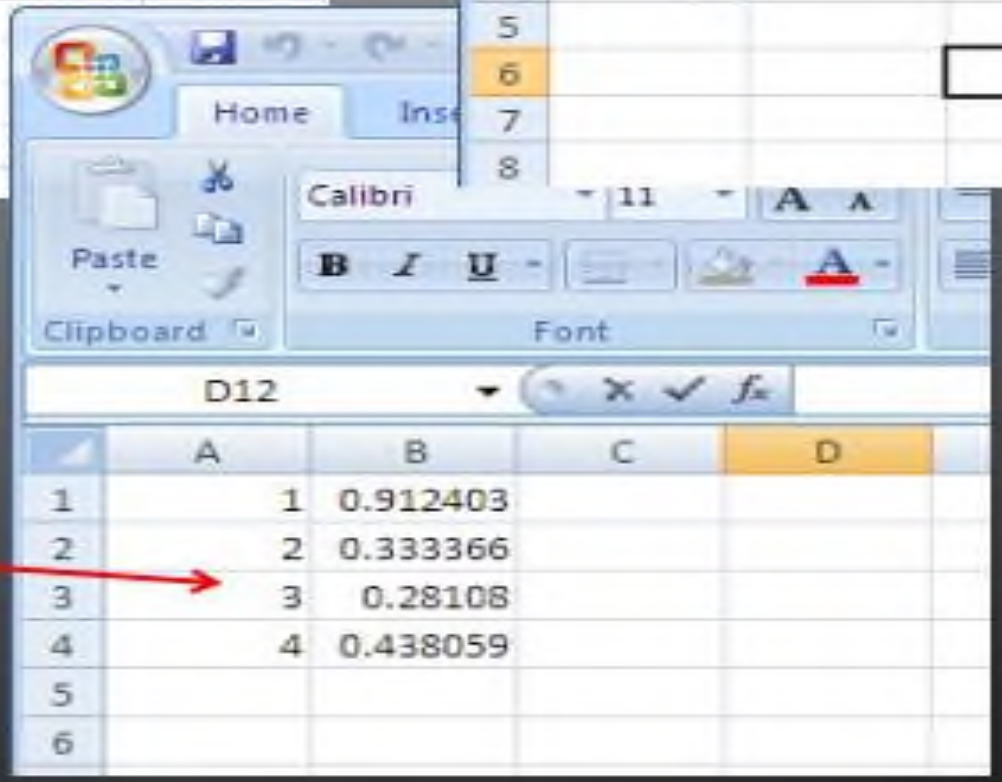
1. Column A – list of blocks

2. Column B Enter =rand() to generate a random number

3. Copy and paste command in remaining cells



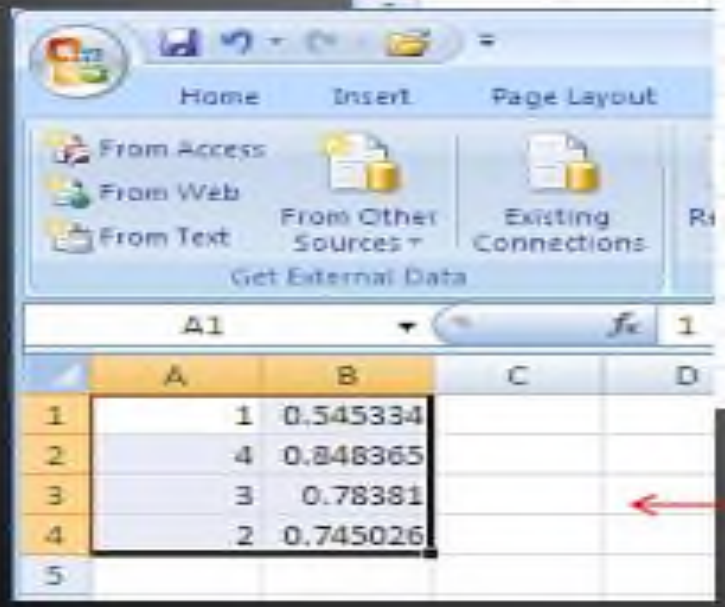




5. Select data then select sort

6. Then sort by column with random numbers

4. Select cells



Output in excel showing randomized blocks in first column. This is repeated for each block to randomize the treatments

أتمنى لكم مزيدا من المعرفة

وشكرا جزيلا لحسن استماعكم