

استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العاملية مع تطبيق عملي

أ. كمال علوان خلف المشهداني / كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة بغداد
الباحث / هديل عماد ناصر

تاريخ التقديم: 2018/1/17
تاريخ القبول: 2018/3/1

المستخلص

تطرقنا في هذا البحث على التجارب العاملة واختبار معنوية التأثيرات الرئيسية، التفاعل للعوامل والتأثيرات البسيطة لها عن طريق اختبار F المعلمي (جدول تحليل التباين ANOVA) لتحليل بيانات التجربة العاملة وكما هو معروف ان تحليل التباين يتطلب عدة فروض (شروط) لتحقيقها لذا في حالة خرق في احد هذه الشروط نقوم بإجراء تحويل على البيانات لكي تطابق او تحقق شروط تحليل التباين الا انه لوحظ ان تلك التحويلات لا تعطي نتائج دقيقة لذا نلجأ الى استخدام الاختبارات او الطرائق اللامعلمية التي تعمل كحل او بديل عن الاختبارات (الطرائق) المعلمية وهي طريقة تحويل الرتبة Rank Transformation (RT) وطريقة تحويل الرتبة المتراصفة Aligned Rank Transformation (ART) وتطبيقها على بيانات تجربة حقيقية تم الحصول عليها من كلية الطب البيطري جامعة بغداد و بعد اختبار البيانات وجدنا انها لا تتوزع توزيع طبيعي وانها تعاني من مشكلة عدم تجانس التباينات ، تم التوصل الى ان تطبيق تحليل التباين على تلك البيانات لم يعطي المعنوية لجميع تأثيرات العوامل كذلك بالنسبة للتحويلات اما عند تطبيق الطرائق اللامعلمية فكانت تعطي نتائج معنوية عالية لتأثيرات العوامل المدروسة .

المصطلحات الرئيسية للبحث / التجربة العاملة ، تحليل التباين ANOVA ، التحويلات ، اختبار F ، التحويلات اللامعلمية .



مجلة العلوم

الاقتصادية والإدارية
العدد 106 المجلد 24
الصفحات 392_406

*البحث مستل من رسالة ماجستير



استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العاملة مع تطبيق عملي

1- المقدمة Introduction

ان للتجارب العاملة استخدامات واسعة في العديد من المجالات وذلك لاختبار معنوية التأثيرات الرئيسية للعوامل والتفاعل بينها في ان واحد على صفة معينة . ولغرض القيام باختبار التأثيرات للتجربة العاملة نقوم بعمل تحليل التباين المعلمي الذي يستخدم لاختبار معنوية التأثيرات للعوامل ولكن في حالة فقدان تلك البيانات لأحد او بعض الشروط الأساسية للتباين يكون تطبيق تحليل التباين (ANOVA) غير مجدي ويعطي نتائج غير دقيقة . ولتفادي الوقوع بمثل هذه المشكلة نلجأ الى استخدام اساليب وطرق احصائية اخرى لتحويل البيانات التي قد تطابق شروط تحليل التباين ومن هذه التحويلات :

(التحويل اللوغاريتمي Log Transformation وتحويل الجذر التربيعي Square Root Transformation) من خلال اساليب التحويل يتم تحويل البيانات الى حالة قد يتم فيها تحقيق فروض تحليل التباين . ولكن في بعض الاحيان تكون هذه الاساليب غير كافية لإعطاء نتائج جيدة لذا نلجأ الى اساليب او طرائق احصائية لا معلمية والتي تعد كبديل عن الطرائق المعلمية ، كونها تمتاز بسهولة تطبيقها ولا يتطلب استخدامها معرفة توزيع بيانات المجتمع الذي سحبت منه عينة الدراسة وسهلة لتحليل البيانات التي تكون على هيئة رتب مقارنة بالاختبارات المعلمية . ومن هذه الطرائق الاختبارية المستخدمة في التجارب العاملة هي : طريقة تحويل الرتبة (Rank Transformation) RT

وطريقة تحويل الرتبة المترافقة (Aligned Rank Transformation) ART

من اجل اختبار التأثيرات الرئيسية والتفاعل لعوامل التجربة يتم استخدام تحليل التباين (ANOVA) المعلمي وكما هو معروف هذا التحليل يعتمد على عدة فروض لذا عند الرغبة في تحليل البيانات تظهر مشكلتين الاولى هي عدم تحقق او استيفاء شروط (فروض) (ANOVA) والثانية عدم ملائمة تحليل التباين لتحليل البيانات ذات مقياس رتبي (Data Of Ordinal Scale) (أي ترتيب البيانات او التصنيفات من الأصغر للأكبر أو من الأضعف للأقوى أو الأفضل للأسوأ لكن المهم في هذا المقياس أن التصنيفات لها ترتيب واضح) . وان لم تؤخذ هذه المشاكل بعين الاعتبار فإننا نفقد امام امرين وهو القبول بنتائج تحليل التباين بغض النظر عن عدم تحقق فروضه او عدم ملائمة تحليل بيانات رتبيه وفي مثل هذه الحالة تكون نتائج التحليل غير دقيقة . يهدف البحث الى استخدام طرائق احصائية (اختبارات لامعلمية) في دراسة التجارب العاملة بديلة عن استخدام الاختبارات المعلمية التي لا تتسم بالدقة وتعطي نتائج لا يمكن الوثوق بها حينما تنتهك احدى فروض تحليل التباين .

1-1 الدراسات السابقة

تطرقنا الكثير من الدراسات و الابحاث في قياس التأثيرات للعوامل الرئيسية و التفاعل في التجارب العاملة في ظل انتهاك البيانات لاحد فروض تحليل التباين او لبيانات الرتبة ومن هذه الدراسات:

في عام (1981) م قام كل من Conver and Iman^[4] باستعمال طريقة الرتب RT بتبديل الرتب بدل البيانات الاصلية ومن ثم تطبيق احصاءات المربعات الصغرى (L S) على الرتب اي حساب الطرائق المعلمية عليها كحل بديل لاستعمال الطرائق المعلمية بصورة مباشرة وتوصلوا الى ان هذه الطريقة تكون سهلة للتحقق في الحزم الاحصائية .

وفي عام (1986) م قام كل من Pavur و Nath^[10] بدراسة محاكاة لتجربة عاملية لمقارنة الاجراء المعلمي المعتاد (احصاءة F) مع الاجراء اللامعلمي تحويل الرتبة RT حيث اظهرت نتائج الدراسة ان اجراء تحويل الرتبة RT يكون اكثر حصانة من الاجراء المعلمي وانه تفوق عليها عندما يكون التوزيع Double Exponential.

وفي عام (1990) م اجرى Sawilowsky^[12] بحثاً في استعمال بعض الطرائق اللامعلمية في التصاميم التجريبية ومن هذه الطرائق طريقة RT و يبين ان تطبيق تلك الطريقة على البيانات تكون قوية وسهلة في الحساب أي اظهرت المعنوية للتفاعل .

وفي عام (1999) م نشر Mansouri^[8] مقالة عن تحليل متعدد العوامل للتباين باستعمال طريقة ART للتصاميم العاملة وتوصل الى ان هذه الطريقة تكون سهلة وتتحقق عن طريق اي حزمة احصائية .



استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العاملة مع تطبيق عملي

وفي عام (2011) م قدم Heathlandon Yates^[15] دراسة استعمل فيها المحاكاة لمقارنة الخطأ من النوع الاول وقوة التحليل المعياري للتباين ANOVA باستعمال طريقة ART وذلك باستعمال المتوسط والوسيط لعمل الموائمة (Aligning) لتكوين البيانات المترصفة للاختبار مستخدم بذلك التصميم العملي الموزون ذات الاتجاهين مع التفاعل وظهرت نتائج ان طريقة ART+median تزود مقاومة اكبر للقيم الشاذة واقل تأثير عن طريق التوزيعات الذيلية عن ART و ANOVA .

وفي العام نفسه قام كل من Higgins^[14] و Wobbrock , Findlater , Gergle بنشر بحث عن استعمال طريقة تحويل الرتبة المترصفة ART للتحليل العملي اللامعلمي عن طريق اجراءات (ANOVA) فقط حيث قاموا بتعميم طريقة ART ل N من العوامل وقاموا ايضا باستعمال برامج ARTTool , ARTweb, Desktop لجعل الموائمة والترتيب اسهل وتوصلوا الى ان طريقة ART تقدم مزايا اكثر من غيرها .

وفي عام (2016) م قام Haiko Lupsen^[7] بمقارنة سبعة طرائق لامعلمية مع اختبار F المعلمي في المخططات باتجاهين بين المفردات لتصميم (ANOVA) في دراسة محاكاة للبيانات ومن الطرائق السبعة هي: RT, ART حيث كانت معدلات الخطأ من النوع الاول تحسب من التوزيع المنتظم والاسي المستمرة وكذلك للتوزيعات المنقطعة وظهرت ان قياس التأثير يكون مقيد على ART .

وفي العام نفسه اظهر كل من Saste , Sananse and Sonar^[11] بان تطبيق تحليل التباين (ANOVA) المعتاد على البيانات الزراعية التي تنتهك فروض التوزيع الطبيعي عند تحليل التجارب العاملة لعاملين وكذلك اجراء التحويلات المعلمية تؤدي الى نتائج غير دقيقة لذا لجنوا الى استعمال طرائق لامعلمية وجدوا ان طريقة ART اللامعلمية كانت الافضل والادق للحصول على النتائج لمثل تلك البيانات .

2- التجارب العاملة : [2] Experiments Factorial

تستخدم التجارب العاملة لدراسة تأثير اكثر من عامل واحد في صفة معينة (صفة الدراسة) ، وحيث يتم من خلال التجربة العاملة دراسة تأثير كل عامل وكذلك تأثير التفاعل (التداخل) بين مستويات تلك العوامل أي لا يهمل أي تأثير في التجربة. لذا فهي تعد من اكثر التجارب كفاءة عند دراسة اكثر من عاملين وعند دراسة تأثيرات متجمعة من بعض عوامل الدراسة ، لذا فهي توفر في الوقت والجهد والكلفة الا انها تتطلب الدقة ويصبح من الصعوبة تحليلها عند زيادة عدد المعالجات (مستويات العوامل المدروسة) .

1-2 التأثيرات الرئيسية والتفاعلات : [1]

يعرف التأثير الرئيسي (Main Effect) للعامل على انه تأثير احد المتغيرات المستقلة على المتغير المعتمد عند إهمال تأثير المتغيرات المستقلة الاخرى اي الاستجابة نتيجة للتغيير في مستوى العامل الرئيسي. اما التفاعلات (Interactions) التغيير في استجابة تأثير العامل المستقل على المتغير المعتمد نتيجة للتغيير في مستويات المتغيرات المستقلة الاخرى اي الاستجابة لعامل ما تحت تأثير المستويات المختلفة للعوامل الاخرى. ويعرف التأثير البسيط (Simple Effect) للعامل على انه الاستجابة بين مستويات عامل ما عند مستوى معين للعامل الاخر.

2-2 تحليل التباين : [5]

ان تحليل التباين (ANOVA) عبارة عن اسلوب رياضي لتجزئة التباين الكلي للملاحظات الى عدة مركبات ترتبط كل منها بمصدر يمكن تقديرها. ويستعمل في اختبار ما اذا كان هناك فروق معنوية بين متوسطات كل متغير من متغيرات الدراسة أي يهتم في تحديد مصادر الاختلاف بين المتوسطات .

1-2-2 الفروض الاساسية لتحليل التباين :

اولا : التأثيرات الاساسية تجميعية : [3]

ويقصد بها ان يكون تأثير كل عامل مستقل عن تأثير العوامل الاخرى أي يبقى تأثير العامل الواحد ثابتا عند كل مستويات العوامل الاخرى عند اجراء عملية تحليل التباين أي بمعنى ان يكون تأثير العوامل تجميعية وليس ان تكون تأثيرات العوامل فيما بينها مضروبة.



استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العملية مع تطبيق عملي

ثانيا : استقلالية الاخطاء العشوائية : [5]

ويقصد باستقلالية الاخطاء على ان تكون الفروق بين القيم الاصلية للمتغير ومتوسطها عشوائية ومستقلة خلال المشاهدات (أي لا تكون متداخلة او معتمدة على بعض) .

ثالثا : التوزيع الطبيعي للأخطاء : [5]

ان الاخطاء العشوائية تتوزع توزيعا طبيعيا بمتوسط صفر وتباين σ^2 ويكون توزيعا متماثلا عند كل قيمة من قيم مشاهدات العينة. وتوجد هناك عدة اختبارات تستخدم للتحقق من التوزيع الطبيعي لها منها اختبار مربع كاي x^2 في حالة العينات الكبيرة (اكثر من 50 مشاهدة) واختبار شابيرو- ويلك (Shapiro_wilk) في حالة العينات الصغيرة (اقل من 50 مشاهدة).

رابعا : تجانس العينات او المجموعات : [3]

يعد هذا الافتراض من الافتراضات الاساسية في تحليل التباين ومعناه ان تكون المجموعات متساوية (متجانسة) اي الاختلافات العشوائية داخل المجموعات متجانسة وهذا بدوره يساعد في الحصول على تباين واحد لجميع المجموعات . وتوجد عدة طرائق احصائية للاختبار للتأكد من هذا الافتراض منها طريقة بارتليت (Bartlett) وطريقة كوكران (Cochran).

3-2 التحويلات Transformations : [3]

يتم تحويل البيانات التي لا تستوفي بعض شروط تحليل التباين وذلك للحصول على نتائج دقيقة . ومن اهم طرائق التحويل ما يأتي :

1-3-2 التحويل اللوغاريتمي Logarithmic Transformation :

يكون التحويل مناسب للبيانات التي تكون لها علاقة نسبية بين الانحرافات المعيارية ووبين متوسطاتها أي يكون معامل الاختلاف ثابت او عندما تكون التأثيرات الاساسية مضرورية وليست تجميعية . في حالة وجود قيم مساوية او اقل من الصفر فالتحويل يكون بإضافة 1 للبيانات وذلك لان $\text{Log}(0)$ هو $-\infty$ Log الاعداد السالبة غير معرف . فيكون التحويل بإضافة 1 كالآتي :

$$y_{transformed} = \log(y_{original} + 1)$$

2-3-2 التحويل باستخدام الجذر التربيعي Square Root Transformation :

يستخدم هذ التحويل عندما تقترب البيانات من توزيع بواسون (poisson) أي تشير الى حصول حوادث نادرة ذات احتمال صغير ، وكذلك يمكن استخدام التحويل عندما تكون تباين المجموعات يتناسب مع متوسطاتها ، في حالة كون البيانات اقل من 10 يكون التحويل:

$$y_{transformed} = \sqrt{y_{original} + \frac{1}{2}}$$

4-2 اختبار احصاءة F : [9]

يعد اختبار F الاسلوب التقليدي المعتمد في تحليل التجارب العملية . فاذا كانت تجربة عاملية متكونة من عاملين العامل الاول A وله مستويات عددها a والعامل الثاني B عدد مستوياته b وخصصت لكل معالجة عاملية n من القطع (الوحدات) التجريبية وتنفذ التجربة وفق تصميم تام التعشبية (CRD) (Completely Randomized Design) وذلك لاختبار معنوية التأثيرات الرئيسية ، التفاعل والتأثيرات البسيطة لعوامل التجربة العاملية فان الاستجابات في هذه التجربة العاملية axb يمكن ان يعبر عنها في جدول رقم (1) وكما يلي:



استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العاملة
مع تطبيق عملي

جدول (1) الاستجابات في التجربة العاملة $a \times b$ وفق تصميم CRD :

Factor A	Factor B						
	1	2	...	j	...	b	
1	y_{111}	y_{121}	...	y_{1j1}	...	y_{1b1}	
	y_{112}	y_{122}	...	y_{1j2}	...	y_{1b2}	
	
	y_{11k}	y_{12k}	...	y_{1jk}	...	y_{1bk}	
	
	y_{11n}	y_{12n}	...	y_{1jn}	...	y_{1bn}	
	$y_{11.}$	$y_{12.}$	...	$y_{1j.}$	...	$y_{1b.}$	$y_{1.}$
...		
i	y_{i11}	y_{i21}	...	y_{ij1}	...	y_{ib1}	
	y_{i12}	y_{i22}	...	y_{ij2}	...	y_{ib2}	
	
	y_{i1k}	y_{i2k}	...	y_{ijk}	...	y_{ibk}	
	
...		
y_{i1n}	y_{i2n}	...	y_{ijn}	...	y_{ibn}		
$y_{i1.}$	$y_{i2.}$	...	$y_{ij.}$	...	$y_{ib.}$	$y_{i.}$	
...		
a	y_{a11}	y_{a21}	...	y_{aj1}	...	y_{ab1}	
	y_{a12}	y_{a22}	...	y_{aj2}	...	y_{ab2}	
	
	y_{a1k}	y_{a2k}	...	y_{ajk}	...	y_{abk}	
	
	y_{a1n}	y_{a2n}	...	y_{ajn}	...	y_{abn}	
$y_{a1.}$	$y_{a2.}$	...	$y_{aj.}$	...	$y_{ab.}$	$y_{a.}$	
y_{1j1}	$y_{.1}$	$y_{.2}$	...	$y_{.j}$	...	$y_{.b}$	$y_{...}$

وان الانموذج الرياضي يعبر عنه في الصيغة الاتية :

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

حيث ان :

$i = 1, 2, \dots, a, j = 1, 2, \dots, b, k = 1, 2, \dots, n$ ، حيث ان :

a تمثل عدد مستويات تأثير العامل A ، b تمثل عدد مستويات تأثير العامل B



استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العاملة مع تطبيق عملي

n تمثل عدد التكرارات، y_{ijk} تمثل الاستجابة للقطعة (الوحدة) التجريبية الواحدة، μ تمثل تأثير المتوسط الكلي، α_i تمثل تأثير مستوى i^{th} للعامل A ، β_j تمثل تأثير مستوى j^{th} للعامل B ، γ_{ij} تمثل تأثير التفاعل بين مستوى i^{th} للعامل A و مستوى j^{th} للعامل B ، وان $\varepsilon_{ijk} \sim (0, \sigma^2)$ يمثل الخطأ العشوائي للقطعة التجريبية k والواقعة تحت تأثير المعالجة العاملة المتكونة من المستوى i للعامل A والمستوى j للعامل B . وان مجموع المربعات تحسب كالآتي:

$$SS_{treat.} = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij.}^2}{n} - \frac{y_{...}^2}{abn}, SS_A = \frac{\sum_{i=1}^a y_{i.}^2}{nb} - \frac{y_{...}^2}{abn}, SS_B = \frac{\sum_{j=1}^b y_{.j}^2}{na} - \frac{y_{...}^2}{abn}$$

$$SS_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij.}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^a y_{i.}^2}{nb} - \frac{\sum_{j=1}^b y_{.j}^2}{na} + \frac{y_{...}^2}{abn},$$

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

واخيرا يمكن حساب SS_E عن طريق الصيغة: $SS_E = SS_{total} - SS_{treat.}$

اما درجات الحرية تكون: درجات الحرية الكلية $abn - 1$

وللتأثير الرئيسي للعامل A : $a - 1$

وللعامل B : $b - 1$

وللتفاعل بين العوامل $(a - 1)(b - 1)$.

وبذلك يمكن ايجاد درجة الحرية للخطأ عن طريق:

$$ab(n - 1) = abn - 1 - (a - 1) - (b - 1) = abn - ab = ab(n - 1)$$

ان احصاءة الاختبار F لاختبار معنوية تأثير العامل الرئيسي A والعامل الرئيسي B :

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_E} = \frac{\frac{SS_A}{a-1}}{\frac{SS_E}{ab(n-1)}}$$

$$F_B = \frac{MS_B}{MS_E} = \frac{\frac{SS_B}{b-1}}{\frac{SS_E}{ab(n-1)}}$$

وللتفاعل:

$$F_{AB} = \frac{MS_{AB}}{MS_E} = \frac{\frac{SS_{AB}}{(a-1)(b-1)}}{\frac{SS_E}{ab(n-1)}}$$

ولاختبار وجود تأثير بسيط للعامل A خلال مستويات العامل B :

$$F_{(A/B)} = \frac{MS_{a \text{ for } b_b}}{MS_E} = \frac{\frac{SS_{a \text{ for } b_b}}{a-1}}{\frac{SS_E}{ab(n-1)}}$$



استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العاملية مع تطبيق عملي

ولاختبار وجود تأثير للعامل B خلال مستويات العامل A :

$$F_{(B/A)} = \frac{MS_{b \text{ for } a_a}}{MS_E} = \frac{\frac{SS_{b \text{ for } a_a}}{b-1}}{\frac{SS_E}{ab(n-1)}}$$

واخيرا تقارن قيم F المحسوبة اعلاه مع قيم F الجدولية بمستوى معنوية معين وبدرجة حرية للعوامل والخطأ فإذا كانت القيمة المحسوبة اكبر من الجدولية عندها تكون تأثيرات العوامل معنوية على صفة الدراسة.

2-5 الطرائق اللامعلمية في تحليل التجارب العاملية :

يوجد العديد من الطرائق اللامعلمية التي تستخدم في تحليل التجارب العاملية ومنها :

1-5-2 طريقة تحويل الرتبة RT (Rank Transformation): [4]

اقترح كل من Conover و Iman طريقة تحويل الرتبة (RT) لاختبار معنوية التأثيرات للبيانات التي تعاني من فقدان احد او بعض فروض تحليل التباين حيث تستند هذه الطريقة على تحويل المشاهدات الاصلية للمتغير المعتمد الى رتب حيث ترتب المشاهدات تصاعديا ومن ثم تعطى كل مشاهدة رقم (رتبة R) حيث يعطى رقم 1 الى اصغر اول مشاهدة ورقم 2 الى اصغر ثاني مشاهدة وهكذا وصولا لحجم العينة n وفي حالة وجود عدد مكرر من المشاهدات تستخرج الرتبة لها بأخذ المعدل لها اي جمع ارقام المشاهدات المكررة وقسمتها على عددها وبعد اعطاء رتبة لكل مشاهدة عندئذ تستبدل الرتب محل المشاهدات الاصلية واخيرا تحسب قيم F جدول تحليل التباين ANOVA لرتب المشاهدات لاختبار معنوية العوامل كما في الجدول (2) الاتي :

جدول (2) تحليل التباين لرتب المشاهدات (طريقة تحويل الرتبة)

Source of variation	SS	Mean square	F
<i>Main effect A</i>	$SS_A^R = \frac{\sum_i R_{i..}^2}{nb} - \frac{R_{...}^2}{abn}$	$MS_A(R) = \frac{SS_A^R}{a-1}$	$F_A^R = \frac{MS_A(R)}{MS_E(R)}$
<i>Main effect B</i>	$SS_B^R = \frac{\sum_i R_{i..}^2}{na} - \frac{R_{...}^2}{abn}$	$MS_B(R) = \frac{SS_B^R}{b-1}$	$F_B^R = \frac{MS_B(R)}{MS_E(R)}$
<i>Interaction effect AB</i>	$SS_{AB}^R = \frac{\sum_i \sum_j R_{ij.}^2}{n} - \frac{\sum_i R_{i..}^2}{nb} - \frac{\sum_j R_{.j.}^2}{na} + \frac{R_{...}^2}{abn}$	$MS_{AB}(R) = \frac{SS_{AB}^R}{ab(n-1)}$	$F_{AB}^R = \frac{MS_{AB}(R)}{MS_E(R)}$
<i>A for b₁</i> : : <i>A for b_b</i>	$SS_{a \text{ for } b_1}^R = \frac{\sum_i R_{i1.}^2}{n} - \frac{R_{.1.}^2}{na}$: : $SS_{a \text{ for } b_b}^R = \frac{\sum_i R_{ib.}^2}{n} - \frac{R_{.b.}^2}{na}$	$MS_{(A/B)}(R) = SS_{a \text{ for } b_1}^R / (a-1)$: : $MS_{(A/B)}(R) = SS_{a \text{ for } b_b}^R / (a-1)$	$MS_{a \text{ for } b_1}(R) / MS_E$: : $MS_{a \text{ for } b_b}(R) / MS_E$
<i>B for a₁</i> : : <i>B for a_a</i>	$SS_{b \text{ for } a_1}^R = \frac{\sum_j R_{1j.}^2}{n} - \frac{R_{1..}^2}{nb}$: : : $SS_{b \text{ for } a_a}^R = \frac{\sum_j R_{aj.}^2}{n} - \frac{R_{a..}^2}{nb}$	$MS_{(B/A)}(R) = SS_{b \text{ for } a_1}^R / (b-1)$: : : $MS_{(B/A)}(R) = SS_{b \text{ for } a_a}^R / (b-1)$	$MS_{b \text{ for } a_1}(R) / MS_E$: : : $MS_{b \text{ for } a_a}(R) / MS_E$



استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العاملة مع تطبيق عملي

$$SSR_{b\ for\ a_a} = \frac{\sum_j R_{1j}^2}{n} - \frac{R_{1..}^2}{nb}$$

واخيرا تقارن القيم المحسوبة مع الجدولية مع درجات الحرية لكل من الخطأ والعوامل وعند مستوى معنوية معين فإذا كانت القيم المحسوبة اكبر من الجدولية عندها تكون تأثيرات المدروسة معنوية.

2-5-2 طريقة تحويل الرتبة المترافقة ART (Aligned Rank Transformation) : [7]

اقترح Higgins وآخرون طريقة الرتبة المترافقة لاختبار التأثيرات الرئيسية والتفاعل حيث تستند هذه الطريقة على ازالة التأثيرات الرئيسية عند دراسة التفاعل وبالعكس ، أي اجراء ترانصف للبيانات المطلوبة وذلك بطرح الاوساط الحدية من كل مشاهدة . أي لاختبار تأثير العامل A فان البيانات تترانصف لإزالة تأثير كل العامل B والتفاعل . ولاختبار تأثير العامل B فان البيانات تترانصف لإزالة تأثير كل العامل A والتفاعل . واخيرا لاختبار تأثير التفاعل تترانصف البيانات لإزالة تأثير كل من العوامل A وB وبداية لإجراء عملية تحويل الرتبة المترافقة ART نقدر جميع التأثيرات للعوامل ومن ثم اجراء عملية ترانصف لها باستخدام mean كوسط حسابي حدي لطرحة من مشاهدات العوامل :

$$\hat{\mu}_{i.} = \frac{1}{nb} \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk} = \bar{y}_{i.}, \hat{\mu}_{.j} = \frac{1}{na} \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^n y_{ijk} = \bar{y}_{.j},$$
$$\hat{\mu}_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n y_{ijk} = \bar{y}_{ij}, \hat{\mu} = \frac{1}{nab} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk} = \bar{y}_{...}$$

تقدير التأثيرات للعوامل :

$$\hat{\mu} = \bar{y}_{...}, \hat{\alpha}_i = \hat{\mu}_{i.} - \hat{\mu}, \hat{\beta}_j = \hat{\mu}_{.j} - \hat{\mu}, \hat{\gamma}_{ij} = \hat{\mu}_{ij} - \hat{\mu}_{i.} - \hat{\mu}_{.j} + \hat{\mu},$$
$$\hat{\epsilon}_{ijk} = \hat{\mu}_{ijk} - \hat{\mu}_{ij}$$

اما البيانات المترافقة للتأثيرات فتكون كالاتي :
للعامل A:

$$y_{ijk(aligned)} = y_{ijk} - (\hat{\mu} + \hat{\beta}_j + \hat{\gamma}_{ij})$$
$$= y_{ijk} - (\hat{\mu} + \hat{\beta}_j + \hat{\gamma}_{ij} + \hat{\alpha}_i) + \hat{\alpha}_i$$
$$= (y_{ijk} - \bar{y}_{ij.}) + \hat{\alpha}_i$$
$$= \hat{\epsilon}_{ijk} + \hat{\alpha}_i$$



استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العاملة مع تطبيق عملي

: للعامل B

$$\begin{aligned} y_{ijk(\text{aligned})} &= y_{ijk} - (\hat{\mu} + \hat{\alpha}_j + \hat{\gamma}_{ij}) \\ &= y_{ijk} - (\hat{\mu} + \hat{\alpha}_j + \hat{\gamma}_{ij} + \hat{\beta}_i) + \hat{\beta}_i \\ &= (y_{ijk} - \bar{y}_{ij.}) + \hat{\beta}_i \\ &= \hat{\varepsilon}_{ijk} + \hat{\beta}_i \end{aligned}$$

: وللتفاعل

$$\begin{aligned} y_{ijk(\text{aligned})} &= y_{ijk} - (\hat{\mu} + \hat{\alpha}_i + \hat{\beta}_j) \\ &= y_{ijk} - (\hat{\mu} + \hat{\alpha}_j + \hat{\beta}_j + \hat{\gamma}_{ij}) + \hat{\gamma}_{ij} \\ &= (y_{ijk} - \bar{y}_{ij.}) + \hat{\gamma}_{ij} \\ &= \hat{\varepsilon}_{ijk} + \hat{\gamma}_{ij} \end{aligned}$$

وبعد اجراء عملية تراصف لجميع البيانات ترتب تصاعديا وتعطى لكل مشاهدة رقم (رتبة) من الاصغر الى حجم العينة حيث نفترض ان aR_{ijk} تمثل رتب للملاحظات y_{ijk} المترصفة . وبعد اعطاء رتب للملاحظات المترصفة يطبق تحليل التباين ANOVA على هذه الرتب لحساب احصاءه F لاختبار معنوية التأثيرات المدروسة و كما في الجدول (3) ادناه :

جدول (3) تحليل التباين لرتب المشاهدات (طريقة تحويل الرتب المترصفة)

Source of variation	SS	Mean square	F
<i>Main effect A</i>	$SS_A^{aR} = \frac{\sum_i aR_{i..}^2}{nb} - \frac{aR_{...}^2}{abn}$	$MS_A(aR) = \frac{SS_A^{aR}}{a-1}$	$F_A^{aR} = \frac{MS_A(aR)}{MS_E(aR)}$
<i>Main effect B</i>	$SS_B^{aR} = \frac{\sum_i aR_{i..}^2}{na} - \frac{aR_{...}^2}{abn}$	$MS_B(aR) = \frac{SS_B^{aR}}{b-1}$	$F_B^{aR} = \frac{MS_B(aR)}{MS_E(aR)}$
<i>Interaction effect AB</i>	$SS_{AB}^{aR} = \frac{\sum_i \sum_j aR_{ij.}^2}{n} - \frac{\sum_i aR_{i..}^2}{nb} - \frac{\sum_j aR_{.j.}^2}{na} + \frac{aR_{...}^2}{abn}$	$MS_{AB}(aR) = \frac{SS_{AB}^{aR}}{ab(n-1)}$	$F_{AB}^{aR} = \frac{MS_{AB}(aR)}{MS_E(aR)}$
<i>A for b₁</i> ⋮ <i>A for b_b</i>	$SS_{a \text{ for } b_1}^{aR} = \frac{\sum_i aR_{i1.}^2}{n} - \frac{aR_{.1.}^2}{na}$ ⋮ $SS_{a \text{ for } b_b}^{aR} = \frac{\sum_i aR_{ib.}^2}{n} - \frac{aR_{.b.}^2}{na}$	$MS_{(A/B)}(aR) = SS_{a \text{ for } b_1}^{aR} / (a-1)$ ⋮ $MS_{(A/B)}(aR) = SS_{a \text{ for } b_b}^{aR} / (a-1)$	$MS_{a \text{ for } b_1}(aR)$ / MS_E ⋮ $MS_{a \text{ for } b_b}(aR)$ / MS_E
<i>B for a₁</i> ⋮ <i>B for a_a</i>	$SS_{b \text{ for } a_1}^{aR} = \frac{\sum_j aR_{1j.}^2}{n} - \frac{aR_{1..}^2}{nb}$ ⋮ $SS_{b \text{ for } a_a}^{aR} = \frac{\sum_j aR_{aj.}^2}{n} - \frac{aR_{a..}^2}{nb}$	$MS_{(B/A)}(aR) = SS_{b \text{ for } a_1}^{aR} / (b-1)$ ⋮ $MS_{(B/A)}(aR) = SS_{b \text{ for } a_a}^{aR} / (b-1)$	$MS_{b \text{ for } a_1}(aR)$ / MS_E ⋮ $MS_{b \text{ for } a_a}(aR)$ / MS_E

حيث ان aR هي بيانات الرتب المترصفة .



استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العاملة مع تطبيق عملي

واخيرا تقارن القيم المحسوبة مع الجدولية عند درجات الحرية لكل من الخطأ والعوامل وعند مستوى معنوية معين فإذا كانت القيم المحسوبة اكبر من الجدولية عندها تكون التأثيرات المدروسة معنوية.

3- التطبيق :

اجريت تجربة عاملية (3X3) وبخمس تكرارات لدراسة التأثير لعدة تراكيز من عقار الامبسلين A (Ampicillin) (وهو عقار ينتمي الى مجموعة البيتا لاكتام وهي مضادات حيوية واسعة ويمكن وصفها لعلاج الالتهاب الرئوي وامراض الجهاز التنفسي وامراض الجهاز التناسلي والهضمي حيث له القابلية على هدم او تثبيط بناء جدران الخلايا البكتيرية) و عدة تراكيز من مستخلص الشاي الاخضر B (Theaflavin) وما ينتج من الاثار عند زيادة التراكيز لكلاهما على بكتيريا *Stenotrophomonas maltophilia* المعزولة من مرضى الجهاز التنفسي والذين تراوحت اعمارهم بين (15-45) سنة وكذلك حساب التأثير بعد مزج العقارين AB معا وبتراكيز متسلسلة لكل منهما اي معرفة تأثير التداخل الدوائي (وهي حالة تحدث عندما يعطى عقارين في وقت واحد او عقار مع مادة غذائية او مستخلص نباتي ممكن ان تؤثر على فعالية العقار الاول عندما يتم تناول الدوائين معا من قبل الانسان) ¹.

وتم اختبار ملاءمة البيانات للتوزيع الطبيعي عن طريق احتساب احصاءة شابيرو- ويلك باستخدام البرنامج الاحصائي (MATLAB) حيث كانت قيمة الاحصاءة 0.001 وتقابلها القيمة الجدولية 0.000 فتكون القيمة المحسوبة اكبر من الجدولية عند مستوى معنوية 0.01 وهذا يعني ان توزيع البيانات يكون توزيع غير طبيعي. اما لاختبار تجانس تباينات البيانات فقد تم احتساب احصاءة كوكران باستخدام برنامج (MATLAB) وقد اظهرت نتيجتها 0.7172 والتي تقارن بالقيمة الجدولية مع مستوى معنوية 0.01 والتي تساوي 0.358 وهذا يعني ان $F_{cal} > F_{(table)}$ لذا ترفض الفرضية التي تنص بتجانس تباينات البيانات لذا فان البيانات تعاني كذلك من مشكلة عدم تجانس تباينات العينات .

1-3 تحليل التباين المعلمي F (ANOVA) :

تم حساب جدول تحليل التباين (ANOVA) لاختبار التأثيرات الرئيسية A,B وتأثير التفاعل AB و اختبار التأثير البسيط لكلا العاملين و الجدول (4) يبين قيمة F المحسوبة والجدولية لكل العوامل المدروسة في التجربة.

الجدول (4) تحليل التباين (ANOVA) المعلمي

S.O.V	D.F	S.S	M.S	F _{cal}	F _{tab}
A	2	186.8284	93.4142	131.0362	5.39
B	2	62.5618	31.2809	43.8791	5.39
AB	4	48.8356	12.2089	17.1259	4.02
a at b ₁	2	177.4453	88.7227	124.4551	5.39
a at b ₂	2	40.4853	20.2427	28.3953	5.39
a at b ₃	2	17.7333	8.8667	12.4377	5.39
b at a ₁	2	7.3120	3.6560	5.1284*	5.39
b at a ₂	2	25.6853	12.8427	18.0150	5.39
b at a ₃	2	78.4000	39.2000	54.9875	5.39
Error	36	25.6640	0.7129		

¹ بيانات التجربة في الملحق



استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العاملة مع تطبيق عملي

يلاحظ من خلال مقارنة قيمة F المحسوبة مع القيمة الجدولية لكل العوامل ان تأثيرات جميع العوامل في التجربة معنوية عند مستوى معنوية 0.01 ما عدا التأثير البسيط للعامل B خلال المستوى الاول للعامل A فكان غير معنوي.

2-3 تحليل التباين في حالة اجراء التحويلات :

تم اجراء تحويل (Logarithmic & Square root) على البيانات وذلك للحصول على بيانات تحقق فروض تحليل التباين .

والجدول (5) يبين قيمة F المحسوبة والجدولية لكل العوامل المدروسة في التجربة بعد اجراء التحويل اللوغاريتمي والجذر التربيعي (Logarithmic & Square root) على البيانات.
الجدول (5) تحليل التباين بعد اجراء التحويلات

تحويل Logarithmic	F_{cal}	F_{tab}	تحويل Square root	F_{cal}	F_{tab}
A	201.6346	5.39	A	233.8061	5.39
B	66.5475	5.39	B	14.9039	5.39
AB	24.7626	4.02	AB	20.5954	4.02
a at b_1	183.175	5.39	a at b_1	177.4350	5.39
a at b_2	36.2837	5.39	a at b_2	76.8362	5.39
a at b_3	31.7005	5.39	a at b_3	20.7256	5.39
b at a_1	22.8797	5.39	b at a_1	0.3451*	5.39
b at a_2	45.2005	5.39	b at a_2	0.6310*	5.39
b at a_3	47.9927	5.39	b at a_3	55.1186	5.39

يلاحظ من خلال مقارنة قيمة F المحسوبة مع القيمة الجدولية لكل العوامل ان تأثير العوامل الرئيسية A و B والتفاعل لكلا التحويلين في التجربة معنوية اما التأثيرات البسيطة لمستويات العوامل عند مستوى معنوية 0.01 فكانت جميع التأثيرات البسيطة للتحويل Log معنوية اما التحويل Square Root كانت التأثيرات البسيطة معنوية عدا التأثير البسيط للعامل B خلال المستوى الاول والثاني للعامل A فكان غير معنوي عند نفس مستوى المعنوية 0.01 .

3-3 الطرائق اللامعلمية :

بعد اجراء تحويل للبيانات حسب الطرائق اللامعلمية تم الحصول على جدول تحليل التباين للعوامل المدروسة وكما في الجدول رقم (6) الاتي :

جدول (6) تحليل التباين بعد اجراء التحويل بالطرائق اللامعلمية

Effects	RT (F_{cal})	RT(F_{tab})	ART(F_{cal})	ART(F_{tab})
A	228.1238	5.39	2092.7	5.39
B	65.0635	5.39	963.832	5.39
AB	27.7410	4.02	1068.2	4.02
a at b_1	204.9886	5.39	4230	5.39
a at b_2	40.3697	5.39	1035.2	5.39
a at b_3	38.2476	5.39	1035.2	5.39
b at a_1	36.3583	5.39	2779.4	5.39
b at a_2	44.4886	5.39	1206.3	5.39
b at a_3	39.6987	5.39	1794.9	5.39

يلاحظ من خلال مقارنة قيمة F المحسوبة مع القيمة الجدولية لكل العوامل ان جميع التأثيرات للعوامل المدروسة في التجربة معنوية لكلا الطرائق اللامعلمية (RT,ART) عند مستوى معنوية 0.01 .



استخدام بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتحليل التجارب العاملة مع تطبيق عملي

الاستنتاجات : Conclusions

- 1- ادى تطبيق تحليل التباين (ANOVA) المعلمي واساليب التحويل الى اختلاف في قيم F حيث اظهر تطبيق (ANOVA) معنوية التأثيرات الرئيسية والتفاعل للعوامل المدروسة على الرغم من عدم استيفاء البيانات لجميع شروط (فروض) تحليل التباين ANOVA .
- 2- اظهر تطبيق التحويل اللوغاريتمي معنوية جميع التأثيرات اما تحويل الجذر التربيعي فقد اظهر عدم المعنوية في بعض التأثيرات البسيطة للعوامل المدروسة.
- 3- اظهر تطبيق كلتا احصاءات التحويلات اللامعلمية (RT,ART) المعنوية لجميع التأثيرات للعوامل المدروسة .

التوصيات : Recommendations

- 1- يوصي باستخدام التحويلات (الطرائق) اللامعلمية مباشرة لأي شكل من اشكال البيانات في حالة اختراق فروض تحليل التباين ANOVA لما تقدمه من نتائج دقيقة.
- 2- يوصي باستعمال احصاءات التحويل اللامعلمية RT , ART لما تقدمه من معنوية عالية لجميع التأثيرات للعوامل المدروسة .

المصادر:

المصادر العربية:

- 1- الخطيب ، حسام عثمان حسن . (2012). التكرار الجزئي لحل مشكلة زيادة عدد المعالجات في التصميم العامل ، رسالة ماجستير في الاحصاء التطبيقي ، كلية الاقتصاد والعلوم الادارية-جامعة الازهر-غزة.
- 2- عبد الرحمن ، عماد غايب .(2012). تصميم تحليل التجارب الزراعية ، كلية الزراعة_جامعة تكريت.
- 3- المشهداني ، كمال علوان خلف .(2010). تصميم وتحليل التجارب باستخدام الحاسوب ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد ، مكتب الجزيرة للطباعة والنشر _ الطبعة الاولى .

المصادر الاجنبية:

- 4- Conover, W. J. & Iman, R. L. (1981). Rank transformations as a bridge between parametric and nonparametric statistics, The American Statistician, vol. 35,no. (3),pp 124-129.
- 5- Gamast, G .Meyers L.S.& Guarino , A.J.(2008). Analysis of Variance Designs , A Conceptual and Computational Approach with SPSS and SAS.
- 6- Glass , G.V. , Pecham, P.D. & Sanders , J.R. (1972) . Consequences of Failure TO Meet Assumptions Underlying The Fixed Effects Analyses Of Variance And Covariance, Review of Educational Research, vol. 42,no.3,pp.237-288 .
- 7- Luepsen, H. (2016a). The Aligned Rank Transform and discrete Variables- a Warning. URL [http:// www.uni-koeln.de/~ luepsen/statistik/ texte/ ART-discrete.pdf](http://www.uni-koeln.de/~luepsen/statistik/texte/ART-discrete.pdf).
- 8- Mansouri ,H.(1999). Multifactor analysis of variance based on the aligned rank transform technique, Computational Statistics & Data Analysis ,vol. 29,pp. 177-189.
- 9- Montgomery , D.C .(2001). Design and Analysis of Experiments, fifth Edition, ARIZONA STATE UNIVERSITY.



- 10- Pavur, R.J. and Nath, R. (1986). Parametric versus rank transform procedures in the two-way factorial experiment: A comparative study, J. Statist. Comp. Simul.,vol. 23,no.3,pp. 231-240.
- 11- Saste ,S.V., Sananse ,S.L. & Sonar,C.D.(2016).On Parametric and nonparametric analysis of two factor factorial experiments , International Journal of Applied Research,vol.2,no.(7), pp.653-656.
- 12- Sawilowsky ,S. S. (1990). Nonparametric tests of interaction in experimental design, Review of Educational Research.vol. 60,no.1, pp 91–126.
- 13- Toothaker, L.E. & Newman ,D. (1994). Nonparametric Competitors to the Two-Way ANOVA, Journal of Educational and Behavioral Statistics, Vol. 19, no. 3, pp. 237-273.
- 14- Wobbrock, J. O., Findlater, L., Gergle, D. & Higgins, J. (2011). The Aligned Rank Transform for Nonparametric Factorial Analyses Using Only ANOVA Procedures, Computer Human Interaction – CHI 2011 Session: Research Methods , pp. 143-146.
- 15- Yates, H.L. (2011). A Comparison of Type I Error and Power of the Aligned Rank Method using Means and Medians for Alignment, submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree MASTER OF SCIENCE . Department of Statistics College of Arts and Sciences. KANSAS STATE UNIVERSITY.



استخدام بعض الطرائق المعملية واللامعملية لتحليل التجارب العاملة
مع تطبيق عملي

الملحق

الملحق رقم (1) بيانات تجريبية عملية منفذة بتصميم تام التعشبية لدراسة تأثير ثلاث تراكيز (مستويات) من عقار الامبسلين (Ampicillin) وثلاث تراكيز (مستويات) مستخلص الشاي الاخضر (Theaflavin)² من عقار

Ampicillin concentration µg/ml	Theaflavin concentration µg/ml		
	<u>3.125</u>	<u>12.5</u>	<u>50</u>
<u>3.125</u>	10.0, 12.0, 10.0, 12.0, 10.0	6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.2	2.4, 2.4, 2.4, 2.4, 2.4
<u>12.5</u>	7.0, 9.0, 7.0, 10.0, 7.0	5.4, 5.4, 5.4, 5.4, 5.4	4.0, 4.0, 4.2, 4.0, 4.0
<u>50</u>	4.0, 6.0, 4.0, 8.0, 4.0	3.0, 3.0, 3.0, 3.0, 3.0	2.8, 2.8, 2.8, 2.8, 2.8

بيانات التجربة من : جامعة بغداد / كلية الطب البيطري / د. عروبة محمد سعيد



The Use Of Some Parametric And Non parametric Methods For Analysis Of Factorial Experiments With Application

summary

In this search, we examined the factorial experiments and the study of the significance of the main effects, the interaction of the factors and their simple effects by the F test (ANOVA) for analyze the data of the factorial experience. It is also known that the analysis of variance requires several assumptions to achieve them, Therefore, in case of violation of one of these conditions we conduct a transform to the data in order to match or achieve the conditions of analysis of variance, but it was noted that these transfers do not produce accurate results, so we resort to tests or non-parametric methods that work as a solution or alternative to the parametric tests , these methods (Rank Transformation (RT) and Aligned Rank Transformation (ART)) and applied to real data of the experiment obtained from the college of Veterinary Medicine University of Baghdad, where after testing data we found that it does not distribute normal distribution and It suffers from the problem of heterogeneity It was concluded that the application of the analysis of variance on these data did not give a significant effect for all the effects as well as for the transfers either in case of the application of non-parametric methods were given high significant results .

Key Words/ Factorial Experiment, Analysis Of Variance (ANOVA) , Transformations , F Test , Nonparametric Transformation .