استخدام بعض الطرائق اللامعلمية في ظل عدم تجانس تباين بيانات التجربة العاملية (دراسة تطبيقية في مجال الطب البيطري)

أ. كمال علوان خلف المشهداني الباحثة هديل عماد ناصر

جامعة بغداد / كلية الإدارة والاقتصاد

The Use Of Some non-Parametric Methods In The Absence Of Homogeneity Of The Variation Of The Data For The Factorial Experiment (Application IN Veterinary Medicine)

Prof. Kamal Alwan AL-Mashhadani Hadeel Imad Nasir

Uni. of Baghdad/ College of Administration & Economics

تاريخ استلام البحث 2018/3/20 تاريخ قبول النشر 2018/5/9

المستخلص:

في هذا البحث أردنا دراسة التجارب العاملية بهدف اختبار معنوية التأثيرات للعوامل الرئيسية والتفاعل بين مستويات العوامل في آن واحد و يكون اختبار معنوية التأثيرات من طريق تحليل التباين (ANOVA) الذي يتطلب أن تكون بيانات التجربة مستوفية لشروط تحليل التباين وفي حالة عدم استيفاء بيانات التجربة لشرط تحليل التباين وهو عدم تجانس التباين (وهو واحد من شروط أو فروض تحليل التباين) يجعل نتائج الاختبارات التي يتم الحصول عليها غير دقيقة ولا يمكن الاعتماد عليها لذا يتم اللجوء إلى أساليب أو طرائق أخرى للحد من الوقوع في هذا الخطأ ومن الطرائق التي تعطي نتائج دقيقة لمثل هذه الحالة هي الطرائق اللامعلمية وهناك ثمة طرائق لا معلمية لتحليل بيانات التجربة العاملية ومنها:

(Puri&Sen , Inverse Normal Transformation (INT) and Van Der Waerden)

التي تم تطبيقها على بيانات تجربة حقيقية فتم الحصول عليها من كلية الطب البيطري جامعة بغداد حيث تم اختبار البيانات ووجد أنها تفتقد لشرط تجانس التباين للعينات . وتوصل إلى الحصول على المعنوية لمعظم التأثيرات عند تطبيق الطرائق اللامعلمية.

الكلمات المفتاحيه: التجربة العاملية، تحليل التباين ANOVA، الاختبار ألمعلمي F، الاختبارات اللامعلمية.

Abstract:

In this search we wanted to study the factorial experiments in order to test the significance of the effects of the main factors and the interaction between the levels of the factors at the same time , the test of the effects of significant of factors and interactions is by analysis of variance (ANOVA) requires that the experimental data meet the requirements of the variance analysis, but if the data does not meet the variance requirement, the heterogeneity requirement (one of the conditions or assumptions of the variance analysis) we obtained inaccurate and unreliable results, so it resorting to methods or other methods to reduce falling into this error and that give accurate results for this case are the methods nonparametric there are several nonparametric methods to analysis factorial experiment data: (Puri And Sen, Inverse Normal Transformation (INT) and Van Der Waerden) and applied to real data of the experiment obtained from the college of Veterinary Medicine University of Baghdad, where after testing data we found It suffers from the problem of heterogeneity .Then it found that the applying the non-parametric methods, the significant for some effects was obtained.

KeyWords: Factorial Experiment, ANOVA Analysis, Parametric Test F, Nonparametric Tests.

المبحث الأول

1-1 المقدمة

يتم تحليل بيانات التجربة العاملية كما هو معلوم من طريق الاختبار ألمعلمي F (تحليل التباين) إلا أن تحليل التباين (ANOVA) يكون مقيداً بشروط عديدة (فروض) وهي (التوزيع الطبيعي للبيانات، وتجانس تباينات العينات، واستقلالية الأخطاء وغيرها) وان أي خرق أي عدم تحقق لإحدى الشروط (الفروض) يجعل من تحليل التباين (ANOVA) غير مجدي بحيث أن النتائج التي سوف يتم الحصول عليها من تحليل بيانات التجربة تكون غير دقيقة ومن ثم لا يمكن الاعتماد على مثل هذه النتائج لذا فان في حالة فقدان البيانات لشرط (فرض) عدم تجانس التباين للعينات لا يمكن الاعتماد على نتائجها عند تطبيق الاختبار ألمعلمي (ANOVA) عليها لذا نلجأ إلى أساليب وطرائق أخرى لتفادي الوقوع بمثل هذه المشكلة وهي الاختبارات (الطرائق) اللامعلمية إذ تعد بديلاً عن الطرائق المعلمية كونها تمتاز بسهولة التطبيق ولا يتطلب استخدامها معرفة توزيع المجتمع الذي سحبت منه عينة الدراسة وثمة طرائق عديدة لامعلمية لتحليل بيانات التجربة العاملية التي تفتقد لإحدى شروط تحليل التباين ومن هذه الطرائق:
(Puri & Sen, Inverse Normal Transformation (INT), and Van Der Waerden)

وتطبيقها على بيانات تجربة حقيقية.

1-2 مشكلة البحث

لاختبار معنوية التأثيرات الرئيسة، والتفاعل والبسيطة لعوامل التجربة العاملية يتم ذلك من طريق الاختبار المعلمي تحليل التباين (ANOVA) المعتاد وكما هو معروف بان تحليل التباين (ANOVA) يكون مقيداً بعدة شروط (فروض) التي يجب بأن تتحقق في بيانات التجربة ولكن ثمة مشكلة تكمن في حالة عدم تحقق البيانات لشرط عدم تجانس التباين للعينات مما يجعل تطبيق (ANOVA) على مثل هذه البيانات غير مجدي فلا يعطي نتائج دقيقة ولا يمكن الاعتماد على مثل هذه النتائج.

1-3 هدف البحث

يهدف البحث إلى استخدام طرائق إحصائية (اختبارات لامعلمية) بديلة عن الطرائق المعلمية لتحليل بيانات تجربة عاملية تعاني من مشكلة عدم تجانس تباينات العينات.

المبحث الثاني: الجانب النظري

2-1 التجارب العاملية [1,2,5,16,18]

تعد التجربة العاملية مهمة وذات استخدام واسع في مجالات عديدة كالمجال الصناعي والزراعي والطبي وغيرها وذلك للتمكن من اختبار معنوية تأثير العوامل الرئيسة للتجربة والتفاعل والتأثيرات البسيطة لمستويات العوامل في أن واحد أي لا يهمل أي تأثير في التجربة.

وتمتاز التجربة العاملية بمزايا عديدة مما يجعلها أكثر التجارب كفاءة وهي:

1- الكفاءة العالية في تزويدنا بالمعلومات عن كافة العوامل المدروسة في التجربة والتفاعلات أي اختبار معنوية التأثيرات الرئيسة والتفاعل بين مستويات العوامل المختلفة.

2- إن اختبار معنوية التأثيرات جميعها في آن واحد يسهم في التقليل في الوقت والجهد والكلفة.

إلا أنه على الرغم من المزايا المذكورة أنفاً فان التجربة العاملية لا تخلو من المآخذ فعندما يكون حجم التجربة كبيراً بازدياد عدد العوامل يصبح إجراء التجربة (التحليل الإحصائي للبيانات) مكلف وأكثر تعقيدا مما يؤدي إلى صعوبة تنفيذ التجربة العاملية الكبيرة في حقل أو معمل ما.

2-2 التأثيرات الرئيسة للتفاعلات والتأثيرات البسيطة [4]

إن التأثيرات الرئيسة (Main Effects) للعوامل تعرف على أنها التغير في الاستجابة نتيجة للتغيير في مستوى العامل الرئيس. وتعرف التفاعلات (Interactions) على أنها التداخل بين مستويات العوامل أي الاستجابة لعامل ما تحت تأثير المستويات المختلفة للعوامل الأخرى مع بعضها. ويحدث التفاعل عندما تتغير الاستجابة (Response) لعامل ما او لعوامل عديدة بتأثيرها في بعض الدراسة. وأخيرا يعرف التأثير البسيط (Simple Effect) للعامل على انه الفرق في الاستجابة بين مستويات عامل عند مستوى معين للعامل الأخر.

2-3 تحليل التباين (ANOVA) [10]

يستعمل تحليل التباين (ANOVA) في اختبار ما إذا كان ثمة فروق معنوية بين متوسطات كل متغير من متغيرات الدراسة أي يهتم في تحديد مصادر الاختلاف بين المتوسطات.

2-3-1 الفروض الأساس لتحليل التباين

أن تحليل التباين يكون مقيداً بشروط عديدة (فروض) يجب أن تتحقق وهي:

أولا: التأثيرات الأساس تجميعية

ثانيا: استقلالية الأخطاء العشوائية

ثالثا: التوزيع الطبيعي للأخطاء

رابعا: تجانس العينات أو المجموعات [6,11]

أحد شروط تحليل التباين هو تجانس تباين العينات ويعني أن تكون الاختلافات العشوائية داخل العينات متجانسة (أي تكون متساوية بالنسبة للعينات المختلفة) وهذه النقطة لها أهمية في المساعدة في الحصول على تباين واحد لجميع العينات أو المجموعات. وتوجد عدة اختبارات إحصائية للتأكد من الافتراض منها اختبار بارتليت (Bartlett) واختبار كوكران (Cochran).

2-4 الاختبار المعلمي (احصاءة F) [3,17,20]

تعد الأساليب (الاختبارات) الإحصائية المعملية واحدة من أهم التطبيقات المهمة في علم الإحصاء حيث تمتاز بمميزات عديدة منها:

1- تستخدم الأساليب المعلمية في حالة العينات الكبيرة.
2- يكون الاختبار المعلمي أكثر دقة وكفاءة من الإحصاءات الأخرى.
3- تستخدم الأساليب المعلمية في حالة استيفاء البيانات لشروط (فروض) تحليل التباين ANOVA.

وعلى الرغم من الميزات المذكورة أعلاه إلا أن الأساليب المعلمية لا تخلو من المآخذ ومنها:

1- تعد الأساليب المعلمية أكثر صعوبة من الإحصاءات الأخرى إذ تعتمد على فروض كثيرة تحتاج لفهمها.
2- يتم تطبيق الأساليب المعلمية على نوعية بيانات محدودة لكونها تتطلب أن تكون بيانات حقيقية وعددية.

فلو فرضنا إن لدينا تجربة عاملية منفذة وفق تصميم تام التعشية (Completely Randomized Design) (CRD) بهدف اختبار معنوية التأثيرات الرئيسة والتفاعل والتأثيرات البسيطة والتجربة بعاملين العامل الأول A وله مستويات عددها a والعامل الثاني B عدد مستوياته b وخصص لكل معالجة عاملية ل n من القطع (الوحدات) فان الاستجابات في هذه التجربة العاملية axb يمكن أن يعبر في الجدول رقم (1) كما يأتي:

جدول رقم (1)

يبين الاستجابات في التجربة العاملية a x b وفق تصميم CRD

	1	2	...	j	...	b	
	y_{111}	y_{121}	...	y_{1j1}	...	y_{1b1}	
	y_{112}	y_{122}	...	y_{1j2}	...	y_{1b2}	
	...	...	...	...	...	...	
1		y_{12k}	...	y_{1jk}	...	y_{1bk}	
		...	...	...	...	...	
	y_{11k}	y_{12n}	...	y_{1jn}	...	y_{1bk}	
	...	$y_{12.}$	...	$y_{1j.}$	...	$y_{1b.}$	$y_{1..}$
	...	...	...	...	...	...	
	y_{i11}	y_{i21}	...	y_{ij1}	...	y_{ib1}	
	y_{i12}	y_{i22}	...	y_{ij2}	...	y_{ib2}	
i	...	...	...	...	...	...	
	y_{i1k}	y_{i2k}	...	y_{ijk}	...	y_{ibk}	
	...	...	...	...	...	...	
	y_{i1n}	y_{i2n}	...	y_{ijn}	...	y_{ibn}	
	$y_{i1.}$	$y_{i2.}$	...	$y_{ij.}$	...	$y_{ib.}$	$y_{i..}$
	...	...	...	...	...	...	
	y_{a11}	y_{a21}	...	y_{aj1}	...	y_{ab1}	
	y_{a12}	y_{a22}	...	y_{aj2}	...	y_{ab2}	
	...	...	...	...	...	...	
a	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 الأنموذج الرياضي يعبر عنه في الصيغة الآتية:

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

حيث أن:

$$i = 1,2,\dots.,a\ , j = 1,2,\dots\dots,b\ , k = 1,2,\dots.,n$$

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

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 العاملية المتكونة من المستوى i للعامل A والمستوى j للعامل B.

وان مجموع المربعات تحسب كالآتي:

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

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

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

وأخيرا يمكن حساب SS_E من طريق الصيغة: $SS_E = SS_{total} - SS_{treat.}$

أما درجات الحرية فتكون:

درجات الحرية الكلية $abn - 1$، للعامل الرئيس A : $a - 1$

وللعامل الرئيس B :b − 1، وللتفاعل بين العوامل $(a-1)(b-1)$.

وبذلك يمكن ايجاد درجة الحرية للخطأ عن طريق:

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

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

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_E} = \frac{\frac{SS_A}{a-1}}{\frac{SS_E}{ab(n-1)}}\quad ,\quad F_B = \frac{MS_B}{MS_E} = \frac{\frac{SS_B}{b-1}}{\frac{SS_E}{ab(n-1)}}$$

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:

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

ولاختبار وجود تأثير للعامل B خلال مستويات العامل A:

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

وأخيرا تقارن القيم المحسوبة مع الجدولية مع درجات الحرية كل من الخطأ والعوامل وعند مستوى معنوية معين فإذا كانت القيم المحسوبة أكبر من الجدولية عندها تكون تأثيرات العوامل معنوية.

2-5 الاختبارات الإحصائية اللامعلمية [7,13,19]

تعد الأساليب (الاختبارات) اللامعلمية من الاختبارات الشائعة وخاصةً عندما يكون شرط تطبيق الاختبارات المعلمية غير متحقق اي تفقد البيانات لإحدى الشروط او بعضها (فروض) التوزيع مما يجعل نتائج تطبيق الاختبارات المعلمية غير دقيقة لذا تعد الاختبارات اللامعلمية كبديل أو حل لمثل هذه الحالات.

وتمتاز الأساليب (الاختبارات) اللامعلمية بعدة مزايا وهي كالأتي:

1- سهلة عند التطبيق حيث يتطلب تطبيقها القليل من الفروض عن المجتمع الذي سحبت منه عينة الدراسة.
2- سهلة للفهم على الشخص الذي يستخدمها.
3- تستخدم في حالة عدم معرفة توزيع المجتمع وكذلك عند انتهاك بعض من شروط تحليل التباين.
4- يعد الإحصاء اللامعلمي أكثر ملائمة لتحليل البيانات (الاسمية والرتبة (المتغيرات النوعية) وغيرها.

في حين تقابل المزايا المذكورة انفاً بعضاً من مآخذ الاختبارات اللامعلمية:

1- تعد اقل قوة من الاختبارات المعلمية عند استيفاء شروط (فروض) تحليل التباين.

2- يكون تطبيقها أكثر تعقيدا في حالة كون العينات المأخوذة من مجتمع الدراسة كبيرة جدا.

2-5-1 الطرائق اللامعلمية المستخدمة في تحليل التجارب العاملية

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

2-5-1 طريقة Puri and Sen [12,15,21]

اقترح كل من Puri and Senاختبار PS الذي أطلقوا عليه ايضا (Statistic) للنماذج الخطية لاختبار الفرضية التي تنص على عدم وجود تأثيرات رئيسة او تفاعل في المخططات باتجاهين.

يعد هذا الاختبار تعميماً لاختبار Kruskal_Wallis (للعينات المستقلة) واختبار Friadman (للعينات المعتمدة) ومما هو معروف للاختبارين المذكور انفاً بأنها تقوم على ترتيب مشاهدات المتغير المعتمد أي إعطائه رتباً فان اختبار إحصاءه L تقوم على ترتيب البيانات الأصلية ايضاً ومن ثم حساب مجاميع المربعات المختلفة لتلك الرتب وأخيرا حساب احصاءة PS (احصاءة L) التي تأخذ الشكل الآتي:

$$L = (N-1)\,\theta$$

حيث إن N تمثل الحجم الكلي للعينة $N = abn$ ، وان $\theta = SS_{(effect)}/SS_{(total)}$

لاختبار معنوية تأثير العامل A فان إحصاءه الاختبار تكون:

$$L_A = (N-1) \left[\frac{SS_A^R}{SS_T^R} \right]$$

فإن : $SS_A^R = \frac{\sum_i R_{i..}^2}{nb} - \frac{R_{...}^2}{abn}$ و $SS_T^R = \sum_i \sum_j \sum_k R_{ijk}^2 - \frac{R_{...}^2}{abn}$

وتقارن مع القيمة الحرجة لتوزيع x^2 بدرجة حرية (a-1) كما يأتي:

$$L_A > x^2_{(\alpha, a-1)}$$

ولاختبار معنوية التأثير الرئيس للعامل B تكون احصاءة الاختبار:

$$L_B = (N-1) \quad \left[\frac{SS_B^R}{SS_T^R} \right]$$

فإن : $SS_B^R = \frac{\sum_j R_{.j.}^2}{na} - \frac{R_{...}^2}{abn}$ و $SS_T^R = \sum_i \sum_j \sum_k R_{ijk}^2 - \frac{R_{...}^2}{abn}$

وتقارن مع قيمة الحرجة ل x^2 بدرجة حرية (b−1) كما يأتي :

$$L_B > x_{(\alpha,b-1)}^2$$

ولاختبار معنوية التفاعل تكون احصاءة الاختبار:

$$L_{AB} = (N-1) \quad \left[\frac{\mathrm{SS_{AB}^R}}{\mathrm{SS_T^R}} \right]$$

حيث إن : $SS_{AB}^R = \frac{\sum_i \sum_j R_{ij.}^2}{n} - \frac{\sum_i R_{i..}^2}{nb} - \frac{\sum_j R_{.j.}^2}{na} + \frac{R_{...}^2}{abn}$ و $SS_T^R = \sum_i \sum_j \sum_k R_{ijk}^2 - \frac{R_{...}^2}{abn}$

وتقارن مع القيمة الحرجة ل x^2 بدرجة حرية (a−1)(b−1) كما يلي :

$$L_{AB} > x_{(\alpha,(a-1)(b-1))}^2$$

وللتأثير البسيط للعامل A خلال مستويات العامل B:

$$L_{(A/B)} = (N-1) \quad \left[\frac{SS_{(A/B)}^R}{SS_T^R} \right]$$

فإن : $SS^R{}_{(A/B)} = \frac{\sum_i R_{ij.}^2}{n} - \frac{R_{.j.}^2}{na}$

وتقارن مع القيمة الحرجة لـ x^2 بدرجة حرية (a−1) كما يأتي :

$$L_{(A/B)} > x_{(\alpha,a-1)}^2$$

وللتأثير البسيط للعامل B خلال مستويات العامل A :

$$L_{(B/A)} = (N-1) \quad \left[\frac{SS_{(B/A)}^R}{SS_T^R} \right]$$

حيث ان:

$$SS^R{}_{(B/A)} = \frac{\sum_j R_{ij.}^2}{n} - \frac{R_{i..}^2}{nb}$$

وتقارن مع القيمة الحرجة ل x^2 بدرجة حرية (b−1) كما يأتي:

$$L_{(B/A)} > x^2_{(\alpha,b-1)}$$

بعد حساب الإحصاءات ومقارنتها مع قيم x^2 الجدولية فإذا كانت القيم الجدولية أصغر من المحسوبة يعني وجود تأثيرات معنوية.

2-5-2 طريقة التحويل الطبيعي المعكوس المستند إلى الرتبة (RINT) [8,9,15] (Rank Inverse Normal Transform)

تتضمن طريقة RINT تحويل البيانات الأصلية إلى رتب ثم تحول تلك الرتب إلى احتمالات واستعمال الدالة الطبيعية التراكمية العكسية لتحويل هذه الاحتمالات إلى شكل طبيعي تقريبا حيث تسمى بالدرجات الطبيعية التي تكون:

$$Y_i = \phi^{-1}(R_i/(n+1))$$

فإن R_i تمثل رتب المتغير المعتمد ، n تمثل عدد المشاهدات (حجم العينة) و ϕ^{-1} تمثل معكوس دالة التوزيع التراكمي وبعد حساب الدرجات الطبيعية (normal scores) يطبق تحليل التباين ANOVA عليها لاختبار معنوية العوامل كما في الجدول (2) الاتي:

جدول رقم (2)

تحليل التباين لاختبار معنوية العوامل

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

فإن $RINT$ هي الدرجات الطبيعية للرتب.

واخيرا تقارن القيم المحسوبة مع الجدولية مع درجات الحرية كل من الخطأ والعوامل وعند مستوى معنوية معين فإذا كانت القيم المحسوبة أكبر من الجدولية عندها تكون تأثيرات العوامل معنوية.

3-5-2 طريقة Van Der Waerden [14,15]

اقترح Van Der Waerden إجراء لامعلمي بديل لاجراء Kruskal-Wallis لتحليل التباين ANOVA باتجاه واحد. يبدأ الإجراء مع الرتب أيضاً فيتم ترتيب بيانات العينة جميعها ثم اعطائها رتباً. ولهذا الاجراء صلة باختبار الدرجات الطبيعية (normal scores test) فيتم تحويل الرتب إلى الدرجات الطبيعية كما في طريقة معكوس التحويل الطبيعي (INT) أي حساب الدرجات الطبيعية:

$$Y_i = \phi^{-1}(\frac{R_i}{N+1})$$

وأخيرا حساب مجموع المربعات كما في طريقة Puri & Sen حساب نسب x^2

فتعد هذه الطريقة طريقة مشتركة بين (INT + Puri & Sen).

لاختبار معنوية تأثير العامل A فتكون إحصاءة الاختبار:

$$L_A^{INTL} = (N-1)\, SS_A^{INT} / SS_T^{INT} \sim x^2_{(\alpha,a-1)}$$

ولاختبار معنوية التأثير الرئيس للعامل B فتكون إحصاءة الاختبار:

$$L_B^{INTL} = (N-1)\, SS_B^{INT} / SS_T^{INT} \sim x^2_{(\alpha,b-1)}$$

ولاختبار معنوية التفاعل فتكون إحصاءة الاختبار:

$$L_{AB}^{INTL} = (N-1)\, SS_{AB}^{INT} / SS_T^{INT} \sim x^2_{(\alpha,a-1,b-1)}$$

وللتأثير البسيط للعامل A خلال مستويات العامل B:

$$L_{(A/B)}^{INTL} = (N-1)\, SS_{(A/B)}^{INT} / SS_T^{INT} \sim x^2_{(\alpha,a-1)}$$

وللتأثير البسيط للعامل B خلال مستويات العامل A:

$$L_{(B/A)}^{INTL} = (N-1)\, SS_{(B/A)}^{INT} / SS_T^{INT} \sim x^2_{(\alpha,b-1)}$$

حيث ان SS^{INT} هي مجموع المربعات للدرجات الطبيعية .

واخيرا مقارنة إحصاءه الاختبار مع القيمة الحرجة لتوزيع x^2 مع درجات حرية $df_A = a-1$ ، $df_B = b-1$ ، $df_{AB} = (a-1)(b-1)$ ، $df_{(A/B)} = (a-1)$ و $df_{(B/A)} = (b-1)$ فاذا كانت القيمة الجدولية اصغر من المحسوبة تعني أي ان ثمة تأثيرات معنوية.

المبحث الثالث: الجانب التطبيقي

3-1 ألمقدمـــــة

في هذا المبحث سيتم تطبيق الطرائق التي تم عرضها في الفصل الثاني على تجربة حقيقية لمعرفة أي من هذه الطرائق تحافظ على دقة اختبار وجود التفاعل عند خرق في احدى افتراضات تحليل التباين.

3-2 التجربة

أجريت تجربة عاملية[1] (3X3) وبخمس تكرارات لدراسة التأثير لتراكيز عديدة من عقار الأمبسلين A (Ampicillin) (وهو عقار ينتمي الى مجموعة البيتالاكتام وهي مضادات حيوية واسعة ويمكن وصفها لعلاج الالتهاب الرئوي وامراض الجهاز التنفسي وأمراض الجهاز التناسلي والهضمي حيث له القابلية على هدم أو تثبيط بناء جدران الخلايا البكتيرية) تراكيز عديدة من مستخلص الشاي الأخضر B (Theaflavin) وما ينتج من الآثار عند زيادة التراكيز لكلاهما على بكتيريا Stenotrophomonas maltophili 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 أو مستخلص نباتي ممكن ان تؤثر على فعالية العقار الاول عندما يتم ادخالهم معا الى الجسم في وقت واحد).

و لاختبار تجانس تباينات البيانات فقد تم احتساب إحصاءة كوكران باستخدام البرنامج الإحصائي (MATLAB) وقد أظهرت نتيجتها 0.7172 التي تقارن بالقيمة الجدولية مع مستوى معنوية 0.01 والتي تساوي 0.358 عندئذ تكون $F_{cal} > F_{(table)}$ لذا ترفض الفرضية التي تنص على تجانس تباينات البيانات لذا فإن البيانات تعاني من مشكلة عدم تجانس تباينات العينات.

[1] التجربة: جامعة بغداد \ كلية الطب البيطري \ د. عروبة محمد سعيد / (الملحق)

3-3 تحليل التباين المعلمي F (ANOVA)

بالاعتماد على الصيغ في الجانب النظري (المبحث الثاني) تم تكوين جدول تحليل التباين (ANOVA) لاختبار التأثيرات الرئيسة B،A وتأثير التفاعل AB وأخيرا اختبار التأثير البسيط لكلا العاملين كما في الجدول (3) الاتي:

جدول رقم (3)

تحليل التباين(ANOVA)

S.O.V	D.F	S.S	M.S	F_{cal}	F_{tab}
A	2	186.8284	93.4142	131.0362	5.18
B	2	62.5618	31.2809	43.8791	5.18
AB	4	48.8356	12.2089	17.1259	3.38
a at b_1	2	177.4453	88.7227	124.4551	5.18
a at b_2	2	40.4853	20.2427	28.3953	5.18
a at b_3	2	17.7333	8.8667	12.4377	5.18
b at a_1	2	7.3120	3.6560	5.1284*	5.18
b at a_2	2	25.6853	12.8427	18.0150	5.18
b at a_3	2	78.4000	39.2000	54.9875	5.18
Error	36	25.6640	0.7129		

نلاحظ من الجدول المذكور انفاً بأن كل من التأثير للعامل الرئيس A وB والتفاعل وكذلك التأثيرات البسيطة تكون معنوية عند مستوى معنوية 0.01 عدا التأثير البسيط للعامل B خلال المستوى الأول للعامل A يكون غير معنوي.

5-3 الطرائق اللامعلمية

فيما يأتي تطبيق للاختبارات (الطرائق) اللامعلمية لاختبار معنوية تأثيرات العوامل باستخدام البرنامج الإحصائي (MATLAB) والنتائج كما في الجدول (4) الاتي:

جدول رقم (4)

نتائج تحليل التجربه

Effects	Puri & Sen (F_{cal})	Puri & Sen (F_{tab})	INT(F_{cal})	INT(F_{tab})	Van Der Waerden (F_{cal})	Van Der Waerden (F_{tab})
A	10.1551	9.21	11.1754	5.39	9.6995	9.21
B	9.6127	9.21	9.1421	5.39	7.9347	9.21
AB	13.8410	13.28	6.1889	4.02	10.7430	13.28
a at b_1	12.2314	9.21	0.0136	5.39	0.7899	9.21
a at b_2	7.4892	9.21	0.0136	5.39	0.0118	9.21
a at b_3	4.2755	9.21	22.6294	5.39	19.6408	9.21
b at a_1	2.3452	9.21	21.1339	5.39	18.3429	9.21
b at a_2	8.3441	9.21	0.0013	5.39	0.0011	9.21
b at a_3	12.7244	9.21	0.3845	5.39	0.3338	9.21

الجدول المذكور انفاً يبين معنوية التأثيرات الرئيسة للعوامل والتفاعل بين العوامل لجميع الطرائق اللامعلمية، أما التأثيرات البسيطة للعوامل فكان بعضها غير معنوية لجميع الطرائق عند مستوى معنوية 0.01.

المبحث الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

4-1 الاستنتاجات

توصل الى ان تطبيق تحليل التباين (ANOVA) المعلمي يؤدي الى اختلاف في قيم F فقد تبين عند تطبيق تحليل التباين (ANOVA) ظهرت معنوية التأثيرات الرئيسة (عامل الامبسلين) والتفاعل للعوامل (الأمبسلين ومستخلص الشاي الأخضر) على الرغم من عدم استيفاء البيانات لجميع شروط (فروض) ANOVA حيث اظهرت احصاءه Puri & Sen اللامعلمية المعنوية للتأثيرات الرئيسية للعوامل إي تأثير الأمبسلين ومستخلص الشاي الأخضر على الانسان ، وكذلك لتأثير التفاعل بين مستوياتها و أظهرت إحصاءه INT المعنوية للتأثيرات الرئيسة للعوامل وكذلك لتأثير التفاعل بين مستوياتها أما إحصاءه Van Der Waerden اظهرت المعنوية فقط للتأثير للعامل الرئيسي للعامل A اي تأثير الأمبسلين على الإنسان.

4-2 التوصيات

1- في حالة اختراق فرض تحليل التباين (تجانس البيانات) يوصي الباحث بأستخدام الاختبارات (الطرائق) اللامعلمية مباشرة لأي شكل من أشكال البيانات في حالة اختراق فروض تحليل ANOVA لما تقدمه من نتائج دقيقة.

2- يوصى الباحث باستعمال إحصاءات الاختبار اللامعلمية Puri & Sen , INT لما قدمته من معنوية للتأثيرات الرئيسة للعوامل وللتفاعل للتجربة عند وجود المشكلة (مشكلة عدم تجانس بيانات).

المصادر

أولا: العربية

1- الإمام، حمد محمد الطاهر. (1994). تصميم وتحليل التجارب، جامعة الملك سعود – الرياض، دار المريخ للنشر.

2- البراهيم، فوزية محمد، عبد المنعم، ثروت محمد. (2004). تصميم وتحليل التجارب باستخدام برنامج SPSS. كلية العلوم بالدمام – قسم الرياضيات.

3- الخالدي، محمد عمير عامر. (2012). المقارنة بين نتائج بعض اساليب الاحصائية المعلمية واللامعلمية في ضوء انتهاك افتراض تجانس التباين، رسالة ماجستير في الاحصاء، كلية التربية، جامعة ام القرى.

4- الخطيب، حسام عثمان حسن. (2012). التكرار الجزئي لحل مشكلة زيادة عدد المعالجات في التصميم العاملي، رسالة ماجستير في الاحصاء التطبيقي، كلية الاقتصاد والعلوم الادارية_جامعة الازهر-غزة.

5- عبد الرحمن، عماد غايب. (2012). تصميم تحليل التجارب الزراعية، كلية الزراعة_جامعة تكريت.

6- المشهداني، كمال علوان خلف. (2010). تصميم وتحليل التجارب باستخدام الحاسوب، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد، مكتب الجزيرة للطباعة والنشر _الطبعة الاولى.

7- يوسف، هيام تحسين. (2007). دراسة لأهم العوامل المؤثرة على وزن الطفل حديث الولادة بأستخدام بعض الاختبارات اللامعلمية، مجلة الادارة والاقتصاد، العدد الخامس والستون.

ثانيا: الأجنبية

8- Beasley, T.M., Erickson, S. & Allison, D.B. (2009). Rank-Based Inverse Normal Transformations are Increasingly Used, but are They Merited? Behavourial *Genetics*, 39 (5), pp 380-395.

9- Bishara, A.J. & Hittner, J.B. (2012).Testing the Significance of Correlation with non-normal data: comparision of pearson, spearman, transformation, and resampling approaches, Psychological Methods, 17,399-417. doi:10.1037190028087.

10- Gamast, G. Meyers L.S. & Guarino, A.J. (2008). Analysis of Variance Designs, a Conceptual and Computational Approach with SPSS and SAS.

11- 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, vol 42, no.3.

12- Harwell, M.R. (1991). Completely randomized factorial analysis of variance using ranks, British Journal of Mathematical and Statistical Psychology.44,383-401.

13- Hollander, M. wolfe, D.A. & Chicken, E. (2014). Nonparametric Statistical Methods .3rd edition .wily series in probability and statistics.

14- Jobson, J.D. (1991). Applied Multivariate Data Analysis, Springer science + Business Media, LLS, volI: Regression and Experimental Designs with 93 Illustrations in 116 part.

15- Luepsen, H. (2016a). The Aligned Rank Transform and discrete Variables - a Warning.URL http://www.uni-koeln.de/~luepsen/statistik/texte/ART-discrete.pdf.

16- Mee, R.W. (2009). A Comprehensive Guide to Factorial Two-Level Experimentation, springer.

17- Montgomery, D.C. (2001). Design and Analysis of Experiments, fifth Edition, ARIZONA STATE UNIVERSITY.

18- Oehlert, G. W. (2000). A first course in design and analysis of experiments, New York: W. H. Freeman.

19- Rayner, j.c.w. (2016). Introductory nonparametrics.1nd edition, bookboon.com, the ebook company.

20- Sheskin, D.J. (2000).Handbook of Parametric and Non-parametric Statistical Procedures, second edition, Baco Raton London New york Washington.D.C.

21- 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.

الملحق

جدول رقم (5)

بيانات تجربة عاملية منفذة بتصميم تام التعشية لدراسة تأثير ثلاث تراكيز (مستويات) من عقار الأمبسلين (Ampicillin) وثلاث تراكيز (مستويات) عقار مستخلص الشاي الأخضر(Theaflavin) في الانسان.

Theaflavin concentration µg/ml	Ampicillin concentration µg/ml		
	3.125	**12.5**	**50**
3.125	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,
12.5	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
50	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