

الفصل الخامس عشر

اختبار مان - ويتني

Mann-Whitney (U)

يهدف هذا الأختبار الى تحديد ما إذا كانت توجد فروق في رتب درجات مجموعتين مستقلتين وهو الأختبار اللابارامتري المكافئ للاختبار البارامتري T المستقلة ويستخدم عندما توجد مجموعتين (تصميم بين المجموعات) والمتغير التابع رتبي، اي ان هذا الاختبار يتعامل مع متغيرين أحدهما اسمى بمستويين (مجموعتين) والآخر تابع رتبي. ويأخذ هذا الاختبار الرمز (U) ويستخدم عندما لا يتحقق مسلمات الاختبار البارامتري مثل اعتدالية البيانات وتجانس التباينات وعلى ذلك فان أختبار (U) يقيم ما إذا كانت العينتين المسحوبين من مجتمعين مختلفين ذات رتب متساوية يأخذ هذا الاختبار مسميات عديدة منها The wilcoxon -Mann-whitney U test و Rank-sum و Wilcoxon أو ببساطة U-test.

وهذا الاختبار مفيد في حالة البيانات او العينات الصغيرة ويشير (Miller 2014) الى ان اختبار مان - ويتني (U) يختبر وسيطي توزيع العينتين لتحديد ما اذا كان وسيط احد العينات اكبر او اصغر من وسيط العينة الاخرى وعلى ذلك يتفق مع اختبار الوسيط ولكن (Huck 2012) يؤكد على ان اختبار مان - ويتني (U) اكثر قوة من اختبار الوسيط حيث انه اقل احتمالاً لتضخم الخطأ من النوع الثاني (قبول الفرض الصفري على مستوى بيانات العينة بينما هو في المجتمع مرفوض).

اختبارات الفروض لقضية بحثية (Pagano, 2013):

اعتقد باحث في مجال علم النفس النمو أن تتاول البروتينات بكميات كبيرة في مرحلة الطفولة يزيد من النمو العقلي وجرى تجربة حيث أختار 18 طفل عشوائياً من اطفال ذات عمر العام الواحد في منطقة ما و قسمهم عشوائياً الى مجموعتين كل مجموعة بها 9 أطفال، والمجموعة الأولى (الضابطة) تتاولت بروتين بكميات قليلة في حين تتاولت

المجموعة الثانية التجريبية وجبات بها كمية بروتين عالية وفي نهاية العام الثالث قاس نسبة الذكاء لدى العينتين علماً بأن احد أفراد المجموعة التجريبية انتقل الى مدينة اخرى وأصبح عدد افراد المجموعة التجريبية ثمانية أفراد وفيما يلي نتائج الذكاء لدى العينتين:

المجموعة الأولى	المجموعة الثانية
درجات IQ للمجموعة الضابطة	درجات IQ للمجموعة التجريبية
102	110
104	115
105	117
107	122
108	125
111	130
113	135
118	140
120	

واراد الباحث اختبار ما اذا كان توجد فروق بين رتب درجات المجموعتين بمعنى هل تتناول البروتين بكميات كبيرة يزيد الذكاء مقارنة بتناول البروتين بكميات قليلة؟.

الخطوات البحثية

1. مشكلة البحث: هل تتناول البروتين بكميات كبيرة يزيد من ذكاء الأطفال

أو هل توجد فروق بين رتب درجات ذكاء الأطفال الذين يتناولون البروتين بكميات قليلة و أقرانهم الذين يتناولون البروتين بكميات كبيرة؟.

2. فرض البحث: تتناول البروتين بكميات كبيرة يزيد ذكاء الأطفال.

او توجد فروق بين ذكاء الأطفال الذين يتناولون البروتين بكميات قليلة وأقرانهم الذين يتناولوا البروتين بكمية كبيرة لصالح الذين يتناولوا البروتين بكمية كبيرة.

3 . متغيرات البحث: تناول البروتين: مستقل اسمى بمستويين (قليلة - كبيرة) او المجموعة: التجريبية (كمية كبيرة) والمجموعة الضابطة كمية (قليلة)، والذكاء: تابع - فترتي - متصل (تم تحويله الى رتب) ولذلك فهو متغير رتبى.

4. التصميم البحثي: يصلح هذا الأختبار في حالة التصميمات أو الدراسات البحثية الآتية :

• الدراسات التجريبية : تصميم تجريبي ذو المجموعتين الضابطة والتجريبية وقياس قبلي وبعدي:

R O1 X O2 (تجريبية)
R O3 O4 (ضابطة)

حيث R تعنى العشوائية.

• الدراسات شبه التجريبية للتصميمات الآتية:

X O1
X O2

او تصميم

O1 X O2 (تجريبية)
O3 O4 (ضابطة)

5. النموذج الأحصائي: احصاء النموذج البسيط وفي هذه الحالة أعتد الباحث على رتب المتغير التابع وعليه فالأحصاء لابارامتري والأختبار المستخدم Mann-whitney (U)

خطوات اختبارات الفروض الصفرية:

1. الفروض الأحصائية: تصاغ الفروض الاحصائية في صورة كيفية وليس رموز لمعلم للمجتمع أو معالم لان هذا الاختبار لا يختبر معالم في المجتمع كما هو الحال في الاختبار البارامتري المكافئ بمعنى لا يقيم فروق المتوسطات.

الفرض الصفري (H0): تتاول البروتين بكميات كبيرة أثناء الطفولة ليس له اثر على الذكاء في المجتمع، أولاً توجد فروق (أختلاف) بين المجموعة التي تتناول البروتين بكميات كبيرة والمجموعة التي تتناول البروتين بكميات قليلة في نسبة الذكاء في المجتمع.

H0 : نسبة ذكاء الافراد عالى البروتين اقل نسبة ذكاء منخفض البروتين.

الفرض البديل (HA): تتاول البروتين بكميات كبيرة أثناء الطفولة يزيد من الذكاء مقارنة بأقرانهم الذين يتناولونه بكميات قليلة في المجتمع.

HA: نسبة ذكاء مرتفعي البروتين اكبر من نسبة ذكاء منخفضي البروتين.

2. الأختبار ومسلّماته: الأختبار هو مان-ويتني (M.W) وهذا الأختبار له عدة مسلّمات كما حددها (Nolan & Heinzen, 2012) كالاتي:

• البيانات للمتغير التابع رتبية.

• العينة مختارة عشوائياً.

• في الوضع المثالي لا توجد رتب مكررة Tied ranks ولكن اختبار M.W لديه ضلّاعة Robust ضد عدم تحقق هذا الشرط لو وجد عدد محدود من الرتب المكررة.

• قياسات الأفراد في كل مجموعة تتسم بالاستقلالية بمعنى اختيار فرد في المجموعة الأولى لا يؤثر على اختيار احد افراد او حالات المجموعة الثانية.

3. مستوى الدلالة احصائية وقاعدة القرار: تبني الباحث مستوى دلالة احصائية=0.05، ويمكن استخدام تقريب اختبار Approximation Z لاختبار

M.W(U) إذا كان حجم العينة كبيراً، وللكشف عن القيمة الحرجة لهذا الاختبار من خلال جدول () حيث أن الاختبار ذو ذيل واحد و $\alpha = 0.05$ و $n_1 = 9$ و $n_2 = 8$ وبالبحت بهذه البيانات يتضح ان القيمة الحرجة (U) :

$$U(9,8)=18$$

وقاعدة القرار هي: U (المحسوبة) \geq U الحرجة (الجدولية)، نرفض الفرض الصفري ولاحظ أن هذه القاعدة تعتبر مثل قاعدة اختبار ويلكوكسون وهما مختلفين عن قاعدة القرار لاختبارات الأحصائية البارامترية وبقية اللابارامترية وهذا يرجع الى ان الفرض الصفري يتعامل مع متغير متصل ثم يعدل الى رتب (Huck, 2012).

5. الحسابات: لحساب اختبار M.W اتبع بالخطوات الآتية:

أ- إدماج كل درجات المجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية معاً راعي إذا وجدت رتب مكررة فيجب أخذ متوسط الرتب المكررة (أنظر اختبار ويلكوكسون).
 ب- رتب هذه الدرجات حيث أعطي الرتبة 1 لاقل قيمة في الدرجات بغض النظر عن المجموعة التي تنتمي اليها ثم اعطي الرتبة 2 للدرجة الاكبر التي تليها و هكذا.

ج- أفضل رتب درجات كل مجموعة ثم أحسب مجموع رتب كل مجموعة $\sum R$

د- احسب صيغتين لاختبار مان - ويتي كالآتي:

$$U1=(n_1)(n_2)+\frac{n_1(n_1+1)}{2} - \sum R_1$$

• n_1 عدد أفراد المجموعة الأولى.

• n_2 عدد أفراد المجموعة الثانية.

• $\sum R_1$ مجموع رتب المجموعة الاولى.

والصيغة الثانية U2 تقدر كالاتي:

$$U2=(n1)(n2)+\frac{n2(n2+1)}{2} - \sum R_2$$

• $\sum R_{21}$ مجموع رتب المجموعة الثانية.

وطرح (Miller (2014) صيغة واحدة لحساب اختبار مان -ويتني كالاتي:

$$W = n_{\text{small}} X n_{\text{total}} - \sum R_{\text{small } n}$$

- n_{small} : عدد الأفراد في أصغر مجموعة عدداً (التجريبية 8) .
- n_{total} : العدد الكلي في المجموعتين (17) .
- $\sum R_{\text{small } n}$ مجموع الرتب للمجموعة الأقل عدداً .

وتكون الحسابات كالاتي:

المجموعة	الدرجات (X)	R	R1	R2
1	102	1	1	
1	104	2	2	
1	105	3	3	
1	107	4	4	
1	108	5	5	
2	110	6		6
1	111	7	7	
1	113	8	8	
2	115	9		9
2	117	10		10
1	118	11	11	
1	120	12	12	
2	122	13		13
2	125	14		14
2	130	15		15
2	135	16		16
2	140	17		17
Sum			53	100

وحيث:

$$U_1 = 9 \times 8 + \frac{9(10)}{2} - 53$$

$$= 72 + 45 - 53 = 64$$

$$U_2 = 9 \times 8 + \frac{8 \times 9}{2} - 100$$

$$= 72 + \frac{72}{2} - 100$$

$$= 72 + 36 - 100 = 8$$

وعليه فإن قيمتي U_1 و U_2 هي 8 ، 64 إذا نعتمد على استخدام U الصغرى لمجموع رتب لأي من المجموعتين للتعبير عن قيمة إحصاء $M.W$ المحسوبة $U=8$

ضع في إعتبارك أن: $U_1+U_2=n_1 \times n_2$

$$64+8=9 \times 8$$

$$72=72$$

وإذا تم استخدام الصيغة:

$$W = n_{small} \times n_{total} - \sum R_{small n}$$

$$W = 8 \times 17 - 100$$

$$= 156 - 100 = 56$$

5. القرار والتفسير: القيمة المحسوبة (8) > القيمة الجدولية (18)، وعليه نرفض الفرض الصفري وعليه فإن تناول البروتين بكميات كبيرة في مرحلة الطفولة يزيد نسبة الذكاء مقارنة بأقرانهم الذين يتناولون كميات قليلة. أو توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند 0.05 في نسبة الذكاء بين الأطفال الذين يتناولون كميات كبيرة وأقرانهم الذين يتناولون كميات محدودة لصالح المجموعة التي تتناول كميات كبيرة.

6. حجم التأثير: يشير (Green & Salkind (2014) الى أنه يمكن تقدير حجم التأثير لإختبار (U) من خلال حساب الفروق بين متوسطات الرتب أو الفروق بين وسيط المجموعتين، ففي المثال السابق وسيط المجموعة الأولى = 108 ووسيط المجموعة الثانية = 123.5 إذاً حجم التأثير يقدر كالاتي:

$$ES = 123.5 - 108.0 = 15.5$$

بينما قدرها (King & Minium (2003 بالصيغة الآتية:

$$r_g = \frac{2(M_1 - M_2)}{n_1 + n_2}$$

• حيث أن M_2, M_1 متوسط رتب المجموعتين وليس متوسط الدرجات الأصلية، n_2, n_1 أحجام العينتين.

وتعرف هذه الصيغة بـ Glass rank bi -serial correlation، وتفسيره مثل تفسير معامل الارتباط كمؤشر لحجم التأثير وهذا يمثل حجم تأثير كبير.

بينما أشار Field (2009) إلى الصيغة الأتية لحساب حجم التأثير كما طرحها Rosenthal (1991) وهي الأكثر انتشاراً في الدراسات:

$$r = \frac{z}{\sqrt{N}}$$

حيث z تقرب لإختبار $M.W(U)$ في حالة العينات الكبيرة ودائماً مخرج الكمبيوتر في SPSS يعطي تقرب Z لإختبار $M.W$ بغض النظر عن العينة حيث N حجم العينة في المجموعتين، وتفسر قيمة r مثل معامل الارتباط r وهي 0.1 ضعيف و 0.30 متوسط و 0.50 كبير.

بينما طرح Miles & Banyard (2007) صيغة لحساب حجم التأثير في اختبار $M.W(U)$ كالآتي:

$$\theta = \frac{U}{n_a + n_b} = \frac{8}{17} = 0.47$$

وتفسيره يكون في ضوء الإحتمالات هو أنه من المحتمل أن أي شخص في المجموعة التجريبية سوف يحصل على درجات أعلى من درجات المجموعة الضابطة بإحتمال 0.47 (47%).

كتابة نتائج اختبار $M.W(U)$ في تقرير البحث وفقاً APA

أشارت نتائج الإختبار إلى أن تناول البروتين بكمية كبيرة يؤدي إلى زيادة نسبة الذكاء وذلك مقارنة بهؤلاء الذين يتناولون البروتين بكمية قليلة حيث: $z=8$ ، $ES=0.85$ ، $P<0.05$ ، وقيمة z لم يتم حسابها ويمكن الحصول عليها في مخرج SPSS ويمكن الإعتماد عليها إذا كان حجم العينة أقل من 20 فرداً كما في المثال الحالي.

إختبار مان - ويتني لأحجام العينات الكبيرة

عندما يكون حجم العينة أكبر من 20 فيستخدم إختبار مان - وتني (U) بصيغة أخرى حيث يناظر التوزيع العيني لـ (U) التوزيع الاعتدالي ويستخدم تقرب Z لحساب

إحصاء U (Hinkle et al., 1994; Privitera, 2015) ويكون متوسط التوزيع العيني كالآتي:

$$\mu_u = \frac{n_1 \times n_2}{2}$$

والانحراف المعياري للتوزيع العيني كالآتي:

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{n_1 \times n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

وفي هذه الحالة فإن إحصاء مان-ويتني (U) يناظر توزيع Z وتكون الصيغة لحساب Z كالآتي:

$$Z_u = \frac{U - \mu_u}{\sigma_u}$$

$$Z_u = \frac{U - \frac{n_1 \times n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 \times n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

وقيمة Z في المثال السابق كالآتي:

$$Z_u = \frac{8 - \frac{9 \times 8}{2}}{\sqrt{\frac{(9)(8)(9+8+1)}{12}}}$$

$$=-2.69$$

وبمقارنة قيمة Z المحسوبة بقيمتها الجدولية وهي إما ان تكون 1.96 عند 0.05 أو 2.56 لإختبار ذو ذيل واحد عند 0.05، وإذا كانت Z المحسوبة $Z \leq$ الجدولية (2.56) يُرفض الفرض الصفري H0، بمعنى أن نسبة ذكاء الأفراد الذين يتناولون البروتين بكمية كبيرة أعلى من نسبة الذكاء لأقرانهم الذين يتناولون البروتين بكميات محدودة.

ويتم حساب حجم التأثير من خلال المؤشر r كالآتي:

$$r = \frac{Z}{N}$$

إجراء الإختبار Mann-Whitney(U) في SPSS

أولاً : ادخال البيانات: 1. اضغط علي Variable view

2. اكتب مسمى المتغيرات تحت عمود Name وهي: المستقل :group: مجموعة

تجريبية = 1 ، مجموعة ضابطة = 2 ، والتابع: الذكاء: Intelligence

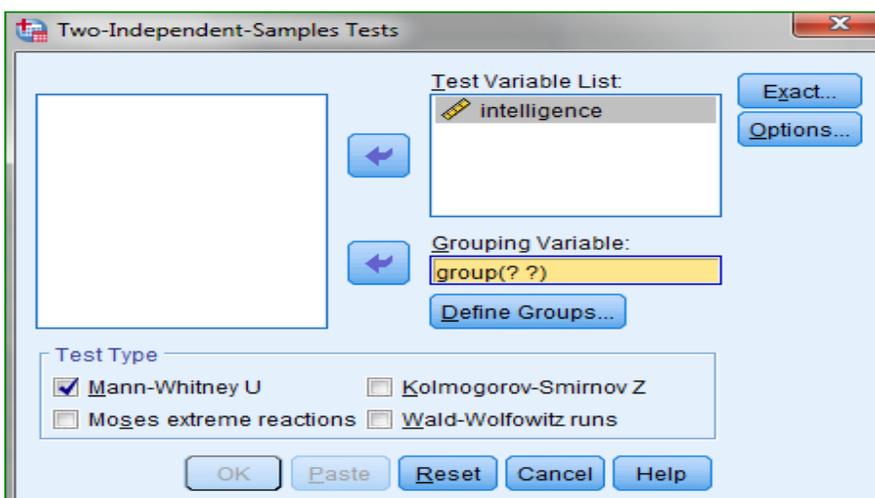
3. اضغط Data view يظهر عمودين كالآتي:

	group	intelligence
1	1.00	110.00
2	1.00	115.00
3	1.00	117.00
4	1.00	122.00
5	1.00	125.00

ثانياً : تنفيذ الامر : الطريقة الاولى:

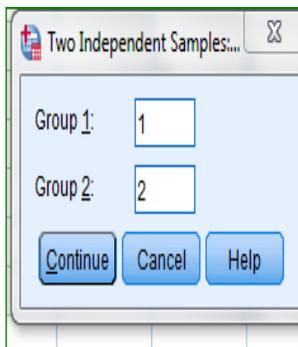
1. اضغط 2 → Legacy Dialogs → Nonparametric tests → Analyze

Independent samples تظهر الشاشة الاتية :



2. انقل المتغير التابع intelligence الي مربع Test variable ، انقل المتغير المستقل group الي مربع Groupingvariable

4. اضغط علي Definegroups تظهر الشاشة:

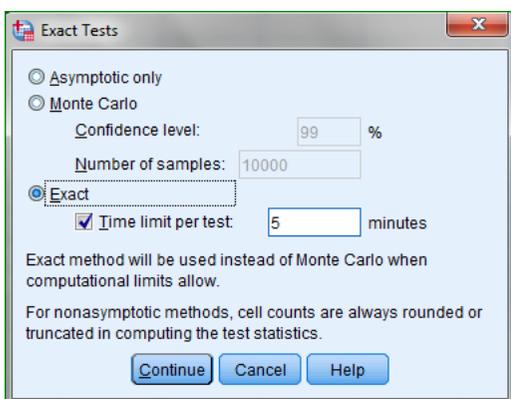


5. اكتب الكود 1 امام group 1 و 2 امام Group 2

6. اضغط Continue

7. اضغط علي اختيار Mann-whitney U في مربع Test

type (نشط اذا لم تضغط عليه).



8. اضغط علي اختيار Exact علي يمين

الشاشة تظهر الشاشة الاتية :

9. اضغط علي Exact وذلك لان حجم

العينة صغير.، ثم اضغط OK

ثالثاً: تفسير المخرج : الجدول الاول:

```

NPAR TESTS
  /M-W= intelligence BY group(1 2)
  /MISSING ANALYSIS
  /METHOD=EXACT TIMER(5) .
  
```

Mann-Whitney Test

Ranks

group	N	Mean Rank	Sum of Ranks
intelligence 1.00	8	12.50	100.00
2.00	9	5.89	53.00
Total	17		

N- عدد افراد كل مجموعة وهي 8 للاولي التجريبية و 9 للضابطة

-Mean Rank: متوسط رتب درجات كل مجموعة فهي للضابطة:

($\frac{53}{9}$) 5.89 وللتجريبية: 12.50 ($\frac{100}{8}$) وهذه المتوسطات تكون مفيدة عند

تفسير النتائج حيث توضح الدرجات العليا لاي مجموعة حيث تحدد الدلالة لصالح المجموعة الاعلى متوسط.

الجدول الثاني:

Test Statistics ^a	
	elligenc
Whitney U	8.000
on W	53.000
	-2.694-
. Sig. (2-tailed)	.007
Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.006 ^b
Sig. (2-tailed)	.006
Sig. (1-tailed)	.003
robability	.001
pping Variable: group	
corrected for ties.	

• قيمة احصائية U الصغري = 8

التي استخدمت في مقارنتها بالقيمة الجدولية.

• اختبار (W) Wilcoxon وقد تتدهش

من هذا فمعروف ان اختبار Wilcoxon

يستخدم لعينات مرتبطة. فاختبار مان-وتتي (U)

ويلكوكسون (W) يعملوا علي نفس المبدأ ولكن

عندما تكون المجموعتين غير متساوية فان قيمة

W هي مجموع الرتب في المجموعة التي تتضمن عدد اكبر من الافراد وعندما تكون

المجموعتين متساوية العدد، فان قيمته تكون للقيمة الاقل. وعلي ذلك فان مجموع رتب

المجموعة الاكثر عدداً Wilcoxon = 53

• اعطي البرنامج تقريبا Z لاختبار مان-ويتتي وكما نعلم ان هذا يستخدم للعينات

الكبيرة ولكن البرنامج قام بهذا حتي للعينات الصغيرة: $Z = -2.694$ يتم مقارنتها بقيمة

Z الجدولية.

• القيمة الاحتمالية لـ P نوعين كالاتي : 0.007 = Asymp. Sig ويفضل

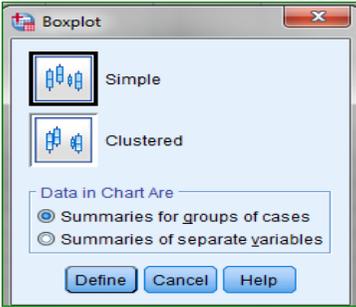
الاعتماد عليها في حالة العينات الكبيرة. و 0.006 = Exact sig ويفضل الاعتماد

عليها في حالة حجم عينة صغيرة كالمثال الحالي، وعليه فان: $0.05 < P (0.006)$

وعليه نرفض H_0 .

- المخرج اعطي رسالة مفادها : No corrected for Ties انه لم يتم تصحيح قيمة احصاء مان-ويتني من التكرارات المتشابهة Ties. وان Exact sig هي للاختبار ذو ذيل واحد وذو ذيلين ايضاً.

عرض النتائج بيانياً من خلال Boxplot كالآتي: (ارجع الي ملف البيانات)

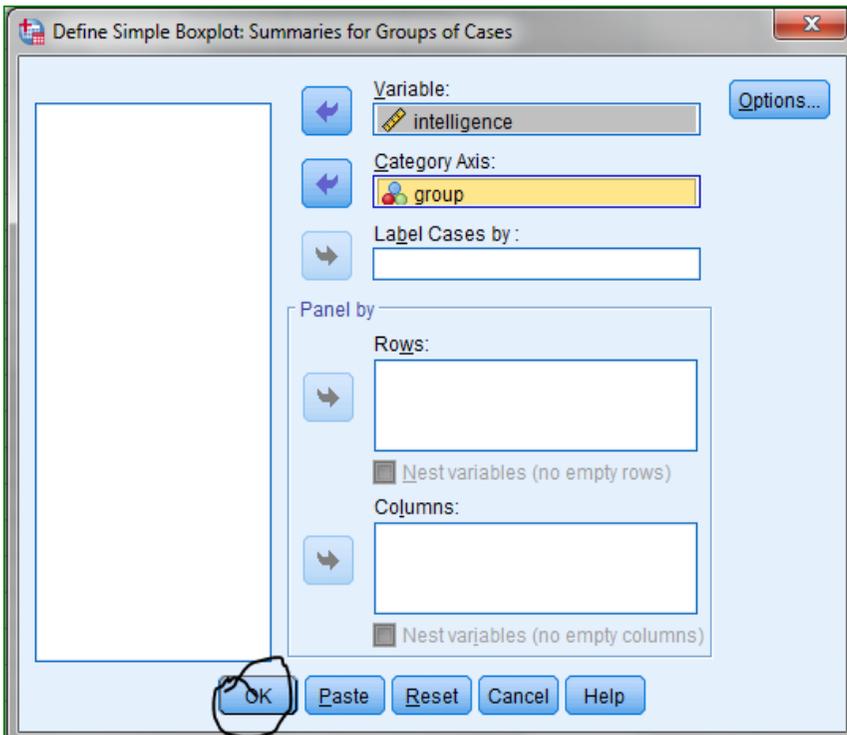


1. اضغط graphs→Legacy Dialogs→BoxPlot :

2. اختار (اضغط) Simple

3. اضغط --- Summaries for groups

4. اضغط Define (اسفل الشاشة) تظهر الشاشة الآتية :

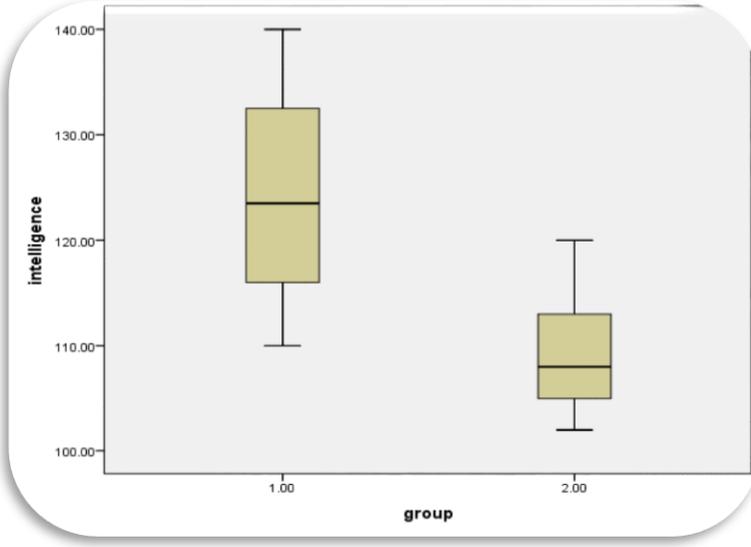


5. انقل Intelligence الي مربع Variable

6. انقل متغير group الي مربع CategoryAxis

7. اضغط OK

يظهر الشكل البياني الآتي:



وكما هو واضح ان الارباعي الاعلي 133 تقريباً، والادني 116 تقريباً واعلي قيمة في المجموعة الاولى 140 بينما في المجموعة الثانية (الضابطة) الارباعي الاعلي حوالي 113 والادني حوالي 104 واعلي قيمة 120. وكما هو واضح تفوق درجات المجموعة التجريبية علي درجات المجموعة الضابطة .

اختبار كولموجروف-سميرنوف (K.S) لبيانات اختبار مان-ويتني

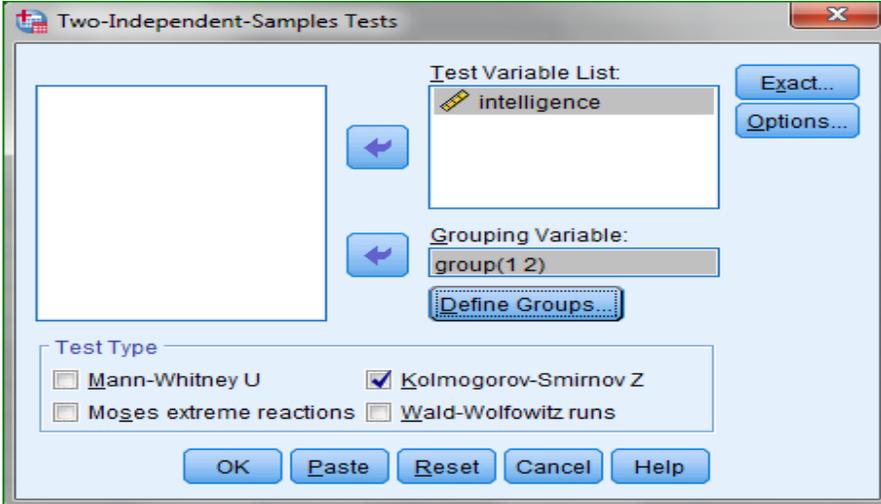
للمقارنة بين مجموعتين علي متغير تابع رتبي توجد عدة بدائل منها:

- اختبار مان-ويتني
- اختبار الوسيط
- اختبار (K.S)

وعليك ان تراعى انه قد سبق استخدام هذا الاختبار للتحقق من مدى توافر الاعتدالية لمتغير واحد لعينة واحدة ولكن هذا الاستخدام هو تعديل لاختبار كولموجروف-سميرنوف اللابارامتري لعينتين مستقلتين، وهذا الاختبار يقيم ما اذا كان العينتين المسحوبتين من مجتمعين لهما نفس التوزيع وعليه فان اختبار K.S هو بديل لاختبار T البارامتري لعينتين مستقلتين مثل اختبار مان-ويتني (U) واختبار الوسيط (Mdn).

اجراء اختبار K.S في برنامج SPSS

1. اضغط Analyze → Nonparametric test → Legacy Dialogs → Two Independent samples تظهر الشاشة الاتية:



2. انقل Intelligence الي مربع Test Variable list

3. انقل group الي مربع grouping variables

4. اختار Kolmogorov - Simrnov. Z ثم اضغط OK

تفسير المخرج : اعطي جدول التكرارات Frequencies :

```
NPAR TESTS
  /K-S= intelligence BY group(1 2)
  /MISSING ANALYSIS.
```

NPar Tests

Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Frequencies

	group	N
intelligence	1.00	8
	2.00	9
	Total	17

ثم اعطي جدول احصائية الاختبار Test statistics:

Test Statistics ^a		intelligence
Most Extreme Differences	Absolute	.653
	Positive	.653
	Negative	.000
Kolmogorov-Smirnov Z		1.343
Asymp. Sig. (2-tailed)		.054

a. Grouping Variable: group

حيث قيمته من خلال تقريب Z ،

K.S (Z) = 1.343 وقيمة

Asymp. Sig = 0.054 وبما

ان $(\alpha) 0.05 > 0.054 (P)$

وعليه نقبل H_0 وبالتالي لا توجد

فروق وهذه النتيجة تتفق مع

الدلالة الاحصائية لاختبار الوسيط ولكنهما يختلفوا مع الدلالة الاحصائية لاختبار مان-ويتني.