الفصل الثامن عشر

الانحدار البسيط

نحتاج عند دراسة المشكلات التي تتطلب إجراء معامل انحدار خطي بين متغيرين إلى جمع بيانات عن متغير منبئ (س) ومتغير محك (ص). وتجمع هذه البيانات من كل فرد في العينة. ويقوم الانحدار الخطي ببناء معادلة للتنبؤ بقيمة 'ص' من قيمة 'س'. وتحتوي معادلة الانحدار على وزن للميل مع إضافة قيمة ثابتة.

$$\hat{Y} = B_{slope} + B_{constant}$$

وتحسب مؤشرات لتقويم دقة التنبؤ بدرجات 'ص' من معادلة الانحدار.

ويركز هذا الفصل على استخدام المتغيرات التي يكون فيها المنبئ والمحك متغيرات كمية. إلا أنه يمكن استخدام الانحدار الخطي في تطبيقات أخرى. مثال ذلك أن المنبئ قد يكون متغيرا قطعيا يتكون من فئتين فقط مثل استخدام متغير النوع كمنبئ بأن نعطي صفرا للذكور، و ١ للإناث. ويمكن كذلك للمحك أن يحتوي على فئتين مثل راسب/ناجح وتعطي القيمة صفر لراسب، والقيمة ١ لناجح.

ويمكن استخدام الانحدار الخطي في الدراسات التجريبية والدراسات غير التجريبية. وإذا جمعت البيانات في بحث تجريبي (يتم فيه ضبط مجموعات المعالجة باستخدام التعيين العشوائي)، ويمكن أن نطلق على المتغير المنبئ المتغير المستقل، والمحك المتغير التابع. ويستخدم SPSS هذين المصطلحين. إلا أنه في البحوث غير التجريبية يجب استخدام مصطلح منبئ للمتغير 'س' ومصطلح المحك للمتغير 'ص'.

أسس الانحدار الخطي:

يمكن إجراء اختبار للدلالة لمعرفة درجة الدقة التي يمكن بها التنبؤ من قيمة 'س' بقيمة 'ص' وهل 'س' صالحة للتنبؤ. ويمكن اعتبار أن هذا الاختبار اختبار لأحد الفروض الصفرية التالية:

- وزن الميل في المجتمع يساوي صفرا.
- معامل الارتباط في المجتمع يساوي صفرا.

ويمكن إجراء اختبار الدلالة في ظل مجموعتين من المسلمات: المسلمات المرتبطة بنموذج الآثار الثابتة، وتلك المرتبطة بنموذج الآثار العشوائية. ونموذج الآثار الثابتة أكثر مناسبة للدراسات التجريبية، في حين يبدو نموذج الآثار العشوائية أكثر مناسبة للدراسات غير التجريبية. وإذا صح نموذج الآثار الثابتة من الممكن وجود علاقة خطية أو غير خطية بين المنبئ والمحك. ومن ناحية أخرى إذا صح نموذج الآثار العشوائية فالعلاقة الوحيدة التي يمكن أن توجد بين المتغيرين علاقة خطية.

وبغض النظر عن استخدام نموذج الآثار الثابتة أو نموذج الآثار العشوائية فمن الأفضل فحص العلاقة الثنائية باستخدام شكل التبعثر قبل إجراء معامل الانحدار بين المتغيرين لمعرفة ما إذا كانت هناك علاقة غير خطية بينهما، وكذلك للكشف عن القيم المتطرفة. وإذا تبين وجود علاقة غير خطية في شكل التبعثر، لا يجب إجراء انحدار خطي ثنائي بسيط بل يجب التفكير في إضافة عناصر من مستوى أعلى إلى معادلة الانحدار (مثل تربيع المتغيرات أو تكعيبها، إلى غير ذلك من العناصر ذات المستوى الأعلى). كما يجب اكتشاف القيم المتطرفة واستبعادها لأن لها تأثيرها الكبير على معامل الانحدار.

مسلمات الآثار الثابتة لاختبار دلالة الانحدار الخطي البسيط:

توجد كما ذكرنا من قبل مجموعتين من المسلمات: مجموعة الآثار الثابتة ومجموعة الآثار العشوائية. وفيما يلي مسلمات الآثار الثابتة:

المسلم رقم ١: *المتغير التابع موزع توزيعا اعتداليا في المجتمع لكل مستوى من مستويات المتغير المستقل.*

إذا كان حجم العينة متوسطا أو كبيرا يمكن انتهاك هذا المسلم مع الحصول على نتائج دقيقة. إلا أنه إذا ابتعد المتغير التابع كثيرا عن التوزيع الاعتدالي فلابد من استخدام عينات أكبر حتى يمكن الحصول على نتائج سليمة.

المسلم رقم ٢: *تباينات المتغير التابع في المجتمع واحدة لجميع مستويات المتغير المستقل.*

لا يمكن الثقة في النسبة الفائية إذا اختلفت تباينات المجتمع في المستويات المختلفة للمتغير المستقل. وفي هذه الحالة يجب عدم إجراء التحليل الخطي البسيط.

المسلم رقم ٣: *تمثل الحالات عينة عشوائية من المجتمع. كما أن الدرجات مستقلة عن بعضها البعض من فرد لآخر.*

يعطي تحليل الانحدار قيما غير دقيقة لمستوى الدلالة إذا ما انتهك مسلم الاستقلالية.

مسلمات الآثار العشوائية لاختبار دلالة الانحدار البسيط:

المسلم رقم ١: *المتغيران 'س' و 'ص' موزعان توزيعا اعتداليا في المجتمع.*

إذا كان توزيع المتغيرين معا اعتداليا في المجتمع، فإن كل متغير منهما موزع توزيعا اعتداليا في المجتمع بغض النظر عن توزيع المتغير الآخر، كما أن كل متغير موزع توزيعا اعتداليا في كل مستوى من مستويات المتغير الآخر. ويعطي اختبار مستوى الدلالة للانحدار الثنائي نتائج صادقة نسبيا بالنسبة للخطأ من النوع الأول إذا كان حجم العينة متوسطا أو كبيرا. وإذا كانت 'س' و 'ص' موزعتان توزيعا اعتداليا ثنائيا فإن العلاقة الوحيدة الممكنة بينهما علاقة خطية.

المسلم رقم ٢: *تمثل الحالات عينة عشوائية من المجتمع الذي سحبت منه، كما أن درجات كل متغير مستقلة عن بعضها البعض بالنسبة لنفس المتغير.*

يعطي تحليل الانحدار نتائج غير دقيقة لمستوى الدلالة إذا انتهك مسلم الاستقلالية.

حساب حجم الأثر:

يهتم هذا الفصل باستخدام الانحدار الخطي لتقويم مدى قدرة متغير مستقل واحد على التنبؤ بالمتغير التابع. إلا أن الانحدار الخطي إجراء أكثر عمومية حيث أنه يمكن استخدامه للتنبؤ بالمتغير التابع من مجموعة من المتغيرات المستقلة. ولذلك فإن SPSS يعطي إحصاءات خاصة بقوة العلاقة لها فائدتها في تحليل الانحدار الذي يضم عدة منبئات. إذ يعطي البرنامج أربعة مؤشرات ارتباطية مع نتائج الانحدار الخطي وهي: معامل ارتباط بيرسون (r)، ومعامل الارتباط المتعدد (R)، ومربع معامل الارتباط (R^2)، ومعامل الارتباط المعدل R^2. ويلاحظ وجود بعض التكرار في هذه الإحصاءات

عند استخدام منبئ وحيد. إذ نجد أن $R = |r|$، و $R^2 = r^2$، وتتساوى تقريبا R^2 مع R^2 المعدلة. وعلى ذلك يمكن القول أن مؤشرات الارتباط التي نحتاج تضمينها في تقرير بحث يستخدم الانحدار البسيط هي r و r^2.

ويتراوح معامل ارتباط بيرسون بين +١ و −١. والقيمة الموجبة لمعامل الارتباط تعني أنه إذا زادت درجة المتغير المستقل (س) تزيد درجة المتغير التابع (ص). وإذا كان معامل الارتباط صفرا قد تزيد قيمة ص أو تقل عند زيادة درجة المتغير س. أما إذا كان معامل الارتباط سالبا تقل درجة المتغير ص إذا انخفضت درجة المتغير س. ومعامل الارتباط الذي يبلغ ,١٠ يعتبر معاملا ضعيفا، وإذا بلغ ,٣٠ اعتبر متوسطا، أما إذا كان ,٥٠ فإنه يعتبر معاملا مرتفعا.

وبتربيع معامل الارتباط (r) نحصل بصورة مباشرة على مؤشر يدلنا على قوة التنبؤ بـ 'ص' من 'س'، لأن مربع معامل الارتباط (r^2) يدلنا على نسبة التباين في 'ص' التي ترجع إلى علاقتها الخطية بـ'س'. ومن ناحية أخرى وكإجراء بديل يمكننا اعتبار (r^2) نسبة الانخفاض في الخطأ التي نحققها عند إدراج 'س' في معادلة الانحدار مقارنة بما يحدث في حالة عدم إدراجها في المعادلة.

وهناك مؤشرات أخرى لقوة العلاقة التي يمكن الحصول عليها مع الانحدار الثنائي. ويعطينا SPSS الخطأ المعياري للتقدير مع النتائج. ويدلنا الخطأ المعياري للتقدير عن مدى الخطأ في التنبؤ من 'س' إلى 'ص'. وهذا المؤشر مفيد بالإضافة إلى المؤشرات التي نحصل عليها من معاملات الارتباط لأنها تدلنا على مدى بعدنا عن التنبؤ الصحيح بقيمة 'ص'. ومن ناحية أخرى فإن إحصاء معاملات الارتباط تنقصه الوحدات الضرورية للقياس، ولذلك فإن تفسيره صعب.

تنفيذ الانحدار البسيط:

تعتقد مُدرسة للصف الثاني الابتدائي أن الوقت الذي يقضيه الآباء مع أبنائهم في القراءة لهم أو معهم يمكن أن يكون منبئا دقيقا بالأداء العام للأطفال في المدرسة. ولاختبار هذا الفرض أجرت المدرسة بحثا صغيرا استخدمت فيه ٢٥ طفلا من التلاميذ الذين تعلمهم في الصف الخامس الابتدائي. وفي نهاية العام الدراسي استخدمت المدرسة درجات الأطفال خلال العام للحصول على درجة كلية تعبر عن مستوى أداء كل طفل. وفي اجتماع مع الآباء وزعت المدرسة استبيانا عليهم تطلب منهم فيه تحديد متوسط عدد ساعات الأسبوع التي أنفقها الأطفال في الاستذكار. وقد امتنعت المدرسة عن النظر في

نتائج الاستبيان حتى لا تتأثر بالبيانات الموجودة به قبل وضع درجات الأطفال تجنبا لأي تحيز من جانبها. ويوضح جدول (١٧-١) النتائج التي حصلت عليها. ويمكن استخدام ملف Regression.sav على الأسطوانة المرنة.

جدول ١٧-١ عدد ساعات القراءة ودرجات الأطفال في نهاية العام

رقم الطفل	عدد الساعات (س)	الدرجة (ص)	رقم الطفل	عدد الساعات (س)	الدرجة (ص)
١	٢	٢١٢	١٤	٢	٢٢٢
٢	٥	٣٠٠	١٥	٧	٣٥٠
٣	١٥	٤٠٠	١٦	٠	١٦٨
٤	١	٢٠٠	١٧	١٤	٤٠٠
٥	٣	٢٥٦	١٨	٧	٣٨٦
٦	٠	١٧٣	١٩	٩	٤٠٠
٧	٧	٣٩١	٢٠	١	١٨٤
٨	١٢	٣٧٧	٢١	٥	٣٥٠
٩	٢	٢١٢	٢٢	٧	٣٧٠
١٠	٦	٣٥٥	٢٣	٤	٣٣٣
١١	١٠	٣٨٥	٢٤	١٠	٣٨٨
١٢	٨	٣١٢	٢٥	٣	٢٩٨
١٣	٢	٣٦٨			

وسوف نحاول في هذا المثال أن نقوم بما يلي:

١- الحصول على المعادلة التي تعتبر أفضل تمثيل للعلاقة الخطية بين المتغيرين (س) و (ص) وسوف يمكننا هذا من التنبؤ بدرجات (ص) أي الدرجات الكلية من (س) (عدد ساعات القراءة).

٢- تحديد قوة العلاقة.

٣- اختبار الفرض الصفري أن انحدار خط التنبؤ في المجتمع الذي سحبت منه العينة يساوي صفرا (أي أن درجات س ودرجات ص غير مرتبطة).

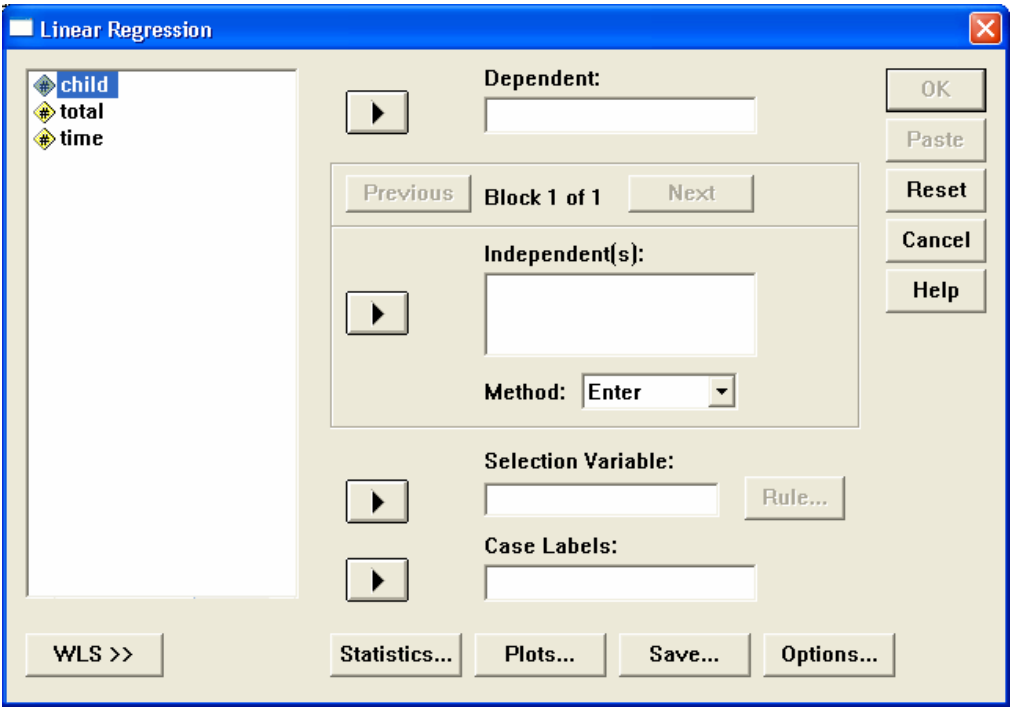
تحليل البيانات:

أدخل البيانات بالطريقة السابق شرحها في الفصل الثاني، وذلك في الأعمدة الثلاثة الأولى من محرر البيانات وأعط الأسماء التالية للمتغيرات **child – time – total** (إذا لم تكن ترغب في استرجاع الملف من الأسطوانة المرنة).

طريقة التأشير والضغط:

١- اضغط على **Statistics** (الإصدار الثامن) أو **Analyze** (الإصدارات من التاسع إلى الثاني عشر) في شريط القوائم.

٢- اضغط على **Regression**. ومن القائمة الناتجة اختر **Linear** وينتج عن ذلك مربع الحوار المبين في شكل ١٧-١.

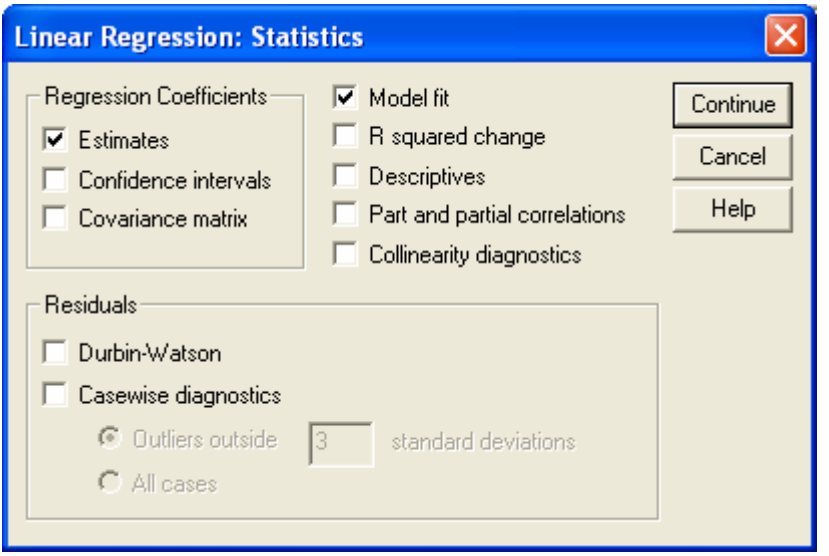


شكل ١٧-١ مربع حوار الانحدار الخطي

٣- اضغط على المتغير **total** ثم انقله إلى مربع Dependent Variable

٤- اضغط على المتغير **time** وانقله إلى مربع Independent Variable.

٥- اضغط على **Statistics** وسوف يظهر مربع الحوار المبين في شكل ١٧-٢.
٦- اضغط على **Descriptives**. تأكد من أنه تم اختيار كل من **Estimates** و **Model Fit**.
٧- اضغط على **Continue**.
٨- اضغط على **OK**.



شكل ١٧-٢ مربع حوار الإحصاءات في الانحدار الخطي

شكل التبعثر: من الممارسات الجيدة دائما محاولة فحص شكل التبعثر للمتغيرين عند تفسير تحليل الانحدار. وللحصول على شكل التبعثر باستخدام **total** على الإحداثي الرأسي (المتغير ص) و**time** على الإحداثي الأفقي (المتغير س) اضغط على **Graphs** في شريط القوائم عند أعلى الشاشة، ثم اضغط على **Scatter** في القائمة المنسدلة الناتجة. ويؤدي هذا إلى ظهور مربع حوار صغير به أربعة أنواع من شكل التبعثر. والنوع الذي نريده هو النوع البسيط "Simple"، وهو النوع المختار افتراضيا. اضغط على زر **Define** لإظهار مربع حوار آخر مكتوب به متغيراتك على اليسار. اضغط على **total** ثم على زر السهم الأيمن الذي يشير إلى الإحداثي الصادي "Y Axis". ثم اضغط على **time** والسهم الأيمن المشير إلى الإحداثي السيني "X Axis". ثم اضغط على **OK** لتنفيذ الشكل المطلوب.

الطريقة اللغوية:

افتح المحرر اللغوي واكتب الأمر التالي (ولا تنسى النقطة في نهاية الأمر)، ثم اضغط على زر *Run* لتنفيذ التحليل المطلوب. ويمكن استرجاع ملف Regression من الأسطوانة المرنة.

```
REGRESSION /DESCRIPTIVES
        /DEPENDENT = TOTAL
        /METHOD = ENTER TIME.
```

ونستخدم الأمر **REGRESSION** لتحليل الانحدار البسيط والمتعدد والإحصاءات المرتبطة بهما. وسوف نتناول في الفصل التالي الانحدار المتعدد.

ويطلب الأمر الفرعي **DESCRIPTIVES**/ من SPSS عمل الإحصاءات الوصفية لجميع متغيرات التحليل. وتتضمن هذه الإحصاءات المتوسط والانحراف المعياري ومصفوفة الارتباط. وهذا الأمر اختياري ولكن المفضل استخدامه باستمرار.

والأمر الفرعي **DEPENDENT**/ يتعرف على المتغير التابع في معادلة الانحدار. وفي مثالنا هذا المتغير التابع هو **TOTAL**.

ويجب أن يتبع الأمر الفرعي **METHOD**/ مباشرة الأمر الفرعي **DEPENDENT**/. ويستخدم الأمر الفرعي **METHOD**/ لإخبار SPSS الطريقة التي نريد بها إضافة المتغير المستقل (أو المتغيرات المستقلة) إلى معادلة الانحدار. والأمر **ENTER** هو أكثر الأوامر مباشرة لبناء معادلة انحدار. إذ أنها تخبر SPSS ببساطة أن يدخل جميع المتغيرات المستقلة التي تريد إدخالها في معادلة الانحدار. وفي مثالنا الحالي ليس لدينا سوى متغير مستقل واحد هو **TIME** ونريد بالطبع إدخاله في المعادلة. وسوف نناقش في الفصل التالي بدائل للأمر الفرعي **ENTER** عند الكلام على الانحدار المتعدد.

أشكال التبعثر:

من المفيد دائما فحص العلاقة بين متغيرين بصريا وذلك عند تحليل الانحدار. وهناك نوع من أشكال التبعثر مفيد بشكل خاص ويمكن رسمه باستخدام الطريقة اللغوية فقط لأنه غير متاح في طريقة التأشير والضغط. ولعمل شكل التبعثر للمثال الذي نحن بصدده استخدم الأمر التالي بدلا من الأمر السابق **REGRESSION** أو بالإضافة إليه:

```
PLOT /FORMAT REGRESSION /PLOT TOTAL WITH TIME.
```

ويجب استخدام الأمر الفرعي **PLOT/** لإعلام SPSS بأي المتغيرات يقوم بعمل الرسم. *لاحظ أن هذا يجب أن يكون آخر أمر فرعي في الأمر* ***PLOT/.*** وبعد الأمر الفرعي **PLOT/** يجب تحديد اسم المتغير الذي يقع عند الإحداثي الرأسي وهو عادة المتغير التابع وهو في المثال الحالي **TOTAL**، وبعد ذلك يجب كتابة الكلمة **WITH** متبوعة باسم المتغير المستقل. وسوف يحتل هذا المتغير الإحداثي الأفقي في رسم التبعثر. والمتغير المستقل في مثالنا الحال هو **TIME**. ويؤدي هذا إلى قيام SPSS بعمل شكل تبعثر لكل نقاط الالتقاء بين المتغيرين على الإحداثين الرأسي والأفقي.

ويقوم الأمر الفرعي **FORMAT RERESSION/** بعمل شيء خاص لا يمكن عمله باستخدام طريقة التأشير والضغط. فتضمين هذا الأمر الفرعي يؤدي إلى الحصول على شكل التبعثر الذي نحصل عليه بطريقة التأشير والضغط، ولكن بالإضافة إلى ذلك نحصل أيضا على خط الانحدار. وهذا مظهر هام جدا لأن نفحص بصريا الدرجة التي يتطابق بها خط الانحدار مع البيانات.

النتائج:

يوضح شكل ١٧-٢ النتائج التي تصدر عن برنامج SPSS بما في ذلك الإحصاءات الاختيارية المتعلقة بالإحصاء الوصفي.

وإذا طلبت الإحصاء الوصفي فإن هذه تطبع أولا، وتحتوي على المتوسطات والانحرافات المعيارية وعدد أفراد العينة ومصفوفة الارتباط للمتغيرين **TOTAL** و **TIME**. ويبلغ معامل الارتباط بين هذين المتغيرين ٨٦٠, وتشير هذه القيمة إلى ارتباط موجب مرتفع، وهذا يعني أن الأطفال الذين ينفق آباؤهم معهم فترة طويلة يقرؤون معهم أو لهم، ينزعون إلى الأداء بشكل أفضل في المدرسة.

و بعد القسم المعنون "Variables Entered/Removed" يعطي SPSS نتائج الإحصاء المتعلق بالانحدار، بما في ذلك معامل الارتباط المتعدد ("R")، و R^2، و (R Square)، ومربع الارتباط المعدل (Adjusted R Square")، والخطأ المعياري للتقدير. لاحظ أنه في الانحدار البسيط الذي لا يستخدم سوى منبئ واحد فقط يتساوى الارتباط المتعدد مع الارتباط البسيط بين المنبئ والمتغير التابع، وهو يبلغ في هذه الحالة ٨٦٠,. ومربع الارتباط يمثل نسبة التباين في المتغير التابع الذي يمكن التنبؤ به من المتغير المستقل (المتغير المنبئ)، وفي حالتنا هذه لا يوجد سوى متغير مستقل واحد.

ويظهر بعد ذلك ضمن النتائج تحليل التباين لمعادلة الانحدار، والغرض من ذلك هو

اختبار الفرض الصفري بأن معامل الارتباط الرباعي (R^2) في المجتمع يساوي صفرا. ويقسم تباين المتغير التابع إلى مصدرين: الجزء الذي يمكن التنبؤ به من معادلة الانحدار ("Regression") والجزء الذي لا يمكن التنبؤ به من المعادلة (البواقي أو الخطأ) ("Residual" or error). ويلاحظ أن قيمة ف (F-test) دالة. ونلاحظ هنا شيئين هامين وهما:

١- أن مجموع المربعات الذي يرجع للانحدار مقسوما على مجموع المربعات الكلي (أي الانحدار بالإضافة للبواقي) يساوي "R^2"، وهذه هي نسبة التباين في المتغير التابع الذي يمكن التنبؤ به من المتغير المستقل.

٢- أن اختبار الدلالة لمربع الارتباط (R^2) عندما يكون هناك متغير منبئ واحد يعادل اختبارا بسيطا للارتباط بين المتغيرين التابع والمستقل.

ويعطينا القسم الأخير من النتائج المعلومات التي نحتاجها لبناء معادلة الانحدار لأقل المربعات (معادلة التنبؤ). والعمود المعنون "B" يذكر معاملات الانحدار للمتغير المستقل **TIME** وللبند الثابت "Constant". وهذه تمثل الميل وتقاطع ص Y-intercept على التوالي لخط الانحدار وعادة ما تمثل بالقيمتين b_1 و b_0. ولذلك نجد أنه بالنسبة لمثالنا الحالي تصبح معادلة التنبؤ باستخدام أقل المربعات هي:

Predicted TOTAL = 2.140 + (.168)*(TIME)

والقيم التي توجد تحت "Beta" تمثل البدائل لمجموعة من المعاملات التي يمكن استخدامها إذا حولت جميع المتغيرات إلى درجات ز "Z-score" أي إذا حولت الدرجات إلى درجات معيارية أولا. لاحظ أنه لا توجد قيمة للبند الثابت "Constant" في هذا العمود. وإذا كان المتغيران محولين إلى درجة معيارية (ز) يكون تقاطع ص صفرا دائما. وبذلك تكون معادلة التنبؤ للدرجات المعيارية (ز) على ص من الدرجات المعيارية على س:

$$\text{Predicted } Z_{TOTOL} = 0 + (.860)*(Z_{TIME})$$

وبشكل أبسط يمكن أن تكون المعادلة على النحو التالي:

$$\text{Predicted } Z_{TOTOL} = (.860)*(Z_{TIME})$$

ويعطينا العمودان الأخيران نتائج اختبارات الدلالة للمعاملات. والفرض الصفري الذي

يختبر في كل سطر هو لمعامل "b" الخاص بذلك السطر (أي معامل بيتا – والاختبارات متعادلة). واختبار 'ت' وقيم 'ل' لهذه الاختبارات معنونة "t" و ".Sig" على التـــوالي. وتساوي قيم 'ل' (p-values) ".000" وهو ما يعني في هذه الحالة أن قيم 'ل' الحقيقية أقل من 0005. وهي قيمة مقربة. وكلا المعاملين (ميل b_1 وتقـــاطع b_0) يختلفـــان عـــن الصفر اختلافا دالا إحصائيا.

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	TIME[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: TOTAL

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.860[a]	.739	.728	42.926

a. Predictors: (Constant), TIME

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	120133.9	1	120133.889	65.198	.000[a]
	Residual	42380.111	23	1842.614		
	Total	162514.0	24			

a. Predictors: (Constant), TIME

b. Dependent Variable: TOTAL

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	213.971	14.829		14.429	.000
	TIME	16.833	2.085	.860	8.075	.000

a. Dependent Variable: TOTAL

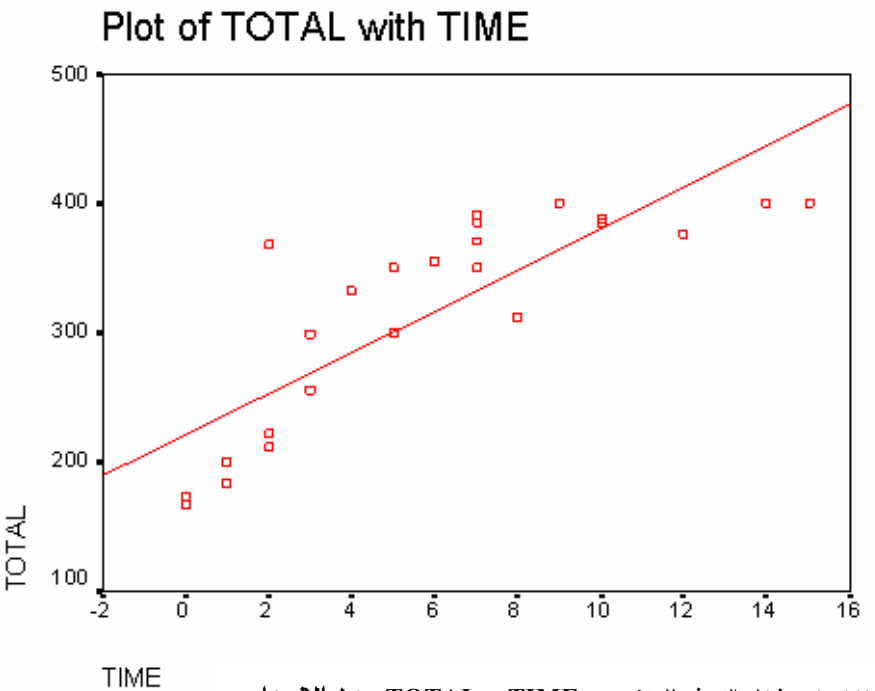
شكل ١٧-٣ نتائج تحليل الانحدار الخطي

أشكال التبعثر:

يبين شكل ١٧-٤ شكل التبعثر للمتغيرين **TOTAL** و **TIME** كما نفذه الأمر اللغوي بما فيه الأمر الفرعي **FORMAT REGRESSION**/.

وخط القطر الذي يمر خلال الرسم يمثل معادلة الانحدار التي نفذها التحليل، ولا يظهر هذا الخط إلا إذا استخدمت الطريقة اللغوية. وتمثل كل نقطة أحد أفراد العينة، والموقع الرأسي للنقطة يمثل درجة الفرد في المتغير TOTAL ، أما الموقع الأفقي فيمثل درجته في المتغير TIME. لاحظ أنه في مثالنا الحالي يبدو أن النقط تقع على خط منحني، ويمكن رؤية هذا الخط بوضوح مع وجود خط الانحدار على الرسم. وهذا يعني أن الأفراد ذوي الأزمنة المنخفضة جدا (أي التي تقل عن ٤) وأولئك الذين أزمنتهم مرتفعة جدا (أي تزيد على ١٠) تقع كلها تحت خط الانحدار، بينما الأفراد ذوي القيم المتوسطة في المتغير TIME يظهرون فوق خط الانحدار. ويشير هذا الأمر إلى أن العلاقة بين المتغيرين علاقة غير خطية، بعكس المسلم العادي بوجود علاقة خطية بين المتغيرين.

Plot



شكل ١٧-٤ شكل التبعثر للمتغيرين TIME و TOTAL وخط الانحدار