مجلة التمكين الاجتماعي
جامعة عمار ثليجي الأغواط – الجزائر

المجلد 06 / العـدد 02 / جوان 2024 / ص ص 121 – 135
*ISSN : 2676-234X / EISSN : 2716-9006*

# طرق كشف ومعالجة القيم المتطرفة في الانحدار الخطي البسيط

**محمد دوة**

**كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية - جامعة الأغواط – الجزائر، البريد الإلكتروني:**
**m.doua@lagh-univ.dz**

**مخبر دراسات التنمية الاقتصادية**

**ORCID: https://orcid.org/0009-0008-7559-3214**

**تاريخ الاستلام:** 2024/01/09 - **تاريخ القبول:** 2024/05/25 - **تاريخ النشر:** 2024/06/30

**الكلمات المفتاحية**

مخطط صندوق، طريقة الفرز، انتشار Z، احصاءة t، مسافة كوك.

**الملخص**

في تحليل البيانات قد تظهر قيمة واحدة أو أكثر تكون أحيانا بعيدة عن مجموعة القيم الأخرى، تظهر هذه القيم بشكل غير منطقي مقارنة ببقية البيانات، ويمكن أن تكون صغيرة جدًا أو كبيرة جدًا مقارنة ببقية البيانات، وعادة ما تكون غير مرغوب فيها لأنها تسبب اختلالات، وتسمى هذه بالقيم المتطرفة، في هذا المقال ناقشنا مفهوما، وأسباب ظهورها، وأهم الطرق المستخدمة للكشف عنها في تقنية الانحدار الخطي البسيط، و في الأخير اقترحنا بعض طرق معالجتها.

**المؤلف المرسل: محمد دوة**

***DOI 10.34118/sej.v6i2.3924***

*Vol 06 / Issue 02 / Juin 2024 / pp 121 – 135*
*ISSN : 2676-234X / EISSN : 2716-9006*

*Social Empowerment Journal*
*University Amar Telidji of Laghouat-Algeria*

# *Methods for detecting and treating outliers in simple linear regression*

**Mohammed Doua**
**Faculty of Economics, Management Sciences and Commercial Sciences, University of Laghouat, Algeria, e-mail: m.doua@lagh-univ.dz**
**Economic development studies laboratory**
**ORCID: https://orcid.org/0009-0008-7559-3214**

**Received**: 09/01/2024; **Accepted**: 25/05/2024, **Published:** 30/06/2024

**Keywords**

*Box plot, Sorting method, scatter Z, T statistic, Cook's distance.*

**Abstract**

*In data analysis, one or more values may appear that are sometimes far from a group of other values. These values appear irrationally compared to the rest of the data, and they can be very small or very large compared to the rest of the data. They are usually undesirable because they cause imbalances, and they are called These are outliers, in this article we discussed a concept, the reasons for their appearance, and the most important methods used to detect them in the simple linear regression technique, and in the end, we suggested some methods to treat them.*

***Corresponding Author : Mohammed Doua***
***DOI 10.34118/sej.v6i2.3924***

**- مقدمة:**

في بعض مجموعات البيانات، توجد قيم (نقاط بيانات ملحوظة) تسمى القيم المتطرفة، القيم المتطرفة هي نقاط بيانات ملحوظة بعيدة عن خط المربعات الصغرى تحتوي على أخطاء كبيرة، حيث لا يكون الخطأ أو المتبقي قريبا جدا من أفضل خط تسوية مناسب.

يجب فحص القيم المتطرفة عن كثب في بعض الأحيان، حيث لا ينبغي تضمينها في تحليل البيانات مثل ما إذا كان من الممكن أن يكون الانحراف نتيجة لبيانات غير صحيحة، في أوقات أخرى، قد تحتوي القيم المتطرفة على معلومات قيمة حول المجتمع قيد الدراسة ويجب أن يظل مدرجا في البيانات.

إلى جانب القيم المتطرفة، قد تحتوي العينة على نقطة أو بضع نقاط تسمى النقاط المؤثرة، النقاط المؤثرة هي نقاط بيانات ملحوظة بعيدة عن نقاط البيانات الأخرى الملحوظة في الاتجاه الأفقي، قد يكون لهذه النقاط تأثير كبير على ميل خط الانحدار، للبدء في تحديد نقطة مؤثرة يمكننا إزالتها من مجموعة البيانات وتحديد ما إذا كان ميل خط الانحدار قد تغير بشكل ملحوظ.

**2- تعريف القيم المتطرفة:**

**هناك العديد من التعريفات التي تخص القيم المتطرفة نذكر منها:**

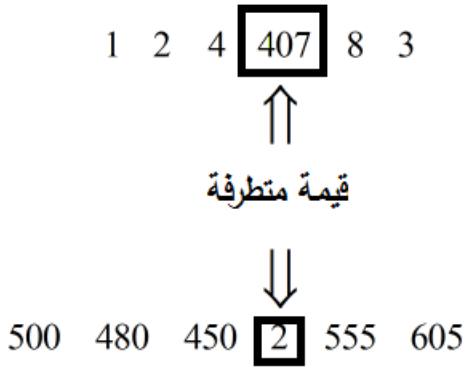
**2-1- تعريف 1:**

هي الانحراف هو المشاهدة التي تقع على مسافة غير طبيعية من القيم الأخرى في عينة عشوائية . (nist.gov، 2023)

**2-2- تعريف 2:**

القيمة المتطرفة (outlier) هي عنصر شاذ وخارج عن النسق المميز لمجموعة أو تركيبة معينة، ففي عموم الدراسات في الإحصاء، الرياضياتيون أنجزوا خوارزميات قادرة على التخفيف من تأثير القيم الشاذة، أو إلغائها، وحتى حذفها، مستخدمين طرق الإحصاء المتين، غير أنه في بعض الأحيان يكون وجودها مفيدا لمعرفة سلوك تركيبة، أو منظومة. أما القيمة المستحيلة (anomaly) فتعتبر قراءة خاطئة لأنها تدل على ظاهرة مستحيل حدوثها. (Matthias Klusch, 2008, p. 121)

ونورد المثال التالي عن القيمة المتطرفة:




**3- أسباب ظهور القيم المتطرفة:** (حسينة، 2023، صفحة 55)

قد تظهر القيم المتطرفة في مجموعة البيانات لأسباب عدة نذكر منها:

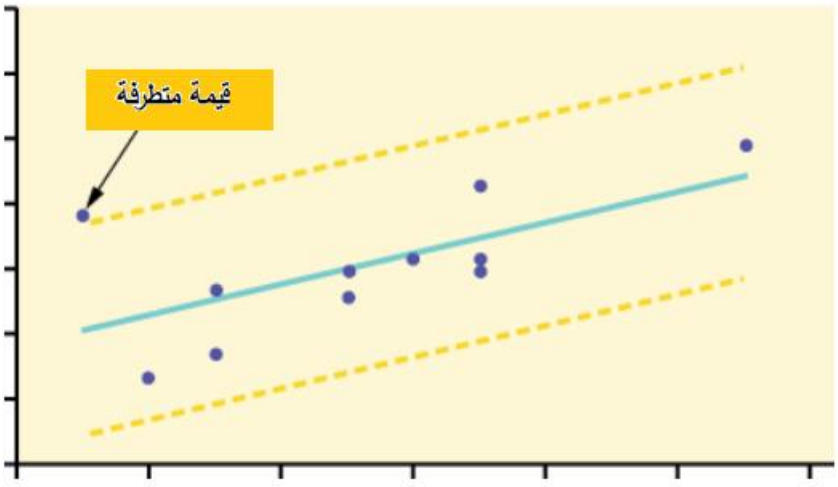
**1)** الأخطاء التي يقع فيها الباحث عند رصد القياسات أو قد تحدث نتيجة إلى وجود خلل في أجهزة القياس وخاصة في التجارب المختبرية، أو نتيجة لأخطاء في الحسابات مما يؤدي إلى ظهور القيم المتطرفة.

2) قد تأتي البيانات من نوعين من التوزيعات أحدهما التوزيع الأساسي والذي يولد مشاهدات جيدة، بينما الأخر يسمى التوزيع الملوث والذي يولد قيما متطرفة.

3) قد تكون هذه البيانات حقيقية ناتجة عن ظروف غير عادية، فمثلا حدوث كوارث طبيعية كالزلازل، الأعاصير، الأمطار الغزيرة تؤثر على مستويات الإنتاج الزراعي، الحيواني والصناعي، إضراب عمال في مؤسسة ما يؤثر على إنتاجها، الحروب بين الدول تؤثر على اقتصاد هذه الدول...الخ. (حسينة، 2023)

**3-1- الرسم البياني للقيم المتطرفة:**

باستخدام البرامج الاحصائية يمكننا تحديد القيم المتطرفة بيانيا، حيث يمكننا قياس المسافة العمودية من أي نقطة بيانات إلى النقطة المقابلة على الخط الأفضل ملاءمة (الأفضل تسوية). (learn.saylor، 2023)




**شكل 1. أفضل تسوية**

**المصدر**:(saylor, 2023)

**جدول 1**

**مثال 1**

| | x | y | $x^2$ | $y^2$ | xy |
|---|---|---|---|---|---|
| | 195 | 525 | 38025 | 275625 | 102375 |
| | 201 | 399 | 40401 | 159201 | 80199 |
| | 213 | 555 | 45369 | 308025 | 118215 |
| | 213 | 489 | 45369 | 239121 | 104157 |
| | 198 | 378 | 39204 | 142884 | 74844 |
| | 225 | 594 | 50625 | 352836 | 133650 |
| | 201 | 459 | 40401 | 210681 | 92259 |
| | 210 | 489 | 44100 | 239121 | 102690 |
| | 213 | 453 | 45369 | 205209 | 96489 |
| | 180 | 477 | 32400 | 227529 | 85860 |
| المتوسط | 204,9 | 481,8 | 42126,3 | 236023,2 | 99073,8 |

**المصدر**: من إعداد الباحث

$$\hat{y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta} x_i$$

$$\hat{\beta} = \frac{Cov(x,y)}{V(x)}$$

$$Cov(x,y) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \bar{x} \cdot \bar{y} = 99073{,}8 - (204{,}9)(481{,}8) = 352{,}98$$

$$V(x) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\bar{x})^2 = 142{,}29$$

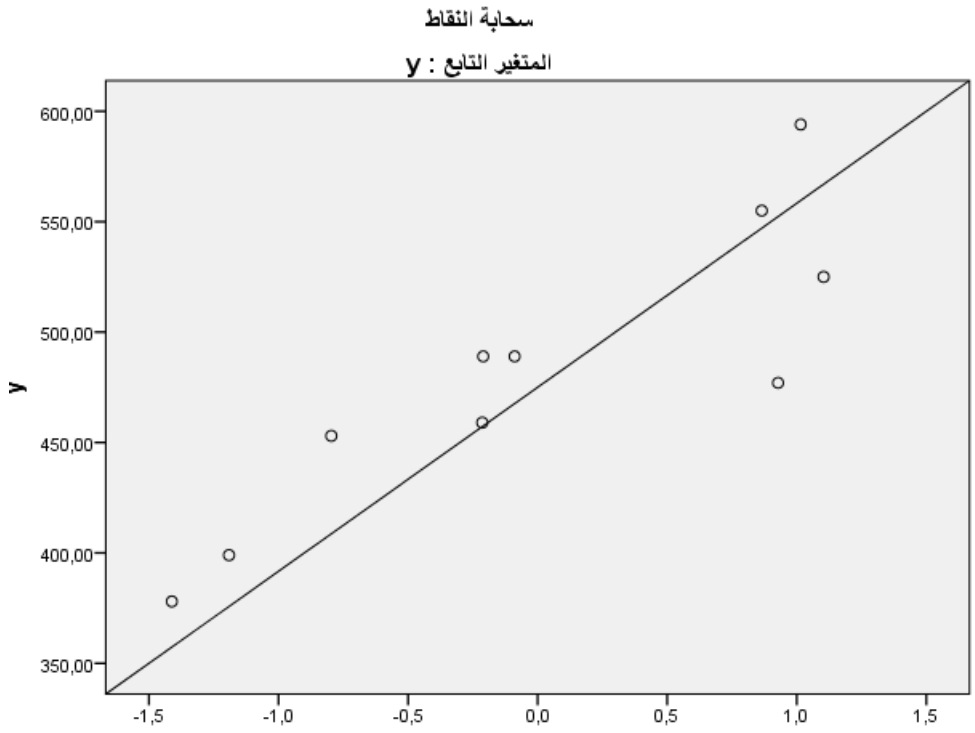
$$V(y) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - (\bar{y})^2 = 3891{,}96$$

$$\hat{\beta} = \frac{Cov(x,y)}{V(x)} = \frac{352{,}98}{142{,}29} = 2.48$$

$$\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta}\bar{x} = 481{,}8 - (2.48 \times 204{,}9) = -26.352$$

$$\hat{y}_i = -26.352 + 2.48 x_i$$

| x | y | $\hat{y}_i$ | $y - \hat{y}_i$ |
|---|---|---|---|
| **195** | 525 | 457,248 | 67,752 |
| **201** | 399 | 472,128 | -73,128 |
| **213** | 555 | 501,888 | 53,112 |
| **213** | 489 | 501,888 | -12,888 |
| **198** | 378 | 464,688 | -86,688 |
| **225** | 594 | 531,648 | 62,352 |
| **201** | 459 | 472,128 | -13,128 |
| **210** | 489 | 494,448 | -5,448 |
| **213** | 453 | 501,888 | -48,888 |
| **180** | 477 | 420,048 | 56,952 |




**شكل 2. سحابة النقط**

**المصدر**: مخرجات برنامج spss

**2-3- طرق الكشف عن القيم المتطرفة:**

أدخل هنا محتوى العنوان الفرعي الثاني، أدخل هنا محتوى العنوان الفرعي الثاني، أدخل هنا محتوى العنوان الفرعي الثاني، أدخل هنا محتوى العنوان الفرعي الثاني، أدخل هنا محتوى العنوان الفرعي الثاني، أدخل هنا محتوى العنوان الفرعي الثاني، أدخل هنا محتوى العنوان الفرعي الثاني.

هناك أربع طرق لحساب القيم المتطرفة، يمكننا الاختيار من بين عدة طرق لاكتشاف القيم المتطرفة حسب الوقت والموارد، نذكر منها:

**أولا: طريقة الفرز :Sorting method**

يمكننا فرز المتغيرات الكمية من الصغيرة إلى العالية والبحث عن قيم صغيرة للغاية أو عالية للغاية، نضع علامة على أي قيم متطرفة نجدها.(Prabhakar Gupta, 2007, p. 184)

هذه طريقة بسيطة للتحقق مما إذا كنا بحاجة إلى التحقق من نقاط بيانات معينة قبل استخدام طرق أكثر تعقيدا.

**ثانيا: استخدام التصوير البياني Using visualizations**

يمكننا استخدام برنامج لتصور بياناتنا باستخدام مخطط الصندوق، حتى نتمكن من رؤية توزيع البيانات في لمح البصر، يبرز هذا النوع من المخططات القيم الدنيا والقصوى(النطاق) والوسيط والمدى الربيعي لبياناتنا.

تبرز العديد من برامج الكمبيوتر قيمة خارجية على الرسم البياني بعلامة النجمة، وستقع خارج حدود الرسم البياني.

**ثالثا: الكشف الإحصائي للقيم المتطرفة Statistical outlier detection**

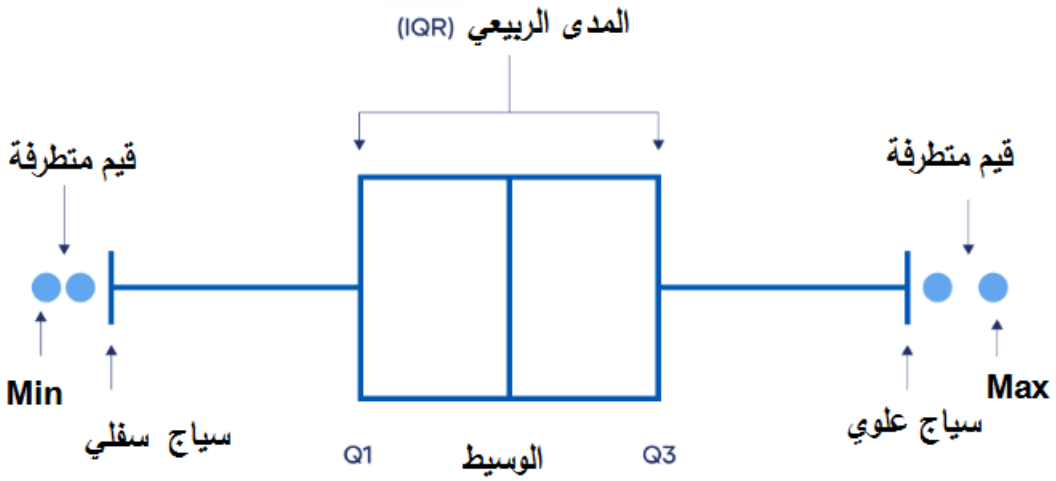
يتضمن الكشف للقيم المتطرفة تطبيق اختبارات أو إجراءات إحصائية لتحديد القيم المتطرفة، يمكننا تحويل نقاط البيانات القصوى إلى درجات z التي تخبرنا بعدد الانحرافات المعيارية التي تبعدها عن المتوسط .

إذا كانت القيمة تحتوي على درجة z عالية بما يكفي أو منخفضة بما يكفي، فيمكن اعتبارها متقطعة، كقاعدة عامة غالبا ما يتم تحديد القيم التي تحتوي على درجة z أكبر من 3 أو أقل من -3 على أنها قيم متطرفة.

استخدام المدى الربيعي:Using the interquartile range

يخبرنا المدى الربيعي (IQR) بمدى النصف الأوسط (الوسيط) من مجموعة البيانات الخاصة بنا.

نوضح مخطط الصندوق[1] كالتالي:




**شكل 3. مخطط الصندوق**

**المصدر**: مخرجات برنامج spss

[1] -ابتكرت هذه الطريقة سنة 1977على يد الرياضياتي والاحصائي الأمريكي جون توكي John Tukey .

يعرض مخطط الصندوق، ويسمى أيضا مخطط whisker ملخصا مكونا من خمسة أرقام لمجموعة من البيانات (الحد الأدنى، والربيع الأول، والربيع الثاني (الوسيط)، والربيع الثالث، والحد الأقصى. (بداوي، 2017، صفحة 57)

**- مثال:**

في محل لبيع الأجهزة الكهرو منزلية سجل خلال يوم بيع 100 جهاز، حيث تراوحت الأسعار ما بين 200 و1200 وحدة نقدية، حيث كانت المعطيات ممثلة في الجدول التكراري الاتي:

**جدول 2**

**مثال2**

| الأسعار (و.نقدية) | 400-200 | 600-400 | 800-600 | 1000-800 | 1200-1000 |
|---|---|---|---|---|---|
| الوحدات المباعة | 15 | 25 | 35 | 10 | 15 |

**المصدر**: من إعداد الباحث

**- المطلوب: إيجاد** الربيعات وقدمهما في علبة (Boite à moustaches) whiskers، ثم أحسب الانحراف الربيعي؟

**- حل المثال:**

**- إيجاد الربيعات:**

– تحديد قيمة الربيع الأول: $(100\times 0.25 = 25)$ ، إذن فئة الربيع الأول هي $]600-400]$ ، ومن صيغة الربيع الأول نحدد المقادير الاتية:

$$L_1 : 400 \text{، } n_{1/4} : 25 \text{، } N_{01} : 15 \text{، } c : 200$$

فقيمة الربيع الأول هي كما يلي: $Q_1 = L_1 + \frac{\frac{n}{4} - N_{01}}{n_{1/4}} \times c = 400 + \frac{25-15}{25} \times 200 = 480$

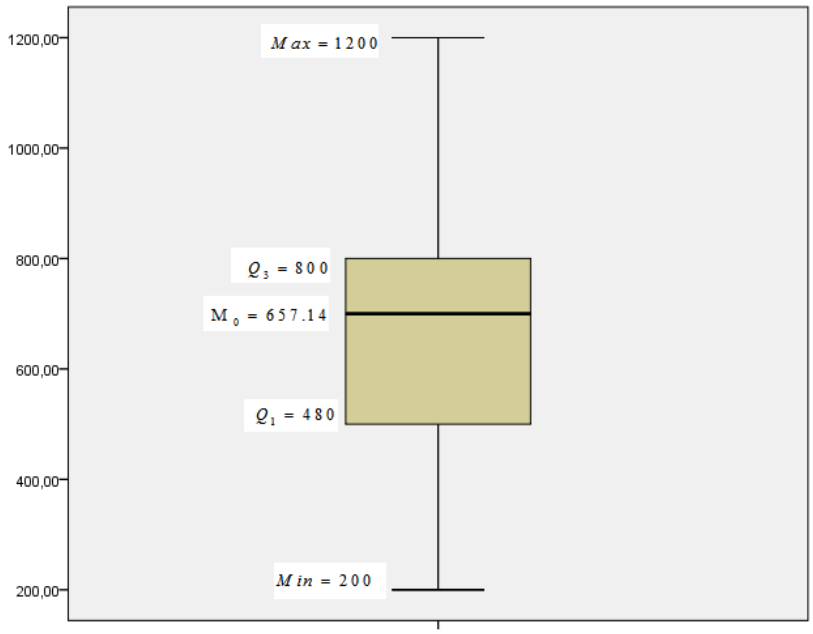
– تحديد قيمة الربيع الثالث: $(100\times 0.75 = 75)$ ، إذن فئة الربيع الثالث هي $]800-600]$ ، ومن صيغة الربيع الثالث نحدد المقادير الاتية:

$$L_1 : 600 \text{، } n_{3/4} : 35 \text{، } N_{03} : 40 \text{، } c : 200$$

فقيمة الربيع الثالث هي كما يلي: $Q_3 = L_1 + \frac{\frac{3n}{4} - N_{03}}{n_{3/4}} \times c = 600 + \frac{75-40}{35} \times 200 = 800$

إذن قيمة الانحراف الربيعي هي كما يلي: $ET = Q_3 - Q_1 = 800 - 480 = 320$

تمثيل الربيعات في مخطط صندوق Box plot (Boite à moustaches) يكون كما يلي:




**شكل 4. مخطط الصندوق**

**المصدر**: مخرجات برنامج spss

**4- استخدام انتشار $Z_i$ Using scatter:**

**نستخدم المعادلة التالية:**

$$Z_i = Y_i - \hat{\beta} X_i$$

من خلال تسوية النموذج بطريقة المربعات الصغرى، وحساب قيم $Z_i$ و ترتيبها تصاعديا مقابل رتبها، تبرز القيم المتطرفة:

**- مثال:**

نستخدم بيانات المثال الأول:

جدول 3

مثال3

| x | y | $Z_i = Y_i - \hat{\beta} X_i$ |
|---|---|---|
| **195** | 525 | 433,35 |
| **201** | 399 | 304,53 |
| **213** | 555 | 454,89 |
| **213** | 489 | 388,89 |
| **198** | 378 | 284,94 |
| **225** | 594 | 488,25 |
| **201** | 459 | 364,53 |
| **210** | 489 | 390,3 |
| **213** | 453 | 352,89 |
| **180** | 477 | 392,4 |

المصدر: من إعداد الباحث

$$\beta = 2.48$$

| x | y | $Z_i = Y_i - \hat{\beta} X_i$ |
|---|---|---|
| **195** | 525 | 41,4 |
| **201** | 399 | -99,48 |
| **213** | 555 | 26,76 |
| **213** | 489 | -39,24 |
| **198** | 378 | -113,04 |
| **225** | 594 | 36 |
| **201** | 459 | -39,48 |
| **210** | 489 | -31,8 |
| **213** | 453 | -75,24 |
| **180** | 477 | 30,6 |

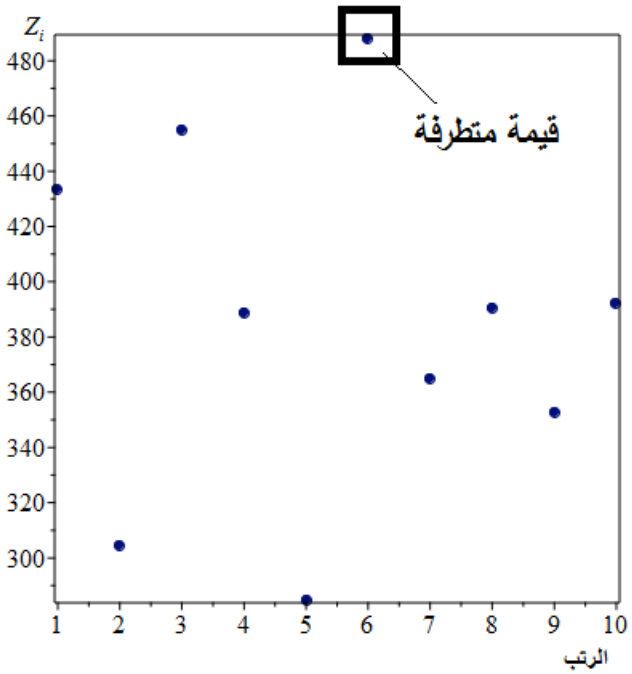
اظهار الرتب مقابل رتبة كل مشاهدة:

جدول 4

مثال4

| الرتب | $Z_i$ |
|---|---|
| **5** | 36 |
| **2** | -99,48 |
| **9** | -75,24 |
| **7** | -39,48 |
| **10** | 30,6 |
| **4** | -39,24 |
| **8** | -31,8 |
| **1** | 41,4 |
| **3** | 26,76 |
| **6** | 36 |

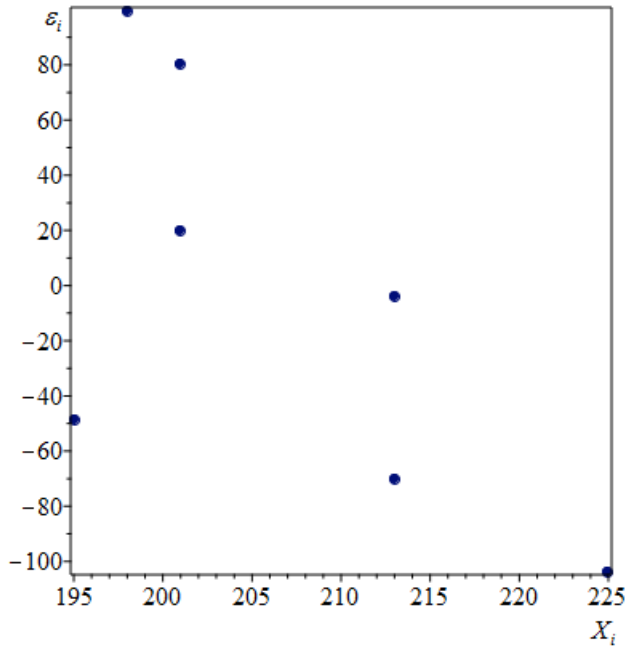
باستخدام برنامج Maple نقوم بتمثيل الجدول الأخير:




**شكل 5. انتشار Z**

**المصدر**: مخرجات برنامج spss

يمكننا اكتشاف القيم المتطرفة كذلك عن طريق تمثيل الأخطاء (البواقي) $\varepsilon_i = Y_i - \widehat{Y}_i$ مع قيم $X_i$ ، باستخدام برنامج Maple نقوم بتمثيلها:




**شكل 6. الأخطاء (البواقي)**

**المصدر**: مخرجات برنامج spss

**5- استخدام احصاءة t:**

في حالة الانحدار الخطي البسيط تعطى كما يلي:

$$t = Max\left|\frac{\varepsilon_i}{s_i}\right|$$

$$\frac{\varepsilon_i}{V(\varepsilon_i)} = \frac{\varepsilon_i}{\frac{SS_E}{n-2}} = \frac{\varepsilon_i}{s_i}$$

$$\therefore SS_E = SS_T - \hat{\beta}\, S_{xy} \quad , \quad SS_T = \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2$$

$$\therefore S_{xy} = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)$$

لمعرفة ما إذا كانت المشاهدة عبارة عن قيمة متطرفة يلزم حساب احصاءة $t^*$ التي تعطى كما يلي:

$$t^* = Max\frac{|\varepsilon_i / s_i|}{\sqrt{\frac{(n-2)V(\varepsilon_i)}{n}}} = Max\frac{|\varepsilon_i / s_i|}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i^2}{n}}}$$

إذا كان $t \square t^*$ فأن الزوج $(x_i, y_i)$ يحقق قيمة متطرفة.

إذا كان $t \neq t^*$ فأن الزوج $(x_i, y_i)$ لا يحقق قيمة متطرفة.

بالرجوع إلى المثال (3) نجد: $t = 0,0274878$ التي تقابل الزوج $(225\ ,\ 594)$، وكذلك $(x_i, y_i) = (225\ ,\ 594)$

$t^* = 1,72916495$ التي تقابل الزوج $(x_i, y_i) = (225\ ,\ 594)$.

نلاحظ أن $t \square t^*$ فأن الزوج $(x_i, y_i) = (225\ ,\ 594)$ يحقق قيمة متطرفة.

**-ملاحظة:**

في حالة الانحدار الخطي المتعدد نستخدم الاحصاءة التالية:

$$t_i = \frac{\varepsilon_i}{\sqrt{MSE(1-h_{ij})}}$$

حيث: $MSE$ : متوسط مربع الخطأ، $h_{ij}$ : عناصر قطر مصفوفة القبعة Hat matrix

$H = X(X'X)^{-1}X'$.

**6- مسافة كوك Cook's distance:**

في الإحصاء ، تعد مسافة Cook's أو Cook's D تقديرا شائعا لتأثير نقطة البيانات عند إجراء تحليل انحدار المربعات الصغرى، في تحليل المربعات الصغرى الاعتيادية ، يمكن استخدام مسافة كوك بعدة طرق: للإشارة إلى نقاط البيانات المؤثرة التي تستحق بالتحديد التحقق من صحتها ، تم تسميته على اسم الإحصائي الأمريكي آر دينيس كوك ، الذي قدم المفهوم في عام1977 (statistical-methods, 2023) ، تعطى هذه الاحصاءة كما يلي:

$$D_i = \frac{r_i^2}{p}\cdot\frac{h_{ij}}{(1-h_{ij})} \quad , \quad i = 1,2,3,\ldots$$

$r_i$ هي $i^{th}$ عمود للمصفوفة $R = (X'X)^{-1}X'$ ، $p$ :عدد معلمات نموذج الانحدار.

إذا كانت $D_i > 1$ فنعتبر أن المشاهدة متطرفة. (statistical-methods، 2023)

**7- نقاط التأثير العالي High-leverage points :**

إذا كان لمتغير تفسيري معين قيمة واحدة أو أكثر أكبر بكثير من المشاهدات الأخرى، فإن هذه المشاهدات يمكن أن تؤثر بقوة على نتائج الانحدار، تتمتع نقاط التأثير العالي بإمكانية كبيرة للتأثير على نتائج التحليل إذا كانت تتوافق مع الملاحظات التي لا تتبع النموذج الخطي، ولكن المشكلة الناتجة قد لا تكون واضحة في فحص القيم المتطرفة لذلك من المهم تحديد نقاط التأثير العالي، يتم حسابها كما يلي (Alain Zuur, 2007, p. 64):

$$h_i = \frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_j (x_i - \bar{x})^2}$$

في حالة الانحدار الخطي البسيط $\sum_{i=1}^{n} h_i = 2$ ، أما في حالة الانحدار الخطي المتعدد نقاط التأثير هي مجموع قطر مصفوفة القبعة.

**8- الحلول المقترحة لمعالجة القيم المتطرفة:**

نذكر بعضها:

**8-1- معالجة القيم المتطرفة للخطأ:** في هذه الطريقة، يجب إما إزالة كل خطأ أو تصحيحه، إذا كانت هناك بيانات متوفرة ضمن قيم مهمة، فإن الإدخال الأصلي لنقاط البيانات لتجنب فقدان المعلومات بشكل كبير من خلال الحذف، إذا كانت البيانات تحتوي على بعض الأخطاء، فإن أفضل طريقة هي إزالة الإدخالات.(Dash, 2023)

**معالجة القيم المتطرفة غير الخطأ:** هناك ثلاث طرق تُستخدم للتعامل مع القيم المتطرفة غير الخطأ: الاحتفاظ والحذف والتسجيل:

1- عند الاحتفاظ بالقيم المتطرفة، نكون على دراية بأنها يمكن أن تشوه نتائج مهمتنا الفعلية.

2- الحذف: الخيار الأكثر مباشرة هو حذف أي ملاحظة خارجية.

3- إعادة الترميز- تجنب فقدان كمية كبيرة من البيانات باستخدام طريقة winsorizing[2] للتعامل مع القيم المتطرفة.

[2] winsorizing هو تحويل الإحصائيات عن طريق الحد من القيم المتطرفة في البيانات الإحصائية لتقليل تأثير القيم المتطرفة التي قد تكون زائفة، سميت على اسم المهندس الذي تحول إلى الإحصائي الحيوي تشارلز ب. وينسور Charles P. Winsor (1895–1951). التأثير هو نفس القص في معالجة الإشارة.

## 9- الخاتمة:

تطرقنا في هذا المقال تسليط الضوء على موضوع القيم المتطرفة في الانحدار الخطي البسيط، نظرا للأهمية الكبيرة في البحوث الإحصائية، إن القيم المتطرقة ميدانا واسعا للبحث، لذلك حاولنا تبيان طرق كشف ومعالجة القيم المتطرفة، ودعمنا ذلك بأمثلة تطبيقية.

## 10- قائمة المراجع:

حسينة، ع. ا .(2023) .طرق كشف ومعالجة القيم الشاذة في الانحدار الخطي البسيط .مستغانم: جامعة مستغانم. الجزائر.

بداوي، محمد. (2017). الاحصاء الوصفي. الجزائر: دار هومة.

*Alain, Z. N. (2007). Analyzing Ecological Data. New York: Springer.*

*Dash, C. S. (2023). An outlier's detection and elimination framework in classification task of data. Elsevier, 1-8.*

*learn. Saylor. (2023). https://learn.saylor.org/mod/book/view.php?id=55086&chapterid=40788*

*Matthias, K. P. (2008). Cooperative Information Agents XII : 12th International Workshop. Prague: Springer.*

*nist.gov. (2023). Product and Process Comparisons. Récupéré sur https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/prc/section1/prc16.htm*

*Othor, C. S. (2023). An outliers detection and elimination framework in classification task of data mining, Volume 6, March 2023, 100164. Elsevier, 1-8.*

*Prabhakar, G. A. (2007). Data Structure Using C. Firewall.*

*Saylor. (2023). Récupéré sur https://learn.saylor.org/mod/book/view.php?id=55086&chapterid=4078*

*Scribbr. (2023). https://www.scribbr.com/statistics/outliers/*

*Statistical-methods. (2023). Récupéré sur https://medium.com/analytics-vidhya/statistical-methods-for-identifying-outliers-regression-analysis-approach-partii-977b035b65a0*

***- Arabic references in English:***

*Hasina, P. A. (2023). Methods for detecting and processing anomalous values in simple linear regression. Mostaganem: University of Mostaganem. Algeria.*

*Badaoui, M. (2017). Descriptive statistics. Algeria: Dar Houma.*

***Citation**: Doua, M. **Methods for detecting and treating outliers in simple linear regression**. Social Empowerment Journal. 2024; 6(2): pp. 121-135. https://doi.org/10.34118/sej.v6i2.3924*

***Publisher's Note:** SEJ stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.*



***Submission of manuscripts***: https://www.asjp.cerist.dz/en/submission/644