



AL- Rafidain
University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم

Available online at: <https://www.jrucs.iq>

JRUCS

Journal of AL-Rafidain
University College for
Sciences

التحليل الاحصائي للوحة الانحدار للسيطرة - دراسة تطبيقية

م.م. ليث فاضل سيد حسين	أ.م. نبأ نعيم مهدي
laith@uomustansiriyah.edu.iq	nabaanaeemmahdi@uomustansiriyah.edu.iq
قسم الإحصاء - كلية الإدارة والاقتصاد - الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق	
م.م. مريم عبد الحسين اصغر	
maryam.a@coadec.uobaghdad.edu.iq	
قسم الإحصاء - كلية الإدارة والاقتصاد - جامعة بغداد، بغداد، العراق	

المستخلص

أن استخدام الوسائل والتقنيات الحديثة كاستخدام الوقود النظيف من شأنها ان تحافظ على البيئة وتقلل من تلوث الهواء وكذلك من خطر الإصابة بالأمراض التي يسببها الوقود غير النظيف الذي يؤدي الى انبعاث الغازات التي قد تسبب في امراض الجهاز التنفسي او خطر الإصابة بأمراض السرطان الأمر الذي دعانا الى بناء فكرة البحث هذا باستعمال بعض الطرائق الإحصائية المهمة لمعرفة ومعالجة المشكلة قيد الدراسة. تعد لوحات السيطرة النوعية احد أهم الاساليب الإحصائية لمعرفة مدى خضوع المنتج او الخدمة تحت السيطرة وقياس مدى القبول لدى المستهلك فضلاً عن ذلك حصول المنتج على اكبر ربح وبأقل كلفة ومن بين أهم لوحات السيطرة هي لوحة الانحدار في السيطرة والتي تعد أداة فعالة في السيطرة على العمليات الإحصائية وتبنى هذه اللوحة من خلال تحديد متغيرين يرتبط احدهما بالآخر بعلاقة نوعية كمتغير الاستجابة (Y) مع متغير توضيحي (X). وقد تم اخذ الحالة الأولى المتمثلة بالمتغير (Y) الذي يمثل نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، والذي يعادل القوة الشرائية، والمتغير (X) والذي يمثل عدد السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة، بينما تم اخذ الحالة الثانية المتمثلة بالمتغير (Y) الذي يمثل ظاهرة عدد الوفيات بسبب تلوث الهواء المنزلي من الوقود الصلب (بالملايين)، والمتغير (X) والذي يمثل عدد السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة، وعلى هذا الأساس قمنا ببناء لوحة الانحدار في السيطرة من خلال تحديد الحد الأعلى والحد الأدنى للحصة إذا تبين ان زيادة نصيب الفرد من الناتج المحلي يؤدي الى زيادة في استخدام الوقود النظيف للحالة الأولى، بينما وضحت العلاقة العكسية للحالة الثانية بين المتغيرين أي ان عدد الوفيات بسبب تلوث الهواء المنزلي من الوقود الصلب تقل بزيادة عدد السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة، مما يؤدي الى الحفاظ على بيئة نظيفة ويقلل من خطر الإصابة بالأمراض وقلّة في التلوث البيئي.

معلومات البحث

تواريخ البحث

تاريخ تقديم البحث: 2022/12/13
تاريخ قبول البحث: 2023/2/28
تاريخ رفع البحث على الموقع: 2023/12/31

الكلمات المفتاحية

الوقود النظيف، لوحة الانحدار للسيطرة، انموذج الانحدار الخطي البسيط.

للمراسلة:

م.م. ليث فاضل سيد حسين

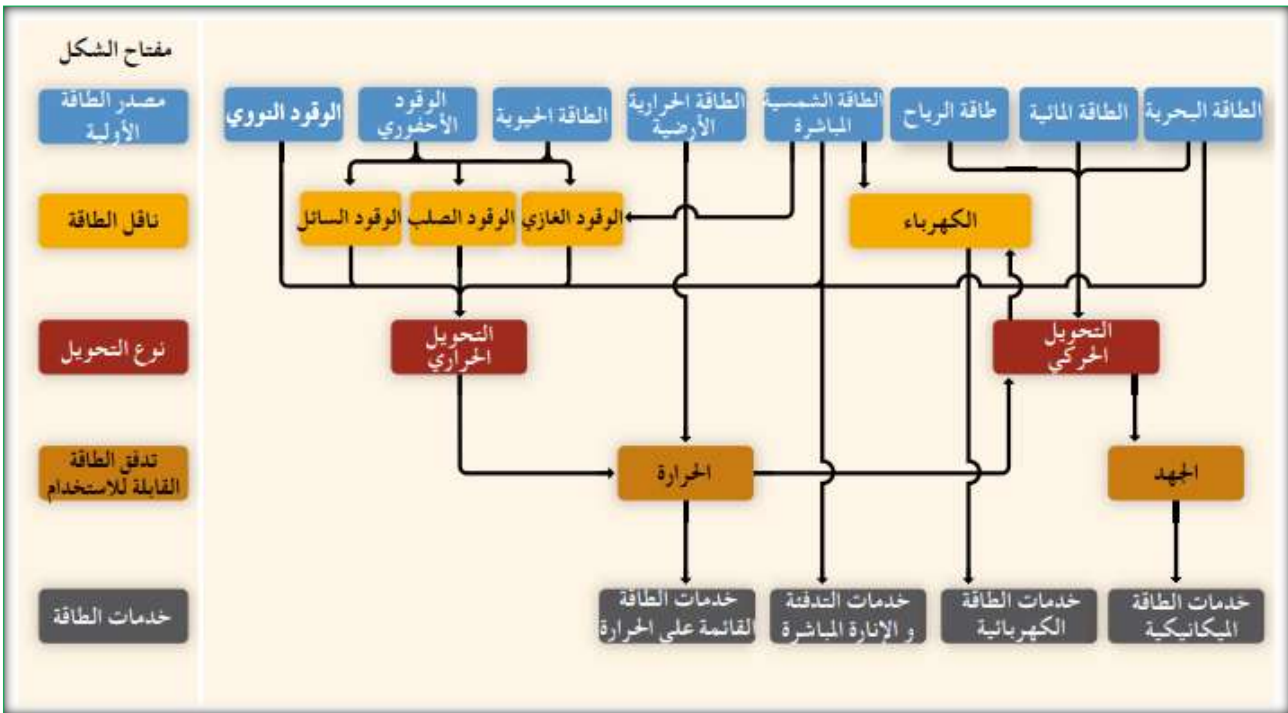
laith@uomustansiriyah.edu.iq

<https://doi.org/10.55562/jrucs.v54i1.578>

1. المقدمة

يتزايد الطلب على الطاقة والخدمات المرتبطة بها لمواجهة التنمية الاجتماعية والاقتصادية وتحسين رفاهية الناس وصحتهم، وتحتاج كل المجتمعات لخدمات الطاقة لتلبية الاحتياجات الانسانية الاساسية على سبيل المثال؛ الاضاءة والطهي، وتحقيق الراحة في الاماكن، والتنقل، والاتصال، لذا تزايد الاستخدام العالمي للوقود الأحفوري

(الفحم، والنفط، والغاز) ليسيطر على المعروض من الطاقة مسفراً عن نمو سريع لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) ، وعلى هذا الأساس قمنا ببناء لوحة الانحدار في السيطرة إذا تبين ان زيادة نصيب الفرد من الناتج المحلي يؤدي الى زيادة في استخدام الوقود النظيف مما يؤدي الى الحفاظ على بيئة نظيفة ويقلل من خطر الإصابة بالامراض وقلة في التلوث البيئي، والشكل رقم (1) في الأدنى يشير الى الملخص الفني لمسارات توضيحية للطاقة من المصدر الى الخدمة، ويمكن توفير خدمات الطاقة ومنها (الميكانيكية، والكهربائية، والتدفئة والانارة المباشرة، والتي تخصص بالحرارة) التي تصل للمستخدمين بكميات متفاوتة من الاستخدام النهائي للطاقة ، وتبعاً لذلك يمكن توفيرها بكثير أو قليل مع الطاقة الأولية والتي يمكن الحصول عليها من الطاقة (البحرية، المائية، الرياح، الشمسية، الحرارية الأرضية، الطاقة الحيوية، الوقود الأحفوري، الوقود النووي)، وبالتالي السيطرة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وغيرها التي تسهم في تأثيرها على البيئة سواء كان ذلك ايجابياً أو سلبياً.



شكل (1): يبين المسارات الخاصة بالطاقة من المصدر الى الخدمة [10]

في عام (1956) قدم كل من (Wallis and Roberts) دراسة تضمنت فحصاً واقعياً لعلاقة منطقية بين متغيرين مرتبطتين (مدة السفر، ونفقات السفر) باستعمال لوحة الانحدار الأمر الذي ساهم في إعطاء العديد من افتراضات وعناصر لوحة الانحدار. [12]، وفي عام (1969) قدم (Mandel) دراسة تضمنت العلاقة بين متغيرين مرتبطتين (ساعات العمل المطلوبة لفحص البريد ، ومعالجة البريد) في 74 مكتبا مستعملاً لوحة الانحدار، اذ تعد دراسته المنهج الرئيسي للوحة الانحدار، وعملية الربط بين نظرية لوحات السيطرة النوعية والانحدار الخطي من خلال دراسة تلك المتغيرات [7]، وفي عام (2017) قدم (Fazel Hayati) دراسة تضمنت العلاقة بين متغيرين مرتبطتين (تكلفة البضائع المباعة، و الإيرادات) مستعملاً لوحة الانحدار في تشجيع الباحثين على استعمال لوحة الانحدار للسيطرة وربطها بأمودج الانحدار الخطي من خلال دراسة تلك المتغيرات لوجود نقص في العمل المنشور في هذا المجال. [11]، وفي عام (2018) قدم كل من (احمد عصام غازي، و خالدة احمد محمد) دراسة تضمنت العلاقة بين متغيرين مرتبطتين (عدد ساعات العمل، و كمية الانتاج) باستعمال لوحة الانحدار، واستنتجوا بأن لوحة الانحدار للسيطرة تزود إدارة المعمل الذي يمثل المجتمع قيد الدراسة بعدد الساعات اللازمة التي ستخصص لإنتاج الكميات المحددة من الأسمنت من خلال التنبؤ باستعمال معادلة خط الانحدار، وهذا من شأنه يساعد الإدارة على جدولة ساعات العمل، وصياغة ميزانية سنوية محسنة. [2]، وفي عام (2021) قدم كل من (Fabio C. & Antonio L) وآخرون دراسة حقيقية تضمنت العلاقة بين متغيرين مرتبطتين (استهلاك وقود السفن و ثاني أكسيد الكربون (الانبعاثات الصادرة عن سفن Ro-Pax)) باستعمال لوحة الانحدار، وتم التوصل الى مراقبة استهلاك وقود السفن ، وكذلك انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من سفينة Ro-Pax ، وتوصلت الدراسة الى إمكانية تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من سفينة Ro-Pax بعد مبادرة كفاءة استخدام الطاقة المحددة [13]. تكمن أهمية البحث بتعريف الوقود والتقنيات النظيفة، وبالتالي دراسة المتغيرات التي من شأنها ان تؤثر على البيئة النظيفة وفقاً لإرشادات منظمة الصحة العالمية بشأن جودة الهواء الداخلي: احتراق الوقود المنزلي، وهذا يشمل الأسر التي تعتمد بشكل أساسي على الكهرباء والغاز الحيوي والغاز الطبيعي وغاز البترول المسال (Liquid Petroleum Gas) ويرمز له بالرمز (LPG)، والوقود الشمسي أو الوقود الكحولي للطهي، فضلاً عن ذلك الوقوف على اهم اهداف التنمية المستدامة إذ يتضمن الهدف السابع منها " ضمان حصول الجميع بتكلفة ميسورة على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة " والسعي في تحقيق الغايات لهذا الهدف

ومنها توفير الكهرباء ووقود الطهي للجميع، وزيادة استخدام الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة، وإمكانية تطبيق وبناء لوحة الانحدار في السيطرة في الجانب البيئي بأخذ المتغير (Y) الذي يمثل نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، والذي يعادل القوة الشرائية، والمتغير (X) والذي يمثل عدد السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة.

2. هدف البحث

يهدف البحث الى بناء لوحة انحدار في السيطرة والتي تهتم بعرض اتجاهات البيانات بمرور الوقت لغرض معرفة مدى تأثير المتغير التوضيحي المتمثل بعدد السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة على نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، والذي يعادل القوة الشرائية، ومرة أخرى مع عدد الوفيات والتحليل الاحصائي للظاهرة قيد الدراسة من خلال معرفة التوزيع الاحتمالي لها والكشف عن القيم الشاذة في البيانات والتي تخرج عن الحدود للوحة السيطرة وبالتالي إمكانية معالجتها للحصول على بيئة نظيفة.

3. الجانب النظري

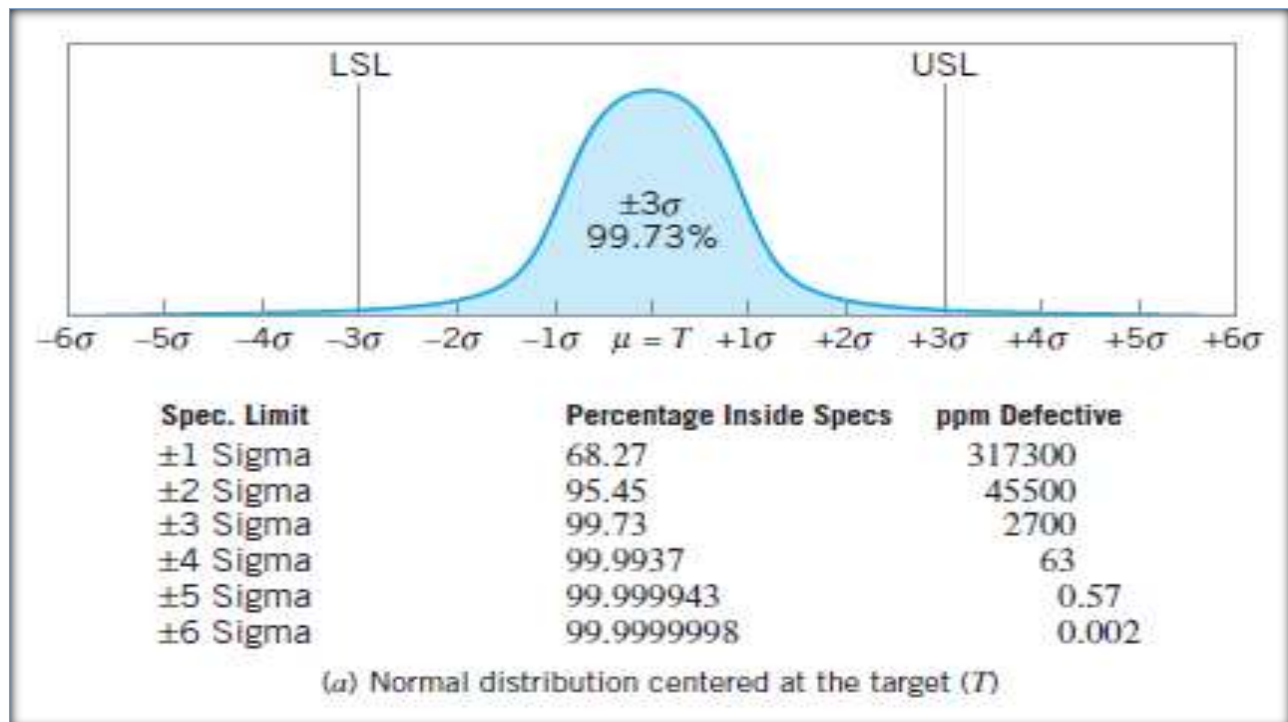
3.1. المقدمة

تبنى لوحة الانحدار للسيطرة من خلال تحديد متغيرين يرتبط احدهما بالآخر بعلاقة خطية كمتغير الاستجابة (Y) مع متغير توضيحي (X)، وتتبع التوزيع الطبيعي وبشكل مستقل بمتوسط تقدر قيمته من خط الانحدار وخطاً معياري مقدراً من الانحرافات الفعلية للملاحظات عن القيم المقدرة للمتغير (Y) من خط الانحدار. [7]

ان لوحة الانحدار للسيطرة تعرض اتجاهات البيانات بمرور الوقت، مما يتيح لنا بتحليل أداء العملية قيد الدراسة، اذ ان طريقة المربعات الصغرى تقلل مجموع الانحرافات عن خط الانحدار ونتمكن من حساب افضل خط ملائم للبيانات.

ان الحد المركزي في لوحة الانحدار للسيطرة يمثل خط الانحدار، بينما حدي السيطرة الاعلى والادنى يمثلان بخط الانحدار بعد اضافة او طرح مقدار ثابت قيمته $(k \sigma_e)$ لخط الانحدار، وأن حدي السيطرة الاعلى والادنى يوازيان خط الانحدار.

ان تحديد قيمة (k) الغرض منه تقليل التباين لخاصية نوعية المنتج الذي يحتوي على العديد من المكونات ويعد المفتاح الذي يكون فيه الفشل أو العيوب أمراً مستبعداً للغاية لتلك المكونات، والمخطط التالي يعرض المساحة تحت المنحنى للتوزيع الطبيعي بمستويات مختلفة للانحرافات المعيارية عندما تكون قيم $(k = 1, 2, \dots, 6)$ ، كما موضح في الشكل رقم (2) الاتي:



شكل (2): يوضح حدود السيطرة عند ثلاثة انحرافات معيارية على جانبي المتوسط. [8]

وهذا يعني إمكانية ان تكون قيمة $K=2$ اذ تمثل المساحة تحت المنحنى عندها بنسبة (95.45)، او ممكن ان تكون قيمة $K=3$ اذ تمثل المساحة تحت المنحنى عندها بنسبة (99.73) وهذه النسبة حددت في لوحات السيطرة النوعية وفقاً لمفهوم شيوارت (W. A. Shewhart)

3.2. لوحات السيطرة

تم اقتراح اول لوحة سيطرة من قبل شيوارت (W. A. Shewhart) عام (1931) [4]، وبعدها بفترة قصيرة بدأ تطوير اللوحات وتحسينها سواء منه شخصياً او من علماء آخرين متخصصين في هذا المجال، وتعرف لوحات

السيطرة على أنها أدوات مراقبة إحصائية تستخدم في العملية الإنتاجية لتحديد ما إذا كانت العملية تحت السيطرة أم لا، بهدف الكشف عن موطن الخلل والانحرافات غير المرغوب فيها في الأداء، إذ تحدد زمن الخلل ومكانه وتبين الأسباب المؤدية له، وهذا من شأنه أن يساعد على الكشف المبكر للمشكلات سواء في طريقة تنفيذ العملية الإنتاجية أو في المنتج قبل الاسترسال في إنتاج مزيد من الكميات غير المحققة للمواصفات مما يعني تخفيض التكاليف وتصحيح العملية الإنتاجية مما يضمن رضى المستهلك. وهي تستند على توفير افتراضين هما:

1. بيانات العملية تتوزع بشكل مستقل.
 2. دالة التوزيع لبيانات العملية تتبع التوزيع الطبيعي.
- ان لوحة السيطرة هي عبارة عن شكل بياني يمثل الاحداثي العمودي فيه الصفة الخاصة المدروسة على سبيل المثال الوسط الحسابي او المدى او الانحراف المعياري او نسبة عدد الوحدات المعيبة او عدد الوحدات المعيبة او متغير الاستجابة ... الخ، بينما يمثل الاحداثي الافقي الزمن او ترتيب العينات المأخوذة من العملية، وتتكون لوحة السيطرة من الابعاد الثلاثة الآتية:
1. حد السيطرة المركزي (Central Control Limit): ويرمز له بالرمز (CCL) يمثل متوسط الصفة الخاصة المدروسة على سبيل المثال متوسط الأوساط الحسابية في لوحة الوسط الحسابي $(\bar{X} - \text{Cahrt})$ او متوسط نسبة عدد الوحدات المعيبة في لوحة نسبة عدد الوحدات المعيبة $(P - \text{Cahrt})$ او معادلة الانحدار الخطي البسيط التقديرية في لوحة الانحدار.
 2. حد السيطرة الأعلى (Upper Control Limit): ويرمز له بالرمز (UCL) يمثل متوسط الصفة الخاصة المدروسة مضاف لها ثلاثة انحرافات معيارية لتلك الصفة الخاصة المدروسة.
 3. حد السيطرة الأدنى (Lower Control Limit): ويرمز له بالرمز (LCL) يمثل متوسط الصفة الخاصة المدروسة مطروحاً منه ثلاثة انحرافات معيارية لتلك الصفة الخاصة المدروسة.
- والقرار يكون في حالة وقوع نقاط خارج المدى لحدتي السيطرة الأعلى والأدنى وهذا يعني بأن العملية غير مطابقة لمواصفات النوعية، الا انه في بعض الحالات تقع نقاط في مستوى اعلى من حد السيطرة الأعلى وهذا يعني ان الامر في العملية طبيعي ويجب تدعيمه. [6]

وان لوحات السيطرة [1] هي:

- ❖ لوحات السيطرة للمتغيرات.
- ❖ لوحات السيطرة للخواص.
- ❖ لوحة الأوساط الحسابية المتحركة.
- ❖ لوحة الأوساط الموزونة اسياً.
- ❖ لوحة المجموع المتراكم.
- ❖ لوحة متعدد المتغيرات.
- ❖ لوحة الانحدار للسيطرة.

3.3. خطوات بناء لوحة الانحدار للسيطرة

ان الخطوة الاولى لبناء لوحة الانحدار للسيطرة هي ايجاد أنموذج الانحدار الخطي البسيط للبيانات، والذي يبنى كما يلي:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

حيث ان:

- n : حجم العينة.
- Y_i : المتغير المعتمد (متغير الاستجابة).
- X_i : المتغير التوضيحي.
- β_0 : نقطة التقاطع.
- β_1 : الميل لخط الانحدار.
- ε_i : الخطأ العشوائي.

وعند تقدير الانموذج في الصيغة رقم (1) باستعمال طريقة المربعات الصغرى، ليكتب وفق الصيغة الآتية:

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i \quad (2)$$

حيث انه يمكن إيجاد تقدير المعلمة β_0 باستعمال الصيغة الآتية:

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X} \quad (3)$$

ويمكن إيجاد تقدير المعلمة β_1 باستعمال الصيغة الآتية :

$$\hat{\beta}_1 = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad (4)$$

حيث ان:

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \quad (5)$$

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (6)$$

ان قيمة الخطأ هي عبارة عن الفرق بين القيمة الحقيقية والقيمة التقديرية للمتغير المعتمد (Y)، وتعطى وفق الصيغة الآتية:

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i \quad (7)$$

وان الوسط والانحراف المعياري للخطأ يمكن ايجادهما وفق الصيغتين الآتية:

$$\bar{e} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i \quad (8)$$

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2} \quad (9)$$

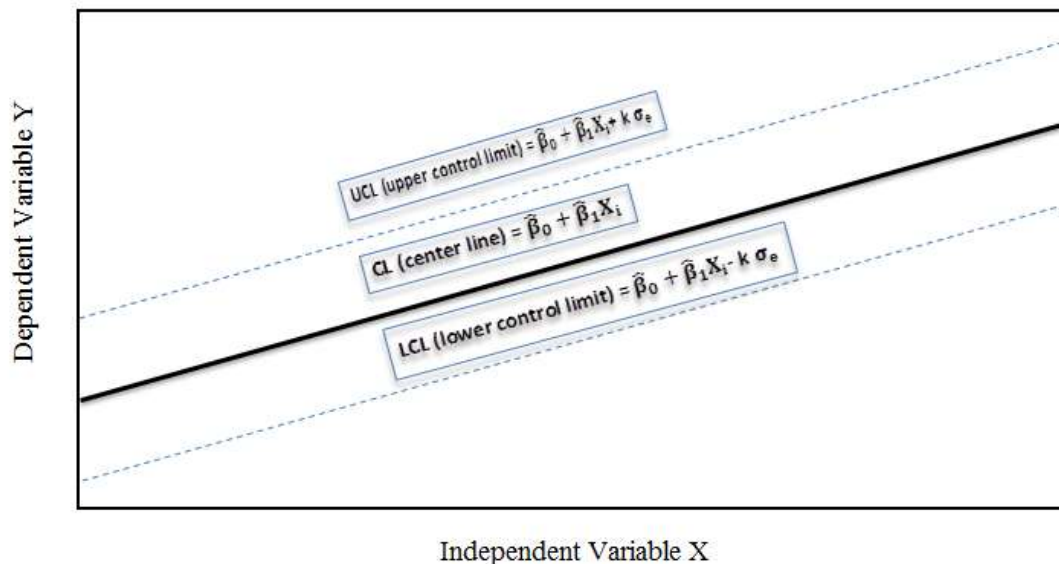
ومن الممكن إيجاد الانحراف المعياري للخطأ من جدول تحليل التباين باستعمال الصيغة الآتية:

$$\sigma_e = \sqrt{MS_{\text{Residual Error}}} \quad (10)$$

اما الخطوة الاخيرة فهي إيجاد حدود لوحة الانحدار للسيطرة وتعطى وفق الصيغة التالية:

$$\begin{aligned} UCL &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i + k \sigma_e \\ CCL &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i \\ LCL &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i - k \sigma_e \end{aligned} \quad (11)$$

والشكل رقم (3) الآتي يوضح لوحة الانحدار للسيطرة



شكل (3): لوحة الانحدار للسيطرة

ان حدود السيطرة حول خط الانحدار يمكن ان تتوسع بشكل تدريجي، أي انهما يبتعدان عن المتوسط وذلك حسب مفهوم شوارت (W. A. Shewhart) لحدود السيطرة، اذ يمكننا استخدام $k=2$ او $k=3$ او $k=6$ ، ويعتمد ذلك على أهمية موضوع البحث وحساسيته، فضلاً عن ذلك اذا كانت الانحرافات حول خط الانحدار ليست كبيرة فان حدود السيطرة لن تكون منحنية جداً مع مراعاة ان لوحة الانحدار للسيطرة توضع بثقة تساوي (95%). [2] [7] [14]

4. الجانب التطبيقي

4.1. جمع البيانات

تعد عملية جمع البيانات الركيزة الأساسية للتحليل الإحصائي لذلك تم الاعتماد على البيانات المستحصل عليها من الموقع الإلكتروني للمنظمة العالمية للصحة، وتم استعمال الحالتين التالية لغرض توضيح الظواهر قيد الدراسة وكمايلي:

- الحالة الأولى: المتغير المعتمد (Dependent Variable) الذي يمثل ظاهرة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، والذي يعادل القوة الشرائية (بالدولار الدولي الثابت لعام 2017)، مع المتغير التوضيحي (Explanatory variable) الذي يمثل عدد السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة (بالملايين)، اذ ان لوحة الانحدار للسيطرة تتعامل مع متغيرين في آن واحد باستعمال معادلة خط الانحدار في لوحة الانحدار للسيطرة للمدة من (1990) الى (2020).

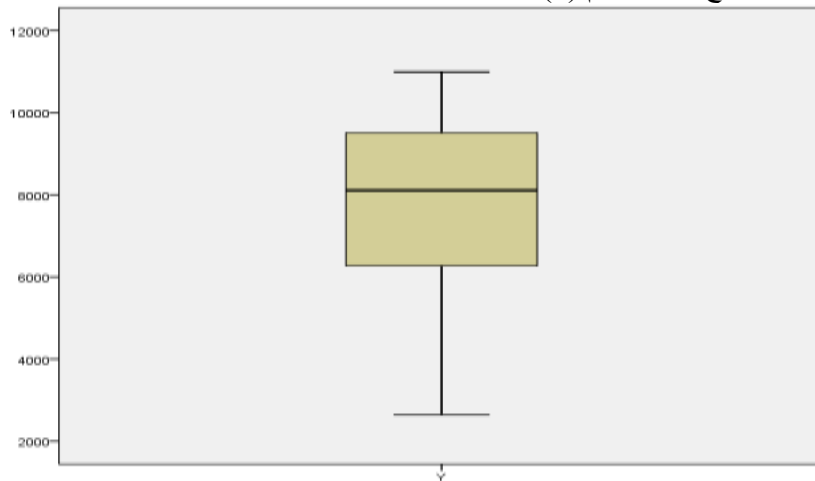
- الحالة الثانية: المتغير المعتمد (Dependent Variable) الذي يمثل ظاهرة عدد الوفيات بسبب تلوث الهواء المنزلي من الوقود الصلب (بالملايين) ، مع المتغير التوضيحي (Explanatory variable) الذي يمثل عدد السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة (بالملايين)، اذ ان لوحة الانحدار للسيطرة تتعامل مع متغيرين مرتبطين باستعمال معادلة خط الانحدار في لوحة الانحدار للسيطرة للمدة من (1990) الى (2020). [9]

4.2. بناء لوحة الانحدار للسيطرة باستخدام البيانات قيد الدراسة للمدة من (1990) الى (2020) للحالة الأولى.

- أولاً: الكشف عن القيم الشاذة للحالة الأولى

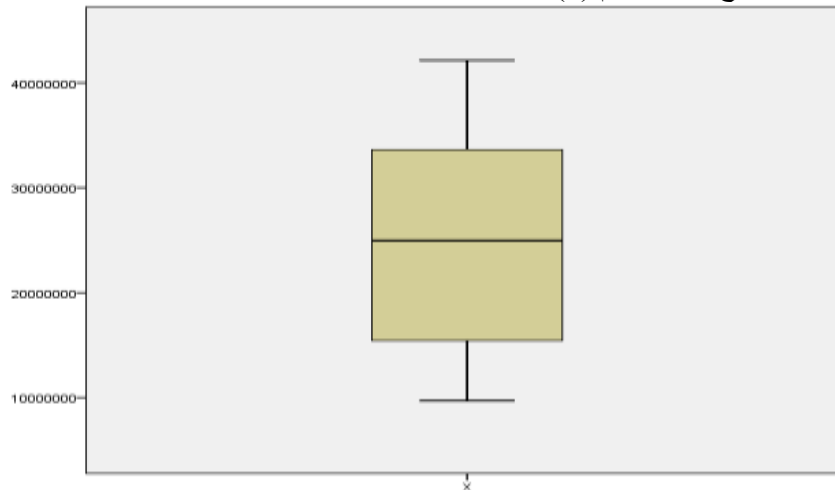
قبل البدء في خطوات بناء لوحة الانحدار يجب الكشف عن القيم الشاذة في البيانات للمتغيرات قيد الدراسة بغية ازالتها ، وذلك بسبب ان القيم الشاذة تؤثر في خط الانحدار لذلك يجب ازالتها ان وجدت. [2]

- ❖ اختبار الكشف عن القيم الشاذة لبيانات المتغير المعتمد (Y)، باستعمال طريقة (Boxplot) من برنامج (IBM SPSS Statistics 20) ، كما موضح بالشكل رقم (4)



شكل: (4) يوضح اختبار بيانات المتغير (Y) للكشف عن القيم الشاذة

- ❖ اختبار الكشف عن القيم الشاذة لبيانات المتغير التوضيحي (X)، باستعمال طريقة (Boxplot) من برنامج (IBM SPSS Statistics 20) ، كما موضح بالشكل رقم (5)



شكل (5): يوضح اختبار بيانات المتغير (X) للكشف عن القيم الشاذة

من خلال ملاحظتنا للشكلين (4)، و(5) والذان يوضحان عدم وجود قيم شاذة في البيانات، وان البيانات تبقى كما هي بدون اية إزالة.

• **ثانياً: اختبار البيانات اذا كانت تتبع التوزيع الطبيعي للحالة الاولى.**

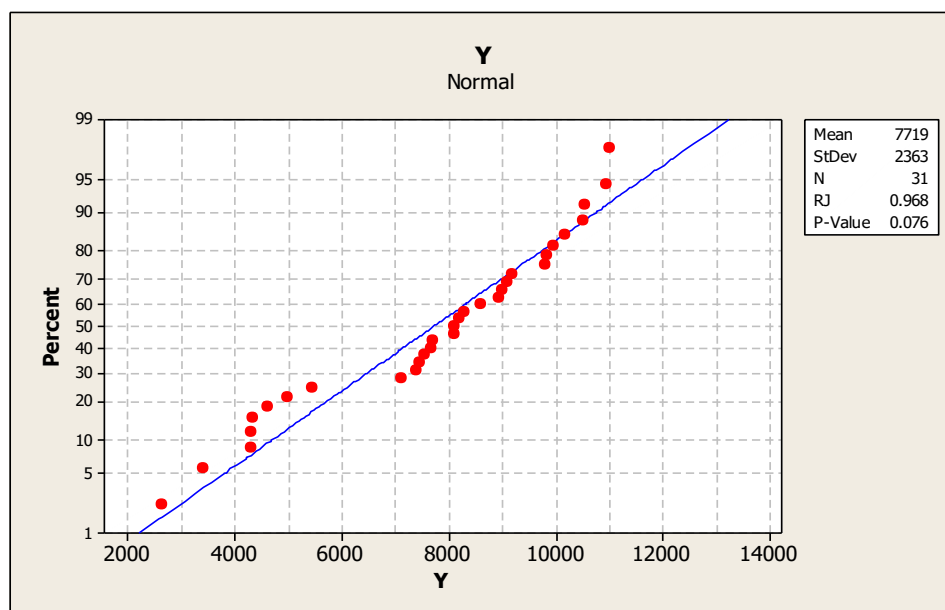
لغرض معرفة مدى صلاحية البيانات يجب اختبارها فيما اذا كانت تتبع التوزيع الطبيعي ام لا.

❖ اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات، للمتغير المعتمد (Y)، باستعمال طريقة (Ryan-Joiner) من برنامج (Minitab 16 Statistical Software)، كما موضح بالشكل رقم (6) الآتي:

الفرضية الصفرية : البيانات للمتغير (Y) تتبع التوزيع الطبيعي.

ضد

الفرضية البديلة : البيانات للمتغير (Y) لا تتبع التوزيع الطبيعي.



شكل (6): يوضح اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات للمتغير (Y)

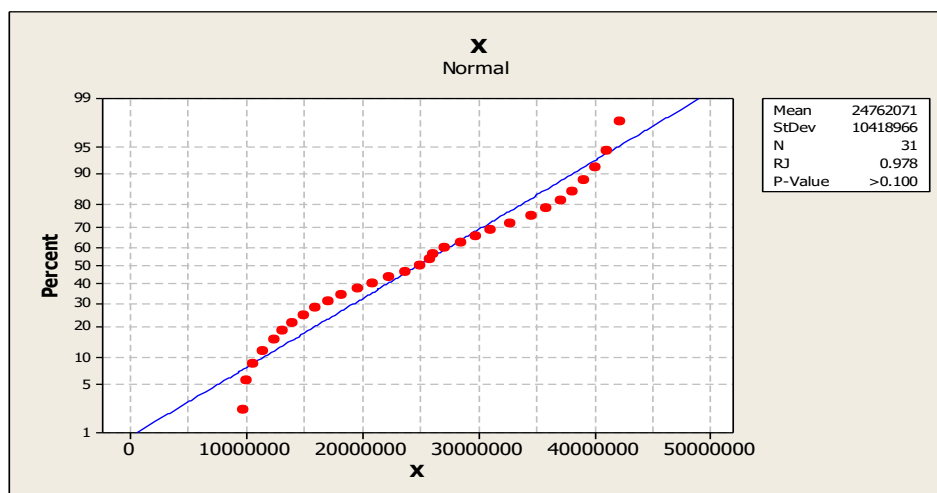
بما ان قيمة $P - Value = 0.076$ ، اكبر من قيمة $\alpha = 0.05$ ، لذا نقبل الفرضية الصفرية وهذا يعني بأن البيانات للمتغير (Y) تتبع التوزيع الطبيعي.

❖ اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات ، للمتغير التوضيحي (X) ، باستعمال طريقة (Ryan-Joiner) من برنامج (Minitab 16 Statistical Software) ، كما موضح بالشكل رقم (7) الآتي:

الفرضية الصفرية : البيانات للمتغير (X) تتبع التوزيع الطبيعي.

ضد

الفرضية البديلة : البيانات للمتغير (X) لا تتبع التوزيع الطبيعي.

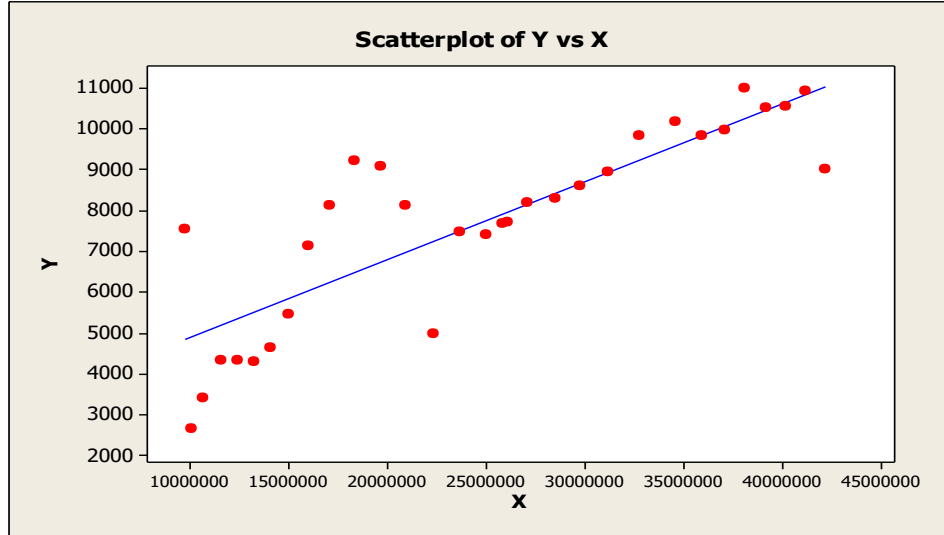


شكل (7): يوضح اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات للمتغير (X)

بما ان قيمة $P - Value = 0.1$ ، اكبر من قيمة $\alpha = 0.05$ ، لذا نقبل الفرضية الصفرية وهذا يعني بأن البيانات للمتغير (X) تتبع التوزيع الطبيعي.

• ثالثاً: الشكل الانتشاري للمتغير المعتمد مقابل المتغير التوضيحي للحالة الاولى.

رسم الشكل الانتشاري للمتغير المعتمد مقابل المتغير التوضيحي ويتم ذلك باستعمال برنامج (Minitab 16 Statistical Software)، وكما موضح بالشكل رقم (8)



شكل (8): يوضح شكل الانتشار للبيانات للمتغير (Y) مقابل المتغير (X)

ان الشكل الانتشاري للبيانات الموضح في الشكل رقم (8) يبين طبيعة العلاقة بين المتغيرين اذ نلاحظ بانها علاقة خطية وطرديّة بين المتغيرين.

• رابعاً: عرض انموذج الانحدار وجدول تحليل التباين للحالة الاولى.

ان حد السيطرة المركزي في لوحة الانحدار للسيطرة هو انموذج الانحدار الخطي البسيط المقدّر وبالإشارة الى الصيغة رقم (2) وباستعمال برنامج (Minitab 16 Statistical Software) ، نضع الجدول رقم (1) وكالاتي :

جدول (1): يوضح تحليل الانحدار للمتغير Y ضد المتغير X

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2997.7	611.3	4.90	0.000
X	0.00019068	0.00002281	8.36	0.000
$\sigma_e = 1301.63$	$R^2 = 70.7\%$			

من نتائج جدول (1) يمكن كتابة معادلة الانحدار التقديرية وكما يلي:

$$\hat{Y}_i = 2998 + 0.000191 X_i$$

بالإضافة الى ذلك نلاحظ بأن قيمة معامل التحديد هي 71% وهذا يعني ان المتغير التوضيحي يوضح هذه النسبة والتي تعد جيدة احصائياً وتترك نسبة 29% الى عوامل أخرى بمعنى اننا اذا اردنا التنبؤ اعتماداً على الأنموذج فان النتائج ستكون دقيقة باحتمال 71%، فضلاً عن ذلك ان معلمة التقاطع ومعلمة الميل معنوية وذلك لان قيمة $P = 0$ اقل من مستوى المعنوية $\alpha = 0.05$. من خلال ملاحظتنا لنتائج جدول رقم (2) تحليل التباين نجد بأن الأنموذج معنوي أي ان للمتغير التوضيحي تأثير على متغير الاستجابة، لان قيمة $P = 0$ اقل من مستوى المعنوية $\alpha = 0.05$ ، وكما موضح في الجدول رقم (2)

جدول (2): يوضح جدول تحليل التباين

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	118402517	118402517	69.88	0.000
Residual Error	29	49133244	1694250		
Total	30	167535761			

وبالإشارة الى الصيغة رقم (10) اذ يمكن من خلالها إيجاد قيمة الانحراف المعياري للخطأ من جدول تحليل التباين وكما يلي:

$$\sigma_e = \sqrt{MS_{\text{Residual Error}}} = \sqrt{1694250} = 1301.63$$

• خامساً: حدود السيطرة للوحة الانحدار للحالة الاولى.

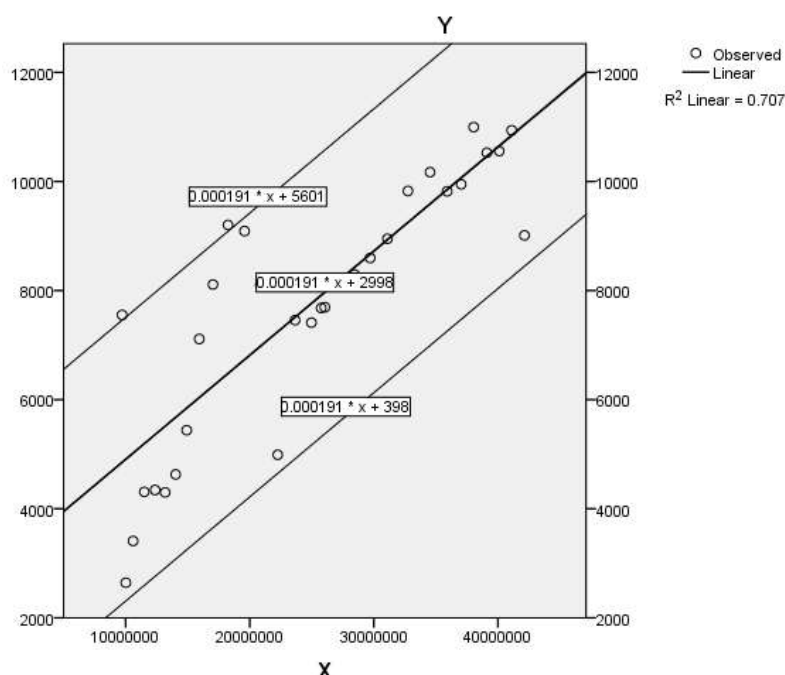
عندما تكون قيمة $(k = 2)$ ، يمكن إيجاد حدود السيطرة للوحة الانحدار باستعمال الصيغة رقم (10) ، وكما يلي:

$$UCL = 2998 + 0.000191 X + (2)(1301.63) = 5601.162 + 0.000191 X$$

$$CCL = 2998 + 0.000191 X$$

$$LCL = 2998 + 0.000191 X - (2)(1301.63) = 394.838 + 0.000191 X$$

والشكل رقم (9) الآتي يوضح لوحة الانحدار للبيانات للمتغير (Y) للمدة من 2020-1990 .



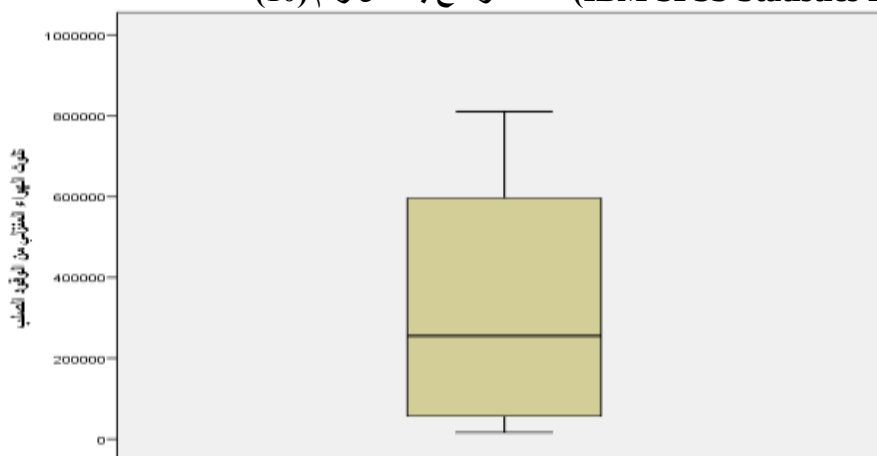
شكل (9): يوضح لوحة الانحدار للبيانات للمتغير (Y) للمدة من 2020-1990

من خلال ملاحظتنا الى الشكل رقم (9) نجد بأن جميع النقاط داخل حدود لوحة الانحدار للسيطرة عدا الحالتين التاليتين:

- الحالة الأولى: عندما تكون قيمة (K = 2) نجد بأن القوة الشرائية لعدد السكان في العام (1990) جيدة بالحصول على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة اذ بلغت (Y₁₉₉₀ = 7552) وهي اعلى من القيمة المحتسبة لحد السيطرة الأعلى للوحة الانحدار للسيطرة والتي تساوي (UCL₁₉₉₀ = 7452) أي خارج حد السيطرة الأعلى.
- الحالة الثانية: أن القوة الشرائية لعدد السكان في العام (2000) عندما تكون قيمة (K = 2) كانت جيدة ايضاً بالحصول على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة اذ بلغت (Y₂₀₀₀ = 9202) وهي اعلى من القيمة المحتسبة لحد السيطرة الأعلى للوحة الانحدار للسيطرة والتي تساوي (UCL₁₉₉₀ = 9081) أي خارج حد السيطرة الأعلى.

4.3. بناء لوحة الانحدار للسيطرة باستخدام البيانات قيد الدراسة للمدة من (1990) الى (2020) للحالة الثانية.

✓ أولاً: اختبار الكشف عن القيم الشاذة لبيانات المتغير المعتمد (Y) للحالة الثانية ، باستعمال طريقة (Boxplot) من برنامج (IBM SPSS Statistics 20) ، كما موضح بالشكل رقم (10)



شكل (10): يوضح اختبار بيانات المتغير (Y) للكشف عن القيم الشاذة

من خلال ملاحظتنا للشكلين (5) ، و(10) والذان يوضحان عدم وجود قيم شاذة في البيانات.

✓ ثانياً: اختبار البيانات إذا كانت تتبع التوزيع الطبيعي للحالة الثانية.

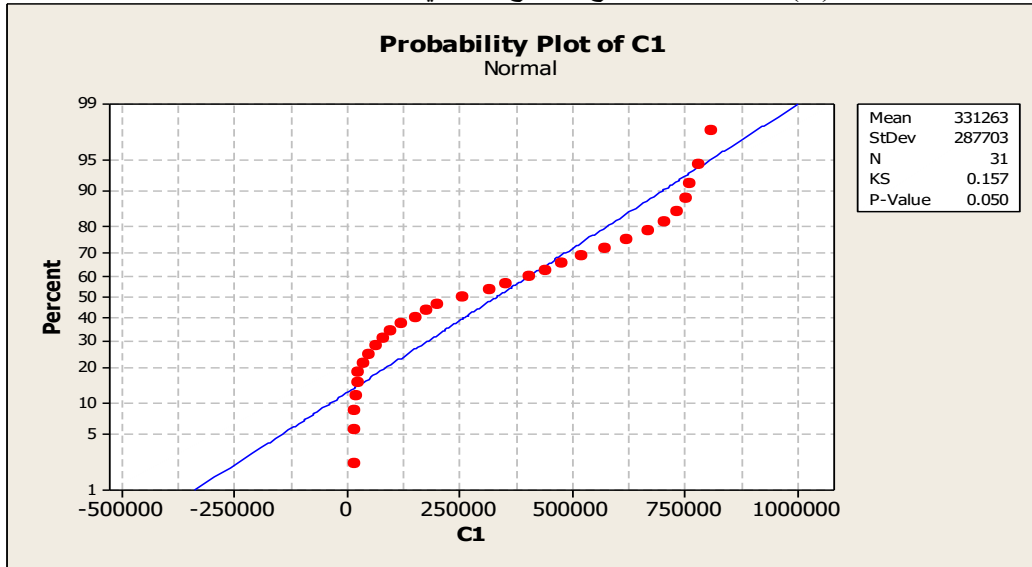
لغرض معرفة مدى صلاحية البيانات يجب اختبارها فيما إذا كانت تتبع التوزيع الطبيعي أم لا.

❖ اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات ، للمتغير المعتمد (Y) للحالة الثانية ، باستعمال طريقة (Kolmogorov - Smirnov) من برنامج (Minitab 16 Statistical Software) ، كما موضح بالشكل رقم (11) الآتي:

الفرضية الصفرية : البيانات للمتغير (Y) للحالة الثانية تتبع التوزيع الطبيعي.

ضد

الفرضية البديلة : البيانات للمتغير (Y) للحالة الثانية لا تتبع التوزيع الطبيعي.

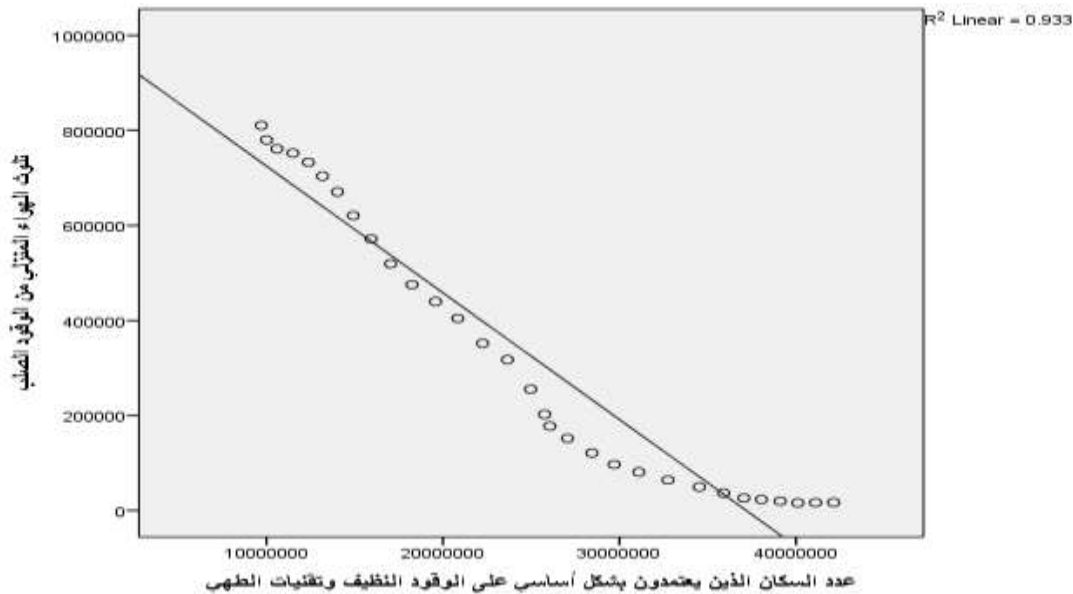


شكل (11): يوضح اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات للمتغير (Y) للحالة الثانية

إذا كانت قيمة $P - Value = 0.05$ ، أكبر من أو تساوي قيمة $\alpha = 0.05$ ، هذا يعني بأننا نقبل الفرضية الصفرية وأن البيانات للمتغير (Y) للحالة الثانية تتبع التوزيع الطبيعي.

✓ ثالثاً: الشكل الانتشاري للمتغير المعتمد مقابل المتغير التوضيحي للحالة الثانية.

رسم الشكل الانتشاري للمتغير المعتمد مقابل المتغير التوضيحي ويتم ذلك باستعمال برنامج (Minitab 16 Statistical Software) ، وكما موضح بالشكل رقم (12)



شكل (12): يوضح شكل الانتشار للبيانات للمتغير (Y) مقابل المتغير (X)

ان الشكل الانتشاري للبيانات الموضح في الشكل رقم (12) يبين طبيعة العلاقة بين المتغيرين اذ نلاحظ بانها علاقة خطية وعكسية بين المتغيرين.

✓ رابعاً: عرض النموذج الانحدار وجدول تحليل التباين للحالة الثانية.
من نتائج جدول رقم (3) يمكن كتابة معادلة الانحدار التقديرية للحالة الثانية وكما يلي:

$$\hat{Y}_i = 991734.229 - 0.027 X_i$$

جدول (3): يوضح تحليل الانحدار للمتغير Y ضد المتغير X

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	991734.229	35562.22	27.887	0.000
X	- 0.027	0.001	- 20.1	0.000
$\sigma_e = 75726.416$	$R^2 = 93.3\%$			

بالإضافة الى ذلك نلاحظ بأن قيمة معامل التحديد هي 93.3% وهذا يعني ان المتغير التوضيحي يوضح هذه النسبة والتي تعد ممتازة احصائياً وتترك نسبة 6.7% الى عوامل أخرى بمعنى اننا اذا اردنا التنبؤ اعتماداً على النموذج فان النتائج ستكون دقيقة باحتمال 93.3% ، فضلاً عن ذلك ان معلمة التقاطع ومعلمة الميل معنوية وذلك لان قيمة $P = 0$ اقل من مستوى المعنوية $\alpha = 0.05$.

من خلال ملاحظتنا لنتائج جدول رقم (4) تحليل التباين نجد بأن النموذج معنوي أي ان للمتغير التوضيحي تأثير على متغير الاستجابة ، لان قيمة $P = 0$ اقل من مستوى المعنوية $\alpha = 0.05$. وبالإشارة الى الصيغة رقم (10) اذ يمكن من خلالها إيجاد قيمة الانحراف المعياري للخطأ من جدول تحليل التباين وكما يلي:

$$\sigma_e = \sqrt{MS_{\text{Residual Error}}} = \sqrt{5734490014.718} = 75726.4156$$

جدول (4): يوضح جدول تحليل التباين

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2316885705272.024	2316885705272.024	404.026	0.000
Residual Error	29	166300210426.814	5734490014.718		
Total	30	2483185915698.838			

✓ خامساً: حدود السيطرة للوحة الانحدار للحالة الثانية

عندما تكون قيمة $(k = 2)$ ، يمكن إيجاد حدود السيطرة للوحة الانحدار باستعمال الصيغة رقم (10) ، وكما يلي:

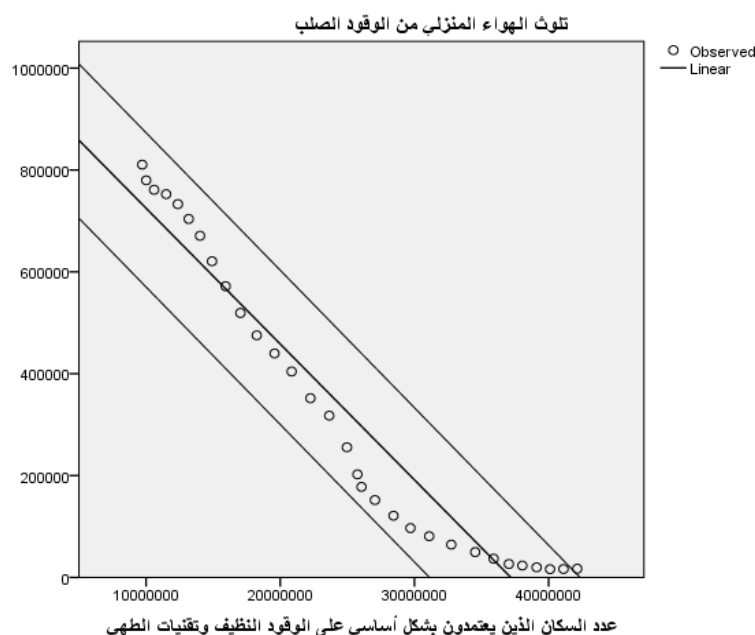
$$\hat{Y}_i = 991734.229 - 0.027 X_i$$

$$UCL = 991734.229 - 0.027 X + (2)(75726.4156) = 1143187.06 - 0.027 X$$

$$CCL = 991734.229 - 0.027 X$$

$$LCL = 991734.229 - 0.027 X - (2)(75726.4156) = 840281.4 - 0.027 X$$

والشكل رقم (13) الأتي يوضح لوحة الانحدار للبيانات للمتغير (Y) للمدة من 1990-2020 للحالة الثانية.



شكل (13): يوضح لوحة الانحدار للبيانات للمتغير (Y) للحالة الثانية للمدة من 1990-2020

من خلال ملاحظتنا الى الشكل رقم (13) نجد بأن جميع النقاط داخل حدود لوحة الانحدار للسيطرة عدا حالة واحدة ، عندما تكون قيمة ($K = 2$) نلاحظ بأن عدد الوفيات بسبب تلوث الهواء المنزلي من الوقود الصلب (بالملايين) في العام (2020) تقل بزيادة عدد السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة (بالملايين) اذ بلغت ($Y_{2020} = 17023$) وهي اعلى من القيمة المحسوبة لحد السيطرة الأعلى للوحة الانحدار للسيطرة والتي تساوي ($UCL_{2020} = 5638.774$) أي انها قيمة خارجة عن حد السيطرة الأعلى.

5. الاستنتاجات

1. عندما تكون الظاهرة قيد الدراسة تهتم بمتغيرين مرتبطين فيفضل استعمال لوحة الانحدار للسيطرة لكونها ادق في مراقبة العمليات.
2. عندما تكون قيمة ($K = 2$) نلاحظ بأن القوة الشرائية لعدد السكان في عامي (1990) ، و (2000) جيدة بالحصول على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة للحالة الاولى ، اما الحالة الثانية فنجد بأن عدد الوفيات بسبب تلوث الهواء المنزلي من الوقود الصلب (بالملايين) في العام (2020) تقل بزيادة عدد السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة (بالملايين).
3. ان لوحة الانحدار تعطي صورة واضحة لمتخذ القرار ، اذ حددت العلاقة الطردية بين المتغيرين قيد الدراسة للحالة الاولى ، أي ان زيادة نصيب الفرد من القوة الشرائية سيؤدي الى زيادة في عدد السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة ، بينما الحالة الثانية قيد الدراسة حددت العلاقة العكسية بين المتغيرين بمعنى عدد الوفيات بسبب تلوث الهواء المنزلي من الوقود الصلب تقل بزيادة عدد السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتقنيات الطهي الحديثة.
4. لا يمكن بناء لوحة الانحدار اذا لم تكن المتغيرات قيد الدراسة خالية من القيم الشاذة وتتبع التوزيع الطبيعي ومستقلة، فضلاً عن ذلك يجب ان يكون انموذج الانحدار الخطي معنويًا وان معلمتي الانموذج (التقاطع)، و(الميل) ذات دلالة احصائية.
5. امكانية استخدام $k=2$ او $k=3$ او $k=6$ ، ويعتمد ذلك على أهمية موضوع البحث وحساسيته، مع مراعاة ان لوحة الانحدار للسيطرة توضع بثقة تساوي (95%).

6. التوصيات

1. الاهتمام في مصادر الكهرباء والغاز الحيوي والغاز الطبيعي وغاز البترول المسال (LPG) والوقود الشمسي أو الوقود الكحولي للطهي للحفاظ على بيئة نظيفة من خلال زيادة نصيب الفرد من القوة الشرائية.
2. نوصي باعتماد التحليل الإحصائي على برنامج (Minitab 16 Statistical Software) الذي يعد افضل البرامج في الكشف عن التوزيع الطبيعي للبيانات اذ يتضمن ثلاث طرائق هي:
 ❖ طريقة (Anderson-Darling).
 ❖ طريقة (Ryan - Joiner) ، وهي قريبة عن او تشبه طريقة (Shapiro - Wilk)
 ❖ طريقة (Kolmogorov - Smirnov).

وبالامكان استعمال أي طريقة من الطرائق المذكورة في الأعلى.

1. نوصي باعتماد التحليل الإحصائي على برنامج (IBM SPSS Statistics 20) باستعمال طريقة (Boxplot) في الكشف عن القيم الشاذة في حال وجودها في البيانات والتي تعد من الطرائق الإحصائية الوصفية المهمة لهذا الغرض.
2. الاهتمام باستعمال لوحة الانحدار كأداة ربط بين لوحات السيطرة التقليدية وأنموذج الانحدار الخطي البسيط لوجود نقص في البحوث المنشورة في هذا المجال من وجهة نظرنا.

المصادر

- [1] Al-Mashhadani, Nazih Abbas, Introduction to Statistical Control of Quality, Al-Yamamah Office for Printing and Publishing, Baghdad - Bab Al-Mu'adham, Iraq, 2015.
- [2] Al-Taie, Ahmed Essam Ghazi, Al-Hamdani, Khaleda Ahmed Mohamed, "Using The Regression Control Chart: An Applied Study on the Production of Badush Cement plant", Iraqi Journal of Statistical Sciences, Vol. 15, No. 27., 2018.
- [3] Johannes Orbelinen, "International Cooperation on Seventh Goal of the Sustainable Development Goals on Affordable and Clean Energy for All", Emirates Diplomatic Academy, Analytical View: Research and Analysis, 2018.
- [4] Aslan, D.K. ; Gunhan, M.B, "Regression Control Chart for Auto correlated Processes", Int. J. Industrial and Systems Engineering, Vol. 16, No. 2, 2014.
- [5] Baris O.; Aslan, D.K., "Regression Control Chart for Determination of Young's Modulus: A Case Study ", Scientific Research and Essays, Vol. 6, No. 30, 2011.

- [6] Entsar A. F., Ahlam A. J. and Marwan A. H. A., "Use of Control Maps to Measure the Quality of University Students in the Educational Process", Refad International Business and Economics, Global Journal of Economics and Business, Vol. 5, No. 3, 2018.
- [7] Mandel , B.J., "The Regression Control Chart", Journal of Quality Technology, Vol. 1, No. 1, 1969.
- [8] Montgomery, D. C. , Introduction to Statistical Quality Control, 7th ed., Wiley, New York, 2009.
- [9] <https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO>.
- [10] Youba S., Ramon P. M., Ottmar E., "Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation Summary for Policymakers and Technical Summary: Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report", Intergovernmental Panel on Climate Change , 2011.
- [11] Fazel Hayati, "Regression Control Chart for Two Related Variables: a Forgotten Lesson" Int. J. Modelling in Operations Management, Vol. 6, No. 4, 2017.
- [12] Wallis, W.A. and Roberts, H.V., Statistics: A New Approach, The Free Press, New York, Collier-Macmillan Limited, Landon, Glencoe, 1956.
- [13] Fabio C., Antonio L., Alessandra M., Biagio P., Simone V., "Functional Regression Control Chart", Technometrics, Vol. 63, No. 3, 2021.
- [14] Montgomery, D. C., Peck E. A., Vining G. G., Introduction to Linear Regression Analysis, 5th ed., Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2012.



AL- Rafidain
University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

**Journal of AL-Rafidain
University College for Sciences**

Available online at: <https://www.jrucs.iq>

JRUCS

Journal of AL-Rafidain
University College for
Sciences

Statistical Analysis of a Control Regression Chart: An Applied Study

Laith F. Said Hasan	Nabaa N. Mahdi
laith@uomustansiriyah.edu.iq	nabaanaeemmahdi@uomustansiriyah.edu.iq
Department of Statistics - College of Administration and Economics - University of Al-Mustansiriyah, Baghdad, Iraq	
Maryam A. Asger	
maryam.a@coadec.uobaghdad.edu.iq	
Department of Statistics - College of Administration and Economics - University of Baghdad, Baghdad, Iraq	

Article Information

Article History:

Received: December, 13, 2022
Accepted: February, 28, 2023
Available Online: December, 31, 2023

Keywords:

Clean Fuel, Control Regression Chart, Simple Linear Regression Model.

Abstract

The use of modern methods and technologies, such as the use of clean fuels, all preserve the environment and reduce air pollution, as well as the risk of disease caused by unclean fuels, which release gases that increase the risk of cancer or respiratory illnesses. For these reasons, we developed the concept for this study by using several significant statistical techniques to identify and address the issue under study. Quality control charts are regarded as one of the most crucial statistical techniques for determining the extent to which the product or service is under control and to measure the extent of acceptance by the consumer. In addition to that, the product obtains the largest profit and the lowest cost. Among the most significant control charts is the control regression chart, which is an effective tool for managing statistical processes. This chart is built by identifying two variables, one of which is linked to each other by a qualitative relationship, such as the response variable (Y) and an explanatory variable (X). The first case, represented by the variable (Y), which represents the per capita share of the gross domestic product, has been taken. This can be equated to purchasing power, and the variable (X), which represents the number of people who depend mainly on clean fuels and modern cooking techniques. Accordingly, we set a control regression chart by determining the upper limit and minimum share if it was discovered that an increase in the per capita share of the domestic product causes an increase in the use of clean fuel in the first case. While the inverse relationship was shown for the second case between the two variables, that is, the number of deaths from domestic air pollution from solid fuels declines with an increase in the number of people who depend mainly on clean fuels and modern cooking techniques, preserving a clean environment reduces the risk of disease as well as environmental pollution.

Correspondence:

Laith F. Said Hasan
laith@uomustansiriyah.edu.iq
<https://doi.org/10.55562/jrucs.v54i1.578>