

استعمال انحدار النواة في تقدير معاملات انموذج الانحدار بحدود خطأ عشوائي مرتبطة ذاتياً مع تطبيق عملي

الباحثة/ ندى حسين تالي [ndahssin6@gmail.com](mailto:nadahssin6@gmail.com)

أ.م.د احمد شاكر محمد طاهر ahmutwali@uomustansiriyah.edu.iq الجامعة المستنصرية/ كلية الادارة والاقتصاد

P: ISSN : 1813-6729

<http://doi.org/10.31272/JAE.45.2022.132.17>

E : ISSN : 2707-1359

مقبول للنشر بتاريخ: 2021/12/5

تاريخ أستلام البحث : 2021/11/10

المستخلص :

انموذج الانحدار احد النماذج المستعملة لأغراض تفسير تأثير ظاهرة أو عدة ظواهر على ظاهرة معينة، من خلال تقدير معاملات الانموذج، علاوة على اعتماد الانموذج المقدر في اجراء تنبؤات مستقبلية لتأثير أو تأثيرات الظواهر المفسرة على ظاهرة الاستجابة. يبنى انموذج الانحدار على عدة افتراضات في حال تحققها يمكن ان نحصل على تقديرات تتصف بالخصائص المرغوبة، احد هذه الافتراضات تتعلق بحدود الخطأ العشوائي، اذ يفترض ان تكون تلك الحدود مستقلة فيما بينها وفي حال عدم تحقق هذا الفرض تظهر لدينا مشكلة الارتباط الذاتي (Autocorrelation) بين حدود الخطأ العشوائي ولهذه المشكلة تأثير على تقديرات المربعات الصغرى لمعاملات الانموذج مما يؤدي الى نتائج مضللة عن تأثير الظواهر المفسرة وكذلك بالنسبة للتنبؤات المستقبلية. هناك عدة طرائق لتقدير معاملات انموذج الانحدار في ظل هذه المشكلة، منها معلمية واخرى لامعلمية، من الطرائق اللامعلمية طريقة انحدار النواة اذ يهدف البحث الى استعمال هذه الطريقة لمقدر الانحدار الخطي الموضوعي في تقدير انموذج الانحدار بحدود خطأ عشوائي مرتبطة ذاتياً، و بالاعتماد على معيار مالو المعدل تم اختيار معلمة عرض الحزمة الملائم، اذا ان لمعلمة عرض الحزمة التأثير الواضح في عملية التقدير وتعمل على تقريب وتمهيد المنحنى المقدر من المنحنى الحقيقي. تم اجراء تطبيق عملي على بيانات حقيقة والمتمثلة بعرض النقد وبعض العوامل المؤثرة فيه، ومن خلال استعمال دالتي النواة (Gaussian) و (Epanechnikov) تم تقدير منحنى الانحدار الذي يمثل القيمة المتوقعة لعرض النقد. افرزت نتائج التقدير ان دالة النواة (Gaussian) هي الافضل في تمهيد دالة الانحدار بالاعتماد على معايير المقارنة MAE و RMSE و MAPE، على الرغم من تقارب نتائج التقدير لدالتي النواة.

الكلمات المفتاحية : الارتباط الذاتي، انحدار النواة، الانحدار الخطي الموضوعي، معيار مالو المعدل.



مجلة الادارة والاقتصاد

العدد 132 / آذار / 2022

الصفحات : 234 - 247

*البحث مستل من رسالة ماجستير

1 - المقدمة :-

استعمال انموذج الانحدار في عملية التنبؤ يعتمد على دقة وكفاءة تقديرات معاملاته ، دقة تلك التقديرات يعتمد على مدى تحقق فروض التحليل الخاصة بأنموذج الانحدار، احد هذه الفروض هو المتعلق بحدود الخطأ العشوائي للأنموذج اذ يفترض ان تكون مستقلة، عند عدم تحقق هذا الفرض، بمعنى ان حدود الخطأ العشوائي تكون مرتبطة ذاتياً، نحصل على تقديرات لا تتصف بالخصائص المرغوبة، خصوصاً بالنسبة لتقديرات المربعات الصغرى، مما يؤدي الى نتائج مضللة بخصوص التأثير المقدر للمتغير او المتغيرات التفسيرية وكذلك عند اجراء التنبؤات المستقبلية، وذلك لعدم امكانية الاعتماد على الاختبارات المعنوية بسبب التقدير المتحيز لتباين الاخطاء في ظل وجود هذه المشكلة. تحدث مشكلة الارتباط الذاتي لحدود الخطأ العشوائي على الاغلب عندما تكون بيانات المتغيرات بهيئة سلاسل زمنية. تناول العديد من الباحثين هذه المشكلة، منهم من اعتمد معالجة البيانات من الارتباط الذاتي واعادة تقدير معاملات الانموذج بعد ازالة الارتباط الذاتي، بينما اعتمد اخرون طرائق تقدير بديلة عن المربعات الصغرى، منها طرائق معلمية واخرى لامعلمية، ما تتميز به الطرائق اللامعلمية انها لا تستند الى اية فرضيات على عكس الطرائق المعلمية، اذ انها تعتمد على المعلومات التي توفرها العينة في عملية تمهيد منحني دالة الانحدار. سنتناول في هذا البحث احدى طرائق التقدير اللامعلمية وهي طريقة انحدار النواة لتقدير معاملات انموذج الانحدار الذي يعاني من مشكلة الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي، اذ يهدف البحث الى تمهيد دالة انحدار عرض النقد على العوامل المؤثرة عليه باستعمال دالتي النواة (Gaussian) و(Epanechnikov). نتلخص فقرات البحث كالآتي. الفقرة 2 تناولت الجانب النظري للبحث الذي تطرق الى انموذج الانحدار الخطي العام ومشكلة الارتباط الذاتي علاوة عن تمهيد انحدار النواة. الفقرة 3 تناولت الجانب التطبيقي اذ تم تمهيد دالة انحدار عرض النقد بالاعتماد على بيانات حقيقية والتوصل الى افضل تمهيد لدالة الانحدار موضوع البحث، الفقرة 4 تطرقت لأهم الاستنتاجات والتوصيات .

2. الجانب النظري :-

تعرض هذه الفقرة المفاهيم النظرية لأنموذج الانحدار الخطي العام ومشكلة الارتباط الذاتي لحدود الخطأ العشوائي وطريقة التقدير اللامعلمية انحدار النواة.

1.2 انموذج الانحدار الخطي العام General Linear Regression Model

في اغلب البحوث الاقتصادية والاجتماعية يتطلب دراسة العلاقة بين اكثر من متغيرين، بمعنى تحليل سلوك الظاهرة تحت البحث عندما تتأثر بفعل تأثير اكثر من عامل ويؤثرون في وقت واحد وبدرجات متفاوتة من القوة في سلوكها، ويعرف انموذج الانحدار الخطي العام بأنه انموذج يصف العلاقة بين متغير استجابة Y وعدد p من المتغيرات التوضيحية X_1, X_2, \dots, X_p . ولأنموذج الانحدار الخطي عدة افتراضات منها خطية الانموذج أي ان العلاقة بين متغير الاستجابة والمتغيرات التوضيحية علاقة خطية ومتغير الاستجابة يتوزع توزيعاً طبيعياً بمتوسط μ_t وتباين ثابت σ^2 اي ان، [2]، [7]:

$Y_t \sim N(\mu_t, \sigma^2)$ ، $t=1,2,\dots, n$
الصيغة العامة للأنموذج لعدد p من المتغيرات التوضيحية ولحجم عينة n تكتب كالآتي:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t1} + \beta_2 x_{t2} + \dots + \beta_p x_{tp} + u_t \quad \dots (1)$$

$$t=1,2,\dots, n \quad , \quad j=1,2,\dots, p$$

اذ ان :

β_0 : تمثل معلمة الحد الثابت .

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$: معاملات انموذج الانحدار .

u_t : حدود الخطأ العشوائي والذي له عدد من الفروض التي يجب توافرها في الانموذج لغرض التحليل وهي كالآتي، [7] ،

أ. متغير عشوائي حقيقي يتوزع توزيعاً طبيعياً بمتوسط يساوي صفر ($E(U) = 0$) ، وتباين ثابت (متجانس) أي أن $U \sim N(0, \sigma^2)$.

ب. حدود الخطأ العشوائي يجب ان تكون غير مرتبطة ذاتياً أي أن $Cov(u_t, u_{d+t}) = E(u_t u_{d+t}) = 0$ ، $t=1,2,\dots, n$

ت. حدود الخطأ العشوائي غير مرتبطة بالمتغيرات التوضيحية أي أن $Cov(u_t, X_t) = E(u_t X_t) = 0$. بالإضافة الى ما ذكر من افتراضات، فانه يفترض ان تكون المتغيرات التوضيحية ثابتة للعينات المتكررة وغير مرتبطة فيما بينها ويجب ان يكون عدد مشاهدات العينة n اكبر من عدد المتغيرات التوضيحية p .

باستخدام المصفوفات فانه يمكن كتابة انموذج الانحدار الخطي العام (GLRM)، وفق الصيغة الآتية، [7]:

$$Y = X\beta + U \quad \dots (2)$$

اذ ان :

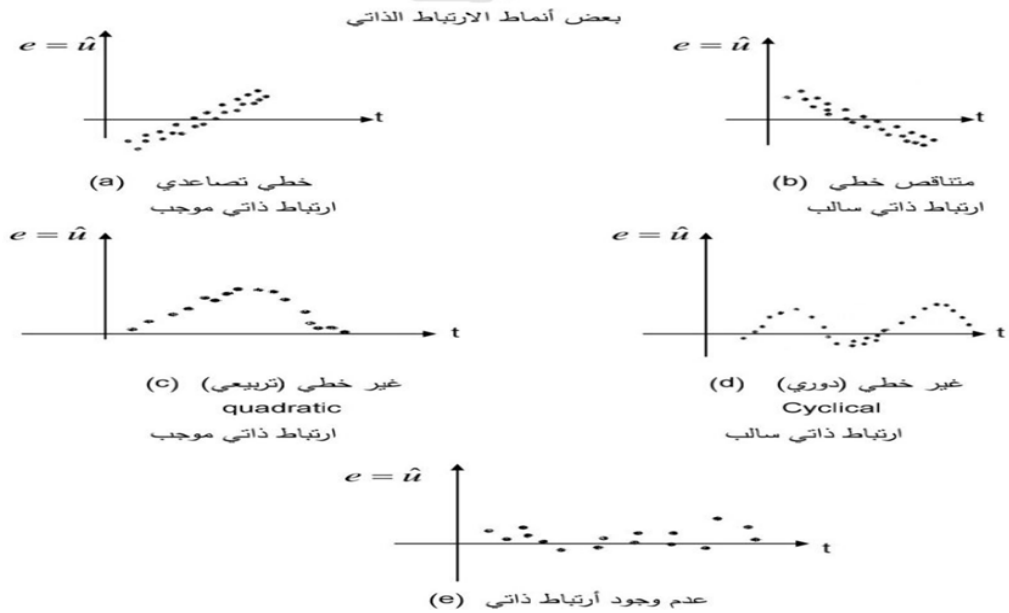
Y : يمثل متجه مشاهدات متغير الاستجابة ذي البعد $(n \times 1)$.

X : تمثل مصفوفة مشاهدات المتغيرات التوضيحية ذات البعد $(n \times (p+1))$.

β : يمثل متجه المعلمات ذي البعد $((p+1) \times 1)$.

U : يمثل متجه مشاهدات الأخطاء العشوائية ذي البعد $(n \times 1)$.

2.2 : الارتباط الذاتي للأخطاء العشوائية Autocorrelation of Random Errors



الارتباط الذاتي هو ارتباط قيم المشاهدات المتسلسلة لنفس المتغير في بيانات السلسلة الزمنية أو مجال معين في بيانات المقطع العرضي، أما الارتباط الذاتي لأخطاء نموذج الانحدار العشوائية فهو الارتباط بين قيم حدود الخطأ العشوائي ذاتياً عبر فترات زمنية مرتدة والذي يفترض أن تكون قيمته مساوية إلى الصفر لتحقيق فرضية استقلالية حدود الخطأ العشوائي، كما بينا في الفقرة السابقة. عند عدم تحقق هذا الافتراض فإن قيمة حد الخطأ العشوائي في الفترة الزمنية t يرتبط بقيمة حد الخطأ العشوائي في الفترة $t+d$ ، بمعنى أن التباين المشترك لا يساوي صفر $Cov(u_t, u_{t+d}) \neq 0$. ان الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي تحدث غالباً في بيانات السلاسل الزمنية أكثر منها في بيانات المقطع العرضي، قد يكون الارتباط الذاتي من الدرجة الأولى أو الثانية أو من درجة أعلى وذلك يعتمد على فترات الارتداد الزمني، ويمكن تمثيل الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي وعند d من فترات الاراحة بالنموذج الانحدار الذاتي من الدرجة d كالآتي، [2]:

$$u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + \dots + \rho_d u_{t-d} + \varepsilon_t \quad \dots (3)$$

اذ ان ε_t تمثل الأخطاء العشوائية النقية (التشويش الأبيض)، ρ يمثل معامل الارتباط الذاتي قيمته تتراوح بين $(-1, 1)$ ويتم حسابة باستعمال الصيغة الآتية، [6]:

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \quad \dots (4)$$

يوجد العديد من أنماط الارتباط الذاتي وتشمل الخطية وغير الخطية ويمكن عرض هذه الأنماط في الشكل (1-2) وذلك باستعمال رسم بواقي علاقة الانحدار (e_t) مع الزمن (t) ، [2]:

الشكل (1-2): يوضح انماط الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي، [2].

3.2: الكشف عن الارتباط الذاتي للأخطاء العشوائية Autocorrelation Detection of Random Errors

قبل البدء بتقدير دالة الانحدار المجهولة في تحليل الانحدار المعلمي أو اللامعلمي يجب اختبار فيما إذا كان هنالك ارتباط ذاتي بين الأخطاء العشوائية لأنموذج الانحدار، اذ يوجد العديد من طرائق الاختبار التي يمكن اعتماد احدها ومنها اختبار بريش-جود فري (Breusch -Godfrey test) ويرتكز هذا الاختبار على مضاعفات لاكرانج والذي يسمح باختبار وجود ارتباط ذاتي من درجة أكبر من الواحد، اي ان أنموذج الانحدار الذاتي للأخطاء من الدرجة p وصيغة إحصاء الاختبار تكون كالآتي، [2]، [9]:

$$BG = (n - p) R^2 \quad \dots (5)$$

اذ ان احصائية الاختبار تتوزع وفق توزيع مربع كاي بدرجة حرية p ($BG \sim \chi_p^2$)، R^2 تمثل معامل التحديد، n هي عدد المشاهدات. أما فريضة الاختبار فتكون كالآتي:

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho_4 = \dots = \rho_p = 0$$

لايوجد ارتباط ذاتي

يوجد ارتباط ذاتي $H_1: \rho_1 \neq \rho_2 \neq \rho_3 \neq \rho_4 \neq \dots \neq \rho_p \neq 0$
إذا كان تقدير BG أكبر من القيمة الجدولية لتوزيع مربع كاي بدرجة حرية p فهذا يعني وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء العشوائية.

4.2: معالجة الارتباط الذاتي للأخطاء العشوائية Remedies Autocorrelation of Random Errors

- بعد الكشف عن وجود مشكلة الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي على الباحث معالجة تلك المشكلة بإحدى الطرائق المناسبة لها إحصائياً ومنها [6][2]:
- 1- البحث عن المتغيرات التوضيحية المحذوفة من النموذج وإدراجها.
 - 2- وضع الصيغة الرياضية المناسبة للنموذج.
 - 3- استعمال طريقة تحويل المتغيرات.
 - 4- استعمال طرائق تقدير بديلة عن طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية سواء كانت معلومة أو غير معلومة.

5.2: تقدير انحدار النواة Estimation of Kernel Regression

هو أسلوب لتقدير منحنى النموذج الانحدار بيانياً ويعتبر من أساليب التقدير اللامعلمية التي لا تفترض فروض على عملية التقدير. تتميز خصائصها بالبساطة وسهولة البرمجة على الحاسوب وإمكانية الحصول على قيمة مقدراته بيانياً. تم اقتراح هذا الأسلوب من قبل الباحثين Rosenblatt و Parzen عامي 1956 و 1962. تتميز تقديرات انحدار النواة بأنها تكون ممهدة (Smooth) غير متحيزة تقاربياً وكذلك متنسقة تقاربياً. يهدف هذا الأسلوب إلى تعديل مشاهدات العينة بالشكل الذي يمكن خلاله الحصول على تقديرات قريبة من خصائص معلمات المجتمع [4][8].

يستعمل انحدار النواة لتقدير دالة التوقع الشرطي $f(x_t) = E(y/x)$ والهدف من ذلك هو إيجاد علاقة لا خطية فيما بين أزواج المتغيرات العشوائية وتعتبر طريقة مبسطة لإيجاد هيكلية البيانات دون الحاجة إلى نموذج معلمي وذلك بالاعتماد على متسلسلة الأوزان $(W_t(x))_{t=1}^n$ ، إذ أن دالة الأوزان هي دالة المسافة لفضاء (x) والتي يمكن وصفها من خلال دالة الكثافة مع معلمة القياس التي تساعد في تعديل وضبط حجم الأوزان القريبة من (x) ، وأن سلسلة الأوزان (W_{h_t}) يتم حسابها وفق الصيغة الآتية [11][10][4]:

$$W_{h_t}(X) = \frac{k\left(\frac{X - X_t}{h}\right)}{\sum_{t=1}^n k\left(\frac{X - X_t}{h}\right)} = \frac{k(u)}{\sum_{t=1}^n k(u)} \quad \dots (6)$$

إذ أن :

X : تمثل قياسات المتغير التوضيحي.
 X_t : تمثل المشاهدة (t) من مشاهدات المتغير التوضيحي.
 h : تمثل معلمة التمهيد (Smoothing Parameter) وتسمى أيضاً عرض الحزمة أو سعة القيد (Bandwidth) وقيمتها تكون موجبة $h > 0$.
 $K(u)$: دالة انحدار النواة.

6.2: ممد الانحدار الخطي الموضعي (LLS) Local Linear Regression Smoother :

يسمى ممد الانحدار الخطي الموضعي أحياناً بالانحدار متعدد الحدود الخطي الموضعي ويعتبر أفضل المقدرات في الانحدار اللامعلمي وذلك لكونه يصحح بعض العيوب في مقدرات النواة ويستعمل في حالة التصميم الثابتة والعشوائية، واقتراح هذا الممد من قبل الباحثين Fan و Gijbels في عام 1992. يفترض هذا الممد على أن المشتقة الثانية لدالة الانحدار اللامعلمي المجهولة $m(x_t)$ موجودة، يمكننا الحصول على الممد الخطي الموضعي من خلال تقدير المعلمتين β_0 و β_1 التي تحقق دالة الهدف الآتية [13][4]:

$$\min. f = \sum (Y_t - \beta_0 - \beta_1 (x - X_t))^2 k\left(\frac{x - X_t}{h}\right) \quad \dots (7)$$

و على افتراض أن الصيغة أعلاه تمثل حل مسألة المربعات الصغرى الموزونة المتمثل بالمقدرات $\hat{\beta}_0$ و $\hat{\beta}_1$ وباستعمال بعض الحسابات البسيطة فإن ممد متعدد الحدود الموضعي يكتب كالآتي [4][13]:

$$\hat{m}(x) = \frac{\sum_{t=1}^n w_t Y_t}{\sum_{t=1}^n w_t} \quad \dots (8)$$

إذ أن :

$$w_t = k\left(\frac{x - X_t}{h}\right) (S_{n,2} - (x - X_t)S_{n,1}) \quad \dots (9)$$

$$S_{n,l} = \sum_{t=1}^n k\left(\frac{x-X_t}{h}\right) (x - X_t)^l \quad l = 1,2 \quad \dots (10)$$

7.2: اختيار دوال النواة (اللبية) Select of Kernel Function

تستعمل دالة النواة (kernel Function)، في تقدير الكثير من الدوال ومنها (دالة الكثافة الاحتمالية، ودالة الطيف، ودالة المعولية، والاتحاد، والدوال التجميعية)، يوجد هناك سلسلتان من دوال النواة ومن الممكن تميزهما في التقدير اللامعلمي لدوال الانحدار وهما دوال النواة المثلى (Optimal Kernel function) حيث تعمل على تقليل متوسط مربعات الخطأ التكاملي (Mean Integrated Square Error)، ودوال النواة ذات اقل تباين (Minimum Variance Kernel) حيث تعمل على تقليل التباين المحاذي، [4][5].

ان دالة النواة تسمى بعدة تسميات ومنها (دالة النافذة، دالة شكل، دالة أساسية أو دالة الوزن)، وان هذه الدالة هي دالة رياضية حقيقية محددة ومستمرة ومتماثلة حول نقطة الصفر وهي دالة كثافة احتمالية اي ان تكاملها مساوي الى الواحد الصحيح. اذ يمكن من خلالها تحديد الاوزان الموضعية للمقدر الخطي، وتعمل هذه الدالة على تمهيد المقدر وازالة التعرجات منه اي تنقيته و لذلك سميت بدالة النافذة، والتي يرمز لها بالرمز $K(u)$ ، وإن الاختيار الأفضل لهذه الدالة يكون عن طريق تحقق المميزات الأساسية لها المتمثلة بالشروط الآتية، [15][4][5][11]:

- 1- تكون الدالة موجبة $k(u) \geq 0$ for all u
 - 2- الدالة مستمرة و تكاملها مساو للواحد $\int k(u)du = 1$
 - 3- الدالة متماثلة حول نقطة الصفر $\int uk(u)du = 0$
 - 4- دالة قابلة للتفاضل لان المشتقة الثانية موجودة $\int u^2 k(u)du \neq 0$
- و يوجد أنواع مختلفة من دوال النواة شائعة الاستعمال والمبينة صيغها في الجدول الاتي، [11].
الجدول (1-2): بعض دوال انحدار النواة.

ت	دالة النواة	صيغة الدالة
1	Gaussian	$K(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-u^2) \quad -\infty < u < \infty$
2	Epanechnikv	$K(u) = \frac{3}{4}(1 - u^2) \quad u \leq 1$
3	Biweight	$K(u) = \left(\frac{15}{16}\right)(1 - u^2)^2 \quad u \leq 1$
4	Uniform	$K(u) = \left(\frac{1}{2}\right) \quad u \leq 1$
5	Triweight	$K(u) = \left(\frac{35}{32}\right)(1 - u^2)^3 \quad u \leq 1$
6	Triangle	$K(u) = (1 - u) \quad u \leq 1$

اذ ان $u = \left(\frac{X-X_i}{h}\right)$ لجميع الصيغ في الجدول اعلاه .

8.2: اختيار معلمة التمهيد Select of Smoothing Parameter

يعتبر اختيار معلمة التمهيد جزء اساسي في تقريب دالة الانحدار اللامعلمي المقدره للدالة الاصلية، ولأجل الحصول على تقريب مناسب يجب اختيار معلمة التمهيد والتي لها دور مهم وحاسم في مقدر النواة وتعتبر اكثر اهمية من اختيار دالة النواة (Kernel Function)، وتعرف بانها عبارة عن معلمة حرة (Free Parameter)، و لها تسميات عدة منها (معلمة عرض الحزمة Bandwidth، معلمة التباين، معلمة الانتشار، معلمة التركيز، حجم النافذة، سعة القيد)، ويرمز لها بالرمز (h) ، و لمعلمة التمهيد تأثيرا كبيرا في عملية التقدير، اذا انها تساعد في التقريب والتمهيد لمنحنى المقدر واقترابه من المنحنى الحقيقي لأنها تؤثر بصورة كبيرة في الموازنة بين التحيز والتباين لكي يكون الخطأ اقل ما يمكن، وتتحكم بدرجة التمهيد، فإذا زادت معلمة التمهيد يزداد التحيز ويتناقص التباين والعكس صحيح اي انه وجود علاقة طردية بين التحيز ومعلمة التمهيد وعلاقة عكسية بين التباين ومعلمة التمهيد، و يعتبر عرض الحزمة دالة بدلالة حجم العينة اذ انها تحقق الشروط الآتية، [4][5][18]:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} h = 0 \quad \dots (11)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} nh = \infty \quad \dots (12)$$

وان اختيار معلمة التمهيد (h) يجب ان يكون بعناية، اي انه كلما كانت قيمتها كبيرة جداً نحصل على منحنى ممهد اكثر من المنحنى الحقيقي (Over Smoothing Curve)، اما إذا كانت قيمتها صغيرة جداً فأنها تؤدي الى منحنى دون المنحنى الحقيقي (Under Smoothing Curve). و قد اهتم العديد من الباحثين بطرائق

اختيار معلمة التمهيد عند وجود الارتباط الذاتي للخطأ العشوائي لضرورة استعمالها في مقدرات انحدار النواة و من ضمن هؤلاء الباحثين Chiu عام 1989 و Altman عام 1990 و Opsomer و آخرون عام 2001 و Lee و آخرون عام 2010 وغيرهم آخرين . و أوضح الباحثان Hart و Wehrly عام 1986 ان استعمال طريقة العبور الشرعي لاختيار معلمة التمهيد يعطي معلمة تمهيد اعلى او اقل من معلمة التمهيد المثلى ، وللحصول على معلمة تمهيد (h) المثلى عند وجود ارتباط ذاتي للأخطاء العشوائية هنالك طرائق مختلفة منها (طريقة معيار مالو المعدل (ACL) و طريقة المليء (Plug – in) وغيرها سنتطرق الى طريقة معيار مالو المعدل لغرض اختيار معلمة التمهيد (h) المثلى [4] [14] [15] .

9.2: طريقة العبور الشرعي: Cross Validation Criterion (CV)

تعتبر طريقة العبور الشرعي (CV) من اهم الطرائق شائعة الاستعمال في اختيار قيمة معلمة التمهيد (h) وتدعى ايضا هذه الطريقة بـ (Leave-one-out Method) ، اي انه يتم استبعاد مشاهدة واحدة في كل مرة ، ودالة العبور الشرعي تعمل على تقليل متوسط مربعات الخطأ (MSE) الذي يعتبر معيار لأداء المقدر . وخطوات عمل هذه الطريقة لاختيار معلمة التمهيد (h) كالآتي ، [4] [5]:

الخطوة الأولى – نقوم بحساب دالة الوزن ($W_t(X)$) الموضحة بالصيغة (9).

الخطوة الثانية – نقوم بحساب معيار العبور الشرعي (CV) وذلك عن طريق استبعاد قيمة واحد من قيم المتغير التوضيحي وعلى النحو الاتي :

$$CV(h) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [Y_t - \hat{m}(x)]^2 W_t(x) \quad \dots (13)$$

الخطوة الثالثة – نكرر الخطوة الأولى والخطوة الثانية لجميع المشاهدات بحيث يتم استبعاد مشاهدة في كل مرة .

الخطوة الرابعة – نقوم بحساب قيمة معلمة التمهيد المثلى (h_{CV}) وذلك على النحو الاتي :

$$h_{CV} = \arg \min CV(h) \quad \dots (14)$$

اذ أن المعادلة (14) تمثل اختيار معلمة التمهيد (عرض الحزمة) التي تقابل اصغر $CV(h)$.

10.2: معيار مالو المعدل: The Adjusted Mallows' C_L Criterion (ACL)

اقترح هذا المعيار من قبل الباحث Colin Lingwood Mallows عام 1973 ويدعى بمعيار او إحصاءة مالو ويرمز له بالرمز C_p واساسه تقييم ملائمة المربعات الصغرى لنماذج الانحدار بأخطاء لها توزيع طبيعي وتباين الثابت اذ يستعمل لاختيار المتغيرات في نموذج الانحدار وصيغته الرياضية كالآتي [17] :

$$C_p = \frac{RSS_p}{\hat{\sigma}^2} - n + 2p \quad \dots (13)$$

ان صيغة المعيار اعلاه تستعمل في اختيار افضل معادلة انحدار في الانحدار المعلمي . اما في حالة الانحدار اللامعلمي تصبح صيغة هذا المعيار كما اوضحها الباحثون Mallows عام 1973 و Rice عام 1984 و Cleveland and Devlin عام 1988 اذ تستعمل لاختيار معلمة عرض الحزمة المثلى لتقدير دالة انحدار النواة وكالآتي [16]:

$$C(h) = \frac{1}{\hat{\sigma}^2} ||(I - H)Y||^2 - n + 2\text{tr}(H) \quad \dots (14)$$

اذ ان H هي مصفوفة تساوي $H = (\hat{\mu}(x_1) \dots \hat{\mu}(x_n))^T$ و $Y = (Y_1 \dots Y_n)^T$ مصفوفة Y و H تعديل بسيط على معيار مالو ليشمل البيانات التي تعاني من مشكلة الارتباط الذاتي ويعد من اهم طرائق اختيار معلمة التمهيد (h) المثلى عند وجود ارتباط ذاتي بين حدود الخطأ العشوائي اذ يعمل على تقليل معدل مجموع مربعات الخطأ (ASSE) الذي يعتبر معيار لأداء المقدرات و اصبحت الصيغة الرياضية لمعيار مالو المعدل كالآتي [12] [15] :

$$ACL(h, \lambda) = RSS(h) + 2 \frac{K(0)}{nh} \varphi \quad \dots (15)$$

$$RSS(h) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [Y_t - \hat{m}(x)]^2 \quad \dots (16)$$

اذ ان φ : تمثل معلمة الضبط وصيغتها كالآتي:

$$\varphi = \gamma(0) + 2 \sum_{j=1}^{\infty} \gamma(j) \quad \dots (17)$$

إذا ان: $\gamma(j)$ تمثل التباين التلقائي (الذاتي) وهو عبارة عن دالة تعطي التباين المشترك للعملية مع نفسها في أزواج من النقاط الزمنية.
يتم اختيار قيمة معلمة التمهيد المثلى (h_{ACL}) التي تقابل اصغر قيمة لمعيار مالو المعدل وعلى النحو الآتي، [15]:

$$h_{ACL} = \arg \min ACL(h, \hat{\varphi}) \quad \dots (18)$$

11.2: معايير جودة التوفيق: goodness of fit Criterion

هناك العديد من المعايير التي يمكن اعتمادها في المفاضلة بين ما تفرزه طرائق التقدير المختلفة من تقديرات لمنحنى دالة الانحدار ، من هذه المعايير :-

1- معيار (MAE)

ويمثل متوسط الخطأ المطلق Mean Absolute Error، الذي تكون صيغة كالآتي ، [11]:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t| \quad \dots (19)$$

2- معيار (RMSE)

ويمثل جذور متوسط مربعات الخطأ Root Mean Square Error، الذي تكون صيغة كالآتي ، [11]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2} \quad \dots (20)$$

3- معيار (MAPE)

ويمثل متوسط نسبة الخطأ المطلق (Mean Absolute Percentage Error) ، الذي تكون صيغة كالآتي ، [11]:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{|y_t|} (\%100) \quad \dots (21)$$

تتم عملية المفاضلة بين نماذج الانحدار المقدرة بالاعتماد على قيمة معايير المفاضلة المذكورة آنفاً اذ يكون الأنموذج المقدر الأفضل الذي يحقق أقل قيمة لمعيار المفاضلة المعتمد .

3. الجانب التطبيقي: Particle Application

يتضمن الجانب التطبيقي للبحث تقدير دالة انحدار عرض النقد كمستجيب استجابة بالاعتماد على عدد من المتغيرات التوضيحية التي تمثل بعض العوامل المؤثرة عليه باستعمال تقدير انحدار النواة.

عرض النقد يُطلق على المعروض النقدي بأنه إجمالي القوة الشرائية للأفراد أو المؤسسات المختلفة في فترة زمنية معينة ، ويطلق عليه أيضاً بمتوسط كمية المال الموجودة تحت تصرف المجتمع في فترة زمنية معينة وله ثلاث مفاهيم :

أ- **عرض النقد الضيق** : هو مجموع طرق الدفع المتداولة المستخدمة لتسوية المعاملات المالية في مجتمع ما في فترة زمنية معينة.

ب- **عرض النقد الموسع** : هذا المفهوم أوسع من المفهوم الضيق لعرض النقود و تعتمد المؤسسات المالية والنقدية مثل صندوق النقد الدولي ، وباختصار يمكن القول ان عرض النقد الموسع يساوي عرض النقد الضيق مضاف اليه اشباه النقود .

ج - **عرض النقد الأوسع** : يعطي هذا المفهوم معنى أكثر شمولاً لعرض النقود ، تستعمله الدول المتقدمة لأنها شهدت تطوراً كبيراً في العملات والميادين المالية ، لذلك نما السوق المالي وطور مشتقات مالية جديدة ومتنوعة ، ان النوع الثالث من عرض النقد غير مستعمل في العديد من اقتصاديات الدول بسبب تخلف الاسواق المالية والمصرفية وتخلف العادات المصرفية الشخصية والوعي المصرفي [1] [3].

بيانات عينة البحث تمثل القيم الشهرية لمتغير عرض النقد على الالامد القصير وبعض العوامل المؤثرة فيه ، اذ تم جمعها من التقارير السنوية للبنك المركزي العراقي المنشورة على موقعها الالكتروني للفترة (2008-2019) ، [1]. بهذا تكونت لدينا سلسلة زمنية مؤلفة من 144 مشاهدة لكل من متغيرات عينة البحث، تلك المتغيرات هي، متغير عرض النقد على الالامد القصير وتمثل بالمتغير Y والذي يعد متغير الاستجابة ، اما بقية المتغيرات فتمثل المتغيرات التوضيحية وهي، راس المال والاحتياطيات X_1 ، القروض والسلف X_2 ، ديون

استعمال الانحدار النواة في تقدير معاملات النموذج الانحدار بحدود خطأ عشوائي مرتبطة ذاتياً مع تطبيق عملي

القطاع الخاص والقطاعات الأخرى X_3 ، الودائع الحكومية X_4 ، الودائع الأخرى X_5 . قيم جميع المتغيرات مقاسة بالدينار العراقي.

1.3: نمذجة العلاقة بين عرض النقد والعوامل المؤثرة فيه :

يمكن نمذجة علاقة الانحدار بين عرض النقد (Y) كمتغير استجابة والعوامل المؤثرة فيه والمتمثلة بالمتغيرات التوضيحية (X_1 ، X_2 ، X_3 ، X_4 ، X_5) والتي تم تعريفها سابقاً بأنموذج الانحدار الآتي :

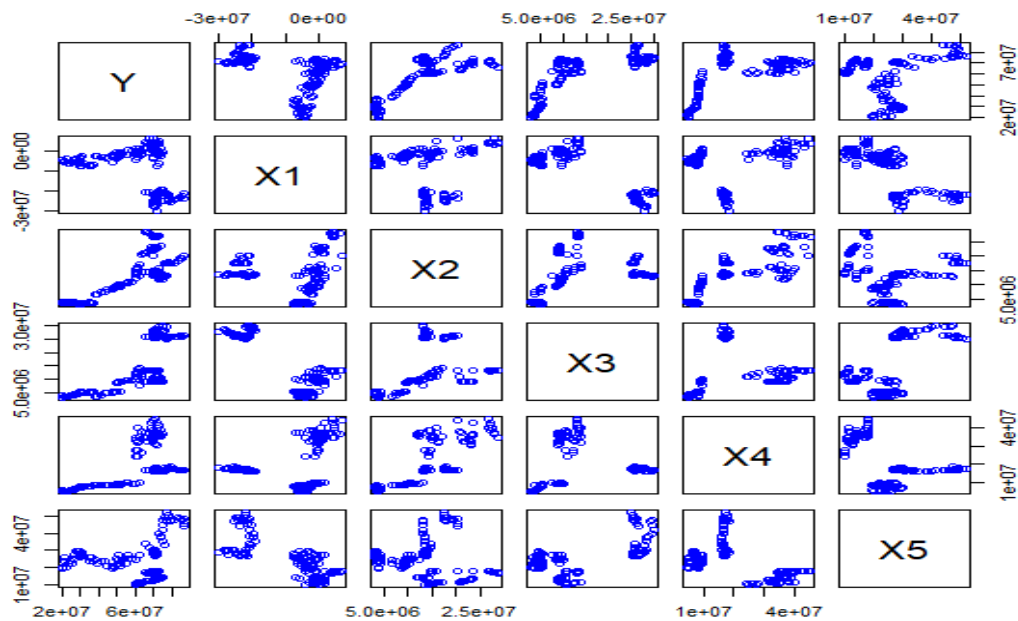
$$Y_t = m(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) + u_t \quad \dots (19)$$

اذ ان : $m(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$ تمثل دالة الانحدار التي سيتم تمهيدها بموجب طريقة انحدار النواة .

u_t : حدود الخطأ العشوائي والتي يفترض ان تعاني من مشكلة الارتباط الذاتي .

2.3: اختبار طبيعة العلاقة بين متغير الاستجابة والمتغيرات التوضيحية

لتحقق من طبيعة العلاقة بين متغير الاستجابة (عرض النقد) والمتغيرات التوضيحية (العوامل المؤثرة في عرض النقد) بشكل منفرد ، علاوة عن طبيعة العلاقة بين المتغيرات التوضيحية فيما بينها . تم رسم الشكل الانتشاري بين المتغيرات كما مبين بالرسوم البيانية في الشكل (1-3) . بملاحظة تلك الرسوم البيانية نجد ان العلاقة بين تلك المتغيرات هي علاقة غير خطية.



شكل (1-3) يوضح الشكل الانتشاري بين متغيرات عينة البحث

3.3: اختبار مشكلة الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي:

تم اختبار البيانات من حيث كونها تعاني من مشكلة الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي باستعمال اختبار Breusch-Godfrey ، وفريضة الاختبار كانت بالشكل الآتي :

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho_4 = \rho_5 = 0$$

$$H_1: \rho_1 \neq \rho_2 \neq \rho_3 \neq \rho_4 \neq \rho_5 \neq 0$$

و بالاعتماد على البرنامج الاحصائي (R) كانت النتائج كما مبينة في الجدول الآتي .

جدول (1-3) نتائج اختبار مشكلة الارتباط الذاتي Breusch - Godfrey test.

n	BG	P-value	الدالة	$\chi^2_{(5,0.05)}$
144	125.91	0.000000	معنوية	11.07

نلاحظ من النتائج في الجدول (1-3) وجود مشكلة الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي وذلك لان القيمة الاحتمالية لأحصاء الاختبار BG كانت اقل من مستوى المعنوية 0.05 .

4.3 تقدير انحدار النواة kernel regression Estimation

بالاعتماد على طريقة انحدار النواة تم تمهيد دالة الانحدار $m(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$ باستعمال مهده متعدد الحدود الموضعي المبين في الصيغة (8) في الجانب النظري ، وبالاعتماد على دالتي النواة Gaussian و Epanechnikv وباستعمال البرنامج الاحصائي (R) . لتحديد عرض الحزمة الامثل تم

استعمال انحدار النواة في تقدير معاملات النموذج الانحدار بحدود خطأ عشوائي مرتبطة ذاتياً مع تطبيق عملي

الاعتماد على المعيارين العبري الشرعي (CV) ومالو المعدل (ACL), بالرغم من أن معيار العبري الشرعي (CV) يتأثر بمشكلة الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي مما يؤدي الى نتائج مضللة بالنسبة لعرض الحزمة وما يترتب عليها من تمهيد لدالة الانحدار وتحديد معامل التحديد ومعايير المفاضلة المعتمدة في عملية المقارنة وكما تم الإشارة اليه في الجانب النظري, [12]. الجدول (2-3) يبين قيم معلمة عرض الحزمة المثلى لكل متغير من المتغيرات التوضيحية ولدالتي انحدار النواة Gaussian و Epanechnikv, اذ ان تلك القيم تحقق اقل قيمة للمعيارين المستعملين.

جدول (2-3) نتائج قيم معلمة عرض الحزمة لأنموذج انحدار النواة بالاعتماد على المعيارين العبري الشرعي (CV) ومالو المعدل (ACL) لدالتي انحدار النواة Gaussian و Epanechnikv.

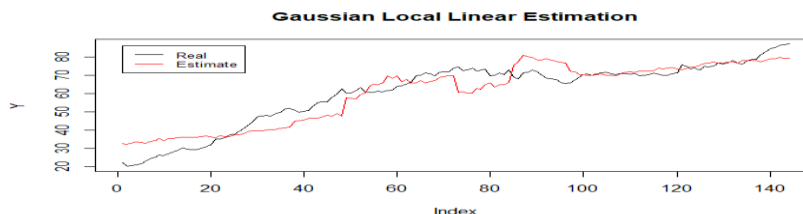
Criteria	Function	independent variables				
		X1	X2	X3	X4	X5
ACL	GU	132.9058	121.0097	136.8625	183.0129	108.0997
	EP	1476.427	3602.938	1981.894	1237.949	1344.163
CV	GU	1.3478158	0.4677134	0.9673714	0.7433192	0.8526543
	EP	1.9711521	0.8995879	0.9673714	1.4356400	2.3033956

معايير جودة التوفيق المتمثلة بمتوسط الخطأ المطلق MAE و جذر متوسط مربعات الخطأ RMSE و متوسط نسبة الخطأ المطلق MAPE, علاوة عن معامل التحديد R^2 تم حسابها لكل من دالتي النواة المعتمدة وبالاعتماد على عرض الحزمة الامثل لكل متغير التي تم الحصول عليها من خلال استعمال المعيارين العبري الشرعي (CV) ومالو المعدل (ACL), والمبينة في الجدول (3-3), بملاحظة قيم تلك المعايير بالنسبة لعرض الحزمة الامثل وفق معيار العبري الشرعي ولكلا دالتي النواة قد افرزت نتائج تقدير مبالغ بها بالنسبة لمعايير جودة التوفيق اذ نلاحظ القيم الصغيرة جدا لكل من متوسط الخطأ المطلق وجذر متوسط مربعات الاخطاء ومتوسط نسبة الخطأ المطلق, كما ان قيمة معامل التحديد ظهرت كبيرة جدا وقريبة من الواحد الصحيح بالرغم من وجود عوامل اخرى مؤثرة على عرض النقد لم يتم تضمينها في انموذج الانحدار. تلك المعطيات تشير الى تأثير معيار العبري الشرعي بالارتباط الذاتي لحدود الخطأ العشوائي. لذا تم استبعاد هذا المعيار والاعتماد على معيار مالو المعدل في تحديد عرض الحزمة الامثل لكل متغير من المتغيرات التوضيحية للمفاضلة بين دالتي النواة Gaussian و Epanechnikv وبالرجوع لقيم معايير المفاضلة نجد ان الداليتين حققنا نتائج تقدير مقاربة جدا ويمكن اعتبار ان دالة النواة Gaussian هي الافضل.

جدول (3-3): نتائج معايير جودة التوفيق, متوسط الخطأ المطلق MAE و جذر متوسط مربعات الخطأ RMSE و متوسط نسبة الخطأ المطلق MAPE, علاوة عن معامل التحديد R^2 لدالتي النواة Gaussian و Epanechnikv.

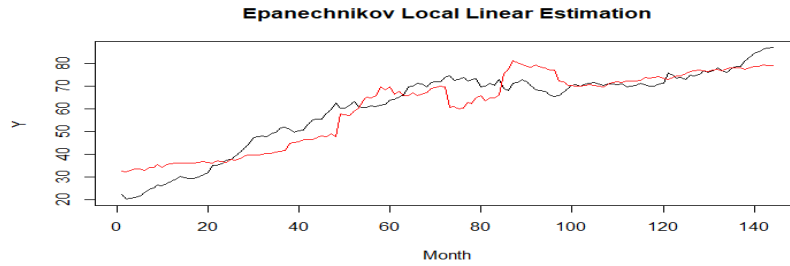
Criteria	Function	goodness of fit criteria			
		MAE	RMSE	MAPE	R^2
ACL	GU	5.21084	6.407438	0.1109394	0.8429273
	EP	5.25275	6.464064	0.1118231	0.8399277
CV	GU	0.03261748	0.09503638	0.00067591	0.9999701
	EP	0.3940925	0.6262246	0.008798267	0.9987005

القيم التقديرية لعرض النقد الى جانب القيم الحقيقة و قيم البواقي المقدرة بموجب انحدار النواة ولكلا دالتي النواة تم عرضها في الملحقين (1) و (2), كما تم رسم دالة الانحدار الممهدة بموجب دالة النواة Gaussian الى جانب منحني انحدار القيم الحقيقية, وكذلك بالنسبة لدالة الانحدار الممهدة بموجب دالة النواة Epanechnikv, كما مبين في الشكلين (1-3) و (2-3).



شكل (1-3) يوضح خط الانحدار التقديري لدالة Gaussian ومنحنى انحدار القيم الحقيقية المصدر: (من اعداد الباحثان وفقاً لنتائج البرنامج R)

استعمال انحدار النواة في تقدير معاملات النموذج الانحدار بحدود خطأ عشوائي مرتبطة ذاتياً مع تطبيق عملي



شكل (2-3): يوضح خط الانحدار التقديري لدالة Epanechnikov ومنحنى انحدار القيم الحقيقية المصدر : (من اعداد الباحثان وفقاً لنتائج البرنامج R)

4. الاستنتاجات :-

- 1- بناءً على ما تم التوصل اليه من نتائج تقدير انحدار النواة لأنموذج الانحدار موضوع البحث، يمكن ان نستنتج امكانية استعمال نماذج الانحدار اللامعلمية لتقدير تلك النماذج التي تعاني من مشكلة الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي.
- 2- تأثر معيار العبور الشرعي بوجود الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي عند تحديد عرض الحزمة الامثل.
- 3- افرزت قيم معايير المفاضلة تقارب نتائج التقدير بين دالتي النواة Gaussian و Epanechnikov ، ومع ذلك يمكن الاستنتاج ان دالة النواة Gaussian هي الافضل.

5. التوصيات :-

- 1- استعمال نماذج انحدار لامعلمية اخرى ومقارنتها مع نتائج تقدير دالة انحدار النواة وفرز الانموذج الافضل.
- 2- استعمال صيغ اخرى من انحدار النواة لمعرفة تأثيرها على نتائج التقدير.
- 3- استعمال طرائق مختلفة في حساب معلمة التمهيد وتوظيفها في تقدير انموذج الانحدار عند وجود ارتباط ذاتي بين حدود الخطأ العشوائي مع مراعات الدقة في اختيار المعيار المناسب.

6. المصادر: References

- 1- البنك المركزي العراقي ، المديرية العامة للإحصاء والابحاث ، مجموعات ، ونشرات احصائية سنوية للأعوام (2008-2019) .
- 2- التميمي ، زهرة حسن عباس و السعدون ، فوزية غالب عمر و الثعلبي ، ساهرة حسين زين (2014) " تحليل الانحدار " طبع في مديرية دار الكتب للطباعة و النشر جامعة البصرة.
- 3- جياس ، محمد عبد الواحد و محمد ، سحر قاسم (2016) "عرض النقد والعوامل المؤثرة فيه ودور البنك المركزي العراقي في السيطرة عليه بحث تطبيقي في البنك المركزي العراقي للمدة (2003-2014)" مجلة العلوم الاقتصادية والادارية العدد 93 ، المجلد 22 ، ص 380-400 .
- 4- حمود ، مناف يوسف . (2000) ، " مقارنة مقدرات kernel اللامعلمية لتقدير دوال الانحدار " ، رسالة ماجستير في الاحصاء ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد.
- 5- الصفاوي، صفاء يونس ومتي ، نور صباح (2011) " تقدير دوال الانحدار اللامعلمي باستخدام بعض أساليب التمهيد" . المجلة العراقية للعلوم الإحصائية (عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي الرابع لكلية علوم الحاسوب والرياضيات). مجلد 20، ص 371-390
- 6- عطية ، عبد القادر محمد عبد القادر ، (2004) " الحديث في الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق، الدار الجامعية، الاسكندرية.
- 7- كاظم، اموري هادي و مسلم ، باسم شليبه (2002) " القياس الاقتصادي المتقدم النظرية والتطبيق"، مطبعة دينا الامل، بغداد ، العراق .
- 8- متراس ، بان احمد و محمد ، الاء محمود (2013) " استخدام المقدر اللبي و أسلوب العنقدة بمعدل k للتعرف على إيماءة اليد" مجلة الرافيدين لعلوم الحاسوب و الرياضيات المجلد (10) العدد (1)
- 9- محمد ، شيخي (2011) " طرق الاقتصاد القياسي محاضرات وتطبيقات" دار الحامد، الطبعة الاولى، الجزائر.
- 10- Altman N., (1990), Kernel smoothing of data with correlated errors, J. Amer. Statist. Assoc. 85, pp. 749–759.
- 11- Aydin D. , (2007) , A Comparison of the Nonparametric Regression Models using Smoothing Spline and Kernel Regression, World Academy of Science, Engineering and Technology 36, 253-257.
- 12- Chiu, S.T. , (1989) , Bandwidth selection for kernel estimate with correlated noise, Statist. Probab. Lett. 8, pp. 347–354.

**استعمال انحدار النواة في تقدير معاملات النموذج الانحدار بحدود خطا عشوائي
مرتبطة ذاتياً مع تطبيق عملي**

- 13- Fan. J. and Gijbels I. (1992) ,Variable Bandwidth and Local Linear Regression Smoothers, Ann. Stat. No-4, PP. 2002-2036.
- 14- Hart, J. and Wehrly T.E. , (1986), Kernel Regression Estimation Using Repeated Measurements Data, J. Amer. Statist. Assoc. 81, 1080-1088.
- 15- Lee, Young K and Mammen, Enno and Park , B U. ,(2010), Bandwidth selection for kernel regression with correlated errors, Statistics, 44:4, 327-340, DOI:10.1080/02331880903138452.
- 16- Loader , Clive R., (1999) , Bandwidth Selection: Classical or Plug-in , The Annals of Statistics , Vol. 27, No. 2, 415–438
- 17- Mallows, C. , (1973) , Some comments on Cp.Technometrics 15, 661-675.
- 18- Parzen E. ,(1962), On estimation of a probability density function and mode , Ann. Stat. Vol.33, PP 1065-1076.

الملحق (1) يمثل القيم الحقيقية والقيم التقديرية والخطأ المقدر لعرض النقد المقدر بطريقة انحدار النواة باستعمال دالة (Gaussian) ومعيار مالو المعدل.

e_t	\hat{Y}_{GU}	Y	ت	e_t	\hat{Y}_{GU}	Y	ت
-0.63175743	36.60972	35.97797	23	-10.42063335	32.65404	22.23341	1
0.84049522	36.45953	37.30003	24	-12.06373078	32.38253	20.31880	2
0.22489838	37.59777	37.82267	25	-12.28116875	32.97114	20.68998	3
1.93184186	37.33735	39.26919	26	-12.46535549	33.44780	20.98245	4
2.90364571	38.13175	41.03539	27	-11.76291201	33.36316	21.60025	5
3.53859433	39.46615	43.00475	28	-9.45158759	32.81153	23.35995	6
4.92060734	39.84695	44.76756	29	-9.54825855	34.02735	24.47909	7
7.72475947	39.74257	47.46733	30	-9.14636475	34.28230	25.13594	8
7.96573008	39.69994	47.66567	31	-8.99585109	35.37027	26.37442	9
8.00348184	40.04333	48.04681	32	-8.02066672	34.08936	26.06869	10
7.37982749	40.43164	47.81146	33	-8.26997909	35.40545	27.13547	11
8.63824296	40.40343	49.04167	34	-7.43271632	35.62265	28.18993	12
8.80011051	41.00756	49.80767	35	-6.75206554	35.92835	29.17629	13
10.52306199	41.22043	51.74349	36	-5.69686085	36.14107	30.44421	14
10.26699070	41.57053	51.83752	37	-6.55418966	36.17385	29.61966	15
6.12727150	44.84791	50.97518	38	-6.77612654	36.04768	29.27155	16
4.35078494	45.21763	49.56841	39	-6.79687090	36.11729	29.32042	17
4.73893199	45.57126	50.31019	40	-6.32957521	36.43479	30.10521	18
4.02592222	46.46871	50.49463	41	-5.59333371	36.67708	31.08374	19
6.68547719	46.49814	53.18362	42	-4.47682658	36.40454	31.92771	20
8.47625014	46.52396	55.00021	43	-0.81266600	35.98570	35.17303	21
8.11912891	47.35852	55.47765	44	-1.85125254	36.96885	35.11760	22
-6.67982339	78.40200	71.72218	90	7.48759606	48.01696	55.50456	45
-8.07518272	78.10297	70.02778	91	10.31769091	47.69199	58.00968	46
-10.76081363	79.01485	68.25403	92	10.66970547	48.95456	59.62426	47
-10.21758441	78.12568	67.90810	93	14.72252849	47.75329	62.47582	48
-10.01591861	77.68062	67.66471	94	2.31127559	57.80142	60.11269	49
-10.82841481	76.87551	66.04710	95	3.09184331	57.30766	60.39951	50
-11.36837379	76.80380	65.43542	96	4.51646700	57.12947	61.64594	51
-6.40557101	72.16707	65.76150	97	4.06862775	59.20715	63.27578	52
-4.42474689	71.70272	67.27797	98	0.50575732	60.36060	60.86635	53
-1.22896297	70.28529	69.05633	99	-3.43045086	63.96450	60.53404	54
0.01574344	70.14425	70.16000	100	-4.43614993	65.00902	60.57287	55
0.50456590	69.97176	70.47633	101	-3.68563756	64.83751	61.15187	56
-0.14063152	69.99941	69.85878	102	-4.83661224	65.73642	60.89980	57
0.45691606	70.29565	70.75257	103	-8.15524192	69.54345	61.38820	58
0.87928222	70.42228	71.30156	104	-6.38719400	68.31466	61.92747	59
1.44508286	70.03266	71.47774	105	-5.75187018	69.48774	63.73587	60
1.05672651	69.90008	70.95681	106	-2.26297730	66.31535	64.05238	61
0.47792160	69.67299	70.15091	107	-2.67059715	67.69548	65.02488	62
-0.12199492	70.85502	70.73303	108	0.55022958	65.58432	66.13455	63
-0.50476701	71.51809	71.01332	109	3.90556278	65.70693	69.61250	64
-1.05892270	71.74624	70.68732	110	3.18309600	66.86968	70.05277	65
-0.73768470	71.53277	70.79508	111	5.43483201	65.78801	71.22284	66
-2.59043857	72.04737	69.45694	112	4.48095664	66.32027	70.80123	67
-2.08378653	72.00873	69.92494	113	2.56908992	66.97747	69.54656	68
-1.88478545	72.23134	70.34655	114	2.67766642	68.72799	71.40566	69
-1.31046261	72.48372	71.17325	115	2.66035739	69.11844	71.77879	70
-3.40528840	73.84443	70.43914	116	2.05946989	69.73863	71.79810	71
-3.46334838	73.44809	69.98474	117	4.26493259	69.56603	73.83096	72

**استعمال انحدار النواة في تقدير معاملات النموذج الانحدار بحدود خطا عشوائي
مرتبطة ذاتياً مع تطبيق عملي**

e_t	\hat{Y}_{GU}	Y	ت	e_t	\hat{Y}_{GU}	Y	ت
-3.86239131	73.73371	69.87132	118	13.88189616	60.62170	74.50360	73
-2.93367264	73.92620	70.99253	119	11.39836764	61.01419	72.41256	74
-2.22021526	73.38177	71.16155	120	12.61663589	60.15447	72.77111	75
2.76476570	72.91192	75.67669	121	13.45910930	60.32341	73.78252	76
0.93880448	73.77528	74.71408	122	9.12095316	62.91081	72.03176	77
-0.95368110	74.32289	73.36921	123	10.45972720	62.31976	72.77949	78
-0.86266029	74.53626	73.67360	124	8.31198496	64.91193	73.22392	79
-2.63636395	75.33116	72.69480	125	3.77183443	65.87811	69.64994	80
-1.69972078	76.27328	74.57355	126	6.22068329	63.57547	69.79615	81
-2.16439155	76.55709	74.39269	127	6.50947340	64.68157	71.19104	82
-2.06631262	76.94975	74.88344	128	5.38943994	64.82553	70.21497	83
-0.21946616	76.73834	76.51887	129	6.58519551	66.10725	72.69245	84
-0.49626832	76.57396	76.07769	130	-6.38247380	75.46884	69.08636	85
-0.39591473	77.01798	76.62206	131	-9.13903047	77.16818	68.02915	86
0.49545774	77.33353	77.82898	132	-9.88823724	80.92280	71.03457	87
-0.09825136	76.76805	76.66980	133	-8.67119066	80.12300	71.45181	88
-1.84992209	77.82159	75.97167	134	-6.90255343	79.53552	72.63296	89
5.40976476	78.78965	84.19942	140	-0.17615050	77.93462	77.75847	135
6.09849479	78.76119	84.85968	141	0.65653676	77.97024	78.62678	136
6.77062966	79.38866	86.15929	142	0.56526336	77.88883	78.45410	137
7.38634377	79.09791	86.48425	143	3.74441740	77.43349	81.17791	138
7.64400038	79.12700	86.77100	144	4.98738803	77.90109	82.88848	139

الملحق (2) يمثل القيم الحقيقية والقيم التقديرية والخطأ المقدّر لعرض النقد المقدّر بطريقة انحدار النواة باستعمال دالة (Epanechnikv) ومعيار مالو المعدل.

e_t	\hat{Y}_{EP}	Y	ت	e_t	\hat{Y}_{EP}	Y	ت
8.79013919	41.01753	49.80767	35	-10.34352867	32.57694	22.23341	1
10.48160904	41.26188	51.74349	36	-11.96109278	32.27989	20.31880	2
10.18469351	41.65283	51.83752	37	-12.21020413	32.90018	20.68998	3
5.99538473	44.97979	50.97518	38	-12.30356795	33.28602	20.98245	4
4.21948545	45.34893	49.56841	39	-11.53906418	33.13931	21.60025	5
4.64535408	45.66484	50.31019	40	-9.25138352	32.61133	23.35995	6
3.90586854	46.58876	50.49463	41	-9.35001071	33.82910	24.47909	7
6.54960642	46.63401	53.18362	42	-8.99854570	34.13449	25.13594	8
8.34217919	46.65803	55.00021	43	-8.79903813	35.17345	26.37442	9
7.98982458	47.48782	55.47765	44	-7.88148473	33.95018	26.06869	10
7.31716552	48.18739	55.50456	45	-8.08102829	35.21650	27.13547	11
10.14627825	47.86341	58.00968	46	-7.16662262	35.35656	28.18993	12
10.51221906	49.11204	59.62426	47	-6.57978261	35.75607	29.17629	13
14.58691675	47.88890	62.47582	48	-5.56860211	36.01281	30.44421	14
2.12828188	57.98441	60.11269	49	-6.35570123	35.97536	29.61966	15
2.97027508	57.42923	60.39951	50	-6.62331076	35.89486	29.27155	16
4.37767479	57.26827	61.64594	51	-6.57242430	35.89284	29.32042	17
3.91856992	59.35721	63.27578	52	-6.06242579	36.16764	30.10521	18
0.35800548	60.50835	60.86635	53	-5.31754350	36.40129	31.08374	19
-3.58996447	64.12401	60.53404	54	-4.26063405	36.18834	31.92771	20
-4.59429748	65.16717	60.57287	55	-0.61245214	35.78549	35.17303	21
-3.80420754	64.95608	61.15187	56	-1.63152123	36.74912	35.11760	22
-4.93845817	65.83826	60.89980	57	-0.38292463	36.36089	35.97797	23
-8.34186757	69.73007	61.38820	58	1.03377479	36.26626	37.30003	24
-6.48643617	68.41390	61.92747	59	0.29734215	37.52533	37.82267	25
-5.77178184	69.50765	63.73587	60	1.96943187	37.29976	39.26919	26
-2.22637120	66.27875	64.05238	61	2.96823419	38.06716	41.03539	27
-2.65407127	67.67895	65.02488	62	3.55293104	39.45182	43.00475	28
0.60509478	65.52946	66.13455	63	4.92787508	39.83968	44.76756	29
3.98769958	65.62480	69.61250	64	7.68685323	39.78048	47.46733	30
3.29247882	66.76029	70.05277	65	7.91657387	39.74910	47.66567	31
5.55545881	65.66738	71.22284	66	7.97098074	40.07583	48.04681	32
4.60065936	66.20057	70.80123	67	7.41106969	40.40040	47.81146	33
2.68488336	66.86168	69.54656	68	8.60569614	40.43597	49.04167	34
0.52808046	69.62283	70.15091	107	2.76864642	68.63701	71.40566	69
-0.06420796	70.79723	70.73303	108	2.76879771	69.01000	71.77879	70
-0.43100958	71.44433	71.01332	109	2.17119753	69.62690	71.79810	71
-0.98073805	71.66806	70.68732	110	4.36086402	69.47010	73.83096	72
-0.65619231	71.45128	70.79508	111	13.67127165	60.83233	74.50360	73
-2.51105983	71.96800	69.45694	112	11.19295890	61.21960	72.41256	74

**استعمال انحدار النواة في تقدير معاملات النموذج الانحدار بحدود خطأ عشوائي
مرتبطة ذاتياً مع تطبيق عملي**

e_t	\hat{Y}_{EP}	Y	ت	e_t	\hat{Y}_{EP}	Y	ت
-1.99355532	71.91850	69.92494	113	12.41601827	60.35509	72.77111	75
-1.79037001	72.13692	70.34655	114	13.26323437	60.51928	73.78252	76
-1.20065059	72.37390	71.17325	115	8.94024365	63.09152	72.03176	77
-3.30412337	73.74326	70.43914	116	10.27558215	62.50390	72.77949	78
-3.34624794	73.33099	69.98474	117	8.11838784	65.10553	73.22392	79
-3.74121223	73.61254	69.87132	118	3.61689644	66.03305	69.64994	80
-2.80652512	73.79905	70.99253	119	6.12135470	63.67479	69.79615	81
-2.06977471	73.23133	71.16155	120	6.40589441	64.78515	71.19104	82
2.76767324	72.90902	75.67669	121	5.28054529	64.93442	70.21497	83
0.91930313	73.79478	74.71408	122	6.49913338	66.19331	72.69245	84
-0.98232977	74.35154	73.36921	123	-6.32794242	75.41431	69.08636	85
-0.87670520	74.55030	73.67360	124	-9.02620313	77.05536	68.02915	86
-2.66793716	75.36274	72.69480	125	-9.58502747	80.61959	71.03457	87
-1.72705212	76.30061	74.57355	126	-8.34427509	79.79608	71.45181	88
-2.21687810	76.60957	74.39269	127	-6.55417158	79.18714	72.63296	89
-2.11577311	76.99921	74.88344	128	-6.32206445	78.04424	71.72218	90
-0.25850322	76.77738	76.51887	129	-7.69572079	77.72350	70.02778	91
-0.66940151	76.74709	76.07769	130	-10.34944666	78.60348	68.25403	92
-0.60159090	77.22365	76.62206	131	-9.81128651	77.71939	67.90810	93
0.30395504	77.52503	77.82898	132	-9.52970676	77.19441	67.66471	94
-0.25193584	76.92174	76.66980	133	-10.36310257	76.41020	66.04710	95
-1.99021808	77.96189	75.97167	134	-10.88938948	76.32481	65.43542	96
-0.32779717	78.08626	77.75847	135	-6.40656849	72.16807	65.76150	97
0.54454524	78.08224	78.62678	136	-4.41366879	71.69164	67.27797	98
0.40571294	78.04839	78.45410	137	-1.18525459	70.24158	69.05633	99
3.59547690	77.58243	81.17791	138	0.06907451	70.09092	70.16000	100
4.79002123	78.09846	82.88848	139	0.55689543	69.91943	70.47633	101
5.18987494	79.00954	84.19942	140	-0.08735066	69.94613	69.85878	102
5.88703891	78.97264	84.85968	141	0.50742408	70.24514	70.75257	103
6.51485312	79.64444	86.15929	142	0.93101275	70.37055	71.30156	104
7.17430973	79.30994	86.48425	143	1.51043677	69.96730	71.47774	105
7.47264256	79.29836	86.77100	144	1.11069438	69.84611	70.95681	106

Using kernel regression to estimate the coefficients of the regression model with random error limits that are self-correlated with practical application

Researcher/ Nada Hussein Tali nadahssin6@gmail.com

A.P.Dr.Ahmed Shaker Muhammad Taher /ahmutwali@uomustansiriyah.edu.iq

Al-Mustansiriya University/ College of Administration and Economics,
Statistics Department

Abstract:

The regression model is one of the models used for the purposes of interpreting the effect of a phenomenon or several phenomena on a particular phenomenon, by estimating the coefficients of the model, in addition to adopting the estimated model in making future predictions for the effect or effects of the interpreted phenomena on the response phenomenon. The regression model is built on several assumptions. If they are achieved, we can get estimates that have the desired characteristics. One of these assumptions is related to the limits of random error, as it is assumed that these limits are independent among them. Limits of random error and this problem has an impact on the least-squares estimates of the model

coefficients, which leads to misleading results about the effect of the explanatory phenomena as well as for future predictions. There are several methods for estimating the coefficients of the regression model in light of this problem, including its parameters and non-parametric ones. One of the non-parametric methods is the kernel regression method, as the research aims to use this method to estimate the positional linear regression in estimating the regression model with self-correlated random error limits and depending on the modified Mallo criterion. The appropriate bandwidth parameter has been selected so that the bandwidth parameter has a clear influence on the estimation process and works to approximate and smooth the estimated curve from the real curve. A practical application was made on real data represented by the money supply and some factors affecting it, and through the use of the (Gaussian) and (Epanechnikov) kernel functions, the regression curve that represents the expected value of the money supply was estimated. The results of the estimation revealed that the kernel function (Gaussian) is the best in smoothing the regression function based on the comparison criteria MAE, RMSE, and MAPE, despite the convergence of the estimation results for the two kernel functions.

Keywords: autocorrelation, kernel regression, local linear regression, Modified Mallo's criterion.