JRUCS
Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)
مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم

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

AL- Rafidain University College

استعمال اسلوب المعدل الموزون للنقاط المقربة لتقدير انبعاثات ثاني اوكسيد الكاربون CO_2

أ.د. مناف يوسف حمود
munaf.yousif@coadec.uobaghdad.edu.iq
قسم الإحصاء- كلية الإدارة والاقتصاد- جامعة بغداد، بغداد، العراق.

المستخلص

في هذا البحث تم استعمال احد الاساليب التقريبية وهو ما يسمى اسلوب المعدل الموزون للنقاط المقربة (Weighted Average of Rounded Points- WARPing) لتقدير انبعاثات ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 في العراق عند استعمال مقدري Nadaraya-Watson, Local Linear estimator للفترة الممتدة من عام (1990) ولغاية (2019) ومن ثم المقارنة بين اداء تلك المقدرات وقد اثبتت النتائج تفوق طريقة Local Linear estimator وخاصة في النقاط عند نقاط الحد وتميزها عن طريقة Nadaraya–Watson على الرغم من الاداء الجيد لهذه الطريقة وتساوي نتائجها مع طريقة Local Linear estimator لجميع البيانات عدا عند نقاط الحد التي ابرزت ضعف هذه الطريقة.

معلومات البحث

تواريخ البحث
تاريخ تقديم البحث: 2022/12/30
تاريخ قبول البحث: 2023/3/3
تاريخ رفع البحث على الموقع: 2023/12/31

الكلمات المفتاحية
المقدر الخطي المحلي، نادرايا-واتسون، WARPing، عرض النطاق الترددي لرايس، فاصل الثقة

للمراسلة:
أ.د. مناف يوسف حمود
munaf.yousif@coadec.uobaghdad.edu.iq

https://doi.org/10.55562/jrucs.v54i1.595

1.تمهيد

يعد تحليل انموذج الانحدار احد اهم الادوات الاحصائية لما يملكه هذا الانموذج من اهمية في بناء التوقعات او التنبؤات للظاهرة ذات العلاقة ويتصف انموذج الانحدار بمميزات تتمثل باهميته في عملية بناء العلاقة بين المتغيرات من خلال وصف تلك العلاقة وفق انموذج احتمالي قد يتصف بالخطية او اللاخطية فضلا عن وصف العلاقة وفق علاقة محددة مسبقا وفق نظرية اقتصادية او ما شاكلها من النظريات او الفرضيات المنطقية او العلمية او قد تكون العلاقة لا تسلك السلوك المتعارف عليه ومن ثم عدم وجود علاقة يمكن توقعها مسبقا او تحديدها وانما تبنى تلك العلاقة بناءً على وصف البيانات وسلوكها وهذا ما يشير اليه شيوعا الى ترك البيانات تتكلم عن نفسها ومن ثم رسم العلاقة التي من خلالها يمكن الاستدلال منها الى طبيعتها ومن ثم اعتبارها اما تقديرا منفصلا لامعلميا لا يعتمد على صيغة محددة مسبقا ولها معلمات توضح تلك العلاقة او يمكن اعتبارها كحسن مطابقة في حال كان الرغبة تتمثل في معرفة العلاقة والتي قد تسلك سلوكا خطيا متزايدا او متناقصا مما يعطي مبررا قويا نحو افضلية استعمال دالة الانحدار المعلمية لبناء التوقعات للظاهرة المدروسة.

كذلك ان واحدة من اهداف دالة الانحدار ما يتمثل بمفهوم السيطرة وهذا ما يمكن الاشارة اليه الى انه واحدا من اهم اهداف دالة الانحدار، اذ بالامكان توضيح ذلك المفهوم من خلال التعامل مع بيئتين احدهما خارجية لا يمكن السيطرة عليها تماما والاخرى داخلية بالامكان السيطرة عليها. لذا ومن اجل تقليل فرص التأثر بالقرار الخارجي الناتج عن البيئة الخارجية لابد من بناء تصورات تترجم الى علاقات رياضية او احتمالية الهدف منها تقليل التأثر بالقرار الخارجي او بالامكان احاطته من خلال توظيف الهدف الثالث للانحدار وهو بناء التنبؤات مما يلخص اهمية هذا المجال في الاحصاء وكيفية محاولة السيطرة على القرارات الصادرة عن البيئة الخارجية او محاولة السيطرة عن اي حدث غير متوقع من خلال استعمال الاسلوب العلمي في بناء التوقعات ومن ثم الحصول على دقة نسبية للتنبؤات سواء اكانت داخل ام خارج سلسلة البيانات المستعملة.

من هذا المنطلق عكف العالمون والمتخصصون في تطوير عملية بناء النماذج ومنها انموذج الانحدار الذي يتصف بكونه انموذجا احتماليا يعتمد على تقليل الاخطاء العشوائية ومن ثم رصانة بناء الدالة الممثلة للظاهرة تحت الدراسة معتمدة على فكرة التأثير والمتأثر او السبب والنتيجة.

وقد اشارت العديد من الابحاث الى اهمية استعمال الطرائق اللامعلمية، اذ اقترح الباحث Fan (1993) [4] المقدر الخطي الموضعي وابرز اهم الخصائص له، في حين درس الباحث Hmood (2011) [9] العلاقة بين الين الياباني والدولار الامريكي مستعملا مقدر الانحدار الموضعي مع دوال لب مختلفة وبيان اي دالة لب هي الافضل، اما الباحثان Hmood and Stadtmuller (2013) [10] فقد اقترحا تحسينا للمقدر الخطي الموضعي من خلال اقتراح مقدر يمتلك افضل الصفات لمقدر الانحدار الموضعي مع استعمال المعلمة التمهيدية الثابتة وكذلك المتغيرة. اما الباحث Dhafir واخرون فقد درسوا في عامي (2011) و (2012) [2] [3] خصائص مقدر Nadaraya-Watson مع حالتي البيانات الكاملة والمفقودة. و في عام (2022) قام الباحث Herawati واخرون [13] بمقارنة مقدرات Nadaraya-Watson, Priestley & Chao and Gasser & Müller ومن ثم تطبيق تلك المقدرات على بيانات الامطار في احدى المدن الإندونيسية.

يهدف هذا البحث الى استعمال احد الاساليب التقريبية وهو اسلوب اسلوب المعدل الموزون للنقاط المقربة (Weighted Average of Rounded Points-WARPing) في تقدير دالة الانحدار عند استعمال بعض المقدرات اللامعلمية لتقدير انبعاثات ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 في العراق للفترة الممتدة من عام (1990) ولغاية (2019) ومن ثم المقارنة بين اداء تلك المقدرات وبيان افضل الطرائق في تمثيل تلك العلاقة وتقديرها.

2.مقدرات الانحدار اللامعلمية

في هذا المبحث سيتم استعراض طريقتي Nadaraya-Watson و Local Polynomial regression لكن بأستعمال اسلوب المعدل الموزون للنقاط المقربة (Weighted Average of Rounded Points) ويرمز له بالرمز WARPing.

2.1 مقدر الانحدار الموضعي متعدد الحدود Local Polynomial regression

يهدف هذا المقدر الى تقدير العلاقة بين المتغير التوضيحي ومتغير الاستجابة من خلال الاعتماد على انموذج الانحدار والذي يمكن وصفه وفق الصيغة الاتية:

$$Y|X = x = E(Y|X = x) + U = m(x) + U \quad (1)$$

اذ يشير:

Y: الى متغير الاستجابة.

m(x) : الى دالة الانحدار المطلوب تقديرها.

U : الى الخطأ العشوائي بمتوسط صفر وتباين محدد ولا يكون بالضرورة قيمة ثابتة σ^2 مما قد يشير الى وجود عدم تجانس في تباين الخطأ ويكون دالة بدلالة المتغير x مما سوف ينتج ان تباين متغير الاستجابة $Var(Y|X) = \sigma^2\ (X)$.

وبأفتراض وجود المشاهدات المستقلة $\{x_i, y_i\}_{i=1}^n$ يمكن تعريف المقدر الموضعي متعدد الحدود من خلال المعادلة: [4]

$$\min_{B_0,B_1,\dots,B_p} \sum_{i=1}^{n} \{y_i - B_o - B_1(x_i - x) - B_2(x_i - x)^2 - \dots - B_p(x_i - x)^p\}^2 K\left(\frac{x_i - x}{h}\right) \quad (2)$$

اذ يشير K الى دالة اللب وتم استعمال دالة لب quartic والمساوية الى:

$$quartic = \frac{15}{16}(1 - u^2)^2, \quad I(|u| \le 1)$$

B_o: تشير الى دالة الانحدار في حين تقابل B_1، B_2،...B_p مشتقات دالة الانحدار الاولى والثانية الى المشتقة رقم p .وان حل المربعات الصغرى للمعادلة (2) سينتج عنها متجه المقدرات:[4][10]

$$\underline{\hat{B}} = \left(\hat{B}_0, \hat{B}_1, \dots, \hat{B}_p\right)^T = \left(\hat{m}(x), \hat{m}'(x), \dots, \hat{m}^p(x)\right)^T = (\mathrm{x^T wx})^{-1}\mathrm{x^T w}\underline{\mathrm{y}} \quad (3)$$

اذ أن:

$$\boldsymbol{x} = \begin{pmatrix} 1 & (x_1 - x) \cdots & (x_1 - x)^p \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & (x_n - x) \cdots & (x_n - x)^p \end{pmatrix}, \quad \underline{\boldsymbol{y}} = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_p \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{w} = \begin{pmatrix} K\left(\frac{x_1 - x}{h}\right) & \cdots & \mathbf{0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \cdots & K\left(\frac{x_n - x}{h}\right) \end{pmatrix}$$

وعندما $p=1$ سيشير المقدر الى مقدر الانحدار الخطي الموضعي، في حين عندما $p=2$ سيشير الى الانحدار الخطي التربيعي.

2.2 مقدر Nadaraya-Watson

يعد هذا المقدر حالة خاصة من مقدر الانحدار الموضعي متعدد الحدود عندما p=0، اذ يمكن الحصول على هذا المقدر من خلال تقليل المعادلة الاتية:[2]

$$\min_{B_0} \sum_{i=1}^{n} \{y_i - B_o\}^2 K\left(\frac{x_i - x}{h}\right) \quad (4)$$

$$\hat{m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^{n} K\left(\frac{x_i - x}{h}\right) y_i}{\sum_{i=1}^{n} K\left(\frac{x_i - x}{h}\right)} \quad (5)$$

وهنالك اسلوبان في التقدير لكلا المقدرين المذكورين انفا، الاسلوب الاول وهو الاسلوب المباشر للصيغتين لكن يعاب عليه البطئ الناتج للوصول الى الحل، في حين يوجد اسلوب ثان وهو اسرع في الوصول الى الحل وهو ما يسمى بأسلوب المعدل الموزون للنقاط المقربة(Weighted Average of Rounded Points- WARPing) والذي تتلخص فكرته وبشكل مشابه الى فكرة المدرج التكراري بدمج وجمع البيانات ووضعها ضمن فئات ذات طول d تبدأ من النقطة x=0 ومن ثم يتم استبدال كل مشاهدة بمركز الفئة للفئة المعنية مع الاشارة الى ان قيمة d يتم اختيارها اما من خلال $\frac{h}{5}$ اي بالاعتماد على المعلمة التمهيدية h او من خلال $\frac{Range(x)}{5} = \frac{Max(x)-Min(x)}{5}$ وعند استعمال هذه الحالة يتطلب ان يكون حجم العينة الفعلي والذي يكون متضمن ضمن الفئات غير الخالية على الاكثر 101 مشاهدة.[7]

وعليه ضمن هذا الاسلوب يتطلب حساب دالة اللب *Kernel* عند $\frac{\ell.d}{h}$ حيث ان $\ell = 1,2,\dots,s$ وان s تشير الى عدد الفئات وان تقدير دالة الكثافة لاحتمالية وهي المقام لمقدر Nadaraya-Watson سيكون مساو الى:

$$\hat{f}_1(z_j) = \frac{n_j}{nh} \sum_{i=1}^{n} n_i K\left(\frac{i*d - j*d}{h}\right), \quad j = 1,2,\dots r \quad (6)$$

والتي سيقتصر حسابه على القيم $z_j = (j + 0.5) * d$ مع كون j يشير الى عدد صحيح وان n_i و n_j يشيران الى عدد المشاهدات في الفئتين i و j على التوالي.
ويمكن استعمال هذا الاسلوب ايضا مع اختيار المعلمة التمهيدية وكذلك في تقدير فترة الثقة لدالة الانحدار.

3.اختيار المعلمة التمهيدية

في هذا البحث سيتم استعمال طريقة *Rice* لاختيار المعلمة التمهيدية، اذ تستند عملية الاختيار على تقليل معيار العبور الشرعي: [9][6]

$$CV(h) = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{m}_{-i}(x_i))^2$$

اذ يشير $\hat{m}_{-i}(x_i)$ الى تقدير دالة الانحدار بعد حذف مشاهدة واحدة (x_i, y_i). ويمكن كتابة طريقة العبور الشرعي وفق الصيغة العامة بعد استعمال الدوال الجزائية.

$$CV(h) = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \hat{m}(x_i)\right)^2 \Xi(W(x_i)) \quad (7)$$

اذ ان $W(x_i)$ تمثل اوزان مقدر NW او مقدر الانحدار الخطي الموضعي، اما Ξ فتشير الى دالة الجزاء الخاصة بطريقة Rice:

$$\Xi_{GCV} = (1 - 2u)^{-1} \quad (8)$$

4. فترات الثقة

لإيجاد فترات الثقة لمقدر دالة الانحدار يتطلب اولا معرفة توزيع المعاينة لمقدر دالة الانحدار والذي يتوزع بشكل محاذي توزيعا طبيعيا بأفتراض وجود المشتقة الثانية لدالة الانحدار مع كون المعلمة التمهيدية متناسبة مع حجم العينة بحيث ان $h \propto n^{-0.2}$ وان توزيع المعاينة لمقدر Nadaraya-Watson في حالة استعمال التصميم العشوائي مساو الى:[7][15]

$$n^{-2/5}\{\hat{m}(x) - m(x)\} \sim_{as} N\left(\left(\frac{1}{2}m''(x) + \frac{m'(x)f'(x)}{f(x)}\right)h^2\mu_2^{(k)}, \frac{\sigma^2(x)\|K\|_2^2}{\text{nh f(x)}}\right) \quad (9)$$

اذ يشير $\|K\|_2^2 = \int K^2(x)dx, \mu_2^{(k)} = \int x^2 K(x)dx$، وعليه فأن فترة الثقة لمقدر Nadaraya-Watson تكون:

$$\left[\hat{m}_{NW}(x) \pm z_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2(x)\|K\|_2^2}{nh\,\hat{f}(x)}}\right] \quad (10)$$

اذ يشير $\hat{\sigma}^2(x)$ الى تقدير التباين الشرطي $\sigma^2(x) = Var(Y|X = x)$:

$$\widehat{\sigma}^2(\mathrm{x}) = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)\left(y_i - \widehat{m}(x)\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)}\ , \tag{11}$$

اما توزيع المعاينة لمقدر الانحدار الخطي الموضعي Local Linear Estimator في حالة استعمال التصميم العشوائي فيكون مساو الى:

$$\mathrm{n}^{-2/5}\{\widehat{\mathrm{m}}(\mathrm{x}) - \mathrm{m}(\mathrm{x})\} \sim_{\mathrm{as}} \mathrm{N}\left(\frac{\mathrm{h}^2}{2}\mathrm{m}''(\mathrm{x})\,\mu_2^{(\mathrm{k})}, \frac{\sigma^2(x)\,\|\mathrm{K}\|_2^2}{\mathrm{nh\,f(x)}}\right) \tag{12}$$

وعليه فأن فترة الثقة لمقدر الانحدار الخطي الموضعي Local Linear Estimator تكون:

$$\left[\widehat{\mathrm{m}}_{\mathrm{LLE}}(\mathrm{x}) \pm \mathrm{z}_{1-\frac{\propto}{2}}\sqrt{\frac{\widehat{\sigma}^2(\mathrm{x})\|\mathrm{K}\|_2^2}{\mathrm{nh}\,\hat{\mathrm{f}}(\mathrm{x})}}\right] \tag{13}$$

5. الجانب التطبيقي

نتيجة لتعاظم التلوث الهوائي والتسبب في تزايد انبعاثات ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 الناتجة عن الأنشطة التجارية مثل التنقل والشحن وتوليد الكهرباء والعمليات الصناعية فأن هذا البحث يسلط الضوء على هذه الانبعاثات في العراق ومن ثم استعمال الطرائق المذكورة في المباحث السابقة من اجل اعطاء تصور واضح حول الزيادات في الانبعاثات ومن ثم المحاولة للتوصل الى توصيات كفيلة بتقليل هذه الانبعاثات من قبل الجهات ذات العلاقة.

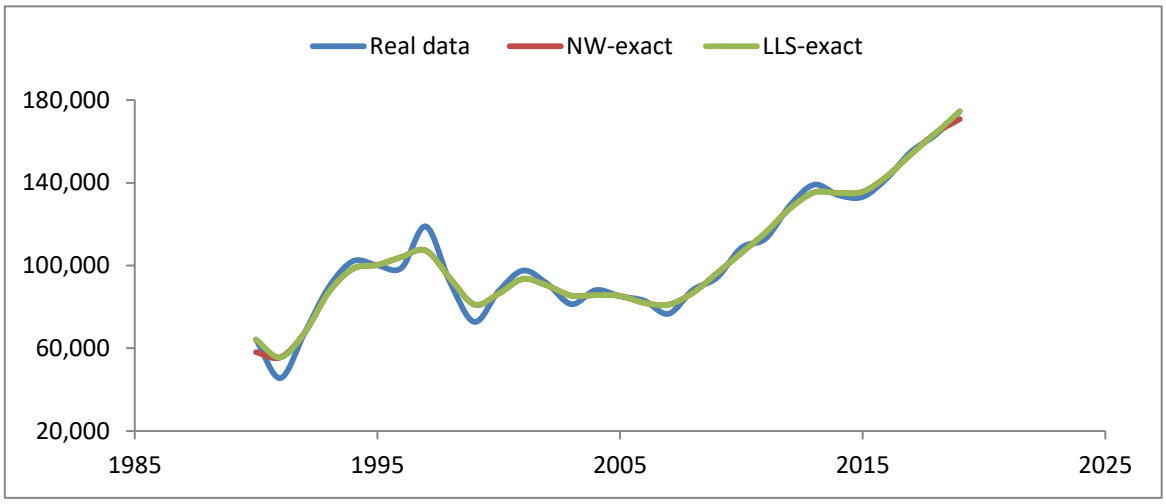
ويعد ثاني أكسيد الكاربون أحد الغازات الدفيئة التي تحدث بشكل طبيعي وان زيادة كمية ثاني أكسيد الكاربون تؤدي الى وفرة زائدة من غازات الاحتباس الحراري التي تحبس حرارة إضافية مما ستؤدي هذه الحرارة المحتبسة إلى ذوبان القمم الجليدية وارتفاع مستويات المحيطات وحدوث الفيضانات. كذلك يعد الوقود الأحفوري القابل للاحتراق مثل (الفحم ،غاز محطات الطاقة ،النفط ، المباني السكنية والتجارية، المركبات، المولدات الكهربائية، الصناعات الكبيرة فضلا عن ازالة الغابات) هو أكبر مصدر لثاني أكسيد الكاربون كذلك ينتج ايضا من عناصر مختلفة مثل الحديد والصلب والأسمنت والغاز الطبيعي واحتراق النفايات الصلبة والجير والأمونيا والحجر الجيري وأراضي المحاصيل ورماد الصودا والألمنيوم والبتروكيماويات والتيتانيوم وحمض الفوسفوريك ويمثل ثاني أكسيد الكربون ما يقرب 85 % من جميع الانبعاثات.

ان البيانات المستعملة هي بيانات مأخوذة من مركز تحليل معلومات ثاني أكسيد الكاربون، شعبة العلوم البيئية، مختبرات أوك ريدج، تينيسي، الولايات المتحدة وحسب تقارير البنك الدولي وتؤلف (30) مشاهدة للمدة من عام 1990 ولغاية عام 2019، وتمثل اجمالي انبعاثات ثاني اوكسيد الكاربون في العراق مقاسة بالكيلو طن والناتجة أساسا من حرق الوقود الأحفوري وصناعة الأسمنت، وهي تشمل كذلك الانبعاثات التي تنطلق أثناء استهلاك أصناف الوقود الصلبة والسائلة والغازية وحرق الغاز. [17].
وعند استعمال المعادلات المذكورة في المباحث السابقة اشارت النتائج الى افضلية المقدر الخطي الموضعي في تقدير منحنى الانحدار مقارنة مع مقدر NW عند استعمال المعادلتين (3) و(5) مع الاشارة الى كلا المقدرين تساويا في نتائج التقدير ضمن الفترة من عام 1991 ولغاية 2018 لكن المقدر الخطي الموضعي تفوق في تقدير نسب التلوث لعامي 1990 و2019 وهذا التفوق يعود الى افضلية هذا المقدر عند نقاط الحد وهذا ما اشارت اليه الكثير من المصادر مثل Fan (2011) و Hmood (2011) والجدول الاتي رقم (1) يشير الى نتائج متوسط مربعات الخطأ لمقدري دالة الانحدار اللامعلمية مع الاشارة الى ان قيمة المعلمة التمهيدية المقدرة حسب المعادلة رقم (7) بالاعتماد على الصيغة في المعادلة رقم (8) كانت مساوية الى $h_{Rice} = 1.82689$.

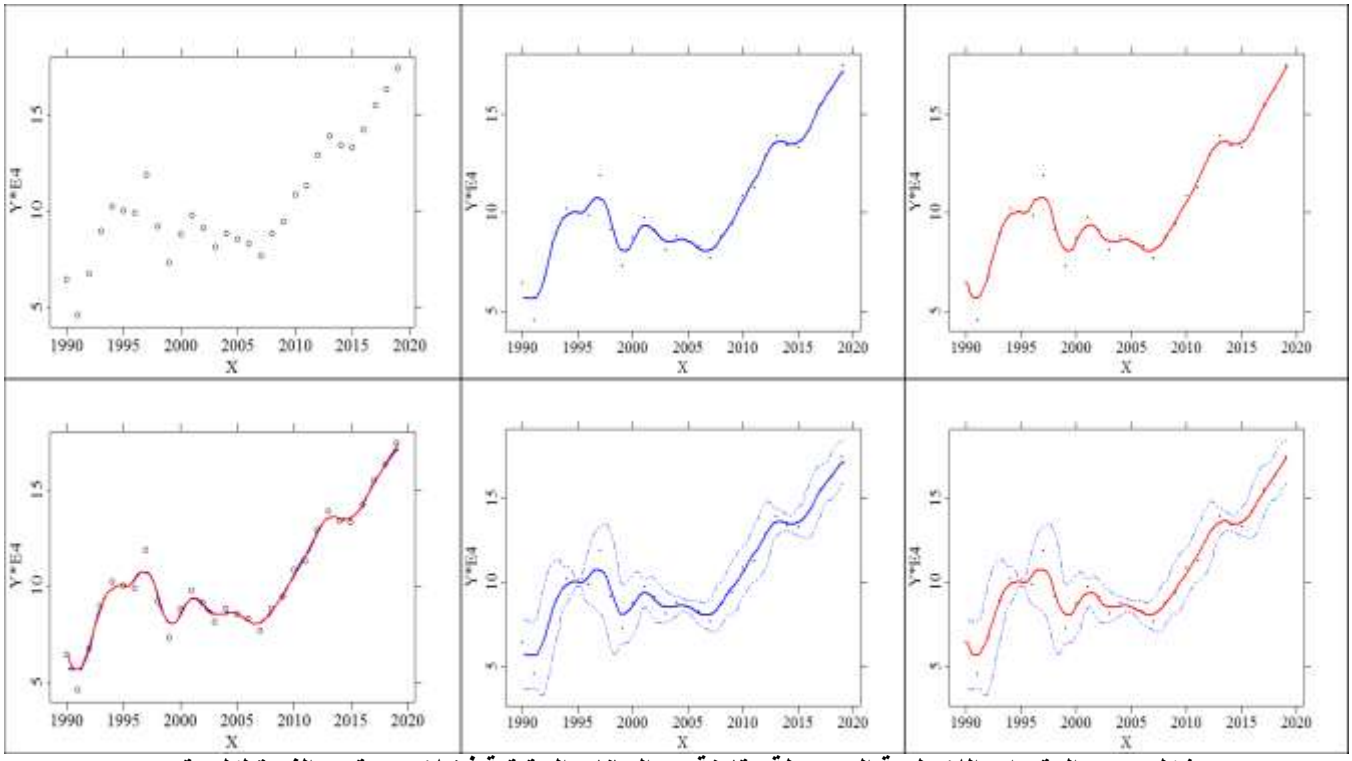
جدول (1): متوسط مربعات الخطأ للمقدرين NW و LLE

MSE	NW	LLE
	17,272,867	15,547,054

والاشكال الاتية (1) و(2) توضح تقديرات لدالة الانحدار فضلا عن تقدير الفترة للمقدرات المستعملة مقارنة مع االبيانات الحقيقية الخاصة بأجمالي انبعاثات ثاني اوكسيد الكربون والتي توضح بشكل جلي تساوي اداء كلا المقدرين مع البيانات داخل الفترة مع توفق طريقة الانحدار الخطي الموضعي مع حالة البيانات في الاطراف او ما تسمى بنقاط الحد boundary points.



شكل (1): المقدرات اللامعلمية المستعملة مقارنة مع البيانات الحقيقية



شكل (2): المقدرات اللامعلمية المستعملة مقارنة مع البيانات الحقيقية فضلا عن تقدير الفترة لكل مقدر

6. الاستنتاجات

من خلال نتائج البحث تم الاستنتاج بأفضلية مقدر الانحدار الخطي الموضعي باستعمال طريقة WARPing فضلا عن افضليتها باستعمال الطريقة التقليدية في الحسابات على الرغم من تشابه سلوك هذا المقدر مع مقدر Nadaraya-Watson عدا عند النقاط عند الحد التي اظهرت تفوقها.

7. التوصيات

- نوصي باعتماد طريقة الانحدار الخطي الموضعي كطريقة تقدير اثبتت كفاءتها.
- ضرورة تبني سياسات توعوية شاملة بخصوص التلوث البيئي بشكل عام وخطورة انبعاثات ثاني اوكسيد الكاربون بشكل خاص لما فيه اضرار مباشر على صحة الانسان وعلى التغير المناخي.
- ضرورة العمل بشكل موازي مع اهداف التنمية البشرية واتباع السياسات الخاصة بالبعد البيئي ومن ثم الوصول الى المؤشرات البيئية المستهدفة عالميا.
- ايجاد حلول جذرية لموضوع استعمال المكائن المعتمدة على المشتقات النفطية واللجوء الى المكائن او المركبات التي تعمل بالطاقة النظيفة.
- تشريع قوانين تسهل عملية التحول الى استعمال الطاقة النظيفة وبأقل الكلف.

- تفعيل الدور الرقابي لوزارة البيئة سواء من الناحية التشريعية او التنفيذية.
- تفعيل دور الشرطة البيئية لمتابعة ومراقبة مصادر التلوث ووضع غرامات كفيلة بالحد من هذا التلوث او محاولة تقليله.
- وضع جداول زمنية محددة بفترات لا تتجاوز الثلاثة اشهر لكل فترة يتم فيها التقييم الدوري لمستويات الانبعاثات ومحاولة التقليل منها مع وضع احصائيات شفافة بهذا الخصوص.
- اشراك الاحصائيين في قياس مستويات التلوث وبناء النماذج الخاصة بالمؤثرات البيئية وبالتعاون مع الجهات ذات العلاقة.

References

[1] S. H. Ali, M. Y. Hmood, and J. M. Mohamed, "Estimating Nonparametric Autoregressive Curve by Smoothing Splines Method," International Journal of Agricultural and Statistical Sciences, Vol.17, No.2, pp.815-825, 2021.

[2] H. R. Dhafir, M. Y. Hmood, and K. H. Saad, "Comparing some of the kernel methods to estimate regression models in the presence of incomplete data," Journal of Arab Statistical Union, No.1, pp.7-34, 2011.

[3] H. R. Dhafir, M. Y. Hmood, and K. H. Saad, "Nadaraya-Watson Estimator a Smoothing Technique for Estimating Regression Function," Journal of Economics and Administrative Sciences, Vol.18, No.65, pp.283-291, 2012.

[4] J. Fan, "Local Linear Regression Smoothers and Their Minimax Efficiencies," The Annals of Statistics, Vol.21, No.1, pp.196-216, 1993.

[5] J. Fan, and I. Gijbels, "Local Polynomial Modeling and Its Applications," Vol. 66 of Monographs on Statistics and Applied Probability, Chapman and Hall, New York, 1996.

[6] W. Härdle, "Applied Nonparametric Regression," Econometric Society Monographs No. 19, Cambridge University Press, 1990.

[7] W. Härdle, and D. Scott, "Smoothing in by weighted averaging using rounded points," Computational Statistics, Vol.7, pp. 97-128, 1992.

[8] M. Y. Hmood, "Comparing nonparametric Kernel Estimators to Estimate Regression Functions. A thesis for degree of MSc in Statistic, University of Baghdad/College of Administration and Economic, (2000).

[9] M. Y. Hmood, "Estimate the Nonparametric Regression Function Using canonical Kernel," Journal of Economics and Administrative Sciences, Vol.17, No.61, pp.212-225, 2011.

[10] M. Y. Hmood, and U. Stadtmuller, "A New Version of Local Linear Estimators," Chilean journal of statistics, Vol.4, No.2, pp.61-74, 2013.

[11] M. Y. Hmood and M. M. Katee, "A Comparison of the Semiparametric Estimators Model Using Different Smoothing Methods," Journal of Economics and Administrative Sciences, Vol.20, No.75, pp.376-394, 2014.

[12] M. Y. Hmood and M. M. Katee, "A Comparison of Two Imputation Missing Data Methods for Nonparametric and Semiparametric Models with Application," Journal of Arab Statistical Union, Vol.5, No.2, pp.85-106, 2020.

[13] N. Herawati, S.F. Sayuti, K. Nisa and E. Setiawan, "The Nonparametric Kernel Method using NadarayaWatson, Priestley-Chao and Gasser-Muller Estimators for the Estimation of the Rainfall Data in Lampung," International Journal of Mathematics Trends and Technology, Vol.68, No.8, pp.12-20, 2022.

[14] J. S. Marron, and D. Nolan, "Canonical kernels for density estimation," Statistics & Probability Letters, Vol.7.No.3, pp.195-199, 1988.

[15] S. X. Chen, and Y.S. QIN, "Confidence Intervals Based on Local Linear Smoother," Scandinavian Journal of Statistics, 29, 89-99, 2002.

[16] M. P. Wand, and M. C. Jones, "Kernel Smoothing," Vol. 60 of Monographs on Statistics and Applied Probability, Chapman and Hall, London, 1995.

[17] The World Bank, GHG Emissions. Washington, DC: World Resources Institute, 2020. Available: http://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions.

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences (2023); Issue 54; 237 – 243

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

Using the Weighted Average of Rounded Points to Estimate CO_2 Emissions

Prof. Dr. Munaf Y. Hmood

munaf.yousif@coadec.uobaghdad.edu.iq

Statistics Department, College of Administration and Economics, Baghdad University, Baghdad, Iraq

Article Information

Article History:
Received: December, 30, 2022
Accepted: March, 3, 2023
Available Online: December, 31, 2023

Keywords:
Local Linear Estimator, Nadaraya – Watson, WARPing, Rice's bandwidth, Confidence Interval

Correspondence:
Prof. Dr. Munaf Y. Hmood
munaf.yousif@coadec.uobaghdad.edu.iq

https://doi.org/10.55562/jrucs.v54i1.595

Abstract

In this article, the weighted average of the rounded points (WARPing) is used to estimate the carbon dioxide CO_2 in Iraq with Nadaraya-Watson and Local Linear estimators for the period (1990-2019). The results proved the superiority of the Local Linear estimator, especially at the boundary points, despite the good and equal performance of the Nadaraya-Watson with Local Linear in the interior points except for the boundary points which showed the powerless of this method.