Some Estimation methods for the two models SPSEM and SPSAR for spatially dependent data

بعض طرائق تقدير الأنموذجين (SPSEM) و(SPSAR) للبيانات المعتمدة مكانيا

أ. م. د. سجى محمد حسين / كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة بغداد
م. احمد عبد علي عكار / كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة المستنصرية

2019
OPEN ACCESS
P - ISSN 2518 - 5764
E - ISSN 2227 - 703X

Received:9/10/2018
Accepted :29/11/2018

المستخلص

في هذا البحث تم تقدير بعض النماذج المكانية شبه المعلميه والمتمثلة بانموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) والذي يعاني من مشكلة ارتباطات الأخطاء المكانية وإنموذج الانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR)، إذ تم استعمال طريقة الإمكان الأعظم لتقدير معلمة الخطاء المكاني (λ) في إنموذج (SPSEM) وتقدير معلمة الاعتماد المكاني (ρ) في إنموذج (SPSAR)، وكذلك استعملت عدة طرائق لامعلمية لتقدير دالة التمهيد $m(X)$ للأنموذجين ومن هذه الطرائق طريقة المقدر الخطي الموضعي (LLE) والتي من ضمنها إيجاد معلمة التمهيد (h) وفقا لمعيار العبور الشرعي (CV)، وطريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي مرة باستعمال مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء باستعمال دالة كيرنل (LLEK2) وأخرى من خلال استعمال مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء باستعمال شريحة B_التكعيبية (LLECS2)، وذلك لإزالة تأثير الارتباطات المكانية للأخطاء، وكذلك طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال دالة كيرنل المقترحة مرة باستعمال مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء باستعمال دالة كيرنل (SUGK2)، وأخرى من خلال استعمال مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء باستعمال شريحة B_التكعيبية (SUGCS2) وذلك لإزالة تأثير الارتباطات المكانية للأخطاء.

وبعد إجراء تجربة المحاكاة وبتكرار 1000 مرة ولثلاث حجوم عينات وثلاث مستويات للتباين ولأنموذجين وحساب مصفوفة المسافات بين مواقع المشاهدات من خلال المسافة الاقليدية تم استعمال طرائق التقدير أعلاه لأنموذجي (SPSEM) و(SPSAR) مستعملا مصفوفة التجاورات المكانية المعدلة في ظل معيار تجاور Rook وبمقارنة هذه الطرائق بمعيار متوسط الخطأ النسبي المطلق (MAPE) تبين أن أفضل طريقة في تقدير إنموذج SPSEM هي طريقة (SUGCS2)، أما تقدير إنموذج SPSAR فهي طريقة (LLECS2).

المصطلحات الرئيسية للبحث/ إنموذجي (SPSEM) و(SPSAR) - مقدر ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي - مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء - معيار تجاور Rook.

Journal of Economics and Administrative Sciences
2019; Vol. 25, No.113
Pages: 499- 525

* البحث مستل من أطروحة دكتوراه.

1- المقدمة وهدف البحث:-

في أواخر عام 1970 تم استعمال القياس الاقتصادي المكاني من قبل الباحثين Paelinck J.H. P.، Klaassen L. H.، والذي يمثل الطريقة العلمية لتحليل السلاسل المكانية الاقتصادية، وقد اجتذب تحليل البيانات المكانية اهتماما كبيرا بالبحوث منذ اعتماد المكانية في النماذج القياسية، حيث وضع باحثو القياس الاقتصادي عدد من النماذج المكانية التي تهتم بعمليات التحليل المكاني للبيانات وتطبيقاتها في عدد كبير من الاستعمالات وهذه النماذج تهتم أيضا بدراسة التأثيرات المكانية بين مشاهدات الوحدات للظواهر المدروسة، كالظواهر الاقتصادية والزراعية والتجارية والخدمية والصحية وغيرها من الظواهر الأخرى.[xi]

وفي حالة عدم الأخذ بنظر الاعتبار الاعتماد المكاني فان ذلك يخالف فرضيات القياس الاقتصادي التقليدي الذي يؤدي إلى مقدرات متحيزة وغير متسقة أي غير كفوءة، لذا فان التأثيرات المكانية لها تأثير واضح على إنموذج القياس الاقتصادي وهو ما يسمى بالقياس الاقتصادي المكاني، تم في هذا البحث اخذ بعض من النماذج القياسية والمتمثلة بأنموذجي خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) والانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR) والتي تصف العلاقة بين متغير الاستجابة (المعتمد) والمتغيرات التوضيحية في ظل التأثيرات المكانية لوحدات المشاهدات، حيث تم استعمال بعض طرائق التقدير شبه المعلمية لتقدير معلمات هذه النماذج، وتقدير مصفوفة التباين والتباين المشترك للأخطاء المرتبطة مكانيا.[viii]

إن الهدف من هذا البحث هو تقدير إنموذجي خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) والذي يعاني من مشكلة ارتباطات الأخطاء والانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR) باستعمال عدة طرائق للتقدير، والمقارنة بين طرائق التقدير للأنموذجين (SPSAR) و(SPSEM) بالاعتماد على أسلوب المحاكاة من خلال معيار (MAPE) للوصول إلى الطريقة الأفضل.

فإذا كان لدينا إنموذج الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي Semi-Parametric Spatial Auto Regressive والمبين كما في الصيغة الآتية :-[iii]

$$\mathbf{Y = \rho WY + m(X) + u} \qquad \dots(1)$$
$$\mathbf{u = \lambda Wu + \varepsilon} \qquad \dots(2)$$
$$\boldsymbol{\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n)}$$

حيث أن

$\mathbf{Y}$: يمثل متجه المتغير المعتمد ذات بعد $\mathbf{n \times 1}$.

$\boldsymbol{\rho}$: يمثل معلمة الاعتماد المكاني.

$\mathbf{W}$: تمثل مصفوفة التجاور المكاني وهي ثابتة ومحددة مسبقا ذات بعد $\mathbf{n \times n}$.

$\mathbf{X}$: تمثل مصفوفة $\mathbf{n \times k}$ من المتغيرات التفسيرية.

$\mathbf{m(X)}$: هي دالة ممهدة Smooth function وتمثل الجزء اللامعلمي في الأنموذج.

$\mathbf{u}$: تمثل البواقي المرتبطة مكانيا.

$\boldsymbol{\varepsilon}$: يمثل حد الخطأ وهو متجه عشوائي ذات بعد $\mathbf{n \times 1}$ والذي يتوزع توزيع طبيعي بمتوسط صفر وتباين $\boldsymbol{\sigma_e^2 I}$.

ومن خلال الأنموذج أعلاه في الصيغة (1) تم اشتقاق إنموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) وإنموذج الانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR) والتي تعتبر نماذج خاصة بفرض قيود معينة.[iv]

2- نماذج الدراسة:-

سوف نستعرض إنموذجي خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) والانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR) التي تستعمل لتحليل البيانات المكانية، أي لنمذجة عينات البيانات المكانية العرضية وهذه النماذج هي كالأتي:-

2-1 إنموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي :-

Semi – Parametric Spatial Autoregressive Error Model(SPSEM)

إن هذا الأنموذج والذي يعرف بانموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي هو حالة خاصة من الأنموذج الموضح في الصيغة الرياضية (1)، أي عندما القيد $\rho = 0$ فان هذا الأنموذج يصبح كما في الصيغة الآتية :

$$\mathbf{Y = m(X) + u} \qquad \dots(3)$$
$$\mathbf{u = \lambda W u + \varepsilon}$$
$$\mathbf{\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n)}$$

حيث أن :-

λ : تمثل معلمة الانحدار الذاتي المكاني للأخطاء أي معامل التأخر المكاني للخطأ، حيث يلاحظ إن معلمة الانحدار الذاتي المكاني أذا كانت تساوي صفر أي $\lambda = 0$ فهذا يدل على انه لا يوجد ارتباط مكاني بين الأخطاء للمشاهدات، أما إذا كانت لا تساوي صفر أي $\lambda \neq 0$ فهذا يدل على انه يوجد ارتباط مكاني بين الأخطاء للمشاهدات.[xi]

يسمى هذا الأنموذج بانموذج الأخطاء المكانية، إذ تظهر اضطرابات الاعتماد المكاني وهي أحدى المشاكل الموجودة في هذا الأنموذج، أي عدم استقلالية حد الخطأ وهو يختلف عن الأنموذج التقليدي الذي يفترض استقلالية الأخطاء لذلك فان هذا الأنموذج يعمل على معالجة الخطأ المكاني.[ii]

حيث أن الاعتماد المكاني للأخطاء يخالف أحدى الفرضيات الأساسية للمقدرات في القياس الاقتصادي التقليدي وهي استقلالية حد الخطأ، وفي حالة إهمال الاعتماد المكاني للأخطاء فان التقديرات والاختبارات ستكون غير جيدة أي غير كفوءة، أي أن التحليل الإحصائي للأنموذج سوف يكون غير صحيح، وهذا الأنموذج هو مناسب عند استعمال البيانات المكانية لمعالجة تأثير الارتباط الذاتي المكاني للأخطاء.[viii]

ويمكن أعادة كتابة الصيغة (3) كما يلي :-

$$\mathbf{Y = m(X) + (I - \lambda W)^{-1}\, \varepsilon} \qquad \dots(4)$$

2-2 إنموذج تأخر الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي :-

Semi – Parametric Spatial Auto Regressive Lag Model(SPSAR)

يعرف هذا الأنموذج في القياس الاقتصادي المكاني بانموذج التأخر(التخلف) المكاني، وان هذا الأنموذج يبين أن المتغير $\mathbf{Y}$ يرتبط مع قيمه في المواقع المحيطة، وهو إنموذج انحدار ذاتي شبه معلمي مع متغيرات توضيحية لبيانات مقطعية عرضية.

ويشار إلى الأنموذج كانموذج مكاني مختلط شبه معلمي (Mixed Regressive Model) وان هذا الأنموذج هو أيضا حالة خاصة من الأنموذج الموضح في الصيغة (1)، أي عندما يكون القيد $\lambda = 0$ يصبح الأنموذج في (1) إنموذج التأخر المكاني شبه المعلمي Lag model وصيغته كما يلي:[viii]

$$\mathbf{Y = \rho W Y + m(X) + \varepsilon} \qquad \dots(5)$$
$$\mathbf{\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n)}$$

حيث أن حد الخطأ يتوزع توزيع طبيعي بمتوسط صفر وتباين $\sigma^2 I_n$، ومن الممكن أعادة كتابة الصيغة أعلاه بالشكل الأتي :-

$$Y = (I - \rho W)^{-1} m(X) + (I - \rho W)^{-1} \varepsilon \qquad \ldots (6)$$

حيث أن :

Y : يمثل متجه المتغير المعتمد $(n \times 1)$.

I : تمثل مصفوفة الوحدة $(n \times n)$.

ρ : تمثل معلمة الاعتماد المكاني.

$m(X)$: تمثل دالة ممهدة غير معروفة.

W: مصفوفة الأوزان المكانية.

ε : يمثل حد الخطأ.

من الأنموذج أعلاه فان معلمة الاعتماد المكاني ρ سوف تقدر معلميا أما دالة التمهيد $m(X)$ سوف تقدر لا معلميا، ومن الجدير بالذكر أن قيمة معلمة الاعتماد المكاني ρ تكون بين -1 و $+1$ أي أن $-1 < \rho < 1$ ، وفي حالة أذا كانت قيمة ρ صفر فان هذا يدل على انه لا يوجد اعتماد مكاني وهنا يدل على أن ρ تقيس قوة الاعتماد المكاني في عينة المشاهدات.[xi]

حيث يطلق على الأنموذج في الصيغة (5) إنموذج الانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي لأنه يجمع بين إنموذج لا معلمي مع متغير تابع متأخر مكانيا. [v]

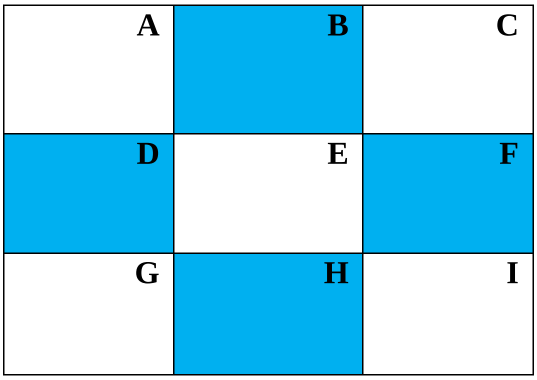
3- مصفوفة التجاور المكاني :- Spatial Contiguity Matrix

من المعروف أن القياسات الطبيعية للاعتمادية المكانية أو الارتباط الذاتي المكاني تعتمد على فكرة التجاور الثنائي بين الوحدات المكانية، فإذا كانت هناك وحدتان مكانيتان لهما حدود مشتركة ذات طول غير صفري فأنها تعتبر متلاصقة وتخصص لها قيمة (1)، أما أذا كانت الوحدتان المكانيتان ليس لهما حدود مشتركة فأنها تعتبر غير متلاصقة وتخصص لها قيمة (0) ومن هذا المنطلق يمكن إيجاد مصفوفة التجاور المكاني والتي تعرف بمصفوفة الوزن المكاني ذات البعد $n \times n$ وهي تكون مربعة، موجبة، متماثلة وغير عشوائية ويرمز لها بالرمز W وعناصرها تمثل W_{ij} في الموقع ij, أي يتم تعيين قيمها لكل زوج من المواقع المتجاورة وغير المتجاورة من خلال هذه القواعد المحددة التي تحدد العلاقات المكانية بين المواقع، كذلك نلاحظ أن عناصر القطر الرئيسي للمصفوفة W تكون أصفار والسبب في ذلك لأن الخلية لا تجاور نفسها، ومن خلال الصيغة (7) يتم تحديد قيم عناصر مصفوفة الأوزان المكانية W وكالأتي:[iv]

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } \; i \text{ and } j \quad \text{are contiguous} \\ \\ 0 & \text{if } \; i \text{ and } j \quad \text{are not contiguous} \end{cases} \qquad \ldots (7)$$

ولبناء مصفوفة التجاور المكانية المعتمدة على الحدود المشتركة تم الاعتماد على معيار تجاور رووك Rook Contiguity Criterio n، الذي يمثل وحدة مكانية على حد سواء كصف أو كعمود، وفي كل صف تتوافق عناصر العمود غير الصفرية مع الوحدات المكانية المتجاورة، حيث في هذا المعيار يكون هنالك أكثر من تجاور في الصف الواحد من المصفوفة W، والشكل (1) الذي يضم تسعة خلايا في أدناه يبين ذلك [xv]

شكل (1) تجاور معيار Rook



ومن الشكل (1) يبين الحدود المشتركة بين الخلية E والخلايا B, D, F, H وكذلك من خلال الشكل والشرح أعلاه من الممكن إيجاد مصفوفة التجاور المكانية W وكما يلي :- [iv]

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

بعد إيجاد مصفوفة التجاور المكانية W وإجراء بعض التحويلات المناسبة لها من خلال الصيغة (8) يمكن إيجاد مصفوفة التجاور المكانية المعدلة :- [iv]

$$W_{ij}^{Adj} = \begin{cases} \dfrac{W_{ij}}{\Sigma W_{ij}} & \text{if} \quad \text{i Contiguity j} \\ \\ 0 & \text{if} \quad \text{otherwise} \end{cases} \qquad \dots(8)$$

وحسب معيار تجاور Rook فيرمز لمصفوفة التجاور المكانية المعدلة بـ W_R^{Adj} ويكون مجموع كل صف في هذه المصفوفة المعدلة يساوي واحد أي $\sum_{j=1}^{n} W_{ij} = 1$ وان قيمة كل عنصر في المصفوفة المعدلة هو كما في الصيغة (8). [iv]

4- **طرائق التقدير**:- Estimation Methods

سيتم استعراض الطرائق المستعملة والمقترحة في تقدير إنموذجي خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي والانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي كالأتي :-

1-4 طريقة تقدير الإمكان الأعظم للمعلمة λ في إنموذج (SPSEM) :-

تم استعمال طريقة الإمكان الأعظم وهي من الطرائق المعروفة للتقدير والتي تعطي أفضل تقدير من بين عدة تقديرات لمعلمات الأنموذج.[xi]

ففي إنموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) يتم تقدير معلمة الخطأ المكاني λ والتي تبين التأثيرات المكانية الناجمة عن الارتباطات المكانية بين أخطاء المشاهدات من خلال استعمال الصيغة (9) التي تنطوي على تعظيم دالة الإمكان اللوغارتمية وكالاتي :

$$\ln L = C + \ln|I_n - \lambda W| - (n/2)\ln(\acute{e}e) \qquad \ldots(9)$$

حيث أن

C: تمثل قيمة ثابتة لا تحتوي على المعالم.

e : يمثل موجه الأخطاء المكانية.

ومن الصيغة (9) أعلاه يمكن إيجاد $\ln|I_n - \lambda W|$ لسهولة العملية الحسابية وكالاتي:

$$\ln|I_n - \lambda W| = \ln \prod_{i=1}^{n} (I - \lambda\omega_i)$$

$$\ln|I_n - \lambda W| = \sum_{i=1}^{n} \ln(I - \lambda\omega_i) \qquad \ldots(10)$$

أذن

$$\ln L = C + \sum_{i=1}^{n} \ln(I - \lambda\omega_i) - (n/2)\ln(\acute{e}e) \qquad \ldots(11)$$

وان

$$e = \tilde{y} - \tilde{m}(X)$$
$$\tilde{y} = y - \rho w y$$
$$\tilde{X} = X - \rho w X$$

وباستعمال الطريقة التكرارية للصيغة (11) يمكن إيجاد قيمة المعلمة λ [xii].

2-4 طريقة تقدير الإمكان الأعظم للمعلمة ρ في إنموذج (SPSAR) :-

هنا يتم تقدير معلمة الاعتماد المكاني ρ لأنموذج الانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR) من خلال تعظيم دالة الإمكان الأعظم اللوغارتمية والمبينة في الصيغة الآتية :-

$$\ln L(Y/\rho) = -\frac{N}{2}\ln[2\pi] - \frac{N}{2}\ln\left[\frac{1}{N}Y'A'MAY\right] - \frac{N}{2} + \ln[|A|] \qquad \ldots(12)$$

وإذ إن

$$A = (I - \rho W) \qquad \ldots(13)$$
$$M = I - X(X'X)^{-1}X' \qquad \ldots(14)$$

M: تمثل مصفوفة البواقي.

W: تمثل مصفوفة الأوزان المكانية.

وان تعظيم دالة الإمكان أعلاه هو مكافئ إلى أدنى حدود كما يلي :-

$$\min_{\{\rho\}} \left\{\frac{Y'AMAY}{|A|^{2/N}}\right\} \qquad \ldots(15)$$

وهذا يكافئ الصيغة أدناه التي من خلالها يمكن أن نجد ρ

$$\min_{\{\rho\}}\left\{\frac{\acute{e}_0 e_0 - 2\rho \acute{e}_0 e_L + \rho^2 \acute{e}_L e_L}{\sum \ln(1-\rho\omega_i)}\right\} \quad \dots(16)$$

حيث أن :

e_0 : يمثل موجه بواقي إنموذج انحدار Y/X.

e_L : يمثل موجه بواقي إنموذج انحدار WY/X.

ω_i : تمثل قيم Eigen values لمصفوفة الأوزان W.

$$e_0 = Y - \hat{m}(X) \quad \dots(17)$$
$$e_L = WY - \tilde{m}(X) \quad \dots(18)$$

وباستعمال الطريقة التكرارية للصيغة (16) نحصل على قيمة معلمة الاعتماد المكاني ρ.[vi]

3-4 **طريقة المقدر الخطي الموضعي**:- (LLE) Local Linear Estimator

تم استعمال طريقة المقدر الخطي الموضعي (LLE) لتقدير دالة التمهيد $m(x)$ في إنموذجي خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) والانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR)، والذي يعتبر إحدى أنواع ممهدات اللبية المتعددة الحدود الموضعية (Local Polynomial Kernel) (LPK) وبذلك فان الطريقة الخطية الموضعية مبينة على تقليل معادلة المربعات الصغرى الموزونة المعرفة بالصيغة الآتية:-[xiii]

$$\min_{\{a,b\}}(Y - R_x)' K(x)(Y - R_x) \quad \dots(19)$$

وبذلك نحصل على الصيغة النهائية إلى التقدير $\tilde{m}(x)$ وكالاتي:-[xvii]

$$\tilde{m}(x) = \acute{e}(\acute{R}_x K_x R_x)^{-1} \acute{R}_x K_x \underline{y} \quad \dots(20)$$

حيث أن:

$$\acute{e} = (1,0)$$

0 : يمثل متجه من الاصفار أي طول d والتي تمثل عدد المتغيرات المستقلة X.

1_n: يمثل متجه من الواحدات أي طول n والتي تمثل عدد مشاهدات العينة.

وان

$$\acute{1}_n = (1,\dots,1)$$
$$R_x = \begin{bmatrix} 1 & X_1 - x \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_n - x \end{bmatrix}$$
$$K_x = \mathrm{diag}\big(K_h(X_1 - x)K_h(X_2 - x)\dots K_h(X_n - x)\big)$$
$$K_h(X_i - x) = h^{-1}K\left(h^{-1}(X_i - x)\right).$$

حيث أن :

$K_h(X_i - x)$: تمثل أداة تمهيد اللبي وهي دالة وزن.

X : تمثل نقطة مرشحة تأخذ قيم المشاهدات $X_1, X_2, \dots, X_n$

h : تمثل عرض الحزمة.

$\tilde{m}(x)$: هو الممهد الخطي الموضعي (LLE) الذي يمثل المعدل الموزون إلى الاستجابات.

حيث تم استعمال دالة Gaussian Kernel لهذا المقدر.[xiv]

4-4 **طريقة ذو المرحلتين** $(Two\ Step)$ **للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية** :-

تم تقدير $m(X)$ باستعمال طريقة (LLE) وان هذه الطريقة لا تأخذ بنظر الاعتبار حد الخطأ، لذلك اقترح الباحثان Stefano M. and Margherita G. طريقة ذو المرحلتين للتقدير التي تأخذ بنظر الاعتبار ارتباط الخطأ ومعالجته.[viii] بمعنى انه سوف تتم عملية التقدير بمرحلتين بعد إعادة نمذجة إنموذج $(SPSEM)$ في الصيغة (3) وتنقيته من مشكلة ارتباط الأخطاء المكانية وذلك من خلال ضرب طرفي الأنموذج بمصفوفة $\Omega^{-\frac{1}{2}}$ التي يتم الحصول عليها من خلال مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء $\Omega(\theta_0)$ ذات البعد nxn بطريقة Kernel اللامعلمية وطريقة $cubic\ B-Spline$ اللامعلمية.[x]

وان

$$\Omega(\theta_0) = P(\theta_0)\acute{P}(\theta_0) \qquad \dots(21)$$

حيث أن :

$P(\theta_0)$: تمثل مصفوفة ذات بعد nxn أي أن عدد الصفوف والأعمدة هي بعدد المشاهدات n.

كذلك نفرض :

$P^{-1}(\theta_0)$ هو معكوس مصفوفة $P(\theta_0)$ وعناصره $v_{ij}(\theta_0)$، وأن $\underline{\acute{m}}$ هي كالأتي:

$$\underline{\acute{m}} = \left(m(X_1), \dots, m(X_n)\right)$$

$$\underline{\acute{U}} = (U_1\ , \dots, U_n)$$

و I_n هي مصفوفة الوحدة $n \times n$.

لذلك فان الأنموذج في الصيغة (3) هو وكالأتي:-

$$Y = m(X) + u$$

نضرب طرفي الأنموذج أعلاه في $\Omega^{-\frac{1}{2}}$ وكالأتي:-

$$\Omega^{-\frac{1}{2}}Y = \Omega^{-\frac{1}{2}}m(X) + \Omega^{-\frac{1}{2}}u$$

نضيف ونطرح $m(X)$ للأنموذج وكالاتي :-

$$\Omega^{-\frac{1}{2}}Y = \Omega^{-\frac{1}{2}}m(X) + m(X) - m(X) + \Omega^{-\frac{1}{2}}u$$

نفرض أن

$$Z = \Omega^{-\frac{1}{2}}Y + \left(I_n - \Omega^{-\frac{1}{2}}\right)m(X)$$

وان

$$\varepsilon = \Omega^{-\frac{1}{2}}\,u$$

إذن الأنموذج الجديد بدلالة Z بعد إزالة تأثير ارتباطات الأخطاء المكانية يصبح كالأتي :-

$$Z = m(X) + \varepsilon \qquad \dots(22)$$

إذ أن :

Z : يمثل المتغير التابع للأنموذج الجديد

هناك صعوبة في تقدير الأنموذج (22)، وهنا يتطلب التقدير لمرحلتين في المرحلة الأولى يتم تقدير أولي إلى $m(X)$ ويرمز لها بـ $\bar{m}(x)$.

والأخطاء (البواقي) الناتجة هي :

$$\breve{U}_i = Y_i - \breve{m}(X_i)$$

وهي تستعمل لتقدير عناصر $\Omega^{-\frac{1}{2}}$ ويرمز لها $\breve{\Omega}^{-\frac{1}{2}}$ ويمكن بعد ذلك استعمال هذه التقديرات لبناء التقدير الممكن إلى Z الذي يرمز له $\breve{Z}$.

المرحلة الأولى : نجد المقدر $\widehat{m}(x)$ حسب الصيغة الآتية :-

$$\widehat{m}(x) = \acute{e}\left(\acute{R}_x K_x R_x\right)^{-1}\acute{R}_x K_x \breve{Z} \qquad \dots (23)$$

أما المرحلة الثانية : نجد المقدر $\dot{m}(x)$ حسب الصيغة الآتية :-

$$\dot{m}(x) = \acute{e}\left(\acute{R}_x K_x R_x\right)^{-1}\acute{R}_x K_x \dot{Z} \qquad \dots (24)$$

حيث أن

$$\dot{Z} = \Omega^{-\frac{1}{2}}Y + \left(I_n - \Omega^{-\frac{1}{2}}\right)\breve{m} \qquad \dots (25)$$

ونستمر في التقدير لحين الحصول على التقارب الطبيعي في المرحلتين.[xiv]

5-4 طريقة الدالة اللبية المقترحة :- The Proposed Kernel Function

من خلال استعمال المقدر الخطي الموضعي ومقدر ذو المرحلتين لتقدير $m(x)$ لأنموذجي (SPSEM) و(SPSAR) تم استعمال دالة لبية لـ Gaussian والتي تعرف بأنها دالة وزن حقيقية متماثلة تستعمل في تمهيد بيانات المتغير (Y)، أي تستعمل في تقدير دالة التمهيد المجهولة وتعتبر من أساليب توفيق المنحنيات، حيث أن الأسلوب البسيط لتمثيل سلسلة الوزن $\{W_{hi(x)}\}_{i=1}^{n}$ هو لوصف شكل دالة الوزن $W_{hi(x)}$ من خلال دالة الكثافة مع معلمة القياس التي تعدل حجم وشكل الأوزان بالقرب من النقطة x. [ix] ومن بين هذه الدوال الشائعة والتي استعملت بالبحث ويرمز لها بالرمز $K(u)$ هي :

1- دالة Gaussian اللبية.

2- دالة Tricube اللبية.

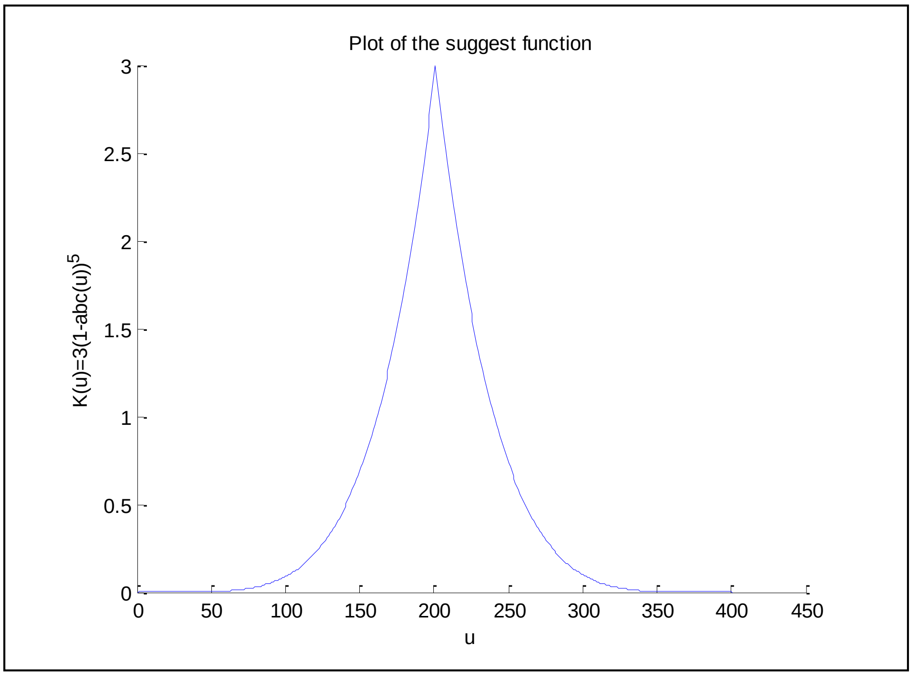
حيث عند استعمال دالة (Gaussian) اللبية يتم تحديد مساهمة النقاط من خلال المسافة x_i عند النقطة x_0، وهذا يدل على أن المسافة الأصغر $(x_i - x_0)$ هي المساهمة الأكبر وهذا بسبب أن الدالة اللبية الكاوسية تكون على شكل جرس أي (ناقوس). [xvii]

وعند استعمال دالة (Tricube) اللبية فهي تتبع نفس سلوك دالة (Gaussian) اللبية وان هذه الدالة سميت بدالة (Tricube) اللبية لأنها ناتجة من اشتقاق متوسط مربعات الخطأ المتكامل (MISE) وهذه الدالة تسمى بالدالة المثلى عندما تقلل (MISE) وكذلك كونها تتمتع ببعض الخصائص المثلى.[ix] وهنا فان الدالة اللبية تمتلك عدة شروط.[viii]

من المعروف أن الدالة اللبية تستعمل لوضع أوزان للمشاهدات القريبة والمجاورة لنقطة التوفيق وبالاعتماد على طريقتي المقدر الخطي الموضعي والمقدر ذو المرحلتين، ومن هذا المنطلق تم اقتراح دالة وبالشروط والمواصفات المذكورة في أعلاه وهذه الدالة المقترحة مبينة كما في الصيغة (26) وكالاتي :-

$$K(u) = 3\left(1 - |u|^{1}\right)^{5} \quad , \quad -1 < u < 1 \qquad \dots (26)$$

كما تظهر هذه الدالة في الشكل (2) أدناه :



الشكل (2) يوضح دالة كيرنل المقترحة

1) $\int_{-1}^{1} 3(1-|u|^1)^5 du = 1$ 2) $K(u)= 3(1-|u|^1)^5$

3) $\mu_1(k_2)$ = 0 يمثل العزم الأول 4) $\mu_2(k_2)$ =3570.0 يمثل العزم الثاني

5- الطرائق اللامعلمية لمصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء:-

يمكن إيجاد مصفوفة التباين والتباين المشترك للأخطاء المكانية (Ω) من خلال دالة التباين المشترك الذاتي المكاني للأخطاء والمعرفة بالصيغة الآتية :-

$$\Upsilon(L_i, L_j) = \sigma^2 \rho(L_i, L_j) \qquad \ldots(27)$$

حيث ان :-

L_i, L_j: تمثل المواقع

$\rho(L_i, L_j)$: تمثل دالة الارتباط الذاتي المكاني.

إذ اقترح (Hall & Patil)[viii] في عام 2001 مقدر لبي لدالة الارتباط الذاتي المكاني $\rho(L_i, L_j)$ وكما يأتي :-

$$\hat{\rho}(L_i, L_j) = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} K(d_{ij}/h^*)\hat{\rho}_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} K(d_{ij}/h^*)} \qquad \ldots(28)$$

حيث أن:

K : تمثل دالة لبية.

d_{ij}: تمثل المسافة بين المواقع i،j .
h^*: تمثل عرض الحزمة.
$\hat{\rho}_{ij}$: يمثل تقدير الارتباط الذاتي لأخطاء العينة المكانية.
وان

$$\hat{\rho}_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}(e_i-\bar{e})(e_j-\bar{e})}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(e_i-\bar{e})^2} \quad \dots(29) \qquad i = 1, \dots, n \text{ ، } j = i+1, \dots, n$$

$$\bar{e} = 1/n\sum_{i=1}^{n} e_i$$

$\bar{e}$: يمثل متوسط الخطأ للعينة.

ومن خلال ضرب دالة الارتباط الذاتي المكاني في الصيغة (28) في التباين σ^2 والموضحة في الصيغة (27) يتم إيجاد عناصر المصفوفة Ω، وهذه تسمى بمصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء باستعمال طريقة الدالة اللبية.

كذلك اقترح $(\text{Bjornstad \& Falck})$[vii] في عام 2001 بإبدال $K(d_{ij}/h^*)$ في المقدر اللبي لدالة الارتباط الذاتي (28) بشريحة B_التكعيبية $(\text{Cubic\_ B\_ Spline})$ كممهد مكافئ له. إن الدالة اللبية التقاربية لشريحة B_التكعيبية كما يلي: Green & Silverman (1994)[vii]

$$K(u) = \frac{1}{2}\exp\left(\frac{|u|}{\sqrt{2}}\right)\text{Sin}\left(-\frac{|u|}{\sqrt{2}}+\frac{\pi}{4}\right) \quad \dots(30)$$

$$u = d_{ij}/h^*$$

وبتعويض الصيغة (30) في الصيغة (28) نحصل على دالة الارتباط الذاتي المكاني للأخطاء وبعد ضربها في التباين σ^2 يمكن إيجاد عناصر المصفوفة Ω^* والتي تسمى بمصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء باستعمال طريقة شريحة B_التكعيبية. ومن خلال هذه الطريقتين يتم إزالة تأثير ارتباطات الأخطاء المكانية من الأنموذج في المعادلة (3).[viii]

إذ أن d_{ij} يتم إيجادها من خلال صيغة قياس الإقليدية Euclidean metric، وكالاتي :-

$$d_{ij}^e = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad \dots(31)$$

والتي تستعمل لقياس المسافة بين مواقع المشاهدات لكافة المناطق من اجل بناء مصفوفة المسافات بين مواقع المشاهدات التي توظف في مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء.[vii] إما h^* تم تقديرها من خلال طريقة الارتباط الذاتي المكاني للبواقي (RSA).

6- اختبار معامل موران للكشف عن الاعتماد المكاني :-

to detect spatial dependence Moran I coefficient test

يستعمل معامل موران والذي يرمز له بالرمز I للكشف عن الاعتماد المكاني التي تتصف بها بيانات الظاهرة أي لاختبار الارتباط الذاتي المكاني لأخطاء الأنموذج والذي يكون بطريقة مناظرة لطريقة اختبار دربن وأتسن (Durbin Watson) المألوفة في بيانات السلسلة الزمنية.[viii] كذلك يحاول معرفة نمط انتشار ظاهرة معينة مكانيا، وأن قيم موران تتراوح بين $(-1 \text{ ، } +1)$ أي عندما تكون قيمته قريبة من (-1) فهذا يدل على أن نمط التوزيع متباعد في حين اذا كانت قيمته قريبة من $(+1)$ فيكون العكس أي نمط التوزيع متقارب، أما أذا كانت قيمته تقترب من (0) فان ذلك يشير إلى نمط التوزيع المكاني عشوائي.[i]

وان صيغة إحصاءه موران I تحت فرضية العدم القائلة بعدم وجود اعتماد مكاني في الأخطاء تكون باستعمال صيغة المصفوفات وكالأتي:-[iv]

$$I = \frac{n}{S}[\acute{e}We]/\acute{e}\,e \qquad ...(32)$$
$$e = Y - \widehat{m}(x)$$

حيث أن :-

e: يمثل متجه الأخطاء.

$\widehat{m}(x)$: تمثل دالة التمهيد (دالة الانحدار).

S : تمثل مجموع الأوزان المكانية $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} W_{ij}$

ان القيمة المتوقعة إلى اختبار موران I هي كالأتي :-

$$E(I) = (n/S)\,tr(MW)/(n-k) \qquad ...(33)$$

حيث أن :-

tr : يمثل اثر المصفوفة أي مجموع عناصر القطر الرئيسي.

k : يمثل عدد المتغيرات التوضيحية.

وان M تكون مصفوفة مربعة ومتماثلة وكالاتي :-

$$M = \left(I - X(\acute{X}X)^{-1}\acute{X}\right) \qquad ...(34)$$

وان قيمة التباين إلى اختبار موران I هي كالأتي :-

$$V(I) = (n/S)^2\left[tr\left(MWM\acute{W}\right) + tr(MW)^2 + \left(tr(MW)\right)^2\right]/d^* - E(I)^2 \qquad ...(35)$$
$$d^* = (n-k)(n-k+2)$$
$$Z_I = [I - E(I)]/V(I)^{1/2} \qquad ...(36)$$

و لاختبار وجود أو عدم وجود الاعتماد المكاني فسوف نستعمل الصيغة (36) وحسب الفرضية أدناه :-

$$H_0: \rho = 0\ ,\lambda = 0$$
V.S
$$H_1: \text{at least one of } \rho \neq 0 \text{ or } \lambda \neq 0$$

ومن خلال الصيغة (36) أعلاه أذا كانت قيمة Z_I المحسوبة اكبر من قيمة Z الجدولية بمستوى دلالة معين، فان الفروق معنوية أي يوجد اعتماد مكاني أي يوجد ارتباط ذاتي للأخطاء وهذا يدل على أن هناك علاقة بين المناطق وهنا سوف نتعامل مع النماذج المكانية، أما أذا كانت قيمة Z_I المحسوبة اقل من قيمة Z الجدولية فهذا يدل على أن الفروق غير معنوية أي عدم وجود اعتماد مكاني وهنا سوف نتعامل مع النماذج الزمنية الاعتيادية.[iv]

7- طريقة الارتباط الذاتي المكاني للبواقي (RSA) لاختيار عرض الحزمة :-

إن طريقة (RSA) هي احدى طرائق تقدير عرض الحزمة h^* والتي تستعمل في إيجاد مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء Ω.

وان الهدف من هذه الطريقة هو الحصول على كمية ملائمة للتمهيد، أما كيفية عمل هذه الطريقة في اختيار عرض الحزمة h^* والتي يتم اختيارها من خلال استعمال أخطاء الاعتماد المكاني وبالاعتماد على إحصاءه موران (Moran΄s I Statistic) المستعملة حسب الصيغة (32) فتكون بإتباع الخطوات أدناه وباستعمال برنامج ماتلاب (Matlab) يتم الحصول على قيمة عرض الحزمة h^*.[viii]

1- اختيار قيم موثوقة أولية لعرض الحزمة h^* حسب خبرة الباحث.

2- لكل قيمة لـ h^* من القيم المختارة في (1) نستخرج $\widehat{m}(X)$ ثم بعد ذلك نجد قيمة الأخطاء من خلال الصيغة الآتية:-

$$e = y - \widehat{m}(X) \qquad \dots(37)$$

3- نجد قيمة إحصاءه موران I من خلال الصيغة (32)

4- وهكذا لكل قيمة من h^* نستخرج احصاءة موران I.

5- نرسم قيم h^* ، I

6- نأخذ قيمة h^* التي تقابل اقل قيمة والتي تعتبر أفضل معلمة تمهيدية في التطبيق.

وان الهدف من هذه الاختيارات لعرض الحزمة h^* هو تقليل متوسط مربعات الخطأ (MSE) للمقدر والذي يمثل مجموع التباين للمقدر ومربع التحيز.[xvii]

8- معيار العبور الشرعي لاختيار معلمة التمهيد للطرائق اللامعلمية :-

إن استعمال معيار العبور الشرعي (CV) هو من أفضل المعايير لاختيار قيمة معلمة التمهيد (h) وان صيغته تكتب على النحو الأتي :

$$CV(h) = n^{-1}\sum_{i=1}^{n}[Y_i - \hat{g}(X_i;h)]^2 \qquad \dots(38)$$

حيث أن :

$\hat{g}(X_i;h)$: تمثل مقدر دالة الانحدار اللامعلمي للمشاهدات المكانية ولكن بإهمال النقطة (X_i, Y_i).

إذ إن القيمة المثلى لمعالم التمهيد $\hat{h}_{cv}$ ، هي القيم التي تجعل معيار العبور الشرعي $CV(h)$ اقل ما يمكن ضمن مدى قيم (h) على التوالي $(h > 0)$.[xvi]

9- معيار المقارنة بين طرائق التقدير :-

للوصول للمقدر الأكفأ، استعمل معيار متوسط الخطأ النسبي المطلق (Mean Absolute Parentage Error) والذي يقيس مدى اقتراب أو ابتعاد القيمة المقدرة من القيم الحقيقية ويرمز له $(MAPE)$.

وصيغته الرياضية كالأتي :-[iii]

$$MAPE(\hat{Y}) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{\hat{Y}_i - Y_i}{Y_i}\right| \qquad \dots(39) \qquad i=1,\dots,n$$

حيث أن :

Y : يمثل القيمة الحقيقية.

$\hat{Y}$: يمثل القيمة المقدرة.

n : يمثل عدد المشاهدات المستعملة لكل تجربة.

10- وصف تجارب المحاكاة :-

من خلال استعمال البرنامج الإحصائي (Matlab 2014) تم تنفيذ تجارب المحاكاة التي تضمنت عدة خطوات وكالاتي :-

<u>الخطوة الأولى</u> :

تم تحديد ثلاث حجوم عينات مختلفة مع افتراض ثلاث قيم لمعلمة الخطأ المكاني λ وثلاث قيم لمعلمة الاعتماد المكاني ρ ومن ثم توليد البيانات للمتغيرات العشوائية (X, ε) والخاصة في كل من الأنموذجين $(SPSEM)$ و $(SPSAR)$.

الخطوة الثانية :

في هذه الخطوة تم إيجاد مصفوفات الأوزان المكانية W، W^{Adj}.

الخطوة الثالثة :

تم استعمال نوعين من الدوال الرياضية والتي تمثل دوال التمهيد ولكل من إنموذجي (SPSEM) و (SPSAR) مع الأخذ بنظر الاعتبار طبيعة البيانات المتعلقة بالبعد المكاني، وهذه الدوال هي كالأتي :-

1- الدالة غير الخطية بوجود حد ثابت وصيغتها هي كالأتي [xiv] :-

$$m(X) = 2 + \sin(1.5X)$$

2- الدالة من الدرجة الرابعة وصيغتها هي كالأتي [xiv] :-

$$m(X) = 1.18 + 1.56X - 2.31X^2 - 0.39X^3 + 0.56X^4$$

الخطوة الرابعة :

إيجاد كل من مصفوفة التباين والتباين المشترك للأخطاء المكانية باستعمال مقدر (Kernel) والتي يرمز لها بالرمز Ω ومصفوفة التباين والتباين المشترك للأخطاء المكانية باستعمال مقدر شريحة B-التكعيبية والتي يرمز لها بالرمز Ω^* وفق الصيغة (27)، على التوالي.

الخطوة الخامسة : استعمال المتغيرات والمعالم والدوال المولدة في تقدير إنموذجي (SPSEM) و(SPSAR) باستعمال طرائق التقدير المستعملة والمقترحة ومن ثم المقارنة باستعمال معيار (MAPE).

11- تنفيذ تجارب المحاكاة :-

إن تنفيذ تجارب المحاكاة يضم إنموذجي خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) والانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR)، إذ يتم التنفيذ كما يلي :-

أولا- تم تكرار التجربة 1000 مرة بعد تحديد حجوم العينات المختلفة $n = 25,75,150$ وافتراض قيم لمعلمة الخطأ المكاني (λ) بثلاث مستويات $\lambda = (0.2, 0.6, 0.9)$ والخاصة بأنموذج (SPSEM) وافتراض قيم لمعلمة الاعتماد المكاني (ρ) بثلاث مستويات $\rho = (0.2, 0.5, 0.8)$ والخاصة بأنموذج (SPSAR).

ثانيا- توليد المتغيرات المتمثلة بحد الخطأ العشوائي والمتغير التوضيحي (X, ε) والتي تتوزع كالأتي:

$$X \sim U(0,1)$$

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \quad , \quad \sigma = 0.1, 0.2, 0.5$$

ثالثا- توليد مصفوفة الأوزان المكانية المعدلة حسب معياري Rook والمتمثلة W_R^{Adj}.

رابعا - بعد توليد المتغير التوضيحي X ومتغير حد الخطأ ε ومصفوفة W_R^{Adj} وتحديد قيم المعالم (ρ, λ) يتم تعويضها في صيغ الأنموذجين وذلك للحصول على المتغير المعتمد Y.

خامسا- استعمال مصفوفتي التباين والتباين المشترك للأخطاء المكانية (Ω^*, Ω) لإزالة تأثير ارتباطات الأخطاء المكانية لأنموذج (SPSEM) المبين بالصيغة (3).

سادسا- مقارنة الطرائق المستعملة والمقترحة في تقدير إنموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) حسب معيار المقارنة (MAPE) في الصيغة (39) وكما يلي :

1- طريقة المقدر الخطي الموضعي (LLE) في الصيغة (20).

2- طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية (LLEK2) مستعملا مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء(Ω) .

3- طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية (LLECS2) مستعملا مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء(Ω^*) .

4- طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية المقترحة (SUGK2) مستعملا مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء(Ω) .

5- طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية المقترحة (SUGCS2) مستعملا مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء (Ω^*).

سابعا : هنا تتم عملية مقارنة الطرائق المستعملة والمقترحة في تقدير إنموذج الانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR) حسب معيار المقارنة (MAPE) في الصيغة (39) وكما يلي :

1- طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية (LLEK2) والمستعملة في إنموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) في سادسا(2) .

2- طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية (LLECS2) والمستعملة في إنموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) في سادسا(3) .

3- طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية المقترحة (SUGK2) والمستعملة في إنموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) في سادسا(4).

4- طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية المقترحة(SUGCS2) والمستعملة في إنموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) في سادسا(5).

12- نتائج تجارب المحاكاة :-

بعد أن تم تنفيذ تجارب المحاكاة نستعرض نتائج تجارب المحاكاة التي استعملت للمقارنة بين طرائق التقدير شبه المعلميه المستعملة والمقترحة والتي تضم دالتين لكل من إنموذجي خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) والانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR) في ظل معيار تجاور Rook ، ومن هنا تتم عملية المقارنة بين طرائق التقدير وفقا لمعيار متوسط الخطأ النسبي المطلق (MAPE).

ففي إنموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) وعند ثلاث حجوم عينات مختلفة وثلاث مستويات مختلفة للانحراف المعياري وكذلك أيضا ثلاث قيم مختلفة لمعلمة الخطأ المكاني λ وفي ظل مصفوفة الأوزان المكانية المعدلة لمعيار تجاور Rook تتم عملية المقارنة بين طرائق التقدير شبه المعلميه من خلال الجداول التي تبدأ من الجدول (1) الى الجدول (6) والمبينة كالأتي :-

جدول (1) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه (SPSEM) لدالة التمهيد $m(X_1)$ ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook وعندما $\sigma_1=0.1$

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLE	1.7324	1.2205	0.2293	2.8225	2.6301	4.3320	3.2831	2.2032	3.4563
	LLEK2	3.7052	7.9389	3.0811	3.2675	4.3660	2.7191	2.4959	2.2882	2.4424
	LLECS2	1.1558	1.1960	0.9535	1.0956	0.9840	1.5791	6.0876	1.1399	1.1144
	SUGK2	7.9669	7.6110	1.4843	4.2891	8.9989	30.0122	2.0205	3.8708	1.0022
	SUGCS2	1.0382	1.2655	0.8361	0.9539	1.1631	1.8673	18.8631	0.8503	1.5136
n=75	LLE	1.5811	0.8508	0.4092	2.2376	0.2935	0.2131	3.3219	6.5595	0.3558
	LLEK2	1.4468	0.7011	3.7824	0.6504	0.6553	0.9680	2.1807	0.6884	0.7785
	LLECS2	0.4132	0.4866	0.4459	0.6878	0.8954	0.5016	0.5452	1.0430	0.5154
	SUGK2	0.2955	1.1127	0.4576	0.6215	0.7334	0.6167	5.7650	1.1195	0.5889
	SUGCS2	4.3498	0.3047	0.4102	1.2394	0.4999	0.9335	0.5498	0.4587	1.5322
n=150	LLE	1.1020	1.1574	1.0521	1.5845	1.5012	1.1138	1.7469	1.2967	1.2425
	LLEK2	0.5443	0.1513	0.3612	0.1822	0.3247	0.6385	0.1940	0.2182	0.2165
	LLECS2	0.0452	0.1443	0.0563	0.1534	0.1240	0.1081	0.8934	0.1197	0.1864
	SUGK2	0.2513	0.1850	0.2170	0.2405	0.2447	0.2220	0.5190	1.3864	0.2846
	SUGCS2	0.0792	0.0980	2.5942	0.6088	0.2861	0.1135	0.1620	3.6463	0.1463

جدول (2) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه (SPSEM) لدالة التمهيد $m(X_1)$ ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook وعندما $\sigma_2=0.2$

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLE	2.0806	2.2872	2.1917	2.4522	4.5501	3.5068	4.1868	3.4470	2.1410
	LLEK2	4.7933	3.3275	3.5106	1.6530	3.1350	3.6551	5.9185	2.3336	2.2393
	LLECS2	1.1922	1.1217	0.9981	1.2939	1.1006	1.0215	1.1410	1.0262	0.9694
	SUGK2	1.2227	2.8155	6.9254	8.7439	1.8450	3.1875	1.0684	1.3759	2.2117
	SUGCS2	1.2303	9.9539	0.8000	0.9544	0.8319	0.8017	3.0484	0.9972	1.0405
n=75	LLE	0.9016	0.5326	0.2146	4.7507	1.2013	0.6011	4.1425	0.8610	1.4977
	LLEK2	1.0231	0.6881	2.9834	0.5854	0.6518	0.6049	0.8941	1.0809	1.8911
	LLECS2	0.3552	0.5915	0.5709	0.5138	0.4848	0.9901	0.5269	0.5386	0.6672
	SUGK2	1.6604	0.5045	1.7258	1.3066	0.7518	0.8015	0.6782	1.2763	2.9860
	SUGCS2	8.2716	0.2978	0.3422	0.5002	0.4221	0.5703	1.2307	0.4588	0.4815
n=150	LLE	0.0558	0.2699	0.0752	0.3750	0.1856	0.1604	0.5493	1.9020	1.4615
	LLEK2	0.3612	0.2281	0.4369	0.1874	0.4549	0.3035	3.8830	0.2546	0.1841
	LLECS2	0.0462	0.1858	0.0644	0.1664	0.1483	0.1129	0.1566	0.1424	0.2269
	SUGK2	0.2036	0.7288	0.2483	0.2283	0.1946	0.2420	0.2180	0.2277	0.2326
	SUGCS2	0.2477	27.1505	0.1369	0.1902	0.2683	0.1661	0.1106	0.8649	0.1592

جدول (3) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه (SPSEM) لدالة التمهيد $m(X_1)$ ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook وعندما σ_3=0.5

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLE	3.4810	2.2014	2.1608	2.8053	4.5533	3.3205	3.7507	4.3692	4.2739
	LLEK2	1.3726	5.5464	2.0402	2.5918	1.5476	1.1873	1.5685	3.3094	1.6819
	LLECS2	1.0595	0.9244	0.9489	1.0776	1.1925	0.9842	1.1745	1.0473	1.6235
	SUGK2	1.0978	0.9940	1.4448	1.7091	2.8809	1.9504	1.5761	1.8149	4.1582
	SUGCS2	2.4692	0.7865	0.9355	0.9357	0.9652	0.8794	1.0013	3.3110	1.5901
n=75	LLE	0.6515	0.5415	0.8920	2.1632	0.8977	0.6739	2.9019	0.5802	0.4469
	LLEK2	0.7878	1.0841	2.5321	0.9434	0.8718	0.6409	2.0074	8.2042	2.0947
	LLECS2	0.3022	0.4756	0.5838	0.6886	0.4165	0.5839	0.4630	0.5654	0.4956
	SUGK2	0.7780	0.6557	0.5577	0.9856	0.7153	1.3035	0.8577	0.9427	9.5464
	SUGCS2	0.3772	2.2178	0.4937	0.4800	2.1261	0.4853	0.4208	0.5111	14.3216
n=150	LLE	0.0874	0.1574	0.0521	0.5845	1.5012	0.1138	0.7469	0.2967	0.2425
	LLEK2	0.0894	0.1513	0.3612	0.1822	0.3247	0.6385	0.1940	0.2182	0.2165
	LLECS2	0.0461	0.1443	0.0563	0.1534	0.1240	0.1081	0.8934	0.1197	0.1864
	SUGK2	0.1866	0.1850	0.2170	0.2405	0.2447	0.2220	0.5190	1.3864	0.2846
	SUGCS2	0.1896	0.0980	2.5942	0.6088	0.2861	0.1135	0.1620	3.6463	0.1463

جدول (4) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه (SPSEM) لدالة التمهيد $m(X_2)$ ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook وعندما σ_1=0.1

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLE	3.2268	2.3278	3.2828	3.6100	3.4397	3.6348	3.7093	4.6473	3.2430
	LLEK2	1.5658	2.4139	1.6992	1.8413	3.5675	6.3121	6.2810	6.7941	1.4706
	LLECS2	1.1758	0.8849	1.1611	0.9022	0.8774	0.8910	1.0233	1.1620	1.0055
	SUGK2	2.8509	0.8645	1.4600	1.1815	1.3337	2.0151	2.5448	1.0114	1.6285
	SUGCS2	0.9282	0.9224	1.6729	0.9014	2.0298	0.9948	0.8569	1.3567	0.9523
n=75	LLE	0.5331	1.5574	0.7725	5.5251	0.9773	1.7337	3.1404	1.2064	1.4593
	LLEK2	1.9613	0.8033	1.5108	0.8171	0.8337	1.4694	1.1540	0.8442	0.5880
	LLECS2	0.3487	0.5366	0.7271	0.6134	0.4464	0.4691	0.4710	0.4697	0.5117
	SUGK2	1.1485	1.1035	1.0366	0.7312	0.6975	0.6980	0.9697	0.8652	2.7706
	SUGCS2	0.3112	0.3513	0.5456	0.4538	0.5139	1.1729	0.9759	0.7210	0.4595

n=150	LLE	0.5986	0.4931	0.1087	0.8328	1.7307	0.4259	0.4865	0.5256	0.3180
	LLEK2	0.5977	0.8828	0.1182	0.2432	0.2159	0.4391	0.2524	0.1549	0.1690
	LLECS2	0.1122	0.1005	0.1077	0.1759	0.1520	0.2642	0.2451	0.1595	0.1931
	SUGK2	0.1957	0.2381	5.6369	0.2018	0.2231	0.2420	0.4275	0.1275	0.2371
	SUGCS2	0.2294	0.2224	1.1690	0.4708	0.3559	0.5080	0.4274	0.1209	0.6719

جدول (5) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه لدالة التمهيد (SPSEM) ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook $m(X_2)$ وعندما σ_2=0.2

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLE	3.2268	5.3491	5.3936	3.7827	5.2906	4.2394	1.0201	4.3949	5.5413
	LLEK2	1.5658	5.9201	5.1376	1.7874	5.6171	4.9541	1.8957	5.6038	3.4629
	LLECS2	1.1758	5.0350	1.1085	1.1189	1.0239	0.9802	0.9743	0.9498	1.0301
	SUGK2	2.8509	5.1316	1.4823	2.1108	3.0287	2.4096	4.1634	1.6643	1.8541
	SUGCS2	0.9282	0.9700	0.9099	1.4205	0.9748	0.9516	0.8274	0.9036	1.4128
n=75	LLE	0.6259	0.6759	0.3921	11.2062	0.6311	0.4456	2.5468	0.8223	0.4034
	LLEK2	5.9105	2.0836	1.0248	2.2469	0.8554	0.6381	0.8989	2.6854	0.6362
	LLECS2	0.4131	0.7729	0.4386	0.4296	1.1181	0.6323	0.5326	0.4013	0.4469
	SUGK2	0.5743	1.8664	0.8944	0.6587	0.7137	0.6982	0.9736	0.8727	0.6623
	SUGCS2	0.4126	0.3238	0.3117	0.7344	0.5526	0.4836	0.4652	0.4689	0.3713
n=150	LLE	0.5192	0.0900	0.7095	0.1761	0.2002	1.3954	2.7070	2.2472	0.3335
	LLEK2	0.1316	0.2139	0.2452	0.3259	0.2775	2.4101	0.6022	0.2461	0.2209
	LLECS2	0.1260	0.0858	0.1022	0.1265	0.1783	0.1464	0.2173	0.1201	0.2092
	SUGK2	1.7939	0.1698	0.2321	0.2200	0.2491	0.7512	0.2168	0.2352	0.5465
	SUGCS2	0.7816	0.0828	0.5989	0.1229	0.2244	0.4925	0.2172	0.2375	0.3376

جدول (6) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه لدالة التمهيد (SPSEM) ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook $m(X_2)$ وعندما σ_3=0.5

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLE	4.4174	3.2985	4.3431	4.5992	4.4066	4.3418	4.6546	4.5218	4.4228
	LLEK2	1.9554	4.7091	4.6214	6.6000	2.4384	1.5715	2.1057	5.4140	8.5210
	LLECS2	1.0840	1.1025	0.9569	1.0450	1.2687	1.1385	0.9358	1.1529	1.0650
	SUGK2	1.4129	1.5597	7.6360	1.1317	1.7526	1.6933	0.9824	1.2752	1.0184
	SUGCS2	1.3361	1.6596	0.9289	0.9458	1.3321	0.8058	1.0107	1.0228	0.8731

n=75	LLE	2.3522	0.5918	0.3232	2.8922	0.4903	0.7052	0.7478	0.9012	0.4986
	LLEK2	0.6663	1.0093	3.7317	0.7100	0.8581	6.9103	1.7136	4.0050	1.8184
	LLECS2	0.4403	0.6703	0.4282	0.4948	0.5040	0.6037	0.4800	0.4420	0.4704
	SUGK2	0.8484	0.4670	0.5539	0.7956	1.3326	0.8099	3.8558	0.6893	0.9331
	SUGCS2	0.5081	0.3612	0.3052	0.4662	0.8232	0.4519	0.6553	0.3818	0.5435
n=150	LLE	0.1521	0.5432	0.6164	0.2095	0.2924	0.1539	2.7129	1.3508	0.7742
	LLEK2	0.3724	0.1985	0.2155	0.1928	0.1883	0.4559	0.2016	0.1912	0.2002
	LLECS2	0.0596	0.2285	0.1515	0.0818	0.1398	0.1338	0.2029	0.1438	0.1478
	SUGK2	0.3120	0.2332	0.2362	0.1602	0.2029	0.2455	0.2289	0.2385	0.1984
	SUGCS2	0.0533	0.3395	0.2251	0.1264	0.1524	0.2131	0.2671	0.5080	0.1314

ومن خلال الجدول (7)، الذي يمثل ملخص للجداول (1) إلى (6) والذي يتضمن تكرار ظهور القيمة الأصغر لمعيار (MAPE) وعدد التكرار والنسب لكل طرائق التقدير يتضح بان طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية المقترحة (SUGCS2) بعد إزالة تأثير الارتباطات المكانية للأخطاء باستعمال مصفوفة (Ω^*) هي من أفضل الطرائق ويكون تسلسلها الأول من بين طرائق التقدير لأنموذج الخطأ المكاني شبه ألمعلمي (SPSEM)، إذ كان تكرار أفضليتها 75 مرة من مجموع 162 حالة تكرار وبنسبة مقدارها 46.30% أي تمتلك أعلى نسبة، في ظل مصفوفة الأوزان المكانية المعدلة لمعيار تجاور Rook، تليها طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية (LLECS2) وباستعمال مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء (Ω^*) وبنسبة مقدارها 41.36% ، بعدها طريقة المقدر الخطي الموضعي (LLE) وبنسبة مقدارها 5.56%، أما بعدها فتليها طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية المقترحة (SUGK2) وباستعمال مصفوفة (Ω) وبنسبة مقدارها 4.94%، وأخير طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية (LLEK2) وباستعمال مصفوفة (Ω) وبنسبة مقدارها 1.84%.

جدول (7) يوضح تسلسل نسبة وعدد مرات تكرار أفضلية الطرائق المستعملة والمقترحة لأنموذج SPSEM في ظل مصفوفة الأوزان المكانية المعدلة لمعيار تجاور Rook

ت	طرائق التقدير	النموذج الأول	النموذج الثاني	عدد التكرار	مقدار النسبة %
1	SUGCS2	36	39	75	46.30
2	LLECS2	32	35	67	41.36
3	LLE	8	1	9	5.56
4	SUGK2	5	3	8	4.94
5	LLEK2	0	3	3	1.84
	$\sum$	81	81	162	100

أما إنموذج الانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR) وعند ثلاث حجوم عينات مختلفة وثلاث مستويات مختلفة للانحراف المعياري وأيضا ثلاث قيم مختلفة لمعلمة الاعتماد المكاني ρ وفي ظل مصفوفة الأوزان المكانية المعدلة لمعيار تجاور **Rook** تتم عملية المقارنة بين طرائق التقدير شبه ألمعلميه من خلال الجداول التي تبدأ من الجدول (8) الى الجدول (13) والمبينة وكما يلي :-

جدول (8) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه (SPSAR) لدالة التمهيد $m(X_1)$ ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook وعندما σ_1=0.1

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLEK2	1.2663	1.1581	1.1292	1.3324	1.3396	1.3337	1.4142	1.3951	1.3933
	LLECS2	1.1109	1.1353	1.1196	1.3252	1.3400	1.3237	1.3915	1.3918	1.3919
	SUGK2	1.2990	1.2102	1.1450	1.3268	1.3418	1.3258	1.4043	1.3944	1.3954
	SUGCS2	1.1328	1.1258	1.1326	1.3275	1.3395	1.3203	1.3909	1.3942	1.3910
n=75	LLEK2	0.4568	0.5834	0.4876	0.6773	0.6746	0.6244	0.6442	0.6856	0.6701
	LLECS2	0.4546	0.4610	0.4544	0.5893	0.5977	0.5962	0.6415	0.6471	0.6469
	SUGK2	0.5016	0.5752	0.4474	0.6689	0.6296	0.6592	0.6455	0.6539	0.6896
	SUGCS2	0.4538	0.4643	0.4479	0.5761	0.5999	0.5944	0.6410	0.6482	0.6415
n=150	LLEK2	0.0929	0.1601	0.1209	0.2058	0.1802	0.1856	0.2123	0.1680	0.2032
	LLECS2	0.0896	0.0945	0.1025	0.1541	0.1490	0.1576	0.1696	0.1690	0.1697
	SUGK2	0.1648	0.1320	0.2216	0.2415	0.2450	0.2145	0.1946	0.1852	0.2311
	SUGCS2	0.0851	0.1109	0.1115	0.1572	0.1728	0.1761	0.1750	0.1536	0.1765

جدول (9) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه (SPSAR) لدالة التمهيد $m(X_1)$ ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook وعندما σ_2=0.2

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLEK2	1.1455	1.1650	1.1386	1.4011	1.3297	1.3280	1.3944	1.3961	1.4075
	LLECS2	1.1138	1.1437	1.1345	1.3329	1.3282	1.3221	1.3905	1.3956	1.3875
	SUGK2	1.1614	1.2384	1.1665	1.3233	1.3278	1.3262	1.3931	1.3943	1.3926
	SUGCS2	1.0995	1.1076	1.1483	1.3279	1.3301	1.3264	1.3884	1.3947	1.3866
n=75	LLEK2	0.5468	0.5017	0.5202	0.6503	0.6442	0.6804	0.6654	0.6517	0.6449
	LLECS2	0.4666	0.4661	0.4475	0.6002	0.5920	0.6004	0.6477	0.6451	0.6428
	SUGK2	0.6549	0.4661	0.4888	0.6415	0.6350	0.6526	0.7102	0.6467	0.6513
	SUGCS2	0.4292	0.4789	0.4639	0.5990	0.5990	0.5948	0.6429	0.6488	0.6427

n=150	LLEK2	0.1169	0.1933	0.1589	0.2049	0.1531	0.1734	0.1970	0.1961	0.2010
	LLECS2	0.0909	0.1072	0.0902	0.1572	0.1510	0.1430	0.1725	0.1678	0.1677
	SUGK2	0.2099	0.1596	0.1623	0.2366	0.2022	0.2184	0.2292	0.2331	0.2352
	SUGCS2	0.1178	0.1210	0.0754	0.1531	0.1578	0.1516	0.1792	0.1592	0.1903

جدول (10) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه (SPSAR) لدالة التمهيد $m(X_1)$ ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook وعندما $\sigma_3=0.5$

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLEK2	1.2895	1.1533	1.2502	1.3731	1.3633	1.3681	1.4127	1.3735	1.4077
	LLECS2	1.1180	1.1385	1.1443	1.3296	1.3202	1.3345	1.3924	1.3736	1.3886
	SUGK2	1.2797	1.1571	1.1969	1.3415	1.3326	1.3669	1.4097	1.3765	1.4111
	SUGCS2	1.0820	1.1460	1.1486	1.3283	1.3220	1.3363	1.3933	1.3712	1.3900
n=75	LLEK2	0.5516	0.5930	0.4854	0.6371	0.6148	0.6581	0.6582	0.6775	0.6436
	LLECS2	0.4805	0.4627	0.4481	0.5935	0.5936	0.5985	0.6439	0.6467	0.6443
	SUGK2	0.5808	0.6702	0.4657	0.6470	0.7015	0.6405	0.6867	0.6699	0.6385
	SUGCS2	0.5011	0.4451	0.4677	0.5996	0.5785	0.6075	0.6505	0.6473	0.6451
n=150	LLEK2	0.0906	0.1601	0.1209	0.2058	0.1802	0.1856	0.2123	0.1680	0.2032
	LLECS2	0.0904	0.0945	0.1025	0.1541	0.1490	0.1576	0.1696	0.1690	0.1697
	SUGK2	0.1760	0.1320	0.2216	0.2415	0.2450	0.2145	0.1946	0.1852	0.2311
	SUGCS2	0.0903	0.1109	0.1015	0.1572	0.1728	0.1761	0.1650	0.1536	0.1765

جدول (11) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه (SPSAR) لدالة التمهيد $m(X_2)$ ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook وعندما $\sigma_1=0.1$

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLEK2	1.2656	1.1587	1.2859	1.3297	1.3306	1.3330	1.3957	1.3882	1.4095
	LLECS2	1.1192	1.1630	1.1336	1.3303	1.3316	1.3327	1.3926	1.3862	1.3930
	SUGK2	1.2286	1.1645	1.3582	1.3323	1.3345	1.3484	1.3915	1.3979	1.4067
	SUGCS2	1.1299	1.1612	1.1156	1.3289	1.3312	1.3298	1.3925	1.3849	1.3936

n=75	LLEK2	0.4630	0.5982	0.4979	0.6442	0.6277	0.6332	0.6363	0.6792	0.6710
	LLECS2	0.4717	0.4732	0.4528	0.5862	0.5886	0.5937	0.6386	0.6499	0.6467
	SUGK2	0.4949	0.5376	0.4721	0.6485	0.6458	0.6805	0.6438	0.6871	0.6478
	SUGCS2	0.4839	0.4899	0.4733	0.5827	0.5849	0.5854	0.6365	0.6470	0.6473
n=150	LLEK2	0.1443	0.1230	0.1006	0.2050	0.1998	0.1985	0.1618	0.1677	0.2022
	LLECS2	0.0968	0.1043	0.1001	0.1483	0.1420	0.1421	0.1622	0.1680	0.1639
	SUGK2	0.1995	0.2390	0.1587	0.2159	0.2341	0.2424	0.1641	0.1944	0.2411
	SUGCS2	0.1173	0.2178	0.1865	0.1364	0.1428	0.1827	0.1642	0.1923	0.1858

جدول (12) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه (SPSAR) لدالة التمهيد $m(X_2)$ ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook وعندما $\sigma_2=0.2$

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLEK2	1.2656	1.1703	1.0839	1.3634	1.3368	1.3687	1.4090	1.3842	1.3596
	LLECS2	1.1192	1.1416	1.0873	1.3263	1.3320	1.3359	1.3915	1.3844	1.3596
	SUGK2	1.2286	1.1405	1.1055	1.3412	1.3361	1.3599	1.3981	1.3830	1.3588
	SUGCS2	1.1299	1.1370	1.1167	1.3234	1.3317	1.3355	1.3925	1.3867	1.3574
n=75	LLEK2	0.5427	0.4866	0.5535	0.5979	0.6502	0.6693	0.6799	0.6433	0.6742
	LLECS2	0.4786	0.4477	0.4631	0.6009	0.5865	0.5969	0.6498	0.6428	0.6505
	SUGK2	0.5911	0.4930	0.6064	0.5988	0.6391	0.6966	0.6797	0.6552	0.6911
	SUGCS2	0.4746	0.4945	0.4781	0.5959	0.5891	0.6042	0.6543	0.6401	0.6535
n=150	LLEK2	0.1164	0.1412	0.1601	0.1741	0.1865	0.1293	0.1791	0.1642	0.1624
	LLECS2	0.1051	0.1019	0.1151	0.1557	0.1495	0.1306	0.1749	0.1649	0.1613
	SUGK2	0.1718	0.1719	0.2343	0.2302	0.2271	0.1480	0.2131	0.2425	0.1875
	SUGCS2	0.1322	0.1084	0.1618	0.1874	0.1756	0.1555	0.1766	0.2418	0.1537

جدول (13) يبين المعدل لقيم معيار (MAPE) لجميع حجوم العينات ولكافة طرائق التقدير شبه المعلميه (SPSAR) لدالة التمهيد $m(X_2)$ ومصفوفة الأوزان المكانية المعدلة باستعمال معيار Rook وعندما $\sigma_3=0.5$

حجم العينة	طرائق التقدير	ρ_1			ρ_2			ρ_3		
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_1	λ_2	λ_3
n=25	LLEK2	1.2415	1.1506	1.1666	1.3349	1.3443	1.3786	1.4108	1.3942	1.3900
	LLECS2	1.1257	1.1342	1.1429	1.3342	1.3383	1.3364	1.3931	1.3902	1.3894
	SUGK2	1.2453	1.1686	1.1501	1.3334	1.3435	1.3678	1.3997	1.3939	1.3892
	SUGCS2	1.1210	1.1194	1.1440	1.3336	1.3350	1.3397	1.3924	1.3898	1.3893
n=75	LLEK2	0.4788	0.6029	0.4615	0.6548	0.5915	0.5994	0.6507	0.6489	0.6354
	LLECS2	0.4555	0.4538	0.4667	0.5935	0.5894	0.5870	0.6483	0.6526	0.6347
	SUGK2	0.4569	0.5007	0.4877	0.6556	0.6112	0.5804	0.6545	0.6495	0.6383
	SUGCS2	0.4525	0.4887	0.4777	0.5948	0.5827	0.5948	0.6482	0.6519	0.6325
n=150	LLEK2	0.1136	0.2076	0.1872	0.1420	0.1455	0.1407	0.2159	0.2012	0.1970
	LLECS2	0.0892	0.1435	0.1226	0.1495	0.1379	0.1400	0.1603	0.1654	0.1697
	SUGK2	0.2035	0.2353	0.2370	0.1843	0.2128	0.2327	0.2347	0.2406	0.1852
	SUGCS2	0.0957	0.1351	0.1394	0.1457	0.1405	0.2144	0.1536	0.1619	0.1703

ومن الجدول (14)، الذي يمثل ملخص للجداول (8) إلى (13) والذي يتضمن تكرار ظهور القيمة الأصغر لمعيار (MAPE) وعدد التكرار والنسب لكل طرائق التقدير يتضح بان طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية (LLECS2) بعد إزالة تأثير الارتباطات المكانية للأخطاء باستعمال مصفوفة (Ω^*) هي من أفضل الطرائق ويكون تسلسلها الأول من بين طرائق التقدير لأنموذج التأخر المكاني شبه المعلمي (SPSAR)، إذ كان تكرار أفضليتها 76 مرة من مجموع 162 حالة تكرار وبنسبة مقدارها 46.91% أي تمتلك أعلى نسبة، في ظل مصفوفة الأوزان المكانية المعدلة لمعيار تجاور Rook، تليها طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية المقترحة (SUGCS2) وباستعمال مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء (Ω^*) وبنسبة مقدارها 40.13%، أما بعدها فتليها طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية (LLEK2) وباستعمال مصفوفة (Ω) وبنسبة مقدارها 6.79%، وأخير طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي باستعمال الدالة اللبية المقترحة (SUGK2) وباستعمال مصفوفة (Ω) وبنسبة مقدارها 6.17%.

جدول (14) يوضح تسلسل نسبة وعدد مرات تكرار أفضلية الطرائق المستعملة والمقترحة لأنموذج SPSAR في ظل مصفوفة الأوزان المكانية المعدلة لمعيار تجاور Rook

ت	طرائق التقدير	النموذج الأول	النموذج الثاني	عدد التكرار	مقدار النسبة %
1	LLECS2	42	34	76	46.91
2	SUGCS2	34	31	65	40.13
3	LLEK2	0	11	11	6.79
4	SUGK2	5	5	10	6.17
	∑	81	81	162	100

13- **الاستنتاجات** :-

بعد إجراء وصف وتنفيذ تجارب المحاكاة على إنموذجي خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) والانحدار الذاتي (التأخر) المكاني شبه المعلمي (SPSAR) في ظل معيار تجاور Rook نستنتج ما يلي :-

1- اعتمادا على معيار متوسط الخطأ النسبي المطلق (MAPE) نستنتج عند مقارنة طرائق التقدير انه أفضل الطرائق لتقدير إنموذج خطأ الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSEM) حسب مصفوفة التجاورات المكانية المعدلة في ظل معيار تجاور Rook هي طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي المقترحة (SUGCS2) بعد إزالة تأثير الارتباطات المكانية للأخطاء من خلال مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء باستعمال شريحة B_التكعيبية (Ω^*) إذ أظهر استعمالها تقدما بشكل كامل على بقية طرائق التقدير كونها حققت اقل قيمة لمعيار (MAPE) وبنسبة مقدارها 46.30% في حالة جميع حجوم العينات ومستويات الانحراف المعياري وقيم معلمة الخطأ المكاني λ المفترضة وللأنموذجين المستعملة في جانب المحاكاة.

2- اعتمادا على معيار متوسط الخطأ النسبي المطلق (MAPE) نستنتج عند مقارنة طرائق التقدير شبه المعلميه المستعملة والمقترحة في تقدير إنموذج الانحدار الذاتي المكاني شبه المعلمي (SPSAR) حسب مصفوفة التجاورات المكانية المعدلة في ظل معيار تجاور Rook أن أفضل طريقة هي طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي (LLECS2) بعد إزالة تأثير الارتباطات المكانية للأخطاء من خلال مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء باستعمال شريحة B ـ التكعيبية (Ω^*)، إذ أظهر استعمالها تقدما بشكل كامل على بقية طرائق التقدير المقترحة والمستعملة كونها حققت اقل قيمة لمعيار (MAPE) وبنسبة مقدارها 46.91% في حالة جميع حجوم العينات ومستويات الانحراف المعياري وقيم معلمة الاعتماد المكاني ρ المفترضة وللأنموذجين المستعملة في جانب المحاكاة.

3- تبين في كل من إنموذجي (SPSEM) و (SPSAR) أن طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي المقترحة (SUGCS2) بعد إزالة تأثير الارتباطات المكانية للأخطاء من خلال مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء باستعمال شريحة B_التكعيبية(Ω^*) هي أفضل من طريقة ذو المرحلتين للمقدر الخطي الموضعي المقترحة (SUGK2) من خلال مصفوفة التباين والتباين المشترك المكانية للأخطاء باستعمال الدالة اللبية (Ω).

14- التوصيات :-

بناءا على الاستنتاجات التي تم التوصل إليها من خلال تجارب المحاكاة، يمكن أدراج أهم التوصيات وكالاتي :-
1- محاولة تطبيق الطرائق التي تعالج مشاكل الاعتماد المكاني على بيانات حقيقية لان هذه المشاكل لها قاعدة عريضة على ارض الواقع.
2- استعمال طرائق أخرى لحساب المسافات بين مواقع المشاهدات مثل طريقة قياس Minkowski.

المصادر

1- المصادر العربية:-

1. داود، جمعة محمد، (2012)،"أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية"، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

2. عطرة، سامي غني خضير، (2011)، "طرائق بيز في تحليل نموذج القياس الاقتصادي"، أطروحة دكتوراه في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.

3. علي، عمر عبد المحسن وهادي، سوسن قاسم، (2014)، "تقدير نماذج الانحدار الحيزي لنسب الفقر في أقضية العراق للعام 2012"، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، جامعة بغداد، المجلد (20)، العدد (79)، صفحات (337 – 351)

2- المصادر الأجنبية:

4. Anselin, L. (1988). "Spatial Econometrics: Methods and Models". Kluwer Academic Publishers Dordrecht, the Netherlands.

5. Anselin, L. (1992). "Spatial data analysis with GIS: an introduction to application in the social sciences". National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, Santa Barbara, CA 93106.

6. Basile, R., & Gress, B. (2005). "Semi-parametric spatial auto-covariance models of regional growth behaviour in Europe". Region et developpement, 21, 93-118.

7. BjØrnstad, O. N. & Falck, W. (2001)."Nonparametric spatial covariance functions : estimation and testing". Environmental and Ecological Statistics, 8(1), 53-70.

8. Gerolimetto, M., & Magrini, S. (2009). "Nonparametric regression with spatially dependent data". Department of Economics WP, 20- 2009.

9. Härdle, W. (1990). Applied nonparametric regression (No. 19). Cambridge university press.

10. Racine, J., Su, L., & Ullah, A. (Eds.). (2014). "The Oxford Handbook of Applied Nonparametric and Semiparametric Econometrics and Statistics". Oxford University Press.

11. LeSage, J. P. (1999). "The theory and practice of spatial econometrics". University of Toledo. Toledo, Ohio, 28, 33.

12. LeSage, J. P. (2008)." An introduction to spatial econometrics". Revue d'économie industrielle, (3), 19-44.

13. Li, Q., & Racine, J. S. (2007)." Nonparametric econometrics: theory and practice". Princeton University Press.
14. Martins-Filho, C., & Yao, F. (2009). "Nonparametric regression estimation with general parametric error covariance. Journal of Multivariate Analysis", 100(3), 309-333.
15. Mauricio S. (2017)." Introduction to Spatial Econometric". Universidad Católica del Norte.
16. Ruppert, D., Wand, M.P., and, Carrol, R.J., 2003. "Semi parametric regression. Cambridge series in statistical and probabilistic mathematics". Cambridge University Press.
17. Wu, H., & Zhang, J. T. (2006). "Nonparametric regression methods for longitudinal data analysis: mixed-effects modeling approaches" (Vol. 515). John Wiley & Sons.

Some Estimation methods for the two models SPSEM and SPSAR for Spatially Dependent Data

ABSTRUCT

In This Paper, some semi- parametric spatial models were estimated, these models are, the semi – parametric spatial error model (SPSEM), which suffer from the problem of spatial errors dependence, and the semi – parametric spatial auto regressive model (SPSAR). Where the method of maximum likelihood was used in estimating the parameter of spatial error (λ) in the model (SPSEM), estimated the parameter of spatial dependence (ρ) in the model (SPSAR), and using the non-parametric method in estimating the smoothing function m(x) for these two models, these non-parametric methods are; the local linear estimator (LLE) which require finding the smooth parameter (h) according to the cross validation criterion (CV), the Local linear two step estimator after removing the effect of the spatial errors dependence , once using variance- covariance spatial matrix of errors (Ω)using kernel function(LLEK2) and other through the use of variance- covariance spatial matrix of errors (Ω^*) using cubic B-Spline estimator (LLECS2), to remove the effect of the spatial errors dependence, also the Local linear two step estimator using Suggested kernel estimator, once using variance- covariance spatial matrix of errors using kernel estimator (SUGK2), and other through the use of variance- covariance spatial matrix of errors using cubic B-Spline estimator (SUGCS2) to removing the effect of the spatial errors dependence.

From the simulation experiment, with a frequency of 1000 times, for three sample sizes, three levels of variance, for two model, and Calculate the matrix of distances between the sites of the observations through the Euclidean distance, the two estimated methods mentioned above were used to estimate (SPSEM) and (SPSAR) models, using the spatial Neighborhoods matrix modified under the Rook Neighboring criteria. Comparing these methods using mean absolute percentage error (MAPE) turns out that the best method for the SPSEM) model is (SUGCS2) method, and for (SPSAR) model is (LLECS2) method.

Keywords: The SPSEM and SPSAR models, the Local Linear Two Step Estimator, Variance-Covariance Spatial Matrix of Errors, Rook neighboring Criteria.