

مصفوفات التجاور المكاني وانواعها المختلفة

أ.م.د. وضاح صبري ابراهيم / الجامعة المستنصرية / كلية الادارة والاقتصاد /
dr_wadhah_stat@uomustansiriyah.edu.iq

م.د. وفاء جعفر حسين / جامعة واسط/ كلية الادارة والاقتصاد/ wjaffer@uowasit.edu.iq

م.د. جنان عبد الله عنبر / الجامعة التقنية الوسطى/ الكلية التقنية الادارية بغداد / jinana69@mtu.edu.iq

P: ISSN : 1813-6729

<http://doi.org/10.31272/JAE.45.2022.132.A23>

E : ISSN : 2707-1359

المستخلص:

لقد تم مؤخرا الاهتمام على مدى تأثير المتغير المكاني على عينة المشاهدات العشوائية وخاصة في المجال الصحي وأن دراسة تأثير التجاورات المكانية من ناحية المناطق وتأثيرها على المتغيرات الداخلة في الدراسة لها أهمية كبيرة من ناحية تلك التأثيرات، وتكمن الأهمية هنا الى دراسة مصفوفات التجاور المكانية الاعتيادية والموزونة وانواعها وكيفية تمثيلها بالصورة الصحيحة ومن هذه المصفوفات ما يعرف بمعيار تجاور روك ومعيار تجاور كوين وكذلك معيار التجاور الخطي وغيرها حيث تم في هذه المقالة شرح انواع مختلفة من هذه المصفوفات والتعرف على خصائصها. الكلمات المفتاحية: التجاور المكاني، تجاور روك، تجاور كوين، تجاور بيشوب، التجاور الخطي، المسافة الاقليدية.



مجلة الادارة والاقتصاد

العدد 132 / اذار / 2022

الصفحات : 210 - 216

1- المقدمة: Introduction

يواجه الدارسون والباحثون مشاكل كثيرة عند تحليل البيانات وخاصة تحليل البيانات لنماذج القياس الاقتصادي والتي تعتمد على المتغير المكاني، وهناك فرق كبير بين القياس الاقتصادي ونماذجه التقليدية التي تهتم فقط بالتأثيرات المعتمدة بين المشاهدات للمتغيرات المستقلة وتأثيرها على المتغير المعتمد، وقد تكون هذه التأثيرات غير كفو في كثير من الاحيان وبين القياس الاقتصادي المعتمد مكانياً، حيث أن المتغير المكاني الذي يتم دراسته وتأثيره بين المشاهدات له اهمية كبيرة من ناحية التحليل وبناء النماذج وايضاً التنبؤ للمستقبل، وقد دخل المتغير المكاني في كثير من الظواهر الاقتصادية او الصحية وكذلك بعض العلوم الانسانية، أن الهدف من المقالة وضع شي بسيط للباحثين حول بعض انواع مصفوفات التجاور المكاني المستعملة بأنماذج القياس الاقتصادي المكاني [1,2].

2- الجوار المكاني: spatial neighborhood

تعتبر طريقة تحديد الجوار المكاني جزء من النموذج وهي من الطرائق المهمة لحساب الارتباط المكاني في البيانات، حيث ان الجوار يتكون من المساحات او المناطق المحيطة والتي تكون ذات تأثير على مشاهدات المنطقة، ويعتمد تعريف الجوار المستند على مساحة الجوار المكاني مثل تلك المناطق التي تشترك بالحدود او خطوط الطول والعرض على الكرة الارضية، وقد يستند تعريف الجوار على المساحة بين النقطتين الوسطيتين حيث اذا كانت المساحة بين منطقتين هي نقطتين اقل من مساحة عتبة معينة (threshold) فسيتم اعتبار النقطتين جوار، ان الطرائق لقياس المسافة بين نقطتين سوف تتضمن اقصر مسافة بين الاحداثيين بافتراض انها على سطح مستوي او تحديد طول قوس سطح الارض بين نقطتين في حالة مسافات الدائرة الكبيرة وتكمن الصعوبة في تحديد قيمة مسافة عتبة عندما يكون هنالك تباين كبير في حجم المناطق واذا تم تحديد جوار واحد للمناطق الاكبر قد ينتج عنه عدد كبير جدا من الجوار للمناطق الاصغر وللتغلب على هذه المشكلة يتم تعيين عدد ثابت من الجوار لكل منطقة (k من الجوار الاقرب) [5,6].

3- مصفوفة التجاور المكاني Contiguity Matrix spatial

هي مصفوفة مربعة لا يشترط فيها التماثل يتم فيها تعيين الجوار حيث يطبق مقياس ترجيح الاشارة لمعرفة مدى تأثير المعلومات الواردة من جيران المنطقة على التقدير المرصود لتلك المنطقة، وتتكون عناصر هذه المصفوفة من الصفر والواحد حيث يشير الوزن صفر الى عدم وجود علاقة بينما يشير الوزن فوق الصفر (القيمة واحد) الى ان المناطق تعتبر متجاورة، ويتم وضع الاوزان (W_{ij}) في المصفوفة بأبعاد عدد المناطق المجاورة، يتم تعيين القطر (W_{ii}) بشكل عام يساوي صفر حيث لا تعتبر المنطقة مجاورة لنفسها، تكمن اهمية هذه المصفوفة لتحديد مدى التأثيرات المكانية حيث ان استعمال هذه المصفوفة يسهل تطبيق النماذج المكانية على العديد من التجارب مع مراعاة عدم التجانس المكاني في خصائص الأنموذج، ويمكن وضع تصور لشكل هذه المصفوفة على النحو الاتي [3,4]:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } i \text{ neighbour } j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \dots (1)$$

هناك انواع مختلفة من التجاورات لبناء مصفوفة التجاور المكاني نذكر بعض منها :

1-3 تجاور روك Rook Contiguity

أن هذا التجاور يأخذ كل نقطة مكانية كعمود او صف للمصفوفة وفي كل عمود تتوافق النقاط المكانية المجاورة مع عناصر الصف التي لا تكون قيمتها صفر، فعندما تكون المنطقتان المتجاورتان محددتان بعلاقة بين المنطقتين في اي جانب من الجوانب تكون قيمة عنصر المصفوفة تساوي واحد ($W_{ij} = 1$) فيما عدا ذلك يظهر عنصر المصفوفة يساوي صفر ($W_{ij} = 0$)، ويتضح من ذلك ان عناصر القطر الرئيسي للمصفوفة سوف تكون اصفار لان المنطقة لا تجاور نفسها كما ذكر سابقاً، ويمكن توضيح مصفوفة التجاور كما يلي وحسب الشكل الاتي [5,9]:

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)
(7)	(8)	(9)

الشكل (1) يبين مصفوفة التجاورات المكانية Rook للمنطقتين (1) و(2) فقط. اذ أن: اللون الرصاصي في الشكل (1) يمثل التجاور للمنطقة (1)، اما اللون الغامق يمثل التجاور للمنطقة (2).

اولا : المنطقة (1) لا تجاور نفسها عادة فتأخذ القيمة صفر ($W_{11} = 0$) كذلك لا تجاور المناطق (3) (5) (6) (7) (8) (9) فتكون قيم المصفوفة اصفار في النقاط الاتية: ($W_{13} = 0$) ، ($W_{15} = 0$) ، ($W_{16} = 0$) ، ($W_{17} = 0$) ، ($W_{18} = 0$) ، ($W_{19} = 0$) كذلك فإن تجاور المنطقة (1) للمنطقتين (2) (4) فتأخذ القيمة واحد ($W_{12} = 1$) ، ($W_{14} = 1$).

ثانيا : المنطقة (2) لا تجاور نفسها كذلك لا تجاور المناطق (4) (6) (7) (8) (9) فتأخذ قيم عنصر المصفوفة صفر ($W_{22} = 0$) ، ($W_{24} = 0$) ، ($W_{26} = 0$) ، ($W_{27} = 0$) ، ($W_{28} = 0$) ، ($W_{29} = 0$) وأن المنطقة (2) تجاور كل من المناطق (1) (3) (5) فتأخذ القيمة واحد ($W_{21} = 1$) ، ($W_{23} = 1$) ، ($W_{25} = 1$) هكذا بالنسبة لبقية المناطق، يمكن تكوين مصفوفة التجاور على النحو الاتي:

$$W_R = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \dots (2)$$

2-3 تجاور بشوب Bishop Contiguity
في هذا التجاور تكون عناصر مصفوفة التجاورات تساوي واحد عندما تلتقي زوايا الخلايا وتساوي صفر فيما عدا ذلك وكما في الشكل الاتي [1,7]:

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)
(7)	(8)	(9)

الشكل (2) يبين مصفوفة التجاورات المكانية Bishop للمنطقتين (1) و(2) فقط.

يمكن تكوين مصفوفة التجاورات وفق الاتي:

اولا : المنطقة (1) لا تجاور نفسها عادة فتأخذ القيمة صفر ($W_{11} = 0$) كذلك لا تجاور المناطق (2) (3) (4) (6) (7) (8) (9) فتكون قيم المصفوفة اصفار في النقاط الاتية ($W_{12} = 0$) ، ($W_{13} = 0$) ، ($W_{14} = 0$) ، ($W_{16} = 0$) ، ($W_{17} = 0$) ، ($W_{18} = 0$) ، ($W_{19} = 0$) وأن المنطقة (1) تجاور فقط المنطقة (5) فتأخذ القيمة واحد ($W_{15} = 1$).

ثانيا : المنطقة (2) لا تجاور نفسها كذلك لا تجاور المناطق (1) (3) (5) (7) (8) (9) فتأخذ قيم المصفوفة اصفار في هذه النقاط ($W_{21} = 0$) ، ($W_{23} = 0$) ، ($W_{25} = 0$) ، ($W_{27} = 0$) ، ($W_{28} = 0$) ، ($W_{29} = 0$) وأن المنطقة (2) تجاور المنطقة (4) (6) فقط فتأخذ القيمة واحد ($W_{24} = 1$) ، ($W_{26} = 1$) ، هكذا بالنسبة لبقية المناطق، يمكن تكوين مصفوفة التجاور على النحو الاتي:

$$W_B = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \dots (3)$$

3-3 تجاور كوين Queen Contiguity

يمكن الحصول على نوع اخر من مصفوفة التجاور المكاني وذلك بعد تحديد مصفوفة Rook ومصفوفة Bishop حيث تحدد نقاط المصفوفة لكل نقطة مكانية من خلال الاتصال المحدد لنقطة مكانية بين الخليتين المشتركتين في النقطة حيث يسمى هذا التجاور بتجاور Queen ويمكن توضيح مصفوفة التجاور كما يلي [1,2]:

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)
(7)	(8)	(9)

الشكل (3) يبين مصفوفة التجاورات المكانية Queen للمنطقتين (1) و(2) فقط.

اولا : المنطقة (1) لا تجاور نفسها عادة فتأخذ القيمة صفر ($W_{11} = 0$) كذلك لا تجاور المنطقة (3) (6) (7) (8) (9) فتكون قيم عنصر المصفوفة في تلك النقاط صفر ($W_{13} = 0$)، ($W_{16} = 0$)، ($W_{17} = 0$)، ($W_{18} = 0$)، ($W_{19} = 0$)، وأن المنطقة (1) تجاور المناطق (2) (4) (5) فتأخذ قيم عنصر المصفوفة في تلك النقاط واحد ($W_{12} = 1$)، ($W_{14} = 1$)، ($W_{15} = 1$).

ثانيا : المنطقة (2) لا تجاور نفسها كذلك لا تجاور المنطقة (7) (8) (9) فتأخذ قيم المصفوفة اصفار في هذه النقاط ($W_{22} = 0$)، ($W_{27} = 0$)، ($W_{28} = 0$)، ($W_{29} = 0$)، وأن المنطقة (2) تجاور المناطق (1) (3) (4) (5) (6) فتأخذ القيمة واحد ($W_{21} = 1$)، ($W_{23} = 1$)، ($W_{24} = 1$)، ($W_{25} = 1$)، ($W_{26} = 1$)، هكذا بالنسبة لبقية المناطق، يمكن تكوين مصفوفة التجاور على النحو الاتي:

$$W_Q = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \dots (4)$$

3-4 التجاور الخطي Linear Contiguity

يمكن تكوين مصفوفة التجاور الخطي للمنطقتين والتي تشترك في حافة مشتركة سواء من اليمين او من اليسار وليس الاثنتين معا وهذا ما يسمى بالتجاور الخطي حيث تكون قيمة العناصر التي لا تحقق التجاور تساوي صفر والتي تحقق التجاور تساوي واحد ويمكن توضيح مصفوفة التجاور كما يلي [6,8]:

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)
(7)	(8)	(9)

الشكل (4) يبين مصفوفة التجاورات المكانية Linear للمنطقتين (1) و(2) فقط.

اولا : المنطقة (1) لا تجاور نفسها عادة فتأخذ القيمة صفر ($W_{11} = 0$) كذلك لا تجاور المنطقة (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) فتكون قيم عنصر المصفوفة الصفر في تلك النقطة ($W_{13} = 0$)، ($W_{14} = 0$)، ($W_{15} = 0$)، ($W_{16} = 0$)، ($W_{17} = 0$)، ($W_{18} = 0$)، ($W_{19} = 0$)، المنطقة (1) تجاور المنطقة (2) فتأخذ قيمة عنصر المصفوفة الواحد في النقطة ($W_{12} = 1$).

ثانيا : المنطقة (2) لا تجاور نفسها كذلك لا تجاور المناطق (1) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) فتأخذ قيم عناصر المصفوفة اصفار في هذه النقاط ($W_{22} = 0$)، ($W_{21} = 0$)، ($W_{24} = 0$)، ($W_{25} = 0$)، ($W_{26} = 0$)، ($W_{27} = 0$)، ($W_{28} = 0$)، ($W_{29} = 0$)، المنطقة (2) تجاور المنطقة (3) فتأخذ القيمة واحد ($W_{23} = 1$) هكذا بالنسبة لبقية المناطق، يمكن تكوين مصفوفة التجاور على النحو الاتي:

$$W_L = \begin{matrix} 1 & 1 & 0 & 2 & 1 & 3 & 0 & 4 & 0 & 5 & 0 & 6 & 0 & 7 & 0 & 8 & 0 & 9 \\ 2 & & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 7 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} \dots (5)$$

4- انواع مختلفة من مصفوفة التجاور

اولا : مصفوفة الاوزان المكانية المستندة على المسافة وتحدد هذه المصفوفة كما يلي [3]:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } B_{ij} < \varepsilon \\ 0 & \text{o.w} \end{cases} \dots (6)$$

حيث B_{ij} هي المسافة بين المنطقة i والمنطقة j ، اما ε هي القيمة الحرجة وتكون محددة مسبقا .

ثانيا : مصفوفة الاوزان المكانية المستندة على المجتمع وتحدد هذه المصفوفة كما يلي [3]:

$$W_{ij} = \begin{cases} \frac{E_i E_j}{B_{ij}} & \text{if } B_{ij} < \varepsilon \\ 0 & \text{o.w} \end{cases} \dots (7)$$

حيث E_i هو عدد السكان القياسي لمنطقة معينة، اما E_j مجموع السكان القياسي للمنطقة المجاورة لها في المنطقة j ، ويمكن توحيدها مقابل المتوسط والانحراف القياسي.

ثالثا : مصفوفة الاوزان المكانية المستندة على دالة المسافة العكسية، وتحدد هذه المصفوفة كما يلي [3]:

$$W_{ij} = \begin{cases} B_{ij}^{-\theta} & \text{if } B_{ij} < \varepsilon \\ 0 & \text{o.w} \end{cases} \dots (8)$$

حيث ان المعلمة θ هي معدل تناقص الوزن ويمكن تقديرها او تحديدها مسبقا، والقيمة الشائعة لهذه المعلمة 1 او 2.

رابعا : مصفوفة الاوزان المكانية المستندة على k من الجوار الاقرب حيث ان $W_{ij} \neq W_{ji}$ ، وتحدد هذه المصفوفة كما يلي [3]:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اذا كانت النقطة الوسطى لـ } j \text{ هي واحد من } k \text{ الاقرب الى النقطة الوسطى } i \\ 0 & \text{o.w} \end{cases} \dots (9)$$

خامسا : مصفوفة الاوزان المكانية المستندة على القرب الجغرافي باستخدام المسافة، ويمكن تطبيق المسافة الأكثر شيوعاً ، وهي المسافة الإقليدية (Euclidean measured) إذا كانت x و y هي إحداثيات خط الطول وخط العرض على التوالي، فإن الصيغة التالية هي حساب المسافة بين الودعتين [9]:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \dots (6)$$

مصفوفة الاوزان المكانية المستندة على المسافة الإقليدية، يمكن تحديدها كما يلي:

$$W_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{if } i = j \\ \frac{\left(\frac{1}{1 + d_{ij}}\right)}{\left(\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{1 + d_{ij}}\right)\right)} & \text{if } i \neq j \end{cases} \dots (10)$$

حيث ان d_{ij} هو المسافة الإقليدية الاحداثيات خط الطول وخط العرض بين المنطقتين i و j .

سادسا : مصفوفة الاوزان المكانية المستندة على الجوار الموزون بجزء من الحدود المشتركة، وتحدد هذه المصفوفة كما يلي [3]:

$$W_{ij} = \begin{cases} \frac{D_{ij}}{D_i} & \text{إذا كانت المنطقتين } i, j \text{ تشترك بالحدود} \\ 0 & \text{o.w} \end{cases} \quad \dots (11)$$

حيث ان D_{ij} هو طول الحد المشترك بين المنطقتين i و j اما D_i هو محيط المنطقة i .
سابقاً: المصفوفة المعدلة المكانية والتي تشمل جميع ما ذكر سابقا وتحدد هذه المصفوفة كما يلي [6]:

$$W_{ij} = \begin{cases} \frac{W_{ij}}{\sum W_{ij}} & 0 < W_{ij}^{std} \leq 1 \quad \text{إذا كانت المنطقتين } i, j \text{ تشترك بالحدود} \\ 0 & \text{o.w} \end{cases} \quad \dots (12)$$

5- References:

- 1- Akkar , A. Abd Ali. (2018). "*Estimation of semi - parametric regression of data spatially Dependent with application*", PH.D in Statistics, College of Economics and Administration at Baghdad University.
- 2- Ali, Omar Abdul-Mohsen and Hadi, Sawsan Qasim, (2014). "*Spatial Regression Models Estimation for the poverty Rates In the districts of Iraq in 2012*", Journal of Economic and Administrative Sciences, University of Baghdad, V.20, Issue 79, 337- 351.
- 3- Cramb, S., Duncan, E., White, N., Baade, P., & Mengersen, K. (2016). "*Spatial Modelling Methods*".
- 4- Ibrahim, W. S., Majeedb, G. H. and Hussain, W. J. (2021), "*Comparison and Estimation of a Spatial Autoregressive (SaR) Model for Cancer in Baghdad Regions*" Int. J. Agricult. Stat. Sci. Vol. 17, Supplement 1, pp. 1921-1927.
- 5- Ibrahim, W. S., & Abdulwahab, A. M. (2022). "*Estimation of the general spatial regression model (SAC) by the maximum likelihood method. International*" Journal of Nonlinear Analysis and Applications, 13(1), 2947-2957.
- 6- LeSage, J. P. (1999). "*The theory and practice of spatial econometrics*". University of Toledo. Toledo, Ohio, 28(11).
- 7- LeSage, J. P. Lecture 1: (2004). "*Maximum likelihood estimation of spatial regression models*". *Spatial Econometrics Course 2006*. University of Toledo. Toledo, Ohio.
- 8- Omar, Dalia Badeea, (2020). "*Estimating parameters of some spatial regression models with experimental and applied study*", College of Administration And Economics at Kirkuk University.
- 9- S D Permai, U Mukhaiyar, N L P Satyaning P P, M Soleh, Q Aini (2018)."*Spatial weighting approach in numerical method for disaggregation of MDGs indicators*". IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 322.